

Schriften zum Deutschen
und Europäischen Infrastrukturrecht

Band 25

Digitalisierte Energieversorgung durch dezentrale Akteure

Der Rechtsrahmen Smart-Contract-basierter
Prosumeraktivitäten in der Energiewirtschaft

Von

Paul B. Jahn



Duncker & Humblot · Berlin

PAUL B. JAHN

Digitalisierte Energieversorgung durch dezentrale Akteure

Schriften zum Deutschen
und Europäischen Infrastrukturrecht

Herausgegeben von Markus Ludwigs und Patrick Hilbert

Band 25

Digitalisierte Energieversorgung durch dezentrale Akteure

Der Rechtsrahmen Smart-Contract-basierter
Prosumeraktivitäten in der Energiewirtschaft

Von

Paul B. Jahn



Duncker & Humblot · Berlin

Die Juristische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
hat diese Arbeit im Jahre 2023 als Dissertation angenommen.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

D 61

Alle Rechte vorbehalten

© 2024 Duncker & Humblot GmbH, Berlin

Satz: L101 Mediengestaltung, Fürstenwalde

Druck: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

ISSN 2198-0632

ISBN 978-3-428-18969-4 (Print)

ISBN 978-3-428-58969-2 (E-Book)

Gedruckt auf alterungsbeständigem (säurefreiem) Papier
entsprechend ISO 9706 ☺

Internet: <http://www.duncker-humblot.de>

Vorwort

Wie könnte der Rechtsrahmen für die digitalisierte und dezentralisierte Energieversorgung der Zukunft aussehen?

Jene Forschungsfrage erlaubte es mir, während der Erstellung dieser Arbeit meine Begeisterung für Technik und informationstechnische Systeme mit meinem großen Interesse am Energie- und Regulierungsrecht zu verbinden und die dabei aufkommenden rechtlichen Fragen in all ihrer Tiefe zu ergründen. Insbesondere die Energiewende gepaart mit der Digitalisierung der Energiewirtschaft brachte mich dabei den Prosumern und Smart Contracts näher, welche prägend für die folgenden Darstellungen sind.

Die vorliegende Arbeit wurde im April 2023 von der Juristischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf als Dissertation angenommen. Zuvörderst danke ich Frau Prof. Dr. Charlotte Kreuter-Kirchhof für ihre stetige Hilfsbereitschaft, Unterstützung und ihre so ermutigende Betreuung, nicht bloß im Rahmen der Erstellung dieser Dissertation, sondern ebenso bereits während meiner Vorbereitung auf das erste juristische Examen und selbstverständlich meiner Tätigkeit an ihrem Lehrstuhl für Deutsches und Ausländisches Öffentliches Recht, Völkerrecht und Europarecht und dem Düsseldorfer Institut für Energierecht. Durch ihre Denkanstöße und ihre Offenheit gegenüber innovativen, neuartigen und auch alternativen Vorgehensweisen vermochte sie meinen Erfahrungshorizont so häufig zu erweitern und zeigte mir, wie Potenziale bestmöglich ausgeschöpft werden können. Von großer Bedeutung für das Voranschreiten dieses Projektes war ferner die Vielzahl der Tagungen und Veranstaltungen des Düsseldorfer Instituts für Energierecht, in deren Rahmen die Möglichkeit zum Austausch bestand und mir die Gelegenheit zur Präsentation meines Forschungsvorhabens gewährt wurde.

Einen großen Gewinn brachten ferner die von Herrn Prof. Dr. Torsten Körber und Herrn Prof. Dr. Johann-Christian Pielow veranstalteten Tagungen, durch welche ich weitere wertvolle Erfahrungen sammeln konnte und die Möglichkeit erhielt, mein Dissertationsprojekt in allen Stadien präsentieren zu dürfen.

Für die so zügige Erstellung des Zweitgutachtens danke ich Herrn Prof. Dr. Herbert Posser herzlich. Auch gebührt meinen geschätzten Arbeitskolleginnen und Arbeitskollegen am Lehrstuhl für Deutsches und Ausländisches

Öffentliches Recht, Völkerrecht und Europarecht sowie am Düsseldorfer Institut für Energierecht großer Dank für deren stetige wertvolle Diskussionsbereitschaft.

Für den so großzügigen Druckkostenzuschuss danke ich der Düsseldorfer Vereinigung für Energierecht e.V. vielmals.

Diese Arbeit widme ich meiner Mutter Elisabeth Jahn sowie meiner Freundin Charlotte Kurtz, welche mich in jeder Phase in jeglicher Hinsicht uneingeschränkt und jederzeit unterstützt haben und deren Rückhalt ich mir zu jeder Zeit sicher sein kann.

Essen, im Juni 2023

Paul B. Jahn

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Einleitung 15

- A. Prosumer und Smart Contracts als Erfolgselemente der Energiewende 15
- B. Rechtsrahmen für Prosumer und Smart Contracts 21

Kapitel 2

Grundlagen 23

- A. Prosumer 23
 - I. Doppelrolle des Prosumers als Grundlage 23
 - II. Kriterien verwandter Begriffe 24
 - 1. Begriff des aktiven Kunden im Sinne des Art. 2 Nr. 8 Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinie 25
 - 2. Eigenversorger nach Art. 2 Nr. 14 Erneuerbare-Energien-Richtlinie 26
 - 3. Begriff der Eigenversorgung im Sinne des § 3 Nr. 19 EEG 2021 .. 26
 - 4. Eigenanlage nach § 3 Nr. 13 EnWG 27
 - III. Schlussfolgerungen für den Prosumerbegriff. 27
 - 1. Eigene Energieproduktion 27
 - 2. Kein Erfordernis primärer Energieerzeugung 30
 - 3. Energieproduktion als Nebentätigkeit 31
 - 4. Energieträgerunabhängigkeit 32
 - 5. Definition des Prosumers 33
- B. Smart Contracts 34
 - I. Definition des Smart Contracts 34
 - 1. Technische Grundlagen 34
 - a) „Wenn-dann“-Struktur als Basis 34
 - b) Notwendigkeit nachprüfbarer und wertungsfreier Eingaben und eindeutiger Rechtsfolgen 37
 - c) Fehlende „Smartness“ des Smart Contracts 40
 - d) Definition der technischen Charakteristika 42
 - 2. Smart Contracts als Vertragsabschluss- und Vertragsvollzugsmechanismus 42
 - 3. Vernetzung der Nutzer durch Smart Contracts 45
 - 4. Oracles als Verknüpfung des Smart Contracts zur realen Welt 46

II.	Protokoll des Smart Contracts	47
1.	Protokoll als Basis aller Einzelausführungen	47
2.	Kontrollierbarkeit des Protokolls	48
3.	Anforderungen an das Protokoll	49
a)	Antizipation denkbarer Szenarien	50
b)	Legitimation des Ausgangsprotokolls und notwendiger Änderungen	51
III.	Blockchain als mögliche Basis für Smart Contracts	53
1.	Begriff der Blockchain	54
2.	Grundidee der Blockchain und ihre Entwicklungsformen	54
a)	Blockchain 1.0: Eindimensionale Kryptowährungen	56
b)	Blockchain 2.0: Smart Contracts	56
3.	Technische Funktionsweise	57
a)	Beteiligte	58
b)	Einzelne Transaktionen als Ausgangspunkt	60
c)	Zusammenfassung der Transaktionen in Blöcken	60
d)	Verkettung der Blöcke	61
aa)	Hash-Wert als Basis	61
bb)	Mining	63
cc)	Verkettung durch die Verweise der Hash-Werte aufeinander	63
dd)	Verkettung als Verifizierung	64
e)	Verifizierungsverfahren	65
4.	Änderungen des Blockchain-Protokollcodes	67
5.	Blockchain und Smart Contracts	68
a)	Wirtschaftliche Effizienz beim Einsatz der Blockchain	69
b)	Sicherstellung von Authentizität, Fälschungs- und Datensicherheit	69
aa)	Nutzung eines kryptografischen Verfahrens für die Verkettung	70
bb)	Asymmetrie der Verschlüsselung	71
cc)	Missverhältnis zwischen Ver- und Entschlüsselungsaufwand	72
c)	Vermeidung von Systemausfällen: No Single Point of Failure	73
d)	Kein zwingendes Erfordernis einer Nutzung der Blockchain	74
6.	Probleme der Blockchain	75
7.	Blockchain als mögliche Abwicklungsumgebung für Smart Contracts	76
IV.	Rechtliche Einordnung des Smart Contracts	77
1.	Generelle Stellung von Smart Contracts in der Rechtsordnung	77
a)	Ansatz des „code is law“	77
b)	Ansatz der Unter- bzw. Einordnung des Programmcodes in den geltenden Rechtsrahmen	78
2.	Smart Contracts als Vertragsabschlussmechanismus	80

a) Abgabe von Willenserklärungen durch den Smart Contract	80
b) Zurechnung der so generierten Willenserklärungen	82
aa) Identifizierbarkeit	82
bb) Adressat der Zurechnung der Willenserklärung	83
c) Zustandekommen des Vertrags	85
aa) Generelles Zustandekommen des Vertrags	86
bb) Zustandekommen beim Einsatz von Plattformen	87
cc) Zustandekommen bei Nutzung der Blockchain	88
3. Smart Contracts im Rahmen der Vertragsdurchführung	89

Kapitel 3

**Smart Contracts im Kontext der Prosumer:
Konzeptionierungsmöglichkeiten und deren rechtliche Verortung** 90

A. Einsatzfelder der Smart Contracts	90
I. Smart Contracts beim Energiehandel von Prosumern	90
II. Vernetzung mittels Smart Contracts	92
III. Weitere Anwendungsfelder im Rahmen der Durchführung energiewirtschaftlicher Verträge	93
IV. Besonderheiten beim Einsatz der Blockchain	94
B. Anreize für Smart-Contract-basierte Prosumeraktivitäten	95
C. Smart Contracts im Bereich der Massengeschäfte	99
D. Status quo der Oracles	101
I. Oracles als Einsatzvoraussetzung	102
II. Gesetzliche Roll-out-Pflicht	104
III. Hürden des Roll-outs	109
1. Datenschutz	109
2. Datensicherheit	111
3. Kosten	112
4. Technische Messpräzision der Smart Meter	113
5. Roll-out als problematischer Prozess in frühem Stadium	113
E. Multilaterale Vernetzung durch Smart Contracts	114
I. Konzeptionierung in dezentraler Form oder mit Intermediär	114
1. Dezentrale Vernetzung	114
2. Vernetzung mit einem Intermediär	115
II. Möglichkeit vollständiger Autarkie	116
III. Nutzung bestehender Netzstrukturen, eigener Netzstrukturen oder Direktleitungen	118
IV. Token-basierte Systeme	120
F. Steuerungs- und Kooperationsmöglichkeiten	121
I. Aggregatoren	121

II.	Virtuelle Kraftwerke	125
III.	Virtuelle Speicher	126
IV.	Microgrids	127
G.	Rechtliche Einordnung im Energierecht	131
I.	Betrieb eines geschlossenen Verteilernetzes im Sinne des § 110 EnWG	131
II.	Betrieb einer Kundenanlage im Sinne des § 3 Nr. 24a EnWG	134
III.	Prosumer als Energieversorgungsunternehmen nach § 3 Nr. 18 EnWG	137
IV.	Prosumer als Haushaltskunden nach § 3 Nr. 22 EnWG	138
V.	Prosumer als gemeinsam handelnde Eigenversorger im Bereich erneuerbare Elektrizität nach Art. 2 Nr. 15 Erneuerbare-Energien-Richtlinie	140
VI.	Prosumer als Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft nach Art. 2 Nr. 16, 22 Erneuerbare-Energien-Richtlinie	141
VII.	Zusammenschlüsse von Prosumern als Bürgerenergiegemeinschaften nach Art. 2 Nr. 11 Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinie	144
VIII.	Smart-Contract-basierte Prosumeraktivitäten und Peer-to-Peer-Ge- schäfte nach Art. 2 Nr. 18, Art. 21 II Erneuerbare-Energien-Richtlinie	146
IX.	Gesellschaftsrechtliche Charakterisierung der Zusammenschlüsse von Prosumern mittels Smart Contracts	148
	1. Vorliegen des Rechtsbindungswillens	148
	2. Gemeinsamer Zweck	150
	3. Betrieb eines Handelsgewerbes	153
	4. Gesellschaftsrechtliche Folgen und Gestaltungsmöglichkeiten	155

Kapitel 4

Rechtsfragen der Prosumertätigkeiten auf der Basis von Smart Contracts

		157
A.	Verantwortlichkeit und Haftung	158
I.	Problemaufriss	159
II.	Anwendbare Haftungsregelungen	160
	1. Haftung bei nicht-softwarebasierten Schäden im Bereich der physi- schen Stromlieferungen	161
	a) Grundsätze der Haftung und Schadensursachen bei Energielie- ferungen	161
	aa) Spannungs- und Frequenzabhängigkeit	161
	bb) Rolle des § 18 NAV	162
	b) Haftung der Prosumer bei der Nutzung des bestehenden Netzes der allgemeinen Versorgung	164
	aa) Vertragliche Haftung	164
	(1) Pflichtverletzung des haftenden Schuldners	165
	(2) Verschulden	167
	(3) Schaden	168

(4) Fazit: Absicherung der Parteien durch das vertragliche Haftungsrecht	169
bb) Deliktische Haftung	169
(1) Haftung nach § 823 I BGB	170
(2) Haftung nach § 823 II BGB	172
cc) Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz	173
c) Haftung der Prosumer beim eigenen Betrieb eines Netzes	175
aa) Vertragliche Haftung	175
bb) Deliktische Haftung	176
cc) ProdHaftG	176
d) Haftung der Prosumer beim eigenen Betrieb einer Direktleitung	179
e) Gesamtbetrachtung der Haftungstatbestände	180
f) Exkurs: Handhabung der Haftungsproblematik in der aktuellen Praxis	181
2. Haftung bei fehlerhaft arbeitendem Smart Contract	182
a) Haftungsrechtlich Verantwortliche	183
b) Anzuwendendes Haftungsregime	184
c) Besonderheiten bei Open-Source- und Freeware-Software	186
d) Besonderheiten beim Einsatz der Blockchain	188
e) Gesamtbetrachtung der Haftung auf Softwareebene	190
3. Verbindung der Software- und Energielieferungsebene	190
a) Relativität der Schuldverhältnisse	191
b) Modifikationen kraft Parteivereinbarung	193
III. Adäquanz dieser Regelungen und Anpassungsmöglichkeiten	193
1. Gesamtschau der Haftungstatbestände	193
a) Ausbleiben von Haftungslücken	193
b) Flexibilität durch Gestaltungsspielräume	194
c) Flexibilität der Rechtsregeln hinsichtlich der Anknüpfungskriterien	195
2. Fazit: Angemessene Haftungsverteilung und angemessenes Schutzniveau	195
B. Pflichtenstellung des Prosumers nach dem EnWG	196
I. Praktische Erfahrungen	198
II. Anwendbare Regelungen und deren Anpassungsbedarf	199
1. § 5 EnWG	201
a) Anwendbarkeit der Regelung	202
b) Inhalt der Regelung	204
c) Problem fehlender Ausweichmöglichkeiten	206
d) Keine generelle Ausnahme von Leistungsfähigkeitskriterien	209
e) Punktuelle Anpassungen in Bezug auf Einzelaspekte	210
aa) § 5 I 1 EnWG: Anzeigepflicht im Generellen	211
bb) § 5 I 2 EnWG	211

cc) § 5 IV EnWG: Dimensionen des Leistungsfähigkeitskriteriums	212
dd) § 5 IV EnWG: Zuverlässigkeit der Geschäftsführung	215
2. Pflichten im Rahmen der Vertragsgestaltung	219
a) § 41 I 1 EnWG	220
b) § 41 I 2 Nr. 1–5 EnWG	220
c) § 41 I 2 Nr. 6–12 EnWG	221
d) § 41 II EnWG	223
e) § 41b I EnWG	224
f) Digitalisierungs- und Automatisierungsfreundlichkeit der Pflichten im Rahmen der Vertragsgestaltung	224
3. Anforderungen an Rechnungen	225
a) § 40 I EnWG	225
b) § 40 II 1 Nr. 1, 2 EnWG	226
c) § 40 II 1 Nr. 3, 4 EnWG	228
d) § 40 II 1 Nr. 5, 6 EnWG	228
e) § 40 II 1 Nr. 7, 8 EnWG sowie § 40 II 2 EnWG	230
f) § 40 II 1 Nr. 9–13 EnWG	233
g) §§ 40a–c EnWG	234
h) Orientierung der Vorschriften an langfristigen, vollversorgenden Vertragsverhältnissen	236
4. Stromkennzeichnung nach § 42 EnWG	237
5. Lieferantenwechsel	238
a) § 20a I EnWG	238
b) § 20a II EnWG	239
III. Fazit: Notwendigkeit punktueller Anpassungen	240
1. Keine Freistellung von sämtlicher Regulierung	241
2. Partielle Anpassung der regulierungsrechtlichen Vorgaben	241
3. Adäquanz der Erfüllung speziell durch Prosumer: Möglichkeit einer Ebenenverschiebung auf Intermediäre	242
4. Problem der redundanten Mitteilung von Informationen	244
5. Möglichkeit der Pflichterfüllung durch Rahmenverträge	245
C. Regelungsbedarf kraft der Gewährleistungsverantwortung des Staates für eine zuverlässige Energieversorgung	246
I. Technische Erfahrungen im Reallabor und in der Praxis	247
II. Problemaufriss	248
III. Status quo der Rechtslage	250
1. Bestehen der verfassungsrechtlichen Gewährleistungsverantwortung	251
2. Bilanzkreisverantwortlichkeit als maßgeblicher Mechanismus	252
a) Inhalte	253
b) Anwendbarkeit der Regelungen im Rahmen der Smart-Contract-basierten Prosumeraktivitäten	254

c)	Erforderlichkeit der Bilanzkreisverantwortlichkeit	256
d)	Anpassungsbedarf	257
3.	Technische Sicherheit	260
a)	Stellenwert	261
b)	Ebenen technischer Sicherheit	262
c)	Anwendbare Regelungen	263
aa)	Zwingende Schutzvorgaben des EnWG, BSIG und der KritisV	263
bb)	Zwingende Schutzvorgaben des MsbG	265
cc)	Anwendungsbereiche ohne explizite zwingende Schutzvor- gabe	267
d)	Punktuelle Anpassungsbedarf	268
e)	Mögliche Modalitäten der Umsetzung	270
IV.	Gesamtbetrachtung: Zentrale Bedeutung der Versorgungssicherheit und technische Potenziale in der Zukunft	276
D.	Regulierungsbedarf im Bereich der Netznutzung	278
I.	Erfahrungen im Reallabor und Handhabung in der Praxis	279
II.	Netznutzung als zentraler Bereich der Prosumeraktivitäten	282
III.	Status quo der Rechtslage	284
1.	Netzzugang	284
a)	Genereller Netzzugang	284
b)	Zugang für Smart-Contract-basierte Prosumeraktivitäten	285
2.	Netznutzung und Kostentragung	286
IV.	Adäquanz der Regelungen	287
1.	Kein Regulierungsbedarf hinsichtlich des Netzzugangs	287
2.	Netzkosten als Steuerungs- und Anreizinstrument	287
a)	Rechtliche Grenzen der Netzkostenfestlegung und -bemessung	288
b)	Sinnhaftigkeit einer Entlastung anhand der Netzkosten	292
c)	Orientierung an tatsächlicher Netzdienlichkeit als Lösungsvor- schlag	296
V.	Möglichkeit der Privilegierung netzdienlichen Prosumerverhaltens <i>de lege ferenda</i>	298
E.	Schlussfolgerungen des Kapitels	299
I.	Vergleich der Interessenlagen	300
1.	Divergierende Regelungsinteressen und Bezugspunkte des Haf- tungs- und Regulierungsrechts	300
2.	Unterschiedlicher Grad an Flexibilität	301
3.	Unterschiedlicher Grad an Automatisierungszugänglichkeit	302
II.	Einbindung verschiedener Akteure zur Umsetzung	303
III.	Möglichkeit der Ebenenverschiebung: Übernahme der Pflichterfüllung als Dienstleistung	304

Kapitel 5

Fazit und Schlussfolgerungen	307
A. Reflexion hinsichtlich der Forschungsfrage	307
I. Grundlegende Veränderung des tatsächlichen Rahmens durch Dezentralisierung, Digitalisierung und Dekarbonisierung	307
II. Grundsätzliche Existenz eines anwendbaren Rechtsrahmens für Smart-Contract-basierte Prosumeraktivitäten	308
III. Abhängigkeit des Rechtsrahmens von der Ausgestaltung der Aktivitäten	308
IV. Erfordernis punktueller Anpassungen des Rechtsrahmens	309
V. Möglichkeit individueller Steuerung und Anreize	310
VI. Frühes Stadium der aussichtsreichen Smart-Contract-basierten Prosumeraktivitäten	311
B. Abschließende Thesen: Ergebnisse und Schlussfolgerungen	312
I. Ergebnisse und Schlussfolgerungen rechtstatsächlicher Art	312
II. Ergebnisse und Schlussfolgerungen rechtlicher Art	314
Literaturverzeichnis	319
Stichwortverzeichnis	348

Kapitel 1

Einleitung

A. Prosumer und Smart Contracts als Erfolgselemente der Energiewende

Die Energiewirtschaft durchlebt eine grundlegende Transformation. Die gesamte Wertschöpfungskette wird im Zuge der Energiewende dekarbonisiert. Notwendige Voraussetzung für diese Dekarbonisierung sind Erzeugungsanlagen, welche Erneuerbare Energien nutzen, insbesondere Photovoltaik- und Windkraftanlagen. Grundlegendes Charakteristikum dieser Anlagen ist deren Dezentralität.¹ Energie wird nicht mehr in wenigen großen Kraftwerken zentral erzeugt², sondern in einer Vielzahl unterschiedlicher Anlagen vor Ort produziert. Im Zuge der Dekarbonisierung ist die Dezentralisierung

¹ Siehe hierzu Erwägungsgrund 6 der Richtlinie (EU) 2019/944 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU, ABl. 158/125 (Elektrizitätsbinnenmarktrichtlinie); *Andoni/Robu/Flynn/Abram/Geach/Jenkins/McCallum/Peacock*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 2019, 143, 144; *Antoni*, IR 2020, 2, 2; *Bolay/Battaglia*, Faktenpapier Eigenerzeugung, Eigenversorgung, Mieterstrom und Stromdirektlieferung, S. 2; *Brisbois*, Global Transitions 2020, 16, 16; *Buchmüller*, EWeRK 2018, 117, 117 m.w.N.; *Ekardt*, in: Frenz/Müggenborg, Erneuerbare-Energien-Gesetz, Einleitung EEG Rn. 43; *Federau*, Ein Beitrag zur Konzeptionierung eines Leitsystems für steuerbare Microgrids, S. 1; *Körber*, Digitalisierung als Herausforderung und Chance für Energiewirtschaft und Energierecht, in: Ludwigs, FS Schmidt-Preuß, S. 865, 866; *Lang/Müller*, International Mining and Oil & Gas Law, Development, and Investment 2019, 17B-1, S. 5 m.w.N.; *Meister*, Systemdienstleistungen und Erneuerbare Energien, S. 84; *Pritzsche/Vacha*, Energierecht, § 4 Rn. 97 ff.; *Riewe*, Versorgungssicherheit durch Kapazitätsmechanismen, S. 96 f.; *Rodi*, EnWZ 2014, 289, 289; *Schäfer-Stradowsky/Timmermann*, EnWZ 2018, 199, 199; *Schneidewind*, Blockchain – Brave New Energy World for Prosumers?; *Schwöbel/Bensberg/Gerth*, AKWI 2018, Heft 8, S. 55, 63; *Seckelmann*, Auf dem Weg zum Smart Grid, in: Hill/Schliesky, Auf dem Weg zum Digitalen Staat, S. 242; *Stroh-mayer/Reetz*, Smarte Sektorenkopplung, Digitalisierung und Distributed Ledger Technologien, S. 1; VDE, Dezentrale Energieversorgung 2020, S. 12. Großkraftwerke hingegen weisen einen hohen Grad an Konzentration auf, vgl. *Rogall*, 100%-Versorgung mit erneuerbaren Energien, S. 94.

² Sofern im Folgenden von der Energieerzeugung gesprochen wird, meint dies in physikalisch korrekter Ausdrucksweise die Umwandlung eines Energieträgers, beispielsweise der Sonnenenergie oder Windkraft, in einen anderen Energieträger, da in

einer der Kernbereiche der Energiewende.³ Sie hat dazu geführt, dass bereits ein gewichtiger Anteil der Erneuerbaren Energien von – teils genossenschaftlich organisierten – kleineren Anlagen⁴ produziert wird.⁵ Im Zuge der Dezentralisierung entwickelte sich so eine neue Akteursgruppe, die so genannten Prosumer: Hierbei handelt es sich um private Marktteilnehmer, welche jedoch nicht mehr nur als Nachfrager Energie beziehen, sondern gleichzeitig auch als Anbieter tätig werden⁶ und so am Markt partizipieren. Ein naheliegendes Beispiel ist es, wenn ein Hauseigentümer auf seiner Dachfläche eine Photovoltaikanlage installiert und den Strom, welchen er selbst nicht verbraucht, in das Netz einspeist und so an Dritte weitergibt. Der Betreiber einer Erzeugungsanlage entwickelt sich so vom reinen Energieverbraucher zum aktiven Marktteilnehmer.⁷ Auch auf europäischer Ebene sind ähnliche Entwicklungen zu beobachten,⁸ insbesondere mit Blick auf eine aktivere Beteiligung der Verbraucher.⁹ Aufbauend darauf werden rund 4,8 Millionen Prosu-

physikalisch strikter Formulierung Energie nur umgewandelt, niemals jedoch neu erzeugt werden kann.

³ Vgl. BDEW, *Blockchain in der Energiewirtschaft*, S. 27; *Körber*, Digitalisierung als Herausforderung und Chance für Energiewirtschaft und Energierecht, in: Ludwigs, FS Schmidt-Preuß, S. 865, 866; *Kühne/Weber*, Bausteine der Energiewende, in: *Kühne/Weber*, Bausteine der Energiewende, S. 6; *Scholtka/Martin*, RdE 2017, 113, 115; *Steinbach/Weise*, in: Steinbach/Weise, Messstellenbetriebsgesetz, Einleitung Rn. 2; *Voshmgir*, Blockchains, Smart Contracts und das Dezentrale Web, S. 24; *Wunderlich/Loose/Nachtigall/Sandau/Bruns/Gómez*, Energiemarkt mit Blockchain-Technologie, in: Drews/Funk/Niemeyer/Xie, Tagungsband Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018, Band III, S. 1259.

⁴ In der Tendenz sind Anlagen zur Erzeugung Erneuerbarer Energien erheblich kleiner dimensioniert als konventionelle Kraftwerke, siehe etwa die Zahlen von 45,76 kW installierter Leistung im Vergleich zu 116.867,08 kW installierter Leistung beim Vergleich von EE- und konventionellen Anlagen bei *Meister*, Systemdienstleistungen und Erneuerbare Energien, S. 86 m. w. N.

⁵ *Voshmgir*, Blockchains, Smart Contracts und das Dezentrale Web, S. 24. Im Jahre 2012 belief sich der Anteil noch auf 46%, siehe *Meister*, Systemdienstleistungen und Erneuerbare Energien, S. 85 m. w. N.

⁶ Siehe hierzu ausführlich unten Kapitel 2, A. Siehe ferner exemplarisch BDEW, *Blockchain in der Energiewirtschaft*, S. 27; *Gähns/Wieckowski/von Braunmühl/Wolfmaier/Hirschl*, Private Haushalte als neue Schlüsselakteure einer Transformation des Energiesystems, S. 1; *Keck*, Smart Grid, S. 18; *Merz*, Einsatzpotenziale der Blockchain im Energiehandel, in: Burgwinkel, *Blockchain Technology*, S. 51, 61; *Riewe*, Versorgungssicherheit durch Kapazitätsmechanismen, S. 98; *Scholtka/Martin*, RdE 2017, 113, 115 f.; *Skopetz*, Smart Contracts in der Energiewirtschaft, S. 1.

⁷ Siehe hierzu bereits Deutsche Bundesregierung, *Erfahrungsbericht 2011 zum EEG*, S. 6, 8.

⁸ Siehe hierzu *Wizinger/Pause*, RELP 2018, 50, 60 f.

⁹ Siehe etwa Erwägungsgrund 3 der Verordnung (EU) 2019/943 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 über den Elektrizitätsbinnenmarkt, ABl.

mer-Haushalte für das Jahr 2030 prognostiziert.¹⁰ Der Ausbau der Erneuerbaren Energien, welcher grundlegend für das Gelingen der Energiewende ist, hängt somit maßgeblich auch von den Prosumern ab. Daneben nutzen die Prosumeraktivitäten nahezu ausschließlich kleinere, dezentrale Erzeugungsanlagen.¹¹ Der Ausbau der Erneuerbaren Energien, die Dezentralisierung der Energieversorgung und die Zunahme von Prosumeraktivitäten gehören so zu den Kernelementen der Energiewende auf dem Weg zur Dekarbonisierung.

Rund 98 % der Prosumer-Anlagen in Deutschland sind an das Verteilernetz angeschlossen.¹² Die zunehmende¹³ Aktivität der dezentral organisierten Prosumer verändert in der Folge auch das Netz- und Bilanzkreismanagement. Hier sinkt die Kalkulierbarkeit aufgrund der Vielzahl kleinerer Erzeuger, welche oftmals lediglich den aktuell nicht benötigten Strom einspeisen.¹⁴ Gleichzeitig kann die Vielzahl der Akteure jedoch auch dazu beitragen, durch die breite Streuung Stromeinspeisung und Stromentnahme in der Waage zu halten.¹⁵ Dies setzt die adäquate Integration der dezentral produzierten Erneuerbaren Energien in das Energiewirtschaftssystem voraus.¹⁶ Hierzu müssen die vielfältigen Aktivitäten koordiniert werden.¹⁷ Die Prosumeraktivitäten können sich dann positiv auf das Kapazitätsmanagement und die Stabilität der Energieversorgung auswirken.

Die Digitalisierung trägt als dritte Dimension der Energiewende neben der Dekarbonisierung und Dezentralisierung¹⁸ zur Koordinierung der vielfältigen

158, 54 (Elektrizitätsbinnenmarktverordnung) sowie Erwägungsgründe 3, 4, 5 und 10 der Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinie.

¹⁰ *Flaute/Großmann/Lutz*, Ökologisches Wirtschaften 2016, Heft 2, S. 18, 19.

¹¹ Siehe hierzu *Urbansky*, Prosumer treiben Dezentralisierung der Energiewelt.

¹² *Schäfer-Stradowsky/Timmermann*, EnWZ 2018, 199, 199.

¹³ Siehe zu den sich entwickelnden Aktivitäten der Prosumer auch *Schneidewindt*, Blockchain – Brave New Energy World for Prosumers?.

¹⁴ *Skopetz*, Smart Contracts in der Energiewirtschaft, S. 2. Zum generellen Problem der schwer kalkulierbaren Menge des eingespeisten Stroms bei dezentraler Erzeugung siehe *Prinz/Schulte*, Blockchain und Smart Contracts, S. 23 f.; *Wunderlich/Loose/Nachtigall/Sandau/Bruns/Gómez*, Energiemarkt mit Blockchain-Technologie, in: *Drews/Funk/Niemeyer/Xie*, Tagungsband Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018, Band III, S. 1261.

¹⁵ *Overkamp/Schings*, EnWZ 2019, 3, 4; *Scholtka/Martin*, RdE 2017, 113, 115; in diese Richtung ebenso *Säcker/Zwanziger*, in: *Säcker*, Berliner Kommentar zum Energierecht, Band 4, 4. Auflage 2017, Einleitung Rn. 3; *Schneidewindt*, Blockchain – Brave New Energy World for Prosumers?.

¹⁶ *Rodi*, EnWZ 2014, 289, 289.

¹⁷ *Brisbois*, Global Transitions 2020, 16, 22. Vgl. hierzu mit Bezug zur Blockchain auch *Zerche*, Distributed Ledger als Instrument einer dezentralen Energiewende, S. 103.

¹⁸ Zu diesen drei Dimensionen siehe *Jahnke*, IR 2020, 122, 122.