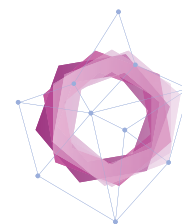




© shutterstock/bestfoto77



Future Energy
Lab

GUTACHTEN

Digitale Marktkommunikation für das Energiesystem der Zukunft

Gutachten der umlaut SE inkl. Einordnung der dena

Impressum

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin
Tel.: +49 (0)30 66 777-0
Fax: +49 (0)30 66 777-699
www.future-energy-lab.de

Autoren:

Mathias Böswetter, dena
Philipp Richard, dena (Projektleiter)

Konzeption & Gestaltung:

Heimrich & Hannot GmbH

Bildnachweis:

Titelbild – Shutterstock.com/bestfoto77

Stand:

08/2021

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.

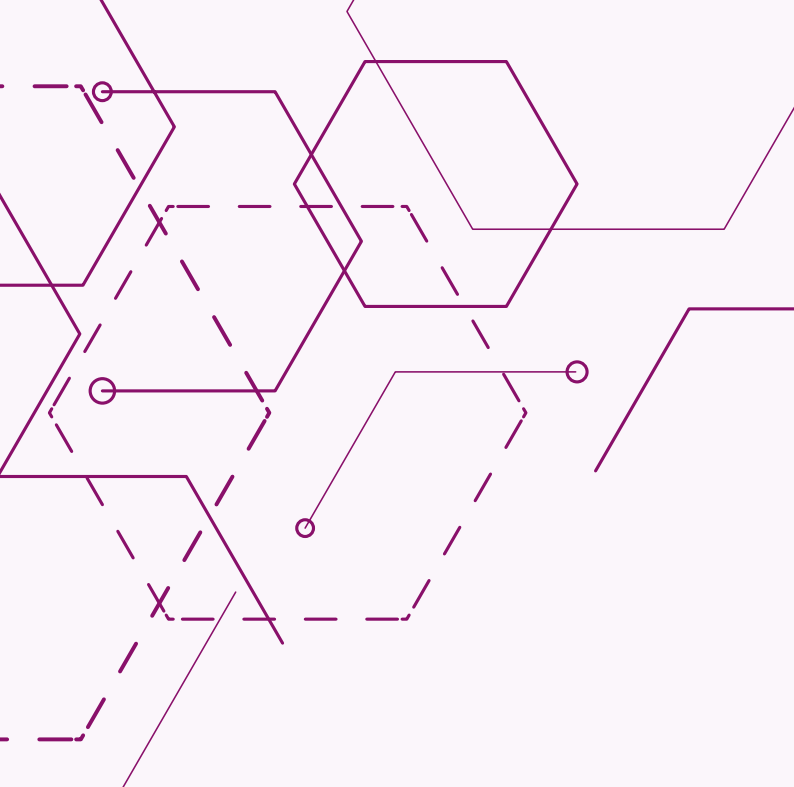
Bitte zitieren als:

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2021)
„Digitale Marktkommunikation für das Energiesystem der Zukunft. Gutachten der umlaut SE inkl. Einordnung der dena.“



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie**

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.



Inhalt

1

Vorwort

Seite VI

2

Das Future Energy Lab: Vertrauen aus Technologie erzeugen und Vertrauen in Technologie stärken

Seite VIII

3

Energie- und digitalpolitische Einordnung des vorliegenden Gutachtens

Seite X

**3.1 Die Marktkommunikation
im Wandel: Zwischen Ent-
flechtung und Digitalisie-
rung der Energiewende**
Seite X

**3.2 Das Gutachten: Ein differen-
zierter Beitrag zur Weiter-
entwicklung der digitalen
Marktkommunikation**
Seite XII

**3.3 Das Gutachten: Impulsgeber
zur Harmonisierung von
Energie- und Digitalpolitik**
Seite XIV

4 Literaturverzeichnis
Seite XV



1

Vorwort

Nirgendwo sonst hängt das Gelingen der Energiewende so sehr von Daten ab wie in der Marktkommunikation. Daten werden damit neben Sonne, Wind oder Wasserstoff zu einem wichtigen Treiber der Energiewende. Und wie Sonne und Wind sind auch Daten ein schier unerschöpflicher Rohstoff, der neue Märkte, Geschäftsmodelle und Innovationen antreiben kann.

Millionen von dezentralen Erzeugungsanlagen sind schon jetzt Realität und müssen in Markt und Netz gleichermaßen integriert werden. Durch das Hochfahren der Elektromobilität werden in den nächsten Jahren zudem Millionen Lasten zusätzlich an die unteren Netzebenen angebunden werden. Im Zusammenspiel mit anderen steuerbaren Lasten wie Wärmepumpen entsteht dadurch ein großes Potenzial zur Vermarktung von Flexibilität auf der Mittel- und Niederspannungsebene.

Aber durch die steigende Komplexität, die zunehmende Kleinteiligkeit und neue Akteure wird die Marktkommunikation gleichzeitig auch vor neue Herausforderungen gestellt. Sie muss ein stetig steigendes Datenaufkommen bewältigen und dabei hohen Anforderungen an Datenschutz sowie Daten- und IT-Sicherheit genügen.

Mit dem Smart-Meter-Gateway erhält die Marktkommunikation eine Infrastruktur für den sicheren Datenaustausch. Auf dieser Infrastruktur baut das Projekt Blockchain Machine Identity Ledger (BMIL) des Future Energy Labs mit seinem Fokus auf digitalen Identitäten für dezentrale Erzeugungsanlagen auf.

Digitale Identitäten bieten vor allem kleineren Anlagen einen großen Vorteil, denen sie einen einmaligen und unverwechselbaren digitalen Fingerabdruck verleihen. Dadurch können Anlagen selbstständig und zugleich sicher am Markt teilnehmen. Somit bilden digitale Identitäten eine Schlüsseltechnologie zur Erschließung des Rohstoffs Daten für die sichere und dezentrale Energiewende.

Aus digitalen Identitäten entsteht so einerseits ein Vertrauen, das unmittelbar aus dem Einsatz von digitalen Zukunftstechnologien erzeugt wird. Um aber andererseits das Vertrauen von Markt, Gesellschaft und Politik in digitale Zukunftstechnologien zu gewinnen, wird deren Einsatz im Rahmen des Future Energy Labs der Deutschen Energie-Agentur erprobt. Pilotierungs- und Demonstrationsprojekte wie der BMIL helfen schon jetzt dabei, dieses Vertrauen aufzubauen.

Vor diesem Hintergrund ist auch das vorliegende Gutachten einzuordnen und zu diskutieren. Das Gutachten untersucht die Marktkommunikation und ihre Prozesse entlang der gesamten Datenwertschöpfung, der energiewirtschaftlichen Datentypen sowie der technologischen Optionen für die Datenhaltung, um Vorschläge zu erarbeiten, wie im Rahmen der Marktkommunikation das Potenzial von Daten für die Energiewende gehoben werden kann.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen und freuen uns auf die Diskussion mit Ihnen!



Herzlichst

Andreas Kuhlmann

Vorsitzender der Geschäftsführung
der Deutschen Energie-Agentur (dena)



Philipp Richard

Leiter Digitale Technologien & Netzwerke
der Deutschen Energie-Agentur (dena)



Das Future Energy Lab: Vertrauen aus Technologie erzeugen und Vertrauen in Technologie stärken

Im August 2020 fiel der Startschuss für das Projekt Future Energy Lab (FEL), initiiert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und umgesetzt von der dena. In ganz konkreten Pilotprojekten werden hier die Chancen verschiedener digitaler Zukunftstechnologien für die Energiewirtschaft erprobt. Grundlage für das FEL ist die Blockchain-Strategie der Bundesregierung. Ihr zufolge sollen Reallabore als wirtschafts- und innovationspolitisches Instrument zum Testen von Technologien sowie regulatorischen Ansätzen eingesetzt werden.

Einer der Aufträge des FEL ist es auch, Energiewende und Klimaschutz konsequent digital zu denken und zu gestalten. Was aber bedeutet das, etwas konsequent digital zu denken und zu gestalten? Es heißt zunächst, die Digitalisierung nach ihrem eigenen Maßstab zu beurteilen und digitale Zukunftstechnologien danach anzuwenden. Schon jetzt hilft die Digitalisierung etwa bei der effizienteren Gestaltung energiewirtschaftlicher Prozesse in der Marktkommunikation, um Transaktionskosten zu reduzieren, Vorhersagen im Netzbetrieb durch künstliche Intelligenz zu ermöglichen oder die Automatisierung von Betriebsmitteln voranzutreiben. Die digitale Optimierung ist ein wichtiger Ausgangspunkt auch für das FEL. Dessen Fluchtpunkt liegt in der Offenlegung und Nutzung einer Digitalisierung nach ihrem eigenen Maßstab und im Dienst von Energiewende und Klimaschutz.

Dieser eigene Maßstab liegt in dem intrinsischen Wert von Daten. Denn Daten sind eben nicht nur Mittel zum Zweck. Sie haben einen eigenen Wert der auch einer eigenen Verwertungslogik folgt. Aber unser Verständnis davon, auf welche Weise Daten verwertet werden können, ist gegenwärtig noch sehr eingeschränkt und im Wesentlichen durch die Geschäftsmodelle der Internetkonzerne bestimmt.

Wie Daten nachhaltiger, gerechter und sicherer verwertet werden können, hängt davon ab, ob und wie wir auf ihren Gebrauch Einfluss nehmen können. Dafür reichen Datenschutz und Datensicherheit allein nicht aus. Stattdessen braucht es einen fairen Zugang und die Möglichkeit der gerechten Teilnahme etwa an Datenmärkten. Neben Regeln zur Datenverwertung werden hierfür zudem entsprechende Dateninfrastrukturen benötigt.

Die Bundesregierung hat das erkannt. Deshalb hat sie in ihrer jüngst veröffentlichten Datenstrategie (Bundesregierung, 2021) vier zentrale Elemente für die Digitalisierung und das nachhaltige Wachstum identifiziert:

- die Bedeutung von Dateninfrastrukturen,
- die Notwendigkeit, die Datenverfügbarkeit und -nutzung zu fördern,
- das Ziel, die Datenkompetenz zu erhöhen und eine Datenkultur zu etablieren und
- das Ziel, den Staat zum digitalen Vorreiter zu machen.

Das Ermöglichen einer nachhaltigen, gerechten und sicheren Verwertung von Daten ist nicht zuletzt auch entscheidend für das Gelingen von Energiewende und Klimaschutz. Gerade die Energiewende in Deutschland war und ist geprägt von dezentralen und kleinen Akteuren. Mit dem Smart-Meter-Gateway (SGMW) wird es in Zukunft eine energiewendegerechte Infrastruktur zum sicheren Datenaustausch geben, die durch den Ansatz „Security & Privacy by Design“ den bekannten Konzentrationseffekten bei der Datenverwertung entgegenwirken kann. Das SMGW folgt dabei zum einen ganz im Sinne des Datenschutzes dem Prinzip der Datensparsamkeit. Zum anderen hält es die Datenhaltung lokal und reduziert die Datenflüsse auf ein für die Erfüllung der energiewirtschaftlichen Prozesse notwendiges Minimum. Auch soll die europäische Datenplattform GAIA-X in Zukunft zu einer „Datendrehscheibe“ für Energiedaten werden. Im Rahmen des Förderwettbewerbs „Innovative und praxisnahe Anwendungen sowie Datenräume im digitalen Ökosystem GAIA-X“ des BMWi wurde mit dem Projekt „energy data-X: Energy data space for data exchange in GAIA-X“ bereits ein umfangreiches energiewirtschaftliches Projekt hierfür ausgewählt. Ziel dieses Projekts ist die Erprobung eines Datenraums für die Energiewirtschaft, der die souveräne Nutzung von Daten für zukünftige Prozesse und innovative Geschäftsmodelle in einem nationalen als auch im europäischen Rahmen ermöglicht.

Der faire Zugang zu Dateninfrastrukturen und deren sichere Benutzbarkeit allein reichen jedoch nicht aus, um eine nachhaltige, gerechte und sichere Verwertung der Daten sicherzustellen. Denn die Energieversorgung gehört zu den kritischen, für die

Daseinsvorsorge der Bevölkerung unentbehrlichen Infrastrukturen. Insofern spielen Daten schon jetzt für die Versorgungssicherheit eine große Bedeutung. So werden etwa beim Redispatch 2.0 in großem Umfang Echtzeitdaten ausgetauscht, um Netzengpässe zu vermeiden.

Die Bedeutung von Daten für die Versorgungssicherheit wird in Zukunft noch weiter zunehmen. Da sich die Stromerzeugung aufgrund der Energiewende immer weiter in die Mittel- und Niederspannung verschieben wird, muss die Koordination von Millionen neuen Erzeugern und Lasten gewährleistet werden. Sei es für Systemdienstleistungen oder für zukünftige lokale Flexibilitätsmärkte: Als Voraussetzung der Beteiligung dieser Betriebsmittel an energiewirtschaftlichen Datenflüssen muss deren Identität eindeutig festgelegt sein und auch dauerhaft feststellbar bleiben. Zudem verlangt der Automatisierungsdruck durch die zunehmende Kleinteiligkeit, dass diese Identitäten auf der Maschinenebene kommuniziert und verstanden werden können: Betriebsmittel müssen dann in Kenntnis ihrer eigenen Identität und der Identität anderer Marktteilnehmer selbstständig etwa durch den Einsatz bedingungsabhängiger digitaler Verträge, sogenannter Smart Contracts, an Prozessen der Marktkommunikation teilnehmen können.

Das dena-Pilotierungsprojekt Blockchain Machine Identity Ledger (BMIL), in dessen Rahmen auch dieses Gutachten erstellt wurde, setzt sich mit der Frage auseinander, wie solche digitale Identitäten für energiewirtschaftliche Betriebsmittel und Geräte erzeugt werden können. In anderen Branchen und Sektoren werden schon seit einiger Zeit entsprechende Ansätze diskutiert, entwickelt und umgesetzt, um die fälschungssichere Identifizierung von Personen oder die Validierung von Daten zu ermöglichen. So wird etwa die Ausstellung digitaler Ausbildungs- und Gesundheitsnachweise bereits in Rahmen von durch die EU geförderten Pilotprojekten erprobt (Bitkom, 2020).

Der BMIL ist aber das erste Pilotierungsprojekt, das die Erstellung und Erprobung digitaler Identitäten von energiewirtschaftlichen Betriebsmitteln und Geräten zum Ziel hat. Durch ein Blockchain-basiertes Verzeichnis lässt sich die Verbindung zwischen einem SMGW und einer Geräte-Identität sicher dokumentieren. Das BMIL erlaubt es damit, Geräten fest definierte Eigenschaften einer Identität zuzuordnen, die in der Folge jederzeit elektronisch nachweisbar sind. Konkret wird hierfür die auf der Blockchain gespeicherte Beziehung zwischen Eigenschaften und Identität überprüfbar gemacht und kann sicher geteilt werden.

Ein wesentlicher Bestandteil des BMIL ist die Nutzung des SMGW als Vertrauensanker. Das SMGW empfängt gemäß den Vorgaben des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) Messdaten von angeschlossenen Einheiten, speichert diese und bereitet sie für Marktakteure auf. In das SMGW ist ein sogenanntes Trusted Platform Module (TPM) integriert, das die Integrität der Hardware des SMGW überwacht. Dieser Kryptochip kann auch als Vertrauensanker dienen, mit dessen

Hilfe eine Vertrauenskette (Trust Chain) geschaffen wird. Dies verspricht das hohe Sicherheitsniveau des BSI-Systems auch auf Geräte hinter dem Zähler zu verlängern, auf diese Weise die Kosten für die Marktteilnahme deutlich zu senken – und die Markttöffnung und Marktintegration insgesamt zu erleichtern.

Seit dem Start des dena-Pilotprojekts BMIL wurde das Thema digitale Identitäten zunehmend als ein Schlüsselthema der sicheren Digitalisierung erkannt. Mit über 50 Millionen Euro fördert das BMWi im Innovationswettbewerb „Schaufenster Sichere Digitale Identitäten“ bis zu vier große Schaufensterprojekte. Mit IDunion ist am 1. April 2021 das erste Projekt dieses Schaufensterprogramms gestartet. Ein weiteres Projekt im Rahmen des Programms ist ID-Ideal. Ziel dieses Projekts ist es, sektoren- und branchenübergreifende technologische Lösungen zu erarbeiten und zu demonstrieren, die dem Inhaber einer digitalen Identität die Souveränität über seine Daten zurückgeben.

Genauso wichtig wie das Vertrauen, das aus Technologie entsteht, ist für die Digitalisierung von Energiewende und Klimaschutz aber auch das Vertrauen in diese Technologie selbst. Dies gilt umso mehr, als Energiewende und Klimaschutz vor allem auch gesellschaftliche und politische Prozesse sind. Deshalb besteht der Auftrag des FEL auch darin, das Vertrauen in digitale Identitäten, die Blockchain-Technologie oder Smart Contracts durch Machbarkeitsstudien sowie Demonstrations- und Pilotierungsprojekte zu stärken.

Im FEL werden digitale Technologien für die Anwendung in der Energiewirtschaft unter realen Bedingungen erprobt. Das Lab unterstützt die Kollaboration, den Austausch und die Bündelung von Kompetenzen. DAX-Konzerne sind ebenso Teil des Projekts wie Start-ups, Energieversorger und Netzbetreiber. All diese Akteure können im Wissensaustausch erheblich voneinander profitieren. Im Zentrum des Reallabors stehen die Prinzipien Interoperabilität und Technologieoffenheit: Bereits bestehende Blockchain-Entwicklungsumgebungen werden hier ebenso genutzt wie zukunftsweisende Technologien. Ziel des FEL ist es sicherzustellen, dass unterschiedliche Technologieansätze zukünftig existieren und miteinander kommunizieren können. Die Projekte im FEL geben Antworten auf die Frage, welche Zukunftstechnologien für die Energiewende und den Klimaschutz wichtig und nachhaltig sind.

Energie- und digitalpolitische Einordnung des vorliegenden Gutachtens

3.1 Die Marktkommunikation im Wandel: Zwischen Entflechtung und Digitalisierung der Energiewende

Mit Beginn der Marktliberalisierung wurde die Festlegung von Regeln und Verfahren zum Austausch von Daten zwischen den nun eigenständigen Markttrollen notwendig. Denn aufgrund der Entflechtung von Netz und Vertrieb konnten die für die ordnungsgemäße Durchführung der energiewirtschaftlichen Prozesse notwendigen Daten nicht mehr an einem Ort vorgehalten werden, sondern verteilten sich nun auf unterschiedliche Markttrollen. Die marktliche Entflechtung ging somit auch mit einer informationellen Entflechtung einher: Sofern ein energiewirtschaftliches Unternehmen mehrere Markttrollen einnehmen wollte, musste es nun auch separate IT-Systeme dafür aufbauen.

Damit es in der Folge bei der Kommunikation zwischen den einzelnen Markttrollen nicht zu Verzögerungen oder gar zu Unterbrechungen teilweise kritischer energiewirtschaftlicher Prozesse kommt, regelt nun die Marktkommunikation, welche Marktteilnehmer miteinander welche Daten wie auszutauschen haben, um eine reibungslose Abwicklung der Prozesse zu gewährleisten.

In diesem Zusammenhang spielt die Digitalisierung für die Marktkommunikation eine übergeordnete Rolle. Mit dem EDI-FACT-Format wurde ein Datenformat für die digitale Datenhaltung und Datenübertragung der Marktkommunikation festgelegt und etabliert (BDEW, 2021). Dieses Format ist aber auch als ein Kompromiss zu verstehen, der dem sehr uneinheitlichen Bild der IKT-Infrastrukturen von allein 900 Netzbetreibern sowie über 1.300 Lieferanten Rechnung tragen soll: Viele Unternehmen können es zwar schon automatisiert verarbeiten und haben ihre E-Mail-Kommunikation mittlerweile um das wesentlich sicherere AS2-Format ergänzt. Insbesondere für kleinere Unternehmen lohnt sich die Implementierung des Übertragungsstandards in wirtschaftlicher Hinsicht aber kaum. Vor diesem Hintergrund erfolgt die Marktkommunikation daher weiterhin auch noch über die fehleranfällige E-Mail-Kommunikation.

Mit dem Fortschreiten der Energiewende nimmt der Digitalisierungsdruck auf die Marktkommunikation weiter zu – und damit auch der Anpassungsdruck auf alle Akteure im Markt. Denn das Aufkommen von Millionen dezentralen Erzeugungsanlagen und flexiblen Lasten geht nicht nur mit einer stetig steigenden Datenmenge im Rahmen der Marktkommunikation einher, sondern erzeugt gleichzeitig auch einen steigenden Koordinations- und Steuerungsaufwand für die Markt- und Netzintegration. Hierdurch werden kontinuierliche und teils grundlegende Anpassungen der digitalen Marktkommunikation erforderlich.

So kommen durch die Beschlüsse der Bundesnetzagentur (BNetzA) BK6-18-032 im Rahmen der MaKo 2020 und BK6-18-122 zu Redispatch 2.0 (RD 2.0) und System Operation Guideline (SO GL) weitere Datenlieferungspflichten auf Übertragungsnetzbetreiber, Verteilnetzbetreiber, signifikante Netznutzer sowie Betreiber von Erzeugungsanlagen ab 100 kW zu, die etwa die Bereitstellung von Echtzeitdaten verlangen. Das führt zu einem nicht unerheblichen Aufwand bei der technischen und organisatorischen Umsetzung insbesondere für Anlagen- und Verteilnetzbetreiber.

Ein wesentlicher Treiber der energiewendegerechten und digitalen Marktkommunikation wird zukünftig das SMGW sein. Als zentrale Kommunikationseinheit des intelligenten Messsystems (iMSys) soll es die aktive und selbstbestimmte Teilnahme von Verbrauchern, Prosumern und Flexumern an der Marktkommunikation vorantreiben. Mit dem iMSys werden diese Akteure somit nicht nur befähigt, mehr Einfluss auf ihren Verbrauch oder ihre Einspeisung erneuerbarer Energie zu nehmen. Das SMGW soll ihnen gleichzeitig auch mehr Kontrolle über die dabei anfallenden Daten geben. Aus einer konsequent datengetriebenen Perspektive heraus trägt die Entwicklung des SMGW so dem dezentralen Charakter der Energiewende in Deutschland Rechnung: Daten sollen lokal verarbeitet und nur noch anwendungsfallscharf direkt an die jeweils betroffenen Marktteilnehmer gesendet werden. Zum einen bricht dies die kettenförmige Kommunikation der bisherigen Marktkommunikation zugunsten einer sternförmigen Kommunikation auf.

Zum anderen kann in Zukunft die Wertschöpfung aus lokaler Energieeinsparung und dezentraler Energieeinspeisung auf diese Weise um eine dezentrale Datenwertschöpfung ergänzt werden.

Mit der Feststellung der technischen Möglichkeit des Einbaus von iMSys am 31. Januar 2020 durch das BSI stand auch dem Pflicht-Rollout des SMGW nichts mehr entgegen. Allerdings wurde aufgrund eines Eilbeschlusses des Oberverwaltungsgerichts (OVG) Münster vom 4. März 2021 eine vorläufige Aussetzung der Einbauverpflichtung für das SMGW verfügt. Hintergrund dieses Eilbeschlusses ist die Beschwerde eines Aacheener Unternehmens, das auch weiterhin Messsysteme vertreiben will, die nicht vom BSI zertifiziert wurden. Die Beschwerde wurde begründet mit der mangelnden Interoperabilität der schon im Markt befindlichen vom BSI zertifizierten Messsysteme. Das OVG Münster folgte dem Beschwerdeführer und stellte in seinem Eilbeschluss dazu fest, dass die im Markt verfügbaren iMSys gegenwärtig nicht den Interoperabilitätsanforderungen genügen, die sich aus dem Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) und den Technischen Richtlinien ergeben. Das BMWi sowie das BSI zeigen sich aber zuversichtlich, bis zu einem Urteil in der Hauptsache nötige Verbesserungen bei der Zertifizierung umsetzen zu können (Ernst & Young GmbH, 2021).

Eine weitere gegenwärtige Herausforderung stellt die Fortschreibung des Rechtsrahmens zur netzorientierten Steuerung flexibler Verbrauchseinrichtungen in der Niederspannung nach § 14a EnWG dar. Dieser Rechtsrahmen ist für das netzgerechte Hochfahren der Elektromobilität, aber auch für Stromspeicher und Wärmepumpen von großer Bedeutung. Ein Kompromiss bezüglich des vom BMWi vorgeschlagenen Modells der Spitzenglättung, das mit für Teile der Energie- und Automobilwirtschaft nicht akzeptablen Eingriffsrechten der Netzbetreiber einhergeht, konnte bis zur Sommerpause 2021 und damit vor der Bundestagswahl nicht mehr erzielt werden.

Auch unabhängig von der Bedeutung des oben erläuterten Eilbeschlusses und der ungewissen Zukunft hinsichtlich der Fortschreibung des § 14a EnWG wird das SMGW sein ganzes Potenzial für die digitalisierte Marktkommunikation erst deutlich verzögert entfalten können. Zwar wird das SMGW einen Paradigmenwechsel von der kettenförmigen hin zur sternförmigen Marktkommunikation einleiten: Doch diese Umstellung ist an die technische Realisierbarkeit der sternförmigen Kommunikation abrechnungsrelevanter Daten gebunden. Damit kann nicht vor 2026 gerechnet werden (Ernst & Young GmbH, 2021). Bis dahin müssen notwendige Anpassungen der Marktkommunikation auch zur Ermöglichung einer sternförmigen Kommunikation auf der Grundlage von Übergangsregelungen umgesetzt werden. Mit dem Interimsmodell MaKo 2020 übernimmt der Messstellenbetreiber bis zur Realisierbarkeit der sternförmigen Kommunikation die Koordination des Datenaustausches direkt über das SMGW (BNetzA, 2018).

Darüber hinaus erfolgt eine Weiterentwicklung des Interimsmodells, das insofern inoffiziell schon als MaKo 2022 bezeichnet wird. Mit dem Beschluss BK6-20-160 vom 21. Dezember 2020 hat die BNetzA die Vorgaben für diese Weiterentwicklung der MaKo 2020 festgelegt, die bis zum 1. April 2022 von der Energiewirtschaft umgesetzt werden sollen. Die sich verändernden Anforderungen an die Marktkommunikation haben dabei erneute Anpassungen von GPKE, MaBiS, MPES und WiM erforderlich gemacht. Zusätzlich werden neue Rollen und Prozesse eingeführt: Neben der neuen Markttrolle des Energieserviceanbieters (ESA) sind dies neue Prozesse zum Austausch von Zählzeitdefinitionen, die zukünftig tagesparameterabhängige oder lastvariable Tarife ermöglichen (Ernst & Young GmbH, 2021).

Mit dem Beschluss BK6-20-160 wurden zudem Netzzugangsregeln für die Elektromobilität (NZR-EMob) festgelegt. Nach deren Maßgabe müssen Netzbetreiber spätestens ab dem 1. Juni 2021 auf Verlangen von Betreibern von Ladepunkten für Elektromobile einen Netzzugang bereitstellen, der eine ladevorgangsscharfe Energiemengenzuordnung ermöglicht. Außerdem müssen sie bis spätestens 31. Dezember 2021 auf Grundlage der NZR-EMob Vorschläge ausarbeiten, wie Prozesse und Verträge zur Netzzugangsermöglichung für Betreiber von Ladepunkten für Elektromobile ausgestaltet und abgewickelt werden können. Infolgedessen wird die Marktkommunikation in Zukunft auch zunehmend Einfluss auf den Sektor Verkehr nehmen.

Aus energiewirtschaftlicher Sicht stellt sich darüber hinaus die Frage nach den Umstellungskosten, die der Branche aus der Implementierung des Interimsmodells MaKo 2020 bereits jetzt erwachsen und aus der Umsetzung des Beschlusses BK6-20-160 voraussichtlich erwachsen werden. Neben den Kosten der Beschaffung und des Rollouts neuer IKT-Infrastrukturen muss jede Änderung oder Neueinführung von Marktkommunikationsprozessen auch in die Organisationsabläufe der betroffenen Marktakteure übersetzt sowie Schulungsmaßnahmen für deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erarbeitet und angeboten werden. Vor dem Hintergrund der damit einhergehenden Umstellungskosten werden schon heute Forderungen aus der Energiewirtschaft laut, auf weitere grundlegende Anpassungen zu verzichten (BDEW, 2019).

Gegenwärtig kann noch nicht gesagt werden, ob die Umsetzung der Vorgaben der MaKo 2022 für die betroffenen Marktakteure ebenso aufwendig ausfallen wird, wie es bei der MaKo 2020 der Fall ist. Insbesondere für die Verteilnetzbetreiber könnte der Umsetzungsaufwand aber durchaus vergleichbar hoch werden (BDEW, 2020). Daher erscheint eine genaue Untersuchung und Bewertung der voraussichtlich anfallenden Umstellungskosten im Zuge der MaKo 2022 sinnvoll.

3.2 Das Gutachten: Ein differenzierter Beitrag zur Weiterentwicklung der digitalen Marktkommunikation

Das vorliegende Gutachten untersucht die weitere Digitalisierung der Marktkommunikation aus einer differenzierten Sicht auf Daten heraus und bewertet den Einsatz technologischer Optionen zur Datenhaltung (Blockchain, Datenplattform, Client-Server-Datenbank) in Hinblick auf deren Optimierungspotenzial für Prozesse der Marktkommunikation. Um seinen differenzierten Blick voll entfalten zu können, vollzieht das Gutachten einen datenanalytischen „Dreisatz“.

Im ersten Schritt bewertet das Gutachten anhand von ausgewählten Dateneigenschaften (Integrität, Authentizität, Verfügbarkeit, Vertraulichkeit, Anonymität, Durchsatz und Ressourcenbedarf) die technologischen Optionen zur Datenhaltung. Die Auswahl der Dateneigenschaften orientiert sich dabei an den Anforderungen, die die Digitalisierung der Energiewende an die Datenhaltung und den Datenaustausch stellt. Analog zum Ansatz des SMGW „Security & Privacy by Design“ ermöglicht die Sicherstellung dieser Dateneigenschaften in der Marktkommunikation eine Datenhaltung, die ein hohes Maß an Datenschutz, Datensicherheit und Datensouveränität gewährleistet. Damit folgt das Gutachten den Empfehlungen des BSI zur sicheren Gestaltung von Blockchains (BSI, 2019). Auf diese Weise wird das Gutachten gleichzeitig einem zentralen Ziel des FEL gerecht: die Konvergenz der Blockchain-Strategie der Bundesregierung und der Digitalisierung der Energiewende zu befördern.

Im zweiten Schritt untersucht das Gutachten auf der Grundlage der ausgewählten Dateneigenschaften die Anforderungen an die für den marktkommunikativen Datenaustausch relevanten Datenarten. Dabei wird zwischen personenbezogenen Stammdaten, nicht-personenbezogenen Stammdaten und Bewegungsdaten unterschieden. Die Bestimmung der Anforderungen für Bewegungsdaten geschieht unter der Maßgabe, dass Bewegungsdaten datenschutzrelevante Rückschlüsse auf das Verhalten natürlicher Personen erlauben.

Als Ergebnis liefert dieser Schritt für jede Datenart eine genaue Bestimmung ihrer Anforderungen an die Dateneigenschaften. Daraus ergeben sich spezifische Dateneignenschaftsprofile der einzelnen Datenarten. So verlangen etwa personenbezogene Stammdaten eine stärkere Ausprägung der Dateneigenschaft Anonymität als Bewegungsdaten, die dagegen eine stärkere Ausprägung des Durchsatzes erfordern.

Im dritten und letzten Schritt ermittelt das Gutachten diejenigen technologischen Optionen, welche die im zweiten Schritt ermittelten Dateneignenschaftsprofile für die jeweiligen Datentypen am besten erfüllen. Bei der hier vorgenommenen Zuordnung fällt auf, dass zunächst nicht immer eindeutige Empfehlungen für den Einsatz bestimmter technologischer Optionen zur Datenhaltung ausgesprochen werden können. Allerdings ändert sich dieser Befund, sobald im Rahmen bestimmter Anwendungsfälle einzelnen Dateneignenschaften eine übergeordnete Rolle zukommt: So sind etwa bei der Verwendung von Bewegungsdaten im Zusammenhang mit netzkritischer Marktkommunikation wie dem Redispatch 2.0 die Vorteile einer Datenplattform aufgrund des hohen Datendurchsatzes, der hohen Integrität und der hohen Verfügbarkeit der Daten klar ersichtlich. Demgegenüber zeigt die Blockchain-Technologie ihre Stärken gerade dort, wo es um die Verarbeitung von (nicht-personenbezogenen) Stammdaten etwa bei der Registrierung von Anlagen und Markttrollen geht.

Die Untersuchung ausgewählter Prozesse der Marktkommunikation ergibt ein noch differenzierteres Bild bezüglich sinnvoller Einsatzszenarien der einzelnen technologischen Optionen. Die detaillierte Analyse der Prozessschritte des Lieferantenwechsels, der Registrierung von Anlagen und Markttrollen sowie des Abrechnungsprozesses zeigt, dass die digitale Optimierung der bestehenden Marktkommunikationsprozesse in einer prozessschrittscharfen Kombination von Blockchain, Datenplattform und Client-Server-Datenbank liegen sollte.

Auf dieser Basis entwickelt das Gutachten optimierte Prozessschritte, die zum einen der Gefahr redundanter und uneinheitlicher Datenhaltung begegnen – ein Problem, unter dem die gegenwärtige Marktkommunikation insbesondere hinsichtlich der Stammdaten leidet. Dies erhöht die Datenqualität und verringert den Aufwand einer nachträglichen Datenpflege. Zum anderen schlägt das Gutachten auch optimierte Prozessketten zur Beschleunigung und Automatisierung von Vorgängen vor. Diese können dabei helfen, Transaktionskosten zu reduzieren und zukünftige regulatorische Vorgaben zu erfüllen. So muss etwa nach der Strombinnenmarkt-Richtlinie der EU ab 2026 ein Lieferantenwechsel innerhalb eines Tages erfolgen. Der Status quo des Lieferantenwechsels kann dies nicht leisten.

Das bei der Erarbeitung von Visionen zu den einzelnen Prozessen angewandte Vorgehen bietet den Vorteil, die Prozesspfadoptimierungen entlang der Vorteile der einzelnen technologischen Optionen entwickeln und die jeweiligen Nachteile durch die Kombination mit den anderen Optionen ausgleichen zu können. Soweit möglich und sinnvoll, wurde bei allen Visionen der potenzielle Einsatz des SMGW als Vertrauensanker für eine digitale Identität bzw. eine Geräte-ID mitgedacht.

In diesem Zusammenhang spricht sich das Gutachten auch für den zuerst durch das BMIL-Projekt beschriebenen Ansatz aus, eine Blockchain-basierte Schnittstelle zur Client-Server-Datenbank des Marktstammdatenregisters aufzubauen, um Stammdaten von Erzeugungsanlagen über das SMGW direkt und weitgehend automatisiert in das Marktstammdatenregister einspielen zu können.

Bezüglich des Lieferantenwechsels und der Registrierung von Marktteilnehmern schlägt das Gutachten den Einsatz von Smart Contracts für eine schnellere und automatisierte Abwicklung einzelner Prozessschritte vor.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die differenzierte Betrachtung des Gutachtens zur Versachlichung einer immer noch von überzogenen Erwartungen bestimmten Diskussion um Technologien wie der Blockchain beiträgt. So begegnet das Gutachten etwa der verkürzenden Übertragung von Erklärungsmustern wie dem Trilemma verteilter Netzwerke, das im Zusammenhang mit verteilten Netzwerktechnologien wie Blockchain oder Distributed-Ledger-Technologie (DLT) Verwendung findet, mit einer differenzierten Datenanalyse, aus der es die tatsächlichen Optimierungsanforderungen der digitalen Marktkommunikation ableiten kann.

In der Tat besteht bei verteilten Netzwerktechnologien ein Optimierungstrilemma zwischen Dezentralität, Skalierbarkeit und Sicherheit. Die Sicherheit dieser verteilten Netzwerke wird durch die zunehmende Anzahl von Netzwerkknoten erhöht, die zur Validierung von Integrität und Authentizität der im Netzwerk verarbeiteten Daten erforderlich sind. Durch diesen Ansatz verteilter Sicherheit steigen aber gleichzeitig der Verarbeitungsaufwand der einzelnen Netzwerkknoten und die Anforderungen an den Datendurchsatz für das ganze Netzwerk. Darunter leidet die Skalierbarkeit der Datenverarbeitungskapazität im verteilten Netzwerk. Um diese zu erhöhen, zentralisieren bestimmte Ausprägungen verteilter Netzwerke den Validierungsprozess. Diese Ansätze ziehen die Vertrauensbildung je nach Ausbildung mehr oder weniger stark aus dem verteilten Netzwerk heraus und überführen sie wieder in zentralisierte Netzwerkmechanismen. Insbesondere für verteilte Netzwerke, in denen Transaktionen ohne Intermediär im Mittelpunkt stehen (etwa das Bitcoin-Netzwerk), ist das eine essenzielle Frage: Für diese Netzwerke haben Dezentralität und Sicherheit eine übergeordnete Bedeutung, die sie um den Preis einer geringen Skalierbarkeit erkaufen.

Die Herausforderungen der digitalen Marktkommunikation sind andere: Anders als in verteilten Netzwerken wird das Vertrauen zwischen den Akteuren der Marktkommunikation nicht ausschließlich durch Technologie hergestellt. Aber aufgrund des durch die Energiewende steigenden Koordinationsbedarfs benötigt die Marktkommunikation einen zusätzlichen digitalen Vertrauensanker für Millionen Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen, die zunehmend selbstständig am Markt agieren werden. Hier können verteilte Netzwerke wie Blockchain oder DLT Datenplattformen und herkömmliche Datenbanken ergänzen. Digitale Identitäten werden dabei eine entscheidende Rolle spielen, da sie die institutionelle und die technologische Vertrauensebene der zukünftigen Marktkommunikation miteinander verbinden können. Damit werden Technologien wie Blockchain keineswegs zu einer Verdrängung der durch Erfahrung, Regulierung und Branchenprozesse gewachsenen Vertrauensstrukturen in der Marktkommunikation führen. Im Hinblick auf die steigende Komplexität im Energiesystem müssen diese institutionellen Vertrauensstrukturen jedoch in Zukunft durch technologische Vertrauensanker unterstützt werden.

3.3 Das Gutachten: Impulsgeber zur Harmonisierung von Energie- und Digitalpolitik

Auf einer übergeordneten energie- und digitalpolitischen Ebene zeichnet sich entlang der Ergebnisse des Gutachtens ein klarer Trend ab: Nur ein integrierter Ansatz, der die beschriebenen technologischen Optionen entsprechend den Anforderungen von Stamm- und Bewegungsdaten kombiniert, ist in der Lage, die bestehenden Prozesse zu optimieren und zukünftige Herausforderungen der digitalen Marktkommunikation zu bewältigen.

Die Handlungsempfehlungen des Gutachtens zeigen aber auch auf, dass die Herausforderungen einer entsprechenden Umsetzung nicht an erster Stelle technologischer Natur sind: Vielmehr betreffen sie den Willen von Energiewirtschaft, Politik und Verwaltung, gemeinsame Lösungen zu entwickeln und den notwendigen Förder- und Regulierungsrahmen zu schaffen. Die Energiewirtschaft hat mit dem Redispatch 2.0 bewiesen, dass sie Branchenlösungen zur Weiterentwicklung der digitalen Marktkommunikation entwickeln kann. Auch ist an den oben erwähnten Förderangeboten im Rahmen von GAIA-X der Wille von Politik und Verwaltung zu erkennen, branchenübergreifende Lösungen für digitale Zukunftstechnologien im Rahmen großer Projekte erproben zu lassen. Am Beispiel von Dänemark, Estland und den Niederlanden macht das Gutachten aber deutlich, dass der Aufbau nationaler Datenplattformen für Energiedaten nur als ein gemeinsamer Kraftakt der Energiewende gelingen kann.

Über die Schaffung von Regulierung, Förderangeboten und Brancheninitiativen hinaus geht es nicht zuletzt auch darum, die verschiedenen Stränge von Energie- und Digitalpolitik zusammenzuführen. Eine konsequente und widerspruchsfreie Harmonisierung dieser beiden Bereiche muss auch darauf achten, dass große Dateninfrastrukturprojekte nicht isoliert geplant und umgesetzt werden, denn nur so können parallele Dateninfrastrukturen vermieden werden. Deshalb sollte auch frühzeitig geklärt werden, wie eine sinnvolle Zusammenführung von SMGW und GAIA-X aussehen kann. Diskussionsvorschläge, wie diese im Zusammenhang der Marktkommunikation umgesetzt werden könnte, finden sich in dem vorliegenden Gutachten.

4

Literaturverzeichnis

BDEW. (2019): BDEW-Positionspapier zur sternförmigen Verteilung von abrechnungsrelevanten Werten aus dem SMGW gemäß MsbG im Energiemarkt. Abgerufen am 16. Juli 2021 von <https://www.bdew.de/service/stellungnahmen/bdew-positionspapier-zur-sternfoermigen-verteilung-von-abrechnungsrelevanten-werten-aus-dem-smgw-gemae%C3%9F-msbg-im-energiemarkt/>

BDEW. (2020): Marktkommunikation: BDEW kritisiert umfangreiches BNetzA-Festlegungsverfahren zur Weiterentwicklung der Netzzugangsbedingungen Strom. Abgerufen am 16. Juli 2021 von <https://www.bdew.de/energie/marktkommunikation-bdew-kritisiert-umfangreiches-bnetza-festlegungsverfahren-zur-weiterentwicklung-der-netzzugangsbedingungen-strom/>

BDEW. (2021): EDI@Energy Regelungen zum Übertragungsweg 1.4. Abgerufen am 16. Juli 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/BK06/BK6_83_Zug_Mess/835_mitteilungen_datenformate/Mitteilung_16/Allgemeine%20Konsultationsdokumente%20f%C3%BCr%20die%20Datenformate/EDI@Energy%20Regelungen%20zum%20%C3%9Cbertragungsweg%201.4.pdf?__blob

Bitkom. (2020): Self Sovereign Identity Use Cases – von der Vision in die Praxis. Abgerufen am 16. Juli 2021 von https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-07/200703_lf_self-sovereign-identity-use-cases.pdf

BNetzA. (2018): BK6-18-032: Festlegung im Verwaltungsverfahren zur weiteren Anpassung der Vorgaben zur elektronischen Marktkommunikation an die Erfordernisse des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende („MaKo 2020“). Abgerufen am 16. Juli 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2018/BK6-18-032/BK6_18_032_Festlegung.html

BSI. (2019): Blockchain sicher gestalten. Abgerufen am 16. Juli 2021 von https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Krypto/Blockchain_Analyse.pdf?__blob=publicationFile&v=5

Bundesregierung. (2021): Datenstrategie der Bundesregierung. Eine Innovationsstrategie für gesellschaftlichen Fortschritt und nachhaltiges Wachstum. Abgerufen am 16. Juli 2021 von <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/1845634/45aee6da9554115398cc6a722aba08cb/datenstrategie-der-bundesregierung-download-bpa-data.pdf?download=1>

Ernst & Young GmbH. (2021): Barometer Digitalisierung der Energiewende 2020. Abgerufen am 16. Juli 2021 von https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/barometer-digitalisierung-der-energie-wende-berichtsjahr-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=18

Digitale Marktkommunikation für das Energiesystem der Zukunft.

Herausforderungen, technologische Optionen und
Best Practices.

Antonia Heinemann, Matthias Deckert & Henning Uck

Inhaltsverzeichnis

1. Management Summary.....	6
2. Einleitung.....	7
3. Status quo der Marktkommunikation	9
3.1. Definition des Marktes	9
3.1.1. Akteure und Rollen	9
3.1.2. Regulatorischer Rahmen	13
3.1.3. Technische Anlagen	14
3.1.4. Smart-Meter-Gateway	17
3.2. Der Datenbegriff in der Energiewirtschaft.....	19
3.2.1. Unterscheidung nach Datenarten.....	20
3.2.2. Vorgaben zum Datenformat	21
3.2.3. Vorschriften zur Datenhaltung	22
3.3. Analyse der Datenaustauschprozesse.....	24
4. Schwächen und Herausforderungen in der aktuellen Kommunikation.....	28
4.1. Keine einheitlichen Übertragungsprozesse und Datenformate	28
4.2. Redundante und inkonsistente Datenhaltung von Stammdaten	30
4.3. Fehlende und widersprüchliche Bewegungsdaten.....	31
4.4. Eintrittsbarrieren für neue Akteure	32
4.5. Fazit	33
5. Anwendungsanalyse alternativer Technologien für den Datenaustausch	36
5.1. Bewertung der Technologien anhand ausgewählter Kriterien	37
5.2. Erhebung der Anforderungen von Datenarten	43
5.2.1. Anforderungen von Stammdaten.....	43
5.2.2. Anforderungen von Bewegungsdaten	47
5.3. Auswertung und Zuordnung der Technologien zu den Datenarten.....	49
5.3.1. Personenbezogene Stammdaten.....	49
5.3.2. Nicht-personenbezogene Stammdaten.....	51
5.3.3. Bewegungsdaten	53
5.4. Einsatz ausgewählter Technologien in Kommunikationsprozessen	54

5.4.1.	Lieferantenwechsel	55
5.4.2.	Registrierung von Akteuren und Anlagen	58
5.4.3.	Abrechnungsprozess: Von der Erhebung bis zur Abrechnung	64
5.5.	Fazit	69
6.	Potenzial für neue Geschäftsmodelle.....	71
6.1.	Optimierung bestehender Prozesse und Geschäftsmodelle	71
6.2.	Entwicklung neuer Produkte und Geschäftsmodelle	72
7.	Transformationspfade	74
7.1.	Best Practices der Marktkommunikation im europäischen Vergleich	74
7.1.1.	Dänemark	76
7.1.2.	Estland	79
7.1.3.	Niederlande.....	82
7.1.4.	Fazit	85
7.2.	Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung der Marktkommunikation in Deutschland	87
7.2.1.	Die Bedeutung technologischer Optionen	88
7.2.2.	Empfehlungen an die Regulierung und Branchenverbände	89
7.2.3.	Empfehlungen an die Politik	90
7.2.4.	Empfehlungen an die Marktakteure	91
8.	Einordnung und Ausblick	92
	Literaturverzeichnis.....	95
	Abkürzungsverzeichnis	102
	Anhang.....	105
	Thänk you.....	113

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Rollenmodell der Energiewirtschaft für die Sparte Strom	12
Abbildung 2: Überblick relevanter Marktprozesse	14
Abbildung 3: Cluster technischer Anlagen.....	16
Abbildung 4: Kommunikation des iMSys.....	18
Abbildung 5: Status quo der Datenkette	19
Abbildung 6: Unterscheidung nach Datenarten.....	20
Abbildung 7: EDIFACT–Prozess	22
Abbildung 8: Zentrale Cluster des Datenaustauschs.....	25
Abbildung 9: Bewertung der Eignung ausgewählter Technologien	42
Abbildung 10: Clusterung der Datenarten.....	43
Abbildung 11: Anforderungen personenbezogener Stammdaten	46
Abbildung 12: Anforderungen nicht–personenbezogener Stammdaten	47
Abbildung 13: Anforderungen von Bewegungsdaten.....	48
Abbildung 14: Zuordnung der Technologien zu personenbezogenen Stammdaten	49
Abbildung 15: Zuordnung der Technologien zu nicht–personenbezogenen Stammdaten	51
Abbildung 16: Zuordnung der Technologien zu Bewegungsdaten	53
Abbildung 17: Einordnung des Lieferantenwechsels in die Datenkette.....	55
Abbildung 18: Status quo des Lieferantenwechsels, 1.....	55
Abbildung 19: Status quo des Lieferantenwechsels, 2.....	56
Abbildung 20: Status quo des Lieferantenwechsels, 3.....	56
Abbildung 21: Vision des Lieferantenwechsels, 1	57
Abbildung 22: Vision des Lieferantenwechsels, 2	57

Abbildung 23: Vision des Lieferantenwechsels, 3	58
Abbildung 24: Einordnung der Registrierungsprozesse in der Datenkette	59
Abbildung 25: Ist-Prozess zur BDEW-Codevergabe	60
Abbildung 26: Ist-Prozess zur Datenerfassung im MaStR	61
Abbildung 27: Vision zur Registrierung von Akteuren und Anlagen	64
Abbildung 28: Einordnung des Abrechnungsprozesses in die Datenkette	65
Abbildung 29: Status quo des Abrechnungsprozesses, 1	66
Abbildung 30: Status quo des Abrechnungsprozesses, 2	66
Abbildung 31: Status quo des Abrechnungsprozesses, 3	67
Abbildung 32: Status quo des Abrechnungsprozesses, 4	67
Abbildung 33: Vision des Abrechnungsprozesses, 1	68
Abbildung 34: Vision des Abrechnungsprozesses, 2	68
Abbildung 35: Vision des Abrechnungsprozesses, 3	69
Abbildung 36: Verbreitung von Datenplattformen / –Hubs für die Marktkommunikation in Europa	74
Abbildung 37: Datenaustausch und Datenverantwortliche auf dem dänischen Data Hub	77
Abbildung 38: Akteure und Funktionen des Data Hub	80
Abbildung 39: Akteure und Funktionen von EDSN	83
Abbildung 40: Aktueller und zukünftiger Aufbau des Marktes mithilfe von EDSN	84

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Matrix zu Akteuren und Rollen.....	11
Tabelle 2: Kategorisierung der Datenaustauschprozesse.....	24
Tabelle 3: Heatmap der Datenaustauschprozesse.....	27
Tabelle 4: Übersicht ausgewählter Best Practices	75

1. Management Summary

Die Marktkommunikation im Stromsektor, verstanden als standardisierter Informationsaustausch zwischen Marktrollen der deutschen Energiewirtschaft, steht zahlreichen Herausforderungen gegenüber. Neben dem fortschreitenden Grad an Digitalisierung ist auch die Dezentralität durch eine steigende Anzahl von technischen Anlagen und Marktteilnehmern Teil eines fortschreitenden Wandels, der zu einem zunehmend komplexen Energiesystem führt. Diese wachsende Komplexität bringt die derzeitige Umsetzung der deutschen Marktkommunikation an ihre Grenzen. Technologische Konzepte aus den 1990er-Jahren sind dem neuen Energiesystem nicht mehr gewachsen. Redundanzen und Ineffizienzen durch mehrfache Datenhaltung und Übertragungsprobleme sind nur zwei Beispiele für in der Praxis auftretende Probleme.

Das vorliegende Gutachten wurde im Kontext des „Future Energy Lab“ der dena mit dem Ziel erarbeitet, neue technologische Lösungen für die Marktkommunikation zu prüfen, Best Practices anderer EU-Länder zu untersuchen und daraus Handlungsempfehlungen für die beteiligten Akteure abzuleiten. Im Fokus der Betrachtung steht der deutsche Stromsektor.

Bei der Untersuchung der Technologien Blockchain, Client-Server-Datenbank und Datenplattform wurde deutlich, dass eine Anwendung alternativer Technologien bei den Marktprozessen die Abläufe effizienter gestalten und die Anzahl an Schnittstellen verringern könnte. Dabei konnte jedoch keine technologische Option die Anforderungen aller betrachteten Prozesse gleichermaßen gut erfüllen. Stattdessen muss abhängig vom jeweiligen Prozess und der betrachteten Datenart entschieden werden, welche Option für den Anwendungsfall am besten geeignet ist. Der Einsatz neuer Technologien ist unabdingbar, um die zunehmende Komplexität der Marktkommunikation durch die dezentrale Energiewende beherrschbar zu halten. Doch dafür muss das volle Potenzial der neuen Technologien ausgeschöpft werden und dies ist nur möglich, wenn die derzeitigen Rahmenbedingungen bzw. das Marktdesign entsprechend angepasst werden.

Aus dem Best Practice Vergleich mit Dänemark, Estland und den Niederlanden wurde deutlich, dass die Implementierung einer neuen Kommunikationsinfrastruktur nach anfänglichem Aufwand zu signifikanten Mehrwerten führte. Hierzu zählen eine Steigerung der Datenqualität, ein verringerter Aufwand für die einzelnen Marktteilnehmer und niedrigere Markteintrittsbarrieren. Als Handlungsempfehlung ist aus den Best Practices abzuleiten, dass bei der Weiterentwicklung der Marktkommunikation alle Marktakteure, einschließlich nicht-konventioneller Rollen, eingebunden werden sollten. In diesem Zuge sollten zur Förderung der für eine erfolgreiche Energiewende notwendigen Innovationen und neuartigen Ansätze gerade auch neue Akteure einen besseren Zugang zu nicht-sensiblen Energiedaten erhalten. Damit erhält Deutschland die Chance, auf Basis der technologischen Optionen, den Erfahrungen aus den Best Practices und unter Einbezug der Eigenheiten des deutschen Energiesystems, die Marktkommunikation für die Zukunft zu gestalten.

2. Einleitung

Seit der Liberalisierung des deutschen Strommarktes gibt es eine Vielzahl von Akteuren, die verschiedenste Funktionen und Kompetenzen erfüllen. Hierbei ist eine reibungslose Kommunikation zwischen den Akteuren von zentraler Bedeutung, um Marktprozesse wie den Lieferantenwechsel oder die Bilanzkreisabrechnung abzuwickeln. Dieser Informationsaustausch wird als Marktkommunikation bezeichnet und setzt den Datentransfer zwischen den beteiligten Akteuren voraus.

Eine wesentliche Rolle bei der Ausgestaltung der Marktkommunikation hat die Bundesnetzagentur. Diese trifft auf Basis des rechtlichen Rahmens und unter Zuarbeit der Akteure und Verbände der Energiewirtschaft Festlegungen zu den Marktprozessen. Einer dieser Verbände ist der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), der Anwendungshilfen und Branchenlösungen zu den Prozessen entwickelt.

Um den Wandel des Energiesystems voranzutreiben, hat der deutsche Gesetzgeber im April 2016 das „Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende“ verabschiedet. Zentrale Aspekte des Gesetzes sind die Ausstattung und der Betrieb von intelligenten Messsystemen bei Erzeugern und Verbrauchern, die neue Geschäftsmodelle ermöglichen und zur Stabilisierung des Netzes beitragen sollen (siehe Abschnitt 3.1.4). Ein erster Meilenstein konnte mit Beginn des Rollouts der intelligenten Messsysteme im Februar 2020 erreicht werden. Gleichzeitig wird die Digitalisierung des deutschen Energiesystems durch verschiedene Forschungsprojekte und Initiativen wie bspw. das Förderprogramm SINTEG oder die „Reallabore der Energiewende“ begleitet.

Hierzu zählt auch das „Future Energy Lab“ der dena als Teil der Blockchain-Strategie der Bundesregierung. Im Zuge dieses Projekts sollen gezielt digitale Lösungen für die Transformation des Energiesystems gesucht und erprobt werden. Als Pilotierungs- und Vernetzungslabor soll es einen Rahmen bieten, in dem sich die innovativen Projekte und die beteiligten Akteure untereinander vernetzen und Erkenntnisse austauschen können. Beispielhaft ist hier das Projekt „Blockchain Machine Identity Ledger“ zu nennen, in dessen Zuge ein Blockchain-basiertes dezentrales Verzeichnis für Geräte-Identitäten erprobt wird. Im Einklang mit dem intelligenten Messwesen soll das Verzeichnis die Integration von Millionen dezentraler Energie-Anlagen im Energiesystem ermöglichen und so neue Mehrwerte schaffen (dena, 2021a).

Die Marktkommunikation in der deutschen Energiewirtschaft steht angesichts der Energiewende sowie des zunehmenden Grades der Digitalisierung vor zahlreichen Herausforderungen. Mit der steigenden Anzahl von Marktteilnehmern und dezentralen Erzeugungs- und Speicheranlagen, insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien, wird das deutsche Energiesystem zunehmend komplexer. Dabei wird es erforderlich sein, Informations- und Stromflüsse im zukünftigen System überwiegend bidirektional ablaufen zu lassen. Gleichzeitig führen mehrfache Datenhaltung (z. B. von Stammdaten) und Übertragungsprobleme beim Datenaustausch zu Redundanzen und Ineffizienzen.

Das vorliegende Gutachten wurde im Rahmen des „Future Energy Labs“ der dena erarbeitet mit dem Ziel, auf Basis des Status quo der Marktkommunikation neue technologische Lösungsansätze zu prüfen, Best Practices aus dem europäischen Raum zu untersuchen und darauf basierend Handlungsempfehlungen für Behörden, Politik und die Energiewirtschaft abzuleiten. Im Fokus der Betrachtung steht der Stromsektor in Deutschland.

Als Ausgangsbasis wird in Kapitel 3 die aktuell gültige Marktkommunikation unter Einbeziehung wesentlicher Marktprozesse, Rollen und des Smart-Meter-Gateways vorgestellt. Zudem wird in diesem Abschnitt der Datenbegriff im Kontext der Energiewirtschaft definiert. Für den Status quo wird im Gutachten die bei der Erstellung aktuelle Marktkommunikation herangezogen. Eine Betrachtung der Marktkommunikation 2022 (MaKo 2022) wäre angesichts noch ausstehender Konsultationsverfahren und Veröffentlichungen zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens verfrüht. In Kapitel 4 werden Schwächen und Herausforderungen der heutigen Kommunikation identifiziert, die sich nicht zuletzt aus einem mit Branchenexperten durchgeführten Stakeholder-Prozess ergeben haben. In Kapitel 5 werden mit Blockchain, Client-Server-Datenbank und Datenplattform drei technologische Optionen analysiert und anhand ausgewählter Kommunikationsprozesse beispielhaft betrachtet. Kapitel 6 zeigt die Potenziale auf, die der Einsatz neuer Technologien und Marktstrukturen für zukünftige Geschäftsmodelle bietet. In Kapitel 7 werden zunächst Best Practices der digitalen Marktkommunikation von Dänemark, Estland und den Niederlanden untersucht. Anschließend werden auf Basis der gesammelten Erkenntnisse Handlungsempfehlungen für die Marktteure, die Politik und die Regulierungsbehörden abgeleitet, um den Transformationspfad in eine zukünftige Marktkommunikation zu skizzieren.

3. Status quo der Marktkommunikation

3.1. Definition des Marktes

In diesem Kapitel werden wesentliche Kernelemente der Marktkommunikation in der Energiewirtschaft erläutert. In Abschnitt 3.1.2 wird der regulatorische Rahmen und damit die Marktprozesse betrachtet, die den Marktteilnehmern standardisierte Vorgehensweisen im Kommunikationsablauf vorschreiben. Dabei können die Marktakteure in der Marktkommunikation verschiedene Rollen mit entsprechenden Pflichten und Rechten einnehmen, was in Abschnitt 3.1.1 näher beleuchtet wird. Technische Anlagen, also Erzeugungs-, Speicher- und Verbrauchseinheiten sind in Abschnitt 3.1.3 erläutert, wobei hier insbesondere regulatorische Grundlagen zum Datenaustausch mit Anlagen im Vordergrund stehen. Abschließend wird in Abschnitt 3.1.4 das Smart-Meter-Gateway (SMGW) im Hinblick auf seine Relevanz beim Datenaustausch mit Messeinrichtungen und Anlagen sowie seiner generell bedeutenden Rolle innerhalb der Marktkommunikation vorgestellt.

3.1.1. Akteure und Rollen

Das BDEW-Rollenmodell (zum Zeitpunkt der Erfassung in Version 1.2) ist die Grundlage für die Modellierung von standardisierten und automatisierten Prozessen innerhalb des deutschen Energiemarktes. Hierzu hat der BDEW für die Marktkommunikation relevante Rollen, Gebiete und Objekte definiert und wesentliche Beziehungen unter diesen dargestellt.

Eine Rolle umfasst einen bestimmten Aufgaben- und Verantwortungsbereich und kann durch eine natürliche bzw. eine juristische Person ausgeübt werden. Gebiete und Objekte werden von einer Rolle verwaltet, können jedoch von verschiedenen Rollen genutzt werden. Ein Gebiet ist ein physisches oder ein virtuelles Konstrukt mit einem abgegrenzten Bereich (z. B. Netzgebiet, Regelzone). Im Gegensatz dazu haben Objekte gemeinsame Eigenschaften, durch die sie zu klassifizieren sind (z.B. Bilanzkreis, Marktlotation). Die Definitionen basieren auf gesetzlichen, regulatorischen und technischen Vorgaben (BDEW, 2019a). Im Folgenden werden in Anlehnung an das BDEW-Rollenmodell die zentralen an der Marktkommunikation in der Energiewirtschaft beteiligten Rollen vorgestellt.

Der **Einsatzverantwortliche (EIV)** ist verantwortlich für den Einsatz von elektrischen Erzeugungs-, Speicher- und Verbrauchsanlagen. Zu seinen Aufgaben zählt insbesondere die Datenübermittlung der Anlagen einschließlich ihrer Fahrpläne. Der EIV muss nicht zwingend Eigentümer oder Betreiber der Anlage sein (BDEW, 2019a). Laut dem Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur gibt es derzeit in Deutschland über 2,2 Millionen Erzeugungs-, Speicher- und Verbrauchsanlagen (BNetzA, 2020a), für die ggf. ein EIV festgelegt sein muss.

Der **Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB)** trägt die Verantwortung für die Durchleitung und Verteilung sowie Betrieb, Wartung und Ausbau der Übertragungsnetze (Höchstspannungsleitungen). Außerdem überwacht der ÜNB die Systemsicherheit und –stabilität einschließlich der Spannungs– und Frequenzhaltung innerhalb seiner Regelzone (BDEW, 2019a). In Deutschland ist das Übertragungsnetz in vier Regionen, die sogenannten Regelzonen, aufgeteilt. Diese werden jeweils von einem der vier ÜNB (50Hertz, Amprion, TenneT und TransnetBW) verwaltet.

Der **Netzbetreiber (NB)**, auch als Verteilnetzbetreiber bekannt, ist für die Durchleitung und Verteilung von Strom innerhalb seines Netzes zuständig. Zu seinem Verantwortungsbereich gehört der Betrieb, notwendige Wartungen und der Ausbau des Netzes. Darüber hinaus verwaltet er Stammdaten und erstellt abrechnungs– und bilanzierungsrelevante Messdaten zu den Markt– und Messlokalationen in seinem Netz (BDEW, 2019a). In Deutschland gibt es derzeit rund 900 Verteilnetzbetreiber, welche die regionalen Netze verantworten (BDEW, 2020a). Dies können Nieder–, Mittel– oder Hochspannungsnetze sein.

Der **Messstellenbetreiber (MSB)** verantwortet alle Geräte an einer Messlokation, die für die Ermittlung und Übermittlung von Messwerten notwendig sind. Dies umfasst Messeinrichtungen sowie Messsysteme. Im Zuge dessen übernimmt er den Einbau, den Betrieb, die Wartung und das regelmäßige Ablesen der Geräte (BDEW, 2019a). Diese Marktrolle wird bislang noch überwiegend von den Verteilnetzbetreibern als grundzuständige MSB innerhalb ihres Netzes übernommen. Laut dem Monitoringbericht der Bundesnetzagentur von 2019 sind derzeit knapp 900 Unternehmen als MSB im Markt vertreten, hiervon rund 830 als grundzuständige MSB (BKartA, BNetzA, 2020).

Der **Lieferant (LF)** übernimmt die Lieferung von Energie an Verbrauchsstellen (verbrauchende Marktlokationen). In diesem Zusammenhang ist er bei Letztverbrauchern mit standardisiertem Lastprofil (SLP–Kunden) finanziell für Differenzen zwischen bilanzierter und gemessener Energiemenge verantwortlich. Zur Beschaffung der benötigten Energiemenge nimmt er Strom von Einspeisestellen (erzeugenden Marktlokationen) ab (BDEW, 2019a). Diese Energiemenge kann über den Handel eingekauft oder von eigenen Erzeugungsanlagen bezogen werden. Derzeit sind rund 1350 Unternehmen als Lieferanten im Energiemarkt aktiv (BDEW, 2020a). Davon ist eine Mehrzahl der Lieferanten bspw. in Form von Stadtwerken nach wie vor regional tätig (BKartA, BNetzA, 2020).

Der **Bilanzkoordinator (BIKO)** verantwortet die Abrechnung der Bilanzkreise. Im Rahmen der Abrechnung ermittelt er die Differenz zwischen den Summenzeitreihen und Fahrplänen der Bilanzkreise, um die Ausgleichsenergie verursachungsgerecht auf die Bilanzkreisverantwortlichen zu verteilen. Somit hat der BIKO eine übergeordnete Rolle und verantwortet den finanziellen Ausgleich zwischen den Bilanzkreisverantwortlichen. Weitere Aufgaben des BIKO sind bspw. die Übermittlung von Zeitreihen im Kontext der Abrechnung und von Ausgleichsenergiepreisen (TenneT TSO GmbH, 2019). Die Rolle des BIKO wird je Regelzone von einem der vier Übertragungsnetzbetreiber eingenommen.

Der **Bilanzkreisverantwortliche (BKV)** ist für den energetischen Ausgleich innerhalb seines Bilanzkreises verantwortlich. Der Bilanzkreis ist ein virtuelles Energiemengenkonto, bei dem der BKV alle Einspeisungen und Entnahmen zusammenfasst und saldiert. Bei Abweichungen im Bilanzkreis trägt er die finanzielle Verantwortung (BDEW, 2019a). Laut den Übertragungsnetzbetreibern gibt es derzeit rund 1.500 Akteure mit der Marktrolle BKV, die gemeinsam mehr als 10.500 Bilanzkreise verantworten. Hierzu gehören bspw. Energieversorger oder Stromhändler (50Hertz Transmission GmbH, 2021; Amprion GmbH, 2021; TenneT TSO GmbH, 2021; TransnetBW GmbH, 2021).

Die Aufgabe eines **Registerbetreibers (RB)** ist der Betrieb von Datenbanken zur Erfassung von energiewirtschaftlichen Daten (BDEW, 2019a). Ein zentrales Register der deutschen Energiewirtschaft ist das von der Bundesnetzagentur betriebene Marktstammdatenregister. Es beinhaltet umfangreiche Stammdaten zu Anlagen (bspw. Erzeugungsanlagen, Batteriespeicher und Elektrolyseure) einschließlich Marktllokationen und Daten zu Marktakteuren wie Netzbetreiber oder Stromhändler (BNetzA, 2020a). Weitere behördliche Register werden vom Umweltbundesamt betrieben: zum einen das Herkunftsnachweisregister, das den Herkunftsnachweis für Strom aus erneuerbaren Energien ermöglicht (UBA, 2021a), zum anderen das Regionalnachweisregister, mit dem Stromversorger nachweisen können, dass der EEG-Strom aus regionalen Anlagen in der Nähe des Kunden stammt (UBA, 2021b).

Die nachfolgende Matrix veranschaulicht, welche typischen Akteure der Energiewirtschaft welche Rollen einnehmen können. Zu beachten ist, dass in der Praxis nicht jeder Akteur alle angegebenen Rollen einnimmt. Oftmals übernehmen Verteil- und Übertragungsnetzbetreiber neben ihren klassischen Aufgaben weitere Rollen, ebenso wie BKV und LF im Rahmen der Netzbewirtschaftung. Die Rollen BIKO und ÜNB können derzeit nur von Übertragungsnetzbetreibern ausgeübt werden.

Tabelle 1: Matrix zu Akteuren und Rollen

Akteure	Rollen	EIV	ÜNB	NB	MSB	LF	BIKO	BKV	RB	Beispielhafte Akteure
Erzeuger		X				(X)		(X)		Lausitz Energie Kraftwerke AG
Stromlieferanten					(X)	X		X		Next Kraftwerke GmbH
Stromhändler						X		X		NaturStromHandel GmbH
Energieversorger		X		(X)	X	X		X		EnBW
Verteilnetzbetreiber				X	X	X		X		Westnetz GmbH
Übertragungsnetzbetreiber			X	X	X	X	X	X		50Hertz Transmission GmbH
Wettbewerblicher Messstellenbetreiber					X					Discovery GmbH
Behörden									X	Bundesnetzagentur

Die zuvor definierten Rollen mit ihrem jeweiligen Aufgaben- und Verantwortungsbereich sowie Verknüpfungen zu zugehörigen Gebieten und Objekten sind in Abbildung 1 dargestellt. Dieses Rollenmodell bezieht sich in Anlehnung an das Rollenmodell des BDEW ausschließlich auf die Sparte Strom.

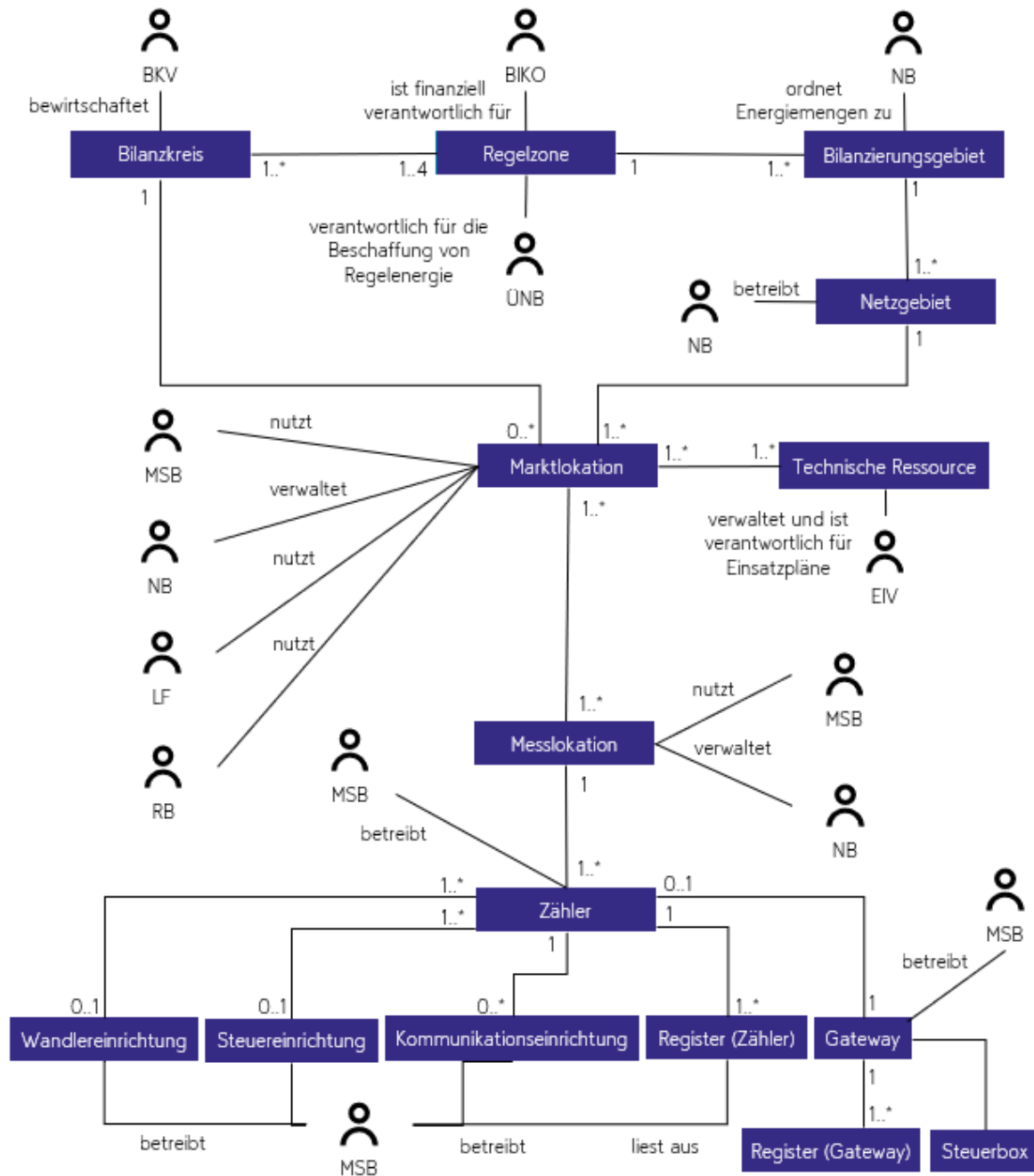


Abbildung 1: Rollenmodell der Energiewirtschaft für die Sparte Strom in Anlehnung an BDEW, 2019a

3.1.2. Regulatorischer Rahmen

Ausgangspunkt für den Kommunikationsablauf in der Energiewirtschaft sind rechtliche Vorgaben. Für die Marktkommunikation sind das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG), das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG 2.0) sowie die Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV) von zentraler Bedeutung. Hingegen ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in die vorliegende Betrachtung nicht miteinbezogen, da beim EEG nicht die Marktkommunikation, sondern die Förderung erneuerbarer Energien im Fokus steht. Auf Basis des oben umrissenen rechtlichen Rahmens hat die Bundesnetzagentur mit Beschlüssen für alle Marktteilnehmer standardisierte Marktprozesse und Datenaustauschformate verbindlich festgelegt. Bei der Ausarbeitung der Prozesse werden Akteure und Verbände der Energiewirtschaft miteinbezogen, die bspw. Änderungsvorschläge oder gemeinsame Lösungsideen erarbeiten. Die wesentlichen Marktprozesse für den regelmäßig stattfindenden Datenaustausch werden nachfolgend kurz vorgestellt:

Die „**Geschäftsprozesse zur Kundenbelieferung mit Elektrizität**“ (GPKE) beschreiben die zentralen Abläufe und den zugehörigen Datenaustausch beim Lieferantenwechsel im Bereich Strom. Dies betrifft bspw. allgemeine Vorgänge wie die Kündigung des Stromlieferungsvertrags, der Lieferbeginn und die Grundversorgung (BNetzA, 2019).

Die „**Marktregeln für die Durchführung der Bilanzkreisabrechnung Strom**“ (MaBiS) regeln die Bilanzkreisabrechnung sowie den damit verbundenen Austausch von Bewegungs- und Stammdaten. Vor allem die Übermittlung von Zeitreihen spielt bei der Abrechnung eine zentrale Rolle (BNetzA, 2019).

Die „**Marktprozesse für erzeugende Marktllokationen**“ (MPES) beziehen sich auf die standardisierten Abläufe bei Marktllokationen, die Strom erzeugen. Sie kommen bei Erzeugungsanlagen aller Art über erneuerbare Energien bis hin zu Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zur Anwendung. Einzige Bedingung dafür ist, dass bei der Anlage der abnehmende Lieferant bzw. der Stromeinspeisevertrag gewechselt werden kann (BNetzA, 2019).

Die „**Wechselprozesse im Messwesen Strom**“ (WiM) regulieren die wesentlichen Vorgänge bei der Durchführung des Messstellenbetriebes im Bereich der Stromversorgung. Dies schließt auch den elektronischen Datenaustausch mit ein. Die Prozesse werden bei Messlokalitäten aller Marktllokationen, also sowohl bei erzeugenden als auch bei verbrauchenden Lokationen, angewandt (BNetzA, 2019).

Die „**Prozesse zur Ermittlung und Abrechnung von Mehr-/Mindermengen Strom und Gas**“ (MMMA) sind eine Branchenlösung mehrerer Verbände der Energiewirtschaft. Die Prozesse beschreiben die Interaktion zwischen Lieferant und Netzbetreiber bei der Abrechnung von Mehr-/Mindermengen, die bei Marktllokationen mit standardisiertem Lastprofilverfahren entstehen. Im Unterschied zu den vorherigen Marktprozessen, bei denen die Verbände lediglich Prozessvorschläge erarbeitet haben, wurden die MMMA ohne Änderungen durch eine Mitteilung der Bundesnetzagentur als Marktstandard festgelegt (BDEW, 2020b).

Im Zuge des **NABEG** wird eine neue Struktur beim Redispatch eingeführt, wodurch bspw. EE- und KWK-Anlagen ab einer Leistung von 100 kW zukünftig in das Redispatch einbezogen werden. Daraus ergeben sich für die beteiligten Akteure neue Aufgaben sowie eine veränderte Marktkommunikation, die bis zum 01. Oktober 2021 umgesetzt werden müssen. Der BDEW hat hierzu im Rahmen der „**Branchenlösung Redispatch 2.0**“ (RD 2.0) einheitliche Marktprozesse erarbeitet. Das dabei entstandene Dokument ist eine wesentliche

Grundlage für die gesetzliche Festlegung des neuen Redispatches durch die Bundesnetzagentur, welche öffentlich konsultiert wurde. Außerdem liefert es ein mit allen Wertschöpfungsstufen abgestimmtes System für das neue Netzengpassmanagement (BDEW, 2020c).

Die „**System Operation Guideline**“ (SO GL) ist eine europäische Verordnung, die einheitliche Richtlinien für Übertragungsnetzbetreiber, Verteilnetzbetreiber und Significant Grid User in Europa vorgibt. Unter Significant Grid User sind Netznutzer zu verstehen, die eine hohe Bedeutung für die Netzstabilität haben. Wesentliche Ziele der SO GL sind die Systemstabilität sowie die effiziente Nutzung des europäischen Stromnetzes. Zur Umsetzung ihrer Vorgaben haben die deutschen Übertragungsnetzbetreiber **Implementierungsvorschriften** entwickelt, die die Datenaustauschprozesse zwischen den Akteuren festlegen (50Hertz Transmission GmbH et al., 2020).

Die nachfolgende Übersicht verdeutlicht nochmals den Zusammenhang zwischen den rechtlichen Grundlagen und den betrachteten Marktprozessen.



Abbildung 2: Überblick relevanter Marktprozesse

3.1.3. Technische Anlagen

Der Begriff „technische Anlage“ wird an dieser Stelle mit der Definition einer technischen Ressource nach dem BDEW–Rollenmodell gleichgesetzt. Unter einer technischen Ressource wird ein technisches Objekt verstanden, das Strom erzeugen oder verbrauchen kann (BDEW, 2019a). Dementsprechend umfasst diese Einordnung alle Anlagen, die Strom erzeugen, speichern oder verbrauchen. Für die technische Anlage bzw. die technische Ressource kann wie unter 3.1.1 ausgeführt ein EIV festgelegt werden.

An dieser Stelle soll betrachtet werden, welche Daten von technischen Anlagen im Kontext der Marktkommunikation bspw. im Rahmen von Registrierungs– oder Planungsprozessen erhoben werden. Hierfür lässt sich der Bedarf an Daten von technischen Anlagen in der Energiewirtschaft aus verschiedenen regulatorischen Vorgaben ableiten. Dazu zählen das Marktstammdatenregister, technische Anwendungsregeln des VDE, der Beschluss BK6–18–122 zur SO GL sowie der RD 2.0.

Das **Marktstammdatenregister (MaStR)** wurde in Abschnitt 3.1.1 im Zusammenhang mit der Rolle RB bereits kurz erwähnt. Es dient als zentrales behördliches Register, in dem Marktakteure sowie Anlagen registriert

werden müssen. Die Umsetzung des MaStR begann 2014 mit dem Ziel, eine umfassende, einheitliche und vertrauenswürdige Datengrundlage für die Energiewende zu schaffen (BNetzA, 2020b). Im MaStR besteht für alle Stromerzeugungseinheiten (SEE), die am Stromnetz angeschlossen sind, eine Registrierungspflicht, unabhängig von der Spannungsebene. Stromverbrauchseinheiten (SVE) hingegen müssen nur dann registriert werden, wenn sie am Hoch- oder Höchstspannungsnetz angeschlossen sind. Die Pflicht zur Registrierung sowie die zu erfassenden Daten sind in der **MaStR-Verordnung** (MaStRV, 2017) festgelegt. Anzumerken ist, dass das MaStR bei der Erfassung auch Stromspeicher bzw. Stromspeichereinheiten (SSE) unter den Erzeugungsanlagen SEE einordnet.

Jeder Netzbetreiber definiert für die in seinem Netzgebiet angeschlossenen Anlagen technische Vorgaben, die beim Anschluss an das Netz eingehalten werden müssen. Diese sogenannten technischen Anschlussbedingungen, werden zwar von jedem Netzbetreiber individuell festgelegt, basieren jedoch üblicherweise auf den vom Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN) empfohlenen

Anwendungsregeln. Hierzu zählen die **VDE-AR-N 4105** für das Niederspannungsnetz, die **VDE-AR-N 4110** für das Mittelspannungsnetz, die **VDE-AR-N 4120** für das Hochspannungsnetz sowie die **VDE-AR-N 4130** für das Höchstspannungsnetz. Sie umfassen alle wesentlichen Aspekte, die beim Anschluss und Betrieb von Anlagen zu beachten sind und unterstützen damit Netzbetreiber ebenso wie Anlagen-Errichter bei der Planung und Entscheidungsfindung. Dabei definieren die Anwendungsregeln, welche Prozess- und Stammdaten von SEE und SSE jeweils erhoben werden sollen (VDE FNN, 2019).

Die **SO GL** wurde bereits im Rahmen der Marktprozesse in Abschnitt 3.1.2 kurz vorgestellt. Sie hat für den Datenaustausch mit Anlagen ebenfalls eine hohe Bedeutung. Der Umfang des Datenaustauschs zwischen Übertragungsnetzbetreiber, Verteilnetzbetreiber und Significant Grid User ist im Rahmen des Beschlusses **BK6-18-122** durch die Bundesnetzagentur festgelegt worden. Aus dem Beschluss resultieren verschiedene Datenlieferungspflichten an den Übertragungsnetzbetreiber. Demnach müssen Verteilnetzbetreiber mit 110-kV-Netzen, die unmittelbar an das Höchstspannungsnetz angeschlossen sind, Stamm- und Echtzeitdaten zu ihrem Netz bereitstellen. Alle Betreiber von SEE und SSE mit einer Leistung von mindestens 135 kW sind lediglich verpflichtet, Stammdaten zu ihren Anlagen zu liefern. Darüber hinaus müssen ab einer Leistung von 1 MW Echtzeitdaten sowie für Groß-SEE und Groß-SSE mit einer Leistung von 10 MW Planungsdaten zur Verfügung gestellt werden. Betreiber von SVE müssen Stamm-, Echtzeit- und Planungsdaten zu ihren Verbrauchsanlagen bereitstellen, wobei dies auf Großverbraucher mit einer Entnahmeleistung von mindestens 50 MW beschränkt ist (BNetzA, 2018a).

Anzumerken ist, dass die Umsetzung des Datenaustauschs, also Prozesse und Datenformate nicht Teil des Beschlusses BK6-18-122 sind. Die Umsetzung erfolgte erst im Rahmen der Implementierungsvorschriften der Übertragungsnetzbetreiber. Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die Clusterung von technischen Ressourcen bzw. Anlagen nach der SO GL.

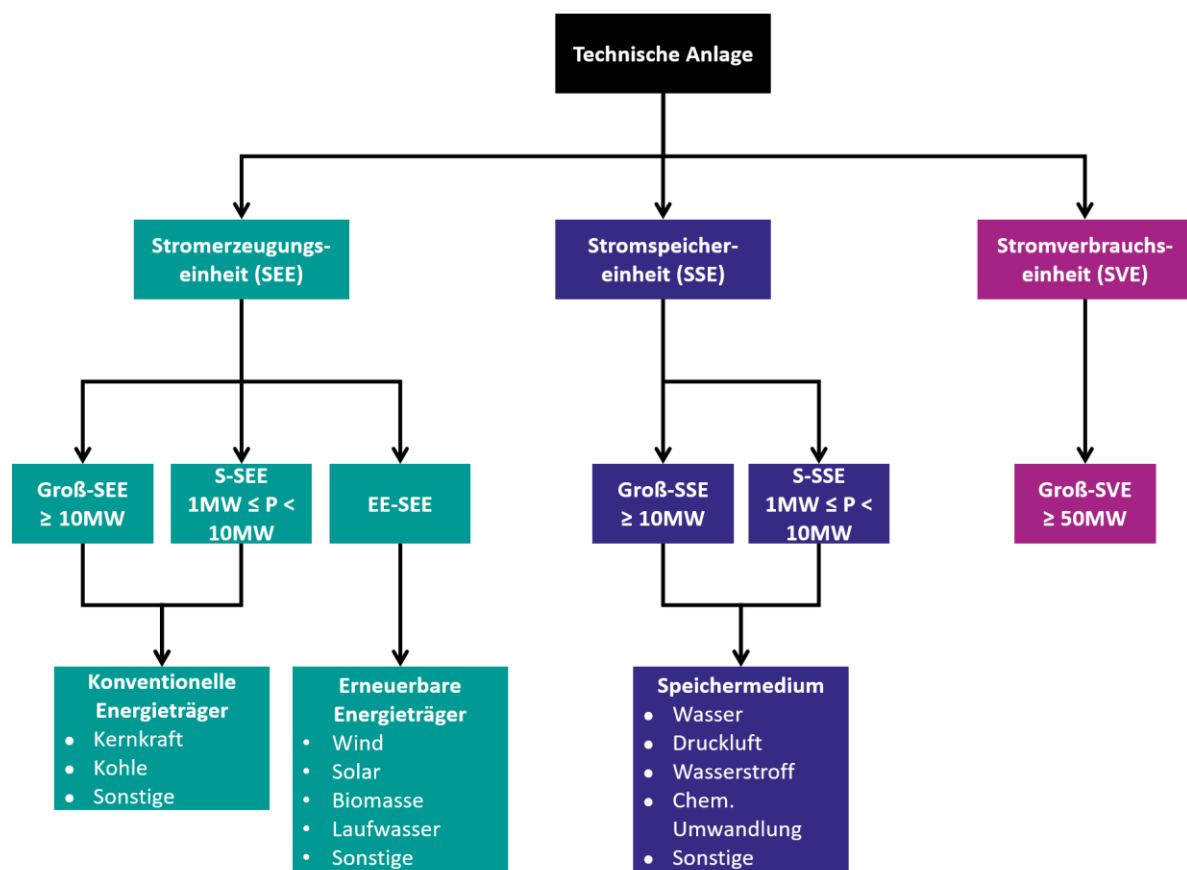


Abbildung 3: Cluster technischer Anlagen in Anlehnung an 50Hertz Transmission GmbH et al., 2020

Die Zielsetzung der Branchenlösung **RD 2.0** wurde bereits in Abschnitt 3.1.2 beschrieben. An dieser Stelle steht der Datenaustausch mit Bezug zu technischen Anlagen im Fokus. Durch die in der RD 2.0 vorgeschlagenen Prozesse zum zukünftigen Redispatch entsteht ein umfangreicher Datenbedarf für EIV und Netzbetreiber. Dem EIV werden vor allem Angaben zum Netzanschlusspunkt wie etwa die Nennkapazität sowie Informationen zum Redispatch-Abruf bereitgestellt, die der Netzbetreiber ihm übermittelt. Der Datenbedarf der Netzbetreiber umfasst in der Hauptsache Stamm-, Planungs- und Echtzeitdaten sowie Nichtbeanspruchbarkeiten (Meldungsdaten) zu einer Anlage, die durch den Betreiber bzw. durch den EIV zugesendet werden müssen. Bei RD 2.0 werden bestimmte fernsteuerbare Anlagen sowie Anlagen mit einer Leistung ab 100 kW einbezogen (BDEW, 2020c).

Analyse des Datenbedarfs

Bei den VDE-Anwendungsregeln (VDE-AR-N 4105, 4110, 4120 und 4130) können erforderliche Parameter aus den Datenblättern zum Netzanschluss technischer Anlagen herangezogen werden. Neben der Anlagenanschrift und dem Anschlussnehmer werden vor allem technische Angaben bspw. zur Leistung oder zum Anschlusskonzept gefordert. Ferner werden Prozessdaten (Bewegungsdaten) wie Steuerbefehle oder Stör- und Warnmeldungen beschrieben. Die notwendigen Anlagendaten, die beim Registrierungsprozess im MaStR erfasst werden müssen, können aus den entsprechenden Tabellen in der MaStR-Verordnung entnommen werden. Diese umfassen u. a. allgemeine Angaben wie Name und Standort der Einheit sowie anlagenspezifische technische Daten. Die in der MaStR-Verordnung geforderten Stammdaten sind zum Teil auch in den Datenblättern der VDE-Anwendungsregeln enthalten, womit dieser Anteil redundant ist.

Wie bereits angesprochen sind die für die SO GL benötigten Anlagen-Parameter im Beschluss BK6–18–122 der BNetzA definiert. Die ausgetauschten Daten sind für den Systembetrieb des Netzes relevant und umfassen bspw. Meldungen zu Nichtbeanspruchbarkeiten. Zwischen SO GL und dem Datenbedarf nach RD 2.0 gibt es bei den Parametern einige Überschneidungen, wobei teilweise sogar identische Definitionen verwendet werden. Die teils redundanten Daten-Parameter, die sich zwischen MaStR-Verordnung und VDE-Anwendungsregeln sowie RD 2.0 und SO GL ergeben, könnten in einer interoperablen Datenkarte zusammengeführt werden. Unter einer interoperablen Datenkarte kann eine Übersicht verstanden werden, die alle notwendigen Daten-Parameter sowie ggf. Datenformate umfasst, um den Ablauf bestimmter Prozesse zu ermöglichen. Eine interoperable Datenkarte ist insbesondere für zukünftige Anwendungsbereiche wie bspw. automatisierte An- und Abmeldeprozesse von technischen Anlagen interessant, da eine solche Datenkarte eine wesentliche Grundlage für die Kommunikation schaffen würde.

3.1.4. Smart-Meter-Gateway

Das SMGW ist eine Kommunikationseinheit, die als Schnittstelle zwischen einem Stromzähler und einem Kommunikationsnetz fungiert. Digitale Stromzähler, auch als moderne Messeinrichtungen bezeichnet, können Zählerstände digital erfassen und speichern. Allerdings besitzen sie nicht die Fähigkeit, eigenständig mit Kommunikationsnetzwerken zu kommunizieren. Daher macht es erst die Kombination aus moderner Messeinrichtung und SMGW möglich, mit den berechtigten Stellen im Kommunikationsnetz eine Verbindung aufzubauen. Diese Kombination aus beiden Geräten ist als **intelligentes Messsystem (iMSys)** oder auch als **Smart Meter** bekannt (DKE, 2020). Die vom iMSys bzw. generell von einem Messsystem erfassten Daten werden unter dem Begriff Meter-Daten zusammengefasst.

Das SMGW dient als Schnittstelle zu drei zentralen Netzwerken. Eines davon ist das **Lokale Metrologische Netz (LMN)**. Über das LMN können Messeinrichtungen des Letztverbrauchers Zählerstände zu Stromeinspeisung und -verbrauch sowie Netzzustandsdaten wie bspw. die Frequenz an das SMGW übermitteln, welches die Meter-Daten speichert und weiterverarbeitet.

Über das **Weitverkehrsnetz (WAN)** kann das SMGW mit Marktakteuren wie den MSB kommunizieren. Zur Gewährleistung der Datensicherheit kann nur das Gateway selbst über die WAN-Schnittstelle eine Verbindung mit den Marktteilnehmern aufbauen. Die einzige Ausnahme ist ein „Wake-up-Dienst“, also eine Art „Weckruf“, der durch den Smart-Meter-Gateway-Administrator erfolgen kann. Dieser ist für die Konfiguration sowie die Sicherheit des Geräts im Betrieb verantwortlich (BSI, 2020a). Der Gateway-Administrator wird als technische Funktion im Messstellenbetrieb der Rolle des MSB zugeordnet. Alternativ kann diese Funktion über entsprechende Verträge an andere Unternehmen ausgelagert werden, die durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als Gateway-Administrator zertifiziert sind (BSI, 2020b). Weitere Vorschriften zur Datenhaltung beim SMGW sind am Ende des Abschnitts 3.2.3 aufgeführt.

Die dritte Funktion des SMGW als Schnittstelle betrifft das **Heimnetz (HAN)** des Letztverbrauchers. Hierüber kann der Letztverbraucher mit einem geeigneten Endgerät (z. B. ein Smartphone) und nach erfolgreicher Authentifizierung die Messwerte zur Einspeisung und zum Verbrauch abrufen (BSI, 2020a). Zudem kann das Gateway über die HAN-Schnittstelle mit steuerbaren Geräten und Anlagen kommunizieren. Zu den steuerbaren Geräten zählen etwa Smart-Home-Geräte und Wallboxen zum Laden von Elektrofahrzeugen. In die Kategorie Anlagen fallen u. a. Nachtspeicheröfen, PV-Anlagen und Wärmepumpen (DKE, 2020). Gleichzeitig ermöglicht das SMGW bzw. das iMSys gänzlich neue Anwendungsfälle im Energiesystem. In

bestimmten Fällen sollen bspw. Netzbetreiber zukünftig dezentrale Erzeugungsanlagen wie PV-Anlagen über das SMGW abregeln können. Dafür soll das Gateway empfangene und autorisierte Befehle vom Netzbetreiber an eine Steuerbox weiterleiten, die den Steuerungsbefehl anschließend an der Anlage umsetzt. Ebenso können berechnete Marktakteure Befehle zum Zu- und Abschalten steuerbarer Lasten wie Wärmepumpen an das SMGW übermitteln. Auch in diesem Fall wird der Befehl zur Umsetzung an eine Steuerbox weitergeleitet (VDE FNN, 2021).

Der offizielle Rollout der iMSys bzw. der SMGW begann im Februar 2020. Für den Einbau der Geräte ist der Messstellenbetreiber verantwortlich, der nach dem MsbG dazu verpflichtet ist, 95 % der notwendigen Pflichteinbauten bis spätestens 2032 abzuschließen (MsbG, 2016). In diesem Zusammenhang ist auch die Entscheidung der BNetzA vom November 2020 zu erwähnen, nach der das 450-MHz-Frequenzband vorrangig der Energie- und Wasserwirtschaft zur Verfügung gestellt wird (BNetzA, 2021a). Ohne diese Zuordnung der Nutzungsrechte für die 450-MHz-Frequenzen wären bei der Hard- und Software der iMSys Nachrüstungen notwendig gewesen, die Mehrkosten und ggf. Verzögerungen beim Rollout zur Folge gehabt hätten.

Zukünftig könnte die Bedeutung des SMGW für die Marktkommunikation durch die im MsbG festgelegte **sternförmige Kommunikation** noch weiter steigen. Diese beinhaltet, dass das SMGW Messwerte nach deren Aufbereitung direkt an die berechtigten Marktakteure übermittelt (MsbG, 2016). Bisher wurde dies jedoch für abrechnungsrelevante Daten, die für Abrechnungsprozesse wie Bilanzkreis- oder Netznutzungsabrechnungen verwendet werden, noch nicht realisiert. Nach den Festlegungen der Marktkommunikation (MaKo) 2020 muss die sternförmige Kommunikation abrechnungsrelevanter Daten derzeit über das IT-Backend des MSB erfolgen. Eine Umstellung auf eine direkte Verteilung durch das SMGW ist frühestens 2026 zu erwarten (BMW, 2020a).

Herausforderungen im Zusammenhang mit der MaKo 2020 werden in Abschnitt 4.1 ausgeführt. Die nachfolgende Abbildung 4 veranschaulicht die Kommunikation des Gateways mit Marktakteuren, Messeinrichtungen sowie Geräten und Anlagen.

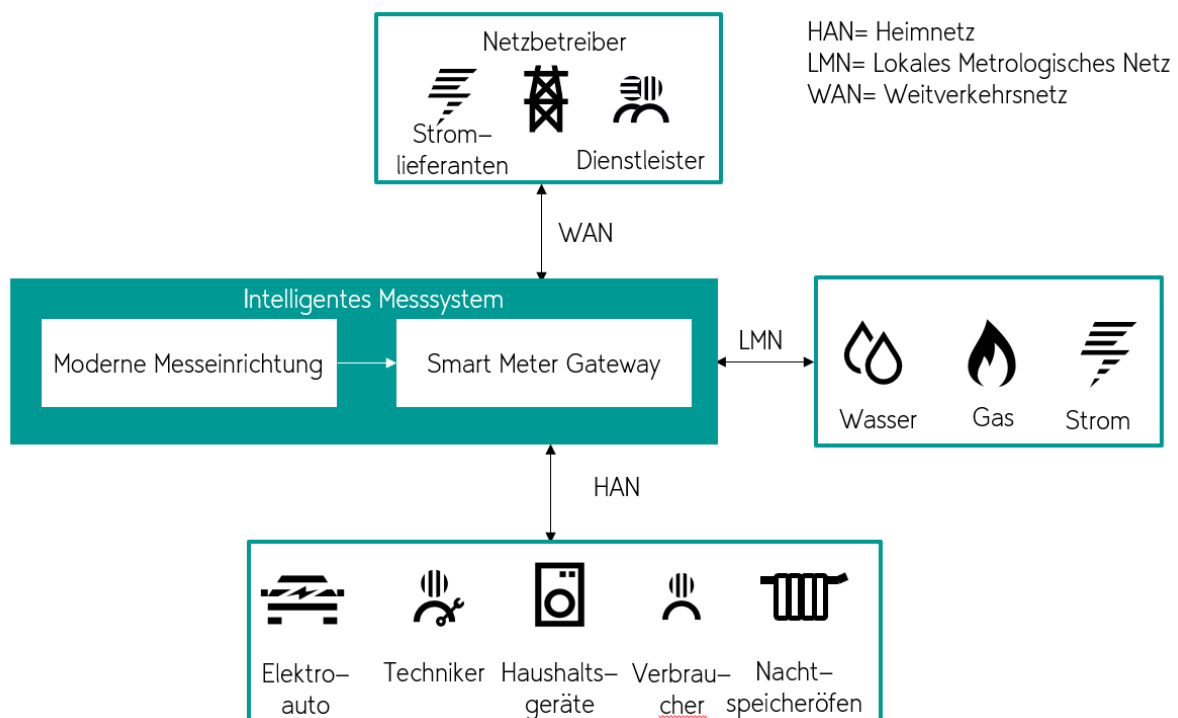


Abbildung 4: Kommunikation des iMSys in Anlehnung an DKE, 2020

3.2. Der Datenbegriff in der Energiewirtschaft

Im Zentrum der Marktkommunikation steht der Austausch von Daten. Dieses Kapitel soll den hohen Stellenwert von Daten für die Energiewirtschaft veranschaulichen und den Datenbegriff definieren. Dafür werden in Abschnitt 3.2.1 zunächst grundlegende Datenarten zur Unterscheidung beschrieben. Anschließend werden in Abschnitt 3.2.2 Vorgaben zum Datenformat behandelt, wobei der Fokus vor allem auf dem EDIFACT-Format liegt. Abschnitt 3.2.3 befasst sich schließlich mit allgemeinen Vorschriften zur Datenhaltung, die sich aus dem gesetzlichen Rahmen ergeben.

Zunächst ist es jedoch erforderlich, eine allgemeine Definition des Begriffs Daten im Kontext der Energiewirtschaft festzulegen: Daten bestehen im Kern aus einer Aneinanderreihung von alphanumerischen oder anderen Zeichen. Unter Anwendung bestimmter Syntaxregeln werden diese Zeichen zu Aussagen angeordnet, die man als Daten bezeichnet. Diese enthalten für sich betrachtet jedoch noch keine Information. Erst wenn den Daten im Rahmen der Wertschöpfung eine Bedeutung zugewiesen wird, kann aus ihnen eine Information abgeleitet werden (BVDW, 2018).

Bevor Daten verwendet oder verteilt werden, durchlaufen sie in der Energiewirtschaft eine Prozesskette. Nachdem sie zunächst informationstechnisch erfasst wurden, werden die Daten im zweiten Schritt zur Verarbeitung an ein Informationssystem der verantwortlichen Stelle (bspw. an das IT-Backend-System eines Messstellenbetreibers) übertragen. Dort erfolgt als Erstes eine Aufbereitung der Rohdaten, in deren Zuge diese bspw. auf Vollständigkeit und Konsistenz geprüft werden. Ggf. findet zudem eine Anreicherung der Daten um Metadaten wie Herkunft oder Zeitpunkt der Erfassung statt, sofern dies nicht bereits vorher geschehen ist. Danach erfolgt die Speicherung der Daten, wobei diese abhängig vom Verwendungszweck zeitlich befristet sein kann. Anschließend können die Daten abhängig vom Zweck und von den Zugriffsrechten entweder direkt genutzt werden oder müssen vor einer Nutzung an die berechtigten Akteure verteilt werden.



Abbildung 5: Status quo der Datenkette

In der Energiewirtschaft ist der Austausch von Daten innerhalb der Wertschöpfungsstufen und zwischen ihnen von der Erzeugung bis zum Letztverbraucher allgegenwärtig. Ihre Verwendung erfolgt für die verschiedensten Zwecke, sei es die Prognose des Stromverbrauchs, die Einsatzplanung von Kraftwerken oder die Steuerung der Netze in Echtzeit. Insbesondere die Energieversorgungsunternehmen und die Netzbetreiber besitzen gewaltige Datenmengen, die im Rahmen der Prozesssteuerung technischer Anlagen sowie von Geschäfts- und Managementprozessen anfallen. Dies lässt sich gut an der Marktkommunikation eines mittelgroßen Energieversorgungsunternehmens verdeutlichen: Beim täglichen Datenaustausch mit anderen Akteuren fallen hier bis zu 30.000 Nachrichten an, die ein Datenvolumen von rund 1,6 Terabyte besitzen können (BDEW, 2016).

3.2.1. Unterscheidung nach Datenarten

Unter Datenarten kann die Strukturierung von Daten nach bestimmten Ordnungskriterien verstanden werden. Mittels dieser Unterscheidung wird eine Struktur für den Datenumgang geschaffen, die zum Verständnis späterer Abschnitte dieses Gutachtens beitragen soll. Entscheidend hierfür ist, dass das jeweilige Kriterium eine möglichst klare Unterscheidung zulässt. Für energiewirtschaftliche Daten lassen sich zwei generelle Ordnungskriterien festlegen:

1. Unterscheidung nach Veränderungshäufigkeit (Beständigkeit) der Daten

An dieser Stelle kann eine Einteilung nach Stammdaten sowie Bewegungsdaten erfolgen. **Stammdaten** sind relativ statisch und verändern sich nur in wenigen Fällen. Anlagen besitzen zahlreiche Attribute wie bspw. Anlagentyp, Standort, Energieträger oder Nennleistung, die erfasst werden können. Darüber hinaus sind in der standardisierten Marktkommunikation Identifikationsnummern von Bedeutung. Hierzu zählen z. B. die MaStR-Nummer zur Identifikation von Anlagen und Marktakteuren, die MaLo- und die MeLo-ID für Markt- und Messlokationen sowie die Zählernummer bei Messeinrichtungen. Weiterhin sind Marktpartner-Identifikatoren wie der BDEW-Code im Datenaustausch von hoher Relevanz.

Bewegungsdaten hingegen sind dynamisch und ändern sich innerhalb kurzer Zeitspannen. Hierzu zählen insbesondere Echtzeitdaten von technischen Anlagen sowie der Austausch von Zeitreihen im Rahmen der Marktprozesse. Im Falle der Echtzeitdaten werden Anlagen-Parameter wie z. B. Wirk- und Blindleistung oder Statusmeldungen direkt nach ihrer Erfassung innerhalb weniger Sekunden übermittelt. Im Kontext der Marktprozesse sind bspw. die MaBiS zu nennen, die in zahlreichen Abrechnungsprozessen den Austausch von Datenzeitreihen, also von Bewegungsdaten festlegen.

2. Unterscheidung nach Verwendungsart der Daten

Daten können nach ihrem Zweck eingeteilt werden, also danach, ob sie für vorgelagerte, erbringungsnahe oder nachgelagerte Prozesse eingesetzt werden. Zur Kategorie der vorgelagerten Abläufe zählen bspw. Einspeise- und Verbrauchsprognosen oder Einsatzplanungen. Die zugehörigen Planungs- und Prognosedaten können aufgrund ihres vorgelagerten Charakters als **Ex-ante-Daten** bezeichnet werden. Bei erbringungsnahen Prozessen kann z.B. die Echtzeitsteuerung von Anlagen eingeordnet werden. Die Daten werden bei dieser Kategorie typischerweise zeitnah verwendet und können als **erbringungsnahe Daten** bezeichnet werden. Zur letzten Gruppe der nachgelagerten Abläufe zählt etwa die Bilanzkreisabrechnung oder die Vergütung von Ausfallarbeit im Redispatch. Die hierfür benötigten Datensätze werden als **Ex-post-Daten** bezeichnet.

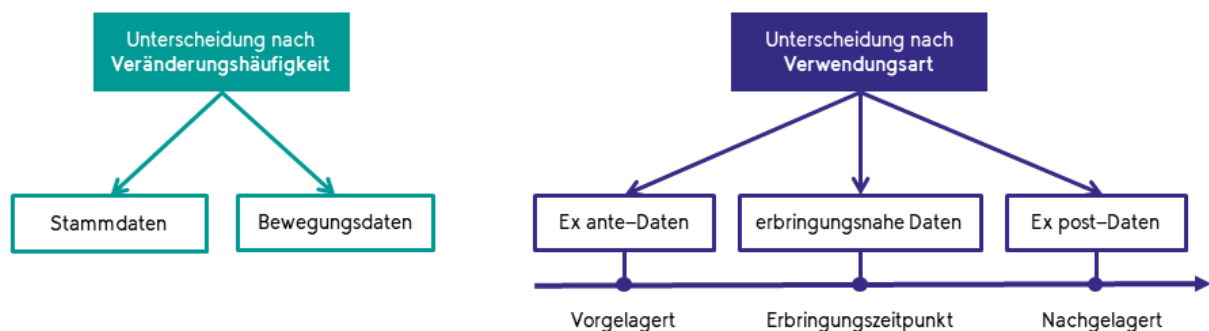


Abbildung 6: Unterscheidung nach Datenarten

Eine weitere Unterscheidung nach Datenart bzw. Datentyp ist im Rahmen des Datenschutzes bezüglich personenbezogener und nicht-personenbezogener Daten möglich. Diese wird in Abschnitt 3.2.3 näher betrachtet, der sich mit der Datenhaltung befasst. Außerdem ist zu beachten, dass Daten jeweils beiden Ordnungskriterien zugeordnet werden können. Ein Beispiel hierfür bilden die bereits erwähnten Zeitreihen für die Abrechnungsvorgänge im Rahmen der MaBiS. Diese können sowohl bezüglich ihrer Veränderungshäufigkeit unter Bewegungsdaten als auch bezüglich ihrer Verwendungsart unter Ex-post-Daten eingeordnet werden.

3.2.2. Vorgaben zum Datenformat

Die konkrete Abwicklung des in den Prozessdokumenten beschriebenen Datenaustausches in der Praxis wurde durch die EDI@Energy, eine Expertengruppe unter Federführung des BDEW, definiert. Die Übermittlung der Nachrichten im Rahmen der Marktkommunikation hat überwiegend im EDIFACT-Format zu erfolgen. Demnach werden in der Energiewirtschaft Nachrichtentypen nach dem EDI@Energy-Subset verwendet, deren Aufbau in den „Regelungen zum Übertragungsweg“ der EDI@Energy detailliert beschrieben ist (BDEW, 2021). Die folgenden, für alle Marktakteure verpflichtenden Vorgaben entstammen dem genannten Dokument. Sie gelten insbesondere für die standardisierten Prozesse nach GPKE, MaBiS, MPES und WiM.

Im Rahmen der Marktprozesse auszutauschende Daten werden somit als sogenannte EDIFACT-Nachrichten übermittelt. Ziel ist die Errichtung einer einheitlichen IT-gestützten Standardschnittstelle, über die der für die Geschäftsprozesse notwendige Informationsaustausch gewährleistet werden kann. Die Marktakteure können vor Beginn der Datenübertragung in gemeinsamer Absprache aus zwei Möglichkeiten die Methode des Datenaustausches wählen. Dieser kann entweder per E-Mail mithilfe des Austauschprotokolls SMTP oder mittels des standardisierten Nachrichtentransports AS2 über das Internet mit dem Austauschprotokoll HTTP erfolgen. Sollte es zu keiner Einigung auf das AS2-Format kommen, ist standardmäßig die Datenübertragung per E-Mail zu gewährleisten.

Gleichzeitig ist zwischen zwei Marktpartnern nur jeweils einer der beiden genannten Übertragungswege zulässig, womit eine 1:1-Kommunikation sichergestellt wird. Ziel dieser 1:1-Kommunikation ist es, dass bei keinem der Akteure durch den Datenaustausch mit anderen Marktpartnern und deren internen Organisationsstrukturen ein Zusatzaufwand im Rahmen der Übermittlung der EDIFACT-Nachrichten anfällt.

Bei einem Datenaustausch per E-Mail dürfen die verwendeten Adressen ausschließlich für den Austausch von EDIFACT-Nachrichten genutzt werden. Außerdem darf der Anhang einer E-Mail immer nur eine einzige EDIFACT-Datei enthalten und gleichzeitig darf die E-Mail neben der eigentlichen Übertragungsdatei keine weiteren zur Verarbeitung notwendigen Informationen beinhalten. Dadurch wird sichergestellt, dass die E-Mails dank ihres einheitlichen Aufbaus automatisiert verarbeitet werden können. Zusätzlich müssen E-Mails, die dem Datenaustausch dienen, stets mit einer Signatur versehen sein (Stufe 1) und seit dem 01.10.2020 zudem nach dem S/MIME-Standard verschlüsselt werden (Stufe 2). Das Ausstellen der Signaturen erfolgt in Form sogenannter RSASSA-PSS-Zertifikate über verschiedene Zertifizierungsstellen in Europa. Hierbei handelt es sich um ein Signaturschema, bei dem jeweils ein privater RSA-Schlüssel zur Signierung und ein öffentlicher RSA-Schlüssel zur Prüfung der Signierung verwendet wird. Zertifizierungsstellen sind bspw. die deutsche proTECTr oder die französische Zertifizierungsstelle Atos. Die Laufzeit der Zertifikate beträgt normalerweise ein bis drei Jahre.

Für die Verarbeitung der ausgetauschten Daten sowohl beim Versender als auch beim Empfänger bestehen ebenfalls eindeutige Vorgaben. In der Regel müssen die zu versendenden Daten zunächst in das EDIFACT-Format gebracht werden. Dazu wird das vorhandene Inhouse-Format über eine EDI-Schnittstelle in ein EDIFACT-Format konvertiert. Beim Empfänger gilt das Gleiche entsprechend in umgekehrter Reihenfolge. Für die Verarbeitung von EDIFACT-Nachrichten nutzen viele Unternehmen bereits automatisierte Verarbeitungsprozesse.

Sollte es bei der Übertragung von EDIFACT-Nachrichten zu Fehlern kommen, wird das EDI-System diese in aller Regel erkennen. Daraufhin schickt es automatisch eine Fehlermeldung in Form eines festgelegten Codes an den Absender zurück, die die Art des Fehlers signalisiert. Handelt es sich bspw. um einen Syntaxfehler, lautet die Fehlermeldung „CONTRL“. Auf einen Verarbeitbarkeitsfehler wird mit „APERAK“ hingewiesen. Infolgedessen kann der Versender die Fehlermeldung überprüfen und nötigenfalls einen Klärungsprozess einleiten, der dann abseits des standardisierten Datenaustausches erfolgt.

Zur Umsetzung der betreffenden Prozesse wird neben EDIFACT auch XML als Datenstandard verwendet. Dieses Format wird bspw. zukünftig für den Austausch von Prozessdaten im Zuge von RD 2.0 angewandt werden. Dafür wird die XML-Nachricht zunächst komprimiert und mittels des Standards S/MIME verschlüsselt. Eine Besonderheit der RD-2.0-Prozessdaten ist, dass neben den bekannten Übertragungswegen AS2 und E-Mail via SMTP dann auch die Standards REST oder SFTP zur Übertragung gewählt werden können.

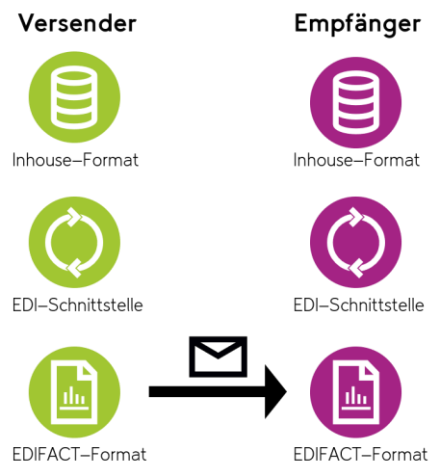


Abbildung 7: EDIFACT-Prozess
in Anlehnung an
Open Text Corporation, 2017

3.2.3. Vorschriften zur Datenhaltung

Zusätzlich zu den Vorgaben bezüglich des Datenaustausches schreiben konkrete Regulierungen vor, wie nach erfolgtem Datenaustausch mit den teilweise sensiblen Datensätzen umzugehen ist. Diese Regulierungen sind größtenteils im MsbG formuliert und werden durch die europäische Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) erweitert. Dabei wird zwischen zwei verschiedenen Datentypen differenziert.

Die für den Datenschutz relevantesten Daten sind **personenbezogene Daten**, da diese als besonders sensibel gelten. Diese Daten können einer bestimmten natürlichen Person direkt oder indirekt zugeordnet werden. Da für die eindeutige Zuordnung zu einer Person nicht zwingend deren Name notwendig ist, müssen hier jegliche Parameter, die womöglich Rückschlüsse auf eine Person liefern könnten, berücksichtigt werden (EU-DSGVO, 2016). Personenbezogene Daten dürfen ausschließlich von den im MsbG genannten Marktakteuren zu energiewirtschaftlichen Zwecken verarbeitet werden. Dazu zählen Messstellenbetreiber, Netzbetreiber, Bilanzkoordinatoren, Bilanzkreisverantwortliche, Energielieferanten sowie Direktvermarktungsunternehmen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (MsbG, 2016). Des Weiteren sind personenbezogene Daten gemäß EU-DSGVO schnellstmöglich zu anonymisieren und damit zu löschen, sobald ihr Verwendungszweck entfällt (EU-DSGVO, 2016), wie es bspw. nach einem Lieferende der Fall ist. Dieser Vorgang des Löschens ist vom

Vernichten der Daten zu unterscheiden: Bei einem Vernichten von Daten müssen diese rückstandslos beseitigt werden, wohingegen für das Löschen definitionsgemäß eine Anonymisierung ausreichend ist. Zusätzlich müssen gemäß MsbG sämtliche Vorgänge und Prozesse, welche personenbezogene Daten beinhalten, im Unternehmen prozessscharf dokumentiert werden.

Der Messstellenbetreiber wird im MsbG darüber hinaus als Knotenpunkt für die sternförmige Kommunikation hervorgehoben, der eine besondere Verantwortung trägt. Demnach muss der Messstellenbetreiber bspw. bei Vorhandensein einer modernen Messeinrichtung sicherstellen, dass der Anschlussnutzer die erhobenen Daten ebenso wie historische tages-, wochen-, monats- und jahresbezogene Energieverbrauchswerte jeweils für die letzten 24 Monate einsehen kann. Stammdaten sind spätestens zwölf Monate nach Stilllegung einer Anlage zu löschen, personenbezogene Netzzustandsdaten nach erfolgreicher Übermittlung durch den Messstellenbetreiber unverzüglich. Für die weiteren an der Datenkommunikation beteiligten Marktakteure gilt, personenbezogene Daten und Messwerte unverzüglich zu löschen, sobald deren Speicherung für die Aufgabenwahrnehmung nicht mehr erforderlich ist (MsbG, 2016). Bei pseudonymisierten bzw. anonymisierten Daten gelten die zuvor genannten Vorschriften nur in Fällen, in denen direkte oder indirekte Rückschlüsse auf eine bestimmte identifizierbare Person nicht mit Sicherheit zu vermeiden sind.

Unter den zweiten Datentyp fallen **nicht-personenbezogene, also anonyme oder Maschinen- und Industriedaten**, für die weniger strenge Vorgaben anzuwenden sind. Da Maschinen- und Industriedaten als weniger sensibel gelten, unterliegen diese bislang keinen allgemeingültigen Festlegungen. Allerdings bestehen hier teilweise individualvertragliche Vorgaben (EU-DSGVO, 2016).

Für SMGW wurden aufgrund der Sensibilität der durch sie anfallenden Daten zusätzliche Vorgaben formuliert. Datensicherheit hat bereits bei der Entwicklung, Produktion und Auslieferung der SMGW unter dem Ansatz „Security und Privacy by Design“ eine entscheidende Rolle gespielt. Für SMGW gelten zusätzlich die folgenden Aspekte: Ablesintervalle sind möglichst datensparsam zu gestalten, um direkte Rückschlüsse auf das Nutzerverhalten zu verhindern. Außerdem sollen erhobene Daten lokal, also direkt beim Verbraucher verarbeitet werden und gleichzeitig an so wenige Stellen wie notwendig übermittelt werden. Der Verbraucher erhält zudem das Recht auf jederzeitige Einsicht in die Kommunikations- und Verarbeitungsschritte. Daneben stehen ihm das Recht auf Löschung, Berichtigung und Widerspruch sowie die Garantie einer freien Tarifwahl zu. Schließlich sind eindeutige Profile für den berechtigten Zugang zu den SMGW zu definieren, um sicherzustellen, dass diese von außen nicht frei zugänglich sind (BMW, 2015).

Aus den genannten Aspekten wird deutlich, wie umfangreich und kompliziert die bestehenden Vorschriften zur Datenhaltung energiewirtschaftlicher Daten sind. Daher hat sich die Bundesregierung im Zuge ihrer Datenstrategie dafür ausgesprochen, den Datenschutz unter Beibehaltung des bestehenden Niveaus einheitlicher und widerspruchsfreier zu gestalten (Bundesregierung, 2021).

3.3. Analyse der Datenaustauschprozesse

Methodisches Vorgehen

Im Rahmen dieser Untersuchung soll der Status quo der Marktkommunikation im Hinblick auf die zwischen einzelnen Rollen stattfindenden Datenaustauschprozesse erfasst werden. Ziel ist es, eine quantitative Analyse zu ermöglichen, welche Rollen an wie vielen Prozessen in welchem Kontext beteiligt sind und in welchen Bereichen der Marktkommunikation jeweils wie viele Prozesse stattfinden.

Dazu erfolgt eine Vollaufnahme aller definierten Datenaustauschprozesse auf Grundlage der in Abschnitt 3.1.2 benannten Prozessdokumente. Hierbei liegt der Fokus aufgrund ihrer hohen Bedeutung für die Marktkommunikation auf den bereits standardisierten Use Cases. Datenaustauschprozesse zwischen Markttrollen, die nicht standardisiert sind, werden an dieser Stelle nicht betrachtet.

Im ersten Schritt werden dafür die Datenaustauschprozesse anhand der eingeführten Kategorisierung in Cluster aufgeteilt. Anschließend wird für jedes Cluster und für jede Rolle die Anzahl der Datenaustauschprozesse erfasst, an denen die jeweilige Rolle als Sender oder als Empfänger beteiligt ist. Die Visualisierung von Sender–Empfänger–Matrizen in Form einer Heatmap macht deutlich, welche Rollen an besonders vielen Datenaustauschprozessen beteiligt sind und somit eine wesentliche Funktion in der Kommunikation einnehmen.

Analyse und Clusterung

Unabhängig von ihrer Herkunft aus den regulatorischen Grundlagen werden die Datenaustauschprozesse zur Vereinfachung zunächst in fünf Kategorien eingeordnet, die der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen sind.

Tabelle 2: Kategorisierung der Datenaustauschprozesse

Kategorie	Definition	Herkunft
Verträge	Vertragsschluss und –beendigung	MPES, WiM
An– Abmeldung (Meldeprozesse)	An und Abmeldungen von (virtuellen) Entitäten im System: Bilanzkreise, Rollen, technische Anlagen, Zählpunkte, Änderungsmitteilungen, Änderung von den bei An–/Abmeldung registrierten Daten, Meldungen von Vorfällen	GPKE, MaBiS, MPES, RD 2.0, SO GL, WiM
Auskünfte	Geschäftsdaten Anfragen, sonstige Abfragen von Informationen zwischen den Rollen	GPKE, MaBiS, WiM
Bilanzierung und Abrechnung	Sämtliche Prozesse, die zur finanziellen Abwicklung von Dienstleistungen und Energiemengen dienen, inkl. Prozesse des Messtellenbetriebs	GPKE, MaBiS, WiM, MMA, RD 2.0
Systembetrieb	Prozesse zum Zweck des stabilen Netzbetriebs z.B. im Kontext Dispatch, Redispatch 2.0	RD 2.0, SO GL

Die Kategorien Auskünfte und Verträge werden im Folgenden nicht weiter betrachtet. Beide Cluster umfassen gemeinsam lediglich neun Datenaustauschprozesse und stellen somit für diese quantitativ geprägte Betrachtung

eine zu vernachlässigende Minderheit dar. Im Zuge von An- und Abmelde- bzw. Meldeprozessen werden zum großen Teil Stammdaten ausgetauscht, die das System bzw. die Verantwortlichkeiten der Markttrollen definieren. Daraus entsteht die statische Datengrundlage für die Prozesse in Systembetrieb sowie für die Bilanzierung und Abrechnung.

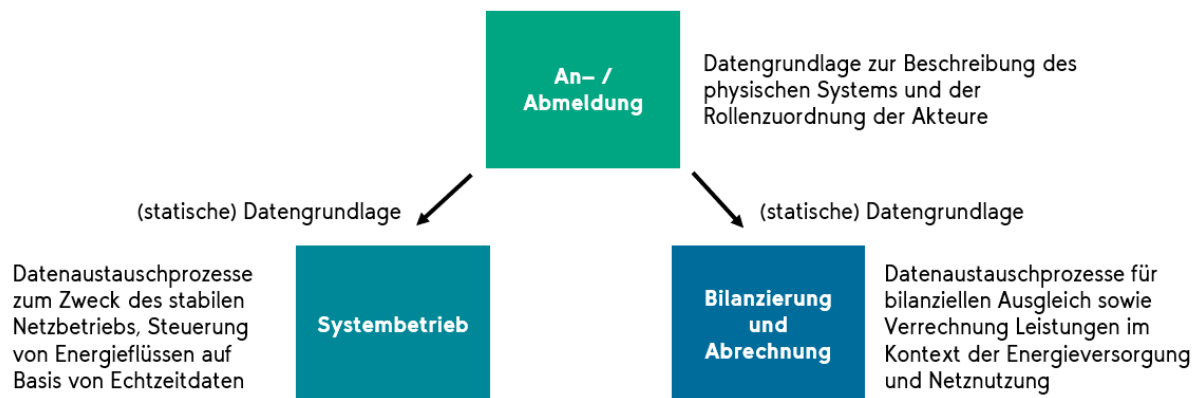


Abbildung 8: Zentrale Cluster des Datenaustauschs

Insgesamt wurden 291 Datenaustauschprozesse erfasst. Zur Kategorie An- und Abmeldung gehören davon 42 %, zu Bilanzierung und Abrechnung 38 % und zum Systembetrieb 17 %.

Bei den Prozessen bestehen neben den in Abschnitt 3.1.1 eingeführten Rollen zwei weitere. Zum einen ist dies der Anlagenbetreiber (AB), der Erzeugungs-, Speicher- und Verbrauchseinheiten betreiben kann und somit für eine technische Ressource verantwortlich ist. Er ist nicht mit dem Einsatzverantwortlichen zu verwechseln, der den Einsatz der Anlagen verantwortet, diese aber nicht betreibt. Der Data Provider (DP) ist eine weitere neue Rolle, die vom BDEW im Rahmen vom RD 2.0 eingeführt wurde. Er ermöglicht die Weiterleitung von Informationen zwischen den Akteuren. Im Folgenden werden die drei benannten Prozesscluster beschrieben und ausgewertet.

Auswertung der Datenaustauschprozesse

Die aufgenommenen Datenaustauschprozesse der bestehenden Marktkommunikation wurden zur weiteren Analyse und Visualisierung in verschiedene Prozesskategorien unterteilt und innerhalb dieser Kategorien hinsichtlich der beteiligten Sender und Empfänger eines jeden Prozesses ausgewertet. In der Ist-Analyse der Marktkommunikation wurde der Fokus der Auswertung auf die nachfolgenden Kategorien gelegt, für die jeweils eine eigene Auswertung erfolgte:

An- und Abmeldung: Hierzu gehören Datenaustauschprozesse, die im Rahmen der Registrierung und Anlage von (virtuellen) Entitäten in der Energiewirtschaft stattfinden. Dabei kann es sich bspw. um Bilanzkreise, technische Anlagen oder Zählpunkte handeln. Die als Meldeprozesse kategorisierten Prozesse zur Änderung von Stammdaten sowie der Austausch von Meldungen und Mitteilungen jeglicher Art zwischen Markttrollen werden ebenfalls dieser Kategorie zugeordnet.

Die Kategorie beinhaltet u. a. die Aktivierung und Deaktivierung von Zählpunkten bspw. für Ausfallarbeitszeitreihen, die Zuordnung von Marktlifikationen zur Datenaggregation, aber auch den Austausch von Stammdaten steuerbarer Ressourcen zwischen NB und EIV über den DP.

Systembetrieb: In diese Kategorie werden die für den ausfallsicheren und stabilen Betrieb des Energieversorgungsnetzes benötigten Datenprozesse eingeordnet. Dies umfasst im Wesentlichen den Austausch von Stamm- und Bewegungsdaten der Energieerzeugungsanlagen sowie der Netzbetriebsmittel. Die bereitgestellten Daten müssen den Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern jederzeit einen Überblick über den momentanen Lastzustand des Energieversorgungsnetzes bieten und die Dimensionierung sowie Durchführung möglicher Maßnahmen (z. B. Redispatchabrufe) ermöglichen.

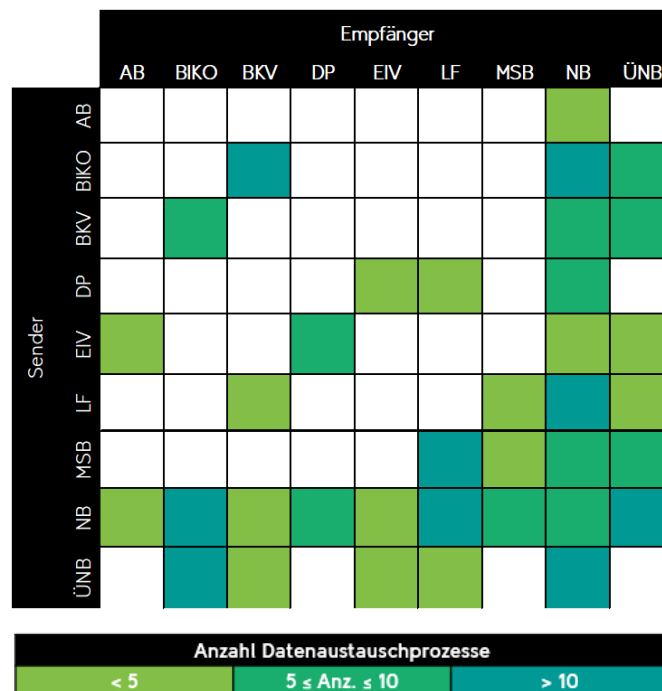
Hierbei werden bspw. Bewegungsdaten ausgetauscht, wobei zwischen Prognosedaten und historischen Zeitreihen unterschieden werden kann. Die prognostizierten Erzeugungsdaten der Anlagenbetreiber werden an die Netzbetreiber weitergegeben, welche daraus mögliche Netzengpässe herleiten können. Des Weiteren wird aus den Ist-Daten der Erzeugung und den möglichen Abweichungen aus den Prognosefahrplänen der Bedarf an möglichen Ausgleichsmaßnahmen abgeleitet.

Bilanzierung und Abrechnung: Unter diese Prozesskategorie fallen sämtliche Prozesse zur Verrechnung von Leistungen im Rahmen der Energieversorgung und Netznutzung. Auf dieser Grundlage können bspw. bei der Abrechnung von Bilanzkreisen oder Mehr- und Mindermengen die Kosten den Akteuren verursachungsgerecht zugeordnet und die Nutzung des Netzes abgerechnet werden. Somit ist das Ziel, zwischen den Beteiligten einen finanziellen Ausgleich zu erreichen.

Ein Beispiel für diesen Vorgang ist die Übermittlung der Lieferantensummenzeitreihe durch den NB an den LF. Sofern der LF in der Zeitreihe Abweichungen findet, übermittelt er eine Prüfmitteilung und fordert zusätzlich die Lieferantenclearingliste an. Mittels der Clearingliste kann der LF mögliche Ursachen der Differenz (z. B. nicht übernommene Stammdatenänderungen) ermitteln und diese anschließend mit dem NB bilateral klären.

Das vorliegende Gutachten fokussiert eine quantitative Auswertung der Datenaustauschprozesse über alle drei genannten Kategorien hinweg. Die folgende Darstellung zeigt die jeweilige Anzahl der Austauschprozesse zwischen Sendern und Empfängern. Zusätzlich sind im Anhang die Heatmaps 1–3 zu den drei einzelnen Kategorien aufgeführt.

Tabelle 3: Heatmap der Datenaustauschprozesse



Diese Heatmap offenbart, zwischen welchen Rollen innerhalb der vorgeschriebenen Marktkommunikation die meisten Datenaustauschprozesse stattfinden. Klar ersichtlich ist die zentrale Rolle, welche durch die (Verteil-)Netzbetreiber eingenommen wird: Sowohl als Sender als auch als Empfänger von Datenaustauschprozessen tauschen die NB mit allen anderen untersuchten Marktrollen Daten aus. Die größte Anzahl an Austauschprozessen findet dabei mit ÜNB, LF und BIKO statt. Die ÜNB liegen bei der Anzahl der Datenaustauschprozesse an zweiter Stelle. Daraus wird deutlich, welche zentrale Rollen die NB und ÜNB im Datenaustausch einnehmen. Darüber hinaus sind noch weitere Rollen überdurchschnittlich involviert: So tritt der MSB als aktiver Sender von Daten an mehrere Rollen hervor. BIKO und LF sind dagegen die Empfänger einer Vielzahl von Datenaustauschprozessen, welche im Falle des BIKO relativ konzentriert von NB und ÜNB sowie beim LF von NB und MSB gesendet werden.

4. Schwächen und Herausforderungen in der aktuellen Kommunikation

4.1. Keine einheitlichen Übertragungsprozesse und Datenformate

Aufgrund der natürlichen Monopolstellung der Netzbetreiber und der Bedeutung der Energie als kritische Infrastruktur ist die Energiewirtschaft eine der am stärksten regulierten Branchen Deutschlands. Entsprechend gibt es eine Vielzahl an Gesetzen und Vorschriften, die Akteure im Energiesektor beachten müssen. Hierzu zählt das Unbundling, also die Pflicht zur Entflechtung von Netz und Vertrieb. Diese ist zur Gewährleistung eines fairen Wettbewerbs zwar notwendig, gleichzeitig führt jedoch bspw. die informatorische Entflechtung zu separaten IT-Systemen und getrennter Datenpflege innerhalb des gleichen Energieunternehmens. Zudem erfordert die Energiewende stetige Änderungen am bestehenden System, was die Komplexität der Datenübertragung verschärft. Mögliche Synergiepotenziale bleiben infolge der Vielzahl der dabei ablaufenden Prozesse ungenutzt. Des Weiteren besteht das Risiko, dass sich durch die umfangreiche und schnell ändernde Regulatorik in den Unternehmen sogenannte Datensilos bilden und auch dadurch das Potenzial der Daten eingeschränkt wird.

Beispielhaft für diese gesetzlich bedingte Komplexität ist das MsbG im Rahmen des „Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende“. Hier wurde im Oktober 2017 zunächst ein Interimsmodell für die Marktkommunikation eingeführt, da zu diesem Zeitpunkt die sternförmige Verteilung mit dem SMGW weder technisch noch prozessual umsetzbar war. Eine weitere Anpassung folgte mit der MaKo 2020 durch die Bundesnetzagentur aufgrund der befristeten Rechtsgrundlage für das Interimsmodell bis Dezember 2019. Durch diese wurde der MSB als neue Rolle zur zentralen Datendrehscheibe, der über das Backend seines IT-Systems die Daten an alle Berechtigten verteilt (BNetzA, 2018b). Somit waren die Energieunternehmen innerhalb von drei Jahren zweimal von umfangreichen Änderungen betroffen, die jeweils hohe finanzielle und personelle Belastungen mit sich führten. Laut der Studie „Barometer Digitalisierung der Energiewende“ haben Unternehmen in der Energiewirtschaft alleine bis Ende 2018 dreistellige Millionenbeträge in die IT-Infrastruktur für den Rollout der modernen und intelligenten Messsysteme investiert (Ernst & Young GmbH, 2019). Neben diesem finanziellen Aspekt muss in den Unternehmen mit jeder Änderung auch ein neues Verständnis für die Prozesse und auszutauschenden Daten gewonnen werden. Dafür sind umfangreiche Schulungen der Mitarbeiter der betroffenen Unternehmen erforderlich.

Darüber hinaus formuliert der BDEW in einem Positionspapier von August 2019 die Befürchtung, dass die Umsetzung des Zielmodells mit sternförmiger Kommunikation für abrechnungsrelevante Werte direkt über die SMGW zu höheren Betriebsaufwänden als in der MaKo 2020 vorgesehen führt. Daher hat sich der BDEW

bezüglich der Verteilung abrechnungsrelevanter Daten dafür ausgesprochen, keine erneuten Änderungen vorzunehmen (BDEW, 2019b). Die Einführung des Redispatch 2.0 führt derzeit aufgrund des im Oktober 2021 bevorstehenden Starts zur Notwendigkeit großer Anpassungen im Datenaustausch, vor allem bei Anlagen- und Netzbetreibern.

Weitere Anpassungen in der Marktkommunikation kommen auf die Akteure durch den Beschluss BK6–20–160 der BNetzA zur Weiterentwicklung der Netzzugangsbedingungen Strom zu. Demnach wird es erneut umfangreiche Änderungen in der Kommunikation, insbesondere zwischen dem Netz und dem Stromvertrieb geben. Diese sollen bis April 2022 implementiert werden und betreffen zahlreiche Marktprozesse wie GPKE, MaBiS und WiM. Der Umsetzungsaufwand für Verteilnetzbetreiber könnte hier vergleichbar hoch wie bei der MaKo 2020 sein (BDEW, 2020d). Aufgrund des an dieser Stelle anfallenden Änderungsumfangs und der Komplexität wird bereits von einer MaKo 2022 gesprochen.

Eine zusätzliche Herausforderung sind die derzeit noch langen Prozessketten bei der Marktkommunikation. An vielen Punkten der Kommunikation ist eine Weiterleitung von Daten oder eine Benachrichtigung über mehrere beteiligte Rollen erforderlich. Zum einen bedeutet dies mehr Aufwand für die Akteure (edna, 2020), zum anderen dauert die Abwicklung von Prozessen damit deutlich länger. Beispielhaft kann hier der Prozess „Lieferantenwechsel“ im Rahmen der GPKE genannt werden, der derzeit noch durchschnittlich 15 Tage dauert. Nach der Strombinnenmarkt-Richtlinie der EU muss ab 2026 ein Lieferantenwechsel hingegen innerhalb eines Tages erfolgen (Dierks, 2019). Mit den derzeit definierten Abläufen und eingesetzten Technologien zur Datenübertragung lässt sich dieses Ziel nicht realisieren.

Zudem können einzelne Marktprozesse zu Diskrepanzen führen und wirtschaftliche Schäden verursachen. Dies betrifft bspw. Stromkunden mit mehreren Lieferstellen, sogenannte Multi-Site-Unternehmen. Wenn diese den Stromlieferanten wechseln, kann es zu Unstimmigkeiten bei der Ummeldung durch den Netzbetreiber kommen. Dadurch können einzelne Lieferstellen des Multi-Site-Unternehmens in die teurere Grundversorgung fallen (Dierks, 2020).

Der Datenaustausch per E-Mail kann in mehreren Aspekten Ineffizienzen bei der Marktkommunikation nach sich ziehen. E-Mails stellen einen asynchronen Übertragungsweg dar. Der Versender erhält keine automatische Rückmeldung, ob die von ihm versendete E-Mail angekommen ist. Zwar kann der Empfänger den Versender durch eine zweite E-Mail über den Status der ursprünglich versendeten E-Mail informieren. Dabei kann es jedoch zu Missverständnissen und Komplikationen kommen. Bspw. kann der Umstand, dass der Versender einer EDIFACT-Nachricht keine Rückmeldung (CONTRL) erhält, auf mehrere Ursachen zurückgeführt werden. Entweder ist die ursprüngliche E-Mail nie angekommen, die Nachricht an den falschen Empfänger adressiert gewesen oder aber der EDIFACT-Anhang der E-Mail konnte nicht extrahiert werden. Infolgedessen entstehen manuelle Aufwände sowohl bei der Überwachung als auch bei der Weiterverarbeitung des E-Mail-Verkehrs, insbesondere wenn ein bilateraler Klärungsprozess notwendig wird. Daher ist der E-Mail-Verkehr aufgrund seines zu großen Interpretationsspielraums nicht für eine vollständige Automatisierung geeignet (SOLVIT GmbH, 2018).

Wie in Abschnitt 3.2.2 beschrieben, ist die Datenübertragung per E-Mail zu gewährleisten, sofern es bei den Marktpartnern zu keiner Einigung auf das AS2-Format kommt. Hierdurch scheint der Aufwand für eine Implementierung von AS2 nur selten wirtschaftlich sinnvoll. In technischer Hinsicht bietet AS2 jedoch alle notwendigen Eigenschaften, insbesondere hohe Sicherheitsstandards einschließlich Verschlüsselung und Signatur (Hacker, 2017). Ein weiterer möglicher Grund für die anhaltende Nutzung von E-Mail als

Übertragungsweg ist der Kontakt von Netzbetreibern mit vielen kleineren Unternehmen, die den Datenaustausch per E-Mail standardmäßig nutzen. Diese Unternehmen haben eine vergleichsweise geringe Anzahl an Datenaustauschprozessen zu verbuchen, weshalb für sie ein Umstieg auf AS2 gerade zu Beginn mit hohem Aufwand und Kosten verbunden ist. Demgegenüber steht ein relativ geringer Nutzen, weshalb der Umstieg meist unattraktiv erscheint. Langfristig könnte sich die Implementierung der neuen Standards jedoch insbesondere durch einfachere Automatisierungsmöglichkeiten auch für diese Unternehmen als deutlich effizienter herausstellen (edna, 2016).

Auch die unterschiedlichen Identitäten wie BDEW-Code oder MaStR-ID tragen zu einer zusätzlichen Komplexität des Systems bei. Weiterhin ist zu erwähnen, dass jeder Markttakteur eigene Vorstellungen und Ansprüche an den Datenaustausch mitbringt. Häufig stellt gerade die Erwartungshaltung bezüglich der Datenformate eine Hürde für den effizienten Umgang mit Daten dar. So fordert die Kommunikation zwischen Verteilnetzbetreiber (VNB) und Messstellenbetreiber (MSB) zum Teil Standards von dem jeweiligen Marktpartner (etwa bezogen auf seine Hardware), die diesem gar nicht zur Verfügung stehen. In solchen Fällen entstehen bei den beteiligten Markttakteuren Komplikationen, Verzögerungen und zusätzliche Arbeitsaufwände.

Im Stakeholder-Prozess, welcher die Erstellung dieses Gutachtens unterstützt hat, wurden ferner unübersichtliche Prozesse sowie fehlende oder nicht klar definierte Ansprechpartner für die Marktkommunikation bemängelt. Dies erschwert es im Bedarfsfall, Hilfestellungen zu erhalten, wobei auch ein „ständiges Weiterreichen“ der Verantwortung moniert wurde. Für branchenfremde Akteure oder auch den Aufbau neuer Geschäftsmodelle führt das zu erhöhten Markteintrittsbarrieren.

Generell wird als einer der zentralen Schwächen benannt, dass eine „digitale Brücke“ zur Kommunikation mit technischen Anlagen derzeit noch fehle. Außerdem wurden im Stakeholder-Prozess generelle Problemfelder bei der Kommunikation benannt. Aus Sicht des MSB zählen hierzu Abstimmungsprobleme mit dem VNB sowie lange Kommunikationswege. Ein Beispiel hierfür ist die Übermittlung von Daten an die falsche MaLo-ID. Dieser Fehler kann aufgrund unterschiedlicher MaLo-IDs für die eigentliche Marktlokation sowie einzelne Tranchen entstehen, wobei unter einer Tranche ein bestimmter Anteil einer entnommenen oder eingespeisten Energiemenge aus einer Marktlokation zu verstehen ist. Auch bei der Zuordnung von Messstellen oder einzelnen Verbrauchswerten können Widersprüchlichkeiten auftreten.

4.2. Redundante und inkonsistente Datenhaltung von Stammdaten

Das MaStR ist im Kontext des Abbaus von Komplexität und Redundanzen ein Schritt in die richtige Richtung. Einige der beteiligten Stakeholder sehen darin die Möglichkeit einer zentralen Abrufstelle für Stammdaten. Dabei werden Anlagen-Stammdaten auch in anderen Anwendungsfällen erhoben. Neben der verpflichtenden Datenerfassung im MaStR fordern auch die Netzbetreiber wie in 3.1.3 beschrieben Stammdaten im Rahmen ihrer Technischen Anschlussbedingungen vom Anlagenbetreiber an. Diese vom Netzbetreiber angeforderten Parameter werden zum Teil auch durch die MaStR-Verordnung angefordert, sodass Redundanzen bei der Datenerhebung entstehen. Da in beiden Fällen die Daten manuell vom Anlagenbetreiber eingetragen werden, kann es zu Fehlern oder abweichenden Bezeichnungen kommen. Bspw. kann sich der Betreiber eines Balkonkraftwerkes (kleine PV-Anlage) beim Eintragen der Leistung vertun und statt KW die Leistung in MW angeben. Solche Fälle führen zu Mehraufwänden bei den Netzbetreibern, die die Anlagendaten beim Anschluss

und bei der Aufnahme im MaStR prüfen und bei Fehlern Datenkorrekturen einleiten müssen. Ebenso müssen Änderungen von Daten manuell vorgenommen und anschließend geprüft werden, was zu Aufwänden bei den Akteuren führt.

Bei Stammdaten besteht zudem die Problematik, dass diese teils fehlen bzw. nicht übertragen wurden. Als Beispiel kann im Zuge des Zählerwechsels die fehlende Übermittlung von notwendigen Stammdaten durch den VNB an den MSB genannt werden. Auch hier stellen langwierige und fehlerhafte Zählerwechselprozesse eine Bürde bei der Etablierung dynamischer Tarife bzw. flexibler Anbieterwechsel dar. Weiterhin wurde durch Stakeholder der große Aufwand bei der Beschaffung von Stammdaten von den Anlagenbetreibern kritisiert. Dabei werden Anmeldedaten an den Lieferanten stellenweise auch zu spät übertragen, wodurch der LF die Anlagen erst verspätet vermarkten kann und entsprechend Vermarktungsverluste entstehen.

Bezüglich der zukünftigen Ausgestaltung und Relevanz der Stammdaten vertreten einige der beteiligten Stakeholder die These, dass langfristig eine weitere Dynamisierung des Energiemarktes zu erwarten ist. In diesem Zusammenhang werden Anlagen und Verbraucher immer häufiger an-, ab- oder bezüglich ihrer Eigenschaften umgemeldet. Auch dies erhöht die Anforderungen an die Haltung und den Austausch von Stammdaten und sorgt für eine Steigerung der ehemals eher geringen Austauschbedarfe. Daher sollten die Aufnahme und der Abruf von Stammdaten möglichst standardisiert und idealerweise automatisiert erfolgen, um die Aktualität und Korrektheit der abgelegten Stammdaten sicherzustellen. Das Marktstammdatenregister in seiner heutigen Form wird diesen Anforderungen noch nicht gerecht und muss entsprechend weiterentwickelt werden, um zukünftigen Anforderungen zu genügen.

4.3. Fehlende und widersprüchliche Bewegungsdaten

Ein weiteres Problem entsteht durch zu spät oder nicht korrekt übermittelte Daten; dies betrifft bspw. die Lastgangdaten. Dabei fehlt es in der Regel nicht an der Festlegung von Fristen und Vorgaben, sondern vielmehr an entsprechenden Sanktionen für das Nicht-Einhalten der Fristen und Vorgaben. Diese Einschätzung wurde im Rahmen des Stakeholder-Prozesses wiederholt geäußert. Allerdings konnten weder Erklärungen für diese unzureichende Einhaltung existierender Vorgaben noch wirksame Maßnahmen dagegen erarbeitet werden.

In Bezug auf Bewegungsdaten wurden Herausforderungen sowohl bei Lastgang- als auch bei Einspeisedaten benannt. So werden die Lastgänge teils zu spät und zudem stellenweise widersprüchlich an Stromlieferanten übermittelt. Ein Beispiel hierfür sind unplausible Verbrauchsdaten bei RLM-Zählern: Dort reicht die Abweichung der übermittelten Messwerte von viel zu hohen bis hin zu negativen Werten. Die hohen Aufwände, die durch solche fehlerhaften Daten in den Abrechnungsprozessen entstehen, sind leicht vorstellbar. So veröffentlichte die BNetzA eigens ein Diskussionspapier zum Umgang mit Messwerten im Fehlerfall (BNetzA, 2016). Die hierdurch entstehenden monetären Einbußen für die beteiligten Akteure hingegen können nur schwer quantifiziert werden.

Ebenso können Einspeisedaten in einzelnen Fällen widersprüchlich sein, wenn bspw. die in den Daten übermittelte Leistung größer als die tatsächlich installierte Leistung ist. Im Zuge der immer kleinteiligeren, volatileren Erzeugerstruktur und der damit verbundenen steigenden Bedeutung präziser Einspeiseprognosen sind solche Fehler als kritisch einzuschätzen. Die Einführung des RD 2.0 erhöht den Bedarf an hochwertigen Prognosen noch, welche Netzbetreiber zu einer zuverlässigen Netz- und Anlageneinsatzplanung befähigen.

Auch sind gelegentlich Einspeisedaten trotz berechtigten Zugangs eines Marktakteurs z. B. wegen Problemen beim Wechsel des MSB nicht vorhanden bzw. nicht übermittelt worden. Dabei fehlen oft höher aufgelöste Messdaten, die Aggregatoren sowie weiteren Marktakteuren neue Möglichkeiten zur Erhöhung der Prognosegüte bieten würden.

Diese Faktoren sorgen in Summe dafür, dass die sich theoretisch bietenden Potenziale in der Netzführung bzw. im Energiehandel nicht gänzlich ausgenutzt werden, sondern aufgrund fehlerhafter und unvollständiger Meldungen ungenutzt bleiben.

Weitere Mehrwerte könnten langfristig durch die Einführung einer Kennzeichnung per „digitalem Fingerabdruck“ entstehen, welcher für jede erzeugte Kilowattstunde Strom erstellt werden könnte. Ein solches Konzept existiert bisher im Markt noch nicht, jedoch wurde die Idee im Stakeholder-Prozess diskutiert. Sie bietet für die Nachvollziehbarkeit der Herkunft von Energieflüssen eine Vielzahl von Möglichkeiten: So ließe sich eine solche Kennzeichnung etwa für die Zertifizierung von erneuerbaren Energiemengen, auch im regionalen Kontext, hervorragend verwenden. Jedoch muss hierfür zunächst sichergestellt werden, dass der digitale Fingerabdruck einerseits fälschungssicher und andererseits mit geringem Kennzeichnungsaufwand (zur Gewährleistung der Skalierbarkeit) umgesetzt werden kann. Weitere Anwendungsmöglichkeiten liegen in der Neugestaltung der Abrechnungsverfahren.

4.4. Eintrittsbarrieren für neue Akteure

Neben den bereits genannten oben beschriebenen Herausforderungen für aktive Marktteilnehmer stellen die Komplexität von Prozessen und Formaten sowie inkonsistente und fehlerhafter Daten auch zusätzliche Eintrittsbarrieren für neue Marktteilnehmer dar: Die Unsicherheit sowie die Intransparenz, die durch unklare oder nicht eindeutige Prozesse bzw. Datenlagen entstehen, sind vor allem für neue Akteure kritisch.

Zusätzlich tragen die wiederholten Änderungen bei der Marktkommunikation, die in Abschnitt 4.1 aufgeführt wurden, zu einer immer komplexeren und unübersichtlicheren Struktur bei. Dies sorgt für noch mehr Unklarheit und Unwissenheit bei neuen und tendenziell kleineren Unternehmen, welche hierdurch nicht selten vom Markteintritt abgehalten werden.

Eine weitere Hürde ist die Dissonanz zwischen neuen leistungsfähigen Technologien und der hohen Komplexität des Systems. Auch hier bestehen Barrieren, die eine Aufnahme der entsprechenden Technologien in die Marktkommunikation verhindern. Häufig scheint die Umsetzung und Einbindung neuartiger Technologien im vorhandenen Regulierungsrahmen wegen zu komplexer Strukturen und hoher Sicherheitsanforderungen nicht realisierbar. Dies führt dazu, dass nach wie vor ein großer Teil der Marktkommunikation per E-Mail abläuft und hohe Automatisierungspotenziale ungenutzt bleiben. Die resultierenden Kommunikationsstrukturen sind im Ergebnis tendenziell komplexer und weniger sicher als neuartige zur Verfügung stehende Lösungen.

Ein weiteres anschauliches Beispiel für Markteintrittsbarrieren bildet die Vergabe von Marktpartner-Identifikatoren durch den BDEW („Codevergabe“), welche im Stakeholder-Prozess als Herausforderung benannt wurde. Diese Marktpartner-Identifikatoren sind für die Teilnahme an der Marktkommunikation erforderlich. Die aktuelle Vergabepaxis ermöglicht jedoch keine Verwaltung der Codes durch Dienstleister. Darüber hinaus verursachen derzeit gesonderte Codenummern je Letztverbraucher bei den Unternehmen

vermeidbaren Verwaltungsaufwand sowie höhere Entgelte im Rahmen der Codevergabe. Eine Anpassung dieser Verfahren würde neuen Unternehmen und innovativen (digitalen) Geschäftsmodellen den Markteintritt erleichtern, da die hierdurch verursachten Mehraufwände entfielen.

4.5. Fazit

Die digitalen Standards der Marktkommunikation wie beispielsweise der EDIFACT–Datenaustausch sowie die darauf aufbauenden Marktprozesse haben sich in den vergangenen Jahren kaum weiterentwickelt (Strohmayer & Reetz, 2019). Nach wie vor bildet die hohe Komplexität der Übertragungsprozesse und Schnittstellen eine zentrale Herausforderung, welche in Verbindung mit wechselnden Vorgaben zu hohen Markteintrittsbarrieren bspw. für Energie–Start–ups führt. Darüber hinaus wurden die Datenhaltung von Stammdaten sowie die Verfügbarkeit von Bewegungsdaten als potenzielle Fehlerquellen identifiziert. Diese Daten liegen oftmals dezentral und in Teilen redundant beim jeweiligen Datennutzer vor und werden nicht synchronisiert. Somit entziehen sie sich auch einer Plausibilisierung. In der Folge kann es in der derzeitigen Ausgestaltung der Marktkommunikation zu Problemen wie Redundanzen, Inkonsistenzen oder fehlerhaften Daten kommen. Diese Herausforderungen sollten unbedingt angegangen werden, da sie der fortschreitenden Digitalisierung der Energiewende im Weg stehen.

Über die Adaption alternativer Technologien zur Datenspeicherung und –verwendung für die Marktkommunikation könnte den beschriebenen Herausforderungen schrittweise begegnet werden. Mögliche Technologieansätze, um den aufgezeigten Problemen entgegenzutreten, sind Datenplattformen sowie Blockchain–Lösungen. Im Folgenden werden diese Technologien kurz erläutert, bevor im anschließenden Kapitel 5 der Transfer für die Anwendung in der Marktkommunikation hergestellt wird.

Die Blockchain–/Distributed–Ledger–Technologie

Die Blockchain ist die bekannteste Ausprägung sogenannter Distributed–Ledger–Technologien (DLT), die sich durch eine verteilte Speicherung von Daten auszeichnen. Die 2009 veröffentlichte Kryptowährung Bitcoin basiert auf der Blockchain–Technologie und ermöglichte damit zum ersten Mal ein vollständig verteiltes Kommunikationsnetzwerk, das ohne das Eingreifen zentraler Governance–Instanzen auskommt. Stattdessen sind die Aufgaben und Funktionen innerhalb eines Netzwerks aus zahlreichen Akteuren aufgeteilt. Dafür werden Transaktionen zwischen den Teilnehmern in sogenannten Blöcken zusammengefasst. Diese Blöcke werden mittels einer kryptografischen Signatur (Hashfunktion) als neues Glied in einer Kette aus den zuvor verifizierten Blöcken angehängt. Der Hashwert eines neuen Blocks setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen, dabei beinhaltet er zwingend auch den Hashwert des davorliegenden Blocks. Dies stellt eine dauerhafte Protokollierung der korrekten Reihenfolge der Blöcke sicher und schützt so vor nachträglicher Manipulation.

Zwischen den Teilnehmern des Netzwerks muss zudem ein Konsens darüber hergestellt werden, dass die verketteten Blöcke korrekt sind bzw. der „Wahrheit“ entsprechen. Dafür gibt es eine Reihe von sogenannten Konsensmechanismen, die eine Wahrheitsfindung ohne den Bedarf einer übergeordneten bzw. administrativen Instanz ermöglichen. Zu den bekanntesten dieser Konsensmechanismen zählen der „Proof of Work“ (u. a. im Bitcoin–System eingesetzt) und der „Proof of Stake“. Letzterer ist im Vergleich zum Proof of Work weniger energieintensiv und weist oftmals höhere Geschwindigkeiten bei der Abwicklung der Transaktionen auf, da hier eine geringere Zahl an Teilnehmern einen Konsens herstellt. Jedoch wird dies zu Kosten der Dezentralität

erreicht. Durch beide Mechanismen wird im verteilten Vertrauensnetzwerk eine hohe Datenintegrität und Sicherheit im System ermöglicht.

Inzwischen gibt es viele weitere Ausgestaltungen der Technologie, die unter dem Begriff Blockchain geführt werden und insbesondere aus unternehmerischer Sicht zunehmend an Bedeutung gewinnen. Auch deshalb ist es für den jeweiligen Anwendungsfall zwingend notwendig, die Frage nach einer geeigneten Ausgestaltung der Blockchain möglichst früh zu klären. Eine inzwischen weitverbreitete Ausprägung ist die sogenannte private oder genehmigungsbasierte („permissioned“) Blockchain, bei der entgegen dem ursprünglichen Verständnis der Blockchain teilweise einzelnen Akteuren administrative Rollen zugewiesen werden können. Infolgedessen gilt eine solche Blockchain zwar noch immer als dezentral, kann jedoch nicht mehr als verteilt bezeichnet werden. Ein verteiltes Netzwerk wird dadurch definiert, dass es keine Hierarchie besitzt und aus vielen einzelnen Elementen besteht, die eigenständig arbeiten und miteinander interagieren. Dezentrale Netzwerke hingegen besitzen noch teilweise hierarchische Strukturen. DLT können auch für dezentrale Use Cases eingesetzt werden, wie die dena-Multi-Stakeholder-Studie „Blockchain in der integrierten Energiewende“ bereits erfolgreich aufzeigen konnte:

„Diese Technologien [DLT] stehen in ihrer Entwicklung noch am Anfang. [...] Zusätzlich macht sich branchenübergreifend eine gewisse Ungeduld breit, die erste Praxisanwendungen in der Realwirtschaft fordert. Die sich im Wandel befindliche Energiewirtschaft erweckt dabei den Anschein, ein ideales Testfeld für die Erprobung zu sein. Die Bedeutung eines sicheren Umgangs mit Informationen erscheint dabei nicht zuletzt vor dem Hintergrund der Bedeutung der Versorgungssicherheit des Energiesystems besonders relevant.“ (dena, 2019)

Das deutsche Energiesystem besteht aus einer Vielzahl von Akteuren, Märkten und Prozessen. Dadurch bildet es bereits heute ein komplexes System, in dem insbesondere die Zahl miteinander interagierender Geräte und Anlagen zukünftig noch weiter anwachsen wird. Ferner haben sich an vielen Stellen wie etwa im Netzbetrieb aufgrund strenger Datenschutzvorgaben und zum Schutz der kritischen Infrastruktur Datensilos gebildet, auf die oft nur einzelne Akteure Zugriff haben. Diese Silos erschweren vor allem akteursübergreifende Prozesse und erhöhen das Vorkommen redundanter und inkonsistenter Datenhaltung.

Es wird eine Lösung benötigt, die dem zunehmend dezentralen Energiesystem und seiner wachsenden Komplexität gerecht wird. Gleichzeitig müssen Sicherheit und Integrität in diesem sehr kritischen System gewährleistet werden. Hierfür können DLT mit ihrer Skalierbarkeit, dem Vertrauensmechanismus und der hohen Datenintegrität einen Lösungsansatz bieten. Die steigende Bedeutung der Technologie ist auch an der Blockchain-Strategie der Bundesregierung abzulesen (BMWi & BMF, 2019), wobei ihr Potenzial für die Energiewirtschaft in unterschiedlichen Gutachten und Projekten wie der Blockchain-Initiative Energie+, der weiter oben zitierten Multi-Stakeholder-Studie der dena oder der Crowd Balancing Platform Equigy von TenneT untersucht und erprobt wird.

Datenplattformen

Eine Datenplattform verwaltet die von zwei oder mehreren Akteuren bereitgestellten Daten und macht sie Benutzern, Datenanwendungen oder anderen Technologien für deren Geschäftszwecke zugänglich. In der Regel verfügt eine Datenplattform über Schnittstellen, sogenannte APIs (Application Programming Interface), für den standardisierten Datenaustausch zwischen den Nutzern und der Plattform. APIs ermöglichen den beidseitigen Zugriff auf einen Datenpool und erleichtern die Integration in Anwendungssoftware.

Eine Datenplattform ist von einer klassischen Client–Server–Datenbank abzugrenzen. Unter Letzterer wird ein System verstanden, bei dem die Datenspeicherung zentral auf der Datenbank (Server) erfolgt und die Akteure (Clients) diese Daten über einen Zugriff auf die Datenbank abrufen. Dies bedeutet, dass die Daten nur zentral bspw. in einer Cloud und nicht bei den Akteuren selbst abgelegt sind. Eine solche Cloud–Lösung für Datenbanken bietet aufgrund ihrer hohen Skalierbarkeit und Risikoverteilung im System Vorteile. Die Client–Server–Datenbank ist eine heutzutage weitverbreitete Form der Datenspeicherung. Im Gegensatz dazu steht bei einer Datenplattform der Austausch der Daten und nicht deren Speicherung im Fokus. Die Plattform bietet den Akteuren eine zentrale Schnittstelle, um Daten miteinander auszutauschen oder für andere Akteure bspw. Services wie KI–Analysen bereitzustellen. Die Datenhaltung erfolgt in diesem Fall dezentral bei den Akteuren selbst oder über angeschlossene Cloud–Lösungen. In diesem Zusammenhang wächst die Bedeutung von Datenplattformen zunehmend, was auch das europäische Gemeinschaftsprojekt GAIA–X verdeutlicht.

Bei GAIA–X handelt es sich um eine Datenplattform, die sich auf europäische Werte und Datenstandards stützt und das Ziel einer Data–sharing–Architektur für europäische Akteure aus unterschiedlichsten Branchen wie Energie, Gesundheit oder Industrie verfolgt. Über die Plattform sollen sowohl personenbezogene als auch nicht–personenbezogene Daten einschließlich sensibler Geschäftsdaten zwischen berechtigten Akteuren sicher ausgetauscht und verarbeitet werden können. GAIA–X hat den Anspruch, für seine Nutzer ihre Datensouveränität, also die vollständige Kontrolle über die Speicherung und Verwendung der eigenen Daten, jederzeit zu gewährleisten. Die Architektur von GAIA–X ist in ein Daten– und ein Infrastruktur–Ökosystem eingeteilt. Im Infrastruktur–Ökosystem werden Services und die notwendige Infrastruktur zur Speicherung, Verteilung und Verarbeitung von Daten durch die Akteure bereitgestellt bzw. verwendet. Im Daten–Ökosystem liegt der Fokus auf den Daten selbst und auf der Datensouveränität, die bspw. durch klar definierte Rollen wie Datenanbieter, Dateneigentümer und Datenkonsument sichergestellt werden soll (BMW, 2020b). GAIA–X wird als Teil der Datenstrategie der Bundesregierung durch Maßnahmen wie einen Förderwettbewerb vorangetrieben (Bundesregierung, 2021).

Mittels einer Datenplattform könnten die aktuelle Vielzahl an bilateralen Datenaustauschprozessen zwischen Akteuren in der Marktkommunikation verringert sowie Prüfungsschritte wie die Stammdatensynchronisation durch die Ausführung innerhalb eines zentralen Datenpools deutlich beschleunigt werden. Zudem könnten über die Plattform zusätzliche Dienste wie bspw. eine (teil–)automatisierte Überprüfung auf Fehler in den Datensätzen ablaufen. Datenplattformen werden in anderen Ländern schon heute für den Datenaustausch in Energiemärkten genutzt (siehe Best Practices in Abschnitt 7.1). Die dort gewonnenen praktischen Erfahrungen zeigen, dass die Zentralisierung des Datenzugangs Silos aufbrechen und zur Beschleunigung von Geschäftsprozessen beitragen kann.

Datenplattformen und Blockchain sind damit zwei mögliche technologische Optionen zur Anpassung der Marktkommunikationsprozesse und des erforderlichen Datenaustausches an die Anforderungen eines immer dezentraler werdenden Energiesystems. Gleichzeitig könnten mit den beiden Technologien Datensilos aufgebrochen und neue Datenräume geschaffen werden, was der Zielsetzung der Bundesregierung entspricht. Im Rahmen ihrer Datenstrategie wird explizit benannt, dass der Zugang von Erzeugern und Verbrauchern zu Energiedaten für eine bestmögliche und kosteneffiziente Umsetzung der Energiewende entscheidend ist (Bundesregierung, 2021). Im Folgenden wird für drei ausgewählte Kommunikationsprozesse der Status quo einer Lösung gegenübergestellt, die auf einer Blockchain, einer Datenplattform bzw. einer klassischen Client–Server–Datenbank basiert. Durch diese Gegenüberstellung lässt sich das mögliche Optimierungspotenzial für die jeweiligen Prozesse identifizieren.

5. Anwendungsanalyse alternativer Technologien für den Datenaustausch

In diesem Kapitel werden drei verschiedene Technologien zunächst miteinander verglichen und anhand ausgewählter Kriterien bezüglich ihrer Eignung zur Optimierung der Marktkommunikation untersucht. In den Kommunikationsprozessen der heutigen Energiewirtschaft spielt Standardisierung eine zentrale Rolle, um zwischen der Vielzahl von Akteuren und Anlagen einen reibungslosen Datenaustausch zu ermöglichen. Gleichzeitig muss in der Energiewirtschaft eine sichere Kommunikation gewährleistet werden, um den Austausch sensibler (z. B. personenbezogener) Daten zu schützen. Dieser Sicherheitsaspekt ist insbesondere bei der Netzinfrastruktur und bei technischen Anlagen ab bestimmten Schwellenwerten (z. B. bezogen auf Anlagenleistung) wichtig, da diese in Deutschland zur kritischen Infrastruktur zählen. Daher beziehen sich die für die Bewertung ausgewählten Kriterien weitgehend auf sicherheitsrelevante sowie auf datenschutzrelevante Aspekte. Die Basis für die Bewertung und die Auswahl der Kriterien ist ein Modell zum Vergleich von Blockchain und herkömmlichen Datenbanken aus der 2019 veröffentlichten Empfehlung „Blockchain sicher gestalten“ des BSI. Zusätzlich wird das Modell, neben den erwähnten Technologien Blockchain und Client–Server–Datenbank im Sinne eines zentralen Speicherregisters um das Konzept der Datenplattform erweitert.

Die Datenplattform stellt eine zentrale Kommunikationsschnittstelle dar, welche die Interoperabilität von dezentralen Teilsystemen der beteiligten Akteure zum effizienten Datenaustausch ermöglicht. Dabei verbleiben die Daten im System des jeweiligen Urhebers, wodurch sich insgesamt eine zumindest ansatzweise verteilte Systemlandschaft ergibt. Die Verantwortlichkeit für die Teilsysteme liegt, wie beim Beispiel GAIA-X, bei den betroffenen Akteuren und wird keiner zentralen Instanz zugeordnet (BMW, 2020b).

In einem zweiten Schritt werden die Technologien bezüglich ihrer Eignung im Umgang mit den in Abschnitt 3.2.1 definierten Datenarten untersucht. Dafür werden zunächst die Anforderungen herausgearbeitet, die zum einen die Stammdaten, zum anderen die Bewegungsdaten in Rahmen der Marktkommunikation mit sich bringen, und diese dann mit den zuvor formulierten Ausprägungen der drei Technologien abgeglichen. Hierbei werden vorher festgelegte Gewichtungen der einzelnen Anforderungen in die Bewertung miteinbezogen. Im Ergebnis wird deutlich, inwiefern die jeweiligen Technologien für den Umgang mit den entsprechenden Datenarten geeignet sind.

Nachfolgend wird spezifiziert, welche Ausprägungen der ausgewählten Technologie im Zusammenhang mit den betroffenen Datenarten von besonderer Bedeutung sind. Dies baut auf bereits vorhandene Vorarbeiten aus der Branche auf. Gerade im Bereich der Blockchain–Thematik wurden in den letzten Jahren je nach Anwendungsfall alternative Ausprägungen geschaffen, welche sich inzwischen kaum noch unter dem Begriff „Blockchain“ zusammenfassen lassen. Gerade hier erscheint eine genauere Differenzierung zwischen den Ausprägungen mit Blick auf den jeweiligen Anwendungsfall sinnvoll.

5.1. Bewertung der Technologien anhand ausgewählter Kriterien

Die Bewertungsgrundlage für die Eignung der ausgewählten Technologien liefert die Empfehlung des BSI von 2019 zum Thema „Blockchain sicher gestalten“. Die darin ausformulierten Schutzziele dienen im Folgenden als Bewertungskriterien und werden zunächst erläutert. Dabei wird der nötige Aufwand zur Erfüllung der Kriterien im Verhältnis zum erzielbaren Nutzen betrachtet. Hier ist allerdings anzumerken, dass einzelne Bewertungen je nach Ausgestaltung der Technologien variieren können. In diesen Fällen sind auch abweichende Bewertungen der Technologien bezüglich unterschiedlicher Ausprägungen denkbar.

Integrität bezeichnet die Eigenschaft, dass Daten in einem System nicht unbemerkt hinzugefügt, verändert oder gelöscht werden können. Damit gewährleistet Integrität die Korrektheit und Unversehrtheit von Daten, wobei die Teilnehmer eines Systems den jeweils aktuellen Status der betroffenen Daten einsehen können, ohne der Gefahr einer ungewollten Manipulation der Daten ausgesetzt zu sein (Weis, 2018).



Bei der Blockchain sind abhängig von ihrer Ausführung als private oder öffentliche Blockchain einige Unterschiede bezüglich der Erfüllung der Kriterien zu konstatieren. Zur Vereinfachung wird im Folgenden die Technologie der Blockchain jedoch allgemein betrachtet. Integrität wird für die in einer Blockchain abgelegten Daten dadurch sichergestellt, dass die einzelnen Blöcke mithilfe sogenannter Hashfunktionen verkettet werden. Eine solche Hashfunktion setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen, beinhaltet dabei aber zwingend auch den Hashwert des vorhergehenden Blocks. Dies verhindert eine nachträgliche Manipulation der Daten. Zudem wird die Manipulation älterer Daten mit jedem neu hinzukommenden Block zusätzlich erschwert. Da Daten in einer Blockchain nicht überschrieben, sondern lediglich durch neue Transaktionen aktualisiert werden können, bleibt der Verlauf der Daten bis zum aktuellen Status jederzeit nachvollziehbar (BSI, 2019).



Die Client–Server–Datenbank kann Integrität ebenfalls durch kryptografische Hashfunktionen erreichen. Häufig wird bei dieser Technologie auch auf das Prinzip redundanter Datenhaltung zurückgegriffen. Diese erfolgt über die regelmäßige Erstellung von Sicherheitskopien und Log–Dateien, wodurch Integrität gewährleistet werden soll (BSI, 2019). Im Gegensatz zur Blockchain ist eine zentrale Datenbank jedoch strukturbedingt anfälliger für böswillige Manipulation, da sie einen sogenannten Single–Point–Of–Failure und somit einen eindeutigen Angriffspunkt darstellt. Demgegenüber bestehen bei verteilten oder dezentralen Datenbanken keine in diesem Sinne eindeutig identifizierbaren zentralen Angriffspunkte (Naeem, 2021).



Datenplattformen ähneln grundsätzlich den Client–Server–Datenbanken, da sie lediglich eine Schnittstelle zur Kommunikation mehrerer zentraler Datenbanken darstellen. Sie können jedoch durch zusätzliche, auf der Datenplattform selbst implementierte Funktionen die Sicherheitsaspekte zentraler Datenbanken erweitern. So wird Integrität bspw. im Rahmen der Datenplattform GAIA–X durch die Verantwortlichkeit des Urhebers der jeweiligen Daten mit sogenannten Usage–Control–Tools sichergestellt. Diese Usage–Control–Tools sollen eine nachvollziehbare Verwendung der Daten auch über den Erhebungszeitpunkt hinaus gewährleisten (BMW, 2020b).

Authentizität beschreibt die Echtheit bzw. Vertrauenswürdigkeit von Daten eines Systems. Daten gelten als authentisch, wenn sie einem Teilnehmer des Systems direkt oder verschlüsselt zugeordnet werden können und die eindeutige Identifikation dieses Teilnehmers sichergestellt werden kann (Weis, 2018).



Die Blockchain erreicht die Authentizität der Daten mittels eines Public-Key-Kryptosystems durch sogenannte digitale Signaturen. Dabei verwendet jeder Teilnehmer zur Verifizierung seiner Identität einen privaten Schlüssel, der im Idealfall niemandem sonst zugänglich ist. Die Fälschung einer solchen digitalen Signatur gilt als äußerst schwierig und aufwendig. Mögliche Fehlerquellen und somit Angriffsmöglichkeiten liegen bei diesem Vorgehen jedoch in der Vergabe der privaten Schlüssel. Diese muss (zumindest bei einer genehmigungsbasierten Blockchain) durch eine zentrale Instanz mithilfe einer Public-Key-Infrastruktur erfolgen. Diese Public-Key-Infrastrukturen finden nicht nur im Bereich der Blockchain-Technologie Anwendung und sind damit außerhalb der Blockchain angesiedelt, weshalb sie nicht durch die Sicherheitsstrukturen der Blockchain geschützt sind. Die Vergabe der privaten Schlüssel muss deshalb durch zusätzliche Sicherheitsmechanismen abgesichert werden. Nach erfolgreicher Schlüsselvergabe besteht zudem ein gewisses Risiko wegen der notwendigen unbedingten Geheimhaltung der privaten Schlüssel, welche die Authentizität der Daten gewährleisten. Hier birgt der Mensch als Fehlerfaktor die größte Gefahr eines Authentizitätsverlusts – insbesondere bei statischen, also dauerhaft verwendeten Schlüsseln (BSI, 2019).



Die Client-Server-Datenbank kann Authentizität mithilfe verschiedener Authentifikationsmaßnahmen oder durch deren Kombination gewährleisten. Dabei hat ein Teilnehmer in der Regel unterschiedliche Möglichkeiten zur Authentifizierung seiner Identität über verschiedene Public-Key-Infrastrukturen, welche jedoch ebenfalls ein gewisses Risiko bergen. Dazu zählt der Besitz physischer Elemente (z. B. eine Chipkarte), Wissen (z. B. ein Passwort) oder die Biometrie (z. B. ein Fingerabdruck). Zudem existieren hybride Maßnahmen, die die zuvor genannten Möglichkeiten kombinieren und damit die Sicherheit weiter erhöhen.



Die Sicherheitsmaßnahmen der Client-Server-Datenbank finden auch im Rahmen der Datenplattform Anwendung. In der Regel ist jeder Teilnehmer für die von ihm zur Verfügung gestellten Daten und deren Sicherheitsaspekte wie im Beispiel GAIA-X verantwortlich. Zusätzlich stellt GAIA-X APIs zur Verfügung, also eine Schnittstelle, über die die Identität eines Teilnehmers durch Selbstauskunft („Self-Description“) sichergestellt werden kann. Die Vollständigkeit und Validität der „Self-Description“ eines neuen Teilnehmers werden nach konkreten Vorgaben geprüft und gegebenenfalls durch Dritte zertifiziert. Mit Hilfe kryptografischer Signaturen soll die Authentizität dieser Identitäten gewährleistet werden (BMW, 2020b).

Verfügbarkeit bezeichnet im Rahmen dieser Bewertung zunächst die Robustheit eines Systems gegen Missbrauch oder Eingriffe von außen. Ein System gilt als robust, wenn Angriffe nicht zu Ausfällen des gesamten oder zumindest von Teilen des Systems führen und somit die hinterlegten Daten jederzeit verfügbar sind. Insbesondere ablaurelevante Daten gilt es vor Ausfällen zu schützen, um so im Bedarfsfall zumindest die grundlegenden Prozesse aufrechterhalten zu können (Weis, 2018). Zusätzlich zur generellen Verfügbarkeit betrifft dieses Kriterium die Frage, ob berechtigte Teilnehmer die für sie relevanten Daten einfach oder nur erschwert abrufen können.



Die Blockchain gilt aufgrund ihrer dezentralen Struktur als besonders robust gegen Missbrauch und somit ausfallsicher, womit auch die Verfügbarkeit von Daten in der Regel als hoch eingestuft werden

kann. Dabei wird mit zunehmender Teilnehmerzahl ein vollständiger Ausfall des Systems immer unwahrscheinlicher. Da jeder der Teilnehmer eine Kopie der im System befindlichen Daten besitzt, sind auch Teilausfälle des Systems verkraftbar. Je mehr Teilnehmer sich in einem Blockchain-System befinden, desto robuster wird dieses gegen Missbrauch bzw. eine Manipulation von außen. Daher sind genehmigungsbasierte Blockchains wegen ihrer geringeren Teilnehmerzahl im Vergleich zu öffentlichen Blockchains häufig anfälliger. Jedoch greifen die Vorteile der verteilten Speicherung auch hier meist in ausreichendem Maße. Im Falle von (bspw. personenbezogenen) Daten, die aus datenschutzrechtlichen Gründen außerhalb der Blockchain gespeichert werden müssen, ist die Verfügbarkeit dieser Daten von den Eigenschaften der betreffenden zusätzlichen Systeme abhängig (BSI, 2019).



Bei einer Client-Server-Datenbank, die sich durch eine zentrale Speicherung der Daten auszeichnet, besteht im Vergleich zur Blockchain die Gefahr eines Angriffs auf die zentral gespeicherten Daten. Hier stellen die zentralen Server einen sogenannten Single-Point-Of-Failure dar, weshalb gezielte Angriffe die Verfügbarkeit der Daten stark einschränken können. Zwar kann die Integrität der Daten durch redundante Datenhaltung nach einem erfolgreichen Angriff wiederhergestellt werden, jedoch kann der zeitweise Teil- oder sogar Totalausfall des Systems dennoch schwerwiegende Folgen haben (BSI, 2019).



Die Datenplattform bildet eine hybride Technologie zwischen Blockchain und Client-Server-Datenbank. Durch die von jedem Teilnehmer eigenständig verwalteten Systeme, welche über die Datenplattform miteinander kommunizieren, entsteht eine gewisse Dezentralität. In der Folge können zeitweise Ausfälle einzelner Teilsysteme grundsätzlich gut verkraftet werden, ohne dass es zu einem Ausfall des gesamten Systems kommt. Lediglich der Ausfall der Datenplattform selbst als Kommunikationsschnittstelle würde zum Ausfall des Gesamtsystems führen, weshalb diese als besonders schützenswert einzuordnen ist. Auch die von den einzelnen Teilnehmern selbst verwalteten zentralen Server stellen jeweils einen Single-Point-Of-Failure dar. Die Datenplattform als Ganzes hingegen erweist sich aufgrund ihrer teilweise dezentralen Struktur als deutlich robuster (BMW, 2020b).

Unter **Vertraulichkeit** wird in der Informatik eine Eigenschaft bezeichnet, in deren Folge Daten innerhalb eines Systems oder bei der Übertragung in andere Systeme nicht von unberechtigten Teilnehmern eingesehen werden können. Zudem bleibt der Zugriff auf die Daten Dritten, welche nicht Teilnehmer des Systems sind, verwehrt. Vertraulichkeit wird üblicherweise durch Verschlüsselung der betroffenen Daten erreicht, bspw. durch symmetrische oder asymmetrische Verschlüsselungsverfahren (Weis, 2018).



Vertraulichkeit ist innerhalb einer Blockchain konstruktionsbedingt nur schwer zu realisieren und widerspricht grundsätzlich auch der Funktionsweise der Technologie. Die Blockchain zeichnet sich gerade dadurch aus, dass alle stattfindenden Transaktionen allen Teilnehmern zu jeder Zeit bekannt sein müssen. Dies bezieht sich zunächst allerdings nur auf die Transaktion selbst, während weitere Details wie bspw. der Inhalt der Transaktion je nach Ausgestaltung der Blockchain nicht einsehbar sind. Zwar gibt es Ansätze zur Herstellung von Vertraulichkeit in einer Blockchain, durch die zumindest die Sichtbarkeit gleichgestellter Teilnehmer untereinander eingeschränkt werden kann. Dennoch bleibt auch dort die Sichtbarkeit gegenüber Teilnehmern mit höheren Rechten im System bestehen. Auch sind diese Ansätze meist komplex und häufig ineffizient. Durch die Auslagerung von Daten auf externe Speicher und dem Erstellen einer entsprechenden Referenz zu diesen Daten lässt sich eine gewisse

Vertraulichkeit herstellen. Auf diese Weise können nicht direkt am Prozess beteiligte Teilnehmer lediglich sehen, dass Transaktionen stattfinden, nicht jedoch, welche Daten übermittelt werden. Bei genehmigungsbasierten Blockchains ist ohnehin jederzeit die Vertraulichkeit gegenüber denjenigen gewährleistet, die keine Berechtigung zur Teilnahme am Netzwerk haben (BSI, 2019).



In einer Client–Server–Datenbank lässt sich – anders als bei den meisten Blockchains – der Zugriff und damit die Sichtbarkeit von Daten durch ein weitreichendes Rechtemanagement („Access Control“) regeln. Dadurch kann innerhalb berechtigter Gruppierungen Vertraulichkeit hergestellt werden (BSI, 2019). Zusätzlich kann die Pseudonymisierung von Teilnehmern beim Erreichen von Vertraulichkeit helfen. Die Pseudonymisierung kann auf einer zentralen Datenbank mittels einer Reihe verschiedener Tools sichergestellt und so für den Schutz sensibler Daten gesorgt werden (Schonschek & Schmitz, 2019). Vertraulichkeit entsteht zudem durch den ausreichenden Einsatz der zuvor beschriebenen Authentifikationsmaßnahmen.



Bei einer Datenplattform lässt sich der Aspekt der Vertraulichkeit ebenfalls durch verschiedene Access–Control–Tools realisieren. Die gängigsten Verfahren dafür sind das Role–based Access Control und das Attribute–based Access Control. Beide sorgen dafür, dass nur berechtigte Nutzer Einsicht in die für sie relevanten Daten haben. Die Verantwortung hierfür liegt oftmals (wie z. B. bei GAIA–X) beim Urheber der Daten und nicht beim Betreiber der Datenplattform (BMW, 2020b).

Unter **Anonymität** wird verstanden, dass die Identität eines Teilnehmers anderen Teilnehmern in einem System nicht bekannt (anonym) ist. Somit können bspw. personenbezogene Daten weder direkt noch indirekt einer realen oder juristischen Person zugeordnet werden. Unter **Pseudonymität** versteht man das Ersetzen einer realen Identität durch neu definierte Kennzeichen. So können im System vorhandene Daten einem Pseudonym zugewiesen werden, welches im Idealfall keinerlei Hinweise auf die reale Identität eines Teilnehmers enthält (Universität Oldenburg, 2008). Im Unterschied zur Anonymität kann jedoch bei einer Pseudonymität die Identität einer Person in der Regel vom Dateninhaber über eine zusätzliche Information immer noch nachvollzogen werden.



Ähnlich wie der Aspekt der Vertraulichkeit widerspricht auch die Anonymität der Teilnehmer dem Grundgedanken der Blockchain. Die Funktionsweise der Blockchain basiert darauf, dass jeder Teilnehmer die Transaktionen der anderen Teilnehmer kennt, weshalb Anonymität in einer Blockchain nicht erreicht werden kann. Es gibt jedoch Verfahren, durch die hier Pseudonymität gewährleistet werden kann. Damit bleiben sowohl Teilnehmer als auch Transaktionen zwar sichtbar, können aber keiner realen Person mehr zugeordnet werden. Gerade bei genehmigungsbasierten Blockchains ist allerdings die einfache Identifizierung der Teilnehmer sogar erwünscht, weshalb Anonymität in einem solchen Fall keine Rolle spielt (BSI, 2019).



Auch bei Client–Server–Datenbanken wird die Anonymität bzw. Pseudonymität – ebenso wie beim Aspekt der Vertraulichkeit – über ein weitreichendes Rechtemanagement und den Einsatz kryptografischer Routinen erreicht. Dadurch kann nicht nur die Sichtbarkeit der Daten selbst, sondern auch die des Urhebers und damit dessen Identifikation eingeschränkt werden (BSI, 2019).



Die Datenplattform (etwa im Falle von GAIA–X) verspricht die Anonymität sogenannter Visitors, also von Personen, die nicht direkt am System beteiligt sind, sondern dieses lediglich nutzen. Damit ist, wie auch bei zentralen Datenbanken üblich, ein weitreichendes Rechtemanagement verbunden, welches

den Zugang zu bestimmten Daten nur berechtigten Teilnehmern ermöglicht. Die Auswahl der Maßnahmen und somit auch die Verantwortung liegt hier wie zuvor bei den Betreibern der einzelnen Teilsysteme (BMWi, 2020b).

Der **Durchsatz** eines Systems ist ein Maß für die Menge an Daten, die in einem festgelegten Zeitraum vom System verarbeitet werden können. Ausschlaggebend für den Durchsatz ist einerseits die Bandbreite, die angibt, welche Datenmenge pro Zeiteinheit innerhalb eines Systems verteilt werden kann. Andererseits spielt die Latenzzeit – die Zeit, die zur Übertragung eines Datensatzes innerhalb des Systems benötigt wird – für dieses Kriterium eine entscheidende Rolle (BSI, 2019).



Der Durchsatz einer Blockchain hängt stark von den gewählten Ausprägungen ab. Insbesondere der Konsensmechanismus spielt hier eine wichtige Rolle. Eine private Blockchain kann aufgrund ihrer geringeren Teilnehmerzahl in der Regel einen deutlich höheren Durchsatz erreichen als eine öffentliche Blockchain. So hat etwa die Bitcoin-Blockchain derzeit einen maximalen Durchsatz von 7 tps (Transaktionen pro Sekunde). Dementsprechend kann der Durchsatz bei öffentlichen Blockchains einen limitierenden Faktor darstellen. Der Durchsatz bei privaten Blockchains hängt zwar stark vom Anwendungsfall ab, liegt jedoch normalerweise deutlich höher als im Falle von Bitcoin bzw. generell bei öffentlichen Blockchains (BDEW, 2017). Ferner unterliegt der Durchsatz immer gewissen Schwankungen, die sich aus der aktuell verfügbaren Bandbreite und der Latenzzeit ergeben, welche für die ständige Kommunikation der Teilnehmer erforderlich sind (BSI, 2019).



Die Client-Server-Datenbank weist gegenüber einer Blockchain-Lösung in der Regel einen deutlich erhöhten Durchsatz auf, der überwiegend auf der zentralen Struktur und den damit einhergehenden geringeren Kommunikationsaufwänden basiert. Auch Konsensmechanismen, die in aller Regel viel Zeit in Anspruch nehmen, werden bei zentralen Datenbanken nicht angewandt. Somit ergibt sich ein Durchsatz von um die 56.000 tps, wobei diese Zahl stark systemabhängig ist (BSI, 2019).



Datenplattformen können, ähnlich wie Client-Server-Datenbanken, einen vergleichsweise hohen Durchsatz erreichen. Zum einen besitzen sie in aller Regel keine aufwendigen Konsensmechanismen für Transaktionen wie die Blockchain. Zum anderen sind die Kommunikationsaufwände über die Plattform als zentrale Instanz insgesamt geringer als bei einer verteilten Struktur. Daher können bspw. Handelsplattformen wie der Nasdaq mehrere Millionen tps erreichen (Greene, 2017). Jedoch ist dies ebenso wie bei Blockchain und Client-Server-Datenbank von der Ausgestaltung der jeweiligen Datenplattform abhängig. Wenn die Datenplattform Prüfschritte übernimmt, in großem Umfang Daten speichert und eventuell sogar einzelne Prozesse (z. B. die Berechnung von Zeitreihen) durchführt, kann dies den Durchsatz verlangsamen.

Die Betrachtung des **Ressourcenbedarfs** impliziert sowohl den Bedarf an Speicherkapazitäten als auch den Energieverbrauch. Insbesondere Letzterer stand bei Kritikern der Blockchain immer wieder im Mittelpunkt und fließt daher in die hier vorgenommene Bewertung der Technologien ein (BSI, 2019). Allerdings steht der Ressourcenbedarf nicht in direktem Zusammenhang mit den Anforderungen der Datenarten und wird daher im weiteren Verlauf als übergeordnetes Technologie-Kriterium verstanden.



gering

Im Rahmen der Blockchain-Technologie ist der Ressourcenbedarf anwendungsabhängig und somit nicht pauschal zu benennen. Grundsätzlich gilt es auch hier zwischen öffentlicher und privater Blockchain zu unterscheiden, da bei einer öffentlichen Blockchain aufgrund ihrer höheren

Teilnehmerzahl ein deutlich größerer Speicherbedarf besteht. Bei einer privaten Blockchain ist diese Problematik weniger stark ausgeprägt und lässt sich zudem durch regelmäßiges Löschen oder Komprimieren abmildern. Hier müssen jedoch je nach Anwendungsfall datenschutzrechtliche Bestimmungen beachtet werden.

Ein häufig kritizierter Aspekt der Blockchain ist der im Vergleich zu den anderen Technologien hohe Stromverbrauch, der überwiegend bei der Anwendung des Konsensmechanismus Proof of Work anfällt (Reetz, 2019). Allein die Bitcoin-Blockchain hat laut der Universität Cambridge einen jährlichen Stromverbrauch von rund 140 TWh (Stand: Mai 2021) und übertrifft damit den Jahresverbrauch von ganz Schweden (University of Cambridge, 2021). Allerdings gilt auch bezüglich des Energiebedarfs, dass die Problematik überwiegend bei öffentlichen Blockchains anfällt und mit der Teilnehmerzahl in Relation zu setzen ist. Für eine private Blockchain mit geringerer Teilnehmerzahl können hingegen andere Konsensmechanismen genutzt werden, wie etwa der Proof of Stake, der im adaptierten Ethereum-Ökosystem der Energy Web Foundation Anwendung findet. Insgesamt kann der Energiebedarf der Blockchain insgesamt als gering eingestuft werden (BSI, 2019).



Gegenüber der dezentralen Speicherung der Blockchain gestaltet sich die Datenspeicherung bei der Client-Server-Datenbank deutlich sparsamer, da hier durch die zentrale Speicherung die benötigten Kapazitäten sinken. Lediglich die redundante Datenspeicherung im Rahmen von Sicherheitskopien kann für einen erhöhten Speicherbedarf sorgen. Auch der Kommunikationsaufwand und der damit einhergehende Energiebedarf sind bei zentralen Datenbanken gegenüber der Blockchain deutlich geringer (BSI, 2019).



Der Ressourcenbedarf von Datenplattformen ist mit dem der Client-Server-Datenbanken vergleichbar. Der Energiebedarf für die standardisierte Kommunikation ohne umfangreiche Konsensmechanismen ist relativ gering. Da die Plattform selbst lediglich als Schnittstelle zwischen den Teilnehmern fungiert, ist der benötigte Speicherplatz ebenfalls als gering einzuschätzen. Auch hier gilt jedoch, dass der Energie- und Speicherbedarf abhängig vom Funktionsumfang der jeweiligen Datenplattform variieren kann und somit unter Umständen auch höher einzustufen ist. Außerdem ist zu beachten, dass bei den einzelnen Teilnehmern Speicherplatz zur Verfügung stehen muss, da diese die Daten eigenständig und somit dezentral speichern.

Die nachfolgende Grafik fasst die Bewertung der Technologien anhand der aufgeführten Kriterien zusammen.

Eigenschaften	Blockchain	Client-Server-Datenbank	Datenplattform
Integrität	++	o	+
Authentizität	+	o	o
Verfügbarkeit	++	o	+
Vertraulichkeit	o	+	+
Anonymität/Pseudonymität	–	+	+
Durchsatz	+	++	++
Ressourcenbedarf	Gering	Sehr gering	Sehr gering

Abbildung 9: Bewertung der Eignung ausgewählter Technologien

5.2. Erhebung der Anforderungen von Datenarten

Im folgenden Abschnitt werden wesentliche Anforderungen der verschiedenen Datenarten im energiewirtschaftlichen Kontext der Marktkommunikation aufgestellt. Unter einer Anforderung wird in diesem Zusammenhang eine bestimmte Eigenschaft oder Funktion verstanden, die erfüllt werden muss oder zumindest nach Möglichkeit erfüllt werden sollte. Anschließend wird ermittelt, welches der Technologie-Kriterien aus Abschnitt 5.1 diese Anforderungen erfüllen kann. Hierfür ist eine Unterscheidung zwischen Stamm- und Bewegungsdaten sinnvoll. Bei den Stammdaten wird zusätzlich zwischen personenbezogen und nicht-personenbezogen unterschieden, da sich aufgrund rechtlicher Vorgaben (z. B. EU-DSGVO, MsbG) insbesondere für personenbezogene Daten hohe Datenschutzerfordernisse ergeben. Diese Unterscheidung wird hingegen für Bewegungsdaten nicht als notwendig erachtet, da der Personenbezug bspw. bei Messzeitreihen zum Verbrauch erst durch die Kombination mit personenbezogenen Stammdaten wie der MaLo-ID entsteht. Schließlich wird für jede der Datenarten bewertet, ob die einzelnen Technologie-Kriterien eine jeweils niedrige, mittlere oder hohe Relevanz für die Erfüllung der spezifischen Anforderungen haben. Die Anforderungen für die einzelnen Datenarten ergeben sich aus den in Kapitel 3 beschriebenen regulatorischen Vorgaben sowie den in Kapitel 4 benannten Herausforderungen.

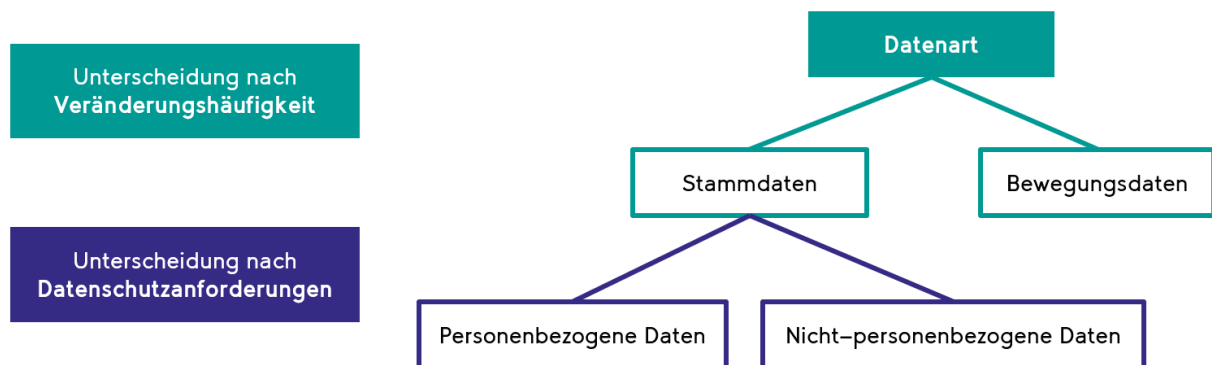


Abbildung 10: Clustering der Datenarten

5.2.1. Anforderungen von Stammdaten

In der Energiewirtschaft bilden einzelne Stammdaten oftmals die Grundlage für mehrere unterschiedliche Marktprozesse. Dies zeigt beispielhaft die Marktpartner-Identifikationsnummer (MP-ID): Bei der Kommunikation über EDIFACT werden in jeder versendeten Nachricht zu Beginn die MP-ID des eigenen Unternehmens und die MP-ID des Kommunikationspartners genannt. Falls eine der beiden MP-IDs bspw. verwechselt oder falsch eingetragen wurde, wird die Nachricht vom EDI-System des Kommunikationspartners missverstanden oder als fehlerhaft bewertet. Dies führt bei den Beteiligten zu Mehraufwand, da ein manueller Klärungsprozess eingeleitet werden muss. Somit ist es essenziell, die in der Marktkommunikation verwendeten Stammdaten vollständig und korrekt zu halten. Außerdem ist Widerspruchsfreiheit von Bedeutung, das heißt, dass sich Informationen in Datensätzen nicht gegenseitig widersprechen sollten. Dies lässt sich am Beispiel Lieferantenwechsel verdeutlichen: Wenn dem neuen Stromlieferanten und dem Netzbetreiber widersprüchliche Angaben zum Kunden bspw. bezüglich der Zuordnung der MaLo-ID vorliegen, muss ein Klärungsprozess angestoßen werden, der zu Verzögerungen führt. Ebenso können aufwendige Clearingprozesse bei der Bilanzkreisabrechnung durch die korrekte und widerspruchsfreie Hinterlegung der Stromkunden bei allen

involvierten Akteuren vermieden werden. Die Korrektheit, Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit von Stammdaten kann vor allem mithilfe der **Integrität** einer Technologie erreicht werden. Darüber hinaus muss bei der Marktkommunikation gewährleistet sein, dass der Datenaustausch sicher gestaltet ist und die empfangenen Daten sowie deren Versender glaubwürdig sind. Diese Glaubwürdigkeit der Daten und Teilnehmer in einem System kann mittels des Technologie-Kriteriums **Authentizität** erfüllt werden.

Ein weiteres im Rahmen des Stakeholder-Prozesses benanntes Problem sind zu spät oder nicht übertragene Stammdaten. Als Beispiele wurden langwierige Zählerwechselprozesse und mühsame Beschaffungsvorgänge für Anlagendaten aufgeführt. Die Lösung hierfür kann in einer hohen **Verfügbarkeit** der Stammdaten für alle berechtigten Akteure bestehen. Dadurch könnte gleichzeitig bei einzelnen Prozessen Zeit eingespart werden, da Prozessschritte zur Weitergabe von Daten wegfallen. Erneut bietet dafür der Lieferantenwechsel ein Beispiel: Im Rahmen dieses Prozesses werden einzelne Daten wie etwa die Information über den Lieferantenwechsel lediglich an andere Akteure weitergeleitet. Dieser Schritt könnte entfallen, wenn ein direkter Zugriff auf die Daten durch alle Beteiligten möglich ist. Kürzere Prozesszeiten ließen sich auch durch über den Einsatz einer Technologie erreichen, die einen hohen **Durchsatz** bei der Datenübermittlung verspricht. Dieses Kriterium wird jedoch bei Stammdaten in der derzeitigen Marktkommunikation als weniger wichtig eingestuft, da der Umfang der ausgetauschten Datenmenge im Vergleich zu Bewegungsdaten (Zeitreihen, Echtzeitdaten etc.) geringer ist. Zukünftig könnte der Durchsatz bei Stammdaten allerdings an Bedeutung gewinnen, wenn sich bspw. Anlagen zur Erbringung verschiedener Dienstleistungen wie Flexibilität oder Redispatch automatisiert an- und ummelden können.

5.2.1.1. Personenbezogene Stammdaten

Die besonderen Anforderungen, die sich bei personenbezogenen Stammdaten ergeben, sind vor allem auf die EU-DSGVO sowie auf das MsbG zurückzuführen. Zunächst muss gewährleistet sein, dass auf die betreffenden Daten nur berechtigte Marktteure wie Messstellenbetreiber oder Netzbetreiber Zugriff haben. Diese dürfen die Daten ausschließlich zu energiewirtschaftlichen Zwecken verarbeiten, wie es in den Regularien definiert sind. Um diese rechtlichen Anforderungen zu erfüllen, ist eine entsprechende Zugangssicherheit zu den Daten bspw. über ein Zugriffsrechte-Management zwingend erforderlich. Dies kann durch eine Technologie erreicht werden, die eine hohe **Vertraulichkeit** der übermittelten Daten ermöglicht.

Zudem müssen personenbezogene Daten fallabhängig pseudonymisiert oder anonymisiert bzw. gelöscht werden können. Für betroffene Personen besteht in diesem Zusammenhang das „Recht auf Vergessenwerden“. Hier sind die Kriterien **Vertraulichkeit** und insbesondere **Anonymität/Pseudonymität** von Bedeutung. Sobald personenbezogene Daten erfasst und verwendet werden, muss dies nachvollziehbar dokumentiert sein. Die Nachvollziehbarkeit kann durch das Technologie-Kriterium **Integrität** erfüllt werden. Gleichzeitig wird von den Regularien Datensparsamkeit gefordert. Es dürfen also nur so viele Daten von den betroffenen Personen gesammelt werden, wie für die jeweiligen Prozesse unbedingt notwendig sind. Eine redundante und übermäßige Datenspeicherung an unterschiedlichen Stellen ist zu vermeiden, da lediglich diejenigen Akteure die Daten halten und verarbeiten dürfen, die diese zwingend für die Abwicklung energiewirtschaftlicher Zwecke benötigen. Auch hierfür spielt **Integrität** eine Rolle. Ferner ist die Haltung von Stammdaten mit Personenbezug für die Abwicklung vieler Kommunikationsprozesse, insbesondere in den Bereichen Kundenbelieferung (GPKE) und Abrechnung (MaBiS), zwingend notwendig. Allerdings sind diese Prozesse zeitlich nachgelagert und/oder nicht kritisch für die Sicherstellung der Netzstabilität. Daher kann ein Ausfall beim Zugriff auf personenbezogene Stammdaten für kurze Zeit aus Sicht der Netzstabilität verkraftet werden. Die Robustheit des Systems und somit die **Verfügbarkeit** der Daten ist jedoch nicht zu vernachlässigen.

Im nachfolgenden Diagramm ist die Bewertung der Technologie-Kriterien für personenbezogene Stammdaten zusammengefasst.

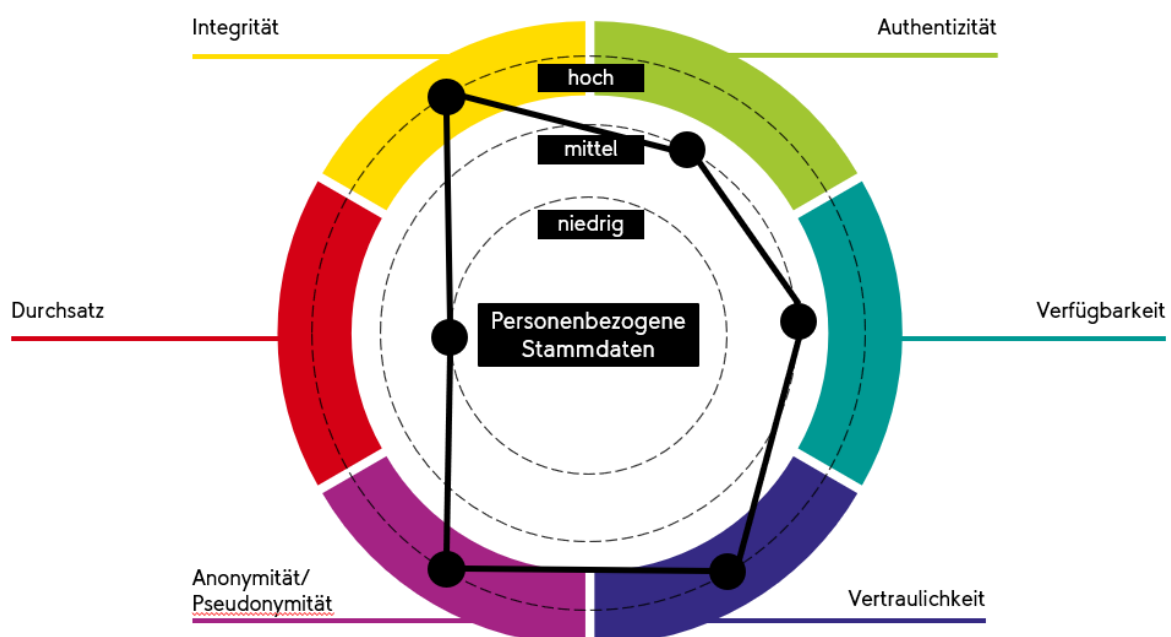


Abbildung 11: Anforderungen personenbezogener Stammdaten

5.2.1.2. Nicht–personenbezogene Stammdaten

Nicht–personenbezogene Daten, wie etwa Anlagen– oder Netzzustandsdaten, gelten nach den Datenschutzregularien als weniger kritisch, sofern keine direkten oder indirekten Rückschlüsse auf Personen möglich sind. Dennoch kann es bspw. vertragliche Individualvereinbarungen geben, die ein Anonymisieren oder Pseudonymisieren der Daten vorschreiben. Außerdem gibt das MsbG vor, dass eine Löschung von Anlagendaten spätestens zwölf Monate nach der Stilllegung der betreffenden Anlage erfolgen muss. Daher ist das Kriterium **Anonymität/Pseudonymität** auch hier von Bedeutung, wenn auch im Vergleich zu den personenbezogenen Daten in geringerem Maße.

Die Energieversorgung muss als kritische Infrastruktur vor potenziellen Bedrohungen bzw. Angriffen geschützt werden und besitzt daher eine besondere Schutzwürdigkeit. Der Schutz des Energiesystems muss auch durch eine sichere Marktkommunikation gewährleistet sein. Dies betrifft insbesondere Daten zu Anlagen und Netzen. Deren Schutzbedarf hat sich durch die Einführung des MaStR nochmals verschärft, da sensible Anlagendaten, die vorher gar nicht oder nur dezentral verfügbar waren, nun in einem Register zentral zusammengefasst sind. Ein Beispiel hierfür bildet die sogenannte Schwarzstartfähigkeit, das ist die Fähigkeit eines Kraftwerks, ohne externen Strom hochzufahren. Kraftwerke mit dieser Fähigkeit sind bei einem Netzausfall essenziell, um die Stromversorgung im Netz wiederherzustellen. Daher ist die Schwarzstartfähigkeit im MaStR ein vertrauliches Datum, das nicht öffentlich zugänglich sein darf. Weitere vertrauliche Anlagendaten im Register sind bspw. die „Inselbetriebsfähigkeit“ oder die „Präqualifizierung von Regelernergie“. Somit ist die **Vertraulichkeit** bei der Datenübertragung, Speicherung, Verarbeitung und dem Datenzugriff bestimmter Anlagendaten zu gewährleisten. Da dies aber nur auf den kleineren Teil von Anlagendaten zutrifft, müssen viele von ihnen nicht streng vertraulich behandelt werden und sind teilweise sogar öffentlich einsehbar.

Zudem ist eine hohe **Integrität** erforderlich, da nicht–personenbezogene Daten bspw. im MaStR und bei den Netzbetreibern redundant gehalten werden, was zu Fehlern und Widersprüchlichkeiten führen kann. Der Zugriff auf Anlagendaten wie bspw. die minimale Anfahrtszeit oder die Änderungsgeschwindigkeit der Leistung sind jedoch für die Steuerung von Erzeugung und Verbrauch und somit für den Netzbetrieb entscheidend. Auf diese Daten müssen Marktakteure wie bspw. die Netzbetreiber zur Abwicklung des RD 2.0 unterbrechungsfrei Zugriff haben, um die Netzstabilität gewährleisten zu können. Dies kann durch eine hohe **Verfügbarkeit** sichergestellt werden.

Die Bewertung der Kriterien für nicht–personenbezogene Stammdaten ist in der nachfolgenden Abbildung visualisiert.

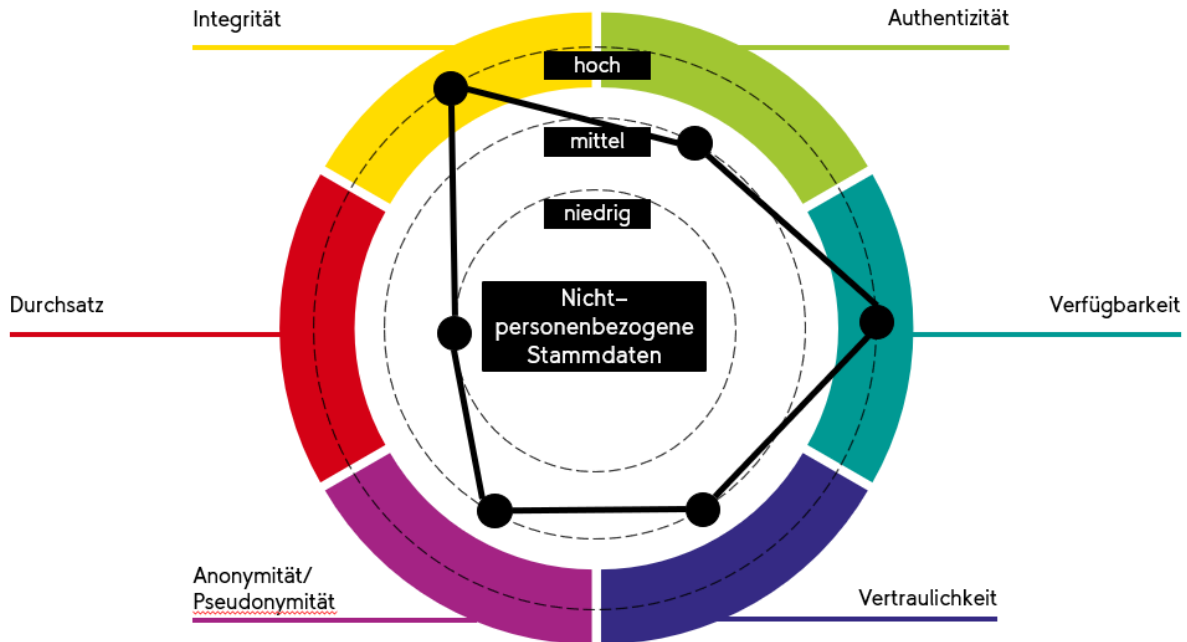


Abbildung 12: Anforderungen nicht–personenbezogener Stammdaten

5.2.2. Anforderungen von Bewegungsdaten

Bewegungsdaten müssen ebenso wie Stammdaten eine hohe Qualität besitzen. Nur auf der Grundlage korrekter, vollständiger und widerspruchsfreier Einspeise– und Lastgangdaten sind bspw. Prognosen möglich, die das Gleichgewicht zwischen Ein– und Ausspeisung im Netz ermöglichen. Im Zuge des Ausbaus erneuerbarer Energien mit ihrem volatilen Charakter, der Zunahme steuerbarer Lasten und des rasanten Wachstums der E–Mobilität hat diese Notwendigkeit zusätzlich an Bedeutung gewonnen. Fehlerfreie und vollständige Datensätze sind vor allem durch die **Integrität** einer Technologie zu erreichen. Darüber hinaus muss bei der Kommunikation die Glaubwürdigkeit von Bewegungsdaten und Marktpartnern gewährleistet sein. Die dafür erforderliche Prüfung kann angesichts des großen Volumens an Bewegungsdaten, die in jedem Moment ausgetauscht werden, nur automatisiert durch das System selbst geschehen. Dementsprechend muss das System die **Authentizität** der ausgetauschten Daten und der Teilnehmer sicherstellen. Bei Bewegungsdaten, die Rückschlüsse auf einzelne Personen ermöglichen, spielt auch der Datenschutz eine wichtige Rolle. Dies betrifft bspw. personenbezogene Netzzustandsdaten, die laut MsbG vom MSB unmittelbar nach erfolgreicher Übermittlung anonymisiert bzw. gelöscht werden müssen. Generell besteht für die Marktakteure die Pflicht, Messwerte unverzüglich zu löschen, sobald ihr gesetzlich definierter Zweck erfüllt wurde. Aus diesem Grund ist auch die Architektur des SMGW mit dem 15–Minuten–Messintervall auf Datensparsamkeit ausgelegt, um weitreichende Rückschlüsse auf die Person zu verhindern. Zusätzlich legt der Tarifierungsfall 1 des SMGW fest, dass Verbrauchern die Möglichkeit geboten werden soll, einen datensparsamen Tarif mit bspw. nur monatlicher Übermittlung der Messwerte zu wählen. Um diese rechtlichen

Anforderungen zu erfüllen, sind **Anonymität** und vor allem ein beschränkter Datenzugriff durch **Vertraulichkeit** zu gewährleisten.

Ferner wurde von den Stakeholdern ein zu später Zugriff bzw. eine zu späte Übermittlung von Bewegungsdaten als Problem benannt. Hierfür bietet die Bilanzkreisabrechnung ein Beispiel, in der bei nahezu jedem Prozessschritt eine Weiterleitung und/oder Prüfung von Daten stattfindet. Dadurch entstehen lange Prozessketten, in denen Daten teils erst spät bzw. verzögert abrufbar sind. Durch die Erhöhung der **Integrität** und **Verfügbarkeit** der Technologie können diese Schritte überflüssig werden, was die betreffenden Daten schneller verfügbar macht und Prozesszeiten verkürzt. Auch durch eine höhere Übertragungsrate können kürzere Prozesszeiten erreicht werden. Gleichzeitig ist es möglich, bei Einspeise- und Lastgangdaten die Datengranularität, die derzeit überwiegend beim 15-Minuten-Intervall liegt, noch zu steigern, um noch hochwertigere Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen zu erreichen. Für einen Austausch von Echtzeitdaten im Rahmen des RD 2.0, wie etwa die Wirkleistung oder der aktuell nutzbare Energieinhalt (bei Speichern), sind hohe Übertragungsraten sogar zwingend notwendig. Maßgeblich wird die Übertragungsrate vom **Durchsatz** in einem System beeinflusst. Zudem müssen Bewegungsdaten jederzeit verfügbar sein. Wenn systemrelevante Bewegungsdaten auch nur für kurze Zeit nicht abrufbar sind, kann dies die Netzstabilität gefährden. Dies trifft insbesondere auf die bereits angeführten echtzeitkritischen Daten im RD 2.0 zu. Somit ist eine hohe **Verfügbarkeit** von Bewegungsdaten, insbesondere im Netzbereich, sicherzustellen.

Die folgende Abbildung enthält die Übersicht zur Einordnung der Kriterien bei Bewegungsdaten.

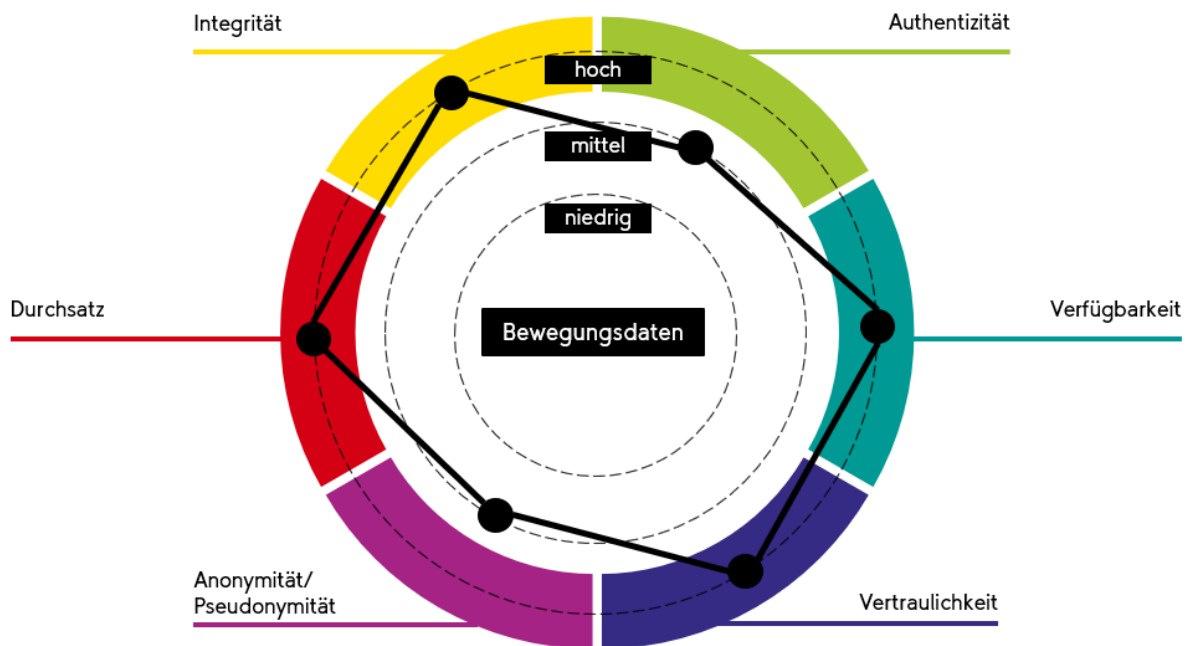


Abbildung 13: Anforderungen von Bewegungsdaten

5.3. Auswertung und Zuordnung der Technologien zu den Datenarten

Um eine Zuordnung der Technologien zu den betrachteten Datenarten zu ermöglichen, werden zunächst jeweils die erhobenen Anforderungen mit den Technologieeigenschaften zusammengeführt. Dies wird für die drei Datenarten jeweils in Form eines Balkendiagramms grafisch dargestellt, die damit gemeinsam die Basis für die anschließende Konzeption einer alternativen Technologielandschaft liefern. In den Diagrammen sind auf der oben angeordneten x-Achse die Gewichtungen der Anforderungen (niedrig, mittel, hoch) und auf der unten befindlichen x-Achse die jeweiligen Technologiebewertungen (—, —, o, +, ++) dargestellt. An der y-Achse befinden sich die Eigenschaften der betrachteten Technologien:

5.3.1. Personenbezogene Stammdaten

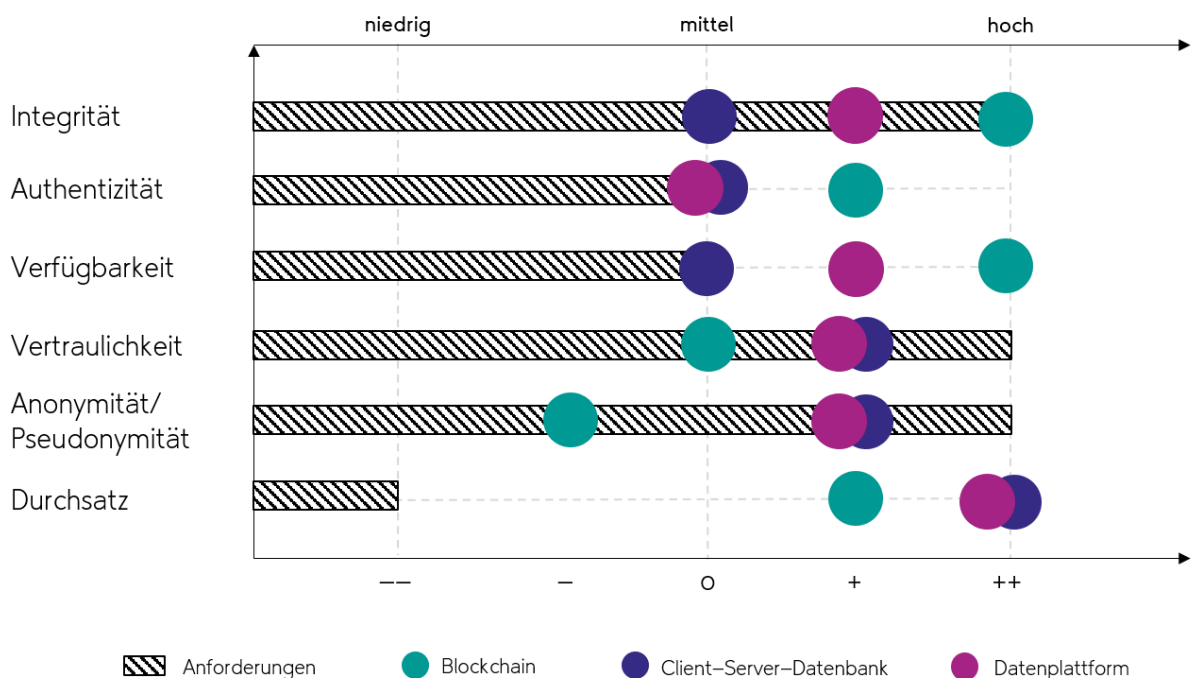


Abbildung 14: Zuordnung der Technologien zu personenbezogenen Stammdaten

Die Grafik zeigt, dass die Stärken der Blockchain insbesondere in der Integrität, Authentizität und Verfügbarkeit liegen. Damit wird die Blockchain als einzige den hohen Anforderungen personenbezogener Stammdaten zur Integrität gerecht und übertrifft hier sogar die Anforderungen der Kriterien Authentizität und Verfügbarkeit. Durch den Einsatz einer Blockchain könnte somit der aktuell häufig stattfindenden redundanten Datenhaltung der Teilnehmer entgegengewirkt und auf diese Weise das Zielbild einheitlicher, nachvollziehbarer und widerspruchsfreier Stammdaten realisiert werden. Gerade im Rahmen der personenbezogenen Stammdaten, welche datenschutzrechtlich als sensibel einzustufen sind, kann die Blockchain durch die Vermeidung redundanter und übermäßiger Datenspeicherung die Anforderungen der DSGVO zur Datensparsamkeit erfüllen. Über die hohe Integrität der in einer Blockchain befindlichen Daten könnten sich weitreichende positive Auswirkungen auf marktkommunikationsrelevante Prozesse ergeben. So würde etwa die Verfügbarkeit zugänglicher und korrekter Stammdaten vielen der in Kapitel 4 definierten Herausforderungen

entgegenwirken, wodurch bspw. ein Großteil der Prüfprozesse im Rahmen der MaBiS wegfallen könnte, welche bislang aufgrund widersprüchlicher Stammdaten notwendig werden. Die Verfügbarkeit von Daten und die damit einhergehende hohe Robustheit gegen Manipulation, die eine Blockchain auszeichnet, stellen einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor beim Umgang mit personenbezogenen Stammdaten dar.

Bezüglich der Kriterien Vertraulichkeit und Anonymität/Pseudonymität übersteigen die Anforderungen personenbezogener Stammdaten allerdings die Eigenschaften der Blockchain. Da diese Kriterien sich weitestgehend auf datenschutzrelevante Aspekte beziehen, welche bei personenbezogenen Daten eine maßgebliche Rolle spielen, dürfen sie keineswegs außer Acht gelassen werden. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, im Hinblick auf die Erfüllung weiterer Vorgaben der DSGVO neben der Blockchain die Client–Server–Datenbank in Betracht zu ziehen. Die Datenplattform hingegen scheint in diesem Zusammenhang keine sinnvolle Ergänzung zur Blockchain zu sein. Sie weist zwar gewisse Vorteile in datenschutzrechtlichen Aspekten auf, unterscheidet sich jedoch aufgrund ihrer zumindest teilweise dezentralen Struktur nicht ausreichend von der Blockchain. Die Blockchain ist an dieser Stelle gegenüber der Datenplattform zu bevorzugen, da sie vor allem hinsichtlich der Integrität Vorteile bietet.

Ferner ist der Einsatz von Smart Contracts im Zusammenhang mit der Blockchain denkbar. Diese werden fest in den Programmcode der Blockchain integriert und können ereignisbedingt Prozesse ausführen, indem vorher definierte Zustände erreicht werden. Damit Smart Contracts ablaufen können, muss zudem vorab ein Konsens zwischen den Teilnehmern erreicht werden. Dafür wird kein Intermediär benötigt, da das hierzu nötige Vertrauen auf den Sicherheits- und Konsensmechanismen der Blockchain beruht (Furrer & Deck, 2019). Somit gelten auch für Smart Contracts die hohen Sicherheitseigenschaften einer Blockchain, was das Risiko einer Manipulation minimiert.

Ein häufig auftretender Kritikpunkt an der Blockchain ist darin begründet, dass einmal im System gespeicherte Daten bzw. durchgeführte Transaktionen nicht bearbeitet oder gelöscht werden können. Obwohl dies maßgeblich zu den hohen Sicherheitseigenschaften der Blockchain insbesondere in den Kriterien der Integrität und Authentizität beiträgt, entstehen dadurch Komplikationen hinsichtlich der datenschutzrelevanten Vorgaben. In diesem Zusammenhang wird häufig das in der DSGVO formulierte „Recht auf Vergessenwerden“ aufgeführt. Um den diesbezüglichen Anforderungen gerecht zu werden, besteht die Möglichkeit, personenbezogene Daten nicht in der Blockchain selbst zu speichern, sondern in einer externen Client–Server–Datenbank, also einem zentralen Register. Die Daten werden dann in der Blockchain lediglich über einen zugewiesenen Hashwert (digitaler Fingerabdruck) referenziert, während die eigentlichen schützenswerten Inhalte der Datensätze auf dem zentralen Server liegen. Dies ermöglicht es, sowohl die Vorteile der Blockchain als auch die der Client–Server–Datenbank zu nutzen. Die Daten wären in diesem Fall über die zentrale Datenbank mithilfe eines entsprechenden Rechtemanagements jederzeit und widerspruchsfrei für alle berechtigten Teilnehmer zugänglich. Außerdem würde durch die Blockchain jegliche Änderung der Daten nachvollziehbar protokolliert und unbemerkte Manipulationen des Systems wären durch die hohe Robustheit der Blockchain nahezu ausgeschlossen. Die Auslagerung der Daten auf eine Client–Server–Datenbank erlaubt zusätzlich das Wahrnehmen der Vorteile einer zentralen Speicherung und ermöglicht damit den vertraulichen Umgang mit personenbezogenen Daten. Die Verwendung kryptografischer Verfahren sorgt darüber hinaus für eine Anonymisierung oder Pseudonymisierung der Daten und somit für einen DSGVO-konformen Umgang mit personenbezogenen Stammdaten.

Ein weiterer Kritikpunkt, der häufig im Zusammenhang mit der Blockchain genannt wird, ist der hohe Stromverbrauch dieser Technologie. Dieser ist maßgeblich von der Wahl der Blockchain abhängig, wobei eine

öffentliche Blockchain in der Regel einen deutlich höheren Stromverbrauch hat als eine genehmigungsbasierte. Für den Umgang mit personenbezogenen Stammdaten kann je nach Ausgestaltung sowohl der Einsatz einer privaten/genehmigungsbasierten Blockchain als auch der einer öffentlichen Blockchain sinnvoll sein. Da hier die Wahl des Konsensmechanismus entscheidend für den Stromverbrauch ist, sollte diese vorab erfolgen. Ein deutlich geringerer Stromverbrauch bei der Konsensfindung kann bspw. über die vorherige Benennung administrativer Rollen (durch die BNetzA o. Ä.) erzielt werden. Durch solche Maßnahmen können aber andere Eigenschaften der Blockchain, wie bspw. die Integrität, beeinträchtigt werden. Daher ist eine genaue Abwägung der Prioritäten im Vorhinein notwendig.

Die Betrachtung zeigt, dass eine Kombination von Blockchain und Client–Server–Datenbank als hybride Technologieoption die sicherheitsrelevanten Anforderungen erfüllen kann, die bei personenbezogenen Stammdaten im Mittelpunkt stehen. Der Fokus liegt hierbei weniger auf effizienzorientierten Kriterien (bspw. Durchsatz), weshalb diese Kombination eine sinnvolle Weiterentwicklung der aktuellen Technologielandschaft darstellen kann. Mit Blick auf die Zukunft und einen immer dezentraler werdenden Energiemarkt kann ein solcher hybrider Lösungsansatz auch mittel- bis langfristig eine Option sein.

5.3.2. Nicht–personenbezogene Stammdaten

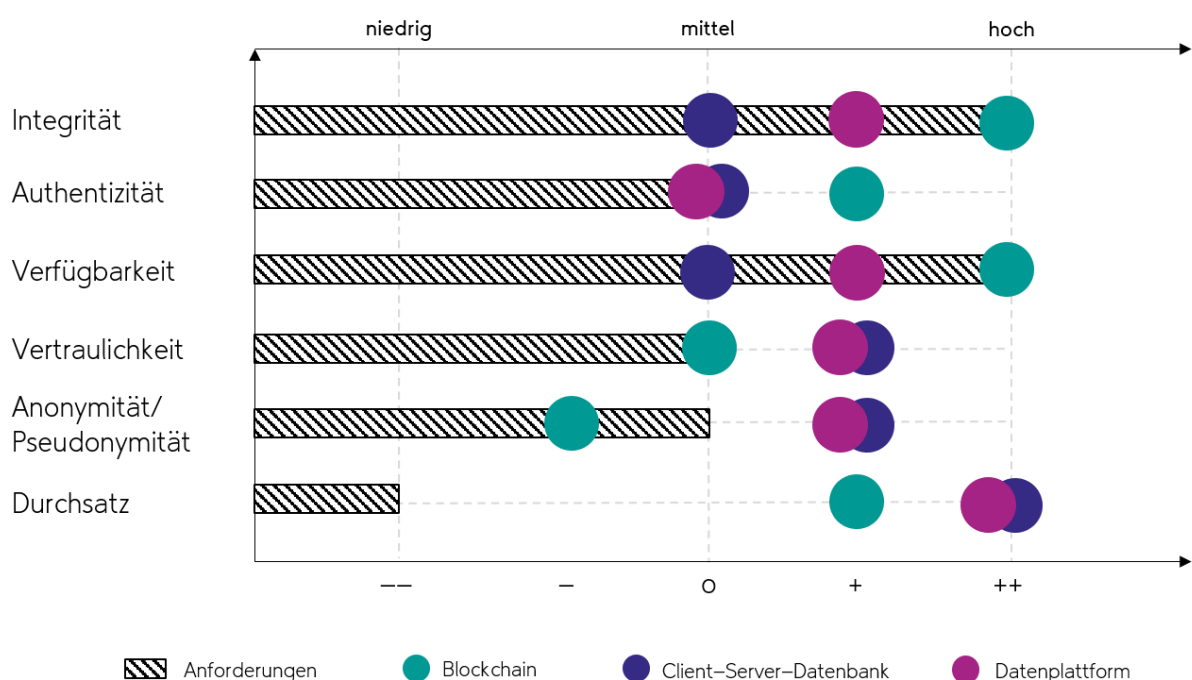


Abbildung 15: Zuordnung der Technologien zu nicht–personenbezogenen Stammdaten

Auf den ersten Blick zeichnet sich für nicht–personenbezogene Stammdaten ein ähnliches Bild ab wie für personenbezogene Stammdaten. Daher bietet es sich an, ebenfalls die Blockchain für den Umgang mit den Daten näher zu betrachten. Auch hier überwiegen die Vorteile der Technologie im Hinblick auf Integrität, Authentizität und Vertraulichkeit, wodurch die Korrektheit der übertragenen Daten steigt und es gleichzeitig zu weniger Widersprüchlichkeiten und Redundanzen in der Datenhaltung kommt.

Der größte Unterschied zu den personenbezogenen Stammdaten besteht bei der Sensibilität der Daten. Für nicht–personenbezogene Stammdaten gelten grundsätzlich weniger strenge Vorschriften, weshalb Anonymität

eine weniger zentrale Rolle spielt. Daher ist eine Auslagerung der Daten auf einen externen Server grundsätzlich nicht nötig. Zwar gibt es vereinzelt auch sensible nicht–personenbezogene Stammdaten, wie zuvor am Beispiel der Schwarzstartfähigkeit verdeutlicht wurde. Für solche Daten wäre eine externe Speicherung als zusätzlicher Sicherheitsfaktor denkbar. Der überwiegende Anteil nicht–personenbezogener Stammdaten gilt jedoch als weniger sensibel und kann somit direkt in einer Blockchain gespeichert werden. Je nach Anwendungsfall ist auch hier grundsätzlich sowohl der Einsatz einer öffentlichen als auch der einer genehmigungsbasierten Blockchain möglich.

Der Einsatz einer öffentlichen Blockchain ist zur Erfüllung der bestehenden Pflicht jedes Stromerzeugers (dies gilt auch für Privatpersonen), die eigenen Stammdaten in das MaStR einzupflegen, geeignet, welche die öffentliche Zugänglichkeit voraussetzt. Jedoch kann auch in diesem Fall die Benennung administrativer Rollen eine sinnvolle Ergänzung darstellen, um bspw. den Strombedarf durch die Anwendung eines effizienten Konsensmechanismus zu verringern. Durch diese Ausprägung würde die ausgewählte Technologie in die Kategorie der „Public–Permissioned“ Blockchain fallen, welche sich dadurch auszeichnet, dass sie öffentlich zugänglich ist, jedoch nur bestimmte Teilnehmer Transaktionen validieren dürfen (Joos, 2018). Darüber hinaus könnte der Einsatz administrativer Rollen auch der Gewährleistung der Validität neuer Stammdaten (z. B. Anlagedaten) dienen, indem digitale Zertifikate von einer zentralen Instanz ausgestellt werden. Diese Zertifikate sind bspw. für die eindeutige Identifizierung technischer Anlagen nutzbar. Auf diese Weise könnten technische Anlagen ohne Intermediär direkt miteinander kommunizieren, was zu einem deutlichen höheren Grad an Automatisierung führen würde. Die Validierung neuer Stammdaten sowie die Zertifizierung technischer Anlagen könnten langfristig korrekte und vertrauenswürdige Daten liefern, welche durch den Einsatz einer Blockchain eindeutig protokolliert wären.

Im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen im Energiemarkt stellt die Blockchain ein sinnvolles Instrument zur Verwaltung von nicht–personenbezogenen Daten dar. Der dezentrale Ansatz erlaubt eine zuverlässige und widerspruchsfreie Datenlandschaft und fördert zudem die Vertraulichkeit und die Aktualität ausgetauschter Daten. Um auch zukünftig eine effiziente Marktkommunikation zu ermöglichen, bedarf es Lösungsansätzen, die in der Lage sind, sich den dynamischen Marktgegebenheiten anzupassen. Die Blockchain bietet dieses Potenzial und bildet auch in Kombination mit anderen Technologien eine sinnvolle Option.

5.3.3. Bewegungsdaten

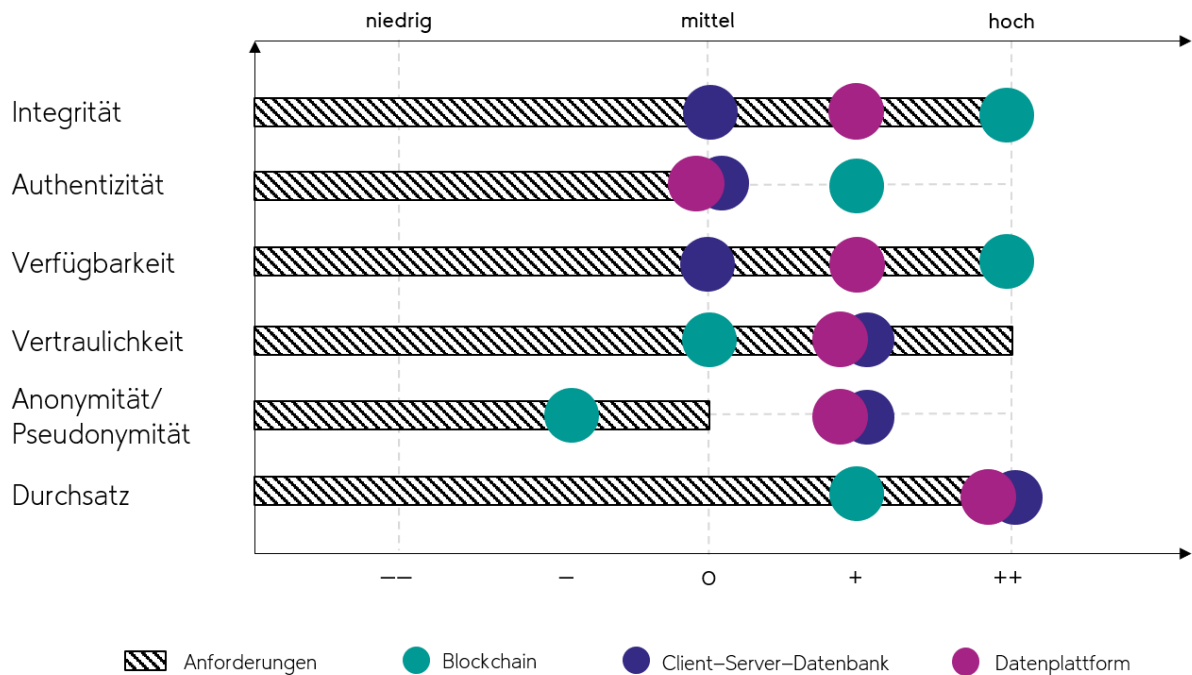


Abbildung 16: Zuordnung der Technologien zu Bewegungsdaten

Die Erhebung der Anforderungen von Bewegungsdaten zeigt, dass hier insbesondere der Umgang mit zeitabhängigen Daten eine entscheidende Rolle spielt. Einige dieser Daten gelten sogar als echtzeitkritisch, diese werden in Zukunft für die Marktkommunikation noch weiter an Bedeutung gewinnen. Die zeitliche Abhängigkeit beinhaltet vergleichsweise hohe Anforderungen an das zugrundeliegende System, welche sich besonders in den Kriterien Integrität, Verfügbarkeit, Vertraulichkeit und Durchsatz widerspiegeln. Um dem echtzeitkritischen Charakter der Daten gerecht zu werden, muss das System in der Lage sein, anfallende Daten durch einen hohen Durchsatz besonders schnell zu verarbeiten. Hierfür kommen sowohl die Client-Server-Datenbank als auch die Datenplattform infrage, was auch aus der obigen Abbildung deutlich wird.

Zudem sind die Verfügbarkeit eines Systems und somit auch die Robustheit gegen Angriffe von außen und damit einhergehende mögliche Ausfälle des Systems von Bedeutung. Anders als im Falle der Stammdaten wirkt sich der teilweise oder sogar vollständige zeitweise Ausfall des Systems bei Bewegungsdaten deutlich stärker auf anfallende Prozesse und damit auch auf die Datenqualität aus. So bewirkt bspw. bereits ein kurzzeitiger Ausfall echtzeitkritischer Daten im Rahmen des RD 2.0 eine Gefährdung für die Netzstabilität. Die Datenplattform bietet hier gegenüber der Client-Server-Datenbank entscheidende Vorteile. Ihre teilweise dezentralen Eigenschaften aufgrund der teilnehmerseitigen Datenhaltung vermeiden einen Single-Point-Of-Failure bei der Datenhaltung, wodurch das System als Ganzes deutlich robuster als eine zentrale Client-Server-Datenbank aufgestellt ist. Zwar kann die Blockchain im Zuge der Verfügbarkeit ebenfalls überzeugen, wird aber angesichts ihres geringeren Durchsatzes sowie der Schwierigkeiten bei Anonymität/Pseudonymität hier nicht weiter betrachtet.

Auch die Korrektheit der Daten in Form der Integrität stellt einen entscheidenden Faktor dar. Dieser Punkt nimmt angesichts des Ausbaus erneuerbarer Energien noch an Bedeutung zu, weil sich die anfallenden Datenmengen infolge der zunehmenden Dezentralität des Energiesystems erhöhen. Aufgrund der steigenden

Integrität der Daten wird die Verringerung aufwendiger Prüfungsprozesse, bspw. im Rahmen der Bilanzierung und Abrechnung, durch automatisierte Verfahren möglich. Dazu könnten auf einer Datenplattform softwareseitig Automatisierungsverfahren implementiert werden, welche insgesamt eine effizientere und dynamischere Kommunikation erlauben würden. Zudem kann die Interoperabilität der auszutauschenden Daten verschiedener Teilnehmer durch den Einsatz einer Datenplattform deutlich gesteigert werden. Im Zusammenspiel mit eindeutig zuweisbaren Identitäten (bspw. der „Self-Description“ bei GAIA-X) und einer damit einhergehenden hohen Authentizität der Daten wird ein sicherer und vertrauensvoller Datenaustausch gewährleistet, welcher durch ein weitreichendes Rechtemanagement systemseitig reguliert werden kann.

Auch im Umgang mit teils sensiblen Daten (wie bspw. personenbezogene Netzzustandsdaten) kann die Datenplattform durch das hier mögliche Rechtemanagement und verschiedene kryptografische Verfahren die hohen Anforderungen erfüllen. So kann gewährleistet werden, dass personenbezogene Daten anonymisiert bzw. pseudonymisiert werden und nur berechtigte Teilnehmer Zugriff auf die für sie relevanten Daten erhalten.

Es wird deutlich, dass die Datenplattform im Hinblick auf die Bewegungsdaten sowohl Vorteile der Client-Server-Datenbank als auch solche der Blockchain in sich vereint. Dies resultiert aus ihrem teilweise dezentralen Charakter, wobei durch die zentral gesteuerte Kommunikation eine höhere Effizienz erreicht wird, als es bei einem vollständig verteilten System der Fall wäre. Die Datenplattform bietet somit als eine Art Mischform ideale Voraussetzungen für den Umgang mit dynamischen Bewegungsdaten.

5.4. Einsatz ausgewählter Technologien in Kommunikationsprozessen

Im folgenden Abschnitt wird an drei zentralen Kommunikationsabläufen in der Energiewirtschaft beispielhaft aufgezeigt, welche Änderungen und Vorteile sich aus der Verwendung der Technologien Blockchain, Client-Server-Datenbank bzw. Datenplattform ergeben können. Dafür wird für jede der oben definierten Datenarten (siehe Abschnitt 5.2) ein jeweils typischer Kommunikationsprozess im Status quo analysiert und darauf aufbauend eine Vision für einen zukünftigen Prozess unter Einsatz der ausgewählten Technologie skizziert. Nachfolgend die beispielhaft ausgewählten Prozesse für die einzelnen Datenarten:

- **personenbezogene Stammdaten: Lieferantenwechsel**
- **nicht-personenbezogene Stammdaten: Registrierung von Akteuren und Anlagen**
- **Bewegungsdaten: Abrechnungsprozess von der Erhebung bis zur Abrechnung**

In den nachfolgenden Abschnitten werden zum Teil Prozessausschnitte verwendet, um auf spezifische Schritte im Ablauf besser eingehen zu können. Die vollständigen Visualisierungen zum Status quo und den Visionen zukünftiger Prozesse sind in den Anhängen 4-10 am Ende des Dokuments einsehbar.

5.4.1. Lieferantenwechsel

Der Einfluss, den ein hybrider Ansatz bestehend aus einer Blockchain und einer Client–Server–Datenbank in der Energiewirtschaft auf den Umgang mit personenbezogenen Stammdaten hat, wird im Folgenden anhand des Lieferantenwechsels dargestellt. Der Vorgang des Lieferantenwechsels ist in den GPKE festgelegt und lässt sich in die drei Prozesse Kündigung, Lieferende und Lieferbeginn unterteilen (BNetzA, 2019). Da die für den Wechselprozess übermittelten Daten zeitnah verwendet werden, können sie als erbringungsnahe Daten bezeichnet werden (siehe Abschnitt 3.2.1). Wie der folgenden Abbildung entnommen werden kann, ist der Prozess im Rahmen der Wertschöpfungskette überwiegend am Ende, also in der Verteilung sowie der tatsächlichen Nutzung der Daten angeordnet.



Abbildung 17: Einordnung des Lieferantenwechsels in die Datenkette

Status quo des Lieferantenwechsels

Der Lieferantenwechsel folgt einem fest definierten Ablauf und wird zunächst dadurch angestoßen, dass ein Kunde einen Vertrag zur Strombelieferung mit einem neuen Lieferanten (LFN) abschließt. Dafür übermittelt der Kunde die benötigten Stammdaten (Kontaktdaten etc.) an den LFN. Dieser informiert daraufhin den alten Lieferanten (LFA) über die Kündigung des aktuellen Belieferungsvertrags mit dem Kunden. Der LFA überprüft nun die erhaltenen Kundendaten und gleicht sie mit den eigenen Daten ab. Idealerweise stimmen die Daten überein, woraufhin der LFA der Kündigung zustimmen kann. Falls der LFA der Kündigung bspw. aufgrund widersprüchlicher Kontaktdaten oder noch bestehender Vertragsfristen nicht zustimmen kann, meldet er dies dem LFN, womit ein bilateraler Klärungsprozess eingeleitet wird. Kommt es dabei zu keiner Lösung, bleibt die Verantwortlichkeit des LFA inklusive des alten Vertragsverhältnisses bestehen.

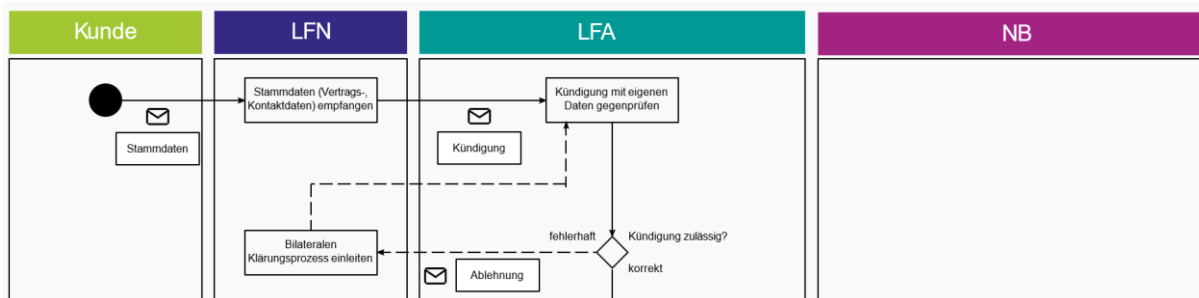


Abbildung 18: Status quo des Lieferantenwechsels, 1

Sobald der LFN die Bestätigung der Kündigung vom LFA erhalten hat, meldet er die Zuständigkeit der betroffenen Marktklokation zum vereinbarten Datum beim NB an. Dieser hat idealerweise die nötigen Informationen zum Lieferende des LFA bereits erhalten und kann somit nach Prüfung der Daten der Anmeldung des LFN zustimmen. Falls vorab keine entsprechenden Informationen des LFA beim NB eingegangen sind, wird eine Abmeldeanfrage erforderlich, welche der NB an den LFA versendet. Ähnlich wie zuvor im Kündigungsprozess prüft der LFA die Abmeldeanfrage auf Korrektheit. Falls sich dabei Widersprüchlichkeiten ergeben, meldet er diese an den NB zurück, der daraufhin den LFN auffordert, zunächst erneut mit dem verantwortlichen LFA in Kontakt zu treten.

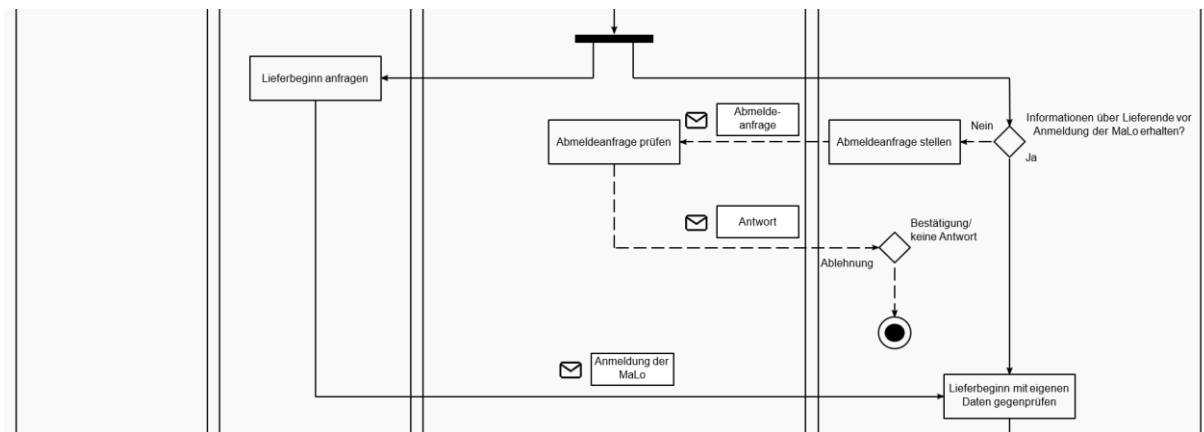


Abbildung 19: Status quo des Lieferantenwechsels, 2

Sobald auch der NB dem Lieferbeginn des LFN zustimmt, erhält der LFN eine Bestätigung sowie Informationen über die aktuell existierende Zuordnung der Marktlotation. Daraufhin beginnt das Lieferantenverhältnis des LFN mit dem Kunden und der Vertrag kann bestätigt werden. Gleichzeitig erhält der LFA eine Mitteilung über die Beendigung der bisherigen Zuordnung und der Kunde kann daraufhin über das Vertragsende informiert werden. In diesem Zuge wird auch eine Schlussrechnung übermittelt. Der NB stößt zudem eine „Stammdatenänderung vom NB ausgehend“ an, welche in den GPKE als eigener Anwendungsfall definiert ist. Damit gilt der Prozess des Lieferantenwechsels als erfolgreich abgeschlossen.

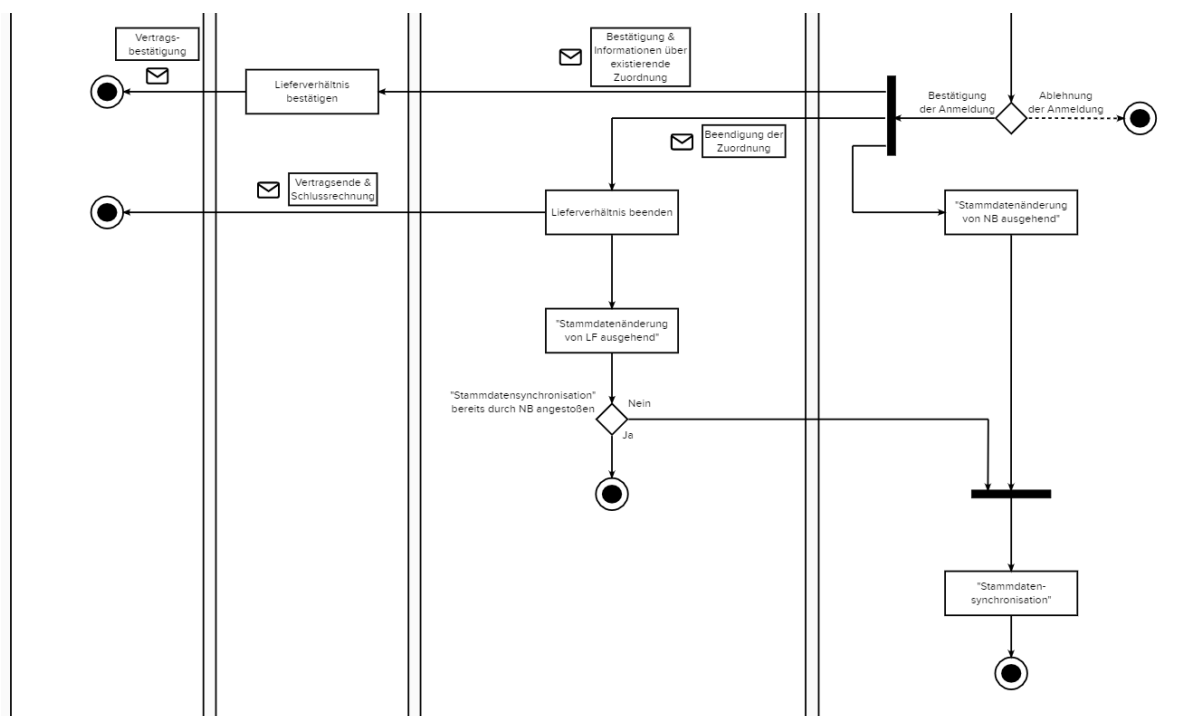


Abbildung 20: Status quo des Lieferantenwechsels, 3

Vision des Lieferantenwechsels

Die nachfolgend skizzierte Vision des Lieferantenwechsels ermöglicht eine deutliche Vereinfachung des Prozesses gegenüber dem Status quo. Gleichzeitig wurden dabei bestehende Kommunikationsstrukturen bestmöglich beibehalten.

Somit beginnt die Vision vergleichbar zum Status quo mit dem Austausch von personenbezogenen Stammdaten, also Vertrags- und Kontaktdaten zwischen Kunde und LFN. Nach Erhalt der benötigten Daten reicht der LFN jedoch nun die Kündigung nicht an den LFA weiter, sondern eröffnet einen sogenannten Statusänderungs-Case innerhalb der Blockchain. Dieser beinhaltet sowohl die Kündigung als auch einen möglichen Lieferbeginn des LFN. Damit die personenbezogenen Daten aber dennoch nicht unwiderruflich in der Blockchain selbst gespeichert werden, was einer DSGVO-Konformität widersprechen würde, prüft ein Smart Contract zunächst, ob bereits ein sogenannter digitaler Zwilling des Kunden vorhanden ist. Ein solcher digitaler Zwilling stellt eine pseudonymisierte Identität des tatsächlichen Kunden auf der Blockchain dar, welche lediglich die Zuständigkeiten der Marktakteure für diesen Kunden abbildet. Rückschlüsse auf die reale Identität des Kunden sind dadurch nicht möglich. Falls ein solcher digitaler Zwilling des Kunden noch nicht besteht, kann dieser zunächst auf der gesicherten Client-Server-Datenbank mithilfe zufallsbasierter Pseudonymisierungsverfahren erzeugt werden. Die Zugehörigkeit des realen Kunden zu diesem digitalen Zwilling ist somit lediglich extern auf der zentralen Datenbank abgelegt, wodurch u. a. das Recht auf Vergessenwerden bewahrt werden kann. Sobald nun ein digitaler Zwilling als Referenz auf der Blockchain vorhanden ist, wird dieser dem zuvor erstellten Statusänderungs-Case zugewiesen, woraufhin die Zuständigkeiten der Marktteilnehmer eindeutig und nachvollziehbar geregelt werden können.

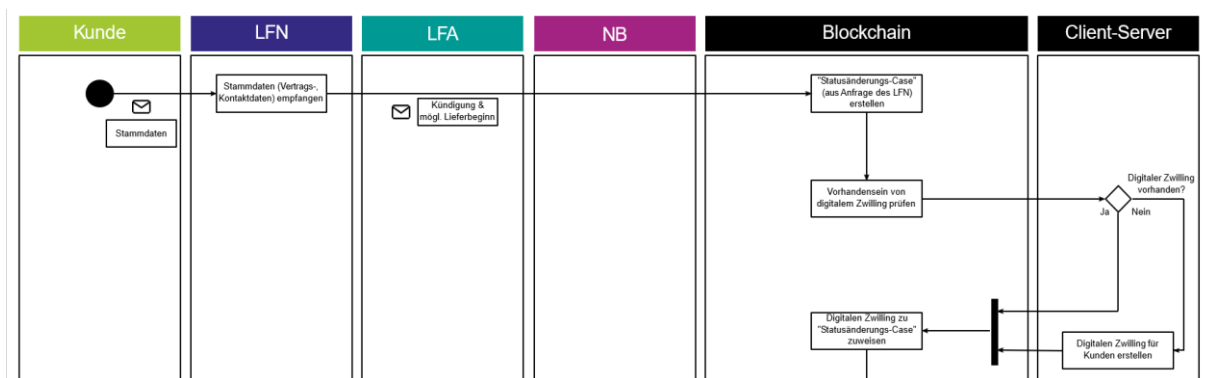


Abbildung 21: Vision des Lieferantenwechsels, 1

Anschließend validiert ein Smart Contract sowohl die Kündigung als auch ein mögliches Lieferende mit dem LFA und prüft, ob es bspw. noch andauernde Vertragslaufzeiten wegen einer Kündigungsfrist des Kunden gibt. Sobald eine Bestätigung des LFA bezüglich des Lieferendes erfolgt, führt der Smart Contract zudem eine Validierung mit dem NB durch, um auch hier die Rechtmäßigkeit des Lieferendes des LFA sowie des Lieferbeginns des LFN sicherzustellen.

An dieser Stelle wäre grundsätzlich auch eine vollautomatische Validierung durch den Smart Contract ohne direkten Kontakt zum LFA oder NB möglich. Dafür müssten die für eine eventuelle Ablehnung relevanten Daten so abgelegt sein, dass der Smart Contract diese eigenständig einbeziehen und prüfen kann. Der hier gewählte Ansatz, auf der Grundlage der Strukturen des Status quo zu arbeiten und somit eine kurz- bis mittelfristig realisierbare Alternative zu schaffen, führt jedoch zunächst zu dem beschriebenen Prozessablauf.

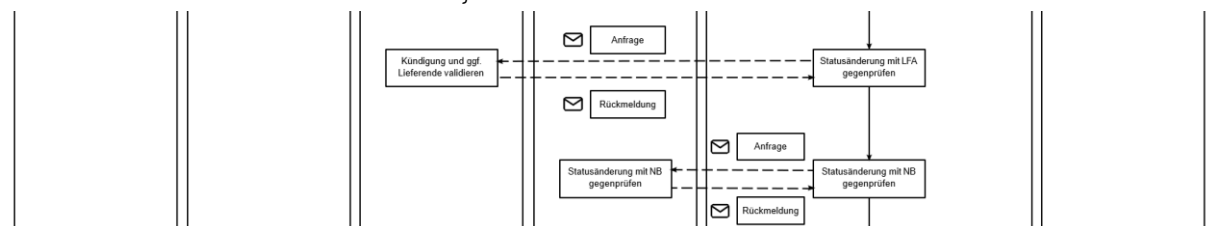


Abbildung 22: Vision des Lieferantenwechsels, 2

Im Falle einer erfolgreichen Validierung mit NB und LFA kann der Smart Contract anschließend die Statusänderung für den betroffenen Case durchführen, wodurch die neuen Zuständigkeiten für den digitalen Zwilling nachvollziehbar zugewiesen werden. Daraus resultierend können auch auf der Client–Server–Datenbank mithilfe eines Rechtemanagements die entsprechenden Zuständigkeiten für den realen Kunden übernommen werden. Infolgedessen verliert der LFA den Zugriff auf die nun für ihn nicht mehr relevanten personenbezogenen Kundendaten, was die Vertraulichkeit dieser Daten sicherstellt. Zudem kann der LFA daraufhin die Kündigung sowie das Lieferende beim Kunden bestätigen. Gleichzeitig erhält der LFN die entsprechenden Zugriffsrechte auf die nun für ihn relevanten Kundendaten sowie weitere Informationen über die bisher existierende Zuordnung. Abschließend kann auch der LFN den Vertrag sowie den Lieferbeginn beim Kunden bestätigen.

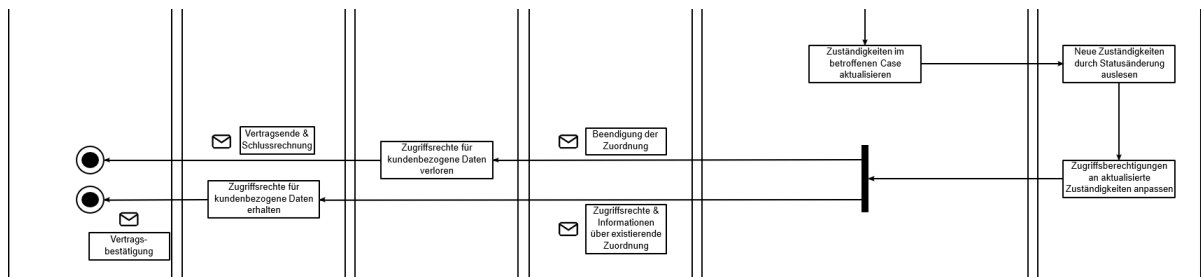


Abbildung 23: Vision des Lieferantenwechsels, 3

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Einsatz einer genehmigungsbasierten Blockchain im Rahmen des Lieferantenwechsels insbesondere aufwendige Prüfterationen und Prozessschleifen überflüssig machen kann. Mithilfe eines höheren Automatisierungsgrades lässt sich der Aufwand für die einzelnen Akteure deutlich verringern, was insgesamt zu einer starken Beschleunigung des Prozesses führt und gleichzeitig Personalkapazitäten einspart.

5.4.2. Registrierung von Akteuren und Anlagen

Bezüglich der nicht–personenbezogenen Stammdaten werden zwei wesentliche Registrierungsvorgänge für Marktakteure und technische Anlagen betrachtet:

1. Die Registrierung von Marktakteuren zur Vergabe des BDEW–Codes
2. Die Erfassung von Anlagen und Akteuren im MaStR

Die BDEW–Codenummer dient der eindeutigen Identifikation eines Marktteilnehmers und dessen Rolle im Markt. Die Registrierung erfolgt über eine Onlinebeantragung. Neben dem BDEW–Code steht den Marktakteuren alternativ auch die Global Location Number für eine Identifizierung zur Verfügung. Sollte der Marktakteur diese bereits besitzen, ist eine Registrierung ebenfalls verpflichtend, jedoch muss keine neue Nummer vergeben werden (Energie Codes und Services GmbH, 2021a). Beide Identifikatoren werden unter der in Abschnitt 5.2.1 erwähnten MP–ID zusammengefasst. Bei jeder standardisierten Marktkommunikation über EDIFACT muss ein Unternehmen seine eigene MP–ID sowie die MP–ID des Kommunikationspartners angeben. Dies ist in den Festlegungen der EDI@Energy vorgeschrieben und nach der BNetzA für alle Marktakteure verpflichtend (BDEW, 2021).

Die Funktion des MaStR wurde bereits im Rahmen der technischen Anlagen in Abschnitt 3.1.3 kurz umrissen. In diesem zentralen behördlichen Register werden Anlagen zu Stromerzeugung, –speicherung und –verbrauch mit den zugehörigen Stammdaten erfasst. Diese Erfassung erfolgt durch den Anlagenbetreiber. Zudem müssen sich auch Marktakteure im MaStR registrieren. Sowohl die verpflichtende Registrierung der Anlagen als auch die der Akteure ist durch die BNetzA vorgeschrieben (BNetzA, 2020b).

Der Fokus beider hier betrachteter Prozesse liegt auf der Erhebung von Daten, wie auch die nachfolgend abgebildete Datenkette verdeutlicht. Im Folgenden wird zunächst die Registrierung für jeden der beiden Prozesse im Status quo einzeln betrachtet. Im Zielbild wird anschließend dargestellt, inwieweit beide Prozesse bei einer Lösung über Blockchain in einem Prozess zusammengeführt werden könnten.



Abbildung 24: Einordnung der Registrierungsprozesse in der Datenkette

Status quo der BDEW–Codevergabe

Verantwortlich für die Vergabe der MP–ID ist die Energie Codes und Service GmbH, ein Tochterunternehmen des BDEW. Im ersten Schritt der Codevergabe wird ein Antrag über ein Onlineformular auf der Website der Energie Codes und Service GmbH gestellt. Dieser enthält die wesentlichen Angaben zum Antragssteller wie bspw. Firmenname, Anschrift und Marktrolle. Daneben müssen ein Ansprechpartner sowie ein Rechnungsempfänger einschließlich deren Kontaktdaten benannt werden. Somit umfasst der Antrag auch personenbezogene Daten. Nach Absendung des Onlineformulars erhält der Ansprechpartner eine E–Mail, mittels derer er den Registrierungsvorgang durch Anklicken eines Links bestätigen kann (Energie Codes und Services GmbH, 2021a).

Im Anschluss wird der Antrag durch die Mitarbeiter der Energie Codes und Service GmbH geprüft. Falls Angaben fehlen oder fehlerhaft sind, kann der Antrag unter Angabe einer Begründung abgelehnt werden. Bei korrektem und vollständigem Eingang des Antrags wird an den registrierten Ansprechpartner eine weitere E–Mail mit der Bestätigung der Anmeldung sowie der zugeteilten MP–ID gesendet. Damit kommt gleichzeitig ein Vertrag zwischen dem Antragssteller und der Energie Codes und Service GmbH zustande, in dessen Rahmen der Beantragende die Nutzungsbedingungen und das jährlich anfallende Entgelt akzeptiert. Schließlich werden die Unternehmensangaben einschließlich der Marktrolle und der MP–ID des Unternehmens in der BDEW–Codenummerndatenbank (Client–Server–Datenbank) gespeichert und auf der Website www.bdew-codes.de veröffentlicht. Diese Website steht allen Akteuren, die an der Marktkommunikation teilnehmen, für die Recherche der MP–IDs sowie der Kontaktdaten anderer Marktakteure zur Verfügung (Energie Codes und Services GmbH, 2021a). Darüber hinaus bietet der BDEW an, über einen Webservice bzw. über eine Programmierschnittstelle die Codeübersicht gegen ein monatliches Entgelt direkt in das IT–System eines Unternehmens einzubinden (Energie Codes und Services GmbH, 2021b).

Änderungen wie bspw. eine neue Anschrift müssen der Energie Codes und Service GmbH per E–Mail mitgeteilt werden. Sollte der Codenummerninhaber eine Sperrung seiner MP–ID wünschen, kann er dies ebenfalls per E–Mail mitteilen. Die Löschung einer einmal vergebenen Codenummer ist hingegen nicht vorgesehen (Energie Codes und Services GmbH, 2021a). Eine Besonderheit gilt für Netzbetreiber: Sie können eine MP–ID erst dann beantragen, wenn sie eine Stromnetzbetreibernummer besitzen. Diese wird ebenfalls durch die Energie Codes

und Service GmbH in einem vergleichbar zur BDEW–Codevergabe ablaufenden Prozess vergeben. Neben der Stromnetzbetreiber Nummer erhält der Netzbetreiber dann zeitgleich auch die MP–ID für die Rolle NB (BDEW, 2015). Dabei darf ein Unternehmen eine Codenummer jeweils nur für eine einzige Marktrolle verwenden. Bei Ausübung mehrerer Markttrollen durch ein Unternehmen muss also für jede einzelne davon ein Code beantragt werden (Energie Codes und Services GmbH, 2021a). So besitzt etwa der Übertragungsnetzbetreiber 50Hertz sechs MP–IDs, da er neben den Markttrollen als ÜNB und BIKO im Rahmen der Netzbewirtschaftung auch Rollen wie LF und BKV einnimmt.

Der nachfolgende Prozess visualisiert den derzeitigen Ablauf bei der Codevergabe.

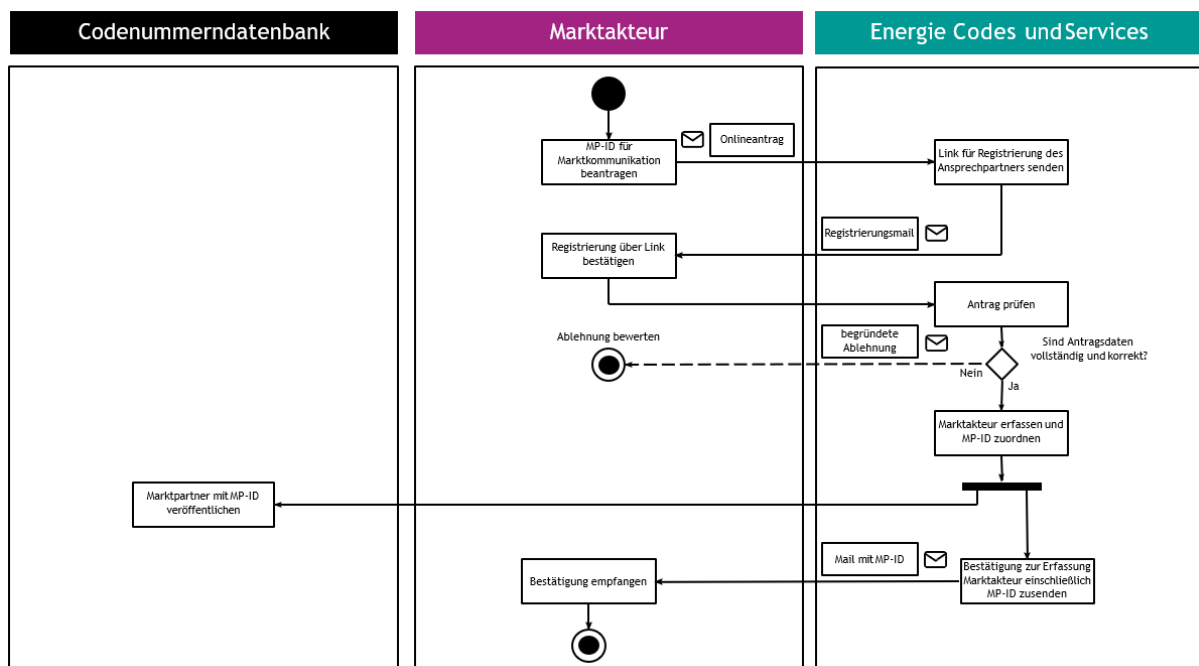


Abbildung 25: Ist–Prozess zur BDEW–Codevergabe

Status quo der Erfassung im MaStR

Der Registrierungsvorgang im MaStR erfolgt in der Regel über dessen Webportal, das von der BNetzA verwaltet wird. Das MaStR selbst kann als Client–Server–Datenbank angesehen werden. Bevor ein Akteur oder eine Anlage in dem Register angemeldet werden kann, muss dort zunächst ein Benutzerkonto angelegt bzw. ein Administrator für den Zugang bestimmt werden. Erst danach folgt der Registrierungsvorgang selbst. Zunächst wird hier die Anmeldung von Marktteilnehmern im MaStR betrachtet. Nach der MaStR–Verordnung müssen sich bspw. Rollen wie BKV, LF und MSB, Betreiber energiewirtschaftlicher Marktplätze, Behörden wie das Umweltbundesamt oder auch Privatpersonen registrieren, die eigene Anlagen betreiben. Weitere Akteure wie energiewirtschaftliche Verbände oder Dienstleister können sich auf freiwilliger Basis ebenfalls anmelden. Zu Beginn des Anmeldeprozesses wird abgefragt, ob es sich bei dem Anmeldenden um eine natürliche Person oder eine juristische Person wie bspw. ein Unternehmen handelt, da sich abhängig davon die zu erfassenden Daten unterscheiden. Anschließend folgt die Angabe der benötigten Stammdaten wie etwa Anschrift, Rechtsform sowie allgemeine Kontaktdaten. Zudem müssen Marktteilnehmer, die an der Marktkommunikation teilnehmen, ihre MP–ID (BDEW–Code oder Global Location Number) angeben. Nachdem die zwingend erforderlichen Angaben eingetragen wurden, ist der Akteur im Register angemeldet und erhält eine MaStR–Nummer zur eindeutigen Identifikation. Eine direkte Prüfung der Angaben auf Korrektheit erfolgt an dieser

Stelle nicht. Sollte ein Marktakteur mehrere Marktfunktionen/–rollen einnehmen, muss er sich für jede Funktion gesondert registrieren (BNetzA, 2020b).

Um eine Anlage im MaStR zu erfassen, muss vorab ein Anlagenbetreiber registriert werden, welcher der Anlage als verantwortliche Person zugeordnet werden kann. Anschließend muss u. a. spezifiziert werden, ob es sich um eine Stromerzeugungs-, Stromspeicher- oder Stromverbrauchseinheit handelt und ob die Anlage bereits in Betrieb oder noch in Planung ist. Weiterhin müssen der Anlagenstandort sowie technische Parameter wie Leistungsangaben sowie einheitenspezifische Details (z. B. bei Solaranlagen die Ausrichtung und Neigung der Module) angegeben werden. Zusätzliche Stammdaten wie EEG–Anlagenschlüssel müssen bei Anlagen erfasst werden, die die EEG–Förderung in Anspruch nehmen. Zuletzt wird der zuständige Anschlussnetzbetreiber sowie der Spannungsebene angegeben, an die die Anlage angeschlossen ist. Für jede Anlage wird am Ende ebenso wie bei der Registrierung von Akteuren eine MaStR–Nummer zur Identifikation vergeben (BNetzA, 2020b). Änderungen von Anlagendaten müssen nach der MaStR–Verordnung spätestens einen Monat nach Bekanntwerden in das Register übernommen werden (MaStRV, 2017). Dies kann von Benutzern bzw. Administratoren direkt über das Webportal selbst vorgenommen werden.

Die erfassten Anlagendaten werden durch den zuständigen Anschlussnetzbetreiber im Rahmen der Netzbetreiberprüfung kontrolliert. Ebenso kann eine Änderungsprüfung erfolgen, wenn sich bspw. die Betreiberdaten geändert haben (BNetzA, 2021b). Der Ist–Prozess zur Registrierung von Akteuren und Anlagen ist in der nachfolgenden Abbildung veranschaulicht.

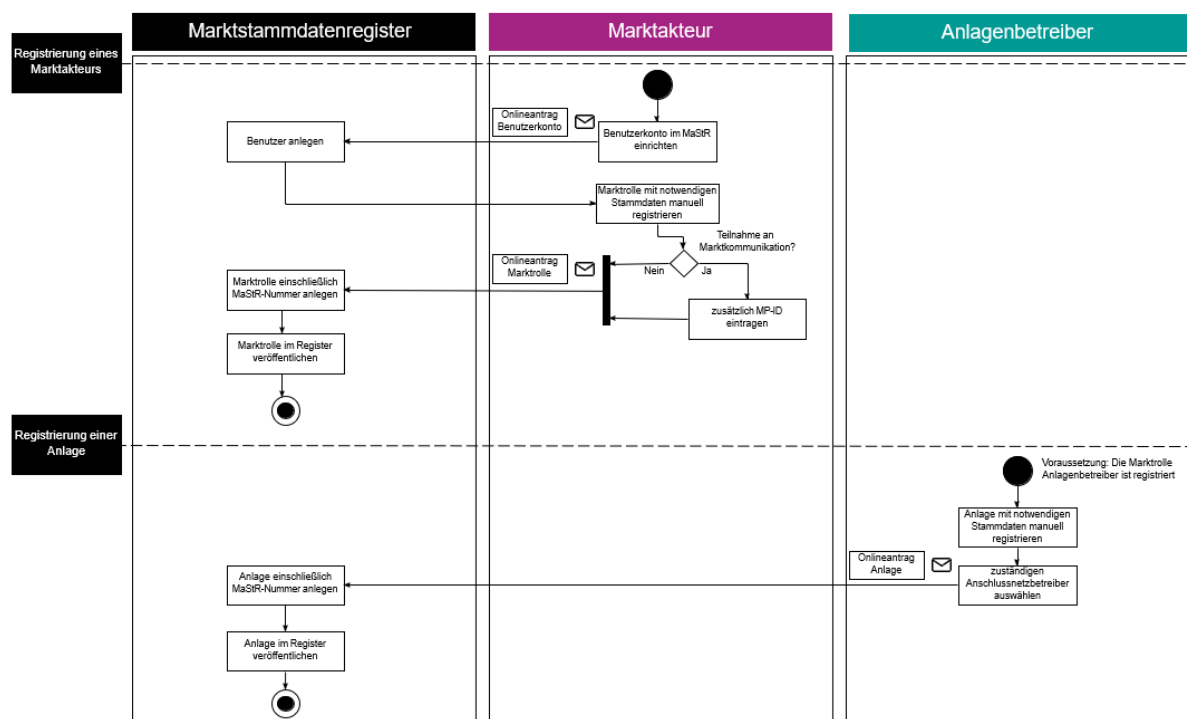


Abbildung 26: Ist–Prozess zur Datenerfassung im MaStR

Vision für die Registrierung von Akteuren und Anlagen

Die nachfolgende Vision baut auf dem bestehenden MaStR in Form einer Client–Server–Datenbank auf, indem sie dieses mit einer öffentlichen Blockchain als Schnittstelle ergänzt. Daraus ergeben sich potenzielle Mehrwerte vor allem bei der Datenverwendung nach der Registrierung, was am Ende dieses Abschnitts genauer erläutert wird. Darüber hinaus führt die Vision die BDEW–Codevergabe mit der Registrierung im MaStR zusammen. Dies erscheint sinnvoll, da auch im MaStR die MP–ID angegeben werden muss, der im Rahmen der BDEW–

Codevergabe einer Marktrolle zugeordnet wird. Somit könnte die MP-ID direkt mit der Erfassung einer neuen Rolle im MaStR vergeben werden. Dies würde das übergeordnete Ziel des MaStR, also die Schaffung eines zentralen und öffentlich zugänglichen Registers für energiewirtschaftliche Daten, noch weiter vorantreiben. Zusätzlich ist diese Maßnahme dazu geeignet, den Aufwand für Marktakteure zu reduzieren, die hierdurch Markttrollen in einem einzigen Registrierungsvorgang anstatt in zwei separaten Prozessen erfassen könnten.

Der anfängliche Ablauf bleibt im Zielbild dem Status quo im MaStR vergleichbar. Als Erstes muss für die Erfassung von Markttrollen und Anlagen ein Benutzerkonto angelegt werden. Danach folgt die Registrierung einer Marktrolle mit den hierzu notwendigen Stammdaten. Diese umfassen personenbezogene Daten wie Name oder E-Mail-Adresse, weshalb diese Angaben wie auch bisher in der Client-Server-Datenbank des MaStR gespeichert werden. Bei einer Marktrolle, die nicht an der Marktkommunikation teilnimmt, ist der bisherige Onlineantrag zur Registrierung ausreichend. Ein wesentlicher Unterschied besteht in der Vision hingegen für Markttrollen, die an der Marktkommunikation teilnehmen: Es muss keine vorhandene MP-ID mehr eingetragen werden; stattdessen wird direkt mit dem Onlineantrag eine neue MP-ID beantragt. Anschließend erfolgt eine manuelle Prüfung des Antrags. Diese könnte durch die Energie Codes und Services GmbH vorgenommen werden, die in diesem Bereich bereits über umfangreiches Wissen verfügt. Zur Prüfung der Anträge könnten im MaStR Accounts mit speziellen Zugriffsrechten vergeben werden (vergleichbar mit den Accounts der Netzbetreiber für die Netzbetreiberprüfung).

Falls die Antragsdaten in Ausnahmefällen nicht vollständig oder fehlerhaft sind, kann eine begründete Ablehnung des Antrags erfolgen. In diesem Fall müssen die Angaben entweder vom Marktakteur korrigiert werden oder es muss ein bilateraler Klärungsprozess mit dem Service eingeleitet werden. Nach erfolgreicher Antragsprüfung wird eine eindeutig zuzuordnende MP-ID mit der Marktrolle verknüpft und in der öffentlichen Blockchain hinterlegt. Anschließend wird in der Client-Server-Datenbank auf den Blockchain-Eintrag referenziert und zusätzlich eine MaStR-Nummer für die Marktrolle zur Identifikation in der Datenbank angelegt. Darauf folgen die Veröffentlichung in der Client-Server-Datenbank sowie der Versand einer Nachricht an den Marktakteur zur Bestätigung der erfolgreichen Registrierung der Marktrolle einschließlich MP-ID.

Bei der Anlagenregistrierung ist es wie bisher Voraussetzung, dass zunächst ein Anlagenbetreiber im MaStR erfasst wird. Danach kann entweder wie im Status quo eine manuelle Registrierung über einen Onlineantrag oder eine automatische Anlagenregistrierung vorgenommen werden. Für Letztere ist ein SMGW Voraussetzung, dass bspw. durch Einsatz eines Mehrwert-Konnektors eigenständig oder über einen Intermediär mit einem Blockchain-Knoten kommuniziert. Das Sicherheitsmodul des SMGW, auch als Krypto-Chip bekannt, kann als Vertrauensanker dienen, der eine sichere Kommunikation bei der Registrierung ermöglicht. Neben dem SMGW ist auch eine Geräte-ID zur zweifelsfreien Identifizierung der Anlage notwendig. Auf deren Basis wird von der Anlage ein digitaler Zwilling auf der Blockchain abgelegt (vergleichbar mit dem digitalen Zwilling des Kunden bei der Vision des Lieferantenwechsels). Die Blockchain dient in diesem Fall nur als Schnittstelle, um die Anlage für den Registrierungsprozess zu identifizieren und die Verbindung mit dem MaStR aufzubauen. Die Anlagendaten selbst sind lokal bei der Anlage gespeichert und werden nach dem Verbindungsaufbau an die Client-Server-Datenbank des MaStR zur automatischen Registrierung übermittelt. Zusätzlich wird eine MaStR-Nummer zur Identifikation der Anlage innerhalb des Registers angelegt. Abschließend erfolgt die Veröffentlichung in der Client-Server-Datenbank.

Durch das Hinterlegen der MP-ID einschließlich der Marktrolle in einer öffentlichen Blockchain lässt sich eine hohe Integrität und Verfügbarkeit erreichen. Dies ist insofern besonders wichtig, als die MP-IDs die Grundlage für den EDIFACT-Datenaustausch darstellen. Kurzfristige Ausfälle beim Zugriff auf eine zentrale Datenbank

wären somit kritisch, sofern die Akteure ihre MP-IDs nicht redundant im eigenen System vorhalten. Durch die Verwendung einer Blockchain könnten eine jederzeitige Verfügbarkeit sowie das Unterbinden von Manipulationen gewährleistet werden. Für die Zukunft ist auch eine weitere Automatisierung über die Vergabe von Smart Contracts vorstellbar: Sobald ein Marktakteur bspw. zu Beginn durch die Energie Codes und Services GmbH validiert wurde, könnte die Vergabe der MP-IDs anschließend automatisiert erfolgen.

Eine automatisierte Anlagenregistrierung kann für verschiedene Anwendungszwecke einen Mehrwert generieren. Zunächst könnte die Netzbetreiberprüfung vereinfacht werden, die derzeit für die Netzbetreiber einen hohen Arbeitsaufwand bedeutet. Zum Teil werden hier auch Zwangsgelder durch die BNetzA verhängt, wenn die Fristen für die Prüfung durch die Netzbetreiber nicht eingehalten werden (BNetzA, 2021c). Durch eine automatisierte Registrierung ist zudem eine deutlich höhere Qualität der Anlagendaten zu erwarten. Dabei könnten häufig auftretende Fehler wie bspw. die falsche Auswahl des Anschlussnetzbetreibers oder fehlerhafte Leistungsangaben wie z.B. die Angabe in MWp anstatt KWp vermieden werden. Davon würde neben den Netzbetreibern auch die BNetzA selbst profitieren, da eine geringere Fehlerzahl generell den Prüfaufwand reduziert. Darüber hinaus würden alle Akteure, die das Register verwenden, von einer höheren Datenintegrität profitieren.

Ein weiterer Mehrwert betrifft die zeitnahe Erfassung von Änderungen bei den Anlagendaten. Derzeit sind Anlagenbetreiber dazu verpflichtet, eine Änderung innerhalb eines Monats nach deren Eintritt zu erfassen. Wenn Anlagen zu diesem Zweck direkt mit dem MaStR kommunizieren könnten, wäre es möglich, Änderungen an das Register zu übermitteln. Dies wäre insbesondere bezüglich des Anlagenstatus hilfreich, da nahezu in Echtzeit einsehbar gemacht würde, ob eine Anlage derzeit bspw. aufgrund von Wartungsarbeiten nicht aktiv ist bzw. keinen Strom ein- oder ausspeist. Diese Information könnte vor allem für Netzbetreiber von Interesse sein, die im Rahmen des RD 2.0 nur von einem Teil der EE-Anlagen aktuelle Daten erhalten.

Ebenso ist ein schneller Wechsel zwischen verschiedenen Energiemärkten einschließlich Systemdienstleistungen denkbar. So muss bspw. bereits heute durch den Anlagenbetreiber im MaStR eingetragen werden, wenn eine PV-Anlage mit EEG-Vergütung auf Direktvermarktung umgestellt wird. Da die Authentizität der Anlage mittels der Blockchain-Schnittstelle sichergestellt wird, könnten Anlagen abhängig von der Netzsituation und den Wünschen des Marktakteurs automatisiert zwischen Marktsegmenten wie Eigenverbrauch, Regelernergie oder Spotmarkt wechseln. Damit würden Anlagen spontan und dennoch systemdienlich zwischen den Märkten agieren (Strohmayer & Reetz, 2019). Zusätzliche Mehrwerte könnten sich in Zukunft darüber ergeben, dass bspw. auf freiwilliger Basis Bewegungsdaten wie Erzeugungs- und Lastprofile durch die Marktakteure bereitgestellt werden. Diese könnten etwa für anlagenscharfe Herkunftsnachweise oder für die Erbringung von Flexibilitäten genutzt werden.

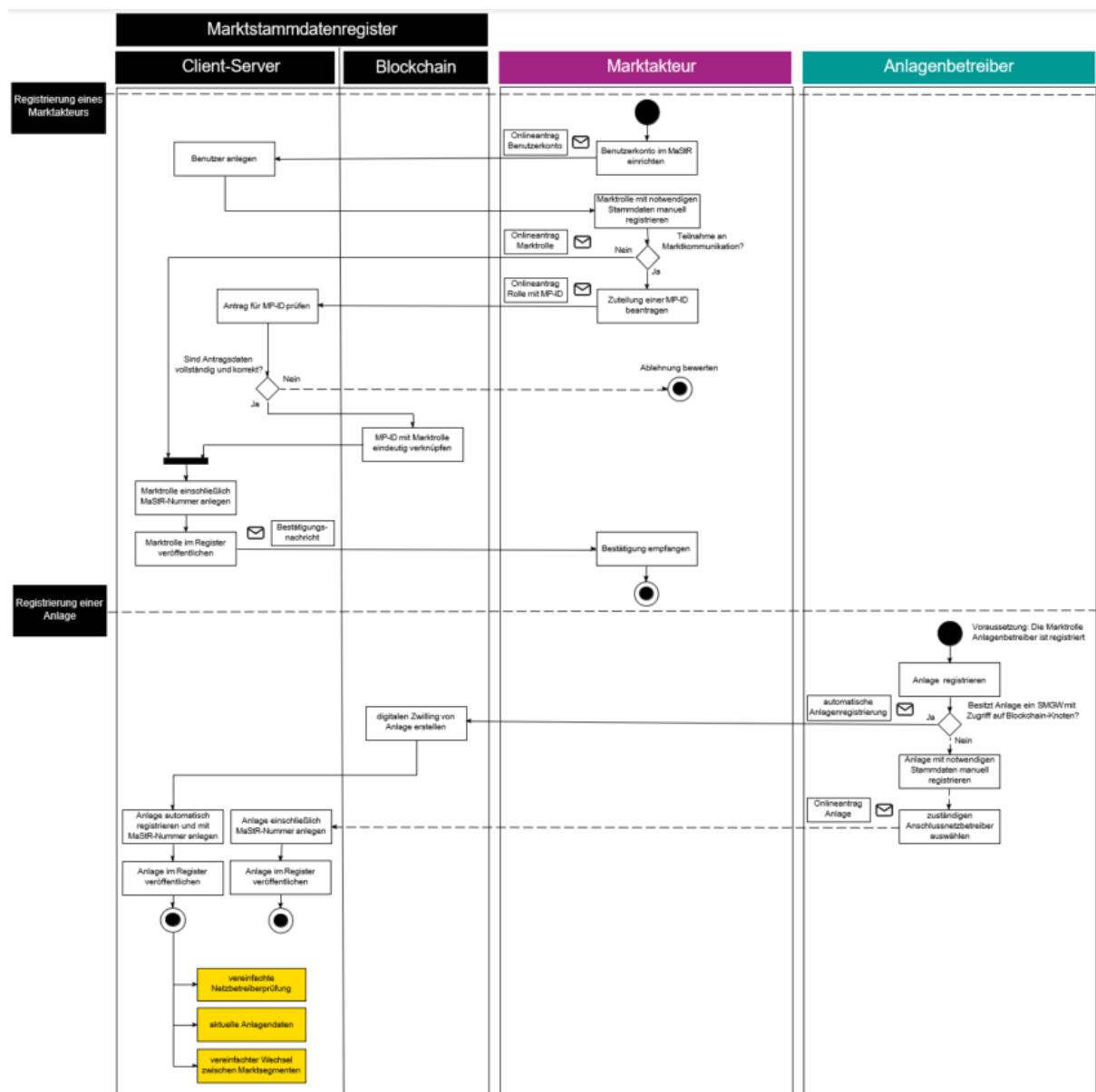


Abbildung 27: Vision zur Registrierung von Akteuren und Anlagen

5.4.3. Abrechnungsprozess: Von der Erhebung bis zur Abrechnung

Um Verbesserungsmöglichkeiten der Kommunikation im Bereich der Bewegungsdaten in der Energiewirtschaft aufzuzeigen, wird im Folgenden der Abrechnungsprozess zunächst im Status quo und anschließend als Vision mithilfe einer Datenplattform betrachtet. Die Grundlage dafür bilden vor allem die in den WIM und den MaBiS (BNetzA, 2019) beschriebenen Marktprozesse. Als Abrechnungsprozess wird in dieser Betrachtung der vollständige Prozess von der Erhebung der Daten bis hin zu den finalen Ausgleichszahlungen definiert, wobei es sich aufgrund des nachgelagerten Charakters überwiegend um Ex-post-Daten (siehe Abschnitt 3.2.1) handelt.

In der Datenkette ist der Abrechnungsprozess über die ganze Breite angesiedelt, also von der Erhebung bis zur Nutzung der Daten, wie es auch aus der folgenden Abbildung hervorgeht.



Abbildung 28: Einordnung des Abrechnungsprozesses in die Datenkette

Status quo des Abrechnungsprozesses

Im Status quo des Abrechnungsprozesses sowie im Großteil der Marktkommunikation findet die Kommunikation zwischen Akteuren im EDIFACT-Format statt. Wie in Kapitel 4 beschrieben, ist diese Kommunikation fehleranfällig, weshalb es im Verlauf des Prozesses immer wieder zu Unstimmigkeiten sowohl in der Kommunikation als auch in den Daten selbst kommt. Diese haben aufwendige Klärungsprozesse und damit nicht zu vernachlässigende Verzögerungen zur Folge. Entsprechend sind die Übertragungswege zwischen einzelnen Teilnehmern in der nachfolgenden Abbildung des Prozesses mit einem roten Warnsymbol gekennzeichnet. Die Komplexität des Prozesses wird zusätzlich durch die vergleichsweise hohe Anzahl an teilnehmenden Akteuren gesteigert, was die Bedeutung einer effizienten Kommunikation noch erhöht. So sind deutschlandweit bspw. über 1.300 Lieferanten, die aufgrund unterschiedlicher Regelzonen teils mehrere Bilanzkreise verantworten, sowie über 900 Netzbetreiber beteiligt.

Die für den Abrechnungsprozess benötigten Bewegungsdaten müssen zu Beginn des Prozesses erhoben bzw. zugeordnet werden. Ursprung dieser Daten können die Zuordnung von Standardlastprofilen (SLP) sowie die Registrierende Leistungsmessung (RLM) sein. Außerdem können Bewegungsdaten von iMSys erhoben und über SMGW an den MSB übertragen werden, wobei diese Form der Datenerhebung bislang noch in sehr geringem Maße stattfindet. Dies liegt u.a. an den Verzögerungen im Smart-Meter-Rollout. Da ausschließlich der MSB befugt ist, direkt mit dem iMSys zu kommunizieren, werden die dort erhobenen abrechnungsrelevanten Daten vom MSB aus sternförmig an die weiteren Teilnehmer verteilt. In vergleichbarer Weise verteilt der MSB auch Daten von RLM-Zählern. Die SLP liegen dem NB vor, womit sowohl der NB als auch der ÜNB dafür verantwortlich sind, Last- und Einspeisegänge zu Bilanzkreissummenzeitreihen (BK-SZR) je Bilanzkreis zu aggregieren. Diese BK-SZR werden dann, ebenso wie die übrige Kommunikation, in Form einer EDIFACT-Nachricht an den BIKO übermittelt. Der BIKO fungiert im gesamten Prozess als eine Art Datendrehscheibe, die Daten zwischen den Akteuren weiterleitet und somit als eindeutig definierte Schnittstelle für eine reibungslose Kommunikation sorgen soll. Nach Erhalt der BK-SZR prüft der BIKO die erhaltenen Daten zunächst und leitet sie im Erfolgsfall an den BKV weiter. Falls es hingegen bei der vorherigen Übertragung zu Fehlern oder Unstimmigkeiten in den BK-SZR gekommen ist, schickt der BIKO eine Fehlermeldung in Form einer Prüfmittelung an den NB bzw. ÜNB zurück, um anschließend korrigierte BK-SZR zu erhalten.

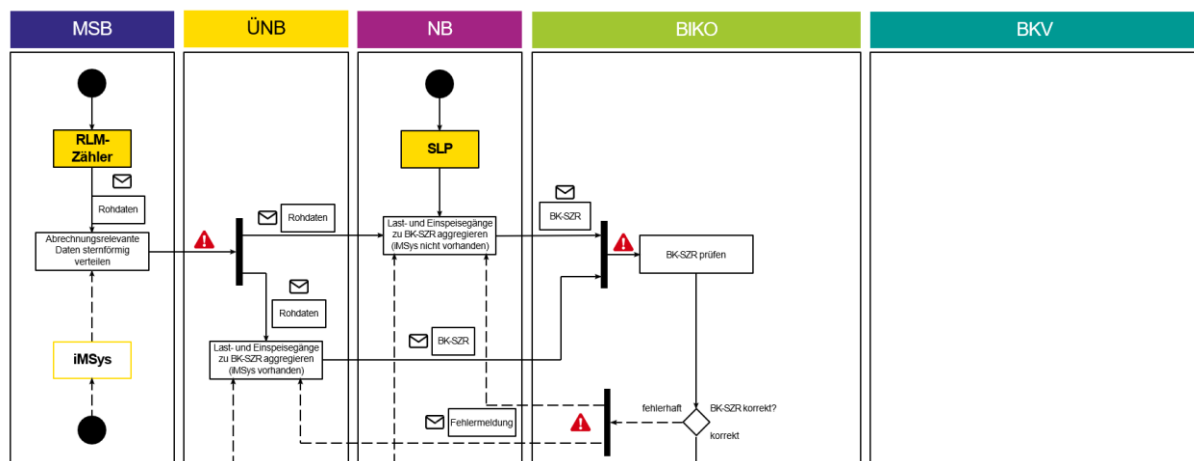


Abbildung 29: Status quo des Abrechnungsprozesses, 1

Waren die BK-SZR korrekt und die Übermittlung an den BKV erfolgreich, so prüft auch der BKV die BK-SZR, indem er die erhaltenen Daten mit den ursprünglich gestellten Prognosen abgleicht, und versendet anschließend ebenfalls eine Prüfmittelung. Der BKV kommuniziert jedoch nicht direkt mit dem NB bzw. ÜNB, sondern sendet die Prüfmittelung zunächst an den BIKO. Im Falle einer Fehlermeldung leitet der BIKO auch diese Prüfmittelung an den NB bzw. ÜNB weiter und fordert die Übermittlung korrekter BK-SZR an. Sobald der BKV die Korrektheit der BK-SZR bestätigen kann, teilt er dies dem BIKO ebenfalls in Form einer Prüfmittelung mit. Dieser ermittelt daraufhin bilanzkreisscharfe Abrechnungssummenzeitreihen (AB-SZR).

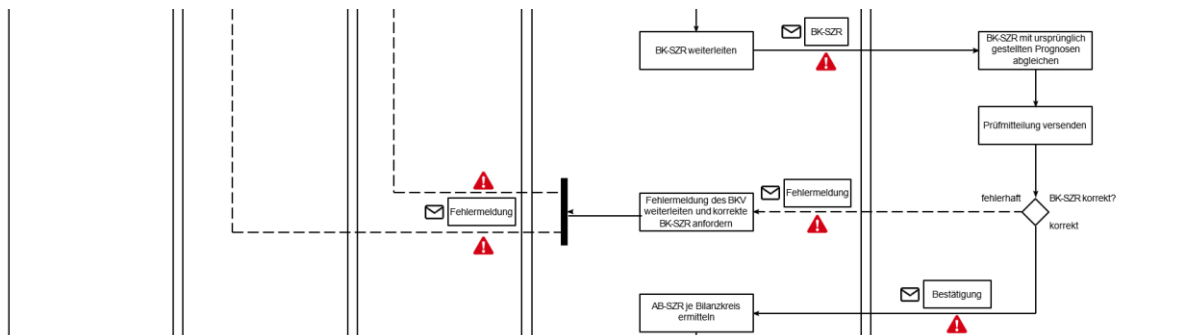


Abbildung 30: Status quo des Abrechnungsprozesses, 2

Anschließend erhält der NB bzw. ÜNB vom BIKO die für sie relevanten NB-DZR bzw. ÜNB-DZR, während der BKV die angeforderten AB-SZR erhält. Diese Daten werden von den jeweiligen Empfängern zunächst erneut auf Korrektheit geprüft. Kommt es dabei zu Widersprüchlichkeiten, wird ein sogenannter Clearingprozess angestoßen (in der Abbildung zur besseren Übersichtlichkeit nur beim BKV dargestellt). Hierfür fordert der BKV zunächst eine Clearingliste zur Klärung der Unstimmigkeiten an, falls er diese nicht aufgrund häufig auftretender Fehler ohnehin abonniert hat. Diese Liste liefert einen detaillierten Überblick über die für die Erstellung der SZR bilanzierungsrelevanten Stammdaten und dient somit dem besseren Abgleich der Daten. Sollte auch der Einsatz der Clearingliste nicht zu einer Übereinstimmung führen, wird ein bilateraler Klärungsprozess zwischen BKV und BIKO angestoßen. Dieser beinhaltet lediglich den Austausch über die Unstimmigkeiten via E-Mail oder Telefon und findet außerhalb der vordefinierten Prozessstrukturen statt.

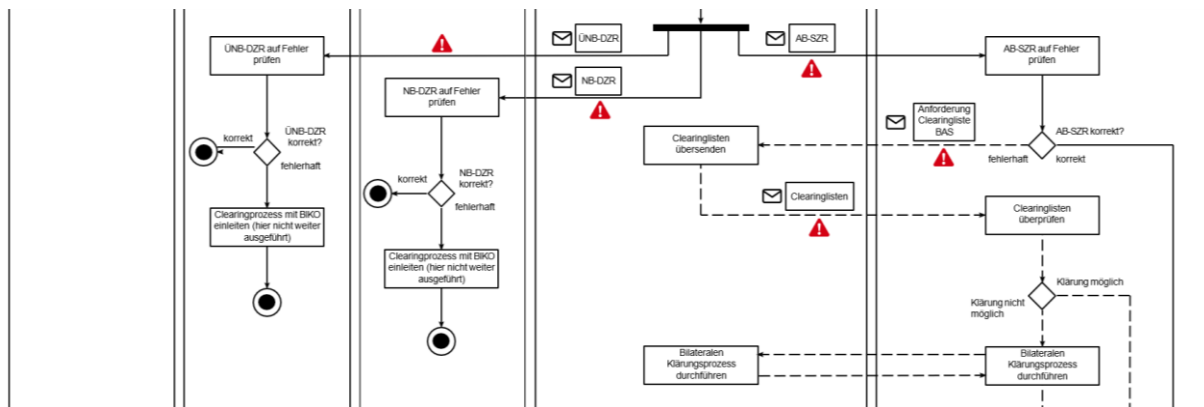


Abbildung 31: Status quo des Abrechnungsprozesses, 3

Nachdem der Clearingprozess erfolgreich abgeschlossen werden konnte oder falls die AB-SZR bereits im ersten Schritt korrekt übermittelt wurden, sendet der BKO dem BIKO eine Bestätigungsmeldung. Daraufhin werden dem BKO vom BIKO viertelstündliche Ausgleichsenergiepreise bereitgestellt, er die entsprechenden Ausgleichszahlungen tätigen kann, um somit den Abrechnungsprozess abzuschließen.

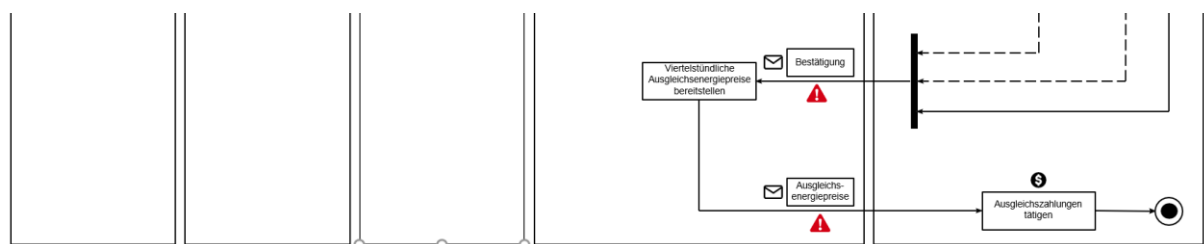


Abbildung 32: Status quo des Abrechnungsprozesses, 4

Vision des Abrechnungsprozesses

Anders als bei den vorhergehenden Visionen werden die Prozessstrukturen in der Vision des Abrechnungsprozesses vergleichsweise wenig verändert, damit die Rahmenbedingungen des Status quo bestehen bleiben. Hierdurch können realistische Verbesserungspotenziale mit Fokus auf eine Effizienzsteigerung der Kommunikation aufgezeigt werden, welche keine vollständige Umgestaltung des Status quo erfordern.

Der Zweck des Einsatzes einer Datenplattform liegt insbesondere darin, die Kommunikation zwischen den Teilnehmern zu verbessern, da diese im Abrechnungsprozess wegen der häufig auftretenden Prüfprozesse eine entscheidende Rolle spielen. Durch den Einsatz einer Datenplattform könnten derzeit häufig auftretende Fehler in der Kommunikation per EDIFACT minimiert werden, was zu weniger Klärungsprozessen und somit geringeren Verzögerungen führen würde. Die Kommunikation zwischen den Teilnehmern kann durch den Einsatz einer Datenplattform wesentlich effizienter und zuverlässiger ablaufen, was sich in den folgenden Abbildungen durch den Wegfall der zuvor eingesetzten Warnsymbole abzeichnet. Die blau dargestellten Übertragungswege bzw. Aktionen sind Prozesselemente, welche von der Datenplattform durchgeführt bzw. übernommen werden könnten. Dies würde ebenfalls zu einem insgesamt effizienteren Prozessablauf beitragen.

Die für den Abrechnungsprozess relevanten Daten müssen analog zum Status quo zunächst erhoben werden. Der Unterschied in der Vision liegt darin, dass die Daten hier überwiegend durch den Einsatz von iMSys mithilfe von SMGW erhoben werden, was im Vergleich zu den seit Langem eingesetzten SLP zu einer deutlichen Steigerung der Datenqualität führen würde. Der Grund dafür liegt darin, dass bei SLP für bestimmte

Kundengruppen geschätzte Verbrauchsprofile ohne Kenntnis des tatsächlichen Verbrauchs eingesetzt werden. Der Einsatz von iMSys hingegen ermöglicht die Erhebung tatsächlicher Verbrauchswerte im 15-Minuten-Takt. Der Großteil der erhobenen Daten wird in der Vision damit vom MSB an den NB bzw. ÜNB übermittelt. Die Übermittlung der Daten wird jedoch anders als im Status quo nicht im EDIFACT-Format, sondern von der Datenplattform abgewickelt, was das Fehlerpotenzial stark verringert und die Interoperabilität der Daten deutlich steigert. Nachdem die BK-SZR vom NB bzw. ÜNB aggregiert wurden, werden diese an den BIKO übermittelt, der die erhaltenen Daten zunächst prüft. Zusätzlich lassen sich mit dem Einsatz einer Datenplattform auch entsprechende Softwarelösungen implementieren, die bspw. die Prüfung erhaltener SZR anstelle des BIKO übernehmen können. Auch darüber könnte langfristig eine Vereinfachung des Prozesses und somit eine wesentliche Beschleunigung erreicht werden.

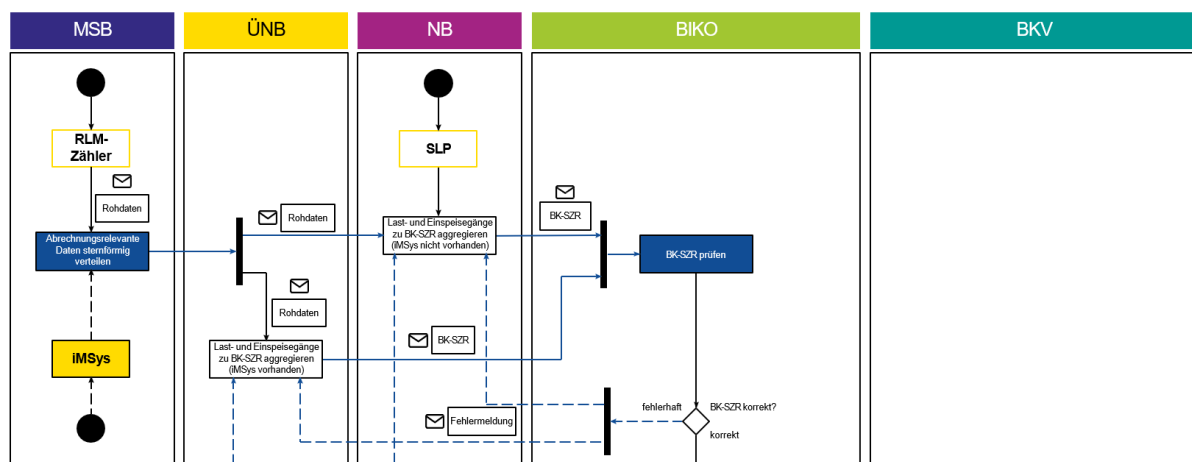


Abbildung 33: Vision des Abrechnungsprozesses, 1

Anschließend leitet der BIKO die BK-SZR an den BIKV weiter. Nachdem der BIKV diese mit den ihm vorliegenden Einspeise- und Verbrauchsdaten abgeglichen hat, wird mithilfe der Datenplattform eine Prüfmitteilung versendet. Abweichend vom Status quo muss der BIKO diese Nachricht allerdings nicht erst weiterleiten. Stattdessen kann der BIKV über die einheitlichen Kommunikationswege der Datenplattform direkt mit dem NB bzw. ÜNB kommunizieren und nötigenfalls die Korrektur der erhaltenen BK-SZR anfordern. Nach Bestätigung der Korrektheit der BK-SZR durch den BIKV ermittelt der BIKO die AB-SZR je Bilanzkreis und übermittelt, wie auch im Status quo, die jeweiligen SZR an die entsprechenden Empfänger. Auch an dieser Stelle ist es für zukünftige Entwicklungen denkbar, dass die Datenplattform durch passende Softwarelösungen die Erstellung der AB-SZR übernehmen kann, falls die dafür benötigten Daten vorliegen. Da die Rahmenbedingungen des Status quo in dieser Vision des Prozesses jedoch weitgehend beibehalten werden, wird dieser Ansatz hier nicht weiterverfolgt.

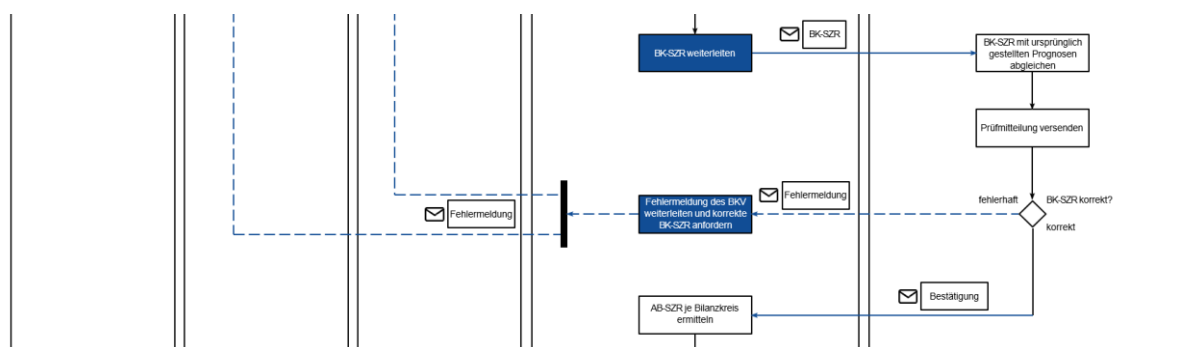


Abbildung 34: Vision des Abrechnungsprozesses, 2

Nach Erhalt der AB-SZR prüft der BKV auch die Korrektheit dieser Daten und stößt im Bedarfsfall den oben erläuterten Clearingprozess an. Sobald eine Einigung bezüglich der BK-SZR zwischen BKV und BKO erzielt werden konnte, werden dem BKV die abrechnungsrelevanten viertelstündlichen Ausgleichsenergiepreise bereitgestellt. Diese könnten direkt auf der Datenplattform hinterlegt werden, womit der BKV ohne erneute Anforderung direkt auf sie zugreifen könnte.

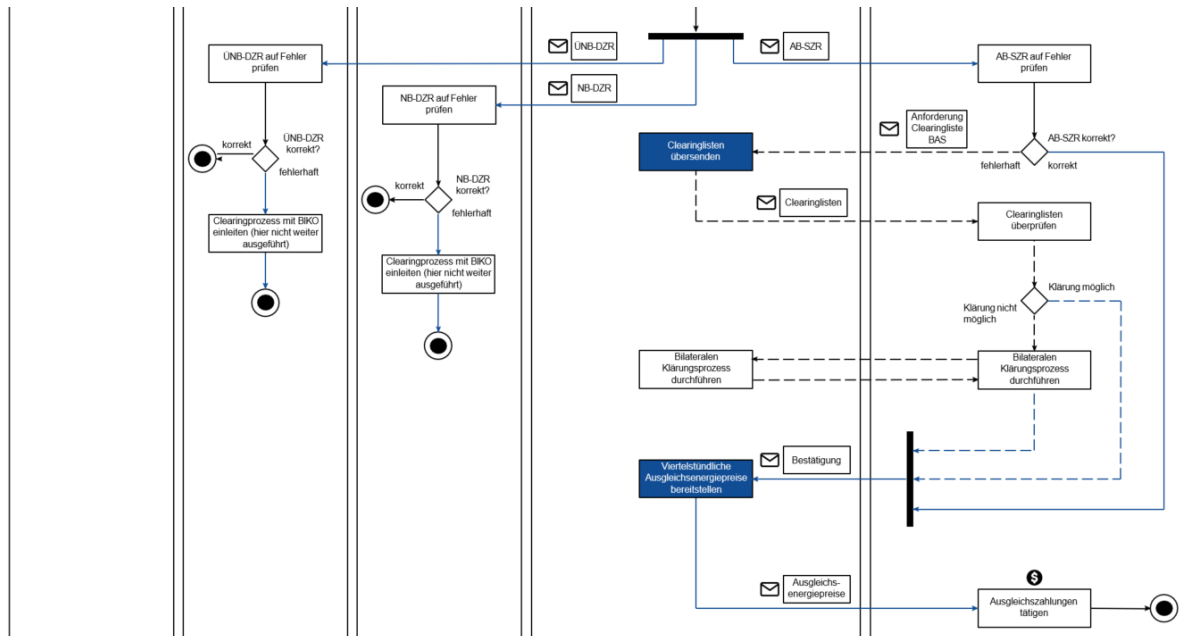


Abbildung 35: Vision des Abrechnungsprozesses, 3

Der große Vorteil des Einsatzes einer Datenplattform besteht somit nicht in einer drastischen Vereinfachung des Prozessablaufs an sich. Vielmehr bestehen die Stärken der Datenplattform in der Vereinfachung der Kommunikation zwischen den Teilnehmern, wodurch aufwendige Klärungs- und Prüfprozesse minimiert werden und der Abrechnungsprozess insgesamt deutlich effizienter abgewickelt werden kann.

5.5. Fazit

In diesem Kapitel wurden mit der Blockchain, der Client–Server–Datenbank und der Datenplattform drei unterschiedliche Technologien betrachtet und hinsichtlich verschiedener Kriterien bewertet. Anschließend wurden die Stärken und Schwächen der Technologien mit den Anforderungen von Stamm– und Bewegungsdaten abgeglichen, um geeignete Technologien auszuwählen und schließlich die mögliche Umsetzung anhand von drei Prozessbeispielen zu veranschaulichen.

Für personenbezogene Stammdaten wurde eine Kombination aus Blockchain und Client-Server-Datenbank identifiziert und eine Vision der Umsetzung anhand des Lieferantenwechsels entwickelt. Als Vorteile ergaben sich eine höhere Automatisierung durch den Einsatz von Smart Contracts sowie weniger Prüfitationen im Prozessablauf, wodurch ein geringerer Aufwand für die Beteiligten und eine Beschleunigung des Prozesses zu erreichen ist. Bei der Registrierung von Akteuren und Anlagen als Beispiel für nicht-personenbezogene Stammdaten ergab sich die Blockchain als geeignete Technologie. Hier lag der Mehrwert in der Vision nicht beim Registrierungsprozess selbst, sondern bei der anschließenden Nutzung der Daten. Durch eine Blockchain-Schnittstelle zum MaStR könnten bspw. eine einfachere Netzbetreiberprüfung, ein jederzeit aktueller Anlagenstatus sowie potenziell auch ein automatischer Wechsel zwischen Marktrollen und Marktsegmenten

durch Anlagen realisiert werden. Beim Abrechnungsprozess als Prozessbeispiel für Bewegungsdaten wurde eine Lösung unter Einsatz einer Datenplattform betrachtet. Hierdurch könnte vor allem eine Vereinfachung und Beschleunigung der Kommunikation erreicht werden. Dies zeigen auch die Best Practices aus anderen europäischen Ländern, die in Abschnitt 7.1 vorgestellt werden.

Dennoch wurde aus den betrachteten Prozessbeispielen deutlich, dass die Vorteile der Implementierung neuer Technologien durch das derzeitige Marktdesign beschränkt sind. Um bspw. wie in Abschnitt 5.4.2 neue Mehrwerte wie anlagenscharfe Herkunftsnachweise oder die Erbringung von Flexibilitäten über eine freiwillige Bereitstellung von Bewegungsdaten im MaStR zu realisieren, muss zunächst der dafür erforderliche Rahmen geschaffen werden. Daher empfiehlt es sich, bei einer Neugestaltung der Marktkommunikation zuallererst das Marktdesign zu betrachten.

Unter Marktdesign wird an dieser Stelle das Zusammenspiel von Energiemärkten wie Day-Ahead oder Regelenenergiemarkt und Mechanismen im Energiesystem verstanden (Reetz, 2017). Zu den Mechanismen zählen vor allem regulatorische und gesetzliche Vorgaben wie das EnWG oder Marktprozesse, woraus sich Zuständigkeiten und Funktionen für die Akteure ergeben. Somit gibt das Marktdesign die äußeren Rahmenbedingungen („Spielregeln“) für die Interaktion zwischen den Akteuren vor und hat dementsprechend einen wesentlichen Einfluss auf die Marktkommunikation.

Die dargestellten Technologien und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten sind als Enabler zu betrachten, welche es zu verstehen und zielgerichtet einzusetzen gilt. Dann können die neuen Technologien eine wirksame Unterstützung bei der Erfüllung der Rahmenbedingungen bieten.

6. Potenzial für neue Geschäftsmodelle

Die Herausforderungen der heutigen Marktkommunikation für die beteiligten Akteure wurden in Kapitel 4 ausführlich beschrieben. Ebenso wurden Möglichkeiten neuer Geschäftsmodelle skizziert, die sich aus einer Erneuerung der Marktprozesse ergeben könnten. Eine gezielte Betrachtung zeigte auf, dass sich aus der digitalen Marktkommunikation und den damit verbundenen Verbesserungen im Hinblick auf den Umfang wie auch auf die Schnelligkeit der Datenverfügbarkeit Chancen für eine Reihe von Geschäftsmodellen ergeben, wie es auch anhand europäischer Vorreiterprojekte erkennbar wird. Die Potenziale reichen dabei von Effizienzsteigerungen bestehender Prozesse bis hin zur Erschließung von Einkommensströmen für neue Marktakteure.

6.1. Optimierung bestehender Prozesse und Geschäftsmodelle

Hinsichtlich der Effizienzsteigerungen sind vor allem die reduzierte Komplexität und die erhöhte Transparenz hervorzuheben, welche durch den Einsatz zentraler Datenplattformen erreicht werden. Neue Services zur Datenbereitstellung entlasten Marktakteure, die sich daraufhin nicht mehr mit der Beschaffung und Verifikation der benötigten Daten auseinandersetzen müssen. Die Herausforderungen dieser Aktivitäten im Status quo sowie die Hemmnisse und Eintrittsbarrieren, die sie darstellen, wurden bereits im Stakeholder-Prozess identifiziert.

Durch die Datenplattformen zur Abwicklung der Marktkommunikation in anderen Ländern, wie sie in Abschnitt 7.1 als Best Practices betrachtet werden, ergeben sich neue Mehrwerte: So können etwa beim Versorgerwechsel über den dänischen Data Hub sowohl der Endkunde als auch der neue Energieversorger schnell und ohne großen Aufwand auf alle relevanten Daten zugreifen. Diese Vereinfachung könnte die Frequenz der Anbieterwechsel erhöhen und steht damit sinnbildlich für eine generelle Steigerung der Dynamik bestehender Geschäftsmodelle: Während heutzutage die Barrieren für die Ausschöpfung aller sich bietender Möglichkeiten (z. B. des häufigen Anbieterwechsels) noch immer hoch sind, verringern sich diese durch den Einsatz neuer Prozessvorgaben bzw. Kommunikationstechnologien. Dies reduziert zugleich die Markteintrittsbarrieren neuer Akteure, z. B. in der Rolle als Lieferant – eine weitere Herausforderung, die im Stakeholder-Prozess identifiziert wurde. Auch der estnische Übertragungsnetzbetreiber Elering konnte bereits Erfahrungswerte mit dem dortigen Data Hub gewinnen: Dieser wird von ihm für die Abwicklung der Vergütungszahlungen für erneuerbare Energien genutzt. Dabei beschleunigt die zentrale Zugriffsmöglichkeit auf alle relevanten Daten die Prozesse maßgeblich und befähigt einen einzelnen Akteur, die gesamte Prozessabwicklung vorzunehmen, für die bislang die Zusammenführung von Daten von einer Vielzahl an Marktakteuren notwendig war.

6.2. Entwicklung neuer Produkte und Geschäftsmodelle

Bezüglich neuartiger Mehrwertangebote sind der Kreativität der Marktteilnehmer theoretisch keine Grenzen gesetzt. Aus den Erfahrungswerten anderer Länder, welche bereits neue Technologien und Konzepte für die Marktkommunikation nutzen, ergeben sich Ein- und Ausblicke auf diese vielfältigen Möglichkeiten. Zu den Zusammenhängen zwischen zur Verfügung stehenden Daten und der Etablierung neuer Geschäftsmodelle lässt der Report „Energy data use cases and needs of European market participants“ des estnischen Übertragungsnetzbetreibers Elering interessante Rückschlüsse zu: In einer Analyse und Befragung von 120 Unternehmen, wurden Anwendungsfälle, Datenbedarfe sowie die jeweiligen Zielsetzungen beleuchtet. Viele der beschriebenen Anwendungsfälle beruhen auf Daten, die in der aktuellen Fassung der deutschen Marktkommunikation nicht oder nur mit großem Aufwand (und damit verbundenen Eintrittsbarrieren für neue Akteure) darstellbar wären (Elering AS, 2021). Es zeigt sich, dass alle Anwendungsfälle auf Meter-Daten (sowohl Stamm- als auch Bewegungsdaten) zurückgreifen. Einziger Unterschied zwischen den Anwendungsfällen besteht darin, ob historische Messdaten oder Echtzeitdaten benötigt werden. Dienstleistungen wie die Abrechnung oder auch die Berechnung der optimalen Installation von Erneuerbaren Energieträgern berufen sich auf historische Messdaten, während Lösungen zur Hebung der Flexibilitätspotenziale auf Echtzeitdaten angewiesen sind (Elering AS, 2020).

Diese Aussagen indizieren, dass eine Weiterentwicklung der Marktkommunikation unter Berücksichtigung der schnellen und qualitativ hochwertigen Verfügbarkeit benötigter Daten in Deutschland die gleichen Anwendungsfälle ermöglichen würde. So sind wie bereits erwähnt die Meter-Daten für alle der in der Studie aufgeführten Anwendungsfälle relevant. Darüber hinaus werden bspw. weitere Informationen zu den Stromabnehmern benötigt, um individuelle Effizienzlösungen anbieten zu können. Daten zu Energieproduzenten und Netzzuständen bilden die Grundlage für Flexibilitätsdienstleistungen und Netzanalysen. Ein weiteres Feld für die Nutzung von Daten ist die Berechnung von Energiepaketen bzw. der jeweiligen CO₂-Emissionen: Solche Anwendungen werden zukünftig weiter an Relevanz gewinnen und berufen sich auf das Vorhandensein entsprechender Daten der Energieproduzenten sowie der jeweiligen Herkunfts- und CO₂-Nachweise.

Die Betrachtung des konkreten Anwendungsfalls „Renewable energy management, trading and proof of origin platforms“ zeigt die Vielzahl unterschiedlicher Datentypen, die in diesen neuen Modellen benötigt werden: Neben den historischen und den Echtzeit-Bewegungsdaten der Erzeugung sind auch die Stammdaten der Anlagen erforderlich, um die erneuerbare Eigenschaft des Stroms sowie den CO₂-Fußabdruck der Erzeugung ableiten zu können. Schließlich werden für die Kundensegmentierung zusätzlich auch Informationen zu Größe und Typ der Abnehmer benötigt, was den Mehrwert einer digitalen Kommunikationsplattform offensichtlich macht (Elering AS, 2021).

Aus dem Stakeholder-Prozess und den bisher in diesem Gutachten betrachteten Lösungsansätzen heraus wurden ähnliche Modelle und Anwendungsfälle abgeleitet, wie etwa der in Abschnitt 4.3 erwähnte digitale Fingerabdruck bei der Stromerzeugung. Dieser Ansatz weist Parallelen zu dem oben skizzierten Anwendungsfall auf: Bei einem Tracking des erzeugten Grünstroms mittels des digitalen Fingerabdrucks könnten in Batteriespeichern, bspw. im E-Fahrzeug, Grau- und Grünstrom klar unterschieden werden. Dies würde es ermöglichen, den Grünstrom auch als solchen im Markt zu verkaufen.

Ein weiteres konkretes Beispiel findet sich in der Bereitstellung Spotpreis-basierter Energiepreise für Haushalte. Diese können in Estland bereits seit 2013 angeboten werden, da die Verbrauchs- und Marktinformationen abgerufen werden können und zudem die IT-Architektur für die Bereitstellung solcher Tarife mit geringem Aufwand umsetzbar ist. Vergleichbare Produkte sind in Deutschland – wenngleich schon länger in der Diskussion – bislang nicht über ein Pilotstadium hinausgekommen.

Diese Praxisbeispiele geben einen Eindruck davon, in welcher Weise die Ausgestaltung der Marktkommunikation sowie die verfügbare Infrastruktur die Geschäftsmodelle der beteiligten Akteure beeinflussen bzw. die Vielfalt und Qualität von neuen Services maßgeblich erhöhen kann.

Die Wege anderer Länder bei einer Transformation ihrer Marktkommunikation hin zu einer zukunftsfähigen Lösung werden im folgenden Abschnitt anhand einiger Case Studies näher beleuchtet.

7. Transformationspfade

7.1. Best Practices der Marktkommunikation im europäischen Vergleich

Im europäischen Vergleich wird der Datenaustausch zwischen den Marktakteuren über unterschiedliche Ansätze geregelt. Einige Länder wie Österreich und Portugal sowie der südosteuropäische Raum präferieren ebenso wie Deutschland einen dezentralen Datenaustausch. Gleichzeitig wurden jedoch während der letzten zehn Jahre in Ländern wie den Niederlanden, Belgien und Spanien sowie im skandinavischen Raum Datenplattformen in unterschiedlichen Ausprägungen für die Abwicklung der Marktkommunikation aufgebaut. Teilweise ermöglichen diese Plattformen auch die Bereitstellung von Meter-Daten der Endkunden an Dritte nach deren Zustimmung. Somit geht ihre Nutzung über die klassischen Anwendungszwecke der Marktkommunikation (Netzbetrieb, Abrechnung, ...) hinaus und ermöglicht neue Mehrwert-Dienste.

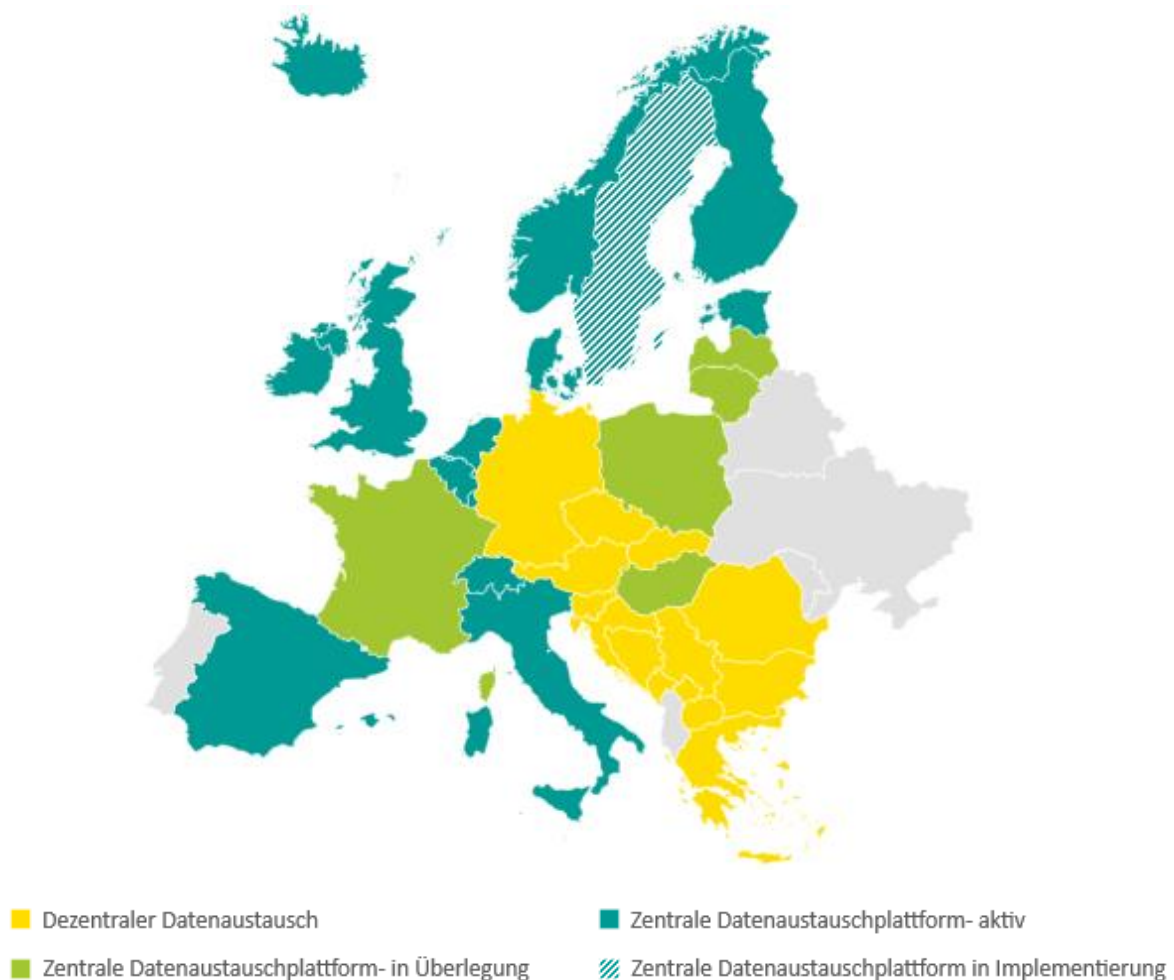


Abbildung 36: Verbreitung von Datenplattformen / –Hubs für die Marktkommunikation in Europa in
Anlehnung an THEMA Consulting Group, 2017

Die folgende Betrachtung der Umsetzung der Marktkommunikation in verschiedenen Ländern Europas zeigt Unterschiede zum deutschen Ansatz auf und identifiziert übertragbare Best Practices derjenigen Länder, die den Weg von einem dezentralen Datenaustausch hin zu einer zentralen Datenplattform bereits gegangen sind. Der Fokus der Betrachtung liegt auf den Erkenntnissen aus der Etablierung einer neuen Lösung sowie dem Stakeholder-Prozess zur Einbindung von Marktakteuren in die Entscheidungen und Ausgestaltung dieser Lösung. Dabei dienten Experteninterviews mit Repräsentanten der jeweiligen Märkte als wesentliche Informationsquelle.

Da in Dänemark, Estland und den Niederlanden bereits erfolgreich arbeitende Datenaustauschplattformen implementiert sind, wurden diese Länder als geeignete Praxisbeispiele identifiziert. Somit werden nachfolgend die Marktkommunikationslösungen dieser Länder detaillierter betrachtet, um aus deren Erfahrungen in Aufbau und Betrieb Empfehlungen für Deutschland abzuleiten.

Tabelle 4: Übersicht ausgewählter Best Practices in Anlehnung an THEMA Consulting Group, 2017

Land	Name des Data Hubs	In Betrieb seit	Eigentümer	Betreiber	Art des Data Hubs
Dänemark	DataHub	2013	ÜNB	ÜNB	Service-orientierter Data Hub mit Kundenzugriff
Estland	Estfeed	2013	ÜNB	ÜNB	Service-orientierter Data Hub mit Kundenzugriff
Niederlande	EDSN	2007, Aktualisierung 2018	ÜNB und VNBs	Privates Unternehmen	Kommunikations-Hub; zukünftiger Data Hub mit Kundenzugriff

7.1.1. Dänemark



Übertragungsnetzbetreiber: Energinet

40 Netzbetreiber

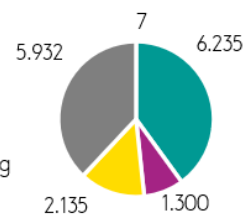
38 Energieversorger

3,3 Millionen Messstellen



Anteil erneuerbarer Erzeugung an installierter Leistung: 9.677 MW (62%) in 2020

- Wasserkraft
- Windenergie
- Solarenergie
- Bioenergie
- Konventionelle Erzeugung



Installierte Leistung nach Energieträger (MW)



Smart Meter Rollout: 100% (seit 2020)

Kommunikationsstandard XML

Der dänische Data Hub ist eine IT-Plattform, die von dem dänischen Übertragungsnetzbetreiber Energinet betrieben wird. Der Data Hub erleichtert und automatisiert die Ausführung von Marktprozessen und Geschäftstransaktionen auf dem dänischen Strommarkt. Zählerstände von ca. 3,3 Millionen Abnahmestellen (Verbrauch und Erzeugung) werden in dem Data Hub zu Abrechnungszwecken registriert und verwaltet. Über den Data Hub werden standardisierte Prozesse für die Registrierung und Verteilung von Marktdaten abgebildet. Auch Lieferantenwechsel werden über den Data Hub abgewickelt.

Im Jahr 2003 wurde der dänische Strommarkt liberalisiert. In den folgenden Jahren wurde zudem eine Reihe weiterer wichtiger Anpassungen des Marktes vorgenommen, um den Wettbewerb auf dem Strommarkt weiter zu fördern.

Vor dem Hintergrund der Vereinfachung von Kommunikation und Standardisierung der Marktprozesse zwischen den dänischen Marktteilnehmern wurde ab 2012 mit Überlegungen zu einer zentralen Plattform für den Austausch markt- und abrechnungsrelevanter Daten begonnen. In langwierigen Diskussionen zwischen verschiedenen Marktakteuren über die Verantwortlichkeiten für den Aufbau und Betrieb der dänischen Marktkommunikationsplattform konnte zunächst keine Einigung erzielt werden. Schließlich entschied das dänische Ministerium für Umwelt, Energie und Versorgungsunternehmen, dass Energinet als Übertragungsnetzbetreiber diese Aufgabe übernehmen sollte. 2013 wurde die erste Version des dänischen Data Hubs durch Energinet implementiert.

Im Jahr 2016 wurde das anbieterzentrierte Modell als neues Marktdesign zusammen mit einer Deregulierung der Verbraucherstrompreise eingeführt. Das Modell legt fest, dass die Stromlieferanten 100 % des Kundenkontakts halten. Der Verbraucher erhält eine einzige Rechnung für Strom und hat somit über den Stromversorger nur einen einzigen Kontaktpunkt zum Strommarkt. Der Stromlieferant stellt dem Verbraucher damit Strom,

Netznutzung, Steuern und Abgaben direkt gebündelt in Rechnung. Anschließend rechnet der Stromlieferant mit dem Verteilnetzbetreiber und mit Energinet ab. Dieses Modell ist grundsätzlich vergleichbar mit dem deutschen Marktdesign. In Dänemark werden diese Abrechnungsprozesse zwischen Lieferanten, Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber jedoch seit 2016 über den Data Hub abgewickelt.

Entscheidungen über die Entwicklung von Funktionen für den Data Hub werden in Dänemark durch ein Expertenboard diskutiert und getroffen, das durch Vertreter aller Markttrollen besetzt ist. Dadurch kann eine größtmögliche Akzeptanz bei allen Betroffenen hergestellt und die Durchsetzung einseitiger Interessen einzelner Marktakteure verhindert werden. Neben dem Gremium aus Domänenexperten wird in einem Technik-Expertenboard über die Art und Weise der Implementierung aller marktseitigen Anforderungen entschieden. Dieses Technikboard wird von Energinet geführt und besteht aus Repräsentanten der betroffenen Marktakteure sowie IT-Dienstleistern.

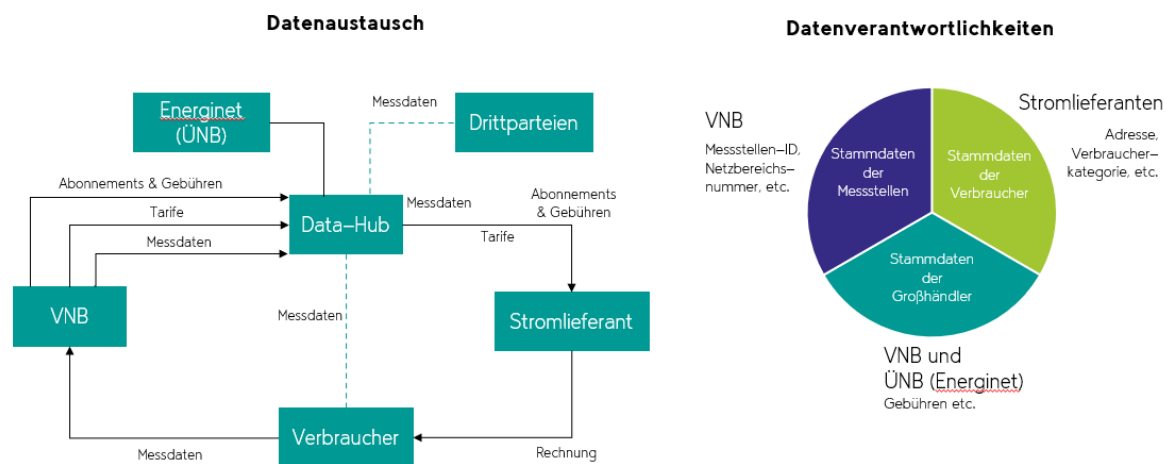


Abbildung 37: Datenaustausch und Datenverantwortliche auf dem dänischen Data Hub in Anlehnung an Energinet, 2016

Seit 2020 werden Meter-Daten mit stündlicher Auflösung auf dem Data Hub zu Abrechnungszwecken verarbeitet. Hierdurch sind die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Plattform gestiegen. Im selben Jahr ging Energinet eine strategische Partnerschaft mit Microsoft zur Weiterentwicklung des Data Hubs ein (Energinet, 2020). Ziele dieser technologischen Weiterentwicklung sind u. a. die Migration in eine Cloud-Umgebung sowie das Aufbrechen einer monolithischen Softwarelösung in Microservices. Weiterhin strebt Energinet an, den Anforderungen aus dem europäischen Clean Energy Package zur Bereitstellung von Energiedaten gerecht zu werden und mithilfe der verfügbaren Daten Sektorenkopplung und flexiblen Verbrauch zu fördern. Gleichzeitig sollen innovative nachhaltige Geschäftsmodelle ermöglicht sowie neue Erkenntnisse aus den Daten generiert werden. Ferner wird Dänemarks neuer Data Hub als Open-Source-Projekt frei zugänglich sein. So können auch andere Länder dieses Projekt als Grundlage nutzen, um aufbauend auf den Basisfunktionalitäten eine marktspezifische Lösung für die eigene Marktkommunikation zu implementieren. Durch den Open-Source-Ansatz setzen die Partner auf eine breite Community zur Weiterentwicklung von innovativen Diensten.

Aus den Perspektiven seiner Nutzer ergeben sich derzeit verschiedene Vorteile des Data Hubs:

Infolge der initialen Anbindung aller Marktakteure an die Plattform konnte eine signifikante Steigerung der Datenqualität erreicht werden. Durch den Data Hub ist die Single–Source–of–Truth für den dänischen Strommarkt definiert. Der durch inkonsistente oder falsche Daten verursachte Klärungsbedarf zwischen Marktakteuren konnte somit zum Vorteil aller Beteiligten wesentlich reduziert werden .

Für neue Marktteilnehmer, z. B. Lieferanten, bedeutet die einfache Anbindung an den Data Hub eine niedrige Eintrittsbarriere: Sie schafft alle nötigen Voraussetzungen für die Kommunikation mit anderen Marktteilnehmern. Da ein zentraler Teil der Business–Prozesse auf dem Data Hub abgebildet wird, sind weniger umfangreiche eigene Softwarelösungen erforderlich. Auch bei Änderungen von Marktprozessen ergibt sich hier ein Vorteil, da die Implementierung nur einmal zentral erfolgen muss und entsprechende Aufwände daher nicht mehrfach anfallen.

Vereinfachte Wechselprozesse sorgen für einen gesunden Wettbewerb, von dem letztlich die Stromkunden profitieren. Zwar schließt der Stromkunde seinen Vertrag direkt mit dem Lieferanten ab. Dieser kann jedoch aufgrund der Automatisierung des Wechselprozesses über den Data Hub effizient und schnell einen Wechsel vollziehen.

Durch die Vergabe von Rollen und Rechten auf dem Data Hub kann eine klare Definition von Netzbetreiber und Stromlieferant sowie die Trennung der Rollen vollzogen werden. Dieser Aspekt war gerade zu Beginn der Marktliberalisierung besonders wichtig.

Zentrale Erfolgsfaktoren und Erkenntnisse bei der Etablierung des Data Hubs waren:

- Die **Beteiligung** der **betroffenen Marktrolle**n an den **Entscheidungen** über die (Weiter–) Entwicklung von Funktionen und Prozessen auf dem Data Hub. Die Einbindung von weiteren Marktrolle n durch Energinet hätte in den ersten Jahren noch stärker erfolgen können.
- Die **Trennung** der **Expertenboards in Markt– und Technologieboards**, um inhaltliche und technische Diskussionen bzw. Entscheidungen voneinander losgelöst zu treffen.
- **Schrittweiser Aufbau des Data Hubs**: Zunächst wurde nur der Datenaustausch für die Marktkommunikation implementiert, dann erfolgte die Erweiterung um Services wie Abrechnungsprozesse zwischen den Marktakteuren.
- Eine **Plattform** wie der Data Hub muss **von Beginn an skalierbar konzipiert** werden. In Dänemark werden die erreichten Leistungsgrenzen der heutigen Lösung durch ein technologisches Upgrade in den kommenden Jahren beseitigt.

7.1.2. Estland



Übertragungsnetzbetreiber: Elering

34 Netzbetreiber

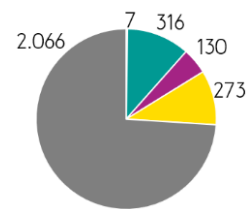
16 Energieversorger

Ca. 750.000 Abnahmestellen



Anteil erneuerbarer Erzeugung an installierter Leistung: 726 MW (26%) in 2020

■ Wasserkraft
 ■ Windenergie
 ■ Solarenergie
 ■ Bioenergie
 ■ Konventionelle Erzeugung



Installierte Leistung nach Energieträger (MW)



Smart Meter Rollout: 100 % (seit 2017)

Eigens entwickelter Kommunikationsstandard, basierend auf XML

Estland hat sich in den vergangenen Jahren als Pionier der Digitalisierung in Europa herauskristallisiert. Zu dieser Vorreiterrolle trägt auch der 2013 in Betrieb genommene estnische Data Hub bei, durch den aufwendige bürokratische Prozesse im Energiesektor digitalisiert und automatisiert wurden. Das estnische Data-Hub-System verwaltet den Austausch von Strommessdaten unter den Marktteilnehmern, unterstützt Stromlieferantenwechselprozesse und archiviert die Stromverbrauchsmessdaten. Die Zuordnung der durch Elering vergebenen EIC-Codes zu den estnischen Strommarktteilnehmern wird ebenfalls über die Softwarelösung verwaltet. Ferner werden alle Messstellen mit IDs verwaltet, welche für die Nachverfolgung des Energietransfers zwischen den Marktteilnehmern erforderlich sind. Die Code-Zuteilung stellt die Grundlage für die Definition der Rechte der einzelnen Marktteilnehmer dar. Zudem ist der estnische Data Hub in der Lage, mithilfe der erfassten Messdaten Abrechnungen zu erstellen.

Der Data Hub steht in Estland tätigen Netzbetreibern und Lieferanten zur Verfügung. Um das Data-Hub-System nutzen zu können, muss ein entsprechender Benutzervertrag unterschrieben werden. Daraufhin können sämtliche Daten von den Marktteilnehmern über das Webportal eingesehen werden.

Unter Angabe ihrer digitalen Identität können sich estnische Bürger Zugang zu ihren Verbrauchsdaten auf dem Data Hub verschaffen. Die digitale Identität ermöglicht ihnen ebenfalls online die Abwicklung sämtlicher energierelevanter behördlicher Prozesse. Dies ist ein besonderes Merkmal von Estland als Pionier der Digitalisierung und vereinfacht die Teilhabe der Bürger am Energiemarkt.

Estnischer Daten-Hub: Funktionsschema

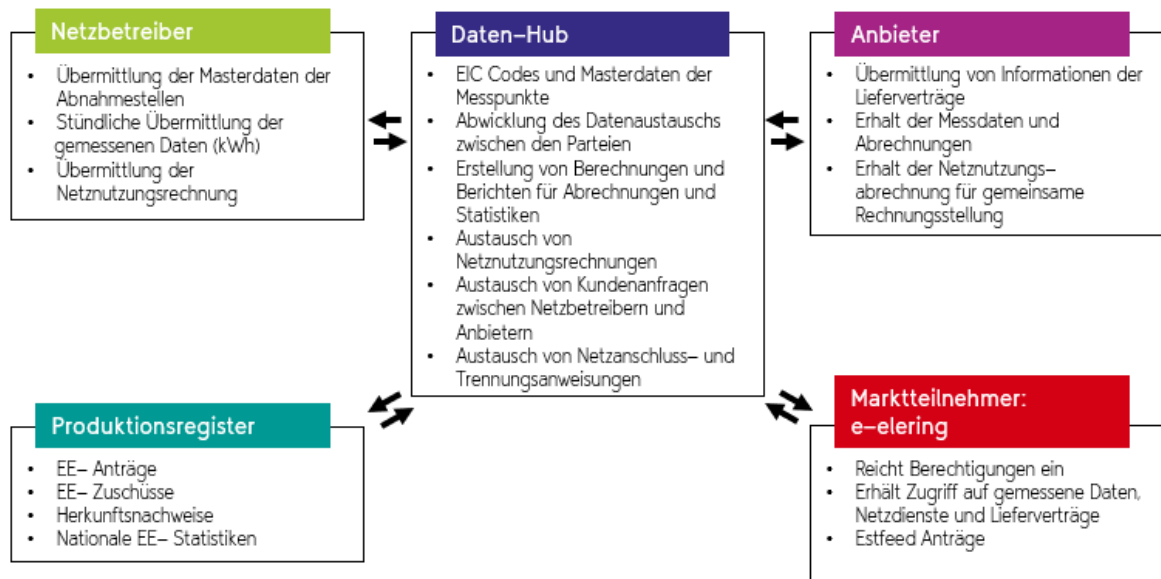


Abbildung 38: Akteure und Funktionen des Data Hub in Anlehnung an Elering AS, 2018

Mit der vollständigen Öffnung des estnischen Elektrizitätsmarktes im Jahr 2013 wurde über den „Electricity Market Act“ (Riigikogu, 2014) per Gesetz erlassen, dass der Übertragungsnetzbetreiber eine Datenplattform zu etablieren hat. Die dorthin zu übertragenden Daten sowie die beitragenden Markttrollen wurden ebenfalls gesetzlich festgelegt. Über die Abwicklung von Marktprozessen mithilfe einer zentralen Instanz sowie den einfachen Zugang zu Daten sollte die Datenplattform Eintrittsbarrieren für neue Marktakteure senken und damit die Öffnung des Marktes erleichtern. Die Entscheidung, den Betrieb der Plattform in die Verantwortung des Übertragungsnetzbetreibers Elering zu geben, war durch die neutrale Position des ÜNB gegenüber den Endabnehmern motiviert. Der ÜNB kann durch den potenziellen Zugriff auf Verbrauchsdaten keinerlei Wettbewerbsvorteil erzielen und ist somit eine für alle Akteure vertrauenswürdige Instanz als Market-Facilitator.

In die Konzeption des estnischen Data Hubs wurden Vertreter aller beteiligten Marktakteure miteinbezogen. Auf diese Weise konnte von Beginn an eine hohe Akzeptanz aller Betroffenen sichergestellt werden. Zur Zeit der Entwicklung des Data Hubs zwischen 2011 und 2013 war es noch nicht selbstverständlich, dass die Summe aller Marktkommunikationsprozesse und die Übertragung aller Messreihen an eine zentrale Plattform nicht die Grenzen der technischen Leistungsfähigkeit der Infrastruktur überschreiten würde. Diese Bedenken und Zweifel bezüglich der technischen Machbarkeit wurden zu Beginn der Entwicklung durch einen Proof of Concept über den Datenaustausch als solchen und die anschließende iterative Weiterentwicklung komplexerer Anwendungsfälle ausgeräumt. Während des Aufbaus der Plattform wurden die Netzbetreiber durch das von Elering gesteuerte Projektteam bei der Implementierung der Schnittstellen unterstützt.

Aus den Perspektiven seiner Nutzer ergeben sich verschiedene Vorteile des Data Hubs:

Bei Elering liegt die Verantwortung für die Abrechnung der Umlage für erneuerbare Einspeisung gegenüber den Anlagenbetreibern. Über den Data Hub kann diese effizient und automatisiert erfolgen, da alle Einspeisedaten der intelligenten Messsysteme durch die Netzbetreiber an den Data Hub übermittelt werden.

Durch die Datenübertragung an den Data Hub über nur wenige standardisierte APIs reduziert sich der Aufwand für die Integration in das eigene IT-System bei allen weiteren Markttrollen wie den Verteilnetzbetreibern und Lieferanten. Änderungen an Datenaustauschprozessen bzw. der Marktkommunikation müssen nur einmalig auf der Plattform, nicht jedoch bei jedem Akteur einzeln implementiert werden. Dies minimiert die Aufwände für IT-Entwicklung und Betrieb. Zusätzlich erleichtert der aufwandsarme Datenaustausch den Markteintritt für neue Akteure.

Bereits seit 2013 ist es Haushaltskunden in Estland möglich, Stromtarife mit Kopplung an den Spotmarkt-Preis zu nutzen. Für Lieferanten ist es überhaupt erst möglich, diese Tarife anzubieten, da über den Data Hub die erforderlichen Daten verfügbar sind und die notwendige IT-Infrastruktur vergleichsweise einfach umzusetzen ist.

Derzeit läuft die Weiterentwicklung des Data Hubs: Zukünftig werden Messdaten im 15-Minuten-Intervall durch die Smart Meter übertragen. Im Vergleich zur heutigen Auflösung von einer Stunde vervierfacht sich damit die Datenmenge. Die bestehende Infrastruktur ist für die Verarbeitung einer solchen Datenmenge nicht ausgelegt. Im Zuge der Weiterentwicklung soll der Data Hub zukünftig jedoch auf größere Datenmengen und Durchsätze ausgelegt werden. Zusätzlich wird in Antizipation der Forderungen von europäischer Ebene nach interoperablem länderübergreifendem Datenaustausch die übergeordnete Estfeed-Plattform für sektorübergreifende Datenbereitstellung neu aufgesetzt.

Zentrale Erfolgsfaktoren und Erkenntnisse bei der Etablierung des Data Hub waren:

- Die **Gesetzliche Pflicht zur Datenübermittlung** ist **zwingend notwendig**. Ohne Verpflichtung haben die Marktakteure keine Anreize, Datenaustausch und -bereitstellung fristgerecht umzusetzen. Der gesetzliche Rahmen muss vor der Festlegung auf eine Technologie für den Datenaustausch geschaffen sein.
- Die **Einbindung aller Stakeholder**, insbesondere der späteren Nutzer bei der Konzeption und deren Support bei der Umsetzung.
- Der **Lieferantenwechselprozess und Abrechnung** können **vollständig automatisiert** abgewickelt werden.
- In Estland hat es sich als Vorteil erwiesen, dass die **Netzbetreiber** für die **Übertragung der Meter-Stammdaten und zugehöriger Messwerte verantwortlich** sind.

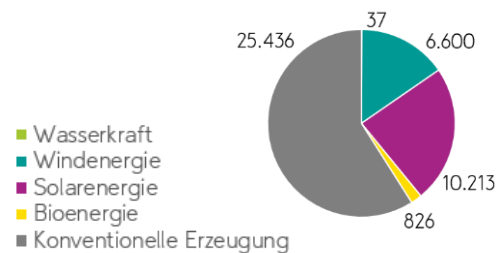
7.1.3. Niederlande



1 Übertragungsnetzbetreiber (TenneT NL)
7 Verteilnetzbetreiber
47 Energieversorger
8,75 Millionen Abnahmestellen



Anteil erneuerbarer Erzeugung an installierter Leistung: 17.676 MW (41%) in 2020



Installierte Leistung nach Energieträger (MW)



Smart Meter Rollout über 90%
Eigenentwicklung Kommunikationsstandard

In den Niederlanden wurde bereits 2007 der erste zentrale Kommunikationshub für die Marktkommunikation aufgesetzt. Getrieben durch die Marktliberalisierung und die steigende Anzahl an Lieferantenwechseln entstand der Bedarf eines standardisierten Datenaustausches sowie einer zentralen Clearingstelle für die Bilanzierung und Abrechnung. Hierfür wurde die Energie Data Services Nederland (EDSN) als unabhängiger Dienstleister gegründet.

Zu den Aufgaben des EDSN gehören neben dem transparenten Austausch von Messdaten auch die Abwicklung von Prozessen, wie bspw. bei Umzügen oder Lieferanten- und Netzbetreiberwechseln. Unterstützt werden vor allem Funktionalitäten für die Endkundenbelieferung und -abrechnung (THEMA Consulting Group, 2017). Eine Besonderheit der Plattform im Vergleich zu anderen liegt darin, dass EDSN nicht nur Strom-, sondern auch Gasdaten erfasst und verwaltet.

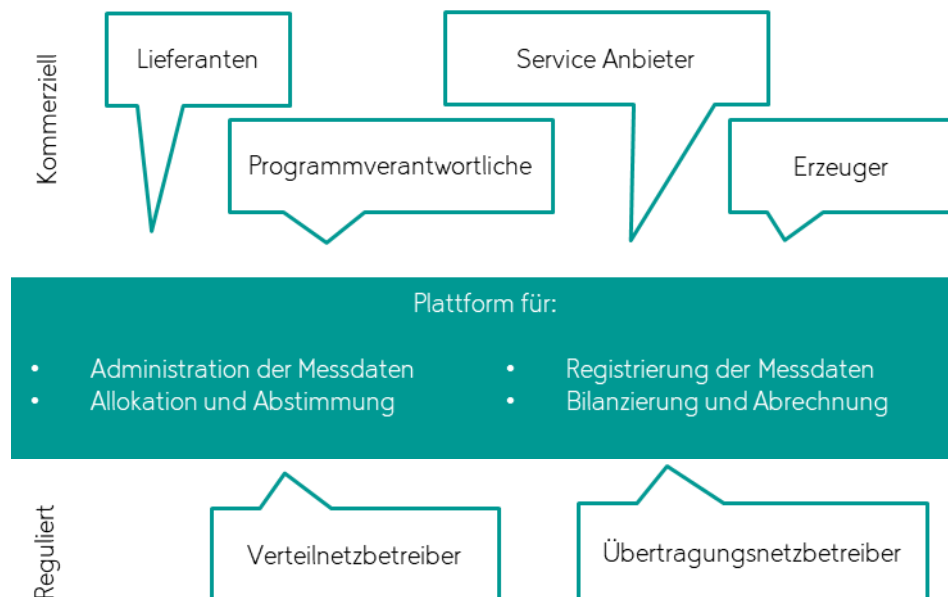


Abbildung 39: Akteure und Funktionen von EDSN in Anlehnung an EDSN, 2017

Mit der Liberalisierung des niederländischen Energiemarktes im Jahr 2000 ging der Bedarf einher, einen Kommunikationshub aufzubauen, um einen standardisierten Nachrichtenaustausch zu ermöglichen. Diese Entscheidung wurde marktweit von verschiedenen Akteuren (ÜNB, VNBs und weitere Marktteilnehmer) getroffen bzw. unterstützt. Während des Entscheidungs- und Implementierungsprozesses wurde kollaborativ in sogenannten Issue Committees gearbeitet. Dabei wurden für eine Vielzahl möglicher Situationen Prozesse und Vorgehensweisen definiert. Hilfreich war dabei, dass die Niederlande zu dieser Zeit nur zehn Lieferanten hatten, was die Zusammenarbeit und Abstimmung mit allen für das erste Aufsetzen der Kommunikationsplattform notwendigen Stakeholdern ermöglichte. In diesem Prozess wurde eine Clearingstelle, nun EDSN, gegründet, die ausschließlich dazu dienen sollte, die Bilanzierung zu vereinfachen und eine zentrale Administration für alle Verbindungen unter den Marktakteuren zu schaffen. Der ÜNB (TenneT) vergab initial acht Millionen Identifikationscodes für die Zuordnung von Messstellen, um somit die Standardisierung voranzutreiben. Ab 2007 wurde die Marktkommunikation durch die zentrale Kommunikationsplattform EDSN abgewickelt.

Anders als die Data Hubs von Estland und Dänemark speichert EDSN die übermittelten Mess- und Abrechnungsdaten nicht zentral, um sie anderen Marktteilnehmern zur Verfügung zu stellen. Stattdessen verbleiben die Daten dezentral bei den Marktakteuren. Nur die Clearingstelle und die Datenbank für Verbindungen sowie Nachrichten liegen zentral bei EDSN. Die Datenhaltung hingegen verbleibt bei dem jeweiligen VNB oder ÜNB. Damit liegt die Verantwortung für die Daten und deren Qualität bei ihnen und sie müssen selbst die Korrektheit und Verfügbarkeit ihrer Daten sicherstellen. Zugang zu den Daten eines anderen Marktakteurs kann jeweils nur mithilfe von Marktkommunikationsnachrichten erfolgen, welche vom EDSN gesendet werden. Der Fokus von EDSN liegt auf dem Datenaustausch für Bilanzierung und Abrechnung. Da die Daten nicht zentral gespeichert werden, existiert auch kein zentraler Korrekturmechanismus von Messdaten wie bspw. in Dänemarks Data Hub.

Positiv hervorzuheben ist, dass die Niederlande mit diesem System bereits heute die Anforderungen des europäischen Clean Energy Packages erfüllen können, den Lieferantenwechsel innerhalb von 24 Stunden ermöglichen zu können. Gleichzeitig stellt die derzeitige Lösung den Markt auch vor Herausforderungen:

Aufgrund der auferlegten Selbstregulierung der Marktteilnehmer ohne gesetzliche Grundlage fehlt die Verbindlichkeit für den professionellen Umgang mit den Daten, die für die Fristmäßigkeit und notwendige Qualität sorgt. Nicht alle Marktakteure haben eine Zugriffsmöglichkeit auf Markt- bzw. Messdaten. Bisher ist die Nutzung der EDSN an den Status einer offiziellen Marktrolle geknüpft und auf die Nutzung für bestimmte vorab definierte Marktprozesse beschränkt. Potenziell berechnete Dritte sind somit von der Datennutzung ausgeschlossen. Die Markteintrittsbarrieren für neue Akteure sind aus diesem Grund äußerst hoch.

Aufgrund der Einschränkungen des aktuellen Systems haben sich die Marktteilnehmer 2019 dazu entschlossen, die Marktkommunikation im Energiesektor im Rahmen eines weitreichenden nationalen Data-Governance-Projekts weiterzuentwickeln. Zukünftig sollen nicht nur die Nachrichten zentral verwaltet, sondern auch der Zugang zu den Daten zentral geregelt und erweitert werden. Dabei geht es nicht darum, EDSN vollkommen neu aufzusetzen, sondern um eine Weiterentwicklung der Plattform.

Nach der aktuellen Planung soll der Umzug auf das neue System Ende 2021 vollzogen werden. Die Weiterentwicklung dient dazu, neuen Akteuren den Einstieg zu erleichtern und neue Geschäftsmodelle zuzulassen. Um dies zu ermöglichen, muss die Marktorganisation umstrukturiert werden, und es sollen zwei neue Instanzen geschaffen werden. Das Market Facilitation Forum (MFF) dient als unabhängige und verpflichtende Beratungs- und Entscheidungsfindungsplattform dem offenen Austausch und der Organisation möglicher Eskalierungen. Der Framework Administrator (BAS) managt vorhandene Rahmenbedingungen in Verbindung mit den im MFF getroffenen Entscheidungen und koordiniert die Ausführung dieser Entscheidungen. Diese Governance ermöglicht die Einbindung aller betroffenen Akteure bei Entscheidungs- und Implementierungsprozessen. So dürfen von allen Marktteilnehmern Vorschläge an das aus Vertretern aller energiewirtschaftlichen Akteure bestehende MFF eingereicht werden, welches dann entscheidet, ob die Thematik zur weiteren Strategieentwicklung und Implementierung an den BAS weitergeleitet wird. Ist dies der Fall, so wird ein Handlungsplan erstellt, der durch Einbezug des MFF weiter ausgearbeitet und nach erfolgreichem Antrag bei dem Ministerium und der Marktaufsichtsbehörde in enger Abstimmung mit dem MFF umgesetzt wird. Mit diesem System werden neue Marktakteure besser berücksichtigt, da es für alle Marktteilnehmer zugänglich ist und sie damit aktiv an der Gestaltung des Energiemarktes teilhaben können.

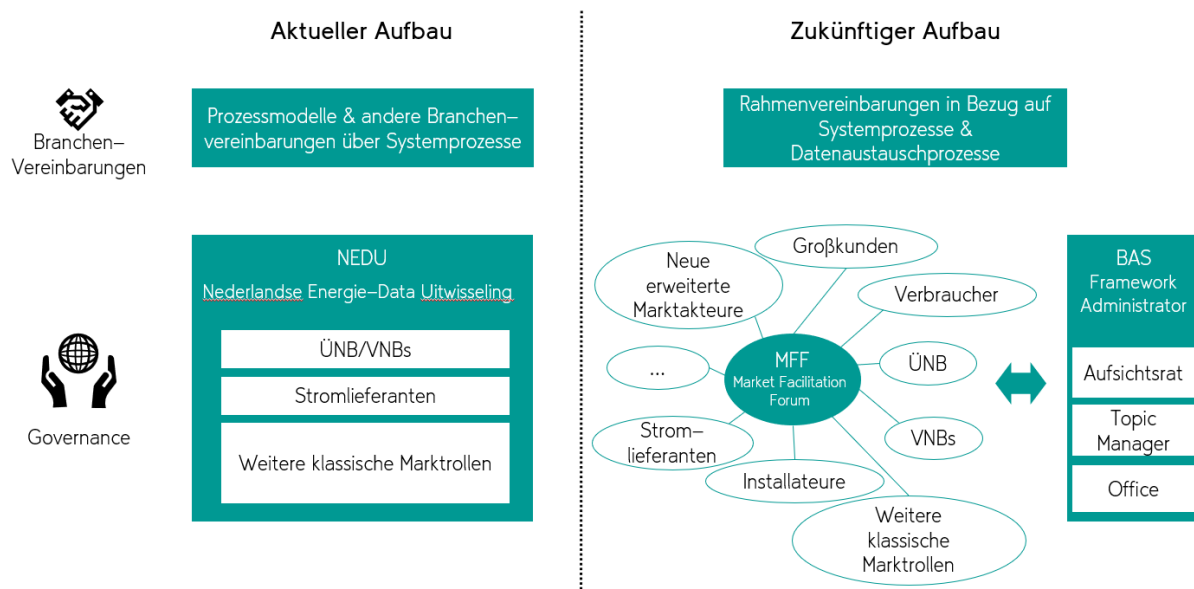


Abbildung 40: Aktueller und zukünftiger Aufbau des Marktes mithilfe von EDSN in Anlehnung an Tennet TSO B.V., 2021

Die Initiative verfolgt das Ziel, alle Marktteilnehmer in Entscheidungsfindungsprozesse einzubinden, um so eine vertrauensvolle und transparente Zusammenarbeit zu ermöglichen. Durch die Einbeziehung aller Akteure soll zudem Expertenwissen bereits frühzeitig in den Prozess einfließen, womit die Effizienz und die Qualität des Systems gesteigert werden. Dabei führen klare Befugnisse und Verantwortlichkeiten nicht nur innerhalb des Marktes zu erhöhter Transparenz, sondern auch beim Verbraucher zu einem besseren Verständnis der Marktkommunikation und somit zu einer höheren Akzeptanz.

Zentrale Erfolgsfaktoren und Erkenntnisse bei der Etablierung des Data Hubs waren:

- Der **Aufbau von Vertrauen zwischen den Marktakteuren** für die Zusammenarbeit ist der wichtigste Aspekt, um eine gemeinsame Lösung zu erarbeiten. Eine **Lösung** für die Marktkommunikation, die von der Branche akzeptiert und weiterentwickelt wird, **muss von der Branche selbst kommen**. Wenn die agierenden Akteure sich nicht einigen können, führen in der Regel Vorgaben durch Regulatorik bzw. Gesetze zu Lösungen, die zu wenig die Anforderungen aus der Praxis berücksichtigen.
- Es ist notwendig, die **Datenübermittlung gesetzlich verpflichtend** zu machen. Ohne gesetzliche Vorgaben haben die Marktakteure keine Anreize, den Austausch und die Bereitstellung der Daten qualitativ hochwertig zu gestalten.
- Die **intensive Einbindung von allen Marktteilnehmern inklusive nicht-traditionellen Akteure** wie bspw. Preisvergleichsportalen war essenziell bei der Weiterentwicklung und Gestaltung der zukünftigen EDSN. Der Aufsetzen einer Governance, die Entscheidungsbefugnisse und Partizipation klar regelt, führt zu einer transparenten Gestaltung der Marktkommunikation und einer hohen Akzeptanz. Neue, teilweise branchenfremde Marktakteure bringen neue Perspektiven und Ansätze in diesen Prozess ein an.
- Der **vollständige Rollout von Smart Metern** ist eine Voraussetzung für den Nutzen der neuen Marktkommunikationsstrukturen. Automatisierter Datenaustausch setzt die Verfügbarkeit von Daten voraus.

7.1.4. Fazit

Die Notwendigkeit des Aufbaus zentraler Kommunikationshubs bzw. Datenplattformen/Data Hubs ergab sich in den betrachteten Ländern aus großen Ineffizienzen und fehlender Standardisierung in der Marktkommunikation. Der Aufbau dieser Datenplattformen wurde durch entsprechende Anpassungen des regulatorischen Rahmens, insbesondere des Marktdesigns begleitet. Hierdurch konnten Dänemark, Estland und die Niederlande Verbesserungen und bedeutende Mehrwerte gegenüber dem bisherigen dezentralen und wenig bis gar nicht standardisierten Datenaustausch erzielen.

Ein Hauptvorteil ist die Reduzierung des Aufwands, den Marktteilnehmer betreiben müssen, um überhaupt an der Marktkommunikation teilnehmen zu können. Die Kommunikationsschnittstelle zu der Datenplattform als einziger beteiligter Instanz herzustellen, erfordert im Vergleich zum Aufbau von Kommunikationsschnittstellen mit jedem einzelnen Marktakteur einen deutlich reduzierten Aufwand. So erfolgen z. B. die Datenabfragen von Estfeeds Data Hub über öffentlich dokumentierte APIs.

Eine Folge des vereinfachten Einstiegs in die Marktkommunikation ist die Verringerung der Markteintrittsbarrieren für Lieferanten. Von dem dadurch stärkeren Wettbewerb profitieren letztendlich die Endabnehmer. Dazu gehört ebenfalls, dass der hohe Automatisierungsgrad des Datenaustausches die Abwicklung des Lieferantenwechsels erleichtert, z.B. durch einfache Vergabe bzw. Änderung von Rechten und Rollen anstatt des vorher benötigten Austausches von Stammdaten. Wenn wie im Falle von Energinets Data Hub sogar der komplette Abrechnungsprozess über die Plattform abgebildet wird, reduzieren sich die IT-Kosten für die Marktakteure noch weiter, da der Bedarf an individuellen Softwarelösungen abnimmt.

Eine Steigerung der Datenqualität wurde von allen Interviewpartnern als positiver Effekt der Marktkommunikation über Datenplattformen genannt, wenngleich bei der initialen Inbetriebnahme für alle Beteiligten nennenswerte Aufwände durch die Prüfung und den Abgleich vorhandener Datensätze entstanden sind.

Auch aus der Bereitstellung und Visualisierung von Kundenverbrauchsdaten als zusätzliche Funktion einer Datenplattform ergibt sich ein Vorteil für die Lieferanten. Damit ist bereits der Anforderung aus dem europäischen Clean Energy Package Rechnung getragen, dass Kunden Zugriff auf ihre Verbrauchsdaten gewährt werden muss. Zusätzlich können Lieferanten ihren Kunden tiefergehende Visualisierungen bereitstellen. Im Gegensatz dazu hat in Deutschland nahezu jeder Versorger ein eigenes Kundenportal aufgebaut, selbst für die Bereitstellung von Basis-Visualisierungen.

Diese Vorteile verdeutlichen, warum sich die dena bereits 2018 in dem Diskussionspapier „Die Bedeutung von Daten für das digitale Energiesystem“ dafür ausgesprochen hat, die Etablierung einer deutschen Energie-Datenplattform zumindest zu prüfen. Dabei könnte die Plattform durch eine nationale Behörde wie das BMWi beaufsichtigt und durch einen neutralen Marktakteur betrieben werden (dena, 2018).

Dänemark, Estland und die Niederlande haben auf ihrem Weg wichtige Erfahrungen gesammelt:

1. Erkenntnis: Der Aufbau eines Data Hubs sollte schrittweise erfolgen, um durch eine iterative Weiterentwicklung Erfahrungswerte einbringen zu können. So sollten zunächst die Grundlagen wie z. B. der generelle Datenaustausch sichergestellt sein, bevor weitere Funktionalitäten wie Abrechnungsfunktionen umgesetzt werden. Auf diese Weise kann die Umstellung auf ein neues System in Etappen durchgeführt und eventuelle Fehler können schnell korrigiert werden.

2. Erkenntnis: Eine digitale Lösung für die Marktkommunikation kann nur gelingen, wenn alle betroffenen Markttrollen in die Konzeption und Entwicklung eingebunden werden. In allen drei untersuchten Märkten hat es intensive Stakeholder-Prozesse gegeben, in denen die Akteure ihre jeweiligen Interessen und Vorschläge einbringen konnten. Zudem sind in jedem der drei Länder Weiterentwicklungen der vorhandenen Datenplattform in Planung, bei denen die Verfügbarkeit von Daten für nicht-konventionelle Markttrollen eine zentrale Rolle spielt. Auch diese werden in die Entscheidungsgremien miteinbezogen.

3. Erkenntnis: Die Trennung von Marktexperten und IT-Experten in zwei Entscheidungsgremien hat sich deutlich bewährt. Auf diese Weise kann die Frage, was umgesetzt werden soll, durch die jeweiligen Experten unabhängig von der Frage, wie es umgesetzt werden soll diskutiert werden. Der enge Austausch zwischen den beiden Gremien muss für die Sicherstellung des gegenseitigen Verständnisses selbstverständlich gewährleistet sein.

4. Erkenntnis: Im Rahmen der Umstellung auf einen Data Hub haben sich die Übertragungsnetzbetreiber als entscheidende Treiber für die Ausgestaltung einer neuen Marktkommunikation erwiesen. Um Interessenskonflikte zu vermeiden, bieten sie sich als Eigentümer und Betreiber einer Datenplattform für die Marktkommunikation an. Alternativ kann ein unabhängiger Dienstleister als neutrale Instanz diese Rolle übernehmen.

5. Erkenntnis: In allen drei untersuchten Ländern ist der Zugang zu den Daten für Dritte für die Zukunft geplant oder bereits jetzt möglich. Dies eröffnet die Option, Zusatzservices und neue Geschäftsmodelle zu realisieren.

6. Erkenntnis: Ein zentraler Erfolgsfaktor für den Mehrwert einer Datenplattform ist die gesetzliche Verpflichtung zur Datenübermittlung durch die Marktakteure, um Anreize für deren Mitwirkung zu schaffen. In Estland und den Niederlanden wurde die Verantwortung für die Datenqualität jeweils bei den Netzbetreibern belassen. Aus technischer Sicht ist die Skalierbarkeit des gewählten Systems eine essenzielle Anforderung, insbesondere im Hinblick auf die weiter ansteigende Anzahl von am Strommarkt partizipierende Akteure.

7. Erkenntnis: Zukünftig ist auf europäischer Ebene aufgrund des gesetzten Ziels der Interoperabilität eine Zunahme der Vorgaben in Bezug auf den Datenaustausch und die Marktkommunikation zu erwarten. Dies verdeutlichen die Forderungen im Clean Energy Package, nach denen die grenzüberschreitende Zusammenarbeit im Energiebereich vorangetrieben und einheitliche Rahmenbedingungen geschaffen werden sollen (Europäische Kommission, 2019). Elering ließ diesbezüglich in einer Studie bereits 2019 die Vorteile einer europäischen Datenaustauschplattform untersuchen (AF Pöyry, 2019). Energinet verfolgt mit seinem Open–Source–Projekt für den Data Hub 2.0 den Anspruch, anderen Ländern den Weg zu bereiten. Je stärker die Märkte zusammenwachsen, desto wichtiger werden auch die Verfügbarkeit und der interoperable Austausch von Marktdaten.

Für die Marktkommunikation in Deutschland ist es daher wichtig, diese Tendenzen im Blick zu behalten und bei der Entwicklung von Datenaustauschplattformen nicht den Anschluss zu verlieren. Gleichzeitig müssen bei einer Übertragung der aufgezählten Erkenntnisse die Eigenheiten des deutschen Energiesystems, insbesondere im Hinblick auf die Regulatorik, berücksichtigt werden.

7.2. Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung der Marktkommunikation in Deutschland

Eine Weiterentwicklung der Marktkommunikation in der deutschen Energiewirtschaft ist angesichts der identifizierten Herausforderungen, des Rollouts intelligenter Messsysteme sowie der Hebung des Potenzials neuer Geschäftsmodelle dringend erforderlich. Im Folgenden werden aus den gewonnenen Erkenntnissen entsprechende Handlungsempfehlungen für Schlüsselrollen im deutschen Markt abgeleitet.

7.2.1. Die Bedeutung technologischer Optionen

In den betrachteten Best Practices war der tatsächliche Mehrwert verschiedener technologischer Optionen zum Startzeitpunkt des Aufbaus der jeweiligen Plattformen geringer als heute. Damals wurden Eigenentwicklungen angestoßen, die auf die speziellen Anforderungen der Länder zugeschnitten waren. Heute ist die Bandbreite verfügbarer Lösungen für Datenaustausch und –speicherung deutlich größer als vor 8 bis 10 Jahren. Open–Source–Projekte wie der Data Hub von Energinet, die Datenaustauschlösung X–Road aus Estland oder die europäische Cloud–Initiative GAIA–X liefern Bausteine und Konzepte, deren sich Deutschland für seine Marktkommunikation bedienen könnte. Vor allem die Cloud–Lösung GAIA–X rückt derzeit angesichts steigender Datendurchsatzraten immer mehr in den Fokus. Für einzelne Anwendungsbereiche der Energiewirtschaft könnte auch die Blockchain–Technologie eine Rolle spielen, wenngleich sie nicht als Lösung für die gesamte Marktkommunikation geeignet ist. Deutschland soll und kann die technischen Konzepte anderer Märkte nicht blind kopieren, sondern muss bei der Weiterentwicklung der eigenen Marktkommunikation offen für moderne derzeit verfügbare Technologien sein.

Die hohe Anzahl an Marktakteuren und die Dezentralität sind wichtige Merkmale der deutschen Energiewirtschaft. Energiewende und Sektorintegration werden den Trend Richtung Dezentralität und Kleinteiligkeit noch weiter verstärken. Eine neue technische Lösung für die Marktkommunikation muss diese Merkmale berücksichtigen. Dem kann z. B. durch ein Fortbestehen dezentraler Datenhaltung und den Verbleib der Daten möglichst nah an ihrer Quelle Rechnung getragen werden. Eine vollständige Zentralisierung in Form einer Datenplattform mit zentraler Datenhaltung sollte daher nur bedingt eine Option darstellen. Zugleich müsste eine Datenplattform in der Energiewirtschaft im Einklang mit den Funktionen und Potenzialen der zukünftigen digitalen Infrastruktur wie dem iMSys implementiert werden.

Eine neue technische Lösung sollte darüber hinaus die Weiterentwicklung der Marktkommunikation und die Veränderung von Prozessen erleichtern. Eine der aktuellen Herausforderungen besteht darin, dass jeder Marktakteur seine IT–Systeme nach einer Aktualisierung der Marktprozesse umstellen muss. Allein bei den Netzbetreibern sind davon rund 900 Akteure betroffen. Die erforderlichen Aktualisierungen führen in der Regel zu temporären Problemen und Reibungsverlusten, weil die Umstellung nicht bei allen Beteiligten gleichzeitig erfolgt. Bei der Konzeption einer neuen Lösung sollte über die gemeinsame Nutzung zentraler Dienste und einen modularen Aufbau nachgedacht werden, um derartige Umstellungsprobleme zu verringern.

In Deutschland wurde mit dem „Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende“ das iMSys mit dem SMGW als zentrale Kommunikationsplattform für die Digitalisierung der Energiewende festgelegt. Somit muss das SMGW mit seinen vorhandenen Möglichkeiten in zukünftigen Konzepten berücksichtigt bzw. intelligent mit diesen verknüpft werden. Eine hohe Marktdurchdringung des iMSys ist bereits in den nächsten Jahren zu erwarten, da nach dem MsbG die Messstellenbetreiber spätestens bis 2032 95 % der Pflichteinbauten durchzuführen haben. Hier sollte ein Entstehen dauerhafter Parallellösungen vermieden werden. Ein Beispiel für die intelligente Verknüpfung bietet der Ansatz, das iMSys als automatisierte Schnittstelle zum Einlesen von Daten in das bestehende MaStR zu nutzen, wie es in der Vision der Registrierungsprozesse in Abschnitt 5.4.2 abgebildet wurde. Dieser Ansatz wird durch die dena im Rahmen des Projekts „Blockchain Machine Identity Ledger“ derzeit in einem technischen Proof of Concept auf seine Machbarkeit untersucht. Das Pilotprojekt ist Teil der Blockchain–Agenda der Bundesregierung (BMW i & BMF, 2019). Sein Fokus besteht zunächst in der Generierung und Bereitstellung einer digitalen Identität technischer Anlagen und Geräte (dena, 2021a). Diese könnte den Registrierungsvorgang im MaStR vereinfachen und eine höhere Datenqualität schaffen, was

angesichts der rapide steigenden Anzahl an dezentralen Anlagen und Akteuren ein wichtiger Beitrag für das MaStR wäre.

Insgesamt ist die Bedeutung der technologischen Optionen für die Weiterentwicklung der Marktkommunikation gegenüber den marktlichen Rahmenbedingungen jedoch als nachrangig zu bewerten. Technologien für Datenaustausch und –speicherung sind in der heutigen Zeit verfügbar und einsetzbar, sofern Anreize dafür gegeben sind.

7.2.2. Empfehlungen an die Regulierung und Branchenverbände

Der BNetzA kommt als Regulierungsbehörde bei der Weiterentwicklung der Marktkommunikation eine tragende Rolle zu. Sie sollte indes der Energiebranche zutrauen, eigene Lösungen für die zukünftige Kommunikation zu entwickeln. Bereits bei der gemeinsam erarbeiteten Branchenlösung RD 2.0 hat die Energiewirtschaft bewiesen, dass sie zur Erstellung eigenständiger Lösungskonzepte fähig ist. Innerhalb eines halben Jahres wurde durch den BDEW und Branchenvertreter ein erstes Konzept für die RD–2.0–Prozesse erarbeitet. In Anlehnung an diesen Entwicklungsprozess, in dem der Erstentwurf nicht durch die BNetzA vorgelegt wurde, sollten Marktakteure an der Erarbeitung der Marktkommunikation intensiv mitwirken und – gestalten könne.

Auch die untersuchten Best Practices haben gezeigt, dass Datenaustauschlösungen unter intensiver Einbindung derjenigen erarbeitet werden sollten, die sie später nutzen. Im Stakeholder–Prozess wurde der Wunsch nach einer Weiterentwicklung der Vorgehensweise zur Verabschiedung der Marktkommunikationsprozesse in Deutschland geäußert. Zwar werden in Konsultationsprozessen schon heute verschiedene Perspektiven eingeholt. Die darauf aufbauenden Kompromisse liefern jedoch nicht für alle Akteure eine zufriedenstellende Realisierung ihrer Anliegen.

Daher sollte die digitale Marktkommunikation der Zukunft federführend durch die Marktakteure entwickelt werden. Projektvorhaben und laufende Initiativen, wie sie derzeit von den deutschen Übertragungsnetzbetreibern bzw. Netzbetreiberkonsortien verfolgt werden, sind begrüßenswert und sollten noch stärker gefördert werden. Dies beinhaltet auch das Zulassen von Parallelsystemen für eine Übergangsphase.

Der Aufbau einer modernen digitalen Lösung für die Marktkommunikation sollte schrittweise erfolgen. Als mögliche Startpunkte bieten sich Prozesse und Daten an, bei denen das Erfordernis eines Änderungsbedarfs bereits heute abzusehen ist. So macht bspw. die Vorgabe aus dem Clean Energy Package, den Prozess des Lieferantenwechsels ab 2026 innerhalb von 24 Stunden abzuwickeln, eine solche Änderung erforderlich (Europäisches Parlament, 2019). Der Status quo in der deutschen Energiewirtschaft erfüllt diese Anforderung nicht.

Auch wurden auf europäischer Ebene bereits Anforderungen an interoperable Datenformate und nationale Datenmanagementmodelle durch das Clean Energy Package sowie die SO GL gestellt. In weiteren Gremien wie E.DSO und ENTSO–E wird auf europäischer Ebene an Vorgaben für den märkteübergreifenden

Datenaustausch gearbeitet. Der deutsche Markt wird durch die europäischen Vorgaben in Zugzwang geraten. In anderen Ländern wird das Thema Datenaustausch und Datennutzung proaktiv angegangen, wie es etwa das Beispiel der durch Elering initiierten Energy Data Access Alliance (Elering AS, 2019) zeigt. Initiativen, die auf europäischer Ebene durch Marktakteure länderübergreifend vorangetrieben werden, sollten idealerweise durch Deutschland proaktiv mitgestaltet, mindestens jedoch beobachtet werden, um auf diese Weise frühzeitig identifizieren zu können, was auf Deutschland von europäischer Ebene her zukommt. Ein weiteres Zukunftsbild zeigt die von Elering im Jahr 2019 durchgeführte Studie zum potenziellen Nutzen einer europäischen Energiedatenplattform (AF Pöyry, 2019). Sollte ein solcher länderübergreifende Marktdatenaustausch verpflichtend werden, wird dies in Deutschland nennenswerte Änderungen an der heutigen Datenkommunikation erfordern.

In Bezug auf die Bereitstellung von Daten für Dritte und die Ermöglichung von Mehrwertdiensten auf Basis von Erzeugungs- bzw. vorrangig von Verbrauchsdaten wurde mit der Einführung der neuen Rolle Energieserviceanbieter (ESA) in der MaKo 2022 bereits ein wichtiger Schritt getan. Weitere Potenziale liegen in der technischen Vereinfachung der Datenaustauschprozesse zwischen MSB und ESA.

Insgesamt kommen der Regulierung und den Branchenverbänden tragende Rollen in der Weiterentwicklung einer modernen digitalen Marktkommunikation zu, da sie markt- und praxisnahe Rahmenbedingungen setzen können.

7.2.3. Empfehlungen an die Politik

Technologische Konzepte sollten vor dem Ausrollen in der Praxis weiterhin in Reallaboren getestet und dabei aus den Erfahrungen gelernt werden. Im Stakeholder-Prozess wurde die Finanzierung des Transfers von der Forschung in die Praxis als Lücke identifiziert: Der Transfer von Reallaboren in die Praxis benötigt eine Anschubfinanzierung sowie stabile Rahmenbedingungen, damit Unternehmen zu Investitionen bereit sind.

Die Politik ist gefordert, einen Rahmen für eine leichtere Beteiligung von neuen Akteuren, insbesondere von Start-ups in der Energiewirtschaft zu schaffen. Auch die Forderung nach vereinfachtem Zugang zu Daten wird von neuen Akteuren regelmäßig gestellt, wie etwa im Rahmen des vom BMWi geförderten dena Start-up Energy Transition (SET) Mentorings. Eine Zielsetzung des SET Mentorings ist es, Start-ups eine Möglichkeit zu bieten, ihre Herausforderungen beim Aufbau von innovativen Geschäftsmodellen und Lösungen für die Energiewende an die Politik zu kommunizieren (dena, 2021b).

Die Förderung der Datenbereitstellung und des Zugangs wäre eine weitere Möglichkeit, Eintrittsbarrieren zu senken. Allerdings kann eine Verpflichtung zur kostenfreien Veröffentlichung von Daten durch die klassischen Marktrollen nicht die alleinige Antwort hierauf sein. Die Erzeugung, Speicherung und Bereitstellung von Daten verursachen Kosten. Einen entsprechenden Wert besitzen Daten, sie können daher nicht in beliebigem Umfang kostenfrei zur Verfügung gestellt werden.

Eine weitere Anregung aus dem Stakeholder-Prozess besteht in der öffentlichen Bereitstellung kostenloser oder zumindest günstiger Basis-Software für grundlegende Kommunikationsprozesse. Dies würde den Zugang zur Marktkommunikation in der Energiewirtschaft für neue sowie kleinere Unternehmen vereinfachen.

Somit besitzt die Politik in der Förderung von Innovationen und der Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen in der Energiewirtschaft eine wichtige Rolle. Außerdem kann die Verankerung einer klaren digitalen Strategie für die Energiewirtschaft durch die Politik für die Akteure ein Zielbild aufzeigen. Angesichts des europäischen Energiebinnenmarktes gilt es dieses Zielbild und die dorthin führenden Maßnahmen mit den EU-Partnern abzustimmen und bestenfalls gemeinsam anzugehen.

7.2.4. Empfehlungen an die Marktakteure

Die Marktakteure sollten sich bei der Weiterentwicklung der Marktkommunikation und des regulatorischen Rahmens bestmöglich engagieren. Die Kooperation untereinander und die gemeinsame Ausarbeitung von Lösungen haben sich bereits in anderen Ländern als zentraler Erfolgsfaktor bei der Konzeption und Etablierung ihrer Data Hubs erwiesen. Dies gilt, ganz unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der technischen Lösung, auch für Deutschland. Beispiele wie das Kooperationsprojekt Connect+ demonstrieren den Willen und die Fähigkeit relevanter deutscher Marktakteure zur Erschaffung von Lösungen. Connect+ ist ein paralleles Umsetzungsprojekt zur Prozessausgestaltung im Rahmen des Redispatch 2.0 (BDEW, 2019c).

Nur unter Berücksichtigung der Anforderungen aller Interessengruppen kann eine für die gesamte Marktkommunikation nachhaltig tragfähige Lösung entstehen. Denkbar wäre in diesem Hinblick die Einführung eines Datentreuhändlers, der das Teilen von Daten und somit den Austausch von Wissen zwischen den Akteuren vereinfacht, auf die Einhaltung der Datenschutzbestimmungen achtet und die Qualität der Daten sicherstellt. Mithilfe eines solchen Datentreuhändlers könnte eine offene Innovationskultur entstehen, wie sie die Bundesregierung in ihrer Datenstrategie fordert (Bundesregierung, 2021).

Marktakteure sollten weiterhin und noch stärker als bisher die Initiative ergreifen, sich an Förderprojekten beteiligen und den Nutzen neuer Konzepte und Technologien in der Praxis beweisen. Mit diesem Nachweis entstehen starke Argumente für eine langfristige Umsetzung. Daher ist die Zusammenarbeit der Marktakteure mit der Forschung bspw. im Rahmen von Projekten wie dem „Future Energy Lab“ der dena oder C/sells als Teil des Förderprogramms „Schaufenster intelligente Energie“ (SINTEG) entscheidend. Das im Jahr 2021 angelaufene BMWi-Förderprogramm für GAIA-X (BMWi, 2021) spannt ebenfalls einen Rahmen, innerhalb dessen Konzepte für eine moderne Marktkommunikation entwickelt und getestet werden können.

Wichtig ist die Erarbeitung eines gemeinsamen Zielbilds für die zukünftige Marktkommunikation. Insbesondere etablierte Player müssen hierfür die Bereitschaft zeigen, mit neuen Akteuren zusammenzuarbeiten. Insgesamt kommt den Marktakteuren die Aufgabe zu, die Marktkommunikation proaktiv mitzugestalten, neue technologische Konzepte in der Praxis zu erproben und gemeinsam tragfähige Lösungen vorzuschlagen.

8. Einordnung und Ausblick

Im Rahmen dieses Gutachtens wurde der Frage nachgegangen, wie die digitale Marktkommunikation für das Energiesystem der Zukunft aussehen kann. Betrachtungsfokus war dabei der Strommarkt in Deutschland. Hierzu wurden der Status quo mit seinen Herausforderungen, technologische Optionen für eine Neugestaltung einiger Datenaustauschprozesse sowie Best Practices anderer europäischer Länder in der Modernisierung ihrer Marktkommunikation betrachtet. Im Zuge der Digitalisierung der Energiewende und der technischen Möglichkeiten, die bspw. das iMSys bietet, wird ein sektorübergreifender Blick in Zukunft immer wichtiger.

Herausforderungen im Status quo

Als wesentliche Herausforderungen wurden die **umfangreichen Übertragungsprozesse** identifiziert, welche in Verbindung mit wechselnden Vorgaben zu **hohen Markteintrittsbarrieren** für neue Akteure führen. Diese Barrieren werden zusätzlich durch komplexe Schnittstellen erhöht, was die Möglichkeiten der Einführung neuer Prozesse und Geschäftsmodelle in der heutigen Marktkommunikation stark einschränkt.

Des Weiteren wurde die **Datenhaltung von Stammdaten** als Fehlerquelle identifiziert. In der derzeitigen Ausgestaltung kann es bspw. zu Redundanzen, Inkonsistenzen oder fehlerhaften Daten kommen, was die Zuverlässigkeit sämtlicher auf Stammdaten aufbauender Prozesse und Entscheidungen wesentlich beeinflusst werden kann.

Ähnliches gilt für die **Verfügbarkeit** und die **Qualität von Bewegungsdaten**, welche teilweise nicht in dem Umfang und in der Qualität vorliegen, wie es z. B. für die Optimierung von Netzführungs- oder Energiehandelsprozessen erforderlich wäre.

Diese in Kapitel 4 ausführlicher beschriebenen Faktoren stellen grundlegende Herausforderungen dar, welche Hemmnisse für die steigende Relevanz neuer und innovativer Akteure sowie die fortlaufende Optimierung der Marktprozesse bilden. Die derzeitige Form der Marktkommunikation ist den externen Anforderungen nicht gewachsen. Sie sollte daher im Hinblick auf neue Lösungsansätze untersucht werden, welche die Vielfalt potenzieller Akteure und die damit zusammenhängenden Innovationen zulassen sowie bei den Prozessen der verschiedenen Geschäftsmodelle einen zuverlässigen, qualitativ hochwertigen Datenaustausch ermöglichen.

Technologische Optionen

Die Untersuchung der technologischen Optionen in Kapitel 5 hat deutlich gemacht, dass die Auswahl der jeweils passenden Technologie stark von den Anforderungen der jeweiligen Datenart und der betrachteten Prozesse abhängt. Es gibt **keine optimale Technologie**, die alle Anforderungen vollumfänglich erfüllt. Stattdessen muss stets die **Kombination verschiedener Technologien** – wie etwa im Falle des MaStR der Einsatz von Blockchain und Client–Server–Datenbank – in Betracht gezogen werden. Angesichts des steigenden Datendurchsatzes werden auch Cloud–Lösungen für die Infrastruktur immer bedeutender, da sie skalierbar sind und durch die Risikoverteilung im System eine hohe Verfügbarkeit gewährleisten.

Innerhalb der Prozesse selbst könnte durch den Einsatz der betrachteten Technologien und die damit einhergehende Automatisierung einzelner Prozessschritte eine **schnellere Abwicklung** realisiert werden. Ebenso kann der Aufwand für die Akteure durch eine **Vereinfachung der Abläufe** sowie **weniger komplexe**

Schnittstellen reduziert werden. Dies könnte auch bei der Erfüllung neuer regulatorischer Forderungen wie der Abwicklung des Lieferantenwechsels binnen eines Tages helfen, die nach der EU–Strombinnenmarkt–Richtlinie spätestens 2026 umgesetzt sein muss.

Außer den Vorteilen bei den Prozessabläufen selbst ergeben sich durch die Technologien vor allem bei der **anschließenden Datennutzung Mehrwerte**. Neben einer **höheren Datenqualität**, die vor allem auf die Integrität der Technologien zurückzuführen ist, können auch vollkommen **neue Anwendungsfälle** für die Daten entstehen. Dies zeigte sich bspw. bei der Vision der automatisierten Registrierungsvorgänge im MaStR, bei denen Netzbetreiber von einer vereinfachten Netzbetreiberprüfung sowie einem aktuellen Anlagenstatus profitieren könnten.

Die **Blockchain–Technologie** hatte sich durch ihre **hohe Integrität und Verfügbarkeit** sowie die **Authentizität** der ausgetauschten Daten hervorgehoben. Sie erfüllt die Sicherheitsanforderungen, die bei der Kommunikation in der Energiewirtschaft bestehen. Darüber hinaus spiegelt die dezentrale Datenhaltung in der Blockchain die zunehmende Dezentralität im deutschen Energiesystem wider und entspricht somit der Datenstrategie der Bundesregierung, die eine interoperable und dezentrale Dateninfrastruktur als Ziel benennt (Bundesregierung, 2021). Dennoch zeigte sich, dass insbesondere **Anonymität** und **Pseudonymität** mit einer Blockchain nicht ohne Weiteres zu realisieren sind. Angesichts hoher Anforderungen an den Datenschutz ist dies jedoch beim Umgang mit sensiblen Daten wie personenbezogenen Stammdaten eine Notwendigkeit. Daher kann die Blockchain für bestimmte energiewirtschaftliche Prozesse eine **sinnvolle Lösung** sein, wenn der **Datenschutz sichergestellt** werden kann **oder** die **Kombination mit weiteren Technologien** in Erwägung gezogen wird.

Handlungsempfehlungen

Als **Best Practices** wurden **Dänemark, Estland** und die **Niederlande** untersucht, die Data Hubs in jeweils verschiedenen Ausprägungen betreiben. An übertragbaren Erfahrungen und Erfolgsfaktoren bei der Etablierung ihrer digitalen Marktkommunikationslösungen wurden identifiziert:

Eine digitale Lösung für die Marktkommunikation kann nur gelingen, wenn **alle Markttrollen** in die **Konzeption und Entwicklung eingebunden** werden oder die Initiative sogar durch die Marktakteure selbst ergriffen wird. Diese Kollaboration sollte auch über die klassischen Markttrollen hinaus ausgeweitet werden. Gerade für die Etablierung in Deutschland ist dies besonders wichtig, da hier neue und für die Energiewende entscheidende Markttrollen wie etwa der Prosument noch nicht ausreichend berücksichtigt werden. Das **Potenzial des Zugangs nicht–konventioneller Rollen zu Energiedaten** wurde in allen drei untersuchten Ländern erkannt und in die Weiterentwicklung ihrer Data Hubs einbezogen. Ein weiterer zentraler Faktor für den Erfolg einer Datenplattform ist die **gesetzliche Verpflichtung zur Datenübermittlung** durch die Marktakteure. Für die deutsche Marktkommunikation ist es darüber hinaus wichtig, die Entwicklungen auf europäischer Ebene mit Bezug zum Datenaustausch im Blick zu behalten und sich nicht abhängen zu lassen.

Fazit

Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern besteht in Deutschland in Bezug auf die technologische Umsetzung der Marktkommunikation ein nicht unerheblicher Nachholbedarf. Diesem muss aber unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenheiten des deutschen Energiesystems begegnet werden. Strukturelle Unterschiede und die hohe Bedeutung der Dezentralität sind dabei die entscheidenden Faktoren. Vor diesem Hintergrund bedarf es eines grundlegenden Angehens der Marktkommunikation. Für Deutschland bietet sich jetzt die Möglichkeit, die Erfahrungen und Best Practices anderer Länder mit erprobten Technologien für die

Weiterentwicklung der eigenen Marktkommunikation zu nutzen. So könnte etwa für den Abrechnungsprozess in der Energiewirtschaft insbesondere der Einsatz einer Datenplattform geeignet sein, wie sie sich für die Abrechnungsvorgänge in anderen Ländern bereits behauptet hat. Ebenso könnten junge Initiativen wie das europäische GAIA-X-Projekt eine Lösung bieten, um für die Energiewirtschaft und das Energiesystem das Spannungsfeld von Dezentralität, Datensouveränität und Datenverfügbarkeit im Sinne einer optimalen Marktkommunikation auszugleichen und gleichzeitig neue datengetriebene Mehrwerte zu schaffen.

Die in diesem Gutachten untersuchte Marktkommunikation bzw. deren technologische Ausgestaltung ist jedoch nicht der richtige Ansatzpunkt, um eine Modernisierung des Marktes zu beginnen. Stattdessen müssen zunächst die Rahmenbedingungen für eine technologische Weiterentwicklung durch das Marktdesign und die entsprechenden Prozessvorgaben geschaffen werden. Die technologischen Optionen zur anschließenden Ausgestaltung sind bereits vorhanden und stellen daher kein Hindernis für die Umsetzung einer digitalen und modernen Marktkommunikation dar.

Literaturverzeichnis

50Hertz Transmission GmbH. (2021). Bilanzkreiskunden. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.50hertz.com/Vertragspartner/Bilanzkreiskunden>

50Hertz Transmission GmbH et al. (2020). Datenaustausch im Rahmen der SO-Verordnung. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.netztransparenz.de/EU-Network-Codes/SO-Verordnung/Datenaustausch>

AF Pöyry. (2019). Benefit Assessment of an EU-wide Data Exchange Plattform. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://elering.ee/sites/default/files/public/tarkvork-konv/tarkv%C3%B5rk/P%C3%B6yry%20-%20Benefit%20Assessment%20of%20an%20EU-wide%20Data%20Exchange%20Platform.pdf>

Amprion GmbH. (2021). Bilanzkreise. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.amprion.net/Strommarkt/Bilanzkreise/>

BDEW. (2015). Hinweise zur Datenbank und zum Vergabeprozess. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://bdew-codes.de/Content/files/Hinweise%20zur%20Datenbank%20und%20zum%20Vergabeprozess.pdf>

BDEW. (2016). Die digitale Energiewirtschaft: Agenda für Unternehmen und Politik. Abgerufen am 09. März 2021 von <https://www.bdew.de/energie/digitalisierung/die-digitale-energiewirtschaft-agenda-fuer-unternehmen-und-politik/>

BDEW. (2017). Blockchain in der Energiewirtschaft. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Blockchain_Energiewirtschaft_10_2017.pdf

BDEW. (2019a). Rollenmodell für die Marktkommunikation im deutschen Energiemarkt. Strom und Gas. Version 1.2.

BDEW. (2019b). BDEW-Positionspapier zur sternförmigen Verteilung von abrechnungsrelevanten Werten aus dem SMGW gemäß MsbG im Energiemarkt. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.bdew.de/service/stellungnahmen/bdew-positionspapier-zur-sternfoermigen-verteilung-von-abrechnungsrelevanten-werten-aus-dem-smgw-gemae%C3%9F-msbg-im-energiemarkt/>

BDEW. (2019c). Wie unterscheiden sich das BDEW-Projekt „Redispatch 2.0“ und das Projekt „Connect+“? Abgerufen am 17. Mai 2021 von <https://www.bdew.de/energie/redispatch-20/frequently-asked-questions-faq/>

BDEW. (2020a). Energiemarkt Deutschland 2020. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bdew.de/media/documents/Energiemarkt_Deutschland_2020_deutsch.pdf

- BDEW. (2020b). Marktprozesse Mehr-/Mindermengenabrechnung Strom und Gas, 1.3. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.bdew.de/service/anwendungshilfen/marktprozesse-mehr-mindermengenabrechnung-strom-und-gas/>
- BDEW. (2020c). BDEW-Branchenlösung Redispatch 2.0. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.bdew.de/service/anwendungshilfen/bdew-branchenloesung-redispatch-20/>
- BDEW. (2020d). Marktkommunikation: BDEW kritisiert umfangreiches BNetzA-Festlegungsverfahren zur Weiterentwicklung der Netzzugangsbedingungen Strom. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.bdew.de/energie/marktkommunikation-bdew-kritisiert-umfangreiches-bnetza-festlegungsverfahren-zur-weiterentwicklung-der-netzzugangsbedingungen-strom/>
- BDEW. (2021). EDI@Energy – Regelungen zum Übertragungsweg. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/BK06/BK6_83_Zug_Mess/835_mitteilungen_datenformate/Mitteilung_16/Allgemeine%20Konsultationsdokumente%20f%C3%BCr%20die%20Datenformate/EDI@Energy%20Regelungen%20zum%20%C3%9Cbertragungsweg%201.4.pdf?__blob
- BKartA, BNetzA. (2020). Monitoringbericht 2019. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/Monitoringbericht_Energie_2019.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- BMWi & BMF. (2019). Blockchain-Strategie der Bundesregierung: Wir stellen die Weichen für die Token-Ökonomie. Abgerufen am 9. Mai 2021 von <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/1845634/45aee6da9554115398cc6a722aba08cb/datenstrategie-der-bundesregierung-download-bpa-data.pdf?download=1>
- BMWi. (2015). Smart Metering – Datenschutz und Datensicherheit auf höchstem Niveau. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/smart-metering.html>
- BMWi. (2020a). Leitlinien zur sternförmigen Kommunikation (§ 60 MsbG). Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/J-L/leitlinien-zur-sternfoermigen-kommunikation.pdf?__blob=publicationFile&v=10
- BMWi. (2020b). GAIA-X: Technical Architecture. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/gaia-x-technical-architecture.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- BMWi. (2021). GAIA-X Förderwettbewerb. Innovative und praxisnahe Anwendungen und Datenräume im digitalen Ökosystem. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/Dateninfrastruktur-GAIA-X/gaia-x-foerderwettbewerb.html>
- BNetzA. (2016). Diskussionspapier zum Umgang mit Messwerten im Fehlerfall. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2016/BK6-16-200/Messwerte_im_Fehlerfall.pdf?__blob=publicationFile&v=1

- BNetzA. (2018a). BK6–18–122: Genehmigung des Vorschlags der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) für den Umfang des Datenaustauschs mit Verteilernetzbetreibern (VNB) und signifikanten Netznutzern (SNN). Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2018/BK6-18-122/BK6-18-122_beschluss_vom_20_12_2018.html
- BNetzA. (2018b). BK6–18–032: Festlegung im Verwaltungsverfahren zur weiteren Anpassung der Vorgaben zur elektronischen Marktkommunikation an die Erfordernisse des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende (MaKo 2020). Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2018/BK6-18-032/BK6_18_032_Festlegung.html
- BNetzA. (2019). Netzzugangsthemen. Marktkommunikation. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/BK06/BK6_83_Zug_Mess/NetzZ.html
- BNetzA. (2020a). Marktstammdatenregister. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
- BNetzA. (2020b). Ziele und Konzepte des Marktstammdatenregisters. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStRHilfe/subpages/zieleKonzepte.html>
- BNetzA. (2021a). 450 MHz: Frequenzen für den drahtlosen Netzzugang. Abgerufen am 9. Mai 2021 von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/450MHz/450MHz-node.html
- BNetzA. (2021b). Handbuch zur Netzbetreiberprüfung im Marktstammdatenregister. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStRHilfe/files/webdienst/Handbuch%20zur%20Netzbetreiberpr%C3%BCfung%20im%20Marktstammdatenregister.pdf>
- BNetzA. (2021c). MaStR–Sondernewsletter Verwaltungsverfahren: Fristverstöße bei den Netzbetreiberprüfungen von Bestandsanlagen. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.marktstammdatenregister.de/MaStRHilfe/files/newsletter/MaStR-SonderNewsletter%202021_Fristverst%C3%B6%C3%9Fe_Bestandsanlagen.pdf
- BSI. (2019). Blockchain sicher gestalten. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Krypto/Blockchain_Analyse.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- BSI. (2020a). Das Smart–Meter–Gateway. Cyber–Sicherheit für die Digitalisierung der Energiewirtschaft. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Broschueren/Smart-Meter-Gateway.pdf?__blob=publicationFile&v=11
- BSI. (2020b). Marktanalyse zur Feststellung der technischen Möglichkeit zum Einbau intelligenter Messsysteme nach § 30 MsbG. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/SmartMeter/Marktanalysen/Marktanalyse_nach_Para_30_MsbG_v1_1_1.pdf?__blob=publicationFile&v=11
- Bundesregierung. (2021). Datenstrategie der Bundesregierung: Eine Innovationsstrategie für gesellschaftlichen Fortschritt und nachhaltiges Wachstum. Kabinetttfassung. Abgerufen am 9. Mai 2021 von

- <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/1845634/45aee6da9554115398cc6a722aba08cb/datenstrategie-der-bundesregierung-download-bpa-data.pdf?download=1>
- BVDW. (2018). Data Economy: Datenwertschöpfung und Qualität von Daten. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/data_economy/BVDW_Datenwertschoepfung_2018.pdf
- dena. (2018). Diskussionspapier: Die Bedeutung von Daten für das digitale Energiesystem. Abgerufen am 4. Mai 2021 von https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2018/dena_SET-Lab_Bericht_Daten_WEB.pdf
- dena. (2019). Multi-Stakeholder-Studie: Blockchain in der integrierten Energiewende. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/dena-Studie_Blockchain_Integrierte_Energiewende_DE4.pdf
- dena. (2021a). Machine ID Ledger. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://future-energy-lab.de/piloten/machine-id-ledger/>
- dena. (2021b). Bewerbungsstart im SET Mentoring: Unterstützung für Energiewende-Start-ups in der Pandemie besonders wichtig. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <http://dena-de.live.dena.de/newsroom/meldungen/bewerbungsstart-im-set-mentoring-unterstuetzung-fuer-energiewende-start-ups-in-der-pandemie-besonders-wichtig/>
- Dierks, S. (6. Februar 2019). edna will Blockchain für Lieferantenwechsel. energate messenger+. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.energate-messenger.de/news/189335/edna-will-blockchain-fuer-lieferantenwechsel>
- Dierks, S. (12. Mai 2020). Virtueller Bilanzkreis vereinfacht Lieferantenwechsel. energate messenger+. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.energate-messenger.de/news/202411/virtueller-bilanzkreis-vereinfacht-lieferantenwechsel>
- DKE. (2020). Smart Meter: Flexibles Energiemanagement und Rückgrat für die Digitalisierung der Energiewende. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/energy/smart-meter-energiemanagement-digitalisierung-energiewende>
- edna. (2016). EDNA Kompendium 2016. Energie, Markt und Kommunikation. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://edna-bundesverband.de/wp-content/uploads/edna-Kompendium-2016.pdf>
- edna. (2020). Auswirkungen der Blockchain auf die Prozesse eines Energieversorgungsunternehmens. Blockchain-Initiative Energie+. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://blockchain-initiative.de/wp-content/uploads/2020/02/Auswirkungen-der-Blockchain-auf-Prozesse.pdf>
- EDSN. (2017). Marktfacilitating. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.edsn.nl/marktfacilitating/>
- Elering AS. (2018). Elering's Data Hubs for Energy Markets.

- Elering AS. (2019). Grid operators to establish Energy Data Access Alliance to revolutionise European energy market. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://elering.ee/en/grid-operators-establish-energy-data-access-alliance-revolutionise-european-energy-market>
- Elering AS. (2020). Electricity data exchange. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://elering.ee/en/data-exchange#tab1>
- Elering AS. (2021). Energy data use cases and needs of European market participants. Abgerufen am 4. Mai 2021 von https://elering.ee/sites/default/files/public/tarkvork-konv/tarkv%C3%B5rk/FINAL_Energy%20data%20use%20cases%20and%20needs%20of%20European%20market%20participants_EN_KV_rev_01.03_C.pdf
- Energie Codes und Services GmbH. (2021a). BDEW-Codenummern. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://bdew-codes.de/Codenumbers/BDEWCodes>
- Energie Codes und Services GmbH. (2021b). Webservice Zugriff. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://bdew-codes.de/Webservice/WebService>
- Energinet. (2016). The Danish Electricity Retail Market. Introduction to DataHub and the Danish supplier-centric model. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://en.energinet.dk/Electricity/DataHub#Documents>
- Energinet. (2020). New Generation Datahub to boost Green Transition. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://en.energinet.dk/About-our-news/News/2020/11/11/New-generation-DataHub-to-boost-green-transition>
- Ernst & Young GmbH. (2019). Barometer Digitalisierung der Energiewende 2018. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/barometer-digitalisierung-der-energiewende.html>
- EU-DSGVO. (2016). Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://dsgvo-gesetz.de/>
- Europäische Kommission. (2019). Saubere Energie für alle Europäer. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b4e46873-7528-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=null&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search
- Europäisches Parlament. (2019). Strommarktreform: Mehr Rechte für Verbraucher, klimafreundlichere Energie. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20190321IPR32108/strommarktreform-mehr-rechte-fur-verbraucher-klimafreundlichere-energie>
- Furrer, V., & Deck, K.-G. (2019). Das Potenzial von Smart Contracts an einem Beispiel aus der Finanzbranche – Smart Rating. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-26960-9_11
- Greene, M. (2017). NASDAQ: Overcoming Big Data Challenges with BlueData. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://itpeernetwork.intel.com/nasdaq-overcoming-big-data-challenges-bluedata/#gs.ya2r3h>

- Hacker, T. (2017). Das edi@energy–Chaos. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.edicenter.de/07–06–2017–das–edienergy–chaos/>
- Joos, T. (2018). Die Blockchain Typen im Überblick. Abgerufen am 30. April 2021 von <https://blockchainwelt.de/blockchain–typen–ueberblick/>
- MaStRV. (2017). Verordnung über das zentrale elektronische Verzeichnis energiewirtschaftlicher Daten (Marktstammdatenregisterverordnung). Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.gesetze–im–internet.de/mastrv/BJNR084210017.html>
- MsbG. (2016). Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.gesetze–im–internet.de/messbg/BJNR203410016.html>
- Naeem, T. (2021). Was ist Datenintegrität in einer Datenbank? Wieso brauchst du es? Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.astera.com/de/type/blog/data–integrity–in–a–database/>
- Open Text Corporation. (2017). EDI Basics: How Successful Businesses Connect, Communicate, and Collaborate Around the World. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.opentext.com/file_source/OpenText/en_US/PDF/opentext–ebook–edi–basics–en.pdf
- Reetz, F. (2017). Welche Chancen ein digitales Energie–Marktdesign bietet: Erkenntnisse eines Foresight–Prozesses. Abgerufen am 10. Mai 2021 von https://www.stiftung–nv.de/sites/default/files/chancen_eines_digitalen_marktdesigns.pdf
- Reetz, F. (2019). Blockchain & das Klima: Warum die nationale BlockchainStrategie Innovations– und Klimapolitik zusammenbringen sollte. Abgerufen am 4. Mai 2021 von https://www.stiftung–nv.de/sites/default/files/blockchain_und_das_klima.pdf
- Riigikogu. (2014). Electricity Market Act. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.riigiteataja.ee/en/eli/528082014005/consolide>
- Schonschek, O., & Schmitz, P. (2019). Anonymisierung von Daten in Datenbanken: Welche Tools bei der Anonymisierung helfen. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.security–insider.de/welche–tools–bei–der–anonymisierung–helfen–a–799361/>
- SOLVIT GmbH. (2018). Verbesserung der Datenkommunikation im deutschen Energiemarkt. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.pressebox.de/pressemitteilung/solvit–gmbh/SOLVIT–macht–Vorschlaege–zur–Optimierung–der–Energiemarktkommunikation/boxid/898758>
- Strohmayer, B., & Reetz, F. (2019). Diskussionspapier: Smarte Sektorenkopplung, Digitalisierung und Distributed Ledger Technologien. BEE. Abgerufen am 11. Mai 2021 von https://www.bee–ev.de/fileadmin/Publikationen/Positionspapiere_Stellungnahmen/BEE/20190827_BEE–Diskussionspapier_Smarte_Sektorenkopplung_Digitalisierung_und_Distributed_Ledger_Technologien.pdf
- Tennet TSO B.V. (2021). Data Management & Governance. Future of data sharing and data–driven services within the Dutch energy sector.

- TenneT TSO GmbH. (2019). Aufgaben der Rollen Rollen BIKO und ÜNB. Abgerufen am 11. 05 2021 von https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/The_Electricity_Market/Rules_and_procedures/German/Mako_2020/Aufgaben_und_Rollen.pdf
- TenneT TSO GmbH. (2021). Bilanzkreise. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.tennet.eu/de/strommarkt/strommarkt-in-deutschland/bilanzkreise/>
- THEMA Consulting Group. (2017). Data Exchange in Electric Power Systems: European State of Play and perspectives. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.entsoe.eu/news/2017/06/26/study-data-exchange-in-electric-power-systems-european-state-of-play-and-perspectives/>
- TransnetBW GmbH. (2021). Bilanzierungsgebiete. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.transnetbw.de/de/strommarkt/bilanzierung-und-abrechnung/bilanzierungsgebiete>
- UBA. (2021a). Herkunftsnachweisregister (HKNR). Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/herkunftsnachweisregister-hknr#herkunftsnachweise-und-register>
- UBA. (2021b). Regionalnachweisregister (RNR). Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/regionalnachweisregister-rnr#regionalnachweise-kurz-erklart>
- Universität Oldenburg. (2008). Was ist Anonymität? Abgerufen am 11. Mai 2021 von <http://www.informatik.uni-oldenburg.de/~iug07/mustermann/rechtliches.html>
- University of Cambridge. (1. Mai 2021). Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. Abgerufen am 31. März 2021 von <https://cbeci.org/>
- VDE FNN. (2019). VDE-Anwendungsregeln (In Kraft). Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.vde.com/de/fnn/dokumente/vde-anwendungsregeln-in-kraft>
- VDE FNN. (2021). Schalten und Steuern mit dem intelligenten Messsystem. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/imesssystem/lastenhefte/steuerbox>
- Weis, E. (2018). Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit – Schutzziele der Informationssicherheit. Abgerufen am 11. Mai 2021 von <https://www.brandmauer.de/blog/it-security/schutzziele-der-informationssicherheit>

Abkürzungsverzeichnis

Akteure und Rollen

AB	Anlagenbetreiber
BAS	Framework Administrator
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BIKO	Bilanzkoordinator
BKV	Bilanzkreisverantwortliche
BMWi	Bundeswirtschaftsministerium
BNetzA	Bundesnetzagentur
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
DP	Data Provider
EDSN	Energie Data Services Nederland
EIV	Einsatzverantwortliche
ESA	Energieserviceanbieter
LF	Lieferant
LFA	Alter Lieferant
LFN	Neuer Lieferant
MFF	Market Facilitation Forum
MSB	Messstellenbetreiber
NB	Netzbetreiber
RB	Registerbetreiber
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V
VDE FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb (Ausschuss) im VDE
VNB	Verteilnetzbetreiber

Regularien

EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
-----	-----------------------------

EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU-DSGVO	Europäische Datenschutz-Grundverordnung
GPKE	Geschäftsprozesse zur Kundenbelieferung mit Elektrizität
MaBiS	Marktregeln für die Durchführung der Bilanzkreisabrechnung
MaStRV	Marktstammdatenregisterverordnung
MMMA	Prozesse zur Ermittlung und Abrechnung von Mehr-/Mindermengen Strom und Gas
MPES	Marktprozesse für erzeugende Marktlösungen
MsbG	Messstellenbetriebsgesetz
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
RD 2.0	Redispatch 2.0
StromNZV	Stromnetzzugangsverordnung
SO GL	System Operation Guideline
WiM	Wechselprozesse im Messwesen Strom

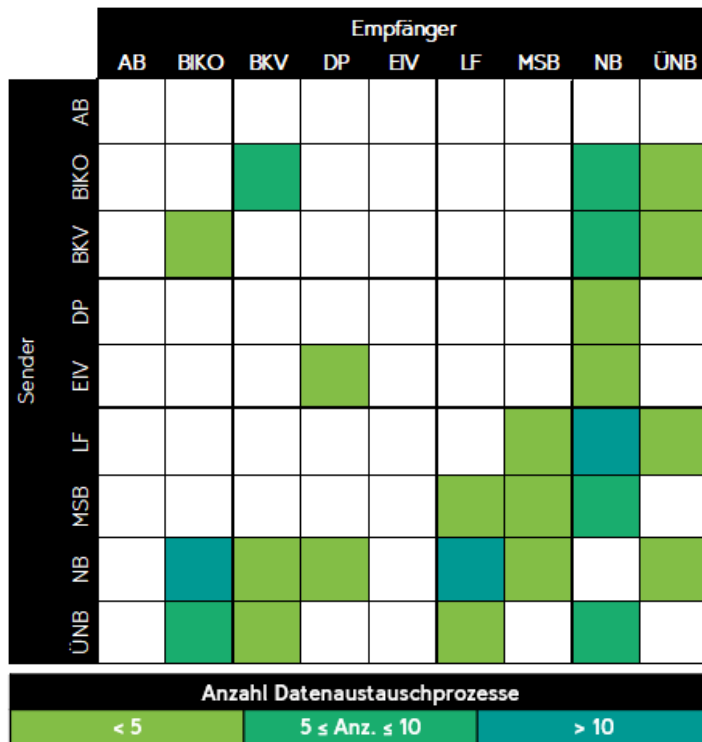
Sonstige

AB-SZR	Abrechnungssummenzeitreihen
API	Application-Programming-Interface
BK-SZR	Bilanzierungskreis-Summenzeitreihe
DLT	Distributed Ledger Technologie
DZR	Deltazeitreihe
EDI	Electronic Data Interchange
EDIFACT	Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport
EIC	Energy Identification Code
HAN	Heimnetz
iMSys	intelligentes Messsystem
LMN	Lokale Metrologische Netz
MaKo	Marktkommunikation
MaLo-ID	Marktlösungen-Identifikationsnummer
MaStR	Marktstammdatenregister
MeLo-ID	Messlösungen-Identifikationsnummer
MP-ID	Marktpartner-Identifikationsnummer

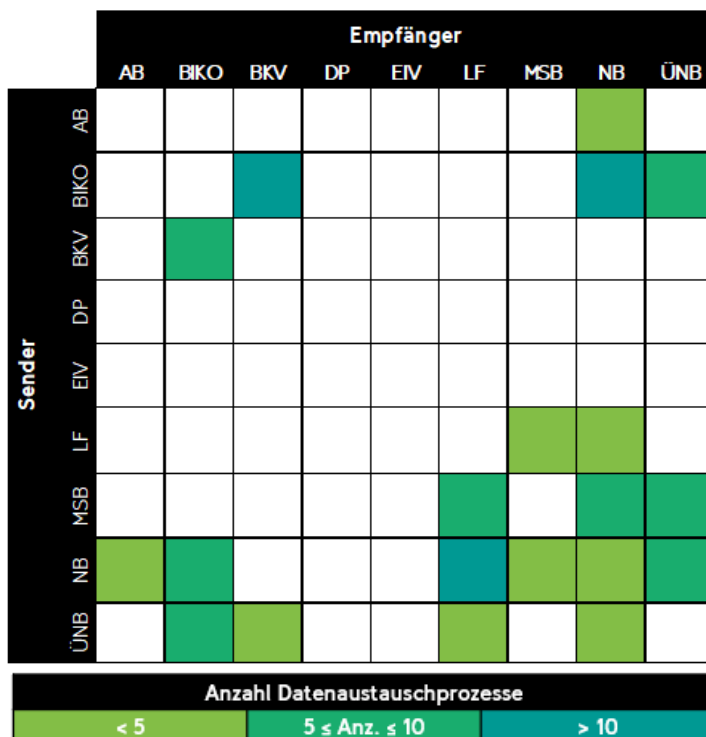
SEE	Stromerzeugungseinheit
RLM	Registrierende Leistungsmessung
SINTEG	Schaufenster intelligente Energie
SLP	Standardlastprofil
SMGW	Smart-Meter-Gateway
tps	Transaktionen pro Sekunde
SSE	Stromspeichereinheit
SVE	Stromverbrauchseinheit
SZR	Summenzeitreihe
WAN	Weitverkehrsnetz

Anhang

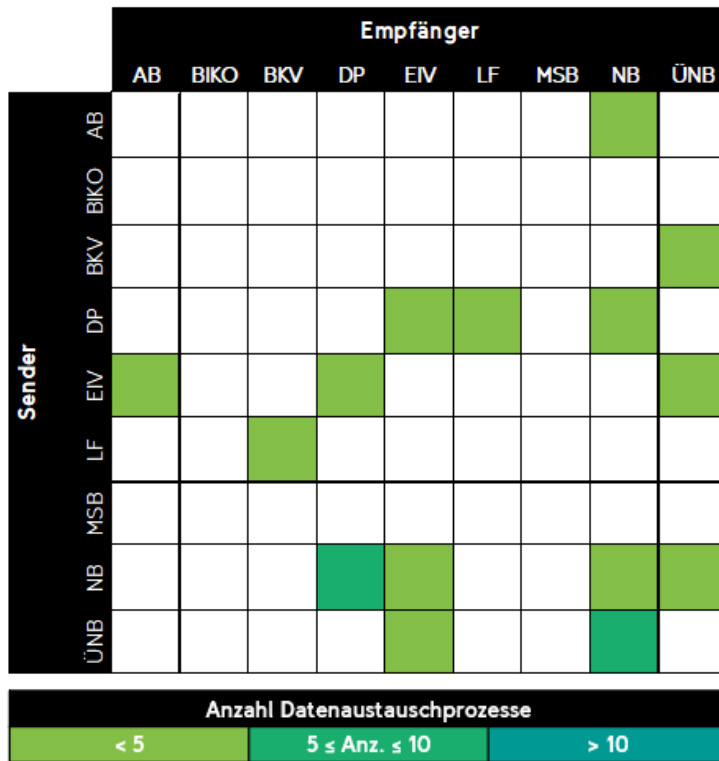
Anhang 1: Heatmap An- und Abmeldung



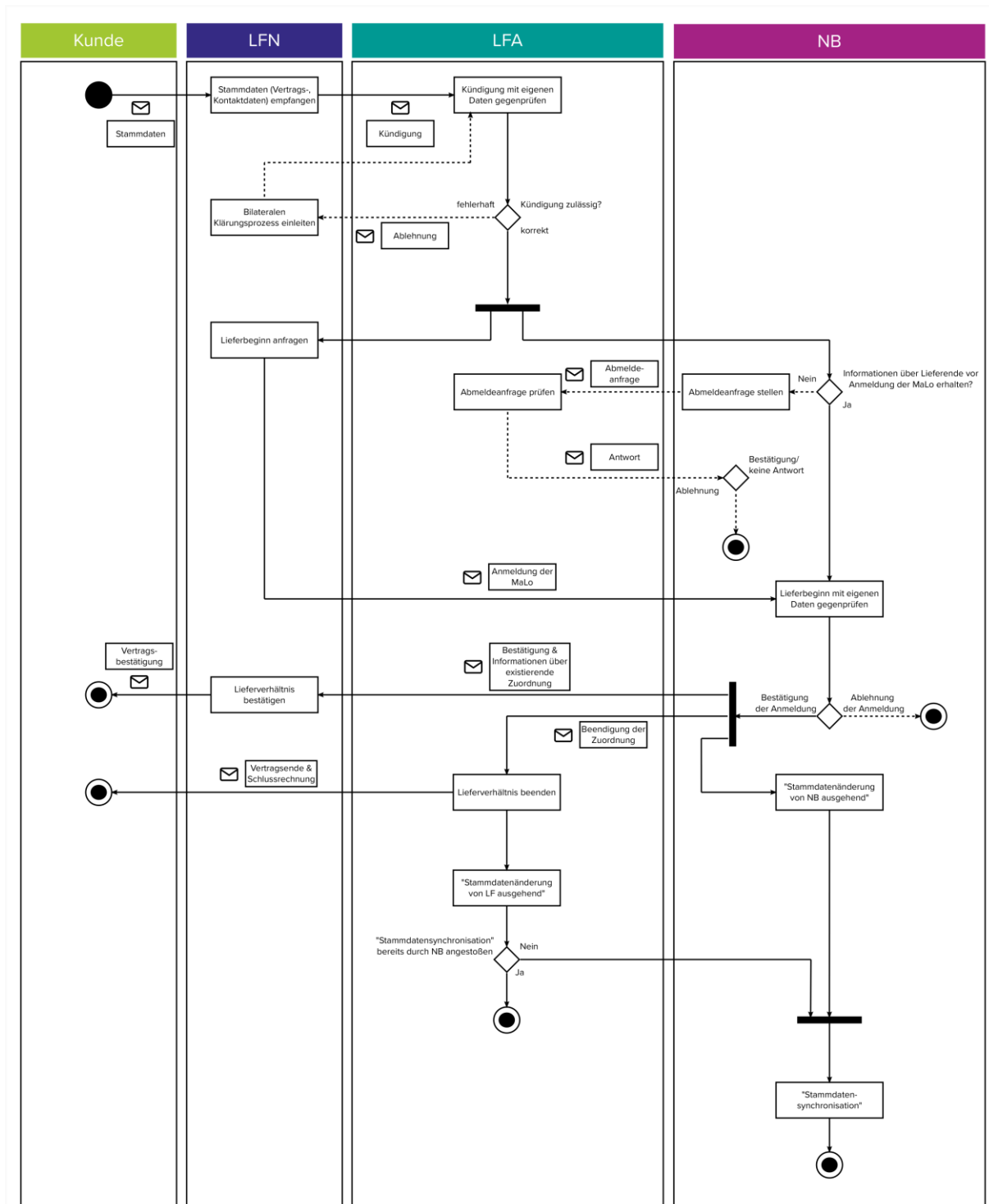
Anhang 2: Heatmap Bilanzierung und Abrechnung



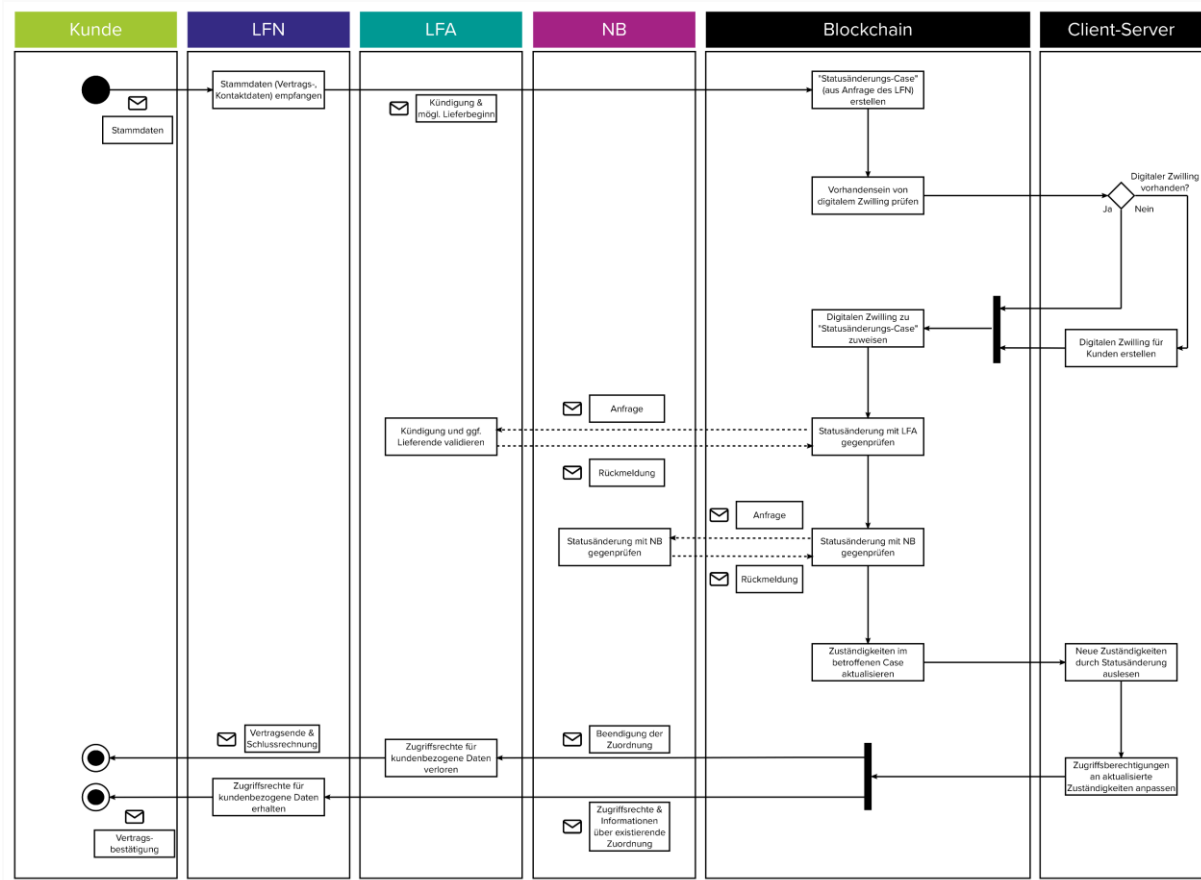
Anhang 3: Heatmap Systembetrieb



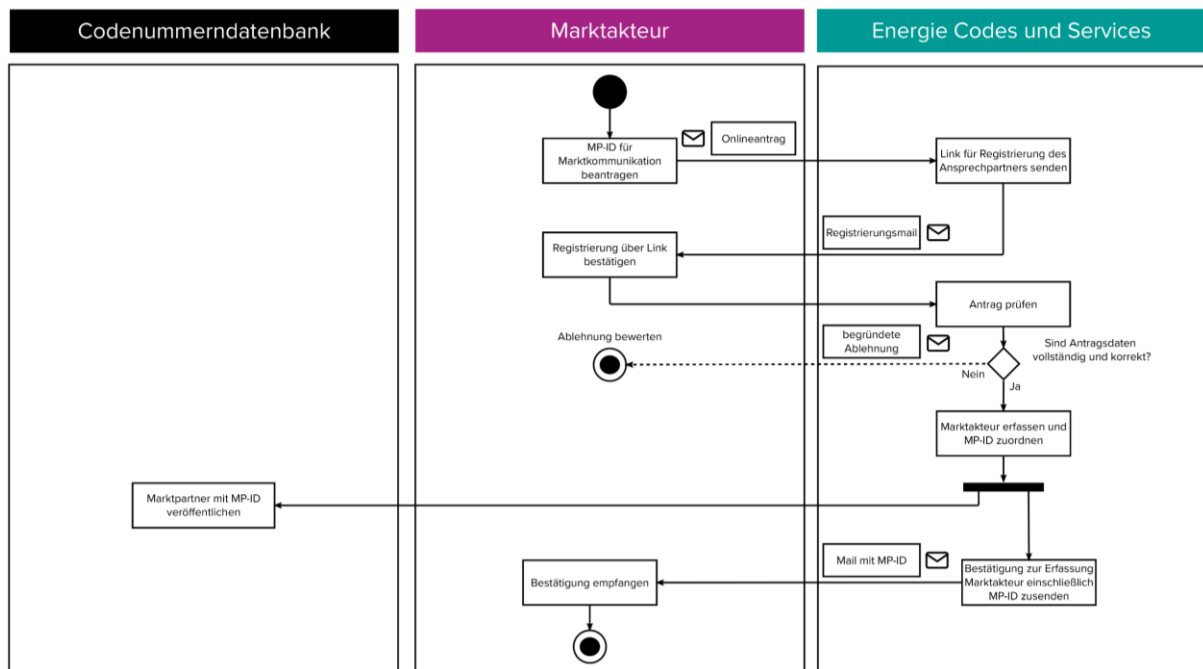
Anhang 4: Status quo des Lieferantenwechsels



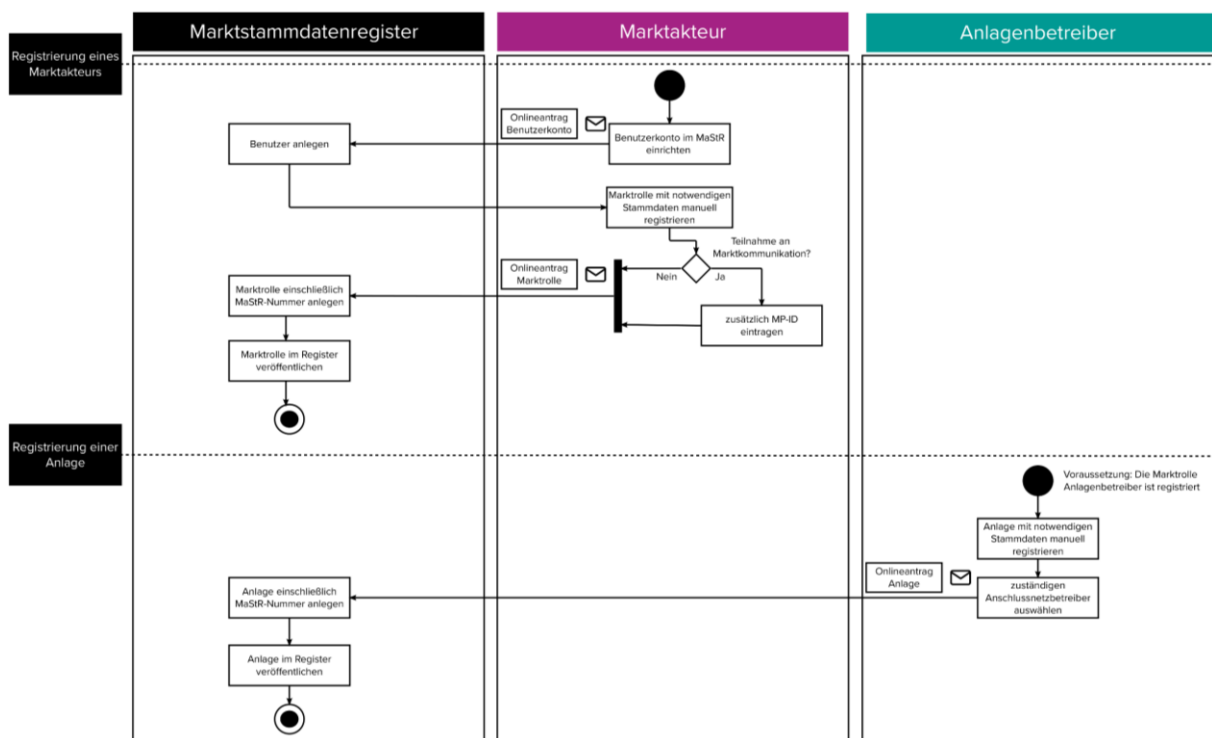
Anhang 5: Vision des Lieferantenwechsel



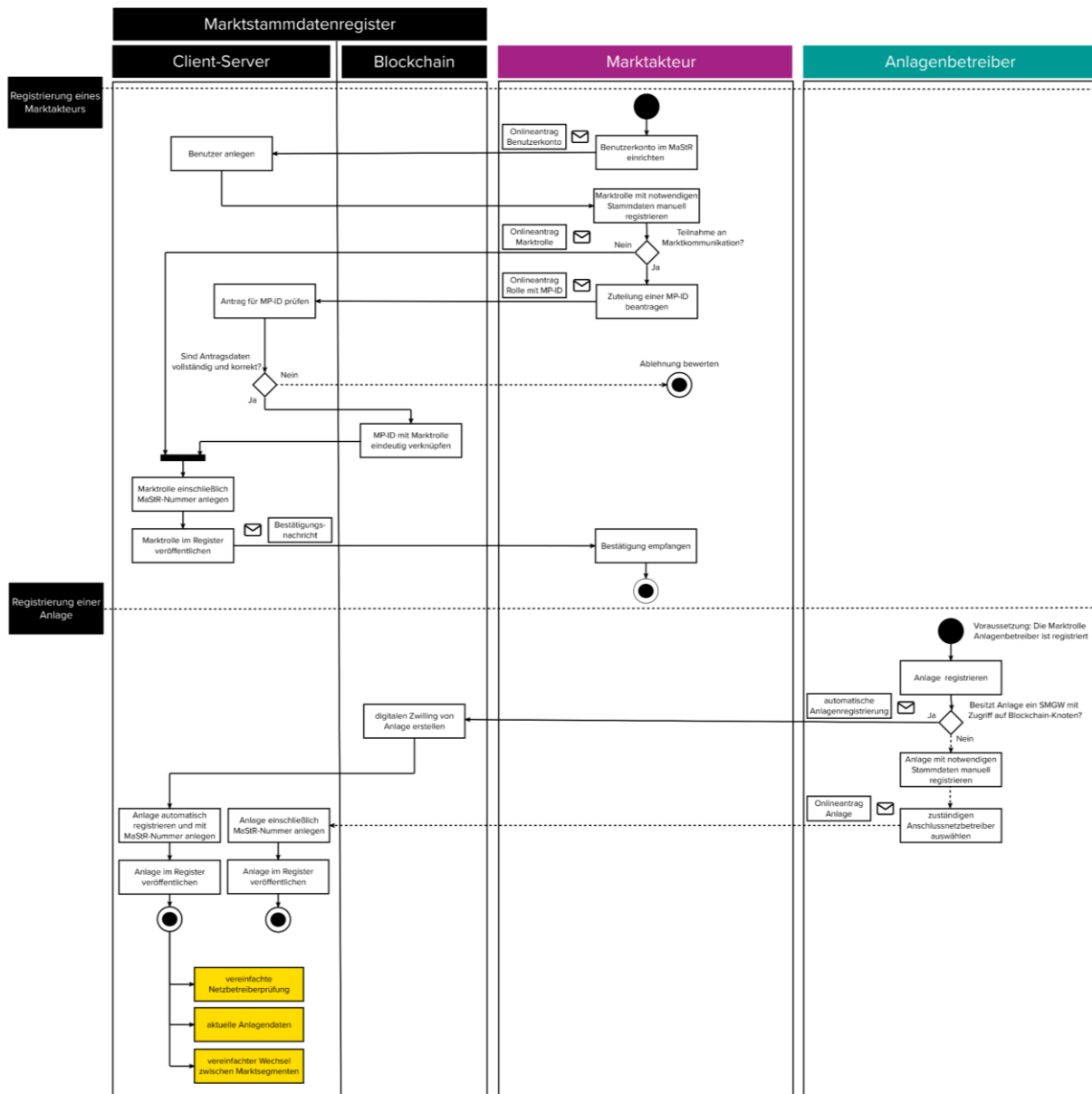
Anhang 6: Status quo der BDEW-Codevergabe



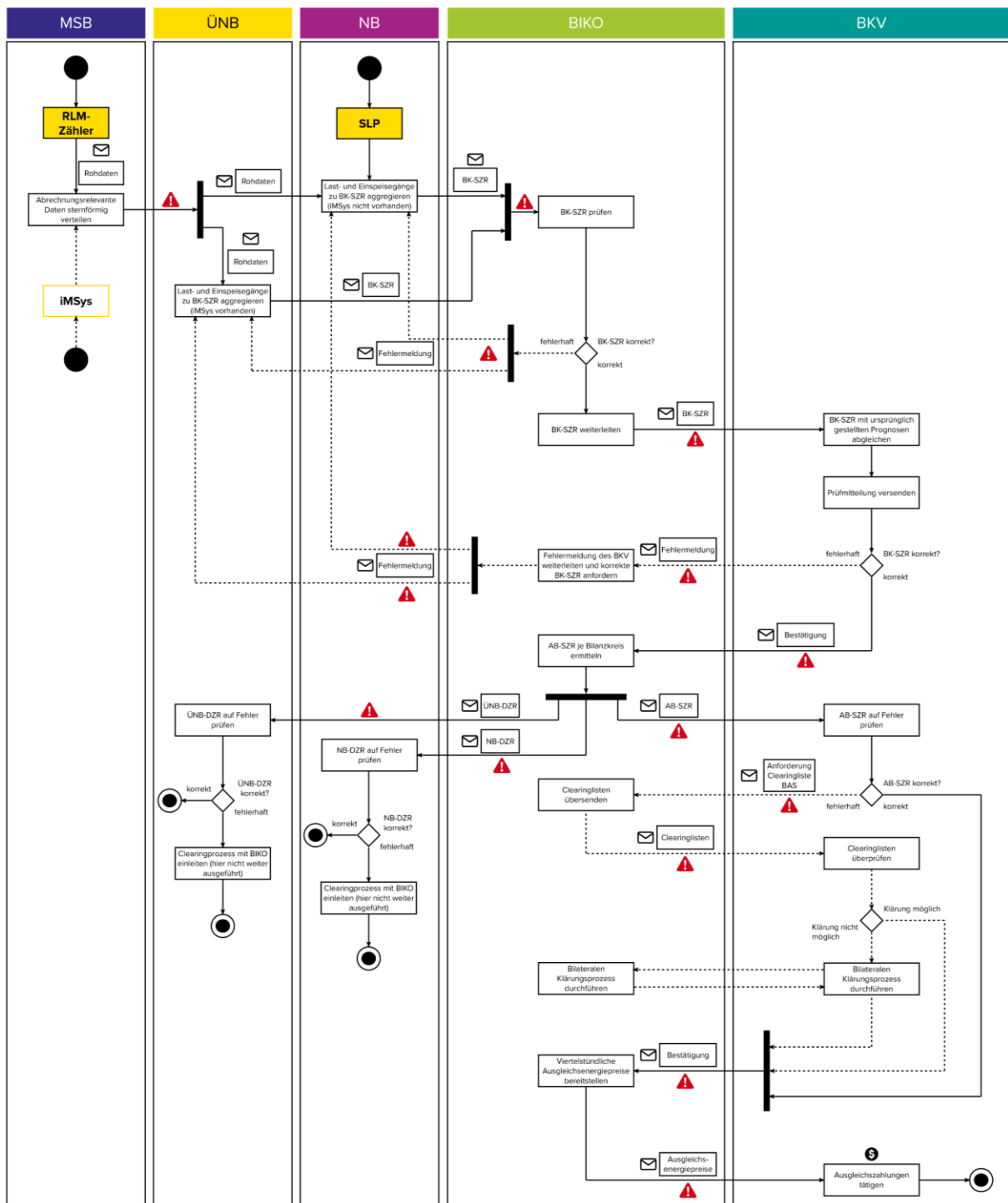
Anhang 7: Status quo der Registrierung im MaStR



Anhang 8: Vision zu den Registrierungsprozessen (BDEW-Codevergabe und MaStR)



Anhang 9: Status quo des Abrechnungsprozesses



[illegible]

Thank you

Ein besonderer Dank gilt Lasse Bienmüller und Marcel Griebenow für die Unterstützung bei der Erstellung des vorliegenden Gutachtens.



umlaut SE

Am Kraftversorgungsturm 3
52070 Aachen
Germany

www.umlaut.com

beyond@umlaut.com

Veröffentlicht am 04.08.2021



