

# KI

dena-ANALYSE

## **Künstliche Intelligenz – vom Hype zur energiewirtschaftlichen Realität**

Vertiefte Analyse von KI-Anwendungsfeldern  
in der Energiewirtschaft

# 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

E-Mail: [info@dena.de](mailto:info@dena.de)

Internet: [www.dena.de](http://www.dena.de)

Autoren :

Lisa Kratochwill, dena

Philipp Richard, dena (Projektleiter)

Linda Babilon, dena

Felix Rehmann, dena

Sara Mamel, dena

Dr. Sebastian Fasbender, dena

Gutachter :

Dr. Marian Klobasa, Fraunhofer -Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Sabine Pelka, Fraunhofer -Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Dr. Patrick Plötz, Fraunhofer -Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Dr. Ludwig Einhellig, Deloitte

Johanna Kappl, Deloitte

Kamila Behrens, Deloitte

Umschlagsgestaltung:

Heimrich & Hannot GmbH

Stand :

08/2020

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

Die vorliegende Analyse wurde im Rahmen des dena-Projekts „EnerKI – Einsatz künstlicher Intelligenz zur Optimierung des Energiesystems“ erstellt. Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Inhalt

<b>Vorwort.....</b>	<b>1</b>
<b>Executive Summary.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Der Hype um künstliche Intelligenz.....</b>	<b>13</b>
1.1 KI hat es bereits auf die Agenda der europäischen Politik geschafft.....	15
1.2 Strategien für den Weg in die Praxis entwickeln .....	16
<b>2 Die vielfältigen Chancen und Herausforderungen für KI in der Energiewirtschaft ...</b>	<b>19</b>
2.1 Neue Herausforderungen für das Energiesystem der Gegenwart .....	19
2.2 Die neun Anwendungsfelder für KI in der Energiewirtschaft .....	19
2.2.1 Prognosen .....	21
2.2.2 Betriebsoptimierung.....	24
2.2.3 Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen .....	27
2.2.4 Predictive Maintenance .....	31
2.2.5 Wartung, Reparatur und Rückbau .....	32
2.2.6 Sicherheitsmaßnahmen .....	34
2.2.7 Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher .....	35
2.2.8 Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen.....	37
2.2.9 Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft .....	39

<b>3</b>	<b>Bewertung von Anwendungen für KI in der Energiewirtschaft .....</b>	<b>43</b>
3.1	Technische Bewertung .....	44
3.1.1	Allgemeine technische Bewertung aller Anwendungsfelder.....	45
3.1.2	Technische Besonderheiten der Anwendungsfelder .....	48
3.2	Ökonomische Bewertung .....	59
3.2.1	Allgemeine ökonomische Bewertung aller Anwendungsfelder .....	61
3.2.2	Ökonomische Besonderheiten der Anwendungsfelder.....	65
3.3	Regulatorische Bewertung .....	77
3.3.1	Allgemeine regulatorische Bewertung aller Anwendungsfelder.....	82
3.3.2	Regulatorische Besonderheiten der Anwendungsfelder.....	90
3.4	Gesellschaftliche Bewertung.....	114
3.4.1	Allgemeine gesellschaftspolitische Bewertung aller Anwendungsfelder .....	116
3.4.2	Gesellschaftliche Besonderheiten der Anwendungsfelder .....	118
<b>4</b>	<b>Evaluation und Ausblick .....</b>	<b>129</b>
4.1	Zusammenführung aller Anwendungsfelder.....	129
4.2	Was ist zu tun? – Die nächsten Schritte für KI in der Energiewirtschaft .....	133
4.2.1	KI in der Energiewirtschaft verankern: Alle sind gefragt .....	134
4.2.2	Aus Herausforderungen Chancen generieren .....	141
	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>145</b>
	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>148</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>149</b>
	<b>Abkürzungen.....</b>	<b>158</b>



# Vorwort

## **Digitalisierung und künstliche Intelligenz – von Notwendigkeit zu Nachhaltigkeit**

Die Digitalisierung der Energiewirtschaft ist bereits in vollem Gange. Getrieben wird sie von Debatten um Nachhaltigkeit und Energieeffizienz digitaler Technologien, die auch nahezu jeden Bereich der Energiebranche berühren und verändern. Dabei ist es jedoch sehr wichtig, Digitalisierungsprojekte im Allgemeinen und KI-Projekte im Speziellen von zwei Seiten zu betrachten.

Auf der einen Seite besteht schlicht und ergreifend die Notwendigkeit, nahezu alle Wertschöpfungsstufen der Branche zu digitalisieren. Wie sonst sollen Millionen von dezentralen Erzeugern, Speichern und Verbrauchern zukünftig orchestriert werden, um die energetische Versorgung auch in extrem dezentralen Strukturen aufrechtzuerhalten? Wie sonst soll ein wie auch immer geartetes Marktdesign 2.0 der Zukunft technisch realisiert werden, das sekundengenaue Marktsignale erzeugen, weiterreichen und verarbeiten kann und daran anknüpfende teil- bzw. vollautomatische, netzdienliche Steuerungen umsetzt? Wie sonst soll ein integriertes Energiesystem entstehen, das den Verkehrs-, Gas-, Wärme- und Stromsektor verknüpft, die fluktuierenden Erzeugnisse erneuerbarer Energien optimal nutzbar macht und eng mit unseren europäischen Partnern verwoben ist?

Die Antwort ist bereits klar: ohne digitale Vernetzung, u.a. mithilfe von Smart Metern, aber auch basierend auf unzähligen Sensoren, gekoppelt mit leistungsstarken Rechenzentren, wird eine Transformation des Energiesystems nicht gelingen. Zudem entstehen hier neue Branchen, die attraktive skalierende Märkte für digitale Produkte und Dienstleistungen versprechen.

Auf der anderen Seite brauchen wir rechtzeitig eine Debatte um eine nachhaltige Digitalisierung bzw. nachhaltige künstliche Intelligenz. Nur wenn wir sicherstellen, dass Grundmaßstäbe der Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit eingehalten werden, sowohl für den Aufbau von digitaler Hardware als auch die Entwicklung von Software, können wir ein solides Fundament für das digitale Energiesystem der Zukunft bauen.

## **Die Reihenfolge der Maßnahmen ist entscheidend**

Generell – und das zeigt, dass wir auf dem richtigen Weg sind – wurde durch die vielen wertvollen Diskussionen der letzten 10 Jahre einiges in die richtige Reihenfolge gesetzt. Uns ist klargeworden, dass ein neues Marktdesign von den technischen Möglichkeiten der digitalen Systeme im Hintergrund abhängig ist. Wir wissen inzwischen, dass ein Informations- und Kommunikationssystem für die Energiewirtschaft ebenso sicher aufzubauen ist wie das eigentliche energiephysikalische System selbst. Entsprechend gilt es auch, den Fokus darauf zu richten. Um die Grundlage für die aufsetzende Prozess-, Produkt- und Servicelandschaft in der Energiewirtschaft zu schaffen, ist die digitale Infrastruktur durch die Politik und die Branche verstärkt in den Mittelpunkt zu stellen. Parallel dazu Nachhaltigkeitsdebatten für ressourcen- und energieschonende Hardware und Software in Gang zu setzen, ist ein wesentlicher Schritt. Dadurch kann die integrierte Energiewende einen großen Sprung in Richtung Zukunft machen – durch innovativen technologischen Fortschritt, maßstabsetzend für den Rest der Welt, gepaart mit einer Betrachtungsweise, die den Menschen als integralen Bestandteil neuer Lösungswege versteht.

## **Die dena als Wegbereiter für die praxisnahe Umsetzung innovativer Technologien**

Auch wir bei der Deutschen Energie-Agentur verändern in Teilen unsere Rolle. Nachdem wir in den letzten Jahren erfolgreich das Themenfeld der Digitalisierung für uns erschließen konnten und gemeinsam mit der Politik und dem Markt digitale Themen aufbereitet und versachlicht haben, ist nun die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende von zentraler Bedeutung. Im neu gegründeten Future Energy Lab – einem Umsetzungslabor für digitale Technologien im Einsatzfeld der Energiewirtschaft - werden wir im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) Themen wie Blockchain und künstliche Intelligenz in einem breiten Stakeholderkreis erproben. Dazu soll der Ihnen vorliegende Analysebericht einen entscheidenden Beitrag leisten, indem über Praxisbeispiele und Handlungsempfehlungen das Potenzial der künstlichen Intelligenz für die Energiewirtschaft erörtert und der Weg für viele zukünftige Umsetzungsprojekte dieser Technologie im Sinne der Nachhaltigkeit und integrierten Energiewende bereitet wird. Ein besonderer Dank gilt in diesem Rahmen dem BMWi, welches unsere Bestrebungen tatkräftig unterstützt und das Entstehen dieses Berichts ermöglicht hat.

Wir bleiben engagiert und wünschen Ihnen eine inspirierende Lektüre!

Herzlichst, Ihr



**Andreas Kuhlmann**

Vorsitzender der Geschäftsführung  
der Deutschen Energie-Agentur (dena)



**Philipp Richard**

Teamleiter Energiesysteme und Digitalisierung  
der Deutschen Energie-Agentur (dena)

# Executive Summary

Das Thema künstliche Intelligenz (KI) steht weiterhin hoch im Kurs. Allein 2019 wurden in der deutschen Wirtschaft branchenübergreifend ca. 60 Mrd. Euro mit Dienstleistungen und Produkten umgesetzt, die einen direkten KI-Einsatz beinhalteten (ZEW, 2020). KI ist unaufhaltsam dabei, sich von einer kaum greifbaren Zukunftstechnologie hin zur technischen Realität zu entwickeln. Entsprechend findet die Diskussion rund um das Thema in einem vermehrt anwendungsbezogenen Rahmen statt. Dies ist wichtig und richtig, wurde KI doch in den letzten Jahren viel zu pauschal bewertet. Dabei wurde sie einerseits in übertriebenem Maße als ersatzloser Heilsbringer für viele Branchen angepriesen, andererseits als stark risikobehaftete Technologie verschrien, die den direkten Einfluss des Menschen aus vielen wichtigen Entscheidungsprozessen eliminiert. Die nun vorherrschende Herangehensweise ist zielführender, da sie sich über alle betroffenen Branchen hinweg gleichermaßen auf Nutzenfragen und Risikoaspekte konzentriert und differenziert von Anwendungsfall zu Anwendungsfall sowohl sicherheitsrelevante als auch ökonomische, politische und gesellschaftliche Perspektiven beurteilt. Dies ist ein ebenso wesentlicher wie unabdingbarer Schritt, umfassen die verschiedenen Formen von KI doch eine enorme Bandbreite an statistischen, selbstlernenden und durch eine riesige Rechenleistung digital gestützten Algorithmen, die ohne Zweifel großen Einfluss auf Prozesse, Aufgabengebiete und Verantwortlichkeiten der Menschen in allen Bereichen des Lebens ausüben können.<sup>1</sup>

Auch in der Energiewirtschaft und für das Gelingen der integrierten Energiewende wächst die Bedeutung von KI. Der Durchdringungsgrad ist in diesem Bereich schon heute höher als bisher angenommen und wird in den kommenden Jahren aller Wahrscheinlichkeit nach weiter zunehmen. Das zeigt auch eine jüngst vom Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft veröffentlichte Studie zum Thema KI in der Energiewirtschaft (BDEW, 2020). Diese Entwicklung wird sich jedoch nicht in allen Bereichen des Energiesystems parallel, sondern vielmehr auch in dieser Branche differenziert vollziehen. So werden einzelne Anwendungsfelder (Use-Cases) die neue Technologie bedeutend schneller und tiefgreifender adaptieren als andere.

Der Einsatz von KI hat weiterhin dort sein größtes Potenzial, wo hierdurch komplexe Systeme und Prozesse optimiert und damit umfangreiche Kostenblöcke reduziert werden können oder aber die Einnahmenseite skaliert werden kann. Diese Aspekte spiegeln inzwischen eine klassische Erwartungshaltung an die Digitalisierung wider. Gleichzeitig enthalten sie weiterhin immer auch das Potenzial, den „großen Wurf“ zu landen, mittels KI auch in der Energiewirtschaft disruptive Durchbrüche zu erzielen und Technologiesprünge zu provozieren und damit auf die Geschwindigkeit der erfolgreichen Transformation des Energiesystems einzuzahlen.

Die vorliegende Analyse baut methodisch auf das im September 2019 veröffentlichte dena-Grundlagenwerk „Künstliche Intelligenz für die Integrierte Energiewende: Einordnung des technologischen Status quo sowie Strukturierung von Anwendungsfeldern in der Energiewirtschaft“ auf. Der aktuelle Bericht beurteilt die dort identifizierten Use-Cases (neun potenziell geeignete Anwendungsfelder für KI innerhalb der Energiewirtschaft) hinsichtlich technischer, ökonomischer, gesellschaftlicher und regulatorischer Fragestellungen und ordnet sie für eine übergeordnete Orientierung hinsichtlich ihres technischen Entwicklungsstands, ihrer ökonomischen Bewertung sowie ihres Beitrags zur integrierten Energiewende ein. Abbildung 1 zeigt als Ergebnis der vorgenommenen Analysen die jeweilige Vorteilhaftigkeit der untersuchten Anwendungsbereiche und veranschaulicht den gesellschaftspolitischen und regulatorischen Handlungsbedarf.

---

<sup>1</sup> Siehe auch dena, 2019.

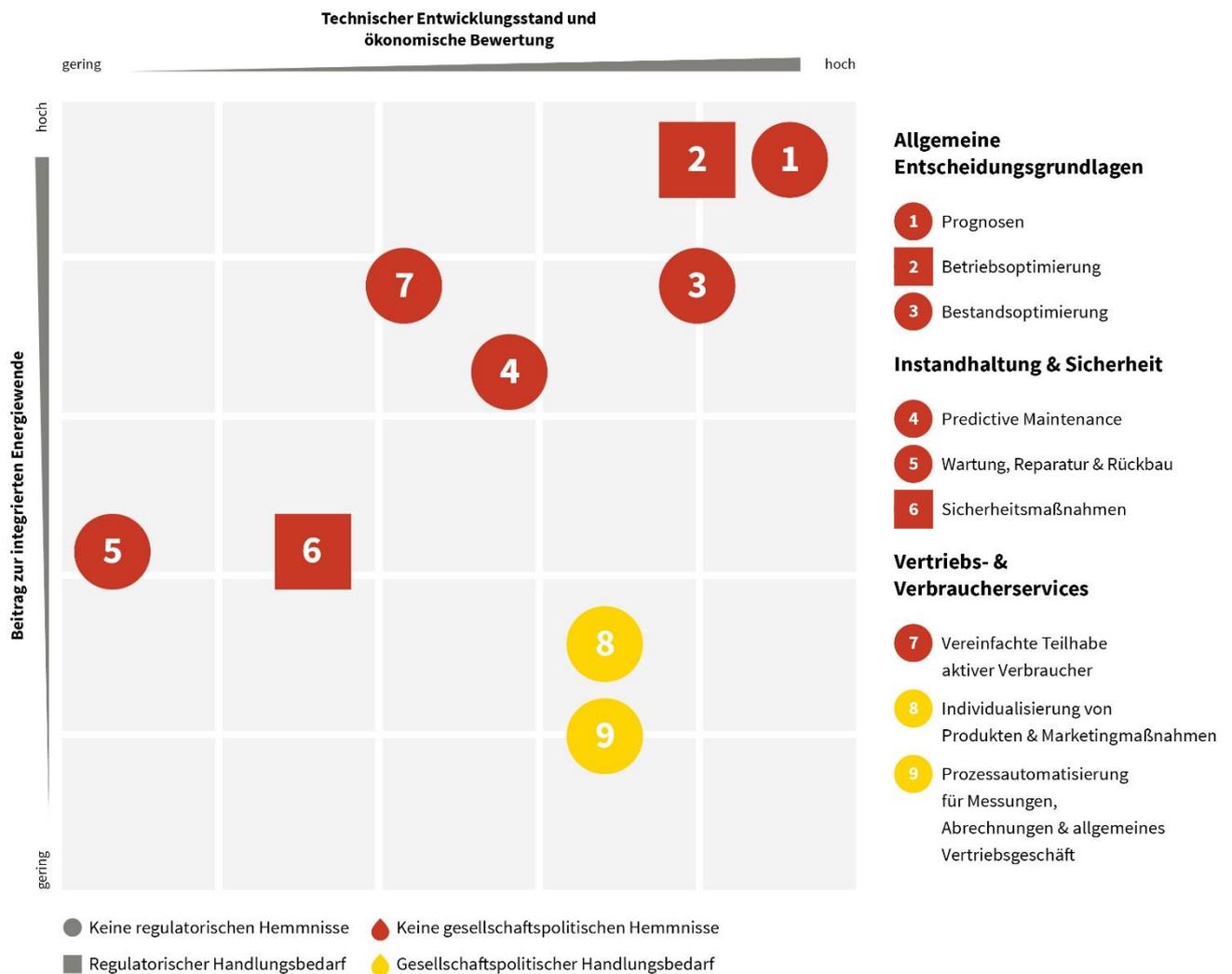


Abbildung 1: Übergeordnete Bewertung der Anwendungsfelder

### Cluster „Allgemeine Entscheidungsgrundlagen“

Überlegungen zum Einsatz von KI als allgemeine Entscheidungsgrundlage werden inzwischen verbreitet an- gestellt. Ihre Anwendung kann innerhalb des gesamten energiewirtschaftlichen Wertschöpfungsnetzwerks dazu dienen, präzisere Vorhersagen zur Auslastung des Netzes zu treffen sowie Einspeisung und Erzeugung vorausschauend zu planen. Ein weiteres Ziel ist die Erlangung von Daten zur Beurteilung von Investitionsent- scheidungen für die Optimierung von Verbrauch und den Betrieb der Netze selbst. Zu den konkreten Anwen- dungsfeldern von KI in diesem Cluster zählen **Prognosen, Betriebsoptimierung** sowie **Bestandsoptimie- rung und andere strategische Geschäftsentscheidungen**. Hier liefert KI die Grundlagen für viele weitere energiewirtschaftliche Prozesse und leistet einen entsprechend hohen Beitrag zur integrierten Energie- wende. Interpretiert man diese Prozesse als eine Art Basisdienst für darauf aufbauende Anwendungsfelder, so wird die extrem hohe Bedeutung der Zuverlässigkeit der Anwendungen wegen ihrer starken Auswirkungen auf nachfolgende Prozesse klar. Aktualität, Menge und Qualität der Daten spielen dementsprechend eine be- deutende Rolle. Das technische und ökonomische Potenzial ist in diesem Cluster generell sehr hoch.

Die besondere Herausforderung liegt im Umgang mit kritischer Infrastruktur (z. B. Sicherstellung des Ausgleichs zwischen Angebot und Nachfrage auf Markt- und Netzebene, Vermeidung und Behebung von Leistungsüberlastungen durch Netzengpässe mithilfe von Engpassmanagement, Abwehren von IT-Angriffen auf das Energiesystem), insbesondere im Netzbetrieb, wo perspektivisch ein umfangreicher Einsatz der Technologie zu erwarten ist. Aufgrund der zunehmend dezentral ausgebildeten Energielandschaft – kleinteilige Erzeuger, flexible Verbraucher und integrierte Speicher – steigen die Menge an zu verarbeitenden Daten und zugleich die Anforderungen an das Stromnetz. Insofern wird die Verfügbarkeit aktueller Netzdaten für die Entfaltung des vollen Potenzials des KI-Einsatzes entscheidend sein, wobei die erforderlichen Daten für einige Netzebenen heute noch größtenteils fehlen.

Anders ist dies in den Wertschöpfungsstufen Erzeugung und Handel (z. B. Preisprognose durch Primärdaten wie Zeitreihen zur Last und EE-Erzeugung verschiedener Wetterjahre, Folgerung optimaler Speicherstrategien für prognostizierte Preiszeitreihen), wo die notwendigen Daten weitestgehend vorhanden sind. Der Einsatz von KI kann hier einen großen Beitrag zur integrierten Energiewende leisten und gleichzeitig einen ökonomischen Mehrwert für Unternehmen generieren. Dementsprechend sind Anwendungen in diesem Cluster im Bereich Erzeugung und Handel bereits heute etabliert.

#### **Cluster „Instandhaltung & Sicherheit“**

Vor allem in den Wertschöpfungsstufen Erzeugung und Transport kann der Einsatz von KI in diesem Cluster zur Gewährleistung eines sicheren Anlagenbetriebs und der Minimierung von Ausfallzeiten von Energieerzeugungsanlagen beitragen. Durch den Einsatz von Drohnen und Robotern in den beiden Anwendungsfeldern **Predictive Maintenance** und **Wartung, Reparatur und Rückbau** steigt der Komplexitätsgrad, was zunächst hohe Investitionen bedingt. Mit zukünftig sinkenden Kosten für Wartungsroboter, intelligente Assistenzsysteme und Drohnen werden KI-unterstützte Wartungsprozesse jedoch perspektivisch auch einen ökonomischen Beitrag leisten können (z. B. durch Vermeidung unnötiger Ausfall- und Stillstandzeiten von Anlagen, Reduzierung des Risikos für Wartungsmitarbeiter und geringere Instandhaltungskosten). Für die **Sicherheitsmaßnahmen** stellen regulatorische Anforderungen hinsichtlich der Datensicherheit die größte Herausforderung dar. Durch die hier zu erreichende Stärkung der Resilienz des Energiesystems stellt die Anwendung von KI in diesem Bereich aber eine wichtige Voraussetzung für weitere Anwendungsfelder dar (z. B. vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher, intelligenter Netzbetrieb mit einer Vielzahl an Erzeugern und flexiblen Verbrauchern).

Auch die Frage nach der Art der Daten und den damit verbundenen Anforderungen an den Datenschutz spielt hier eine entscheidende Rolle. Die meisten energiewirtschaftlichen Anwendungen von KI basieren auf technischen, sensorisch erfassten Daten und sind insofern bezüglich der Persönlichkeitsrechte unkritisch. Für Fälle, bei denen KI allerdings doch auf personenbezogene Daten zugreift, ist zwingend ein Höchstmaß an Transparenz und Nachvollziehbarkeit sicherzustellen. Nur wenn der Nutzen des KI-Einsatzes klar zu erkennen und die Funktionsweise der KI für den Endanwender gleichzeitig transparent nachvollziehbar ist, ist ein Einsatz der betreffenden KI-Anwendung als Beitrag zur integrierten Energiewende aus gesellschaftlicher Sicht sinnvoll.

### **Cluster „Vertriebs- & Verbraucherservices“**

KI-Anwendungen dieses Clusters zielen auf die Verbesserung von Dienstleistungen für Verbraucher und die Intensivierung von Kundenbeziehungen. Dadurch ergibt sich für die **vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher, Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen** und **Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft** eine im Vergleich zu den anderen Clustern vermehrte Nutzung personenbezogener Daten und damit ein stärkerer Fokus auf gesellschaftliche und regulatorische Fragestellungen.

Die Analyse zeigt hier perspektivisch ein hohes Potenzial für KI-Anwendungen auf, vor allem bezüglich der vereinfachten Teilhabe aktiver Verbraucher (z. B. Energiemanagement zur Eigenverbrauchserhöhung von Photovoltaik-(PV-)Batteriesystemen in Haushalten, Identifikation kleinteiliger Effizienzpotenziale, automatisierte Abwicklung des Verkaufs von selbst erzeugtem Strom), die ohne KI in den meisten Fällen wirtschaftlich nicht rentabel wäre. Über den Einsatz von KI werden etablierte Prozesse aus der Energiewirtschaft auch kleinen Akteuren zugänglich gemacht und damit eine Interaktion am Energiemarkt überhaupt erst ermöglicht.

### **Daten im Mittelpunkt der Debatte**

Clusterübergreifend zeigt der vorliegende Bericht, dass KI häufig in Prozessen zum Einsatz kommt, die zwar grundsätzlich auch ohne die Technologie umsetzbar wären (z. B. Prognose von EE-Erzeugung, Berechnung optimaler Investitions- oder Speicherstrategien), deren Optimierungspotenzial und der durch effizientere Prozesse und die damit verbundene Senkung der Kosten entstehende Nutzen jedoch den zusätzlichen Aufwand der KI-Implementierung rechtfertigen. Durch den Einsatz von KI können in der Energiewirtschaft mehr bzw. in einigen komplexen Anwendungsfällen erstmalig Daten verarbeitet werden und damit prägnantere und bessere Ergebnisse erzielt werden.

Die öffentliche KI-Fachdiskussion ist geprägt von Fragen rund um die Nutzung und Verfügbarkeit von Daten. Tatsächlich erweist sich die Datenverfügbarkeit bis dato in einigen Bereichen als limitierender Faktor. Häufig mangelt es aufgrund der nur begrenzt installierten Messtechnik an empirischen Daten zum Training der Modelle oder die vorhandenen Daten besitzen nicht die notwendige Qualität bzw. dürfen wegen regulatorischer Einschränkungen nicht zur Verfügung gestellt werden. Je schlechter sich die Datengrundlage darstellt, desto geringer ist die Umsetzbarkeit von KI-Anwendungen im entsprechenden Anwendungsfeld (AF). Hohe Anforderungen an die KI, wie sie beispielsweise für die Robotik bestehen, erhöhen zudem auch die Ansprüche an die Datengrundlage und erschweren damit die Implementierung zusätzlich.

Im Hinblick auf Datenschutz und Datensicherheit, gemeinhin als das größte Hemmnis für den Einsatz von KI betrachtet, kommt diese Analyse zu einem differenzierten Urteil: Bei den meisten untersuchten Anwendungsfällen stellen regulatorische Rahmenbedingungen für die Verwendung der Daten kein grundlegendes Hemmnis dar. Allerdings existieren in einzelnen Fällen zu Recht hohe regulatorische Anforderungen zum Schutz personenbezogener Daten. Ein Ausschlusskriterium für die Umsetzung von KI stellen diese Datenschutzanforderungen jedoch nicht dar. Hier ist vielmehr an einem grundsätzlich transparenten und fairen Umgang zu arbeiten, der die Unternehmen selbst in die Pflicht nimmt, aber auch den Aufbau von Prüfinstrumenten voraussetzt, die den sachgerechten Einsatz unternehmens- und personenbezogener Informationen zumindest stichprobenartig kontrollieren.

### KI in der Energiewirtschaft verankern: Alle sind gefragt

Die Analyse zeigt deutlich den weiterhin bestehenden Handlungsbedarf auf, um KI in allen Bereichen der Energiewirtschaft sachgerecht und gewinnbringend zu etablieren und auf diese Weise das volle Potenzial der Technologie für die integrierte Energiewende zu entfalten. Hier sind Wirtschaft (W), Politik (P) und Forschung (F) gleichermaßen gefragt. Dabei sind auch Best-Practice-Beispiele in anderen Ländern einzubeziehen. Um den relevanten Akteuren eine Orientierung für die zu ergreifenden Maßnahmen zu geben, spielen neben der Einschätzung des jeweiligen Beitrags zur integrierten Energiewende auch die Komplexität der Umsetzung und die zu erwartende Umsetzungsdauer eine wesentliche Rolle. Abbildung 2 veranschaulicht Handlungsempfehlungen, die von übergeordnetem allgemeinem Interesse für die Branche sind, und benennt die wichtigsten beteiligten Akteure (vgl. Kapitel 4.2.1).

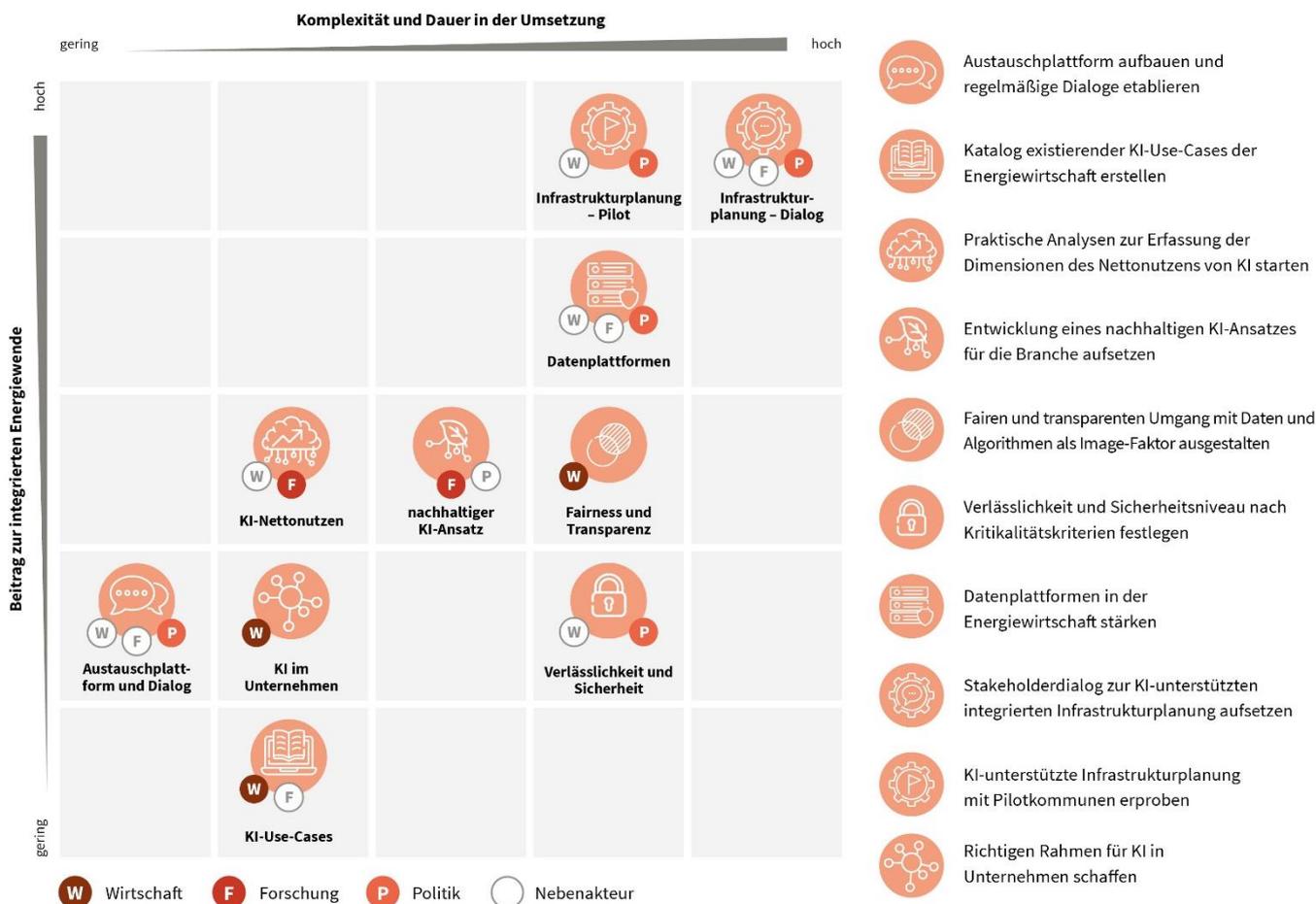


Abbildung 2: Einordnung der globalen Handlungsempfehlungen<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Gekennzeichnet werden jeweils die direkt daran beteiligten Akteure (Hauptakteur - farbig, Nebenakteur - weiß), wengleich auch andere Akteure indirekt beteiligt sein können.

- **Austauschplattform aufbauen und regelmäßige Dialoge etablieren:** Erste KI-Projekte in der Energiewirtschaft zeigen, dass insbesondere die Vernetzung der Digitalisierungs- und der Energiebranche für einen zukünftigen umfassenden Einsatz künstlicher Intelligenz entscheidend ist. Dabei sollten etablierte Akteure der Energiewirtschaft ihre Erfahrungen und innovative junge Start-ups neue Lösungsansätze einbringen und der Austausch durch regelmäßige virtuelle Meetups gestärkt werden.
- **Katalog existierender KI-Use-Cases der Energiewirtschaft erstellen:** Eine Sammlung bereits existierender konkreter Use-Cases für KI in der Energiewirtschaft soll Akteuren aus der Digital- und Energiebranche Inspiration für mögliche eigene Anwendungen geben und den Austausch mit jenen Akteuren fördern, die KI bereits in der betreffenden Form bzw. für den jeweiligen Zweck einsetzen.
- **Praktische Analysen zur Erfassung des Nettonutzens von KI erstellen:** Anhand ausgewählter geplanter oder bereits umgesetzter konkreter Beispielprozesse soll der Nettonutzen der jeweils eingesetzten KI-Anwendung(en) abgeschätzt bzw. berechnet werden. Dafür werden unter Zuhilfenahme eines Vergleichsszenarios das CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial sowie weitere Nutzenfaktoren dem erhöhten Ressourcen- und Energieverbrauch gegenübergestellt und in ein Konzept zur frühzeitigen Einstufung des Nettonutzens überführt.
- **Nachhaltigen KI-Ansatz für die Branche aufsetzen:** Gemeinsam mit Stakeholdern der Energie- und Digitalisierungsbranche soll ein Konzept zur Etablierung eines nachhaltigen KI-Einsatzes erarbeitet werden. Ein Kreis unabhängiger Sachverständiger soll in regelmäßigem Austausch unterschiedliche Aspekte aus Umweltbelangen, Ökonomie, Innovationskraft, Regulierung und Gesellschaft in die Diskussion einbringen.
- **Fairen und transparenten Umgang mit Daten und Algorithmen als Image-Faktor ausbauen:** Es sind geeignete Verfahren zu etablieren, die die Erfüllung der Anforderungen an transparente und faire KI-Modelle auch für Nicht-IT-Experten verständlich machen. Dabei sollten bestehende Aktivitäten von Akteuren der Digitalisierungs- und Energiewirtschaft aktiv unterstützt werden.
- **Verlässlichkeit und Sicherheit der KI nach Kritikalitätskriterien festlegen:** KI-Anwendungen in der Energiewirtschaft sollen bezüglich ihrer Kritikalität von einer zentralen Stelle bewertet werden. Auf Basis dieser Einschätzung sind gemeinsam mit den zuständigen Institutionen Zertifizierungsanforderungen zu definieren.
- **Datenplattformen in der Energiewirtschaft stärken:** Die Entwicklung einer leistungs- und wettbewerbsfähigen Dateninfrastruktur sollte forciert werden, um qualitativ hochwertige Daten für den Einsatz von KI zugänglich zu machen und zugleich sicher und transparent zu verwenden. Ergänzend dazu ist ein fairer und transparenter Austausch von Daten in dem zugleich wettbewerblichen und regulierten Rahmen der Energiewirtschaft möglich zu machen.
- **Stakeholderdialog zur KI-unterstützten integrierten Infrastrukturplanung aufsetzen:** Grundvoraussetzungen für die Unterstützung der Umsetzung komplexer Infrastrukturvorhaben durch KI sind ein gemeinsames Verständnis aller beteiligten Akteure und der Austausch zwischen Vertretern unterschiedlicher Branchen unter Beteiligung von KI-Experten. Hierfür ist ein integrierter Ansatz unter Einbindung aller betroffenen Infrastrukturbereiche (z. B. Strom, Gebäude, Mobilität, Bau etc.) notwendig.
- **KI-unterstützte Infrastrukturplanung in Pilotkommunen erproben:** Die tatsächliche Umsetzung der Maßnahmen zur KI-unterstützten Infrastrukturplanung soll in einem ersten Schritt beispielhaft in mehreren Kommunen pilotiert werden. Die Erfahrungen aus diesen Pilotprojekten können dann die Basis für Empfehlungen zur Etablierung einer deutschlandweiten KI-gestützten und optimierten Infrastrukturplanung bilden.

- **Richtigen Rahmen für KI in Unternehmen schaffen:** Für die gezielte Identifikation möglicher Optimierungsansätze ist es notwendig, die einzelnen Unternehmensprozesse hinsichtlich ihrer Eignung zur Automatisierung durch den Einsatz von KI zu analysieren. Die nachfolgenden Maßnahmen sollen Energieunternehmen bei ihrer Vorbereitung auf die zukünftigen Herausforderungen des Einsatzes von KI unterstützen.
  - Stärkung der KI-Kompetenzen der Mitarbeiter und einer Kultur des Ausprobierens
  - Aufbau eines analytischen Auswahlverfahrens für neue Projekte mit KI-Bezug
  - Einsatz von KI-Botschaftern im Unternehmen zum Wissenstransfer
  - Bündelung der KI-Kompetenzen in einem Maßnahmenkatalog als Grundlage für strategische Entscheidungen und Personalentwicklung
  - Etablierung eines Expertensystems für selbstständiges Lernen im Unternehmen

### Aus Herausforderungen Chancen generieren

Abbildung 3 zeigt Maßnahmen, die ergänzend zu den globalen Handlungsempfehlungen zur positiven Entwicklung der identifizierten Anwendungsfelder in der Energiebranche beitragen sollen. Die für die entsprechenden Maßnahmen relevanten Anwendungsfelder werden dabei gesondert gekennzeichnet. Diese richten sich insbesondere an die anwendungsorientierte Forschung.



Abbildung 3: Einordnung der anwendungsfeldspezifischen Handlungsempfehlungen<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Gekennzeichnet werden jeweils die relevantesten Anwendungsfelder, wenngleich auch andere Anwendungsfelder indirekt betroffen sein können.

- **Implikationen aus den etablierten KI-Anwendungsfeldern für andere Bereiche und Branchen ableiten:** Aus der Vielzahl an bereits etablierten Use-Cases, die oftmals schon zum Industriestandard gehören, sollen im Rahmen einer Workshopreihe Implikationen für den Einsatz von KI in anderen Bereichen der Energiewirtschaft sowie in anderen Branchen abgeleitet werden.
- **Mit Trainingsmethoden und Prozessen aus anderen Branchen die Anwendung von KI im Bereich der Instandhaltungs- und Sicherheitsmaßnahmen stärken:** Um dem in diesen AF bestehenden Mangel an Daten zur Identifizierung fehlerhafter oder kritischer Prozesse bzw. Situationen insbesondere zum Training der KI entgegenzuwirken, sollten für die Ergänzung bzw. Substituierung der eigenen Datenlage Branchen mit ähnlichen Prozessen herangezogen werden.
- **Alternative Konzepte für die Teilhabe aktiver Verbraucher identifizieren:** Durch die Teilhabe aktiver Verbraucher wird ein hoher Beitrag zur integrierten Energiewende erwartet, wobei mit einer aktiveren Umsetzung aufgrund der bisher fehlenden Datengrundlage erst mittelfristig zu rechnen ist. Denn die technische Infrastruktur zur Datenerhebung befindet sich zum Teil noch im Aufbau. Eine Recherche soll helfen, alternative Konzepte zur Datenerhebung zu identifizieren, die die energiewirtschaftlichen Anforderungen an die Verlässlichkeit der Datensätze erfüllen.
- **Messzustandsdaten für das Verteilnetz analysieren und bewerten:** Während die Verteilung der Messsysteme bei den Verbrauchern und Erzeugern bereits durch das MsbG festgelegt ist, bedarf es für die Installation von Messtechnik und Sensorik im Verteilnetz einer vorangestellten Analyse zur Identifikation aussagekräftiger Netzknoten. Dem Aufwand für die Installation von Messtechnik stehen Einsparungen bspw. durch ein zielgenaueres Redispatch von Erzeugungsanlagen und flexiblen Verbrauchern gegenüber. Insofern ist es sinnvoll, Anreize für Netzbetreiber zur Installation von Messtechnik für die Erfassung von Daten und die Bestimmung des Netzzustands zu schaffen.
- **Shadowing zur Modellvalidierung und damit zum Vertrauensaufbau im Netz und zur Erhöhung der Cybersicherheit nutzen:** Ein temporärer paralleler Testbetrieb, das sogenannte Shadowing, kann alternative Fahrweisen der Stromnetze vorab validieren und dadurch einen Beitrag zum Vertrauensaufbau leisten. Shadowing kann zudem über die frühzeitige Identifikation kritischer Netzzustände zur Vermeidung von Cyberattacken auf kritische Infrastrukturen eingesetzt werden.
- **Optimierten Netzbetrieb durch prospektive algorithmenbasierte Systeme beschleunigen:** Auf Netzführungsseite stehen KI-basierten Monitoringmaßnahmen bzw. einem durch KI unterstützten Einspeisemanagement investive Hürden entgegen. Ein verstärkter prospektiver und prognostischer Einsatz algorithmenbasierter Systeme für den Netzbetrieb kann jedoch schon im Vorhinein bei der Vermeidung von Engpässen helfen.
- **KI-Piloten für eine mögliche Novelle der Anreizregulierungsverordnung initiieren:** In Bezug auf den Investitionsrahmen von Verteilnetzen sind Schaufensterprojekte zu empfehlen, innerhalb derer anhand von Piloten vorausschauend ermittelt werden kann, ob sich ein breiter Einsatz von KI bspw. bei Netzbetreibern kostensenkend auswirkt. Auf Basis der Ergebnisse kann die Regulierungsbehörde dann genauere Einzelfallentscheidungen zur Kostenanerkennung in der Netzregulierung erlassen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Analyse und die identifizierten Handlungsoptionen weisen unverkennbar auf die Vorteilhaftigkeit hin, kurzfristig **mit konkreten Projekten in die Pilotphase zu starten**. Zum Vortreiben des noch sehr jungen und gleichzeitig teilweise sehr komplexen Themas KI im Bereich der hochgradig technisch anspruchsvollen und stark regulierten Energiebranche ist der Austausch beidseitigen Wissens unabdingbar. Insofern ist der Aufbau interdisziplinärer Teams aus Fachleuten verschiedener Domänen der Digital- und der Energiewirtschaft entscheidend für den Erfolg. Auf diese Weise können beide Seiten vom Wissen des jeweils anderen profitieren und kooperative Projekte realisiert werden. Nur auf diesem Weg lässt sich das **volle Potenzial für KI in der Energiewirtschaft erschließen** und damit ein **bedeutender Beitrag zur integrierten Energiewende leisten**.



# 1 Der Hype um künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI) ist nicht erst seit gestern eines der Topthemen im Technologiesektor. Große Unternehmen wie Google, Amazon oder Baidu arbeiten seit Jahren daran, sich weit vorne im Bereich der KI zu positionieren. So haben allein die vier US-amerikanischen Technologie-Großkonzerne Google, Apple, Facebook und Amazon zwischen 2010 und 2018 annähernd 40 KI-Start-ups übernommen, darunter auch DeepMind, ein britisches KI-Start-up mit dem generellen Ziel, Intelligenz zu verstehen („solve intelligence“), welches Google 2016 für imposante 400 Millionen US-Dollar erworben hat – die bisher größte Übernahme des Unternehmens in Europa. Das chinesische Pendant zu Google, Baidu, betreibt im Silicon Valley in den USA zwei Forschungs- und Entwicklungslabore mit Fokus auf KI und Datenzentren. Zudem hat eine Vielzahl an Ländern in den letzten Jahren ihre jeweiligen nationalen KI-Strategien veröffentlicht (dena, 2020).

Es zeigt sich klar: **Um das Thema KI herrscht ein wahrer Hype**. Auch Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier äußerte sich bereits im November 2018 entsprechend über KI: „Es ist ein Hype in Berlin! Sie können diesem Thema gar nicht entkommen.“ Dabei stellt sich offensichtlich weniger die Frage, ob KI am Ende nur ein Trend ist, der wie manch andere Technologien bald in Vergessenheit geraten wird. Vielmehr stehen bei dieser Technologie bereits jetzt ausschließlich die Geschwindigkeit der Entwicklung und ihre Ausgestaltung im Fokus. Wann und mit welchem Tempo wird KI in die einzelnen Märkte diffundieren und welche Rahmenbedingungen und Freiheitsgrade werden ihr eingeräumt, um als Stellvertreter menschlicher Intelligenz zukünftige Aufgabenbereiche in allen Branchen zu ersetzen? Diese Fragen muss sich insbesondere auch die Energiebranche stellen.

## KI wandelt die Energiebranche

Rückblende: Bereits im Dezember 2018 titelt die Zeitung Die Welt „Künstliche Intelligenz ist Treiber des digitalen Wandels“ (Welt, 2018). Zweifelsohne ist sie eine der Kernkompetenzen der Digitalisierung und für die Energiewirtschaft und deren digitale Transformation unerlässlich. In einem Essay auf seinem Blog „Gates Notes“ appelliert Bill Gates, Mitgründer von Microsoft, bereits 2017 an alle College-Absolventen weltweit: *„Wenn ich heute neu anfangen und nach derselben Möglichkeit suchen würde, etwas Großes zu bewirken, würde ich drei Bereiche in Erwägung ziehen. Einer ist künstliche Intelligenz (...). Der zweite ist Energie, weil es für die Bekämpfung von Armut und Klimawandel unerlässlich ist, sie sauber, leistungsfähig und zuverlässig zu machen“* (Gates, 2017)<sup>4</sup>.

Nach Einschätzung von Kerstin Andreae, Branchenexpertin und Hauptgeschäftsführerin des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), stehen der Energiewirtschaft mit der Einführung von KI tiefgreifende, wenn nicht gar fundamentale Veränderungen bevor: *„Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz wird viele Branchen auf absehbare Zeit in einem ähnlichen Umfang verändern, wie es beispielsweise Computer und Internet getan haben. Insofern: Kein Hype, sondern ein echter Wandel, der selbstverständlich auch vor der Energiewirtschaft nicht halt machen wird.“*

---

<sup>4</sup> Neben KI und Energie erachtet Gates auch einen Fokus auf Biowissenschaften als wichtig.

Viele Signale aus der Branche deuten darauf hin, dass die Digitalisierung in der Energiewirtschaft gerade einen mächtigen Schub erhält, der die Frage nach dem Wann zu beantworten scheint – nämlich genau jetzt: Durch die globale Bestrebung nach Klimaschutz ausgelöst und durch die Corona-Krise wesentlich vorangetrieben, verlagern sich immer mehr Geschäftsaktivitäten in den digitalen Kosmos – und das mit einer bis dato unbekanntem Geschwindigkeit. Diese Entwicklung scheint irreversibel zu sein und so dürfte für die Energiewirtschaft eher das Motto gelten: **Die Digitalisierung ist angekommen, um zu bleiben!**

Aber kann es tatsächlich gelingen, die Erkenntnisse der internationalen KI-Forschung und -Entwicklung, die aktuell in anderen Branchen mit einem höheren Tempo verläuft, auf den Energiesektor zu übertragen? In welchen Use-Cases könnte die Technologie den Markteintritt zuerst schaffen? Und gibt es generelle branchenspezifische oder anwendungsfallspezifische Restriktionen, die ihren Einsatz verzögern oder gar vollkommen infrage stellen – etwa mit Blick auf einen sensiblen und verantwortungsvollen Umgang mit Nutzerdaten oder die Notwendigkeit hochsicherer digitaler Systeme zur Steuerung der Energienetze von morgen?

### **Daten bilden die Voraussetzung für den KI-Einsatz in der Energiebranche**

Fragt man einzelne KI-Experten, sind sich die meisten durchaus einig – das Potenzial für die Anwendung von KI ist in der Energiewirtschaft enorm hoch – und in der Tat: Wie in kaum einem anderen Industriesektor dominieren hier Daten die zukünftigen Marktfelder und die Digitalisierung ist in vollem Gange. Dabei reicht die Bandbreite möglicher Einsatzbereiche entlang der digitalen Wertschöpfungsstufen<sup>5</sup> von der Datenerzeugung (bspw. Datenaufkommen durch Wetter und Erzeugung der Millionen an EE-Anlagen) über Datenverteilung bzw. -austausch (bspw. Daten zur Netzsteuerung und zur Marktkommunikation) und Datenhandel (bspw. Austausch von Prognosedaten für smarte Handelsmechanismen) bis hin zur Datenverwendung (bspw. Verbrauchsdaten zur Haussteuerung und Identifizierung des Nutzerverhaltens).

Insofern erscheint die symbiotische Betrachtung der beiden Gebiete KI und Energie unabdingbar. Die technologischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte im Bereich der Digitalisierung und der zunehmend auch global valide Wille zur Dekarbonisierung der Energiesysteme inklusive der darauf aufsetzenden neuen Anwendungen (siehe Kapitel 2.2) führen für die Akteure der Energiewirtschaft zu einem enormen Anstieg der zu verarbeitenden Daten, welche immer schneller und genauer verarbeitet werden müssen (Vision der Echtzeitverarbeitung von Informationen in den einzelnen Segmenten der Energiebranche). Aufkommende Herausforderungen bezüglich der Datenverarbeitung werden mit großer Wahrscheinlichkeit auch durch den Einsatz künstlicher Intelligenz bewältigt werden.

### **KI und Energie – Fluch oder Segen?**

Neben all den scheinbar positiven Auswirkungen, die die neuartige Technologie auf die Energiewirtschaft hat bzw. haben kann, gibt es jedoch auch kritische Stimmen. Im November 2019 titelte die Frankfurter Allgemeine Zeitung „Warum wir KI nicht vertrauen sollten“ und beschreibt unter dieser Überschrift die Gefahren, die darin liegen, die Steuerung kritischer Infrastrukturen wie etwa der Energie- und der Wasserversorgung der KI zu überlassen und damit die Tür für Sicherheitslücken und Cyberangriffe weit zu öffnen. Denn KI muss anhand bestehender Daten lernen und kann somit durch gefälschte Daten, so der Artikel, leicht manipuliert werden (Anderl, 2019).

---

<sup>5</sup> Generell bietet es sich an, in der Energiebranche für das digital aufzubauende Parallelsystem eine Analogie zum klassischen Wertschöpfungsmodell der Energiewirtschaft (Energieerzeugung, Energieverteilung, Energiehandel und Energieverwendung) einzuführen und zu etablieren.

Beim Thema Sicherheit und KI stellt sich somit unweigerlich die Frage nach der Wahrung des Schutzes von Daten. Dabei können Daten zum einen mit Blick auf die Sicherheit des Energiesystems schützenswert sein (u. a. Unternehmensdaten, Netzdaten), zum anderen aufgrund von gesellschaftlichen Anforderungen (personenbezogene Daten). Das Spannungsfeld rund um Daten mit Personenbezug beschäftigt auch die im Juni 2018 ins Leben gerufene Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale“, die sich aus Mitgliedern des Deutschen Bundestages sowie Sachverständigen der KI-Branche zusammensetzt. In einer Sitzung der Kommission im Januar 2020 erklärte der Bundesbeauftragte für Datenschutz und Informationsfreiheit, Ulrich Kelber, dass das Datenschutzgesetz zwar ein „essenziell notwendiger Schutzmechanismus“ sei, damit aber nicht zwangsläufig ein Hemmnis für Forschung und Entwicklung von KI darstelle. Datenschutz solle vielmehr als Chance gesehen werden, um sich mit einer „KI made in Europe“ bspw. von den etablierten KI-Nationen USA und China abzugrenzen (Kelber, 2020).

Der Problematik rund um Datenschutz und Sicherheitslücken entgegen steht das enorme Potenzial von KI-basierten Systemen, einen Beitrag zur integrierten Energiewende zu leisten. Nichtsdestotrotz ist mit der Nutzung und Speicherung der für das Trainieren von KI-Algorithmen notwendigen Daten zwangsläufig auch die Diskussion zu Energie- und Ressourcenverbrauch von KI verbunden. Denn nur eine KI-Anwendung, die entweder „grünen“ Energieeinsatz sicherstellt (Stichwort: Green IT) und/oder durch ihren Einsatz mehr Energie bzw. Ressourcen mittelbar oder unmittelbar einspart, als sie durch das Training und den Betrieb verbraucht, kann einen Beitrag zur integrierten Energiewende leisten. Es verwundert daher nicht, dass in zahlreichen Forschungsprojekten und Unternehmensvorhaben die Senkung des Stromverbrauchs der Technologie thematisiert und unterschiedliche Lösungsansätze hierfür verfolgt werden. So versucht sich etwa Google an einer ersten Version einer kohlenstoffintelligenten Computerplattform, um den Ressourcenverbrauch ihrer Rechenzentren bei gleichbleibender oder sogar erhöhter Leistung zu reduzieren. Dabei sollen Aufgaben innerhalb eines Rechenzentrums priorisiert auf Tageszeiten mit einem erhöhten Angebot an EE verlagert werden. Ana Radovanovic, Research Scientist bei Google, erläutert: *„Es ist aber auch möglich, flexible Rechenaufgaben zwischen verschiedenen Rechenzentren zu verschieben, so dass mehr Arbeit erledigt wird, wann und wo dies umweltfreundlicher ist.“* (dpa, 2020)

## 1.1 KI hat es bereits auf die Agenda der europäischen Politik geschafft

Aktuell werden in der EU wie auch in den einzelnen Mitgliedsstaaten bereits Rahmenbedingungen für KI diskutiert und dabei Vorschläge und Strategien erarbeitet, um den konkreten Nutzen von KI in einzelnen Wirtschaftszweigen und darüber hinaus für die Gesamtgesellschaft sicherzustellen. So hat die Europäische Kommission (EK) Maßnahmen zur Unterstützung der Entwicklung und Umsetzung für KI im Zeitraum des nächsten mehrjährigen EU-Finanzrahmens (2021–2027) angesetzt, bspw. zur Stärkung der Forschung zur Energie- und Dateneffizienz von KI. Zudem sollen der Datenaustausch sowie die Weiterentwicklung des regulatorischen Rahmens (u. a. unterstützt durch sogenannte regulatory sandboxes) sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene gefördert werden. Die Einrichtung eines Support-Centers zur Erleichterung der Entwicklung von KI-Anwendungen für Unternehmen und den öffentlichen Sektor soll dabei unterstützen.

## Der deutsche Weg

Auch national werden die Möglichkeiten zur besseren Umsetzung und Regulierung von KI diskutiert. Eines der vordergründigen Ziele der deutschen KI-Strategie ist es, „AI made in Germany“ zu einem weltweit anerkannten Gütesiegel aufzubauen und, das bildet ein hervorstechendes Alleinstellungsmerkmal, dabei immer den Nutzen von KI für die Bürgerinnen und Bürger in den Fokus zu rücken und die Technologie ausschließlich zum Wohle von Gesellschaft, Umwelt, Wirtschaft und Staat einzusetzen.<sup>6</sup> *„Künstliche Intelligenz ist ganz klar eine Schlüsseltechnologie, die enormes Potenzial für die deutsche Wirtschaft birgt. Wir brauchen aber verlässliche Normen und Standards, um ‚KI made in Germany‘ weiter voranzubringen“*, so Ulrich Nussbaum, Staatssekretär im BMWi (vgl. Nussbaum, 2019). Nach Ansicht von Prof. Dr. Katharina Zweig (2020), Leiterin des Algorithm Accountability Lab an der TU Kaiserslautern, ist eine Regulierung jedoch nur für einen kleinen Teil der algorithmischen Entscheidungssysteme (ADM-Systeme) notwendig, nämlich für solche mit lernenden Komponenten, die über Menschen entscheiden. Laut Oliver Süme, Vorstandsvorsitzender von eco – Verband der Internetwirtschaft e. V., sollte die geplante Evaluierung der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) genutzt werden, um Weichen für KI-Anwendungen zu stellen. Der richtige Rechtsrahmen, der *„Spielraum lässt und Innovationen fördert“*, sei eine entscheidende Stellschraube, um im globalen KI- und Digitalisierungswettbewerb aufzuholen. *„Ein zentrales Ziel ist, die Menge der für Forschung und Entwicklung sowie die unternehmerische und zivilgesellschaftliche Anwendung nutzbaren und qualitativ hochwertigen Daten deutlich zu erhöhen und dabei europäische, verfassungsrechtlich verankerte Werte wie die Grundrechte, einschließlich der Persönlichkeitsrechte und des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung, und die Prinzipien der Rechts- und Sozialstaatlichkeit sowie das Demokratieprinzip zu schützen“* (Süme, 2020).

## 1.2 Strategien für den Weg in die Praxis entwickeln

Generell wird es zukünftig für alle Branchen entscheidend sein, den effizienten Einsatz von Energie für digitale Prozesse stärker zu einem Marken- und Verkaufsargument zu entwickeln, welches das Image der Unternehmen positiv beeinflusst und eher die Unternehmen, die in dieser Richtung keine nachhaltigen Bestrebungen verfolgen, belastet. Zudem muss eine Diskussion über den grundsätzlichen Sinn von KI-gestützten Rechenprozessen initiiert werden. Die Vergangenheit hat vielfach gezeigt, dass rein marktwirtschaftlich getriebene Entwicklungen ökologische Motive allzu oft in den Hintergrund drängen. Beim Voranschreiten von Digitalisierung im Allgemeinen und KI im Speziellen könnten sich diese Entwicklungen unheilvoll wiederholen, wenn nicht frühzeitig ein politischer Ordnungsrahmen und eine unternehmerische Haltung aufgebaut werden, die eine klare Unterscheidung und Bewertung verschiedener Anwendungen möglich machen.

Vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion über den Hype um KI ist das Ziel des vorliegenden Berichts, die vielversprechendsten Anwendungsfelder für KI in der Energiewirtschaft nach technischen, ökonomischen, regulatorischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten einzuordnen und eine erste Bewertung vorzunehmen. Er bildet eine Vertiefung der im September 2019 veröffentlichten dena-Analyse *„KI für die integrierte Energiewende: Einordnung des technologischen Status quo sowie Strukturierung von Anwendungsfeldern in der Energiewirtschaft“*. In dieser vorhergehenden Analyse wurden neun Anwendungsfelder für KI in der Energiewirtschaft identifiziert, um damit die Basis für den Wissensaufbau zu dem Thema in Politik, Wirtschaft und Bevölkerung zu liefern.

---

<sup>6</sup> Siehe: [www.ki-strategie-deutschland.de/home.html](http://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html)

Ein allgemeinerer Blickwinkel auf die Thematik wurde mit der im März 2020 veröffentlichten dena-Analyse „Globale Trends der künstlichen Intelligenz und deren Implikationen für die Energiewirtschaft“ eingenommen. Hier standen vor allem aktuelle Entwicklungen auf dem Feld der KI in den USA, China, Israel und Europa sowie daraus abgeleitete Folgerungen für die deutsche und europäische Energiewirtschaft im Fokus.

Darauf aufbauend untersucht der aktuelle Bericht die Chancen und Herausforderungen der einzelnen Anwendungsfelder und ordnet die abgeleiteten Handlungsempfehlungen entsprechend ihrer Komplexität sowie ihrem potenziellen Beitrag für die Energiewende ein. Damit wird eine Basis für die Strategieentwicklung dieser für das zukünftige Energiesystem wichtigen Technologie für Entscheider aus der Energie- und Digitalwirtschaft sowie für die Forschung und Politik geschaffen. Um einen möglichst breiten Überblick über die Branche zu erhalten, wurden Stakeholder der Energiewirtschaft und KI-Insider konsultiert. Ihnen gilt unser besonderer Dank, ebenso wie der wissenschaftlichen Begleitung durch Deloitte und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung.

Insbesondere möchten wir folgenden Personen danken: Elie-Lukas Limbacher (BDEW), Lukas Klingholz & Robert Spanheimer (Bitkom), Alassane Ndiaye (DFKI), Klaus Frank & Rainer Hoffmann (EnBW), Christian Schröder (E.ON), Hauke Thaden (EWE), Adrian Beyertt (Fresh Energy), Daniel Trabold (Fraunhofer IAIS), Marc Peters (IBM), Oliver Warweg (Fraunhofer IOSB), Frederik vom Scheidt (KIT), Emma Leibfried, Jesco Renner & Mario Gnädig (Netze BW), Tobias Romberg (Next Kraftwerke), Christoph Mayer & Eric Veith (OFFIS), Fabian Karl & Marilen Ronczka (PPC), Jonas Danzeisen (Venios).



## 2 Die vielfältigen Chancen und Herausforderungen für KI in der Energiewirtschaft

### 2.1 Neue Herausforderungen für das Energiesystem der Gegenwart

Die Dezentralisierung des Energiesystems als Folge der Bestrebungen, die Klimaschutzziele vorrangig auf Basis von erneuerbaren Energien zu erreichen, räumt der Digitalisierung eine Schlüsselfunktion für den Gesamterfolg der Energiewende ein. Ein modernes Energiesystem benötigt vor allem Flexibilität, um die vielfältigen Anforderungen der zunehmend komplexeren Systeme zu bewältigen. Der Anforderung folgend, zukünftig Millionen von Erzeugern, Speichern und Verbrauchern unterschiedlichster Größe und Art in Einklang bringen zu müssen, werden digitale Hardware und Software unverzichtbare Bindemittel sein, um die Koordination des Energiesystems von morgen technisch zu ermöglichen. KI kann dabei unterstützen, Informationen aus einer Vielzahl an Daten abzuleiten, Zusammenhänge zu verstehen, Effizienzpotenziale zu heben und zielgerichtete Maßnahmen umzusetzen – und dabei größtenteils automatisiert zu handeln.

#### **KI als Werkzeug zur Bekämpfung des Klimawandels**

Die Entwicklung der KI hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht; KI kommt heute in immer mehr Bereichen zur Anwendung. Für die integrierte Energiewende wird vom KI-Einsatz ein großer Beitrag erwartet. Aufbauend auf den Erkenntnissen des Vorgängerberichts und der Identifizierung relevanter Anwendungsfelder wird im Folgenden der Frage nachgegangen, wie dieser Beitrag realisiert und umgesetzt werden kann (dena, 2019). Ein weltweiter Zusammenschluss prominenter Ingenieure und Wissenschaftler, die unter dem Arbeitstitel „Climate Change AI“ den Beitrag von KI zur Eingrenzung des Klimawandels stärken möchten, beschreibt die Situation so: *„While no silver bullet, machine learning can be an invaluable tool in fighting climate change via a wide array of applications and techniques“* (Climate Change AI, 2020). Um dieses wertvolle Instrument für die Bekämpfung des Klimawandels nun von der Theorie in die Praxis zu überführen, benötigt es klar definierte Use-Cases.

### 2.2 Die neun Anwendungsfelder für KI in der Energiewirtschaft

Im Vorgängerbericht wurden neun Anwendungsfelder (AF) für KI in der Energiewirtschaft identifiziert (siehe Abbildung 4). Diese werden nun in der vorliegenden Analyse nach technischen, ökologischen, regulatorischen und gesellschaftlichen Fragestellungen eingeordnet. Sie sind in die drei Cluster **Allgemeine Entscheidungsgrundlagen, Instandhaltung und Sicherheit** sowie **Vertriebs- und Verbraucherservice** eingeteilt.

Die eingesetzte Art der KI wird nach vier Anwendungsgruppen unterschieden. In vielen Anwendungen werden technische Daten zu Erzeugung und Verbrauch, ökonomische Daten zu Preisen und Kosten, geografische Daten sowie weitere Daten zu Wetterbedingungen verwertet. Diese KI-Anwendungen werden unter dem Begriff Allgemeine Daten zusammengefasst. Zwei weitere Gruppen der KI basieren auf Audio- und Spracherkennung sowie Bild- und Gesichtserkennung. Die vierte Art von KI umfasst die komplexen KI-Anwendungen Robotik und Assistenzsysteme. Dabei werden sämtliche Arten der KI in energiewirtschaftlichen Anwendungen eingesetzt.

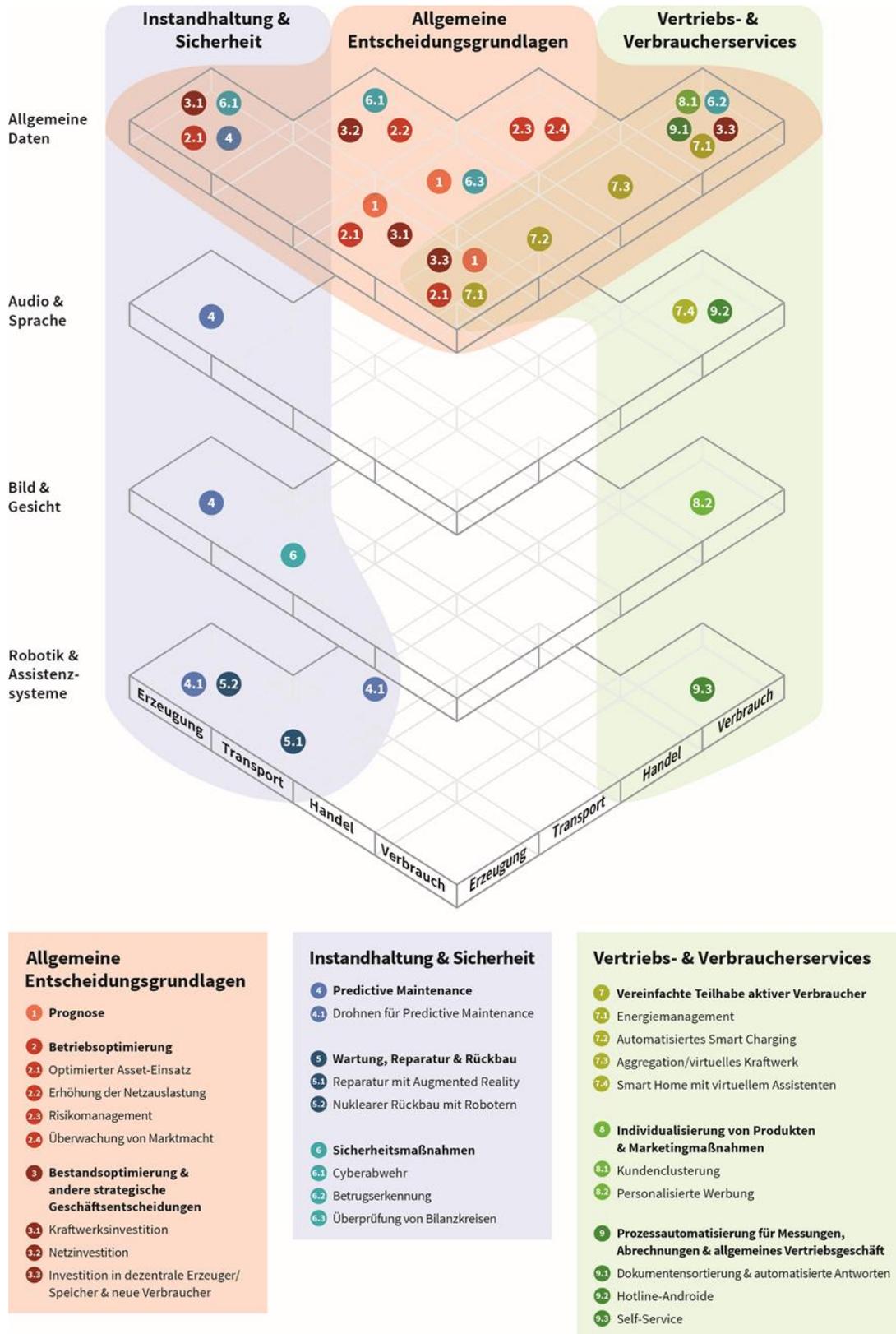


Abbildung 4: Die neun KI-Anwendungsfelder der Energiewirtschaft im Wertschöpfungsnetzwerk

Zur Analyse der Anwendungsfelder bedarf es eines Verständnisses der energiewirtschaftlichen und KI-spezifischen Charakteristika. Die Einordnung analog den existierenden energiewirtschaftlichen Wertschöpfungsstufen bildet die Basis für die ökonomische Bewertung. Die involvierten Akteure und rechtlichen Rahmenbedingungen sind insbesondere für die Dimensionen Regulatorik und Gesellschaft relevant. Die KI-spezifischen Charakteristika wie bspw. die Zuordnung zur jeweiligen KI-Anwendungsgruppe (Audio & Sprache, Bild & Gesicht, Robotik & Assistenzsysteme sowie Allgemeine Daten) bilden die Grundlage der technischen Bewertung. Ein stellvertretendes Prozessbeispiel unterteilt nach KI-Vorarbeit (d. h. Investition und Datenerhebung) und den KI-Schritten nach Hammond<sup>7</sup> (d. h. *Erkennen und Verarbeiten* von Informationen, *Folgern und Schließen* sowie *Handeln*) unterstützt jeweils die Beschreibung der einzelnen Anwendungsfelder.

Die Bewertung findet jeweils auf der Abstraktionsebene der Anwendungsfelder statt, wobei es je nach Wertschöpfungsstufe unterschiedliche Ausprägungen geben kann. Im Cluster **Allgemeine Entscheidungsgrundlagen** wird vor dem Hintergrund der zu erwartenden Diskrepanz der Bewertungsergebnisse im Hinblick auf die unterschiedlichen Ausprägungen der Anwendungsfelder zwischen Netz sowie Erzeugung und Handel unterschieden. Insbesondere für die regulatorische Bewertung stellt der regulierte Netzbetrieb einen Sonderfall dar, der eigens zu berücksichtigen ist. Zudem können auch die AF nicht vollständig abgegrenzt voneinander betrachtet werden. So bildet bspw. die Prognose die Grundlage für eine Vielzahl anderer Anwendungen. Das AF Wartung, Reparatur und Rückbau fokussiert auf die Umsetzung der Maßnahmen mithilfe von KI, während die Technologie ebenso für die Planung der Maßnahmen eingesetzt werden kann.<sup>8</sup> Eine Optimierung der Instandhaltung aus Ertragsgesichtspunkten könnte sowohl der Betriebsoptimierung dienen als auch als Predictive Maintenance eingeordnet werden.

## 2.2.1 Prognosen

Mithilfe künstlicher Intelligenz können Prognosen für Erzeugung und Handel (siehe Tabelle 1, Abbildung 5) und für das Netz (Tabelle 2, Abbildung 6) verbessert werden.

- Durch KI-unterstützte Prognosen für Erzeugung und Handel kann die Produktion und Nachfrage fluktuierender EE früher und präziser vorhergesagt und damit deren Vermarktung verbessert werden.
- Durch KI-unterstützte Prognosen für das Netz können Berechnungen der lokalen Netzauslastung verbessert und kritische Zustände früher erkannt werden. Diese Prognosen beziehen sich sowohl auf die Elektrizitätseinspeisung (insbesondere aus dezentralen, fluktuierenden EE-Quellen) als auch auf die Stromentnahme aus dem Netz, womit eine flächendeckende Einschätzung der Netzauslastung möglich wird (insbesondere auch durch Übertragung von Prognosen auf typähnliche blinde Flecke im Netz). Die Netzzustände als Ergebnis des KI-Einsatzes dienen als Input für komplexere Anwendungen im KI-Schritt Handeln.

In diesem Anwendungsfeld sind statistische Methoden zum maschinellen Lernen (ML) wie auch der Einsatz künstlicher neuronaler Netze (KNN) bereits seit geraumer Zeit etabliert. Anforderungen an die Koordination von Erzeugung und Verbrauch machen Prognosen zu einem elementaren Bestandteil der Energiewirtschaft über mehrere Wertschöpfungsstufen (Erzeugung–Handel, Transport–Handel, Erzeugung–Verbrauch) hinweg.

<sup>7</sup> Das Periodensystem nach Hammond (2016) ist in der Vorgängerstudie näher erläutert.

<sup>8</sup> Diese Aspekte werden bei **Predictive Maintenance** und **Allgemeine Entscheidungsgrundlagen** zum Teil behandelt.

## KI-Anwendungsfeld Prognosen – Erzeugung und Handel

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten – quantitative Prognose bezüglich zukünftiger Ereignisse oder Zustände</p> <p><b>Lernverfahren</b> Regression, KNN, Klassifikation, Clusterung</p> <p><b>Datengrundlage</b> Historische Produktionszeitreihen, Sensordaten, externe Daten (Wetter, Geodaten, etc.)</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Anlagenbetreiber, Händler, Lieferant, Energieversorger</p> <p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Erzeugung, Handel</p> <p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Kraftwerkseinsatz, Angebotserstellung, Strombeschaffung und Tarifgestaltung im Vertrieb, Bilanzierung</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Energiewirtschaftsgesetz, Messstellenbetriebsgesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz, Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, Marktstammdatenregisterverordnung, Datenschutzgrundverordnung, Bundesdatenschutzgesetz, PSI-Richtlinie</p> <p><b>Beispiele für Unternehmen</b> energy meteo systems GmbH, IS Predict GmbH, Enercast GmbH, 4Cast GmbH, Consolinno Energy GmbH, Data Revenue GmbH</p>

Tabelle 1: Steckbrief Prognosen – Erzeugung und Handel

## Prognosen (Erzeugung und Handel) am Beispiel Preisprognose



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

\*\* Standardmaßnahmen (bspw. Investition in Rechenleistung und Einstellung von IT Experten) nicht explizit aufgeführt

Abbildung 5: Prozessbeispiel Prognosen – Erzeugung und Handel

## KI-Anwendungsfeld Prognosen – Netze

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b></p> <p>Allgemeine Daten – quantitative Prognose bezüglich zukünftiger Ereignisse oder Zustände</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b></p> <p>Netzbetreiber</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b></p> <p>Energiewirtschaftsgesetz, Messstellenbetriebsgesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz, Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, Marktstammdatenregisterverordnung, Datenschutzgrundverordnung, Bundesdatenschutzgesetz, PSI-Richtlinie</p>
<p><b>Lernverfahren</b></p> <p>Regression, KNN, Klassifikation, Clusterung</p>	<p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b></p> <p>Transport (inkl. Verteilung)</p>	<p><b>Beispiele für Unternehmen</b></p> <p>PSI Software AG, Gridhound GmbH, Smart Operator – innogy SE</p>
<p><b>Datengrundlage</b></p> <p>Bewegungsdaten von Sensoren im Netz (intelligentes Messsystem, Trafostation, Umspannwerk), Stammdaten aus Netzbetreiberdatenbank, Wetterdaten</p>	<p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b></p> <p>Netzauslastung, Bilanzierung</p>	
		

Tabelle 2: Steckbrief Prognosen – Netze

## Prognosen (Netze) am Beispiel Netzauslastung



Abbildung 6: Prozessbeispiel Prognosen – Netze

### 2.2.2 Betriebsoptimierung

Im AF Betriebsoptimierung wird KI zur Optimierung und Verbesserung von Betriebsstrategien genutzt. Das größte Potenzial bezüglich der Umsetzbarkeit ist dabei in den Anwendungen zur optimierten Einsatzplanung von Erzeugungsanlagen (siehe Tabelle 3, Abbildung 7) und zum optimierten Netzbetrieb (siehe Tabelle 4, Abbildung 8) zu erwarten.

#### ■ Optimierte Einsatzplanung von Erzeugungsanlagen:

- Optimierung dargebotsabhängiger Erzeugung, wie die Ausrichtung von Wind-/Photovoltaikanlagen nach Windstärke/Einstrahlung oder die Reaktion auf Spotpreise (z. B. Abschaltung bei negativen Strompreisen).
- Optimierung dargebotsunabhängiger Erzeugung, wie die Einsatzplanung von konventionellen Kraftwerken unter Berücksichtigung technischer Aspekte (bspw. Anfahrtszeiten, Teillastverhalten) und äußerer Faktoren (Strompreise).

- **Optimierter Netzbetrieb:** z. B. Monitoring der Netzauslastung, Netzengpassmanagement durch gezielte Verschiebung steuerbarer Lasten von Über- zu Unterdeckungszeitpunkt.

KI-Anwendungsfeld

# Betriebsoptimierung – Erzeugung und Handel

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten – Optimierung</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Anlagenbetreiber, Händler, Lieferant, Energieversorger, Verbraucher</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Energiewirtschaftsgesetz, Messstellenbetriebsgesetz, Anreizregulierungsverordnung, Stromnetzentgeltverordnung</p>
<p><b>Lernverfahren</b> Klassifikation, Reinforcement Learning, Regression, KNN, Clustering</p>	<p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Erzeugung, Handel, Verbrauch</p>	<p><b>Beispiele für Unternehmen</b> open energy Ltd., IS Predict GmbH, SunSniffer GmbH &amp; Co. KG, Solytic GmbH</p>
<p><b>Datengrundlage</b> Anlagenkenndaten, Erzeugungsdaten, Sensordaten, Wetterdaten, Strompreis-zeitreihen</p>	<p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Einsatzplanung, Steuern von Erzeugungsanlagen, Verbrauchern und Speichern</p>	

Tabelle 3: Steckbrief Betriebsoptimierung – Erzeugung und Handel

## Betriebsoptimierung (Erzeugung und Handel) am Beispiel Großspeichereinsatz



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

Abbildung 7: Prozessbeispiel Betriebsoptimierung – Erzeugung und Handel

## KI-Anwendungsfeld Betriebsoptimierung – Netze

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten – Optimierung Bild und Gesicht</p> <p><b>Lernverfahren</b> Klassifikation, Reinforcement Learning, Regression, KNN, Clustering</p> <p><b>Datengrundlage</b> Bewegungsdaten von Sensoren im Netz (intelligentes Messsystem, Trafostation, Umspannwerk), Stammdaten aus Netzbetreiberdatenbank, Wetterdaten</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Netzbetreiber</p> <p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Transport (inkl. Verteilung)</p> <p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Netzauslastung, Bilanzierung, Spannungshaltung, Blindleistungskontrolle, Frequenzkontrolle, Erkennung von Stromqualitätsstörungen</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Energiewirtschaftsgesetz, Messstellenbetriebsgesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz, Anreizregulierungsverordnung, Stromnetzentgeltverordnung</p> <p><b>Beispiele für Unternehmen</b> Venios GmbH, Gridhound GmbH, Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB</p>
		

Tabelle 4: Steckbrief Betriebsoptimierung – Netze

## Betrieboptimierung (Netze) am Beispiel Netzengpassmanagement

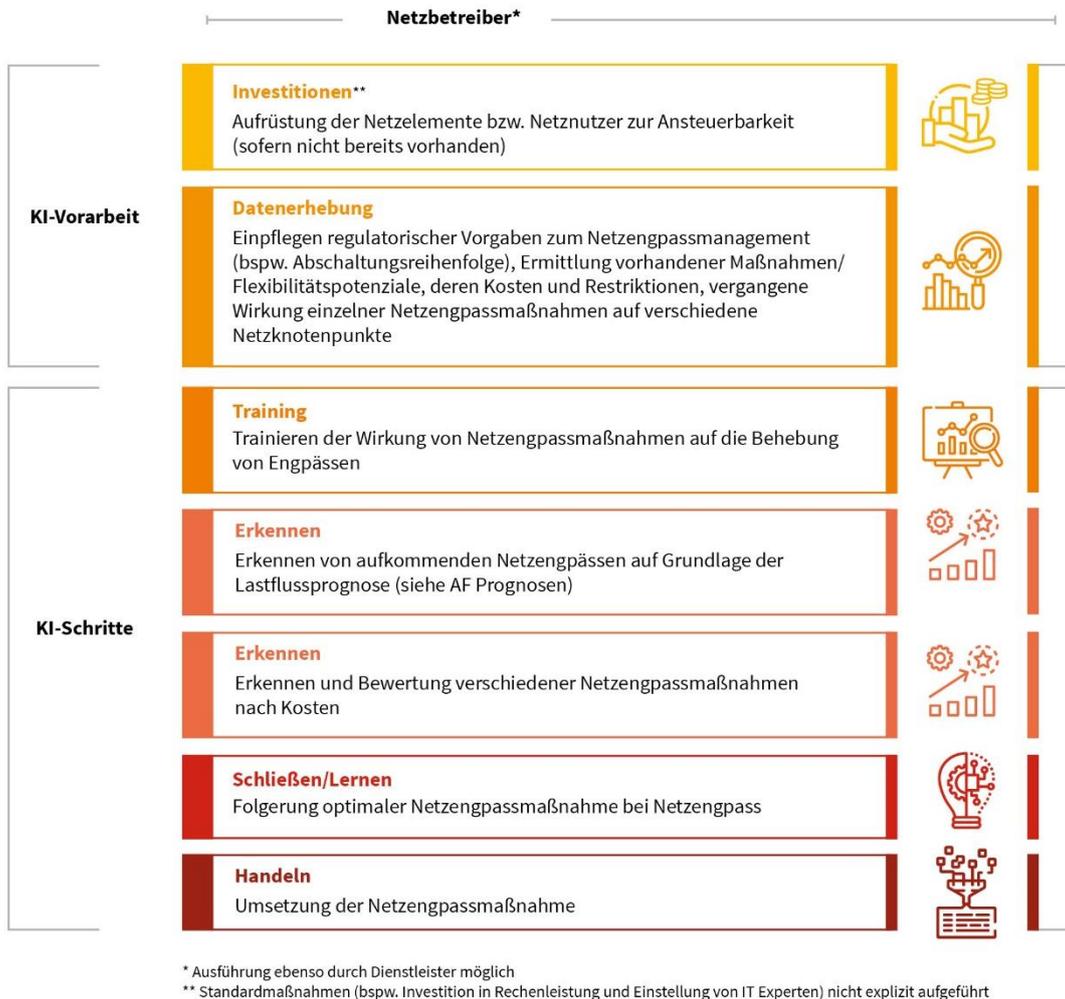


Abbildung 8: Prozessbeispiel Betriebsoptimierung – Netze

### 2.2.3 Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

Der Einsatz von KI bietet Unterstützung bei Entscheidungen zur Bestandsoptimierung, die von langfristigen und kapitalintensiven Maßnahmen geprägt ist. Der Mehrwert von KI liegt hier in der Berücksichtigung einer Vielzahl an Daten und Anforderungen, die bei der Optimierung berücksichtigt werden müssen. In diesem Anwendungsfeld bilden Geoinformationssystemdaten (GIS-Daten) eine wichtige Grundlage, die mithilfe von KI umfassender in der Planung von Anlagen integriert und genutzt werden können. Bei der Bestandsoptimierung für Erzeugung und Handel (siehe Tabelle 5, Abbildung 9) geht es um Erzeugungsanlagen, die keiner Regulierung unterliegen. Im Gegensatz dazu steht die Bestandsoptimierung im Netz (siehe Tabelle 6, Abbildung 10), die unter die Anreizregulierung fällt und daher als eigener Anwendungsbereich zu betrachten ist.

- **Planung von Erzeugungsanlagen:** Bestimmung und Abgleich langfristiger Ertragsmöglichkeiten (insbesondere Strompreise) und Kosten (Investitionen, Betriebs- und Instandhaltungskosten).
- **Planung von Netzinfrastruktur:** Analyse der langfristigen Auslastung des Netzes und Ermittlung von Möglichkeiten zur Erhöhung der Netzkapazität (Netzausbau, intelligente Netzbetriebsführung).

Schwerpunkt des KI-Einsatzes in diesem Anwendungsfeld ist die Optimierung von Planungsunterlagen. KI lernt, die Auswirkungen einer Vielzahl an Daten (u. a. bspw. Nutzerpräferenzen, GIS-Daten) bei der Analyse zu berücksichtigen und in Investitionsentscheidungen miteinzubeziehen. KI führt dabei in der Regel keine eigenständige Handlung durch, sondern gibt Handlungsempfehlungen.

Der Anwendungsbereich Netze in diesem Anwendungsfeld nutzt sogenannte digitale Zwillinge des betrachteten Netzbereichs, um auf Basis von Echtzeitdaten ein genaues Abbild des realen Netzes zu erzeugen. Dieses wird verwendet, um virtuelle Investitionsentscheidungen für Netzbetriebsmittel zu treffen und auf dieser Basis eine optimale Ausbaustrategie zu ermitteln.

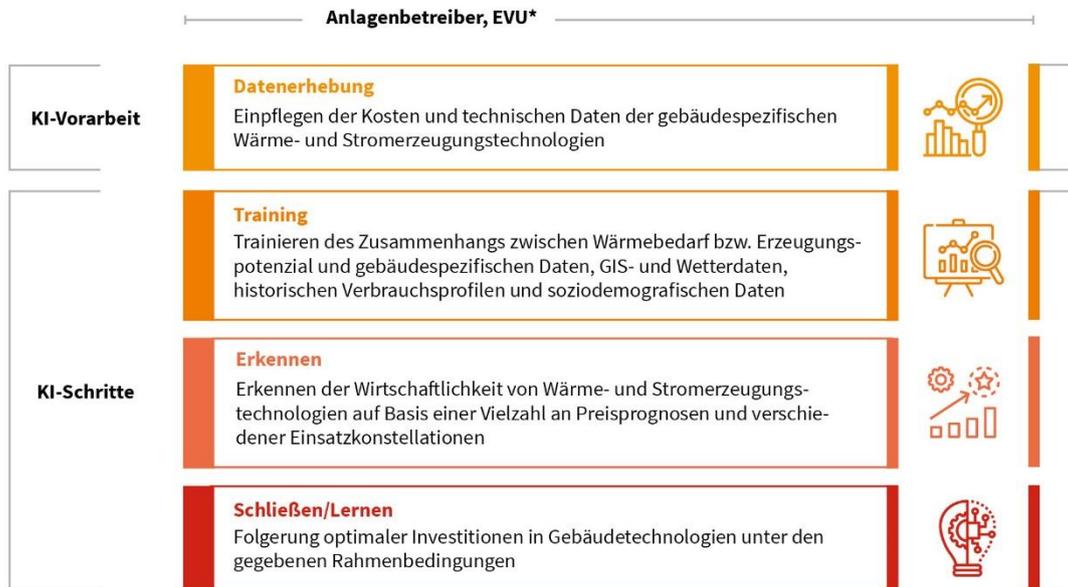
**KI-Anwendungsfeld**

## Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Erzeugung und Handel

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten – Optimierung</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Anlagenbetreiber, Projektentwickler, Energieversorgungsunternehmen</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Energiewirtschaftsgesetz, Messstellenbetriebsgesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz</p>
<p><b>Lernverfahren</b> Klassifikation, Reinforcement Learning, Regression, KNN, Clusterung</p>	<p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Erzeugung, Handel, Verbrauch</p>	<p><b>Beispiele für Unternehmen</b> Geospin GmbH, Supper &amp; Supper GmbH, enersis suisse ag, Vision Impulse Ltd.</p>
<p><b>Datengrundlage</b> Preiszeitreihen für Strom und weitere Energieträger, Geodaten, historische Nutzungsdaten</p>	<p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Planung und Investitionen</p>	

Tabelle 5: Steckbrief Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Erzeugung und Handel

## Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen (Erzeugung und Handel) am Beispiel Auswahl und Investition in gebäude-spezifische Wärme- und Stromerzeugung



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

Abbildung 9: Prozessbeispiel Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Erzeugung und Handel

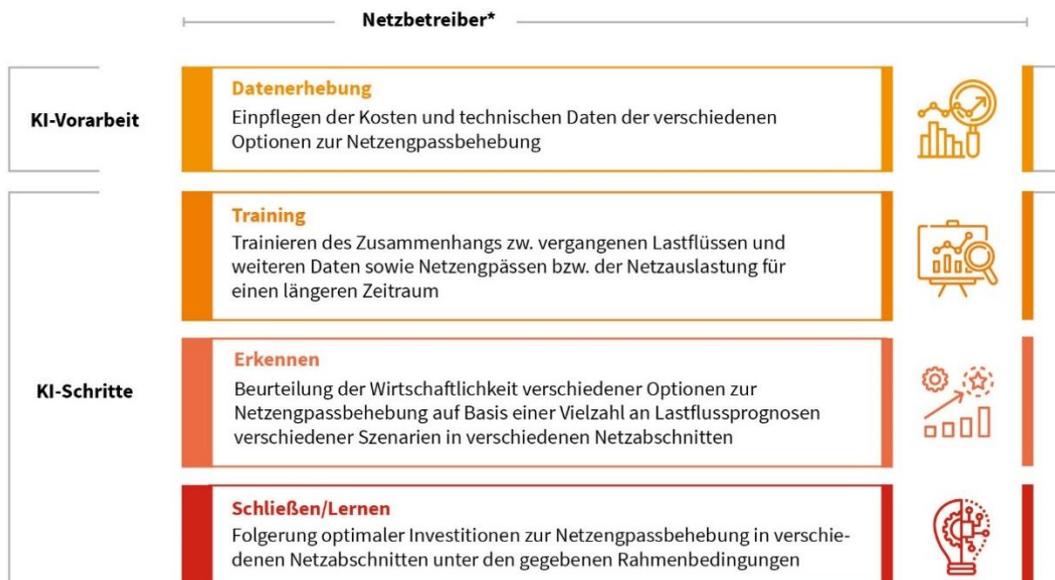
KI-Anwendungsfeld

## Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Netze

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten – Optimierung</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Netzbetreiber</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Energiewirtschaftsgesetz, Messstellenbetriebsgesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz, Anreizregulierungsverordnung, Stromnetzentgeltverordnung</p>
<p><b>Lernverfahren</b> Klassifikation, Reinforcement Learning, Regression, KNN, Clusterung</p>	<p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Transport (inkl. Verteilung), Verbrauch</p>	<p><b>Beispiele für Unternehmen</b> envelio GmbH, Venios GmbH, Gridhound GmbH, Supper &amp; Supper GmbH</p>
<p><b>Datengrundlage</b> GIS-Daten, sozioökonomische Daten, Netzdaten, Lastdaten der Anlagen/Gebäude</p>	<p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Planung und Investitionen</p>	

Tabelle 6: Steckbrief Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Netze

## Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen (Netze) am Beispiel Netzausbauplanung



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

Abbildung 10: Prozessbeispiel Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Netze

## 2.2.4 Predictive Maintenance

Ziel dieses AF ist die bedarfsgerechte Planung von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, basierend auf erhobenen Sensordaten (siehe Tabelle 7). In diesem AF kommen auch komplexe KI-Methoden zum Einsatz, bspw. Drohnen, die über KI-basierte Bilderkennung fehlerhafte Teile der Netzinfrastruktur identifizieren. Predictive Maintenance bietet zudem großes Potenzial für die Instandhaltung schwer zugänglicher Erzeugungsanlagen wie etwa Offshore-Windanlagen (siehe Abbildung 11).

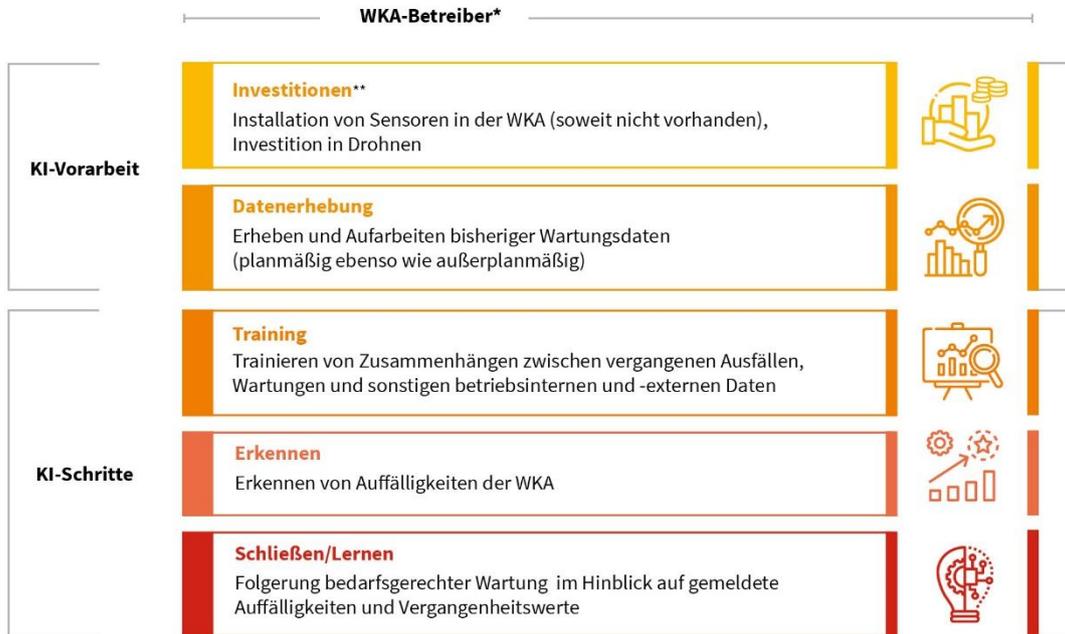
Technische Anlagen werden mit einer Vielzahl an Mess- und Kontrolldaten überwacht, die die Basis für KI-Anwendungen bilden können. Der erste Schritt ist dabei das Trainieren der KI, um einen Zusammenhang zwischen den Messdaten und Anlagenausfällen oder -abnutzungen feststellen zu können. In einem zweiten KI-Schritt werden aus den gewonnenen Erkenntnissen geeignete Handlungsempfehlungen abgeleitet. Ein eigenständiges Handeln der KI wird im AF nicht umgesetzt.

### KI-Anwendungsfeld Predictive Maintenance

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten, Audio &amp; Sprache, Bild &amp; Gesicht, Robotik &amp; Assistenzsysteme</p> <p><b>Lernverfahren</b> Klassifikation, Regression, KNN</p> <p><b>Datengrundlage</b> Produktions- und Anlagedaten (auch Bild- und Audiodaten), Lastdaten, Wetterdaten, geografische Daten, Instandhaltungsdaten</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Netzbetreiber, Anlagenbetreiber, Wartungsdienstleister</p> <p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Erzeugung, Transport (inkl. Verteilung)</p> <p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Prognose von Wartungsbedarf, Festlegung von Wartungsintervallen, Einkauf von Ersatzteilen</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Datenschutzgrundverordnung, Satellitendatensicherheitsgesetz</p> <p><b>Beispiele für Unternehmen</b> IS Predict GmbH, NEXT Data Service AG, OnCare.Accoustic – Voith GmbH &amp; Co. KGaA, HELJO Industries, Hessendrohne – Terra Active Networks GmbH, Schleswig-Holstein Netz AG, PipePredict GmbH</p>

Tabelle 7: Steckbrief Predictive Maintenance

## Predictive Maintenance am Beispiel Windkraftanlagen (WKA) auf hoher See



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

\*\* Standardmaßnahmen (bspw. Investition in Rechenleistung und Einstellung von IT Experten) nicht explizit aufgeführt

Abbildung 11: Prozessbeispiel Predictive Maintenance

### 2.2.5 Wartung, Reparatur und Rückbau

Dieses AF dient der Unterstützung bei der Reparatur von Anlagen mittels Problemdiagnosen oder Informationsbereitstellung (virtuell) sowie der Umsetzung der Arbeiten durch Drohnen und/oder Roboter (physisch). KI-Assistenzsysteme bewerten den Zustand vor Ort im Wege erweiterter Realität (Augmented Reality) und interagieren unterstützend mit dem Reparateur. KI-basierte Roboter übernehmen Reparaturen und können Rückbauten in lebensfeindlichen oder für den Menschen schwer zugänglichen Umgebungen ausführen (siehe Tabelle 8). KI-Prozesse erlernen in diesem Anwendungsfeld, Fehler bzw. Schäden in Anlagen zu erkennen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen (siehe Abbildung 12).

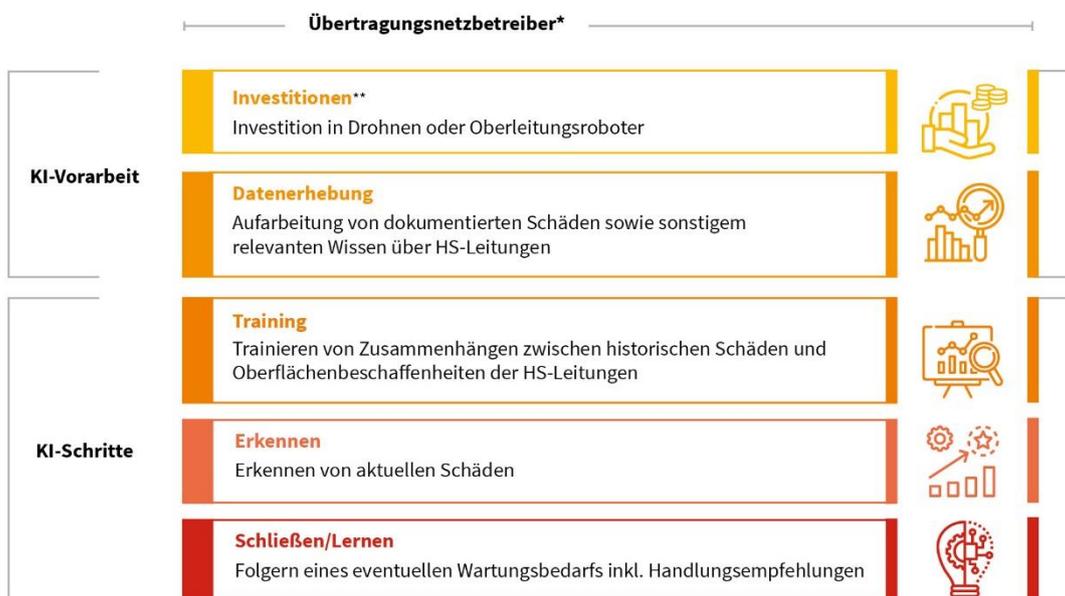
In diesem AF kommen verschiedene KI-Arten zum Einsatz, die auf Grundlage von Audio-, Sprach-, Bild-, Gesichts- oder Sensordaten möglichen Bedarf für eine Wartung oder eine Reparatur identifizieren und Lösungsmöglichkeiten ausgeben oder sogar direkt durch einen Roboter umsetzen.

## KI-Anwendungsfeld Wartung, Reparatur und Rückbau

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten, Audio &amp; Sprache, Bild &amp; Gesicht, Robotik &amp; Assistenzsysteme</p> <p><b>Lernverfahren</b> Klassifikation, KNN</p> <p><b>Datengrundlage</b> Sensordaten, Audio- und Bild-daten von Anlagen</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Anlagenbetreiber, Wartungs-dienstleister</p> <p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Erzeugung, Transport (inkl. Verteilung)</p> <p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Umsetzung von Wartung, Reparatur, Rückbau</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Datenschutzgrundverordnung, Energieeinspargesetz, Energieeinsparverordnung, Luftverkehrsordnung</p> <p><b>Beispiele für Unternehmen</b> Kompetenzzentrum ROBDEKON, SMART-Kletterroboter, Siemens AG</p>

Tabelle 8: Steckbrief Wartung, Reparatur und Rückbau

## Wartung, Reparatur und Rückbau am Beispiel Hochspannungsleitungen (HS-Leitungen)



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

\*\* Standardmaßnahmen (bspw. Investition in Rechenleistung und Einstellung von IT Experten) nicht explizit aufgeführt

Abbildung 12: Prozessbeispiel Wartung, Reparatur und Rückbau

## 2.2.6 Sicherheitsmaßnahmen

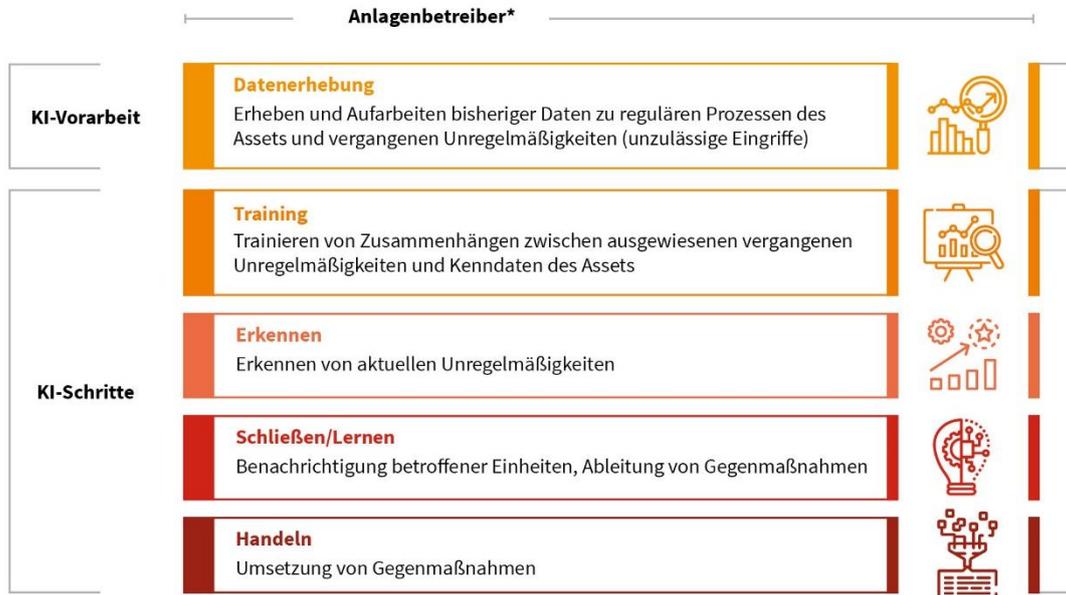
Im AF Sicherheitsmaßnahmen ist die Identifikation und Abwehr feindlicher Eingriffe zum einen in der physischen Welt (bspw. die Auswertung von Kameraüberwachungen) und zum anderen in der virtuellen Welt (Cybersicherheit) zusammengefasst. Der Fokus liegt hier auf kritischen Infrastrukturen mit Systemrelevanz, bspw. im Netz oder bei großen Erzeugungsanlagen (siehe Tabelle 9).<sup>9</sup> Als Vorarbeit müssen bisherige Daten zu regulären Prozessen der Assets und zu vergangenen Unregelmäßigkeiten (z. B. unzulässige Eingriffe) erhoben und aufgearbeitet werden. Auf dieser Grundlage kann die KI dann aktuelle Unregelmäßigkeiten erkennen, betroffene Einheiten benachrichtigen und Gegenmaßnahmen einleiten (siehe Abbildung 13). In diesem AF werden komplexe KI-Methoden angewandt, die auch eigenständig Handlungen durchführen können, um Schäden an Energiesystemen abzuwehren und für größere Resilienz zu sorgen.

KI-Anwendungsfeld		
Sicherheitsmaßnahmen		
<p><b>KI-Charakteristika</b></p> <p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten, Audio &amp; Sprache, Bild &amp; Gesicht</p> <p><b>Lernverfahren</b> Klassifikation, KNN</p> <p><b>Datengrundlage</b> Virtuelle Sphäre: interne Prozessdaten; physische Sphäre: bspw. Datenbanken über zugangsberechtigtes Personal</p> 	<p><b>Energiewirtschaftliche Implementierung der KI</b></p> <p><b>Betroffene Akteure</b> Anlagenbetreiber, Netzbetreiber</p> <p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Netz, Erzeugung</p> <p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Auswertung von unerwünschten virtuellen und physischen Eingriffen, Umsetzung von passenden Abwehrmaßnahmen</p> 	<p><b>Weitere Charakteristika</b></p> <p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Datenschutzgrundverordnung, Datensicherheitsrecht (z. B. Kritisverordnung, Anforderungen wie der Sicherheitskatalog der BNetzA)</p> <p><b>Beispiele für Unternehmen</b> Safeplaces – EnBW Energie Baden-Württemberg AG, zeroBS GmbH</p> 

Tabelle 9: Steckbrief Sicherheitsmaßnahmen

<sup>9</sup> Dies betrifft insbesondere Angriffe mit politischer und/oder umfangreicher finanzieller Dimension.

## Sicherheitsmaßnahmen am Beispiel Cyberangriffe auf systemkritische Erzeugungsanlagen



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

Abbildung 13: Prozessbeispiel Sicherheitsmaßnahmen

### 2.2.7 Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

Die Anwendung von KI kann Prosumer<sup>10</sup> und andere aktive Verbraucher dabei unterstützen, ihre Eigenversorgung zu erhöhen oder über die Interaktion mit dem Netz und dem Markt zusätzliche Erträge zu generieren. Hierbei kommen dieselben Anwendungen wie im Cluster **Allgemeine Entscheidungsgrundlagen** zum Tragen. Schwerpunkte sind die Anpassung des Verhaltens von Verbrauchern durch die Identifikation kleinteiliger Effizienzpotenziale sowie die Lastverschiebung als Flexibilitätsmaßnahme. Zudem kann KI zur Erhöhung der Eigenverbrauchsquote sowie zur Optimierung von Investitionsentscheidungen bezüglich neuer Haushaltsgeräte, dezentraler Erzeugungsanlagen oder Batterien beitragen. Die Besonderheit dieses AF besteht in der Ermöglichung einer Betriebs- und Bestandsoptimierung für den Verbraucher unter Berücksichtigung von anwenderspezifischen Präferenzen durch einen hohen Automatisierungsgrad mittels KI (siehe Tabelle 10). Die KI nutzt hierzu das historische Verbrauchsverhalten, um auf den Verbraucher zugeschnittene Empfehlungen abzugeben (siehe Abbildung 14).

<sup>10</sup> Prosumer: Verbraucher (Consumer), die über eigene Erzeugungsanlagen (Producer) verfügen.

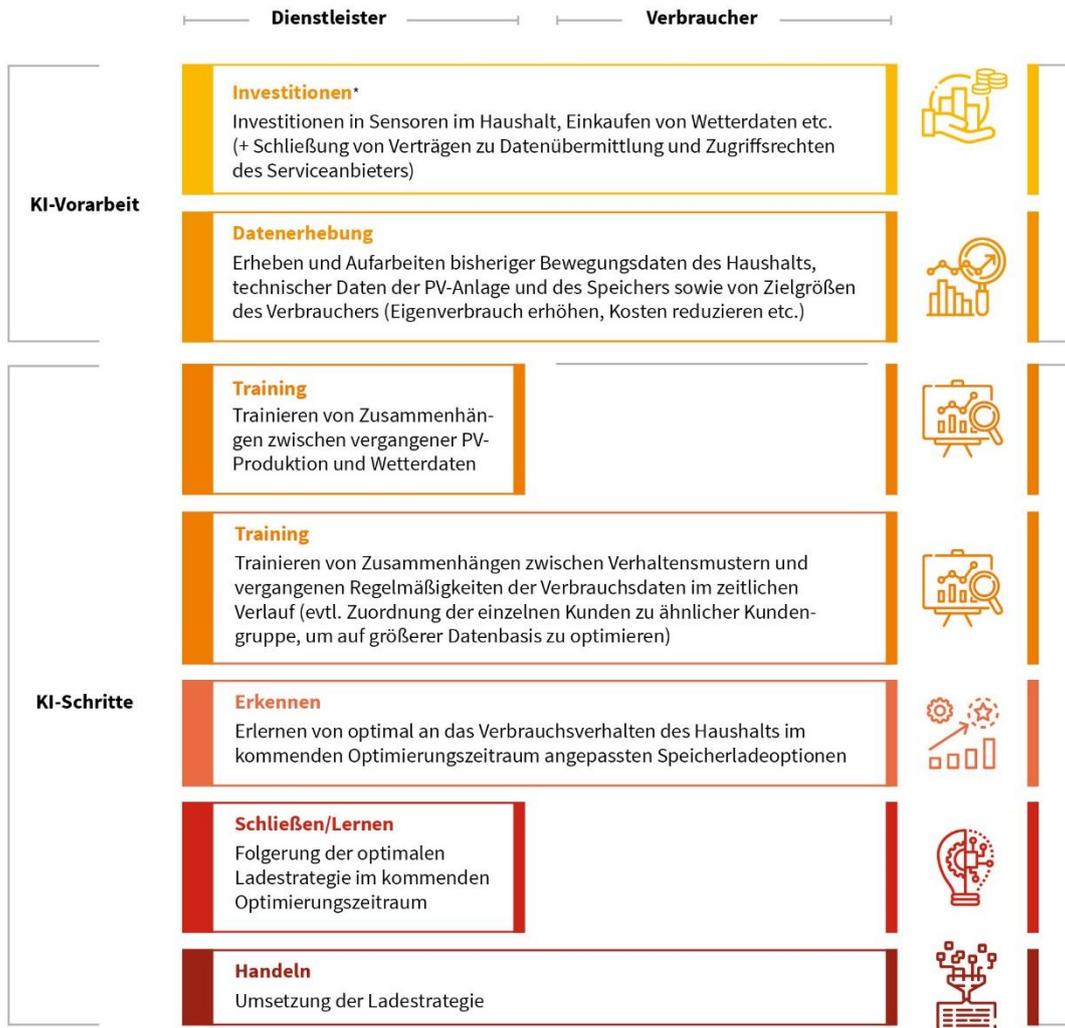
KI-Anwendungsfeld

## Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Verbraucher, Aggregatoren, Energiedienstleister</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Datenschutzgrundverordnung, ePVO, Erneuerbare-Energien-Gesetz</p>
<p><b>Lernverfahren</b> Regression, Klassifikation, Reinforcement Learning, KNN</p>	<p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Erzeugung, Vertrieb, Transport (inkl. Verteilung)</p>	<p><b>Beispiele für Unternehmen</b> Kieback&amp;Peter GmbH &amp; Co. KG, ENER-IQ GmbH, Recognizer Group GmbH, Fresh Energy GmbH, Shine – GreenCom Networks AG, Sonnen GmbH, GridSense – Alpiq Holding AG</p>
<p><b>Datengrundlage</b> Smart-Meter-Daten, Wetterdaten, Strompreisreihen</p> 	<p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Lastmanagement, Bilanzierung, Planung, Investitionen</p> 	

Tabelle 10: Steckbrief Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

## Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher am Beispiel Energiemanagement zur Eigenverbrauchserhöhung von PV-Batteriesystemen in Haushalten



\* Standardmaßnahmen (bspw. Investition in Rechenleistung und Einstellung von IT Experten) nicht explizit aufgeführt

Abbildung 14: Prozessbeispiel Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

### 2.2.8 Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

Dieses AF befasst sich mit der Ausgestaltung von speziell auf den Kunden bzw. die Kundengruppe zugeschnittenen Marketingmaßnahmen und Produkten mit dem Ziel, den Ertrag zu steigern bzw. die Kosten zu reduzieren. Zu diesem Zweck werden über die Einbindung von KI Kundengruppen gebildet, deren Präferenzen identifiziert und anschließend mit entsprechenden Marketingmaßnahmen bzw. Produkten kombiniert werden können. Ein bedeutendes praktisches Einsatzgebiet stellt die Produktoptimierung und Monetisierung von Kundendaten dar.

So lassen sich z. B. Kundeninteraktionen durch intelligente Verfahren optimal analysieren und Muster im Kundenverhalten aufdecken. Die KI kann zudem besonders stromintensive Anwendungen erkennen und daraus ein passenderes Energieprodukt (bspw. eine PV-Anlage) oder effizientere Anwendungen folgern. Auf dieser Basis können bspw. individuelle Absatzprognosen oder personalisierte Angebote erstellt und kundenspezifische Maßnahmen z. B. für die Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden ausgegeben werden (siehe Tabelle 11). Vormals als wertlos betrachtete Kundendaten können auf diesem Weg als neue Ertragsquelle erschlossen werden (siehe Abbildung 13). Über mit KI versehene sogenannte Churn-Analysen lässt sich darüber hinaus das Kündigungs- und Abwanderungsverhalten von Kunden prognostizieren (Klar, 2019). In diesem AF wird KI zudem zur Umsetzung konkreter Handlungen eingesetzt.

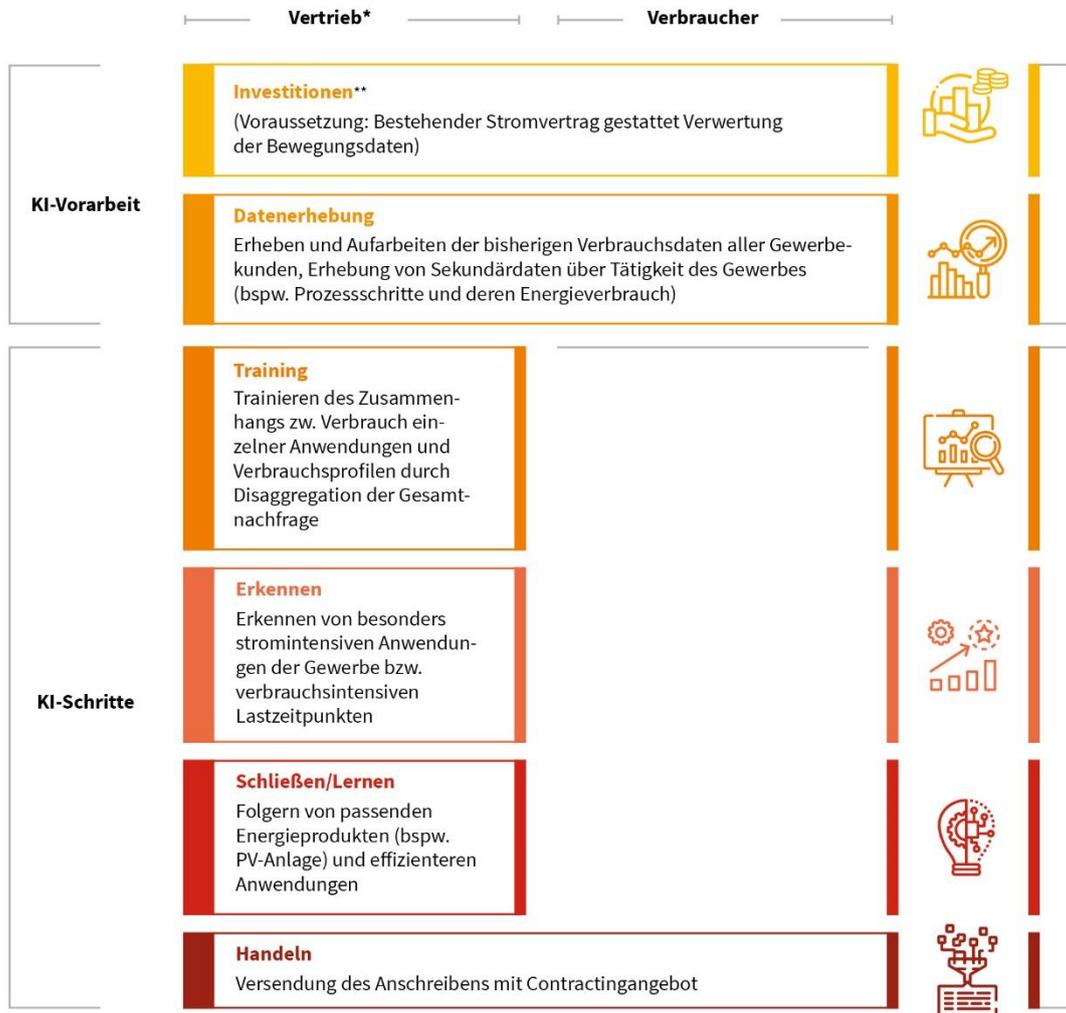
**KI-Anwendungsfeld**

## Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten, Audio &amp; Sprache, Bild &amp; Gesicht</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Vertrieb, Dienstleister, Verbraucher</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Datenschutzgrundverordnung</p>
<p><b>Lernverfahren</b> Clustering, Klassifikation</p>	<p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Vertrieb</p>	<p><b>Beispiele für Unternehmen</b> COSMO CONSULT AG, QlikTech GmbH, ORAYLIS GmbH Business Intelligence</p>
<p><b>Datengrundlage</b> Kundendaten, soziografische Daten (Sinus-Milieus, Kundensegmente etc.), Struktur- oder Verbrauchsdaten, Daten aus Kundenanfragen</p>	<p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> zielgruppengerichtete Marketingmaßnahmen- und -strategieentwicklung</p>	

Tabelle 11: Steckbrief Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

## Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen am Beispiel Contractingmaßnahmen für Gewerbe



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

\*\* Standardmaßnahmen (bspw. Investition in Rechenleistung und Einstellung von IT Experten) nicht explizit aufgeführt

Abbildung 15: Prozessbeispiel Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

### 2.2.9 Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

KI ermöglicht in diesem AF Vertrieben bzw. Messstellenbetreibern, die künftig weiter steigende Anzahl an Transaktionen im Vertriebsgeschäft (bspw. im Falle neuer Anwendungen wie intelligentes Laden von Elektrofahrzeugen, Einsatz kleinteiliger Flexibilität oder optimierter Speicherbetrieb von Haushaltsstromspeichern) automatisiert und kostengünstiger zu bewältigen. Durch eine Automatisierung von Prozessen kann eine Effizienzsteigerung (im Hinblick auf Kosten oder Zeit) im Messstellenbetrieb und bei Vertriebstätigkeiten erfolgen (siehe Tabelle 12).

Mithilfe von KI ist z. B. die automatisierte Sortierung von Dokumenteneingängen, die Aufnahme und Auswertung von Messdaten oder die stärker automatisierte Abrechnung und Abwicklung von Vertragsabschlüssen möglich. Eine notwendige Vorarbeit in diesem AF ist das Erheben und Aufarbeiten von Kundendaten. Die KI lernt damit im Training, Verhaltensmuster zu erkennen und Kunden zu clustern (siehe Abbildung 16).

**KI-Anwendungsfeld**

## Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

KI-Charakteristika	Energiewirtschaftliche Implementierung der KI	Weitere Charakteristika
<p><b>Art des KI-Anwendungsbereichs</b> Allgemeine Daten</p>	<p><b>Betroffene Akteure</b> Vertrieb, Messstellen-/ Netzbetreiber, Verbraucher</p>	<p><b>Anknüpfung an rechtliche Rahmenbedingungen des AF</b> Energiewirtschaftsgesetz, Datenschutzgrundverordnung, Festlegungen der BNetzA</p>
<p><b>Lernverfahren</b> Klassifikation</p>	<p><b>Relevante Wertschöpfungsstufen</b> Vertrieb, Transport (inkl. Verteilung)</p>	<p><b>Beispiele für Unternehmen</b> Traffiqx – b4value .net GmbH, digitale Werke GmbH, Watson – IBM Deutschland GmbH, eprimo GmbH</p>
<p><b>Datengrundlage</b> Smart-Meter-Daten, Kundendaten, historische Kundenkommunikation</p>	<p><b>Energiewirtschaftliche Prozesse</b> Abrechnung, Bilanzierung, Kundenservice</p>	

Tabelle 12: Steckbrief Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

## Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft am Beispiel Abrechnung von Flexibilität



\* Ausführung ebenso durch Dienstleister möglich

\*\* Standardmaßnahmen (bspw. Investition in Rechenleistung und Einstellung von IT Experten) nicht explizit aufgeführt

Abbildung 16: Prozessbeispiel Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

Am weitesten verbreitet in den Anwendungsfeldern sind KI-Methoden zur allgemeinen Datenanalyse. Der Anteil der Beispiele, die KI im Bereich Audio & Sprache oder Bild & Gesicht anwenden, ist dagegen noch begrenzt. Komplexe KI-Systeme wie Roboter oder Assistenzsysteme kommen bisher nur in einzelnen Anwendungsbeispielen zum Einsatz (z. B. Drohnen für die Wartung, Roboter für den Rückbau nuklearer Anlagen). KI-Anwendungen zur allgemeinen Datenverarbeitung setzen „schwache KI“ ein, die lediglich für einen klar definierten Anwendungsbereich Lösungen ableitet. Komplexere KI-Methoden, die sich in Richtung „starke KI“ entwickeln, sind in ersten Ansätzen erkennbar, aber bisher noch wenig verbreitet. Sie finden sich in AF, die auch eigenständig, also autonom Handlungen durchführen.



### **3 Bewertung von Anwendungen für KI in der Energiewirtschaft**

Die nachfolgende Bewertung erfolgt getrennt nach den Dimensionen Technik, Ökonomik, Regulatorik und Gesellschaft. Für jede der vier Bewertungsdimensionen werden zunächst Kriterien definiert, die zu Indikatoren zusammengefasst als Bewertungsbasis dienen. Die Bewertung erfolgt dann zum einen qualitativ in Textform und zum anderen semi-quantitativ d.h. es wird auf einer Ordinalskala eingeordnet, in welchem Maße die Leitfragen positiv beantwortet werden können bzw. die Kriterien erfüllt ist. Die Skala reicht dabei von (1) "trifft gar nicht zu" bis (5) "trifft in hohem Maße zu". Die Einordnung der einzelnen Anwendungsfelder zu den Indikatoren erfolgt auf Basis von Literatur, existierenden Anwendungsbeispielen gemäß Kapitel 2.2 und durch Diskussion der Bewertungen mit Experten der Digital- und Energiebranche. Ziel ist es, eine Vergleichbarkeit zwischen den Anwendungsfeldern zu ermöglichen. Die Indikatoren für die Bewertung werden in den jeweiligen Kapiteln näher erläutert und für jedes Anwendungsfeld separat und AF-übergeordnet eingestuft. Dabei werden auch kritische Indikatoren (Knock-out Kriterien) geprüft, die einzelne Anwendungsbeispiele als nur schwer oder nicht umsetzbar erscheinen lassen und damit zu einer niedrigen Bewertung des Anwendungsfeldes führen.

### 3.1 Technische Bewertung

Um die Nutzbarkeit von KI-Anwendungen in der Energiewirtschaft sicherzustellen, müssen technische Voraussetzungen wie ausreichende Datenverfügbarkeit, das Vorhandensein entsprechender Rechenleistung und Algorithmen oder die Möglichkeit zur sicheren Verwendung von KI-Methoden im jeweiligen Anwendungsfeld erfüllt sein. Selbst wenn diese technischen Bedingungen erfüllt sind, ist jedoch noch nicht gesichert, ob durch die Anwendung entsprechender Ansätze auch ein Beitrag für die integrierte Energiewende geleistet werden kann.

Im Folgenden wird daher für die einzelnen Anwendungsfelder bewertet, ob die technischen Bedingungen für einen erfolgreichen Einsatz von KI in der Energiewirtschaft erfüllt sind und ob zudem ein Beitrag für die Energiewende geleistet werden kann. Die Bewertung erfolgt in zwei Kategorien anhand mehrerer Indikatoren. Die erste Gruppe von Indikatoren erlaubt eine **Einordnung des technischen Entwicklungsstands** und möglicher technischer oder datenseitiger Herausforderungen bei der Umsetzung. Die zweite Gruppe ermöglicht eine Einordnung der potenziellen CO<sub>2</sub>-Minderung und damit des **Beitrags zur integrierten Energiewende**. Die Indikatoren dieser beiden Kategorien und die Einordnung der Anwendungsfelder hinsichtlich der genannten Fragestellungen werden nachfolgend näher erläutert.

Es wurden insgesamt vier Indikatoren identifiziert, die Einfluss auf den technischen Entwicklungsstand von KI und die Umsetzbarkeit ihres Einsatzes in der Energiewirtschaft haben:

- **Technische Reife**
- **Diffusion**
- **Datenverfügbarkeit und -qualität**
- **Sicherheit des Energiesystems**

Die Einordnung erfolgt jeweils anhand mehrerer Leitfragen: Ist der technische Entwicklungsstand bzw. die technologische Reife der KI in diesem AF als hoch einzuschätzen? Hängt eine operative Anwendung der KI möglicherweise von der weiteren Technologieentwicklung ab, steht also bspw. heute die notwendige Rechenleistung evtl. noch nicht zur Verfügung? Wie wird die aktuelle und erwartete Diffusion der KI in dem AF betrachtet? Wenn KI in der entsprechenden Anwendung bereits heute weitverbreitet ist, kann davon ausgegangen werden, dass die technischen Bedingungen für den Einsatz von KI in ausreichendem Maße erfüllt sind. Ein sinnvoller Einsatz von KI ist jedoch auch von einer ausreichenden Datenverfügbarkeit und -qualität abhängig. Denn nur, wenn genügend Trainingsdaten vorliegen, kann KI eingesetzt werden. Ein weiterer Aspekt für die technische Umsetzung von KI-Vorhaben in der Energiewirtschaft ist die Gewährleistung, dass ihre Anwendung mit Blick auf die Sicherheit des Energiesystems (Datensicherheit insbesondere von kundenbezogenen Daten, Cybersicherheit insbesondere von kritischer Infrastruktur) keine Gefahr darstellt. Letzteres ist insofern als technisches Kriterium einzustufen, als die Sicherheit eine zusätzliche zu erfüllende Anforderung bedeutet.

Der Beitrag zur integrierten Energiewende wird anhand folgender Indikatoren analysiert:

- **Verbreitung und Integration von EE**
- **Verbesserung des Systembetriebs**
- **CO<sub>2</sub>-Minderung**

Zum einen wird bewertet, welche Auswirkungen die Anwendung von KI in Bezug auf die integrierte Energiewende hinsichtlich der Integration von EE sowie der Einbindung fluktuierender EE in Systemdienstleistungen hat. Zum anderen wird geprüft, ob es durch die Verwendung von KI zu einer Verbesserung des Systembetriebs von Teilen des Energiesystems kommt, sodass bspw. konventionelle Kraftwerke abgeschaltet werden können, ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden, oder Anlagen mit geringeren Kosten betrieben werden können. Zuletzt wird analysiert, ob sich Auswirkungen der KI auf die CO<sub>2</sub>-Minderung im Energiesystem etwa durch bessere Integration von EE feststellen lassen oder welche ggf. auch negativen Effekte, z. B. ein höherer Energieverbrauch, zu erwarten sind.

Aufgrund der Komplexität des Themas ergeben sich viele Überschneidungen mit anderen Bewertungsdimensionen, so etwa bei der Betrachtung der technischen Robustheit von Prozessen, welche Einfluss auf den europäischen Datenfluss hat: Hier wird ein offener, durchsetzungsfähiger Ansatz für Datenflüsse von der EU-Kommission als Grundpfeiler für die Erfüllung der gesellschaftlichen Anforderungen an die europäische Datenstrategie gewertet (EK, 2020).

### 3.1.1 Allgemeine technische Bewertung aller Anwendungsfelder

#### Technische Reife

In fast allen hier untersuchten Anwendungsfeldern sind bereits Beispiele für den Einsatz von KI in der Literatur sowie in einer Reihe kommerzieller Anwendungen zu finden. Dies geht bei verschiedenen Anwendungsfeldern mit einer schon heute bestehenden ausreichenden technischen Reife für die Anwendung von KI einher. In einzelnen Bereichen besteht allerdings noch vermehrter Entwicklungsbedarf, bspw. bei der räumlich hoch aufgelösten Vorhersage der Einspeisung von EE, der Analyse einer großen Menge von Videodaten in Echtzeit oder dem Einsatz von Big-Data-Lösungen (> 100 GB Daten pro Tag). Die zunehmende Nutzung hybrider Rechenmodelle, die oft mehrere Verfahren mittels aufwendiger Berechnungen miteinander kombinieren, zeigt, dass die Rechenleistung für die allermeisten Anwendungsfelder kein limitierendes Kriterium darstellt.<sup>11</sup> Diese hybriden Modelle kombinieren oftmals KI-Modelle mit vorhandenem Expertenwissen. In der Anwendung ist allerdings zu beachten, dass das Training und der Vergleich verschiedener Modelle sehr zeitaufwendig sein können, was bei zeitkritischen Prozessen ein Problem darstellen kann. Eine erhebliche Verbesserung der Rechenleistung würde zwar die Nutzung komplexerer Modelle oder eine häufigere Aktualisierung ermöglichen, nicht aber die grundsätzlichen Einsatzmöglichkeiten heutiger Lösungen verändern.

Die hier beleuchteten Anwendungsfelder erscheinen grundsätzlich ausreichend entwickelt, um in erheblichem Maße in der Energiewirtschaft eingesetzt werden zu können. Eine Ausnahme bildet dabei die Robotik, bspw. für den automatischen Rückbau von Anlagen. Autonome Roboter, die hier eine Rolle spielen könnten, sind noch in einer frühen Entwicklungsphase, weswegen bis zu einem kommerziellen Einsatz sicherlich noch einige Jahre vergehen werden. Weiterhin besteht technischer Entwicklungsbedarf bei hybriden Systemen, die Expertenwissen in KI-Modelle integrieren und auch im Bereich der Energiewirtschaft einsetzbar wären (Fraunhofer, 2018).

<sup>11</sup> So hat sich der Anteil hybrider Modelle in der wissenschaftlichen Literatur zu KI in der Energiewirtschaft seit dem Jahr 2000 mehr als verdoppelt (vgl. vom Scheidt et al., 2020, Abb. 6).

## Diffusion

Generell unterscheiden sich die Anwendungsfelder im Grad ihrer Spezialisierung bezüglich des Einsatzes in der Energiewirtschaft. Bei einigen Anwendungsfeldern müssen KI-Techniken für einen Einsatz stark an die energiewirtschaftlichen Besonderheiten angepasst werden, bspw. bei der Optimierung der Netze oder im Bereich Wartung, Reparatur und Rückbau. In anderen Bereichen wie der Prognose von Einspeisung, Last oder Preisen, aber auch der Prozessautomatisierung sind existierende KI-Methoden hingegen allgemein einsetzbar und können ohne nennenswerte Anpassungen für die Energiewirtschaft genutzt werden. Einige weitere Anwendungen insbesondere im Bereich der Verteil- und Übertragungsnetze sind stark an der energiewirtschaftlichen „Hardware“, d. h. an konkreten technischen Anlagen orientiert und benötigen spezielle eigene Daten, die nicht aus anderen Bereichen der Energiewirtschaft übertragen werden können.

Technische Reife der KI für den jeweiligen Use-Case, genügend Daten in guter Qualität zum Training der erforderlichen Modelle sowie erzielbare wirtschaftliche Mehrwerte führen zu einer schnellen Verbreitung der jeweiligen KI-Methoden in den einzelnen Anwendungsfeldern. Für die Prognose sowie die Bestands- und Betriebsoptimierung sind diese Bedingungen in vielen Fällen bereits gut erfüllt, sodass von einer schnellen Diffusion ausgegangen werden kann. Dies wird auch durch die erhebliche Zahl bereits heute existierender kommerzieller Angebote bestätigt. Das trifft jedoch nicht auf Anwendungen zu, in denen zusätzlich Hardware wie Smart Meter oder Messgeräte zur Aufnahme des Netzzustands installiert werden müssen. Deshalb stellen insbesondere die Netze aufgrund der hier noch geringen Datenverfügbarkeit eine Ausnahme hinsichtlich der zu erwartenden hohen Verbreitungsgeschwindigkeit dar.

## Datenverfügbarkeit und -qualität

Insgesamt sind Anwendungen mit Daten, die allgemein verfügbar sind oder ohne großen Aufwand erhoben werden können, schon heute technisch sehr weit entwickelt und oft auch bereits jetzt kommerziell in der Energiewirtschaft verfügbar. So sind etwa lange Zeitreihen von Wetterdaten in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung verfügbar. Ebenso liegen Preiszeitreihen und Einspeisung von EE-Anlagen in hoher Qualität in langen Zeitreihen zum Training von Modellen vor (vom Scheidt et al., 2020). Diese Daten werden vor allem für die Prognosen sowie für die Betriebs- und Bestandsoptimierung von Erzeugung und Handel verwendet.

Schwieriger ist die Datenlage im Bereich der Netze, da Daten zum Zustand einzelner Netzkomponenten noch nicht in der gleichen zeitlichen und räumlichen Auflösung verfügbar sind wie etwa beim Wetter. Mit zunehmender Verbreitung entsprechender Messtechnik werden diese Daten besser verfügbar werden und ähnlich komplexe KI-Verfahren wie oben beschrieben dann auch in breiterem Maßstab auf Netze angewendet werden. Zu Zwecken der Individualisierung der Kundenansprache und der automatischen Verarbeitung von Kundeninteraktionen können und müssen die energiewirtschaftlichen Akteure selbst Daten und Erfahrung sammeln. Diese können nicht in gleicher Qualität wie bspw. Wetterdaten oder Preiszeitreihen von Drittanbietern bereitgestellt werden.

## Sicherheit des Energiesystems

In der Regel stellen KI-Anwendungen für die integrierte Energiewende heute wie auch in naher Zukunft keine Gefahren hinsichtlich der Sicherheit des Energiesystems dar. Dies begründet sich zum einen darin, dass die Energiewende generell eher dezentral organisiert ist, womit die Manipulation einzelner Anlagen nicht zu großen Systemstörungen führen würde.

Zum anderen dient die KI in vielen Fällen hauptsächlich der Verbesserung bestehender Prozesse und Verfahren – der Betrieb energiewirtschaftlicher Anlagen wird also damit nicht generell in die Verantwortung der KI übergeben. Hier finden in der Regel lediglich solche Prozesse Anwendung, die unterstützend agieren. Es ist allerdings vorstellbar, dass KI-Verfahren gezielt zum Angriff auf das Energiesystem entwickelt und trainiert werden können. Der Schwerpunkt des vorliegenden Berichts liegt jedoch auf KI-Anwendungen, die einen aktiven Beitrag zur integrierte Energiewende leisten sollen.

Langfristig birgt eine Optimierung größerer Teile oder des gesamten Energiesystems einschließlich Erzeugung, Übertragung und Verbrauch mithilfe von KI größeres wirtschaftliches Potenzial als die Optimierung von Einzelsystemen. Gleichzeitig könnte ein Angriff von außen dann aber auch größeren Schaden anrichten. Für die Sicherheit gegenüber derartigen Angriffen müssen daher zukünftig entsprechende Sicherheitsvorkehrungen geschaffen werden.

### **Verbreitung und Integration von EE**

Die Anwendung von KI kann über ihre positiven Auswirkungen auf die Integration von EE und die Hilfe zur Vermeidung von Engpasssituationen in jedem Fall einen Beitrag zur Energiewende leisten. Vor allem KI-Anwendungen zur besseren Prognose sowie zur Betriebs- und Bestandsoptimierung bieten das Potenzial, bei gleichem Anlagenbestand einen höheren Ertrag zu erzielen. Dies kann durch den optimierten Betrieb von Anlagen geschehen, wie etwa die bessere Ausrichtung und damit höhere Ausbeute von WKA, oder bspw. durch die intelligente Steuerung von Heizungssystemen zur Erzielung eines geringeren Energieverbrauchs. Mit beiden Aspekten ist zudem eine zusätzliche CO<sub>2</sub>-Minderung wegen der durch die Betriebsverbesserungen verringerten Nutzung konventioneller Energiequellen verbunden.

### **Verbesserung des Systembetriebs**

Die Versorgungssicherheit erhöht sich vor allem durch die Möglichkeit der besseren Voraussage von Schwankungen in Erzeugung und Verbrauch sowie von Anlagenausfällen. Daher erscheint ein Einsatz von KI zur Verbesserung des Systembetriebs vor allem in den Bereichen Prognose und Optimierung bei Erzeugung, Übertragung und Verbrauch sinnvoll.

### **CO<sub>2</sub>-Minderung**

Die direkte CO<sub>2</sub>-Minderung durch KI ist in vielen Anwendungen nicht quantifizierbar, da ein Vergleichsszenario zur Berechnung der Einsparungen in seiner Ausgestaltung und Plausibilität schwierig zu skizzieren ist. Dies ist der hohen Komplexität und zeitlichen Variabilität des Energiesystems geschuldet. Ein Vergleich wäre etwa dann möglich, wenn durch den KI-Einsatz ein effizienterer Betrieb erfolgte, bspw. durch die Verwendung intelligenter Regelalgorithmen für die Gebäudesteuerung, und die daraus resultierende CO<sub>2</sub>-Minderung anhand der eingesparten Wärmemenge direkt berechnet werden könnte. Ebenso komplex wie die Erfassung der direkten CO<sub>2</sub>-Minderung ist die Berechnung des indirekt reduzierten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch die Substitution fossiler Energieträger aufgrund der KI-optimierten EE-Erzeugung.

### 3.1.2 Technische Besonderheiten der Anwendungsfelder

In Vertiefung der übergreifenden Aspekte der technischen Bewertung folgt nun die Erörterung der anwendungsfeldspezifischen Besonderheiten.

#### Prognosen

Im Bereich der Prognosen wird KI schon heute vielfach kommerziell eingesetzt, vor allem im Bereich der EE-Erzeugung, teilweise auch im Handel. Das bestätigen auch wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu dieser Thematik: Nach vom Scheidt et al. beschäftigen sich rund 60 Prozent der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu KI-Prognosen in der Energiewirtschaft mit der Vorhersage von PV-Erzeugung und rund ein Drittel mit der von WKA (vom Scheidt et al., 2020). Hier sind relevante Daten in ausreichendem Umfang und guter Qualität vorhanden, und die durch den Einsatz von KI erzielbaren besseren Prognosen können vorteilhaft im direkten Unternehmenskontext eingesetzt werden. Mittlerweile bietet bereits eine Reihe von Firmen entsprechende prognosefähige Systeme als Dienstleistung für Unternehmen an (Stichwort: Software-as-a-Service)<sup>12</sup>. Für die Zustandsvorhersage von Übertragungs- und Verteilnetzen ist der Einsatz von KI ebenfalls möglich, aber mangels zeitlich und räumlich hochauflösender Daten noch nicht kommerziell etabliert. Aktuell erfolgt der KI-Einsatz auf diesem Feld erst im Rahmen von Forschungsprojekten.

#### Praxisbeispiel: Enercast – neuronale Netze für eine präzise Leistungsprognose

Mit selbstlernenden Produkten für die präzise Leistungsprognose von Wind- und Solaranlagen ermöglicht enercast die Einbindung von EE in Stromnetze und Energiemärkte. Im Gegensatz zu einem modellierten System, welches manuell aktualisiert werden muss, entwickeln sich die neuronalen Netze von enercast gemeinsam mit den äußeren Rahmenbedingungen weiter. Da die Anlagen für EE in einer natürlichen, nicht laborhaften Umgebung stehen, können neuronale Netze hier besonders gewinnbringend eingesetzt werden. Zu Beginn eines Prognoseprozesses werden die Anlagedaten, wie bspw. Nennleistung und Standort, in das System aufgenommen. Zusätzlich dienen ähnliche Anlagen als Referenz. Zur weiteren Präzisierung der Ergebnisse können zukünftige Prognosen unter Zugrundelegung historischer Leistungsdaten kalibriert werden. Die neuronalen Netze werden auf Basis historischer Wetter-Leistungsdaten-Beziehungen trainiert. Je länger die neuronalen Netze Daten erhalten, desto genauer und detailreicher bilden sie die Realität ab.<sup>13</sup>

Der Einsatz von KI leistet hier durch die bessere Einbindung von EE und eine optimierte Vorhersage der EE-Einspeisung und der zu erwartenden Last eindeutig einen Beitrag zur integrierten Energiewende. Im Bereich der Netze kann hierdurch eine Reduktion der Netzüberlastungen erfolgen. Im Bereich Erzeugung und Handel führt der Einsatz von KI bereits heute zu einer Verringerung des Regelenergiebedarfs. Es ist zwischen einfacheren Verfahren wie Regressionsmodellen und komplexeren Verfahren des ML wie KNN zu unterscheiden. Erstere sind schon länger in Anwendung und kommen mit relativ wenigen Trainingsdaten aus. Letztere haben aufgrund der größeren Datenverfügbarkeit in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Insgesamt nimmt auch die Rolle von hybriden Modellen an Bedeutung zu (vom Scheidt et al., 2020). Die Komplexität der Algorithmen variiert dabei zwischen den Anwendungen.

Aufgrund der Vielzahl an bereits kommerziell im Einsatz befindlichen KI-Anwendungen sowie der hierdurch optimierten Einspeisung von EE wird die technische Umsetzbarkeit für dieses AF als hoch angesehen.

<sup>12</sup> Vgl. bspw. [www.pwc.de/de/energiewirtschaft/evaluation-automatisierter-energiehande-intraday-markt.pdf](http://www.pwc.de/de/energiewirtschaft/evaluation-automatisierter-energiehande-intraday-markt.pdf). Umfang und Qualität des Services hängen von einer Vielzahl an Faktoren ab, in jedem Fall werden jedoch historische Daten sowie Schnittstellen zu möglichst aktuellen Daten benötigt.

<sup>13</sup> Weitere Informationen: [www.enercast.de](http://www.enercast.de)

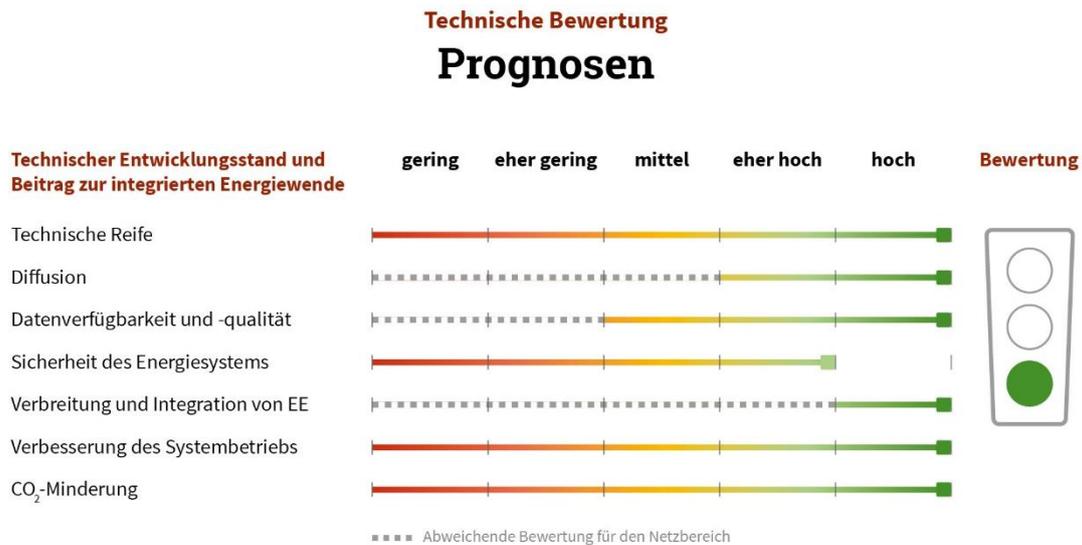


Abbildung 17: Technische Bewertung Prognosen

### Betriebsoptimierung

Die Optimierung eines größeren Parks von Erzeugungsanlagen gestaltet sich in der Regel komplexer als die Optimierung eines Gebäudes oder einzelner Geräte. Ein kommerzieller Einsatz von KI wird hier voraussichtlich noch länger auf sich warten lassen. Insbesondere fehlt es für eine Optimierung des Netzbestands in großem Maßstab aufgrund der geringen Verbreitung der notwendigen Echtzeitmessgeräte an den entsprechenden Daten. Zukünftig werden durch Smart Meter mehr Verbrauchsdaten zur Verfügung stehen, wodurch Betriebsoptimierungen dann in größerem Umfang und für weite Teile des Energiesystems erfolgen können. Im Vergleich zu kleinteiligen Ansätzen besteht hier ein größeres Optimierungspotenzial. Ein Schwerpunkt der diesbezüglichen Forschungsarbeiten zum Netzbetrieb liegt daher im Echtzeitbetrieb der Netze und in der intelligenten Netzsteuerung (vom Scheidt et al., 2020).

#### Praxisbeispiel: Gridhound – der Verteilnetzwilling für ein effizientes Netzzustandsmonitoring

Die Netzsimulation von Gridhound bietet ein effizientes Netzzustandsmonitoring. Zur Erschließung der blinden Flecken im Verteilnetz identifiziert Gridhound mit einer Sensitivitätsanalyse die optimale Platzierung von Messstellen und simuliert, basierend auf den zur Verfügung gestellten Messdaten, die Verteilnetzauslastung. Durch diese gezielte Platzierung kann der Bedarf an Messtechnik von durchschnittlich 33 Prozent auf 5 Prozent der Netzknoten reduziert werden. Auf Basis der Echtzeit-Netztransparenz können bei einem längeren Betrachtungszeitraum Handlungsempfehlungen für die effiziente Nutzung der vorhandenen Netzkapazität und den bedarfsgerechten, messwertbasierten Netzausbau gegeben werden. Der Ansatz wurde u. a. beim Bayernwerk-Netz unter der Bedingung einer deutschlandweit überdurchschnittlich hohen Konzentration an Photovoltaikanlagen getestet. Die Berechnungszeit zur Netzzustandsbestimmung mithilfe der KNN betrug lediglich 8,5 Mikrosekunden bei einer niedrigen durchschnittlichen Fehlerquote von 0,7 Prozent.<sup>14</sup>

<sup>14</sup>Weitere Informationen: [www.gridhound.de/](http://www.gridhound.de/)

Hinsichtlich der Sicherheit des AF wäre es möglich, dass ein Angreifer im Bereich der Netze den Betreibern durch die Einspeisung manipulierter Daten eine falsche Netzsituation vortäuschen und damit durch falsche Steuerung das Netz überlasten könnte. Dieses Szenario ist zwar vorstellbar, aufgrund bereits bestehender Methoden zum Erkennen falscher Daten (siehe Beispiel „False Data Injection“ im AF Sicherheitsmaßnahmen) erscheint das Risiko dafür aber eher gering. Wenn sich derartige Angriffe auf einzelne Bereiche der Netze, bspw. einen Teil des Verteilnetzes, beschränkten, wären die Auswirkungen und der damit verbundene Schaden ebenfalls begrenzt, da nur ein kleiner Teil des Netzes betroffen wäre.

Eine bessere Einsatzplanung und höhere Ausbeute von EE-Anlagen reduziert den Bedarf an konventioneller Erzeugung und sorgt über die damit erzielte CO<sub>2</sub>-Minderung für einen direkten nennenswerten Beitrag zur integrierten Energiewende. KI-Methoden, wie bspw. KNN zur quantitativen Prognose zukünftiger Ereignisse, unterstützen das Management des Stromnetzes bei der Steuerung, der Koordination von Wartungsarbeiten oder der Betriebsmittelloptimierung. Prognostizierte Netzzustandsdaten dienen zudem als Input für eine große Anzahl weiterer KI-Anwendungen (dena, 2019). Mit der zunehmenden Dezentralisierung der Energieerzeugung erhöht sich die Komplexität des Stromnetzes und diese Daten gewinnen an Bedeutung (Stichwort: Smart Grids).

Obwohl die technische Reife im Bereich der Netze noch geringer ist als für Erzeugung und Handel, kann zukünftig mit einer Verbesserung durch eine höhere Datenverfügbarkeit gerechnet werden. Durch den optimierten Betrieb von Infrastruktur wird damit ein signifikanter Beitrag zur integrierten Energiewende geleistet und die technische Bewertung insgesamt als hoch eingestuft.

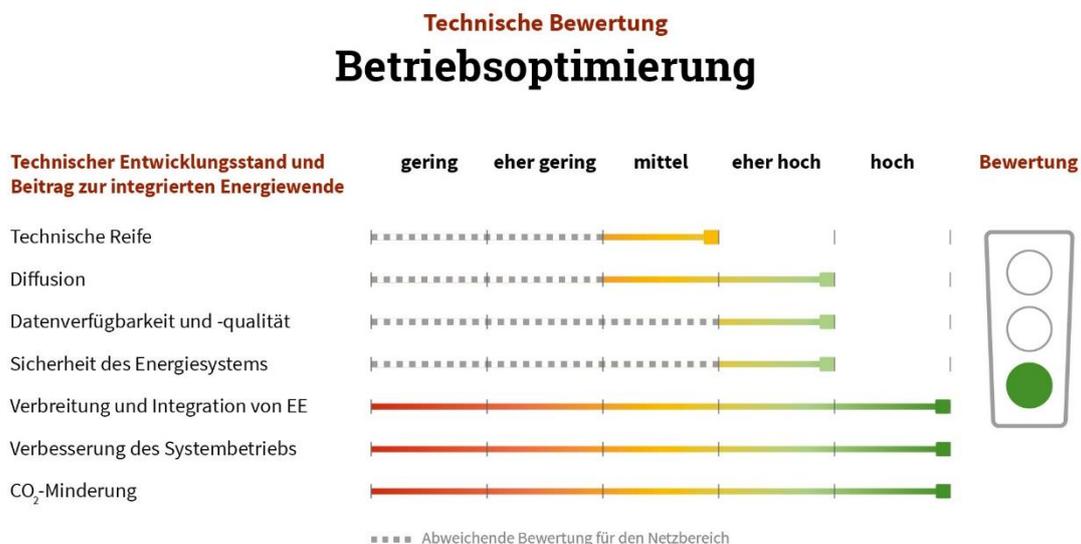


Abbildung 18: Technische Bewertung Betriebsoptimierung

### Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

Eine Reihe von bereits heute kommerziell verfügbaren KI-Anwendungen, bspw. für die Errichtung von EE-Erzeugungsanlagen oder einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, zeigt den hohen technischen Reifegrad in diesem Bereich. So liegen vor allem für die Standortplanung viele georeferenzierte Daten vor (bspw. Wetter, Verkehr etc.), die in der Regel schnell verarbeitet werden können und dadurch viele Anwendungen von KI ermöglichen. Teilweise fehlen aber noch Daten mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung. Solche Daten könnten zu weiteren Anwendungen von KI in der Bestandsoptimierung führen.

Auch die Planung der Netzinfrastruktur wird durch KI verbessert. Sie unterstützt durch die Berücksichtigung vorhandener Daten bei der Abschätzung der langfristigen Auslastung des Netzes und liefert so Entscheidungshilfen für eine eventuell notwendige Erhöhung der Netzkapazität (Einsatz von intelligenten Bauteilen, z. B. beim Netzausbau). Dies ermöglicht einen bedarfsgerechten Ausbau sowie die optimale Auslastung von Netzbetriebsmitteln.

Für die Planung konventioneller Kraftwerke oder eines konventionellen Systembetriebs generiert die Anwendung von KI hingegen keinen direkten Vorteil. Indirekte Vorteile können sich allerdings über die Planung mit realistischeren Werten für die Auslastung solcher Anlagen ergeben. So ist es bspw. möglich, Last- und Erzeugungsspitzen mithilfe von KI besser zu prognostizieren und dementsprechende Kapazitäten vorzuhalten. Gleichzeitig ist gerade bei vielen konventionellen Anlagen der Energieerzeugung und -verteilung die Lebensdauer entscheidend für die Standortplanung.

Dennoch kann KI in der Planung von langfristigen und kapitalintensiven Maßnahmen durch die Bereitstellung einer Entscheidungsgrundlage unterstützen. Ihr Vorteil liegt in der Berücksichtigung einer Vielzahl an verfügbaren Daten wie Nutzerpräferenzen, GIS-Daten oder historische Preise. So können digitale Zwillinge bspw. bei der Gebäudeplanung und -inbetriebnahme unterstützen oder bei entsprechendem Bedarf automatisiert den Austausch von Komponenten einleiten (Groß et al., 2020). Typische Lernmethoden in diesem Bereich sind der Klassifikation, dem Reinforcement Learning, der Regression, KNN oder der Clusterung zuzuordnen.

Da durch aktive Investitionsplanung Netzengpässe behoben werden können, wird in diesem AF u. a. ein Beitrag zur Integration von EE geleistet. Auch findet KI im Management von Assets bereits heute Anwendung, sodass die technische Umsetzbarkeit insgesamt als gut angesehen wird.

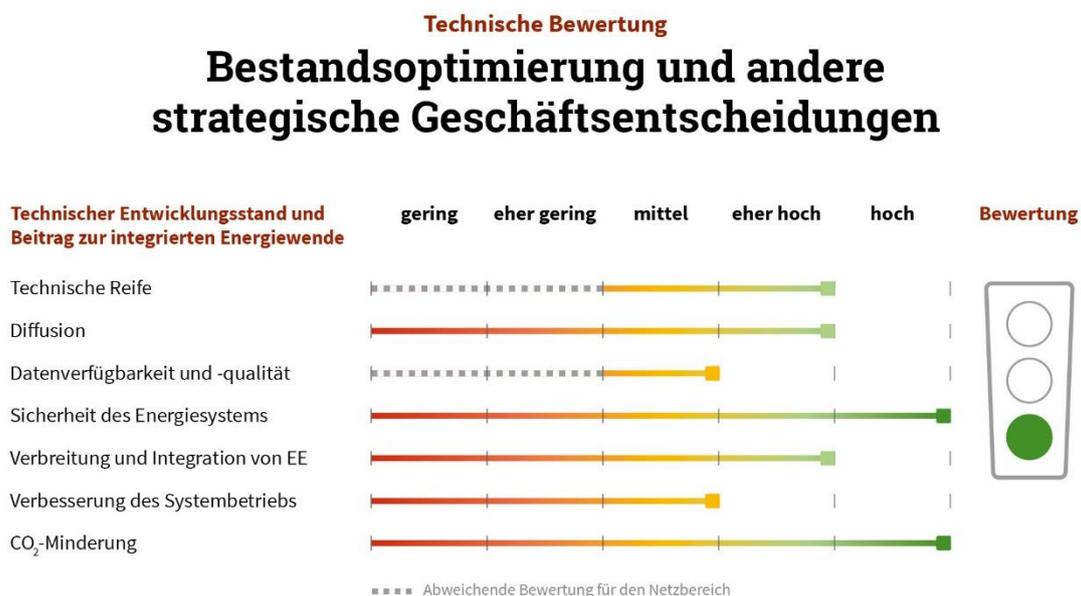


Abbildung 19: Technische Bewertung Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

## Predictive Maintenance

Das AF Predictive Maintenance sowie Wartung, Reparatur und Rückbau verfolgen beide das Ziel, den Aufwand bei Wartungs- und Reparaturmaßnahmen zu reduzieren und damit das Personal zu entlasten. Während sich Wartung, Reparatur und Rückbau auf die Umsetzung der Maßnahmen bezieht und Mitarbeitenden mit Fachwissen und Erfahrungswerten unterstützen soll, fokussiert Predictive Maintenance auf die Planung der Maßnahmen, ist also prädiktiv, d. h. potenziell vorhersagbar. Nichtsdestotrotz gibt es sowohl Anwendungen als auch Ziele, die beiden Anwendungsfeldern zuzuordnen sind, bspw. die Risikominimierung für Mitarbeitende. Ohne KI ist eine umfassende Datenauswertung als notwendige Basis von Predictive Maintenance nicht durchführbar.

Die Datenverfügbarkeit und die technische Reife von KI für Predictive Maintenance sind im Bereich der Erzeugungsanlagen schon heute sehr hoch, wie eine Reihe von kommerziellen Anwendungen belegt (bspw. Inspektion von WKA durch Drohnen, Geräuschprüfung von Wasserkraftwerken). Nach Angabe von IDC Energy Insights verwenden europaweit aktuell bereits 13 Prozent der europäischen Energieversorger KI zur Predictive Maintenance, 12 Prozent planen ihren Einsatz auf diesem Feld (IDC, 2019). Es ist davon auszugehen, dass sich der Einsatz von KI im Bereich Predictive Maintenance von Erzeugungsanlagen relativ bald als Standard in der Industrie etablieren wird.

Bislang gibt es nur wenige kommerzielle Beispiele der Anwendungen von KI für Predictive Maintenance in Stromnetzen (beispielhafte Ausnahme siehe Praxisbeispiel in 3.2.2), da Netzdaten und Netzzustände nicht nur durch direkte Messungen in oder an den Anlagen erfasst werden. Der Einsatz von Predictive Maintenance ist nicht auf großflächige und schwer zugängliche Assets beschränkt. Neben komplexen Methoden (bspw. Einsatz von Drohnen) kommen auch vergleichsweise einfachere Methoden zum Einsatz, wie die Installation von (zusätzlichen) Sensoren. Unter Heranziehen historischer Daten werden Zusammenhänge zwischen Abnutzungserscheinungen und Anlagenausfällen hergestellt, die dadurch als Auffälligkeiten erkannt werden können. Typischerweise werden in diesem Bereich Klassifikation, Regression und KNN eingesetzt. In der Praxis werden solche Anwendungen bspw. mit der Internet-of-Things-(IoT-)Technologie LoRaWAN in Ortsnetzstationen implementiert.<sup>15</sup>

Eine weitere interessante, aber noch nicht ausreichend entwickelte Anwendungsform von KI sind hybride Expertensysteme, die Domainwissen von Experten mit aus Daten gewonnenen Informationen und ML verbinden. Ein derartiger Einsatz von KI hätte großes Potenzial vor allem im Bereich der Netze, da die dort bestehende begrenzte Datenverfügbarkeit damit teilweise umgangen werden könnte. Bei Modellen dieser Art besteht aber noch technischer Entwicklungsbedarf (Fraunhofer, 2018).

Predictive Maintenance führt nicht zu direkten CO<sub>2</sub>-Einsparungen kann jedoch Kosten senken und damit den Systembetrieb für die Betreiber wirtschaftlicher gestalten. Dies kann einen erhöhten EE-Einsatz zur Folge haben.

Mit der Vielzahl bereits in der Praxis befindlicher Anwendungen wird hier demnach ein hoher Beitrag zur Sicherheit des Energiesystems geleistet. Aufgrund des Mangels einer direkten CO<sub>2</sub>-Minderung wird der Beitrag zur integrierten Energiewende und damit insgesamt die technische Bewertung jedoch insgesamt als mittel eingestuft.

---

<sup>15</sup> Siehe: [www.stadt-und-werk.de/meldung\\_26015\\_Den+Spagat+hinbekommen.html/druck/meldung\\_29002\\_Trafostation+im+Internet+der+Dinge.html](http://www.stadt-und-werk.de/meldung_26015_Den+Spagat+hinbekommen.html/druck/meldung_29002_Trafostation+im+Internet+der+Dinge.html)

## Technische Bewertung Predictive Maintenance

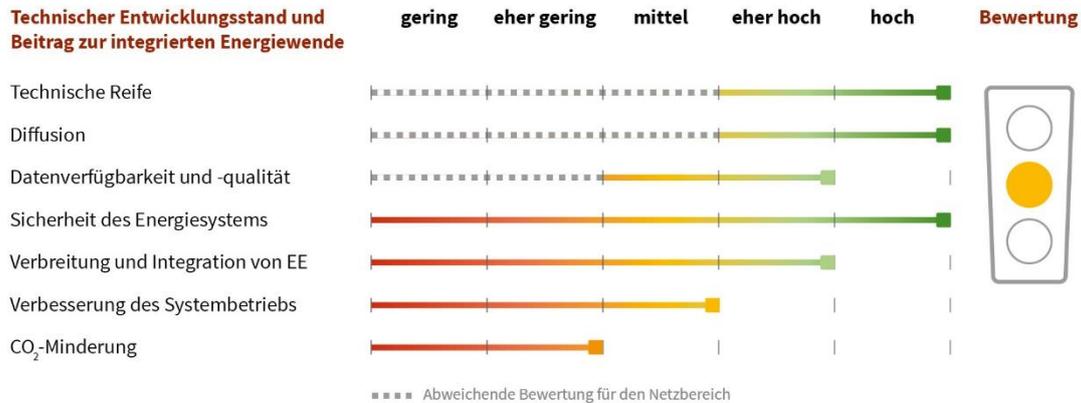


Abbildung 20: Technische Bewertung Predictive Maintenance

### Wartung, Reparatur und Rückbau

Auf dem Feld Wartung, Reparatur und Rückbau existieren vielseitige Anwendungen, wobei der Einsatz von Robotern für den Rückbau gefährlicher oder schwer zugänglicher Anlagen einen der zentralen Anwendungsfälle darstellt. Die für eine solche Nutzung notwendigen autonomen Roboter befinden sich allerdings noch in einer frühen Entwicklungsphase. Dies liegt vor allem an der hohen Komplexität der zu verrichtenden und häufig variierenden Aufgaben und damit verbunden die aufwendige Entwicklung, das Training und die Erforschung der Roboter. Bisher existieren daher nur wenige kommerzielle Angebote und die Anwendungen befinden sich größtenteils noch in der Erforschung. Ein sich in der Entwicklung befindendes Anwendungsbeispiel ist der SMART-Kletterroboter (SMART - Scanning, Monitoring, Analysing, Repair and Transportation), welcher als wetterunabhängige Servicekabine für WKA fungiert.<sup>16</sup>

Eine weitere Anwendung ist die verbesserte Planung der komplexen und langwierigen Rückbauprozesse in der Energiewirtschaft. KI könnte hierbei grundsätzlich unterstützen, es fehlt aber noch an notwendigen Trainingsdaten für die konkrete Ausarbeitung der möglichen Anwendung. Zukünftig kann die Datenlage über eine ausführlichere und standardisierte Dokumentation auftretender Problemfällen verbessert werden. Mit der Anwendung ist keine direkte CO<sub>2</sub>-Einsparung verbunden, der Einsatz von KI kann an dieser Stelle aber zu Kostensenkungen im Bereich Wartung, Reparatur und Rückbau führen. Dies kann den Systembetrieb also, sobald die Anwendung kommerziell verfügbar ist, perspektivisch kostengünstiger gestalten.

Insgesamt trägt das AF zur Sicherheit des Energiesystems bei, bislang fehlen aber verlässliche Datenquellen in der benötigten Menge. Analog zum AF Predictive Maintenance lassen sich CO<sub>2</sub>-Minderungen nicht direkt beziffern. Insgesamt ist daher die technische Bewertung als gering anzusehen.

<sup>16</sup> Siehe: <https://www.fh-aachen.de/fachbereiche/maschinenbau-und-mechatronik/forschung-projekte/forschungsprojekte/smart-kletterroboter/>



Abbildung 21: Technische Bewertung Wartung, Reparatur und Rückbau

### Sicherheitsmaßnahmen

Cyberattacken auf kritische Infrastrukturen können die Versorgungssicherheit gefährden (Berman et al., 2019). Im Bereich der IT-Sicherheit kann KI dabei helfen, Angriffe von außen über „Denial of Service“ oder „False Data Injection“ bei Sensoren zu erkennen.<sup>17</sup> Durch die Nutzung digitaler Zwillinge ist es möglich, kritische Netzzustände frühzeitig zu identifizieren. Auch das missbräuchliche Marktverhalten von Akteuren kann durch das Erkennen systematischer Bilanzkreis-Abweichungen aufgedeckt werden. Hierfür bildet die Datenanalyse von regulären Prozessen sowie Unregelmäßigkeiten eine Grundvoraussetzung. Deshalb ist die geringe Anzahl an Trainingsdaten im Bereich von Cyberangriffen auch wegen der damit verbundenen geringen Aktivitäten eine Schwierigkeit bei der Entwicklung der Modelle. Ebenso kann die mangelnde Nachvollziehbarkeit der vergleichsweise komplexen Algorithmen und der daraus generierten Entscheidungsgrundlagen für Anwender problematisch sein (Bakovic et al., 2020).

In der physischen Welt kann KI bspw. in der Bilderkennung von Überwachungsbildern zur automatischen Erfassung gefährlicher Situationen eingesetzt werden (EnBW, 2018). IDC Energy Insights zufolge setzen heute europaweit 5 Prozent der Energieversorger KI für Sicherheitsmaßnahmen ein, 15 Prozent planen ihren Einsatz auf diesem Feld (IDC, 2019). In Kombination mit dem Mangel an Daten ist die technische Reife von KI für Sicherheitsmaßnahmen aktuell noch nicht hoch. Ein möglicher Ansatz zur Beschaffung der notwendigen Trainingsdaten ist die künstliche Erstellung und Simulation relevanter Szenarien.<sup>18</sup>

Ein nennenswerter Beitrag zur integrierten Energiewende ist in diesem AF nicht erkennbar, da weder CO<sub>2</sub>-Emissionen direkt gesenkt, die Integration von EE unterstützt noch der Systembetrieb nennenswert verbessert wird. Perspektivisch kann KI zu einer verbesserten Sicherheit von Smart Grids beitragen, wofür allerdings die notwendige Datenverfügbarkeit und -qualität aktuell noch nicht gegeben ist. Insgesamt wird die technische Bewertung daher als gering eingestuft.

<sup>17</sup> Ein „Denial-of-Service-Angriff“ ist ein übermäßiger Aufruf einer Webseite, durch den der Server überlastet wird, womit der Dienst der Webseite nicht mehr zur Verfügung gestellt werden kann. „False Data Injection“ bezeichnet einen Angriff, bei dem Sensoren falsche Daten als Signale vorgegaukelt werden (He et al., 2018).

<sup>18</sup> So wird in einem Projekt des „Argonne National Laboratory“ KI mithilfe vorab gelöster (simulierter) Szenarien trainiert, um bei realen Anwendungsfällen die Rechenzeit zu beschleunigen; mehr dazu siehe: [www.anl.gov/article/artificial-intelligence-can-make-the-us-electric-grid-smarter](http://www.anl.gov/article/artificial-intelligence-can-make-the-us-electric-grid-smarter).



Abbildung 22: Technische Bewertung Sicherheitsmaßnahmen

### Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

In der vereinfachten Teilhabe aktiver Verbraucher am Energiemarkt ist KI schon heute kommerziell im Einsatz und technisch gut anwendbar. Der Rechenaufwand ist für dieses AF aufgrund der angewandten KI-Lernverfahren (Regression, Klassifikation, Reinforcement Learning sowie KNN) begrenzt. Aufgrund der langsamen Verbreitung steuerbarer Geräte in privaten Haushalten verzögert sich allerdings die volle Entfaltung des Potenzials des AF. Mit einer zukünftig wachsenden Verfügbarkeit von intelligenten Messsysteme (iMSys) kann diese Lücke perspektiv geschlossen werden. Eine Ausnahme bildet hier die Integration von PV in privaten Haushalten, die bereits sehr weit fortgeschritten ist. In den Bereichen Gewerbe, Handel und Dienstleistungen könnte die Verbreitung steuerbarer Geräte etwas schneller erfolgen.

Die Anwendung von KI zur Steuerung einzelner Verbraucher bzw. Lasten kann zu einer lokalen Störung des Energiesystems führen. Im Falle einzelner Gebäude und Haushalte sind die damit verbundenen Auswirkungen allerdings lokal begrenzt und bilden somit keine Sicherheitslücke für das gesamte Energiesystem.

Durch die Optimierung des Verhältnisses von Erzeugung und Verbrauch kann das AF einen Beitrag zur Energiewende leisten, bspw. durch die effiziente Heizungssteuerung (etwa das Aufzeigen von Ineffizienzen im Heizverhalten, wenn bspw. in einem Raum geheizt und gleichzeitig im benachbarten Raum gekühlt wird) oder einen Abgleich des Verbrauchs mit Wetterdaten und der erwarteten PV-Erzeugung. Damit können fossile Energieträger eingespart und CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden.

Aufgrund der zwar langsamen Verbreitung steuerbarer Geräte in privaten Haushalten, dem jedoch eher hohen CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzials des Anwendungsfelds wird die technische Bewertung als mittel eingestuft.

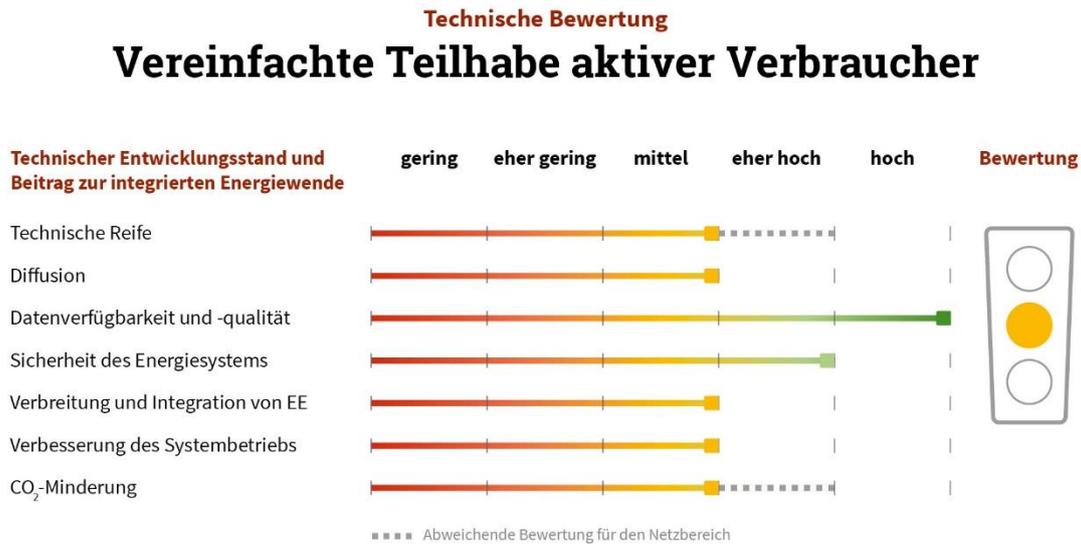


Abbildung 23: Technische Bewertung Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

### Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

Eine Individualisierung von Produkten ist in der Industrie bereits heute teilweise üblich. Die stärkere Verbreitung in Unternehmen wird jedoch noch einige Jahre in Anspruch nehmen, da entsprechende Prozesse aufzubauen und Fragen des Datenschutzes für jede Firma individuell zu klären sind. Aus Unternehmenssicht müssen hierfür zunächst verschiedene Datenquellen zusammengeführt werden, um auf dieser Grundlage möglichst maßgeschneiderte Produkte und Maßnahmen anbieten zu können. Diese Zusammenführung verschiedener Kundendaten wie Adresse oder Verbrauchswerte birgt mögliche regulatorische Herausforderungen (siehe Kapitel 3.3). Nach Angabe von IDC Energy Insights benutzen aktuell europaweit 5 Prozent der Energieversorger KI für Verkaufsempfehlungen, 18 Prozent planen ihren Einsatz in diesem Bereich (IDC, 2019). Somit ist eine baldige breitere Anwendung und Kommerzialisierung zu erwarten.

Die Auswirkungen des AF auf die integrierte Energiewende sind eher gering. Durch gezieltes Marketing kann die Attraktivität von EE-Produkten jedoch gesteigert und somit eine schnellere Verbreitung von EE gefördert werden. Direkt messbare Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen dadurch aber nicht. Es kann sich daher höchstens um begleitende Maßnahmen handeln.

Aufgrund der heute schon teilweise üblichen Individualisierung von Produkten, deren jedoch geringen Auswirkungen auf den Beitrag zur integrierten Energiewende wird die technische Bewertung des AF daher als mittel eingestuft.



Abbildung 24: Technische Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

### Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

Durch eine Automatisierung von Prozessen kann eine Effizienzsteigerung (im Hinblick auf Kosten und/oder Zeit) sowohl im Messstellenbetrieb als auch bei Vertriebstätigkeiten erzielt werden. Standardprozesse mit Kundenkontakt insbesondere Programme zur automatischen Rechnungsstellung und vergleichbare Dienste, welche über die entsprechende Datenmenge und -qualität verfügen, sind schon heute kommerziell im Einsatz. Europaweit nehmen bereits 10 Prozent der Energieversorger eine automatisierte Kundenberatung vor, 13 Prozent planen die Nutzung der Technologie hierfür (IDC, 2019). Zur Einhaltung der Datenschutzanforderungen müssen Kundendaten in diesem Zusammenhang gegen Einsicht von außen geschützt werden.

Die automatisierte Aufzeichnung und Analyse von Kundenkommunikation mithilfe von KI, insbesondere im telefonischen Kontakt, kann zur Identifikation und Klassifikation von Kundenbedürfnissen genutzt werden<sup>19</sup>. Dies kann die Qualität der Auswertung vorhandener Kundendaten steigern und dabei helfen, deren Probleme und Bedürfnisse besser zu verstehen. Hierdurch lassen sich vor- und nachgelagerte Prozesse, Produkte und Marketingmaßnahmen weiter individualisieren und verbessern.

Auswirkungen auf die integrierte Energiewende sind durch die Automatisierung von Messungen, Abrechnungen und Vertriebsaktivitäten nicht erkennbar, insbesondere, weil bezüglich des Optimierungspotenzials kein Unterschied zwischen EE und fossilen Energieträgern besteht.

Da keine Auswirkungen auf die Integration von EE absehbar sind, entsprechende Methoden aber bereits heute vielfach Anwendung finden wird die technische Bewertung insgesamt als mittel eingestuft.

<sup>19</sup> Hierfür werden Methoden des Natural Language Processing (NLP) eingesetzt; siehe bspw.: <https://medium.com/syncdreview/natural-language-processing-in-call-centres-b572da4da5dc>.

## Technische Bewertung

# Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

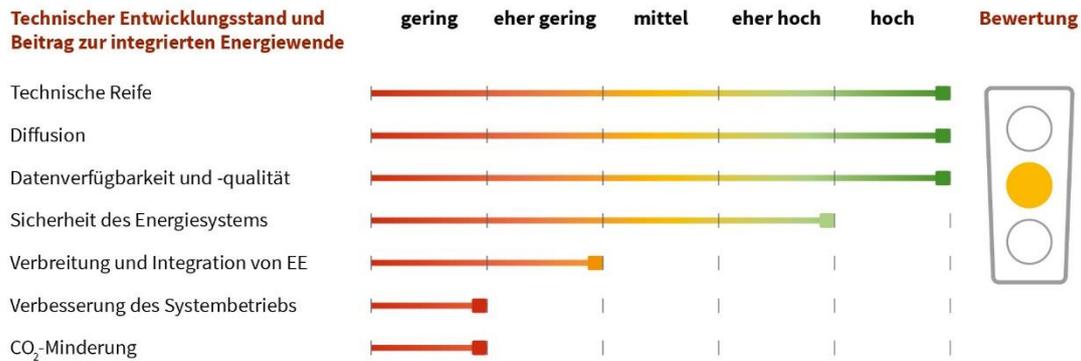


Abbildung 25: Technische Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

### Fazit zur technischen Bewertung

Insgesamt bestehen für den Einsatz von KI in der Energiewirtschaft nur wenige technische Hürden. Über die Anwendungsfelder hinweg fehlt es in einigen Bereichen (insbesondere bei den Netzen) allerdings noch an ausreichenden Daten zur Hebung größerer Potenziale. Die technische Reife selbst scheint dabei aber nur selten ein Problem darzustellen.

Einen Beitrag zur Integration von EE und zur CO<sub>2</sub>-Minderung kann KI vor allem in den Bereichen **Prognosen, Betriebs- und Bestandsoptimierung** liefern. In anderen Anwendungen steigert KI hauptsächlich die Effizienz, unabhängig von der Art der Energieerzeugung (konventionell oder erneuerbar). Der Beitrag zur Energiewende in den Anwendungsfeldern **Sicherheitsmaßnahmen, Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher, Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen** sowie **Prozessautomatisierung** ist relativ gering.

Eine hohe technische Reife besteht insbesondere in den Bereichen **Prognosen, Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen** sowie Prozessautomatisierung. Am wenigsten relevant sind aus technischer Sicht die Anwendungsfelder **Wartung, Reparatur und Rückbau** sowie **Sicherheitsmaßnahmen**. Hier ist die KI entweder noch weit von einem kommerziellen Einsatz entfernt oder der Beitrag zur Integration erneuerbarer Energien und zur CO<sub>2</sub>-Minderung ist sehr gering.

## 3.2 Ökonomische Bewertung

Akteure wenden KI aus unterschiedlichen Beweggründen an: Sie möchten bspw. die Auslastung ihrer Assets erhöhen, höhere Preise erzielen, ihren Absatz steigern und/oder unnötige Ausfallzeiten der Assets minimieren. Gleichzeitig steht dem angestrebten Nutzen stets ein Aufwand gegenüber. So müssen etwa initiale Investitionen in Rechenleistung und Sensoren vor Ort getätigt werden. Das Verhältnis zwischen Nutzen und Aufwand entscheidet über die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Anwendungsfelder. Allerdings kann ein Anwendungsfeld aufgrund seines besonderen Beitrags zur integrierten Energiewende auch ohne diese initiale Wirtschaftlichkeit förderungswürdig sein. Grundsätzlich müssen daher Nutzen und Aufwand entlang der zeitlichen und der ökonomischen Dimension betrachtet werden. Während der Aufwand meist unmittelbar mit der Einführung der Anwendung entsteht (Investitionen in Rechenleistung, Drohnen etc.), kann der erwartete Nutzen auch erst langfristig zum Tragen kommen (bessere Kundenbindung durch individualisierte Ansprache, Vermeidung von Ausfallzeiten etc.).

Neben der individuellen mikroökonomischen Wirkung (bspw. Ertragssteigerung durch präzise KI-gestützte Prognosen) für einzelne Parteien der Energiewirtschaft (Erzeugung, Handel, Netzbetreiber (NB), Verbraucher u. a.) hat der Einsatz von KI auch eine gesamtgesellschaftliche, also makroökonomische Wirkung. So erhöhen bspw. Sicherheitsmaßnahmen in der physischen und virtuellen Sphäre die generelle Versorgungssicherheit und tragen damit zur hohen Lebensqualität und Attraktivität des Wirtschaftsstandorts Deutschland bei. Von einem effizienten und sicheren Netzbetrieb mithilfe von KI profitiert der Verbraucher, der darüber eine hohe Versorgungsqualität zu niedrigen Netzentgelten erhält. Zudem befähigt der Einsatz auf KI basierender Hilfsmittel den Verbraucher, die eigene Versorgung zu optimieren und sich an energiewirtschaftlichen Prozessen aktiv zu beteiligen (Stichwort: Demokratisierung der Energiewirtschaft). Dies wiederum kann zu einem besseren Verständnis für energiewirtschaftliche Belange und einem höheren Konsens beim Thema Klimaschutz führen.

Diese zeitliche und ökonomische Einordnung ist in Abbildung 26 zusammengefasst. Die Anwendungen von KI im Netzbereich und bei den Sicherheitsmaßnahmen erhöhen die Versorgungssicherheit und sind daher der makroökonomischen Dimension zugeordnet. Prognosen, Betriebs- und Bestandsoptimierungen bei Erzeugung und Handel, Predictive Maintenance sowie Prozessautomatisierung und Individualisierung im Vertrieb erhöhen die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen und gehören daher zur mikroökonomischen Ebene. Die Beteiligungsmöglichkeiten von Verbrauchern erhöhen auf individueller Ebene die Attraktivität der Energiewende und können gleichzeitig deren gesamtgesellschaftliche Akzeptanz erhöhen. Deshalb ist dieses Anwendungsfeld zwischen beiden ökonomischen Dimensionen positioniert. Die zeitliche Einordnung findet entsprechend dem techno-ökonomischen Entwicklungsstand statt (siehe Kapitel 3.1.2 und 3.2.2).

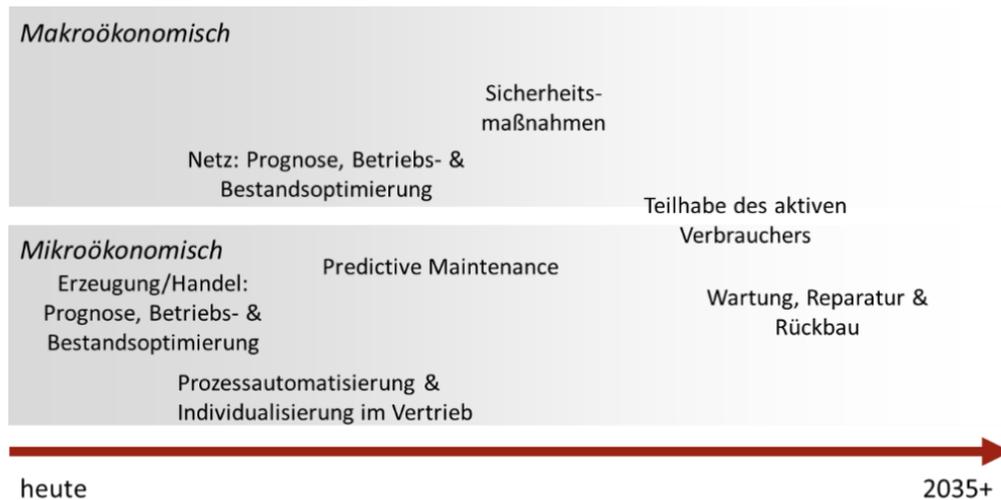


Abbildung 26: Zeitliche und ökonomische Einordnung der Anwendungsfelder

Zur ökonomischen Bewertung werden die Indikatoren jeweils Aufwand und Nutzen zugeordnet. Der Aufwand eines Anwendungsfelds besteht dabei entweder in der Tötigung von Investitionen oder in der Weiterentwicklung von Prozessen, Strukturen und Kompetenzen. Daraus lassen sich folgende Indikatoren ableiten:

- **Investitionen in Rechenleistung oder Installationen vor Ort**
- **Aneignung von KI-Kompetenzen**
- **Verfügbarmachen von Daten**
- **Anpassung von Prozessen**

Im Gegensatz zu den Aspekten des Nutzens sind die meisten Aufwandsaspekte universell für alle Anwendungsfelder gültig. Die Bewertung des Aufwands wird daher vor allem im nachfolgenden allgemeinen Bewertungsteil vorgenommen, wobei in Abschnitt 3.2.2 die jeweiligen anwendungsfeldspezifischen Merkmale näher beleuchtet werden.

Der ökonomische Nutzen eines KI-Anwendungsfelds wird bestimmt durch die mit ihm verbundene Effizienzsteigerung und Ertragssteigerung. Innerhalb dieser beiden Kategorien können folgende Indikatoren definiert werden:

#### Effizienzsteigerung

- **Erzielen einer höheren Auslastung bzw. eines gezielteren Einsatzes der Assets**
- **Vermeidung eines unnötigen Mitteleinsatzes bzw. gezieltere Investitionen in Assets**
- **Vermeidung eines unnötigen Mittelausfalls**
- **Entlastung der Nutzer**

#### Ertragssteigerung

- **Erzielen höherer Preise**
- **Generieren zusätzlicher Absatzmöglichkeiten bzw. Erschließen zusätzlicher Ressourcen**

Diese Aspekte können für den Anwender entweder unmittelbar oder strategisch eine Rolle spielen. So kann über den Einsatz von KI die Attraktivität des Unternehmens gestärkt werden (bspw. durch einen höheren Digitalisierungsgrad aufgrund der Modernisierung der Unternehmensstruktur) und dadurch bspw. für NB bei der Konzessionsvergabe ein entscheidender Vorteil entstehen. Ein anderes Beispiel ist die bessere Markterschließung als First Mover über das Angebot von Lademanagement mittels eines virtuellen Kraftwerks – auch, wenn die kritische Masse an Elektrofahrzeugen erst Jahre später erreicht wird. Zudem ergeben sich durch den verbesserten Kundenzugang oftmals Querverkaufsmöglichkeiten für andere Produkte.

Nicht alle genannten Aspekte sind für alle Anwendungsfelder relevant, weswegen für die Nutzenindikatoren in Abschnitt 3.2.1 die jeweils betroffenen Anwendungsfelder der einzelnen Indikatoren gekennzeichnet sind.

### 3.2.1 Allgemeine ökonomische Bewertung aller Anwendungsfelder

#### Investitionen in Rechenleistung oder Installationen vor Ort

Hier kann zwischen zwei Arten von Investitionen unterschieden werden. Einerseits investieren Nutzer in Hard- und Software zum Betrieb der KI-Modelle. Insbesondere die Vorhaltung von ausreichend Rechenleistung durch eigene Rechenzentren oder Cloud-Computing bildet hier einen entscheidenden Faktor. Die Rechenleistung bei den Energieunternehmen ist für die aktuell genutzten Anwendungen ausreichend, wohingegen zukünftig durch die Verwendung von geografisch und zeitlich hochaufgelösten Daten sowie Bild- und Tondateien perspektivisch zusätzlicher Rechenleistungsbedarf entstehen wird (Calabrese, 2019).

Damit einher geht auch ein erhöhter Stromverbrauch. Dieser hängt stark vom Aufbau des verwendeten Modells, der Rechendauer, dem eingesetzten Prozessor und dessen Leistung ab. Nach den Schlagzeilen, denen zufolge die KI von „Alpha Go“ beim Spiel gegen den weltbesten Go-Spieler die 50.000-fache Energie im Vergleich zur humanen Intelligenz verbraucht hat (Briman, 2016), hat Google Deepmind den Energieverbrauch der Anwendung mittels neuer Prozessoren und einer veränderten Struktur der KNN um ein Vielfaches reduziert (Hassabis et al., 2017). Ähnliche Entwicklungen erwartet die Internationale Energieagentur auch im Hinblick auf den Strombedarf von Rechenzentren. Das aktuelle Verbrauchsniveau von weltweit rund 200 TWh soll unter der Annahme, dass die künftig höhere Stromnachfrage durch Effizienzgewinne ausgeglichen wird, in den nächsten Jahren konstant bleiben (IEA, 2019).

Zudem werden für die Datenerhebung und Ansteuerung Installationen vor Ort benötigt. Insbesondere im Verteilnetz und bei den Verbrauchern besteht an dieser Stelle Investitionsbedarf.<sup>20</sup> Zunehmend rüsten Verteilnetzbetreiber (VNB) die zentralen Knotenpunkte im Netz (bspw. Ortsnetztransformationsstationen) mit fernablesbarer Sensorik aus (EY, 2018). Entscheidend für die Verbreitung der aufgezeigten Potenziale auf dem Feld der Verbraucher ist das Vorhandensein einer leistungsfähigen standardisierten Infrastruktur vor Ort. Intelligenten Messsysteme (iMSys) sollen die Grundlage darstellen, auf der die Produkte für den Kunden aufgesetzt werden können (bspw. Lastflexibilisierung mit dynamischen Tarifen). Der verzögerte Rollout und die aktuell noch eingeschränkte Funktionalität hemmen bislang die Verbreitung dieser Produkte. Zur Kompensation dieser Schwachstellen werden zurzeit ergänzende Bauteile für die Schnittstellen der iMSys sowie alternative Datenerhebungs- und Ansteuerungskonzepte entwickelt (ebd.).

<sup>20</sup> Für einzelne Ausnahmen siehe Kapitel 3.2.2, Praxisbeispiel – Predictive Maintenance.

### Aneignung von KI-Kompetenzen

Zur Deckung des Bedarfs an KI-Kompetenzen gibt es drei Möglichkeiten, die gemäß den Aufgaben, Voraussetzungen und Anforderungen des Unternehmens eingesetzt werden können. Für die Entwicklung von KI-Modellen können entweder IT-Fachkräfte eingestellt, Mitarbeitende mit hinreichend Vorwissen weitergebildet oder die Entwicklung an Dienstleister vergeben werden. Diese Entscheidung hängt von der Häufigkeit des Bedarfs an neuartigen KI-Fähigkeiten, den Sicherheitsanforderungen, der Größe des Unternehmens und der Verfügbarkeit entsprechender Fachkräfte ab. Für die Verwendung der Ergebnisse des KI-Modells müssen Mitarbeitende so geschult werden, dass sie das notwendige Verständnis zum Einordnen und Hinterfragen der Ergebnisse besitzen (Brown, 2007).

### Verfügbarmachen von Daten

Die Qualität jedes KI-Modells hängt stark von der Verfügbarkeit der benötigten Daten und von deren Qualität ab (Cappemini, 2017). Hier ist zwischen drei relevanten Datenarten zu unterscheiden: Daten, die bereits vorhanden und nutzbar sind, Daten die vorhanden sind, aber noch nutzbar gemacht werden müssen,<sup>21</sup> sowie Daten, die erst noch zu erheben bzw. zu beschaffen sind (Redman, 2018). Darüber hinaus können relevante Informationen existieren, die ursprünglich nicht im Hinblick auf eine automatisierte Auswertung dokumentiert wurden (bspw. Notizen zu Reparatur- und Wartungsmaßnahmen). In diesen Fällen ist es ratsam, die verwendbaren Daten aus den vorliegenden Informationen zu extrahieren und in diesem Zuge auch Standards für die zukünftige Dokumentation festzulegen.

Das Fehlen der benötigten Datengrundlage kann verschiedene Ursachen haben. Eine fehlende Infrastruktur kann dazu führen, dass Daten nicht erhoben werden können (siehe *Investitionen in Rechenleistung oder Installationen vor Ort*). Für Auswertungen von Sicherheitsmaßnahmen und Predictive Maintenance kann die geringe Anzahl an Störungen für das Training der Modelle ein Problem darstellen (siehe *Vermeidung eines unnötigen Mittelausfalls*). Aktuell werden in diesem Zusammenhang Ansätze zur Gewinnung künstlich erzeugter Störungsdaten erforscht (Sarkar, 2018). Sind in einem ausreichenden Maße Strukturdaten zur genauen Abbildung des Assets vorhanden, können Prozessabläufe simuliert und Störungsdaten virtuell erzeugt werden. Gleichzeitig kann es sinnvoll sein, Daten bereits zum aktuellen Zeitpunkt für einen späteren Verwendungszweck zu erheben und zu speichern.

Im Hinblick auf Kundendaten herrscht eine rechtliche Unsicherheit bezüglich der Abgrenzung personenbezogener Daten (siehe Kapitel 3.3). Eine genaue Definition von Kundendaten und Standards zur hinreichenden Anonymisierung der Daten können an dieser Stelle helfen. Zudem kann eine fehlende Datengrundlage auch durch rechtliche Verpflichtungen zu Datenbereitstellung, Datenspenden oder Einrichtung von Datenplattformen/-handel kompensiert werden. So werden bspw. in dem SINTEG-Schaufensterprojekt „C/sells“ für einen Austausch netzengpassrelevanter Daten der Abstimmungskaskade standardisierte Schnittstellen und automatisierte Prozesse zwischen den einzelnen VNB sowie mit den Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB) entwickelt (Ebe, 2018). Bei Anwendungen für den Endkunden (bspw. Eigenverbrauchsoptimierung) kann die Zusammenführung von Daten ähnlicher Kundengruppen helfen, die Qualität der Dienstleistungen zu erhöhen.

---

<sup>21</sup> Daten, die vorhanden sind, aber aus regulatorischen Gründen nicht verwendet werden dürfen, werden in Kapitel 3.3 behandelt.

### **Anpassung von Prozessen**

Die Anwendung von KI führt oftmals zu einer Anpassung mehrerer Prozesse in einem Unternehmen. Bspw. werden die Datenvorhaltung und die Dokumentation von Inhalten stärker standardisiert (siehe *Verfügbarmachen von Daten*). Für die Interpretation und die Verwendung der Ergebnisse müssen verständliche Informationen bereitgestellt werden, um das Modell nachvollziehbar zu machen, und ein hinreichendes technisches Verständnis der Nutzer hierzu geschaffen werden (siehe *Aneignung von KI-Kompetenzen*). Zur Ermöglichung einer besseren Einschätzung der Verlässlichkeit von KI können die KI-Maßnahmen temporär parallel zu den konventionellen Maßnahmen eingesetzt werden. Dieses sogenannte Shadowing dient dem Abgleich der beiden Maßnahmenformen, erhöht das Vertrauen in den neuen Ansatz und zeigt gleichzeitig Weiterentwicklungsbedarf auf. Zudem müssen Verantwortlichkeiten und Haftungsbefragen (insbesondere bei Outsourcing) geklärt werden.

Die oben genannten Maßnahmen können natürlich einen erheblichen Aufwand für das Unternehmen darstellen. Gleichzeitig vereinfachen sich jedoch durch die digitale Transformation auch Entscheidungsprozesse in Unternehmen: Flache Entscheidungsstrukturen ermöglichen das Treffen von Entscheidungen durch die KI und den kompetenten Nutzer. Gleichzeitig wird die Kollaboration innerhalb des Unternehmens (eventuell sogar darüber hinaus) gestärkt (Abdelkafi, 2019).

### **Erzielen einer höheren Auslastung bzw. eines gezielteren Einsatzes der Assets**

Betroffene Anwendungsfelder: Prognosen, Betriebsoptimierung, Vereinfachte Teilnahme aktiver Verbraucher

KI kann dabei unterstützen, durch eine effizientere Betriebsweise die Auslastung von Stromnetzen, Erzeugungsanlagen und Speichern zu erhöhen. Die Grundlage dafür stellen Prognosen über zukünftige Auslastungen dar. Darauf aufbauend können Anpassungsmaßnahmen zur Erhöhung der Auslastung gefolgert und umgesetzt werden. Auch aktiven Verbrauchern wird somit die Möglichkeit einer Optimierung ihrer Assets gegeben.

### **Vermeidung eines unnötigen Mitteleinsatzes bzw. gezieltere Investitionen in Assets**

Betroffene Anwendungsfelder: Prognosen, Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen, Predictive Maintenance, Vereinfachte Teilnahme aktiver Verbraucher, Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

Neben der effizienteren Betriebsweise können auch damit verbundene Investitionen besser geplant werden. Maßnahmen im Vertrieb beim Marketing oder bei Assets in der Wartung können mithilfe von KI gezielter ausgestaltet und unnötige Kosten vermieden werden.

### **Vermeidung eines unnötigen Mittelausfalls**

Betroffene Anwendungsfelder: Predictive Maintenance, Sicherheitsmaßnahmen

Ausfälle von energiewirtschaftlichen Assets können zu Ertragsausfällen und Versorgungsunterbrechungen führen und damit auch einen volkswirtschaftlichen Schaden verursachen. Letzteres gilt vor allem für systemkritische Assets. Die Ausfälle können durch interne oder externe Störgrößen ausgelöst werden. Eine Herausforderung bei beiden Anwendungsfeldern ist die mangelhafte Datengrundlage über Problemfälle, weil diese nicht häufig genug auftreten oder in der Vergangenheit nicht dokumentiert wurden (siehe *Datenverfügbarkeit*).

## Entlastung der Nutzer

**Betroffene Anwendungsfelder:** Betriebsoptimierung, Wartung, Reparatur und Rückbau, Vereinfachte Teilnahme aktiver Verbraucher, Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen, Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

Die durch KI generierten Informationen tragen auf vielfältige Weise zu einer Unterstützung ihrer Nutzer bei. Zum einen kann der Aufwand für Standardtätigkeiten reduziert und damit der Fokus stärker auf komplexe Aufgaben gelegt werden. In der Prozessautomatisierung des Abrechnungs-, Mess- und Vertriebsgeschäfts können etwa die Nachrichtenverwaltung und -beantwortung (über Chatbots und Telefonandroiden) oder auch die Ersatzwert- oder Lastprofilbildung automatisiert werden. Zum anderen können KI-basierte Assistenzsysteme bei einem Mangel an Fachwissen oder fehlenden Erwartungswerten die notwendigen Informationen liefern. Das gilt insbesondere für die Betriebsoptimierung im Netz und bei der Erzeugung sowie bei Wartungs-, Reparatur- und Rückbauaktivitäten. Auf Basis erhobener Daten können Empfehlungen für eine Problemdiagnose abgegeben und Maßnahmen zur deren Behebung ausgeführt werden. Perspektivisch können auch tragbare Technologieprodukte (Wearables, bspw. Google Glass) oder Roboter bei Wartungen und Reparaturen helfen. Mit diesen Maßnahmen zum automatisierten Ersatz von Expertenwissen reduziert das Unternehmen das Risiko von menschlichen Fehleinschätzungen, personellem Ausfall oder Fluktuation. Auch können auf KI basierende Hilfsmittel im Unternehmen den Berufseinstieg erleichtern<sup>22</sup> und dadurch auch ältere Beschäftigte (Stichwort: demografischer Wandel) unterstützen<sup>23</sup>.

## Erzielen höherer Preise

**Betroffene Anwendungsfelder:** Prognosen, Betriebsoptimierung, Vereinfachte Teilnahme aktiver Verbraucher

KI kann dabei helfen, ein besseres Verständnis über die erzielbaren Preise zu erlangen und darauf basierende Handlungsempfehlungen abzuleiten. Das gilt sowohl für Vermarkter von Strom und Flexibilität am Strommarkt und für Systemdienstleistungen als auch für Vertriebe bei der Vermarktung ihrer Produkte und aktive Verbraucher bei der Optimierung ihres Stromverbrauchs.

## Generieren zusätzlicher Absatzmöglichkeiten bzw. Erschließen zusätzlicher Ressourcen

**Betroffene Anwendungsfelder:** Vereinfachte Teilnahme aktiver Verbraucher, Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

Basierend auf einer Ableitung relevanter Informationen aus Verbrauchsdaten kann KI dabei unterstützen, ein besseres Verständnis für die Verhaltensmuster und Bedürfnisse der Verbraucher zu generieren und mit maßgeschneiderten Maßnahmen auf diese zu reagieren. Ohne den Einsatz selbstlernender Systeme wäre die Ableitung individueller Profile und Empfehlungen für viele Unternehmen finanziell nicht tragbar. Der Beitrag von KI hängt hier auch von der Unternehmensgröße ab. Einerseits sind große Unternehmen besser in der Lage, umfangreich zu automatisieren, und können auf eine höhere Datenkonzentration zurückgreifen, weil bspw. der Verteilnetzbetrieb stärker konsolidiert werden kann als bei kleineren Einheiten. Andererseits ermöglicht der zunehmend leichtere Zugriff zu KI (Schlagworte: Open Source, Outsourcing) auch kleineren Akteuren die Nutzung der Technologie. Entscheidend ist dabei die Offenheit des Unternehmens gegenüber neuen Technologien (Weiler, 2018).

<sup>22</sup> Dies setzt das Vorliegen geeigneter Schulungskonzepte für KI voraus (siehe *Aneignung von KI-Kompetenzen*).

<sup>23</sup> Nach Sichtung der Jahresabschlussberichte der letzten Jahre von größeren Energieversorgungsunternehmen sind durchschnittlich über ein Viertel der Erwerbstätigen über 55 Jahre alt. Nach Aussagen der Experten ist der Netz- und Kraftwerksbereich besonders stark vom demografischen Wandel betroffen.

### 3.2.2 Ökonomische Besonderheiten der Anwendungsfelder

Hinsichtlich ökonomischer Fragestellungen werden die neun Anwendungsfelder entsprechend ihrer Zuordnung zu den einzelnen Indikatoren im Folgenden noch einmal im Detail analysiert. Dabei werden in der Bewertung jene Nutzenindikatoren gesondert beschrieben und ausgewiesen, die für das jeweilige AF besonders relevant sind. Weiche Faktoren (bspw. Unterstützung neu eingestellter älterer Beschäftigter, Attraktivitätssteigerung von Unternehmen durch hohen Digitalisierungsgrad) werden qualitativ berücksichtigt.

#### Prognosen

Die verbreitete Anwendung von KI bei der Erstellung von Prognosen (siehe Kapitel 2.2.1) unterstreicht die Attraktivität des Anwendungsfelds aus ökonomischer Sicht. Für die Optimierung von Betrieb und Bestand stellen sie eine essenzielle Grundlage dar.

Investitionen in Erzeugungs- und Netzkapazität sind kapitalintensiv und erfordern eine gewisse Vorlaufzeit. Belastbare langfristige Prognosen, die mithilfe von KI eine Vielzahl an Parametern berücksichtigen, substantiieren Investitionsentscheidungen und minimieren das Risiko von Fehlinvestitionen.

Genauere Prognosen über den Stromertrag dargebotsabhängiger EE präzisieren deren Vermarktung, mit Lastflussprognosen kann die Auslastung des Netzes gezielt erhöht werden und Strompreisprognosen verbessern die Einsatzplanung steuerbarer Erzeuger.

Auch für das Erzielen höherer Preise können Strompreisprognosen eingesetzt werden. Preise zu prognostizieren, diese zu analysieren und den Ertrag zwischen verschiedenen Marktplätzen zu optimieren, gehört zu den grundlegenden Aufgaben eines Stromhändlers. Nehmen dessen Gebotsstrategien eine Extremform an (Ausübung von Marktmacht durch Anbieter mit einer marktbeherrschenden Stellung oder spezielle Formen der Optimierung zwischen zwei Märkten, sogenannte Arbitrage), können die Systemkosten unverhältnismäßig steigen. So stehen etwa die erhöhten Regelenergiemarktpreise im Juni 2019 unter dem Verdacht, das Resultat einer solchen Optimierung gewesen zu sein (Tix, 2019). Der Regulator und der Marktplattformbetreiber haben bedacht, mit entsprechenden Regelungen dem Aufkommen dieser Extremformen entgegenzusteuern. Sowohl bei der Ausübung durch den Vermarkter als auch beim Nachweisen der entsprechenden Gebotsstrategien durch den Regulator und den Marktplattformbetreiber verbessern der Einsatz von KI und die damit ermöglichte Verarbeitung umfangreicherer Datensätze das Ausloten der Möglichkeiten. Bei der Einführung von marktbasierendem Netzengpassmanagement entsteht ein neuer Spielraum für den Arbitragehandel. Das SINTEG-Projekt „enera“ zeigt beispielhaft, wie ein Monitoringsystem den Arbitragehandel identifizieren und eingrenzen kann (Höckner et al., 2019; Geers, 2019).

Bezüglich des Aufwands des AF besteht im Netz ein höherer Investitionsbedarf in Sensorik (insbesondere im Kontext des Rollouts von iMSys) und in die Aufarbeitung vorhandener Informationen, während vor allem für die Erzeugungsprognosen benötigte unternehmensinterne Daten in ausreichender Menge und Qualität verfügbar sind.

Insgesamt ist die ökonomische Bewertung für das Anwendungsfeld Prognosen hinsichtlich des Verhältnisses zwischen Aufwand und Nutzen mittel (für den Netzbereich) bis hoch.

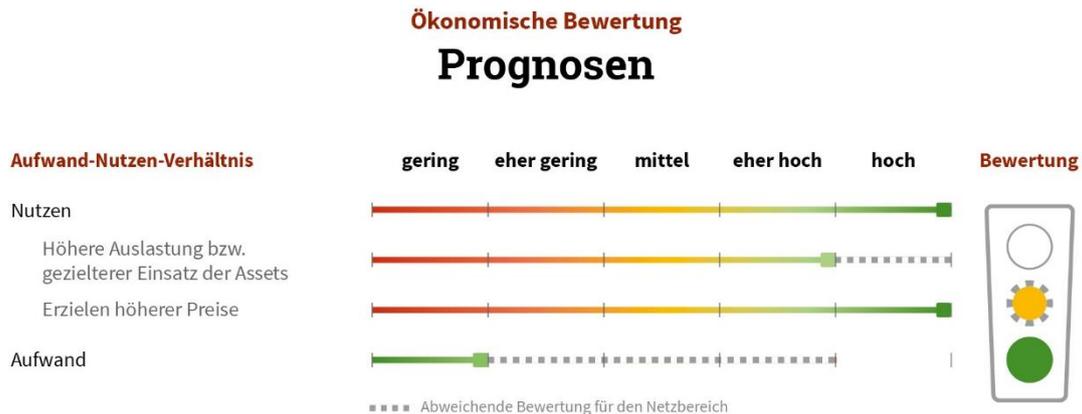


Abbildung 27: Ökonomische Bewertung Prognosen

### Betriebsoptimierung

Bei der Vermarktung dargebotsabhängiger EE kann in diesem AF durch KI eine höhere zeitliche und räumliche Auflösung der zu verarbeitenden Daten berücksichtigt und damit die Prognosegüte erhöht werden. Im Falle in der Einspeisevergütung befindlicher EE vermarktet der ÜNB den erzeugten Strom über einen Differenzbilanzkreis. Abweichungen von diesem Bilanzkreis werden auf den Verbraucher umgelegt. Im Falle der direkt vermarkteten EE müssen die Vermarkter in ihrer Rolle als Bilanzkreisverantwortliche die Kosten für eine Abweichung tragen.

Im Gegensatz zu den dargebotsabhängigen EE kann bei den steuerbaren Erzeugern und Speichern die Einsatzplanung optimiert werden. Durch die hier mögliche bessere Vorhersage von Preisen und die Berücksichtigung der Einsatzmöglichkeiten auf verschiedenen Märkten können bspw. die zum Hoch- und Herunterfahren von Kraftwerken benötigten Zeiten miniert werden. Gerade bei Speichertechnologien kann eine genaue Vorhersage von versorgungskritischen Zeitpunkten mit hohen Preisen im Hinblick auf ihre Kapazität zum Laden und Entladen den Ertrag der Speicherbetreiber steigern und die Versorgungssicherheit der Verbraucher erhöhen.

Während bei Erzeugung und Handel genauere Prognosen zu einer optimierten Angebotserstellung führen, können diese bezüglich der dargebotsabhängigen Erzeugung und der Last im Netz dazu beitragen, die Auslastung der begrenzten Netzkapazität genauer zu bestimmen und im Falle eines Netzengpasses Maßnahmen einzuleiten. Insbesondere im Verteilnetzbereich kann KI bei der Identifizierung überlasteter Netzabschnitte unterstützen. Denn während die aktuell vorhandene Sensorik und die Netztopologie auf Übertragungsnetzebene schon heute genaue Vorhersagen ermöglichen, gibt es im Verteilnetz aufgrund des Mangels an Sensorik und der komplexen vermaschten Struktur noch einige blinde Flecken. Die zunehmende Menge an dargebotsabhängiger Erzeugung im Verteilnetz, Eigenverbrauchskonzepten und elektrifizierten Transport- und Wärmeanwendungen mit einem hohen Verbrauch führt zu immer unregelmäßigeren Lastflüssen mit Erzeugungs- und Lastspitzen. Ein genaueres Verständnis der Auslastung des Netzes ist zur Erhaltung der aktuellen Versorgungsqualität dringend geboten. Hierfür kann das Netz mit digitalen Zwillingen unter Berücksichtigung der Netznutzer und der Topologie nachgebildet und die Auslastung simuliert werden. Übertragungen der Daten typähnlicher Netzabschnitte können dabei Bereiche mit einer mangelhaften Datengrundlage kompensieren. Die Zuordnung der jeweiligen Ersatzdaten zu den Netzabschnitten findet automatisiert mithilfe von KI statt.

Im Rahmen von Redispatch 2.0 (siehe Kapitel 3.3) werden im Verteilnetz angeschlossene Netznutzer vermehrt in das Netzengpassmanagement miteinbezogen. Erfahrungswerte und statische Angaben zur Wirkung der ab- oder zugeschalteten Netznutzer auf die Netzauslastung stoßen an ihre Grenzen. Auch die Wirkung verschiedener Netzengpassmaßnahmen kann mit digitalen Netzwillingen simuliert und hierdurch eine optimale Konstellation ermittelt werden. Die bei der Auswertung verwendete umfangreichere Datengrundlage trägt zur gezielteren Auswahl von Maßnahmen bei. So können unnötige umfangreichere Abschaltungen vermieden und eine schnelle Reaktion sichergestellt werden (Köppl et al., 2019; E-Bridge, 2017).

Mit gezielten Ab- und Zuschaltungen können auch lokale Überschreitungen der Netzkapazität eingegrenzt werden. Bei einer zunehmenden Anzahl an Netzkunden mit Eigenverbrauchskonzepten oder elektrifizierten Wärme- und Transportanwendungen ist das Entnahme- und Einspeisemuster unregelmäßig. Dies kann zu einer unvorhergesehenen Netzüberlastung führen. Ein genaues Verständnis über das Verbrauchsverhalten und die Wirkung von Anpassungsmaßnahmen kann durch die umfangreichere Datenverarbeitung mittels KI sichergestellt werden (siehe Kapitel 3.3). Entsprechende Anpassungen in Absprache mit dem Netzkunden können das Risiko von Versorgungsausfällen reduzieren und auf diese Weise zur Überbrückung der Zeit bis zur Fertigstellung der notwendigen Netzausbaumaßnahmen dienen oder diese vereinzelt sogar ganz vermeiden (Fritz et al., 2019).

Wie bereits in der detaillierten ökonomischen Bewertung des AF Prognosen erläutert, können mithilfe von KI höhere Preise erzielt werden. Insbesondere bei Speichertechnologien und Lastflexibilität können mittels KI verschiedene Einsatzstrategien für die ideale Nutzung von Preisspitzen und -tälern unter Berücksichtigung unterschiedlicher Szenarien und Daten ausgewertet werden.

Während wie auch beim AF Prognosen im Bereich der Erzeugung und des Handels bereits ausreichend Daten und Infrastruktur vorhanden sind, besteht im Netz Bedarf an einer Verbesserung der Datenlage. Die dadurch entstehende Notwendigkeit für Investitionsmaßnahmen führen zu einer hohen Bewertung des Aufwands dieses AF. Gleichzeitig leistet KI jedoch hinsichtlich der zunehmenden Anforderungen an den Verteilnetzbetrieb (bspw. durch Redispatch 2.0) einen besonders wichtigen und zukunftsweisenden Beitrag für einen effizienten Netzbetrieb.

Insgesamt wird die ökonomische Bewertung durch die Einordnung des Aufwands und des Nutzens als mittel (für den Netzbereich) bis hoch eingestuft.



Abbildung 28: Ökonomische Bewertung Betriebsoptimierung

## Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

Gerade bei einer langfristigen Planung sind leistungsstarke Modelle, die eine Vielzahl an Daten berücksichtigen können, entscheidend für die rechtzeitige Identifikation von Investitionsbedarf und die Vermeidung von Fehlinvestitionen.

### Praxisbeispiel: Geospin – mit Algorithmen zu den besten Ladestandorten

Menschen bewegen sich vor allem in Städten mit spezifischen Mustern und Zielen. Das gilt ebenso für ihre Nutzung von Ladeinfrastruktur. Gründe für die Nutzung einer Ladesäule sind nicht zuletzt aus deren geografischer Umgebung abzuleiten. Daher ist es wichtig, für die Platzierung einer Ladesäule eine möglichst optimale Umgebung zu identifizieren. Mithilfe historischer Nutzungsdaten von 6.000 Ladepunkten und 800 externen Geodaten hat das Unternehmen Thüga in Kooperation mit der Geospin GmbH einen KI-Algorithmus entwickelt, der geografische Nutzungsmuster erkennt und daraus deutschlandweit verlässlich für jeden Standort die zu erwartende Auslastung eines Ladepunkts berechnet. Das ist sogar für Regionen ohne Erfahrungswerte möglich.<sup>24</sup>

Im Bereich Erzeugung müssen viele Parameter prognostiziert und berücksichtigt werden, um langfristig ein zu jedem Zeitpunkt hinreichendes Stromangebot zu garantieren. Das betrifft sowohl den Regulator und die ÜNB im Hinblick auf Fragen zur Vorhaltung von Erzeugungskapazität als auch Investoren, deren Investitionen sich in Spitzenlastkapazitäten am Markt über die prognostizierten Preisspitzen decken müssen. Insbesondere die Technologieauswahl und der Umfang an Speicherkapazität hängen von zahlreichen Faktoren ab. Mithilfe von KI können die Prognosen bezüglich der relevanten Parameter (bspw. Preis, Lastflexibilität) und der Abgleich mit verschiedenen Investitionsstrategien auf einer größeren Datenmenge basierend vorgenommen und dadurch bislang unvorhersehbare Muster erkannt und Fehlinvestitionen vermieden werden.

Analog zur Erzeugung kann der Bedarf an Netzinvestitionen unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien und alternativen Maßnahmen durch den Einsatz von KI bewertet werden. Mithilfe eines digitalen Netzwilings, der die Netzauslastung simuliert und Überlastungen ausweist, kann so ein bedarfsgerechterer Netzausbau umgesetzt werden. Die regulatorisch zulässigen Planungsgrundlagen hierfür müssen jedoch zunächst noch angepasst werden (siehe Kapitel 3.3.2).

Ein neu hinzukommender Bereich der Infrastrukturplanung ist der Ladeinfrastrukturausbau. Die zusätzliche Netzkapazität und die Ladesäulen müssen dort angeboten werden, wo die Elektrofahrzeugbesitzer laden. Ob dies zuhause, am Arbeitsplatz, an öffentlichen oder an halböffentlichen (etwa auf dem Supermarktgelände) Ladesäulen der Fall ist, kann mittels verschiedener Bewegungsdaten (aufgezeichnete Fahrprofile, Mobilfunkdaten etc.) prognostiziert werden. Die Verknüpfung einer hohen Anzahl an unterschiedlichen Datensätzen und die Ableitung entsprechender Muster können durch KI vorgenommen werden (Geospin, 2018). Auf dieser Basis können optimal platzierte Ladesäulen den Investitionsaufwand reduzieren.

Ähnlich wie bei den bereits behandelten Anwendungsfeldern sind auch hier im Bereich der Erzeugung und des Handels ausreichend Daten und Infrastruktur vorhanden, wohingegen im Netz Bedarf an einer Verbesserung der Datenlage besteht.

Analog wie die anderen Anwendungsfelder des Cluster Allgemeine Entscheidungsgrundlagen wird die ökonomische Bewertung auch für dieses Anwendungsfeld als mittel (für den Netzbereich) bis hoch eingestuft.

<sup>24</sup> Weitere Informationen: [www.geospin.de](http://www.geospin.de)

## Ökonomische Bewertung

# Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

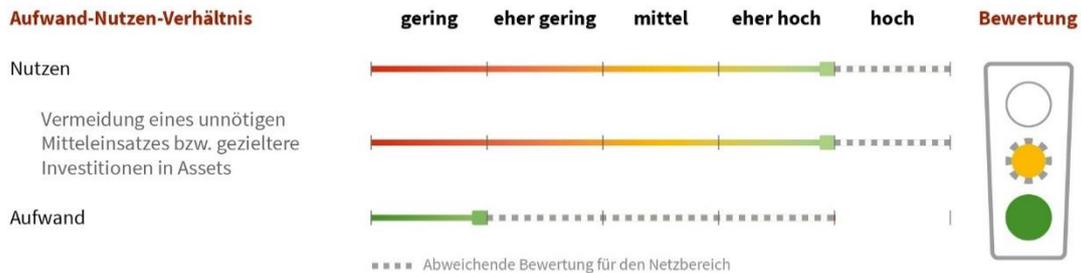


Abbildung 29: Ökonomische Bewertung Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

### Predictive Maintenance

Durch eine vorausschauende, bedarfsgerechte Wartung können der Wartungsaufwand und das Risiko von Mittelausfällen reduziert werden. Dies ist insbesondere bei großflächigen (bspw. das gesamte Netz) und schwer zugänglichen Assets (bspw. WKA auf hoher See) relevant. Eine umfassende Datenauswertung für Predictive Maintenance wäre ohne KI nicht umsetzbar.

#### Praxisbeispiel: Schleswig-Holstein Netz AG – schon heute wissen, wo morgen der Strom ausfallen könnte

Als erster Netzbetreiber in Deutschland setzt die Schleswig-Holstein Netz AG in ihrem Mittelspannungsnetz Predictive Maintenance ein. Damit lassen sich Störungen im Stromnetz mit einer 3-mal höheren Genauigkeit vorhersagen als mit bisher verwendeten Verfahren. Grundsätzlich gilt: Jede Vorhersage ist immer nur so gut, wie die Daten, auf denen sie beruht. Deshalb fließen in die Datenbank für das Prognosemodell Informationen aus vielen unterschiedlichen Quellen ein – sowohl interne Daten der Schleswig-Holstein Netz AG als auch extern beschaffte Informationen. Das Projekt der Predictive Maintenance ist Bestandteil der Digitalisierungsstrategie der Schleswig-Holstein Netz AG und wird mit Unterstützung der E.ON Digital SE umgesetzt.<sup>25</sup>

Im Netz wie auch im Erzeugungsbereich können turnusmäßige Wartungen und ein unnötiger Austausch intakter Betriebsmittel zu vermeidbaren Kosten führen. Eine bedarfsgerechte Wartung, basierend auf Betriebsdaten und daraus abgeleiteten Anomalien, kann zur Reduzierung eines unnötigen Mitteleinsatzes und zur Vermeidung von Betriebsausfällen beitragen. Bei dargebotsabhängigen EE ist eine weitere relevante Anwendungsmöglichkeit von KI die Terminierung der Wartung zum Zeitpunkt geringer Erträge.

Interne Störgrößen bei einem Mittelausfall sind in vielen Fällen eine fehlende Wartung oder ein nicht erkannter Austauschbedarf (bspw. durch unerwartet hohen Verschleiß) von Betriebsmitteln. Beides kann durch Predictive Maintenance vermieden werden. Insbesondere bei schlecht zugänglichen Assets (bspw. WKA auf hoher See) kann eine datengetriebene Überprüfung menschliche Kontrollen in Teilen ersetzen. Hier können zusätzlich zu den erhobenen Sensordaten bspw. Bild- und Tonaufnahmen von Drohnen und Robotern ausgewertet werden.

<sup>25</sup> Weitere Informationen: [www.sh-netz.com/de/schleswig-holstein-netz/innovation/predictive-maintenance-.html](http://www.sh-netz.com/de/schleswig-holstein-netz/innovation/predictive-maintenance-.html)

Während die Sensorik im Erzeugungsbereich meist vorhanden ist, besteht im Stromnetz weiterhin Investitionsbedarf dafür. Bei aufwendigeren Maßnahmen ist dieser bedingt durch den Einsatz von Robotik und Drohnen noch höher. Aktuell bestehen hohe Schwankungen bezüglich Kosten und Gewicht von Robotern bspw. für die Übertragungsnetzinspektion (Shruthi, 2019). Im Vergleich dazu sind Anwendungen der Predictive Maintenance, die größtenteils auf Datenverarbeitung basieren und keine zusätzlichen Hilfstätigkeiten durch Roboter benötigen, heutzutage schon mit verhältnismäßig niedrigen Kosten umsetzbar und leisten einen großen Beitrag zum unterbrechungsfreien Betrieb der Assets.

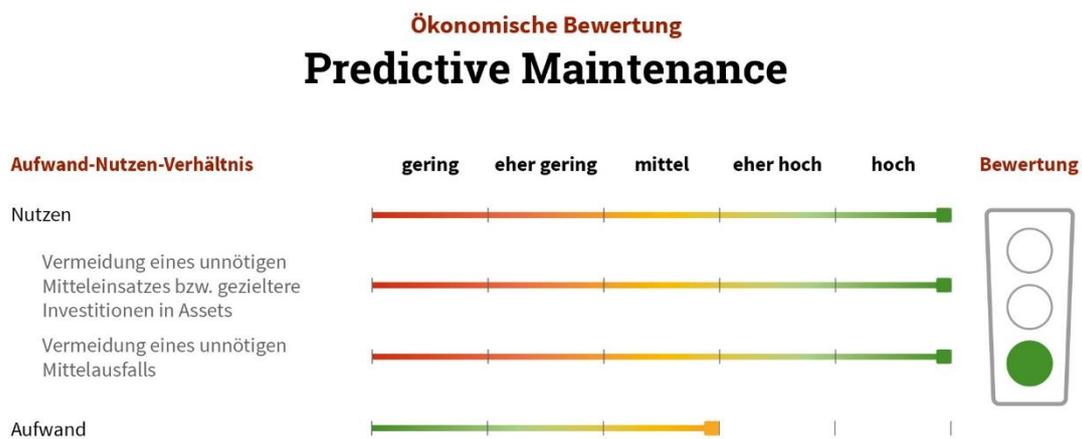


Abbildung 30: Ökonomische Bewertung Predictive Maintenance

### Wartung, Reparatur und Rückbau

Der Einsatz von Robotik, Drohnen oder Assistenzsystemen für die Wartung und Reparatur sowie den Rückbau von Assets dient der Entlastung der Beschäftigten. Die KI übernimmt hier entweder Kontrollen bzw. Arbeiten bspw. in lebensfeindlichen Umgebungen oder unterstützt das Personal im Falle von Reparaturmaßnahmen bei der Diagnose des Problems und der Identifikation von Lösungsansätzen. Dies minimiert das Risiko von Arbeitsunfällen und gibt den Mitarbeitenden bei mangelndem Fachwissen und/oder fehlenden Erfahrungswerten Hilfestellung.

#### Praxisbeispiel: Siemens AG – automatisierte Inspektion von Überlandleitungen mit Drohnen

Für die Versorgungssicherheit ist das frühzeitige Erkennen von Fehler bei Hochspannungsleitungen ein entscheidender Faktor. Herkömmliche Sichtprüfungen liefern hier meist nur unzureichend genaue Ergebnisse und erfordern mühsame Handarbeit. Daher entwickelt Siemens zusammen mit seinen Partnern einen komplett neuartigen und innovativen Freileitungsinspektionsservice. Die Inspektionsflüge werden mit leistungsstarken Drohnen auch außerhalb der Sichtweite des Steuernden und mit hoher Nutzlast durchgeführt. Verschiedene Sensoren und Kameras sind dabei in einem Gesamtsystem zusammengefasst. Dies macht es möglich, 3D-Laserdaten, ultrahochoauflösende Farbbilder und Infrarotbilder in einem Arbeitsgang zu erfassen und präzise georeferenziert abzuspeichern. Die umfangreichen während des Fluges erzeugten Multisensordaten werden nachfolgend von der von Siemens entwickelten Smart-Data-Analysesoftware verarbeitet und ausgewertet. Die auf KI basierende Software dient der automatischen Erkennung und Bewertung von Fehlern bzw. Problemen entlang der Freileitungen.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Weitere Informationen zu diesem und weiteren Forschungsprojekten mit Drohnen: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/drohnen-unbemanntes-fliegen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=14](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/drohnen-unbemanntes-fliegen.pdf?__blob=publicationFile&v=14)

Wie bereits in der technischen Bewertung aufgezeigt, befinden sich Roboter und Drohnen generell noch in einem frühen Entwicklungsstadium und sind dementsprechend schwer verfügbar bzw. im Falle ihrer Verfügbarkeit kapitalintensiv. Trotz ihrer vielversprechenden Potenziale zur Entlastung und zur Risikovermeidung für die Nutzer bedarf es daher für eine positivere Bewertung des Anwendungsfelds zunächst Kostensenkungen und weiterer technologischer Entwicklungen.

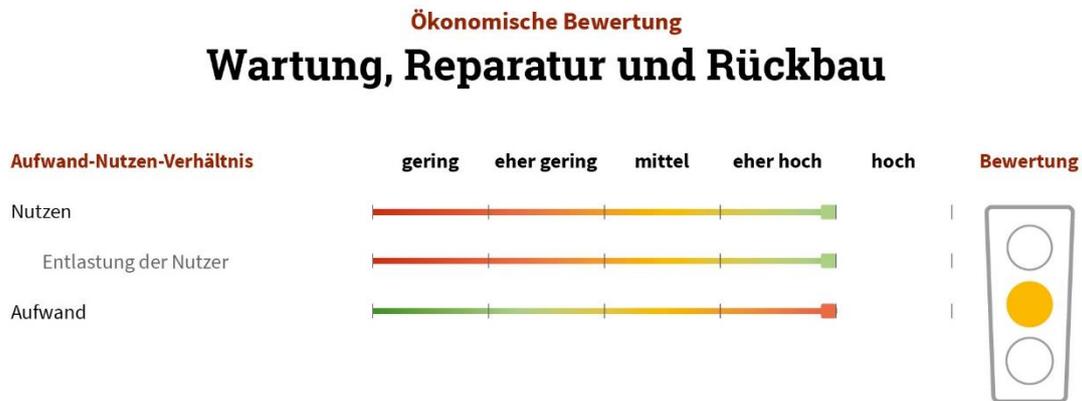


Abbildung 31: Ökonomische Bewertung Wartung, Reparatur und Rückbau

### Sicherheitsmaßnahmen

Zu den externen Störgrößen bei einem Mittelausfall zählen Cyberangriffe auf systemkritische Erzeugungs- und Netzanlagen, die mit zunehmendem Digitalisierungsgrad anfälliger dafür werden. Gleichzeitig ist die Energieversorgung eine besonders kritische Infrastruktur für das alltägliche Leben. Laut Angaben des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) haben sich 2018 im Vergleich zum Vorjahr die Cyberangriffe auf kritische Infrastrukturen mehr als vervierfacht. Rund 12 Prozent der Angriffe waren auf Stromnetze gerichtet. Zwar kam es national noch zu keinen umfangreicheren Versorgungsausfällen, jedoch machen internationale Beispiele die möglichen Ausmaße deutlich. Im Dezember 2015 wurden in der Ukraine 30 Umspannwerke und Schaltanlagen sowie das Notrufsystem mithilfe einer Schadsoftware außer Kraft gesetzt. Fast 230.000 Menschen waren dadurch von der Stromversorgung abgeschnitten (Tobien, 2020). Derartige Angriffe können jedoch nicht nur die Versorgungssicherheit gefährden, sondern auch wirtschaftliche Konsequenzen zur Folge haben. Dem wissenschaftlichen Dienst des US-Kongresses zufolge können Cyberangriffe auf Kraftwerke und Netze zu wirtschaftlichen Schäden in Höhe von Hunderten Milliarden US-Dollar führen (Berman et al., 2019). KI kann helfen, Anomalien im Zugriff auf die Anlagen zu identifizieren und zurückzuweisen. Auch KI-basierte Kameraüberwachung kann den Schutz von Anlagen unterstützen.

Wie in Kapitel 3.1 aufgezeigt, erschwert bislang ein Mangel an Trainingsdaten die Umsetzung und gestaltet sie entsprechend aufwendig. Aufgrund der hohen Wichtigkeit für die Versorgungssicherheit und den damit einhergehenden wirtschaftlichen Implikationen wird die Bedeutung des Anwendungsfelds insgesamt jedoch als hoch eingestuft.



Abbildung 32: Ökonomische Bewertung Sicherheitsmaßnahmen

### Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

Etliche Maßnahmen aus dem Cluster Allgemeine Entscheidungsgrundlagen können aufgrund des hohen Automatisierungsgrades von KI auch für aktive Verbraucher verfügbar gemacht werden. Das neue Konzept der Teilhabe aktiver Verbraucher führt dazu, dass diese ähnlichen Aufgaben wie die Vermarkter größerer Erzeugungsanlagen übernehmen müssen. Der Anteil erneuerbarer Energien, der nicht über die Einspeisevergütung ausbezahlt wird, muss selbst vermarktet werden. In der Regel ist der Eigenverbrauch derzeit für Verbraucher die wirtschaftlich attraktivste Variante, den selbst erzeugten Strom zu nutzen. Wie bei großen Erzeugern muss auch hier die produzierte Strommenge prognostiziert und mit dem Verbrauch abgeglichen werden. Im Vergleich zu den großen Erzeugern kostengünstigere Ansätze hierfür sind automatisierte Prognosen, durch einen Dienstleister ferngesteuerte Schaltungen zur Eigenverbrauchserhöhung und mithilfe eines auf KI-basierten Energiemanagementsystems erstellte Empfehlungen zur aktiven Verbrauchsanpassung. Damit wird der Eigenverbrauch erhöht und der Verbraucher bei diesen Aufgaben entlastet. Diese Dienstleistung zur Erhöhung des Eigenverbrauchs kann für einzelne Haushalte, aber auch für ganze Quartiere oder Unternehmen umgesetzt werden. Auch Empfehlungen für Investitionen in bspw. Speicher und/oder die Vermarktung von Reststrommengen können mithilfe von KI erstellt werden.

Preisspitzen und -täler können dabei nicht nur von professionellen Händlern, sondern auch von aktiven Verbrauchern genutzt werden. Das Laden eines Elektroautos zu Niedrigpreiszeiten, die Entscheidung über Ent- und Beladung eines Speichers entlang den Preisspitzen und -tälern eines variablen Tarifs oder die Vermarktung des Reststroms über ein virtuelles Kraftwerk zu Hochpreiszeiten zählen zu diesen Aktivitäten. Dabei kann ein durch KI betriebenes Energiemanagementsystem, welches entweder steuerbare Verbrauchseinrichtungen automatisiert anpasst oder Empfehlungen zur Verbrauchsanpassung gibt, oder auch ein Aggregator mit entsprechenden Algorithmen den aktiven Verbraucher unterstützen.

Zudem können mithilfe von KI auch kleinteilige, dezentrale Ressourcen eingebunden werden. Prognosen und die gezielte Schaltung dieser Erzeuger, Speicher und flexiblen Lasten wären ohne die automatisierte Auswertung durch KI finanziell nicht abbildbar. KI hilft außerdem durch umfangreiche Optimierungen die Anforderungen sowohl aus Verbraucher- als auch aus Gesamtsystemsicht zu berücksichtigen und miteinander zu vereinbaren.

Der Mangel an einer standardisierten, leistungsfähigen Infrastruktur im Haushaltsbereich hemmt eine umfassendere Teilhabe aktiver Verbraucher. Mit dem Rollout von iMSys und der Ansteuerbarkeit von Haushaltsgeräten als nächste Entwicklungsstufe kann diese Lücke perspektivisch geschlossen werden. Der verzögerte Start des Rollouts von iMSys erschwert jedoch die wirtschaftliche Umsetzung dieser KI-Anwendungen. Im Zusammenhang mit einer stärkeren Verbreitung von Smart-Home-Anwendungen sowie dem stärkeren Zubau von iMSys kann sich die Bewertung des AF künftig verbessern.

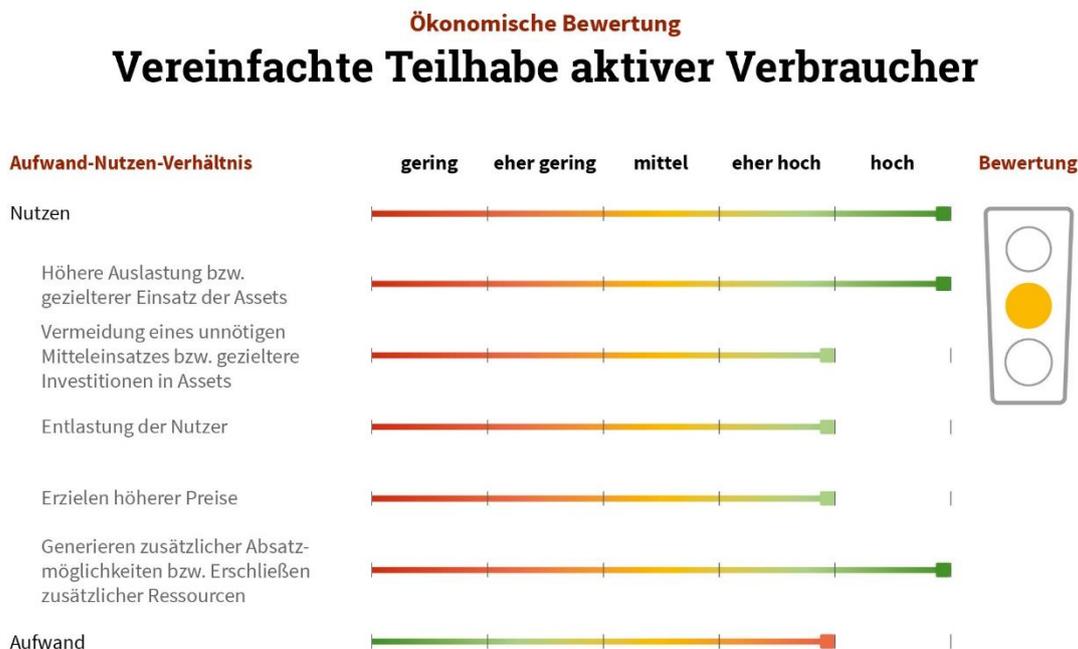


Abbildung 33: Ökonomische Bewertung Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

### Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

Ein genaues Verständnis über den Kunden ermöglicht es, ihm auf seine Präferenzen und finanziellen Möglichkeiten sowie die Gegebenheiten vor Ort zugeschnittene Produkte zu vermitteln. Durch die daraufhin implementierten Maßnahmen wird der Kunde dabei unterstützt, zielgerichtet Energie einzusparen oder den Eigenverbrauch zu bestimmten Zeiten zu erhöhen. Zusätzlich steigert der Vertrieb damit seinen Absatz über die Vermeidung unspezifischen Gießkannenmarketings<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> Gießkannenmarketing: Stark gestreute Marketingmaßnahmen ohne gezielte Kundenfokussierung.

### Praxisbeispiel: Fresh Energy – mit Smart-Meter-Daten individuelle Mehrwerte generieren

Die White Label App von Fresh Energy generiert einen Mehrwert aus den Smart-Meter-Daten ihrer Benutzer. Unter anderem erhält der Kunde mit ihr eine durch KI unterstützte Aufschlüsselung der Stromverbräuche seiner Haushaltsgeräte und Empfehlungen zum Austausch ineffizienter Geräte. Die Nutzer bekommen eine individuell auf sie angepasste Beratung und der Versorger gewinnt ein besseres Verständnis für die Bedürfnisse seiner Kunden. Daneben können Stromverbrauchsdaten auch pflegebedürftige Personen über die Erkennung von Anomalien im Verbrauchsmuster unterstützen: Werden bspw. untypischerweise keine Verbräuche zu sonst üblichen Verbrauchszeiten festgestellt, können Angehörige benachrichtigt werden.<sup>28</sup>

Die Vermeidung eines unnötigen Mitteleinsatzes betrifft auch das Vertriebsmarketing. Mithilfe von KI können Kunden gemäß ihrer Präferenz, ihres Verbrauchsprofils und ihrer Zahlungsbereitschaft geclustert und entsprechenden Produkten zugeordnet werden. Unpassende Kundenansprachen können dadurch vermieden, das Marketingbudget gezielter eingesetzt, das Vertriebspersonal entlastet und das Vertrauen der Kunden in den Vertrieb gesteigert werden.

Bei der Produktausgestaltung von Vertrieben spielen die unterschiedlichen Zahlungsmöglichkeiten und -bereitschaften der Kunden eine bedeutende Rolle. Kennt der Vertrieb diese Kennzahlen, können die Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung oder Eigenversorgung liquider Kunden mit umfangreicheren Investitionen gehoben werden. Gleichzeitig können mithilfe kostengünstigerer Maßnahmen oder alternativer Finanzierungsmöglichkeiten (bspw. Contracting) auch weniger liquide Kunden eingebunden werden. Hierbei kann die Clusterung von Kundengruppen basierend auf ihrer Zahlungsbereitschaft und ihren Präferenzen durch KI helfen.

Die Clusterung von Vertriebskunden ermöglicht die Ableitung der am besten für die Maximierung des jeweiligen Kundennutzens geeigneten Maßnahmen. Die neuen Möglichkeiten zur Datenverarbeitung legen die Basis für die Verbindung harter (bspw. monetärer) und weicher (bspw. sozialer) Faktoren einer Kaufentscheidung mit sozioökonomischen Daten. Im Resultat erhält der Anwender genauere Vorstellungen darüber, welche Maßnahme zu welchem Kunden passt und wie man diesen ansprechen sollte. Dies ermöglicht bspw. gezielte Energieeffizienzmaßnahmen bei veraltetem Gebäudebestand<sup>29</sup>, EE-Zubau an ertragsreichen Standorten oder Investitionen in Speicher bei Eigenverbrauchskonzepten mit hoher Reststrommenge.

Wie im nachfolgenden regulatorischen Teil beschrieben, ist die Verfügbarkeit der hier benötigten Daten im Hinblick auf die Zugriffsrechte und deren Verwendung zu prüfen. Sofern die Erlaubnis des Datenbesitzers vorher eingeholt wurde, ist das Anwendungsfeld mit geringem Aufwand umzusetzen und wird ökonomisch als gut bewertet.

<sup>28</sup> Weitere Informationen: [www.getfresh.energy/](http://www.getfresh.energy/)

<sup>29</sup> So hat etwa EWE im Rahmen des SINTEG-Schaufensterprojekts enera ein Berechnungstool für Lichtcontracting-Lösungen für lastganggemessene Kunden entwickelt; weitere Informationen: [www.ewe.de/unternehmen/licht/berechnungstool](http://www.ewe.de/unternehmen/licht/berechnungstool).

## Ökonomische Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

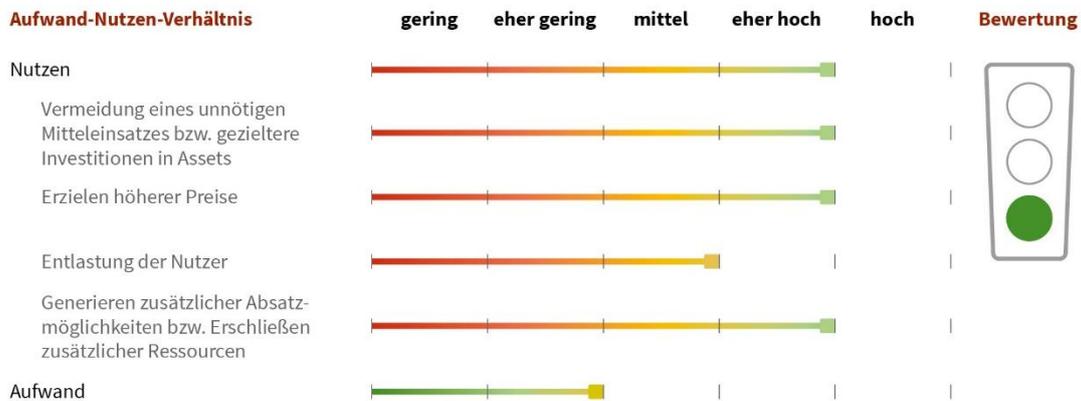


Abbildung 34: Ökonomische Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

### Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

Mittels KI-unterstützter Automatisierung können Beschäftigte von zeitintensiven und eintönigen Standardtätigkeiten befreit werden und sich stattdessen auf komplexere Aufgaben konzentrieren. Dies gilt insbesondere für Standardprozesse mit Kundenkontakt. Mahnungsmanagement, Abrechnungen, die Übermittlung von Zählerständen, die Meldung eines Umzugs usw. können automatisiert werden. Bei lernenden Systemen verbessert sich zudem die Passfähigkeit der Maßnahmen mit zunehmender Menge der Interaktionen.

Sofern die betroffenen Prozesse hinreichend digitalisiert sind, kann das AF mit einem geringen Aufwand umgesetzt werden. Der Aufwand wird insgesamt als mittel eingestuft, kann jedoch in den einzelnen Unternehmen stark variieren.

Insgesamt ergibt sich somit eine hohe ökonomische Bewertung für das AF.

## Ökonomische Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

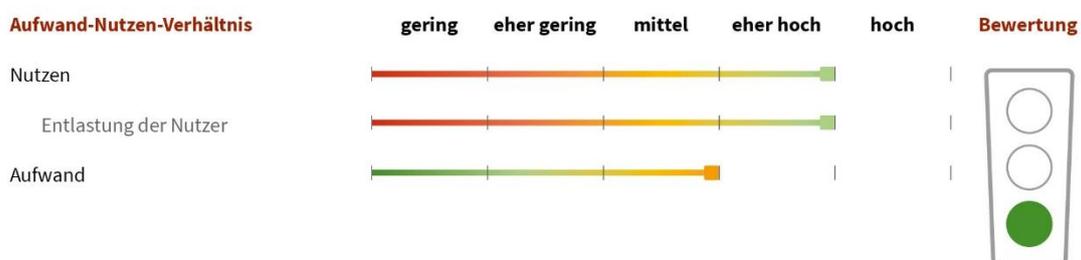


Abbildung 35: Ökonomische Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

### Fazit zur ökonomischen Bewertung

Die meisten hier untersuchten AF werden hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Attraktivität positiv bewertet, sofern keine größeren Investitionen in Form von Robotik und Drohnen erforderlich sind (siehe AF **Wartung, Reparatur und Rückbau**) oder eine mangelhafte Datenverfügbarkeit vorliegt. Insbesondere das Cluster **Allgemeine Entscheidungsgrundlagen** wird als hoch bewertet, da es hier bereits kommerzielle Umsetzungen in der Energiewirtschaft gibt. Durch die Anwendung von KI in diesem Cluster können EE gezielter vermarktet, Erzeugungs- und Netzkapazitäten optimiert eingesetzt und Investitionen besser geplant werden.

Während für die Wertschöpfungsstufen Erzeugung und Handel unternehmensintern meist bereits ausreichende Daten vorhanden sind, sind im Netzbereich (insbesondere im Verteilnetz) die Aufbereitung zusätzlicher Daten, die Förderung eines netzebenenübergreifenden Datenaustauschs und die Installation zusätzlicher Sensorik erforderlich. Die steigenden Anforderungen an die VNB im Rahmen des Redispatch 2.0 erhöhen den Bedarf an genauerem Verständnis über die Lastflüsse im Netz und die Eingriffsmöglichkeiten zur Netzstabilisierung. Daraus ergeben sich hohe Potenziale für die Anwendung von KI zur Verarbeitung der umfangreichen Menge an Einspeise- und Verbrauchsdaten sowie im Umgang mit den unterschiedlichen Netztypologien.

Vor allem die Datenverfügbarkeit ist entscheidend für die Attraktivität des Anwendungsfelds. Im Cluster **Vertriebs- und Verbraucherservices** können rechtliche Unsicherheiten im Hinblick auf personenbezogene Daten durch eindeutige Hinweise auf die Datenverwendung und eingehaltene Standards bei der Datenhandhabung reduziert werden. Fehlende empirische Daten zum Training der Modelle (bspw. eine zu geringe Anzahl an Störungsdaten für **Predictive Maintenance** und **Sicherheitsmaßnahmen**) können durch die Übertragung vorhandener Informationen anderer Quellen (bspw. handschriftliche Wartungsprotokolle) in die benötigten Datenformate oder die Verwendung öffentlich zugänglicher Daten mit ähnlichen Ausgangsbedingungen kompensiert werden. Der Rollout von iMSys und die zunehmende digitale Ausstattung im Haushalt und bei Unternehmen wird perspektivisch dem Bedarf an Messdaten gerecht werden können. Sofern die regulatorischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen es zulassen, kann es zudem sinnvoll sein, Daten für eventuell später aufkommende Verwendungszwecke rechtzeitig zu erheben und zu sichern.

Die Anwendungsfelder **Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen** sowie **Prozessautomatisierung** profitieren von Übertragungseffekten anderer Branchen. Gleichzeitig können Kompetenzen und Erfahrungswerte aus der Energiewirtschaft hinsichtlich der Prognose, Betriebs- und Bestandsoptimierung von Großobjekten auf den aktiven Verbraucher übertragen werden. Der hohe Automatisierungsgrad von KI erlaubt es, diese Services auch im kleinen Maßstab zugänglich zu machen.

Bezüglich des Aufwands für die Verwendung von KI ist neben dem dauerhaften Aufwand auch der initiale Aufwand zur Anpassung der Unternehmensstrukturen zu berücksichtigen: IT-Experten müssen für die Erstellung der Modelle eingestellt oder der Auftrag fremdvergeben werden, Mitarbeitende müssen für die Verwendung der Modelle geschult und Prozesse angepasst werden. Andererseits wird das Unternehmen durch diese Umstellung auch attraktiver: Strukturen und Prozesse werden modernisiert, Beschäftigte können eintönige, zeitintensive Standardaufgaben abgeben oder bei komplexen Tätigkeiten Hilfestellung durch KI erhalten. Diese Veränderungen beeinflussen auch die Außenwahrnehmung und können neue Kunden, Geschäftspartner und Investoren anziehen.

### 3.3 Regulatorische Bewertung

Ziel der regulatorischen Bewertung ist es, die praktische Umsetzung von KI-Vorhaben in der Energiewende aus regulatorischer Sicht zu analysieren und Schnittstellen zu bestehenden Regulierungen zu identifizieren sowie – auf einem hohen Abstraktionsgrad – zu bewerten.

Dabei wird zunächst der allgemeine regulatorische Rahmen für den Einsatz von KI in der Energiewirtschaft beleuchtet. Besondere Herausforderungen ergeben sich hier vor allem im Bereich des Datenzugangs sowie der Datenverarbeitung. Denn Daten sind die Grundlage allen digitalen Wirtschaftens im Allgemeinen und der KI im Speziellen. Im Zuge der Sicherung einer notwendigen Mindestdatenverfügbarkeit entstehen in kritischen Infrastrukturen der Energiewirtschaft auch hohe Sicherheitsanforderungen an die IT. Folgende Schnittstellen der die Materie berührenden Gesetze und Normen wurden in der Basisliteraturrecherche identifiziert und als prioritär bewertet:

- **Allgemeine Regulierungsgrundsätze der Europäischen Union**
- **Datenschutzrecht**
- **Datensicherheitsrecht**
- **Energierecht**
- **Haftungsrecht, Urheberrecht und Kartellrecht**

Bei der spezifischen Analyse der einzelnen AF wird in diesem Kapitel untersucht, welche Akteure bzw. potenziellen Normadressaten relevant und im Rahmen der einzelnen Anwendungsbeispiele miteinander verbunden sind und welcher Rechtsrahmen deren Aktivitäten und Geschäftsmodelle hauptsächlich beeinflusst. Hierzu werden zunächst die in Kapitel 2.2 beschriebenen Anwendungsbeispiele mit ihren einzelnen Prozessschritten betrachtet und diese dem jeweiligen Rechtsrahmen gegenübergestellt.

In einer finalen Liste der in jedem Anwendungsbeispiel involvierten Rechtsbereiche werden sodann die folgenden Punkte beleuchtet:

- Von welchen einschlägigen nationalen oder europäischen Regulierungen ist das jeweilige AF betroffen?
- Inwieweit unterstützt bzw. behindert die geltende Regulierung den Einsatz von KI?
- Wo bestehen derzeit in Deutschland und/oder auf europäischer Ebene regulatorische Hemmnisse?

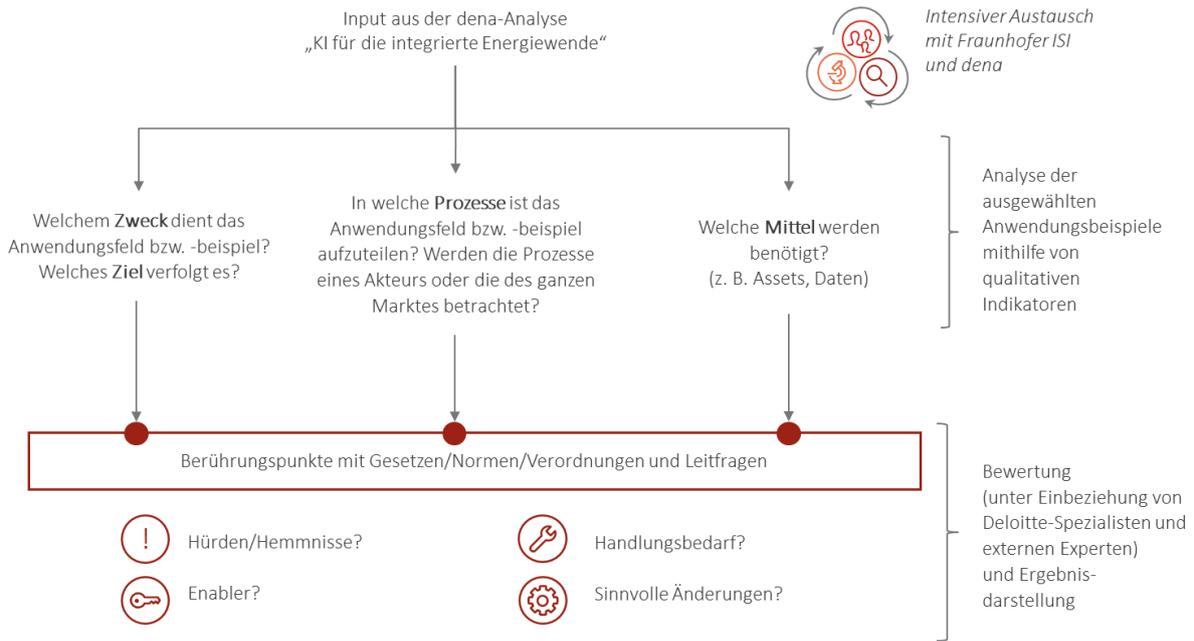


Abbildung 36: Die drei Säulen der regulatorischen Analyse

Um die Berührungspunkte anschließend gewichten und vergleichen zu können, wurde eine eigene Bewertungsmethode entwickelt. Ziel dieser Bewertung ist die Prüfung, ob regulatorische Anforderungen einem möglichen Beitrag von KI-Anwendungen zur Optimierung des Energiesystems entgegenstehen und an welchen Punkten ggf. Anpassungs- und Weiterentwicklungsbedarf besteht. Die Entscheidungskriterien bei der Bewertung der AF sind Komplexität (hier vor allem bezüglich der Umsetzbarkeit regulatorischer Vorgaben), regulatorischer Reifegrad und bestehende Abhängigkeiten.

Es bestehen in der Regulierung nicht nur Hemmnisse (wie z. B. mangelnde Investitionsanreize zur Erprobung neuer Technologien im Feld über die Anreizregulierungsverordnung), sondern auch unterstützende Faktoren wie Förderprogramme oder standardisierte Datenschnittstellen (z. B. iMSys). Grundsätzlich gilt aber: Je geringer der Einfluss einer Regulierung auf das AF ist, desto höher ist dessen Umsetzbarkeit. Die Bewertungskriterien wurden zusammen mit Fachexperten der Energiewirtschafts- und Datenregulierung entwickelt und folgen nationalen sowie internationalen Standards für vergleichbare Einschätzungen. Da thematisch sehr unterschiedliche Regulierungsbereiche involviert sind, wurde für diverse Gebiete auch die Meinung von Experten anderer Fachgebiete eingeholt.

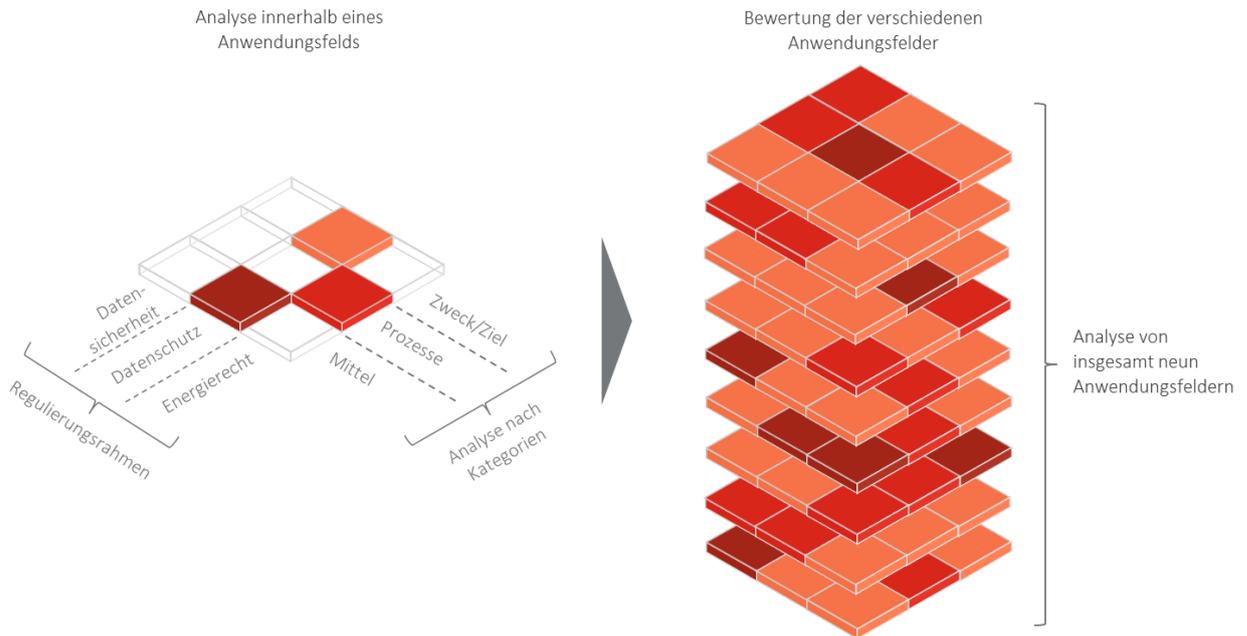


Abbildung 37: Bewertungsmethodik der neun Anwendungsfelder

Für den Normenrahmen der künstlichen Intelligenz in der Energiewirtschaft sind neben den öffentlich-rechtlichen auch private Regelsetzungen maßgeblich. Sowohl die Gewinnung von Daten als auch der Umgang mit ihnen folgen typischerweise der Vertragsfreiheit unter Beachtung der Vorgaben des Rechts der Allgemeinen Geschäftsbedingungen in Deutschland. Zudem sind zwingende haftungsrechtliche Regelungen, insbesondere aus dem Bereich des Deliktsrechts, wie auch zwingende Vorgaben des Urheberrechts sowie des Kartellrechts zu beachten (Jakl, 2019). Das Hauptaugenmerk liegt auf dem Zugang und der Verarbeitung von (insbesondere personenbezogenen) Daten. Dementsprechend ist auch ein Schwerpunkt dieses regulatorischen Gutachtens das Datenschutz- und Datensicherheitsrecht.

Einige hier verwandte Begriffe betreffen unterschiedliche Regulierungsbereiche und sind anwendungsfallübergreifend relevant. Im Folgenden werden diese für das Gutachten wichtigen Rechtsbegriffe und -komplexe genauer beschrieben.

Im Hinblick auf KI und Datenschutz ist ein **Dateisystem** „jede strukturierte Sammlung personenbezogener Daten, die nach bestimmten Kriterien zugänglich sind, unabhängig davon, ob diese Sammlung zentral, dezentral oder nach funktionalen oder geografischen Gesichtspunkten geordnet geführt wird“.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Art. 4 Nr. 6 DSGVO.

Die entsprechende Fachliteratur ist sich einig, dass **personenbezogene Daten** alle Informationen sein können, „die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person beziehen“.<sup>31</sup> Beispielhaft hervorzuheben sind Informationen wie der Name oder der Wohnort. Um mit einem Endverbraucher einen Stromvertrag zu schließen, wird selbstredend sein Name, seine Adresse und ggf. auch die Mess- und Marktlokationsnummer benötigt. Grundsätzlich erlaubt fast jede dieser Informationen Rückschlüsse auf eine Person. Für KI-Systeme werden typischerweise große Bestände von Trainingsdaten genutzt. Für personenbezogene Daten gilt dabei jedoch auch in KI-Systemen der Grundsatz der Datenminimierung nach Art. 5 Abs. 1c DSGVO. Die Verarbeitung personenbezogener Daten muss also stets auf das notwendige Maß beschränkt sein. Zudem kann die Prüfung der Erforderlichkeit ergeben, dass die Verarbeitung vollständig anonymer Daten zur Erreichung des legitimen Zwecks ausreicht (Spiecker et al., 2018). Stammdaten bei Energieversorgungsunternehmen (EVU) wie bspw. Name, Anschrift, Bankverbindung, Kundennummer, Mess- und Marktlokation sowie Bewegungsdaten, wie z. B. Abrechnungs- oder Einspeisedaten des Letztverbrauchers bzw. Anschlussnutzers, sofern dieser eine natürliche Person ist, stellen regelmäßig personenbezogene Daten dar.

Der **Verantwortliche** an den viele in der DSGVO festgelegten Pflichten anknüpfen, wird als die natürliche oder juristische Person, Behörde, Einrichtung oder andere Stelle definiert, „die allein oder gemeinsam mit anderen über die Zwecke und Mittel der Verarbeitung personenbezogener Daten entscheidet“.<sup>32</sup> Datenschutzrechtlich verantwortlich für den Umgang mit Stamm-, Verbrauchs- und Abrechnungsdaten von Letztverbrauchern bzw. Anschlussnutzern, die natürliche Personen sind, kann danach – aus der jeweiligen Perspektive – bspw. der Messstellenbetreiber, der Netzbetreiber oder auch der Lieferant sein. Insbesondere innerhalb eines Unternehmensverbands ist aber weiterhin die jeweilige natürliche oder juristische Person im datenschutzrechtlichen Sinne verantwortlich. Zwar hat der Unionsgesetzgeber (Europäisches Parlament und Rat) grundsätzlich ein berechtigtes Interesse an der Verarbeitung von Daten innerhalb eines Unternehmensverbands zu internen Verwaltungszwecken anerkannt<sup>33</sup>, die Vorgaben der DSGVO privilegieren die Datenverarbeitung im Konzern weitergehend jedoch nicht (Bartsch et al., 2017). Zur Einhaltung der datenschutzrechtlichen Anforderungen der DSGVO bedarf es daher auch im Unternehmensverband weiterhin ausdifferenzierter Berechtigungskonzepte für den Zugriff, das Löschen und den Im- und Export personenbezogener Daten.

Nicht Verantwortliche in diesem Sinne sind sogenannte **Auftragsverarbeiter**, die der Verantwortliche bei der Datenverarbeitung einsetzt. Den Auftragsverarbeiter definiert Art. 4 Nr. 8 DSGVO als „eine natürliche oder juristische Person, Behörde, Einrichtung oder andere Stelle, die personenbezogene Daten im Auftrag des Verantwortlichen verarbeitet“. Dies können bspw. bei der Vertragsabwicklung eingesetzte Abrechnungsdienstleister oder zukünftig beim Betrieb von Smart-Meter-Gateways (SMGW) nach § 2 Nr. 19 MsbG durch EVU eingebundene Dienstleister sein. Weitere Anforderungen und Verpflichtungen eines Auftragsverarbeiters, wie das Führen eines Verzeichnisses aller Verarbeitungstätigkeiten<sup>34</sup>, enthalten §§ 28 ff. DSGVO.

<sup>31</sup> Art. 4 Nr. 1 DSGVO.

<sup>32</sup> Art. 4 Nr. 7 DSGVO.

<sup>33</sup> Vgl. Erwägungsgrund 48 zur DSGVO.

<sup>34</sup> Art. 30 DSGVO.

Die **Pseudonymisierung** wird in Art. 4 Nr. 5 DSGVO beschrieben als „die Verarbeitung personenbezogener Daten in einer Weise, dass die personenbezogenen Daten ohne Hinzuziehung zusätzlicher Informationen nicht mehr einer spezifischen betroffenen Person zugeordnet werden können, sofern diese zusätzlichen Informationen gesondert aufbewahrt werden und technischen und organisatorischen Maßnahmen unterliegen, die gewährleisten, dass die personenbezogenen Daten nicht einer identifizierten oder identifizierbaren natürlichen Person zugewiesen werden“. Beispiele für eine Pseudonymisierung in der Energiewirtschaft sind die Verarbeitung von Messwerten unter einer Mess- oder Marktllokations-ID oder die Nutzung eines Kundenportals unter einem fiktiven Benutzernamen, jeweils ohne Zuordnung zu dem betroffenen Letztverbraucher. Dabei muss vom verantwortlichen EVU durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zusätzlich sichergestellt werden, dass auf den „Schlüssel“ zur Herstellung des spezifischen Personenbezugs nicht ohne Weiteres zugegriffen werden kann. Nicht mehr in der DSGVO definiert wird der in § 3 Abs. 6 BDSG in der bis zum 24.05.2018 geltenden Fassung noch verwendete Begriff der „Anonymisierung“. Erwägungsgrund 26 zur DSGVO stellt jedoch klar, dass die Verordnung auf anonymisierte Daten, bei denen eine Identifizierung der betroffenen Person nicht oder nicht mehr möglich ist, keine Anwendung findet.

Der **Datenschutzbeauftragte** wird vom Verantwortlichen und vom Auftragsverarbeiter benannt.<sup>35</sup> Er unterrichtet und berät den Verantwortlichen bzw. den Auftragsverarbeiter und die Beschäftigten, die Verarbeitungen durchführen, hinsichtlich ihrer Pflichten. Zudem überwacht er die Einhaltung der DSGVO, anderer Datenschutzvorschriften der Europäischen Union bzw. der Mitgliedsstaaten sowie die Strategien des Verantwortlichen oder des Auftragsverarbeiters für den Schutz personenbezogener Daten einschließlich der Zuweisung von Zuständigkeiten, der Sensibilisierung und Schulung der an den Verarbeitungsvorgängen beteiligten Beschäftigten und der diesbezüglichen Überprüfungen. Er berät auf Anfrage auch bei der Datenschutz-Folgeabschätzung gem. Art. 35 DSGVO und ist für die Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde zuständig. Der Datenschutzbeauftragte trägt bei der Erfüllung seiner Aufgaben dem mit den Verarbeitungsvorgängen verbundenen Risiko gebührend Rechnung, wobei er die Art, den Umfang, die Umstände und die Zwecke der Verarbeitung berücksichtigt.<sup>36</sup>

Dem Betroffenen, also demjenigen, dessen Daten verarbeitet werden, stehen Rechte auf **Datenberichtigung** unzutreffender personenbezogener Daten<sup>37</sup> sowie – in bestimmten Fällen – auf Einschränkung der Verarbeitung<sup>38</sup> zu. Im Übrigen kann er bestimmten Datenverarbeitungen widersprechen.<sup>39</sup> Naturgemäß sind die Entscheidungen (der KI) für die Betroffenen nicht einsehbar und nachvollziehbar, sie entpuppen sich als sogenannte „Blackbox“. Die DSGVO enthält jedoch Rechtsnormen, die sich genau dieser Herausforderung widmen. So legt Art. 22 DSGVO ein grundsätzliches Recht der Betroffenen fest, gerade nicht einer solchen automatisierten Entscheidung unterworfen zu werden. Mit dieser Regelung gehen Informationspflichten und Auskunftsrechte in Art. 13–15 DSGVO einher.

<sup>35</sup> Art. 37 DSGVO.

<sup>36</sup> Art. 39 DSGVO.

<sup>37</sup> Art. 16 DSGVO.

<sup>38</sup> Art. 18 DSGVO.

<sup>39</sup> Art. 21 DSGVO.

### 3.3.1 Allgemeine regulatorische Bewertung aller Anwendungsfelder

Das weltweit produzierte Datenvolumen wächst rapide, von 33 Zettabytes (ZB) im Jahr 2018 auf erwartete 175 ZB im Jahr 2025 (Reinsel et al., 2018). „Im digitalen Zeitalter sind Daten eine Schlüsselressource für gesellschaftlichen Wohlstand und Teilhabe, für eine prosperierende Wirtschaft und den Schutz von Umwelt und Klima, für den wissenschaftlichen Fortschritt und für staatliches Handeln. Die Fähigkeit, Daten verantwortungsvoll und selbstbestimmt zu nutzen, zu verknüpfen und auszuwerten, ist gleichermaßen Grundlage für technologische Innovationen, für das Generieren von Wissen und für den gesellschaftlichen Zusammenhalt“ (BPA, 2019). Daher erarbeitet die Bundesregierung eine Datenstrategie, „deren Ziel es ist, die verantwortungsvolle Bereitstellung und Nutzung von Daten durch Personen und Institutionen in (Zivil-)Gesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft und Bundesverwaltung in Deutschland signifikant zu steigern, keine neuen Datenmonopole entstehen zu lassen, eine gerechte Teilhabe zu sichern und zugleich einem Daten-missbrauch konsequent zu begegnen“ (ebd.). Diese Datenstrategie wird in folgenden Handlungsfeldern entwickelt (ebd.):

- a) Datenbereitstellung verbessern und Datenzugang sichern
- b) Verantwortungsvolle Datennutzung befördern und Innovationpotenziale heben
- c) Datenkompetenz erhöhen und Datenkultur etablieren
- d) Den Staat zum Vorreiter machen

Um eine leistungs- und wettbewerbsfähige und dabei gleichzeitig sichere und vertrauenswürdige Dateninfrastruktur<sup>40</sup> zu schaffen, hat das BMWi zudem unter dem Projektnamen GAIA-X die Grundlage für den Aufbau einer vernetzten, offenen Dateninfrastruktur auf Basis europäischer Werte erarbeitet. Das Projekt dient dem Ziel, die technische und wirtschaftliche Konzeption einer solchen Infrastruktur zu konkretisieren, auf dieser Basis ein gemeinsames Ökosystem von Anwendern und Anbietern aus Organisationen der öffentlichen Verwaltung, des Gesundheitswesens, Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen zu schaffen sowie unterstützende Rahmenbedingungen und Strukturen zu etablieren (BMW, 2019a).

Nach Ansicht der Datenethikkommission des BMI darf die Regulierung gleichwohl technologische und soziale Innovationen sowie eine dynamische Marktentwicklung nicht blockieren. Allzu starre und detaillierte Gesetze könnten Handlungsspielräume einschränken und den bürokratischen Aufwand so weit erhöhen, dass innovative Prozesse in Deutschland der Geschwindigkeit der internationalen technologischen Entwicklung nicht mehr folgen können. Andererseits könnten und müssten regulatorische Rahmenbedingungen wesentliche Rechte und Freiheiten schützen und Rechtssicherheit schaffen. Dies sei die Basis dafür, dass alle Akteure, Einzelpersonen wie auch Organisation und Institutionen, auf eine ethisch ausgerichtete gesellschaftliche Transformation vertrauen können. Zudem böte das Rechtssystem mit der Möglichkeit der Regulierung auf unterschiedlichen Ebenen – vom Primär- und Sekundärrecht bis hin zu Kodizes, Selbstverwaltung und Selbstverpflichtung – einen Instrumentenkasten, um anpassungsfähige und dem technologischen Fortschritt gerecht werdende Rahmenbedingungen zu gestalten (BMI, 2019). Die Sammlung, Nutzung oder Weitergabe von Daten ist also mit einem besonderen Bedarf an vorausschauender Verantwortungsübernahme verbunden. Um

---

<sup>40</sup> „Unter Dateninfrastruktur verstehen wir eine vernetzte technische Infrastruktur aus Komponenten und Diensten, die den Zugang zu Daten sowie deren Speicherung, Austausch und Nutzung gemäß vordefinierten Regeln ermöglicht“ ( BMWi, 2019a).

Folgen daraus abschätzen zu können (einschließlich der Möglichkeit der Verletzung von Rechten anderer), müssen folgende Punkte berücksichtigt werden (ebd.):

- Umfang der Datensammlung (einschließlich Akkumulations-, Netzwerk- und Skaleneffekten)
- Technologische Mittel der Datenverarbeitung
- Zweck der Datenverarbeitung (mit besonderer Berücksichtigung möglicher Änderungen des Anwendungskontextes und der Akteurskonstellationen).

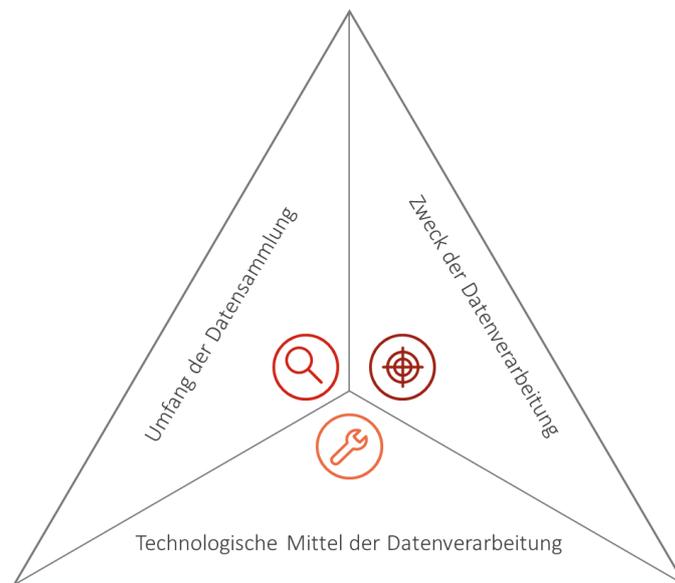


Abbildung 38: Dreieck der Datenerhebung und -weiterverwendung

Wegen der großen Rolle, die KI künftig bei der Datenverarbeitung spielen soll, will die Europäische Union im Planungszeitraum 2021–2027 mindestens 1 Mrd. Euro pro Jahr aus den Programmen Horizon Europe und Digital Europe in KI investieren (EK, 2018).

### **Richtlinie über offene Daten und die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors (PSI-Richtlinie)**

Die Kommission ist der Ansicht, dass Maßnahmen auf Unionsebene erforderlich sind, um die verbleibenden und neu entstehenden Hemmnisse, die einer breiten Weiterverwendung öffentlicher und öffentlich finanzierter Informationen in der gesamten Union im Wege stehen, um den Rechtsrahmen auf den neuesten Stand der digitalen Technik zu bringen sowie um weitere digitale Innovationen, insbesondere im Hinblick auf KI, zu fördern.<sup>41</sup> Informationen des öffentlichen Sektors stellen eine außergewöhnliche Datenquelle dar, die zur Verbesserung des Binnenmarkts und zur Entwicklung neuer Anwendungen für Verbraucher und juristische Personen beitragen kann. Die intelligente Nutzung von Daten, einschließlich ihrer Verarbeitung durch Anwendungen der künstlichen Intelligenz, kann eine transformative Wirkung auf alle Wirtschaftsbereiche haben.<sup>42</sup>

<sup>41</sup> Richtlinie (EU) 2019/1024; Erwägungsgrund 3.

<sup>42</sup> Richtlinie (EU) 2019/1024; Erwägungsgrund 9.

Die resultierende Richtlinie hat den Zweck, die Verwendung offener Daten zu fördern und Anreize für den Einsatz innovativer Produkte und Dienstleistungen zu setzen. Aus diesem Grund enthält die Richtlinie Mindestvorschriften für die Weiterverwendung und die praktischen Modalitäten zur Erleichterung der Nutzung von Forschungsdaten<sup>43</sup>, vorhandenen Dokumenten im Besitz öffentlicher Stellen der Mitgliedsstaaten sowie öffentlicher Unternehmen, die in den Bereichen der Wasser-, Energie-, und Verkehrsversorgung sowie im Postdienst<sup>44</sup> oder als Betreiber eines öffentlichen Dienstes<sup>45</sup> tätig sind.<sup>46</sup>

Um eine Weiterverwendung der Daten zu ermöglichen, müssen öffentliche Stellen und öffentliche Unternehmen ihre Dokumente in allen vorhandenen Formaten und Sprachen sowie, soweit möglich und sinnvoll, auf elektronischem Wege in offenen, maschinenlesbaren, zugänglichen, auffindbaren und weiterverwendbaren Formaten zusammen mit den zugehörigen Metadaten zur Verfügung stellen.<sup>47</sup> Grundsätzlich ist die Weiterverwendung von Dokumenten kostenfrei, allerdings kann die Erstattung der durch die Reproduktion, Bereitstellung und Verbreitung von Dokumenten sowie durch die Anonymisierung personenbezogener Daten und Maßnahmen zum Schutz vertraulicher Geschäftsinformationen verursachter Grenzkosten verlangt werden. Dies gilt allerdings nicht für öffentliche Unternehmen.<sup>48</sup>

Die Mitgliedsstaaten sollen außerdem praktische Vorkehrungen zur Erleichterung der Suche nach den zur Weiterverwendung verfügbaren Dokumenten treffen, wie z. B. das Erstellen von Bestandslisten der wichtigsten Dokumente sowie die Einrichtung von Internet-Portalen, über die diese Bestandslisten abrufbar sind.<sup>49</sup> Nach Art. 12 Abs. 1 der PSI-Richtlinie steht die Weiterverwendung dieser Dokumente allen potenziellen Marktteilnehmern offen, selbst wenn darauf beruhende Mehrwertprodukte bereits von einem oder mehreren Marktteilnehmern genutzt werden. Verträge oder sonstige Vereinbarungen zwischen den im Besitz der Dokumente befindlichen öffentlichen Stellen oder öffentlichen Unternehmen und Dritten dürfen keine ausschließlichen Rechte gewähren.

### **Energierrecht und Digitalisierung**

Auch in Bezug auf KI gibt es im deutschen Energierrecht Entwicklungen der Regulierung, die Einfluss auf das Handeln und Investitionsverhalten der etablierten Unternehmen haben. Mit dem *Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende*<sup>50</sup> begann im deutschen Energiesektor das, was europaweit Smart Meter Rollout genannt wird. Die europäischen Vorgaben hierzu reichen bis in das Jahr 2006 zurück.<sup>51</sup> Im Rahmen des dritten Binnenmarktpakets Strom und Gas<sup>52</sup> ging es primär darum, die bis dahin in Europa vorherrschenden Gebietsmonopole aufzubrechen und erstmals grenzüberschreitenden Wettbewerb um Strom und Gas zu eröffnen. Um dies zu erreichen, wurde der Netzbetrieb von der Erzeugung und dem Vertrieb von Energie entflochten („Unbundling“<sup>53</sup>). Die EU wollte damit einen funktionsfähigen Energiebinnenmarkt schaffen – zu diesem Zweck stützen sich die Richtlinien auch auf die Binnenmarktkompetenz<sup>54</sup> (Schwintowski, 2018).

<sup>43</sup> Gem. Art. 10 PSI-Richtlinie.

<sup>44</sup> Richtlinie 2014/25/EU.

<sup>45</sup> Gem. Art. 2 der Verordnung (EG) Nr. 1370/2007.

<sup>46</sup> Diese gelten ebenso für öffentliche Unternehmen, die als Luftfahrtunternehmen gemeinwirtschaftliche Verpflichtungen gem. Art. 16 der Verordnung (EG) Nr. 1008/2008 erfüllen oder als Gemeinschaftsreeder Verpflichtungen des öffentlichen Dienstes gem. Art. 4 der Verordnung (EWG) Nr. 3577/92 erfüllen.

<sup>47</sup> Art. 5 Nr. 1 Richtlinie (EU) 2019/1024.

<sup>48</sup> Art. 6 Abs. 1,2 Richtlinie (EU) 2019/1024.

<sup>49</sup> Art. 9 Abs. 1 Richtlinie (EU) 2019/1024.

<sup>50</sup> Das MsbG (Gesetz vom 29.08.2016 (BGBl. I S. 2034) ist am 02.09.2016 in Kraft getreten.

<sup>51</sup> Richtlinie 2006/32/EG vom 05.04.2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen, nunmehr Richtlinie 2012/27/EU vom 25.10.2012 zur Energieeffizienz.

<sup>52</sup> Richtlinien 2009/72/EG (Strom) und 2009/73/EG (Gas), beide vom 13.07.2009.

<sup>53</sup> Inzwischen ist in Deutschland auch das Messwesen vom Netz getrennt. Vgl. ausführlich dazu (Einhellig et al., 2017)

<sup>54</sup> Heute Art. 114 AEUV.

Die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen ist durch das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) genau geregelt.<sup>55</sup> Demnach dürfen ausschließliche folgende Akteure Daten verarbeiten:

- Messstellenbetreiber
- Netzbetreiber
- Bilanzkoordinatoren
- Bilanzkreisverantwortliche
- Direktvermarktungsunternehmer nach dem EEG
- Energielieferanten
- Jede Stelle, die über die Einwilligung des Anschlussnutzers verfügt<sup>56</sup>

Die Verarbeitung personenbezogener Daten kann auch durch einen Auftragsverarbeiter durchgeführt werden.<sup>57</sup> Auch für die Frage, wann eine Verarbeitung von Daten aus einem iMSys zulässig ist, enthält das MsbG Festlegungen. Demnach darf eine Verarbeitung zur Erfüllung von Verträgen mit dem jeweiligen Anschlussnutzer, anlässlich vorvertraglicher Maßnahmen, die der jeweilige Anschlussnutzer veranlasst hat, zur Erfüllung rechtlicher Verpflichtungen<sup>58</sup> oder zur Wahrnehmung einer Aufgabe des NB erfolgen. Die oben genannten berechtigten Stellen müssen nach § 52 MsbG eine verschlüsselte elektronische Kommunikation von personenbezogenen Daten sowie von Mess-, Netzzustands- und Stammdaten in einem einheitlichen Format ermöglichen. Soweit Messwerte oder Stammdaten betroffen sind, muss das Format die vollautomatische Weiterverarbeitung im Rahmen der Prozesse für den Datenaustausch zwischen den Beteiligten ermöglichen, insbesondere auch für den Wechsel des Lieferanten. Personenbezogene Daten sind zu anonymisieren oder pseudonymisieren, soweit dies im Hinblick auf den Verarbeitungszweck möglich ist. Aus iMSys stammende personenbezogene Daten, Stammdaten und Netzzustandsdaten dürfen nur zwischen Teilnehmern der Smart-Metering-Public-Key-Infrastruktur des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik kommuniziert werden. Ende 2019 wurden drei SMGWs vom BSI zertifiziert (BSI, 2020), was Anfang 2020 zur sogenannten Markterklärung als Startpunkt für den Rollout führte.<sup>59</sup>

### Anreizregulierung und Digitalisierung

Durch die Festlegung der Erlöse entsteht beim Energienetzbetreiber der Anreiz, die Produktivität zu steigern und die Kosten zu senken, um die erzielbaren Gewinne (Differenz zwischen festgelegten Erlösen und tatsächlichen Kosten) zu steigern bzw. mögliche Verluste zu reduzieren. Nach Ansicht der Bundesnetzagentur (BNetzA) wird über diesen Anreiz eine positive Dynamik in Gang gesetzt. Die abgesenkten Kosten jedes Jahres werden zur Basis für die nächste Erlösfestlegung gemacht, bei der somit wiederum ein Anreiz zur weiteren Effizienzsteigerung besteht. Das Gewinnstreben des NB führt damit auch ohne die Notwendigkeit detaillierter Vorgaben zu bestimmten Kostensenkungsmaßnahmen durch einen Regulierer (Cost-Plus-Regulierung) zu Kostensenkungen.

<sup>55</sup> § 49 MsbG.

<sup>56</sup> Die Einwilligung muss den Anforderungen des Artikels 7 der Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (DSGVO) (ABl. L 119 vom 04.05.2016, S. 1; L 314 vom 22.11.2016, S. 72; L 127 vom 23.05.2018, S. 2) in der jeweils geltenden Fassung genügen.

<sup>57</sup> § 49 Abs. 2 MsbG.

<sup>58</sup> Verpflichtungen, welche den berechtigten Stellen aufgrund dieses Gesetzes, des Energiewirtschaftsgesetzes, des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes und der auf diesen Gesetzen beruhenden Rechtsverordnungen und Festlegungen der Regulierungsbehörden auferlegt sind; nach § 50 Abs. 1 Nr. 3 MsbG).

<sup>59</sup> §§ 29 ff. MsbG.

Bestehende Informationsasymmetrien zwischen Regulierer und Netzbetreiber verlieren so zumindest einen Teil ihrer Wirkung. Zugleich setzt der Druck zur Kostensenkung Anreize für Innovationen, die wiederum weitere Kostensenkungen ermöglichen. Diese können bspw. in Form von Produkt- oder Prozessinnovationen erfolgen (BNetzA, 2015b).<sup>60</sup>

Der Einsatz von KI ist im Rahmen des Investitionsregimes und der Behandlung von Kosten durchaus mit anderen IT- bzw. Software-Innovationen gleichzusetzen. Führt KI in der Anwendung zu Effizienzsteigerungen bzw. Kosteneinsparungen, die höher als die Kosten für den Einsatz der KI sind, bildet eine entsprechende Regulierung keine Behinderung.

### **Künstliche Intelligenz und Datenschutz im Spannungsfeld der Datenverarbeitung**

Das allgemeine Datenschutzrecht wird in der EU maßgeblich durch die DSGVO, in Deutschland durch das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) sowie die Datenschutzgesetze der Länder geprägt. Ziel der DSGVO ist der Schutz der Grundrechte und Grundfreiheiten natürlicher Personen und insbesondere die Wahrung von deren Recht auf Schutz personenbezogener Daten (vgl. Art. 1 Abs. 2 DSGVO). Für Datenverarbeitungen enthält die DSGVO Bestimmungen zu folgenden Grundsätzen, wobei die nähere Ausgestaltung des nationalen Datenschutzrechts Sache der Mitgliedsstaaten ist:

- Rechtmäßigkeit der Verarbeitung
- Verarbeitung nach Treu und Glauben
- Transparenz
- Zweckbindung
- Datenminimierung
- Richtigkeit der Datenverarbeitung
- Speicherbegrenzung
- Integrität und Vertraulichkeit

In räumlicher Hinsicht findet die DSGVO nach Art. 3 Abs. 1 Anwendung auf die Verarbeitung personenbezogener Daten, soweit diese im Rahmen der Tätigkeiten einer Niederlassung eines Verantwortlichen oder eines Auftragsverarbeiters in der Europäischen Union erfolgt, unabhängig davon, ob die Verarbeitung selbst in der Union stattfindet.

Zukünftig soll die E-Privacy-Verordnung (ePVO) die DSGVO erweitern. Sie bezieht sich vor allem auf elektronische Kommunikation und wird dort insbesondere die Datenverarbeitung behandeln. Sie löst die E-Privacy-Richtlinie ab, die der deutsche Gesetzgeber bislang größtenteils im Telemediengesetz (TMG) und Telekommunikationsgesetz (TKG) umgesetzt hatte, und soll im Laufe des Jahres 2020 Geltung erhalten. Innovationspotenzial, insbesondere KI und Blockchain, sollen hierdurch nicht behindert werden, d. h., eine kompatible Weiterverarbeitung für Machine-to-Machine-(M2M-)Kommunikation soll weiterhin möglich sein (Bitkom, 2017).

---

<sup>60</sup> Vgl. BNetzA (2015b), Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung, S. 44.

Faktisch jede Handlung mit einem Bezug zu personenbezogenen Daten kann als eine Verarbeitung dieser Daten angesehen werden. Die Berücksichtigung dieses Umstands war auch das erklärte Ziel bei der Entwicklung der DSGVO. Nach Art. 2 Abs. 1 gilt die DSGVO daher sachlich für die ganz oder teilweise automatisierte Verarbeitung personenbezogener Daten sowie für die nicht automatisierte Verarbeitung personenbezogener Daten, die in einem Dateisystem gespeichert sind oder gespeichert werden sollen. Vor diesem Hintergrund ist die Frage zu stellen, inwiefern im Rahmen von Big-Data-Analysen überhaupt personenbezogene Daten verarbeitet werden dürfen. Art. 2 Abs. 2 DSGVO enthält einige Ausnahmetatbestände, die nach Ansicht von *Bartsch* (2018) bei EVU aber regelmäßig nicht einschlägig sind. Verstöße gegen die Grundsätze der Verarbeitung personenbezogener Daten können ein Bußgeld von bis zu 20 Mio. € oder – auch im Falle eines Unternehmens der Energiewirtschaft – von bis zu vier Prozent des gesamten weltweit erzielten Jahresumsatzes des vorangegangenen Geschäftsjahres des betreffenden Unternehmens sowie weitere Maßnahmen der Aufsichtsbehörde nach sich ziehen.

Als Verarbeitung sind im Allgemeinen die folgenden Punkte anzusehen:<sup>61</sup>

- Verarbeiten: Erheben, Speichern, Ändern, Nutzen, Übermitteln, Verknüpfen oder Löschen personenbezogener Daten
- Erheben: Beschaffen bzw. Sammeln von Daten, bspw. über ein Kontaktformular
- Speichern und/oder Ändern von Daten: bspw. die Speicherung einer E-Mail
- Übermitteln: bspw. die Weiterleitung einer E-Mail
- Nutzen: bspw. das Starten einer Abfrage
- Verknüpfen mit anderen Daten und Löschen: bspw. die Vernichtung eines Datenträgers

Für die Verarbeitung personenbezogener Daten durch EVU in Deutschland ist der Anwendungsbereich der DSGVO damit regelmäßig eröffnet.

### **Künstliche Intelligenz und Datensicherheit**

Bei der Verarbeitung muss die Sicherheit der Daten gewährleistet sein. Nach Art. 32 Abs. 1 DSGVO treffen unter Berücksichtigung des Stands der Technik, der Implementierungskosten und der Art, des Umfangs, der Umstände und der Zwecke der Verarbeitung sowie der unterschiedlichen Eintrittswahrscheinlichkeit und Schwere des Risikos für die Rechte und Freiheiten natürlicher Personen der Verantwortliche und der Auftragsverarbeiter geeignete technische und organisatorische Maßnahmen, um ein dem Risiko angemessenes Schutzniveau zu gewährleisten. Diese schließen ggf. unter anderem Folgendes ein:

- die Pseudonymisierung und Verschlüsselung personenbezogener Daten;
- die Fähigkeit, die Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit und Belastbarkeit der Systeme und Dienste im Zusammenhang mit der Verarbeitung auf Dauer sicherzustellen;
- die Fähigkeit, die Verfügbarkeit der personenbezogenen Daten und den Zugang zu ihnen bei einem physischen oder technischen Zwischenfall rasch wiederherzustellen;
- ein Verfahren zur regelmäßigen Überprüfung, Bewertung und Evaluierung der Wirksamkeit der technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit der Verarbeitung.

---

<sup>61</sup> Art. 4 Nr. 2 DSGVO.

Bei der Beurteilung des angemessenen Schutzniveaus sind insbesondere die Risiken zu berücksichtigen, die mit der Verarbeitung – insbesondere durch Vernichtung, Verlust oder Veränderung, ob unbeabsichtigt oder unrechtmäßig, oder unbefugte Offenlegung von beziehungsweise unbefugten Zugang zu personenbezogenen Daten, die übermittelt, gespeichert oder auf andere Weise verarbeitet wurden – verbunden sind.<sup>62</sup>

Artikel 25 DSGVO schreibt die Berücksichtigung des Datenschutzes durch Technikgestaltung und durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen vor und stellt damit künftig auch Anforderungen an die Produktentwicklung und -implementierung. Der Verantwortliche hat demnach sowohl zum Zeitpunkt des Einsatzes der Mittel als auch zum Zeitpunkt der eigentlichen Verarbeitung geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zur wirksamen Umsetzung der Verarbeitungsgrundsätze zu treffen. Die DSGVO führt beispielhaft die Berücksichtigung bei öffentlichen Ausschreibungsverfahren an. Insofern sollen sich die Anforderungen mittelbar auch auf die IT-Produktentwicklung und -Prozesse auswirken. Hierdurch soll bereits in einem frühen Stadium proaktiv und damit besonders effektiv die Einhaltung der Verarbeitungsgrundsätze durch die Gestaltung der technischen Systeme garantiert werden.

Der Verantwortliche als Regelungsadressat des Art. 25 DSGVO soll neben der Auswahl der geeigneten Maßnahmen<sup>63</sup> sicherstellen, dass über die Standardeinstellungen in den Datenverarbeitungssystemen lediglich die notwendigen personenbezogenen Daten verarbeitet werden<sup>64</sup>. Dies gilt für die Menge der erhobenen Daten, den Umfang der Verarbeitung, ihre Speicherfrist und ihre Zugänglichkeit. Die Grundsätze der Datenminimierung und der Zweckbindung werden somit bereits auf technischer Ebene verstärkt eingebunden, um der Erkenntnis Rechnung zu tragen, dass der Nutzer vorgegebene Voreinstellungen nur selten verändert. Genehmigte Zertifizierungsverfahren i. S. v. Art. 42 DSGVO sollen künftig der Erleichterung des Nachweises einer Auswahl geeigneter Mittel dienen können.<sup>65</sup>

Für EVU ist ein Dialog mit den Herstellern der im Einsatz befindlichen Datenverarbeitungssysteme vor dem Hintergrund der Vorgaben des Art. 25 DSGVO unverzichtbar. Darüber hinaus besteht die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Evaluation der Verarbeitungstätigkeiten im Unternehmen und der Entwicklung von Richtlinien und Konzepten im Umgang mit personenbezogenen Daten, bspw. im Hinblick auf ihre Löschung, Sperrung, Pseudonymisierung und Zugriffsberechtigung. Im sektorspezifischen Recht ist dies nach § 2 Nr. 19 MsbG über den Einsatz von SMGWs durch ein strenges Schutzprofil sowie technische Richtlinien unter der Aufsicht des BSI bereits berücksichtigt. Diesen Vorgaben muss selbstredend auch KI genügen.

### **Haftungs-, Urheber- und Kartellrecht**

Neben den Regelungen bezüglich Datenschutz und -sicherheit sind zwingende haftungsrechtliche Regelungen, insbesondere aus dem Bereich des Deliktsrechts, wie auch zwingende Vorgaben des Urheberrechts und des Kartellrechts zu beachten. Bezüglich der Verwendung von KI stellen sich zuvorderst folgende Fragen:

- Besitzt KI eine Rechtspersönlichkeit?
- Wer haftet für Schäden, die durch KI verursacht werden?

---

<sup>62</sup> Art. 32 Abs. 2 DSGVO.

<sup>63</sup> Art. 25 Abs. 1 DSGVO.

<sup>64</sup> Art. 25 Abs. 2 S. 1 DSGVO.

<sup>65</sup> Art. 25 Abs. 3 DSGVO.

Mit der Erkenntnis, dass die Etablierung von Rechtspersönlichkeiten einem innerjuristischen (Zurechnungs-) Akt geschuldet ist, lässt sich durchaus auch über die Einführung einer weiteren Rechtsperson etwa in Form einer „ePerson“ trefflich streiten – sie wäre einführbar, wenngleich damit unweigerlich weitere Fragestellungen einhergingen. Die Notwendigkeit, eine ePerson zum aktuellen Zeitpunkt zu schaffen, wird aus Sicht der Gutachter aber nicht gesehen. Alle sich derzeit stellenden Probleme sind im Rahmen der bestehenden Rechtsordnung lösbar. Die KI-Systeme haben bislang keinen Grad an Autonomie erreicht, der eine Anknüpfung an ein menschliches Verhalten unmöglich machte. Vielmehr können die Verantwortungslücken durch eine behutsame Weiterentwicklung bestehender Regelungen geschlossen werden. Dabei sollten insbesondere Fragen der Verantwortungszuweisung und Haftung bei technischem Versagen und der Inverkehrgabe fehlerhafter technischer Systeme berücksichtigt werden. Berührungsbereiche bestehen hier vor allem zum Vertragsrecht (Vertragsschlüsse durch automatisierte und teilautonome Systeme und sich hieraus ergebende vertragliche Haftungsfragen), Deliktsrecht (außervertragliche Haftung nach § 823 BGB, Produkthaftungsrecht, StVG etc.) sowie Produkt- bzw. Produktsicherheitsrecht (BMW, 2019b). Nach § 3 ProdHaftG ist ein Produkt bspw. dann fehlerhaft, wenn es nicht die Sicherheit bietet, die berechtigterweise zu erwarten ist. Als Fehler ist dabei eine Abweichung vom Stand der Wissenschaft und Technik zu dem Zeitpunkt zu verstehen, an dem das Produkt in Verkehr gebracht wird. Regelungen hierzu sind vor allem in Standards sowie in DIN-, CEN- und ISO-Normen festgelegt. Darüber hinaus können sich technische Anforderungen an besonders gefahrgeneigte Produkte auch aus speziellen Gesetzen ergeben.<sup>66</sup> Für KI-Systeme stellt sich die Frage nach Fehlerhaftigkeit nicht nur bezüglich der verwendeten Algorithmen, sondern auch im Hinblick auf die zum Anlernen des Systems erforderlichen Daten. Erschwert wird die Beurteilung durch den bis heute herrschenden Mangel an technischen Normen oder anerkannten Regelwerken, aus denen sich Mindestanforderungen an das KI-Design und den Lerndatenbestand ablesen lassen.

Unter welchen Bedingungen geht eine Willenserklärung einer vollautonomen intelligenten Maschine zu? Relevant ist die Antwort auf diese Frage insbesondere in der M2M-Kommunikation (z. B. in der Industrie 4.0). Aufgrund der aktuell vorherrschenden „Empfangstheorie“ dürfte hierüber kaum Streit entstehen, egal, wie fortschrittlich das System ist. Denn nach der Empfangstheorie geht eine Willenserklärung zu, sobald sie derart in den Machtbereich des Empfängers gelangt, dass bei Annahme gewöhnlicher Verhältnisse damit zu rechnen ist, er könne von ihr Kenntnis erlangen. In den Machtbereich des Empfängers ist die Willenserklärung dann gelangt, wenn sie eine typischerweise für den Empfang von Willenserklärungen geschaffene Vorrichtung erreicht. Für elektronische Agenten war es Anfang der 2000er Jahre noch umstritten, wie dies zu werten sei. Schon damals war – wie heute im Zusammenhang mit KI – jedoch eine Wertung entscheidend: Der Empfänger bestimmt, wie er seinen Empfangsbereich ausgestaltet. Ihm ist also sein Empfangsbereich zuzurechnen. Er hat sich um einen ordnungsgemäßen Abruf zu kümmern, unabhängig davon, wie sein Empfangsbereich technisch ausgestaltet ist. Insofern können auch Briefkästen ordnungsgemäße „Empfangsagenten“ sein. Der Empfänger muss sich lediglich in angemessenen Abständen um ihre Leerung und die Kenntnisnahme des Inhalts kümmern. Insofern kann es auch keinerlei Unterschied machen, ob eine KI den Empfang verwaltet und diesen u. U. sogar technisch optimiert. Hier bietet das Recht eine interessengerechte Verteilung der Risiken, die aufgrund des technischen Fortschritts (jedenfalls bisher, und wohl auch künftig) keiner ernsthaften Diskussion ausgesetzt sein dürfte (vgl. Pieper et al., 2019).

---

<sup>66</sup> Bspw. die Technischen Richtlinien für IMSys i. V. m. dem MsbG.

Die mit der Robotik und der KI einhergehenden Umwälzungen sind zukünftig auch für den gewerblichen Rechtsschutz und für das Urheberrecht von großer Bedeutung (Hetmank et al., 2018). Denn immer effizientere Algorithmen, die neben Texten auch Bilder und Filme erzeugen, treten als Produzenten neben den Urheber und werden diesen in der Zukunft in immer größerem Maße ersetzen. Die historisch bewährten urheberrechtlichen Rechtsinstitute und Infrastrukturen müssen daher an die neuen technologischen Bedingungen angepasst werden (Wandtke et al., 2019). Soweit KI zum Einsatz kommt, wird anhand sämtlicher Umstände des Einzelfalls zu beurteilen sein, ob ein Künstler bzw. Urheber die Software bzw. den Algorithmus gezielt für die Schaffung einer eigenen persönlichen geistigen Schöpfung eingesetzt hat oder ob ein Programmierer eine Software bzw. einen Algorithmus programmiert hat und der Programmierer und/oder der Künstler die mehr oder weniger zufälligen Ergebnisse von deren Anwendung zur Kenntnis nehmen (Ory et al., 2019/ Lauber-Rönsberg, 2019/ Borges, 2018). Eine ursprünglich in dessen Bericht zu zivilrechtlichen Regelungen im Bereich Robotik gestellte Forderung des Rechtsausschusses des Europäischen Parlaments an die Kommission, Kriterien für eine „eigene geistige Schöpfung“ urheberrechtlich schutzfähiger Werke, die von Computern oder Robotern erzeugt werden, auszuarbeiten, hat keinen Eingang in die endgültige Entschließung gefunden (Hetmank et al., 2018).

In anderen Bereichen des Kartellrechts, wie etwa in den wettbewerbsbeschränkenden Vereinbarungen, sind bestimmte Einschränkungen von Vertriebsformen über Plattformen nur teils untersagt (nur dann, wenn man aufgrund von Regulierungen verpflichtet ist, auf der Plattform diskriminierungsfrei zu handeln) und es zeichnen sich für solche wettbewerbsbeschränkenden Vereinbarungen inzwischen auch neue Möglichkeiten ab. Gleichzeitig wurde das Missbrauchsverbot für die datenbasierten Geschäftsmodelle der digitalen Welt auch im Zuge der neu gefassten kartellrechtlichen Bußgeldhaftung und des Kartellschadensersatzrechts bereits im Wege der 9. Novellierung des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) gestärkt. Wichtig für den Zugang zu KI-Systemen sind die neuen Kriterien der Marktmacht, die durch § 18 Abs. 2a, 3a GWB anerkannt werden. § 18 Abs. 2a GWB bestimmt nun, dass selbst bei einer unentgeltlichen Leistung ein wettbewerblicher Markt angenommen werden kann und damit in der Folge auch im Bereich der sogenannten „*Economics of free*“ aufgrund entsprechender Netzwerkeffekte ein Missbrauch einer beherrschenden Marktstellung vorliegen kann. § 18 Abs. 3a GWB passt sodann den Begriff der Marktbeherrschung an datenbasierte Geschäftsmodelle an (Jakl, 2019).

### 3.3.2 Regulatorische Besonderheiten der Anwendungsfelder

#### Prognosen

Bspw. für Preisprognosen in der Erzeugung bzw. im Handel werden unter anderem historische Produktzeitreihen sowie Wetterdaten benötigt, wofür zunächst Primärdaten wie historische Börsen- und Brennstoffpreiszeitreihen aufgearbeitet werden. Fundament des Prozesses der Prognose von Netzzustandsdaten ist die Installation und Verwendung intelligenter Messsysteme. Sobald ein von einem Messstellenbetreiber (MSB) betriebenes iMSys Daten misst, ist für jeden Datentransfer der Anwendungsbereich des MsbG eröffnet.

Im hier zu prüfenden Prozess ist für die Prognose von Netzzustandsdaten die Erhebung von Bewegungsdaten über ein SMGW erforderlich. Netzzustandsdaten dürfen vom MSB nur im Auftrag des NB und nur in begründeten Fällen erhoben werden.<sup>67</sup>

---

<sup>67</sup> § 56 Abs. 1 MsbG.

Dies geschieht in Anlagen nach dem EEG und dem KWKG, an unterbrechbaren Verbrauchseinrichtungen in der Niederspannung nach § 14a EnWG sowie an Zählpunkten mit einem Jahresstromverbrauch von über 20.000 kWh. Zudem ist die Erhebungen von Netzzustandsdaten vom NB zu dokumentieren<sup>68</sup> und im Falle personenbezogener Netzzustandsdaten nach erfolgreicher Übermittlung unverzüglich zu löschen<sup>69</sup>.

Neben Bewegungsdaten werden über das iMSys auch Stammdaten erhoben. Diese können nach §§ 46 und 74 MsbG oder soweit es die Festlegungen der BNetzA nach § 75 MsbG erfordern, bei jedem erstmaligen Anschluss einer Anlage an ein iMSys und bei jeder wesentlichen Änderung eines Stammdatums vom MSB im erforderlichen Umfang und zum erforderlichen Zeitpunkt erhoben werden.<sup>70</sup> Nach § 111e Abs. 1. S. 1 EnWG errichtet und betreibt die BNetzA das Marktstammdatenregister (MaStR) als ein „*elektronisches Verzeichnis mit energiewirtschaftlichen Daten*“. Die Durchführung dieses behördlichen Verfahrens wird durch die Marktstammdatenregisterverordnung (MaStRV) geregelt.<sup>71</sup> Die Bundesnetzagentur trifft für das Register technische und organisatorische Maßnahmen nach den Artikeln 24, 25 und 32 der DSGVO.

Im MaStR werden folgende gespeicherte Daten veröffentlicht:

- Daten zu Einheiten und Anlagen (mit Ausnahme von Standortangaben, vertraulichen Daten und Daten zu Einheiten, die als kritische Infrastrukturen gelten)
- Daten zu Marktakteuren (mit Ausnahme von natürlichen Personen)<sup>72</sup>

Allerdings gewährt die BNetzA Netzbetreibern auch Zugang zu Daten, die nicht veröffentlicht werden, einschließlich personenbezogener Daten, soweit es sich um Daten zu Einheiten handelt, die an ihr Netz angeschlossen sind, und die Daten für die Erfüllung der gesetzlichen Aufgaben der NB erforderlich sind.<sup>73</sup> Die BNetzA eröffnet außerdem Behörden den Zugang zu Daten.<sup>74</sup> Diese dürfen Daten einschließlich personenbezogener Daten übermitteln zu

- im öffentlichen Interesse liegenden Archivzwecken,
- wissenschaftlichen oder historischen Zwecken sowie
- statistischen Zwecken.

Zugang für Marktakteure und Behörden zu den im MaStR gespeicherten Daten kann die BNetzA über elektronische Schnittstellen gewähren.<sup>75</sup>

Eine Datenerhebung mittels eines iMSys oder mit dessen Hilfe, die über die in §§ 55 bis 58 MsbG genannten Fälle hinausgeht, ist nur zulässig, soweit keine personenbezogenen Daten erhoben werden (unbeschadet Art. 6 Abs. 1 DSGVO). Des Weiteren sind grundsätzliche Regulierungen zur Datenverarbeitung nach Art. 24–32 DSGVO zu beachten.

<sup>68</sup> § 56 Abs. 3 MsbG.

<sup>69</sup> § 64 Abs. 2 MsbG.

<sup>70</sup> § 57 MsbG.

<sup>71</sup> MaStRV i. V. m. § 111e, f EnWG und § 6 Abs. 2 EEG.

<sup>72</sup> § 15 MaStRV.

<sup>73</sup> § 17 MaStRV.

<sup>74</sup> Folgenden Behörden eröffnet die BNetzA Zugang zu Daten, die nach § 15 Abs. 1 MaStRV nicht veröffentlicht werden: dem BMWi, dem Bundeskartellamt, dem Umweltbundesamt, dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, dem Statistischen Bundesamt, den Finanzbehörden des Bundes und der Länder sowie den Landesregulierungsbehörden (§ 16 Abs. 3 MaStRV).

<sup>75</sup> § 30 Abs. 2 MaStRV.

Demnach existiert ein Verantwortlicher, welcher unter Berücksichtigung der Art, des Umfangs, der Umstände und der Zwecke der Verarbeitung geeignete technische Maßnahmen der künstlichen Intelligenz sowie organisatorische Maßnahmen (z. B. Pseudonymisierung) zur Gewährleistung einer Datenverarbeitung gemäß DSGVO umsetzt. Solche Maßnahmen müssen insbesondere sicherstellen, dass personenbezogene Daten über entsprechende Voreinstellungen nicht ohne Eingreifen des Verantwortlichen einer unbestimmten Zahl von Personen zugänglich gemacht werden.<sup>76</sup>

Das Training eines Modells in diesem AF erfolgt, indem es lernt, bspw. Zusammenhänge zwischen vergangenen Preisen und anderen vorhandenen Daten (aus Erzeugung und Handel) oder Zusammenhänge zwischen vergangenen Lastflüssen und anderen vorhandenen Daten (aus dem Netz) zu *erkennen*. Auf dieser Basis kann die KI künftige Preise bzw. künftige Lastflüsse *folgern*. Für diesen Prozess sind die oben beschriebenen Anforderungen an den Umgang mit Datenverarbeitungen relevant.

### Überblick und Bewertung

Zu Prognosezwecken werden Stammdaten und Bewegungsdaten erhoben und weiterverarbeitet. Hierfür gelten allgemeine nationale Regeln der Datenerhebung (z. B. Art. 5–7 DSGVO) und der Datenverarbeitung (z. B. Art. 24–26, 30 DSGVO, § 37 BDSG) sowie Unionsrecht (z. B. Art. 5 PSI-Richtlinie). Die datenschutzrechtlichen Anforderungen sind vielfältig. Allerdings ist keine davon ein Knock-out-Kriterium oder wäre bei Verwendung einer künstlichen Intelligenz nicht umsetzbar, weshalb ihr Einfluss als insgesamt mittelbewertet wird. Bewegungsdaten für die Prognose werden mithilfe eines iMSys erhoben. Insofern müssen die Anforderungen des MsbG (in Verbindung mit dem EnWG) beachtet werden (z. B. § 52 MsbG). Zudem enthält das MsbG anwendungsfallsspezifische Regelungen zur Erhebung, Verarbeitung und Nutzung von Daten (i. V. m. einem SMGW). Diese sind weniger komplex und einfacher umzusetzen, womit ihr Einfluss als insgesamt gering zu bewerten ist. Für die Verwendung von Stammdaten aus dem MaStR gelten die Regelungen der MaStRV (z. B. §§ 16, 17 MaStRV). Daten aus dem MaStR sind größtenteils öffentlich zugänglich, um eine verbesserte Verfügbarkeit energiewirtschaftlicher Daten sicherzustellen. Da diese Verordnung also eine Erhebung und Weiterverarbeitung von Stammdaten grundsätzlich sogar begrüßt, wird ihr regulatorischer Einfluss als gering eingestuft.

Insofern als besonders im Bereich des Energierechts sowie im Datenschutz- und Datensicherheitsrecht diverse Regulierungen existieren, welche bei einem Einsatz algorithmenbasierter Systeme zwingend einzuhalten sind, besteht durchaus regulatorischer Einfluss auf das AF. Dieser bildet jedoch kein stark beschränkendes Hindernis für die Umsetzung, weshalb der Einfluss auf das AF insgesamt als gering klassifiziert wird. In der Folge wird die Umsetzbarkeit der Anwendungen aus regulatorischer Perspektive als hoch eingestuft.

---

<sup>76</sup> Art. 24 Abs. 2 DSGVO.

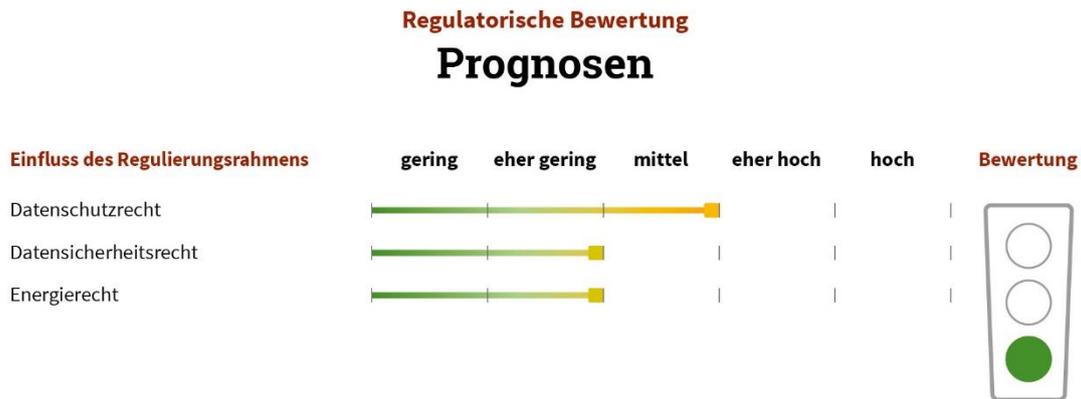


Abbildung 39: Regulatorische Bewertung Prognosen

### Betriebsoptimierung

Künstliche Intelligenz könnte bei einer optimierten Einsatzplanung von Erzeugungsanlagen verschiedene Bietstrategien auf Grundlage aktueller Preisprognosen *erkennen* und daraus eine optimale Speicherstrategie *folgern*. In Verbindung mit der sogenannten Zählerstandsgangmessung<sup>77</sup> wird damit die Basis für dynamische und variable Tarifierungen ermöglicht. Der Anschlussnutzer wird durch sein iMSys in die Lage versetzt, seinen Strombezug an Preissignale zu knüpfen: Er kann mehr Strom beziehen, wenn der Preis niedrig ist und den Bezug verringern, wenn der Preis hoch ist (Lüdemann et al., 2016).

Im Falle von Störungen im Netz sind die NB für deren Behebung und die Aufrechterhaltung der Versorgung mit elektrischer Energie verantwortlich. Solche Störungen können bspw. dann auftreten, wenn die Netzfrequenz oder andere Stabilitätsgrenzen nicht eingehalten werden oder es aus anderen Gründen zu Netzengpässen kommt. Um die Netzstabilität zu gewährleisten, stehen dem NB verschiedene Maßnahmen zur Verfügung. Das EnWG unterscheidet zwischen vier Kategorien von Maßnahmen: netz- und marktbezogene Maßnahmen, der Einsatz von Reservekraftwerken sowie Anpassungsmaßnahmen (Deloitte, 2019).

Gem. § 14 Abs. 1 Nr. 1 EEG dürfen Netzbetreiber bei Vorlage eines Netzengpasses das Einspeisemanagement nutzen und Anlagen abregeln. Diese Regelungsbefugnis bezieht sich sowohl auf unmittelbar als auch auf mittelbar angeschlossene Anlagen. Insofern erweitert sich der Anwendungsbereich von § 14 Abs. 1 Nr. 1 EEG auch auf vorgelagerte Netze. Demnach müssen NB ihre mittelbar oder unmittelbar angeschlossenen Anlagen oder Kraft-Wärme-Kopplung-(KWK-)Anlagen so ausstatten, dass sie einen Netzengpass im jeweiligen Netzbereich einschließlich des vorgelagerten Netzes vermeiden. Diese Festlegung des Gesetzgebers dient der Abwendung einer möglichen Netzüberlastung. Diese kann z. B. bei Starkwind oder in Zeiten hoher Solareinspeisung entstehen und nach sich ziehen, dass Verteilnetze, an denen die betroffenen Anlagen angeschlossen sind, in das vorgelagerte Netz hochspeisen<sup>78</sup> müssen. Wenn in der Folge ein Netzengpass entsteht, der nicht durch die Abregelung konventioneller Kraftwerke beseitigt werden kann, ergeht eine Aufforderung der NB an die Betreiber nachgelagerter Netze, ihre Hochspeisung zu reduzieren.

<sup>77</sup> Die Zählerstandsgangmessung beinhaltet nach § 2 S. 1 Nr. 27 MsbG die Messung einer Reihe viertelstündig ermittelter Zählerstände. Im Gegensatz zur jährlichen Ablesung des Zählerstands bei der Abrechnung von Standardlastprofilkunden kann so eine zeitlich differenzierte Abrechnung erfolgen.

<sup>78</sup> Hochspeisen bedeutet in diesem Fall die Einspeisung von zu viel Strom.

§ 14 EEG regelt nur die Netzengpässe, andere geringfügige oder kurzfristige Ursachen von Engpässen, wie etwa Wartungsarbeiten oder Instandhaltungen, sind nicht Anwendungsbereich des § 14 EEG und lösen somit im Übrigen auch keinen (monetären) Härtefallausgleich gem. § 15 EEG aus (Lülsdorf, 2019). Bei der Betriebsoptimierung im Netz soll die KI solche Netzengpässe *erkennen* und optimale Netzengpassmaßnahmen *folgern*.

Darüber hinaus wird nach § 14a EnWG Lieferanten bzw. Letztverbrauchern im Bereich der Niederspannung ein reduziertes Netzentgelt berechnet, wenn mit ihnen im Gegenzug die netzdienliche Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen, die über einen separaten Zählpunkt verfügen, vereinbart wird.

Spätestens seit dem raschen Zubau von Erneuerbare-Energien-Anlagen (EEA) in Deutschland und dem damit verbundenen prozentualen Anstieg von Energieeinspeisung aus volatilen Quellen wird in der Fachwelt intensiv über den Begriff der „Flexibilität“ diskutiert. Hintergrund der Diskussion ist, eine möglichst große Menge des von EEA erzeugten Stroms nutzbar zu machen, die EE also bestmöglich in den bestehenden Markt zu integrieren. Da EEA stark vom Wetter abhängig und damit volatil sind, besteht entsprechender Bedarf an flexiblen Aufnahmefähigkeiten für den von ihnen volatil erzeugten Strom. Seit einigen Jahren begleitet in diesem Zusammenhang der Begriff „Netzdienlichkeit“ diese Diskussion. Dieser findet immer dann Verwendung, wenn der Einsatz von Flexibilität aus Sicht des Netzes positiv, also dem Netz dienlich ist. Netzdienliche Leistungen ermöglichen eine feinere Steuerung von Lasten und Einspeisungen und erhöhen damit auch die Transparenz im Netz. Die Rolle des MSB bezüglich dem Umgang mit Daten fußt auf der folgenden Definition: *„Netzdienliche Leistungen sind Leistungen eines Messstellenbetreibers, die er über ein intelligentes Messsystem (iMSys) für den Netzbetreiber erbringen kann und die nach § 33 MsbG über die Standard- und Zusatzleistungen des Messstellenbetriebs sowie der Datenkommunikation hinausgehen und netzdienlich zu wirken in der Lage sind“* (Deloitte, 2019).

Derzeit wird der Nutzen einer stärker marktbasierter Ausgestaltung des Engpassmanagements (auch durch die Einführung regionaler Märkte für Flexibilitätsleistungen) diskutiert. Nachfolgend werden zunächst die Chancen und Risiken dargestellt und anschließend der Rechtsrahmen entsprechend der neuen Elektrizitätsbinnenmarktverordnung und Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinie sowie deutschem Recht untersucht. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Frage, inwieweit eine Ausnahme vom Grundsatz marktbasierter Engpassmanagements wegen der Gefahr strategischen Bietverhaltens der Marktteilnehmer gerechtfertigt ist (Weyer et al., 2019).

Auf Netzführungsseite stehen KI-basierten Monitoringmaßnahmen bzw. einem durch KI unterstützten Einspeisemanagement allenfalls investive Hürden entgegen. Die Bundesnetzagentur lehnt jedoch seit 2015 die Einführung direkt engpassorientierter, variabler Netzentgelte (und damit faktisch ein KI-gestütztes Engpassmanagement) ab, da eine engpassorientierte Bepreisung überlasteter Netzabschnitte *„in vermaschten Elektrizitätsnetzen kaum praktikabel“* sei (vgl. BNetzA, 2015a).

Ein Ausweg aus diesem regulatorischen Dilemma könnte der verstärkte prospektive und prognostische Einsatz algorithmenbasierter Systeme für den Netzbetrieb sein, der schon im Vorhinein dabei hilft, Engpässe gar nicht erst auftreten zu lassen. Sowohl für die optimierte Einsatzplanung von Erzeugungsanlagen als auch für den optimierten Netzbetrieb werden (teilweise sensible) Sensordaten, Wetterdaten sowie Strompreiszeitreihen verarbeitet. Hier gelten die in der allgemeinen Bewertung der AF beschriebenen regulatorischen Anforderungen an Datenerhebung und Datenverarbeitung. Soweit die Daten personenbezogen sind, ist die DSGVO einschlägig und zu beachten.

### Überblick und Bewertung

Grundsätzlich könnte eine KI in Form von Algorithmen auf Preisveränderungen automatisch reagieren. Dafür müssten aber zunächst Preissignale zugelassen bzw. variable Netzentgelte über einen flächendeckenden Einsatz von iMSys ermöglicht werden.

Im Bereich der Netzbewirtschaftung bzw. in Verbindung mit der Zählerstandsgangmessung wäre dies mithilfe von iMSys künftig technisch möglich. Somit könnten sich bspw. PV-Anlagen mittels KI optimal auf Wind und Sonneneinstrahlung ausrichten oder auch Preiszeitreihen marktlich prognostiziert werden, was eine Engpassplanung auch netzseitig unterstützen würde. Allerdings lehnt die BNetzA die Einführung engpassorientierter variabler Netzentgelte ab, weswegen auch Speicher nicht netzdienlich/die Infrastruktur unterstützend geplant werden und ihr infrastrukturopotenzial nicht ausschöpfen können. Aus diesem Grund wird die Umsetzbarkeit der beiden genannten Beispiele insgesamt (a) im Bereich der Einsatzplanung als mittel, (b) für die direkte Engpassbewirtschaftung im Netz als niedrig bewertet.

Im Zuge des raschen Zubaus von EEA wird Flexibilität im Netz immer relevanter, weshalb auch eine stärker marktbasiertere Ausgestaltung des Engpassmanagements diskutiert wird. Diese wird durch den Einbau von iMSys, welche eine Anlagensteuerung über CLS/Steuerbox zulassen, tatsächlich differenziert möglich. Das MsbG ist in dieser Hinsicht eher ein Enabler, als dass es negativen Einfluss auf das AF hätte. In der Niederspannung haben sich durch § 14a EnWG entnahmeseitig bereits vor der Reform Möglichkeiten zur Bepreisung auf Netzseite eröffnet. Sollten engpassorientierte Netzentgelte nicht möglich werden, würden durch einen Einsatz von KI im Bereich der Engpassvermeidung immerhin Potenziale gehoben. Das Umsetzungspotenzial des Anwendungsfelds Betriebsoptimierung wird jedoch insgesamt (also für marktliche und netzdienliche Einsätze) aus regulatorischer Sicht als mittel eingestuft.



Abbildung 40: Regulatorische Bewertung Betriebsoptimierung

## Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

Für das AF müssen zunächst die Kosten bzw. Preise und die technischen Daten von Speichertechnologien und Optionen zur Netzengpassbehebung in eine KI eingepflegt werden. Das Training des Modells ist ähnlich angelegt wie bei den Anwendungsfeldern „Prognose“ und „Betriebsoptimierung“, verläuft allerdings über einen längeren Zeitraum.

Unter Planung kann man „*das vorausschauende Setzen von Zielen und gedankliche Vorwegnehmen der zu ihrer Verwirklichung erforderlichen Verhaltensweisen*“ (vgl. Wolff et al., 2010) verstehen. Allerdings fällt es, neben Vorbehalten gegenüber der staatlichen Planung („*Anmaßung von Wissen*“, Hayek, 2014), schwer, alle Planungsvorgänge unter einen einheitlichen Begriff zu fassen. Dies gilt umso mehr, als sich die Planung häufig über mehrere Stufen erstreckt. So bildet die Bedarfsplanung im Infrastrukturrecht nur den ersten Schritt der Planung, an die sich die Verwirklichungsplanung anschließt (Schmitt, 2015). Begrifflich ist die Planung im Netzausbau in jedem Fall trägerneutral. Vor allem die geforderte Stärkung der Öffentlichkeitsbeteiligung erschwert die Zuordnung zu privaten Akteuren. Deutlich wird das etwa im Falle der Bundesfachplanung, die hoheitlich von der Bundesnetzagentur zu verantworten ist, wegen des Antragserfordernisses aber häufig als private Planung der ÜNB missverstanden wird. Dies ist aber schon wegen der nötigen starken Öffentlichkeitsbeteiligung nicht der Fall (Franzius, 2015b). Gemeinsames Kennzeichen aller Planungen ist grundsätzlich der Gemeinwohlbezug (Franzius, 2018).

In Anwendungsfall a) soll eine KI auf Basis der Preisprognose verschiedener Märkte bzw. Einsatzgebiete und Gebotsstrategien die Wirtschaftlichkeit verschiedener Technologien *erkennen* und daraus optimale Investitionen unter den gegebenen Rahmenbedingungen *folgern*. Zu den hier zu betrachtenden Aspekten gehört die Verknüpfung von Planung und Regulierung. Das beginnt mit der Frage, inwieweit sich das vielfach unionsrechtlich geforderte Regulierungsermessen nach dem Vorbild des Planungsermessens konzipieren lässt, drohen darüber doch die Unterschiede zwischen den Regelungsansätzen eingeebnet zu werden (Kersten, 2010).<sup>79</sup> Es setzt sich in der Einsicht in den vorgeflichen Charakter der Planung fort, was die Frage aufwirft, ob ein intelligentes Regulierungsregime eine Alternative zur Planung darstellt oder nicht gerade umgekehrt planungsrechtliche Vorgaben erfordert.<sup>80</sup> Das Recht der Energiewende hat schließlich die hybriden Erscheinungsformen wie die Netzentwicklungsplanung nach §§ 12 a ff. EnWG hervorgebracht (Franke, 2013). Die Bestätigung durch die Bundesnetzagentur ist nicht nur eine Regulierungsentscheidung, sondern bildet zugleich die erste Stufe der Bedarfsplanung, die erst mit dem Bundesbedarfsplangesetz und der Planrechtfertigung durch den demokratisch legitimierten Gesetzgeber final abgeschlossen wird (Wißmann, 2014).<sup>81</sup>

Von einer Planung der Winderzeugung kann nur in eingeschränktem Sinne die Rede sein. Längst wird eine für das Gelingen der Energiewende problematische Asymmetrie zwischen der detaillierten Netzausbauplanung und der „freien“ Investitionsentscheidung des Betreibers von WKA beobachtet (Hermes, 2014/Krawinkel, 2012). Sicherlich gibt es für diese Anlagen raumplanerische Vorgaben, insbesondere die Vorrang- und Eignungsplanung nach § 35 Abs. 3 S. 3 Baugesetzbuch<sup>82</sup>. Diese beziehen sich jedoch lediglich auf den Standort der Anlage, ohne die Netzausbaukosten in den Blick zu nehmen. Während Investitionen der ÜNB planungsrechtlich eingerahmt sind, fehlt es auf der vorgelagerten Erzeugungsebene an geeigneten planungsrechtlichen Vorgaben. Darunter leidet auch die regulierungsrechtliche Steuerung der Windenergie.

<sup>79</sup> Ebenfalls Durner, 2011: S. 429 f.; differenzierend Eifert, 2010: S. 460 f., 482 f.

<sup>80</sup> Zur Verknüpfung am Beispiel der vertragsärztlichen Bedarfsplanung nach §§ 99 ff. SGB V vgl. Franzius, 2012: S. 56 f.

<sup>81</sup> Kritisch dazu Köck, 2016: S. 588 ff.

<sup>82</sup> Neufassung durch Bek. V. 03.11.2017/ 3634.

Gerade der Wechsel in der EEG-Förderung von der Preissteuerung zum Ausschreibungsmodell verlangt aber den Einsatz von Planungsinstrumenten. Soll das regulierungsrechtliche Ausschreibungsmodell flächendeckend zur wettbewerblichen Bestimmung der Förderhöhe zum Einsatz kommen, setzt dies im Grunde eine Bedarfsplanung für EEG-Anlagen voraus, die von staatlicher Seite mehr erfordert, als dies bislang der Fall gewesen ist (Franzius, 2015a).<sup>83</sup>

Nach *Franzius* ist grundsätzlich zu überlegen, ob die Reduzierung der Förderung ein Weg zu einer besseren Koordinierung der beiden Ebenen sein kann. Denn das Grundproblem bleibt bestehen: Während es im Falle der Netzplanung kaum noch möglich ist, sie wegen der „Systemverantwortung“ der ÜNB als private Planung auszuweisen, die über die behördliche Bestätigung nur noch nachvollzogen werden müsste, gilt für die Erzeugung anderes. Denn auch eine Begrenzung der Förderung kann nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Anlagenbetreiber die Luft oder oder/das Land als Gemeinschaftsgut für die Energieerzeugung „kostenlos“ nutzt und Strom auch dort produzieren kann, wo er hohe Netzausbaukosten verursacht, die nicht von ihm, sondern von der Allgemeinheit getragen werden. Dies könnte über eine Veränderung des Regulierungsregimes im EEG-Recht korrigiert werden, wobei sich jedoch die Frage nach dem Maßstab stellt, der – so die These dieses Beitrags – nicht allein dem Regulierungsrecht, sondern einer vorgelagerten Planung entnommen werden müsste (Franzius, 2018).

In dem vom Bundesforschungsministerium geförderten Projekt „ALICE“ wird erforscht, wie bspw. Wind- oder Gasturbinen aus ihren eigenen Betriebsdaten lernen können. Das Projekt hat zum Ziel, dass Anlagen wie Offshore-Windparks oder Gaskraftwerke sich künftig mithilfe von KI selbstständig optimal an wechselnde Umwelt- und Lastbedingungen anpassen können. Hierfür verwendet werden könnten die Betriebsdaten der Anlagen, die Angaben über Schwingungen, Vibrationen, Windgeschwindigkeiten, Temperaturen und den Ausrichtungswinkel der Rotoren liefern. All diese Informationen werden in Windparks mehrmals pro Minute von Sensoren an den Windrädern erfasst (BMBF, 2019). Das Projekt befasst sich also mit der operativen bzw. kurzfristigen Planung mithilfe von KI.

In Anwendungsbeispiel b), der Planung der Netzinfrastruktur, soll eine KI auf Basis der Lastflussprognose verschiedene mögliche Szenarien und deren Wirtschaftlichkeit zur Netzengpassbehebung in verschiedenen Netzabschnitten *erkennen* und eine optimale Investition zur Netzengpassbehebung *folgern*. Gem. § 12 EEG müssen NB auf Verlangen der Einspeisewilligen ihre Netze unverzüglich entsprechend dem Stand der Technik optimieren, verstärken und ausbauen, um die Ermöglichung der Abnahme, Übertragung und Verteilung des Stroms aus EE oder Grubengas sicherzustellen. Der NB ist bei Kapazitätsmängeln also verpflichtet, sein Netz bedarfsgerecht auszubauen, um dauerhaft die Fähigkeit des Netzes zur Befriedigung der Nachfrage nach Übertragung von Elektrizität sicherzustellen. Diese vom tatsächlichen Bedarf abhängige Ausbaupflichtung steht unter dem Vorbehalt der wirtschaftlichen Zumutbarkeit.<sup>84</sup>

Die Zunahme an EE sowie die zunehmende Elektromobilität führen zu einer erhöhten Belastung des Stromnetzes. Die Verteilnetze müssen daher zur Erfüllung der neuen Anforderungen in bestimmten Bereichen verstärkt und umgerüstet werden. Das Frankfurter Start-up Venios hat eine KI-basierte Softwarelösung zur Planung, Optimierung und Steuerung elektrischer Verteilnetze entwickelt. Auch die Geospin GmbH hat ein intelligentes Prognosemodell auf Basis selbstlernender Algorithmen entwickelt, welches deutschlandweit für jeden Standort die zu erwartende Auslastung eines Ladepunktes berechnen kann.

<sup>83</sup> Mehr dazu siehe Fehling, 2014: S. 319. Zum Instrument der Bedarfsplanung siehe Köck et al., 2017. Zum Vorschlag eines „Energiewende-Grundsatzplans“ siehe Schmidtchen 2014: S 126 f.

<sup>84</sup> §§ 11 Abs. 1, 12 Abs. 3 EnWG.

Dies ermöglicht das Treffen einer optimalen Standortauswahl und die Maximierung der Auslastung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Das Prognosemodell greift hierfür auf historische Ladevorgänge an circa 6.000 Ladepunkten in deutschen Städten und im ländlichen Raum sowie auf über 800 zusätzliche Geodatenquellen zurück (Geospin, 2020).

Aktuell bestellt der ÜNB beim VNB einen „Fahrplan“ im Sinne einer netzknotenscharfen Gesamtenergiemenge, die der VNB in das Übertragungsnetz einzuspeisen oder aus ihm zu entnehmen hat. Dadurch kann insbesondere die Herausforderung von Rückspeisungen von der Verteilnetz- auf die Übertragungsnetzebene in erzeugungsstarken oder lastschwachen Zeiten gemeistert werden. Die Umsetzung obliegt dem VNB. Seitens der VNB wird allerdings vertreten, dass ihre in § 14 EnWG normierte unterstützende Rolle nicht mehr ihrer tatsächlichen Verantwortung entspricht. Daher sollte ordnungspolitisch eine gleichberechtigte Rollenverteilung unter Erweiterung der Eigenständigkeit des VNB bei der Systemführung normiert werden. Die Dezentralisierung der Energiewende würde unter diesen Umständen zu weitestgehend autarken Verteilnetzen führen. Zu den damit verbundenen erweiterten Aufgaben gehören auch ein eigenständiges Engpassmanagement, ein eigenständiger Versorgungswiederaufbau, die Spannungshaltung sowie ein physischer Bilanzausgleich zwischen Lasten und Einspeisungen im Verteilnetz. Diese Aufgaben können nur durch den VNB wahrgenommen werden, da nur dieser Kenntnis über Netztopologie, Schaltzustände sowie aktuelle Lastflüsse und Lastflussprognosen im Verteilnetz besitzt (E-Bridge, 2016). Bei ihrer Erledigung können algorithmenbasierte Systeme unterstützen: Im Verteilnetz kann positive Regelleistung auf Erzeugerseite nahezu ausschließlich durch EE- und KWK-Anlagen erbracht werden. Die Vorlaufzeiten der Ausschreibungen in den Regelleistungsmärkten stellen wegen der meteorologischen Unsicherheiten ein regulatorisches Hemmnis (auch für den Einsatz von KI) dar (Agora Energiewende, 2014). Sie wurden daher 2017 in einer ersten Etappe verkürzt, wobei sich die BNetzA weitere Verkürzungen ausdrücklich vorbehalten hat (BNetzA, 2017a, 2017b).

Zur Verhinderung der Abschaltung von EE-Anlagen erscheint die Ausdehnung der Möglichkeiten des VNB für den Erwerb marktbasierter Flexibilität auf regionalen Flexibilitätsmärkten überlegenswert. Diese präventive Maßnahme würde – in Abgrenzung zur Regelennergie – keine gegenwärtige Gefährdung der Elektrizitätsversorgung i. S. d. § 13 IV EnWG voraussetzen. Der marktbasierter Erwerb würde zudem im Wege bilateraler Vereinbarungen erfolgen, die oftmals einen gegenüber der ausgeschriebenen Regelennergie kostengünstigeren Flexibilitätserwerb ermöglichen können.

Mit § 14a EnWG hat der Gesetzgeber 2011 einen vielversprechenden Ansatz für eine intelligente Netzsteuerung im Bereich der Verteilnetze normiert. Die Steuerung ist nach Ansicht des Gesetzgebers unter anderem erforderlich, da das Niederspannungsnetz durch ein „gleichzeitiges Aufladen einer Mehrzahl von Elektromobilen an Leistungsgrenzen gebracht werden kann“ (vgl. Deutscher Bundestag, 2011). Durch die Norm soll somit die Gesamteffizienz des Energiesystems erhöht werden. Der Energieversorger EnBW testet aktuell in seinem Modellversuch „Flexibler Wärmestrom“ Quotierungen zur Verhinderung von Gleichzeitigkeitseffekten. Das Projekt wird als Mittel zur Modernisierung des § 14a EnWG aufgefasst (Agora Energiewende, 2017). Zu beachten ist dabei, dass § 14a EnWG die Marktrollen von VNB und weiteren Stakeholdern (insbesondere Lieferanten) nicht klar definiert. Dies wird Aufgabe der Ausgestaltung der Rechtsverordnung zur Konkretisierung der Norm sein. Denn Steuerung und Verteilfunktion können technisch am zuverlässigsten vom VNB selbst ausgeführt werden (Danner et al., 2015).

Die Dezentralisierung der Energiewende erfordert ein aktives Netzmanagement des VNB, zu dem EE-Anlagen und steuerbare Lasten einen wichtigen Beitrag leisten. Eine Steuerung durch den ÜNB droht hingegen einen Zielkonflikt mit der Dezentralisierung der Energiewende hervorzurufen. Sofern verschiedene NB um die gleiche Flexibilität konkurrieren, könnte ein unkoordinierter Abruf durch den ÜNB einen Engpass auf Verteilnetzebene verursachen. Vorzugswürdig erscheint daher, dass der ÜNB lediglich seinen Bedarf an den VNB adressiert, die konkrete Einsatzentscheidung aber beim VNB verbleibt, mithin der VNB das Verteilnetz als „Kraftwerk“ reguliert (Steinkamp, 2017). In regulatorischer Hinsicht weist das „Winterpaket“ der EU-Kommission zutreffend auf das erhebliche Verringerungspotenzial der Netzkosten durch eine stärkere Nutzung lokaler Flexibilitätsressourcen hin (EK, 2016). Im Rahmen des Förderprogramms „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ kann ein VNB bei der Beschaffung von ab- und zuschaltbaren Lasten – entgegen § 13 VI i. V. m. § 14 Abs. S. 1 EnWG – auf die Einrichtung einer gemeinsamen Internetplattform aller VNB verzichten.<sup>85</sup> Durch die §§ 39j, 88d EEG wurde die Bundesregierung zu Innovationsausschreibungen für besonders netz- und systemdienliche Anlagen ermächtigt. Dabei soll eine netzdienliche Optimierung der Flexibilität gefördert werden.<sup>86</sup> Die Gesetzesbegründung nennt zur netzdienlichen Optimierung neben der Flexibilisierung der Erzeugungsseite auch die Verbrauchsseite (Schäfer-Stradowsky et al., 2018).

### Überblick und Bewertung

Die Dezentralisierung der Energiewende erfordert ein aktives Netzmanagement des VNB, zu dem EE-Anlagen und steuerbare Lasten einen wichtigen Beitrag leisten. Dies resultiert aus der Verpflichtung des Netzbetreibers, bei Kapazitätsmängeln sein Netz gem. § 11 EnWG bedarfsgerecht auszubauen, um die Leistungsfähigkeit des Netzes dauerhaft sicherzustellen und die Nachfrage nach Übertragung von Elektrizität zu befriedigen. Ein flexibles Netz könnte zur Verringerung von Netzausbaukosten beitragen. Die Bundesregierung fördert durch Innovationsausschreibungen gem. §§ 39j und 88d EEG die netzdienliche Optimierung der Flexibilität. Mit § 14a EnWG hat der Gesetzgeber bereits im Jahr 2011 einen vielversprechenden Grundstein für eine intelligente Netzsteuerung im Bereich der Verteilnetze gelegt, der noch weiter ausgebaut werden muss. Die Steuerung ist unter anderem erforderlich, da das Niederspannungsnetz bspw. durch ein gleichzeitiges Aufladen mehrerer Elektrofahrzeuge lokal an seine Leistungsgrenzen gebracht werden könnte. Durch die Norm soll somit die Gesamteffizienz des Energiesystems erhöht werden. Auch auf diesem Feld spricht grundsätzlich nichts gegen den Einsatz von KI, der auch bereits erfolgt.

Werden im Prozess Verbrauchsdaten (wie Stromverbrauchsdaten) in einem algorithmenbasierten System gespeichert, muss die KI, die u. a. für die Datenverarbeitung eingesetzt wird, den Anforderungen aus §§ 21, 22 MsbG genügen. Regulatorische Anforderungen aus dem EnWG, dem EEG u. a. unterstützen eine intelligente Planung des Netzengpassmanagements eher, als Hürden hierfür zu bilden. Das regulatorische Umsetzungspotenzial des AF wird daher als hoch eingestuft.

<sup>85</sup> § 5 SINTEG-Verordnung.

<sup>86</sup> § 88d Nr. 3c EEG; Lülisdorf (2019)

## Regulatorische Bewertung

# Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

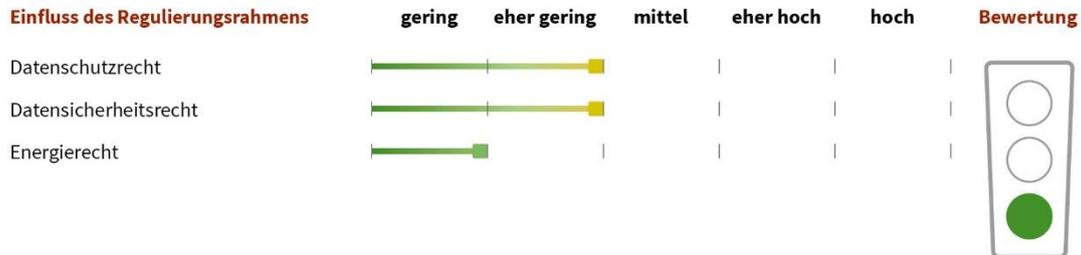


Abbildung 41: Regulatorische Bewertung Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

### Predictive Maintenance

Ziel dieses AF ist die bedarfsgerechte Planung von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, basierend auf erhobenen Produktions- und Anlagedaten, Last- und Wetterdaten, geografischen Daten und Instandhaltungsdaten. Zunächst müssen vor Ort Sensoren bei bestimmten Assets (in Netz und Erzeugung) installiert und in Roboter/Drohnen investiert werden. Eine weitere Vorarbeit besteht darin, Daten bisheriger Wartungen (planmäßig und außerplanmäßig) zu erheben und aufzuarbeiten sowie Satellitendaten und sonstige relevante Sekundärdaten einzukaufen. Die KI kann dann auf der Grundlage von Vergangenheitswerten Auffälligkeiten der Assets *erkennen* und bedarfsgerechte Wartung zur deren Behebung *folgern*.

Die verschiedenen hier zum Einsatz kommenden Technologien haben unterschiedliche regulatorische Rahmenbedingungen. Satellitendaten eröffnen vielfältige Möglichkeiten für hilfreiche technische Anwendungen – von der Routenplanung über die Wettervorhersage und die Umweltbeobachtung bis zum Katastrophenschutz. Die Kompetenz hierzu ist in einem Mehrebenensystem zwischen den Kompetenzträgern, namentlich der Europäischen Union sowie dem Bund und den Ländern aufgeteilt. Die Zuweisung der Kompetenz entscheidet darüber, wer richtiger Adressat eines Anspruchs auf die Freigabe von Satellitendaten ist (Martini et al., 2014). Das nichtstaatliche Betreiben von Satelliten oder anderen Erdfernerkundungssystemen durch Deutsche oder von Deutschland aus bedarf nach dem Satellitendatensicherheitsgesetz<sup>87</sup> der Genehmigung.

Über einen Remote-Zugang kann z. B. der Maschinenhersteller beim Betreiber der Anlage Zugriff auf Daten erlangen, die durch den Betrieb der Anlage/des Geräts anfallen. Dies können Maschinen- und Produktionsdaten oder auch Daten zu Umwelteinflüssen auf die Anlage und zur Steuerung der Anlage sein, die von einem Server des Herstellers beim Betreiber ausgelesen und z. B. in eine Private Cloud des Herstellers übermittelt werden. Dort können die Daten insbesondere mit algorithmenbasierten Systemen ausgewertet werden. Der Hersteller kann dann via App sehr zeitnah etwa aktuellste Produktionsdaten für Mitglieder des Managements des Betreibers zur Verfügung stellen. Die beim Betreiber gesammelten Daten sowie deren Auswertung können auch über Industrial-IoT-Plattformen verschiedener Hersteller für den Betreiber abrufbar gemacht werden. Auf diese Weise erhält der Betreiber bspw. für Predictive Maintenance Hinweise zum Stand des Verschleißes. Über die Sensorik und die Auswertung der gewonnenen Daten erhält der Betreiber zudem Informationen zu Optimierungsmöglichkeiten bei der Anlagensteuerung, z. B. zu möglichen Umwelteinwirkungen

<sup>87</sup> Gesetz zum Schutz vor Gefährdung der Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland durch das Verbreiten von hochwertigen Erdfernerkundungsdaten (Satellitendatensicherheitsgesetz, SatDSiG), BGBl. 2007 I, S. 2590.

wie Staub, Hitze, Feuchtigkeit, Erschütterungen oder Problemen des Untergrunds, auf dem die Anlage installiert ist. Akut eintretende Verschleiße können frühzeitig erkannt werden, ebenso wie Störungen, die für den Betreiber nicht offensichtlich sind. Auch eine Überwachung und Regelung bestimmter Steuerungseinstellungen durch den Hersteller selbst beim Betreiber wird über die Technik ermöglicht.

Wenn hierbei nicht von vorneherein datenschutzrechtlich sichergestellt ist, dass die vom Hersteller bereitgestellten Auswertungen auch nicht in Teilen auf Personen rückführbar sind, bedarf es einer Klärung, ob diese Problematik vermieden werden kann.<sup>88</sup> Sollte dies nicht möglich sein, ist eine Datenschutz-Folgenabschätzung gem. Art. 35 DSGVO erforderlich. So kann es etwa sein, dass die Daten für den Hersteller keinen Einzelpersonen oder Personen und Gruppen zugeordnet werden können, die Auswertungen jedoch für das Management des Betreibers eine zeitnahe Leistungskontrolle der die Anlage bedienenden Mitarbeitenden ermöglichen (Mantz et al., 2017). Die Auswertungen bei den Remote-Services bilden eine Auftragsverarbeitung i. S. v. Art. 28 DSGVO, die wegen ihrer Ausführlichkeit gesondert vertraglich zu regeln ist. Die als Remote-Services angebotenen Auswertungen beruhen wie auch das Benchmarking auf KI-unterstützten Analyse-Tools, möglicherweise auch auf einem Deep Learning aus den Daten und den daraus entwickelten Algorithmen. Software ebenso wie KI-Algorithmen bergen stets das Risiko von bei Vertragsabschluss noch nicht bekannten Fehlern (Lachenmann, 2017). Die Folgen solcher Fehler können bei einer Produktion erhebliche Mangelfolgeschäden beim Betreiber auslösen, etwa über die falsche Einschätzung möglicher Produktionsvolumina durch den Betreiber bei der Annahme von Aufträgen oder eine unzutreffende Einplanung von Lieferzeiten. Gleiches trifft auf falsche Störungsmeldungen des Herstellers an den Betreiber zu, ebenso wie auf unzutreffende Verschleißmeldungen. Solche Mangelfolgeschäden bilden ein gesteigertes Haftungsrisiko für den Hersteller und gleichzeitig ein substanzielles Problem für den Betreiber. Diese Problematik trifft bei vom Hersteller durchgeführten technischen Regelungen des Betriebs der Anlage beim Betreiber noch einmal verstärkt zu (Habel, 2018).

Eine weitere regulatorische Herausforderung besteht in der Frage, ob und unter welchen Umständen der Predictive Maintenance Service ausreichend gegen Cyberangriffe geschützt ist, denn die fortschreitende Digitalisierung birgt auch hier neue Angriffsflächen. So rückt – nicht nur in Bereichen sogenannter kritischer Infrastruktur<sup>89</sup> und der NIS-Richtlinie<sup>90</sup> – die Frage der Sicherheit in den Mittelpunkt. In diesem Zusammenhang sind auch erhöhte Ansprüche an die interne IT-Infrastruktur und cyberphysischen Systeme zu stellen, um eine missbräuchliche Verwendung oder Manipulation der Daten oder Bauteile zu vermeiden. Um Angriffen bereits im Vorfeld begegnen zu können, müssen „State of the Art“-Security-Systeme implementiert und regelmäßig aktualisiert werden. Die Frage, ob der maßgebliche Stand der Technik im Falle eines Angriffs gewahrt wurde oder ob es sich um ein sogenanntes „Zero-Day-Event“ handelt, muss im Einzelfall beurteilt werden und dürfte in einem entsprechenden gerichtlichen Verfahren umfangreiche Sachverständigengutachten erfordern.

<sup>88</sup> Siehe dazu auch Art. 32 Abs. 1 DSGVO.

<sup>89</sup> Kritis-VO i. V. m. den Sicherheitskatalogen der BNetzA: IT-Sicherheitskatalog für Betreiber von Strom- und Gasnetzen (August 2015) sowie IT-Sicherheitskatalog für Betreiber von Energieanlagen, die nach der Kritisverordnung als „Kritische Infrastruktur“ bestimmt wurden und an ein Energieversorgungsnetz angeschlossen sind (Dezember 2018).

<sup>90</sup> vgl. § 8 a BSIG; RL 2016/1148/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2016 über Maßnahmen zur Gewährleistung eines hohen gemeinsamen Sicherheitsniveaus von Netz- und Informationssystemen in der Union.

Zudem sind Fälle denkbar, in denen die Anbieter von Predictive Maintenance auch die technischen und organisatorischen Maßnahmen i. S. v. Art. 32 DSGVO umsetzen müssen. Die im Rahmen des Predictive Maintenance gesammelten Daten können dazu führen, dass eine bestimmte Person identifiziert werden kann, womit es sich um personenbezogene Daten im Sinne der DSGVO handelt. Bspw. könnte über die Daten eines Messpunkts im Wartungsbereich bestimmter Mitarbeitender Rückschlüsse auf deren Leistungsqualität und Leistungsquantität gezogen werden (sogenanntes *behavioral tracking*; Faber et al., 2018), was wiederum arbeitsrechtliche Fragen aufwirft.<sup>91</sup>

## Überblick und Bewertung

Die Auswertung der über Sensorik gewonnenen Daten verschafft dem Betreiber Informationen zu Optimierungsmöglichkeiten bei der Anlagensteuerung. Beim Einsatz von Sensorik ist es jedoch erforderlich, darauf zu achten, dass die Auswertung der Informationen keine personenbezogenen Daten enthält.<sup>92</sup> In Fällen, in denen dies nicht gewährleistet werden kann, bedarf es einer Datenschutz-Folgeabschätzung gem. Art. 35 DSGVO. Die betreffenden Auswertungen können auch durch einen Auftragsverarbeiter<sup>93</sup> durchgeführt werden. Da algorithmenbasierte Systeme ein Fehlerrisiko bergen, sind zudem zwingend haftungsrechtliche Regelungen zu treffen. Um eine weitestmögliche Datensicherheit zu gewährleisten, müssen technische und organisatorische Maßnahmen getroffen werden, Predictive Maintenance Services ausreichend gegen Cyberangriffe zu schützen. In diesem Zusammenhang ist auch die Erfüllung entsprechender Ansprüche an die interne IT-Infrastruktur und cyberphysischen Systeme sicherzustellen, wofür Security-Systeme zu implementieren und regelmäßig zu aktualisieren sind. Bei diesem AF sind also im Vorhinein einige vertragsrechtliche Regelungen und Regelungen zur Datensicherheit besonders zu beachten. Daher wird der Einfluss der DSGVO als mittel eingestuft. Aus regulatorischer Sicht ist die Umsetzbarkeit des Falls dennoch als hoch einzustufen, da die DSGVO keine zwingenden Hürden und keine Knock-out-Kriterien enthält.

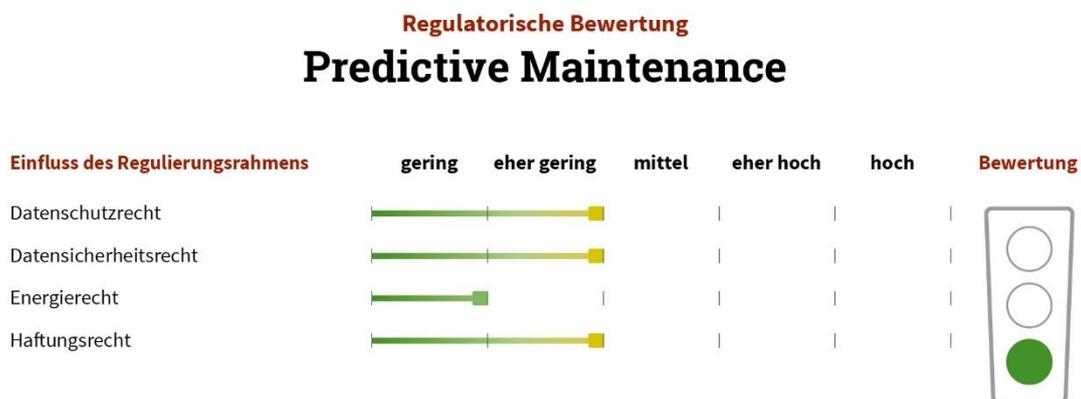


Abbildung 42: Regulatorische Bewertung Predictive Maintenance

<sup>91</sup> Vgl. dazu das Betriebsverfassungsgesetz, § 87 Abs. 1 Nr. 6, nach dem Einrichtungen zur Leistungs- und Verhaltenskontrolle von Arbeitnehmern sowohl bei ihrer Einführung als auch bei ihrer Anwendung in Deutschland der Mitbestimmungspflicht des Betriebsrates unterliegen.

<sup>92</sup> Art. 32 DSGVO.

<sup>93</sup> Art. 28 DSGVO.

## Wartung, Reparatur und Rückbau

Dieses AF dient zum einen der Unterstützung bei der Reparatur von Anlagen in Form von Problemdiagnosen oder Informationsbereitstellung (virtuell) und zum anderen der physischen Umsetzung der Arbeiten durch Drohnen und Roboter. Für einen Einsatz von Drohnen im AF muss die Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten beachtet werden. Demnach bedarf der Betrieb einer Erlaubnis, wenn bestimmte Gewichte<sup>94</sup> überschritten werden, die Entfernung weniger als 1,5 km von Wohngebieten oder Flugplätzen beträgt sowie bei Nacht.<sup>95</sup> Keine Erlaubnis wird benötigt, wenn der Betrieb durch Behörden oder unter deren Aufsicht stattfindet. Sofern der Betrieb nicht durch oder unter Aufsicht einer Behörde erfolgt, ist er zudem über und in einem seitlichen Abstand von 100 m zur Begrenzung von Anlagen der Energieerzeugung und -verteilung untersagt, sofern der Betreiber der Anlage dem Betrieb nicht ausdrücklich zugestimmt hat.<sup>96</sup> Verantwortliche Behörde für die Erteilung der Erlaubnis ist die örtlich zuständige Luftfahrtbehörde.<sup>97</sup> Steuerer von Drohnen mit einer Startmasse von mehr als 2 kg müssen auf Verlangen außerdem Kenntnisse in der Anwendung und der Navigation der Fluggeräte, den einschlägigen luftrechtlichen Grundlagen sowie der örtlichen Luftraumordnung nachweisen.<sup>98</sup>

Datengrundlage für den Einsatz von KI für Wartung, Reparatur und Rückbau sind Sensordaten sowie Audio- und Bilddaten. Die Übertragung von Handbüchern, dokumentierten Problemfällen und deren Lösung sowie sonstigem relevanten Wissen über Assets in eine standardisierte Datenbasis ist die notwendige Vorarbeit. Jede Anlage liefert heutzutage große Mengen an Sensorwerten und Messdaten. Jedoch wird es erst durch die intelligente Analyse dieser Werte möglich, Erkenntnisse zu gewinnen und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Die KI kann in diesem Zuge aktuelle Probleme *erkennen* und einen bestehenden Lösungsansatz, adaptiert auf den aktuellen Sachverhalt, *folgern*. Die DSGVO hat nur dann Einfluss auf das AF, wenn beim Speichern der Wartungs- bzw. Reparatur- oder Rückbauaktivitäten auch personenbezogene Daten verwendet werden. In diesem Fall gelten die in Kapitel 3.3.1 genannten Regelungen zur Erhebung und Verarbeitung von Daten.

Auch in diesem AF ist, wie bei der Predictive Maintenance insbesondere die IT-Sicherheit bzw. die Sicherheit cyberphysischer Systeme (nach IT-Grundschutz<sup>99</sup>) zu beachten. Nach *Djeffal* (2019) bestehen die besonderen Herausforderungen für die IT-Sicherheit darin, dass KI nach heutigem Stand eine emergente Technologie ist, weswegen sich die Auswirkungen auf die IT-Sicherheit erst im Laufe der weiteren Entwicklung zeigen werden.<sup>100</sup> Dies betrifft im Speziellen die technische Ebene, hier soll der IT-Grundschutz zumindest das wichtigste Überblickswissen vermitteln. Aus der Perspektive der Organisationsicherheit und des IT-Grundschutzes ist es dabei von entscheidender Bedeutung, vor allem die Interaktionen zwischen Mensch und Maschine in den Blick zu nehmen. Diese werden z. B. relevant bei Sprach- und Bilderkennung, denn diese erlauben eine direkte und automatisierte Interaktion der Maschine mit Menschen. Ferner ist zu erwarten, dass insbesondere die Definition der Schadprogramme zukünftig noch stärker auf KI-gestützte Anwendungen zurückgreifen wird. Dies potenziert die Möglichkeiten von KI-getriebenen IT-Systemen ebenso wie die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen.

<sup>94</sup> Bei mehr als 5 kg Startmasse oder sofern die Masse des Treibsatzes mehr als 20 g beträgt (§ 21a Abs. 1 Nr. 1, 2 der Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten; veröffentlicht im BGBl, Jahrgang 2017, Teil I Nr. 17, ausgegeben zu Bonn am 6. April 2017).

<sup>95</sup> § 21 a Luft-VO.

<sup>96</sup> § 21b Abs. 1 Nr. 3 Luft-VO.

<sup>97</sup> § 21 c Luft-VO.

<sup>98</sup> § 21a Abs. 4 Luft-VO.

<sup>99</sup> Als IT-Grundschutz bezeichnet die Bundesverwaltung eine vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik entwickelte Vorgehensweise zum Identifizieren und Umsetzen von Sicherheitsmaßnahmen der unternehmenseigenen Informationstechnik (BSI, 2017)

<sup>100</sup> Diesbezügliche Forschungsfragen und eine Forschungsagenda in dieser Hinsicht formulieren etwa (Amodei et al., 2016)

Denn diese beziehen sich dann nicht mehr nur auf die Systemsicherheit, sondern auch auf den Umgang mit der Technik. Diese und weitere Fragen stellen große Herausforderungen für den IT-Grundschutz dar, gleichzeitig bergen sie auch die Chance, KI-Technologien bereits in einem frühen emergenten Stadium entlang der Werte der IT-Sicherheit gesellschaftsverträglich zu erforschen und zu entwickeln. Insofern kann es dem IT-Grundschutz gelingen, nicht nur mit den technischen Entwicklungen Schritt zu halten, sondern diese auch durch selbst gesetzte Standards mitzugestalten (Djeffal, 2019).

Grundsätzliche Anforderungen an Wartungs- und Instandhaltungsprozesse ergeben sich aus § 3 Abs. 2. EnEG<sup>101</sup> i. V. m. § 11 Abs. 3 EnEV<sup>102</sup>. Komponenten mit wesentlichem Einfluss auf den Wirkungsgrad der Anlagen sind demnach vom Betreiber regelmäßig zu warten und instand zu halten. Für die Wartung und Instandhaltung ist Fachkunde, also der Besitz der zur Wartung und Instandhaltung notwendigen Fachkenntnisse und Fertigkeiten (auch im Hinblick auf das Funktionieren einer KI) erforderlich.

### Überblick und Bewertung

Für die Unterstützung der Reparatur von Anlagen durch KI in Form von Problemdiagnose oder Informationsbereitstellung gelten die gleichen Bestimmungen wie im AF Predictive Maintenance. Auch hier müssen besonders Regelungen zur IT- und Datensicherheit beachtet werden (v. a. Art. 32 DSGVO). Das Datenschutzrecht hat demnach einen mittleren Einfluss auf das AF.

Grundsätze zur Wartung und Instandhaltung enthält das Energieeinsparungsgesetz (v. a. § 3 Abs. 2 EnEG) i. V. m. der Energieeinsparverordnung (u. a. § 11 Abs. 3 EnEV). Werden für die Arbeiten Drohnen eingesetzt, ist ferner die Luftverkehrsordnung (Luft-VO) einzuhalten. Demnach muss der Betrieb einer Drohne über und in einem seitlichen Abstand von 100 m von der Begrenzung von Anlagen der Energieerzeugung und -verteilung durch eine Behörde oder in deren Aufsicht erfolgen oder aber eine Zustimmung der Betreiber der Anlage eingeholt werden. Der Einfluss des EnEG sowie der EnEV ist aber als gering einzustufen, da diese lediglich Grundsätze zur Wartung und Instandhaltung festlegen und keine konkreten Anforderungen enthalten. Das regulatorische Umsetzungspotenzial des AF wird daher als hoch eingestuft.



Abbildung 43: Regulatorische Bewertung Wartung, Reparatur und Rückbau

<sup>101</sup> Energieeinsparungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 01.09.2005 (BGBl. I S. 2684), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 04.07.2013 (BGBl. I S. 2197).

<sup>102</sup> Energieeinsparverordnung vom 24.07.2007 (BGBl. I S. 1519), zuletzt geändert durch Art. 3 der Verordnung vom 24.10.2015 (BGBl. I S. 1789).

## Sicherheitsmaßnahmen

Unter dem AF Sicherheitsmaßnahmen wird die Identifikation und Abwehr feindlicher Eingriffe zum einen in der physischen Welt (bspw. durch die Auswertung von Kameraüberwachungen) und zum anderen in der virtuellen Welt (Cybersicherheit) zusammengefasst. Der Fokus liegt dabei auf den kritischen Infrastrukturen, d. h. solche mit Systemrelevanz, bspw. im Netz oder bei großen Erzeugungsanlagen.

Cybersicherheit bezeichnet alle Tätigkeiten, die notwendig sind, um Netz- und Informationssysteme, die Nutzer solcher Systeme und andere von Cyberbedrohungen betroffene Personen zu schützen<sup>103</sup>, wobei Cyberbedrohung einen möglichen Umstand bezeichnet, ein mögliches Ereignis oder eine mögliche Handlung, der/das/die Netz- und Informationssysteme, die Nutzer dieser Systeme und andere Personen schädigen, stören oder anderweitig beeinträchtigen könnte.<sup>104</sup>

### Praxisbeispiel: EnBW SafePlaces – automatische Erkennung von Gefahrensituation aus Videodateien

Mittels künstlicher Intelligenz detektiert EnBW SafePlaces Gefahrensituationen und vermeidet dadurch Schädigungen bereits während oder vor ihrer Entstehung – egal ob im öffentlichen Raum, bei Baustellen oder Liegenschaften. Die hier praktizierte Interpretation heterogener Sensorinformationen (visuell oder akustisch) geht weit über eine einfache Videoüberwachung hinaus und ermöglicht eine zielgenaue Identifikation auffälliger Situationen. Der Datenschutz und die Wahrung der Persönlichkeitsrechte werden durch Anonymisierung sichergestellt<sup>105</sup>.

Im Gesetzgebungsprozess für die DSGVO wurde diskutiert, ob das Ergreifen von Cybersicherheitsmaßnahmen als ein berechtigtes Interesse des Verantwortlichen im Gesetz verankert werden soll.<sup>106</sup> Zur Begründung wurde angeführt, IT-Sicherheit müsse als ein berechtigtes Interesse eingeordnet werden, durch das die Verarbeitung bestimmter Daten gerechtfertigt sei und das horizontal auf die gesamte DSGVO Anwendung finde (EP, 2013).<sup>107</sup> Auch der EuGH hat in seiner *Breyer*-Entscheidung festgehalten, dass Verantwortliche ein berechtigtes Interesse daran haben können, „die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit“ ihrer Dienste „über ihre konkrete Nutzung hinaus zu gewährleisten“<sup>108</sup>. Letztlich hat sich der Unionsgesetzgeber dafür entschieden, anstelle eines Katalogs einzelner Verarbeitungssituationen eine allgemeine Formulierung in die DSGVO aufzunehmen und Cybersicherheit im Sinne des Schutzanliegens der Netz- und Informationssicherheit in Erwägungsgrund 49 zu verschriftlichen (Ueberfeldt, 2018). Dieser bezieht sich konkret auf die „Verfügbarkeit, Authentizität, Vollständigkeit und Vertraulichkeit“ der gespeicherten und übermittelten Daten. Dies kann als Bezugnahme auf technische und organisatorische Maßnahmen verstanden werden, da in Art. 32 DSGVO in diesem Zusammenhang eine ähnliche Terminologie verwendet wird. Damit ist Art. 32 DSGVO zusammen mit Erwägungsgrund 49 zu lesen. Technische und organisatorische Maßnahmen sollen sich in diesem Zusammenhang am „Stand der Technik“ orientieren.<sup>109</sup> Dies zwingt zur Berücksichtigung der dynamischen Einbindung der Cyberrisiken (BSI, 2017) und macht deutlich, dass Maßnahmen der Datensicherheit, darunter auch Cybersicherheitsprodukte, der technischen Entwicklung anzupassen sind (Jandt, 2018).

<sup>103</sup> Art. 2 Nr. 1 Verordnung über die ENISA und über die Zertifizierung der Cybersicherheit von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT).

<sup>104</sup> Art. 2 Nr. 8 Verordnung über die ENISA und über die Zertifizierung der Cybersicherheit von IKT

<sup>105</sup> Weitere Informationen: <https://www.enbw.com/infrastruktur/sicherheitsinfrastruktur/geschaeftskunden/produkte/safeplaces>

<sup>106</sup> Siehe etwa die Begründung für Amendment 886, vorgeschlagen von Alexander Navaro, Nadja Hirsch in 2012/0011 (COD), Amendments (3) 886 - 1188.

<sup>107</sup> Begründung zu Amendment 892, vorgeschlagen von Monika Hohlmeier in 2012/0011 (COD), Amendments (3) 886 - 1188.

<sup>108</sup> EuGH, Urt. v. 19.10.2016 – C-582/14 (Breyer/Deutschland), NJW 2016, 3579 (3582).

<sup>109</sup> Art. 32 Abs. 1 DSGVO.

Mit dem Begriff „Stand der Technik“ wird der rechtliche Maßstab für das Erlaubte oder Gebotene an die Spitze der Prioritätenliste der technischen Entwicklung verlagert, da die allgemeine Anerkennung und die praktische Bewährung allein für den Stand der Technik nicht ausschlaggebend sind.<sup>110</sup> Durch die Bezugnahme auf den Stand der Technik – im Gegensatz zu den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ – wird auf eine Anerkennung der technischen Verfahren verzichtet und die Zeit zwischen technischer Neuentwicklung und Durchsetzung verkürzt (Seibel, 2013). Der hier geforderte Stand der Technik setzt also eine ständige Verbesserung, Weiter- oder sogar Neuentwicklung der technischen Maßnahmen voraus, um ein angemessenes Schutzniveau zu gewährleisten; dies umso mehr, je stärker die Cyberrisiken ansteigen (Ueberfeldt, 2018).

### Überblick und Bewertung

Die Sicherheit der Informationstechnologie wird als ein berechtigtes Interesse gesehen, um Daten, insbesondere auch personenbezogene Daten, zu erheben und weiterzuverwenden. Auch bei einer Kameraüberwachung in der physischen Welt dürfen also Daten verarbeitet werden, solange die in Kapitel 3.3.1 genannten Grundsätze der Datenerhebung und Verarbeitung eingehalten werden. Cybersicherheitsprodukte (auch auf Basis von KI) in der virtuellen Welt müssen technisch so weit entwickelt und zugeschnitten sein, dass sie den Anforderungen zur Sicherheit der Datenverarbeitung aus Art. 32 DSGVO gerecht werden. Demnach sind zwar einige Regulierungen des Datenschutzes und vor allem der Datensicherheit zu beachten, die durchaus leichte Hürden bedeuten können. Sie sollten aber keinesfalls Knock-out-Kriterien für den Einsatz künstlicher Intelligenz für Sicherheitsmaßnahmen in der physischen und virtuellen Welt darstellen. Damit wird der Einfluss der DSGVO als mittel eingestuft, was eine Umsetzung aus regulatorischer Sicht – mit einem gewissen Aufwand – nicht ausschließt.

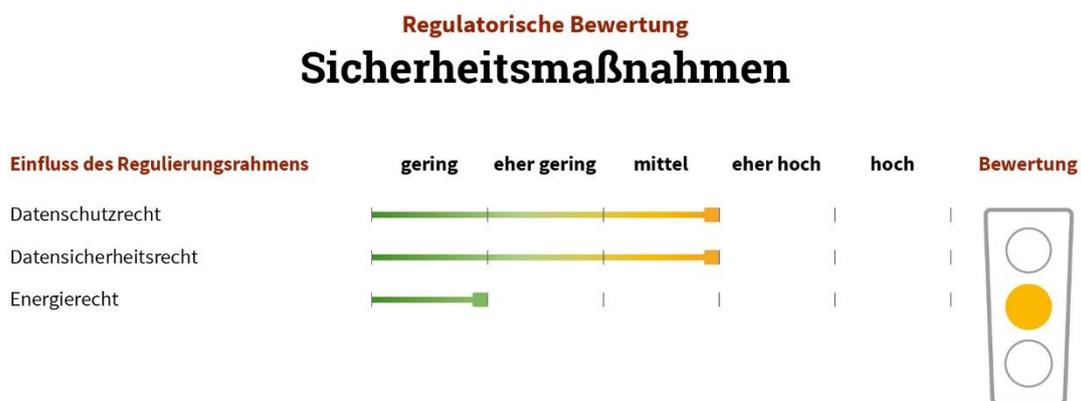


Abbildung 44: Regulatorische Bewertung Sicherheitsmaßnahmen

<sup>110</sup> Vgl. BVerfG, Beschluss vom 08.08.1978 – 2 BvL 8/77, NJW 1979, 359 (362); siehe zur europäischen Definition des „Standes der Technik“ Artikelgesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz vom 27.07.2001 (BGBl I, 1950); BT-Drs. 14/4599, S. 82, 125, 147.

### Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

Die Anwendung von KI kann Prosumer und andere aktive Verbraucher dabei unterstützen, ihre Eigenversorgung zu erhöhen oder über die Interaktion mit dem Netz und dem Markt zusätzliche Erträge zu generieren. Die Anwendungen sind hier ähnlich wie bei den Feldern Prognosen, Betriebsoptimierung und Bestandsoptimierung. Eigenversorgung ist gem. § 3 Nr. 19 EEG der Verbrauch von Strom, den eine natürliche oder juristische Person im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit der Stromerzeugungsanlage selbst verbraucht, wenn der Strom nicht durch ein Netz geleitet wird und diese Person die Stromerzeugungsanlage selbst betreibt. Ein hoher Automatisierungsgrad mithilfe von KI erlaubt die Bereitstellung der dem Anwendungsfeld zugrundeliegenden Anwendungsfälle für den Verbraucher. Zunächst müssen dafür Investitionen in Sensoren im Haushalt getätigt und Verträge zur Datenübermittlung (inkl. Zugriffsrechte des Serviceanbieters) geschlossen werden. Hier gelten die Grundsätze für die Verarbeitung (z. B. Art. 5 DSGVO) und – sofern verarbeitete Daten an ein Drittland oder eine internationale Organisation übermittelt werden – für die Übermittlung personenbezogener Daten Art. 44 der DSGVO.

Eine Möglichkeit zur Legitimation der Verarbeitung personenbezogener Daten im Rahmen algorithmenbasierter Systeme ergibt sich aus Art. 6 Abs. 1 S. 1 DSGVO (Vertragserfüllung; Europäischer Datenschutzausschuss, 2019). Danach ist eine Verarbeitung zulässig, soweit sie für die Erfüllung eines Vertrags, dessen Vertragspartei die betroffene Person ist, oder zur Durchführung vorvertraglicher Maßnahmen, die auf Anfrage der betroffenen Person erfolgen, erforderlich ist. Unter einem Vertrag im Sinne der Vorschrift ist jedes vertragliche Schuldverhältnis zu verstehen (Plath, 2018). Dabei muss die betroffene Person selbst Partei des Vertrags sein. Ein Vertrag, der allein zwischen dem Verantwortlichen und einem Dritten besteht, reicht zur Rechtfertigung der Datenverarbeitung folglich nicht aus. Nicht zwingend erforderlich ist dagegen, dass der Verantwortliche ebenfalls Vertragspartei ist (Albers et al., 2018/Plath, 2018). Die Vorgabe, dass die Datenverarbeitung zur Vertragserfüllung erforderlich sein muss, bedeutet nicht, dass sie unverzichtbar im Sinne einer absolut zwingenden Notwendigkeit sein muss (Buchner et al., 2018/Schulz, 2018). Hingegen ist es ausreichend, wenn unter Berücksichtigung der Interessen aller Beteiligten keine zumutbare und gleichermaßen geeignete Alternative besteht, um den Vertragszweck ohne oder mit einem geringeren Umfang an Datenverarbeitung zu realisieren.<sup>111</sup> Ob die Datenverarbeitung diesen Kriterien nach zur Vertragserfüllung erforderlich ist, ist anhand objektiver Kriterien festzustellen (Europäischer Datenschutzausschuss, 2019/Buchner et al., 2018). Zu prüfen ist dafür, ob ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Datenverarbeitung und dem konkreten Zweck des Vertrags steht (Albrecht et al., 2016). Welchen Zweck der Vertrag verfolgt, ist dabei anhand des objektiven Empfängerhorizonts zu ermitteln (Albrecht et al., 2016).<sup>112</sup> Dabei gilt es, den Kern, d. h. das spezifische Charakteristikum der vom Verantwortlichen angebotenen Leistung zu identifizieren (Europäischer Datenschutzausschuss, 2019/Buchner et al., 2018). Eine Erforderlichkeit wird man in jedem Fall dann bejahen können, wenn der Vertrag ohne die Verarbeitung der betreffenden Daten nicht erfüllbar ist. Ist die Datenverarbeitung dagegen lediglich zweckdienlich oder nützlich, wird es oftmals an der Erforderlichkeit zur Vertragserfüllung fehlen (ebd.). So kann allein das Ziel eines besseren Services, günstigerer Preise, einer schnelleren Abwicklung, höherer Kundenzufriedenheit oder der Zurverfügungstellung bedarfsgerechter Angebote auf Basis personalisierter Informationen eine Erforderlichkeit i. S. v. Art. 6 Abs. 1 S. 1 DSGVO nicht ohne Weiteres begründen (Buchner et al., 2018/Heberlein, 2018). Derartige Zielsetzungen lassen sich in der Regel eher über die Rechtsgrundlage „berechtigter Interessen“ nach Art. 6 Abs. 1 S. 1 DSGVO oder eine Einwilligung nach Art. 6 Abs. 1 S. 1 DSGVO rechtfertigen (Klar, 2019).

<sup>111</sup> Mehr dazu siehe Europäischer Datenschutzausschuss, 2019: S. 7; vgl. auch Buchner et al., 2018.

<sup>112</sup> Mehr dazu siehe Schulz, 2017.

Mithilfe von Sensoren können also Bewegungsdaten des betrachteten Haushalts erhoben und aufgearbeitet werden. Zudem müssen Wetterdaten zugekauft (vgl. AF Prognosen, Betriebsoptimierung) und technische Daten der PV-Anlage und des Speichers ermittelt werden. Algorithmusbasierte Systeme können daraufhin Zusammenhänge bspw. zwischen der vergangenen PV-Produktion und den zugekauften Wetterdaten sowie vergangene Regelmäßigkeiten der Bewegungsdaten im zeitlichen Verlauf *erkennen* und Verhaltensmuster *folgern*. Dies könnte bspw. eine Zuordnung einzelner Kunden zu ähnlichen Kundengruppen sein. Einen speziellen „Kundendatenschutz“ sieht die DSGVO ebenso wenig vor wie die bisherigen Rechtsnormen, also die DSRL<sup>113</sup> und das BDSG. Vor dem Datenschutzgesetz sind mit Ausnahme der besonderen Regeln für Beschäftigte (§ 32 BDSG a. F. bzw. § 26 BDSG) alle Personen gleich. Besondere Erlaubnistatbestände, die wie Art. 6 Abs. 1 S. 1 DSGVO ein Vertragsverhältnis voraussetzen, gelten gleichermaßen für Kunden, Lieferanten und andere Vertragspartner. In der Wirtschaft sind freilich (potenzielle) Kunden die interessanteste Personengruppe, und hier bilden die Endkunden, also meist Privatpersonen, sowohl bezüglich ihrer Masse als auch ihrer datenschutzrechtlichen Kritikalität eine Gruppe, die besonderer Behandlung bedarf. Kundendatenschutz besteht zunächst aus dem Schutz der Daten über bestehende oder ehemalige Kunden. Im weiteren Sinne zählen dazu auch Daten potenzieller Kunden. Die Schutzwürdigkeit bezieht sich auf das Sammeln von Daten, z. B. über die Selektion von Kundengruppen, das auf Werbung, Vermarktung und Verkauf ausgerichtete Erstellen pseudonymisierter Nutzerprofile von Website- und App-Nutzern nach § 15 Abs. 3 TMG bzw. Art. 8 Abs. 1, 9 und 10 der kommenden ePVO, wie z. B. Tracking und Retargeting, das Ausspielen und Auswerten von Werbekampagnen an Individuen nebst dem Adresshandel sowie die umfangreiche Verwendung der gewonnenen Daten einschließlich der Anreicherung durch zusätzliche Daten („Big Data“; Koreng et al., 2018). Die KI berechnet aus den so generierten Daten verschiedene Speicherladeoptionen bezogen auf die Zielgröße im kommenden Optimierungszeitraum (*erkennen*) und kann eine optimale Ladestrategie *folgern*.

### Überblick und Bewertung

Die Verarbeitung personenbezogener Bewegungsdaten im Haushalt im Rahmen algorithmenbasierter Systeme kann durch die sogenannte Vertragserfüllung gem. Art. 6 Abs. 1 DSGVO legitimiert werden. Danach kann eine Verarbeitung, sofern sie erforderlich und die betroffene Person Teil des Vertrags ist, zulässig sein. Ausreichend für die Zulässigkeit ist es, wenn unter Berücksichtigung der Interessen aller Beteiligten keine geeignete Alternative besteht, um den Vertragszweck ohne oder mit einem geringeren Umfang an Datenverarbeitung zu realisieren. Ist die Datenverarbeitung lediglich zweckdienlich oder nützlich, kann die notwendige Erforderlichkeit zur Vertragserfüllung fehlen. Können die über die Sensoren erfassten Daten mittels vertraglich geregelter Zugriffsrechte des Servicetechnikers übermittelt werden, so kann die KI ähnliche Bewegungsdaten und Verhaltensmuster im Haushalt *erkennen* und dadurch bspw. Kunden verschiedenen Kundengruppen zuordnen. Ein spezieller Kundendatenschutz existiert in der DSGVO nicht.

Der Einfluss der Regulierung auf das AF Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher wird somit insgesamt als gering eingestuft, daher ist das regulatorische Umsetzungspotenzial für die Anwendungsbeispiele als hoch anzusehen.

---

<sup>113</sup> EU-Datenschutzrichtlinie (EU-DSRL): Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Oktober 1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr.

## Regulatorische Bewertung

# Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

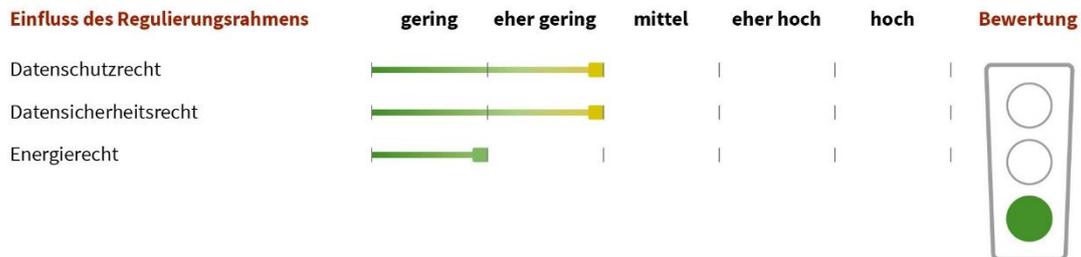


Abbildung 45: Regulatorische Bewertung Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

### Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

Ziel dieses Anwendungsfelds ist eine Ausgestaltung von speziell auf den Kunden bzw. die Kundengruppe zugeschnittenen Marketingmaßnahmen und Produkten.

Art. 22 Abs. 1 DSGVO trifft Aussagen zu automatisierten Entscheidungen:

*„Die betroffene Person hat das Recht, nicht einer ausschließlich auf einer automatisierten Verarbeitung – einschließlich Profiling – beruhenden Entscheidung unterworfen zu werden, die ihr gegenüber rechtliche Wirkung entfaltet oder sie in ähnlicher Weise erheblich beeinträchtigt.“<sup>114</sup>*

Dies gilt nicht, wenn die Entscheidung entweder mit ausdrücklicher Einwilligung der betroffenen Person erfolgt oder für den Abschluss oder die Erfüllung eines Vertrags zwischen der betroffenen Person und dem Verantwortlichen erforderlich ist. Unter Profiling versteht man *„jede Art der automatisierten Verarbeitung personenbezogener Daten, die darin besteht, dass diese personenbezogenen Daten verwendet werden, um bestimmte persönliche Aspekte, die sich auf eine natürliche Person beziehen, zu bewerten, insbesondere um Aspekte bezüglich Arbeitsleistung, wirtschaftliche Lage, Gesundheit, persönliche Vorlieben, Interessen, Zuverlässigkeit, Verhalten, Aufenthaltsort oder Ortswechsel dieser natürlichen Person zu analysieren oder vorherzusagen“*.<sup>115</sup> Das Profiling unterliegt den Vorschriften der DSGVO für die Verarbeitung personenbezogener Daten, wie etwa den rechtlichen Grundlagen für die Verarbeitung oder den Datenschutzgrundsätzen. Der durch diese Verordnung eingerichtete Europäische Datenschutzausschuss kann diesbezüglich weitere Leitlinien herausgeben.<sup>116</sup>

Art. 22 Abs. 1 DSGVO setzt voraus, dass eine Entscheidung vorliegt, die ausschließlich auf einer automatisierten Verarbeitung personenbezogener Daten (einschließlich Profiling) beruht. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass Art. 22 Abs. 1 DSGVO in vielen Fällen gar nicht einschlägig ist (Dreyer et al., 2018), weil aktuell noch meist eine menschliche Einflussnahme involviert ist (Martini, 2018) – auch wenn der Mensch dem von der KI ausgegebenen Output in der Praxis regelmäßig folgen wird oder sich in seiner abschließenden Entscheidung in erheblichem Umfang davon leiten lässt. Ungeachtet dessen kommen gerade im Bereich des Online-Marketings ohnehin immer häufiger automatisierte Tools zum Einsatz.<sup>117</sup>

<sup>114</sup> Siehe dazu auch § 37 BDSG

<sup>115</sup> Art. 4 Nr. 4 DSGVO.

<sup>116</sup> Vgl. Erwägungsgrund 72 zur DSGVO.

<sup>117</sup> Vgl. Art. 29 Datenschutzgruppe, Leitlinien zu automatisierten Entscheidungen im Einzelfall einschließlich Profiling, WP251rev.01, S. 24, zuletzt überarbeitet und angenommen am 06.02.2018.

Laut *Gausling* wird zukünftig eine abschließende menschliche Beurteilung immer weiter an Relevanz verlieren und eine Bewertung auf Grundlage von Art. 22 Abs. 1 DSGVO entsprechend weiter zunehmen (Gausling, 2019). Hat eine Form der Verarbeitung, insbesondere im Falle der Verwendung neuer Technologien wie KI, ein hohes Risiko für die Rechte und Freiheiten von Personen zur Folge, so muss der Verantwortliche – mithilfe des Datenschutzbeauftragten, sofern benannt – vorab eine Abschätzung der Folgen der vorgesehenen Verarbeitungsvorgänge für den Schutz personenbezogener Daten durchführen. Dies gilt besonders bei der Bewertung persönlicher Daten für Profiling-Maßnahmen.<sup>118</sup>

Häufige findet KI in Form von Chatbots oder digitalen Assistenten Verwendung. Zur Erfüllung der Informationspflichten gem. Art. 13 DSGVO gilt es hier zunächst, den User bereits zu Beginn des Chats bzw. bereits vor der Nutzung des digitalen Assistenten über Zweck und Umfang der Verarbeitung seiner personenbezogenen Daten zu informieren. Dies muss gem. Art. 12 Abs. 1 DSGVO in präziser, transparenter, verständlicher und leicht zugänglicher Form in einer klaren und einfachen Sprache erfolgen. Bei einem Chatbot empfiehlt es sich daher, im Chat selbst in einer sehr einfachen Form auf die Verarbeitung personenbezogener Daten hinzuweisen und die Datenschutzbestimmungen zu verlinken, die die erforderlichen Informationen enthalten. Bei digitalen Assistenten müssen diese Informationen ebenfalls vor der Verarbeitung personenbezogener Daten und damit idealerweise schon vor der Installation des digitalen Assistenten bereitgestellt und über die zugehörige App bzw. Webseite verfügbar gehalten werden (Gausling, 2019).

### Überblick und Bewertung

Bei der Individualisierung von Produkten, insbesondere auch durch Profiling, wofür möglichst viele, vor allem auch personenbezogene Daten verwendet werden, bildet der Datenschutz die größte Herausforderung. Personen haben gem. Art. 22 DSGVO das Recht, nicht einer auf einer ausschließlich automatisierten Verarbeitung beruhenden Entscheidung unterworfen zu werden. Persönliche Daten können aber dennoch (auch für Profiling) verarbeitet werden, solange die betroffene Person ausdrücklich über Zweck und Umfang der Verarbeitung informiert und ihre Einwilligung dazu eingeholt wird. Vorab muss der Verantwortliche (ggf. mit Unterstützung durch den Datenschutzbeauftragten) eine Abschätzung der Folgen und Risiken einer Verarbeitung durchführen. Die einschlägigen Vorschriften bergen demnach einige zu erfüllende Anforderungen, stellen aber keine unüberwindliche Hürde in der Umsetzung dar. Daher wird die Umsetzbarkeit einer Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen mithilfe künstlicher Intelligenz als hoch eingestuft.



Abbildung 46: Regulatorische Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

<sup>118</sup> Art. 35 Abs. 1,2 DSGVO.

### Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

Eine intelligente Prozessautomatisierung kann in diversen Gebieten des Vertriebsgeschäfts (Kunde zu Anbieter; Anbieter zu Kunde; im Hintergrund beim Anbieter) für mehr Effizienz sorgen. Dabei geht es vor allem um repetitive, regelbasierte Prozesse mit hohen Transaktionsvolumina. Die KI-Routinen in den zur Verfügung stehenden Software-Tools können etwa durch Versuch-und-Irrtum-Logiken Regeln und Muster in den ausgeführten Prozessen *erkennen* und passen sich entsprechend an.

Das Datenschutzrecht findet auf die Datenerhebung bzw. -verarbeitung im Rahmen algorithmenbasierter Systeme nur dann Anwendung, wenn personenbezogene Daten (einschließlich pseudonymisierte Daten) Gegenstand der Verarbeitung sind. Werden dagegen lediglich anonyme Daten verarbeitet, ist das Datenschutzrecht nicht anwendbar. Insbesondere ist hier aber der Umgang mit Verbrauchsdaten wichtig. Wie bereits in Kapitel 3.3.1 beschrieben, definiert Art. 4 Nr. 2 DSGVO die Verarbeitung von Daten als jeden mit oder ohne Hilfe automatisierter Verfahren ausgeführten Vorgang oder jede solche Vorgangsreihe im Zusammenhang mit personenbezogenen Daten, wie das Erheben, das Erfassen, die Organisation, das Ordnen, die Speicherung, die Anpassung oder Veränderung, das Auslesen, das Abfragen, die Verwendung, die Offenlegung durch Übermittlung, Verbreitung oder eine andere Form der Bereitstellung, den Abgleich über die Verknüpfung, die Einschränkung, das Löschen oder die Vernichtung. Demgemäß stellt bei Energieversorgungsunternehmen auch das automatisierte Erfassen und Speichern von Messwerten zum Zweck des allgemeinen Vertriebsgeschäfts oder der Abrechnung eines Energieliefervertrags eine Verarbeitung dar. Auch die Offenlegung personenbezogener Daten von Letztverbrauchern durch deren Übermittlung an andere Marktpartner im Rahmen energiewirtschaftlicher Geschäftsprozesse, z. B. nach der Festlegung einheitlicher Geschäftsprozesse und Datenformate zur Abwicklung der Belieferung von Kunden mit Elektrizität<sup>119</sup>, ist eine Form der Verarbeitung (Bartsch, 2018).

Besonders der Bereich Accounting and Reporting Robotics bietet zahlreiche Möglichkeiten, entsprechende Prozesse mithilfe künstlicher Intelligenz effizienter, schneller und teilweise auch in höherer Qualität auszuführen. Konkrete aktuelle Anwendungsbeispiele für eine solche Automatisierung sind (Zülch et al., 2018/Diehm et al., 2018):

- Erfassung von Zu- und Abgängen materieller Vermögenswerte,
- Stammdatenerfassung,
- Abstimmung konzerninterner Salden,
- bilanzielle Erfassung von Rechnungen, Forderungen und deren Ausgleich,
- Berechnung temporärer Differenzen zwischen Steuer- und Konzernbilanzbuchwerten,
- Generierung des Anhangs,
- Sammlung und Zusammenstellung von Informationen in Form fertiger Berichte und
- rechnungslegungsbezogene Kontrollen.

<sup>119</sup> BK6-06-009 (GPKE); Beschluss der BNetzA v. 11.07.2006 wegen der Festlegung einheitlicher Geschäftsprozesse und Datenformate zur Abwicklung der Belieferung von Kunden mit Elektrizität, BK6-06-009. Die aktuellen Geschäftsprozesse werden durch Anlage 1 des Beschlusses BK6-18-032 ersetzt und sind ab dem 01.12.2019 in der abgeänderten Fassung anzuwenden.

Die automatisierten Prozesse basieren auf der Anwendung von Software-Tools wie z. B. Sage One, Fresh Books, Quick Books Online, Xero oder Sage 300 Online. Die darin enthaltenen KI-Routinen wurden in den letzten Jahren durch fortlaufende menschliche Kalibrierung verbessert und sind teilweise auch Gegenstand des ML (Beyhs et al., 2019).

Mit dem „European Single Electronic Format“ (ESEF) werden innerhalb der EU börsennotierte Unternehmen ab dem 01.01.2020 verpflichtet, ihre jährlichen Finanzberichte in einem standardisierten digitalen Berichtsformat zu veröffentlichen. Der hierfür von der EU vorgegebene technische Standard ist die „Extensible Hyper Text Markup Language“ (XHTML), in die von den betroffenen Unternehmen Daten in der Datenstruktur „Inline eXtensible Business Reporting Language“ (iXBRL) einzubetten sein werden.<sup>120</sup>

Bei dem Anwendungsbeispiel automatisierte Antworten oder Hotlines (Kontakt vom Anbieter zum Kunden) gelten ähnliche Anforderungen wie im AF Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen. Falls dabei eine rein automatisierte Datenverarbeitung stattfindet, gelten die Anforderungen des Art. 22 DSGVO. Im Chat oder einer Hotline muss hingegen auf eine Verarbeitung personenbezogener Daten hingewiesen werden, um den Informationspflichten gem. Art. 13 DSGVO und der Pflicht zur Transparenz gem. Art. 12 DSGVO nachzukommen.

Zudem ist hier auch der Umgang mit Verbrauchsdaten besonders wichtig. Sieht der dargestellte Prozess eine direkte Datenspeicherung der Stromverbrauchsdaten in einer KI vor, gelten Anforderungen aus dem MsbG. § 19 MsbG erlaubt für die entsprechenden Prozesse ausschließlich technische Systeme und Bestandteile, die den Anforderungen aus § 21 und § 22 MsbG genügen. Nach § 50 MsbG sind zum Zweck der Abrechnung sowohl der VNB als auch der Lieferant Datenumgangsberechtigte.

Zum allgemeinen Vertriebsgeschäft gehört bspw. auch ein Stromlieferantenwechsel. Dieser könnte ebenfalls über ein algorithmenbasiertes System ablaufen. Die rechtlichen Grundlagen des Stromlieferantenwechsels, der Rechnungslegung und des eigentlichen Vertrags sind hauptsächlich in §§ 20a, 40 und 41 EnWG verankert. Dabei werden die Lieferantenwechselprozesse für Strom im Detail von der BNetzA festgelegt. Die sogenannte GPKE-Festlegung, die in aktuellen und branchenüblichen Prozessstandards vom BDEW definiert wird, schreibt formal das Datenformat EDIFACT vor. Auch ein Use-Case wie die Kündigung könnte durch KI substituiert werden. Dabei ist zunächst zu beachten, dass eine unverzügliche Bestätigung des neuen Lieferanten notwendig ist, ob und zu welchem Termin eine Belieferung grundsätzlich möglich ist. Nach aktueller Rechtslage muss das Verfahren zügig abgeschlossen werden und darf drei Wochen ab Anmeldung zur Netznutzung nicht überschreiten, wenn der Belieferungsstart innerhalb von drei Wochen erfolgen muss. Auch muss ein Lieferantenwechsel für den Letztverbraucher kostenlos sein. Die Definitionen der betroffenen Geschäftsprozesse dienen der massengeschäftstauglichen Umsetzung der in § 14 StromNZV und § 38 EnWG niedergelegten gesetzlichen Vorgaben sowie aller in diesem Zusammenhang anfallenden Prozesse.

### **Überblick und Bewertung**

Werden im Rahmen der Prozessautomatisierung durch eine KI personenbezogene Daten verarbeitet (häufig betrifft dies Verbrauchsdaten, z. B. bei der Abrechnung), gelten die Anforderungen an eine Datenerhebung und -verarbeitung der DSGVO – auch für pseudonymisierte, jedoch nicht für anonymisierte Daten. Bei Prozessen vom Anbieter zum Kunden, z. B. über Chatbots oder einer Hotline, gelten ähnliche Anforderungen wie im AF Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen.

<sup>120</sup> Vgl. EU-Richtlinie 2013/50; ESMA, Final Report on the RTS on the European Single Electronic Format (2017); Henselmann et al. (2018).

Hier muss auf eine Verarbeitung personenbezogener Daten hingewiesen werden, um den Informationspflichten gem. Art. 13 DSGVO und der Pflicht zur Transparenz gem. Art. 12 DSGVO nachzukommen. Bei einem Stromlieferantenwechsel gelten bspw. die rechtlichen Grundlagen aus §§ 20a, 40 und 41 EnWG sowie die festgelegten Lieferantenwechselprozesse der BNetzA. Grundsätzlich sollen, auch bei Verwendung einer künstlichen Intelligenz, die branchenüblichen Prozessstandards (z. B. GPKE-Festlegung) und die von der BNetzA festgelegten Prozessschritte eingehalten werden.

In diesem AF ist der Einsatz von KI in diversen Prozessen möglich. Die Umsetzbarkeit ist im Einzelfall zu prüfen. Können die Regeln zu Datenschutz und Datensicherheit sowie die Festlegungen zu Prozessstandards eingehalten werden, ist das Potenzial für KI-basierte Prozessautomatisierungen enorm hoch. Aus diesem Grund wird das regulatorische Umsetzungspotenzial des AF als hoch eingestuft.

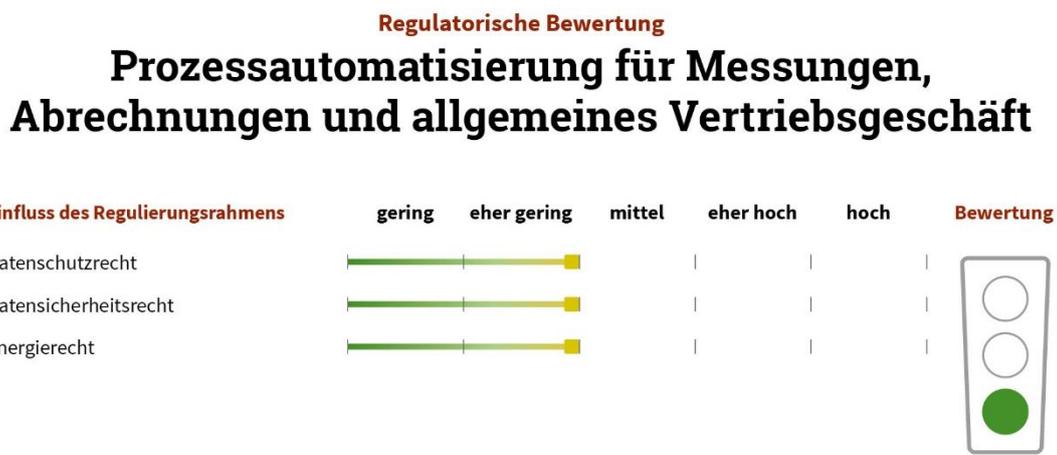


Abbildung 47: Regulatorische Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

### 3.4 Gesellschaftliche Bewertung

Den Ausgangspunkt für die hier vorgenommene gesellschaftspolitische Bewertung bilden die Ansätze auf EU-Ebene zur Berücksichtigung gesellschaftlicher Anforderungen an die KI-Regulierung. Die Europäische Kommission hat im Juni 2018 im Rahmen ihrer KI-Strategie eine hochrangige Expertengruppe (Artificial Intelligence High-Level Expert Group, AI HLEG) eingesetzt, die am 08.04.2019 Ethik-Richtlinien für die Verwendung künstlicher Intelligenz vorgestellt hat. Die AI HLEG erkennt das Potenzial von KI an, in einer Vielzahl an Sektoren nützlich zu sein, weist allerdings auch auf neue rechtliche und ethische Herausforderungen hin, die der Einsatz von KI mit sich bringt. Vor diesem Hintergrund wurden folgende wichtige Anforderungen festgelegt, die KI-Systeme erfüllen müssen, um als vertrauenswürdig zu gelten (EK, 2019b):

- Vorrang menschlichen Handelns und menschlicher Aufsicht
- Technische Robustheit und Sicherheit
- Datenschutz, Privatsphäre und Datenqualitätsmanagement
- Transparenz
- Vielfalt, Nichtdiskriminierung und Fairness
- Gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen
- Rechenschaftspflicht

Weitere Anforderungen für vertrauenswürdige KI sehen Dettling und Krüger in einem sich abzeichnenden neuen Feld des Regulierungsrechts, der KI-Regulierung (siehe Kapitel 3.3). Beim Aufbau dieses neuen Regulierungsrechts sollte insbesondere auf eine präzise Definition von KI, einem klaren Verständnis des Schutzbereichs und eine Stringenz in der Struktur geachtet werden (Dettling et al., 2019).

Auch die EU-Kommission hat in ihrer Datenstrategie bereits Grundpfeiler für gesellschaftliche Anforderungen festgelegt.<sup>121</sup> So sollen Regulierungen der EU-Mitgliedsstaaten folgende Punkte sicherstellen (EK, 2020b):

- Der Datenfluss innerhalb der EU über die Sektoren hinweg soll sichergestellt werden.
- Die europäischen Regeln und Werte, insbesondere der Schutz personenbezogener Daten, die Verbraucherschutzgesetze und das Wettbewerbsrecht, werden uneingeschränkt eingehalten.
- Die Regeln für den Zugang zu Daten und deren Nutzung sind fair, praktisch und klar, und es existieren verständliche und vertrauenswürdige Mechanismen zur Datenverwaltung. Es gibt einen offenen, aber durchsetzungsfähigen Ansatz für internationale Datenflüsse, der auf europäischen Werten basiert.

Eine Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses beschreibt eine weitere europäische Initiative zu KI, die auf die Gewährleistung eines angemessenen ethischen und rechtlichen Rahmens auf Grundlage der Werte der EU und im Einklang mit der Charta der Grundrechte der EU abzielt. Die Initiative beinhaltet Leitlinien zu bestehenden Produkthaftungsregeln, eine detaillierte Analyse aufkommender Herausforderungen und die Zusammenarbeit mit Interessengruppen im Rahmen der europäischen KI-Allianz bei der Entwicklung von KI-Ethikrichtlinien (EK, 2018).

<sup>121</sup> In ihrem White Paper on Artificial Intelligence vom 19.02.2020 verweist die EU-Kommission auch auf Regulierungsgrundsätze (S. 17): „As a matter of principle, the new regulatory framework for AI should be effective to achieve its objectives while not being excessively prescriptive so that it could create a disproportionate burden, especially for small and medium-sized enterprises. To strike this balance, the Commission is of the view that it should follow a risk-based approach.“

Die Bewertung der gesellschaftspolitischen Anforderungen setzt auf die Überlegungen der AI HLEG zu den Ethik-Leitlinien (EK, 2019a) auf und prüft anhand der sieben dort formulierten Anforderungen für vertrauenswürdige KI die gesellschaftlichen Auswirkungen von KI-Systemen. Zwei der Anforderungsbereiche wurden bereits im Rahmen der technischen bzw. regulatorischen Bewertung betrachtet. Dies sind zum einen der Datenschutz und das Datenqualitätsmanagement (siehe Kapitel 3.3) und zum anderen der Bereich technische Robustheit und Sicherheit (siehe Kapitel 3.1). Dadurch verbleiben fünf Bereiche, die nachfolgend zu vier Bewertungsindikatoren zusammengefasst werden. Die Indikatoren für die gesellschaftliche Bewertung sind:

- **Gesellschaftlicher Nutzen**
- **Transparenz und Nachvollziehbarkeit**
- **Selbstbestimmung und Autonomie**
- **Fairness und Nichtdiskriminierung**

Der **gesellschaftliche Nutzen** behandelt als erster Indikator Leitfragen zu den Auswirkungen von KI auf Nachhaltigkeit und Umwelt sowie auf soziale Interaktionen und zu möglichem weiteren gesellschaftlichen Nutzen.

Für den zweiten Indikator **Transparenz und Nachvollziehbarkeit** sind die wichtigsten Leitfragen, wie transparent die Datengrundlage jeweils dargestellt wird, welche Rückverfolgbarkeit und Rechenschaft beim Einsatz von KI gegeben ist und wie gut die Grundlage sowie die Ergebnisse der KI-Methode erklärbar sind. Aktuell entwickeln das Deutsche Institut für Normung (DIN) und die Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (DKE) in einem gemeinsamen Projekt mit dem BMWi eine Roadmap zu Normen und Standards im Bereich der künstlichen Intelligenz. Diese Roadmap soll eine Übersicht über bestehende Normen und Standards zu den wichtigsten Aspekten der KI geben und daraus Empfehlungen im Hinblick auf notwendige zukünftige Aktivitäten ableiten. Ein wichtiger Schwerpunkt des Projekts ist die Stärkung des Vertrauens in die Technologie und die angewendeten Methoden durch die Verbesserung der Nachvollziehbarkeit.

Als dritter Indikator soll die Betrachtung von **Selbstbestimmung und Autonomie** aufzeigen, in welchem Umfang Entscheidungen weiterhin durch Menschen beeinflusst werden können und ob sinnvolle Interaktionen mit der KI möglich sind. Relevant sind hier auch die Möglichkeiten zur Kontrolle der KI.

**Fairness und Nichtdiskriminierung** ist der vierte und letzte Indikator der gesellschaftlichen Bewertung. Leitfragen für diesen Indikator sind die grundsätzliche Definition des Umgangs mit Fairness innerhalb der KI sowie die Berücksichtigung von Verzerrungen bei Daten und Algorithmen, in welchem Umfang also die Untersuchung und Mitteilung von Verzerrungen möglich ist.

Weitere Schnittstellen mit den anderen Bewertungsdimensionen, etwa bezüglich der Rechenschaftspflicht (siehe Kapitel 3.3) oder des gesellschaftlichen und ökologischen Wohlergehens (siehe Kapitel 3.2), werden bei der folgenden gesellschaftlichen Bewertung nicht mehr näher betrachtet.

### 3.4.1 Allgemeine gesellschaftspolitische Bewertung aller Anwendungsfelder

#### Gesellschaftlicher Nutzen

Der Aspekt des gesellschaftlichen Nutzens durch den Beitrag zur integrierten Energiewende wurde bereits in der technischen Bewertung betrachtet. Für die gesellschaftspolitische Bewertung sind nun zusätzliche Aspekte des gesellschaftlichen Nutzens relevant. Darunter fallen Auswirkungen von KI-Anwendungen auf die Versorgungssicherheit sowie auf die Resilienz des Energiesystems (siehe Kapitel 2.2.6). Weiterer Nutzen, der sich nicht direkt ökonomisch auswirkt, entsteht durch die Partizipation von Anwendern (siehe Kapitel 2.2.7). Kritische KI-Anwendungen, die zu einem gesellschaftlichen Schaden führen oder keinen weiteren gesellschaftlichen Nutzen erbringen, wurden in den hier betrachteten Anwendungsfeldern nicht identifiziert. Die Bewertung der Anwendungsfelder bezüglich dieses Indikators ist daher meist hoch.

#### Transparenz und Nachvollziehbarkeit von KI-Anwendungen

Die Bewertung der Transparenz innerhalb der einzelnen Anwendungsfelder umfasst die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Algorithmen für die Anwender der KI. Je nach Anwender und Einsatzbereich unterscheiden sich hier die Möglichkeiten und damit auch die Bewertung der Transparenz. Anlagenbetreiber, aber auch Vermarkter und Stromhändler nutzen KI-Algorithmen zur Optimierung und sind mit diesen Werkzeugen und den genutzten Daten in der Regel sehr gut vertraut. Dies betrifft insbesondere die Anwendungsfelder der Cluster **Allgemeine Entscheidungsgrundlagen** sowie **Instandhaltung und Sicherheit**. Gleichzeitig sehen die Anwender direkt die Ergebnisse und Auswirkungen des Einsatzes der KI und können entsprechend bei Unklarheiten der Ergebnisse sofort Anpassungen an den Methoden vornehmen und Transparenz herstellen. Sie bleiben für die Ergebnisse des KI-Einsatzes verantwortlich, womit eine Rechenschaft für die Anwendung von KI-Algorithmen nachhaltig gegeben ist. In diesen Anwendungsfeldern wird die Erfüllung des Indikators daher in der Regel als hoch eingeschätzt. Für zukünftig komplexere KI-Methoden stehen bereits heute erste Ansätze und Konzepte zur Verfügung, um ihre Transparenz und Nachvollziehbarkeit über eine KI-Zertifizierung zu gewährleisten (Heesen, 2020). Insofern ist auch zukünftig eine hohe Bewertung dieses Indikators zu erwarten.

Anforderungen an die Erklärbarkeit und Nachvollziehbarkeit von KI-Algorithmen sowie die Möglichkeit, Feedback zu geben, betreffen vor allem die Entwickler von Software-Algorithmen bzw. Anwendungsfälle, in denen z. B. cloudbasierte KI-Algorithmen genutzt werden und sich die Verantwortung nicht mehr nur in einer Hand befindet (z. B. Wartungssysteme, die von Herstellern und nicht von Anlagenbetreibern betrieben werden). Um auch hier den Transparenzanforderungen gerecht zu werden, muss die KI-Anwendung auch für Nicht-IT-Experten verständlich und erklärbar sein. Software-Unternehmen bieten hierfür Werkzeuge zum leichteren Nachvollziehen der Ergebnisse an.<sup>122</sup>

Am wichtigsten sind Transparenzanforderungen im Cluster **Vertriebs- und Verbraucherservices**, da hier persönliche Daten von Endkunden genutzt werden. Anwendungsfelder, die eine vermehrte Teilhabe und auch Interaktion von Verbrauchern zum Ziel haben, müssen die Anforderungen der Transparenz erfüllen, um die Verbreitung und Umsetzung entsprechender Systeme nicht zu hemmen. Diesbezüglich wurde bereits in der DSGVO festgelegt, welche Daten in welchem Umfang verwendet werden dürfen (siehe Kapitel 3.3). Somit greifen die bestehenden Regelungen die gesellschaftlichen Anforderungen bereits auf, weshalb diese für aktuell vorhandene Anwendungen als erfüllt bewertet werden.

<sup>122</sup> Z. B. AI Explainability 360 Open Source Toolkit, online unter: <http://aix360.mybluemix.net>

Bislang erfolgt noch keine weitverbreitete Erfassung endkundenspezifischer Daten bei Haushalten, sodass die Nutzung von KI-Anwendungen und damit auch die Anforderungen an deren Transparenz nur eine vergleichsweise kleine Gruppe von Nutzern betreffen. Eine Weiterverwendung personenspezifischer Daten, die etwa auf einer anbieterneutralen Plattform durch die Kunden eigenständig eingestellt werden und dann bspw. Energieeffizienz-Dienstleistern zur Verfügung stehen, zieht zwar höhere Anforderungen an Transparenz und Nachvollziehbarkeit nach sich, ist aber im bestehenden Rechtsrahmen bereits definiert.

### **Selbstbestimmung/Autonomie**

Der Bewertungsbereich des autonomen menschlichen Handelns sowie der Sicherstellung der menschlichen Selbstbestimmung ist insbesondere im Cluster **Vertriebs- und Verbraucherservices** von größerer Bedeutung. Denn hier können KI-Methoden zu einer vereinfachten Teilhabe beitragen bzw. eigenständiges Handeln von Akteuren z. B. bei Community-Ansätzen erst ermöglichen. Die Berücksichtigung individueller Präferenzen und eine lokale Optimierung von Anwendungen sind nur möglich, wenn dies sehr kostengünstig umgesetzt werden kann. Hier bieten KI-Methoden Ansätze für eine automatisierte Umsetzung etwa von autonomen Handelsprozessen von Kleinanlagen und flexiblen Verbrauchern.<sup>123</sup>

In den Anwendungsfällen der Cluster **Allgemeine Entscheidungsgrundlagen** sowie **Instandhaltung und Sicherheit** werden KI-Methoden derzeit vor allem zur Entscheidungsunterstützung eingesetzt. Dabei werden Empfehlungen für Anlagen- oder Netzbetreiber, Stromhändler oder Wartungsteams von Anlagen gegeben. Die Selbstbestimmung bzw. Autonomie des Menschen bleibt damit erhalten. Mittelfristig ist zu erwarten, dass mit verbesserten KI-Systemen und mehr Erfahrung mit dem Einsatz von KI der Automatisierungsgrad und die Verbreitung deutlich steigen und dadurch Anforderungen an Selbstbestimmung und Autonomie eine größere Relevanz bekommen werden. Dann zu berücksichtigende Aspekte umfassen eine sinnvolle Interaktion mit KI-Systemen und die Möglichkeit, Entscheidungen zu beeinflussen und zu kontrollieren.

### **Fairness/Nichtdiskriminierung**

Fairness und Nichtdiskriminierung werden im Kontext von KI intensiv diskutiert. Mittlerweile sind bereits allgemeingültige Empfehlungen und Vorgehensweisen definiert worden, um diese gesellschaftliche Anforderung zu erfüllen.<sup>124</sup> Bei heutigen kommerziell verfügbaren Anwendungen von KI in der Energiewirtschaft spielen diese Punkte allerdings keine kritische Rolle, da KI-Methoden dort keine autonomen Entscheidungen treffen und nur entscheidungsunterstützend eingesetzt werden. Die hier bestehenden Anforderungen an Fairness und Nichtdiskriminierung müssen von den beteiligten Akteuren selbst berücksichtigt werden. Mittelfristig bestehen mit wachsenden Möglichkeiten der KI, eigenverantwortlich zu agieren, größere Potenziale für KI in der Energiewirtschaft, bspw. zur Optimierung des Netzbetriebs. Damit werden auch die Anforderungen an Fairness und Nichtdiskriminierung steigen. Hier kann auf bereits bestehende Ansätze dazu aus anderen Wirtschaftsbereichen (z. B. bei der Bonitätsbewertung oder in der Medizin) aufgesetzt werden. Auf Basis der verfügbaren Daten zum Trainieren von KI-Systemen können Instrumente der Fairness bzw. Nichtdiskriminierung implementiert werden, indem durch die Evaluation der Ergebnisse auftretende Verzerrungen identifiziert und korrigiert werden. Voraussetzung dafür ist die Definition entsprechender Anforderungen zur Fairness und deren Berücksichtigung bei der Implementierung der Daten in den KI-Methoden.

<sup>123</sup> Z. B. shineHub, digitales Energiemanagement für die Eigenversorgung, das selbstlernende Algorithmen zur Optimierung nutzt. Nähere Informationen siehe unter: [www.shine.eco/presse/vollautomatische-eigenstromproduktion-mit-shinehub/](http://www.shine.eco/presse/vollautomatische-eigenstromproduktion-mit-shinehub/)

<sup>124</sup> Z. B. AI Fairness 360 Open Source Toolkit, online unter: <https://aif360.mybluemix.net>

Diskriminierungen können nicht nur durch verzerrte Daten entstehen, die z. B. für das Trainieren von KI-Systemen genutzt werden, sondern auch durch verzerrte KI-Algorithmen, indem etwa bei Entscheidungsbaum-bäumen bestimmte Möglichkeiten nicht vorgesehen oder als mögliche Lösung implementiert sind.

Bei den Anwendungsfeldern der Cluster **Allgemeine Entscheidungsgrundlagen** sowie **Instandhaltung und Sicherheit** handelt es sich in der Regel um technische oder ökonomische Optimierungen, die auf technischen Daten aufsetzen. Die Anwendungsfelder betreffen daher keine personenspezifischen Entscheidungen, womit Fairness und Nichtdiskriminierung von geringerer Bedeutung sind. Im Cluster **Vertriebs- und Verbraucherservices** ist die Relevanz dieser Aspekte allerdings höher, da hier häufig personenspezifische Daten genutzt werden. Bei einer weiteren Verbreitung von KI-Methoden in diesem Cluster muss daher die Einhaltung der entsprechenden Anforderungen sichergestellt werden. Gleiches gilt, wenn zukünftig verstärkt KI-Methoden über cloudbasierte Plattformen genutzt werden, da sich dort die Verantwortung für die Verwendung von KI auf mehrere Akteure verteilen kann. Entwickler und Anbieter von KI-Methoden und Dienstleister, die Unternehmen bei der Anwendung von KI-Methoden unterstützen, arbeiten bereits an Tools und Management-Systemen, um dies Anforderungen der Fairness und Nichtdiskriminierung zu erfüllen.<sup>125</sup>

### 3.4.2 Gesellschaftliche Besonderheiten der Anwendungsfelder

Im Folgenden sollen die Besonderheiten der neun Anwendungsfelder hinsichtlich gesellschaftlicher Fragestellungen näher beleuchtet werden.

#### Prognosen

Prognosen stellen eine wichtige Grundlage für die Integration erneuerbarer Energien dar und können mit Hilfe von KI nochmals deutlich verbessert werden. Der kommerzielle Einsatz von KI ist hier bereits verbreitet und die Technologie wird durch verschiedene Akteure intensiv genutzt. Die Ansprüche an Transparenz sowie Fairness und Nichtdiskriminierung sind bereits heute durch die öffentliche Verfügbarkeit der genutzten Daten (u. a. Preis-, Erzeugungs- und Wetterdaten) sichergestellt. Darüber hinaus erlauben nachträgliche Auswertungen der Prognosen und deren Abgleich mit den tatsächlich eingetretenen Verläufen eine Überprüfung und somit ein direktes Feedback zur Verbesserung zukünftiger Vorhersagen. Die menschliche Selbstbestimmung wird derzeit nicht eingeschränkt, da Prognosen typischerweise lediglich zur Entscheidungsunterstützung und nicht vollständig automatisiert eingesetzt werden.

Insgesamt ergibt sich für dieses Anwendungsfeld auf Basis der Indikatoren eine hohe Erfüllung der gesellschaftlichen Anforderungen, d. h., kritische Aspekte aus gesellschaftlicher Perspektive, die eine Umsetzung erschweren oder gar Knock-out-Kriterien darstellen, bestehen nicht.

---

<sup>125</sup> Neben dem AI Fairness 360 Open Source Toolkit von IBM bieten auch Unternehmensberatungen vergleichbare Tools an, so etwa CapGemini – Perform AI (<https://www.capgemini.com/service/perform-ai/>), KPMG – AI in Control (<https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2018/12/kpmg-artificial-intelligence-in-control.html>) oder Deloittes Trustworthy AI™ framework (<https://www2.deloitte.com/us/en/pages/deloitte-analytics/solutions/ethics-of-ai-framework.html>).

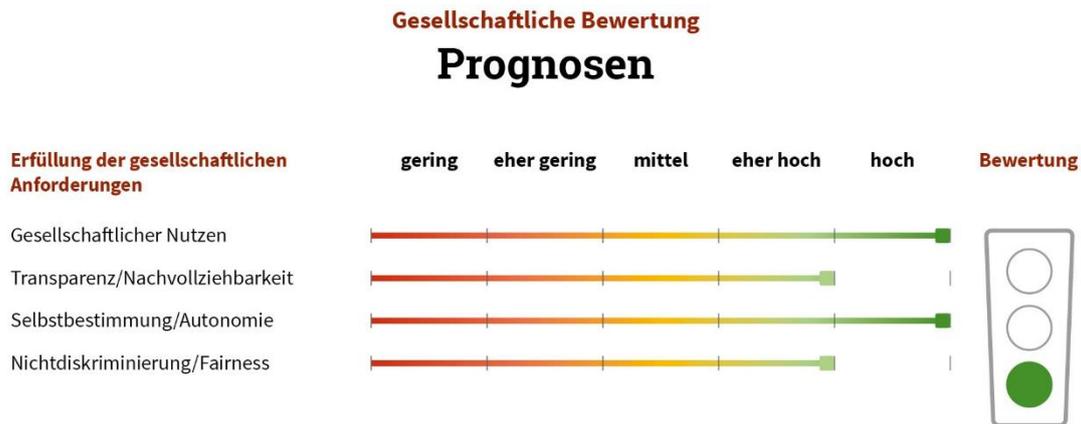


Abbildung 48: Gesellschaftliche Bewertung Prognosen

### Betriebsoptimierung in der Erzeugung und im Netz

Ein wichtiger Beitrag von KI wird im Bereich der Optimierung der Stromnetze erwartet, indem die Auslastung des Netzes erhöht und gleichzeitig Überlastungen vermieden werden. Ein weiterer Effekt ist die Vermeidung einer durch Netzengpässe verursachten Abregelung beim Einsatz von erneuerbaren Energien. Neben diesen bereits im Rahmen der technischen Bewertung betrachteten Auswirkungen kann der Einsatz von KI in diesem AF die Versorgungssicherheit erhöhen und dadurch einen zusätzlichen Nutzen generieren. Die Sammlung von Erfahrungen und Kenntnissen zu Netzzustand und -verhalten in Form von Messdaten für das Training und die Qualifizierung neuer Mitarbeitender schafft zusätzlichen gesellschaftlichen Nutzen. Auf Basis digitaler Zwillinge der Netztopologie können auch solche Erfahrungen mit dem Netzbetrieb gesammelt werden, die im realen Betrieb nur sehr selten auftreten. Auch der Schutz und die Sicherheit von Beschäftigten z. B. in der Wartung und Instandhaltung von Netzen können über das leichtere Erkennen von kritischen Zuständen oder Ausfällen verbessert werden.

KI kann die Netzbetriebsführung über das Erkennen kritischer Netzsituationen auf Basis einer Vielzahl an Netzzustandsdaten und das Ableiten entsprechender Handlungsempfehlungen für die Netzbetriebsführung unterstützen. Zukünftig ist jedoch zu erwarten, dass KI-Anwendungen auch automatisiert Betriebsoptimierungen durchführen können. Zudem werden KI-Anwendungsmöglichkeiten entwickelt, die auf eine Steuerung von Verbrauchseinrichtungen in der Niederspannung abzielen. Hier besitzt das Kriterium der Transparenz und Nachvollziehbarkeit eine größere Bedeutung, da durch die KI eigenständig Entscheidungen getroffen werden. Die Anforderungen dazu werden auf europäischer Ebene (EK, 2020a) wie auch national sehr intensiv diskutiert. Für kritische Infrastrukturen stellt die Zertifizierung von KI-Anwendungen eine geeignete und bereits viel besprochene Möglichkeit dar. Eine Differenzierung der zu zertifizierenden Anwendungen ist bspw. über eine Abstufung der Sicherheitsanforderungen, wie sie im Rahmen des Gutachtens der Datenethikkommission mit der Kritikalitätspyramide (BMI, 2019) vorgeschlagen wird, möglich. Auf diese Weise könnten auf das jeweilige AF angepasste Anforderungen definiert werden, die für KI-Anwendungen mit niedrigem Schädigungspotenzial (z. B. die Plausibilisierung von Smart-Meter-Daten) deutlich geringer ausfallen als für jene mit hohem Schädigungspotenzial (z. B. ein automatisierter Redispatch-Einsatz von Erzeugungsanlagen). Umfassende Regelungen für iMSys existieren zudem bereits im Rahmen des MsbG (siehe Kapitel 3.3).

Die Betriebsoptimierung von Erzeugungsanlagen ohne Berücksichtigung von Netzzuständen kann zu systemkritischen Zuständen führen. KI wird hier zum Erreichen stabilerer Netzbetriebszustände und einer höheren Resilienz eingesetzt. Beim Einsatz sehr komplexer KI-Methoden ist die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse häufig noch nicht gegeben.

Insofern stellt die Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit von KI auf diesem Feld ein wichtiges Forschungsthema dar, damit KI zur Steigerung der Resilienz im Netz sowie zur Optimierung des Anlagenverhaltens in verschiedenen Strommärkten genutzt werden kann. Aktuell kommerziell verfügbare und wenig komplexe Systeme dienen hingegen nur als Entscheidungsunterstützung und führen keine automatisierten Maßnahmen durch, sodass die menschliche Selbstbestimmung und Autonomie menschlichen Handelns hier nicht eingeschränkt wird (Nowak, 2020).

Bei Anlagen in der Niederspannung ist eine Zuordnung zu einzelnen Haushalten und damit zu Personen gegeben, weshalb Fragen der Fairness und Nichtdiskriminierung bei der Anwendung von KI in diesem Bereich berücksichtigt werden müssen. Die Erfüllung dieser Anforderung ist im regulatorischen Rahmen bereits angelegt, allerdings bleibt abzuwarten, wie gut sie beim Einsatz von KI-Methoden zur Betriebsoptimierung auf Haushaltsebene umgesetzt wird.

Insgesamt ergibt sich aus den Einzelindikatoren, dass die Erfüllbarkeit der gesellschaftlichen Anforderungen mit hoch zu bewerten ist.

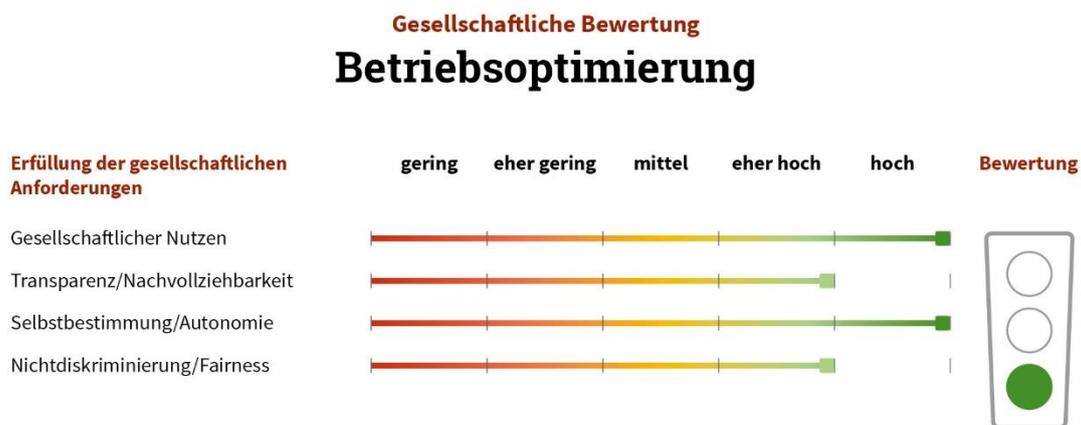


Abbildung 49: Gesellschaftliche Bewertung Betriebsoptimierung

### Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

Neben Aspekten des gesellschaftlichen Nutzens, die bei der technischen und ökonomischen Bewertung betrachtet werden (u. a. bessere Standortplanung, bedarfsgerechter Ausbau) gibt es in diesem AF weitere positive Wirkungen durch eine optimierte Auslastung und Nutzung von Netzbetriebsmitteln. Wegen des bereits erschlossenen Optimierungspotenzials im Bereich der Erzeugung über bestehende Datenerfassungssysteme (u. a. Scada-Systeme) und die Auswertung mittels nicht KI-basierten Methoden werden die zusätzlichen positiven Auswirkungen des Einsatzes von KI geringer eingeschätzt als im Netzbereich. Durch die Nutzung digitaler Zwillinge in Kombination mit einer Betriebsoptimierung lassen sich die Ergebnisse einer Bestandsoptimierung testen und validieren, ohne dass im realen System KI zum Einsatz kommt. Auf Basis der Erkenntnisse aus dem virtuellen System können dann Anpassungen am realen System vorgenommen werden.

Der Einsatz der KI erfolgt in diesem AF typischerweise durch den Anwender (Anlagenbetreiber bzw. Netzbetreiber), der die Ergebnisse der KI als Entscheidungsunterstützung nutzt. Anforderungen an Transparenz sowie Fairness und Nichtdiskriminierung spielen hier eine wichtige Rolle, um Vertrauen in die Anwendungen zu schaffen, damit die aus der KI abgeleiteten Empfehlungen auch umgesetzt werden.

Für die Umsetzung selbst sind sie jedoch nicht als kritisch einzustufen, da in der Regel keine personenbezogenen Daten zum Einsatz kommen. Auch die Entscheidungen trifft weiterhin der Mensch, sodass die menschliche Selbstbestimmung aktuell nicht beeinflusst wird.

Insgesamt ergibt sich für dieses AF auf Basis der Indikatoren eine als hoch bewertete Erfüllung gesellschaftlicher Anforderungen.



Abbildung 50: Gesellschaftliche Bewertung Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen

### Predictive Maintenance

Das AF Predictive Maintenance umfasst insbesondere die optimierte Planung von Wartungs- und Reparaturmaßnahmen und besitzt damit viele Anknüpfungspunkte an das nachfolgend betrachtete AF Wartung, Reparatur und Rückbau, welches die Umsetzung der Maßnahmen in den Fokus nimmt. Neben den Effizienzverbesserungen und ökonomischen Vorteilen, die sich durch den KI-Einsatz in diesem AF ergeben, besteht weiterer gesellschaftlicher Nutzen. Positive Auswirkungen ergeben sich bspw. auf die Sicherheit von Wartungspersonal, wenn ungeplante Reparaturen aufgrund von Ausfällen oder Störungen im Stromnetzbetrieb durch den KI-Einsatz reduziert werden. In der Regel ist das Risiko für Unfälle der Mitarbeitenden bei geplanten Wartungen deutlich geringer als bei ungeplanten Reparaturen.

Die Transparenz und Nachvollziehbarkeit sind in diesem AF dann gegeben, wenn Anwender von KI sowohl Eigentümer und Bereitsteller der Trainingsdaten sind als auch die Maßnahmenvorschläge und Ergebnisse der KI vor deren Umsetzung intensiv prüfen. Bei einer stärkeren Automatisierung von Prozessen der Predictive Maintenance können die Transparenz und Nachvollziehbarkeit für KI-Anwender jedoch zunächst geringer sein, sofern diese nicht in die Entwicklung der KI eingebunden sind. In diesem Fall stehen Werkzeuge zur Verfügung, um die Anwendung von KI als „Blackbox“ zu vermeiden und die Ergebnisse für die Anwender verständlich zu machen. Sollten für kritische Infrastrukturen zustandsbasierte Wartungskonzepte auf Basis von KI-Empfehlungen umgesetzt werden, besteht über eine Zertifizierung der KI die Möglichkeit der Herstellung von Transparenz und Nachvollziehbarkeit.

Die Selbstbestimmung wird ebenfalls mit eher hoch bewertet, da KI zur Entscheidungsunterstützung eingesetzt wird und nicht eigenständig über Menschen entscheidet. Die Aspekte Fairness und Nichtdiskriminierung sind in diesem Anwendungsfeld weniger relevant, da technische und keine personenbezogenen Daten genutzt werden. Durch eine Überprüfung der Inputdaten und der daraus abgeleiteten Empfehlungen können Diskriminierungen erkannt und korrigiert werden.

Die gesellschaftlichen Anforderungen werden auf Basis der Indikatoren in diesem Anwendungsfeld als gut erfüllbar eingestuft.

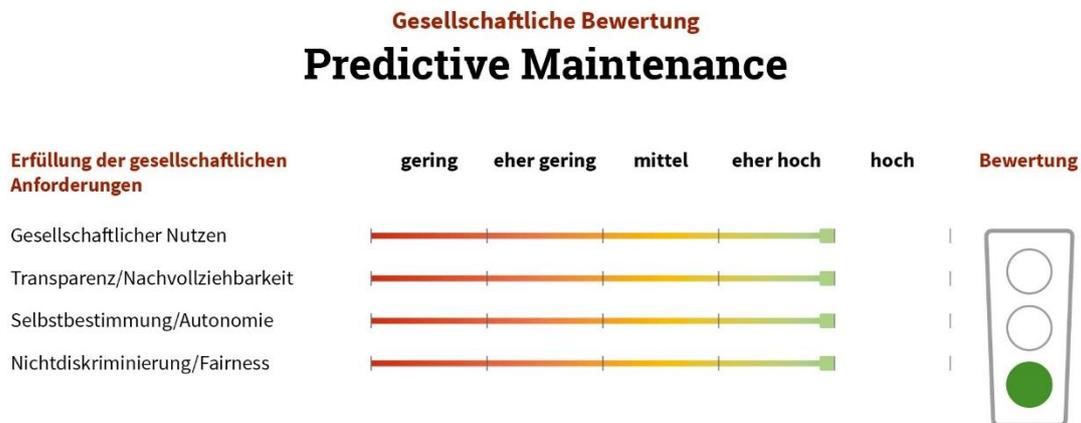


Abbildung 51: Gesellschaftliche Bewertung Predictive Maintenance

### Wartung, Reparatur und Rückbau

Ein gesellschaftlicher Nutzen entsteht in diesem AF für Wartungspersonal und Techniker durch die Erhöhung der Sicherheit über den Einsatz von KI-Anwendungen zur Unterstützung bei der Wartung. Transparenz und Nachvollziehbarkeit sind in diesem AF gegeben, da die Daten durch die Anwender bereitgestellt werden und auch die Auswertungen und Schlussfolgerungen etwa bei einer Fehlererkennung durch den Anwender selbst erfolgen. So sammeln KI-Anwender bspw. zunächst Bilder von fehlerhaften Bauteilen im Verteilnetz, die sie für die KI-basierte Fehlererkennung nutzen. Anschließend prüfen sie die Ergebnisse und Schlussfolgerungen, zu denen die KI-Methoden kommen.

Bei komplexen KI-Methoden wie etwa Expertensystemen ergeben sich Anforderungen für Software-Entwickler, die Nachvollziehbarkeit anwenderfreundlich umzusetzen. Ein Beispiel hierfür ist etwa die transparente und nachvollziehbare Darstellung der für die Klassifizierung maßgeblichen Inputdaten bei Klassifizierungsalgorithmen auf Basis von KI. Wird KI über Dienstleister oder über cloudbasierte Plattformen eingesetzt, so ergeben sich für Dienstleister bzw. Software-Entwickler zusätzliche Anforderungen bezüglich der Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Hier existieren Werkzeuge, um KI-Anwendern die Ergebnisse zu erklären. Die Möglichkeiten der menschlichen Selbstbestimmung und des autonomen Handelns sind in diesem Bereich nicht betroffen, da die Verantwortlichkeit für Entscheidungen weiterhin beim Menschen liegt. Die KI dient hier lediglich der Entscheidungsunterstützung. Auch die Fairness ist einfach zu gewährleisten, da die Anwender der KI die Daten in der Regel selbst bereitstellen und die Ergebnisse prüfen und somit auch auftretende Verzerrungen identifizieren und korrigieren können.

Im AF Wartung, Reparatur und Rückbau wird die Erfüllung der gesellschaftlichen Anforderungen daher zusammenfassend über alle Indikatoren mit hoch bewertet.



Abbildung 52: Gesellschaftliche Bewertung Wartung, Reparatur und Rückbau

### Sicherheitsmaßnahmen

Ein sehr wichtiger Aspekt von KI ist die Erhöhung der Resilienz von Energiesystemen, indem z. B. durch digitale Zwillinge kritische Systemzustände in einem virtuellen System erkannt und daraus Maßnahmen für das reale System abgeleitet werden. Auch missbräuchliches Verhalten von Marktakteuren kann mithilfe von KI-Anwendungen schneller und gezielter aufgedeckt werden (z. B. über systematische Abweichungen von Bilanzkreisen).

Entsprechend den anderen Anwendungsfeldern im Cluster **Instandhaltung und Sicherheit** sind Transparenz und Nachvollziehbarkeit auch hier umsetzbar, wenn die Anwender der KI die Daten für das Trainieren selbst bereitstellen und die Ergebnisse direkt prüfen können. Bei komplexen Systemen und Modellen mit vielen Inputdaten und Variablen, z. B. bei Netzzustandsmodellen, stellt die Nachvollziehbarkeit jedoch erhöhte Anforderungen an die genutzten KI-Methoden. Aktuell stellt diese Thematik daher einen Schwerpunkt entsprechender Forschungsarbeiten dar. Die KI-Zertifizierung bietet eine Möglichkeit, diesen Anforderungen gerecht zu werden, die aber noch weiter konkretisiert werden muss. Die Anwender bleiben in diesem AF für ihre Entscheidungen selbst verantwortlich und nutzen KI-Systeme als Entscheidungsunterstützung. Wird KI jedoch verstärkt in automatisierten Prozessen eingesetzt, steigen auch die Anforderungen an eine Prüfung der Inputdaten und jeweiligen KI-Methoden auf Verzerrungen und entsprechende Korrektur. Diese können in diesem AF umgesetzt werden, sodass die Erfüllung des Indikators Fairness als eher hoch eingestuft wird.

Im Ergebnis der Überprüfung der einzelnen Indikatoren ergibt sich, dass die gesellschaftlichen Anforderungen bei KI-Anwendungen im AF Sicherheitsmaßnahmen gut erfüllbar sind.

## Gesellschaftliche Bewertung Sicherheitsmaßnahmen

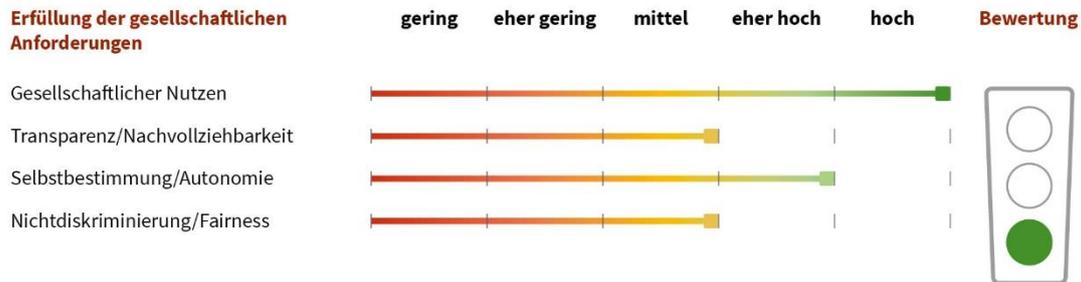


Abbildung 53: Gesellschaftliche Bewertung Sicherheitsmaßnahmen

### Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

Das AF vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher wird unter gesellschaftlichen Aspekten als hoch bewertet, da es mithilfe von KI eine stärkere Partizipation von Verbrauchern ermöglicht. So soll bspw. durch Customer-Engagement-Plattformen eine aktive Einbindung von Verbrauchern ermöglicht werden. Die Umsetzung entsprechender Maßnahmen basiert auf KI-Methoden, die Nutzerpräferenzen lernen und dabei automatisiert eine Vielzahl an Randbedingungen berücksichtigen. Bestehende Ansätze geben Nutzern die Möglichkeit, ihre Präferenzen zu kommunizieren und damit an übergeordneten Strommärkten teilzunehmen. Im Vergleich zu den anderen Clustern werden im Cluster **Vertriebs- und Verbraucherservices**, zu dem auch dieses AF zählt, vermehrt personenbezogene Daten weitergegeben, womit dieser Aspekt an Bedeutung gewinnt. Durch lokale Optimierungen und einen dezentralen Ansatz könnten diese Daten zunächst dezentral bei den KI-Anwendern verbleiben. Dadurch sind ein geschützter Umgang mit den Daten sowie eine Transparenz und Nachvollziehbarkeit in der Regel gut umsetzbar. Lediglich für den Stromhandel oder den Netzbetrieb relevante Daten müssen an übergeordnete oder andere koordinierende Akteure weitergegeben werden.

Ziel der KI-Anwendungen in diesem AF ist es, die Selbstbestimmung und Autonomie des Verbrauchers im Energiebereich zu stärken. KI unterstützt die Anwender dabei, ihre eigenen Präferenzen beim Stromverbrauch zu berücksichtigen und diese beim Stromhandel oder Netzbetrieb z. B. durch eine Mitteilung verfügbarer Flexibilitätspotenziale einzubringen.

### Praxisbeispiel: OFFIS – mit verteilter Schwarmintelligenz die Integration von EE durch dezentrale Flexibilität optimieren

Die Flexibilität von Batteriespeichern ermöglicht es, kurzfristige Schwankungen von dargebotsabhängigen Windkraft- und Photovoltaikanlagen auszugleichen und mit dem Energiebedarf von Haushalten, Gewerbe und Industrie in Einklang zu bringen. Um die heute noch vergleichsweise hohen Investitionen in Batteriespeichersysteme wirtschaftlich und technisch optimal zu amortisieren, entwickelt OFFIS in enger Zusammenarbeit mit der Leibniz Universität Hannover und der be.storaged GmbH Ansätze zu einer Mehrzwecknutzung von Batteriespeichern. Dazu werden einzelne Batteriespeicher zu einem Schwarm vernetzt, um die entstehenden Flexibilitäten an verschiedenen Märkten anzubieten. Hierfür werden moderne Verfahren des ML und der verteilten künstlichen Intelligenz eingesetzt, um Flexibilitätpotenziale zu analysieren, zu prognostizieren und dezentral bei einzelnen Anwendern zu optimieren.<sup>126</sup>

KI-Prozesse sind in diesem AF stärker automatisiert, weswegen die Einhaltung des Kriteriums Transparenz und Nachvollziehbarkeit sichergestellt werden muss. Aktuelle Entwicklungen von Konzepten für faire und erklärbare KI greifen diese Anforderungen auf, sodass auch die Erfüllung des Indikators Nichtdiskriminierung als eher hoch bewertet wird.

Insgesamt zeigen die Indikatoren damit eine hohe Erfüllung der gesellschaftlichen Anforderungen in diesem AF.

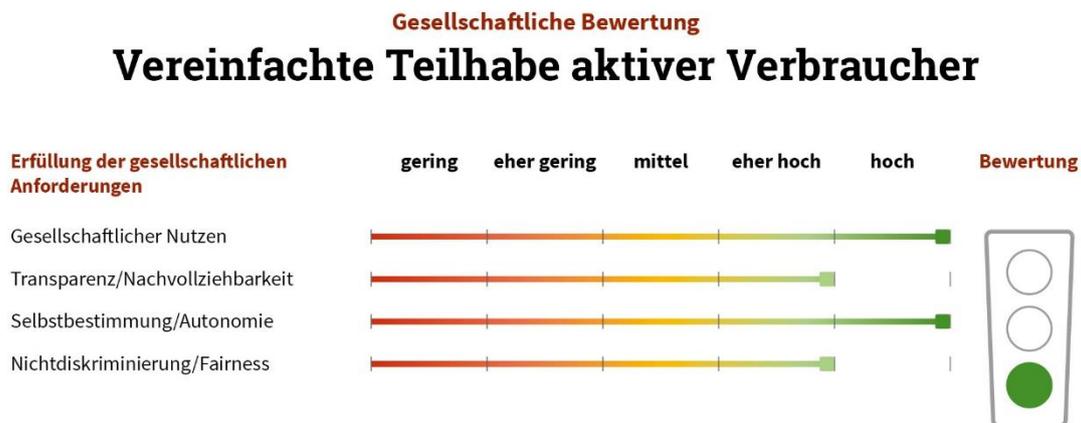


Abbildung 54: Gesellschaftliche Bewertung Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher

### Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

Der Nutzen durch eine Individualisierung von Produkten besteht auf Unternehmensseite in der Regel in einer Steigerung der Kundeninteraktion und -zufriedenheit und damit der Kundentreue. Der größte Nutzen für die Energiewende ergibt sich durch die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen oder die Steigerung der Attraktivität erneuerbarer Energien. Diese positiven Auswirkungen wie auch der darüber hinausgehende direkt auf den Einsatz von KI in diesem AF zurückzuführende Nutzen für die Gesellschaft werden jedoch als eher gering eingeschätzt.

<sup>126</sup> Weitere Informationen: [www.offis.de/offis/projekt/mirage.html](http://www.offis.de/offis/projekt/mirage.html)

KI kann in diesem AF allenfalls zu einer stärkeren sozialen Interaktion beitragen sowie gezielt geeignete Maßnahmen z. B. zur Energieeffizienz vorschlagen. Bisher wurden in diesem AF allerdings erst wenige Anwendungsbeispiele mit erkennbar hohem Nutzen umgesetzt.

In diesem AF werden im Vergleich zu den anderen Anwendungsfeldern am stärksten personenbezogene Daten genutzt, sodass die Anforderungen an Transparenz und Nachvollziehbarkeit hier von besonderer Bedeutung sind. Auch müssen Endkunden die Möglichkeit zum Abgeben von Feedback zu den KI-Ergebnissen erhalten, da sie in der Regel nicht direkt der Anwender der KI-Methoden sind, sondern zunächst nur das mit diesen erzielte Ergebnis sehen. In diesem Bereich besteht mit der DSGVO und dem BDSG bereits ein umfassender regulatorischer Rahmen, der Informationspflichten und Regelungen zu automatisierten Entscheidungen enthält (siehe Kapitel 3.3).

Die Selbstbestimmung und Autonomie menschlichen Handels ist in diesem Anwendungsfeld besonders stark betroffen, da Produktvorschläge und Marketingmaßnahmen durch KI verstärkt automatisiert erstellt werden. Die Anforderungen an Fairness und Nichtdiskriminierung sind höher als in anderen Anwendungsfeldern, da Entwickler und Anwender nicht gleichzeitig die betroffenen Akteure der KI-Entscheidungen sind.

Die Erfüllung der gesellschaftlichen Anforderungen in diesem Anwendungsfeld wird insgesamt als mittel eingeschätzt, da u. a. der gesellschaftliche Nutzen als eher gering bewertet wird.



Abbildung 55: Gesellschaftliche Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen

### Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

Ein gesellschaftlicher Nutzen ist in diesem AF durch eine allgemeine Effizienzsteigerung energiewirtschaftlicher Markt- und Vertriebsprozesse gegeben (siehe Praxisbeispiel). Auch im Netzbetrieb gibt es verschiedene Anwendungen für KI, z. B. um Fahrplanmeldungen zu prüfen. Allerdings existieren hier bereits Prozessstandards, die auch ohne KI zu Effizienzsteigerungen führen. Ein zusätzlicher Nutzen kann durch die Anwendung von KI entstehen, wenn sie autonomes Handeln und eine dezentrale Optimierung ermöglicht. Der Nutzen ihres Einsatzes für die Gesellschaft und die integrierte Energiewende wird im Vergleich zu anderen Anwendungsfeldern als geringer eingeschätzt.

### Praxisbeispiel: eprimo – schnelle Unterstützung der Kunden mit dem Chatbot Sophie

Beim Unternehmen eprimo kennt sich der Chatbot Sophie mit den wichtigsten Servicethemen aus, beantwortet allgemeine Fragen zur Energieversorgung der Kunden und bearbeitet Standardprozesse wie bspw. Änderung der Kontaktdaten, Festlegung der Abschlaghöhe und Fälligkeiten sowie Zählerstandmeldungen. Neun von zehn Anfragen, die einem bekannten Anliegen zugeordnet werden, können bereits abschließend durch den digitalen Onlineberater gelöst werden. Ende 2019 verzeichnete eprimo 50.000 bis 70.000 Chats pro Monat. Im Zuge des „Lockdowns“ im Rahmen der Coronapandemie nahmen die Chatanfragen noch einmal leicht zu: Im April 2020 betreute Sophie etwa 3.000 Kontakte pro Tag, Ende April 2020 wurde der Meilenstein von insgesamt einer Million Chats erreicht.<sup>127</sup>

Auch hier werden wie im AF Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen personenbezogene Daten von Endkunden genutzt, womit die Anforderungen an Transparenz und Nachvollziehbarkeit besonders relevant sind. Diese sind allerdings durch den bestehenden regulatorischen Rahmen (DSGVO, MsbG, EnWG) bereits umfassend adressiert. Selbstbestimmung und Autonomie sind in diesem Anwendungsfeld nur bedingt gegeben, da hier weiterhin Menschen entscheiden, diese Entscheidungen jedoch durch Prozessautomatisierungen stärker beeinflusst werden. Wegen der Nutzung personengebundener Daten bestehen höhere Anforderungen an eine faire Umsetzung von KI-Vorhaben. Die Entwicklung und Anwendung von KI umfasst in diesem AF unterschiedliche Akteure. Auch sind die Endkunden, deren Daten genutzt werden, nicht in die Entwicklung und Prüfung von Ergebnissen der KI-Anwendung eingebunden. Die Überprüfbarkeit von Verzerrungen und deren Korrektur werden daher kritisch eingestuft.

Zusammenfassend wird in diesem Anwendungsfeld die Erfüllung der gesellschaftlichen Anforderungen auf Basis der Indikatoren mit mittel bewertet.

## Technische Bewertung

### Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft



Abbildung 56: Gesellschaftliche Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft

<sup>127</sup> Weitere Informationen: [www.eprimo.de/hilfe/unsere-service/eprimo-ist-fuer-sie-da/wer-ist-sophie-und-wie-hilft-sie-mir-weiter/42c0e2bd62d41a490162d8d8f5a2512a](http://www.eprimo.de/hilfe/unsere-service/eprimo-ist-fuer-sie-da/wer-ist-sophie-und-wie-hilft-sie-mir-weiter/42c0e2bd62d41a490162d8d8f5a2512a)

### **Fazit zur gesellschaftlichen Bewertung**

Im Gegensatz zum KI-Einsatz in anderen Bereichen (bspw. Gesundheitsbereich, Personalwesen) können in der Energiewirtschaft gesellschaftliche Anforderungen an den KI-Einsatz größtenteils erfüllt werden. Eine Ausnahme bilden hier jene Anwendungen, die nicht nur unterstützend wirken, sondern eigenständig Entscheidungen, auch über Menschen, treffen. Ist dies nicht der Fall, sind die Anforderungen bezüglich des autonomen menschlichen Handelns bzw. der Selbstbestimmung nicht kritisch. Viele KI-gestützte Prozesse nutzen lediglich allgemein verfügbare Daten sowie technische Daten von Erzeugungsanlagen und Netzbetriebsmitteln und kommen ohne personenbezogene Daten aus. Um die Erfordernisse von Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu erfüllen, sind eine enge Einbindung der Anwender in die Entwicklung, das Training und die Validierung notwendig. Wird KI ohne diese Einbindung eingesetzt, so müssen die Anbieter von KI-Anwendungen die Einhaltung der entsprechenden Kriterien sicherstellen. Dies gilt vor allem dann, wenn verstärkt plattformbasierte KI-Methoden von Softwareherstellern als Dienstleistung ohne größere Vorkenntnisse der Anwender genutzt und in energiewirtschaftliche Prozesse eingebunden werden. Auch bei der Nutzung personenbezogener Daten sind strengere Kriterien hinsichtlich der Transparenz zu erfüllen. Dabei müssen der Nutzen des KI-Einsatzes und die Funktionsweise der KI klar erkennbar und nachvollziehbar sein. Zudem muss der Einsatz einer ethisch korrekten und vertrauenswürdigen KI sichergestellt werden.

## 4 Evaluation und Ausblick

### 4.1 Zusammenführung aller Anwendungsfelder

Die vertiefte Analyse zeigt, dass KI für die erfolgreiche Transformation des zukünftig stark digital geprägten Energiesystems nicht nur einen entscheidenden Beitrag leistet, sondern unerlässlich ist. Um den Beitrag der Technologie in diesem Zusammenhang zu verdeutlichen, werden relevante Schritte für verschiedene Akteure des Ökosystems identifiziert. Dazu werden zuerst die Kernaussagen bezüglich der drei Cluster (Allgemeine Entscheidungsgrundlagen, Instandhaltung und Sicherheit, Vertriebs- und Verbraucherservices) zusammengefasst, bevor aufbauend Handlungsempfehlungen vorgeschlagen werden.

#### Günstige Voraussetzungen zur Nutzung des KI-Potenzials für die Energiebranche

Die Bewertung der neun Anwendungsfelder in Abbildung 57 verdeutlicht, dass das Einsatzfeld von KI in der Energiebranche sehr breit ist und hier zahlreiche Chancen für die Branche bestehen. Gleichmaßen liegt für einen effektiven und effizienten Diffusionspfad in die verschiedenen energiewirtschaftlichen Prozesse ein komplexer Entscheidungsraum vor uns, der die Geschwindigkeit der Umsetzung, die Verlässlichkeit der Anwendung und das Vertrauen in diese mit Bezug auf Datensicherheit und Datenschutz, den Abgleich mit regulatorischen Erwartungen und Anforderungen des Energiesystems sowie die mögliche Anwendungsbreite, inklusive ihrer Nutzenversprechen und gesellschaftlichen Akzeptanz, umfasst. Dieser Entscheidungsprozess ist stark abhängig vom Einzelfall und kann nicht pauschal für alle KI-Anwendungsfälle definiert und entschieden werden. Gleichwohl sind einzelne Rahmenbedingungen so auszugestalten und zu platzieren, dass sie mehreren Anwendungsfällen in gleicher Weise zuträglich sind.

Abbildung 58 setzt den Beitrag von KI zur integrierten Energiewende sowie den technischen Entwicklungsstand und die ökonomische Bewertung bezogen auf die neun Anwendungsfelder ins Verhältnis zueinander. Es zeigt sich, dass insbesondere das Cluster Allgemeine Entscheidungsgrundlage, mit den Anwendungsfeldern **Prognose (1)**, **Betriebs- (2)** und **Bestandsoptimierung (3)** einen hohen Beitrag zur integrierten Energiewende leistet bzw. leisten kann und mit Blick auf die Umsetzung bereits erfolgreiche Vorhaben im Markt platziert sind oder sich im Aufbau befinden.

Gleichmaßen verdeutlicht die Übersicht, dass sich im Cluster Instandhaltung und Sicherheit mit den Anwendungsfeldern **Predictive Maintenance (4)**, **Wartung, Reparatur und Rückbau (5)** und **Sicherheitsmaßnahmen (6)** ein etwas anderes Bild ergibt. Sowohl der Beitrag zur integrierten Energiewende als auch das Aufwand-Nutzen-Verhältnis als Ergebnis technischer und wirtschaftlicher Faktoren wird niedriger eingestuft als im ersten Cluster. Gesellschaftlich werden für die Anwendungsfelder beider Cluster keine wesentlichen Hemmnisse gesehen, die **Betriebsoptimierung (2)** und **Sicherheitsmaßnahmen (6)** sind allerdings mit regulatorischen Herausforderungen konfrontiert.

Mit Fokus auf das dritte Cluster Vertriebs- und Verbraucherservices, in dem die Anwendungsfelder **Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher (7)**, **Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen (8)** und **Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft (9)** zusammengefasst werden, wird deutlich, dass gesellschaftliche Faktoren an Bedeutung gewinnen, aber regulatorische Hürden kaum Relevanz besitzen. Der Beitrag zur integrierten Energiewende variiert über diese verschiedenen Anwendungsfelder. So wird der vereinfachten **Teilhabe aktiver Verbraucher (7)** ein beachtliches Potenzial für die Transformation des Energiesystems zugeschrieben, hingegen stärkt der Einsatz von KI zur **Prozessoptimierung (9)** und für **Marketingzwecke (8)** vordergründig die betriebswirtschaftliche Seite der Unternehmen.



Abbildung 57: Zusammenfassende Bewertung der Anwendungsfelder

## Cluster Allgemeine Entscheidungsgrundlagen

KI liefert grundsätzlich eine sehr leistungsstarke und innovative Grundlage für energiewirtschaftliche Optimierungen, indem über ihren Einsatz verstärkt eine Vielzahl an Daten ausgewertet und als Basis für Entscheidungen in Planung und Umsetzung berücksichtigt werden kann. Mit der zu erwartenden stärkeren Verbreitung von Sensordaten (Smart Meter Rollout, IoT) und der Integration von alternativen Datenquellen (Wetterdaten, Strukturdaten etc.) ist für die nächsten Jahre davon auszugehen, dass die Datengrundlage für die Entwicklung von KI-gestützten Prozessen nochmals deutlich anwächst. Das ist insbesondere für Netzzustandsprognosen sowie in der Betriebs- und Bestandsoptimierung von bspw. Stromnetzen auch notwendig. Hier fehlen oft noch erforderliche Messdaten aus den niedrigen Netzebenen bzw. von flexiblen Verbrauchern, Erzeugern und Speichern. Auf dem Fundament solcher Daten kann in der **Betriebsoptimierung (2)** des Engpassmanagements im Netz zur Vermeidung von Netzengpässen (Redispatch 2.0) beigetragen werden. Das wird insbesondere zu dem Zeitpunkt relevant, wenn zukünftig verstärkt kleinteilige Erzeuger und eine Vielzahl steuerbarer Verbraucher an das Netz angeschlossen sein werden. Entsprechende Regelungen dazu existieren bereits (vgl. etwa das Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz (NABEG) zur Beschleunigung des Ausbaus der länderübergreifenden und grenzüberschreitenden Höchstspannungsleitungen). Zur Ausnutzung des vollen Potenzials dieser kleinteiligen Akteure und weiterer Implementierungen können auch variable Tarife einen Beitrag leisten. Durch den Einsatz von KI besteht die Möglichkeit in diesem Zusammenhang sehr viele einzelne Parameter zur Preisbildung zu berücksichtigen.

Die Integration einer Vielzahl an Daten (GIS-Daten, Preiszeitreihen für Strom und weitere Energieträger, historische Nutzungsdaten etc.) wird in der **Bestandsoptimierung (3)** zum Training von KI-Modellen verwendet, bspw. für die Standortplanung und die bedarfsgerechte Netzplanung über einen längeren Zeitraum hinweg. Oft sind dazu zwar ein im Vergleich zu bisherigen Methoden höherer Modellierungsaufwand und eine höhere Rechenleistung erforderlich, dieser Aufwand ist bei komplexen Planungsaufgaben (bspw. gezielter Ausbau von Ladeinfrastruktur) aber durch das deutlich bessere Resultat gerechtfertigt. Als besonders technisch ausgereift und ökonomisch attraktiv gilt die KI-unterstützte **Prognose (1)**. Durch eine präzisere Vermarktung von EE-Erzeugnissen, erweiterte Einblicke in die Netzauslastung auf den niedrigeren Spannungsebenen und ein genaueres Verständnis von Stromnachfrage und Lastentwicklung kann KI einen hohen Beitrag zur integrierten Energiewende liefern und stellt gleichzeitig die Basis für andere KI-Anwendungsfelder dar. Generell stellen regulatorische und gesellschaftliche Anforderungen in diesem Cluster kein großes Hemmnis dar. Bestehende energiewirtschaftliche Regelungen, insbesondere die den Datenschutz betreffende DSGVO sowie das MsbG, müssen eingehalten werden. Da die KI hier keine eigenständigen Entscheidungen trifft, sondern lediglich als Unterstützung zum Einsatz kommt, ist die Einhaltung von Kriterien der Fairness und der menschlichen Selbstbestimmung durch den Anwender zu überprüfen und nicht durch die KI selbst zu gewährleisten.

## Cluster Instandhaltung und Sicherheit

Die in diesem technologisch anspruchsvollen und auch kapitalintensiven Cluster eingesetzten algorithmisch gestützten Prozesse für die Nutzung von Robotern, Drohnen und Assistenzsystemen bauen weitestgehend auf unternehmensinternen Daten auf. Die Beschaffung bzw. die Sicherstellung der Qualität externer Daten entfällt somit. Die Anwendungen im Bereich der automatisierten Instandhaltung und Prüfung (Sicherheit) befinden sich überwiegend noch im Forschungsstadium. Ihre Attraktivität und in der Folge auch ihre Verbreitung dürften bei einer zu erwartenden Kostendegression aber in den kommenden Jahren zunehmen. Für die vielversprechenden Anwendungen in der **Predictive Maintenance (4)** kommen einfache KI-Regressions- und -Klassifikationsmodelle zum Einsatz und es wird aktuell auf bestehende Sensorik aufgebaut.

Da für den Einsatz der Modelle aber auch hier zunächst hohe Investitionen notwendig sind (bspw. Drohnen, Roboter), kann dies die Entwicklung bzw. die Verbreitung der Anwendungen hemmen. Selbiges gilt für **Wartung, Reparatur und Rückbau (5)**, wo der Einsatz von Drohnen und Robotern eine zentrale Anwendung darstellt. Mit zukünftig sinkenden Kosten für Wartungsroboter, intelligente Assistenzsysteme und Drohnen werden KI-unterstützte Wartungsprozesse (bspw. Erkennen von Fehlern mittels Augmented Reality oder Drohnen, Einsatz von Expertensystemen, eigenständige Durchführung von Wartungsprozessen durch Roboter) perspektivisch auch einen ökonomischen Beitrag leisten, indem durch bedarfsgerechte Instandhaltung Kosten gesenkt, die Versorgungssicherheit erhöht und Risiken für das Wartungspersonal reduziert werden. Sowohl die vorausschauende Instandhaltung als auch Wartung, Reparatur und Rückbau tragen zur Vermeidung unnötiger Ausfall- und Stillstandzeiten von Anlagen und damit zu einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit bei.

In diesen beiden Anwendungsfeldern bildet der Einsatz von Robotern, Drohnen und Assistenzsystemen den entscheidenden Faktor für die technische Komplexität der KI. Im Fall des Einsatzes für **Sicherheitsmaßnahmen (6)** hingegen wird die Komplexität vorrangig durch die Notwendigkeit einer eigenständig agierenden KI erhöht, die mögliche Angriffe und daraus folgende Schäden am Energiesystem abwehren soll. Die regulatorischen Anforderungen sind an dieser Stelle angesichts der erforderlichen Datensicherheit besonders hoch, da es größtenteils um kritische Infrastrukturen geht. Das Ergreifen geeigneter Sicherheitsmaßnahmen ist in diesem KI-gestützten AF daher essenziell und erhöht den Aufwand für eine Umsetzung deutlich. Als Vorarbeit für die Nutzung von KI in weiteren Anwendungsfeldern (vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher, intelligenter Netzbetrieb mit einer Vielzahl an Erzeugern und flexiblen Verbrauchern) kann hier die Resilienz des Energiesystems durch den Einsatz von KI gestärkt werden. Zudem stärken gut funktionierende KI-Methoden das Vertrauen in den Systemwandel und tragen damit zur Energiewende bei.

### **Cluster Vertriebs- und Verbraucherservices**

Durch KI verbesserte Dienstleistungen für Verbraucher stehen in diesem Cluster im Vordergrund. Die Einbindung der Kunden bedingt die Verarbeitung personenbezogener Daten und die damit ebenfalls verbundene größere Anzahl an direkt betroffenen Akteuren steigert die Relevanz gesellschaftlicher Anforderungen. Insbesondere bei der **Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen (8)** ist die Einhaltung der DSGVO und des BDSG eine Grundvoraussetzung. Derartige Prozesse und Entwicklungen (bspw. KI-unterstütztes Microtargeting oder Natural-Language-Processing-(NLP-)Systeme wie Amazon Alexa) sind in vielen Branchen schon weitverbreitet und leisten einen erheblichen Beitrag zum Umsatz der betreffenden Unternehmen. In der Energiebranche kann hier auf den Erfahrungen anderer Branchen aufgesetzt und über entsprechende Maßnahmen bspw. die Attraktivität und Passgenauigkeit von Energieprodukten (etwa zielgruppengerechte Stromtarife, PV-Speichersysteme oder Gebäude-Energieeffizienzsoftware) erhöht werden. Hingegen liegt der Fokus bei der **Vereinfachten Teilhabe aktiver Verbraucher (7)** darin, etablierte, über KI gesteuerte Prozesse aus der Energiewirtschaft (bspw. Prognose, kombinierte Steuerung von PV-Erzeugung und Speichern) auch kleineren Akteuren wirtschaftlich zugänglich zu machen. Dies kann ihnen die Interaktion am Energiemarkt erleichtern oder u. U. überhaupt erst ermöglichen. Langfristig können so durch die Vereinfachung von Prozessen neue Geschäftsfelder erschlossen sowie die Anzahl an Akteuren im Markt erhöht werden. Eingeschränkt wird die Anwendung von KI auf diesem Feld durch die aktuell noch begrenzte Verbreitung steuerbarer Verbraucher und die noch nicht in ausreichendem Maße verfügbare leistungsfähige und standardisierte Mess- und Steuerungsinfrastruktur. Ebenso wichtig für eine zukünftig dezentrale Energielandschaft sind die **Prozessautomatisierungen für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft (9)**.

Der Einsatz der Technologie in diesem AF hilft dabei, bestehende Prozesse effizienter (Zeit, Ressourcen) und somit ökonomischer zu gestalten, was wiederum den Weg für weitere KI-Anwendungen bereitet, die erst durch eine stärkere Automatisierung in den Bereich der technischen oder ökonomischen Umsetzbarkeit gelangen (bspw. automatisierte Auswertung von Kundenkontakten mittels NLP). Neben dem direkten Beitrag zur integrierten Energiewende durch die vereinfachte Flexibilitätsbereitstellung und die mit der Stromnachfrage noch besser abgestimmte Integration von EE auch durch kleinere Akteure kann hier über die erhöhte Nachfrage nach EE durch gezielte Beratung oder variable Tarife ein weiterer Mehrwert erzielt werden.

## 4.2 Was ist zu tun? – Die nächsten Schritte für KI in der Energiewirtschaft

KI verspricht vor allem dort einen großen Beitrag zur Energiewende zu leisten, wo komplexe Systeme ohnehin einem Digitalisierungsdruck unterliegen und/oder gleichzeitig viele Daten zur effektiveren Berechnung des Systems bzw. besseren Auswertung der Daten verfügbar sind. Ein frühzeitiges Handeln hinsichtlich der Hürden einzelner Anwendungsfelder bietet die Chance die KI-Technologie in der Energiewirtschaft zukünftig auch in der für eine erfolgreiche Energiewende nötigen Intensität einsetzen zu können. Etablierte Anwendungsfelder sollten dabei gestärkt und zudem das Potenzial von aktuell weniger verbreiteten Anwendungen gehoben werden. Dabei sind Transparenz- und Nachvollziehbarkeitsanforderungen des KI-Prozesses jederzeit zu unterstreichen sowie das Verhältnis des Ressourcen- und Energiebedarfs zum Nutzen der KI mit in den Vordergrund zu stellen, um prinzipiell angebrachte und wichtige Diskussionen um KI-getriebene Prozessentwicklungen positiv zu gestalten. Diesbezüglich sind die richtigen Rahmenbedingungen durch die Politik auszugestalten, Unternehmen jedoch in gleichem Maße gefordert, indem ein schonender Umgang mit den Ressourcen für den Aufbau und den Betrieb von digitalen Technologien als gewinnbringender Imagefaktor verstanden wird.

Vordergründig ist es wichtig, dass die einzelnen Akteure zum einen unabhängig voneinander den Einsatz einer KI forcieren, die einen Beitrag zur integrierten Energiewende liefern kann. Gleichzeitig sollte aber auch eine Vernetzung erfolgen und die Durchführung gemeinsamer Projekte stattfinden. Stakeholderdialoge und Gemeinschaftsprojekte haben den Vorteil den Erfahrungsaustausch im Aufbau einer KI zwischen den Akteuren sicherzustellen und dabei insbesondere auch übergeordnete Zielsetzungen nicht aus dem Auge zu verlieren. Auch ein Wissensaustausch zur Bedeutung der Datenlage und zur notwendigen digitalen Infrastruktur (Rechenleistung) für verschiedene KI-Projekte, kann durch Gespräche effektiv erfolgen. Entscheidend ist, dass sich über alle Wertschöpfungsstufen und Hierarchieebenen der Unternehmenslandschaft hinweg, ein Grundverständnis für den Aufbau und den Einsatz von KI etabliert. KI ist keine Technologie, die vorwiegend über eine klassische Make-or-Buy-Entscheidung des Managements in die Unternehmensprozesse integriert wird, sondern in den meisten Fällen vielmehr ein effektives Gemeinschaftswerk von Technologieexperten in Zusammenarbeit mit den Fachteams der Unternehmen. Nur die Fachexperten der jeweiligen Branchen sind in der Lage zu beurteilen, ob durch KI zu ersetzende und neu aufzubauende Prozesse den jeweiligen Zweck erfüllen und die gesetzten Ziele effektiv und in hoher Qualität erreicht werden. Das permanente Trainieren und Weiterentwickeln einer KI wird den Arbeitsschwerpunkt und den Verantwortungsbereich der Fachteams in den nächsten Jahren in eine neue Rolle überführen.

### 4.2.1 KI in der Energiewirtschaft verankern: Alle sind gefragt

Um eine Ordnung zu schaffen, die den Akteuren der Wirtschaft, der Forschung und der Politik eine Orientierung für die zu ergreifenden Maßnahmen gibt, sind unterschiedliche Faktoren von Bedeutung. Neben einer Einschätzung, welchen Beitrag eine Handlungsempfehlung zur erfolgreichen Transformation des Energiesystems leisten kann, spielen auch die Komplexität bei der Umsetzung und die zu erwartende Umsetzungsdauer eine wesentliche Rolle. Darüber hinaus ist es wichtig, mit der betreffenden Maßnahme die relevanten Akteure zu adressieren. Neben den Wirtschaftsunternehmen, ist dafür auch die Forschung und die Politik gefragt.

Das Themenfeld künstliche Intelligenz weist augenblicklich eine sehr hohe Dynamik auf, während bisher in der Breite keine ausgeprägte Wissensbildung stattgefunden hat. Entsprechend sind übergeordnete Maßnahmen zur Stärkung der fachlichen Kompetenz und zur praktischen Erprobung der Technologie auch in der Energiebranche gleichberechtigt einzusetzen. Abbildung 58 verdeutlicht in einem ersten Schritt Empfehlungen, die von übergeordnetem allgemeinem Interesse für die Branche sind, bevor in Abbildung 59 Vorschläge gemacht werden, die zur positiven Entwicklung der konkreten Anwendungsfelder in der Energiebranche beitragen sollen.

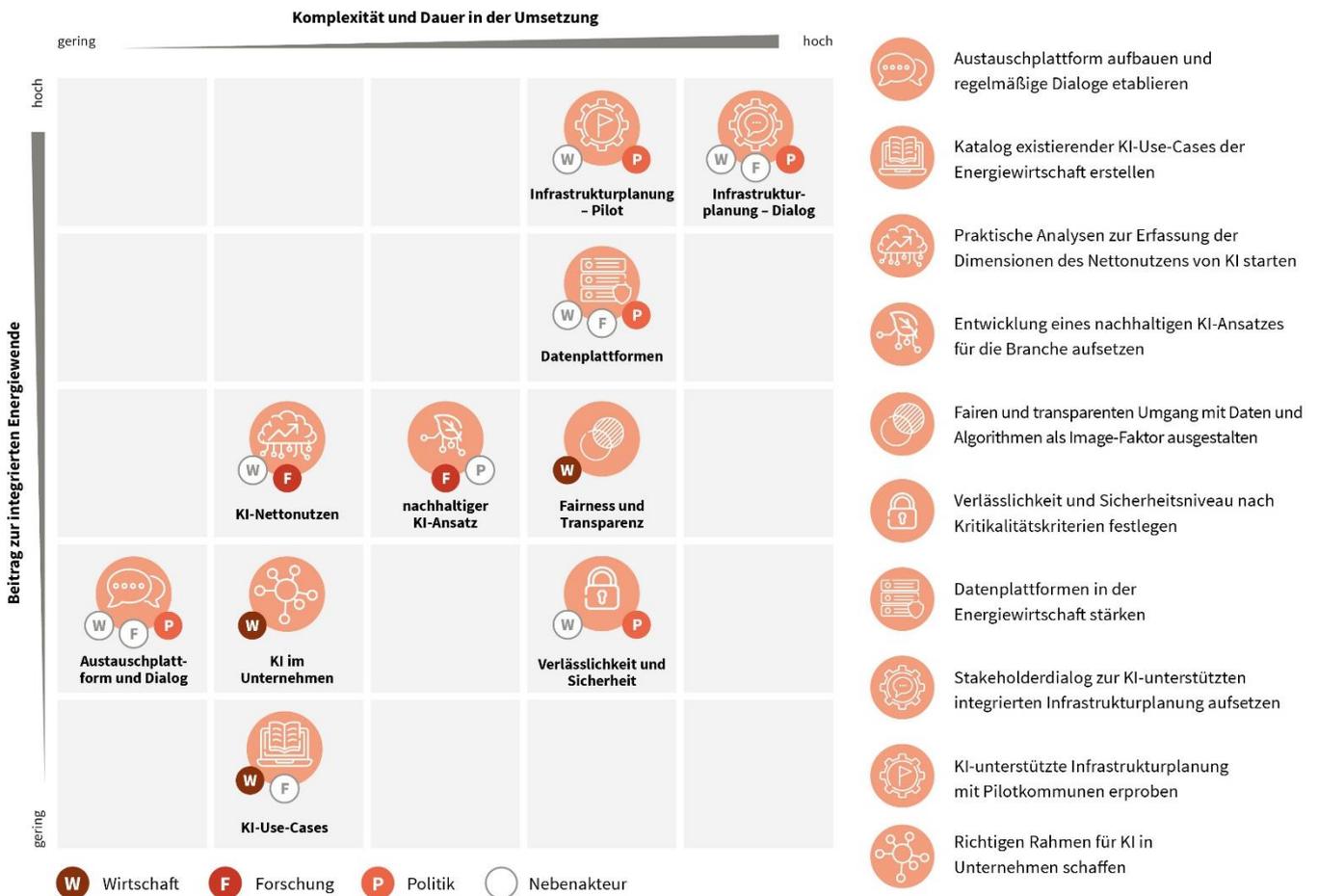


Abbildung 58: Einordnung der globalen Handlungsempfehlungen<sup>128</sup>

<sup>128</sup> Gekennzeichnet werden jeweils die direkt daran beteiligten Akteure (Hauptakteur - farbig, Nebenakteur - weiß), wenngleich auch andere Akteure indirekt beteiligt sein können.

### ■ A: Austauschplattform aufbauen und regelmäßige Dialoge etablieren

Erste KI-Projekte in der Energiewirtschaft zeigen, dass neben einem in erster Linie digital-technischem Wissensaufbau insbesondere auch die Vernetzung der Digitalisierungs- und der Energiebranche für einen zukünftigen umfassenden Einsatz künstlicher Intelligenz entscheidend ist. Hierfür ist ein geeigneter Rahmen zu setzen, in welchem sich interessierte Unternehmen und Forschungsinstitutionen effektiv und unkompliziert vernetzen und Informationen austauschen können. Dabei sollten die Erfahrungen etablierter Akteure der Energiewirtschaft eine ebenso wichtige Rolle spielen wie neue Lösungsansätze innovativer junger Start-ups und von Kennern der KI-Szene. Diese Austauschplattform auch durch regelmäßige virtuelle Meetups zu stärken, in denen unkompliziert der Wissensstand mittels Gastbeiträgen sowie Frage- und Antwortrunden aktualisiert wird, stellt sicher, dass der Status quo zu relevanten Entwicklungsaspekten rund um das Thema auch in der Breite bekannt wird. Die Austauschplattform könnte als weiterer Eckpfeiler des bereits ins Leben gerufenen Future Energy Labs durch die dena realisiert werden und andere digitale Technologien ebenfalls für die Branche zugänglich machen.

### ■ B: Katalog existierender KI-Use-Cases der Energiewirtschaft erstellen

Aufbauend auf den neun identifizierten Anwendungsfeldern in den drei entwickelten Clustern für KI in der Energiewirtschaft sollten konkrete Use-Cases, die bereits in Unternehmen oder Forschungsinstitutionen im Einsatz sind, gesammelt, geordnet und sichtbar gemacht werden. Dies ermöglicht es Akteuren aus der Energie- und der Digitalbranche Inspiration für mögliche eigene Anwendungen zu finden und sich darüber hinaus auch mit jenen Akteuren auszutauschen, die KI bereits in der entsprechenden Form bzw. für einen vergleichbaren Zweck einsetzen. Die reine Sammlung der Anwendungsfälle sollte zur Stärkung der Aktivitäten auch an eine Möglichkeit zum Austausch gekoppelt werden (siehe Empfehlung A). Eine erste gute Übersicht dazu wurde jüngst vom BDEW in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen appliedAI erarbeitet. Dies kann eine Basis für eine kontinuierliche Erweiterung darstellen, die durch die genannten Akteure weiterentwickelt werden könnte (BDEW, 2020).

### ■ C: Praktische Analysen zur Erfassung des Nettonutzens von KI starten

Während KI-Anwendungen einerseits häufig in der Kritik stehen Ressourcen und enorme Mengen an Energie für Aufbau, Training und Betrieb zu verbrauchen, bestehen andererseits auch erhebliche Erwartungen an den erzielbaren Mehrwert und den Nutzen für eine erfolgreiche Transformation des Energiesystems und für die Einhaltung der Klimaziele. Anhand ausgewählter konkreter Beispielprozesse, die sich in der Industrie oder der Energiewirtschaft bereits in der Umsetzung oder Planung befinden, sollte der Nettonutzen der jeweils eingesetzten KI-Anwendung(en) berechnet bzw. abgeschätzt werden. Hierfür ist beispielsweise der zusätzliche Nutzen, wie das CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial, unter Zuhilfenahme eines Vergleichsszenarios zu ermitteln und dem erhöhten Ressourcen- und Energieverbrauch gegenüberzustellen. Neben diesen quantitativ erfassbaren Aspekten sind aber auch qualitative Faktoren, wie die durch den Einsatz von KI bessere Integration von erneuerbaren Energien, die Reduzierung von notwendiger Regelleistung oder auch die Erhöhung der Arbeitseffizienz, miteinzubeziehen. Die Ergebnisse dieser ersten Abschätzungen können schrittweise in ein Konzept überführt werden, um den Einsatz von KI frühzeitig hinsichtlich des energetischen Nettonutzens einzustufen. Vor dem Hintergrund der voraussichtlich umfangreichen und anhaltenden Bedeutung von KI für Arbeits- bzw. Rechenprozesse in allen Branchen, sollte die Entwicklung eines Berechnungskonzeptes als kontinuierlicher Prozess angelegt werden, der selber einer Dynamik unterliegt und permanent weiterzuentwickeln ist. Gemeinsam mit der Forschung und der Wirtschaft sollte hier unmittelbar die Arbeit aufgenommen werden.

#### ■ **D: Nachhaltigen KI-Ansatz für die Branche aufsetzen**

Im Rahmen einer kontinuierlichen Workshopreihe sollte gemeinsam mit Stakeholdern der Energie- und Digitalbranche ein Konzept zur Etablierung eines nachhaltigen KI-Einsatzes für die Branche erarbeitet werden. Um Erkenntnisse zu möglichen Einflussfaktoren zu berücksichtigen, benötigt es vorab Pilotprojekte, die zu einer Komplexitätsreduktion des Ansatzes führen (siehe Empfehlung C). Aufbauend darauf ist in einem ersten Arbeitsschritt ein Kreis unabhängiger Sachverständiger zu bestimmen (Berufungs- oder Bewerbungsverfahren), die den festen Arbeitskreis verkörpern und in regelmäßigem Austausch unterschiedliche Aspekte aus Umweltbelangen, Ökonomie, Innovationskraft, Regulierung und Gesellschaft in die Diskussion um eine transparente und nachhaltige KI für die Energiewirtschaft einbringen. Eine solche Arbeitsgemeinschaft sollte unmittelbar ins Leben gerufen werden, um bereits im Aufbau bzw. in der Umsetzung befindliche KI-Anwendungen frühzeitig entsprechend auszurichten sowie praktische Projekte effektiv zu begleiten. Die Politik sollte ebenfalls in diesem Beraterkreis vertreten sein und könnte als Initiator aktiv werden.

#### ■ **E: Fairen und transparenten Umgang mit Daten und Algorithmen als Image-Faktor ausbauen**

Vorstellungen zur Fairness und Anforderungen an die Transparenz von KI-Modellen müssen von Entwicklern sowie von Unternehmen, die KI anwenden, gleichermaßen aufgegriffen und berücksichtigt werden. Dazu sind Rahmenbedingungen und Verfahren zu etablieren, die auch für Nicht-IT-Experten verstanden und anwendbar sind. Bestehende Aktivitäten hierzu, wie die Normungsroadmap KI unter Federführung des DIN oder das Weißbuch zur KI auf europäischer Ebene, bieten bereits eine etablierte Grundlage, in die sich Akteure der Energie- und der Digitalwirtschaft aktiv einbringen sollten. Klar zu definieren ist, was die einzelnen Anwendungen konkret unter Zuhilfenahme welches Verfahrens leisten, damit die Nachvollziehbarkeit der Anwendung sichergestellt wird. Hierfür wird es auch wichtig sein, dass Unternehmen faire und transparente Rahmenbedingungen im Umgang mit Daten und Algorithmen künftig vielmehr als Verkaufsargument gegenüber ihren Stakeholdern denn als Limitierung verstehen und diese damit selbsttätig vorantreiben. Eine Analyse von Best-Practice Beispielen, auch aus anderen Branchen, gepaart mit einem Stakeholderdialog könnten als Auftakt für eine gemeinsame Wertvorstellung auf nationaler und europäischer Ebene für die Energiewirtschaft dienen.

#### ■ **F: Verlässlichkeit und Sicherheitsniveau nach Kritikalitätskriterien festlegen**

Beim Einsatz von KI für systemkritische energiewirtschaftliche Anwendungen, steht die Verlässlichkeit und die Sicherheit der Funktionalität im Vordergrund. Gleichzeitig können Forderungen nach aufwendigen Zertifizierungsverfahren den Einsatz von KI für einen breiten Anwenderkreis aufwendig und damit unattraktiv machen. Abwägende Ansätze zur Kategorisierung der Anwendungsfälle im Hinblick auf ihren Regulierungsbedarf, wie bspw. bei der Kritikalitätspyramide der Datenethikkommission<sup>129</sup> sind zu begrüßen. In jedem Fall sollten KI-Anwendungen in der Energiewirtschaft bezüglich ihrer Kritikalität von einer zentralen Stelle bewertet werden und anhand dieser Einschätzung Zertifizierungsanforderungen zusammen mit den zuständigen Institutionen definiert werden. Eine solche Institution könnte anschließend als zentrale Zertifizierungsstelle für KI-Anwendungen der Energiewirtschaft auftreten. Aufgrund der hohen Systemrelevanz der Energiewirtschaft und dem gleichzeitigen Einsatz technisch anspruchsvoller und sich schnell weiterentwickelnder Algorithmen wird dieser Prozess hinsichtlich Komplexität als hoch eingeordnet.

<sup>129</sup> Die Kritikalitätspyramide unterteilt die Anwendungen in 5 Stufen und ordnet ihnen Maßnahmen zu: 1) ohne und mit geringem Schädigungspotenzial, 2) mit einem gewissen Schädigungspotenzial, 3) mit einem regelmäßigen/deutlichen Schädigungspotenzial, 4) mit einem erheblichen Schädigungspotenzial, 5) mit einem unvertretbaren Schädigungspotenzial. Weitere Informationen: [https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

Bei weniger kritischen Anwendungen kann auf Zertifizierungsanforderungen verzichtet werden, die Nachvollziehbarkeit ist aber dennoch zu gewährleisten. Ein Zertifizierungsverfahren kann langfristig das Vertrauen und damit den Einsatz dieser komplexen Systeme in der Energiewirtschaft bei allen Anwendern sicherstellen, worin auch der Beitrag zur integrierten Energiewende erkennbar wird, wenngleich auch eher indirekter Natur.

#### ■ **G: Datenplattformen in der Energiewirtschaft stärken**

Notwendige Daten sind im Allgemeinen nicht immer frei verfügbar. Teilweise können unternehmensexterne Daten von Datenanbietern käuflich erworben (bspw. Wetterdaten) oder von Open-Data-Plattformen und Datenbanken mit veröffentlichungspflichtigen Inhalten bezogen werden. Bisher sind anonymisierte und pseudonymisierte Daten bspw. von Netzinfrastrukturbetreibern allerdings nicht in größerem Umfang für Dritte zur Nutzung für das Training von KI und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle erhältlich. Auch in anderen Bereichen der Energiebranche existiert aus unterschiedlichen Gründen (Klärung der Zulässigkeit, Halten von Wettbewerbsvorteilen etc.) ein, in Teilen nachvollziehbarer, Vorbehalt gegenüber der „rein offenen“ Verfügbarmachung von Daten. Viele Akteure sehen neue und wichtige Märkte in der Beschaffung, der gewinnbringenden Verwertung und dem Handel mit Daten.

Um qualitativ hochwertige Daten für den Einsatz von KI zugänglich zu machen und zugleich sicher und transparent zu verwenden, ist eine leistungs- und wettbewerbsfähige Dateninfrastruktur erforderlich. An dieser Umsetzung arbeiten im europäischen Cloud-Projekt GAIA-X sowohl Unternehmen, als auch Behörden und Organisationen jeder Größe und Ausrichtung. Solche Initiativen können durch ein gestärktes Vertrauen in die Datensouveränität (bspw. Nutzung von Interoperabilitätsstandards, Speicherung von Daten innerhalb der eigenen Jurisdiktion), eine schnellere Beschaffung bei Behörden oder einen sicheren Rechtsrahmen für die Zielgruppen nicht nur infrastrukturelle Hemmnisse für KI-Anwendungen senken, sondern langfristig auch vorhandene gesellschaftliche Bedenken (z. B. Datenschutz) und Hindernisse (bspw. komplex zu verstehende Prozesse) seitens der Anwender reduzieren. Das in der Energiewirtschaft hohe Optimierungspotenzial durch die Vernetzung von Akteuren, auch über Wertschöpfungsstufen hinweg, zeigt die Notwendigkeit einer interoperablen Herangehensweise und der Möglichkeit Daten zu aggregieren. Dennoch sind auch kritische Fragestellungen im Kontext der Datenökonomie zu diskutieren. Neben der infrastrukturellen Voraussetzung werden in dem zugleich wettbewerblichen und regulierten Rahmen der Energiewirtschaft auch faire und transparente Möglichkeiten zum Austausch von Daten benötigt. Ein solches Vorhaben sollte forciert werden, um weitere Anwendungspotenziale von KI in der Energiewirtschaft zu realisieren.

#### ■ **H: Stakeholderdialog zur KI-unterstützten integrierten Infrastrukturplanung aufsetzen**

Mithilfe KI-gestützter Verfahren kann die auf einem optimierten Betrieb von Bestandssystemen aufbauende Planung von Infrastrukturen deutlich an Effektivität gewinnen (bspw. KI-gestütztes GIS zur besseren Trassenplanung). Die Anforderungen an die physischen Netzinfrastrukturen (Strom-, Wärme-, Gas- und auch Verkehrsnetze), aber auch an die dazugehörige digitale Infrastruktur steigen stetig. Insbesondere durch das Aufeinandertreffen von physischer und digitaler Infrastruktur gestaltet sich die Optimierung des Energie- und des Informationsnetzes von morgen zunehmend komplexer. Dabei dürfen auch gesellschaftliche Faktoren (bspw. Nähe zu EE-Anlagen) nicht vernachlässigt werden.

Schon heute sind in der Infrastrukturplanung häufig computergestützte Berechnungen notwendig. Die Anzahl der dabei zu berücksichtigenden Parameter und damit die Komplexität der Planung wird, durch die Notwendigkeit einer koordiniert geplanten integrierten Energiewende und dem damit einhergehenden Bedarf an digitaler Infrastruktur, noch weiter ansteigen. So sind bundeslandspezifische Regulierungen ebenso zu beachten wie geografische Gegebenheiten oder auch Aspekte der langfristigen Planung, wie bspw. Strukturförderprogramme. Die Planung von Infrastrukturen ist daher mitnichten eine rein energiewirtschaftliche Aufgabe, vielmehr ist ein integrierter Ansatz unter Einbindung verschiedener Infrastrukturbereiche (Strom, Gebäude, Mobilität, Bau etc.) über alle Wertschöpfungsstufen hinweg erforderlich. Damit KI die Umsetzung solcher komplexer Vorhaben unterstützen kann, ist ein gemeinsames Verständnis aller beteiligten Akteure eine Grundvoraussetzung. Der daher zwingend erforderliche Dialog von Vertretern unterschiedlicher Branchen unter Einbindung von KI-Experten sollte zu Beginn einen stark austauschorientierten Charakter haben und als Prozess unmittelbar angegangen werden. Es sollten sowohl Politik und Forschung als auch die Industrie eingebunden werden, um technisch mögliche, politisch sinnvolle, langfristig wirtschaftliche und sozial vertretbare Lösungsansätze zu finden. Ziel sollte es sein, die komplexen Anforderungen und Prozesse aller betroffenen Infrastrukturbereiche zusammenzutragen und ein gemeinsames Lösungsbild als Basis für die weitere Planung zu entwickeln. Der Fokus liegt dabei auf übergeordneten nationalen Vereinbarkeiten und Grundausrichtungen, wenngleich auch ein europäischer Blickwinkel eingenommen werden sollte. Bevor der Ansatz für solche eine KI-unterstützte Infrastrukturplanung jedoch auf nationaler Ebene etabliert wird, sollte zunächst eine Validierung und Feinjustierung erfolgen (siehe Handlungsempfehlung I).

#### ■ I: KI-unterstützte Infrastrukturplanung in Pilotkommunen erproben

Um die Potenziale der KI-unterstützten Infrastrukturplanung tatsächlich umzusetzen, muss aus den theoretischen Überlegungen heraus ein Weg in die praktische Planung gefunden werden. Hier können in einem ersten Schritt Pilotprojekte zu den im Stakeholderdialog ausgearbeiteten Maßnahmen gestartet werden, um diese gemeinsam in mehreren Kommunen zu implementieren. Somit kann der Grundstein für eine zukünftige KI-unterstützte, integrierte und branchenübergreifende Infrastrukturplanung gelegt werden. Eine breite Streuung der Pilotkommunen hinsichtlich Größe, geographischer Lage und wirtschaftlichen Interessen stellt sicher, dass für eine Validierung und Feinjustierung des Ansatzes (siehe Empfehlung H) alle Faktoren für die Umsetzung auf nationaler Ebene Berücksichtigung finden. KI kann hier in der Umsetzung der hochkomplexen Maßnahmen für ein Gelingen der integrierten Energiewende unterstützen. Die Erfahrungen aus den Pilotprojekten dienen somit als Basis zur Erstellung von Empfehlungen zur Etablierung einer deutschlandweiten KI-gestützten und optimierten Infrastrukturplanung.

#### ■ J: Den richtigen Rahmen für KI in Unternehmen schaffen

Eine Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen KI-Einsatz für die Energiewende ist insbesondere auch die Bereitschaft zum Engagement seitens der Unternehmen. Dabei ist es in der sehr heterogenen Firmenlandschaft der Energiewirtschaft eindeutig notwendig, Unternehmensprozesse zunächst sehr individuell bezüglich ihrer Eigenschaften und Möglichkeiten zur Automatisierung aufzunehmen und zu beurteilen, um daraufhin gezielt mögliche Optimierungsansätze zu identifizieren. Aktuelle Beispiele zeigen, dass KI häufig in Prozessen eingesetzt wird, die wegen ihres grundsätzlichen Digitalisierungspotenzials einen hohen Nutzen versprechen (Stichwort: Innovationsdruck), jedoch fehlt bei der Auswahl der Anwendungsfelder ein generelles, bzw. u. U. auch hauseigenes, Auswahlprinzip. Während bei derartigen innovativen Technologien ohnehin etliche Restfragen hinsichtlich ihres Nutzens in Abwägung mit dem einzusetzenden Kapital offenbleiben, kann durch ein gezieltes systemisches Verfahren die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Implementierung von KI dennoch positiv beeinflusst werden.

Fragen nach der heutigen und zukünftigen Datenlage (Quantität und/oder Qualität), der Komplexität des zu trainierenden Algorithmus (Aufbau und Betrieb), der personellen Besetzung (Fähigkeit und Bereitschaft), möglichen Rebound-Effekten (bspw. durch zusätzlichen Energieverbrauch) oder der Prozesssicherheit mit Blick auf die teils vollständige Delegation an maschinelle Prozessträger (Vertrauenslevel), sind nur einige Beispiele, die deutlich machen, dass standardisierte Prüfverfahren in der Vorbereitung der Einführung von KI von großer Bedeutung sind. So sollten sich Unternehmen in der Auswahlphase Expertenrat einholen und im Verlauf der Einführung schrittweise selbst Erkenntnisse dazu gewinnen, nach welchen Kriterien Entscheidungen untermauert werden können. Das sichert gleichzeitig das Engagement des Führungsmanagements und schafft Vertrauen in das eigene Vorgehen. Im Folgenden werden einige wichtige Maßnahmen erläutert um Unternehmen auf den Einsatz von KI vorzubereiten.

- **Unternehmen technisch und organisatorisch für KI fit machen**

Zur Implementierung und Anwendung von KI in der Energiewirtschaft müssen die Fähigkeiten der Mitarbeitenden durch das Management in der Breite gestärkt werden, bspw. durch die Aneignung einer datengetriebenen Sichtweise auf Prozesse und Anwendungen. Neben speziellen KI-Experten (Data Engineers/Data Scientists) sind dafür auch Beschäftigte an der Schnittstelle zwischen KI und Energiewirtschaft auszubilden und einzusetzen. Voraussetzung ist eine vom Unternehmensmanagement getragene Kultur zum Ausprobieren und Zulassen neuer Ansätze.

- **Analytische Auswahlverfahren für den Einsatz von KI unternehmensintern aufsetzen**

Bei der Prozessauswahl für den potenziellen Einsatz von KI fehlt den Unternehmen bislang oftmals ein generelles, bzw. u. U. hauseigenes, Auswahlprinzip. Eingangsfragen nach der heutigen und zukünftigen Datenlage (Quantität und/oder Qualität), der Komplexität der anzuwendenden Methoden, der personellen Besetzung (Fähigkeit und Bereitschaft) und möglichen Rebound-Effekten sind systematisch zu prüfen, bevor, auch im relativen Vergleich verschiedener möglicher Ansätze zueinander, eine Entscheidung getroffen wird.

- **KI-Botschafter im Unternehmen als Vermittlerrolle einführen**

Um KI-Potenziale im Unternehmen zu identifizieren, IT-Experten zu vermitteln und die notwendigen Rahmenbedingungen für den Einsatz von KI in den verschiedenen Unternehmensbereichen zu schaffen, kann die Einführung von KI-Botschaftern ein geeignetes Mittel sein. Die Schaffung einer solchen Vermittlerrolle unterstützt bei der Identifizierung von KI-Potenzialen sowie der Einsatzplanung im Unternehmen und hilft beim Aufbau von Vertrauen in die Technologie.

- **Maßnahmenkatalog für die Aneignung von KI-Kompetenzen erstellen**

Die Einstellung oder der unternehmensinterne Aufbau von IT-Experten oder auch das Outsourcing von KI-getriebenen Prozessen sind Werkzeuge für Unternehmen zur Entwicklung bzw. Integration von KI-Kompetenzen. Ein Maßnahmenkatalog, erstellt durch bspw. Branchenverbände, soll dem Unternehmen beim Sammeln seiner Möglichkeiten zur Aneignung von KI-Kompetenzen helfen. Dabei sollten die Maßnahmen nach Kategorien wie dem KI-Einsatzbereich, der Unternehmensgröße, der strategischen Ausrichtung oder der Personalstruktur unterschieden werden. Auf dieser Grundlage können Unternehmen eigene, den spezifischen Bedingungen im Unternehmen entsprechende Richtlinien für den Aufbau von KI-Wissen festlegen und daraufhin für sich geeignete Maßnahmen auswählen. Über dieses Vorgehen sollen den Unternehmen alle Optionen für die Aneignung von Expertenwissen aufgezeigt und gleichzeitig durch den brancheninternen Maßnahmenkatalog ein standardisiertes Vorgehen sichergestellt werden. Branchenverbände und die Politik können mit dieser Maßnahme zur Wissensvermittlung, Erhebung von Best-Practice- und Praxisbeispielen und letztendlich zur Vertrauensbildung in KI beitragen.

- **Personengebundenes Wissen mittels Expertensystem im Unternehmen für alle nutzbar machen**

Durch selbstständiges Lernen (Reinforcement Learning) und den Ausbau von Expertensystemen kann vormals personengebundenes Wissen für die gesamte Belegschaft (insbesondere Berufseinsteiger) einfacher zugänglich und nutzbar gemacht werden. Die aus der so geschaffenen Wissensbasis abgeleiteten Problemlösungen und Handlungsempfehlungen werden über Wenn-dann-Beziehungen ermittelt, durch die die KI in der Lage ist, selbst Schlussfolgerungen abzuleiten und dem Nutzer gleichzeitig deren Zustandekommen zu erklären. In ihre Entwicklung sollen Mitarbeitende und deren Fachbereiche, die mit dem Wissen der KI-Systeme arbeiten sollen, eng eingebunden werden, um sich von vorneherein mit den Fähigkeiten des Systems vertraut zu machen.

### 4.2.2 Aus Herausforderungen Chancen generieren

Neben den allgemein gültigen Empfehlungen für Wirtschaft, Politik und Forschung zeigen die Ergebnisse der Analyse auch anwendungsfeldspezifischen Handlungsbedarf auf. Dieser ist oftmals technischer Natur (bspw. Daten nicht oder nicht in der notwendigen Qualität oder Menge vorhanden) und richtet sich vor allem an die anwendungsorientierte Forschung. Insbesondere im Einsatzgebiet der Netze ist bei den Anwendungsfeldern zwar enormes Potenzial für (notwendige) Optimierungen erkennbar, gleichzeitig sind aber auch technische, regulatorische, ökonomische und gesellschaftliche Hemmnisse für deren Umsetzung vorhanden. Eine Einordnung der Empfehlungen zu den im Bericht identifizierten Herausforderungen hinsichtlich Komplexität und Dauer in der Umsetzung sowie Beitrag zur integrierten Energiewende zeigt Abbildung 59, analog zu Abbildung 58.

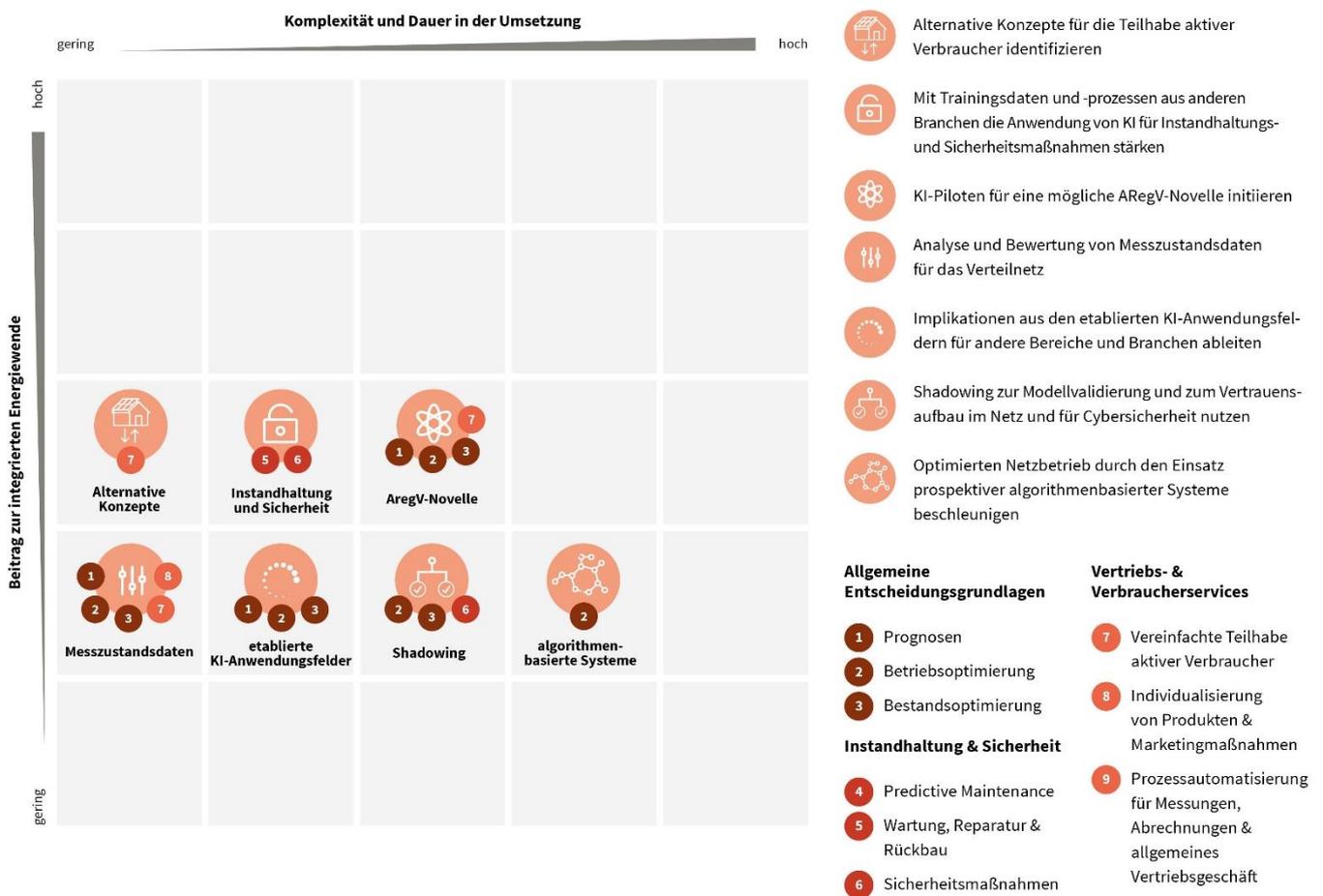


Abbildung 59: Einordnung der anwendungsfeldspezifischen Handlungsempfehlungen<sup>130</sup>

<sup>130</sup> Gekennzeichnet werden jeweils die relevantesten Anwendungsfelder, wenngleich auch andere Anwendungsfelder indirekt betroffen sein können.

### **Etablierte Anwendungsfelder stärken, Potenziale für weniger verbreitete heben**

Einen erheblichen Beitrag zur Effizienzsteigerung in der Energiewirtschaft wird KI zukünftig durch ihren Einsatz zur Verbesserung der Prognosegüte und zur Optimierung im Bereich der physischen und digitalen Energie- und Datenverteilung leisten. Über die Anwendung von KI können EE sowohl netz- als auch erzeugungsseitig besser in das Energiesystem integriert werden. Eine präzisere Prognosegenauigkeit, die viele Parameter wie Wetterdaten oder Preissignale unterschiedlicher Preiskomponenten und Märkte gleichzeitig und fortlaufend einbezieht und neu berechnet, optimiert die Kosten- und Erlösstruktur bspw. im Stromhandel. Damit ist sie inzwischen weniger ein Zusatzgeschäft als vielmehr eine Notwendigkeit, um die aufgrund des Dezentralisierungstrends wachsende Dynamik an den Energiemärkten adäquat abzubilden. Vor diesem Hintergrund sind KI-Anwendungen im Bereich des durch Algorithmen gestützten Handels bereits heute in den meisten Energieunternehmen etabliert.

Auch das Potenzial zur Optimierung des Stromnetzbetriebs, der durch die Einbindung einer Vielzahl an kleinskaligen Erzeugern sowie flexiblen Verbrauchern wie Wärmepumpen und der optimierten Ladung einer großen Flotte an Elektrofahrzeugen zur Herausforderung wird, ist hoch. Zur Steuerung der dann deutlich komplexeren Systeme, die gleichzeitig vielfältige Anforderungen verschiedener Nutzergruppen erfüllen müssen, wird der Einsatz unterschiedlicher Formen der KI hilfreich sein. Diese Formen umfassen KNN für quantitative Prognosen zukünftiger Ereignisse, Sensitivitätsanalysen für die optimale Platzierung von Messstellen durch Simulation, die Anwendung von NLP für die Identifikation und Einordnung von Kundenbedürfnissen oder auch die Klassifikation von schadhafte und nicht-schadhafte Bauteilen von Anlagen. Voraussetzung für all diese KI-Anwendungen ist eine ausreichende Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Daten.

#### **■ K: Implikationen aus den etablierten KI-Anwendungsfeldern für andere Bereiche und Branchen ableiten**

Die Analyse zeigt nicht nur das hohe Potenzial der Anwendungsfelder des Clusters Allgemeine Entscheidungsgrundlagen (**Prognose (1)**, **Betriebs- (2)** und **Bestandsoptimierung (3)**), sondern auch die Vielzahl an bereits etablierten Use-Cases sowie die vergleichsweise geringen technischen, regulatorischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Hürden in diesem Bereich. Größtenteils schon zum Industriestandard gehörend, bietet sich die Chance hieraus Implikationen für den Einsatz von KI in anderen Bereichen der Energiewirtschaft oder in anderen Branchen abzuleiten. In einer Workshopreihe mit Vertretern aus der Industrie sollten Analogien identifiziert, Erfahrungen aus Use-Cases im Cluster Allgemeine Entscheidungsgrundlagen geteilt und der Weg für deren Umsetzung in anderen Bereichen geebnet werden. Hierbei kann ein Use-Case-Katalog als Unterstützung dienen (siehe Empfehlung B). Sowohl der Beitrag zur Energiewende als auch die Komplexität steigen jeweils mit der Verfügbarkeit und dem Detaillierungsgrad der etablierten Use-Cases. Vor allem für Unternehmen sind Anreize zu schaffen, damit diese auch bereit sind Informationen zu ihren eigenen Prozessen und Produkten zu teilen.

#### **■ L: Mit Trainingsmethoden und Prozessen aus anderen Branchen die Anwendung von KI im Bereich der Instandhaltungs- und Sicherheitsmaßnahmen stärken**

In den Anwendungsfeldern **Wartung, Reparatur und Rückbau (5)** sowie **Sicherheitsmaßnahmen (6)** führt der Mangel an Daten zu einer geringeren kommerziellen Nutzung von KI, wenngleich mit der Automatisierung der Prozesse eine erhebliche Effizienzsteigerung verbunden wäre. Aktuell mangelt es jedoch zunächst an Daten zur Identifizierung fehlerhafter Prozesse und kritischer Situationen.

Um diese fehlenden Daten und Verfahren insbesondere zum Training der KI zu ersetzen, sollten andere Branchen mit ähnlichen Prozessen von den relevanten Unternehmen herangezogen werden um eigene Verfahren ggf. zu ergänzen bzw. zu substituieren (siehe auch Empfehlung M). Als Vorbilder können besonders solche Unternehmen dienen, die bereits KI-Verfahren entwickelt und umgesetzt haben.

#### ■ **M: Alternative Konzepte für die Teilhabe aktiver Verbraucher identifizieren**

Ein ebenfalls hoher Beitrag zur integrierten Energiewende wird durch die **Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher (7)** erwartet, wobei mit einer aktiveren Umsetzung aufgrund der bisher fehlenden Datengrundlage erst mittelfristig zu rechnen ist. Die technische Infrastruktur zur Datenerhebung (IoT, SMGW) befindet sich zum Teil noch im Aufbau während die Verwendung der unternehmens- sowie personenbezogenen Daten gleichzeitig zu recht restriktiven Sicherheits- und Schutzanforderungen unterliegt. Datenhandels- und Dienstplattformen (offene und geschlossene Systeme), die Daten unter Berücksichtigung der Selbstbestimmungsrechte der Datenbesitzer verfügbar machen, befinden sich aktuell noch in der Konzeptphase oder sollten in Demonstrationsvorhaben erprobt werden. Intelligente Energiedienstleistungen, die auf den Daten von Unternehmen und Endkunden aufsetzen, versprechen hier einen Mehrwert. Zum einen lässt ihre Implementierung deutliche Energieeffizienzverbesserungen sowohl in der Industrie und im Gewerbe als auch im Endkundensegment erwarten, zum anderen sollen sie die Optimierung des Einsatzes von dezentralen Erzeugungsanlagen, Speichern und flexiblen Energieanwendungen fördern. In einem ersten Schritt sollten alternative Konzepte zur Datenerhebung recherchiert werden, die die energiewirtschaftlichen Anforderungen an die Verlässlichkeit des Datensatzes erfüllen. Diese zunächst weniger komplexe Aufgabe der Identifikation von aktuell existierenden Standards, Schnittstellen und Plattformen kann als Signalwirkung kurzfristig zu einem besseren Verständnis der für die Digitalisierung des Energiesystems notwendigen Datengrundlage führen. Wenn die identifizierten alternativen Konzepte erfolgreich umgesetzt werden können, kann dies zudem einen hohen bis sehr hohen Beitrag für die integrierte Energiewende leisten, wenngleich die Komplexität des Vorhabens dadurch erheblich steigt.

#### **KI für den Netzbetrieb**

Mittelfristig wird sich die Menge an verfügbaren Daten für das Training von KI-Anwendungen zur Automatisierung des Netzbetriebs durch die weitere Verbreitung von Sensoren und Messtechnik sowie des Smart Meter Rollouts weiter erhöhen. Für den Steuerungseinsatz im Verteil- und Übertragungsnetzbetrieb sind entsprechende Softwareprodukte und Planungstools, die mit einer vergleichsweise geringen Anzahl an Daten betrieben werden können, bereits verfügbar. Damit wird perspektivisch auch der Netzzustand auf den Nieder- und Mittelspannungsebenen, die stark von neuen Erzeugungs-, Speicher- und Verbrauchspunkten penetriert werden, besser erfasst. Hier reichen zur Feststellung des Status quo häufig schon Messdaten an einigen wenigen kritischen Stellen im Netz aus. Eine Verbesserung der sensorischen Ausstattung wird zudem zukünftig zu einer Optimierung der darauf aufsetzenden Algorithmen führen.

#### ■ **N: Analyse und Bewertung von Messzustandsdaten für das Verteilnetz**

Intelligente Messsysteme spielen bei der Datenbereitstellung in den niedrigeren Spannungsebenen eine Schlüsselrolle. Die Kompatibilität der Messsysteme mit Mehrwertdiensten und deren Hardware sowie das Angebot umfangreicher Funktionen, für bspw. eine hochfrequente Messwertbereitstellung, sind dabei als zentrale Anforderungen weiter zu forcieren. Für die **Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher (7)** ist insbesondere die schnelle Einbindung kleinteiliger Erzeugungsanlagen sowie flexibler Stromverbraucher und Speicher im Rahmen des MsbG relevant, die möglichst kurzfristig mit geeigneter Messtechnik ausgestattet werden sollten.

Während die Verteilung der Messsysteme bei den Verbrauchern und Erzeugern bereits durch das MsbG festgelegt ist, bedarf es für die Installation von Messtechnik und Sensorik im Verteilnetz einer vorangestellten Analyse zur Identifikation aussagekräftiger Netzknoten. Dem Aufwand für die Installation von Messtechnik stehen Einsparungen bspw. durch ein zielgenaueres Redispatch von Erzeugungsanlagen und flexiblen Verbrauchern gegenüber. Insofern ist es sinnvoll zeitnah Anreize für NB zur Installation von Messtechnik für die Erfassung von Daten und die Bestimmung des Netzzustands zu schaffen.

■ **O: Shadowing zur Modellvalidierung und damit zum Vertrauensaufbau im Netz und zur Erhöhung der Cybersicherheit nutzen**

Ein temporärer paralleler Testbetrieb unter Übernahme bisheriger Prozesse durch KI ist für die Modellvalidierung und den Vertrauensaufbau in digital gestützte Systeme hilfreich. Als ein Beispiel können Maßnahmen zur Behebung von Netzengpässen bzw. zur besseren Auslastung der Stromnetze mithilfe eines digitalen Zwilling simuliert werden, ohne diese bereits real umzusetzen. Über die frühzeitige Identifizierung kritischer Netzzustände ist der Einsatz dieses sogenannten Shadowings ebenso zur Vermeidung von Cyberattacken auf Infrastrukturen, die die Versorgungssicherheit gefährden, möglich.

Die mangelnde Datenlage zu fehlerhaften Prozessen und Attacken macht die Möglichkeit des parallelen Testbetriebs hier besonders relevant (siehe auch Empfehlung K). Für einen erfolgreichen flächendeckenden Einsatz von Shadowing für die Systemsicherheit sollte daher eine Durchführung von Piloten als Leuchtturmprojekte unmittelbar starten. Dafür ist zunächst eine komplexe Analyse der Prozesse und der Systemlandschaft notwendig, um anschließend durch die erhöhte Systemsicherheit indirekt zur integrierten Energiewende beizutragen.

■ **P: Optimierten Netzbetrieb durch prospektive algorithmenbasierte Systeme unterstützen**

Derzeit wird der Nutzen einer stärker marktbasierter Ausgestaltung des Engpassmanagements (auch durch die Einführung regionaler Märkte für Flexibilitätsleistungen) diskutiert. Auf Netzführungsseite stehen KI-basierten Monitoringmaßnahmen bzw. einem durch KI unterstützten Einspeisemanagement investive Hürden entgegen. Variable Netzentgelte können hier zusätzliche Anreize für einen optimierten Netzbetrieb schaffen, die komplexe Regulatorik erschwert jedoch bislang die Lösungsfindung. Ein Ausweg aus diesem regulatorischen Dilemma kann der verstärkte prospektive und prognostische Einsatz algorithmenbasierter Systeme für den Netzbetrieb sein, der bei der Vermeidung von Engpässen präventiv hilft.

■ **Q: KI-Piloten für eine mögliche Novelle der Anreizregulierungsverordnung initiieren**

In Bezug auf den Investitionsrahmen von Verteilnetzen sind Schaufensterprojekte zu empfehlen, innerhalb derer anhand von Piloten vorausschauend ermittelt werden kann, ob sich ein breiter Einsatz von KI bspw. bei Netzbetreibern kostensenkend auswirkt. Auf Basis der Ergebnisse kann die Regulierungsbehörde in der Folge präzise Einzelfallentscheidungen zur Kostenanerkennung in der Netzregulierung erlassen. Mit den in den Piloten erprobten Instrumenten der KI erhält ein VNB neue, bereits im Feld erprobte Möglichkeiten, die dezentralen Einspeisungen und Entnahmen intelligenter zu erfassen und netzdienlich zu steuern. Eine entsprechende Novelle der Verordnung ist zwar durch eine hohe Komplexität geprägt, für die dezentrale Transformation des Energiesystems ist aber insbesondere die Optimierung des Netzbetriebes von großer Relevanz. Entsprechende Anreize zum KI-Einsatz können die Digitalisierung der Energiewirtschaft somit beschleunigen und damit die integrierte Energiewende vorantreiben.

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übergeordnete Bewertung der Anwendungsfelder .....	4
Abbildung 2: Einordnung der globalen Handlungsempfehlungen.....	7
Abbildung 3: Einordnung der anwendungsfeldspezifischen Handlungsempfehlungen .....	9
Abbildung 4: Die neun KI-Anwendungsfelder der Energiewirtschaft im Wertschöpfungsnetzwerk .....	20
Abbildung 5: Prozessbeispiel Prognosen – Erzeugung und Handel .....	22
Abbildung 6: Prozessbeispiel Prognosen – Netze .....	24
Abbildung 7: Prozessbeispiel Betriebsoptimierung – Erzeugung und Handel.....	25
Abbildung 8: Prozessbeispiel Betriebsoptimierung – Netze .....	27
Abbildung 9: Prozessbeispiel Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Erzeugung und Handel.....	29
Abbildung 10: Prozessbeispiel Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Netze.....	30
Abbildung 11: Prozessbeispiel Predictive Maintenance .....	32
Abbildung 12: Prozessbeispiel Wartung, Reparatur und Rückbau .....	33
Abbildung 13: Prozessbeispiel Sicherheitsmaßnahmen .....	35
Abbildung 14: Prozessbeispiel Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher .....	37
Abbildung 15: Prozessbeispiel Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen.....	39
Abbildung 16: Prozessbeispiel Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft.....	41
Abbildung 17: Technische Bewertung Prognosen.....	49
Abbildung 18: Technische Bewertung Betriebsoptimierung .....	50
Abbildung 19: Technische Bewertung Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen.....	51
Abbildung 20: Technische Bewertung Predictive Maintenance.....	53
Abbildung 21: Technische Bewertung Wartung, Reparatur und Rückbau .....	54
Abbildung 22: Technische Bewertung Sicherheitsmaßnahmen.....	55
Abbildung 23: Technische Bewertung Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher .....	56
Abbildung 24: Technische Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen.....	57

Abbildung 25: Technische Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft.....	58
Abbildung 26: Zeitliche und ökonomische Einordnung der Anwendungsfelder .....	60
Abbildung 27: Ökonomische Bewertung Prognosen .....	66
Abbildung 28: Ökonomische Bewertung Betriebsoptimierung.....	67
Abbildung 29: Ökonomische Bewertung Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen.....	69
Abbildung 30: Ökonomische Bewertung Predictive Maintenance .....	70
Abbildung 31: Ökonomische Bewertung Wartung, Reparatur und Rückbau .....	71
Abbildung 32: Ökonomische Bewertung Sicherheitsmaßnahmen .....	72
Abbildung 33: Ökonomische Bewertung Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher .....	73
Abbildung 34: Ökonomische Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen.....	75
Abbildung 35: Ökonomische Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft.....	75
Abbildung 36: Die drei Säulen der regulatorischen Analyse .....	78
Abbildung 37: Bewertungsmethodik der neun Anwendungsfelder .....	79
Abbildung 38: Dreieck der Datenerhebung und -weiterverwendung.....	83
Abbildung 39: Regulatorische Bewertung Prognosen .....	93
Abbildung 40: Regulatorische Bewertung Betriebsoptimierung.....	95
Abbildung 41: Regulatorische Bewertung Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen.....	100
Abbildung 42: Regulatorische Bewertung Predictive Maintenance .....	102
Abbildung 43: Regulatorische Bewertung Wartung, Reparatur und Rückbau .....	104
Abbildung 44: Regulatorische Bewertung Sicherheitsmaßnahmen .....	106
Abbildung 45: Regulatorische Bewertung Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher .....	109
Abbildung 46: Regulatorische Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen.....	110
Abbildung 47: Regulatorische Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft.....	113
Abbildung 48: Gesellschaftliche Bewertung Prognosen .....	119
Abbildung 49: Gesellschaftliche Bewertung Betriebsoptimierung .....	120
Abbildung 50: Gesellschaftliche Bewertung Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen.....	121

Abbildung 51: Gesellschaftliche Bewertung Predictive Maintenance .....	122
Abbildung 52: Gesellschaftliche Bewertung Wartung, Reparatur und Rückbau .....	123
Abbildung 53: Gesellschaftliche Bewertung Sicherheitsmaßnahmen .....	124
Abbildung 54: Gesellschaftliche Bewertung Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher .....	125
Abbildung 55: Gesellschaftliche Bewertung Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen.....	126
Abbildung 56: Gesellschaftliche Bewertung Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft.....	127
Abbildung 57: Zusammenfassende Bewertung der Anwendungsfelder .....	130
Abbildung 58: Einordnung der globalen Handlungsempfehlungen .....	134
Abbildung 59: Einordnung der anwendungsfeldspezifischen Handlungsempfehlungen .....	141

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Steckbrief Prognosen – Erzeugung und Handel .....	22
Tabelle 2: Steckbrief Prognosen – Netze .....	23
Tabelle 3: Steckbrief Betriebsoptimierung – Erzeugung und Handel.....	25
Tabelle 4: Steckbrief Betriebsoptimierung – Netze.....	26
Tabelle 5: Steckbrief Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Erzeugung und Handel.....	28
Tabelle 6: Steckbrief Bestandsoptimierung und andere strategische Geschäftsentscheidungen – Netze.....	30
Tabelle 7: Steckbrief Predictive Maintenance .....	31
Tabelle 8: Steckbrief Wartung, Reparatur und Rückbau .....	33
Tabelle 9: Steckbrief Sicherheitsmaßnahmen .....	34
Tabelle 10: Steckbrief Vereinfachte Teilhabe aktiver Verbraucher .....	36
Tabelle 11: Steckbrief Individualisierung von Produkten und Marketingmaßnahmen .....	38
Tabelle 12: Steckbrief Prozessautomatisierung für Messungen, Abrechnungen und allgemeines Vertriebsgeschäft.....	40

# Literaturverzeichnis

**Abdelkafi, Nizar et al. (2019):** Künstliche Intelligenz im Unternehmenskontext, Literaturanalyse und The-senpapier des Fraunhofer IWM.

**Anderl, Sibylle (2019):** Warum wir KI nicht vertrauen sollten. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung. [Online] URL: <https://www.faz.net/aktuell/wissen/computer-mathematik/cybersicherheit-warum-wir-ki-nicht-ver-trauen-sollten-16492230.html> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Agora Energiewende (2014):** Analyse Negative Strompreise: Ursachen und Wirkungen. Eine Analyse der ak-tuellen Entwicklungen – und ein Vorschlag für ein Flexibilitätsgesetz.

**Agora Energiewende (2017):** Smart-Market-Design in deutschen Verteilnetzen. Entwicklung und Bewertung von Smart Markets und Ableitung einer Regulatory Roadmap.

**Albers, Marion; Veit, Raoul-Darius (2018):** DSGVO Art. 6 – Rechtmäßigkeit der Verarbeitung. In: BeckOK Da-tenschutzrecht, 28. Edition.

**Albrecht, Jan Philipp; Jotzo, Florian (2016):** Das neue Datenschutzrecht der EU.

**Amodei, Dario et al. (2016):** Concrete Problems in AI Safety, CoRR, abs/1606.06565. [Online] URL: <http://ar-xiv.org/abs/1606.06565> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bakovic, Tonci; Makala, Baloko (2020):** Artificial Intelligence in the Power Sector. IFC. [Online] URL: [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/bd3a196d-a88f-45af-bbc6-e0b00790fba8/EMCompass\\_Note\\_81-05-web.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n72pj5g](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/bd3a196d-a88f-45af-bbc6-e0b00790fba8/EMCompass_Note_81-05-web.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n72pj5g) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bartsch, Alexander (2018):** In: Danner, Wolfgang/Theobald Christian (Hrsg.). Energierecht, 98. EL

**Bartsch, Alexander; Rieke, Inga (2017):** Das neue Datenschutzrecht mit Auswirkungen auch auf Energiever-sorger. In: Zeitschrift für das gesamte Recht der Energiewirtschaft (EnWZ), Heft 12.

**Berman, Daniel et al. (2019):** A Survey of Deep Learning Methods for Cyber Security. In: Information, Nr. 4.

**Beyhs, Oliver; Poymanov, Artem (2019):** Digitalisierung im Accounting und Reporting – Überblick und Sys-tematisierung aktueller praktischer Entwicklungen. In: Zeitschrift für Internationale Rechnungslegung (IRZ), Heft 1.

**Borges, Georg (2018):** Rechtliche Rahmenbedingungen für autonome Systeme. In: Neue Juristische Wo-chenschrift (NJW), Heft 14.

**Briman, Eran (2016):** Another look at AlphaGo vs. Lee Sedol: The Power Angle. [Online] URL: <https://www.ceva-dsp.com/ourblog/artificial-intelligence-leaps-forward-mastering-the-ancient-game-of-go/> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Brown, Arnold (2007):** Othersourcing: technological outsourcing. In: Strategy and Leadership.

**Buchner, Benedikt; Petri, Thomas (2018):** DSGVO Art. 6 – Rechtmäßigkeit der Verarbeitung. In: Kühling, Jür-gen; Buchner, Benedikt: DSGVO/BDSG, 2. Auflage.

**Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2017):** Die Lage der IT-Sicherheit in Deutsch-land. [Online] URL: [https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/Lageberichte/lageberichte\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/Lageberichte/lageberichte_node.html) (zu-letzt abgerufen am 28.06.2018).

**Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2020):** Zertifizierte Produkte – Intelligente Messsysteme. [Online] URL: [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ZertifizierungundAnerkennung/Produkt-zertifizierung/ZertifizierungnachCC/ZertifizierteProdukte/Intelligente\\_Messsysteme/Intelligente\\_Messsysteme\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ZertifizierungundAnerkennung/Produkt-zertifizierung/ZertifizierungnachCC/ZertifizierteProdukte/Intelligente_Messsysteme/Intelligente_Messsysteme_node.html) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2019):** Der intelligente Windpark. [Online] URL: <https://www.bmbf.de/de/der-intelligente-windpark-10174.html> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2019a):** Das Projekt GAIA-X – Eine vernetzte Dateninfrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Ökosystems. [Online] URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x.html> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2019b):** Künstliche Intelligenz und Recht im Kontext von Industrie 4.0. [Online] URL: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/kuenstliche-intelligenz-und-recht.html> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bundesnetzagentur (BNetzA) (2015a):** Bericht der Bundesnetzagentur zur Netzentgeltsystematik Elektrizität. [Online] URL: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Netzentgelte/Strom/Netzentgeltsystematik/netzentgeltsystematik-node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzentgelte/Strom/Netzentgeltsystematik/netzentgeltsystematik-node.html) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bundesnetzagentur (BNetzA) (2015b):** Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung. [Online] URL: [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2015/ARegV\\_Evaluierungsbericht\\_2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2015/ARegV_Evaluierungsbericht_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bundesnetzagentur (BNetzA) (2017a):** Beschluss BK6-15-158. [Online] URL: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1\\_GZ/BK6-GZ/2015/BK6-15-158/BK6-15-158\\_Beschluss\\_vom\\_13\\_06\\_2017.html?nn=269594](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2015/BK6-15-158/BK6-15-158_Beschluss_vom_13_06_2017.html?nn=269594) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bundesnetzagentur (BNetzA) (2017b):** Beschluss BK6-15-159. [Online] URL: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1\\_GZ/BK6-GZ/2015/BK6-15-159/BK6-15-159\\_Beschluss\\_vom\\_13\\_06\\_2017.html?nn=269594](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2015/BK6-15-159/BK6-15-159_Beschluss_vom_13_06_2017.html?nn=269594) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) (2020):** Künstliche Intelligenz für die Energiewirtschaft, [Online] URL: <https://www.bdew.de/energie/digitalisierung/kuenstliche-intelligenz-fuer-die-energiewirtschaft/> (zuletzt abgerufen am 17.07.2020).

**Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und Neue Medien (Bitkom) (2017):** Stellungnahme zum Kommissionsentwurf der e-Privacy Verordnung (COM (2017) 10 final). [Online] URL: <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/FirstSpirit-149379565484720170427-E-Privacy-Stellungnahme-FIN.pdf> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Calabrese, Nico (2019):** Chancen und Herausforderungen bei der Anwendung von künstlicher Intelligenz in der Energiewirtschaft – Eine ökonomische Analyse am Beispiel der Vorhersage von Elektrofahrzeuglasten. Masterarbeit am Karlsruher Institut für Technologie in Kooperation mit Fraunhofer ISI.

**Climate Change AI (2020).** [Online] URL: <https://www.climatechange.ai/> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Capgemini (2017):** Datenqualität: Ein Must-have für Machine Learning. [Online] URL: <https://www.capgemini.com/de-de/2017/12/data-quality-must-have-machine-learning/> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Danner, Wolfgang; Missling, Stefan; Theobald, Christian (2015):** EnWG § 14a Steuerung von unterbrechbaren Verbrauchseinrichtungen in Niederspannung. 84. EL April 2015.

**Datenethikkommission der Bundesregierung, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) (2019):** Gutachten der Datenethikkommission. [Online] URL: [https://www.bmi.bund.de/Shared-Docs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmi.bund.de/Shared-Docs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.pdf?__blob=publicationFile&v=6) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Deloitte (2019):** Smart Grid 2019: Netzdienliche Leistungen über Smart Metering als neues und standardisiertes Instrument im Verteilernetz. Studie im Auftrag von Netze BW, Avacon, e.dis, Schleswig-Holstein, Bayernwerk.

**Deutsche Energie-Agentur (dena) (2019):** Künstliche Intelligenz für die integrierte Energiewende. Einordnung des technologischen Status quo sowie Strukturierung von Anwendungsfeldern in der Energiewirtschaft

**Deutsche Energie-Agentur (dena) (2020):** Globale Trends der künstlichen Intelligenz und deren Implikationen für die Energiewirtschaft.

**Dettling, Heinz-Uwe; Krüger, Stefan (2019):** Erste Schritte im Recht der Künstlichen Intelligenz – Entwurf der „Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI“. In: Zeitschrift für IT-Recht und Recht der Digitalisierung (MMR).

**Deutscher Bundestag (2011):** Gesetzesentwurf der Fraktionen CDU/CSU und FDP, Entwurf eines Gesetzes zur Neuerung energiewirtschaftlicher Vorschriften. In: BT-Drs. 17/6072. [Online] URL: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/060/1706072.pdf> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Diehm, Jürgen; Benzinger, Lukas (2018):** Digital Finance: Digitale Rechnungsverarbeitung und Workflows als Basis für ein Rechnungswesen 4.0. In: Der Betrieb (DB), Nr. 15.

**Djeffal, Christian (2019):** IT-Sicherheit 3.0: Der neue IT-Grundschutz – Grundlagen und Neuerungen unter Berücksichtigung des Internets der Dinge und Künstlicher Intelligenz. In: MultiMedia und Recht, 2019(5).

**Deutsche Presse-Agentur (dpa) (2020):** Google reduziert CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Künstlicher Intelligenz. [Online] URL: <https://www.zeit.de/news/2020-04/22/google-reduziert-co2-emissionen-mit-kuenstlicher-intelligenz> (zuletzt abgerufen am 27.07.2020).

**Dreyer, Stephan; Schulz, Wolfgang (2018):** Was bringt die Datenschutz-Grundverordnung für automatisierte Entscheidungssysteme? Potenziale und Grenzen der Absicherung individueller, gruppenbezogener und gesellschaftlicher Interessen. Bertelsmann Stiftung (Hrsg.).

**Durner, Wolfgang (2011):** Schutz der Verbraucher durch Regulierungsrecht. In: Veröffentlichungen der Vereinigung der Deutschen Staatsrechtslehrer (VVDStRL), Band 70.

**Ebe, Falko (2018):** Abstimmungskaskade als Werkzeug für eine zellbasierte Infrastruktur. Poster im Rahmen der Tagung „Zukünftige Stromnetze für Erneuerbare Energien“ (Berlin).

**E-Bridge (2016):** Zukünftige Rolle des Verteilernetzbetreibers in der Energiewende. Studie im Auftrag der MITNETZ STROM. [Online] URL: [https://www.bdew.de/media/documents/20160906\\_Studie-E-Bridge-MITNETZ-DSO2.0-Praesentation.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/20160906_Studie-E-Bridge-MITNETZ-DSO2.0-Praesentation.pdf) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**E-Bridge (2017):** Sichere und effiziente Koordinierung von Flexibilitäten im Verteilernetz. Studie im Auftrag deutscher Verteilernetzbetreiber.

- Eifert, Martin (2010):** Die gerichtliche Kontrolle der Entscheidungen der Bundesnetzagentur. In: Zeitschrift für das gesamte Handels- und Wirtschaftsrecht (ZHR) 174.
- Einhellig, Ludwig; Kappl, Johanna (2017):** Die Standardisierung von (netzdienlichen) Zusatzleistungen und Entflechtung nach Messstellenbetriebsgesetz, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 5/2017.
- EnBW (2018):** Intelligente Videosensorik und Datenschutz – kein Widerspruch mehr. [Online] URL: <https://dev.enbw.com/intelligente-videosensorik-und-datenschutz/> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Ernst & Young (EY) (2018):** Digitalisierung der Energiewende – Topthema 2: Regulierung, Flexibilisierung und Sektorkopplung. Gutachten im Auftrag des BMWi.
- Europäische Kommission (EK) (2016):** Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the internal market for electricity. In: COM(2016) 861 final. [Online] URL: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/COM-2016-861-F1-EN-MAIN.PDF> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Europäische Kommission (EK) (2018):** Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions – Coordinated Plan on Artificial Intelligence. In: COM(2018) 795 final. [Online] URL: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EN/COM-2018-795-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Europäische Kommission (EK) (2019a):** Hochrangige Expertengruppe für künstliche Intelligenz – Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI. [Online] URL: [https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\\_id=60425](https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=60425) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Europäische Kommission (EK) (2019b):** High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, Ethical Guidelines for Trustworthy AI. [Online] URL: <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Europäische Kommission (EK) (2020a):** Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz – Ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen. [Online] URL: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_de.pdf) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Europäische Kommission (EK) (2020b):** Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions – A European strategy for data. In: COM(2020) 66 final. [Online] URL: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-european-strategy-data-19feb2020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-european-strategy-data-19feb2020_en.pdf) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Europäischer Datenschutzausschuss (2019):** Guidelines 2/2019 on the processing of personal data under Article 6(1) (b) GDPR in the context of the provision of online services to data subjects. [Online] URL: [https://edpb.europa.eu/our-work-tools/public-consultations/2019/guidelines-22019-processing-personal-data-under-article-61b\\_de](https://edpb.europa.eu/our-work-tools/public-consultations/2019/guidelines-22019-processing-personal-data-under-article-61b_de) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Europäisches Parlament (EP) (2013):** Amendments (3) 886 - 1188. [Online] URL: [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/libe/am/928/928600/928600en.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/libe/am/928/928600/928600en.pdf) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Faber, Tobias et al. (2018):** Predictive Maintenance – Hürden und Chancen zur sinnvollen Nutzung von Maschinendaten. In: Der Sachverständige, Heft 11.

- Fehling, Michael (2014):** Neues Regulierungsrecht im Anschluss an die Energiewende. In: Die Verwaltung, Vol. 47.
- Franke, Peter (2013):** Beschleunigung der Planungs- und Zulassungsverfahren beim Ausbau der Übertragungsnetze. In: Festschrift für Peter Salje.
- Franzius, Claudio (2012):** Bedarfsplanung als spezifisches Regulierungsrecht. In Peter Lang (Hrsg.): Braucht das Gesundheitswesen ein eigenes Regulierungsrecht?
- Franzius, Claudio (2015a):** Ansätze eines analytisch-deliberativen Verfahrensmodells für die Stromnetzplanung. In: Verwaltungsarchiv (VerwArch), Vol. 106.
- Franzius, Claudio (2015b):** Regulierung und Innovation im Mehrebenensystem. Was kann und muss europäisches Energierecht leisten und welche Handlungsfreiheiten brauchen die Mitgliedsstaaten? In: Die Verwaltung, Vol. 48
- Franzius, Claudio (2018):** Planungsrecht und Regulierungsrecht. In: Zeitschrift für Umweltrecht, Heft 1.
- Fraunhofer (2018):** Maschinelles Lernen – Eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendung. [Online] URL: [https://www.bigdata.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publikationen/Fraunhofer\\_Studie\\_ML\\_201809.pdf](https://www.bigdata.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publikationen/Fraunhofer_Studie_ML_201809.pdf) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Fritz, Wolfgang et al. (2019):** Regulatorische Bewertung von Maßnahmenvorschlägen zur Erschließung netzdienlicher Flexibilität. Im Auftrag der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena).
- Gates, Bill (2017):** Dear class of 2017... In: GatesNotes. [Online] URL: <https://www.gatesnotes.com/About-Bill-Gates/Dear-Class-of-2017> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Gausling, Tina (2019):** Künstliche Intelligenz im digitalen Marketing – Datenschutzrechtliche Bewertung KI-gestützter Kommunikations-Tools und Profiling-Maßnahmen. In: Zeitschrift für Datenschutz (ZD), Heft 8.
- Geers, Theo (2019):** Fehlender Strom und die Folgen. [Online] URL: [https://www.deutschlandfunk.de/black-out-risiko-im-juni-fehlender-strom-und-die-folgen.1766.de.html?dram:article\\_id=452828](https://www.deutschlandfunk.de/black-out-risiko-im-juni-fehlender-strom-und-die-folgen.1766.de.html?dram:article_id=452828) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Geospin (2018):** Die Thüga-Gruppe möchte mithilfe von Geospin die Elektromobilität voranbringen. [Online] URL: <https://www.geospin.de/2018/12/17/die-thuga-gruppe-moechte-mithilfe-von-geospin-die-elektromobilitaet-voranbringen/> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Geospin (2020):** Produkte – Potenzialanalyse für Ladeinfrastruktur. [Online] URL: <https://www.geospin.de/ladeinfrastruktur/> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Groß, Christian et al. (2020):** Wunsch und Wirklichkeit – Was der Digitale Zwilling für Gebäude leisten kann. [Online] URL: [https://www.researchgate.net/publication/340396492\\_Wunsch\\_und\\_Wirklichkeit\\_Was\\_der\\_Digitale\\_Zwilling\\_fur\\_Gebäude\\_leisten\\_kann](https://www.researchgate.net/publication/340396492_Wunsch_und_Wirklichkeit_Was_der_Digitale_Zwilling_fur_Gebäude_leisten_kann) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Habel, Oliver (2018):** Need to know: Rechtliche Vertragsregelungen für den Vertrieb von IoT- und Big-Data-Anwendungen. In: Deutsche Stiftung für Recht und Informatik, Tagungsband Herbstakademie (DSRITB).
- Hammond, Kris (2016):** The Periodic Table of AI. [Online] URL: <https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/the-periodic-table-of-ai> (zuletzt abgerufen am 08.08.2019).
- Hassabis, Dennis; Silver, David (2017):** AlphaGo Zero: Starting from scratch. [Online] URL: <https://deepmind.com/blog/article/alphago-zero-starting-scratch> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

- Hayek, Ordo (2014):** Zum Regulierungswissen Hoffmann-Riem. In: Bora/Henkel/Reinhardt (Hrsg.), Wissensregulierung und Regulierungswissen.
- He, Youbiao; Mendis, Gihan; Wei, Jin (2018):** Real-time detection of false data injection attacks in smart grid: A deep learning-based intelligent mechanism. In: IEEE Transitions on Smart Grid.
- Heberlein, Horst (2018):** DSGVO Art. 6 – Rechtmäßigkeit der Verarbeitung. In: Ehmann, Eugen; Selmayr, Martin: DSGVO, 2. Auflage.
- Heesen, Jessica et al. (2020):** Zertifizierung von KI-Systemen – Impulspapier. Hrsg.: Lernende Systeme – Die Plattform für künstliche Intelligenz. [Online] URL: [https://www.plattform-lernende-systeme.de/files/Downloads/Publikationen/AG3\\_Impulspapier\\_290420.pdf](https://www.plattform-lernende-systeme.de/files/Downloads/Publikationen/AG3_Impulspapier_290420.pdf) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Henselmann, Klaus; Seebeck, Andreas (2018):** Digitalisierung der Finanzberichterstattung in Europa – So funktioniert iXBRL. In: Zeitschrift für Internationale Rechnungslegung (IRZ). Heft 10.
- Hermes, Georg (2014):** Planungsrechtliche Sicherung einer Energiebedarfsplanung – ein Reformvorschlag. In: Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR), Heft 5.
- Hetmank, Sven; Lauber-Rönsberg, Anne (2018):** Künstliche Intelligenz – Herausforderungen für das Immaterialgüterrecht. In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht (GRUR), Heft 6.
- IDC (2019):** Update of the European Data Market – SMART 2016/0063. Story 5 – AI paving the way for the Cognitive Revolution across European Utilities. [Online] URL: [http://datalandscape.eu/sites/default/files/report/D3.5\\_AI\\_and\\_Energy\\_27.06.2019.pdf](http://datalandscape.eu/sites/default/files/report/D3.5_AI_and_Energy_27.06.2019.pdf) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- IEA (2019):** Data centres and data transmission networks. [Online] URL: <https://www.iea.org/reports/tracking-buildings/data-centres-and-data-transmission-networks> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Jakl, Bernhard (2019):** Das Recht der künstlichen Intelligenz – Möglichkeiten und Grenzen zivilrechtlicher Regulierung. In: Zeitschrift für IT-Recht und Recht der Digitalisierung (MMR), Heft 11.
- Jandt, Silke (2018):** Art. 32 Sicherheit der Verarbeitung. In: Kühling, Jürgen; Buchner, Benedikt: DSGVO BDSG, 2. Auflage.
- Kelber, Ulrich (2020):** Im Spannungsfeld zwischen Datenschutz und Künstlicher Intelligenz. Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche Potenziale. [Online] URL: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2020/kw03-pa-enquete-kuenstliche-intelligenz-673918> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Kersten, Jens (2010):** Herstellung von Wettbewerb als Verwaltungsaufgabe. In: Veröffentlichungen der Vereinigung der Deutschen Staatsrechtslehrer (VVDStRL), Band 69.
- Klar, Manuel (2019):** Künstliche Intelligenz und Big Data – algorithmenbasierte Systeme und Datenschutz im Geschäft mit Kunden. In: Betriebs-Berater (BB), Heft 39.
- Köck, Wolfgang et al. (2017):** Das Instrument der Bedarfsplanung – Rechtliche Möglichkeiten für und verfahrensrechtliche Anforderungen an ein Instrument für mehr Umweltschutz. [Online] URL: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-09-05\\_texte\\_55-2017\\_bedarfsplanung\\_v2.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-09-05_texte_55-2017_bedarfsplanung_v2.pdf) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Köck, Wolfgang (2016):** Die Bedarfsplanung im Infrastrukturrecht. In: Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR), Heft 11.

- Köppl, Simon et al. (2019):** Altdorfer Flexmarkt – Decentral flexibility for distribution networks. In: Internationaler ETG-Kongress 2019.
- Koreng, Ansgar; Lachenmann, Matthias (2018):** Rechenschaftspflicht (Art. 5, 24 DS-GVO). In: Formularhandbuch Datenschutzrecht, 1. Organisationsstruktur Datenschutz, 2. Auflage.
- Krawinkel, Holger (2012):** Der Infrastrukturausbau im Rahmen der Energiewende benötigt umfassende Planungsinstrumente. In: Zeitschrift für Neues Energierecht (ZNER).2012, 461-465.
- Lachenmann, Matthias (2017):** Rechtshandbuch Industrie 4.0. In: Sassenberg, Thomas; Faber, Tobias. MMR-Aktuell, Ausgabe 21.
- Lauber-Rönsberg, Anne (2019):** Autonome „Schöpfung“ – Urheberschaft und Schutzfähigkeit. In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht (GRUR), Heft 3.
- Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (2020):** Künstliche Intelligenz braucht Fachkräfte: Studie zum Stand der Nutzung von KI in Unternehmen in Deutschland. [Online] URL: <https://www.zew.de/presse/pressearchiv/kuenstliche-intelligenz-braucht-fachkraefte/> (zuletzt abgerufen am 17.07.2020).
- Lüdemann, Volker; Ortmann, Manuel Christian; Pokrant, Patrick (2016):** Das neue Messstellenbetriebsgesetz – Wegbereiter für ein zukunftsfähiges Smart Metering. In: EnWZ, Heft 8.
- Lülsdorf, Tanja (2019):** § 14 EEG 2014. In: Danner, Wolfgang; Theobald, Christian(Hrsg.). Energierecht.
- Mantz, Reto; Spittka, Jan (2020):** Rechtshandbuch Industrie 4.0. In: Sassenberg, Thomas; Faber, Tobias. Teil 2, E, Rn. 22.
- Martini, Mario (2018):** DS-GVO Art. 22 Automatisierte Entscheidungen im Einzelfall einschließlich Profiling. In: Paal, Boris P.; Pauly, Daniel A.: DS-GVO/BDSG, 2. Auflage.
- Martini, Mario; Damm, Matthias (2014):** Der Zugang der Öffentlichkeit zu hochauflösenden Satellitenbildern. In: Neue juristische Wochenschrift (NJW), Heft 3.
- Misling, Tanja (2019):** § 14 EEG 2014. In: Danner, Wolfgang; Theobald, Christian(Hrsg.). Energierecht.
- Nowak, Matthias (2020):** Moderne Technologie hilft Netzbetreibern in schwierigen Zeiten. [Online] URL: <https://venios.de/moderne-technologie-hilft-netzbetreibern-in-schwierigen-zeiten/> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).
- Nussbaum, Ulrich (2019):** Künstliche Intelligenz braucht Normen und Standards. In: Gemeinsame Pressemitteilung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie mit VDE und DIN vom 16.10.2019.
- Ory, Stephan; Sorge, Christoph (2019):** Schöpfung durch Künstliche Intelligenz? In: Neue Juristische Wochenschrift (NJW). 72(11).
- Pieper, Fritz-Ulli; Wessing, Taylor (2019):** Wenn Maschinen Verträge schließen: Willenserklärungen beim Einsatz von Künstlicher Intelligenz. In: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht, Praxis im Immaterialgüter- und Wettbewerbsrecht (GRUR-Prax), Heft 13.
- Plath (Hrsg.) (2018):** Art. 6 DSGVO. In: DSGVO BDSG, 3. Auflage.
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (BPA) (2019):** Eckpunkte einer Datenstrategie der Bundesregierung.

**Redman, Thomas (2018):** If Your Data Is Bad, Your Machine Learning Tools Are Useless. [Online] URL: <https://hbr.org/2018/04/if-your-data-is-bad-your-machine-learning-tools-are-useless> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Reinsel, David; Gantz, John; Rydning, John (2018):** Data Age 2025, The Digitization of the World – From Edge to Core. In: IDC-Report.

**Sarkar, Tirthajyoti (2018):** Synthetic data generation — a must-have skill for new data scientists. [Online] URL: <https://towardsdatascience.com/synthetic-data-generation-a-must-have-skill-for-new-data-scientists-915896c0c1ae> (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Schäfer-Stradowsky, Simon; Timmermann, Daniel (2018):** Verschiebung von Kompetenzen zwischen ÜNB und VNB durch die Digitalisierung der Energiewende – Bedarf einer Mittelebene? In: Zeitschrift für das gesamte Recht der Energiewirtschaft (EnWZ), Heft 6.

**Schmidtchen, Marcus (2014):** Klimagerechte Energieversorgung im Raumordnungsrecht.

**Schmitt, Tobias (2015):** Die Bedarfsplanung von Infrastrukturen als Regulierungsinstrument.

**Schulz, Sebastian (2018):** Art. 6. In: Gola, Peter. DS-GVO, 2. Auflage.

**Schwintowski, Hans-Peter (2018):** Messstellenbetrieb und Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen – Grundfragen. In: Zeitschrift des Instituts für Energie- und Wettbewerbsrecht in der Kommunalen Wirtschaft e. V. (EWeRK), Heft 3.

**Seibel, Mark (2013):** Abgrenzung der „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ vom „Stand der Technik“. In: Neue juristische Wochenschrift (NJW), Heft 41.

**Shruthi, C. M.; Sudheer, A. P.; Joy, M. L. (2019):** Dual arm electrical transmission line robot: motion through straight and jumper cable, *Automatika*, 60:2.

**Spiecker gen. Döhmman, Indra; Bretthauer, Sebastian (Hrsg.) (2018):** Dokumentation zum Datenschutz mit Informationsfreiheitsrecht.

**Steinkamp, Dieter (2017):** Rechte der Verteilnetzbetreiber stärken. In: Zeitschrift für das gesamte Recht der Energiewirtschaft (EnWZ), Heft 10.

**Süme, Oliver (2020):** Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche Potenziale. In: Deutscher Bundestag, Parlamentsnachrichten, Datenschutz in der KI-Entwicklung; Ausschuss vom 13.01.2020.

**Tobien, Jenny (2020):** Cyberattacken: Wie Forscher Angriffsziele sicherer machen. In: *Weser-Kurier*. [Online] URL: [https://www.weser-kurier.de/deutschland-welt/deutschland-welt-politik\\_artikel,-cyberattacken-wie-forscher-angriffsziele-sicherer-machen-\\_arid,1697589.html](https://www.weser-kurier.de/deutschland-welt/deutschland-welt-politik_artikel,-cyberattacken-wie-forscher-angriffsziele-sicherer-machen-_arid,1697589.html) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Ueberfeldt, Lara (2018):** Cyber Security – neue Wege für Analytics und Produktentwicklung. In: Deutsche Stiftung für Recht und Informatik, Tagungsband Herbstakademie (DSRITB).

**vom Scheidt, Frederik et al. (2020):** Data Analytics in the Electricity Sector – A Quantitative and Qualitative Literature Review. In: *Energy and AI*.

**Wandtke, Artur-Axel; Bullinger, Winfred (2019):** Praxiskommentar zum Urheberrecht, 5. Auflage.

**Welt (2018):** Künstliche Intelligenz ist Treiber des digitalen Wandels. In: Die Welt. [Online] URL: [https://www.welt.de/newsticker/dpa\\_nt/infoline\\_nt/netzwelt/article185402946/Kuenstliche-Intelligenz-ist-Treiber-des-digitalen-Wandels.html](https://www.welt.de/newsticker/dpa_nt/infoline_nt/netzwelt/article185402946/Kuenstliche-Intelligenz-ist-Treiber-des-digitalen-Wandels.html) (zuletzt abgerufen am 26.06.2020).

**Weiler, Adrian et al. (2018):** Agile Optimierung in Unternehmen: Das Unplanbare digital managen.

**Weyer, Hartmut; Iversen, Thore (2019):** Regionale Flexibilitätsmärkte als Instrument des Engpassmanagements. In: Recht der Energiewirtschaft 2019.

**Wißmann, Hinnerk (2014):** Die Anforderungen an ein zukünftiges Infrastrukturrecht. In: VVDStRL, Band 73, 2014.

**Wolff, Hans J. et al. (2010):** Verwaltungsrecht Band II, 7. Auflage.

**Zülch, Henning; Weuster, Carl W. (2018):** Change before you have to. In: International und kapitalmarktorientierte Rechnungslegung (KoR). 18. Jahrgang.

**Zweig, Katharina (2020):** Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale. In: Sitzung der Enquete-Kommission vom 10.02.2020.

# Abkürzungen

<b>AF</b>	Anwendungsfeld
<b>AI HLEG</b>	Artificial Intelligence High-Level Expert Group
<b>BMWi</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<b>BDEW</b>	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
<b>BDSG</b>	Bundesdatenschutzgesetz
<b>BGB</b>	Bürgerliches Gesetzbuch
<b>BNetzA</b>	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
<b>BSI</b>	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
<b>CEN</b>	Europäisches Komitee für Normung
<b>DIN</b>	Deutsches Institut für Normung
<b>DSGVO</b>	Datenschutzgrundverordnung
<b>DSRL</b>	Datenschutzrichtlinie
<b>EDIFACT</b>	Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEA</b>	Erneuerbare-Energien-Anlage
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz
<b>EK</b>	Europäische Kommission
<b>EnEG</b>	Energieeinspargesetz
<b>EneV</b>	Energieeinsparverordnung
<b>ENISA</b>	Agentur der Europäischen Union für Cybersicherheit
<b>EnWG</b>	Energiewirtschaftsgesetz
<b>EP</b>	Europäisches Parlament
<b>ePVO</b>	E-Privacy-Verordnung
<b>ESEF</b>	European Single Electronic Format
<b>EuGH</b>	Europäischer Gerichtshof
<b>EVU</b>	Energieversorgungsunternehmen
<b>GIS</b>	Geoinformationssystem
<b>GPKE</b>	Geschäftsprozesse zur Kundenbelieferung mit Elektrizität
<b>GWB</b>	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen

<b>HS</b>	Hochspannung
<b>iMSys</b>	intelligente Messsysteme
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>ISO</b>	Internationale Organisation für Normung
<b>iXBRL</b>	inline eXtensible Business Reporting Language
<b>KI</b>	künstliche Intelligenz
<b>KNN</b>	künstliche neuronale Netze
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung
<b>KWKG</b>	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
<b>Luft-VO</b>	Luftverkehrsordnung
<b>MaStR</b>	Marktstammdatenregister
<b>MaStRV</b>	Marktstammdatenregisterverordnung
<b>ML</b>	maschinelles Lernen
<b>MSB</b>	Messstellenbetreiber
<b>MsbG</b>	Messstellenbetriebsgesetz
<b>M2M</b>	Machine-to-Machine
<b>NB</b>	Netzbetreiber
<b>NLP</b>	Natural Language Processing
<b>ProdHaftG</b>	Produkthaftungsgesetz
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>SatDSiG</b>	Satellitendatensicherheitsgesetz
<b>SMGW</b>	Smart-Meter-Gateway
<b>StromNZV</b>	Stromnetzzugangsverordnung
<b>StVG</b>	Straßenverkehrsgesetz
<b>TKG</b>	Telekommunikationsgesetz
<b>TMG</b>	Telemediengesetz
<b>ÜNB</b>	Übertragungsnetzbetreiber
<b>VNB</b>	Verteilnetzbetreiber
<b>WKA</b>	Windkraftanlagen
<b>XHTML</b>	Extensible Hyper Text Markup Language
<b>ZB</b>	Zettabyte



[www.dena.de/ki](http://www.dena.de/ki)

**dena**  
Deutsche Energie-Agentur