

Rijkers-Defrasne, Sylvie; von Versen, Till; Malanowski, Norbert

**Working Paper**

## Herausforderung Peer-to-Peer-Energiehandel in Deutschland: Potenziale, Herausforderungen und Ausblick

Working Paper Forschungsförderung, No. 209

**Provided in Cooperation with:**

The Hans Böckler Foundation

*Suggested Citation:* Rijkers-Defrasne, Sylvie; von Versen, Till; Malanowski, Norbert (2021) : Herausforderung Peer-to-Peer-Energiehandel in Deutschland: Potenziale, Herausforderungen und Ausblick, Working Paper Forschungsförderung, No. 209, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/232573>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>

# WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

---

Nummer 209, März 2021

## Herausforderung Peer-to-Peer- Energiehandel in Deutschland

Potenziale, Herausforderungen und Ausblick

Sylvie Rijkers-Defrasne, Till von Versen und  
Norbert Malanowski

---

© 2021 by Hans-Böckler-Stiftung  
Georg-Glock-Straße 18, 40474 Düsseldorf  
[www.boeckler.de](http://www.boeckler.de)



„Herausforderung Peer-to-Peer-Energiehandel in Deutschland“ von Sylvie Rijkers-Defrasne, Till von Versen und Norbert Malanowski ist lizenziert unter

**Creative Commons Attribution 4.0 (BY).**

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell. (Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

**ISSN 2509-2359**

# Inhalt

Zusammenfassung.....	4
Hintergrund .....	6
Entwicklungsstand im Bereich Peer-to-Peer-Energiehandel.....	8
Ausgangssituation .....	8
Kontext und Treiber hinter der Entwicklung.....	11
Stellung des Standorts Deutschland im internationalen .....	
Wettbewerb .....	14
Pilotprojekte in Deutschland .....	14
Pilotprojekte im Ausland .....	15
Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen.....	17
Doppelvermarktungsverbot und Kennzeichnungspflicht.....	17
Ü21: Ende der EEG-Förderung für Bestandsanlagen .....	18
Bedeutung der EEG-Novelle 2021 .....	21
Herausforderungen und Chancen .....	23
Herausforderungen.....	23
Chancen .....	24
Sozio-ökonomische Aspekte in Gegenwart und Zukunft.....	28
Thesen für die weitere Diskussion.....	31
Literatur.....	34
Autorin und Autoren .....	39

## Zusammenfassung

Unter Peer-to-Peer-(P2P)Energiehandel wird in der Regel verstanden, dass z. B. private Wohnanlagen und auch Unternehmen zukünftig nicht mehr nur Energiekonsumenten sind, sondern zu sogenannten dezentralen Prosumenten (Produzenten und Konsumenten) werden. Diese produzieren und verkaufen einerseits Strom/Energie und andererseits konsumieren sie selbst den Strom bzw. die Energie. So kann z. B. überschüssige, aus einer Photovoltaik-Anlage selbstproduzierte Energie ohne Zwischenhändler, weiterverkauft werden. Oder Abwärme aus industriellen Prozessen wird gezielt zur Stromgewinnung genutzt und ins Versorgungsnetz eingespeist bzw. an Dritte verkauft.

Das Innovationsfenster für P2P-Energiehandel hat sich in Deutschland erst vor kurzem geöffnet. Das nächste Innovationsfenster für weitreichendere Technologien wird sich wahrscheinlich eher mittelfristig öffnen, z. B. durch die Nutzung der Blockchain-Technologie zur Umsetzung eines P2P-Energiehandels im größeren Stil. Für viele Unternehmen ist der Ansatz gegenwärtig noch nicht aussichtsreich genug, um in Technologien und Modelle für den P2P-Energiehandel zu investieren. Für Unternehmen wird der Ansatz zudem dann besonders interessant, wenn der P2P-Energiehandel eindeutige Kostenersparnisse ermöglicht und gleichzeitig eine jederzeit sichere Stromversorgung gewährleistet.

Der P2P-Energiehandel bietet das Potenzial, die Energieversorgung in Deutschland langfristig effizienter, stabiler und nachhaltiger zu gestalten. Trotz einiger Hindernisse ist es durchaus realistisch, dass ein solcher Handel in den nächsten Jahren von regierungspolitischer Seite gefördert werden wird. Für eine breite Umsetzung des P2P-Handels wird jedoch nicht weniger als die Reform des Marktmodells mit neuen regulatorischen Rahmenbedingungen erforderlich sein.

Die sozio-ökonomischen Folgen eines gestärkten P2P-Energiehandels sind gegenwärtig recht überschaubar. Zu den größten Anforderungen zählen – neben dem Aufbau eigener Geschäftsmodelle – die Aneignung und Vermittlung digitaler Kompetenzen und die Sicherung von qualifizierten Fachkräften. Insbesondere IT-Fähigkeiten werden im Zuge eines P2P-Geschäftsmodells sehr gefragt sein. Für Arbeitnehmerakteure werden diese Entwicklungen – wenn sie sich stärker durchsetzen – mit einer komplexen Gestaltungsaufgabe verbunden sein, die sich zum einen auf das Innovationsgeschehen bei agilen, IT-affinen Start-ups bezieht, deren Arbeitsbedingungen und Arbeitsorganisation sich von klassischen (großen) Energieversorgungsunternehmen deutlich unterscheiden. Zum anderen stellt sich für Arbeitnehmerakteure die Frage, ob die hier diskutierte Thematik nicht noch deutlich umfassender und stärker

zukunftsweisend in Richtung einer menschenzentrierten Energiewirtschaft 2030+ zu diskutieren ist, damit diese Gestaltungsaufgabe gut vorbereitet und systematisch angegangen werden kann.

## Hintergrund

Im Rahmen des von der Hans-Böckler-Stiftung geförderten Projektes [„Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“](#) wurde das Thema „Peer-to-Peer-Energiehandel und virtuelle Kraftwerke als Herausforderer“ in Form einer Themenskizze als eines von sechzehn zukunftsrelevanten Innovations- und Technologiethemen einem ausgewählten Kreis von Fachleuten vorgestellt und dort diskutiert. Die Fachleute aus Wirtschaft, Wissenschaft, politischer Administration und Gewerkschaften bewerteten in einem sogenannten Priorisierungsworkshop im August 2019 das Thema als dringlich hinsichtlich einer weiteren Auseinandersetzung im Kontext der Arbeitnehmerrelevanz (Malanowski et al. 2020).

Aus dieser Einschätzung heraus wurde das Thema speziell auf aktuelle Entwicklungen im Peer-to-Peer-Energiehandel fokussiert, aufmerksam weiter beobachtet und schließlich vertieft. Beim dementsprechend konzipierten – aufgrund der Covid-19-Pandemie virtuellen – Vertiefungsworkshop zum Thema „Neue Geschäftsmodelle in der Energiewirtschaft: Peer-to-Peer-Energiehandel als Herausforderung“ diskutierten im September 2020 Fachleute aus den Technik-, Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften sowie der Gewerkschaften das Thema aus verschiedenen fachlichen Perspektiven vor allem anhand folgender Leitfragen:

- Wie ist der Entwicklungsstand im Bereich P2P-Energiehandel?
- Welche Auswirkung hat der P2P-Energiehandel auf den Energiemarkt? Wie verändern sich die Akteure und deren Rollen bzw. Aufgaben? Wo kommt es zu neuen Kooperationen und Konkurrenzen?
- Welche (sozialen, ökonomischen, ökologischen und technischen) fördernden und hemmenden Faktoren sind beim Peer-to-Peer-Energiehandel zu beobachten? Welche Rolle nehmen dabei die Arbeitnehmer ein?
- Welche sozio-ökonomischen Aspekte werden gegenwärtig in der Diskussion über P2P-Energiehandel verstärkt thematisiert? In welcher Form und warum?
- Welche sozio-ökonomischen Aspekte sollten zukünftig stärker thematisiert werden (u. a. Beschäftigungsentwicklung, Arbeitsorganisation, Qualifizierung, Nutzen für die Beschäftigten)?
- Wo ist mit eher disruptiven und wo mit eher inkrementellen Veränderungen beim P2P-Energiehandel zu rechnen? Wie verhalten sich die Entwicklungen zueinander?
- Wie ist gegenwärtig die Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb/Vergleich bei diesem Thema zu bewerten?

- Welche zukünftigen Schritte sind beim Thema „P2P-Energiehandel“ notwendig bzw. wünschenswert oder nicht wünschenswert?
- Welche Gestaltungsspielräume bieten sich Arbeitnehmerakteuren bei diesem Thema bzw. im erweiterten Kontext von Energie-, Innovations- und Arbeitspolitik?

Die empirische Basis für das vorliegende Working Paper bilden die aufbereiteten Ergebnisse einer Literaturanalyse (Stand: Oktober 2020) und des Vertiefungsworkshops „Neue Geschäftsmodelle in der Energiewirtschaft: Peer-to-Peer-Energiehandel als Herausforderung“, der im September 2020 durchgeführt wurde. Diese Ergebnisse basieren nicht auf „harten“ Daten und Fakten, sondern spiegeln eher gegenwärtige Einschätzungen, Erwartungen und Thesen von Fachleuten wider. Insofern dienen die Erkenntnisse vor allem dazu, als erste Vertiefung bzw. Deep Dive relevante Trends frühzeitig zu erkennen und diese für eine prospektive Innovations- und Technikgestaltung im Dreiklang von Mensch, Organisation und Technik aufzubereiten. Darüber hinaus wurde die EEG-Novelle 2021 der Bundesregierung, die erst nach dem Vertiefungsworkshop, und zwar am 17.12.2020, durch den Bundestag verabschiedet wurde, für dieses Working Paper berücksichtigt und entsprechende Aussagen aus dem Vertiefungsworkshop vor dem Hintergrund dieser Novelle durch die Autorin und die Autoren neu bewertet bzw. gewichtet.

Das Working Paper hat zum einen zum Ziel, erste Antworten auf die oben genannten Leitfragen zu skizzieren. Zum anderen soll es Denkanstöße für eine breitere öffentliche Diskussion des Themas in einem innovations- und arbeitspolitischen Kontext liefern. Die Autorin und die Autoren bedanken sich an dieser Stelle sehr herzlich bei den Fachleuten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Gewerkschaften und Betriebsräten, die ihr Wissen aus verschiedenen fachlichen Perspektiven im Rahmen des Vertiefungsworkshops offen geteilt und zur Diskussion gestellt haben sowie bereit waren, über den eigenen Tellerrand hinauszuschauen.



# Entwicklungsstand im Bereich Peer-to-Peer-Energiehandel

## Ausgangssituation

Peer-to-Peer-Energiehandel (P2P-Energiehandel) beschreibt die Konstellation, dass private Wohnanlagen und -häuser, Bürohäuser, aber auch Unternehmen zukünftig nicht mehr nur Energiekonsumenten sind, sondern zu sogenannten dezentralen Prosumenten (Produzenten und Konsumenten) werden können, die Strom/Energie ohne Zwischenhandel sowohl produzieren und verkaufen als auch konsumieren – sei es, weil die überschüssige, z. B. aus einer Photovoltaik-Anlage selbstproduzierte Energie weiterverkauft werden kann oder weil die Abwärme aus industriellen Prozessen gezielt zur Stromgewinnung genutzt und ins Versorgungsnetz eingespeist bzw. an Dritte verkauft wird.

Das Konzept des Peer-to-Peer-Handels im energiewirtschaftlichen Bereich stützt sich auf lokale Energie-Prosumenten und zielt auf die Entstehung eines „von zentralen Instanzen unabhängige[n] Energiesystem[s], das dezentrale Geschäftsmodelle fördert und ohne Zwischenhändler auskommt“ (Nentwich et al. 2019, S. 135), ab. Stromverkäufer und Stromkäufer finden direkt zueinander, ohne dass Energiebörsen oder Energieversorger als zentrale Zwischeninstanzen erforderlich sind und bemüht werden. Mit anderen Worten bedeutet es, dass die gehandelten Strommengen weiterhin in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden, die Vermarktung selbst und der Strombezug aber nicht mehr über einen konventionellen Energieversorger erfolgen. Vielmehr findet der Kontakt zwischen Stromverkäufer und Endkunden über digitale P2P-Handelsplattformen statt (Kreuzburg 2018; Nentwich et al. 2019).

Über diese digitalen Plattformen werden auch sogenannte virtuelle Kraftwerke gebildet, d. h. – im Unterschied zum herkömmlichen einzelnstehenden Kraftwerk – der Zusammenschluss mehrerer dezentraler Stromanlagen und -speicher, die zusammen ins öffentliche Netz einspeisen (Brockhaus 2019). Virtuelle Kraftwerke werden für das Gelingen der Energiewende insofern als wichtig erachtet, als sie die im Vergleich zu beispielsweise Kohlekraftwerken oft kleineren Erneuerbare-Energien-Anlagen (EE-Anlagen, beispielsweise Sonnen-, Wind- oder Biogasanlagen) vernetzen und den produzierten Strom gebündelt und nach Bedarf ins Netz einspeisen bzw. speichern. Somit werden die Schwankungen in der Produktion des EE-Stroms kompensiert, und es kann schnell und flexibel auf Marktveränderungen reagiert werden (Brockhaus 2019).

Eine Zwischenstufe zum tatsächlichen P2P-Handel stellen digitale Plattformen mit einem sogenannten Intermediär dar, bei denen Stromerzeuger den produzierten Strom beispielsweise an ein Stadtwerk verkaufen, das wiederum an die Endkunden verkauft. Diese Möglichkeit wird bereits im aktuellen Regulierungsrahmen umgesetzt und unterliegt nicht den Einschränkungen, die für den tatsächlichen P2P-Handel noch problematisch sind (cf. § 5) (Innoloft/energate 2020).

Der Peer-to-Peer-Energiehandel erfordert – wie bei allen Formen des Peer-to-Peer-Handelns – als einen der wichtigsten Erfolgsfaktoren, dass „Vertrauen und Verlässlichkeit zwischen dem Anbieter und Nachfrager [aufgebaut werden]“ (cf. Themenskizze zu „Blockchain in der Sharing Economy“ in Malanowski et al. 2019).

Hierfür wird bei vielen der heute diskutierten Ansätze auf die Blockchain-Technologie gesetzt. Dass eine Blockchain-Technologie zur Verifizierung und Dokumentation der getätigten Transaktion eingesetzt wird, ändert die Art der Transaktion, im Vergleich zum Strombezug über Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU), radikal: Es ist keine „Trusted Third Party“ mehr notwendig. Vielmehr wird jeder Netzwerkteilnehmer über einen öffentlichen Schlüssel identifiziert und authentifiziert sich bei jeder Transaktion über einen privaten Schlüssel. Bevor Verbraucher Strom über das P2P-Netzwerk beziehen, muss Geld in sogenannten Token zu einem bestimmten Kurs eingetauscht werden. Ein Smart Contract hält dann fest, dass eine bestimmte P2P-Stromlieferung mit der korrespondierenden Tokenzahl vergütet wird (Kreuzburg 2018).

Von anderen bekannten, auf der Blockchain basierenden Transaktionen unterscheidet sich der P2P-Stromhandel dadurch, dass eine konkrete, streng definierte und zu messende physikalische Größe, und zwar die gehandelte Strommenge, gehandelt wird. Dies bedeutet, dass die Netzwerkteilnehmer gleich über zwei Netze verbunden werden müssen, das Internet und das öffentliche Stromnetz. Intelligente Mess- und Steuerungssysteme, sogenannte „Smart Meter“, bestehend aus einer Einrichtung zur Messung und Erfassung elektrischer Energie und einem Smart Meter Gateway für die Einbindung in das genutzte Kommunikationsnetz, stellen die Schnittstelle zu den physikalischen Stromflüssen dar und sorgen in Echtzeit für „die korrekte Zuordnung und Abrechnung der erzeugten und verbrauchten Energiemengen“ (Kreuzburg 2018). Die Nutzung des öffentlichen Stromnetzes ermöglicht zudem Mischformen des Strombezugs sowohl über Elektrizitätsversorgungsunternehmen als auch über den P2P-Markt.

Vorreiter im P2P-Energiehandel war das 2016 in New York initiierte Projekt „Brooklyn Microgrid“ von LO3-Energy. Bei diesem Projekt können Haushalte mit eigener Photovoltaik-Anlage mithilfe der Blockchain-

Technologie Strom an ihre Nachbarn verkaufen. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt das australische Unternehmen Power Ledger, das den P2P-Stromhandel mit erneuerbaren Energien ermöglicht (Rayner 2018). Hier konnten zwischen Dezember 2018 und Januar 2020 insgesamt 48 Haushalte die eigene erzeugte Sonnenenergie über eine Blockchain-basierte Handelsplattform (s. unten) untereinander handeln (Hensel 2020a).

Solche P2P-Energiemärkte, und insbesondere die über virtuelle Kraftwerke entstehenden Micro-Grids, die eine regionale Stromversorgung aus erneuerbaren Energien ermöglichen, versprechen laut ihrer Befürworter, die Verbraucher unabhängiger von Versorgungsunternehmen zu machen und gleichzeitig einen Beitrag zur Sicherung der Energie- bzw. Stromversorgung zu leisten. Dadurch, dass die Strom- und Energieerzeugung und -verteilung in deutlich kleineren Bereichen geschieht, könnten Micro-Grids das öffentliche Strom- bzw. Fernwärmenetz entlasten, Stromschwankungen z. T. ausgleichen (insbesondere das Problem der mangelnden Speicherbarkeit erneuerbarer Energien z. T. lösen) bzw. im Bedarfs- und Notfall unabhängig vom öffentlichen Stromnetz funktionieren.

Insbesondere erheben virtuelle Kraftwerke Echtzeit-Daten zu momentaner Auslastung und erstellen Prognosen zum zukünftigen Strombedarf, damit entsprechend Energie dezentraler Anlagen ins Stromnetz eingespeist wird oder nicht. Dies erscheint vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung des Einspeisemanagements von großer Bedeutung. Zwar nahm die Dauer der Stromausfälle deutschlandweit 2019 auch gegenüber 2018 ab und erzielte seit der Erfassung 2006 die bisher geringsten Ausfallszeiten (Bundesnetzagentur 2020), dennoch ist in Zukunft dank des stark steigenden Anteils fluktuierender Energiequellen mit zunehmenden Schwankungen im Netz zu rechnen. Zuweilen werden solche virtuellen Kraftwerke als essenziell angesehen, damit die Energiewende in Deutschland gelingt (Brockhaus 2019; dena 2017).

Die Umsetzung von P2P-Modellen und virtuellen Kraftwerken ist derzeit allerdings gepaart mit zahlreichen Herausforderungen bzw. ungeklärten Fragen – beispielsweise bezüglich des anzuwendenden Marktmodells. Unklar ist, welches Marktmodell sich mittel- bis langfristig bei P2P-Strommärkten durchsetzen kann. Möglich sind ein Börsenmodell, bei dem sich der Strompreis aus dem Verhältnis zwischen Nachfrage und Angebot ergibt; ein von regionalem Bezug gekennzeichnetes Modell, bei dem die „Regionalität“ aus Verbraucherperspektive Vorrang hätte – hier ist die Parallele mit entsprechenden Entwicklungen auf dem Lebensmittelmarkt offensichtlich – oder auch ein netzdienliches P2P-Handelsmodell, bei dem die Stabilisierung des öffentlichen Stromnetzes

im Vordergrund steht (Kreuzburg 2018). Neue Geschäftsmodelle sollten wohl überlegt sein, damit der P2P-Energiehandel auch langfristig funktioniert, insbesondere, wenn die Nachfrage nach Strom/Energie über das Jahr stark schwankt (Berger 2018).

Zudem wird deutlich: damit der P2P-Energiehandel erfolgreich wird, sind Vorteile für den Kunden notwendig, verglichen mit der öffentlichen Energieversorgung mit Strom und/oder Fernwärme. Konkret dürften für potenzielle Kunden, die ohnehin an das öffentliche Stromnetz bzw. an das Fernwärmenetz angebunden sind, besondere Anreize nötig sein, damit sie P2P-Stromhandelsmodelle nicht nur akzeptieren, sondern auch nutzen. Auch müsste die aktuelle Zurückhaltung insbesondere bei Unternehmen erst überwunden werden. Hier wird oftmals diffus befürchtet, dass die für die Umsetzung des P2P-Handels notwendigen Änderungen in den Arbeitsprozessen zu Unterbrechungen im Produktionsprozess führen könnten.

Demgegenüber steht die Realität, dass die Energiekosten meist lediglich einen Bruchteil der Kosten im Unternehmen ausmachen und sich die Umstellung auf den zwar nachhaltigeren, aber finanziell nicht wesentlich interessanteren P2P-Energiehandel für Unternehmen oft nicht lohnt. Problematisch hat sich zudem in der Praxis der Versuch erwiesen, den P2P-Handel zwischen benachbarten Unternehmen zu fördern: hier sind entsprechende Ansätze in der Stadt Bottrop daran gescheitert, dass sich kein Unternehmen bei der Energiezufuhr von anderen Unternehmen abhängig machen wollte (Berger 2018).

Darüber hinaus, und dies ist möglicherweise der bedeutendste Faktor, ist momentan die Umsetzung des P2P-Handels mit rechtlichen Hürden verbunden – beispielsweise ist es per Gesetz Privatpersonen untersagt, den eigens produzierten Strom auf direktem Wege an den Nachbarn zu verkaufen. Erlaubt sind lediglich der Eigenverbrauch bzw. das Einspeisen in das öffentliche Stromnetz. Auch verhindern strenge Bauvorschriften zu oft den Ausbau des Energie- bzw. Stromnetzes, der nötig wäre, um alle potenziell interessanten Mitglieder eines P2P-Energiehandels miteinander zu verbinden (Berger 2018).

## **Kontext und Treiber hinter der Entwicklung**

Eins der Ziele der Energiewende der Bundesregierung besteht darin, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren (Gatzen et al. 2019). Dabei ist die Energiewirtschaft, d. h. die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung sowie Raffinerien und Erzeuger von Festbrennstoffen – trotz rückläufi-

gen Trends seit 1990 – mit einem Anteil von gut 40 Prozent immer noch der Hauptverursacher von energiebedingten Treibhausgas-Emissionen in Deutschland (Umweltbundesamt 2020). Das Ziel der Bundesregierung bedeutet deshalb in diesem Sektor de facto eine radikale Dekarbonisierung und den Umbau der Stromerzeugung – weg von fossilen Energieträgern zu erneuerbaren Energien.

Dabei stellt gerade die Volatilität von Wind- und Photovoltaikenergie große Anforderungen an die Infrastruktur der Stromnetze (z. B. bezüglich der Übertragungs- und Verteilernetze oder der Systemsteuerung) (Gatzen et al. 2019). Die Stromerzeugung selbst ist in Folge des Ausstiegs aus der Atomenergie durch eine steigende Anzahl und Bedeutung von kleineren Stromerzeugungsstätten, entweder Wind- oder Photovoltaikanlagen, gekennzeichnet. Der Kraftwerkpark wird somit kleinteiliger, dezentraler und zudem aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Windenergie, oft weit entfernt von den Stromverbrauchszentren (Innoloft/energate 2020). Der beschlossene Kohleausstieg dürfte diesen Trend weiter beschleunigen.

Damit die Ziele der Energiewende erreicht werden können, sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen aber nicht nur im Strom-/Energiesektor, sondern auch in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie zu senken. Dies führt im Sinne der Anforderungen, die an die Stromproduktion gestellt werden, zu einer Sektorkopplung: Auch die Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie müssen mit erneuerbarem Strom versorgt werden, was zu einem Anstieg der Stromnachfrage, einem höheren Ausbaubedarf an Erneuerbaren Energien sowie zu neuen Herausforderungen in Bezug auf den Ausbau der Strominfrastruktur und schließlich zu einem höheren Bedarf an Flexibilität und Speicherkapazität bei der Stromversorgung führt (Gatzen et al. 2019).

Gleichzeitig führt die zunehmende Digitalisierung zu weitreichenden Veränderungen im Energiesektor, indem sie insbesondere neue Formen der Datennutzung und neue Geschäftsmodelle ermöglicht bzw. aufgrund entsprechender Erwartungen auf Kundenseite erforderlich macht. Erzeugung und Verbrauch werden in der Folge besser aufeinander abzustimmen sein – dies sogar bereits auf regionaler Ebene –, was sowohl finanzielle Anreize für den Kunden bietet als auch von volkswirtschaftlichem Nutzen sein soll (Innoloft/energate 2020). Auf der einen Seite dürfte die Digitalisierung zu einem erhöhten Druck aufseiten der etablierten Energieversorgungsunternehmen (EVU) führen, bestehende Geschäftsmodelle digital anzupassen bzw. weiterzuentwickeln (Gatzen et al. 2019).

Tatsächlich geben laut einer kürzlich durchgeführten Studie rund 75 Prozent der etablierten Energieunternehmer an, sich bereits mit dem

Thema „digitale Stromhandelsplattformen“ auseinander gesetzt zu haben (Innoloft/energate 2020). Auf der anderen Seite führt die Digitalisierung dazu, dass neue Akteure den Markteintritt wagen. Tatsächlich zeigt eine kürzlich erfolgte Auswertung der Datenbank des Innovationsnetzwerks Innoloft, dass seit 2010 über 80 Start-ups gegründet wurden, deren Geschäftsidee auf der Umsetzung digitaler Stromhandelsplattformen basiert. Insgesamt zogen diese Neugründungen mehr als 180 Millionen Euro Investorenkapital an. Peer-to-Peer-Stromplattformen stellen dabei nur eine Form der möglichen Handelsplattformen dar – weitere Geschäftsmodelle sind Strom-Communities, Algo-Trading und Plattform-Dienstleister. Der P2P-Stromhandel erscheint somit als einer der möglichen Wege, um die Ziele der anvisierten Energiewende zu erreichen.

## Stellung des Standorts Deutschland im internationalen Wettbewerb

Das Konzept des Peer-to-Peer-Handels wird zwar seit längerem immer wieder diskutiert, dennoch ist das Volumen des P2P-Handels – über Aggregatoren – in Deutschland noch gering und betrug 2016 deutlich weniger als 10.000 direkte Lieferverträge (Mohrmann 2019). Tatsächlich stellen P2P-Plattformen nur einen Teil der seit 2000 beobachteten Startup-Gründungen im Bereich digitaler Stromversorgungsmodelle dar (Innoloft/energate 2020). Für den Zeitraum von 2010 bis 2015 verzeichnet die Innoloft-Datenbank die Gründung von 12 P2P-Plattformen.

In den Folgejahren nimmt die Entwicklung noch zu – sowohl was die Anzahl der gegründeten Startups als auch das Volumen der getätigten Investitionen anbelangt –, nicht zuletzt aufgrund der Fortschritte auf dem Gebiet der Blockchain-Technologie, die zur Umsetzung von tatsächlichen P2P-Strommärkten momentan oft als die geeignetste Technologie erscheint (Mohrmann 2019; Innoloft/energate 2020). Für den Zeitraum 2016 bis 2018 verzeichnet Innoloft 28 Neugründungen für P2P-Geschäftsmodelle, die meisten davon allerdings mit einem Intermediär wie den lokalen Stadtwerken. Dieses Wachstum scheint dafür zu sprechen, „dass mit jeder neuen Gründung neue und innovative Geschäftsmodelle in den Markt eintreten, die aufgrund ihrer Vielfältigkeit in der Umsetzung und den Angeboten weniger Konkurrenz untereinander darstellen“ (Innoloft/energate 2020, S. 8).

### Pilotprojekte in Deutschland

Im Folgenden werden Ideen und (Pilot-)Projekte beleuchtet und diskutiert, die sich in Deutschland bereits in der Umsetzung befinden:

- Die Firma enyway betreibt eine digitale Stromhandelsplattform, bei der Endkunden die Möglichkeit haben, Stromerzeuger, Region und Preis bestimmen zu können (Buchmüller 2018; Innoloft/energate 2020). Hier handelt es sich jedoch nicht um tatsächlichen P2P-Stromhandel. Vielmehr übernimmt enyway die Rolle eines EVU, da die Stromerzeuger, häufig kleine(re) Anlagen, unter den momentanen Rahmenbedingungen nicht alle Auflagen erfüllen können, die ein Direktverkauf mit sich bringen würde. Das Modell kann als gelungen angesehen werden: inzwischen ist enyway mit einem signifikanten Marktanteil eine der größten Handelsplattformen dieser Art weltweit.

- Nordgröön ist ein regionaler Direktvermarkter aus Schleswig-Holstein der es EEG-Anlagenbetreibern ermöglicht, Endkunden direkt zu beliefern. Eine Weiterentwicklung von Nordgröön ist die Stromhandelsplattform Regiogröön. Über diese bundesweit verfügbare Handelsplattform können hier regionale Erzeuger und Verbraucher zusammengebracht werden. Jedem potenziellen Endkunden werden vorrangig Tarife und Produzenten aus der eigenen Region angeboten (Buchmüller 2018; Innoloft/energate 2020).
- Wie bereits oben dargestellt gab es in Bottrop erste, inzwischen aber aus wirtschaftlichen Gründen (s. weiter unten) eingestellte Versuche, beispielsweise einen Teil der bei der Kokerei Prosper-Haniel entstehenden überschüssigen Wärme zur Heizung einer Schule zu nutzen (Berger 2018).
- Überregionale Bekanntheit hat auch das Projekt Tal.Markt der Wuppertaler Stadtwerke erlangt: hier können sich Endkunden ihren Ökostrom aus EE-Anlagen vor Ort individuell zusammenstellen. Die Versorgungssicherheit wird dadurch garantiert, dass im Falle eines Engpasses bei der Stromproduktion in den ausgewählten EE-Anlagen die Wuppertaler Stadtwerke einspringen und die Versorgungslücke schließen (WSW 2020).
- Das Startup Conjoule, ein Spin-Off des Innogy-Konzerns, ist 2017 an den Markt gegangen mit dem Ziel, privaten Haushalten über eine Blockchain-basierte Plattform zu ermöglichen, den über die eigene Solaranlage erzeugten Strom in die Nachbarschaft zu vertreiben. Dazugehörige Modellprojekte liefen in Mülheim an der Ruhr und Essen (Kugoth 2017). Inzwischen bildet Conjoule einen Teil der Innogy Venture GmbH (Online Handelsregister 2020).
- Das vom BMWi geförderte Projekt Etiblogg untersucht, inwiefern ein Blockchain-basierter lokaler P2P-Handel hilft, die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Volatilität von Wind- und Photovoltaikenergie zu meistern, indem er zur Stabilisierung von lokalen, regionalen und überregionalen Energienetzen beiträgt (iit 2020).

## Pilotprojekte im Ausland

Das Konzept des P2P-Stromhandels findet nicht nur in Deutschland, sondern auch Ländern Anklang, wie die folgenden Beispiele zeigen:

- Das 2016 gestartete Projekt „Brooklyn Microgrid“ in New York gilt mittlerweile als international beachteter Vorreiter (s. oben). Hier wurde ein tatsächlicher P2P-Stromhandel ermöglicht, indem Haushalte mit eigener Photovoltaikanlage den eigenen Strom über eine Block-



chain-basierte Handelsplattform an ihre Nachbarn verkaufen können, ohne dass ein Intermediär oder Vermittler nötig ist.

- Mit einem ähnlichen Ansatz ermöglicht die australische Firma Power Ledger seit Ende 2018 eine Blockchain-basierte P2P-Stromhandelsplattform in Fremantle, Western Australia (s. oben).
- Eine weitere Entwicklung stieß Power Ledger durch eine dreijährige Kooperation mit dem Wohnbauträger Nicheliving an: in der Metropolregion Perth soll bereits in der Designphase für den Neubau von Wohnanlagen die spätere Nutzung der Blockchain-basierten P2P-Stromplattform von Power Ledger berücksichtigt werden. Für 62 Wohnungen wird dazu ein Microgrid mit Speichern und einer Photovoltaik-Anlage aufgebaut. Energieproduktion, -verbrauch, und -transaktionen sollen von der Power Ledger Plattform überwacht werden. Ziel ist, dass sich die Bewohner zu 100 Prozent mit erneuerbarer Energie versorgen und ggf. überschüssige Energie an andere Haushalte der Anlage verkaufen können (Hensel 2020b).
- Von größerer Dimension – und bislang das größte Vorhaben der Firma Power Ledger – ist ein Projekt, das in Kooperation mit dem französischen Anbieter von grünem Strom, eKWateur, erfolgt. Es sollen ca. 220.000 Smart Meter in ganz Frankreich verteilt werden, um die Voraussetzungen für eine Teilnahme an der Blockchain-basierten Power-Ledger-Plattform zu schaffen (Matich 2020).
- In der Schweiz ging im Januar 2020 die Feldphase des Projekts „Quartierstrom“ zu Ende („Quartierstrom 1.0“). Hier wurde anhand eines eigenen Strommarkts der Eigenverbrauch der 37 dortigen Haushalte erhöht. Zu 33 % konnten sie sich eigenständig mit Solarstrom versorgen (Quartierstrom 2020a). Im Rahmen des Nachfolgeprojekts „Quartierstrom 2.0“ wird nun angestrebt, den lokalen Strommarkt auf 100 Marktteilnehmer auszuweiten. Zudem soll die Machbarkeit eines skalierbaren Produkts für Energieversorger, das sie in ihrem Versorgungsgebiet anbieten könnten, untersucht werden (Quartierstrom 2020b).

## Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen

Für den P2P-Stromhandel sind insbesondere die Erzeugungsanlagen von Interesse, die nicht von einer festen Einspeisevergütung profitieren und Erlöse am Markt generieren müssen. Das sind in der Regel EE-Anlagen, die schon heute ihren Strom an der Börse oder über Direktvermarkter veräußern – meist im Rahmen der „geförderten Direktvermarktung mit Marktprämie“ – oder dazu in Zukunft gezwungen sein werden. Allerdings wird schon heute die Direktvermarktung lediglich von größeren Anlagen über einem gewissen Schwellenwert gewählt und technisch zugelassen. Kleinanlagen bedienen sich in Ergänzung zur sinkenden EEG-Vergütung alternativer Erlösmodelle, wie dem maximierten Eigenverbrauch oder der Direktlieferung im nächsten Umfeld.

## Doppelvermarktungsverbot und Kennzeichnungspflicht

In der Regel ist die Direktvermarktung einer EE-Anlage nur dann wirtschaftlich, wenn sie im Rahmen des Marktprämienmodells betrieben wird. Die Zahl der Anlagen, die diesen Weg der Direktvermarktung wählen, nimmt seit Jahren konstant zu. Im August 2020 z. B. wurden so über 82 GW vermarktet – davon 51 GW Onshore-Wind und 15 GW Photovoltaik (Netztransparenz.de 2020). In diesem Modell bekommt der Anlagenbetreiber – zusätzlich zu dem vom Käufer bezahlten Strompreis, der sich am Großhandelspreis für Strom orientiert – eine sogenannte Prämie vom Stromnetzbetreiber. An dieser Prämie beteiligen sich alle Stromkunden im Rahmen der EEG-Umlage. Im Gegenzug darf der erzeugte Strom aus erneuerbaren Energien nicht mehr als Grünstrom vermarktet werden (Doppelvermarktungsverbot).

Dies steht nach strenger Auslegung des EEG im Widerspruch zu P2P-Modellen, die gerade darauf abzielen, dass dem Kunden die Lieferung des eigens erzeugten Grünstroms versprochen wird – mindestens in einer Grauzone bewegen sich EE-Anlagenbetreiber, die ein P2P-Modell mit der Inanspruchnahme der Marktprämie kombinieren. Darüber hinaus gilt: Im Rahmen eines P2P-Modells wird der Betreiber einer EE-Anlage zum direkten Stromlieferanten für den Endkunden. Er fällt somit unter die gesetzliche Stromkennzeichnungspflicht und muss Informationen zu seinem Energieträgermix veröffentlichen. Es lässt sich aber nur dann Ökostrom bewerben, wenn hierfür Herkunftsnachweise entwertet

werden. Diese stehen dem Anlagenbetreiber aber für den eigenen Strom nicht zur Verfügung, soweit er das Marktprämienmodell (s. oben) in Anspruch nimmt. In diesem Fall kann der eigens produzierte Ökostrom aus erneuerbaren Energien lediglich als „Graustrom, gefördert nach EEG“ vermarktet werden (Buchmüller 2018).

Eine immer noch mögliche Option des regionalen Grünstromvertriebs ist die sogenannte „sonstige Direktvermarktung“. Dabei verzichten Anlagenbetreiber gänzlich auf EEG-gestützte Förderungsmaßnahmen und veräußern ihren Strom direkt an der Börse. Der Vorteil liegt darin, dass die Grünstromeigenschaft über Herkunftsnachweise (HKN) vollkommen erhalten bleibt. Diesen rechtlichen Rahmen nutzen regionale Grünstromanbieter, die aufgrund des Doppelvermarktungsverbot allein auf diese Weise ihren räumlich begrenzten Grünstrom verkaufen können (Next Kraftwerke 2020). Dazu nutzen Sie auch das Anfang 2019 eingeführte Regionalnachweisregister (RNR), welches auf Basis eines ausgeprägten bürokratischen Prozesses die Vermarktung von Grünstrom in einem regionalen Umfeld von 50 km um einen Verbraucher ermöglicht. Das Instrument soll regionale Grünstromtarife fördern und EEG-Umlage-neutral wirken (Umweltbundesamt 2019).

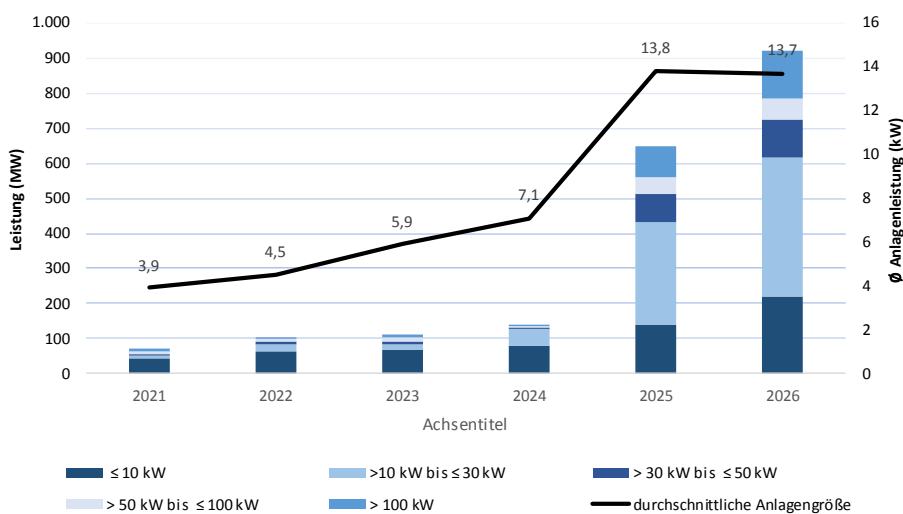
Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Doppelvermarktungsverbot des EEG sowie die Stromkennzeichnungspflicht zum jetzigen Zeitpunkt „ein erhebliches Hemmnis“ zur tatsächlichen Umsetzung von P2P-Modellen darstellt (Buchmüller 2018). Auch die vom Bundestag verabschiedete EEG-Novelle, die Anfang 2021 in Kraft getreten ist, hat keine entsprechende Entlastung mit sich gebracht. Offen ist beispielsweise, ob Politik und Netzbehörden zukünftig Wege finden werden, um Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden, bei der Umsetzung tatsächlicher P2P-Modelle attraktiv zu unterstützen, ohne dass sie finanziell bevorteilt wären (Hille et al. 2018).

## **Ü21: Ende der EEG-Förderung für Bestandsanlagen**

Es wird oftmals angenommen, dass der P2P-Stromhandel insbesondere für den weiteren Betrieb derjenigen Wind- und Photovoltaik-Anlagen von Interesse sein wird, die ab 2020/2021 aus der regulären 20-jährigen Förderung durch das EEG fallen. Dies dürfte allein bis Ende 2020 ca. 18.000 Solaranlagen betreffen (Agora Energiewende 2020). Bis Ende 2025 werden es rund 180.000 Anlagen mit etwa 2.000 Megawatt Erzeugungsleistung sein. Knapp zwei Drittel der PV-Anlagen, für die bis zum Jahr 2024 der Weiterbetrieb im Anschluss an eine EEG-Förderung be-

ginnt, gehören in das Anlagensegment  $<10\text{kW}_p$ . Ab 2024 wird der Anteil der Anlagen zwischen  $10$  und  $30\text{kW}_p$  und ab 2025 der Anteil der Anlagen über  $30\text{kW}_p$  zunehmen (siehe Abbildung 1). Der zu erwartende Beitrag zur Energieerzeugung ist damit vorerst vergleichsweise gering (Stiftung Umweltenergierecht 2020). Etwas anders sieht es bei Windenergieanlagen aus, von denen rund  $4.000$  MW ab 2021 aus der EEG-Förderung fallen werden. Bis Ende 2025 folgen jährlich weitere  $2.300$  bis  $2.400$  MW, also insgesamt rund  $16.000$  MW Leistung (energateg 2020).

Abbildung 1: Leistung ausgeförderter PV-Anlagen nach Leistungsklasse und Beginn des Weiterbetriebs sowie durchschnittliche Anlagengröße



Quelle: Stiftung Umweltenergierecht 2020, S. 16 (eigene Darstellung)

Die Betreiber von Ü21-Anlagen haben nach der EEG-Novelle 2021 zukünftig grundsätzlich die Wahl zwischen vier verschiedenen Erlösmodellen:

1. Einspeisevergütung (als vereinfachte Anschlussregelung)
2. Eigenversorgung
3. Direktlieferung (Mietstrom, „Power Purchase Agreement“ [PPA])
4. sonstige Direktvermarktung

Im Rahmen der vereinfachten Anschlussregelung für Ü21-Anlagen konnte im Zuge der EEG-Novelle erreicht werden, dass ausgeförderter EE-Anlagen nicht per se von der Einspeisung und folglich einem Weiterbetrieb ausgeschlossen werden und vom Netz genommen werden müssen. Die Regelung sieht vor, dass EE-Anlagen (ohne Onshore-Wind) bis  $100$  kW Kapazität vom Netzbetreiber eine Einspeisevergütung in Höhe

des sogenannten „Jahresmarktwerts“ abzüglich der Vermarktungskosten bis 31.12.2027 erhalten können. Auch Onshore-Windanlagen haben laut EEG-Novelle bis 31.12.2021 (ohne Zuschlag bei der noch zu definierenden Ausschreibung) und bis 31.12.2022 (bei Zuschlag im Rahmen der Ausschreibung) Anspruch auf eine fest definierte Einspeisevergütung, die sich am Marktwert zuzüglich einer Marktprämie orientiert.

Der Marktwert für Solaranlagen lag im Jahr 2019 bei 3,776 ct/kWh, in 2020 für die Monate Januar bis August im Schnitt bei 2,311 ct/kWh. Für Vermarktungskosten sind rund 0,2 ct/kWh zu veranschlagen. (Greencity 2021). In der Folge blieben einem durchschnittlichen PV-Anlagenbetreiber nur 2 bis 3,5 ct/kWh – bei laufenden Kosten für Versicherung, Instandhaltung etc. Insbesondere für private Kleinanlagen dürfte diese Rechnung nicht aufgehen. Bei Windenergieanlagen kann sich, abhängig vom Einzelfall, ein Weiterbetrieb u. U. eher lohnen. Doch auch hier stellen die technischen, regulatorischen und marktseitigen Rahmenbedingungen einen Weiterbetrieb in Frage.

Von besonderem Interesse sind daher auch nach der EEG-Novelle die alternativen Vermarktungsmodelle wie eine verstärkte Eigenversorgung, direkte Lieferverträge und die „sonstige Direktvermarktung“, die jedoch allesamt ein aktives Handeln des Anlagenbetreibers voraussetzen und z. T. mit erheblichen Investitionen verglichen zum Anlagenzeitwert einhergehen. Für eine stärkere Eigenversorgung spricht der im Rahmen der EEG-Novelle verabschiedete Wegfall der EEG-Umlage auf den Eigenverbrauch für bestehende und neue PV-Anlagen mit einer Leistung bis zu 30 kW. Zuletzt lag diese bei 6,756 ct/kWh. Sie soll bis 2022 auf 6 ct/kWh sinken. Ebenso wird der Photovoltaik-Mieterstromzuschlag neuerdings auf Quartiere ausgeweitet. Prosumer sollen so gestärkt werden.

Die „Sonstige Direktvermarktung“ beinhaltet das Einspeisen von Strom in das lokale Netz und die kaufmännische Veräußerung der Strommenge z. B. an einen Direktvermarkter. Dazu gehört aber auch die Einhaltung der komplexen, energiewirtschaftlichen Regularien (Stromhandel, Bilanzkreisführung, Berichts- und Meldepflichten etc.). Bislang werden ausschließlich größere Anlagen über einem gewissen Schwellenwert in den Pool der Direktvermarkter aufgenommen. Bei Kleinanlagen zehren die Transaktionskosten und technisch erforderlichen Anpassungen die niedrigen Erlöse auf. Zwar gibt es erste Unternehmen, die Kleinanlagen versuchen zu integrieren, es ist jedoch davon auszugehen, dass erst mit einer Vereinfachung der energiewirtschaftlichen Prozesse im Zuge der Digitalisierung die Direktvermarktung an Attraktivität gewinnt (Agora Energiewende 2020). P2P-Modelle könnten dann eine attraktive Alternative darstellen, wenn Kleinanlagen unbürokratisch und

mit minimalem technischem Aufwand in eine Plattform integriert werden können. Das ist momentan jedoch weder der Fall noch absehbar.

## **Bedeutung der EEG-Novelle 2021**

Mit der im Jahr 2021 in Kraft getretenen EEG-Novelle hat sich das Marktumfeld für dezentrale erneuerbare Energien-Anlagen abermals an zentralen Stellen geändert. Im Rahmen der EEG-Novelle 2021 sind verschiedene Anpassungen vorgenommen worden, die deutliche Auswirkungen auf die Marktentwicklung des P2P-Handels haben dürften.

Die vereinfachte Anschlussregelung für EE-Anlagen bedeutet beispielsweise, dass das für die Entwicklung des P2P-Handels relevante Marktsegment der sogenannten EEG-Altanlagen unter gesicherten Bedingungen auch weiter für eine Übergangszeit Strom einspeisen kann. Diese „Lebensverlängerung“ gilt für PV-Anlagen bis Ende 2027. Der Wegfall der EEG-Umlage auf den Eigenverbrauch für Anlagen bis 30 kW kann je nach Anlagendesign zusätzliche Erlöse bedeuten. Auch die Ausweitung des Photovoltaik-Mieterstromzuschlags auf Quartiere birgt Chancen für den lokalen Weiterbetrieb. Die Resonanz auf diese Anpassungen wird abzuwarten sein. Klar ist aber, dass die in einem solchen Rahmen erlöste Strommenge für den übrigen P2P-Handel nicht mehr zur Verfügung stehen wird.

Windkraftanlagen erhalten ein vergleichbares „Gnadenbrot“ – allerdings nur für eine Übergangszeit von zwei Jahren und an zusätzliche Bedingungen einer Ausschreibung geknüpft. Der Strom wird abzüglich einer Vermarktungsgebühr an den Netzbetreiber veräußert. Laut BDEW ist bei einem solchen Modell positiv hervorzuheben, dass keine über den Marktwert hinausgehende Förderung angedacht ist. Langfristige Stromlieferverträge (PPA) und andere Vermarktungsmodelle würden so nicht gehemmt (BDEW 2020).

Gleichwohl bedeutet die Zusicherung für Bestandsanlagen eine Opportunität gegenüber alternativen Direktvermarktungsoptionen – wenn auch nur für eine begrenzte Zeit und in einer zumindest für PV-Anlagen vergleichsweise unattraktiven Höhe. Dem P2P-Handel zuträglich dürfte in jedem Fall der niedrige Börsenstrompreis d. h. der geringe Marktwert sein. Windenergieanlagen benötigen für einen kostenneutralen Betrieb ca. 4 bis 4,5 Cent/kWh (energiate 2020). Dieser Preis wird im Rahmen einer regionalen Grünstromvermarktung oder im Rahmen einer individuellen P2P-Vermarktung eher zu realisieren sein, als an der Strombörse. Gleiches gilt für Solaranlagen, die mit Aussicht auf wenige Cent Vergü-

tung nun verstärkt auf der Suche nach einem alternativen Erlösmodell sein dürften.

Es bleibt aus Sicht der Autorin und der Autoren aber abzuwarten, wie sich das EEG 2021 exakt auf die Erlösmodelle der Anlagenbetreiber auswirken wird, insbesondere, ob ein Weiterbetrieb überhaupt wirtschaftlich abbildbar ist. Entscheidend für P2P-Modelle wird es sein, ob die vergleichsweise kleinen Altanlagen technisch und wirtschaftlich in Vermarktungsplattformen integriert werden können. Dafür von Relevanz sind kostengünstige IT-Infrastrukturen und komfortable Wechselprozesse.

Trotz amortisierter Anlagen besteht allgemein für P2P-Geschäftsmodelle das Risiko, dass das etablierte Einspeisemodell per Netzbetreiber bequemer und verlässlicher abzubilden ist als neue Vermarktungsmodelle – sich der Impuls also um einige Jahre verschieben könnte. Doch auch der „Worst Case“ bleibt nach der EEG-Novelle 2021 durchaus denkbar: Reihenweise PV- und Windenergieanlagen könnten den Markt aufgrund der fehlenden Aussicht auf ausreichend hohe Erlöse verlassen.

## Herausforderungen und Chancen

Der P2P-Stromhandel erfreut sich seit einigen Jahren einem wachsenden Interesse seitens der Erzeuger, Verbraucher (bzw. Prosumenten) und EVUs. Dabei wird und wurde insbesondere auf lokaler Ebene an zahlreichen Beispielen demonstriert, wie ein solcher Markt in Zukunft ausgestaltet sein kann. Von einem Durchbruch kann gleichwohl noch nicht die Rede sein – dafür sind die auf Plattformen gehandelten Energiemengen bislang zu unbedeutend.

Gemäß den am Vertiefungsworkshop im September 2020 beteiligten Fachleuten weist der P2P-Stromhandel verglichen mit anderen Technologien und Geschäftsmodellen sowohl einen niedrigeren technologischen Reifegrad als auch eine geringere Relevanz für die Energiewende auf. Das ist insbesondere auf die vorherrschenden Förder- und Erlösmechanismen und geringen Handelsmengen zurückzuführen.

### Herausforderungen

Als besonderes Hemmnis wird von den P2P-Marktakteuren die Bürokratie empfunden, die zahlreiche Prozesse begleitet. So ist beispielsweise der Prozess, einen Stromverkäufer zum Erzeuger zu machen, sehr kompliziert und wenig digital (Innoloft/energate 2020). Diesen Herausforderungen wird mit Routinen seitens der Akteure begegnet. Klar ist aber, dass ein dauerhafter Fortbestand des energiewirtschaftlich Bewährten wenig Anreize für lukrative neue Geschäftsmodelle bietet. Der Markteintritt wird so dauerhaft erschwert.

Eine zentrale weitere Hürde sind vielfältige regulatorische Hemmnisse. So wird beispielsweise bemängelt, dass der lokale Stromhandel zwischen lokalen Erzeugern und Verbrauchern legalisiert und normiert werden müsste, um einen rechtssicheren Rahmen für neue Geschäftsmodelle zu schaffen. Die aktuelle Grauzone führe zu „Unsicherheit und Skepsis gegenüber zukunftsrelevanten Technologien“ (Innoloft/energate 2020). Überhaupt ist im geltenden Energierecht bislang kaum ein explizit fördernder Impuls für den P2P-Handel zu finden – diesbezüglich scheint die EEG-Novelle keine Ausnahme zu sein. Dagegen sind Stromhandelsplattformen, wie von enyway oder TalMarkt angeboten, bereits unter den aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen möglich.

Aus der Sicht der am Vertiefungsworkshop beteiligten Fachleute aus Wissenschaft und Unternehmen besteht deshalb aktuell hierfür großes Marktpotenzial: für etablierte Unternehmen, die in diesen Markt eintreten möchten, dürften die Veränderungen überschaubar bleiben, betreffen



sie doch lediglich die benötigte Benutzeroberfläche sowie die Schaffung virtueller Kraftwerke.

Allerdings – auch wenn digitale Stromhandelsplattformen mit Intermediär unter den momentanen regulatorischen Rahmenbedingungen theoretisch kurzfristig möglich wären, dürften sie in zahlreichen, besonders ländlichen Regionen Deutschlands – dort, wo sich Erzeugeranlagen oft befinden – an der mangelnden Digitalisierung scheitern. Die Fachleute, die am Vertiefungsworkshop teilgenommen haben, hoben in der Regel den Digitalisierungsrückstand in Deutschland als z. T. „massives Problem“ hervor.

Ein weiteres Hemmnis liegt in der fehlenden Dynamisierung der Umlagen, Steuern und Netzentgelte. Betreiber von P2P-Geschäftsmodellen würden es gutheißen, wenn der lokale und netzdienliche Handel auch an dieser Stelle weniger pauschaliert belastet würde. So wird erwartet, dass verringerte Netzentgelte, Umlagen und Steuern aufgrund von netzdienlicher Erzeugung und Verbrauch im unmittelbaren Umfeld zur Wirtschaftlichkeit von P2P-Netzwerken führen könnte (Innoloft/energategate 2020).

Eine zentrale Herausforderung für den funktionierenden P2P-Handel sind die transparente, prognostizierbare und steuerbare Energieerzeugung und der -verbrauch (s. Beispiel Power Ledger). Unerlässlich sind daher intelligente Messsysteme (iMSys), die über ein Smart Meter Gateway kommunizieren. Die Markteinführung von Smart Metern wird in Deutschland jedoch stark verzögert umgesetzt und stellt nicht alle technischen Erwartungen der Marktakteure zufrieden. Die Anforderungen an den Datenschutz sind hierzulande sehr hoch. Bleibt der sogenannte Smart Meter-Rollout deutlich hinter seinen Erwartungen zurück, so wird er sich nicht nur hemmend, sondern möglicherweise sogar schädigend auf die Marktentwicklung von P2P-Modellen auswirken.

## Chancen

Eine offensichtliche Chance liegt in der Integration von Ü21-Anlagen, die ab dem Jahr 2021 keine reguläre EEG-Einspeisevergütung erhalten werden (s. o.). Gelingt es, dieses Marktsegment teilweise auf P2P-Handelsplattformen zu führen, so kann wichtiges Wachstum generiert und möglicherweise eine kritische Marktgröße erreicht werden. Gleichzeitig ist momentan aus Sicht der Autorin und der Autoren des vorliegenden Working Papers gänzlich offen, ob sich eine Integration in die Direktvermarktung wirtschaftlich und technisch abbilden lässt. Insbesondere kleine PV-Anlagen werden die techno-ökonomischen Anforderun-

gen nur schwer bewerkstelligen können – für Windkraftanlagen bestehen bei geringen laufenden Kosten allgemein bessere Chancen. Darüber hinaus sind die erforderlichen technischen Komponenten jedoch kein Engpass, der die Anlagenverfügbarkeit betreffen wird. Für den Aufbau von P2P-Plattformen stehen bereits zahlreiche Software- und IT-Lösungen am Markt zur Verfügung (Innoloft/energate 2020).

Eine große Chance liegt in der ohnehin rasch voranschreitenden Digitalisierung der Energiewirtschaft. Smart Meter und die damit verbundene Transparenz sind ein entscheidender Schritt in das zukünftige Energiesystem. Für den P2P-Handel sind sie eine zwingende Anforderung. Die Marktdurchdringung von Smart Metern wird mögliche Erzeugungspotentiale für P2P-Plattformen bedingen. Die Verzögerungen des Smart Meter-Rollout bremsen den Markt aktuell aus. Die Digitalisierung vermag weitere Effizienzen im Markt zu heben: So ließen sich umfangreiche Redispatch-Maßnahmen, bei denen durch Eingriffe in die Erzeugungsleistung von Kraftwerken lokale Überlastungen zu vermeiden versucht wird, durch regionale Strom-Märkte mindestens abfedern.

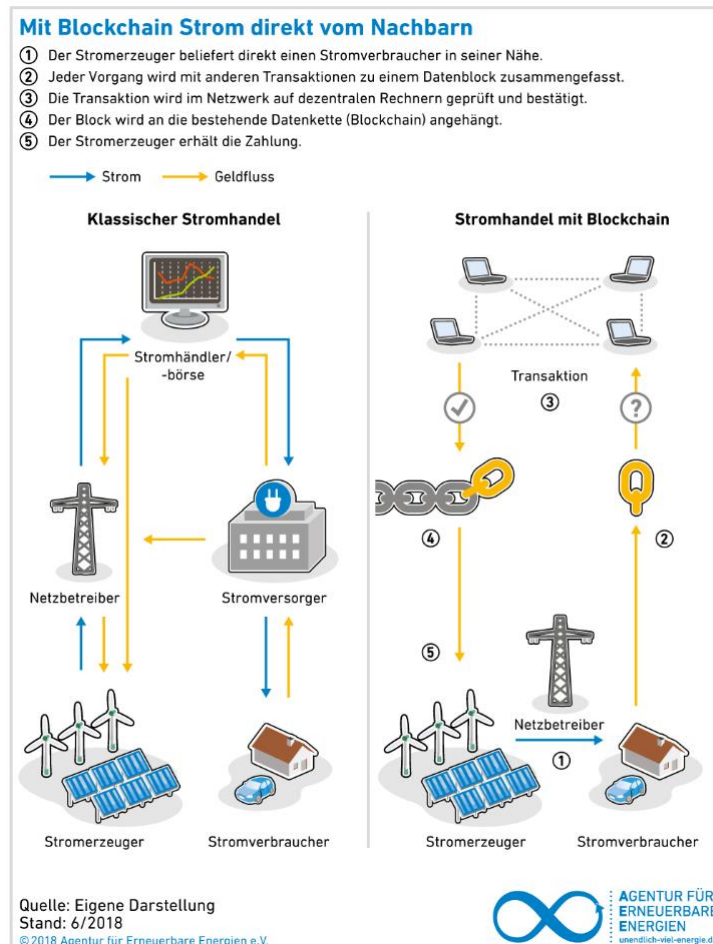
Auch von Anwendungen basierend auf Künstlicher Intelligenz (KI) versprechen sich einige, der am Vertiefungsworkshop beteiligten Fachleute ein effizienteres Energiesystem. So ermöglicht die Nutzung von KI zunehmend bessere Planung von Angebot und Nachfrage. Die durch KI unterstützte Bestimmung und Vorhersage von Energieverbräuchen in Haushalten, Unternehmen, Städten oder Regionen hilft ebenso wie die Kalkulation der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien dabei, eine widerstandsfähige und sparsame Infrastruktur mit nachhaltiger Energie aufzubauen (Umweltbundesamt 2019). Der regionale P2P-Handel könnte sich dabei als ein favorisiertes Instrument im Regionalkontext etablieren.

Grundlegende Relevanz entfaltet der P2P-Handel wahrscheinlich erst mit Hilfe der Blockchain, die eine zweifelsfreie Zuordnung von Strommengen ermöglicht und damit bürokratische Herkunftsnachweise überflüssig macht. Die Blockchain hat das Potential den Handel mit Strom zwischen einzelnen Akteuren abzubilden und gleichzeitig für die erforderliche Transparenz und Verlässlichkeit als Rückgrat eines P2P-Handels zu sorgen. Auf Basis der Blockchain lassen sich zudem intelligente Vertragsstrukturen, sogenannte Smart Contracts, zwischen Individuen bzw. Anwendungen aufbauen – Handelsplattformen wären im Extremfall überflüssig. Die Blockchain ermöglicht es außerdem, den aktuellen Strommix transparent zu machen und entsprechend zu vermarkten (Buchmüller 2018).

Die Nutzung der Blockchain-Technologie setzt allerdings aus Sicht der in diesem dena-Projekt involvierten Fachleute voraus, dass – neben

Bedenken bezüglich des Datenschutzes (s. unten) – auch Fragen der benötigten Speicherplatzkapazitäten sowie Transaktionsgeschwindigkeit gelöst werden.

Abbildung 2: Mit Blockchain Strom direkt vom Nachbarn



Quelle: Agentur für erneuerbare Energien 2018

Eine weitere Chance ergibt sich für den P2P-Stromhandel durch die zunehmende Sektorkopplung und einhergehende Digitalisierung von Prozessen. So ermöglichen beispielsweise Blockchain-basierte Smart Contracts den vereinfachten Austausch von Strom zwischen beweglichen Verbrauchern wie Elektroautos, stationären Speichern und Haushalten. Einem vernetzten Quartier steht schon heute technisch nicht viel im Wege. Einschätzungen von Fachleuten, die im Rahmen des Vertiefungsworkshops geäußert wurden, gehen sogar weiter und betonen, dass beispielsweise eine flächendeckende Umstellung auf Elektromobilität nur mit der Weiterentwicklung neuer digitaler Stromhandelsplattfor-

men bis hin zu P2P-Stromhandel möglich sei und hierfür die Grundversorgung nicht ausreiche. Als Herausforderung kristallisieren sich jedoch Fragen nach Akzeptanz und Datenschutz, netzregulatorische Vorgaben sowie Abrechnungs- und Haftungsfragen heraus.

Von beträchtlicher Bedeutung ist die Sektorkopplung aber auch deshalb, weil sie aufgrund des Marktvolumens als Katalysator für die Entwicklung des P2P-Stromhandels dienen kann. Entscheidend dürfte die Marktdurchdringung massentauglicher Lösungen für das Marktsegment Mobilität und Speicher sein. Bedingung dafür sind einheitliche Kommunikationsprotokolle und Schnittstellen, bzw. solche, die sich durchsetzen und technische Voraussetzungen in den auf den Markt kommenden Produkten wie z. B. bidirektionales Laden bei E-Autos. Die integrierte Energiewende gilt dabei als „Innovationsbeschleuniger, der jungen Technologien [wie dem Blockchain-basierten P2P-Handel, Ergänzung der Verfasser] zum Durchbruch verhelfen kann“ (dena 2019).

## Sozio-ökonomische Aspekte in Gegenwart und Zukunft

Veränderte Kundenerwartungen können P2P-Geschäftsmodellen bzw. Stromhandelsplattformen mit Intermediär einen wichtigen Schub geben. So wird auf dem Strommarkt – ähnlich wie in Mobilitätsmärkten beispielsweise – den Wandel vom Kauf eines reinen Produkts (Kilowattstunde) zum Bezug einer Dienstleistung, und zwar eines Versorgungskonzepts beobachtet. Demnach trage auch der Trend zur (partiellen) Selbstversorgung dazu bei, dass immer mehr kleinere, dezentrale Anlagen das Bild des Energiemarkts prägen. Darüber hinaus wird diskutiert, dass – ähnlich wie auf dem Lebensmittelmarkt – Kunden vermehrt selbst ihren Stromproduzenten wählen möchten und die Möglichkeit Produkte „aus der Region“, „direkt vom Erzeuger“ zu beziehen, einfordern. Dem trägt die Möglichkeit der sogenannten „regionale Grünstromkennzeichnung“ nach § 79a EEG 2017 Rechnung. Besonders relevant dürften solche Kundenerwartungen werden, sofern sie dazu beitragen, die Akzeptanz der Energiewende in der Bevölkerung zu steigern. Zudem erhöhen digitale Stromhandelsplattformen wie von der Firma anyway angeboten – als Zwischenschritt auf dem Weg zur Entwicklung eines tatsächlichen P2P-Markts – die Transparenz für den Endkunden, was Auswahl des Stromproduzenten, Region und Preis anbelangt (Innoloft/energate 2020; Buchmüller 2018).

Offen bleibt, wie viele Kunden zukünftig wirklich daran interessiert sind, sich für nachhaltig erzeugten Strom zu entscheiden und somit solche Modelle zu fördern und in Anspruch zu nehmen. Hinzu kommt: wieviele potenzielle Kunden werden ggf. bereit sein, dafür mehr als in der Grundversorgung zu zahlen? Inwieweit beabsichtigt der Gesetzgeber Anreize dafür schaffen, dass Netzentgelte möglich sind, um die neuen Geschäftsmodelle, insbesondere die Möglichkeit des Bezugs von regionalem grünem Strom zu fördern? Diese und ähnliche Fragen werden aus der Sicht der am Vertiefungsworkshop beteiligten Fachleute zentral sein für den Erfolg bzw. Misserfolg von digitalen Stromhandelsplattformen bzw. des P2P-Stromhandels.

Die vermehrte Gründung von Startups, die digitale Geschäftsmodelle umsetzen, darunter auch P2P-Modelle, deutet darauf hin, dass es für solche Geschäftsmodelle eine Nachfrage gibt, folglich einen Markt (Innoloft/energate 2020). Es kann davon ausgegangen werden, dass etablierte Energieversorgungsunternehmen ebenfalls solche digitale Geschäftsmodelle in Zukunft vermehrt anbieten – allein, um Wettbewerbsvorteile nicht zu verlieren und die neuen Kundenwünsche zu bedienen. Dies bringt Herausforderungen für die Arbeitsorganisation sowie die Mit-

arbeiter\*innen mit sich: Eigene, etablierte Geschäftsmodelle und -strukturen und Arbeitsprozesse müssten angepasst und digitalisiert werden. Für Arbeitnehmer\*innen dürften in diesem Kontext die Anforderungen bzgl. digitaler Kompetenzen („e-skills“) weiter steigen (Gatzen et al. 2019; Innoloft/energate 2020). Zudem kann aufgrund der zunehmenden Komplexität des Marktes ein größerer Aufwand bezüglich der Suche nach digitalaffinen, neuen Mitarbeitern entstehen und neue Personal-konzepte erforderlich machen.

Ob etablierte EVU die Kapazitäten haben werden, um in Eigenregie neue Geschäftsmodelle auf Basis digitaler Handelsplattformen zu entwickeln, bleibt aus der Sicht der Fachleute, die am Vertiefungsworkshop im September 2020 teilgenommen haben, offen. Es gibt in der Praxis Anzeichen dafür, dass etablierte EVU Kooperationen mit neu gegründeten Startups eingehen. Hier können aus Expertensicht in Zukunft „white label“-Lösungen eine zunehmend große Rolle spielen, bei denen ein Startup die digitale Plattform zur Vernetzung kleiner, dezentraler Anlagen zu einem virtuellen Kraftwerk entwickelt und diese dem etablierten EVU zur Verfügung stellt. Nach diesem Ansatz können viele kleine Erzeuger am Markt teilnehmen, das Produkt würde aber weiterhin vom etablierten EVU unter eigenem Namen angeboten werden. So kämen EVU zu einer Diversifizierung ihrer Produkte und Angebote – ohne hohe Investitionen tätigen bzw. die internen Arbeitsprozesse grundlegend verändern zu müssen.

Damit eine mögliche Zusammenarbeit zwischen einem etablierten EVU und einem Startup erfolgreich ist, sind nach Einschätzung der am Vertiefungsworkshop beteiligten Fachleute nicht selten erhebliche Hürden zu überwinden. In den meisten Fällen prallen recht unterschiedliche Innovations-, Kommunikations- und Geschäftsführungskulturen aufeinander, die die Mitarbeit, wenn nicht gänzlich verhindern, so zumindest erschweren. Oft sei es beispielsweise schwierig, innovative Konzepte und Geschäftsmodelle, die in Zusammenarbeit beispielsweise zwischen der Innovationsabteilung eines Stadtwerks mit einem Startup entwickelt wurden, im Rahmen der Strukturen eines EVU zu übernehmen und zu implementieren. Neben dem Meistern der klassischen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Digitalisierung (z. B. neue Kompetenzen und neue Formen der Qualifizierung) seien aus Sicht der Fachleute sogenannte Kulturtransformationen z. B. bei alteingesessenen Stadtwerken nötig. Aus diesem Grund werden disruptive Entwicklungen von den Fachleuten als sehr unwahrscheinlich angesehen.

Offen ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt, ob zukünftige Entwicklungen auf dem Gebiet der digitalen Stromhandelsplattformen mit einer Konsolidierung des Markts bezüglich der neu gegründeten Startups einherge-

hen werden, d. h. ob ein Marktteilnehmer den größtmöglichen Marktanteil an sich zieht („the winner takes it all“) – eine Entwicklung, die in anderen Branchen (Mobilitätsplattformen, Lieferdienste) durchaus zu beobachten ist – oder ob mehrere Marktteilnehmer mittel- bis langfristig bestehen können. Wünschenswert ist aus der Sicht der Fachleute, die am Vertiefungsworkshop teilgenommen haben, diese Entscheidung nicht allein dem Markt zu überlassen, sondern offen zu diskutieren, ob bei der Stromversorgung ggf. eine Monokultur oder im Gegenteil eine intelligente Fragmentierung des Markts gefördert werden soll.

Welche Konsequenzen sich aus solchen (möglichen) Entwicklungen für Arbeitsplätze in der Energiebranche insgesamt ergeben, bleibt noch offen. Als eher unwahrscheinlich gilt es, dass die aktuellen Entwicklungen zu einem Stellenabbau bei EVU zugunsten der Neuschaffung von Arbeitsstellen bei den neugegründeten Startups führen. Dies insbesondere, da bei den meisten neu gegründeten Startups die Anzahl der angestellten Mitarbeiter\*innen zumindest in den ersten Jahren der Gründung, und insbesondere bevor deren Produkt am Markt etabliert ist (d. h. in der Regel in den ersten ein bis drei Jahren nach Gründung), in der Regel eher vernachlässigbar sind. Die Frage eines tatsächlichen Stellenaufwuchses bei neuen Unternehmen dürfte sich erst mittel- bis langfristig stellen, wenn diese Unternehmen sich am Markt etabliert haben.

Gleichwohl zeichnet sich ab, dass die Arbeitsbedingungen in EVU, die meist in Tarifverträgen und Betriebsvereinbarungen eingebettet sind und von Betriebsräten und Gewerkschaften mitgestaltet werden, sich sehr von den Arbeitsbedingungen in Startups, die in der Regel nicht über Arbeitnehmervertretungen verfügen, unterscheiden. Dies trifft sowohl auf Arbeitszeit, Entlohnung, Möglichkeiten der Weiterbildung als auch auf die Sicherheit der angebotenen Stellen zu. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass im Allgemeinen die wenigsten Startups fünf Jahre nach ihrer Gründung noch am Markt bestehen. Sollten sich – wie oben diskutiert – Startups am Markt etablieren und deren Mitarbeiterzahl wachsen, so rechnen die meisten am Vertiefungsworkshop beteiligten Fachleute damit, dass sich mittelfristig die Frage der Arbeitnehmervertretung im Unternehmen neu stellt. Dies sei allerdings nicht typisch für die Energiebranche, sondern entspreche den Beobachtungen in diversen Branchen.

## Thesen für die weitere Diskussion

Das vorliegende Working Paper zielt zum einen darauf ab, das Thema „Herausforderung P2P-Energiehandel in Deutschland“ im Kontext des derzeitigen techno-ökonomischen Standes und der Fortschritte in näherer Zukunft sowie der fördernden und hemmenden Faktoren beim Aufbau von P2P-Energiemärkten sowie der sozio-ökonomischen Bedeutung (u. a. Beschäftigungsentwicklung, Qualifizierung) und der Stellung des Standortes Deutschland zu strukturieren und zu diskutieren. Zum anderen bietet es Denkanstöße für eine breitere öffentliche Diskussion des Themas in einem innovations- und arbeitspolitischen Kontext.

Die Impulse für eine weitere Diskussion werden hier im Rahmen von 10 Thesen eingebracht. Diese Thesen basieren zum einen auf einer Literaturanalyse (Stand Oktober 2020) und zum anderen auf dem Input der Fachleute, die am virtuell durchgeführten Vertiefungsworkshop „Neue Geschäftsmodelle in der Energiewirtschaft: Peer-to-Peer-Energiehandel als Herausforderung“ im September 2020 teilnahmen. Die Thesen dienen in ihrer zugespitzten Form vor allem dazu, den Gestaltungsdiskurs über die Herausforderung P2P-Energiehandel in Deutschland weiter voran zu treiben. Überdies zielen sie darauf ab, relevante Trends frühzeitig zu erkennen und diese für eine prospektive Innovations- und Technikgestaltung im Dreiklang von Mensch, Organisation und Technik nutzbar zu machen.

1. Das Innovationsfenster für digitale Intermediäre Stromhandelsplattformen hat sich in Deutschland erst vor kurzem geöffnet: Firmen wie enyway gehören zu den sogenannten Early Birds, die viel Kapital investieren, um das neue Geschäftsmodell zu entwickeln und voranzutreiben zu können. Diese Firmen versuchen gleichzeitig, den Abbau regulatorischer Hindernisse voranzutreiben. Erst mittel- bis langfristig dürfte sich das nächste Innovationsfenster für weitreichendere Technologien, beispielsweise die Nutzung der Blockchain-Technologie zur Umsetzung eines echten P2P-Stromhandels, öffnen.
2. Für eine Vielzahl von Unternehmen bzw. Investoren ist der Ansatz gegenwärtig noch nicht aussichtsreich bzw. profitabel genug, in Technologien und Modelle für den P2P-Stromhandel zu investieren. Vielmehr als der direkte P2P-Handel zwischen (Nachbar-)Unternehmen können virtuelle Kraftwerke, die EE-Stromanlagen vernetzen und bündeln, für Unternehmen insbesondere dann interessant werden, wenn sie eindeutige Kostenersparnisse ermöglichen und gleichzeitig die zu jederzeit sichere Stromversorgung gewährleisten. Hauptproduktionsphasen (somit Zeiten hohen Stromverbrauchs) kön-



nen in Produktionsfirmen eingeplant werden, wenn der Strom am günstigsten bzw. im Überschuss verfügbar ist.

Ein virtuelles Kraftwerk kann über Monitoring- und Überwachungssysteme Einschätzungen beispielsweise Wetterschwankungen und somit Stromproduktionsschwankungen im Voraus tätigen. Besonders relevant wird dies dadurch, dass Gewerbe-/Industriekunden üblicherweise in ihren Verträgen mit dem Stromanbieter eine übliche, maximale Energiemenge je Viertelstunde definiert bekommen. Steigt ihr Bedarf darüber, sind empfindliche Zuschläge fällig, die sich mit ergänzendem P2P-Strom vermeiden lassen.

3. Perspektivisch kann ein virtuelles Kraftwerk einem ihm über Smart Meter angeschlossenen Unternehmen das Signal geben, die Produktion hochzufahren, um überschüssigen Strom zu verbrauchen und gleichzeitig Produktionskosten zu senken. Solche Kostenersparnisse dürften in Zukunft auch für Privathaushalte relevant werden, wenn sie mit Smart Meter an virtuelle Kraftwerke angeschlossen werden.
4. Smart Meter ermöglichen, das Potenzial von virtuellen Kraftwerken und P2P-Modellen auszuschöpfen, indem sie zahlreiche Informationen und Daten erheben, die Aufschluss über Energieerzeugung und Energieverbrauch geben und somit den Netzbetrieb sowie den Vertrieb von Energie unterstützen. Aufgrund eben dieser erhobenen Daten bestehen allerdings hohe Sicherheitsanforderungen im Zusammenhang mit dem Datenschutz (vgl. Gatzert et al. 2019; Khattak et al. 2019).
5. Jenseits von Datenschutzfragen sind mit digitalen Stromnetzen weitere Sicherheitsanforderungen verbunden. Hier, wie in anderen Bereichen, birgt die Digitalisierung Risiken, die aber bei einer solchen kritischen Infrastruktur wie der Strominfrastruktur besonders schwerwiegende Konsequenzen haben können. Es gilt, Zuverlässigkeit und Sicherheit der Daten und somit der Strominfrastruktur zu gewährleisten bei gleichzeitigem Erhalt des Schutzes der Daten von Endkunden, ob Unternehmen oder Privathaushalten.
6. P2P-Plattformen und Micro-Grids tragen – ob echte ohne Intermediär oder solche mit Intermediär – zu einer dezentralen Stromerzeugung und -versorgung bei. Dies hilft dabei, die Risiken im Gesamtsystem – im Zusammenhang sowohl mit Produktionsschwankungen und extremen Wetterverhältnissen (Klimawandel) als auch bei Sabotagen/Angriffen – zu minimieren (vgl. Acatech et al. 2017). Dass dadurch die Resilienz des Stromversorgungssystems gesteigert wird, kann mehr Akzeptanz in der Bevölkerung bewirken.
7. Der P2P-Strom- bzw. -Energiehandel bietet durchaus das Potenzial, die Energieversorgung in Deutschland langfristig effizienter, stabiler

und nachhaltiger zu gestalten. Trotz nicht zu unterschätzender Hindernisse ist es durchaus gut möglich, dass ein solcher Handel in den nächsten Jahren von regierungspolitischer Seite gefördert werden wird. Der P2P-Handel bietet z. B. die Chance, Kunden zu binden, regionale Produkte zu fördern und transparent sowie gewinnbringend zu vermarkten. Gegenwärtig herrscht große Unsicherheit darüber, wie erfolgreich EEG-Bestandsanlagen, die im Jahr 2021 aus der Förderung gefallen sind, in den P2P-Handel eingebunden werden können und welche Marktpotenziale sich daraus konkret ergeben. Für einen Durchbruch des P2P-Handels wird nicht weniger als die Reform des Marktmodells mit neuen regulatorischen Rahmenbedingungen erforderlich sein. Aktuell sind die Rahmenbedingungen an diversen Stellen für das Wachstum eines P2P-Marktes kaum förderlich – tendenziell sogar stark erschwerend.

8. Wird die Chance eines positiven Impulses im EEG 2021 nicht genutzt – so werden weitere wertvolle Jahre vergehen bis zur nächsten EEG-Novelle. Sollte sich der Markt schrittweise in eine solche Richtung entwickeln, können Jahre vergehen, in denen die Wirtschaftlichkeit von P2P-Plattformen nicht abzubilden wäre. EVUs wären u. U. gezwungen ein P2P-Geschäftsmodell aufzusetzen, um sich gegenüber Wettbewerbern zu behaupten, auch wenn sich dieses nachhaltig als verlustbringend darstellen sollte.
9. Die sozio-ökonomischen Folgen eines gestärkten P2P-Marktes sind vorerst recht überschaubar. Zu den dringlichsten Anforderungen zählen – neben dem Aufbau eigener Geschäftsmodelle – die Aneignung und Vermittlung digitaler Kompetenzen und die Sicherung von qualifizierten Fachkräften. Insbesondere IT-Fähigkeiten werden im Zuge eines P2P-Geschäftsmodells sehr gefragt sein, sofern sie nicht bereits im Zuge bereits laufender Digitalisierungsaktivitäten verfolgt werden.
10. Für Arbeitnehmerakteure werden diese Entwicklungen mit einer ausgeprägten Gestaltungsaufgabe verbunden sein, dies u. a. im Zuge des Szenarios, dass sich das Innovationsgeschehen insbesondere auf agile, IT-affine Start-ups verlagern kann, deren Arbeitsbedingungen und Arbeitsorganisation sich von klassischen EVUs deutlich unterscheiden. Anders als etablierte EVUs bevorzugen diese jungen Unternehmen vor allem Mitarbeiter\*innen mit Hochschulabschluss. Für Arbeitnehmerakteure stellt sich zudem die Frage, ob die hier diskutierte Thematik in einem erweiterten Themenfeld, z. B. „Szenarien für die menschenzentrierte Energiewirtschaft 2030“, noch deutlich umfassender und stärker zukunftsweisend im Arbeitnehmerkontext erörtert werden kann.

## Literatur

- Acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V./Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V./Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V. (2017): Das Energiesystem resilient gestalten – Maßnahmen für eine gesicherte Versorgung, [https://www.leopoldina.org/uploads/tx\\_leopublication/ESYS\\_Stellungnahme\\_Das\\_Energiesystem\\_resilient\\_gestalten.pdf](https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/ESYS_Stellungnahme_Das_Energiesystem_resilient_gestalten.pdf).
- Agentur für erneuerbare Energien (2018): Stromhandel mit Blockchain, <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/blockchain>.
- Agora Energiewende (2020): Wie weiter nach der EEG-Förderung? Solaranlagen zwischen Eigenverbrauch und Volleinspeisung, September 2020, [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2020/2020\\_06\\_goldenes\\_solarende/A-EW\\_188\\_Weiterbetrieb\\_PV-Anlagen\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2020/2020_06_goldenes_solarende/A-EW_188_Weiterbetrieb_PV-Anlagen_WEB.pdf).
- Berger, Alois (2018): Die klimafreundliche Industriestadt, 22.10.2018, [https://www.deutschlandfunk.de/innovation-city-bottrop-die-klimafreundliche-industriestadt.724.de.html?dram:article\\_id=431226](https://www.deutschlandfunk.de/innovation-city-bottrop-die-klimafreundliche-industriestadt.724.de.html?dram:article_id=431226).
- Brockhaus, Sarah (2019): Virtuelle Kraftwerke: So kann die Energiewende gelingen, 13.02.2019, <https://utopia.de/ratgeber/virtuelle-kraftwerke-so-kann-die-energiewende-gelingen/>.
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz/Bundesamt für Justiz (2020): Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen (Messstellenbetriebsgesetz – MsbG), letzte Änderung am 21.12.2020, <https://www.gesetze-im-internet.de/messbg/MsbG.pdf>.
- Bundesnetzagentur (2020): Versorgungsunterbrechungen Strom 2019, 22.10.2020, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/20201022\\_SAIDIStrom.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/20201022_SAIDIStrom.html).
- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2020): BDEW-Chefin Kerstin Andreae zum aktuellen Entwurf der EEG-Novelle, 01.09.2020, <https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/bdew-chefin-kerstin-andrae-zum-aktuellen-entwurf-der-eeg-novelle/>.
- Buchmüller, Christian (2018): Buchmüller, C. (2018): Plattformökonomie und Blockchain-Technologie – Neue Impulse für die Peer-to-Peer-Lieferung von Ökostrom? EWeRK 04/2018, S. 117–125, [https://www.ewerk.nomos.de/fileadmin/ewerk/doc/2018/Ewerk\\_2018\\_04\\_01.pdf](https://www.ewerk.nomos.de/fileadmin/ewerk/doc/2018/Ewerk_2018_04_01.pdf).

- dena (2017): Pressemitteilung. Virtuelle Kraftwerke: dena-Papier analysiert Pooling als Geschäftsmodell für digitale Energiewelt, 31.07.2017, <https://www.dena.de/newsroom/meldungen/2017/virtuelle-kraftwerke-dena-papier-analysiert-pooling-als-geschaeftsmodell-fuer-digitale-energiewelt/>.
- dena (2019): Blockchain in der integrierten Energiewende, <https://www.dena.de/blockchain/>.
- energategate (2020): Post-EEG-Windräder brauchen eine auskömmliche Vergütung, 27.07.2020, <https://www.energategate-messenger.de/news/204255/-post-eeg-windraeder-brauchen-eine-auskoemmlische-verguetung->.
- Gatzen, Christoph/Pietsch, Sven/Steinfurt, Theresa/Grafenhofer, Dominik (2019): Technologische Innovationen und neue Geschäftsmodelle für die Energiewende – Die Rolle der deutschen F&I Politik. Studie im Auftrag der unabhängigen Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.). Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 11-2019.
- Greencity (2021): Green City AG bietet eine Lösung für das Post-EEG-Zeitalter, <https://ag.greencity.de/post-eeg/>.
- Grefe, Christiane (2018): Der Stromhunger wächst, Interview mit Tilman Santarius, Die Zeit, 6/2018, 01.02.2018, <https://www.zeit.de/2018/06/digitalisierung-klimaschutz-nachhaltigkeit-strombedarf>.
- Hensel, Martin (2020a): Pilotprojekt in Australien – PowerLedger erprobt Peer-to-Peer-Energiehandel, 21.07.2020, <https://www.blockchain-insider.de/powerledger-erprobt-peer-to-peer-energiehandel-a-948923/>.
- Hensel, Martin (2020b): Power Ledger und Nicheliving kooperieren – Grüne Energie für Wohnanlagen – dank Blockchain, 12.06.2020, <https://www.blockchain-insider.de/gruene-energie-fuer-wohnanlagen-dank-blockchain-a-937974/>.
- Hille, Leo/Richard, Philipp/Willke, Jakob/Böhm, René (2018): Wie kann der Energiemarkt und -handel der Zukunft gestaltet werden? Lösungsansätze zur nachhaltigen Entwicklung von Geschäftsmodellen durch Start-ups im Energiebereich, dena-Diskussionspapier, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.), 12/2018.
- Innoloft/energategate (2020): Digitale Stromhandelsplattformen, Blue Oceans – Trendradar für die Energiewirtschaft, Ausgabe 2.20, Sommer 2020.

- Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (2020): Energierevolution getrieben durch Blockchain, [https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SSW\\_Energierevolution\\_getrieben\\_durch\\_Blockchain.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=26](https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SSW_Energierevolution_getrieben_durch_Blockchain.pdf?__blob=publicationFile&v=26).
- Khattak, Asad Masood/Khanji, Salam Ismail Rasheed/Khan, Wajahat Ali (2019): Smart Meter Security: vulnerabilities, threat impacts, and countermeasures, in: Proceedings of the 13th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM) 2019, S. 554–562, [https://www.researchgate.net/publication/333305127\\_Smart\\_Meter\\_Security\\_Vulnerabilities\\_Threat\\_Impacts\\_and\\_Countermeasures](https://www.researchgate.net/publication/333305127_Smart_Meter_Security_Vulnerabilities_Threat_Impacts_and_Countermeasures).
- Kreuzburg, Michael (2018): Rechtliche und marktorganisatorische Anforderungen an den P2P-Stromhandel. FSBC Working Paper, April 2018.
- Kugoth, Jana (2017): Das deutsche Startup, in das der Fukushima-Betreiber Millionen investiert, 19.07.2017, <https://www.gruenderszene.de/allgemein/blockchain-energie-plattform-tepco-conjoule>.
- Malanowski, Norbert/Bachmann, Gerd/Hutapea, Luciana/Kaiser, Oliver S./Knifka, Julia/Ratajczak, Andreas/Rijkers-Defrasne, Sylvie (2019): Monitoring Innovations- und Technologiepolitik (Zyklus 1), Working Paper Forschungsförderung Nr. 152, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf, [https://www.boeckler.de/pdf/p\\_fofoe\\_WP\\_152\\_2019.pdf](https://www.boeckler.de/pdf/p_fofoe_WP_152_2019.pdf).
- Malanowski, Norbert/Bachmann, Gerd/Bullinger, Alexander/Hutapea, Luciana/Kaiser, Oliver S./Knifka, Julia/Ratajczak, Andreas/Rijkers-Defrasne, Sylvie (2020): Monitoring Innovations- und Technologiepolitik (Zyklus 2), Working Paper Forschungsförderung Nr. 180, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf, <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/217255/1/hbs-fofoe-wp-180-2020.pdf>.
- Matich, Blake (2020): Power Ledger to give French customers their choice of energy, 02.04.2020, <https://www.pv-magazine.com/2020/04/02/power-ledger-to-give-french-customers-their-choice-of-energy/>.
- Mohrmann, Robin (2019): Digitalisierung in der Energiewende: Chancen und Risiken der Blockchain-Technologie für eine dezentrale Stromversorgung in Deutschland. Magisterarbeit an der Universität Bonn, <https://tinyurl.com/masterarbeitRM>.

- Nentwich, Michael/Schaper-Rinkel, Petra/Capari, Leo/Gudowsky, Niklas/Peissl, Walter/Wasserbacher, Dana (2019): Foresight und Technikfolgenabschätzung: Monitoring von Zukunftsthemen für das Österreichische Parlament, Projektbericht Nr. ITA-AIT-8, ISSN-Online 1818-6556, <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-8.pdf>.
- Netztransparenz.de (2020): Informationen zur Direktvermarktung nach § 21b Abs. 1 EEG 2017, Stand Juli 2020, [https://www.netztransparenz.de/portals/1/Direktvermarktung-Uebersicht\\_August2020.pdf](https://www.netztransparenz.de/portals/1/Direktvermarktung-Uebersicht_August2020.pdf).
- Next Kraftwerke (2020): Was sind die Regionale Grünstromkennzeichnung und Regionalnachweise?, <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/regionale-gruenstromkennzeichnung>.
- Online Handelsregister (2020): Conjoule GmbH, <https://www.online-handelsregister.de/handelsregisterauszug/nw/Essen/HRB/28117/Conjoule-GmbH#checkout-container>.
- Quartierstrom (2020a): Feldphase erfolgreich abgeschlossen, <https://quartier-strom.ch/index.php/2020/02/07/feldphase-erfolgreich-abgeschlossen/>.
- Quartierstrom (2020b): Quartierstrom 2.0 – Der lokale Strommarkt in Walenstadt läuft weiter, <https://quartier-strom.ch/index.php/homepages/quartierstrom2-0/>.
- Rayner, Tristan (2018): Ein Mikro-Stromnetz in Brooklyn demonstriert die saubere Energieversorgung via Blockchain, RESET – Digital for Good, 23.05.2018, <https://reset.org/blog/ein-mikro-stromnetz-brooklyn-demonstriert-die-saubere-energieversorgung-blockchain-05232018>.
- Schultz, Stefan (2019): Deutsche Netzbetreiber kämpften mit akuter Stromnot, Spiegel Online, 02.07.2019, <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/stromnetz-deutsche-netzbetreiber-kaempften-mit-akuter-stromnot-a-1275323.html>.
- Stiftung Umweltenergierecht (2020): Analyse der Stromeinspeisung ausgeförderter Photovoltaikanlagen und Optionen einer rechtlichen Ausgestaltung des Weiterbetriebs, Climate Change 10/2020, Februar 2020, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/climate\\_change\\_10\\_2020\\_weiterbetrieb\\_ausgefoerderte\\_photovoltaik.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/climate_change_10_2020_weiterbetrieb_ausgefoerderte_photovoltaik.pdf).
- Umweltbundesamt (2019): Regionalnachweisregister (RNR), 4.3.2020, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/regionalnachweisregister-rnr>.

Umweltbundesamt (2020): Energiebedingte Emissionen, 11.03.2020, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energiebedingte-emissionen#energiebedingte-treibhausgas-emissionen>.

WSW Wuppertaler Stadtwerke (2020): Ökostrom vom Tal.Markt: regional, regenerativ, revolutionär, <https://www.wsw-online.de/wsw-energie-wasser/privatkunden/produkte/strom/talmarkt/>.

**Alle Websites wurden zuletzt am 15.03.2021 aufgerufen.**

## Autorin und Autoren

**Dr. Sylvie Rijkers-Defrasne** ist Physikerin und seit 2004 beim VDI Technologiezentrum als Technologieberaterin tätig. Sie hat langjährige Erfahrungen im Bereich Foresight, im Monitoring und in der Analyse internationaler Technologievorausschau und -prognosen. Sie ist Mitautorin von für das BMBF erstellten Meta-Analysen internationaler Technologieprognosen (Studienveröffentlichung in 2006, 2010 und 2013) und war im Rahmen des European Foresight Monitoring Network im Auftrag der Europäischen Kommission DG Research (2005–2008) insbesondere an der Durchführung einer Meta-Analyse laufender Aktivitäten im Bereich Foresight und Technologievorausschau beteiligt: zu den Themen Gesundheit, Produktion und Dienstleistungen sowie digitale Wirtschaft und Gesellschaft. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt der letzten Jahre liegt auf dem Gebiet wissensintensive Dienstleistungen/Integration von Produktion und Dienstleistungen (Projekte und Studien für das BMBF sowie für das Europäische Parlament). Im laufenden Projekt „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ für die Hans-Böckler-Stiftung arbeitet Sylvie Rijkers-Defrasne vor allem an den Themenfeldern Energie, Smarte Dienstleistungen, Gesundheit und Produktion.

**Till von Versen** ist Volkswirt und seit 2013 als Technologieberater in der VDI Technologiezentrum GmbH im Themenfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt, Energie“ tätig. Er hat langjährige Erfahrungen im Bereich erneuerbare Energie, Smart Energy und Energieforschung. Seit 2013 berät er das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in Fragen der Nachhaltigkeits- und Energieforschung – oft auch an Schnittstellen zur Digitalisierung und Transfer. Ein Schwerpunkt seiner Arbeit liegt in der Wissenschaftskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit für dieses Themenfeld. Ergebnisse seiner Arbeit finden sich im Rahmenprogramm Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA) wieder. Zuletzt moderierte er das Forum „Potenziale der Künstlichen Intelligenz für eine nachhaltige Entwicklung“ im Rahmen des KONGRESS BW. Im laufenden Projekt „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ für die Hans-Böckler-Stiftung arbeitet Till von Versen vor allem an den Themenfeldern Peer-to-Peer-Handel und Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen.

**Dr. Norbert Malanowski** ist als Senior-Technologieberater und Projektleiter in der VDI Technologiezentrum GmbH seit 1999 vor allem in den Bereichen Innovations- und Arbeitspolitik, Foresight, Technikfolgenabschätzung sowie Digitale Transformation von Wirtschaft und Arbeit tätig.



Von 2005 bis 2007 hat er für die Europäische Kommission in Sevilla als Senior Scientific Fellow gearbeitet. Ergebnisse seiner Arbeit finden sich u. a. in den Publikationen „R&D and Innovation Activities in Companies across Global Value Chains“ (2018, Report der Europäischen Kommission, Brüssel), „Digitalisierung in der chemischen Industrie“ in: „Grand Challenges meistern – der Beitrag der Technikfolgenabschätzung“ (2018, Edition Sigma, Berlin), „Nanotechnologie: Innovationsmotor für den Standort Deutschland“ (2011, Nomos-Verlagsgesellschaft, Baden-Baden). Zudem ist Norbert Malanowski seit 2009 als Gastdozent im Bereich Innovations- und Arbeitspolitik sowie Arbeitswelten der Zukunft an der Universität Witten/Herdecke aktiv. Darüber hinaus ist er als ehrenamtlicher Richter am Arbeitsgericht Duisburg seit 2021 tätig. Vor seinem Studium der Politikwissenschaft/Politischen Ökonomie an den Universitäten Duisburg und Toronto hat er als Werkzeugmacher gearbeitet.

---

Das Konzept des Peer-to-Peer-Handels im energiewirtschaftlichen Bereich stützt sich auf sogenannte lokale Energie-Prosumenten. Es ist auf die Entstehung eines stark veränderten Energiesystems gerichtet. Stromverkäufer- und Stromkäufer finden direkt zueinander. Energiebörsen oder Energieversorger als zentrale Zwischeninstanzen sind nicht erforderlich.

Das Thema wird im Kontext des derzeitigen techno-ökonomischen Standes und der Fortschritte in näherer Zukunft diskutiert. Es werden fördernde und hemmende Faktoren beim Aufbau von P2P-Energiemärkten und die sozio-ökonomische Bedeutung beleuchtet. Abgeleitet werden zehn Thesen für eine prospektive Innovations- und Arbeitsgestaltung, die auch Anforderungen an neue Geschäftsmodelle, Arbeitskulturen und Qualifizierung einbeziehen.

---