

## **Plattformbasierte Datenökonomie**

Ein strategisches Eigenforschungsprojekt des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI

---

Ort: Karlsruhe  
Datum: Mai 2021

Abschlussbericht

## Impressum

---

### Plattformbasierte Datenökonomie

#### Autorinnen und Autoren

**Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI**

Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe

Marian Klobasa (Projektleitung), Marian.Klobasa@isi.fraunhofer.de

Sabine Pelka, Sabine.Pelka@isi.fraunhofer.de

Nicholas Martin, Nicholas.Martin@isi.fraunhofer.de

Lorenz Erdmann, Lorenz.Erdmann@isi.fraunhofer.de

Ralph Gutknecht, Ralph.Gutknecht@isi.fraunhofer.de

Heidi Heimberger, Heidi.Heimberger@isi.fraunhofer.de

Christian Lerch, Christian.Lerch@isi.fraunhofer.de

Elisabeth Eberling, Elisabeth.Eberling@isi.fraunhofer.de

Heike Brugger, Heike.Brugger@isi.fraunhofer.de

Tim Mandel, Tim.Mandel@isi.fraunhofer.de

#### Bildnachweis

Deckblatt: ©shutterstock.com/Yurchanka Siarhei

#### Veröffentlicht

Mai 2021

#### Hinweise

Dieser Bericht einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Die Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen unter Beachtung der Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis zusammengestellt. Die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die Angaben in diesem Bericht korrekt, vollständig und aktuell sind, übernehmen jedoch für etwaige Fehler, ausdrücklich oder implizit, keine Gewähr. Die Darstellungen in diesem Dokument spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des Auftraggebers wider.

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung und Fragestellung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Begrifflichkeiten und Typologien</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Plattformbegriff</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Plattformtypen</b> .....	<b>8</b>
2.2.1	Einführung .....	8
2.2.2	Transaktionsplattformen .....	9
2.2.3	Innovations-/Ökosystemplattformen.....	9
2.2.4	„Datenplattformen“ .....	10
2.2.5	Mischformen.....	11
2.2.6	Morphologische Analyse der Ausgestaltung von Plattformen .....	11
2.2.7	Möglichkeiten einer „Datentypologie“ .....	12
2.2.8	Plattformbasierte Geschäftsmodelle .....	13
2.2.9	Ausblick: Innovationswirkungen verschiedener Plattformtypen .....	15
<b>2.3</b>	<b>Digitale Plattformen im Privatbereich: Veränderungen der Datengenerierungs- und Aufmerksamkeitsmuster</b> .....	<b>16</b>
2.3.1	Fallstudiendesign.....	17
2.3.2	Fallstudie 1: Online-Zeit, Werbung und Konsum.....	17
2.3.3	Fallstudie 2: Sprachassistenzsysteme .....	20
2.3.4	Fazit: Elemente einer Aufmerksamkeitstheorie 2.0 für digitale Plattformen .....	23
<b>3</b>	<b>Anwendungsbereiche für Plattformökonomien</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Plattformökonomien im Bereich Energie</b> .....	<b>26</b>
3.1.1	Einordnung der Potenziale für die Energiewirtschaft.....	26
3.1.2	Eigenschaften von Plattformen in der Energiewirtschaft .....	27
3.1.3	Zusammenfassung und Ausblick .....	32
<b>3.2</b>	<b>Plattformökonomien in der Industrie</b> .....	<b>34</b>
3.2.1	Haupttypen .....	34
3.2.2	Verbreitung .....	35
3.2.3	Industrieplattformen und ihre Charakteristika.....	36
3.2.4	Zusammenfassung und Ausblick .....	38
<b>3.3</b>	<b>Fazit zu Anwendungsbereichen der Plattformökonomie</b> .....	<b>38</b>

<b>4</b>	<b>Auswirkungen der plattformbasierten Datenökonomie auf die Nachhaltigkeit.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>Ansätze zur Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen von plattformbasierten Datenökonomien.....</b>	<b>40</b>
4.1.1	Eingrenzung des Begriffs „Plattform“ .....	40
4.1.2	Literaturrecherche existierender Bewertungsschemata für Plattformen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeitswirkungen .....	41
4.1.3	Taxonomie der drei Effektebenen .....	41
4.1.4	Herausforderungen bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Plattformen.....	44
4.1.5	Anwendung des Bewertungsschemas.....	44
4.1.6	Kritische Würdigung.....	47
<b>4.2</b>	<b>Auswirkungen von plattformbasierten Datenökonomien auf den Strombedarf .....</b>	<b>48</b>
4.2.1	Einleitung .....	48
4.2.2	Methodik.....	48
4.2.3	Ergebnisse .....	51
4.2.4	Fazit und Ausblick .....	53
<b>4.3</b>	<b>Fazit zur Nachhaltigkeit von plattformbasierten Datenökonomien .....</b>	<b>54</b>
<b>5</b>	<b>Fazit und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>56</b>
<b>6</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>58</b>
<b>7</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>60</b>

# 1 Einleitung und Fragestellung

---

Aktuell haben sieben der zehn weltweit wertvollsten Unternehmen ein plattformbasiertes Geschäftsmodell und handeln einen substantiellen Anteil des weltweiten Bruttosozialprodukts über Plattformen. Bis auf ein Unternehmen sind alle erst im Laufe der letzten 20 Jahren entstanden oder so stark gewachsen<sup>1</sup> (Schmidt, 2019). Bisher dominieren diese Unternehmen die Digitalwirtschaft und generieren einen Großteil ihres Umsatzes aus Werbeeinnahmen. Aufgrund des starken Wachstums und Erfolgs der Geschäftsmodelle in der Digitalwirtschaft werden plattformbasierte Geschäftsmodelle auch in weiteren Bereichen der Industrie und Wirtschaft intensiv diskutiert und eine deutlich steigende Relevanz in den kommenden Jahren erwartet. Erfahrungen mit plattformbasierten Geschäftsmodellen zeigen, dass diese schneller wachsen und sich entwickeln können als bestehende lineare Geschäftsmodelle. Dafür werden verschiedene Gründe wie geringe Transaktionskosten, Vorteile durch Skaleneffekte auf der Nachfrageseite oder Netzwerkeffekte durch die Etablierung von Ecosystemen und einer kooperativen Entwicklung durch mehrere Partner genannt.

Durch die fortschreitende Entwicklung der künstlichen Intelligenz ist darüber hinaus die Auswertung größerer Datenmengen, die über Plattformen generiert werden, einfacher möglich. Dadurch ergeben sich weitere Möglichkeiten, Geschäftsmodelle effizienter und damit in der Regel auch profitabler umzusetzen. Diese nächste Stufe der Entwicklung von Plattformen ist für eine Vielzahl an Industriebranchen und -sektoren interessant, da verbunden mit der Digitalisierung gleichzeitig die Verfügbarkeit und Erhebung von Daten wächst. Mit der Vielzahl an digitalen Anwendungen sowie der fortschreitenden Verbreitung des Internet of Things (IOT) hinterlassen wir im Privaten und in der Arbeitswelt zunehmend Datenspuren. Anhand dieser Daten lassen sich Handlungsmuster ablesen und gezielt unser Tun beeinflussen. In vielen Bereichen entwickeln sich neue Geschäftsmodelle, die in Verbindung mit Plattformen auftreten. Der Aufbau und die Arten der Geschäftsmodelle, die damit einhergehenden Rollen und Auswirkungen sind jedoch bisher sehr unübersichtlich. Eine strukturierte Einordnung von Plattformen und der plattformbasierten Datenökonomie stellt jedoch eine wichtige Grundlage für die weitere Entwicklung der Digitalisierung dar. Dieser Bericht möchte mithilfe folgender Leitfragen diese Lücke schließen:

- Welche Formen können Plattformökonomien annehmen? Welche Auswirkungen gehen damit einher?
- Wie werden diese Geschäftsmodelle in Verbindung mit Plattformen umgesetzt? Welchen Aufbau und welche Arten von Geschäftsmodellen gibt es?
- Welche neuen Arten der Wertschöpfung entstehen auf den Plattformen durch die Aufmerksamkeitsökonomie?
- Wie ist dies im Bereich Industrie und Energie bisher umgesetzt?
- Wie kann neben den wirtschaftlichen Auswirkungen, die Nachhaltigkeit von Plattformen analysiert und bewertet werden?
- Welche Auswirkungen haben diese Entwicklungen auf konkrete Nachhaltigkeitsindikatoren (insb. den Stromverbrauch)?

Im Rahmen dieses Berichts werden zuerst die wichtigsten Begrifflichkeiten, eine Plattform-Typologie, die Geschäftsmodelle der plattformbasierten Datenökonomie (siehe Kapitel 2.2), sowie die Muster der Datengenerierung identifiziert und definiert (siehe Kapitel 2.3). In Kapitel 3 werden Anwendungsfälle der datengetriebenen Plattformökonomie für die Energiewirtschaft und die Industrie identifiziert. Abschließend werden in Kapitel 4 Rückwirkungen auf das System beschrieben. In Kapitel 4.1 werden die makroökonomischen Umweltauswirkungen allgemein konzeptionell erfasst. In Kapitel 4.2 wird im speziellen Fall der Stromverbrauch der plattformbasierten Datenökonomie (inkl. der digitalen Vorkette) quantifiziert.

---

<sup>1</sup> Neben Microsoft kamen Apple, Amazon, Alphabet, Facebook, Alibaba und Tencent hinzu.

## 2 Begrifflichkeiten und Typologien

---

### 2.1 Plattformbegriff

Obwohl „Plattformen“ in der Forschung seit fast zwanzig Jahren ausgiebig diskutiert werden, gibt es weiterhin keine einzelne, allgemein verwendete und konsistente Definition bzgl. „Plattformen“ (bzw. „Plattformfirmen“) (Jia, X., Cusumano, M., Chen, J., 2019). Im Gegenteil konstatieren Jia, X., Cusumano, M., Chen, J. (2019) nach einer umfassenden Literaturlauswertung, dass der „Begriff [„Plattform“] weiterhin lose und in verschiedenen Kontexten verwendet wird.“ (2019: S. 2). Ursprünglich stammt das Konzept von „Plattformen“ aus den ingenieurs- und (Produkt-)designwissenschaftlichen Literaturen, wo der Begriff Hard- oder Software-Artefakte beschrieb, die eine architektonische Basis („Plattform“) für weitere – meist modulare – Komponenten bildeten, die dieser Basis zugeschaltet werden konnten, um zusätzliche Funktionen zu bieten. In den späten 1990er Jahren entdeckte die wirtschaftswissenschaftliche Literatur den Begriff als Synonym für mehrseitige Märkte (Gawer, 2014; Jia, X., Cusumano, M., Chen, J., 2019)<sup>2</sup>. Außerhalb der Forschung wird der Begriff heute als – oft eher undifferenziertes – Modewort verwendet, um eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Software- und Hardware-Artefakte, Geschäftsmodelle, Organisationsformen und sogar Institutionen zu benennen.

Trotz dieser Vielfalt lassen sich einige grundsätzliche Übereinstimmungen im Gebrauch des Plattformbegriffs in den wirtschafts-, ingenieurs- und computewissenschaftlichen Literaturen finden. In der Regel stellen diese auf drei Dimensionen ab: (1) der Förderung und Koordination ansonsten unabhängiger Akteure ohne Beziehung zueinander, (2) mehrseitiger Märkte und (3) Netzwerkeffekte und Verbundökonomien. Darüber hinaus wird eine „Plattform“ allgemein mit einer zugrundeliegenden Soft- oder Hardware-Architektur assoziiert, die quasi die technisch-infrastrukturelle Basis („Plattform“) für alles Weitere schafft und strukturiert.

Um diese verschiedenen Dimensionen zu einer allgemeinen Definition von „Plattform“ zusammenzuführen, greift dieser Beitrag Annabell Gawer's (2014) Definition von „Technologieplattformen“ auf, welche auf den wesentlichen wirtschafts- und ingenieurwissenschaftlichen Literatursträngen gegründet ist. Um eine Definition zu haben, die für möglichst alle Plattformarten – und nicht nur „Technologieplattformen“ – gilt, wird Gawer's Definition hier jedoch leicht angepasst.<sup>3</sup> Unserer Definition zufolge ist eine „Plattform“ eine Organisationsform und eine dieser zugrunde liegenden Soft- oder Hardware-Architektur, die

- (1) Akteure fördert (*federate*) und koordiniert, welche auf Basis dieser zugrundeliegenden Soft-/Hardware-Architektur und die um sie herum geschaffene Organisation und Community innovieren, miteinander in Austausch und z. T. in Wettbewerb treten, oder diese anderweitig nutzen (z. B. als passive Kunden/Verbraucher),

---

<sup>2</sup> Jia et al. 2019 und Gawer (2014) bieten umfassende Übersichten über die begriffliche Evolution des Plattformkonzepts und der wesentlichen zugrundeliegenden Literaturbeiträge.

<sup>3</sup> Gawer's Definition ist explizit nur für „Technologieplattformen“ gedacht. Unglücklicherweise definiert sie diesen Begriff nicht weiter und grenzt ihn auch nicht von anderen Plattfortmtypen ab (z. B. Marktplätzen/Transaktionsplattformen). Gawer (2014) benennt auch keine weiteren Plattfortmtypen; in anderen Arbeiten unterscheiden Gawer und ihre Ko-Autoren jedoch zwischen „Innovations-“ und „Transaktionsplattformen“ (hierzu siehe weiter in Kapitel 2.2.2 und 2.2.3). „Technologieplattformen“ scheinen im Wesentlichen „Innovationsplattformen“ zu sein. Dies ist insofern relevant, als dass Gawer's Definition von „Technologieplattformen“ noch eine weitere Eigenschaft benennt, die *nicht* in die hiesige Definition aufgenommen wurde, nämlich, dass sie *eine „modulare Architektur mit einem Kern und einer Peripherie“* aufweisen. Wie in Kapitel 2.2.2 und 2.2.3 weiter erläutert, ist diese – den ingenieurwissenschaftlichen und Produkt-Design Literaturen entlehnte – Eigenschaft für Technologie-/Innovationsplattformen zwar wesentlich, aber – selbst metaphorisch – nur schwer auf Transaktionsplattformen übertragbar.

- (2) damit einen *mehrseitigen* Markt bildet, zumindest in dem Sinne, dass verschiedene Akteursgruppen („Marktseiten“) an der Plattform partizipieren, i.d.R. in irgendeiner Form von Austausch (einschließlich nicht-monetärer Austausche, z. B. Information) zu einander stehen und sich zumindest teilweise *gegenseitig anziehen* und
- (3) Wert schafft, indem sie angebots- oder nachfrageseitige Verbundökonomien und Netzwerkeffekte produzieren.

Ein Plattformunternehmen ist eine Firma, die eine oder mehrere solcher Strukturen (Plattformen) betreibt.

Die erste dieser drei Eigenschaften beschreibt, dass „Plattformen“ verschiedene Akteure (Personen, Firmen, u. a.) zusammenbringen und zu einem losen Kollektiv zusammenschließen, zwischen denen ansonsten i.d.R. keine hierarchisch-organisatorischen, ökonomischen, rechtlich-vertraglichen, sozial-kulturellen oder sonstige Verbindungen oder Produktionsbeziehungen bestehen. Vor ihrem Eintritt auf die Plattform kennen die Akteure einander in aller Regel nicht, stehen in keinem organisatorischen, marktlichen (Austauschs-/Wettbewerbs-) oder persönlichen Verhältnis zueinander und entwickeln oder produzieren auch keine Produkte oder Dienste in Abstimmung miteinander.

Die Plattform ermöglicht ihnen aber nun, solche Verhältnisse zueinander aufzubauen: mit und/oder im Wettbewerb zueinander Handel zu treiben, persönliche Beziehungen zu knüpfen, oder neue Produkte<sup>4</sup> zu innovieren. All dies – vor allem etwaige Innovationen – findet auf Basis der zugrundeliegenden technischen (Soft-/Hardware)-Architektur statt und wird maßgeblich durch diese bestimmt: Möglich ist nur, was die Architektur technisch zulässt.

Aus der Vielfalt dieser Akteure und der (wirtschaftlichen wie sozialen) Beziehungen, die sie über und auf der Plattform zueinander knüpfen – Verkäufer und Käufer, Produktentwickler, Nutzer von auf der Plattform laufenden digitalen Diensten, Kontakte/Freundschaften Suchende, Werbetreibende, u. a. m. – ergibt sich die zweite Eigenschaft: Die Plattform bildet einen mehrseitigen Markt. Die Plattformfirma (die Betreiberin der Plattform) adressiert also nicht nur eine Kundengruppe, sondern mindestens zwei, oft mit unterschiedlichen (aber voneinander abhängigen) Angeboten: z. B. (im Fall einer Datingplattform) private Bekanntschaften-Sucher und kommerzielle Werbetreibende; oder Computer-Nutzer und Software-Entwickler (bei einem Computer-Betriebssystem).

Die als dritte Eigenschaft benannten Verbundökonomien und Netzwerkeffekte ergeben sich aus dem zweiten Kriterium. Erfolgreiche Plattformen schaffen starke Netzwerkeffekte, die im Grenzfall zu *Winner-takes-all*-Dynamiken führen. Die Netzwerkeffekte können auf nur einer Marktseite liegen (z. B. je mehr Mitglieder auf einer Datingplattform sind, desto attraktiver wird sie für neue Mitglieder, bis – im Grenzfall – niemand einer anderen Plattform beitreten möchte, da alle schon auf der ersten sind [*winner-takes-all*]). Sie können aber auch von einer zur anderen Marktseite verlaufen (je mehr Mitglieder ein soziales Netzwerk hat, desto attraktiver ist es für Werbetreiber, aber mehr Werbetreiber ziehen in aller Regel *nicht* mehr Mitglieder an) oder zwischen beiden Seiten „hin und zurück“ laufen (je mehr Menschen ein Computer-Betriebssystem nutzen, desto attraktiver wird es für Entwickler, Softwareprodukte für dieses zu entwerfen; und je mehr unterschiedliche Softwareprodukte mit zusätzlichen Funktionen für das Betriebssystem zur Verfügung stehen, desto attraktiver wird es für potenzielle Nutzer – bis im Grenzfall wiederum alle Nutzer und Entwickler nur noch dieses Betriebssystem nutzen bzw. für dieses entwickeln).

Mittels dieser drei Eigenschaften können „echte“ Plattformen (im wirtschafts- oder wirtschaftsingenieurwissenschaftlichen Sinn) von anderen Konstrukten abgegrenzt werden, die – vielleicht aus Vermarktungsgründen – heute auch häufig das Label „Plattform“ tragen. Beispielsweise werden Dashboards und andere Softwareprodukte zur System- oder Unternehmenssteuerung, die viele unterschiedliche Daten,

---

<sup>4</sup> Aus Gründen der Lesbarkeit wird im Folgenden nur dann explizit zwischen „Produkten“ (im Sinne von Artefakten) und „Diensten“ unterschieden, wenn diese Unterscheidung für die weitere Argumentation relevant ist. Der Begriff „Produkte“ schließt „Dienste“ ansonsten explizit ein.

Informationen und Steuerungsfunktionen an einer zentralen Stelle (z. B. in einer Webapplikation) zusammenführen, um Entscheidungs- und Steuerungsprozesse zu vereinfachen, häufig als „Plattform“ bezeichnet. Gemäß der obigen Definition sind solche Dashboards oder Steuerungsschalten aber *keine* Plattformen, da sie eben *keinen mehrseitigen Markt* beinhalten, und somit auch *keine Netzwerkeffekte und Verbundökonomien* realisieren. Gleiches gilt für organisatorische Zusammenschlüsse oder Institutionen wie etwa Gremien, die relevante Stakeholder oder Interessensgruppen für ein bestimmtes Thema zusammenbringen. Diese werden zwar mitunter „Plattform“ getauft, haben mit dem hier besprochenen wirtschaftlich-technologischen Phänomen aber wenig gemein.

## 2.2 Plattformtypen

### 2.2.1 Einführung

Über die vergangenen 30 Jahre sind eine Vielzahl von Plattformen und Plattformfirmen entstanden (und oft auch wieder verschwunden). Dennoch haben sich in der wissenschaftlichen Literatur bislang nur wenige allgemein anerkannte Typologisierungen von Plattformen etabliert. Eine relativ häufig verwendete – und aufgrund ihrer Generalisierbarkeit, eine der nützlichsten – Typologie ist die von Michael Cusumano, Peter Evans, Annabell Gawer und David Yoffie in verschiedenen Veröffentlichungen entwickelte grundsätzliche Unterscheidung zwischen **Innovations- oder Ökosystemplattformen** (manchmal auch Technologieplattformen genannt) einerseits, und **Transaktionsplattformen** andererseits (Cusumano, Gawer & Yoffie, 2019, 2021) (Evans & Gawer, 2016). In der Praxis verschmelzen diese beiden idealtypischen Plattformarten zunehmend zu **Mischformen**, die Elemente beider Idealtypen enthalten. Darüber hinaus wird die Möglichkeit von **Datenplattformen** in jüngster Zeit verstärkt diskutiert. Diese könnten sich als wichtiger neuer Idealtyp erweisen, befinden sich aktuell meist noch im Experimentierstadium. Im Nachfolgenden werden diese Plattformarten kurz skizziert.

Neben diesen Plattformtypen, die auf strukturellen Unterschieden beruhen, werden in der Literatur diverse eher **ad-hoc-artige Unterscheidungen** zwischen Plattformen gezogen, meist auf Basis ihrer **wirtschaftlichen oder sozialen Domänenfunktion**. Aus Perspektive der politischen Ökonomie unterscheidet Ulrich Dolata (2019) beispielsweise zwischen „Such-, networking und messaging-Plattformen“ (Google, Facebook/Whatsapp, Twitter), „Medienplattformen“ (Youtube, Netflix, Apple [sic]), „E-Commerce Plattformen“ (Amazon, eBay), „Buchungsplattformen“ (Uber, Airbnb, Parship [sic]), „Cloud-Plattformen“ (Amazon Web Services), und „Crowdsourcing und Crowdfunding-Plattformen“ (Amazon Mechanical Turk, Kickstarter). Eine etwas ähnliche Typologie bieten die politischen Ökonomen Kenney und Zysman (2016) an. Sie differenzieren zwischen „Plattformen für Plattformen“, die Infrastrukturen und Tools für die Entwicklung neuer Plattformen anbieten (iOS, Android, Amazon Web Services); „Plattformen, die digitale Tools bereitstellen und die Entwicklung neuer Plattformen und Marktplätze ermöglichen“ (GitHub, Zenefits); „Plattformen, die Arbeit intermediieren“ (LinkedIn, Amazon Mechanical Turk), „Verkaufsplattformen“ (Amazon Marktplatz, eBay), und „Plattformen, die Dienste anbieten“ (Airbnb, Uber). Je nach Fragestellung sind solche eher funktional als strukturellen Typologien durchaus hilfreich, aufgrund ihres Fokus auf spezifische Domänenfunktionen – und nicht auf die zugrundeliegende Plattformstruktur – ermöglichen sie allerdings nur begrenzte analytische Vergleiche zwischen verschiedenen Plattformen.

Schließlich haben manche Autoren auch **spezialisierte Typologien für einzelne Industriesektoren** entwickelt. Pieter Ballon (2009) beispielsweise analysiert Plattformen in der europäischen Mobiltelefonindustrie. Er unterscheidet zwischen „Telekommunikationsanbieter-zentrischen“, „Geräte-zentrischen“, „Aggregator-zentrischen“ und „Service-zentrischen“ Mobiltelekommunikationsplattformen. Sektor-spezifische Plattformtypologien dieser Art ermöglichen eine hohe Detailschärfe in der Analyse einzelner Geschäftsmodelle, sind meist jedoch nur sehr begrenzt, oder gar nicht, auf andere Industrien übertragbar. Entwickelt sich die Industrie rasch fort, besteht immer die Gefahr, dass die Typologie schnell überholt

wird. In einer 5 Jahre späteren Analyse plattformbasierter Geschäftsmodelle und -strategien in der Mobiltelefonindustrie beispielsweise kommen schon ganz neue Akteure, und andere Plattformstrategien, vor als in der Arbeit von Ballon (Pon, Seppälä & Kenney, 2014).

## 2.2.2 Transaktionsplattformen

Transaktionsplattformen sind technische Infrastrukturen oder Produkte, die als Intermediär fungieren. Sie ermöglichen Akteuren (Privatpersonen, Firmen, sonstige Organisationen), die ansonsten keine Verbindung zueinander haben, eine solche zu knüpfen, um Güter (Produkte, Dienste) von-/aneinander zu kaufen und verkaufen oder Information auszutauschen (Cusumano et al., 2019; P. Evans & Gawer, 2016, vgl. auch Täuscher und Laudien (2018)). Marktplätze wie Ebay und Amazon Marktplatz (Produkte), Uber und Airbnb (Dienstleistungen), oder Amazon Mechanical Turk (Arbeitskräfte) sind das idealtypische Beispiel von Transaktionsplattformen, insofern hier zwei leicht erkennbare Marktseiten bestehen (Käufer/Verkäufer) und starke Netzwerkeffekte zwischen diesen beiden Marktseiten „hin und zurück“ verlaufen, und damit Verbundökonomien sowohl auf der Nachfrage- wie der Angebotsseite entfachen: Je mehr Käufer sich auf der Nachfrageseite einfinden, desto mehr Verkäufer finden sich zumeist auf der Angebotsseite ein und desto vielfältiger sind sowohl die Nachfrage als auch das Angebot.

**Soziale Netzwerke** (z. B. Facebook, LinkedIn, Tinder) und online **Suchmaschinen** (Google, Bing) können ebenfalls als Transaktionsplattformen (Informationsaustausch) verstanden werden. (Wie in Kapitel 2.2.5 besprochen, können sie auch als Mischform zwischen Transaktions- und den unten besprochenen Innovationsplattformen begriffen werden.) Soziale Netzwerke bedienen ebenfalls oft mehrere Marktseiten; typischerweise die „einfachen“ Netzwerkmitglieder („Privatpersonen-Marktseite“) einerseits und die Seite der Werbetreibenden oder anderen Firmen (z. B. Recruiter), die Zugang zu diesen „einfachen“ Mitgliedern bzw. ihren Daten suchen, andererseits („Corporate-Marktseite“). Die Netzwerkeffekte sind allerdings komplexer als bei Marktplätzen: Sie verlaufen einerseits zwischen den „einfachen“ Mitgliedern untereinander (also nur auf „ihrer“ Marktseite) – je mehr Menschen bereits Mitglied sind, desto größer der Anreiz für Neue hinzuzukommen – und von der „Privatpersonen-“ zur „Corporate-Marktseite“, aber nicht unbedingt zurück: Je mehr Privatpersonen die Plattform aggregiert, desto interessanter ist sie für (z. B.) Werbetreibende – aber mehr oder bessere Werbung zieht zumeist nicht zusätzliche Privatpersonen an. Ähnliches gilt für Suchmaschinen, die oft mindestens drei Marktseiten aufweisen: Die Nutzer (Internet-Surfer), Webseiten, die sich von den Nutzern finden und von Werbetreibenden als Bildfläche nutzen lassen möchten, und die Werbetreibenden, die Zugang zu den Nutzern suchen.

Das zentrale **Wertversprechen** von Transaktionsplattformen liegt darin, Transaktionen zu ermöglichen, die ansonsten nicht oder nur zu viel höheren Transaktionskosten (und damit in geringerem Maße) stattfänden, da die Transaktionsparteien nicht (leicht) zueinander fänden und/oder ihre Vertrauenswürdigkeit nicht leicht beurteilen oder besichern könnten. Transaktionsplattformen beinhalten daher meist eine Such- oder Informationsbereitstellungsfunktion, eine Zahlungsabwicklungsfunktion (bei Marktplätzen) und Mechanismen, um Vertrauenswürdigkeit zwischen den Parteien herzustellen oder sie gegen unlauteres Verhalten zumindest bedingt abzusichern (z. B. Händlerbewertungen und -qualifizierungsverfahren, Meldeverfahren bei unangemessenem Verhalten etc.).

## 2.2.3 Innovations-/Ökosystemplattformen

**Innovationsplattformen** bestehen in der Regel aus einem oder mehreren technologischen „Bausteinen“ (z. B. einem Betriebssystem), welche den Kern der Plattform bilden und die zumeist vom Plattformbetreiber bereitgestellt und kontrolliert werden. Auf Basis dieses „Kerns“ können der Plattformbetreiber und weitere Dritte dann „komplementäre“ Bausteine (Technologien, Produkte, Dienste) entwickeln (Cusumano et al., 2019; Evans & Gawer, 2016; Gawer, 2014). Sie werden daher manchmal auch „Technologieplattformen“ genannt.

Das Wesen der Innovationsplattform besteht darin, ein **Ökosystem von unabhängigen Dritten**, sogenannten „Komplementatoren“ (*complementors*; anderen Firmen, freiberuflichen oder Hobby-Entwicklern etc.) um diese technologischen Kernbausteine herum zu orchestrieren, die Komplementärprodukte (*complements*) entwickeln, welche an den „Kern“ angeschlossen werden können und ihm zusätzliche Funktionalitäten verschaffen (daher auch der Name „Ökosystemplattform“). Idealtypisches Beispiel hierfür sind für ein bestimmtes Betriebssystem entwickelte Softwareprogramme. Innovationsplattformen weisen daher meist eine modulare Kern-Peripherie Architektur mit standardisierten Schnittstellen auf, zu denen unabhängige Dritte relativ unkomplizierten Zugang genießen,<sup>5</sup> sodass sie für diese entwickeln können (Gawer, 2014; Jia, X., Cusumano, M., Chen, J., 2019). Bekannte Beispiele für Innovationsplattformen sind Computer und Smartphone-Betriebssysteme wie Windows, iOS und Android; industrielle Internet of Things-Plattformen wie Siemens MindSphere und GE Predix und Cloud-Plattformen wie Amazon Webservices oder Microsoft Azure.

Wie Transaktionsplattformen auch, weisen Innovationsplattformen regelmäßig mindestens zwei **Marktseiten** auf: die der **Nutzer** des zugrundeliegenden Technologiesystems (z. B. Betriebssystem und assoziierten PC und Software-Programme) und die der **Komplementatoren**. Aufgrund der Komplexität der fraglichen Technologiesysteme und ihrer Innovations- und Produktionsökosysteme kann gerade unter „den“ Komplementatoren erhebliche Diversität bestehen. Je nach Fragestellung, muss „die“ Komplementatoren-Marktseite mitunter als eigentlich sehr verschiedene Marktseiten (oder Communities) mit sehr unterschiedlichen Bedarfen vis-a-vis dem Plattformbetreiber verstanden werden. PC- und Smartphone-Hersteller (OEMs) und Software-Programmierer beispielsweise sind Teil sehr verschiedener Wertschöpfungsketten mit unterschiedlichen Wettbewerbsdynamiken und sitzen häufig sogar in unterschiedlichen Weltregionen (Asien, USA). Beide können allerdings als Komplementatoren von Computer und Smartphone-Betriebssystemen verstanden werden.

Wie Transaktionsplattformen weisen auch Innovationsplattformen starke **Netzwerkeffekte** auf: Je größer die Nutzerzahl (z. B. der Computer/Betriebssysteme), desto größer der Anreiz für Komplementatoren, für diese Plattform Komplementärprodukte zu entwickeln und desto größer die Zahl der für diese Plattform angebotenen Komplementärprodukte (d. h. Zusatzfunktionen) – was wiederum zusätzliche Nutzer anzieht. Entsprechend liegt das zentrale **Wertversprechen** von Innovationsplattformen darin, aufgrund ihres Ökosystemcharakters den Komplementatoren weit mehr Produkt-/Technologieentwicklungs- und Verkaufsmöglichkeiten zu verschaffen, als diese auf sich alleingestellt erzielen könnten, und Nutzern weit vielfältigere Funktionalitäten anzubieten als eine einzelne Firma könnte.

## 2.2.4 „Datenplattformen“

Die Möglichkeit von „**Datenplattformen**“ (auch „**Datentreuhänder**“/„**data trusts**“ genannt) wird seit einigen Jahren verstärkt diskutiert. Gleichzeitig haben sich aber noch keine finalen und erfolgreichen Modelle, wie eine privatwirtschaftlich getriebene „Datenplattform“ aussehen könnte, am Markt etabliert (Blankertz et al., 2020). Die grundsätzliche Idee ist, dass die „Datenplattform“ als Intermediär, d. h. als eine Art Transaktionsplattform, fungieren könnte, über die Datenbesitzer Datensuchenden Zugang zu ihren Daten gewähren oder diese austauschen oder handeln könnten. Dabei könnte auch der Plattformbetreiber selbst als Händler auftreten, etwa um die Bestände kleinerer Datenbesitzer (KMU, Privatpersonen) zu bündeln und ihnen so größere Verhandlungsmacht und besseren Schutz ihrer Interessen im Austausch mit größeren Akteuren zu verleihen (Blankertz et al., 2020; Blankertz, 2020). Eine große Herausforderung für die Entwicklung von Datenplattformen ist, dass unklar ist, wie genau die allen erfolgreichen Plattformmodellen zugrundeliegenden Netzwerkeffekte entstehen könnten. Der Reiz einer Da-

---

<sup>5</sup> „Relativ unkomplizierter Zugang“ heißt aber keineswegs *bedingungsloser* Zugang. Betreiber von Innovationsplattformen haben aus offensichtlichen Gründen meist ein starkes Interesse daran, dass Komplementärprodukte grundlegende Qualitäts- und Sicherheitsstandards wahren. Betreiber großer Innovationsplattformen wie Microsoft Windows, Apple iOS und Google Android unterhalten daher oft umfangreiche Entwicklungs- und Qualifizierungsprogramme für Komplementatoren.

tenplattform als zentrale Datenzugangsstelle für Datenverarbeiter/Datensuchende ist klar; weniger offensichtlich jedoch ist, welchen Anreiz die Bereitsteller der Daten haben sollten, an der Plattform zu partizipieren (von vermutlich meist kleineren oder unregelmäßigen Erlösen aus dem Zugang zu ihren Daten abgesehen). Alternative Lösungsansätze für die grundlegende Herausforderung (wie größeren Zugang zu Daten für Wirtschaft und Forschung ermöglichen?) stellen daher auch weniger auf die Entwicklung einer – implizit zentral organisierten – *Plattform* als eines eher dezentralen „Datenökosystems“, dass weniger über Netzwerkanreize als über Koordination und Abstimmung zwischen den wesentlichen Akteuren, sowie mögliche staatliche Anschubfinanzierung, geschaffen wird (Lis, 2019).

## 2.2.5 Mischformen

Transaktions- und Innovationsplattformen sind Idealtypen. Real-existierende Plattformen und Plattform-Ökosysteme sind häufig **Mischformen** (auch „Integrierte“ oder „Hybridplattformen“ genannt). Soziale Netzwerke und Online Suchmaschinen beispielsweise fungieren oft nicht nur als Intermediäre zwischen Surfern und Webseiten bzw. zwischen Privatpersonen untereinander und zwischen ihnen und Firmen wie Recruitern, sondern bieten Dritten auch Ökosysteme, um zusätzliche Dienste für die intermedierten Parteien oder für Vierte zu entwickeln: etwa Spiele (Soziale Netzwerke) oder Werbeinfrastrukturen und entsprechende Analytics-Produkte (Suchmaschinen, Soziale Netzwerke). Umgekehrt kombinieren die Betreiber von Innovationsplattformen diese zunehmend mit Marktplätzen (Transaktionsplattformen). War der Vertrieb komplementärer Softwareprodukte bei frühen Innovationsplattformen (wie etwa PC-Betriebssystemen) noch dezentral organisiert, ohne angeschlossene Transaktionsplattform/Marktplatz, sind Apple und Google bei ihren Smartphone und Tablet-Betriebssystemen iOS und Android dazu übergegangen, dedizierte Marktplätze („Apple AppStore“, „Google Play Store“) einzurichten, über die komplementäre Software-Produkte ausschließlich vertrieben werden können (Cusumano et al., 2021).

## 2.2.6 Morphologische Analyse der Ausgestaltung von Plattformen

Unterhalb der Ebene der beschriebenen drei grundlegenden Typen weisen Plattformen eine sehr hohe Vielfalt von Ausgestaltungsmöglichkeiten auf. Unter anderem können sie zu unterschiedlichen Graden geöffnet oder geschlossen sein; ihre Nutzer können Endverbraucher (Business-to-Customer, B2C) oder andere Unternehmen sein (Business-to-Business, B2B); der Plattformbetreiber kann ausschließlich als Intermediär und Governanceinstanz oder simultan auch als Anbieter (Komplementator) und sogar als Nutzer/Kunde auf seiner eigenen Plattform auftreten.

Um diese hohe Vielfalt in größerer Detailschärfe zu analysieren und Vergleiche einzelner Plattformen – auch über Typengrenzen hinweg – zu ermöglichen, wurde ein Analysekonzept gesucht. Dieses sollte in der Lage sein, bspw. die Plattform Airbnb mit der von Axoom oder Paypal in einer Logik zu vereinen und zu klassifizieren. Diese beinhalten ein jeweils unterschiedliches Gut, sind für verschiedene Marktkonstellationen konstruiert und beinhalten eine jeweils anders ausgestaltete Rolle des Betreibers. Ebenso sollten auch segmentspezifische Anforderungen in der zu entwickelnden Systematik Berücksichtigung finden, um Details der Plattformen in bestimmten Sektoren darstellen zu können.

Um diese Aufgabenstellung zu lösen, eignet sich die Methode des morphologischen Kastens. Das Grundkonzept des morphologischen Kastens geht auf Fritz Zwicky zurück, der die Methode in den 1960er Jahren entwickelte (vgl. Zwicky (1967)). Ein morphologischer Kasten ist in der Lage, verschiedene Ausprägungsformen mehrerer unterschiedlicher Dimensionen miteinander zu verbinden und in einer strukturierten Systematik darzustellen. Ein morphologischer Kasten hat die Eigenschaft, den vollständigen Lösungsraum eines Systems beschreiben zu können. Durch Auswahl von bestimmten Ausprägungsformen bei den einzelnen Merkmalen können mittels eines Profilzugs einzelne Lösungen systematisch dargestellt und gegenüber dem restlichen Lösungsraum abgegrenzt werden. Ebenso lassen sich unlogische, oder nicht praktikable Profilzüge identifizieren, was den potenziellen Lösungsraum weiter einschränkt (vgl. Lay, Schroeter und Biege (2009); Kley, Lerch und Dallinger (2011)).

Um zudem die hohe Vielfalt der einzelnen Sektoren auch im Detail betrachten zu können und somit einer Sektorbetrachtung gerecht zu werden, wurde ein modularer Aufbau des morphologischen Kastens gewählt. Hierzu wurde ein erstes, generisches Modul des morphologischen Kastens entwickelt, das stark auf die Architektur der Plattformen abzielt und die grundsätzliche Marktstruktur beschreibt, in der die Plattform angesiedelt ist. Das generische Modul ist grundsätzlich für alle Plattfortmtypen anwendbar. Das zweite Modul ist hingegen jeweils sektorspezifisch angelegt und kann beliebig ausgetauscht oder erweitert werden, ist aber immer mit dem generischen Modul zu kombinieren. Das sektorspezifische Modul zielt eher auf das Angebotsportfolio bzw. das Leistungsangebot des Anbieters ab, da hier sehr große Unterschiede in den einzelnen Anwendungen der Sektoren existieren. Ebenso sind die Abrechnungsmodalitäten im zweiten Modul enthalten. Auch sind weitere Merkmale denkbar, die beliebig, je nach sektorspezifischem Bedarf, ergänzt, kombiniert oder erweitert werden können. Das generische Modul ist in Abbildung 1 dargestellt und wird im Text unten beschrieben. Die sektorspezifischen Module (Energie, Industrie) und deren Beschreibungen sind in den jeweiligen Abschnitten des Berichts zu finden.

**Abbildung 1: Generisches Modul der morphologischen Box für digitale Plattformen der Datenökonomie mit generischen Ausprägungen**

Digitale Plattformen				
Merkmal	Generische Ausprägungen			
Betreiber	Anbieter	Intermediär	Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C
Markt	einseitig		mehrseitig	
Zugang	offen		geschlossen	

Quelle: eigene Darstellung

Das generische Modul des morphologischen Kastens beinhaltet vier Merkmale: Das erste Merkmal definiert den Betreiber der Plattform. Die Betreiberrolle kann bei Plattformen entweder vom Anbieter, vom Kunden oder auch von einem Intermediär aus einem gänzlich anderen Sektor ausgefüllt werden. Die Marktbeziehung beschreibt die Konstellation von Anbieter und Kunde, bzw. ob der jeweilige Player im Business-Bereich oder im Consumer-Bereich angesiedelt ist. Aus diesen zwei Bereichen ergeben sich somit vier grundsätzliche Konstellationen: B2B, B2C, C2B (Customer-to-Business) und C2C (Customer-to-Customer). Das Merkmal „Markt“ beschreibt, ob es sich um einen einseitigen Markt (eine teilhabende Akteursgruppe) oder mehrseitigen Markt (Akteure aus verschiedenen Bereichen) handelt. Das letzte Merkmal definiert, ob es sich bei der Plattform um ein offenes System mit freiem Zugang handelt oder um ein geschlossenes System mit beschränktem Zugang (vgl. Rauen et al. (2018a)). Aus diesen vier Merkmalen und deren Ausprägungsformen ergeben sich bereits 48 theoretische Möglichkeiten, die den vollständigen Lösungsraum des generischen Moduls beschreiben. Über die vier Merkmale lassen sich nun Profiltzüge legen, die dann eine bestimmte Plattform charakterisieren, beschreiben und von anderen abgrenzen können.

## 2.2.7 Möglichkeiten einer „Datentypologie“

**Daten** spielen in vielen, aber nicht allen, Plattformmodellen eine wichtige Rolle. Sie dienen zur Optimierung von angezeigtem Inhalt und Werbung, Matching von Personen oder Suchinhalten, Logistik und Einkaufsplanung, Produktverbesserungen, Systemsteuerungen und vieles anderes mehr. Gleichzeitig hat es sich nur sehr begrenzt als möglich erwiesen, **Typologien unterschiedlicher Arten von Daten mit hohem Allgemeinheitsanspruch** zu entwickeln. Der Grund liegt in der extremen Vielfalt der Daten selbst und den vielen verschiedenen Möglichkeiten, diese zu klassifizieren, welche je nach Fragestellung von sehr unterschiedlicher Relevanz sein können. Interessanterweise haben sich bislang weder die ein-

schlägige Forschung zu Plattformen noch die breitere digitalökonomische Forschung – soweit feststellbar – mit der Entwicklung von über die jeweilige spezifische Forschungsfrage hinaus verallgemeinerbaren „**Datentypologien**“ signifikant beschäftigt. Drei Unterscheidungen zwischen Datenarten sind dennoch hilfreich.

Die erste ist die zwischen **personenbeziehbaren** und **nicht-personenbezogenen Daten**. Personenbeziehbare Daten (*personally identifiable information*) sind solche, aus denen auf eine identifizierbare natürliche Person rückgeschlossen werden kann, einschließlich indirekter Rückschlüsse durch Kombination mit anderen Daten. Der Personenbezug muss also nur mittelbar vorliegen. Nicht-personenbezogene Daten sind solche, wo kein Bezug möglich ist. Diese Unterscheidung ist von hoher Wichtigkeit, da in vielen Ländern Verarbeitungen personenbezogener Daten automatisch den Daten-/Privatheitsschutzgesetzen unterliegen und aufgrund moderner Techniken der Datenverknüpfung und Auswertung häufig auch scheinbar völlig unpersönliche Daten potenzielle Personenbezüge aufweisen können.<sup>6</sup>

Die zweite Datentypologie stellt diese zwischen **Daten zu digitalen bzw. Online-Vorgängen** und zu **analogen bzw. Offline-Vorgängen** dar. Digitale und Online-Vorgänge sind alle menschlichen und maschinellen Aktivitäten, die im Internet oder mittels digitaler Endgeräte (Computer, Smartphones, Tablets, Smartdevices etc.), die i.d.R. auch ans Internet angeschlossen sind, stattfinden und so „automatisch“ digital aufgezeichnet werden. Analoge bzw. Offline-Vorgänge sind alle Aktivitäten, die in der physischen Welt stattfinden und *nicht* standardmäßig digital aufgezeichnet werden (bzw. nur bei Einsatz zusätzlicher Sensoren u. ä., die i.d.R. *nicht* standardmäßig implementiert sind). Zwar nimmt die Zahl von Aktivitäten, die standardmäßig digital aufgezeichnet werden stetig zu (Stichwort *Internet of Things*), diese Unterscheidung bleibt aber relevant, da weiterhin ein erhebliches Ungleichgewicht zwischen der schier Menge – und der Leichtigkeit der Verfüg- und Verarbeitbarkeit – dieser zwei Datenarten besteht. Wie Mark Huberty (2015) konstatiert, liegen weitaus mehr und vielfältigere Daten zu Online-Vorgängen als zu denen in der physischen Welt vor, und viele der erfolgreichsten Einsätze von Daten im Plattformkontext – z. B. Werbung, Suchen/Finden, Matching von Angeboten und Nachfragen – basieren auf Online-Daten und versuchen Online-Vorgänge (z. B. E-Commerce, Werbung, Suchvorgänge) zu optimieren. Daten zu Offline-Vorgängen zu generieren – z. B. über Sensoren oder Satelliten – bleibt weiterhin wesentlich schwieriger und kostspieliger. Entsprechend kleiner bleibt die Rolle von Offline-Daten und Offline-Vorgängen im Plattformgeschäft.

Die Unterscheidung online/digital vs. offline/analog ist eng verwandt mit der dritten Datentypologie: **maschinenlesbar oder nicht**. Digitale Daten sind grundsätzlich maschinenlesbar, und zunehmend werden maschinenlesbare Daten über die physische Welt generiert (z. B. durch Sensoren und Satelliten). Sehr viele Daten aus der Offline-Welt, *die bereits existieren*, liegen jedoch noch nicht in maschinenlesbarer Form vor. Somit sind sie im Plattformkontext i.d.R. nicht großflächig verarbeitbar. Sie in maschinenlesbare Form zu überführen ist oft grundsätzlich möglich, mitunter aber mit hohem manuellen Arbeitsaufwand verbunden und bedarf erheblichem Fachwissen.<sup>7</sup>

## 2.2.8 Plattformbasierte Geschäftsmodelle

Plattformen können mit unterschiedlichen **Geschäftsmodellen** verbunden sein. Eine grundsätzliche Unterscheidung kann zwischen solchen Geschäftsmodellen getroffen werden, bei denen die **Hauptumsatzströme** des Plattformbetreibers direkt **aus den Aktivitäten auf der Plattform generiert** werden,

---

<sup>6</sup> Zu einem gewissen Grad können solche „automatischen“ Zuordnungen zum Geltungsbereich bestimmter Gesetze auch für andere Datenkategorien gelten. Zum Beispiel mag die Verarbeitung bestimmter sensibler Energie- oder Infrastrukturdaten automatisch Sicherheitsgesetzen unterliegen. Diese betreffen jedoch i.d.R. viel begrenztere Gruppen von Daten. Daten/Privatheitsschutzgesetze sind einzigartig aufgrund der extremen Menge und Vielfalt der Daten, die ihnen unterliegen.

<sup>7</sup> Ein Beispiel hierfür sind Daten zu Chemikalien. Behörden, Konzerne und Forschungsinstitute haben über die vergangenen ca. 100 Jahre oft sehr große Datenbestände zu Chemikalien akkumuliert, die, in konsistente maschinenlesbare Formate überführt, von großem Mehrwert wären (da viel schneller auswertbar). Sie entsprechend aufzubereiten erfordert aber hohe Expertise und Zeit.

und solchen, bei denen die Plattform eher dazu dient, **andere Umsatzströme, die außerhalb der Plattform generiert werden, abzusichern oder aufzuwerten**. Aufgrund der Vielfalt der Plattformen und der jeweiligen durch sie adressierten Marktseiten (Kundengruppen) divergieren die genauen Formen der Einnahmequellen unterschiedlicher Plattformen z. T. erheblich. Einige grundsätzliche Beobachtungen lassen sich jedoch anstellen.

**Transaktionsplattformen** generieren ihren Umsatz oft aus einer Kombination von Transaktions- und Zugangsgebühren, Werbung oder kostenpflichtigen Tools und Dienstleistungen. In einer Untersuchung von 100 zufällig ausgewählten Marktplätzen fanden Täuscher und Laudien (2018) beispielsweise, dass 72 % Transaktions- und 22 % Zugangsgebühren erhoben. Zu einem ähnlichen Ergebnis – das vor allem Transaktionsgebühren erhoben wurde – kamen Adari, Falk und Sampson (2019) in einer Untersuchung von 188 Plattformen der 370 wichtigsten deutschen Unternehmen. Im Finanzjahr 2018 generierten Google und Facebook ihre Umsätze zu 85 % (Google) bzw. 98 % (Facebook; [!]) über Werbung (Dolata 2019). Diversifizierte Umsatzströme genießt das Karrierenetzwerk LinkedIn: 2015 (das letzte Jahr, für das Zahlen vorliegen) stammten etwa 60 % seines Umsatzes aus Nutzungsgebühren für spezialisierten Tools für Recruiter, und jeweils etwa 20 % aus Werbung und Zugangsgebühren (Premium-Mitgliedschaften) (LinkedIn Corporation, 2016).<sup>8</sup> Damit ist LinkedIn (wie Facebook) auch ein Beispiel für eine Plattform-firma, die ihre Umsatzströme praktisch ausschließlich aus den Aktivitäten auf ihrer Plattform generiert. Die Plattform ist das Geschäftsmodell. Ein gegenteiliges Beispiel ist Amazon. Neben seinem eigenen, proprietären Online-Store – wo nur Amazon selbst als Verkäufer auftritt – betreibt Amazon seit 2000 einen Marktplatz (Transaktionsplattform) auf der Dritte Waren anbieten können. Amazon erhebt Transaktions- und z. T. Liefergebühren. Zwar ist der Anteil des Markplatzes an Amazons Gesamtumsatz im E-Commerce stetig gestiegen, aber auch 2020 – also nach 20 Jahren – lag er bei nur 29 %. 71 % von Amazons E-Commerce-Umsatz stammte weiterhin aus eigenen Verkäufen (Statista, 2021a).<sup>9</sup> Der Marktplatz scheint also weiterhin eher strategische Bedeutung zu haben.

Während bei Transaktionsplattformen die Hauptumsatzströme des Plattformbetreibers also durchaus, aber nicht immer, aus den Aktivitäten auf der Plattform generiert werden, sind die Geschäftsmodelle von **Innovationsplattformen** häufig komplizierter. Gerade bei mehreren der bekanntesten Innovationsplattformen dient die Plattform und ihr assoziiertes Ökosystem nicht so sehr der Generierung von Umsätzen, sondern eher der Absicherung und Aufwertung „klassischerer“ Umsatzquellen, wie dem Verkauf wertiger Hardware oder Software. Die Betriebssysteme iOS (Smartphone) und Windows (PC) von Apple bzw. Microsoft sind gute Beispiele hierfür. Indem Apple und Microsoft diese für externe Entwickler öffneten, schufen sie enorm produktive Innovationsökosysteme, in denen Externe buchstäblich Millionen<sup>10</sup> Zusatzfunktionalitäten (Software-Applikationen) für Apples bzw. Microsofts Grundprodukte (Smartphone und PC) entwickelten – weit mehr als Apple oder Microsoft hätten alleine entwickeln können. Diese Zusatzfunktionen wiederum werteten die von ihnen selber verkauften Produkte ungemein auf und ermöglichten damit höhere Verkaufspreise. Diese bleiben allerdings die Hauptumsatzquelle. Besonders gut lässt sich das bei Apple beobachten: Zwar erhebt Apple von App-Verkäufern in seinem Store Transaktionsgebühren von durchschnittlich 30 % des Transaktionspreises (Leswing, 2021)<sup>11</sup> und nutzt sein Smartphone-/Tablet-App-Ökosystem auch um Werbung zu schalten; der Verkauf von Hardware machte 2020 aber noch immer 80 % von Apples Umsatz aus (Apple, Inc., 2021)<sup>12</sup> Ein ähnliches Konzept scheint

---

<sup>8</sup> LinkedIn wurde 2016 von Microsoft aufgekauft. Microsoft veröffentlicht keine detaillierte Aufschlüsselung der Umsatzströme von LinkedIn. Berichten zufolge machen die spezialisierten Tools weiterhin den größten Teil des Umsatzes aus.

<sup>9</sup> Neben dem Marktplatz und eigenen E-Commerce-Verkäufen hat der Amazon-Konzern natürlich noch zahlreiche weitere Umsatzquellen, etwa Amazon Web Services (Cloud), Abonnement-Services (Amazon Prime) und eigene physische Verkaufshäuser. Der Marktplatz-Anteil am konzernweiten Gesamtumsatz lag 2020 bei 21 % (Statista (2021a)).

<sup>10</sup> Im Apple-App-Store werden momentan etwa 2 Millionen Apps angeboten (Statista (2021b)).

<sup>11</sup> Nach massiven Protesten der Entwickler versprach Apple 2020, die Gebührenstruktur anzupassen und zu senken.

<sup>12</sup> Die geringe Bedeutung des externen App-Ökosystems als *Umsatzquelle* für Apple wird noch eklatanter, wenn man diese Umsatzströme mit denen der direkt mit dem App-Store in Verbindung stehenden Hardware (iPhone und Tablets) vergleicht. 2020 verdiente Apple etwa

die Firma Sonnen (<https://sonnen.de/>) im Energiesektor zu verfolgen: Indem sie für ihr Kernprodukt – Speicherbatterien für Haushalte – eine Plattform ausgestaltet hat, um die sie eine Community (Ökosystem) von zu einem virtuellen Kraftwerk zusammengeschlossenen Haushalten orchestriert (eine Art Transaktionsplattform), kann sie Verbrauchern günstige Strompreise anbieten, was wiederum den Verkauf ihrer Batterien – soweit erkennbar, ihr Hauptumsatzstrom – indirekt subventioniert.<sup>13</sup>

Die Ausgestaltung von iOS, Windows oder der Sonnenbatterie zu Innovations-/Ökosystemplattformen schafft aber nicht nur die Rechtfertigung für hohe Endverkaufspreise. Vielleicht noch wichtiger ist, dass die Plattformbetreiber Apple, Microsoft und Sonnen damit auch hohe Eintrittsbarrieren für Wettbewerber schaffen: diese müssten nicht nur wettbewerbsfähige Betriebssysteme und Smartphones (und assoziierte Lieferketten etc.) entwickeln, sondern auch große und komplexe Entwickler- (bzw. bei Sonnen: Haushaltsverbraucher-) Ökosysteme aufbauen oder zum Wechsel auf ihre Plattformen motivieren: oft eine fast unmögliche Herausforderung, wie die Entwicklung der Smartphone- und Computer-Betriebssystemmärkte zu Duopolen (Microsoft/Apple; Apple/Google) zeigt. Hier dient die Plattform also weniger der Umsatzgeneration selbst, als eher der Absicherung und Wertsteigerung des Kern-Geschäftsmodells.

Den Extremfall einer solchen Strategie stellt wahrscheinlich Google mit dem Android-Betriebssystem für Smartphones dar. Mit Android hat Google das am weitesten verwendete Smartphone-Betriebssystem mit dem größten assoziiertem Entwickler-Ökosystem geschaffen.<sup>14</sup> Dennoch lässt Google Smartphone-Produzenten Android frei nutzen, und gibt ihnen automatischen (freien) Zugang zum Android-Entwicklerökosystem. Die Firma hat nie versucht, Android direkt zu monetarisieren.<sup>15</sup> Stattdessen nahm (und nimmt) Google die beträchtlichen Entwicklungs- und Unterhaltskosten für Android (und seine Entwickler-Ökosystem) auf sich um sein bestehendes Werbegeschäft zu schützen: die hegemoniale Stellung von Android (mit iOS) verhinderte, dass Microsoft mit seinem – zur Zeit der Entwicklung von Android noch weit verbreitetem – Betriebssystem Symbian im Smartphone-Geschäft Fuß fassen konnte. Dies hätte es durch Microsofts eigene Suchmaschine Bing mittelfristig ermöglicht, Googles Dominanz im Online-Such- (und damit Werbe-)geschäft streitig zu machen. Allgemeiner sichert die zentrale Position von Android im Markt für Smartphone-Betriebssysteme die Vormachtstellung von Google und Google-Diensten (Maps, Mail, Chrome, YouTube etc.) im Internet ab (Pon et al. 2014).

## 2.2.9 Ausblick: Innovationswirkungen verschiedener Plattfortmtypen

Diese Abschnitte haben den Plattformbegriff definiert und zwei wesentliche Plattfortmtypen vorgestellt, denen die meisten bestehenden Plattfortmen zuordenbar zu sein scheinen: Transaktions- und Innovations-/ Ökosystemplattformen. Mischformen und eine sich potenziell herausbildende dritte Plattfortmart – Datenplattformen – sowie die Möglichkeit, Typologien von Datenarten zu bilden, wurden diskutiert, und grundlegende Geschäftsmodelle besprochen.

Eine wichtige Frage, die noch wenig erforscht zu sein scheint, ist, ob die Innovationswirkungen der verschiedenen Plattfortmartarten variieren. Wie ihr Name schon sagt, haben sich erfolgreiche Innovationsplattformen als mächtige Treiber für die Erfindung neuer Produkte und Dienste erwiesen. Es ist weniger klar, ob dies auch für Transaktionsplattformen gilt. Google (Suchmaschine), Facebook, Twitter, LinkedIn oder auch der Amazon-Marktplatz beispielsweise scheinen eher nicht *direkte* Innovationsschübe, die auf der

---

19,2 Mrd. US\$ an App-Entwickler-Gebühren – aber knapp 161,4 Mrd. US\$ mit dem Verkauf von iPhones und Tablets: fast 8,5 Mal so viel (Apple 2021; eigene Berechnungen auf Grundlage von Leswing 2021)

<sup>13</sup> Im dem Sinne, dass die günstigen Sonnenstromtarife – die nur die Käufer der Sonnenbatterie genießen – die Anschaffung der Batterie für den Endverbraucher rentabler macht.

<sup>14</sup> Ende 2020 lag Androids Anteil im Weltmarktanteil für Smartphone-Betriebssysteme bei knapp 72 %; der von iOS bei 27,5 % (Statista (2021c)), und knapp 3,15 Millionen Apps standen im Google Play Store zum Download bereit (vs. 2,1 Millionen im Apple App Store, und 670,000 und 460,000 im Windows und Amazon Store) (Statista (2021b)).

<sup>15</sup> Wie Apple erhebt Google eine 30 % Transaktionsgebühr von App-Entwicklern für Verkäufe im Google Playstore, aber diese bilden dennoch einen sehr geringen Anteil von Googles Gesamtumsatz.

Architektur der Plattform selber gründen, ausgelöst zu haben. *Indirekt* hat Googles Suchmaschine vermutlich erheblich zur weltweiten Innovationsgeschwindigkeit beigetragen, indem sie viel schnellere Wissens- und Kontaktfindung ermöglicht. Die *direkten* Innovationswirkungen erschöpfen sich allerdings möglicherweise in der Herausbildung eines neuen Werbeindustrie-Ökosystems. Ähnliches scheint für Facebook zu gelten, und vielleicht auch den Amazon-Marktplatz: Trabucchi, Buganza, Muzellec und Ronteau (2021) etwa sehen die Innovation des Marktplatzes hauptsächlich in dem Grad, an dem er Kosten und Komplexität *bestehender* Transaktionsmuster (d. h. E-Commerce-Verkäufe) dramatisch gesenkt hat, was zahlreichen Händlern den Markteintritt ermöglichte. Während dies fraglos wirtschaftlichen Mehrwert generiert – und Amazon die anfallenden Daten vermutlich zur Optimierung eigener Sortimente und Prozesse auswertet – würde das insgesamt eher keinen großen Innovationsschub vergleichbar mit dem einer Innovationsplattform wie dem iPhone, darstellen. Ähnliches gilt vielleicht auch für Transaktionsplattformen wie Airbnb oder Amazon Mechanical Turk, über die Arbeitskraft oder Ferienwohnraum gehandelt wird: sie scheinen – aus gesamtgesellschaftlicher Sicht, vielleicht eher negativ zu beurteilende – Geschäftsmodell- und Geschäftsprozessinnovationen ermöglicht zu haben (Einsatz von „Gig-Economy“-Arbeit; Umwidmung von konventionellem Wohnraum), aber keinen leicht identifizierbaren breiteren Innovationsschub (vgl. hierzu auch Sanasi, Ghezzi, Cavallo und Rangone (2020).

Neben der Frage der „Gesamtgröße“ des jeweiligen Innovationsschubs stellt sich auch die Frage nach möglichen Unterschieden in der *Art* der ausgelösten Innovation. Kern von Innovationsplattformen scheint meist ein modulares Soft- oder Hardware-Artefakt mit standardisierten Schnittstellen zu sein, welches die Innovation spezifisch *technischer Produkte* (Artefakte) ermöglichen soll (daher auch der Name Technologieplattform). Dienstleistungs- und Geschäftsmodellinnovationen können natürlich mit diesen einhergehen; der Fokus von Innovationsplattformökosystemen liegt allerdings möglicherweise eher auf der Innovation von *Produkten* (Artefakten). Umgekehrt legen die obigen Überlegungen nahe, dass Transaktionsplattformen vielleicht eher Dienstleistungs- und Geschäftsmodellinnovationen als Produktinnovationen ermöglichen.

Diese Überlegungen, sowohl zu etwaigen Unterschieden in der „Gesamtmenge“ der durch verschiedene Plattfortypen ausgelösten Innovationen wie ihrer möglichen Art sind explizit spekulativ, und als Fragestellungen für zukünftige Forschung gedacht.

## 2.3 Digitale Plattformen im Privatbereich: Veränderungen der Datengenerierungs- und Aufmerksamkeitsmuster

Während die Geschäftsmodelle und kommerziellen Praktiken in der digitalen Plattformökonomie Gegenstand einer lebendigen Forschungslandschaft und von Monitoring-Systemen (PPMI, Open Evidence, RAND Europe & IW, 2020) sind, verändern digitale Plattformen schleichend auch die Muster der Datengenerierung und die Aufmerksamkeitsökonomie im Privatbereich. Digitale B2C-Plattformen werden für die Informationssuche (Suchmaschinen, Vergleichsportale etc.), die Mediennutzung (Online-Zeitungen, Streaming-Dienste etc.), die Kommunikation (Email-Portale, Soziale Medien etc.), Spiele (Gaming-Plattformen, Game-Launcher etc.), den Einkauf von Produkten (Online-Versand, Auktion etc.), die Inanspruchnahme von Dienstleistungen (Verkehrsticket, Essen bestellen etc.) und für weitere Zwecke wie die Ausführung von Tätigkeiten im Internet of Things (IoT) genutzt.

Die Geschäftsmodelle der digitalen Plattformunternehmen bestimmen die möglichen Interaktionsmuster entscheidend mit: Die Nutzerinnen und Nutzer verrichten Arbeiten wie Dateneingabe und erhalten Services, sie liefern KI-Trainingsdaten für die Verhaltensanalyse und erhalten individualisierte Werbeangebote und sie werden – auch ohne ihr Wissen – beobachtet, vermessen und überwacht (Daum, 2019). In den USA entfallen 80 % der Zeit, die Menschen mit digitalen Medieninhalten verbringen, auf werbeunterstützten Inhalt (D. S. Evans, 2019).

Die frühen Ansätze der Aufmerksamkeitsökonomie fokussierten sich auf in bestimmten Zeitfenstern aktive PC-User im Internet, um deren Aufmerksamkeit gebuhlt wird (Davenport & Beck, 2001). Userdaten

in dieser Aufmerksamkeitsökonomie waren vor allem bewusst eingegebene Texte, aus deren Syntax auf inhaltliche Bedeutung geschlossen wurde. Mit dem Aufkommen der Sprachschnittstelle (u. a. Alexa, Siri) öffnet sich für die digitalen Plattformunternehmen die Möglichkeit, mittels Natural Language Processing (NLP) aus dem rund um die Uhr massenhaft artikulierten akustischen Spektrum (Phoneme, Klangfarben, Hintergrundgeräusche, Aktivierungssituationen, Diskussionen über die Entscheidungsfindung etc.) auch auf Emotionen, Absichten und unscharf formulierte Bedürfnisse zu schließen und diese Einsichten gezielt kommerziell zu verwerten.

Vor diesem Hintergrund ist Ziel dieses Abschnittes, zwei relevante Faktoren im Privatbereich fallstudienartig zu beschreiben, die sich derzeit gravierend verändern:

Was wissen wir über den Einfluss von Online-Zeit und (insbesondere personalisierter) Werbung auf die Art und das Ausmaß des Konsums?

Welche Veränderungen zeichnen sich durch den Einfluss der Sprachschnittstelle auf die Art der erfassten Daten und auf die Wertgenerierungslogik von digitalen Plattformen ab?

### 2.3.1 Fallstudiendesign

Die einschlägige Fallstudienmethodik (Yin, 2009) wird zugrunde gelegt und in vereinfachter Form für den Erkenntniszweck angewandt. Die Auswahl der Fallstudien erfolgte anhand von Signalen für sozio-technische Veränderungen aus zwei laufenden Projekten am Competence Center Foresight des Fraunhofer ISI.<sup>16</sup> Die Themen sind so ausgewählt, dass sie verschiedene, aber zueinander in Bezug stehende, hochrelevante Entwicklungen für die digitale Plattformökonomie aufgreifen. Die Fallstudien wurden maßgeblich durch Recherchen und Auswertung der relevanten Literatur und strukturierte Diskussion der Befunde vor dem Hintergrund von Abschnitt 2.2 (Plattformtypologie) erstellt. Zudem konnten erste Einsichten aus den zwei laufenden Projekten berücksichtigt werden. Die Fallstudien wurden anschließend vergleichend hinsichtlich der Dimensionen Agency, Daten, Zeit und Aufmerksamkeit analysiert. Aufbauend auf einem Modell für werbefinanzierte digitale Plattformen wird ein modifiziertes konzeptionelles Modell vorgeschlagen, das die Veränderungen durch personalisierte Werbung und die Sprachschnittstelle abbildet. Im Ergebnis stehen Elemente, die zu einer Umgestaltung aufmerksamkeitsökonomischer Ansätze unter den Bedingungen einer sich wandelnden digitalen B2C-Plattformökonomie beitragen können. Die beiden Fallstudien verweisen zudem in ihrer Berücksichtigung des Konsums auf wichtige Anknüpfungspunkte für die Nachhaltigkeitswirkungen der digitalen Plattformökonomie in Abschnitt 4.

### 2.3.2 Fallstudie 1: Online-Zeit, Werbung und Konsum

Im Jahr 2018 wurden weltweit rund 273 Milliarden US\$ für digitale Werbung ausgegeben. Das meiste davon wurde an Google (116 Milliarden US\$) und Facebook (54,5 Milliarden US\$) bezahlt (Frederik & Martijn, 2019). Zentrales Konzept in der Werbeforschung ist die Aufmerksamkeit. Hierbei handelt es sich um „eine Klasse von Prozessen, die Prioritäten in der Informationsverarbeitung setzen und so die Selektion von bestimmter Informationen aus einer Menge verfügbarer Informationen ermöglichen“ (Poth & Schneider, 2013). Für digitale Plattformdienste bezahlen die Anwender:innen mit Geld (oft ihre Aufmerksamkeit vor Werbung schützend), geben ihre Daten preis (teilweise bewusst, teilweise unbewusst) oder setzen sich anbieterkontrollierten Inhalten und Prozessen aus (Aufmerksamkeitsbindung z. B. durch Werbung oder Nudging). Zahlreiche digitale Plattformen überlassen es den Anwender:innen, zwischen

<sup>16</sup> vgl. Modellierung des Zeit-Rebound-Effektes unter Federführung des Fraunhofer ISI im Projekt ReZeitKon (Link: <http://www.rezeitkon.de/wordpress/de/das-projekt/>) bzw. Screening von KI-Anwendungsfeldern im Projekt Gemeinwohlorientierung im Zeitalter der Digitalisierung (Link: [https://www.isi.fraunhofer.de/de/competence-center/foresight/projekte/KI\\_Transformation.html](https://www.isi.fraunhofer.de/de/competence-center/foresight/projekte/KI_Transformation.html))

diesen „Bezahlarten“ für den Empfang von Diensten zu wählen. Dieses sogenannte „Split-Revenue“-**Geschäftsmodell** wird zunehmend durch Premium-Angebote mit diversen zusätzlichen Mehrwertversprechen ergänzt (Nielsen Norman Group, 2020).

Die aktuellen **Dynamiken** in der Aufmerksamkeitsökonomie sind dadurch gekennzeichnet (Nielsen Norman Group, 2020), dass sich das Set an Online-Werbemaßnahmen diversifiziert (u. a. von Page Rank und Banner-Werbung hin zu kundenindividueller Email- und Webseitenkontextwerbung), dass die Nutzung digitaler Produkte immer mehr User-Engagement erfordert (um ihn/sie „an den Haken“ zu bekommen: „hooked“) und dass Werbung unumgebar automatisch abgespielt wird (u. a. Push-Videos). Die Faktoren Datengenerierung, Online-Zeit und Exposition der Anwender:innen (User) gegenüber Werbung werden im Hinblick auf den ökonomischen Erfolg der digitalen Plattformunternehmen in Echtzeit exploriert und optimiert. Hierbei kann experimentell getestet werden, welche Konfigurationen am effektivsten sind. Neuere für die Aufmerksamkeitsökonomie relevante Entwicklungen sind unter anderem das Affective Computing (Erkennen und Erzeugen von Affekten und Gefühlen) und Werbeangebote über Objekte im Internet der Dinge (IoT), wie zum Beispiel Smart Watches oder Smart-Home-Geräte.

Hinsichtlich der erforderlichen **Daten für Online-Werbung** werden Unternehmensdaten, werbestrategische und werbetaktische Daten unterschieden (Yun, Segijn, Pearson & Malthouse, 2020). Das Ziel des werbetaktischen Prozesses ist die Erlangung von Einsichten beispielsweise über Consumer Journeys<sup>17</sup> und Channel Delivery oder für das Targeting und Messaging. Dementsprechend interessieren vor allem Profile von Konsumentinnen und Konsumenten, die aus dem gemessenen User-Verhalten, ihren Handlungen und Interaktionen (u. a. Webseiten-Klicksequenzen), und User-Angaben (u. a. personenbezogene Daten) in Kombination mit Metadaten (u. a. Time-Stamp der Interaktion) und Daten aus anderen Quellen (u. a. Kreditkartentransaktionen) generiert werden können. Die Profilbildung erfolgt heutzutage oft mittels Machine Learning aus Big-Data-Beständen. Die Effekte der Personalisierung von Werbung hinsichtlich ihrer Effektivität (d. h. abgeschlossene Käufe) und Empathie (d. h. Bewertungen der Angebote und Gefühle der Anwender:innen) sind verschiedentlich experimentell bestimmt worden und nachweisbar positiv (Salminen, Kaate, Kamel, Jung & Jansen, 2021).

In einem Literatur-Review untersuchen (Boermann, Kruikemeier & Borgesius, 2017) die Effekte von **kundenindividueller Online-Werbung** basierend auf der Analyse von User-Daten (Online Behavioural Advertising – OBA). Die Bandbreite der verwendeten Theorien von der Erzeugung von Aufmerksamkeit bis hin zum Kaufakt ist immens. Der o. g. Review untersucht die Befunde zum Einfluss von werbekontrollierten Faktoren und von User-kontrollierten Faktoren auf die sogenannten OBA Outcomes. Zu den OBA Outcomes gehören der Werbeeffect und die Akzeptanz beziehungsweise der Widerstand gegenüber OBA. Zu den werbekontrollierten Faktoren gehören die Eigenschaften der Werbung (Personalisierungsgrad, Genauigkeit) und Transparenz (Privacy, Informed Consent, Disclosure). Daraus lässt sich schließen, dass die OBA Outcomes überwiegend von Faktoren, die von den Werbenden beeinflusst werden, bestimmt werden. Demgegenüber spielen User-kontrollierte Faktoren wie Wissen, Fähigkeiten und Wahrnehmungen bzw. Konsumenteneigenschaften eine kleinere Rolle.

In der Werbeforschung besteht Interesse, die **Wirksamkeit von Werbung** im Hinblick auf Produktbewertungen, Art und Menge von Käufen zu bestimmen. Hinsichtlich der Effektarten von Werbung auf die Exponierten ist der Mere-Exposure-Effekt empirisch gut belegt. Dieser besagt, dass die Erhöhung des Ausmaßes der Aussetzung gegenüber Werbung Produktbewertungen positiv beeinflusst. (Zhang & Mao, 2016) untersuchen die Reaktion von Social Media Usern auf Online-Werbung empirisch. Die Regressionsanalyse der Daten von Facebook-Nutzern konnte 44-47 % der Varianz für Werbeklicks, in der Produktbewertung und in der Kaufabsicht erklären. Ebenfalls gut belegt ist der Obsoleszenz-Effekt. Hierbei

---

<sup>17</sup> Hierzu gibt es verschiedene Phasenmodelle wie das klassische AIDA-Modell (Attention, Interest, Desire, Agency) oder die Phasenfolge Awareness, Consideration, Purchase (Acquisition), Retention (Service), Advocacy (Loyalty). Die Phasen werden in Schritte unterteilt, und ihnen werden Touchpoints mit den Kunden und beteiligte/betroffene Unternehmensbereiche zugeordnet.

führt Werbung dazu, dass sich Menschen mit ihren noch funktionierenden Produkten unwohl fühlen und als Abhilfe neue Produkte kaufen (Solér, 2017). (Gordon, Zettelmeyer, Bhargava & Chapsky, 2019) haben den Substitutions- (Selektions-) <sup>18</sup> und den Induktions- (Werbe-)effekt <sup>19</sup> von Werbung anhand von 13 Fallstudien untersucht. Die Summe von Substitutions- und Induktionseffekt ergibt 100 %. Die fünf Fallstudien zum Einzelhandel ergaben eine Bandbreite von weniger als 5 % bis zu über 60 % für den Induktionseffekt, die sieben Fallstudien zum e-Commerce von weniger als 5 % bis zu über 95 % für den Induktionseffekt. Dies ist eine enorme Bandbreite; was aber auch heißt, dass je nach Fallstudie bis zu über 95 % der Käufe auf den Induktionseffekt durch Online-Werbung zurückgeführt werden können.

(Cortinas, Cabeza, Chocarro & Villanueva, 2019) untersuchen die **Aufmerksamkeit** entlang des Online-Consumer-Journeys mittels einer Eye-Tracking-Studie. Hierfür benutzen sie das Modell „Stimulus-Organismus-Response“ (SOR) und die visuelle Aufmerksamkeitstheorie. Eine Analyse von vier Online-Kaufaufgaben in vier Produktkategorien (Mobiltelefone, Kugelschreiber, Schuhe, Festplatten) ergab, dass die komplexeste und zeitaufwendigste Aufgabe die Bewertung verschiedener Online-Kaufoptionen ist. Der eigentliche Kauf und die Post-Purchase-Phase benötigen weniger Zeit, ebenso das Herausfinden, ob eine Webseite für den Online-Kauf geeignet ist oder nicht. (D. S. Evans, 2019) untersucht den Wert von Plattforminhalten und seine Interdependenz von Werbung. Sogenannte Aufmerksamkeitsplattformen liefern demnach den Usern, die Zeit auf Ihnen verbringen, Inhalt. Während dieser Zeit präsentieren diese Plattformen Werbung im Auftrag von Werbeunternehmen. Viele digitale Plattformen sammeln Nutzungsdaten, damit diese von Werbeunternehmen für gezielteres Marketing eingesetzt werden können. Für Plattformen mit Inhalten wird ein positiver Feedback-Effekt zwischen Werbenden und Konsumierenden konstatiert.

Im B2C-Bereich können idealtypisch klassische Transaktionsplattformen im Sinne der Typologie aus Kapitel 2.2 (Fokus: Handel von Produkten und Dienstleistungen) von werbefinanzierten Aufmerksamkeitsplattformen (Fokus: Informationssuche, Mediennutzung, Kommunikation und Spielen) unterschieden werden. Letztere dienen zwar ebenfalls dem Zusammenbringen von Drittanbietenden und Anwender:innen, jedoch „bezahlen“ letztere mit ihrer Aufmerksamkeit und Zeit für die Exposition gegenüber Werbung, ohne dass sie auf der digitalen Plattform Transaktionen auslösen. In der Praxis liegen meist Mischformen von zielgerichteter Aktivitätsabwicklung und Anreizen zum Verweilen auf der digitalen Plattform vor. In einer Repräsentativbefragung unter der erwerbstätigen Bevölkerung in Deutschland wurden sozio-demographische Daten, die Nutzungsintensität von Plattformen, die modulierende Wirkung von bestimmten Verhaltensweisen und das gesamte Konsumniveau (online/offline) am Beispiel der in hohem Maße online gehandelten Produktgruppen der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und Kleidung (jeweils große und kleine Produktgruppen) abgefragt. Hieraus ergaben sich die in Tabelle 1 genannten bivariaten Korrelationen:

**Tabelle 1: Ausgewählte bivariate Korrelationen von Angaben über Kaufhäufigkeiten mit sozio-demographischen und Internetnutzungsangaben**

	Kleidung grop	Kleidung klein	IKT groß	IKT klein
<b>Alter</b>	-0,136**	-0,099**	-0,058**	-0,082**
<b>Geschlecht</b>	-0,231**	-0,102**	0,169**	0,052*
<b>Haushaltsgröße</b>	0,089**	0,059**	0,060**	0,066**
<b>Kinder im Haushalt</b>	0,078**	0,031	0,039	0,084**
<b>Haushaltseinkommen</b>	0,095**	0,123**	0,026	-0,014

<sup>18</sup> Werbung für Produkt A vergrößert dessen Absatz auf Kosten des Produktes B.

<sup>19</sup> Werbung weckt Bedürfnisse nach Produkten, die es ohne diese Werbung nicht gäbe.

<b>Nutzungshäufigkeit von Transaktionsplattformen</b>	0,168**	0,166**	0,217**	0,121**
<b>Nutzungshäufigkeit von Aufmerksamkeitsplattformen</b>	0,103**	0,148**	0,185**	0,154**
<b>Internet-Nutzungszeit</b>	0,080**	0,010	0,072**	-0,011
<b>Nutzungsintensität von werbefreien Internet-Angeboten</b>	-0,053*	-0,015	0,036	-0,019
<b>Nutzungsintensität von Sprachassistenten</b>	0,122**	0,142**	0,146**	0,119**

Quelle: unveröffentlichte Daten aus ReZeitKon; Anmerkung: Pearson Koeffizient beidseitig signifikant auf 0,01-Niveau: \*\*, auf 0,05-Niveau: \*

Ersichtlich wird, dass die Häufigkeit des Aufsuchens von Transaktions- und Aufmerksamkeitsplattformen signifikant und hoch mit den absoluten Kaufhäufigkeiten (online und offline) korreliert – bis auf bei großer Kleidung – insgesamt sogar höher als mit einigen sozio-demographischen Variablen. Vielnutzende digitaler Plattformen sind also auch Vielkäufer von Kleidung und IKT. Die Unterschiede zwischen der Korrelationshöhe der Nutzungshäufigkeiten von Transaktions- und Aufmerksamkeitsplattformen jeweils mit den Kaufhäufigkeiten sind teilweise beträchtlich, aber uneinheitlich. Die Internetnutzungszeit korreliert für den Kauf von großer Kleidung und von großer IKT ebenfalls signifikant, allerdings in geringerem Umfang als die Nutzungshäufigkeiten von Transaktions- und Aufmerksamkeitsplattformen. Zudem zeigt sich, dass werbefreie Postfächer/Ad-Blocker (Ad-free) nur eine wenig signifikante Korrelation mit den Kaufhäufigkeiten haben, während die Nutzungsintensität von Sprachassistenten und die Kaufhäufigkeiten signifikant und hoch korrelieren.

**Fazit:** Die Online-Werbeforschung ist insgesamt zersplittert und behandelt zahlreiche Detailspekte, wohingegen es nur wenige Frameworks oder integrierende Übersichtsartikel gibt. Es liegt nicht im Interesse von Werbeunternehmen und Marketing-Abteilungen transparent zu machen, welche Art von Werbung wie gut funktioniert (Frederik & Martijn, 2019). Während der Mere-Exposure- und der Obsoleszenz-Effekt von Werbung gut belegt sind, sind sie vorgefundenen Bandbreiten von Induktions- und Substitutionseffekten erheblich. Es gibt einige empirisch-statistische Studien, deren Aussagen stark von der verwendeten Metrik abhängen, aber wenig Kenntnis über die tatsächlichen kausalen Beziehungen von Online-Zeit, Werbeexposition und Art und Weise des Konsums.

### 2.3.3 Fallstudie 2: Sprachassistenzsysteme

Sprachassistenzsysteme – häufig auch *Digital Personal Assistant (DPA)* genannt – wie Apple Siri, Amazon Alexa, Google Assistant oder Alibaba AliGeni, gewinnen rasant an Bedeutung. Mit weltweit 4,2 Milliarden genutzten DPAs 2020 und einer schnellen Verbreitung durch Smartphones sowie Smartspeaker und andere IoT-Devices, ist davon auszugehen, dass die Anzahl der DPAs bereits 2024 die Weltbevölkerung übersteigt (Moar & Escherich, 2020). Neben der schnellen Marktdurchdringung der Technologie, ermöglichen DPAs durch die Sprachsteuerung gänzlich neue Möglichkeiten mit Konsumierenden zu interagieren. Das verändert nicht nur die Geschäftsmodelle der betreibenden Plattformen, sondern hat auch Auswirkungen auf die Art, in der Daten erfasst und verarbeitet werden – sowohl auf Seiten der Plattformen als auch auf Seiten der Verbraucherinnen und Verbraucher. „DPAs bezeichnen automatisierte Systeme [...], die mit Usern (Konsumierende) in natürlicher Sprache interagieren, während sie Services der Betreibenden und von Drittanbietenden nutzen, um Informationen zu gewinnen und unterschiedliche Handlungen auszuführen“ (Budzinski, Noskova & Zhang, 2019, S. 179). Der Smartspeaker Amazon Echo beispielsweise nutzt ein DPA (in diesem Fall Amazon Voice Services, zumeist „Alexa“), um Konsumierenden die Möglichkeit zu geben, per Sprachbefehl bei Amazon einzukaufen (Beispiel für einen eigenen Service), oder aber die Nachrichten des Tages abzufragen (Beispiel für Fremdservices, die als Apps auf den DPA-Plattformen laufen – „Alexa Skills“ im Falle von Amazon).

DPA's können im Sinne von Kapitel 2.1 als „Plattform Hybride“ bezeichnet werden, da sie sowohl eine Transaktionsplattform darstellen<sup>20</sup>, über die Anbietende mit Kunden und Kundinnen in Kontakt treten können, als auch eine Ökosystem-Plattform, bei der die Sprachsteuerung als gänzlich neue Mensch-Computer-Schnittstelle dient. Für Plattformbetreibende ermöglicht ein DPA damit neben dem Zugang zu den Audioeingaben der User auch die Verknüpfung mit den entstehenden Daten der angebotenen Services. Zudem sind DPAs sehr eng mit anderen Märkten verbunden; sowohl vertikal (bei Integration der Sprachschnittstelle in neue Produkte, z. B. Automobile), als auch horizontal (z. B. bei Übernahme von Shoppingaufträgen durch ein DPA) (Budzinski et al., 2019). Somit fungieren DPAs gleichzeitig als **Meta-plattformen**, welche, durch die Integration unterschiedlicher Services (angrenzender Märkte) und unterschiedlicher Devices („IoT-Gateway“), sowie als Interaktionsmöglichkeit mit den Nutzer:innen, eine zentrale Rolle für das Beschützen, Verbessern und Ausweiten der **Geschäftsmodelle** von digitalen Plattformen spielen. Dies zeigt sich auch im massiven Wettbewerb unter DPA-Anbietenden, die für die Entwicklung und den günstigen Vertrieb von DPAs bzw. anschlussfähigen Devices viel Geld investieren (Kinsella, 2019).

DPAs sind eine vergleichsweise neue Technologie. Mit Apples Siri kam im Oktober 2011 das erste DPA auf den Markt. Inzwischen haben viele der großen digitalen Plattformen und auch kleinere Anbietende eigene DPAs entwickelt, und es herrscht nach wie vor eine große **Dynamik** (Schwartz, 2019). Durch Neueinsteigende, Verbesserungen oder die Anbindung neuer Services verändern sich nicht nur Marktanteile, sondern auch die Funktionalität von DPAs fortlaufend. Die Forschungslandschaft ist in Bezug auf DPAs daher nicht nur relativ neu und lückenhaft, sondern die empirische Überprüfung von möglichen Einflüssen der DPAs auf Konsumierende ist häufig stark geprägt von den jeweiligen Möglichkeiten der Systeme, deren Funktionalität und damit auch die Interaktion mit den Nutzer:innen, sich kontinuierlich und rasant zu verändern. Dabei zeigen Nasirian, Ahmadian und Lee (2017), dass sich die Interaktionsqualität mit DPAs über das Vertrauen der Konsumierenden auf die Nutzungsabsicht (Adoption) von DPAs auswirkt. Durch eine höhere Adoption wiederum entstehen verbesserte Möglichkeiten, die Services zu personalisieren und die Interaktionsqualität zu verbessern, was, wie auch bei anderen Arten von Plattformen, potenziell eine sich selbst verstärkende Entwicklung zur Folge hat.

Anstatt indirekt über Werbung und das Halten und Steuern der Aufmerksamkeit Einfluss auf das Verhalten von Konsumierenden zu nehmen, haben DPAs das Potenzial, darüber hinaus als vertrauter „digitaler Butler“ die **Ausführung von Tätigkeiten** direkt zu übernehmen (Stucke & Ezrachi, 2018). So wie Smartphones den Wettbewerb um die Aufmerksamkeit (Attention) von Konsumierenden befeuert haben, indem der rasant steigende Umfang an verfügbaren Inhalten auch von unterwegs niedrigschwellig zugänglich wurden, argumentiert Kinsella (2019), können **DPAs als die nächste Generation von Mensch-Computer-Interface** gesehen werden, das den Beziehungsaufbau und die unmittelbare Übernahme von Handlungskompetenz (Agency) ermöglicht. Dabei spielt das Medium Sprache für die digitalen Plattformen sowohl für die Sammlung und Nutzung von User-Daten, als auch als Feature der DPAs und deren Wahrnehmung durch die Konsumierenden eine entscheidende Rolle.

Über die Integration in Smartphones, Fahrzeugen und vernetzte Geräte bis hin zu Kinderspielzeug (McReynolds et al., 2017), ermöglichen DPAs prinzipiell über auditive Signale eine **Datenerfassung**, die nahezu barrierefrei, mit allen Personen in Reichweite, rund um die Uhr stattfinden kann. Durch den verschlüsselten Transfer ist es dabei für die User nicht nachvollziehbar, welche Daten ausgetauscht werden, und es kommt auch ohne bewusste Aufforderung durch die User zur Übermittlung von Aufnahmen (Ford

---

<sup>20</sup> Mit einbezogen sind hierbei die in Fallstudie 1 kontrastierten Aufmerksamkeitsplattformen, welche das Ziel haben, User möglichst lange auf der Plattform zu halten, um sie gezielt mit Werbung konfrontieren zu können. Dabei sind bezahlte Werbekampagnen über Sprachsysteme auf den gängigen DPA-Plattformen gegenwärtig (noch) nicht möglich. Dies kann sich jedoch in Zukunft ändern, und Marketing wird über angebotene Services bereits indirekt umgesetzt (siehe Smith, 2018). Durch das Platzieren von Kaufempfehlungen und die tatsächliche Umsetzung von Bestellvorgängen gehen die Möglichkeiten von DPAs dabei über klassische Aufmerksamkeitsplattformen hinaus, was von den Betreibern bereits durch die Bevorzugung eigener/kooperierender Services bzw. den Ausschluss von Services der konkurrierenden Plattformen ausgenutzt wird (siehe Kinsella, 2019).

& Palmer, 2019). Abgesehen von Gesprächsinhalten und Nebengeräuschen, die Aussagen über den Kontext – z. B. über die räumlichen Gegebenheiten – ableiten lassen, ermöglicht es die Aufzeichnung der menschlichen Stimme über paralinguistische Signale auch Affekte (States), sowie stabile Merkmale (Traits) der User zu ermitteln. Unter den breiter gefassten Schlagworten *Affective Computing*, *Emotional/Emphatic AI* oder spezieller als *Computational Linguistics* finden sich hierzu **Forschungsbeiträge** (z. B. Batliner, Hantke & Schuller, 2020), **Patentanmeldungen** (z. B. Google Patent NO.: US 10,096,31 B1, „Voice-based determination of physical and emotional characteristics of users“, siehe Hense, 2019) sowie **Gründungen** – z. B. Abgleich von Stimmcharakteristiken anhand von Voice-Biometrics-Datenbanken (nuance.de) oder Services zur Früherkennung von akuten und chronischen Erkrankungen anhand der Stimmsignatur (vocalishealth.com).

Neben den Informationen, welche die Sprachschnittstelle für die betreibenden Plattformen zugänglich macht, und die, kombiniert mit den Nutzungsdaten der angebotenen Dienste, für die Personalisierung der Services genutzt werden können, ermöglicht es die Interaktion zwischen DPA und Konsumierenden auch, die sprachlichen Fähigkeiten der DPAs zu optimieren. Das ist von Bedeutung, da die Fähigkeit zu sprechen als wichtiges Merkmal für die **Anthropomorphisierung**, d. h. die Zuschreibung von menschlichen Eigenschaften, gilt (Schroeder & Epley, 2016). Auch wenn heutige DPAs (noch) nicht in der Lage sind, sehr anspruchsvollere Konversationen zu führen oder komplexe Aufgaben zu bewältigen, werden ihnen von Usern häufig menschliche Merkmale zugeschrieben und u. a. Wohlwollen und Dankbarkeit ausgedrückt (Kiseleva et al., 2016). Laut Botsman (2017) entwickelten Kinder in einer Studie nicht selten „eine aufrichtige Geben-und-Nehmen-Beziehung“ zu DPAs (zitiert nach Lopatovska, 2019). Die zu starke Anthropomorphisierung stößt jedoch auch auf Kritik (wie bei der Vorstellung von Google Duplex, siehe z. B. Smith, 2018) und es zeigt sich, dass überhöhte Erwartungen durch (zu) menschliches Design bei unausgereiften Systemen zu Enttäuschung und Abkehr führen können (Kiseleva et al., 2016).

Neben den weitreichenden Implikationen, die ausgereifere DPAs in Zukunft haben können, zeigt sich bereits heute eine Wirkung von DPAs auf das **Such- und Kaufverhalten von Konsumierenden**. Sun et al. (2019) nutzen Daten der Alibaba B2C Retail-Plattform Tmall und zeigen durch einen Vergleich von Kundinnen und Kunden mit bzw. ohne den Alibaba Smartspeaker Tmall Genie (der Alibabas DPA AliGenie nutzt), dass die Adoption des DPAs zu durchschnittlich 23 % mehr Ausgaben durch die User führen (bei gepoolter Stichprobe, sodass beide Kundengruppen vor der Adoption ein vergleichbares Kaufverhalten aufweisen). Dabei handelt es sich nicht um eine Verschiebung des Konsums von anderen e-Commerce-fähigen Geräten (PC bzw. Smartphone), sondern vielmehr ist ein positiver Spill Over auf Käufe mit dem Mobilgerät zu verzeichnen. Inwieweit „vor-Ort-Shopping“ substituiert wird oder sich die Online-Käufe von anderen Plattformen stärker auf den Betreiber der Plattform verlagert, ist jedoch unklar. Der gesteigerte Konsum auf der Plattform des Providers nimmt mit der Zeit ab, bleibt jedoch auch nach acht Wochen signifikant. Ein Vergleich der Produktkategorien zeigt, dass die konsumsteigernde Wirkung sich insbesondere auf solche Produkte bezieht, die keine aktive Produktsuche oder aufwendige Vergleiche notwendig machen, d. h. Produkte mit geringer Substituierbarkeit oder hoher Kaufhäufigkeit.

**Fazit:** DPAs gewinnen rasant an Bedeutung und haben bereits heute eine signifikante Bedeutung für datengestützte Plattformen und nehmen Einfluss auf die zugrundeliegenden Geschäftsmodelle. Die Art der Nutzung erlaubt nicht nur einen intuitiven Zugang der Dienste für eine große Bandbreite an potenziellen Kundinnen und Kunden, die Erfassung von auditiven Signalen und die Kopplung von anderen Geräten an DPAs ermöglicht den Plattformen den Zugang zu kontextualisierten, authentischen und aussagekräftigen Daten, die prinzipiell rund um die Uhr abgerufen werden können. Dabei spielt das Medium Stimme eine besondere Rolle – nicht nur bei der Ableitung von Charakteristiken und (Gefühls-)zuständen der User (und weiteren Anwesenden), sondern auch bei der Wahrnehmung der DPAs als eigenständige, personifizierte Entitäten. Statt der üblichen Eingabe-Ausgabe-Beziehung zwischen Plattformen und Usern entsteht so eine vertrauensschaffende Interaktionsmöglichkeit. Dies erlaubt den betreibenden Plattformen nicht nur die effektive Platzierung von Kaufempfehlungen bzw. die letztendliche Auswahl und Ausführung von Bestellaufträgen, sondern prinzipiell auch die Einflussnahme auf andere Lebensbereiche.

Diese Entwicklungen können weitreichende Veränderungen für die datenbasierte Plattformökonomie, das Wirtschaftssystem als solches („Nachfrage und Angebot aus einer Hand“) und auch die Art, wie wir leben und konsumieren, bedeuten. Für die weiterführende Evaluation von Chancen und Risiken und die Gestaltung bestmöglicher Rahmenbedingungen bedarf es weiterer Forschung sowie eines stärkeren Bewusstseins in der öffentlichen Debatte.

### 2.3.4 Fazit: Elemente einer Aufmerksamkeitstheorie 2.0 für digitale Plattformen

Die Fallstudienanalyse hat sinnvolle Bezugsmöglichkeiten auf die **Plattformtypologie** in AP2.1 ergeben, aber auch neue Differenzierungsmöglichkeiten aufgeworfen. Unterschiedliche Ausmaße der Konsumhäufigkeit konnten für die Nutzungshäufigkeit von Aufmerksamkeits- und Transaktionsplattformen gezeigt werden, ebenso die konsumverstärkende Rolle von Sprachassistenzsystemen. Die Nutzung von DPAs fördert über die Sprachschnittstelle niedrighschwellige Verknüpfungen von digitaler und nicht-digitaler Welt, was insbesondere für die Ausführung von Tätigkeiten über das Internet of Things von Bedeutung ist. Als Metaplattformen vereinen DPAs Elemente verschiedener Plattfortmtypen in sich, darunter Transaktionsplattformen und „digitaler Butler“ zur Reduzierung der Aufmerksamkeitsbindung des Users. Der funktionalen Differenzierung von Plattformen stehen Monopolisierungstendenzen hinsichtlich des Plattformbetriebsmodells entgegen. Ob eine weitere Differenzierung von Plattformen im B2C-Bereich sinnvoll ist, hängt von der konkreten Fragestellung ab. Die hier vorgenommenen funktionalen Differenzierungen können dabei unterstützen, Forschungsdesigns für die Untersuchung von digitalen Plattformen im B2C-Bereich zu konzipieren.

Die frühen Ansätze der Aufmerksamkeitsökonomie sind für das Zeitalter der Interaktion über digitale Plattformen nicht mehr zeitgemäß. Das Microtargeting in Echtzeit auf digitalen Konsumplattformen stellt sequentielle Aufmerksamkeitsmodelle wie AIDA (Attention, Interest, Desire und Action) vor nicht überwindbare konzeptionelle Hürden (Kahl, Herbig, Erdmann, Stadler & Peters, 2017). Die Differenzierung von Werbung auf digitalen Plattformen und das Aufkommen von Sprachassistenzsystemen mit ihren neuen Möglichkeiten sind Anzeichen dafür, dass die Aufmerksamkeit der User in der digitalen Plattform-Ökonomie ein Schlüsselfaktor für die B2C-Geschäftsmodelle ist, sich die Rolle der Aufmerksamkeit und die Möglichkeiten, diese zu steuern sich jedoch gegenwärtig und in Zukunft signifikant verändern können.

Eine Aufmerksamkeitstheorie 2.0 für diese neuen Phänomene liegt nicht vor und kann an dieser Stelle auch nicht erarbeitet werden. Die Analyse der beiden Fallstudien zur digitalen Plattformökonomie zeigt jedoch einige mögliche relevante Elemente. Natürlich gibt es weitere Elemente, die hierfür eine Rolle spielen können wie zum Beispiel Online-Experimente in Echtzeit oder Augmented Reality. Auch steht eine validierte Analyse der vielschichtigen Beziehungen angesichts der Neuartigkeit der untersuchten Phänomene noch aus. Als Extrakt aus einer vergleichenden Analyse der beiden Fallstudien lassen sich vier **Schlüsseldimensionen** extrahieren (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Vier Schlüsseldimensionen für eine Theorie der Aufmerksamkeit unter den Bedingungen sich verändernder digitaler B2C-Plattformen**

	<b>Fallstudie 1: Online-Zeit, Werbung (OBA) und Konsum</b>	<b>Fallstudie 2: Sprachassistenten</b>
<b>Agency</b>	Anbietende reagieren auf und stimulieren User-Emotionen Microtargeting in der Werbung und Nudging (OBA) Umsetzungskompetenz liegt beim User	Anbietende aktivieren User über Sprachassistenzsysteme DPAs ermöglichen die Delegation von Umsetzungskompetenz vom User an die Plattform

<b>Daten</b>	Erfassung von Nutzungsdaten über unbewusste digitale Interaktionen, bewusste Eingaben und Metadaten (OBA: individualisierte Daten) Informationsasymmetrie: Anbietende wissen teils mehr über User als diese selbst	Erfassung von aussagekräftigen, authentischen und kontextualisierten Daten Zugang zu User-Charakteristika und Affekt-Merkmalen durch paralinguistische Signale
<b>Zeit</b>	Wahrnehmung von Online-Zeit als Internetzeit, Freizeit oder Einkaufszeit Unbewusste Zeitverluste durch „Hooking“, User-Arbeit, Expositionszeit gegenüber Werbung (OBA) und Ablenkung	Integration in den Lebensalltag: Weniger bewusste Investition von Zeit („Hands-free“ & nebenbei), potenziell „Anywhere“ & „Anytime“
<b>Aufmerksamkeit</b>	Plattformkontrolliert: Experiment/Feedback-Steuerung User-kontrolliert: Grad der Fokussierung OBA: höhere kognitive Resonanz auf Angebote bei intendierter Suche entlastend, bei ungewollten Angeboten belastend	unmittelbarere Aufmerksamkeitslenkung durch datenbasierte Natural Language Generation (NLG) Aufmerksamkeitsentlastung durch direkte Ausführung von Aufgaben

Quelle: eigene Darstellung

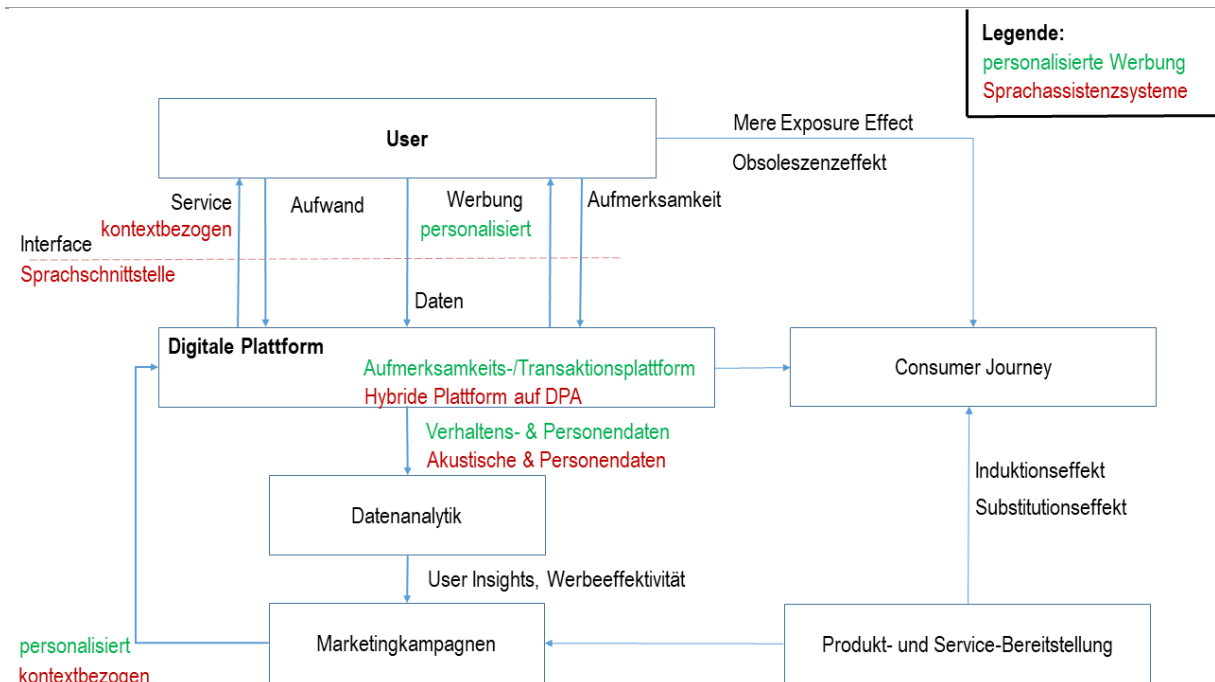
Aufbauend auf einem Modell für ein Internet-Geschäftsmodell (Moyano & Schmedders, 2018) kann unter Berücksichtigung der Differenzierungen der vier Schlüsseldimensionen in den beiden Fallstudien ein modifiziertes Modell erstellt werden, das drei sich überlappende Forschungsdomänen miteinander verknüpft (vgl. Abbildung 2):

- Mensch-Technik-Interaktion über digitale Plattformen (links oben),
- Daten-, Informations- und Wissensökonomie (links unten) und
- Aufmerksamkeits-, Werbungs- und Konsumforschung (rechts).

Die User suchen digitale Plattformen wegen deren Services, einschließlich Bereitstellung von Inhalt, auf. Hierfür „bezahlen“ sie mit Daten, Zeit und/oder Geld sowie ihrer Aufmerksamkeit als Voraussetzung für werbefinanzierte digitale Plattformmodelle. Verschiedene Daten werden analysiert und die Einsichten in möglichst effektive Marketing-Angebote umgesetzt. Die herstellenden Unternehmen bezahlen hierfür Marketingfirmen, die wiederum Werbeplatz auf digitalen Plattformen kaufen. Der Online-Werbung ausgesetzte Personen bewerten beworbene Produkte statistisch betrachtet positiver, und ihre Entbehrung wird als Mangel empfunden. Im Online- oder POS-vermittelten Konsumprozess bewirkt Werbung indirekt eine Substitution bzw. Induktion der Güternachfrage.

- Personalisierte Werbung (OBA) auf Aufmerksamkeits-/Transaktionsplattformen zielt auf einzelne Personen unter Berücksichtigung ihrer Personen- und Verhaltensdaten. Sie erhöht die Werbe-Performance, sodass pro Click/Konsumakt weniger Werbung erforderlich ist.
- Die Sprachschnittstelle von DPAs ermöglicht durch die niedrigschwellige Interaktion die Etablierung von Vertrauen und die Delegation von Aktivitäten an diese – und damit auch eine Aufmerksamkeitsentlastung. Die Auswertung von akustischen Daten ermöglicht die Entwicklung kontextbezogener, situativer Werbeangebote.

**Abbildung 2: Ein vereinfachtes B2C-Plattformmodell unter Berücksichtigung von kundenindividueller Werbung und Sprachassistenzsystemen**



Quelle: Fraunhofer ISI

Trotz unterschiedlicher Geschäftsmodelle und Wirkungsketten insbesondere in Bezug auf die Aufmerksamkeit der User, kann vorsichtig schlussgefolgert werden: Sowohl kundenindividuelle Werbung, als auch sprachbasierte DPAs verkürzen die „Customer Journey“ (also die „Reise“ von der Entstehung von Aufmerksamkeit für ein Produkt über den Kauf bis hin zur Inanspruchnahme nachgelagerter Services) und wirken dadurch – im Einklang mit dem Interessengeflecht der privatwirtschaftlichen Akteure – tendenziell konsumsteigernd.

Das vorgeschlagene Modell vereint wesentliche Elemente einer digitalen B2C-Plattform-Logik mit Elementen aus der Aufmerksamkeits-, Werbe- und Konsumforschung. Es beruht auf einer Geschäftsmodelltheorie für werbebasierte digitale Plattformen und den beiden Fallstudien, mit Fokus auf personalisierte Werbung und Sprachassistenzsysteme. Für die Elaboration einer Aufmerksamkeitstheorie 2.0 bräuchte es weitere Fallstudien zu wesentlichen Veränderungen (z. B. Life Logging in sozialen Medien, Augmented Reality in der Werbung, Integration von Experimenten in Echtzeit). Angesichts der hohen Entwicklungsdynamik digitaler B2C-Plattformen kann eine erneuerte Aufmerksamkeitstheorie immer nur vorläufigen Charakter haben, in der Schlüsselkategorien wie Agency, Daten, Zeit und Aufmerksamkeit mit anderen Elementen Beziehungen eingehen. Das hier vorgeschlagene Modell veranschaulicht jedoch wesentliche Mechanismen der sich derzeit verändernden Praktiken auf digitalen B2C-Plattformen. Dadurch kann es derzeit zur Entwicklung von Forschungsdesigns für die analytische und prospektive Untersuchung von B2C-Plattformen verwendet werden.

## 3 Anwendungsbereiche für Plattformökonomien

---

### 3.1 Plattformökonomien im Bereich Energie

Transaktionsplattformen eröffnen neuen Akteuren den Marktzugang und erhöhen die Transparenz über Angebot und Nachfrage. Dabei steigt der Wert einer Plattform mit der Anzahl der Teilnehmer. Die Wertsteigerung betrifft dabei nicht nur die Angebotsseite (Skaleneffekte), sondern auch die Nachfrageseite (Netzwerkeffekte) (Eisenmann, Parker & van Alstyne, 2011). Es findet eine Entwicklung von linearen Geschäftsmodellen, die von einzelnen Anbietern betrieben werden, hin zu kooperativen Geschäftsmodellen mit verschiedenen Anbietern und Nachfragern statt (Schmidt, 2019), die durch zusätzliche Services ergänzt werden können. Ohne Plattformen wäre die Hebung dieser Potenziale nicht bzw. nur zu einem unverhältnismäßigen hohen Aufwand bzw. Transaktionskosten möglich. In welcher Form und welchem Ausmaß plattformbasierte Geschäftsmodelle und damit verbundene Datenökonomien in der Energiewirtschaft entwickelt und umgesetzt werden, wird in den folgenden Abschnitten dargestellt und diskutiert.

#### 3.1.1 Einordnung der Potenziale für die Energiewirtschaft

Die Energiewirtschaft ist traditionell ein datenintensiver Sektor. Das betrifft bspw. die Erhebung von Daten zur Sicherstellung der Gleichzeitigkeit von Angebot und Nachfrage am Großhandels- und Regenergiemarkt, für das Monitoring der Netzauslastung oder für die Abrechnung der Energieverbräuche der Kunden. Der zunehmende Anteil an Erneuerbaren macht die Energieversorgung un stetiger und kleinteiliger. Die Wichtigkeit eines leistungsfähigen Monitorings und einer guten Koordination wird dadurch verstärkt. Bspw. erfordert die Fluktuation der Energiebereitstellung durch Erneuerbare eine höhere Prognosegüte oder der höhere Anteil an Kleinanlagen zur Stromerzeugung im Besitz von Haushalten einen höheren Automatisierungsgrad, wenn diese koordiniert gesteuert werden sollen. Plattformbasierte Geschäftsmodelle können diesen Anforderungen gerecht zu werden.

Allgemein können Plattformnutzer auf der Nachfrageseite von einem erleichterten Zugang zu Märkten profitieren. Im Energiebereich können sich bspw. Haushalts-, GHD- oder Industriekunden mit kleinen, eigenen Erzeugungs- und Flexibilitätseinheiten bei ihrer Strombeschaffung optimieren. Der erleichterte Zugang zu Märkten gewinnt insbesondere im Rahmen der Elektrifizierung von Verbrauchseinheiten (bspw. Wärme-, Verkehrs- und Industrieanwendungen) an Bedeutung, da Verbraucher künftig auch als Flexibilitätsanbieter agieren können und zusätzlich zur Beschaffung von Strom auch Strom selber verkaufen können.

Auf der Anbieterseite können Plattformnutzer von einem erleichterten Kundenzugang und besseren Koordinationsmöglichkeiten der verschiedenen Teilnehmenden profitieren. Dazu zählen Energiehändler, Dienstleister für die Vermarktung und Aggregation von Kunden, Netzbetreiber sowie Energiedienstleister und Vertriebe. Die Potenziale für plattformbasierte Geschäftsmodelle auf der Erzeugungsseite ergeben sich durch eine Zunahme der Marktteilnehmer, die u. a. von regulatorischen Entwicklungen und Rahmenbedingungen verursacht werden. Dies umfasst bspw. den Weiterbetrieb von Erneuerbaren-Anlagen nach dem Förderzeitraum (die sogenannten Post-EEG-Anlagen) oder die Reduktion der Mindestanlagengröße von Redispatchteilnehmern auf 100 kW im Rahmen des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes (NABEG).

In der Energiewirtschaft bestehen daher Potenziale für die Etablierung von klassischen Transaktionsplattformen, auf denen der Plattformbetreiber Angebot und Nachfrage zusammenführt, als auch für Innovations-/Ökosystemplattformen, die datenbasierten Service anbieten. Anwendungsfelder sind dabei vor allem Optimierungsservices für den Betrieb und die Wartung von Erzeugungsanlagen und wei-

teren Assets oder die Bestandsoptimierung von Infrastrukturen und größeren bzw. mehreren Erzeugungsanlagen. Weitere Services, die für eine Vielzahl von Anwender:innen interessant sein können, sind Prognose- oder andere Datenaufarbeitungsdienstleistungen.

### 3.1.2 Eigenschaften von Plattformen in der Energiewirtschaft

Im Folgenden wird untersucht, welche Anwendungsfelder es für die verschiedenen Plattfortmtypen entlang der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette gibt. Zusätzlich werden strukturelle Besonderheiten hervorgehoben und die Struktur anhand von Beispielen aufgezeigt. Die Plattformbeispiele wurden mithilfe von zwei Quellen identifiziert, der Klassifizierung von Startups in der Energiewirtschaft auf Basis von Singh und Klobasa (2021)<sup>21</sup> und der Unternehmensplattform Crunchbase<sup>22</sup>. Nach einer Bereinigung um nicht mehr existierende Unternehmen und vermeintlichen Plattformen, die bei näherer Analyse ein lineares Geschäftsmodell verfolgen, wurde eine Liste von 30 plattformbasierten Unternehmen erstellt. Unterteilt man die Ergebnisse nach der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette ergibt sich das folgende Bild.

**Erzeugung und Handel:** Rd. 30 % der Unternehmen betreiben Plattformen im Bereich Erzeugung und Handel. Transaktionsplattformen umfassen großskalige außerbörsliche Geschäfte (OTC-Handel) im Bereich Elektrizität, Öl, Gas oder Wasserstoff oder kleinskaligen Handel für Haushalts- und GHD-Kunden, um Elektrizität zu beschaffen. Die Plattformen sind meist offen und mehrseitig. Innovationsplattformen bzw. Ökosystem-Plattformen bieten unterstützende Services für Erzeugung und Handel, die Aggregations- und Prognosestätigkeiten umfassen. Diese Plattformen sind meist geschlossen.

**Netzbetrieb & Systemdienstleistungen:** Rd. 10 % der Unternehmen bieten plattformbasierte Datenauswertungen für einen optimierten Netzbetrieb an. Datenplattformen sind bei den betrachteten Unternehmen am häufigsten anzutreffen. Die Plattformen sind dabei meist einseitig und geschlossen, da sie vor allem Netzbetreiber als Nutzer adressieren. Transaktionsplattformen werden in der Regel nur durch Netzbetreiber betrieben, da regulatorische Rahmenbedingungen keine anderen Akteure in diesem Bereich zulassen. Mehrere Netzbetreiber entwickeln derzeit Transaktionsplattformen, um Flexibilität für ihren Netzbetrieb zu beschaffen. Innovationsplattformen bzw. Ökosystemplattformen sind in dieser Wertschöpfungsstufe bisher wenig vertreten. Die von Netzbetreibern entwickelten Transaktionsplattformen oder von Netzbetreibern eingesetzten Datenplattformen können sich zukünftig zu Innovationsplattformen entwickeln.

**Energiedienstleistungen & Vertrieb:** Rd. 60 % der Unternehmen bieten Transaktions- und Innovationsplattformen im Bereich Energiedienstleistungen und Vertrieb an. Transaktionsplattformen umfassen hauptsächlich den Handel von Hardware (bspw. Photovoltaikanlagen, Batterien) oder Dienstleistungen (bspw. Installationen und Reparaturen)<sup>23</sup>. Diese Transaktionsplattformen bieten mehrseitigen Handel und sind häufig offen ausgestaltet.

Innovationsplattformen bieten häufig digitalen Service bspw. im Wohnquartier, Industriegebiet oder für kommunale Versorger an. Sie sind dabei als geschlossene Plattform ausgestaltet, die als Cloud-Lösung verschiedene digitale Anwendungen bündelt. Andere geschlossene Innovationsplattformen bieten Betriebsoptimierungen im Hinblick auf Eigenverbrauch, Energiekostenreduktion oder Instandhaltungsarbeiten (bspw. von Photovoltaik-Freiflächenanlagen) an. Offene Innovationsplattformen werden z. B. genutzt, um gemeinschaftliche Investitionen in Erzeugungs- oder Speicheranlagen zu koordinieren.

---

<sup>21</sup> Zu den Produkten der Startups zählen Software-as-a-service-Angebote, Peer-to-Peer-Plattformen, Services im Bereich von Flexibilitätsbereitstellung, Handel, Photovoltaik- und Batterieanwendungen, sowie Komfortsteigerung der Anwender.

<sup>22</sup> Weitere Informationen unter: <https://www.crunchbase.com/>

<sup>23</sup> Einige Hardwareanbieter vermarkten sich auf Crunchbase als Plattform. Einseitige, geschlossene Plattformen wie diese sind als alternative Vertriebsformen einzuordnen und wurde nicht weiter betrachtet.

Das Geschäftsmodell der meisten Plattformen sieht Servicepauschalen oder Transaktionsentgelte vor. Die Plattformen sind entweder offen und konzentrieren sich auf Transaktionen und einfache Services, oder geschlossen und sehen komplexere Datenauswertungen vor. Im letzteren Fall ist der Anbieter des Services auch meist der Plattformbetreiber.

**Tabelle 3: Beispiele für plattformbasierte Unternehmen in der Energiewirtschaft**

	<b>Erzeugung &amp; Handel</b>	<b>Netzbetrieb &amp; Systemdienstleistungen</b>	<b>Energiedienstleistungen &amp; Vertrieb</b>
<b>Transaktionsplattformen</b>	Enmacc, Grid Singularity, Global Energy Trading Foundation GmbH	SINTEG Flexplattformen	Verivox, Sonnen, Enyway, Vandebrom, Lition Energie GmbH
<b>Innovationsplattformen/ Datenplattform</b>	Enercast Next Kraftwerke	Venios GmbH, PSI GridConnect, Envelio GmbH	Milk the Sun, gridX, Bullfinch Asset, Solytic GmbH

Quelle: Eigene Darstellung

Transaktionsplattformen sind häufig noch nicht kommerziell umgesetzt und daher ein verbreitetes Forschungsthema. Sie werden in verschiedenen Forschungsprojekten insbesondere mit einem Fokus auf Netzengpassmanagement (bspw. SINTEG-Flexplattformen<sup>24</sup>) behandelt. Eine umfassende Diskussion zu Datenökosystemen wird für den Energiebereich im Rahmen von GAIA-X<sup>25</sup> geführt, wo es ein zentrales Anwendungsfeld für eine europäische Dateninfrastruktur ist.

Für eine nähere Betrachtung der Plattformkonzepte werden Beispiele auf jeder Wertschöpfungsstufe ausgewählt und mithilfe des morphologischen Kastens strukturiert. Für die Wertschöpfungsstufen Erzeugung und Handel, sowie Netz und Systemdienstleistungen wurden jeweils repräsentative Innovations- und Transaktionsplattformen ausgewählt. Beim Vertrieb und den Energiedienstleistungen liegt der Schwerpunkt auf Transaktionsplattformen und deren unterschiedliche Ausgestaltung.

### Erzeugung & Handel

Virtuelle Kraftwerke sind eine Form von Innovationsplattformen im Bereich Erzeugung und Handel, die kleine Energieerzeuger und Flexibilitätsanbieter aggregieren und sie am Großhandelsmarkt vermarkten. Sie bieten verschiedene Services, die eine Vermarktung ermöglichen (u. a. Bilanzkreismanagement, Prognosen, Abrechnung). Das Unternehmen „Next Kraftwerke“ bietet bspw. Vermarktungsdienstleistungen für Stromerzeuger, Industrie und Gewerbe, Stromspeicher und Stromwandler, sowie für Stadtwerke an (Abbildung 3). Durch die Bündelung verschiedener dezentraler Erzeuger entsteht ein komplementäres Portfolio auf der Plattform. Die Plattform wird dabei einseitig vom Anbieter Next Kraftwerke betrieben (Next Kraftwerke, 2020) und führt mehrere Kraftwerksbetreiber zusammen.

Als Alternative für die Aggregationsdienstleistungen von virtuellen Kraftwerken bieten Plattformen wie Grid Singularity alternative Marktplätze für die Vermarktung von Kleinanlagen an (Abbildung 4). Diese in der Entwicklung sich befindende Plattform ist offen und mehrseitig. Der Open-Source-Ansatz bietet Anpassungsmöglichkeiten für die Nutzenden an (Grid Singularity, 2021).

<sup>24</sup> weitere Informationen unter: <https://www.sinteg.de/ergebnisse/flexibilitaetsmechanismen>

<sup>25</sup> weitere Informationen unter: <https://www.data-infrastructure.eu/GAIA-X/Navigation/EN/Home/home.html>

**Abbildung 3: Merkmale der Innovationsplattform „Next Kraftwerke“**

Next Kraftwerke			
Merkmal	Generische Ausprägungen		
Betreiber	Anbieter	Intermediär	Kunde
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B C2C
Markt	einseitig		mehrseitig
Zugang	offen		geschlossen
Merkmal	Energiespezifische Ausprägungen		
Wertschöpfungsstufe	Erzeugung & Handel	Netz & Systemdienstleistungen	Energiedienstleistungen & Vertrieb
Wertschöpfung	Koordination	Datenauswertung	Optimierungsservice
Zeitliche Dimension	Kurzfristiger Betrieb		Langfristige Investitionen

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 4: Merkmale der Transaktionsplattform „Grid Singularity“**

Grid Singularity			
Merkmal	Generische Ausprägungen		
Betreiber	Anbieter	Intermediär	Kunde
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B C2C
Markt	einseitig		mehrseitig
Zugang	offen		geschlossen
Merkmal	Energiespezifische Ausprägungen		
Wertschöpfungsstufe	Erzeugung & Handel	Netz & Systemdienstleistungen	Energiedienstleistungen & Vertrieb
Wertschöpfung	Koordination	Datenauswertung	Optimierungsservice
Zeitliche Dimension	Kurzfristiger Betrieb		Langfristige Investitionen

Quelle: eigene Darstellung

### Netzbetrieb & Systemdienstleistungen

Daten verschiedenster Art können auf Plattformen gesammelt und je nach Zugriffsberechtigung in verschiedener Form anderen Akteuren zur Verfügung gestellt werden (bspw. für datenintensive Machine-Learning-Methoden). Eine geschlossene Datenplattform mit Dienstleistungen zur Datenauswertungen bietet das Unternehmen Venios an. Die „Venios Energy Platform“ bietet Services bzw. Dienstleistungen für das Netzmonitoring von Verteilnetzbetreibern an, die auf Basis von verfügbaren Daten besser Netzengpässe, kurzfristige Maßnahmen zu ihrer Behebung und Netzausbaubedarfe identifizieren (Venios, 2020) (Abbildung 5).

Mit neuen Mechanismen zur Einbindung kleinerer Flexibilitätsanbieter beim Netzengpassmanagement haben sich die Flexplattformen im Rahmen des BMWi geförderten SINTEG-Forschungsprogramms beschäftigt (Abbildung 6). Sie sind mehrseitige Transaktionsplattformen, auf denen Netzbetreiber Flexibilitätsbedarfe durch kleine Flexibilitätsanbieter decken können. Die Netzbetreiber als Flexibilitätsnachfrager betreiben die Plattform. Vor einer Teilnahme müssen sich die Anbieter präqualifizieren und registrieren. Weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten für die Flexplattformen stellen Heilmann, Nikolai und Wetzel (2020) vor.

**Abbildung 5: Merkmale der Datenplattform „Venios Energy Platform“**

Venios				
Merkmal	Generische Ausprägungen			
Betreiber	Anbieter	Intermediär	Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C
Markt	einseitig		mehreseitig	
Zugang	offen		geschlossen	
Merkmal	Energiespezifische Ausprägungen			
Wertschöpfungsstufe	Erzeugung & Handel	Netz & Systemdienstleistungen	Energiedienstleistungen & Vertrieb	
Wertschöpfung	Koordination	Datenauswertung	Optimierungsservice	
Zeitliche Dimension	Kurzfristiger Betrieb		Langfristige Investitionen	

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 6: Merkmale der Transaktionsplattformen zu Flexibilitätsmärkten**

SINTEG-Flexplattform				
Merkmal	Generische Ausprägungen			
Betreiber	Anbieter	Intermediär	Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C
Markt	einseitig		mehreseitig	
Zugang	offen		geschlossen	
Merkmal	Energiespezifische Ausprägungen			
Wertschöpfungsstufe	Erzeugung & Handel	Netz & Systemdienstleistungen	Energiedienstleistungen & Vertrieb	
Wertschöpfung	Koordination	Datenauswertung	Optimierungsservice	
Zeitliche Dimension	Kurzfristiger Betrieb		Langfristige Investitionen	

Quelle: eigene Darstellung

### Energiedienstleistungen & Vertrieb

Die Nutzung von Vergleichsplattformen, wie bspw. „Verivox“, ist heutzutage stark verbreitet bei den Endverbrauchern und stellt für Vertriebe eine Transaktionsplattform dar (Abbildung 7). Für verschiedene Energie- und andere Produkte (bspw. Strom, Gas, DSL) können Verbraucher gelistete Anbieter miteinander vergleichen. Die Anbieter müssen sich registrieren und zahlen eine Gebühr für die Listung bzw. eine Provision bei einem Vertragsabschluss durch einen Kunden (Punz, 2019). Verivox tritt als Intermediär auf und unterstützt die Abwicklung des Anbieterwechsels mit zusätzlichen Services.

Als weitere Beispiele für diese Wertschöpfungsstufe wurden zwei Plattformen ausgewählt, die eine Alternative für eine Stromversorgung durch dezentrale Anbieter bieten. Die „Sonnen Community“ bietet für Besitzer von Sonnen-Batterien ausschließlich auf Basis einer monatlichen Grundgebühr Strom aus der Community an (Abbildung 8). Die Abwicklung der Stromversorgung findet im Hintergrund durch das Unternehmen Sonnen statt (Albrecht-Heider, 2018; Fuhs, 2016).

Im Gegensatz zur Sonnen Community organisiert „Enyway“ eine mehrseitige Transaktionsplattform als Intermediär (Abbildung 9). Verschiedene Erzeuger von Ökostrom können ihren Strom auf der Plattform anbieten. Enyway unterstützt im Hintergrund die Abwicklung der Stromversorgung und verlangt einen monatlichen Nutzungsbeitrag (Enyway, 2021). Mit einem neuen Produkt verbindet Enyway die Stromversorgung mit dem Crowdfunding in Erneuerbare. Mit der finanziellen Beteiligung an einer Solaranlage erhalten Verbraucher das Recht, dessen Strom zum Einkaufspreis zu beziehen (Enyway, 2018).

**Abbildung 7: Merkmale der Transaktionsplattform „Verivox“**

Verivox				
Merkmal	Generische Ausprägungen			
Betreiber	Anbieter	Intermediär	Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C
Markt	einseitig		mehreseitig	
Zugang	offen		geschlossen	
Merkmal	Energiespezifische Ausprägungen			
Wertschöpfungsstufe	Erzeugung & Handel	Netz & Systemdienstleistungen	Energiedienstleistungen & Vertrieb	
Wertschöpfung	Koordination	Datenauswertung	Optimierungsservice	
Zeitliche Dimension	Kurzfristiger Betrieb*		Langfristige Investitionen	

\* In Form von langfristigen Energielieferverträgen

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 8: Merkmale der Transaktionsplattform „Sonnen Community“**

Sonnen Community				
Merkmal	Generische Ausprägungen			
Betreiber	Anbieter	Intermediär	Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C
Markt	einseitig*		mehreseitig	
Zugang	offen		geschlossen	
Merkmal	Energiespezifische Ausprägungen			
Wertschöpfungsstufe	Erzeugung & Handel	Netz & Systemdienstleistungen	Energiedienstleistungen & Vertrieb	
Wertschöpfung	Koordination	Datenauswertung	Optimierungsservice	
Zeitliche Dimension	Kurzfristiger Betrieb		Langfristige Investitionen	

\* Nur Besitzer von Sonnen Batterien auf der Plattform zugelassen

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 9: Merkmale der Transaktionsplattform „Enyway“**

Enyway				
Merkmal	Generische Ausprägungen			
Betreiber	Anbieter	Intermediär	Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C
Markt	einseitig		mehreseitig	
Zugang	offen		geschlossen	
Merkmal	Energiespezifische Ausprägungen			
Wertschöpfungsstufe	Erzeugung & Handel	Netz & Systemdienstleistungen	Energiedienstleistungen & Vertrieb	
Wertschöpfung	Koordination	Datenauswertung	Optimierungsservice	
Zeitliche Dimension	Kurzfristiger Betrieb		Langfristige Investitionen*	

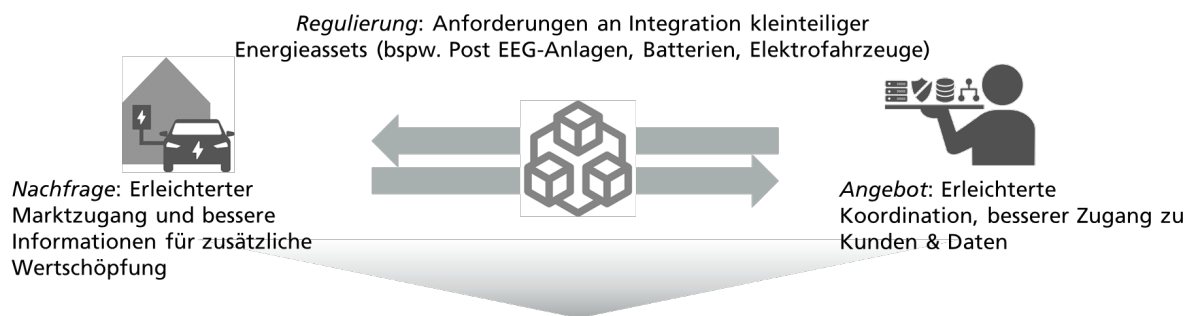
\* Erweiterung des Geschäftsmodell auf Crowdfunding für Erneuerbare

Quelle: eigene Darstellung

### 3.1.3 Zusammenfassung und Ausblick

Plattformen eröffnen auf verschiedene Arten neue Wertschöpfungsmöglichkeiten in der Energiewirtschaft. Transaktionsplattformen erleichtern den Kundenzugang, senken Transaktionskosten und ermöglichen Skaleneffekte für Anbieter von Produkten und Dienstleistungen. Darüber hinaus ermöglichen Intermediäre den Zugang zu neuen Märkte und unterstützen bei der Abwicklung von Prozessen. Mehrseitige und offene Plattformen führen zu Skalen- und Netzwerkeffekten. Eine verbesserte Datenverfügbarkeit auf den Plattformen ermöglicht neue und verbesserte datengetriebene Analyseservices.

**Abbildung 10: Wertschöpfungsmöglichkeiten für Nachfrage und Angebot im Energiesektor durch plattformbasierte Geschäftsmodelle**



Quelle: eigene Darstellung

Als plattformbasierte Geschäftsmodelle haben sich bisher insbesondere Modelle für einseitige und geschlossene Plattformen etabliert, die sich in der gesamten Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft wiederfinden. Plattformbetreiber sind dabei in der Regel auch die Anbieter von Produkten oder Dienstleistungen.

Erste Umsetzungen von mehrseitigen Transaktionsplattformen sind als geschlossene Plattformen im Bereich Energievertrieb entstanden, die Erzeuger und Nachfrage zusammenbringen. Hier sind die Plattformbetreiber nicht mehr als Anbieter, sondern als Intermediäre aktiv.

Im Entwicklungsstadium bzw. innerhalb von Forschungsprojekten werden mehrseitige, offene Transaktionsplattformen getestet. Hier sind die Plattformbetreiber dann Intermediäre oder auch Kunden von Produkten oder Dienstleistungen. Beispiele für offene, mehrseitige Innovationsplattformen, die bereits kommerziell etabliert sind, bestehen bisher noch nicht.

**Entwicklungspfade für Erlösmöglichkeiten:** Zwei Erlösansätze zeigen sich bei der Betrachtung der untersuchten Beispiele (siehe Tabelle 4). Als erster Erlösansatz wertet der Einsatz von Plattformen angrenzende Produkte auf (bspw. der Batterieverkauf vom Unternehmen Sonnen durch die Sonnen Community, Monitoringdienstleistungen von Venios durch Datenplattformen). Um die Plattformen als Alleinstellungsmerkmal für das jeweilige Unternehmen herauszustellen, sind sie einseitig und geschlossen ausgestaltet und der Plattformbetreiber ist auch der Anbieter eines Produkts oder einer Dienstleistung. Ein zweiter Erlösansatz ergibt sich durch den Betrieb einer Plattform als Intermediär. Bei mehrseitigen Plattformen entstehen Skalen- und Netzwerkeffekte losgelöst von angrenzenden Produkten (bspw. bei Enyway). Eine Beteiligung an diesen Skalen- und Netzwerkeffekten sind die zentralen Erlösmöglichkeiten für die Intermediäre (bspw. in Form einer Grundgebühr). Die kommerziell umgesetzten Plattformbeispiele sind dabei meist noch geschlossene Plattformen. Werden derartige Plattformen offen ausgestaltet, lassen sich verstärkt Netzwerkeffekte realisieren. Eine Ausgestaltung einer solchen offenen, mehrseitigen Transaktionsplattform hin zu einer offenen Innovationsplattform hat sich im Energiebereich bisher nicht kommerziell etabliert.

**Tabelle 4: Übersicht der Ausgestaltungsaspekte der energiewirtschaftlichen Plattformbeispiele**

Beispiele für Plattformen	Wertschöpfung		Plattformmehrwerte	ZD	Ausgestaltung Plattform
	WSS	WSA			Betreiber/Markt/Zugang
Einseitig und geschlossene Plattformen Betreiber: Anbieter von Produkten und Dienstleistungen					
<b>Next Kraftwerke (IP)</b>	E&H	<b>Koord., Datenausw. &amp; Opt-Services</b>	Komplementäres Portfolio durch Bündelung von Anbietern auf Plattform, Skaleneffekte	KFB	Anbieter/einseitig/geschlossen
<b>Venios (IP)</b>	N&S	<b>Datenausw. &amp; Opt-Services</b>	Hohe Datendichte und Synergien zwischen den Kunden	KFB & LFI	Anbieter/einseitig/geschlossen
<b>Sonnen Community (TP)</b>	E&V	Koord.	Alternative zu konventionellen Stromlieferungsverträgen für Verbraucher und zum Großhandelsmarkt mit niedrigen Eintrittsschwellen für Erzeuger	KFB	Anbieter/einseitig/geschlossen
Mehrseitig und geschlossene Plattformen Betreiber: Intermediäre					
<b>Enyway (TP)</b>	E&V	Koord.	(vgl. Sonnen Community)	KFB & LFI	Intermediär/mehrseitig/geschlossen
<b>Verivox (TP)</b>	E&V	Koord.	Hohe Transparenz und Vergleichbarkeit von Stromliefer- und sonstigen Verträge	KFB	Intermediär/mehrseitig/geschlossen
Mehrseitige Plattformen Betreiber: Intermediäre, Kunden					
<b>Grid Singularity (TP)</b>	E&H	Koord.	Alternative zum Großhandelsmarkt mit niedrigen Eintrittsschwellen	KFB	Intermediär/mehrseitig/offen
<b>SINTEG-Flexplattformen (TP)</b>	N&S	Koord.	Ergänzung des Netzengpassmanagements als Beteiligungsmöglichkeit für kleine Akteure	KFB	Kunde/mehrseitig/geschlossen
<b>Abkürzungen</b>	Innovationsplattform (IP), Transaktionsplattformen (TP) Wertschöpfungsstufe (WSS): Erzeugung & Handel (E&H), Netz & System-DL (N&S), Energiedienstleistungen & Vertrieb (E&V) Wertschöpfungsart (WSA): Koordination (Koord.), Datenauswertung (Datenausw.), Optimierungsservices (Opt-Services) Zeitliche Dimension (ZD): Kurzfristiger Betrieb (KFB), langfristige Investitionen (LFI)			Plattformbetreiber (PFB): Anbieter (A), Intermediär (I), Kunde (K) Markt: Einseitig (eins.), mehrseitig (mehrs.) Zugang: Geschlossen (ges.), offen (off.)	

Ob neben stärker geschlossenen, einseitigen Plattformen, die sich als aufwertender Zusatz zu bestehenden Geschäftsmodellen bereits etabliert haben, auch offene, mehrseitige Plattformen mit stärkeren Netzwerk- und Skaleneffekten entstehen, wird zukünftig vom regulatorischen Rahmen sowie der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von weiteren Daten abhängen. Aufbauend auf der Einordnung der Plattformentwicklungen nach Schmidt (2019) sind einseitig geschlossene Innovations- und Transaktionsplattformen in der Energiewirtschaft insbesondere als Zusatz zu bestehenden Geschäftsmodellen bereits etabliert. Welche Möglichkeiten sich perspektivisch für zusätzliches Wachstum öffnen und welche plattformbasierten Geschäftsmodelle sich in der Energiewirtschaft etablieren, hängt von dem realisierbaren Nutzen neuer Geschäftsmodelle ab. Darüber hinaus sind regulatorische Rahmenbedingungen weiterzuentwickeln, um die Umsetzung zu ermöglichen.

**Beitrag von Plattformen in der Energiewende:** Die bereits skizzierten Erlösmöglichkeiten für plattformbasierte Geschäftsmodelle verdeutlichen, welche Rolle Plattformen in der Energiewirtschaft und bei der Energiewende spielen können. Zunehmende Transaktionen zwischen kleinskaligen Flexibilitäten und Erzeugungsanlagen sind durch geringe Transaktionskosten eher und leichter umsetzbar. Die verbesserte Ausgangsbasis für Datenauswertungen, der Marktzugang und die Koordinationsmöglichkeiten von kleinteiligen Assets tragen zu einer effizienten Integration von Erneuerbaren und Flexibilitätspotenzialen bei. Zukünftige Forschungsfragen ergeben sich hier insbesondere bei der Bewertung und Einschätzung, welcher Nutzen hier entsteht und wie sich Wertschöpfungsstufen verändern können.

**Energiewirtschaftlicher Rahmen und neue Rollen:** Die energiewirtschaftlichen Plattformen bringen neue Rollen hervor (bspw. Intermediäre) und ändern bestehende Rollenverteilungen (bspw. aktiver Verbraucher als Anbieter von Flexibilität für Netzbetreiber als Nachfrager). Einige regulatorische Grundsätze in der Energiewirtschaft, wie bspw. Anforderungen bei einer Marktteilnahme im Hinblick auf Versorgungssicherheit und die Trennung von Markt und Netz, beeinflussen dabei die Ausgestaltung der Plattformen. Zukünftige Forschungsfragen ergeben sich insbesondere zum regulatorischen Rahmen, um Skalen- und Netzwerkeffekte realisieren zu können und zusätzliche datengetriebene Services zu ermöglichen.

**Daten als sekundäre Wertschöpfung:** Neben der primären Wertschöpfungstätigkeit auf der Plattform (Abwicklung von Transaktionen bspw. Koordination des Stromangebots und -nachfrage, Bereitstellung von Services wie Optimierung des Netzengpassmanagements) kann die Datenerhebung und -auswertung eine sekundäre Wertschöpfungstätigkeit auf der Plattform sein (bspw. Prognosen für die Nachfrageentwicklung). Häufig entstehen Daten bei der Abwicklung von Transaktionen und für die Bereitstellung von Services, die als Basis für ein Innovationsökosystem genutzt werden können. Darüber hinaus bestehen umfassende Transparenzpflichten im Energiesektor, sodass eine Vielzahl an Daten durch Akteure im Energiesystem veröffentlicht werden muss. Die Bereitstellung und Nutzung von Daten sowie die Governance reiner Datenplattformen ist bisher noch wenig definiert, sodass sich daraus Forschungsfragen in Zukunft ergeben, wie Daten zur gesteigerten Wertschöpfung und Effizienz im Energiesystem genutzt werden können.

## 3.2 Plattformökonomien in der Industrie

Digitale Plattform sind bereits in vielen Sektoren präsent und nehmen insbesondere im Konsumgüterbereich eine wesentliche Rolle ein, wo sie den Begriff der „Plattformökonomie“ geprägt haben. Mittlerweile haben sich Plattformen auch im Verarbeitenden Gewerbe etabliert. Laut einer Studie des Fraunhofer ISI nutzen knapp 30 % der Industriebetriebe digitale Plattformen (Lerch et al., 2019). Um die Entwicklung der „Plattformisierung“ des Verarbeitenden Gewerbes genauer zu untersuchen, werden in diesem Kapitel die prominenten Typen digitaler Plattformen und deren Charakteristika aus Sicht der Industrie analysiert. Die Arbeiten setzen auf den Vorerfahrungen der vom Fraunhofer ISI durchgeführten Studie „Volkswirtschaftliche Bedeutung von digitalen B2B-Plattformen im Verarbeitenden Gewerbe“ (Lerch & Jäger, 2020) auf.

### 3.2.1 Haupttypen

Für eine fundierte Analyse ist auch in der Industrie stets zwischen unterschiedlichen Typen digitaler Plattformen zu unterscheiden. In der Literatur lassen sich verschiedene Klassifizierungen und Ansätze der Typologisierung von Industriepattformen feststellen. Während bspw. Koenen, Heckler und Stündel (2018) oder Obermaier (2019) eine Differenzierung von fünf bzw. vier digitalen Plattformen in der Industrie vornehmen, folgen wir der Klassifizierung von Lerch et al. (2019). Demnach lassen sich die Plattformen des Verarbeitenden Gewerbes zwischen „Transaktionsplattformen“ und „IoT (Internet-of-Things)-Plattformen“ differenzieren. Eine ähnliche Kategorisierung nehmen auch Rauen et al. (2018b) für die Plattformen des Maschinen- und Anlagenbaus vor („Digitale Marktplätze für industrielle Güter und Services“ sowie „Industrielle IoT-Plattformen“).

Unter **Transaktionsplattformen** werden Plattformen verstanden, die als digitale Marktplätze fungieren und die in ihren Grundzügen bereits aus anderen Branchen bekannt sind. Sie dienen im Verarbeitenden Gewerbe insbesondere dem Vertrieb industrieller Produkte (Lerch et al., 2019; Rauen et al., 2018b) und zielen auf das Zusammenführen von Akteuren und die Abwicklung von Transaktionen ab. Prominente Beispiele aus der Industrie sind die B2B-Plattform „Mercateo“, über die zum Großteil C-Komponenten gehandelt werden, oder „Wucato“, die als Tochter der Würth-Gruppe gegründet wurde und ebenfalls als digitale Beschaffungsplattform fungiert (Rauen et al., 2018b).

Demgegenüber stehen **IoT-Plattformen**, die eine digitale Vernetzung der Produktion und das Angebot digitaler Services realisieren sollen und mit einer erhöhten Komplexität charakterisiert sind (Lerch et al., 2019). Dieser Plattfortmtyyp eröffnet den Industriebetrieben durch die Verbindung mit der Cloud vielzählige neue Möglichkeiten durch den Zugriff auf ein Portfolio an eigenen sowie fremd entwickelten Dienstleistungen bis hin zur Entwicklung komplett neuer Geschäftsmodelle. Ein Beispiel dieses Plattfortmtyyps aus der Praxis ist die von Thyssenkrupp entwickelte IoT-Plattform „toii“, die Maschinen- und Produktionsmittel digital vernetzt und auf die Optimierung der industriellen Produktion abzielt (Rauen et al., 2018b; Thyssenkrupp, 2020).

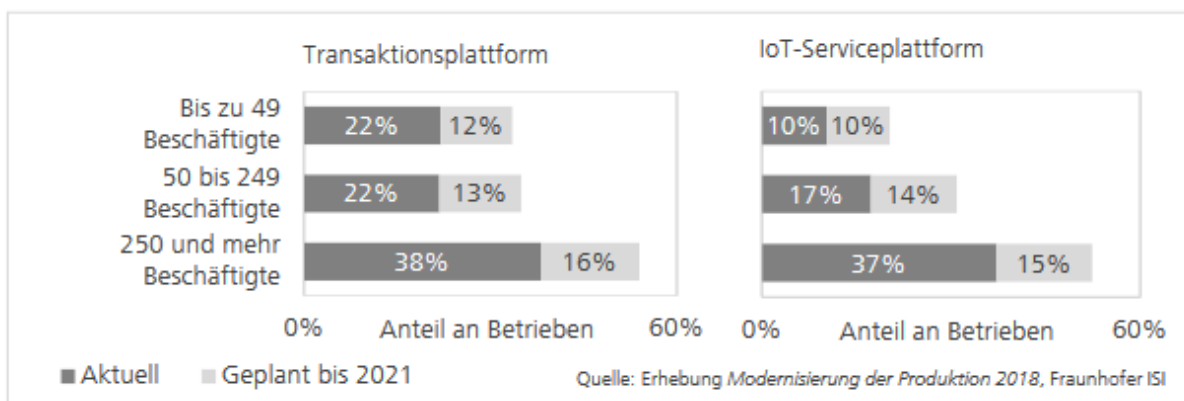
Neben den von uns identifizierten Haupttypen digitaler Industrieplattformen sind jeweils Untertypen denkbar, die sich in Charakteristika und Ausprägung voneinander unterscheiden. Derzeit ist noch unklar, in welche Richtung sich die plattformbasierte Datenökonomie in der Industrie entwickelt. Aktuell existieren vielzählige pilotartige Plattfortminseln mit einer jeweils relativ kleinen Anzahl an Nutzern und entsprechend kleinen Ökosystemen. Ob sich daraus in Zukunft eine industrielle Plattfortmökonomie, mit den aus dem Konsumgüterbereich bekannten Netzwerk- und Skaleneffekten entwickeln wird, ist zum aktuellen Zeitpunkt noch unklar.

### 3.2.2 Verbreitung

Um die aktuelle Verbreitung der identifizierten Typen digitaler Industrieplattformen in der Praxis analysieren zu können, greifen wir auf die Daten der Erhebung *Modernisierung der Produktion* zurück, die das Fraunhofer ISI seit 1993 durchführt. Die Ergebnisse der Befragungsrunde 2018 verdeutlichen, dass zum aktuellen Zeitpunkt Transaktionsplattformen in den Industriebetrieben dominieren.

Abbildung 11 visualisiert die Verbreitung der beiden Typen digitaler Plattfortmen nach Betriebsgröße.

**Abbildung 11: Verbreitung von digitalen Plattfortmen nach Unternehmensgröße**



Quelle: Lerch und Jäger (2020)

Während fast ein Viertel aller Betriebe bereits Transaktionsplattformen nutzt, sind es bei den IoT-Serviceplattformen lediglich rund 16 %. Mit Blick auf die Betriebsgröße wird zudem deutlich, dass beide Plattfortmtypen verstärkt von großen Betrieben eingesetzt werden. Während bei den Betrieben mit 250 oder mehr Beschäftigten jeweils 38 % der Unternehmen Transaktionsplattformen bzw. 37 % IoT-Serviceplattformen nutzen, gibt es Unterschiede zu der Nutzung von Plattfortmen bei den kleinen und mittleren Betrieben. Im Falle der Transaktionsplattformen unterscheidet sich die Verbreitung in diesen Größenklassen nicht. Jeweils 22 % der kleinen und mittleren Betriebe nutzen die digitalen Marktplätze. Ein Sprung der Nutzung bei den großen Unternehmen auf 38 % lässt auf eine Größenschwelle schließen. Im Gegensatz dazu ist bei den IoT-Serviceplattformen eine klare Steigung der Nutzung mit zunehmender Betriebsgröße sichtbar. Während lediglich jedes zehnte kleine Industrieunternehmen IoT-Serviceplattformen nutzt, steigt der Anteil bei den Betrieben mit mittlerer Betriebsgröße auf 17 % an. Mit Blick auf

die geplante Nutzung der Plattformen sind zwischen den beiden Typen nur geringe Unterschiede bei den verschiedenen Betriebsgrößen sichtbar. Jedoch ist insgesamt in Zukunft von einem großen Wachstum, sowohl für Transaktions- als auch IoT-Serviceplattformen, bei allen Unternehmensgrößen auszugehen, da der Anteil der Betriebe, die eine Nutzung digitaler Plattformen plant, zwischen 10 und 16 % liegt (Lerch & Jäger, 2020).

### 3.2.3 Industrieplattformen und ihre Charakteristika

Um die industriespezifischen Plattfortmtypen und deren zugrundeliegenden Funktionsweise näher untersuchen zu können, wird der generische morphologische Kasten aus Kapitel 2.2.6 zur Hilfe gezogen und für Industrieplattformen erweitert. Mithilfe dieser Darstellungsweise werden alle potenziellen Lösungen der Charakteristika digitaler Industrieplattformen vollständig erfasst und strukturiert abgebildet. In Abbildung 12 sind insgesamt sechs Merkmale von Industrieplattformen und deren möglichen Ausprägungen in dem Morphologischen Kasten dargestellt.

**Abbildung 12: Morphologischer Kasten zur Darstellung digitaler Industrieplattformen**

Digitale Plattformen					
Merkmal	Generische Ausprägungen				
Betreiber	Anbieter	Intermediär		Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C	
Markt	einseitig			mehrseitig	
Zugang	offen			geschlossen	
Merkmal	Industriespezifische Ausprägungen				
Angebot des Herstellers	materielles Gut	Investitionsgut	Produktionsgut	Gebrauchsgut	Verbrauchsgut
	immaterielles Gut	nicht vorhanden	produktbegleitende DL	hybrides Geschäftsmodell	Informationen/Daten
Abrechnung	for equipment	feste Rate	for performance	per use	on production

Quelle: eigene Darstellung

Neben den generischen Merkmalen Betreiber, Marktbeziehung, Markt und Zugang konnten zwei industriespezifische Merkmale identifiziert werden. Eine Industrieplattform greift immer auf ein physisches Produkt zurück, was bei Bedarf mit immateriellen Gütern ergänzt werden kann. Bei materiellen Gütern wird zwischen den klassischen Industriegütern unterschieden: Investitions-, Produktions-, Gebrauchs- und Verbrauchsgüter. Ein immaterielles Gut muss nicht zwingend angeboten werden. Es kann sich jedoch um ein Serviceangebot oder auch ein datenbasiertes Angebot handeln. Eine Kombination der beiden ist ebenfalls möglich. Serviceangebote beinhalten produktbegleitende Dienstleistungen oder hybride Geschäftsmodelle.

Um die vorab vorgestellten Haupttypen digitaler Industrieplattformen (Transaktions- und IoT-Plattformen) im Detail in Bezug auf ihre Charakteristika untersuchen zu können, betrachten wir im Folgenden jeweils die Spezifika der vorgestellten Merkmale in dem industriespezifischen Morphologischen Kasten. Dabei ist anzumerken, dass auch unterschiedliche Ausprägungen denkbar sind und die vorgestellten Pfade nicht allgemeingültig sind.

#### Transaktionsplattform

Transaktionsplattformen werden in der Regel von einem Intermediär betrieben, der für die Bereitstellung der Plattform verantwortlich ist und deren Umgebung zur Verfügung stellt. Die Marktbeziehung zwischen Anbieter und Kunde ist bei dem dominanten Typen B2B. Da der Wert von zwei Gruppen (Kunden und Anbietern) generiert wird, handelt es sich um einen zweiseitigen Markt. Der Zugang zu einer Transaktionsplattform ist in der Regel offen und segmentspezifisch. Bei dem Angebot des Herstellers handelt

es sich üblicherweise um ein Produktions- oder Gebrauchsgut. Ein immaterielles Gut wird bei diesem Typ üblicherweise nicht angeboten. Der Kunde zahlt für das bestellte Gut (pay for equipment).

Abbildung 13 visualisiert die dominanten Merkmalspezifikationen von Transaktionsplattformen im vorab entwickelten Morphologischen Kasten.

**Abbildung 13: Merkmalspezifikationen von Transaktionsplattformen**

Digitale Plattformen					
Merkmal	Generische Ausprägungen				
Betreiber	Anbieter	Intermediär		Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C	
Markt	einseitig		mehrseitig		
Zugang	offen		geschlossen		
Merkmal	Industriespezifische Ausprägungen				
Angebot des Herstellers	materielles Gut	Investitionsgut	Produktionsgut	Gebrauchsgut	Verbrauchsgut
	immaterielles Gut	nicht vorhanden	produktbegleitende DL	hybrides Geschäftsmodell	Informationen/Daten
Abrechnung	for equipment	feste Rate	for performance	per use	on production

Quelle: eigene Darstellung

**IoT-Plattform**

Auch die IoT-Plattformen werden üblicherweise von Intermediären betrieben und auch die Marktbeziehung ist bei diesem Typ B2B. Im Gegensatz zu den Transaktionsplattformen ist der Markt bei diesem Typ mehrseitig, da der Wert von mehr als zwei Gruppen generiert wird (bspw. neben den Kunden und Anbietern auch von externen Dienstleistern). Der Zugang zu IoT-Plattformen ist in der Regel geschlossen und an Verträge und spezifische Beschränkungen geknüpft. IoT-Plattformen haben üblicherweise einen breiteren Umfang und sind entsprechend nicht an spezifische Segmente gebunden, sondern in unterschiedlichen Bereichen anwendbar. Bei einer IoT-Plattform ist der Kern des transferierten Guts im Gegensatz zu Transaktionsplattformen ein Investitionsgut. Zusätzlich wird ein immaterielles Gut in Form von hybriden Geschäftsmodellen und/oder generierten Informationen bzw. Daten angeboten. Die Nutzer zahlen in der Regel einen Festpreis, der wiederum an die tatsächliche Nutzung (pay per use) gebunden ist. Abbildung 14 zeigt die Ausprägungen von IoT-Plattformen im Morphologischen Kasten.

**Abbildung 14: Merkmalspezifikationen von IoT-Plattformen**

Digitale Plattformen					
Merkmal	Generische Ausprägungen				
Betreiber	Anbieter	Intermediär		Kunde	
Marktbeziehung	B2B	B2C	C2B	C2C	
Markt	einseitig		mehrseitig		
Zugang	offen		geschlossen		
Merkmal	Industriespezifische Ausprägungen				
Angebot des Herstellers	materielles Gut	Investitionsgut	Produktionsgut	Gebrauchsgut	Verbrauchsgut
	immaterielles Gut	nicht vorhanden	produktbegleitende DL	hybrides Geschäftsmodell	Informationen/Daten
Abrechnung	for equipment	feste Rate	for performance	per use	on production

Quelle: eigene Darstellung

### 3.2.4 Zusammenfassung und Ausblick

Um einen Ausblick in die Zukunft digitaler Industrieplattformen zu geben, sind aktuelle Entwicklungen und Trends zu analysieren. Die Auseinandersetzung mit den strukturellen Grundsätzen der Plattformen mithilfe des Tools des Morphologischen Kastens zeigen, dass Plattformen je nach ihrer Spezifikation unterschiedliche Komplexitäten aufweisen. Unserer Einschätzung nach haben insbesondere offene, mehrseitige und datengetriebene Plattformen einen disruptiven Charakter für die Zukunft der Industrie. Da Transaktionsplattformen im Gegensatz dazu bereits recht weitverbreitet sind und auch große Ähnlichkeiten zu anderen Branchen existieren, schätzen wir insbesondere größere Potenziale mit Blick auf datengetriebene Industrieplattformen ein, nicht zuletzt um die Vernetzung der Industrie 4.0 zu realisieren.

Inwieweit durch diese aktuellen Entwicklungen Veränderungen der Wertschöpfung entstehen, ist ungewiss. Es ist zu erwarten, dass Plattformen die Wertschöpfung sowie traditionelle Geschäftsmodelle verändern und als Grundlage für eine Dateninfrastruktur in der Industrie 4.0 und datenbasierte Geschäftsmodelle dienen. Durch Plattformen sind unterschiedliche Akteure entlang der Wertschöpfungskette besser miteinander vernetzt. In Zukunft ist zudem im Bereich der Industrie ein stärkerer Fokus auf Daten absehbar – sowohl in Bezug auf eine datengetriebene Industrie als auch datenbasierte Geschäftsmodelle.

Für eine stärkere Verbreitung von digitalen Industrieplattformen sind einige Voraussetzungen notwendig, die in dem Falle auch als Treiber für eine Plattformisierung des Verarbeitenden Gewerbes dienen können. Diese sind sowohl im Bereich der Standardisierung und Vernetzung und in Bezug auf die Interoperabilität verschiedener Systeme sichtbar als auch in Bezug auf das Know-how, Verständnis und die Handhabbarkeit der Plattformen. Zudem sind Transparenz als auch Datensicherheit eine Grundvoraussetzung für eine datengetriebene Industrie.

## 3.3 Fazit zu Anwendungsbereichen der Plattformökonomie

Transaktionsplattformkonzepte sowie Innovationsplattformen finden in der Industrie und in der Energiewirtschaft heutzutage schon Anwendung. Insbesondere einfachere Transaktionsplattformen sind verbreitet. Komplexere Innovationsplattformen, die eine stärkere Datennutzung und -verwertung umsetzen, sind weniger verbreitet und häufig noch in der Entwicklung.

In der Industrie werden für datengetriebene Innovationsplattformen größere Entwicklungspotenziale gesehen, die auf Konzepte der Industrie 4.0 und dem Internet of Things (IoT) aufsetzen. Komplementäre und ergänzende Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, setzt voraus, dass ein gutes Verständnis der Produktionsweise gegeben ist und sich die ergänzenden Anwendungen in die Wertschöpfungsstufen einbinden und integrieren lassen. Aufgrund der Komplexität der Wertschöpfungsketten ist dies jedoch nicht einfach und direkt umsetzbar. Zudem sind die Digitalisierung der damit verbundenen Prozesse und die Verfügbarkeit von digitalen Daten notwendige Voraussetzungen.

In der Energiewirtschaft liegen die Entwicklungspotenziale insbesondere in einer stärkeren Öffnung der Transaktionsplattformen, die bisher häufig geschlossen und einseitig ausgestaltet sind. Ein weiterer Schritt ist die Etablierung und stärkere Öffnung von Innovationsplattformen (insbesondere im Hinblick auf die Datenverarbeitung). Derzeit sind geschlossene, einseitige Plattformen als digitale Geschäftsmodelle zur Abwicklung von Transaktion bereits etabliert. Mit weiteren Ansätzen, um offene und mehrseitige Innovationsplattformen zu etablieren, wird aktuell experimentiert und werden in Forschungsprojekten erprobt. Erst wenn dies gelingt, sind tatsächlich stärkere Netzwerk- und Skaleneffekte zu erwarten, die bestehende Geschäftsmodelle deutlich verändern können.

Werden Innovationsplattformkonzepte offen und mehrseitig umgesetzt und können entstehende Daten genutzt werden, erlaubt dies, Akteure besser zu vernetzen und neue Services aus den Plattformdaten zu

generieren. Insbesondere in diesem Fall haben Plattformen das Potenzial disruptiv auf bestehende Geschäftsmodelle der Anwendungsbereiche zu wirken.

Voraussetzungen für diese Entwicklung sind die technische Infrastruktur (bspw. im Hinblick auf Standardisierung und Interoperabilität) sowie eine stärkere Verbreitung von Verständnis und Know-how zur Handhabung der Plattformen. Um eine höhere Akzeptanz von Plattformen bei Unternehmen (vor allem bei kleinen und mittelständischen Unternehmen) zu erreichen, ist eine gute Nachvollziehbarkeit und Transparenz sowie Datensicherheit notwendig. Gleichzeitig sind regulatorische Anforderungen und Grundsätze der Wirtschaftssektoren bei der Etablierung und Ausgestaltung der Plattformen zu beachten (bspw. in der Energiewirtschaft Trennung von Netz und Markt).

## 4 Auswirkungen der plattformbasierten Datenökonomie auf die Nachhaltigkeit

---

### 4.1 Ansätze zur Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen von plattformbasierten Datenökonomien

Digitalisierung wird vom WBGU als Entwicklung und Anwendung digitaler sowie digitalisierter Techniken verstanden, die sich mit allen anderen Techniken und Methoden verzahnt und diese erweitert. Sie wirkt transformativ in allen wirtschaftlichen, sozialen und gesellschaftlichen Systemen (WBGU, 2019). Unter anderem drückt sich Digitalisierung in neu entstehenden Geschäftsmodellen aus, die ihren Wert aus der Generierung und Verarbeitung von Daten ziehen, während gleichzeitig die materielle Basis an Bedeutung verliert (Spiekermann, 2019). Solche Geschäftsmodelle basieren oftmals auf der Nutzung von Plattformen. Es ist jedoch noch unklar, in welcher Art und Weise Plattformen nachhaltige Entwicklung beeinflussen. Die bekannteste Definition nachhaltiger Entwicklung stammt aus dem Brundtland-Bericht der Vereinten Nationen von 1987: „Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ (United Nations, 1987). Daneben repräsentieren die 17 Sustainable Development Goals (United Nations, ohne Jahr) das gemeinsame Verständnis, wie nachhaltige Entwicklung erreicht werden kann. Mögliche Auswirkungen von Plattformen auf nachhaltige Entwicklung sollen im Folgenden aufgezeigt und systematisiert werden.

In diesem Beitrag werden vorrangig Auswirkungen auf ökologische Nachhaltigkeit untersucht. Hierzu ist folgendes Vorgehen geplant: Zunächst wird näher eingegrenzt, welche Definition des Begriffs Plattform in diesem Beitrag verwendet wird. Ein bereits etabliertes Schema zur Bewertung von Umweltwirkungen von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ist die Taxonomie der drei Effektebenen (Berkhout & Hertin, 2004; Horner, Shehabi & Azevedo, 2016). Es wird zunächst recherchiert, ob und welche weiteren Bewertungsschemata hinsichtlich der Nachhaltigkeitswirkungen in der Literatur existieren und welche Aspekte von ‚Nachhaltiger Entwicklung‘ sie erfassen. Anschließend wird die Taxonomie der drei Effektebenen zur Bewertung von Umweltwirkungen auf Plattformen beschrieben und ggf. durch Ergebnisse aus der Literaturrecherche ergänzt. Da sich die möglichen Wirkungen einer Plattform nur schwer generisch erfassen lassen, wird das Bewertungsschema auf zwei Beispielplattformen angewendet. Herausforderungen ergeben sich in der Eingrenzung der Systemgrenzen der Beispielplattformen und der Vielfalt an möglichen Effekten. Zudem sind die möglichen Wirkungsketten sehr komplex. Daher wird die Eignung des Bewertungsschemas abschließend kritisch reflektiert.

#### 4.1.1 Eingrenzung des Begriffs „Plattform“

Nach Gawer (2014) (siehe außerdem unter 2) werden Plattformen als sich entwickelnde Organisationen oder Meta-Organisationen definiert, die (1) innovierende und konkurrierende Agenten bündeln und koordinieren, (2) Wert durch die Generierung und Nutzung von Economies of Scope in Angebot und Nachfrage kreieren sowie (3) aus einer modularen Technologie, die einen Kern und eine Peripherie enthält, bestehen. Es handele sich damit um mehrseitige und offene Strukturen, die Ökosysteme und Netzwerkeffekte hervorbringen.

Um derartige Plattformen für die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit greifbar machen zu können, müssen zunächst die Systemgrenzen definiert werden. Dies kann jedoch nicht universell erfolgen, sondern nur für eine bestimmte Plattform. Es muss z. B. festgelegt werden, inwieweit gehandelte Dienste oder Güter mitbetrachtet werden oder was Teil der materiellen Basis einer Plattform ist und welchen Zweck die Plattform erfüllt.

## 4.1.2 Literaturrecherche existierender Bewertungsschemata für Plattformen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeitswirkungen

Es wurde eine Recherche bei Scopus durchgeführt mit den folgenden Suchbegriffen: „platform“ und „environmental effects“ (1) sowie „platform“ und „sustainability assessment“ (2). Für Suche (1) ergaben sich 409 Treffer, für Suche (2) ergaben sich 89 Treffer (Stand 29.10.20). Es konnte jedoch keine Literaturquelle gefunden werden, die ein Bewertungsschema zur Erfassung der Nachhaltigkeitswirkungen von digitalen Plattformen enthält. Insgesamt fünf Papiere wurden anhand der Titel als potenziell relevant eingestuft. Zwei der Quellen (Borgert, Donovan, Topple & Masli, 2019; Pakzad, Osmond & Corkery, 2017) wiesen keinerlei Bezug zur Nachhaltigkeitsbewertung von Plattformen auf, sodass im Folgenden nur drei näher vorgestellt werden

(Konys, 2020) untersucht und trägt Literatur im Bereich des Felds der „digital sustainability“ zur Erstellung einer Wissensbasis in diesem Themenfeld zusammen. Unter „digital sustainability“ versteht die Autorin einerseits die Erhaltung von Daten und Informationen und andererseits offene Literatur, d. h. den legalen Zugriff auf Daten und die Möglichkeit Quellcodes zu verändern. Eine Funktion von Plattformen ist sicherlich, zu „digital sustainability“ beitragen zu können. Weitere Bezüge zur Nachhaltigkeitsbewertung von Plattformen konnten nicht identifiziert werden.

(Bibri, 2018) präsentiert einen Literaturüberblick zu Datenverarbeitung mithilfe von Big-Data-Anwendungen und Plattformen im Kontext von „smart sustainable cities“. Insbesondere entwickelt Bibri auf Basis der Literatur ein analytisches Framework für datenzentrierte Applikationen in smarten nachhaltigen Städten. Er unterscheidet folgende Kategorien innerhalb des Frameworks: Typologien und Design-Konzepte für Smart Cities, Datenquellen und Speicher, Verarbeitung und Verwaltung von Big Data und Big-Data-Anwendungen. Als Wirkungskategorie bezieht er sich insbesondere auf ökologische Nachhaltigkeit. Das entwickelte Framework ist speziell auf Smart Cities zugeschnitten, es unterstützt die Beschreibung der Kernelemente und Anwendungsfelder einer Smart City. Dies könnte auf die Beschreibung einer Plattform übertragen werden, um anschließend eine Nachhaltigkeitsbewertung vorzunehmen. Untersucht man eine Plattform im Smart-City-Kontext würde die vorliegende Literaturquelle sicherlich helfen positive Umweltwirkungen zu recherchieren. Mögliche negative Umweltwirkungen durch die massive Digitalisierung werden nicht thematisiert.

(Avital et al., 2015) diskutieren ökonomische, soziale und technologische Implikationen einer collaborative economy, die auf Peer-to-peer-Plattformen basiert. Mögliche ökonomische Effekte sind Produktivitätswachstum und Effizienzgewinne durch gesunkene Transaktionskosten, durch erleichterte und dadurch effizientere Produktion und die Schaffung neuer Produktions- und Austauschmöglichkeiten. Soziale Effekte sind z. B. das Ausnutzen von Preisunterschieden aufgrund regulatorischer Unterschiede, Steuervermeidung oder der Verkauf öffentlicher Güter. Die diskutierten Effekte sind für die Nachhaltigkeitsbewertung von Plattformen relevant und hängen vom Anwendungsfeld und der spezifischen Plattform ab.

## 4.1.3 Taxonomie der drei Effektebenen

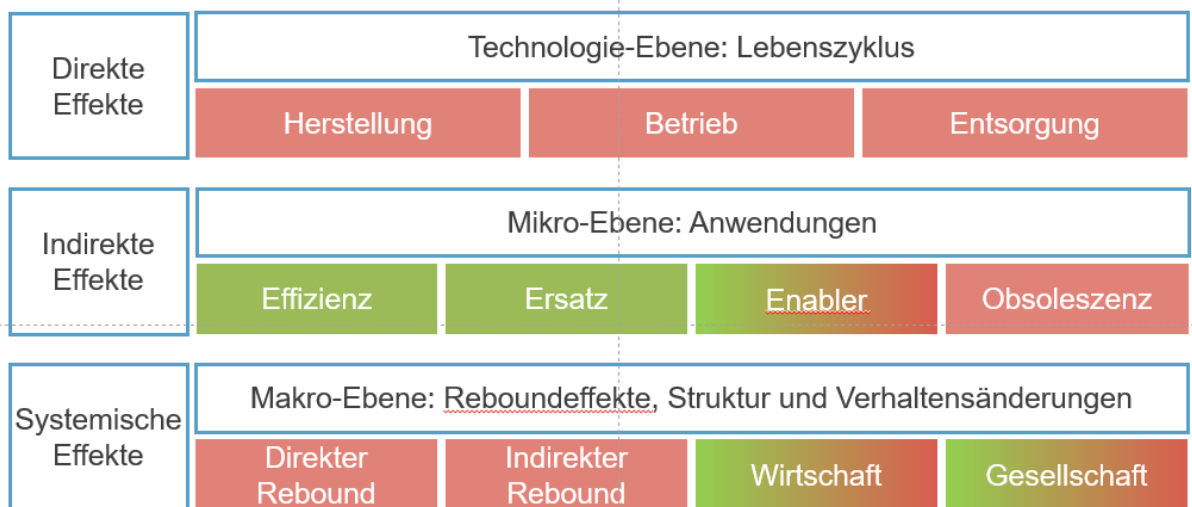
Anhand der Literaturrecherche hat sich gezeigt, dass bisher keine Bewertungsschemata hinsichtlich der Nachhaltigkeitswirkungen speziell für Plattformen existieren. Daher orientiert sich dieser Beitrag hauptsächlich an der universellen einsetzbaren Taxonomie der drei Effektebenen. Diese wird im Folgenden beschrieben. Zudem wird eine Quelle vorgestellt, die Herausforderungen bei der Bewertung mithilfe der drei Effektebenen herausarbeitet. Es werden zwei zusätzliche Quellen vorgestellt, welche die Taxonomie zwar nicht direkt auf Plattformen, aber auf verwandte Gebiete, nämlich die Digitalisierung und die Sharing Economy anwenden.

Zur Bewertung der Umweltwirkungen von IKT hat sich in den letzten Jahren die Taxonomie der drei Effektebenen etabliert (vgl. Abbildung 15). Hierzu werden drei verschiedene Effektarten unterschieden: Direkte Effekte bezeichnen Umweltwirkungen, die sich entlang des gesamten Lebenszyklus von IKT-

Komponenten ergeben, d. h. während Herstellung, Nutzung und Entsorgung, sie werden der ersten Ebene oder auch Technologie-Ebene genannt zugeordnet. Die intendierten Funktionen und Leistungen sowie die nicht intendierten Effekte werden indirekte Effekte genannt und der zweiten Ebene zugeordnet (Pohl, Hilty & Finkbeiner, 2019). Diese wird auch als Mikro-Ebene bezeichnet, da es sich hier um Effekte auf Anwendungsebene handelt. Es können vier Untergruppen unterschieden werden: Effizienz, Ersatz, Enabling, und Obsoleszenz, die sich infolge der Anwendung von IKT ergeben können. Der dritten Ebene werden die sogenannten systemischen Effekte zugeordnet. Es handelt sich um Effekte, die sich aus der „Stimulierung von Strukturwandel und Wachstum in der Wirtschaft durch IKT“ (Berkhout & Hertin, 2004) ergeben, man spricht daher auch von der Makro-Ebene. Dazu zählen insbesondere Reboundeffekte. Je nach Definition werden als Reboundeffekte nur Verbrauchsanstiege bezeichnet, die auf Energieeffizienzsteigerungen zurückzuführen sind. Darüber hinaus ergeben sich Wachstumseffekte und Verhaltensänderungen in Gesellschaft und Wirtschaft.<sup>26</sup>

Um abschließend beurteilen zu können, ob die Gesamtwirkung positiv oder negativ ist, müssen die Effekte der drei Ebenen gegenübergestellt werden. Oftmals ist dies aber nur anhand einer qualitativen Abschätzung möglich. Die Taxonomie der drei Effektebenen wurde ursprünglich durch Berkhout und Hertin (2004) eingeführt. Horner et al. (2016) haben diese Taxonomie weiterentwickelt und sie mit alternativen Taxonomien verglichen. Die Allokation eines Effekts zu einer der drei Ebenen und die Eingrenzung der betrachteten Effekte sind nicht immer konsistent. Wie Pohl et al. (2019) darlegen, treten nutzerbezogene Effekte, wie z. B. Reboundeffekte, sowohl auf der individuellen Anwendungsebene (indirekter Effekt) als auch auf der systemischen Ebene auf. Diese nutzerbezogenen Effekte wurden bei Hilty und Aebischer (2015) nur der systemischen Ebene zugeordnet.

**Abbildung 15: Taxonomie der drei Effektebenen**



Rot: Vermutete negative Effekte; Grün: Vermutete positive Effekte; Farbverlauf Grün zu Rot: Auswirkung stark kontextabhängig

Quelle: Fraunhofer ISI in Anlehnung an Horner et al. (2016), Berkhout und Hertin (2004), Hilty et al. (2006), Williams (2011).

Anmerkungen: Rot: Vermutete negative Effekte; Grün: Vermutete positive Effekte; Farbverlauf Grün zu Rot: Auswirkung stark kontextabhängig.

Pohl und Finkbeiner (2017) befassen sich mit Herausforderungen bei der Umweltbewertung von digitalen Services. Sie legen hierzu das zuvor beschriebene Modell der drei Effektebenen zugrunde. Zur Er-

<sup>26</sup> Welche Effekte genau unter „systemische Effekte“ subsumiert werden, wie sie bezeichnet werden und wie sie definiert werden, variiert je nach Quelle. Manche Autoren legen in der Definition den Fokus darauf, dass systemische Effekte erst langfristig eintreten (Hilty und Aebischer, 2015). Andere betonen, dass es sich hier um Effekte handelt, die sich erst durch die Aggregation vieler Einzelhandlungen auf der indirekten Ebene ergeben.

mittlung der direkten Effekte ist es wichtig, den gesamten Lebenszyklus der IKT-Komponenten zu betrachten; hierzu eignet sich die Methodik des Life Cycle Assessments. Digitale Services führen zudem dazu, dass Umwelteffekte nicht nur durch z. B. das Handy generiert werden, sondern auch durch die Rechenleistung der Recheninfrastruktur des Service-Anbieters. Eine weitere Herausforderung stellt die Integration von Reboundeffekten dar, aktuell werden diese meist nur der dritten Ebene zugeordnet. Reboundeffekte entstehen aber auch auf der zweiten Ebene in Form von individuellen Reboundeffekten (s. o.). Bisher lag in der Forschung ein Fokus auf Umwelteffekten, die sich durch den erhöhten Elektrizitätsbedarf von IKT ergeben. Effekte durch Rohstoffbedarfe sollten stärker untersucht werden, dazu gehören z. B. Landnutzung, Kontamination von Boden und Wasser oder Biodiversitätsverluste beim Rohstoffabbau. Als letzten Punkt führen die Autoren an, dass soziale Auswirkungen des Rohstoffabbaus, der Produktion und der Entsorgung von IKT miteinbezogen werden müssen. Sie empfehlen diese der indirekten Ebene von Effekten zuzuordnen.

Erst kürzlich wurde im Auftrag der Bitkom eine Kurzstudie zum Thema „Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken“ veröffentlicht. Diese fasst den aktuellen Wissensstand zur Wirkung von Digitalisierung auf Klimaschutz zusammen (Bieser, Hintemann, Beucker, Schramm & Hilty, 2020).<sup>27</sup> Die Autoren unterscheiden hierbei lediglich direkte und indirekte Effekte und betrachten nur die Umweltwirkungskategorie Treibhausgasemissionen. Unter direkte Effekte fassen sie Material- und Energieströme, die in den Lebenszyklusphasen Herstellung, Nutzung und Entsorgung, entstehen. Um „Digitalisierung“ zu fassen, unterscheiden sie zwischen Endgeräten, Rechenzentren und Telekommunikationsnetzen. Im Bereich Endgeräte werden je nach Studie u. a. folgende Geräte betrachtet: Desktops, Notebooks, Displays, Smartphones, Tablets, Router, Modems, Drucker. Unter indirekten Effekte fassen die Autoren „Veränderungen bestehender Produktions- und Konsummuster, welche sich aus der Anwendung digitaler Technologien ergeben“. Sie scheinen damit die zweite und dritte Effektebene zusammenzufassen. Die von ihnen aufgeführten Studien untersuchen hauptsächlich Chancen der Digitalisierung, daher diskutieren die Autoren negative Auswirkungen, wie Reboundeffekte, Induktionseffekte, Veränderungen im Konsumverhalten, Kritische Rohstoffe und Sicherheitsrisiken separat. Zum Schluss setzen die Autoren direkte und indirekte Effekte der Digitalisierung auf Klimaschutz ins Verhältnis unter der Verwendung sog. Enablementfaktoren für vier betrachtete Studien. Dieser Faktor ergibt sich aus dem Verhältnis von THG-Reduktionspotenzial dividiert durch den THG-Fußabdruck der Bezugseinheit (z. B. eines Sektors). Die Spannweite schwankt sehr stark zwischen 0,4<sup>28</sup> und 16,3.

Pouri und Hilty (2018) bewerten durch IKT ermöglichte Sharing Economy (insbesondere ermöglicht durch Plattformen) mithilfe der Taxonomie drei Effektebenen. Sie führen zwar zu Beginn an, dass sie eine Nachhaltigkeitsanalyse durchführen, bewerten nachfolgend aber nur den Ressourcenverbrauch. Sie unterscheiden drei Arten von geteilten Ressourcen: materielle Güter (z. B. Autos, Häuser, Essen), nicht-materielle Güter (Wissen, Zeit, Dienstleistungen) und Geld. Die direkten Effekte einer Sharing Economy in Bezug auf Ressourcenverbrauch sind per Definition negativ. Die Autoren führen an, dass für digitale Plattformen IKT-Ausrüstung erforderlich ist, d. h. Hardware und Software, aber auch mobile Endgeräte insbesondere für peer-to-peer-sharing. Aktuell seien zudem keine Berichte zum Anteil am Energieverbrauch von Rechenzentren, der einer digitalen Sharing Plattform zugeordnet werden müsste, vorhanden. Im Bereich der indirekten Effekte seien insbesondere Induktions- und Optimierungseffekte relevant, d. h. stimulierter Ressourcenkonsum und optimierter Ressourcenverbrauch. Im Bereich der systemischen Effekte könnte Sharing insbesondere zu veränderten Konsum- und Produktionsmustern führen. Welcher Nettoeffekt sich letztendlich daraus ergibt, ist aber sehr schwer abzuschätzen. Dies hängt u. a. davon ab, welche Betrachtungsgrenzen man wählt. Zum Beispiel ist offen, für was Menschen Geld, das sie durch die Nutzung geteilter Güter sparen, ausgeben.

---

<sup>27</sup> Es werden vornehmlich quantitative Studien aufgeführt.

<sup>28</sup> Ein Wert unter 1 bedeutet, dass das THG-Reduktionspotenzial kleiner ist als der THG-Fußabdruck. Das heißt, dass mehr THG verbraucht wird als eingespart wird.

## 4.1.4 Herausforderungen bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Plattformen

Bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Plattformen ergeben sich einige Herausforderungen, u. a.:

- Um bewerten zu können, welchen Einfluss eine Plattform hat und welche Effekte sich aus der Nutzung ergeben, muss ein Referenzfall definiert werden.
- Die Effekte hängen stark vom Anwendungskontext der Plattform ab und welche Systemgrenzen gewählt werden. Wird nur die Plattform und die dahinterliegende Soft- und Hardware bewertet? Oder werden auch Umwelteffekte betrachtet, die sich z. B. aus (gehandelten) Services und Anwendungen ergeben?
- Ähnlich wie bei der Bewertung der direkten Effekte mithilfe von LCA müssten die ausgelösten ökonomischen und gesellschaftlichen Wirkungen in Umweltwirkungen übersetzt werden.

## 4.1.5 Anwendung des Bewertungsschemas

### 4.1.5.1 Smart Home

#### Beschreibung und Systemgrenzen

Für die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Smart Home wird eine breite Definition von Smart Home zugrunde gelegt: „A Smart Home can be defined as a residence equipped with computing and information technology which anticipates and responds to the needs of the occupants, working to promote their comfort, convenience, security and entertainment through the management of technology within the home and connections to the world beyond.“ (Solaimani, Keijzer-Broers & Bouwman, 2015).

In einem nächsten Schritt müssen die Systemgrenzen der betrachteten Plattform, in diesem Fall Smart Home, definiert werden. Abweichend von der obigen Definition werden nur die zusätzlichen Geräte und Anwendungen, die das Zuhause „smart“ machen, erfasst. Vereinfacht wird davon ausgegangen, dass Smart Home-Systeme aus einer Smart Home-Plattform bestehen, die die Datenflüsse und Funktionen der Smart Home-Anwendungen (z. B. Smart Energy Management System, digitale Assistenten, intelligente Thermostate oder Lichtkontrollsysteme) bündelt.

#### Direkte Effekte

Direkte Effekte entstehen durch die Material- und Energiebedarfe des Smart Home-Systems. Dies umfasst zunächst die Smart Home-Plattform und die einzelnen Smart-Home-Anwendungen. Es müssen dabei nicht nur die Energie- und Materialbedarfe in der Nutzung, sondern auch in der Herstellung und Entsorgung betrachtet werden. Es handelt sich hier vereinfacht gesagt um Hardware- und Software-Komponenten.<sup>29</sup> Fasst man die Systemgrenze noch weiter, müssen auch die Material- und Energiebedarfe, die z. B. durch Datenströme und Internetnutzung in Rechenzentren und Übertragungsinfrastruktur anfallen, allokiert werden wie von Pohl und Finkbeiner (2017) empfohlen, siehe außerdem Kapitel 4.2). Insbesondere Herstellung und Entsorgung der IKT-Komponenten sind mit Umweltverschmutzungen und prekären Arbeitsbedingungen verbunden. Oftmals hängen ökologische und soziale Auswirkungen hier eng zusammen (Ciroth & Franze, 2011; Höfner & Frick, 2019). Wird der Energiebedarf der Smart Home-Systeme in der Nutzungsphase durch erneuerbare Energien, z. B. hauseigene PV-Anlagen gedeckt, kann dies zumindest die Treibhausgasemissionen verringern. Im Fall von Smart Home sind insbesondere die

---

<sup>29</sup> Da Software ein intangibles Produkt ist, ist dessen Energie- und Ressourcenbedarf schwer greifbar. Kern et al. (2018) schlagen vor als Allokationsmechanismus die Auslastung von Hardwarekapazitäten durch Software zu verwenden, je nach Auslastung wird z. B. der Energiebedarf in der Nutzungsphase beeinflusst.

große Anzahl an erforderlichen Datenströmen zwischen den vernetzten Geräten relevant, wodurch sie ihren Nutzen ziehen, was sich aber auch negativ auf den Energiebedarf des Smart Home-Systems auswirkt, z. B. prognostiziert die International Data Corporation (IDC), dass bis 2025 etwa 41,6 Milliarden IoT-Geräte mit dem Internet verbunden sein werden und das Gesamtvolumen der erzeugten Daten 79,4 Zetabyte erreichen wird (Nguyen-An, Silverston, Yamazaki & Miyoshi, 2020). Eine etablierte Methodik zur Bewertung der direkten Effekte ist das Life Cycle Assessment. Hier werden die Umweltwirkungen der ausgelösten Material- und Energieströme über den gesamten Lebenszyklus erfasst. Mithilfe der Lebenszyklusanalyse eines Home Energy Management Systems kommen die Autoren zu dem Schluss, dass die größten Umweltwirkungen<sup>30</sup> auf den Energieverbrauch in der Nutzungsphase zurückzuführen sind und dass insbesondere Smart Plugs<sup>31</sup> einen hohen Energieverbrauch haben. Die Autoren empfehlen daher, dass der Energieverbrauch von smarten Kontrollgeräten stärker thematisiert werden muss (Nguyen-An et al., 2020).

### Indirekte Effekte

Indirekte Effekte entstehen durch die Anwendung von Smart Home-Systemen. Smart Home-Systeme können durch die Vernetzung der smarten Komponenten zu geringeren Energieverbräuchen führen (hier ist es insbesondere wichtig abzuwägen, ob diese Einsparungen nicht durch den Betrieb der smarten Controller, siehe direkte Effekte, wieder aufgewogen wird). Außerdem sind Feedback an die Verbraucherinnen und Verbraucher, eine höhere Auslastung und die Vermeidung eines unnötigen Betriebs möglich. Es kann somit die Energienachfrage reduziert und besser bewerkstelligt werden (Sovacool & Del Furszyfer Rio, 2020). Die Installation von Smart Home-Systemen ermöglicht die Anwendung weiterer smarter Applikationen, sie kann hier einen Mehrkonsum stimulieren im Vergleich zu vorher. Smart Home-Systeme können außerdem dazu führen, dass die Anwendungen häufiger werden. Beispielsweise kommen Nicholls und Strengers (2019) zu dem Schluss, dass die Anwendung von Staubsaugerrobotern „Konventionen der Sauberkeit eskalieren“ und dadurch zu mehr „Energieverbrauch“ einladen. Ein weiterer Enablingeffekt ist das Monitoring des Verhaltens älterer Menschen, um deren gesundheitlichen Zustand zu bewerten. In einer Studie wurden Indikatoren zu Schlafdauer, zurückgelegte tägliche Distanz, Dauer der Essenszubereitung oder Dauer des Gangs vom Bett zur Toilette gemessen. Dadurch sollen klinische Messungen ergänzt werden (Dawadi, Cook & Schmitter-Edgecombe, 2016; Javed et al., 2020).<sup>32</sup> Bisherige Gerätschaften können obsolet werden, da sie in aktueller Ausführung nicht ins Smart Home-System integriert werden können, auch neue Softwareupdates können einen Ersatz erzwingen. (Positive) Ersatzwirkungen, d. h. Substitutionseffekte, konnten nicht identifiziert werden.

### Systemische Effekte

Systemische Effekte von Smart Home-Systemen ergeben sich durch die Aggregation der Effekte auf Anwendungsebene und durch Betrachtung dieser Effekte auf lange Frist. Da sich mithilfe von Smart Home-Systemen Effizienzsteigerungen ergeben, können infolgedessen Reboundeffekte resultieren. Bisher gibt es hier wenig empirische Untersuchungen. Walzberg, Dandres, Merveille, Cheriet und Samson (2020) finden zwar einen kleinen indirekten Reboundeffekt von 5 %, jedoch kann dieser um das Fünffache steigen, wenn Lastverschiebung aufgrund ökonomischer statt ökologischer Signale stattfindet. Auch wenn Flexibilität höher priorisiert wird kann es zu zusätzlichen Strombedarfen kommen. Reboundeffekte könnten zudem dadurch begünstigt werden, dass die Beweggründe für die Nutzung von Smart Home-Systemen eher Komfort, Luxus oder Bequemlichkeit sind, statt umsichtiger Konsum (Sovacool & Del Furszyfer Rio, 2020). Smart Home-Systeme können damit energie- und materialintensivere Routinen und

---

<sup>30</sup> Die häufig verwendeten Wirkungskategorien und Schutzgüter sind: Ressourcenverbrauch, Naturraumbeanspruchung, Treibhauseffekt, Versauerung, Eutrophierung, Stratosphärischer Ozonabbau, Sommersmog, Ökotoxizität, Humantoxizität, menschliche Gesundheit und Qualität von Ökosystemen.

<sup>31</sup> „Smart Plugs sind intelligente Steckdosen und Zeitschaltuhren, die zwischen ein Endgerät und die Stromsteckdose gesteckt werden. Die daran angeschlossenen Geräte können ortsunabhängig über ein Smartdevice und das Internet ferngesteuert und ausgelesen werden.“ (siehe Kunert (2021))

<sup>32</sup> Ein solches Verhaltensmonitoring muss auch aus ethischer Perspektive kritisch hinterfragt werden.

Praktiken in der Gesellschaft etablieren und stehen damit einem nachhaltigeren Lebens- und Konsumstil entgegen. Es können aber auch positive Umweltwirkungen durch die Kopplung von Erzeugung und Flexibilitätsoptionen auf Gesellschaftsebene entstehen. Auf systemischer Ebene entscheidet sich somit, welche Effekte auf der Anwendungsebene insgesamt überwiegen. Die aufgeführten systemischen Effekte können zudem interagieren und sich dadurch verstärken oder gegenseitig abschwächen.

### **Sonstige**

Neben Effekten, die die ökologische Nachhaltigkeit von Smart Home-Systemen beeinflussen, sind viele weitere Effekte für die ganzheitliche Betrachtung der Nachhaltigkeit von Smart Home-Systemen relevant, z. B. Datensicherheit, Gewöhnungseffekte an die Sammlung von Verhaltensdaten durch Firmen oder Hackerangriffe. Einen guten Überblick zu möglichen Potenzialen, Risiken und Barrieren geben Sovacool und Del Furszyfer Rio (2020).

### **Fazit**

Die Taxonomie der drei Effektebenen hilft, einen Überblick über mögliche Umwelteffekte von Smart Home-Systemen zu gewinnen. Es lässt sich so generisch aber nicht beurteilen, welche Effekte überwiegen werden. Hierzu müssten spezifische Smart Home-Konfigurationen untersucht werden. Energie- und Materialverbrauch der Smart Home-Komponenten scheinen jedoch beträchtlich zu sein. Es muss daher genau abgewogen werden, in welchen Konstellationen ihr Einsatz tatsächlich zu stark sinkendem Energieverbrauch führt. Es sind daher Studien erforderlich, die herausarbeiten, in welchen Konstellationen die positiven Umwelteffekte überwiegen und welche Konstellationen unbedingt vermieden werden müssen.

## **4.1.5.2 SDS – „Smarte Daten, Smarte Dienste“**

### **Beschreibung und Systemgrenzen**

Das Projekt „Smarte Daten, Smarte Dienste“ entwickelt ein maschinen- und herstellerübergreifendes Datenmanagement speziell für den Landwirtschaftsbereich. Kern ist die sog. „Datendrehscheibe“, eine Infrastruktur, die den Austausch von Daten und Diensten ermöglicht, im Folgenden als Plattform bezeichnet. Auf dieser können z. B. Landwirte ihre jeweiligen betrieblichen Daten speichern, ohne ihre Datenhoheit zu verlieren. Die Plattform ermöglicht die Koordination von Landwirten mit Lohnunternehmern, die Aufträge von Landwirten übernehmen. Außerdem werden Software-Anwendungen (Dienste) und Apps eingebunden<sup>33</sup>.

Zur Abgrenzung der Systemgrenzen wird folgende Betrachtung gewählt: Das maschinen- und herstellerübergreifende Datenmanagement wird ermöglicht durch die „Daten und Dienste“-Plattform, auf der Daten gespeichert und Dienste vermittelt werden können. Außerdem kommuniziert die Plattform mit Apps.

### **Direkte Effekte**

Die „Daten und Dienste“-Plattform und die Apps sind intangible Güter, sie basieren auf Software und lösen daher nur indirekt Material- und Energieflüsse aus. Zur Erstellung und zur Bedienung sind jedoch physische Güter wie Notebooks, Smartphones, Rechenzentren und Übertragungsinfrastruktur notwendig. Ähnlich wie bei den direkten Effekten von Smart Home beschrieben, kann eine Allokation mithilfe der Auslastung der Hardware-Kapazitäten durch die Software erfolgen. Mithilfe einer Lebenszyklus-Analyse der Material- und Energieströme, welche die zuvor beschriebenen physischen Güter auslösen, können die damit verbundenen Umweltwirkungen erfasst werden. Da es sich hier um eine Datentransfer- und Datenverarbeitungsplattform handelt, hängen die direkten Effekte davon ab, welche Datenmengen in

---

<sup>33</sup> Die Projektwebsite findet sich unter folgendem Link: <http://sdsd-projekt.de/dasProjekt.php>.

welcher Frequenz über welche Infrastruktur (W-Lan, 5G, ...) übertragen werden. Laut Projektauftritt werden Daten außerdem in der Cloud gespeichert. Die Herausforderung in der Bewertung der direkten Effekte besteht somit in der Absteckung dieser Systemgrenzen und in der Verfügbarkeit von LCA-Daten zu den beschriebenen physischen Komponenten.

### **Indirekte Effekte**

Laut Projektabschlusspräsentation trägt die „Daten und Dienste“-Plattform zur Optimierung und Effizienzsteigerung landwirtschaftlicher Prozesse bei. Dazu gehören u. a.: Datenaustausch zwischen Maschinen und Softwareprodukten ohne Konvertierungsprobleme, Aufbau eines betriebseigenen Datenmanagements, Einhaltung länderspezifischer Dokumentationspflichten (DFKI, Krone, BLE, 2020). Das Projekt scheint somit insbesondere landwirtschaftliche Prozesse wirtschaftlicher zu machen. Dies kann sich zum Teil in Ressourcenschonungen übersetzen, muss aber nicht. Aus dem Projektbericht lassen sich daneben keine weiteren indirekten Umweltwirkungen ableiten.

### **Systemische Effekte**

Sofern der Einsatz der „Daten und Dienste“-Plattform tatsächlich auch zur Ressourcenschonung beiträgt und sich flächendeckend durchsetzt, können in Summe Ressourceneinsparungen innerhalb landwirtschaftlicher Prozesse erzielt werden.

### **Fazit**

Mithilfe der vorliegenden Informationen ist nur schwer abschließend abzuschätzen, ob die Gesamtwirkung dieser „Daten und Dienste“-Plattform für die Umwelt insgesamt positiv ist. Auf Grundlage der vorliegenden Informationen sind zumindest keine großen positiven Umweltwirkungen zu erwarten, da innerhalb des Projekts ökonomische Kenngrößen optimiert wurden und nicht dargelegt wurde inwiefern diese auch zu Umweltentlastungen führen können.

## **4.1.6 Kritische Würdigung**

Die Taxonomie der drei Effektebenen eignet sich gut, um eine erste Abschätzung und Sammlung möglicher Umweltwirkungen durch Plattformen zu erfassen. Neben den Umweltwirkungen sollten auch soziale und ökonomische Wirkungen erfasst werden, um ein ganzheitliches Bild zu erhalten. Zudem hat sich bei der obigen Bewertung der Umweltwirkungen schon gezeigt, dass sich ökologische Wirkungen nur schwer von ökonomischen Wirkungen trennen lassen, und ökonomische Wirkungen somit in ökologische Wirkungen übersetzt werden müssen.

Obwohl die Nachhaltigkeitsbewertung einen ganzheitlichen Anspruch hat, ist es nicht möglich „alle Wirkungen“ zu erfassen. Als Alternative zur Taxonomie der drei Effektebenen könnte man daher die 17 Sustainable Goals zur Bewertung von Plattformen nutzen. Mit ihrer Hilfe könnte man die wichtigsten Problemherde, sogenannte „Hotspots“ identifizieren.

Die vorgestellte Untersuchung mit nur zwei Plattformen ist noch zu klein, um abzuleiten, ob sich die Wirkungen von Plattformen von anderen digitalen Technologien spezifisch unterscheiden.

## 4.2 Auswirkungen von plattformbasierten Datenökonomien auf den Strombedarf

### 4.2.1 Einleitung

Mit den plattformbasierten Datenökonomien entstehen in Privathaushalten neue Muster von Energieverbräuchen. Diese entstehen beispielsweise: (1) durch neue Geräte auf den Markt, welche diese Plattformen direkt bedienen und die Schnittstelle zu den Konsumenten und Konsumentinnen bilden (z. B. Alexa von Amazon); (2) durch herkömmliche Geräte, welche an Netzwerke angeschlossen werden, um mit den Plattformen interagieren zu können (z. B. Waschmaschinen) und (3) durch bestehende mechanische Systeme, welche beispielsweise über Sensoren nachgerüstet werden, um mit den Plattformen interagieren zu können (z. B. Sensoren, die messen, ob Fenster offen oder geschlossen sind).

Der daraus resultierende netzwerkbezogene Energieverbrauch durch vernetzte Geräte ist ein wachsender Energieverbrauch in einer hochgradig vernetzten Welt. Prognosen über die weltweite Anzahl der angeschlossenen Geräte (auch oft als Internet der Dinge bezeichnet) reichen von 20 bis 50 Milliarden bis Anfang 2020 (Ryan, Wu & Smith, 2019). Obwohl netzverbundene Geräte den Energieverbrauch von Geräten und Ausrüstungen durch Steuerung und Optimierung der Systeme zur Erbringung von Energiedienstleistungen erheblich reduzieren können, wird oft zusätzliche Energie für die Erstellung, Wartung und Kommunikation von Daten über das Netzwerk benötigt. Dieser Energieverbrauch lässt sich in drei Komponenten unterteilen (IEA, 2019): a) (Standby-)Energieverbrauch für die Verbindung zum lokalen Netz, b) betrieblicher Energieverbrauch für die Erbringung der wesentlichen Energiedienstleistung des Geräts, c) vorgelagerter Energieverbrauch für die Übertragung und Verarbeitung von Daten in zentralen Rechenzentren und Weitverkehrsnetzen („Upstream-Energieverbrauch“).

Vor diesem Hintergrund besteht die Gefahr, dass die von den Geräten verbrauchte Energie von den politischen Entscheidungsträgern in der EU übersehen werden könnten, was die durch Gerätenormen und -kennzeichnung erreichten höheren Wirkungsgrade untergräbt. Modellbasierte Szenario-Analysen sind ein gängiges Mittel, um diesbezüglich langfristige Strategien abzuleiten. Allerdings neigen etablierte Modelle derzeit dazu, die neue Dynamik und Charakteristik vernetzter Geräte zu vernachlässigen.

Das Ziel dieses Arbeitspakets besteht darin, das Hintergrundwissen über den Zusammenhang zwischen Datenökonomien/Plattformen und Energiebedarf (sowohl in Privathaushalten als auch in Datenzentren) zu vertiefen. Darauf aufbauend wird das bestehende Energienachfragemodell für Haushaltsgeräte (FORECAST-Appliances) weiterentwickelt, um die zusätzlich entstehenden Energiebedarfe oder Energieeinsparungen vernetzter Geräte adäquat abbilden zu können.

### 4.2.2 Methodik

Das FORECAST-Residential-Modell des Fraunhofer ISI bietet eine Plattform für die Entwicklung von Langzeitszenarien des zukünftigen Energiebedarfs im Haushaltssektor. Das Modell verwendet einen Bottom-up-Ansatz, der sozioökonomische Treiber und die Dynamik einzelner Technologien berücksichtigt. Die Berechnung des netzverbundenen Energieverbrauchs sowie der Upstream-Energie wird zum bestehenden Modell hinzugefügt, um dessen Implikationen für langfristigen Energiebedarf untersuchen zu können. Die Studie bezieht sich auf die Arbeiten von Ryan et al. (2019) und deren Definition des netzverbundenen Energieverbrauchs. Diese bezeichnet die zusätzliche Funktion eines Gerätes, sich mit dem Internet zu verbinden. Funktionen eines Gerätes lassen sich in Primär- und Sekundärfunktionen unterteilen, wie Tabelle 5 zeigt.

**Tabelle 5: Beispiele zur Unterscheidung von Primär- und Sekundärfunktionen**

	Kühlschrank	Intelligenter Kühlschrank
<b>Primärfunktion</b>	Inhalte kühl halten	
<b>Sekundärfunktion</b>	keine, nicht netzverbunden	sendet Informationen über den Zustand des Inhalts des Kühlschranks über das Internet zum Nutzer
	Fernseher (TV)	Smart TV
<b>Primärfunktion</b>	Bereitstellung von Videoinhalten über Sendekanäle	
<b>Sekundärfunktion</b>	keine, nicht netzverbunden	ermöglicht Zugang zu Online-Medieninhalten, die entweder mit normalen Rundfunkkanälen zusammenhängen oder zusätzlich zu diesen zugänglich sind

Quelle: Eigene Darstellung

Die Berechnung des Energiebedarfs vernetzter Geräte beruht auf der Unterscheidung vier verschiedener Geräte-Betriebsarten (IEA, 2019). Diese sind der Betriebsmodus (On-Modus), der Standby-Modus, der Netzwerk-Aktiv-Modus und der Netzwerk-Standby-Modus. Der Energieverbrauch als Folge der Netzanbindung ist zum einen abhängig vom Gerätetyp und zum anderen von der Betriebsart. Gleichung 1 beschreibt die Berechnung des netzverbundenen Energieverbrauchs und des gesamten Energiebedarfs.

**Gleichung 1: Berechnung des Gesamtenergiebedarfs der Geräte**

$$EN_{i,t} = (pan_i \cdot ah_{i,t} + psn_i \cdot shn_{i,t}) \cdot s_{i,t}$$

$$TED_{i,t} = E_{i,t} + EN_{i,t}$$

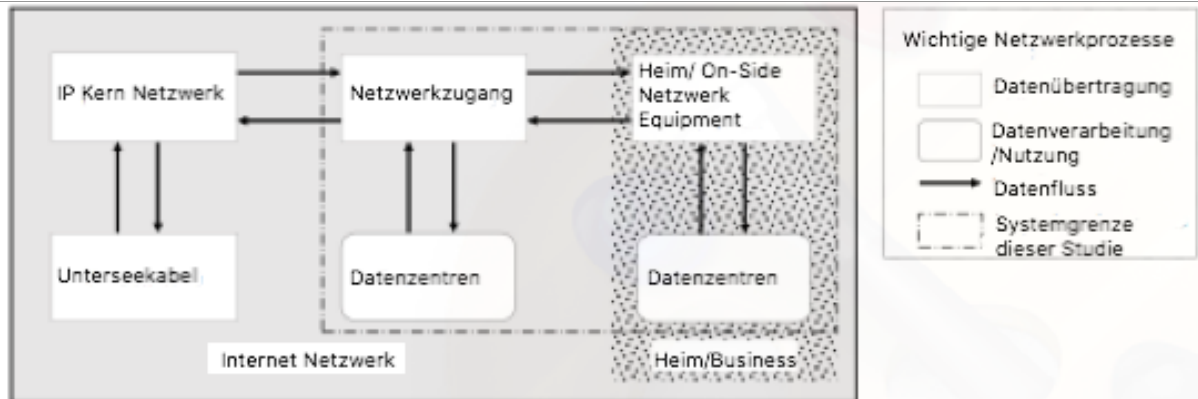
**Wichtige Variablen**

		Einheit	Indizes
<b>TED</b>	= Gesamtenergiebedarf	[TWh]	i = Art der Endnutzung
<b>EN</b>	= Netzwerk-Energiebedarf	[TWh]	t = Zeitraum
<b>E</b>	= Konventioneller Energiebedarf	[TWh]	
<b>s</b>	= Bestand	-	
<b>pan</b>	= spezifische aktive Leistung mit verbundenem Netzwerk	[kW]	
<b>psn</b>	= spezifische Standby-Leistung mit verbundenem Netzwerk	[kW]	
<b>ah</b>	= im Netzwerk aktiv verbundene Stunden	[h]	
<b>shn</b>	= Stunden im Netzwerk Standby-Modus	[h]	

Die Eingabewerte für den Netzwerk-Aktiv- und Netzwerk-Standby-Modus wurden ebenfalls aus einer umfangreichen Liste des IEA entnommen (IEA, 2019). Netzwerkunabhängige Betriebs- und Standby-Modi bleiben wie im ursprünglichen FORECAST-Residential Modell definiert.

Die Upstream-Energie ist definiert als die Energie, die von Rechenzentren und Weitverkehrsnetzwerken (WAN, Wide Area Network) zum Übertragen und Empfangen von Daten eines im Netzwerk angeschlossenen Gerätes benötigt wird. Für die Berechnung der Upstream-Energie werden Werte für den Datenverbrauch eines Gerätes, die Stromintensität, den Gerätebestand und die Effizienz der Datenzentren benötigt (Ryan et al., 2019).

Das vereinfachte Diagramm in Abbildung 16 entstammt der Arbeit von Aslan, Mayers, Koomey und France (2018) und zeigt die Systemgrenze, die bei der Berechnung der Upstream-Energie berücksichtigt wird. Der Einfachheit halber wird im Modell angenommen, dass alle Geräte mittels eines digitalen Teilnehmeranschlusses (DSL, Digital Subscriber Line) auf das Netzwerk zugreifen und die Vernetzung der Geräte untereinander über ein drahtloses Netzwerk (WLAN) abläuft. Diese Übertragungsart ist in Deutschland am verbreitetsten (Dialog Consult / VATM, 2020; Vanberg, 2003).

**Abbildung 16: Vereinfachtes Internet-Strukturdiagramm der Systemgrenze für Upstream-Energie**

Quelle: Eigene Darstellung

Die Berechnung der Upstream-Energie folgt den Studien von Aslan et al. (2018), Ryan et al. (2019) und IEA (2014) und ist das Produkt der durchschnittlich übermittelten Daten ( $d$ ), der Energieintensität der Datenübertragung ( $EI$ ), der Effizienz der Datenzentren, angegeben als Stromverbrauchseffizienz ( $PUE$ ), und dem Gerätebestand ( $s$ ), siehe Gleichung 2.

### Gleichung 2: Berechnung des Upstream-Energieverbrauchs

$$UE_{i,t} = d_{i,t} \cdot s_{i,t} \cdot EI_{i,t} \cdot PUE_{i,t}$$

#### Wichtige Variablen

**UE** = Upstream-Energie

**d** = Datenübertragung

**s** = Bestand

**EI** = Energieintensität

**PUE** = Datenzentrum Stromverbrauchseffizienz

#### Einheit

[TWh]

[GB/App.]

[App.]

[kWh/GB]

-

#### Indizes

**i** = Art der Endnutzung

**t** = Zeitraum

Datenübermittlungswerte entstammen dem IEA-Bericht (IEA, 2014), aus Forschungsberichten (CISCO, 2016) und Marktanalysen (Ericsson, 2020). Die Energieintensität der Datenübertragung misst die Effizienz der Datenübertragung durch das Internet im Zeitverlauf und wurde von Aslan et al. (2018) übernommen. Die Studie stellt in Industrieländern seit dem Jahr 2000 alle zwei Jahre einen Rückgang der Stromintensität der Datenübertragung um die Hälfte fest. Der PUE-Wert von Rechenzentren beschreibt die Effektivität eines Rechenzentrums als das Verhältnis der in einem Rechenzentrum eingehenden Energie und der benötigten Energie für den Betrieb der Informationsgeräte des Rechenzentrums (wie Kühlung und USV). Es kann von einem jährlich schrittweise sinkenden PUE-Wert ausgegangen werden, was den technologischen Fortschritt in energieeffizienten Rechenzentren und die Verschärfung energieeffizienter Richtlinien widerspiegelt. Dies wird von der verzeichneten Verbesserung des PUE-Wertes um 13 % zwischen 2010 und 2017 (Hintemann & Hinterholzer, 2016) unterstrichen.

Die Untersuchung beinhaltet quantitative Szenarien. Die Auswirkung von mittelfristigen Änderungen in politischen Rahmenbedingungen werden dabei berücksichtigt. Das Referenzszenario ist als Business-As-Usual (BAU) definiert. Die weiteren Untersuchungen sind in vier Hauptszenarien unterteilt. Diese umfassen High-Policy-Intensity (HPI), Nutzerverhalten beim Kauf intelligenter Geräte (SD, Smart Devices), Nutzerverhalten bei erhöhter Datenübertragung (DT, Data Transmission) und Entwicklung des PUE-Wertes von Datenzentren (DC, Data Centers). Die Variation der Faktoren in Szenarien SD, DT und DC wurde zweimal untersucht, um einen möglichen Extremfall in den jeweiligen Änderungen vorzubeugen. Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse.

**Tabelle 6: Zusammenfassung der untersuchten Szenarien**

	Szenario-Variante 1	Szenario-Variante 2
<b>BAU</b>	minimale Energiepolitik nach nationalem Recht umgesetzt und entwickelt	
<b>HPI</b>	strenge Politik, die nur hocheffiziente Politik auf dem Markt zulässt	
<b>SD</b>	<b>SD-40:</b> Marktanteil von mindestens 40 % intelligenter Geräte im Smart-Appliance-Sortiment bis 2035	<b>SD-50:</b> Marktanteil von mindestens 50 % intelligenter Geräte im Smart-Appliance Sortiment bis 2035
<b>DT</b>	<b>DT-10:</b> +10 % CAGR <sup>34</sup> Zuwachs in der Nutzung von Medien im Vergleich zu BAU	<b>DT-30:</b> +30 % CAGR Zuwachs in der Nutzung von Medien im Vergleich zu BAU
<b>DC</b>	<b>DC-1.3:</b> Ziel-PUE von 1.3 bis 2035	<b>DC-1.12:</b> Ziel-PUE von 1.12 bis 2035

Quelle: eigene Darstellung

Die Änderung aller Aspekte in den untersuchten Szenarien basiert auf dem Referenzfall. In allen Szenarien bleibt die Energieintensität für die Berechnung der Upstream-Energie gleich.

### 4.2.3 Ergebnisse

Die Resultate aller Szenarien sind als prozentuale Veränderung im Vergleich zum BAU-Szenario ausgedrückt. Tabelle 7 zeigt eine Liste der Kernergebnisse der verschiedenen Szenarien, basierend auf Veränderungen des Strombedarfs, der Upstream-Energie und verschiedener Betriebsarten.

**Tabelle 7: Kernergebnisse aus ausgewählten Szenarien**

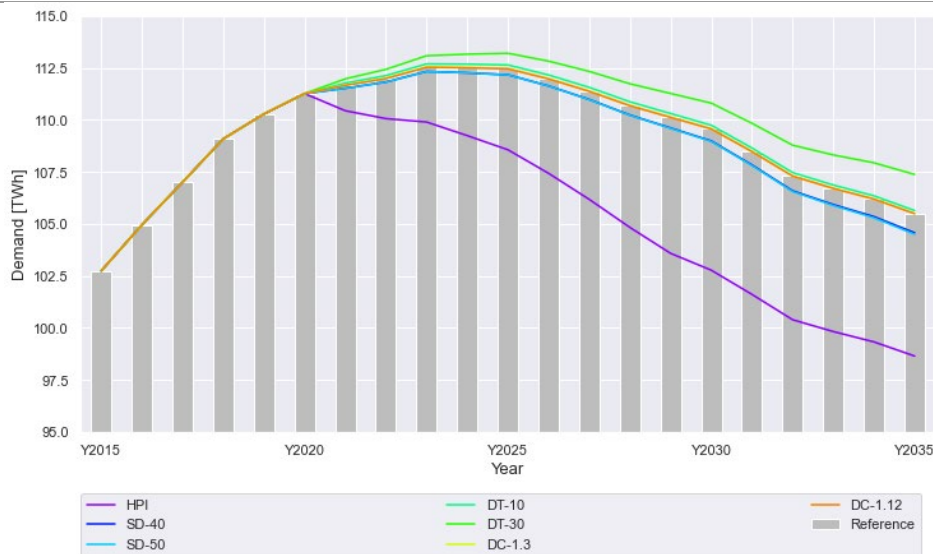
Szenario	Beschreibung
<b>HPI</b>	höchster prozentualer Rückgang des gesamten Strombedarfs
<b>HPI</b>	höchster prozentualer Rückgang des Strombedarf im Betriebsmodus
<b>SD-50</b>	höchster prozentualer Anstieg des netzverbundenen Strombedarf
<b>SD-50</b>	höchster prozentualer Anstieg des Strombedarf im Standby- oder Netzwerk-Aktiv-Modus
<b>DT-30</b>	höchster prozentualer Anstieg des Upstream-Energiebedarfs
<b>DC-1.12</b>	höchster prozentualer Rückgang des Upstream-Energiebedarfs

Quelle: Eigene Darstellung

Die HPI-Szenarien verzeichnen die größte Differenz im Gesamtstrombedarf und werden in Abbildung 17 als eine Kombination aus Haushaltsstrom und Upstream-Energiebedarf dargestellt .

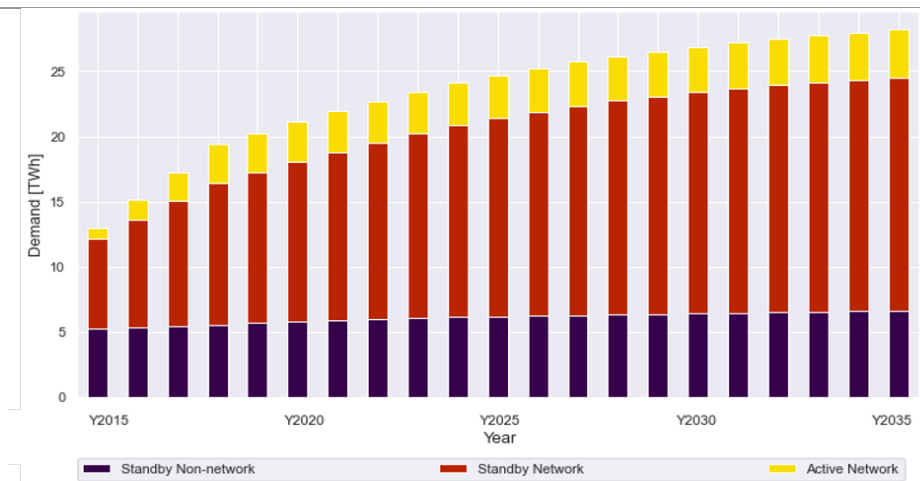
Das HPI-Szenario schränkt die Konsumenten im Kauf effizienter Geräte am meisten ein und resultiert damit in der höchsten prozentualen Abweichung im Vergleich zum BAU-Szenario. Die Szenarien mit erhöhter Anzahl intelligenter Geräte, SD-50 und SD-40, verzeichnen eine Verringerung des gesamten Strombedarfs. Eine Erhöhung des gesamten Strombedarfs ist hingegen den Szenarien erhöhter Datenübertragung ersichtlich, DT-10 und DT-30.

<sup>34</sup> Jährliche Wachstumsrate (CAGR, Compound Annual Growth Rate)

**Abbildung 17: Vergleich des kombinierten Haushaltsstrom- und Upstream-Energiebedarfs**

Quelle: Eigene Darstellung.

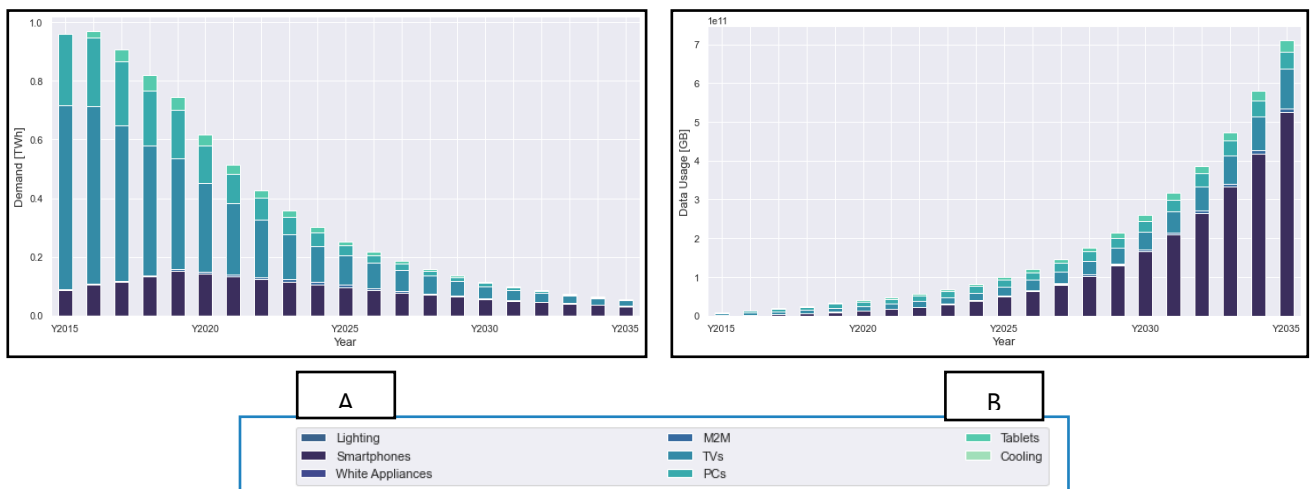
Der Verbrauch der Geräte in den verschiedenen Betriebsarten zeigt, dass der Betriebsmodus (On-Modus) den höchsten prozentualen Energiebedarf hat, zunächst gefolgt vom Netzwerk-Standby-Modus, dann vom Standby-Modus und schließlich vom Netzwerk-Aktiv-Modus, dargestellt in Abbildung 18. Der Bedarf im Netzwerk-Standby-Modus in Rot dominiert die drei dargestellten Modi. Dies spiegelt die hohe Anzahl „Weißer Ware“ (z. B. Smarte Kühlschränke) wider, was eine Netzwerkverbindung der gesamten Betriebszeit ausschließlich im Standby-Modus bedeutet.

**Abbildung 18: Strombedarf im Standby-, Netzwerk-Standby- und Netzwerk-Aktiv-Modus**

Quelle: Eigene Darstellung

Die Entwicklung der Upstream-Energie ist abhängig vom Volumen der Datenübertragung, der Energieintensität des Datenübertragungsnetzes und des PUE-Wertes der Rechenzentren. Abbildung 19 zeigt den Einfluss dieser Faktoren.

**Abbildung 19: Upstream-Energie-Bedarf (A) und Trend der Datennutzung (B) im BAU-Szenario**



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 19A zeigt, dass der Upstream-Energiebedarf zwischen 0,05 bis 1 % des Gesamtstrom- und Upstream-Energiebedarfs ausmacht. Obwohl Abbildung 19B eine erhöhte Internetnutzung im Gigabyte-Datenverkehr zeigt, sinkt der Upstream-Energieverbrauch aufgrund des zweifachen Rückgangs der Energieintensität. Dies resultiert sowohl aus materiellen Fortschritten im Zugangnetz und in der Softwareentwicklung als auch aus einem verbessertem PUE-Wert des Datenzentrums.

#### 4.2.4 Fazit und Ausblick

Die Zunahme vernetzter Haushaltsgroßgeräte und digitaler Endgeräte spielt im Kontext der Energiewende eine wichtige Rolle. Während einige vernetzte Geräte den Energieverbrauch in Haushalten durch Steuerung und Optimierung reduzieren können, wird zusätzliche Energie für die Datenkommunikation benötigt. Dies betrifft nicht nur die Netzanbindung der Geräte selbst, sondern auch die Datenverarbeitung in Rechenzentren und -netzen („Upstream-Energiebedarf“). Die Ergebnisse dieses Arbeitspakets zeigen, dass sich bereits in einem Referenzszenario (BAU) mit bestehenden Politikmaßnahmen der Upstream-Energiebedarf für vernetzte Haushaltsgeräte mittelfristig bis 2035 stark reduzieren könnte. Während vernetzte Haushaltsgeräte grundsätzlich eine erhöhte Datennutzung (GB) bewirken, wird dieser Effekt durch die angenommenen Effizienzverbesserungen in der Datenübertragung sowie in den Rechenzentren (kWh/GB) deutlich ausgeglichen. Wie die restlichen Szenarien zeigen, bestehen über die Referenzentwicklung hinaus weitere Energieeinsparpotenziale. So können Mindestanforderungen an das Produktdesign vernetzter Geräte (*minimum energy performance standards*, MEPS) die Diffusion energieeffizienter Haushaltsgeräte beschleunigen und damit innerhalb des Haushaltssektors Stromeinsparungen erzielen.

Der gewählte Modellierungsansatz hat eine Reihe von Limitationen. So wurde vereinfacht angenommen, dass Geräte mittels eines DSL-Anschlusses auf das Netzwerk zugreifen und die Vernetzung der Geräte untereinander über ein drahtloses Netzwerk (WLAN) erfolgt. Die Einbeziehung weiterer Zugangsarten (Glasfasernetz, 5G etc.) im Modell hätte Implikationen für die Energieintensität der Datenübertragung sowie mögliche Effizienzsteigerungen in der Zukunft. Eine weitere Limitation besteht in den Systemgrenzen der Analyse. So werden etwa mit dem Fokus auf den Haushaltssektor die parallelen Entwicklungen in Richtung vernetzter Geräte im Dienstleistungssektor bislang nicht explizit modelliert. Zudem wird nicht dargestellt, wie vernetzte Geräte das Potenzial für Laststeuerung (Demand Response) beeinflussen und damit im Stromsystem für systemdienliche Lastverschiebungen eingesetzt werden können. Abschließend sei angemerkt, dass die Diffusion vernetzter Geräte im Haushaltssektor nicht vollends endo-

gen modelliert werden konnte. So hängt beispielsweise die Kaufentscheidung zwischen einem konventionellen und einem smarten bzw. vernetzten Kühlschrank von einer Vielzahl heterogener Kriterien ab, welche über die kostenbasierte Logik des FORECAST-Modells hinausgehen.

### 4.3 Fazit zur Nachhaltigkeit von plattformbasierten Datenökonomien

Ziel dieses Kapitels war es, die Auswirkungen von plattformbasierten Datenökonomien auf Nachhaltigkeit zu untersuchen. Hierzu wurden zwei verschiedene Ansätze gewählt:

Um die Nachhaltigkeitswirkungen von Plattformen systematisch erfassen zu können, bedarf es eines geeigneten Bewertungsschemas.<sup>35</sup> Eine Literaturrecherche ergab, dass aktuell keine Bewertungsschemata spezifisch für Plattformen existieren. Daher wurde die Taxonomie der drei Effektebenen zur Abschätzung der Umweltwirkungen von IKT auf Plattformen übertragen. Aufgrund der Vielfalt an möglichen Wirkungen einer Plattform wurden zwei Beispielplattformen untersucht: Smart-Home-Systeme und eine Daten- und Dienste-Plattform im Landwirtschaftsbereich. Die Untersuchung der Beispielplattformen ergab, dass die Taxonomie der drei Effektebenen einen guten Überblick über mögliche Umwelteffekte liefert. Es ist jedoch erforderlich die Plattformen in einem spezifischen Einsatzszenario zu untersuchen, um herausarbeiten zu können, in welchen Konstellationen positive Umwelteffekte überwiegen und in welchen nicht.

Im zweiten Ansatz wurde eine spezifische Wirkung von Plattformen untersucht – die resultierenden Energiebedarfe in Privathaushalten und in Datenzentren. Die Grundprämisse dieser quantitativen Analyse besteht darin, dass die Nutzung von Plattformen in Privathaushalten mit Datenverbrauch einhergeht, welcher in Datenzentren und -netzen verarbeitet wird. Der daraus resultierende Upstream-Energieverbrauch stellt einen wichtigen Indikator zur Bewertung der Auswirkungen von plattformbasierten Datenökonomien auf Nachhaltigkeit dar. Zur Untersuchung des Upstream-Energieverbrauchs vernetzter Geräte in Privathaushalten, und der damit einhergehenden Plattformnutzung, wurde das Bottom-up-Energienachfragemodell FORECAST-Appliances weiterentwickelt. Dazu wurde eine Vielzahl vernetzter oder „smarter“ Haushaltsgeräte (z. B. smarter Kühlschrank) mit entsprechenden Angaben zu Energieverbrauch, Nutzungsdauer und -intensität, sowie Datenverbrauch in das Modell integriert. Auf Grundlage dessen konnte der Upstream-Energieverbrauch vernetzter Haushaltsgeräte mittels Angaben zur Energieeffizienz der Datenzentren quantifiziert werden.

Auf Grundlage der qualitativen Bewertung zweier Beispielplattform und den quantitativen Ergebnissen zum resultierenden Strombedarf in Haushalten und im Upstream-Bereich ergeben sich folgende Aussagen für Smart Home und vergleichbare Plattformen:

Umweltwirkungen spielen bislang nur eine nebengeordnete Rolle als Motiv für den Einsatz von Smart-Home-Systemen. Umweltwirkungen und die Auslegung eines Smart-Home-Systems zur Erreichung positiver Umweltwirkungen stehen daher nicht im Vordergrund. Stattdessen sind Smart-Home-Systeme ein neuer Absatzmarkt, innerhalb dessen Unternehmen Umsätze generieren wollen. Es ist daher dringend erforderlich, zu untersuchen in welcher Konstellation Smart-Home-Systeme positiven Umweltnutzen generieren können. Daneben erfordert eine ganzheitliche Bewertung die Einbeziehung sozialer und ökologischer Wirkungen. Zudem hängen ökonomische und ökologische Wirkungen oft zusammen, z. B. müssten die ökonomischen Wirkungen in ökologische Wirkungen übersetzt werden.

Die Ergebnisse der quantitativen Modellierung zeigen, dass sich bereits in einem Referenzszenario mit bestehenden Politikmaßnahmen der Upstream-Energiebedarf für vernetzte Haushaltsgeräte mittelfristig bis 2035 stark reduzieren könnte. Während die Plattform-Nutzung vernetzter Geräte grundsätzlich eine

---

<sup>35</sup> In diesem Beitrag wurden vorrangig Auswirkungen auf die ökologische Nachhaltigkeit untersucht.

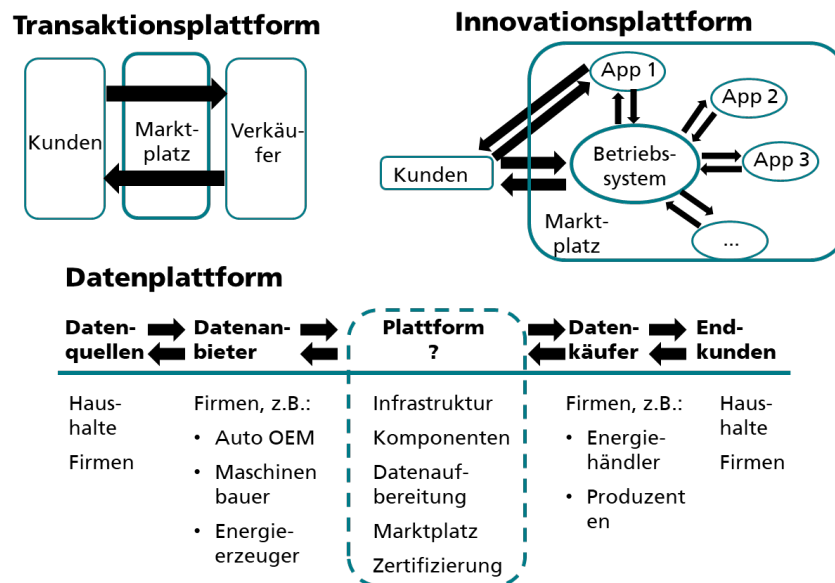
erhöhte Datennutzung (GB) bewirkt, wird dieser Effekt durch die möglichen Effizienzverbesserungen in der Datenübertragung sowie in den Rechenzentren (kWh/GB) deutlich ausgeglichen. Die restlichen Szenarien zeigen, dass auch über die Referenzentwicklung hinaus weitere Energieeinsparpotenziale bestehen. So können Mindestanforderungen an das Produktdesign vernetzter Geräte (*minimum energy performance standards*, MEPS) die Diffusion energieeffizienter Haushaltsgeräte beschleunigen und damit weitere Stromeinsparungen erzielen – sowohl innerhalb des Haushaltssektors als auch in der Datenverarbeitung und -übertragung.

## 5 Fazit und Schlussfolgerungen

### Plattformtypologie

Die datenbasierte Plattformökonomie bestimmt zunehmend unsere privaten Interaktionen und wirtschaftliches Handeln. Dabei haben sich bisher drei Arten von Plattformen etabliert: Transaktions- und Innovationsplattformen sowie reine Datenplattformen.

**Abbildung 20: Arten von Plattformen**



Quelle: Eigene Abbildung, angelehnt an Cusumano, Gawer and Yoffie 2019 und Lis 2019

Erfolgreiche Plattformen haben sich in den letzten Jahren durchgesetzt, wenn sie Skalen- und Netzwerkeffekte ermöglicht haben. Gleichzeitig bieten Plattformen Vorteile, wenn sich durch sie Transaktionskosten deutlich reduzieren lassen. Dies kann über einen stark standardisierten Austausch und die Vorgabe von technischen Schnittstellen erreicht werden.

Plattformen werden von Wirtschaftsunternehmen in der Regel entweder eingesetzt, um über einen großen Marktplatz Produkte oder Services zu verkaufen und damit neue Umsätze zu generieren oder um Umsätze anderer Produkte abzusichern bzw. aufzuwerten. In Innovationsnetzwerken ist dagegen die Entwicklung von komplementären und ergänzenden Produkten und Services im Fokus, um neue Umsätze zu generieren.

Im privaten Bereich werden die Veränderungen durch Plattformen insbesondere im Zusammenhang mit der Aufmerksamkeitsökonomie deutlich. Durch Plattformen in Verbindung mit Sprachassistenten können sukzessiv mehr Daten aus verschiedenen Lebensbereichen erhoben werden, zugeschnittene personalisierte Werbung erstellt und dadurch gezielt die Aufmerksamkeitsmuster der Verbraucher verändert werden. Tendenziell kann dadurch die „Customer Journey“ der Verbraucher verkürzt und ihr Konsum gesteigert werden.

### Innovationswirkungen von Plattformen in der Industrie und Energiewirtschaft

Um die verschiedenen Ausprägungen der Transaktions- und Innovationsplattformen sowie ihre Wirkungsweise auf Innovationen besser zu verstehen, ist ein morphologischer Kasten für plattformbasierte Geschäftsmodelle geeignet, um die verschiedenen Ausprägungen zu beschreiben und etablierte Plattformen in den Bereichen Industrie und Energiewirtschaft darzustellen. In beiden Sektoren sind aktuell

einfache Transaktionsplattformen verbreitet. Entwicklungspotenziale und Innovationswirkungen werden in der Industrie insbesondere bei den datengetriebenen Industrieplattformen gesehen, die zu Produktinnovationen führen können. In der Energiewirtschaft liegen die Entwicklungspotenziale für Innovationen insbesondere in einer erweiterten Vernetzung der Transaktionsplattformen, die hier zu Geschäftsmodellinnovationen und neuen Dienstleistungen führen können. Bei einer stärkeren Öffnung von Innovations- und Datenplattformen (insbesondere im Hinblick auf die Datenverarbeitung) können sich neue Produktinnovationen und datenbezogene Dienstleistungen ergeben. Je nach Ausgestaltung dieser Plattformkonzepte können Akteure besser vernetzt und neue Erkenntnisse aus den Plattformdaten generiert werden. Das Potenzial, tatsächlich disruptiv auf bestehende Geschäftsmodelle in der Industrie und der Energiewirtschaft zu wirken, haben offene, mehrseitige und datengetriebene Plattformen.

Ein Treiber für die Etablierung von Plattformen ist die steigende Zahl an digitalen Datenquellen, die durch Plattformen genutzt werden kann. Dies umfasst Daten, die im Industriebereich durch die Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten und IOT-Anwendungen entstehen. In der Energiewirtschaft ergeben sich durch die Verbreitung von Smart-Meter-Daten und anderer Sensordaten (u. a. im Netzbereich oder durch die Ladeinfrastruktur von Elektrofahrzeugen) ebenfalls neue Möglichkeiten für datengetriebene Geschäftsmodelle, die über Plattformen schneller und effizienter umgesetzt werden können.

### **Nachhaltigkeit und Umweltwirkungen von Plattformen**

Der wirtschaftliche Wert von Plattformen besteht in der Realisierung von Skalen- und Netzwerkeffekten, die zu einer Effizienzsteigerung bestehender Prozesse und Wirtschaftsaktivitäten führen können. Dies kann in der Tendenz zu geringeren Umwelteffekten führen, wenn z. B. der Einsatz von Energie reduziert werden kann. Gleichzeitig ermöglichen Plattformen einfachere und schnellere Entwicklungen von zusätzlichen und ergänzenden Dienstleistungen und Produkten, die zu einer Steigerung des Energie- oder Materialeinsatzes führen können. Beide Effekte müssen bei der Betrachtung der Nachhaltigkeit berücksichtigt werden. Die Bewertung der Nachhaltigkeit umfasst darüber hinaus noch weitere Effekte, die sich aus dem Einsatz und dem Betrieb von Plattformen ergeben.

Als geeignetes Konzept für die Analyse der Auswirkungen von Plattformen auf die Nachhaltigkeit sollten Nachhaltigkeitseffekte in drei Ebenen untersucht: die direkten Effekte mit Bezug auf den Lebenszyklus, die indirekten Effekte mit Bezug auf die Anwendung der Plattform und die systemischen Effekte, die Reboundeffekte, Struktur- und Verhaltensänderungen erwirken können. Die Anwendbarkeit dieser drei Ebenen aus der IKT-Forschung zeigt sich an den Beispielen Smart-Home-Systeme und Plattformen in der Landwirtschaft.

Darüber hinaus wurden die Auswirkungen von Plattformen auf den Stromverbrauch von Privathaushalten bewertet. Trotz der steigenden Datennutzung durch vernetzte Geräte könnte der Strombedarf in Rechenzentren mittelfristig zurückgehen, weil insbesondere die Effizienz von Rechenzentren deutlich zunimmt. Bei der Untersuchung wird deutlich, dass die Berücksichtigung von plattformspezifischen Geräten bei der Energienachfragemodellierung essentiell für die Abschätzung der Verbrauchsentwicklung ist. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass der Trend von Energieeffizienzverbesserungen in Rechenzentren eine sehr relevante Kenngröße ist, deren Entwicklung allerdings mit Unsicherheiten behaftet ist.

## 6 Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1:	Generisches Modul der morphologischen Box für digitale Plattformen der Datenökonomie mit generischen Ausprägungen.....	12
Abbildung 2:	Ein vereinfachtes B2C-Plattformmodell unter Berücksichtigung von kundenindividueller Werbung und Sprachassistenzsystemen .....	25
Abbildung 3:	Merkmale der Innovationsplattform „Next Kraftwerke“ .....	29
Abbildung 4:	Merkmale der Transaktionsplattform „Grid Singularity“ .....	29
Abbildung 5:	Merkmale der Datenplattform „Venios Energy Platform“ .....	30
Abbildung 6:	Merkmale der Transaktionsplattformen zu Flexibilitätsmärkten .....	30
Abbildung 7:	Merkmale der Transaktionsplattform „Verivox“ .....	31
Abbildung 8:	Merkmale der Transaktionsplattform „Sonnen Community“ .....	31
Abbildung 9:	Merkmale der Transaktionsplattform „Enyway“ .....	31
Abbildung 10:	Wertschöpfungsmöglichkeiten für Nachfrage und Angebot im Energiesektor durch plattformbasierte Geschäftsmodelle.....	32
Abbildung 11:	Verbreitung von digitalen Plattformen nach Unternehmensgröße.....	35
Abbildung 12:	Morphologischer Kasten zur Darstellung digitaler Industrieplattformen .....	36
Abbildung 13:	Merkmalspezifikationen von Transaktionsplattformen .....	37
Abbildung 14:	Merkmalspezifikationen von IoT-Plattformen.....	37
Abbildung 15:	Taxonomie der drei Effektebenen.....	42
Abbildung 16:	Vereinfachtes Internet-Strukturdiagramm der Systemgrenze für Upstream-Energie .....	50
Abbildung 17:	Vergleich des kombinierten Haushaltsstrom- und Upstream-Energiebedarfs .....	52
Abbildung 18:	Strombedarf im Standby-, Netzwerk-Standby- und Netzwerk-Aktiv-Modus.....	52
Abbildung 19:	Upstream-Energie-Bedarf (A) und Trend der Datennutzung (B) im BAU-Szenario .....	53
Abbildung 20:	Arten von Plattformen .....	56

## 7 Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1:	Ausgewählte bivariate Korrelationen von Angaben über Kaufhäufigkeiten mit sozio-demographischen und Internetnutzungsangaben .....	19
Tabelle 2:	Vier Schlüsseldimensionen für eine Theorie der Aufmerksamkeit unter den Bedingungen sich verändernder digitaler B2C-Plattformen .....	23
Tabelle 3:	Beispiele für plattformbasierte Unternehmen in der Energiewirtschaft .....	28
Tabelle 4:	Übersicht der Ausgestaltungsaspekte der energiewirtschaftlichen Plattformbeispiele.....	33
Tabelle 5:	Beispiele zur Unterscheidung von Primär- und Sekundärfunktionen.....	49
Tabelle 6:	Zusammenfassung der untersuchten Szenarien .....	51
Tabelle 7:	Kernergebnisse aus ausgewählten Szenarien.....	51

## 8 Literaturverzeichnis

---

- Adari, S., Falk, S. & Sampson, C. (2019). *Germany's evolving platform landscape* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.). Berlin. Zugriff am 03.05.2021. Verfügbar unter: [https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Germans-evolving-platform-landscape.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Germans-evolving-platform-landscape.pdf?__blob=publicationFile&v=6)
- Albrecht-Heider, C. (2018). *Solkraft auf Abruf*, KfW. Zugriff am 12.04.2021. Verfügbar unter: <https://www.kfw.de/stories/umwelt/erneuerbare-energien/sonnenbatterie-fuer-privathaushalte/>
- Apple, Inc. (2021). *ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934* (<https://d18rn0p25nwr6d.cloudfront.net/CIK-0000320193/7b5717ca-6222-48e6-801c-9ea28feef86.pdf>, Hrsg.).
- Aslan, J., Mayers, K., Koomey, J. G. & France, C. (2018). Electricity Intensity of Internet Data Transmission: Untangling the Estimates. *Journal of Industrial Ecology*, 22(4), 785–798.
- Avital, M., Andersson, M., Nicherson, J., Sundararajan, A., van Alstyne, M. & Verhoeven, D. (2015). The Collaborative Economy: A Disruptive Innovation or Much Ado about Nothing? *Building a better world through information systems*, (6).
- Ballon, P. (2009). The Platformisation of the European Mobile Industry. *Communications & Strategies*, 1(75), 15–34.
- Batliner, A., Hantke, S. & Schuller, B. (2020). Ethics and good practice in computational paralinguistics. *IEEE Transactions on Affective Computing*. <https://doi.org/10.1109/taffc.2020.3021015>
- Berkhout, F. & Hertin, J. (2004). De-materialising and re-materialising: digital technologies and the environment. *Futures*, 36(8), 903–920. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.01.003>
- Bibri, S. E. (2018). The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 38, 230–253. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.034>
- Bieser, J., Hintemann, R., Beucker, S., Schramm, S. & Hilty, L. (2020). *Klimaschutz durch digitale Technologien. Chancen und Risiken* (Bitkom e.V., Hrsg.). Berlin.
- Blankertz, A. (2020). *Designing Data Trusts. Why We Need to Test Consumer Data Trusts Now* (Stiftung Neue Verantwortung, Hrsg.). Zugriff am 03.05.2020. Verfügbar unter: <https://www.stiftung-nv.de/de/publikation/designing-data-trusts-why-we-need-test-consumer-data-trusts-now>
- Blankertz, A., Braunmühl, P. von, Kuzev, P., Richter, F., Richter, H. & Schallbruch, M. (2020). *Datentreuhandmodelle. Themenpapier* (Stiftung Neue Verantwortung, Hrsg.). Berlin.
- Boermann, S. C., Kruikemeier, S. & Borgesius, F. J. Z. (2017). Online Behavioral Advertising: A Literature Review and Research Agenda. *Journal of Advertising*, 3(46), 363–376. Verfügbar unter: DOI: 10.1080/00913367.2017.1339368
- Borgert, T., Donovan, J. D., Topple, C. & Masli, E. K. (2019). Determining what is important for sustainability: scoping processes of sustainability assessments. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 37(1), 33–47. <https://doi.org/10.1080/14615517.2018.1519222>
- Botsman, R. (2017). *Who can you trust? How technology brought us together and why it might drive us apart* (First edition). New York: Public Affairs.
- Budzinski, O., Noskova, V. & Zhang, X. (2019). The brave new world of digital personal assistants: benefits and challenges from an economic perspective. *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, 20(2-3), 177–194. <https://doi.org/10.1007/s11066-019-09133-4>
- Ciroth, A. & Franze, J. (2011). *LCA of an Ecolabeled Notebook. Consideration of Social and Environmental Impacts Along the Entire Life Cycle*.
- CISCO. (2016). *The Zettabyte Era: Trends and Analysis. White Paper*. Zugriff am 15.03.2021. Verfügbar unter: <https://webobjects.cdw.com/webobjects/media/pdf/Solutions/Networking/White-Paper-Cisco-The-Zettabyte-Era-Trends-and-Analysis.pdf>

- Cortinas, M., Cabeza, R., Chocarro, R. & Villanueva, A. (2019). Attention to online channels across the path to purchase: An eye-tracking study. *Electronic Commerce Research and Applications*, (36). Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2019.100864>
- Cusumano, M. A., Gawer, A. & Yoffie, D. B. (2019). *The business of platforms. Strategy in the age of digital competition, innovation, and power* (First edition). New York NY: Harper Business.
- Cusumano, M. A., Yoffie, D. B. & Gawer, A. (2021). The Future of Platforms. In M. S. M. Review (Hrsg.), *The next age of disruption* (The digital future of management, S. 125–146). Cambridge: The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/13768.003.0014>
- Daum, T. (2019). *Die Künstliche Intelligenz des Kapitals* (Nautilus Flugschrift, Originalveröffentlichung, Erstausgabe, 1. Auflage). Hamburg: Edition Nautilus.
- Davenport, T. H. & Beck, J. C. (2001). *The attention economy. Understanding the new currency of business*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Dawadi, P. N., Cook, D. J. & Schmitter-Edgecombe, M. (2016). Automated Cognitive Health Assessment From Smart Home-Based Behavior Data. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 20(4), 1188–1194. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2015.2445754>
- DFKI, Krone, BLE. (2020). *SDSD Smarte Daten - Smarte Dienste. Abschlusspräsentation*. Verfügbar unter: [http://sdsd-projekt.de/download-dir/SDSD\\_Abschlusspraesentation\\_200910.pdf](http://sdsd-projekt.de/download-dir/SDSD_Abschlusspraesentation_200910.pdf)
- Dialog Consult / VATM. (2020). *TK-Marktanalyse Deutschland 2020*. Zugriff am 15.03.2021. Verfügbar unter: [https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2020/10/VATM\\_TK-Marktstudie-2020\\_1020\\_a.pdf](https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2020/10/VATM_TK-Marktstudie-2020_1020_a.pdf)
- Dolata, U. (2019). Privatization, curation, commodification. *Österreichische Zeitschrift für Soziologie*, 44(S1), 181–197. <https://doi.org/10.1007/s11614-019-00353-4>
- Eisenmann, T., Parker, G. & van Alstyne, M. (2011). Platform envelopment. *Strategic Management Journal*, 32(12), 1270–1285. <https://doi.org/10.1002/smj.935>
- Enyway. (2018). *Mit Pizzakartons kann jetzt jeder Energiewende machen und dabei Geld sparen*. Zugriff am 12.04.2021. Verfügbar unter: <https://discover.enyway.com/blog/pizzakartons-energiewende-geld-sparen>
- Enyway. (2021). *Enyway AGB*. Zugriff am 12.04.2021. Verfügbar unter: <https://www.enyway.com/de/agb>
- Ericsson. (2020). *Ericsson Mobility Report*. Zugriff am 15.03.2021. Verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/4adc87/assets/local/mobility-report/documents/2020/november-2020-ericsson-mobility-report.pdf>
- Evans, D. S. (2019). Attention Platforms, the Value of Content, and Public Policy. *Review of Industrial Organization*. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/s11151-019-09681-x>
- Evans, P. & Gawer, A. (2016). *The Rise of the Platform Enterprise: A Global Survey*. University of Surrey Business School. Zugriff am 03.05.2021. Verfügbar unter: <https://epubs.surrey.ac.uk/811201/>
- Ford, M. & Palmer, W. (2019). Alexa, are you listening to me? An analysis of Alexa voice service network traffic. *Personal and Ubiquitous Computing*, 23(1), 67–79. <https://doi.org/10.1007/s00779-018-1174-x>
- Frederik, J. & Martijn, M. (2019). *The new dot com bubble is here: it's called online advertising*. The Correspondent: 6 November 2019. Verfügbar unter: <https://thecorrespondent.com/100/the-new-dot-com-bubble-is-here-its-called-online-advertising/872445200-5450b1fe>
- Fuhs, M. (2016). *Wie die Sonnencommunity im Detail funktioniert und Batteriespeicher nutzt*, PV Magazine. Verfügbar unter: <https://www.pv-magazine.de/2016/04/11/wie-die-sonnencommunity-im-detail-funktioniert-und-batteriespeicher-nutzt/>
- Gawer, A. (2014). Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework. *Research Policy*, 43(7), 1239–1249. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.006>
- Gordon, B. R., Zettelmeyer, F., Bhargava, N. & Chapsky, D. (2019). A Comparison of Approaches to Advertising Measurement: Evidence from Big Field Experiments at Facebook. *Marketing Science*. Verfügbar unter: <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/mksc.2018.1135>
- Grid Singularity. (2021). *D3A*. Zugriff am 12.04.2021. Verfügbar unter: <https://gridsingularity.com/d3a/>

- Heilmann, E., Nikolai, K. & Wetzels, H. (2020). Market Design of Regional Flexibility Markets: A Classification Metric for Flexibility Products and its Application to German Prototypical Flexibility Markets. *Joint Discussion Paper Series in Economics by the Universities of Aachen · Gießen · Göttingen Kassel · Marburg · Siegen*.
- Hense, P. (2019). Hi Alexa, can I trust you? Technologie, Wirtschaft und Rechtsentwicklungen bei Virtual Private Assistants. *Datenschutz-Berater*, 43(11), 250–254.
- Hilty, L. M. & Aebischer, B. (2015). *ICT Innovations for Sustainability* (Bd. 310). Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-09228-7>
- Hilty, L. M., Arnfalk, P., Erdmann, L. [Lorenz], Goodman, J., Lehmann, M. & Wäger, P. A. (2006). The relevance of information and communication technologies for environmental sustainability – A prospective simulation study. *Environmental Modelling & Software*, 21(11), 1618–1629. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.05.007>
- Hintemann, R. & Hinterholzer, S. (2016). Energy consumption of data centers worldwide. How will the Internet become green? *CEUR Workshop Proceedings*, 2382.
- Höfner, A. & Frick, V. (Hrsg.). (2019). *Was Bits und Bäume verbindet. Digitalisierung nachhaltig gestalten*. München: oekom verlag München.
- Horner, N. C., Shehabi, A. & Azevedo, I. L. (2016). Known unknowns: indirect energy effects of information and communication technology. *Environmental Research Letters*, 11(10), 103001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/103001>
- Huberty, M. (2015). Awaiting the Second Big Data Revolution: From Digital Noise to Value Creation. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 15(1), 35–47. <https://doi.org/10.1007/s10842-014-0190-4>
- IEA. (2014). *More Data, Less Energy*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- IEA. (2019). *Total Energy Model for Connected Devices. Report Prepared for IEA 4E EDNA*. Delft: EDNA Annex (Electronic Devices and Networks Annex).
- Javed, A. R., Fahad, L. G., Farhan, A. A., Abbas, S., Srivastava, G., Parizi, R. M. et al. (2020). Automated cognitive health assessment in smart homes using machine learning. *Sustainable Cities and Society*, 102572. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102572>
- Jia, X., Cusumano, M., Chen, J. (2019). An Analysis of Multi-Sided Platform Research Over the Past Three Decades: Framework and Discussion. Working Paper Draft: July 15, 2019. Zugriff am 03.05.2021. Verfügbar unter: <http://questromworld.bu.edu/platformstrategy/files/2019/07/Platform-Review-Article-and-supplemental-material-2019-07-15-BU-Conference.pdf>
- Kahl, G., Herbig, N., Erdmann, L. [L.], Stadler, K. & Peters, A. (2017). *Ergebnisdokumentation des Praxisprojekts „Kundenführung am Point of Sale“* (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Hrsg.) (Arbeitspapier im Arbeitspaket 4 (AP4.4) des INNOLAB Projektes).
- Kenney, M. & Zysman, J. (2016). The Rise of the Platform Economy. *Issues in Science and Technology*, 32(3). Zugriff am 03.05.2021. Verfügbar unter: <https://issues.org/rise-platform-economy-big-data-work/>
- Kern, E., Hilty, L. M., Guldner, A., Maksimov, Y. V., Filler, A., Gröger, J. et al. (2018). Sustainable software products—Towards assessment criteria for resource and energy efficiency. *Future Generation Computer Systems*, 86, 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.02.044>
- Kinsella, B. (2019). *Why Tech Giants are so Desperate to Provide your Voice Assistant*. Zugriff am 12.01.2021. Verfügbar unter: <https://hbr.org/2019/05/why-tech-giants-are-so-desperate-to-provide-your-voice-assistant>
- Kiseleva, J., Williams, K., Jiang, J., Hassan Awadallah, A., Crook, A. C., Zitouni, I. et al. (2016). Understanding User Satisfaction with Intelligent Assistants. In *Proceedings of the 2016 ACM on Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR '16)*, S. 121–130. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
- Kley, F., Lerch, C. & Dallinger, D. (2011). New business models for electric cars—A holistic approach. *Energy Policy*, 39(6), 3392–3403. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.036>
- Koenen, T., Heckler, S. & Stündel, S. E. (2018). *Deutsche digitale Industriepattformen. Position I Digitalisierung I Industrie 4.0* (BDI, Hrsg.). Zugriff am 23.02.2021. Verfügbar unter: <https://bdi.eu/publikation/news/deutsche-digitale-industriepattformen/>

- Konys, A. (2020). How to support digital sustainability assessment? An attempt to knowledge systematization. *Procedia Computer Science*, 176, 2297–2311. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.288>
- Kunert, K. (2021). *Smart Plugs: So einfach geht Smart Home*. Zugriff am 22.02.21. Verfügbar unter: <https://www.smart-wohnen.de/haus-garten/artikel/smart-plugs-so-einfach-geht-smart-home/>
- Lay, G., Schroeter, M. & Biege, S. (2009). Service-based business concepts: A typology for business-to-business markets. *European Management Journal*, 27(6), 442–455. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2009.04.002>
- Lerch, C. & Jäger, A. (2020). Digitale Plattformen auf dem Vormarsch? Verbreitung und Umsatzeffekte des Plattformgeschäfts im Verarbeitenden Gewerbe. *Mitteilungen aus der ISI-Erhebung, August 2020*(77).
- Lerch, C., Meyer, N., Horvat, D., Jackwerth-Rice, T., Jäger, A., Lobsiger, Michael, Weidner, Nadia et al. (2019). *Die volkswirtschaftliche Bedeutung von digitalen B2B-Plattformen im Verarbeitenden Gewerbe* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.). Verfügbar unter: [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digital-Gipfel/Download/2019/digitale-b2b-plattformen-im-verarbeitenden-gewerbe.pdf?\\_\\_blob=publication-file&v=3](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digital-Gipfel/Download/2019/digitale-b2b-plattformen-im-verarbeitenden-gewerbe.pdf?__blob=publication-file&v=3)
- Leswing, K. (2021). Apple's App Store had gross sales around \$64 billion last year and it's growing strongly again. Zugriff am 03.05.2021. Verfügbar unter: <https://www.cnbc.com/2021/01/08/apples-app-store-had-gross-sales-around-64-billion-in-2020.html>
- LinkedIn Corporation. (2016). *Annual Report for the fiscal year ended December 31, 2015*. Zugriff am 03.05.2015. Verfügbar unter: [https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/l/NYSE\\_LNKD\\_2015.PDF](https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/l/NYSE_LNKD_2015.PDF)
- Lis, D. (2019). *Ökosysteme für Daten und Künstliche Intelligenz*. <https://doi.org/10.24406/ISST-N-543753>
- Lopatovska, I. (2019). Overview of the Intelligent Personal Assistants. *Ukrainian Journal on Library and Information Science*, 0(3), 72–79. <https://doi.org/10.31866/2616-7654.3.2019.169669>
- McReynolds, E., Hubbard, S., Lau, T., Saraf, A., Cakmak, M. & Roesner, F. (2017). Toys that Listen: A Study of Parents, Children, and Internet-Connected Toys. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 5197–5207). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025735>
- Moar, J. & Escherich, M. (2020). *Voice Assistant Market: Player Strategies, Monetisation & Market Size 2020-2024*. (Juniper Research, Hrsg.).
- Moyano, J. P. & Schmedders, K. (2018). The Liberalization of Data: A Welfare-Enhancing Information System. *SSRN Electronic Journal*, (January). Verfügbar unter: DOI: 10.2139/ssrn.3302752
- Nasirian, F., Ahmadian, M. & Lee, O.-K. D. (2017). *AI-Based Voice Assistant Systems: Evaluation from the Interaction and Trust Perspectives*. 23. American Conference on Information Systems, Boston.
- Next Kraftwerke. (2020). *Das Virtuelle Kraftwerk für eine neue Energiewelt*. Zugriff am 12.04.2021. Verfügbar unter: <https://www.next-kraftwerke.de/>
- Nguyen-An, H., Silverston, T., Yamazaki, T. & Miyoshi, T. (2020, Januar). Generating IoT Traffic in Smart Home Environment. In *2020 IEEE 17th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)* (S. 1–2). IEEE.
- Nicholls, L. & Strengers, Y. (2019). Robotic vacuum cleaners save energy? Raising cleanliness conventions and energy demand in Australian households with smart home technologies. *Energy Research & Social Science*, 50, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.11.019>
- Nielsen Norman Group. (2020). *The Attention Economy*. Verfügbar unter: <https://www.nngroup.com/articles/attention-economy/>
- Obermaier, R. (2019). *Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24576-4>
- Pakzad, P., Osmond, P. & Corkery, L. (2017). Developing Key Sustainability Indicators for Assessing Green Infrastructure Performance. *Procedia Engineering*, 180, 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.174>
- Pohl, J. & Finkbeiner, M. 2017. *Digitalisation for sustainability? Challenges in environmental assessment of digital services*. [https://doi.org/10.18420/IN2017\\_199](https://doi.org/10.18420/IN2017_199)

- Pohl, J., Hilty, L. M. & Finkbeiner, M. (2019). How LCA contributes to the environmental assessment of higher order effects of ICT application. A review of different approaches. *Journal of Cleaner Production*, 219, 698–712. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.018>
- Pon, B., Seppälä, T. & Kenney, M. (2014). Android and the demise of operating system-based power: Firm strategy and platform control in the post-PC world. *Telecommunications Policy*, 38(11), 979–991. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.05.001>
- Poth, C. H. & Schneider, W. X. (2013). Aufmerksamkeit. In A. Stephan & S. Walter (Hrsg.), *Handbuch Kognitionswissenschaft* (Lizenzausg.). Darmstadt: Wiss. Buchges.
- Pouri, M. & Hilty, L. (2018). *ICT-Enabled Sharing Economy and Environmental Sustainability—A Resource-Oriented Approach*. <https://doi.org/10.5167/UZH-158680>
- PPMI, Open Evidence, RAND Europe & IW (Hrsg.). (2020). *Observatory on the Online Platform Economy*. Zugriff am 21.12.2020. Verfügbar unter: <https://platformobservatory.eu/>
- Punz, M. (2019). *Warum Vergleichsportale weniger halten als versprechen*, Der Tagesspiegel. Zugriff am 12.04.2021. Verfügbar unter: <https://www.tagesspiegel.de/verbraucher/check24-verivox-und-co-warum-vergleichsportale-weniger-halten-als-versprechen/24086258.html>
- Rauen, H., Glatz, R., Schnittler, V., Peters, K., Schorak, M. H., Zollenkop, M. et al. (2018a). *Plattformökonomie im Maschinenbau. Herausforderungen - Chancen - Handlungsoptionen* (Roland Berger GmbH, VDMA, Deutsche Messe, Hrsg.).
- Rauen, H., Glatz, R., Schnittler, V., Peters, K., Schorak, M. H., Zollenkop, M. et al. (2018b). *Plattformökonomie im Maschinenbau. Herausforderungen - Chancen - Handlungsoptionen* (Roland Berger GmbH & VDMA, Hrsg.). Zugriff am 23.02.2021. Verfügbar unter: [https://www.vdma.org/documents/15012668/26471342/RB\\_PUB\\_18\\_009\\_VDMA\\_Plattform%C3%B6konomie-06\\_1530513808561.pdf/f4412be3-e5ba-e549-7251-43ee17ec29d3](https://www.vdma.org/documents/15012668/26471342/RB_PUB_18_009_VDMA_Plattform%C3%B6konomie-06_1530513808561.pdf/f4412be3-e5ba-e549-7251-43ee17ec29d3)
- Ryan, P., Wu, A. & Smith, T. (2019). Worldwide energy use and savings potential of networked devices. *ECEEE Summer Study Proceedings*, 1641–1651.
- Salminen, J., Kaate, I., Kamel, A. M. S., Jung, S.-G. & Jansen, B. J. (2021). How Does Personification Impact Ad Performance and Empathy? An Experiment with Online Advertising. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 37(2), 144–155. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1809246>
- Sanasi, S., Ghezzi, A., Cavallo, A. & Rangone, A. (2020). Making sense of the sharing economy: a business model innovation perspective. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(8), 895–909. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1719058>
- Schmidt, H. (2019). *Plattformökonomie. Prinzipien, Modelle und Implikationen für Smart Cities*.
- Schroeder, J. & Epley, N. (2016). Mistaking minds and machines: How speech affects dehumanization and anthropomorphism. *Journal of Experimental Psychology. General*, 145(11), 1427–1437. <https://doi.org/10.1037/xge0000214>
- Schwartz, E. H. (2019). *The Decade of Voice Assistant Revolution*. Zugriff am 12.01.2021. Verfügbar unter: <https://voicebot.ai/2019/12/31/the-decade-of-voice-assistant-revolution/>
- Singh, M. & Klobasa, M. (2021). Making Energy-transition headway: A Data driven assessment of German energy startups.
- Smith, D. (2018). *People are already forming some very strong opinions about Google's wild new technology*. Zugriff am 12.01.2021. Verfügbar unter: <https://www.businessinsider.com/google-duplex-assistant-reactions-2018-5?r=DE&IR=T>
- Solaimani, S., Keijzer-Broers, W. & Bouwman, H. (2015). What we do – and don't – know about the Smart Home: An analysis of the Smart Home literature. *Indoor and Built Environment*, 24(3), 370–383. <https://doi.org/10.1177/1420326X13516350>
- Solér, C. (2017). *Stress, Affluence and Sustainable Consumption* (Routledge Studies in Sustainability, 1st ed.). Milton: Taylor and Francis. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5049729>

- Sovacool, B. K. & Del Furszyfer Rio, D. D. (2020). Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109663. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109663>
- Spiekermann, M. (bpb, Hrsg.). (2019). *Chancen und Herausforderungen in der Datenökonomie*. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/apuz/292341/chancen-und-herausforderungen-in-der-datenoekonomie?p=all>
- Statista (Hrsg.). (2021a). *Global net revenue of Amazon from 2014 to 2020, by product group (in billion U.S. dollars)*. Verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/672747/amazons-consolidated-net-revenue-by-segment/>
- Statista (Hrsg.). (2021c). *Mobile operating systems' market share worldwide from January 2012 to January 2021*. Verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/272698/global-market-share-held-by-mobile-operating-systems-since-2009/>
- Statista (Hrsg.). (2021b). *Number of apps available in leading app stores as of 4th quarter 2020*. Zugriff am 03.05.2021. Verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>
- Stucke, M. E. & Ezrachi, A. (2018). How Digital Assistants Can Harm our Economy, Privacy, and Democracy. *Berkeley Technology Law Journal*, 32(3), 1239–1300. <https://doi.org/10.15779/Z383B5W79M>
- Sun, C., Shi, Z. J., Liu, X., Ghose, A., Li, X., Xiong, F. et al. (2019). The Effect of Voice AI on Consumer Purchase and Search Behavior. *NYU Stern School of Business*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3480877>
- Täuscher, K. & Laudien, S. M. (2018). Understanding platform business models: A mixed methods study of marketplaces. *European Management Journal*, 36(3), 319–329. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2017.06.005>
- Thyssenkrupp (Hrsg.). (2020). *Produktions-Digitalisierung mit toi®*. Zugriff am 23.02.2021. Verfügbar unter: <https://www.thyssenkrupp-materials-services.com/de/dienstleistungen/industrial-internet-of-things>
- Trabucchi, D., Buganza, T., Muzellec, L. & Ronteau, S. (2021). Platform-driven innovation: Unveiling research and business opportunities. *Creativity and Innovation Management*, 30(1), 6–11. <https://doi.org/10.1111/caim.12428>
- United Nations. (ohne Jahr). *The 17 Goals*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Zugriff am 24.07.2020. Verfügbar unter: <https://sdgs.un.org/goals>
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development. Our Common Future*.
- Vanberg, M. A. (2003). Competition in the German Broadband Access Market. *SSRN Electronic Journal*.
- Venios. (2020). *Venios Energy Platform*. Zugriff am 12.04.2021. Verfügbar unter: <https://venios.de/en/venios-energy-platform/>
- Walzberg, J., Dandres, T., Merveille, N., Cheriet, M. & Samson, R. (2020). Should we fear the rebound effect in smart homes? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 125, 109798. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109798>
- WBGU. (2019). *Unsere gemeinsame digitale Zukunft* (WBGU, Hrsg.). Berlin.
- Williams, E. (2011). Environmental effects of information and communications technologies. *Nature*, 479(7373), 354–358. <https://doi.org/10.1038/nature10682>
- Yin, R. K. (2009). *Case study research. Design and methods* (Applied social research methods series, vol. 5, 4. ed.). Los Angeles: Sage.
- Yun, J. T., Segijn, C. M., Pearson, S. & Malthouse, E. C. (2020). Challenges and Future Directions of Computational Advertising Measurement Systems. *Journal of Advertising*, 49(4), 446–458. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1080/00913367.2020.1795757>
- Zhang, J. & Mao, E. (2016). From Online Motivations to Ad Clicks and to Behavioral Intentions: An Empirical Study of Consumer Response to Social Media Advertising. *Psychology & Marketing*, 3(33), 155–164. Verfügbar unter: DOI: 10.1002/mar.20862
- Zwicky, F. (1967). The Morphological Approach to Discovery, Invention, Research and Construction. In F. Zwicky & A. G. Wilson (Hrsg.), *New Methods of Thought and Procedure* (S. 273–297). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-87617-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-87617-2_14)