

I/MHP

A PORSCHE COMPANY

STUDIE

# GreenTech Made in Germany

Best Practice Geschäftsmodelle zur  
Erschließung grüner Wachstumsmärkte

NOVEMBER 2023

### **Alle Rechte vorbehalten!**

Vervielfältigung, Mikroverfilmung, Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien sind ohne Zustimmung der Herausgeber nicht gestattet. Die Inhalte dieser Publikation sind zur Information für unsere Kunden und Geschäftspartner bestimmt. Sie entsprechen dem Kenntnisstand der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Für die Lösung einschlägiger Probleme greifen Sie bitte auf die in der Publikation angegebenen Quellen zurück oder wenden Sie sich an die genannten Ansprechpartner. Meinungsbeiträge geben die Auffassung der einzelnen Autoren wieder. In den Grafiken kann es zu Rundungsdifferenzen kommen.

## Best Practice Beispiele



### 1. Recycling

Rückgewinnung von Rohstoffen aus Traktionsbatterien

Heimdalytics



### 2. Remanufacturing

Maschinen und Komponenten "wie neu"

**BORG**  
AUTOMOTIVE REMAN

**LIEBHERR**



### 3. Refurbish und Repurpose

Gebrauchte Traktionsbatterien als stationäre Stromspeicher

Voltfang

be∞  
stored



### 4. Reuse

Wiederverwendung gebrauchter Photovoltaikmodule



### 5. Produktorientierte Dienstleistungen

Full-Service-Angebote für Instandhaltung und Reparatur

**FESTOOL**



### 6. Nutzungsorientierte Dienstleistungen

Wärmepumpen-Contracting

**EWE**



### 7. Ergebnisorientierte Dienstleistungen

Pay-per-Performance-Modelle

**TRUMPF**

Die vorliegende Studie sowie deren Zusammenfassung wird herausgegeben von:  
MHP Gesellschaft für Management- und IT-Beratung mbH

In Kooperation mit dem Borderstep Instituts für Innovation und Nachhaltigkeit, Berlin

#### Verfasserinnen und Verfasser:

##### **Borderstep Institut:**

**Prof. Dr. Klaus Fichter**

fichter@borderstep.de

**Dr. Thomas Neumann**

neumann@borderstep.de

**Dr. Jens Clausen**

clausen@borderstep.de

**Alexandra Widrat**

widrat@borderstep.de

**Alicia Pantermöller**

pantermoeller@borderstep.de

##### **MHP:**

**Dr. Oliver Kelkar**

oliver.kelkar@mhp.com

**Simon Alexander Appel**

simon-alexander.appel@mhp.com

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	7
Zusammenfassung	9

---

## 1. Einführung 11

---

## 2. Grundlagen und Vorgehen 15

<b>2.1 Circular Economy</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Dienstleistungsorientierung als zentraler Ansatz für das Wirtschaften in Kreisläufen</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Zirkuläre Strategien</b>	<b>20</b>
<b>2.4 Grüne zirkuläre Wachstumsmärkte</b>	<b>22</b>
<b>2.5 Zirkuläre Geschäftsmodelle</b>	<b>25</b>
<b>2.6 Übersicht und Auswahl der Best Practice Beispiele</b>	<b>30</b>

---

## 3. Recycling 33

<b>3.1 Daten &amp; Fakten</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Best Practice: Heimdalytics GmbH</b>	<b>36</b>

---

## 4. Remanufacturing 41

<b>4.1 Daten &amp; Fakten</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Best Practice: Liebherr-Ettlingen GmbH</b>	<b>44</b>
<b>4.3 Best Practice: BORG Automotive A/S</b>	<b>47</b>

---

## 5. Refurbish & Repurpose 51

<b>5.1 Beschreibung des zirkulären Wachstumsmarkts</b>	<b>53</b>
<b>5.2 Best Practice: Voltfang GmbH</b>	<b>54</b>
<b>5.3 Best Practice: be.storaged GmbH</b>	<b>57</b>

6. Reuse	61
6.1 Daten & Fakten	63
6.2 Best Practice: 2nd Life Solar GmbH & Co. KG	64
<hr/>	
7. Produktorientierte Dienstleistungen	69
7.1 Daten & Fakten	71
7.2 Best Practice: Festool GmbH	74
<hr/>	
8. Nutzungsorientierte Dienstleistungen	77
8.1 Daten & Fakten	79
8.2 Best Practice: EWE AG	80
<hr/>	
9. Ergebnisorientierte Dienstleistungen	85
9.1 Daten & Fakten	87
9.2 Best Practice: TRUMPF SE + Co. KG	89
<hr/>	
10. Weitere Informationen	93
Über MHP	94
Kontakt	95
Credits	95
Glossar	96
Quellen	97

# Abbildungs- verzeichnis

Abb. 1: Prozentuale Anteile von Sekundärrohstoffen am Rohstoffeinsatz (Circular Material Use Rate (CMU) nach Eurostat)	17
Abb. 2: Acht Typen von Produkt-Service-Systemen	19
Abb. 3: R-Strategien der Circular Economy entlang des Produktlebenszyklus	20
Abb. 4: Zirkuläre Strategien und Dienstleistungsorientierung als Basis für zirkuläre Geschäftsmodelle	21
Abb. 5: Für eine vertiefende Untersuchung ausgewählte zirkuläre Wachstumsmärkte	22
Abb. 6: Beispielhafte Darstellung der Marktverbreitungskräfte pro Einflussosphäre	24
Abb. 7: Übersicht zirkulärer Geschäftsmodellmuster	26
Abb. 8: Ökosystemperspektive auf zirkuläre Geschäftsmodelle	27
Abb. 9: Ausgewählte Unternehmen und Zuordnung zu den fokussierten zirkulären Wachstumsmärkten	30
Abb. 10: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für die Wiederinstandsetzung und das Recycling von Traktionsbatterien	35
Abb. 11: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für Remanufacturing	43
Abb. 12: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für die Second-Life-Nutzung von Traktionsbatterien als stationäre Stromspeicher	53
Abb. 13: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für die Wiederverwendung gebrauchter Photovoltaikmodule	63
Abb. 14: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für produktbezogene Dienstleistungen (Full-Service-Verträge)	73
Abb. 15: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für Wärmepumpen-Contracting	81
Abb. 16: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für Pay-per-Performance-Modelle	89

# Tabellen- verzeichnis

Tabelle 1: Ausgewählte Geschäftsmodelle der Studie und ihre Zuordnung zu zirkulären Strategien 31

# Abkürzungs- verzeichnis

BEV	Battery Electric Vehicles (batterieelektrische Fahrzeuge)
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
ESG	Environmental, Social & Governance Kriterien
EU	Europäische Union
F&E	Forschung und Entwicklung
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
OEM	Original Equipment Manufacturer
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik

# Zusammenfassung

Im Juni 2022 veröffentlichte MHP die Studie **„GreenTech Made in Germany – Sind die Weichen für Deutschland als GreenTech-Exportnation richtig gestellt?“**

Aufbauend auf dieser ersten GreenTech-Studie entstand die vorliegende Studie in Zusammenarbeit mit dem **Borderstep Institut** für Innovation und Nachhaltigkeit, das grüne Zukunftsmärkte mit hohem Umweltentlastungs- und Marktwachstumspotenzial identifiziert, mit Blick auf seine Skalierungs- und Diffusionsbedingungen untersucht und anhand von aussichtsreichen Geschäftsmodellen und Unternehmensbeispielen vorstellt. Dazu sollte der Fokus auf das zukunftsweisende Konzept der „Circular Economy“ gelegt werden. Der Begriff „Circular Economy“ lässt sich

mit Kreislaufwirtschaft übersetzen. Er bezeichnet ein materiell geschlossenes Wirtschaftssystem, das auf die Minimierung und nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, die Maximierung der Wiederverwendung von Materialien und Rohstoffen und die Vermeidung von Abfällen ausgerichtet ist. Das zentrale Ziel ist dabei, den gesellschaftlichen Wohlstand vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln. Eine Circular Economy dient nicht nur dem Umwelt- und Klimaschutz, sondern soll auch einen wesentlichen Beitrag zur Lösung des Knappheitsproblems durch sichere Rohstoffversorgung, z. B. bei kritischen Rohstoffen wie seltenen Erden, leisten. Es dient damit auch der Sicherung und Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft.





## Vor diesem Hintergrund liefert die vorliegende Studie:

- **Daten und Fakten** zu wichtigen grünen Wachstumsmärkten der Circular Economy
- Eine **Beschreibung der Marktwachstumsbedingungen** und der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik der folgenden **sieben ausgewählten zirkulären Wachstumsmärkte**:



### 1. Recycling

Rückgewinnung von Rohstoffen aus Traktionsbatterien



### 2. Remanufacturing

Maschinen und Komponenten "wie neu"



### 3. Refurbish und Repurpose

Gebrauchte Traktionsbatterien als stationäre Stromspeicher



### 4. Reuse

Wiederverwendung gebrauchter Photovoltaikmodule



### 5. Produktorientierte Dienstleistungen

Full-Service-Angebote für Instandhaltung und Reparatur



### 6. Nutzungsorientierte Dienstleistungen

Wärmepumpen-Contracting



### 7. Ergebnisorientierte Dienstleistungen

Pay-per-Performance-Modelle

- **Neun zukunftsweisende Best Practice Beispiele** für zirkuläre Geschäftsmodelle – von Start-ups bis zu Großunternehmen

Mit der faktenbasierten Vorstellung attraktiver grüner Zukunftsmärkte der Circular Economy und der detaillierten Vorstellung von Best Practice Beispielen zirkulärer Geschäftsmodelle zeigt die Studie Handlungsmöglichkeiten vor allem für die Zielgruppe Automobilwirtschaft, Maschinenbau und produzierendes Gewerbe auf. Sie regt damit zur Übernahme und Adaption erfolgreicher Wachstumsstrategien an, um die Entwicklung des Marktes in Deutschland für GreenTech zu fördern und die Transformation zu einer dekarbonisierten und kreislauf-fähigen Wirtschaft zu beschleunigen.



# Einführung

# GreenTech Made in Germany

Die Kreislaufwirtschaft ist ein Potenzialträger für die Erschließung grüner Wachstumsmärkte und mit digitalen Technologien heute umsetzbar – für ein besseres Morgen!



Im Juni 2022 veröffentlichte MHP die Studie „GreenTech Made in Germany – Sind die Weichen für Deutschland als GreenTech-Exportnation richtig gestellt?“ (Rossmann, Göring, Bozkurt, Garidis, & Stei, 2021). Die zugrunde liegende Annahme von MHP ist dabei, dass es für die gesamtwirtschaftlich besonders relevanten Branchen Automotive und Manufacturing angesichts der zunehmenden globalen (asiatischen) Konkurrenz in den etablierten Märkten schwieriger wird, die Prosperität in Deutschland zu sichern. Daraus resultiert die Schlussfolgerung von MHP, dass es aus ökonomischen wie ökologischen Gründen wichtig ist, das Potenzial von GreenTech, also von Technologien und Geschäftsmodellen, die zu Klima- und Umweltschutz beitragen, systematisch als weiteres Standbein und als Exportschlager zu entwickeln. Es wurde untersucht, ob die politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Weichen für GreenTech als Zukunftsmarkt in Deutschland richtig gestellt sind.

Aufbauend auf dieser ersten GreenTech-Studie hat MHP das Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit beauftragt, gemeinsam eine vertiefende Studie anzufertigen, die grüne Zukunftsmärkte mit hohem Umweltentlastungs- und Marktwachstumspotenzial identifiziert, mit Blick auf seine Skalierungs- und Verbreitungsbedingungen (Diffusionsbedingungen) untersucht und anhand von aussichtsreichen Geschäftsmodellen und Unternehmensbeispielen vorstellt. Dazu sollte der Fokus auf das zukunftsweisende Konzept der „Circular Economy“ gelegt werden.

#### **Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieser Studie:**

- Daten und Fakten zu wichtigen grünen Wachstumsmärkten der Circular Economy zu liefern,
- deren Marktwachstumsbedingungen und Verbreitungsdynamik (Diffusionsdynamik) zu beleuchten,
- aussichtsreiche zirkuläre Geschäftsmodelle zu identifizieren und diese anhand von
- Best Practices und konkreten Unternehmensbeispielen vorzustellen.

Damit sollen Handlungsmöglichkeiten vor allem für die Zielgruppe Automobilwirtschaft, Maschinenbau und produzierendes Gewerbe aufgezeigt und zur Übernahme und Adaptation angeregt werden, um so die Entwicklung des Marktes für GreenTech zu fördern und die Transformation zu einer dekarbonisierten und kreislauffähigen Wirtschaft zu beschleunigen.

Mit ihrer Zielsetzung nimmt die Studie Bezug auf die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (United Nations, 2019), den EU-Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (EU-Kommission, 2020) und die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie der Bundesregierung (BMUV, 2023), aber auch auf die Aktivitäten von Netzwerken wie der Circular Economy Initiative Deutschland (2021) oder der Deutschen Normungsroadmap Circular Economy (DIN, DKE, & VDI, 2023).

#### **Die Studie baut auf folgenden zentralen Theorien und Konzepten auf:**

- Nachhaltigkeitsinnovationen und grüne Zukunftsmärkte (Fichter & Clausen, 2013)
- Circular Economy (Circular Economy Initiative Deutschland, 2021)
- Transformationspfade, Diffusionsfaktoren und Diffusionsdynamik (Clausen & Fichter, 2019)
- Zirkuläre Geschäftsmodelle (Hansen et al., 2021)

#### **Für die Erarbeitung der Studie wurde folgende Methodik gewählt:**

- Identifizierung, Analyse und Auswahl zirkulärer Wachstumsmärkte auf Basis von Experteninterviews und sekundäranalytischer Auswertungen aktueller Studien und Publikationen.
- Analyse der Skalierungs- und Wachstumsbedingungen ausgewählter grüner zirkulärer Wachstumsmärkte mit Hilfe der vom Borderstep Institut entwickelten Verbreitungs- bzw. Diffusionsanalyse (Clausen & Fichter, 2019; Fichter & Clausen, 2013) und einer Umweltentlastungsanalyse.
- Erstellung von Verbreitungsprofilen (Diffusionsprofilen) für einzelne Wachstumsmärkte, inklusive der Errechnung von Scores für deren Verbreitung (Diffusionsdynamik).
- Identifizierung relevanter zirkulärer Strategien auf Basis der Deutschen Normungsroadmap Circular Economy (2023, S. 26 f.) und der Arbeiten der Circular Economy Initiative Deutschland (2021).
- Identifizierung und Auswahl relevanter zirkulärer Geschäftsmodelle auf Basis einschlägiger Vorarbeiten (Hansen, Lüdeke-Freund, & Fichter, 2020; Hansen et al., 2021; Lüdeke-Freund, Gold, & Bocken, 2019).
- Identifizierung von Best Practices und Auswahl von ein oder zwei Unternehmensbeispielen pro zirkulärem Wachstumsmarkt oder Geschäftsmodell.
- Erhebung und Aufbereitung von konkreten Best-Practice-Beispielen mit zirkulären Geschäftsmodellen auf Basis von Experteninterviews, Unternehmensveröffentlichungen, öffentlichen Quellen sowie Interviews mit verantwortlichen Personen aus den Unternehmen.
- Aufbereitung der Befunde und Ergebnisse in der vorliegenden Studie.

#### **Aufbau der Studie:**

Im folgenden Kapitel 2 werden zunächst die zentralen Konzepte und Begriffe vorgestellt und die genaue Vorgehensweise erläutert. Auf dieser Basis werden anschließend die sieben ausgewählten zirkulären Wachstumsmärkte jeweils mit Daten und Fakten vorgestellt und anhand von ausgewählten Best Practice Beispielen näher illustriert und beleuchtet.



# Grundlagen und Vorgehen

- 2.1 Circular Economy
- 2.2 Dienstleistungsorientierung als zentraler Ansatz für das Wirtschaften in Kreisläufen
- 2.3 Zirkuläre Strategien
- 2.4 Grüne zirkuläre Wachstumsmärkte
- 2.5 Zirkuläre Geschäftsmodelle
- 2.6 Übersicht und Auswahl der Best Practice Beispiele

## Circular Economy

Zu den Vordenkern des Konzeptes einer „Circular Economy“ gehört der Schweizer Walter R. Stahel, der mit seinem in Genf angesiedelten Product Life Institute bereits in den 1980er Jahren wesentliche Grundideen einführte. Seine Vorstellung einer Kreislaufwirtschaft geht davon aus, dass die Industrie mit Strategien der Wiederverwendung und Verlängerung der Nutzungsdauer von Gütern, Abfälle vermeidet, regionale Arbeitsplätze schafft und Ressourcen effizient nutzt. Das zentrale Ziel ist dabei, den Wohlstand vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln, also die industrielle Wirtschaft zu entmaterialisieren. Als effizienteste Strategie einer Circular Economy schlug er sehr früh vor, Güter nicht als solche zu verkaufen, sondern als andauernde Dienstleistung zur Verfügung zu stellen (Giarini, Stahel, Prigogine, Weiszäcker, & Giarini, 2000), physische Produkte also als „Dienstleistungserfüllungsgehilfen“ zu betrachten. Diese Grundideen inspirierten Konzepte von öko-intelligenten Produkten und Dienstleistungen (Birter, Stahel, & Schmidt-Bleek, 1996), der Ressourceneffizienzmessung, z.B. mit der Kennzahl „Material-Input pro Serviceeinheit (MIPS)“ (Schmidt-Bleek, 1993), oder auch das Cradle-to-Cradle-Konzept (McDonough & Braungart, 2002).

### Circular Economy

Der Begriff „Circular Economy“ lässt sich mit Kreislaufwirtschaft übersetzen. Er bezeichnet ein materiell geschlossenes Wirtschaftssystem, das auf die Minimierung und nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, die Maximierung der Wiederverwendung von Materialien und Rohstoffen und die Vermeidung von Abfällen ausgerichtet ist. Im Rahmen des EU-Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft umfasst die Circular Economy sämtliche Phasen der Wertschöpfung – von der Produktgestaltung über die Produktion bis hin zum Einsatz von Produkten, deren Reparatur und Abfallbewirtschaftung. Bereits genutzte Rohstoffe werden als Sekundärressourcen in die Wirtschaft zurückgeführt, um ihren Lebenszyklus zu verlängern.

Während das bereits 1994 eingeführte und mittlerweile mehrfach neugefasste deutsche Kreislaufwirtschaftsgesetz einen starken Fokus auf die Vermeidung und die umweltverträgliche Bewirtschaftung von Abfällen setzt, ist das heute diskutierte Konzept der „Circular Economy“ breiter angelegt. So orientiert sich die 2023 verabschiedete Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie der Bundesregierung am Leitbild der „Circular Economy“, wie es auch dem „Neuen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft“ der EU-Kommission zugrunde liegt (EU-Kommission, 2020). Mit dem Leitbild soll die „Transformation zur Nachhaltigkeit“ und „die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltzerstörung“ unterstützt werden:

**„Zirkuläres Wirtschaften ist mehr als das Schließen der Stoffkreisläufe und nutzt u. a. Produktgestaltung für höhere Lebensdauern und Reparierbarkeit von Produkten sowie ressourcenschonende Produktionsprozesse.“**

(BMUV, 2023, S. 3).

Außerdem dient das Konzept nicht nur dem Umwelt- und Klimaschutz, sondern soll auch einen „wesentlichen Beitrag zur Lösung des Knappheitsproblems durch sichere Rohstoffversorgung leisten, auch bei kritischen Rohstoffen wie seltenen Erden“ (BMUV, 2023, S. 7). Sowohl auf nationaler wie auch auf EU-Ebene dient das Konzept damit auch der Sicherung und Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft.

### Blick auf Deutschland: Zirkuläres Wirtschaften in der nationalen Perspektive

Die Circular Economy in Deutschland steht vor einer kritischen Phase, die von den wachsenden Anforderungen einer führenden Wirtschaftsnation und der Notwendigkeit, nachhaltiger zu wirtschaften, geprägt ist. Obwohl Deutschland seit Jahren als Vorreiter in Bezug auf Recyclingquoten gilt, sind die Rohstoffströme in der deutschen Wirtschaft weitgehend linear organisiert, wobei der Anteil der Sekundärrohstoffe am gesamten Rohstoffverbrauch nur etwa 13 % beträgt (EUROSTAT, 2023).

Die aktuelle und erwartete Zunahme des Rohstoffbedarfs für neue Investitionen, wie beispielsweise in den Bereichen Wohnen, erneuerbare Energien und Verteidigung, stellt



eine zusätzliche Herausforderung dar. Zudem liegt der Rohstoffkonsum pro Kopf in Deutschland deutlich über dem globalen Durchschnitt (Statistisches Bundesamt, 2021), was die Dringlichkeit von Maßnahmen zur Förderung der Circular Economy unterstreicht.

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, den Rohstoffbedarf vom Wirtschaftswachstum zu entkoppeln. Dieses Ziel wurde zwar erreicht, allerdings nicht in dem gewünschten Ausmaß (UBA, 2022). Es bleibt eine zentrale Herausforderung, den Fokus über die Quantität hinaus auch auf die Qualität der Kreislaufwirtschaft zu richten (SRU, 2020). Hierzu gehören die Verlängerung von Produktlebenszyklen und die systemische Schließung von Kreisläufen. Aspekte, die bisher nur unzureichend berücksichtigt wurden.

Der Status quo in Deutschland zeigt daher ein Bild einer „kreislaforientierten Abfallwirtschaft“ anstelle einer echten Circular Economy (SRU, 2020). Um die für die Einhaltung der planetaren Grenzen erforderlichen Klima- und Ressourcenschutzmaßnahmen zu ermöglichen, ist eine systemische Perspektive und eine entschiedeneren Umsetzung von Circular Economy-Prinzipien erforderlich. Die Realisierung einer echten Kreislaufwirtschaft in Deutschland wird nicht nur die Umweltauswirkungen reduzieren, sondern auch die Wirtschaft stärken, indem sie die Abhängigkeit

von primären Rohstoffen verringert und Innovation fördert. Es bedarf einer ganzheitlichen Strategie, die Gesetzgebung, Technologie, Bildung und Unternehmenspraxis miteinander verbindet, um eine nachhaltige Umgestaltung der Rohstoffnutzung in Deutschland zu erreichen.

### Circular Economy in Industrie und Mittelstand

Für Industrie und Mittelstand spielt das Konzept der Circular Economy eine besondere Rolle. Unternehmen jeglicher Größe stehen vor der Herausforderung, sich in einem rasant verändernden Marktumfeld zu behaupten, in dem Nachhaltigkeit und Verantwortung gegenüber der Umwelt immer wichtiger werden. Durch die Implementierung von zirkulären Strategien (vgl. Kapitel 2.3) können sie nicht nur ihren ökologischen Fußabdruck reduzieren, sondern auch die Betriebskosten senken, indem sie effizienter arbeiten und Abfall minimieren. Dies bietet auch eine Möglichkeit, sich auf einem wettbewerbsintensiven Markt positiv zu differenzieren und gleichzeitig einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung zu leisten. Die Verknüpfung der Circular Economy mit den zirkulären Strategien und Geschäftsmodellen bildet somit ein kraftvolles Instrument für moderne Unternehmen, die auf der Suche nach langfristigen, nachhaltigen Wachstumsstrategien sind.

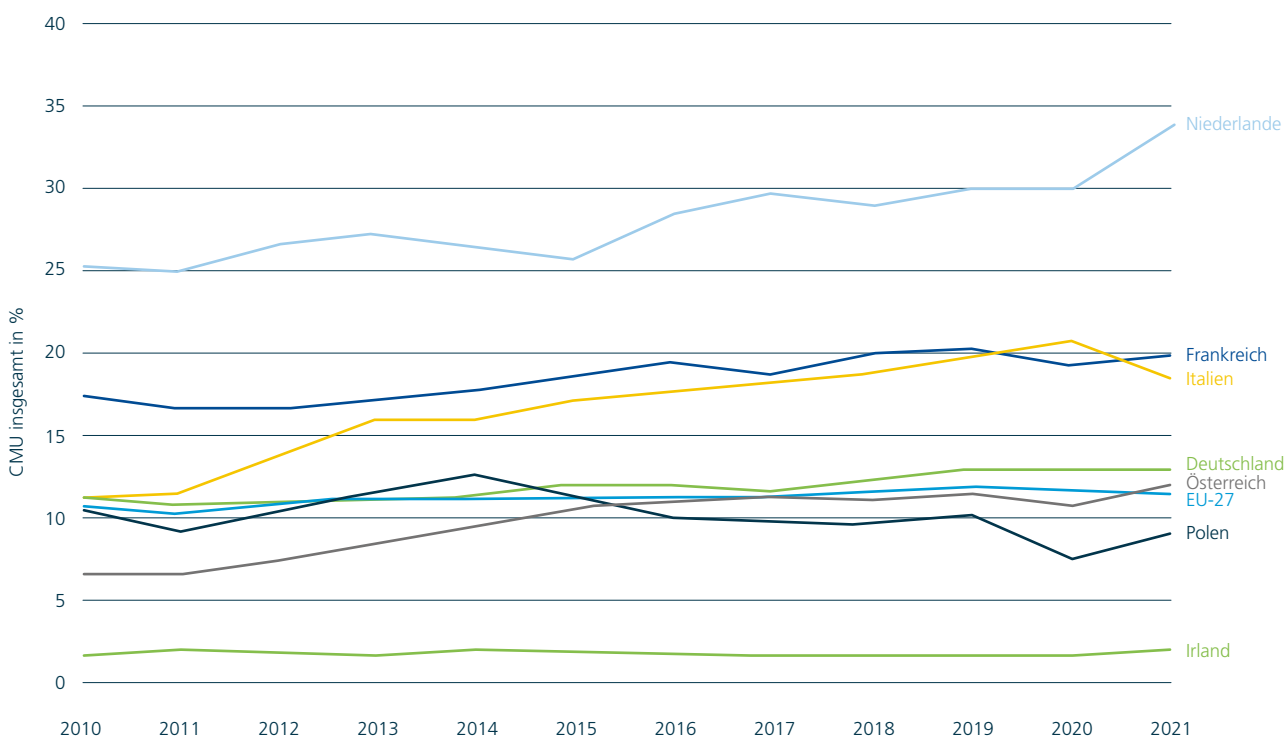


Abbildung 1: Prozentuale Anteile von Sekundärrohstoffen am Rohstoffeinsatz (Circular Material Use Rate (CMU) nach Eurostat)  
Quelle: BMUV (2023, S. 16)

„Wenn man die Kreislaufwirtschaft leben möchte, benötigt man 100% Zugriff auf die Produkte. Wenn man es nicht schafft, den Rückfluss und die Wiederverwendung hinzubekommen, ist das Prinzip tot.“

Thomas Rauser (TRUMPF SE & Co. KG)



## 2.2

## Dienstleistungsorientierung als zentraler Ansatz für das Wirtschaften in Kreisläufen

Bereits in den 1990er Jahren schlug Walter R. Stahel (vgl. Kapitel 2.1) als effizienteste Strategie einer Circular Economy vor, Güter nicht als solche zu verkaufen, sondern als andauernde Dienstleistung zur Verfügung zu stellen (Giarini et al., 2000). Diese Idee adressiert die Hauptherausforderung einer Kreislaufwirtschaft, nämlich die systematische Rückführung gebrauchter Produkte für eine weitere Verwertung und die Kreislaufführung. Die Lösung dieser Hauptherausforderung, wird dadurch deutlich vereinfacht, dass der Anbieter ein physisches Produkt (Maschine, Anlage, Komponente usw.) nicht verkauft, sondern einem Kunden lediglich zur Nutzung überlässt, z. B. in Form von Leasing- oder Betreibermodellen. Damit bleibt es in seinem Eigentum, in seinem planbaren Zugriff und Teil einer Rücknahme- und Zweitverwertungsstrategie. Der zweite wesentliche ökologische Effekt einer Dienstleistungsorientierung liegt darin, dass ein Hersteller und Anbieter ein größeres ökonomisches Interesse an der Langlebigkeit und Qualität eines Produktes hat, wenn er nicht am Verkauf, sondern an einer mit dem Produkt verbundenen Dienstleistung verdient. Hier wird das physische Produkt zum „Dienstleistungserfüllungshelfen“. Anbieter haben hier einen Anreiz, die Lebensdauer von Produkten zu verlängern, sie möglichst intensiv zu nutzen, sie möglichst kosten- und materialeffizient herzustellen und als Ganzes oder in Teilen nach dem Ende der Erstnutzungsdauer möglichst wiederzuverwenden. „All diese Faktoren können zu einer Minimierung der Materialströme in der Wirtschaft bei

gleichzeitiger Maximierung des Service-Outputs bzw. der Nutzerzufriedenheit führen.“ (Hansen et al., 2021, S. 29). Physische Produkte und damit verbundene Services verbinden sich in dieser Betrachtung zu sogenannten „Produkt-Service-Systemen“. Viele Konzepte zirkulärer Geschäftsmodelle greifen dieses Konzept auf und stellen es in den Mittelpunkt von Geschäftsmodellen.

Das Konzept der Produkt-Service-Systeme wurde bereits früh von Tukker (2004) auf seine ökonomischen und ökologischen Vorteile untersucht. Tukker schlägt dabei die in Abbildung 2 dargestellten acht Typen von Produkt-Service-Systemen vor. Diese variieren entsprechend dem Erlösanteil von physischem Produkt und / oder Dienstleistung. Während z. B. beim Typ „Produktbezogen“ der Haupterlösanteil aus dem Verkauf des Produktes und nur aus kleinen Wertschöpfungsanteilen produktbezogener Dienstleistungen (z. B. Reparaturservices) erfolgt, liegt der Erlös beim Typ „Pay-per-Service-Unit“ ausschließlich im Verkauf eines mit dem Kunden definierten Nutzens (z. B. Output einer im Pay-per-Performance bereitgestellten Maschine). Viele Service-Modelle, wie z. B. Full-Service-Angebote, sind in der Industrie schon seit langen Jahren im Einsatz und verfügen bereits über eine weite Verbreitung. Zum überwiegenden Teil werden diese Geschäftsmodelle bislang aber nur unter rein betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten wahrgenommen, genutzt und kommuniziert. Deren Potenzial zur Steigerung der Ressourceneffizienz und der Kreislaufführung entlang des Produktlebensweges und ihre ökologischen Vorteile werden bislang selten gesehen und erschlossen.

„Also je mehr ich in Richtung Dienstleistung gehe [...] und je weniger das Produkt im Zentrum steht, desto mehr Möglichkeiten habe ich, die ökologischen zirkulären Potenziale zu erschließen.“ **Prof. Dr. Erik Hansen**, Leiter Institut für Integrated Quality Design, Johannes Kepler Universität (JKU) Linz.

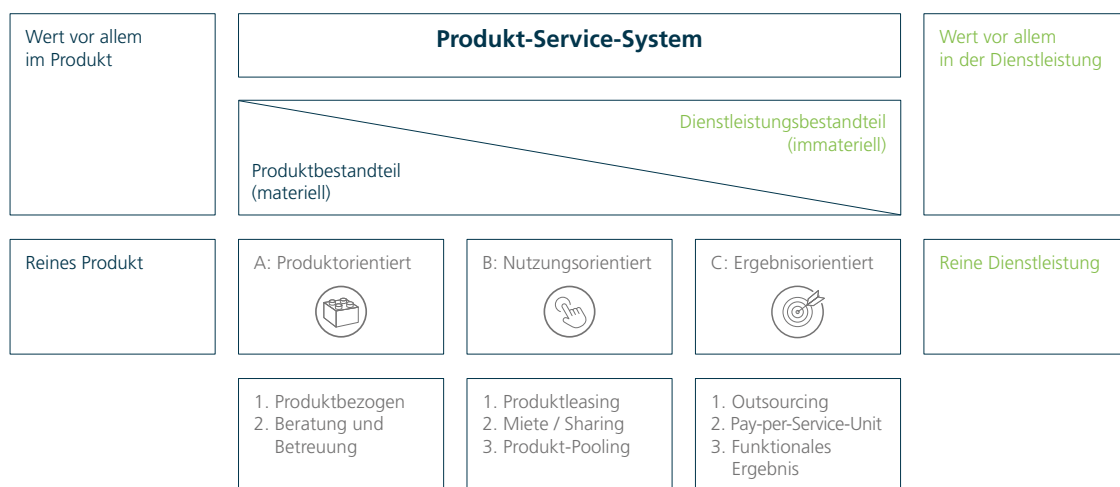


Abbildung 2: Acht Typen von Produkt-Service-Systemen  
Quelle: Hansen et al. (2021, S. 31), basierend auf Tukker (2004, S. 248)

## Zirkuläre Strategien

Wie im vorangegangenen Kapitel gezeigt wurde, ist die Dienstleistungsorientierung ein zentraler Ansatz für das Wirtschaften in Kreisläufen. Ebenso wichtig sind aber auch zirkuläre Planungsstrategien, die bereits bei der Ideengenerierung und Planung innovativer Produkte ansetzen (z. B. Reduce by design), sowie technische Strategien, die eine Produktlebensdauererweiterung, die Produktnutzungsintensivierung und das Ende des Produktlebenszyklus miteinander verbinden (Zweitnutzungsoptionen, Demontagefähigkeit, Recyclingoptionen).

Bei der Systematisierung von zirkulären Strategien kann auf das sogenannte „9R-Konzept“ aufgebaut werden, das sowohl von UN-Organisationen wie dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (<https://buildingcircularity.org>) wie auch von der Deutschen Normungsroadmap Circular Economy (DIN et al., 2023, S. 29 ff.) herangezogen wird. Das Konzept der R-Strategien baut auf dem Prinzip „Reduce, Reuse, Recycle“ auf. Es ist nicht nur eine gute Systematisierungsgrundlage, sondern auch ein praktisches Werkzeug, welches Unternehmen bei der Implementierung von Kreislaufwirtschaftsstrategien leiten kann. Da im 9R-Konzept die Strategie „Remain (Instandhaltung)“ nicht systematisch berücksichtigt wird, erweitern wir hier die bisherige Klassifi-

kation zirkulärer Strategien zum 10R-Konzept. Die in Abbildung 3 dargestellten Strategien Refuse (Verzicht), Reduce by design (Reduktion durch Design) und Rethink (Überdenken) zielen darauf ab, bereits bei der Planung von technischen Systemen und der mit ihnen verbundenen Stoffströme den Verbrauch an natürlichen Ressourcen und die Abfallentstehung zu vermeiden oder zu minimieren. Im Weiteren verfolgen die Strategien Remain (Instandhaltung), Repair (Reparieren), Reuse (Wiederverwendung), Refurbish (Instandsetzung, Aufarbeitung) und Remanufacture (Wiederaufbereitung) das Ziel, bereits im Einsatz befindliche Produkte innerhalb des Wirtschaftssystems zu halten und ihre Lebensdauer zu verlängern oder ihre Nutzung zu intensivieren. Sollten diese am Ende des Produktlebensweges bzw. ihrer ursprünglichen Nutzung und Funktion nicht mehr anwendbar sein, erlauben die Strategien Repurpose (Umnutzung) und Recycle (Recycling) anderweitige Nutzungsmöglichkeiten bzw. die Rückgewinnung von Sekundärrohstoffen. Insgesamt eröffnen die R-Strategien neue Handlungsoptionen für eine zirkuläre Wertschöpfung, indem der Bedarf an Primärrohstoffen vermindert und Sekundärrohstoffe gewonnen werden. Die R-Strategien systematisieren verschiedene zirkuläre Strategien in einer Hierarchie, ergänzen sich gegenseitig und koexistieren. „Diese werden als Kerngerüst der Transformation hin zur zirkulären Wertschöpfung angesehen“ (DIN et al., 2023, S. 26).

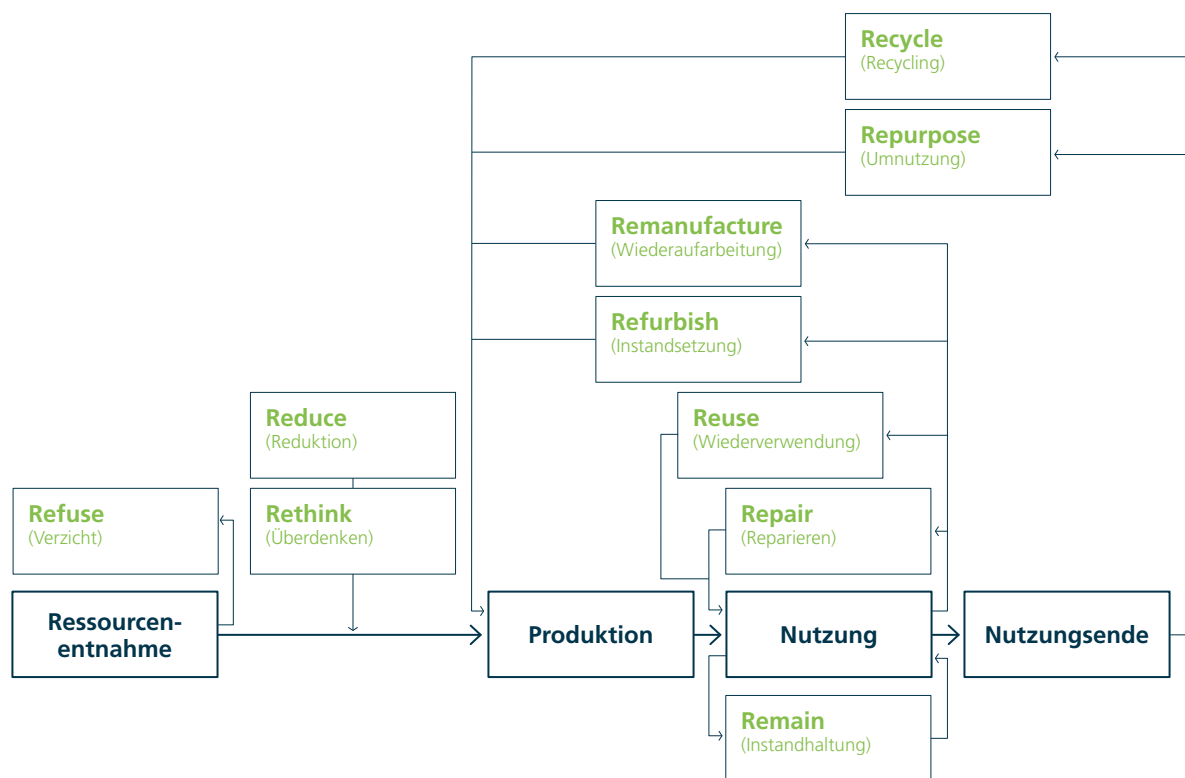


Abbildung 3: R-Strategien der Circular Economy entlang des Produktlebenszyklus  
Quelle: Borderstep Institut basierend auf DIN et al. (2023)

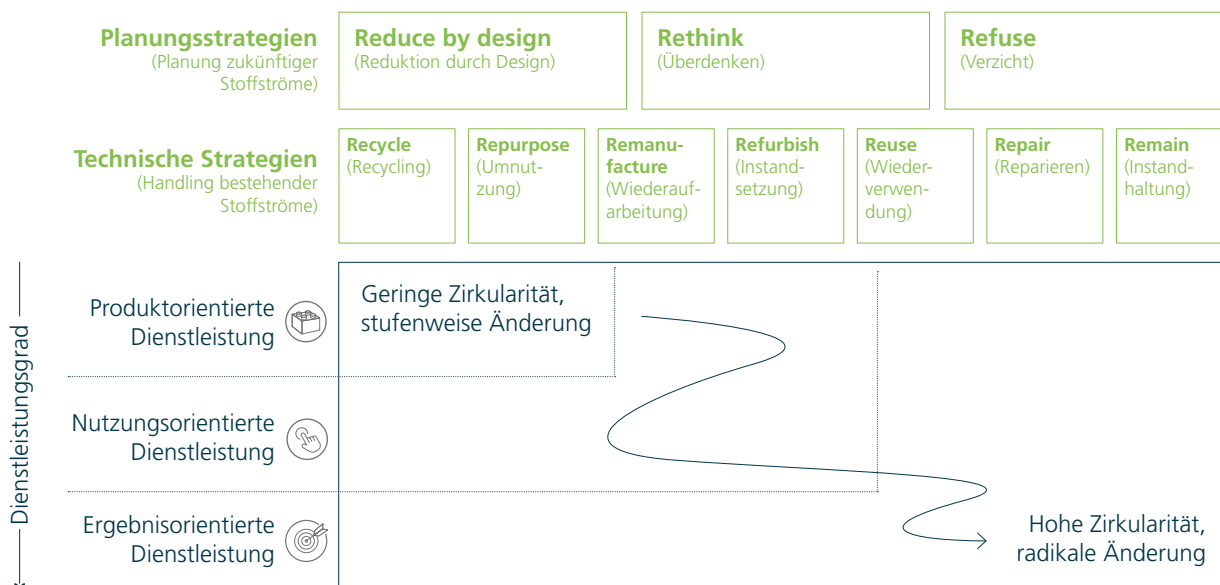


Abbildung 4: Zirkuläre Strategien und Dienstleistungsorientierung als Basis für zirkuläre Geschäftsmodelle  
Quelle: Borderstep Institut basierend auf Hansen et al. (2021, S. 32)

Die erfolgreiche Umsetzung zirkulärer Strategien durch Unternehmen erfordert passgenaue Geschäftsmodelle, Kompetenzen im Bereich des zirkulären Produktdesigns, den Aufbau und das Management von Rückflüssen sowie kreislauf- und sektorübergreifende Zusammenarbeit. Als Grundlagen für die Entwicklung zirkulärer Geschäftsmodelle (vgl. Kapitel 2.5) gilt es, die in Kapitel 2.2 vorgestellte Dienstleistungsorientierung mit den R-Strategien zu verknüpfen. Dabei ist zu beachten, dass sowohl die Dienstleistungsorientierung wie auch die zirkulären Strategien einer hierarchischen Struktur folgen.

So steigt der Dienstleistungsgrad von produktorientierten Dienstleistungen über nutzungsorientierte Dienstleistungen bis hin zu ergebnisorientierten Dienstleistungen an. Dies verbindet sich mit der grundsätzlichen Annahme, dass je höher der Dienstleistungsgrad ist, desto höher auch das Potenzial für die Kreislaufführung ausfällt (Zirkularität).

Auch bei den R-Strategien ist von einer Hierarchie bzw. einer Prioritätenreihenfolge auszugehen. So sind die Potenziale zirkulärer Planungsstrategien (Planung zukünftiger technischer Systeme und Stoffströme), also der R-Strategien Refuse, Rethink und Reduce by design, für Ressourceneffizienz und Kreislaufführung höher einzustufen als spätere Eingriffe in bereits bestehende Produktsysteme. Auch innerhalb der technischen R-Strategien (Handling bestehender Produktsysteme und Stoffströme) ist eine grundsätzliche Abstufung

hinsichtlich ihres Beitrages zu Ressourceneffizienz und Produktnutzungsintensität vorzunehmen. Während die Strategien Remain (Instandhaltung), Repair (Reparatur) und Reuse (Wiederverwendung) dafür sorgen, dass ein Produkt oder technische Anlage mit seiner bestehenden technischen und stofflichen Beschaffenheit möglichst lange und effizient genutzt werden kann, nimmt das Ressourceneffizienz- und Dematerialisierungspotenzial bei Refurbish (Instandsetzung) und Remanufacture (Wiederaufarbeitung) bereits etwas ab, da hier in den Instandsetzungs- oder Wiederaufbereitungsprozess zusätzliche Ressourcen für Bearbeitung und Ersatzteile aufgewendet werden müssen. Dies gilt umso mehr bei Repurpose (Umnutzung) und dem finalen stofflichen Recycling.

Greift man dieses grundsätzliche Potenzial für Ressourceneffizienz und Kreislaufführung auf, so ergibt sich eine Abstufung von geringer Zirkularität zu hoher Zirkularität, wie sie in Abbildung 4 dargestellt ist. Dabei ist zu beachten, dass es sich hier um eine allgemeine Orientierung und eine zunächst „theoretische“ Größe handelt. Welcher Dienstleistungsgrad und welche R-Strategien sich in der Praxis am besten für einen zirkulären Business Case und erfolgreiche Geschäftsmodelle eignen, ist immer situativ und branchenspezifisch zu entscheiden und kann zum Teil erheblich abweichen. Ein wesentlicher Einflussfaktor und „Enabler“ ist dabei der Einsatz digitaler Infrastrukturen und Tools, wie sie in Kapitel 2.5 vorgestellt werden.

## Grüne zirkuläre Wachstumsmärkte

Märkte für innovative Produkte und Dienstleistungen, die wirksam und nachweislich zum Umwelt- und Klimaschutz beitragen, sollen hier als „grüne Zukunftsmärkte“ bezeichnet werden. Das ökologische und wirtschaftliche Potenzial grüner Zukunftsmärkte ist seit langen Jahren Gegenstand von wissenschaftlichen Untersuchungen (Clausen & Fichter, 2021; Clausen, Fichter, Gandenberger, & Braungardt, 2017; Fichter & Clausen, 2013) und Studien zur Politikberatung (BMU (Hrsg.), 2021; Kahlenborn et al., 2014). Aus der Gesamtmenge grüner Zukunftsmärkte waren im Rahmen der vorliegenden Studie jene herauszufiltern, bei denen Umsätze mit zirkulären Produkten und Geschäftsmodellen aktuell oder in Zukunft erzielt werden und bei denen von einem signifikanten Marktwachstum ausgegangen werden kann. Solche Märkte werden hier als „zirkuläre Wachstumsmärkte“ bezeichnet. Für die Identifizierung, Analyse und Auswahl wichtiger zirkulärer Wachstumsmärkte wurden bestehende Studien und Publikationen sekundäranalytisch ausgewertet. Außerdem wurde auf Experteninterviews zurückgegriffen. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

- **Desktop-Recherche:** Systematische Suche nach Studien zu zirkulären Wachstumsmärkten mit hoher Relevanz für Automotive und Manufacturing in Fachpublikationen und wissenschaftlichen Datenbanken.
- **Studien- und Berichtsanalyse:** Prüfung und Bewertung vorhandener Studien und Berichte bzgl. Methodik, Datenqualität und Relevanz für die Ziel- und Fragestellung der vorliegenden Untersuchung.
- **Auswahl wichtigster Studien:** Aus der Gesamtheit aller identifizierten Quellen wurden 27 Studien ausgewählt, die relevante Zahlen, Fakten und Informationen für die Identifizierung und Beschreibung relevanter zirkulärer Wachstumsmärkte enthielten.
- **Extraktion relevanter Erkenntnisse und Schlüsselaussagen:** Erstellung einer Longlist von elf potenziell relevanten zirkulären Wachstumsmärkten.
- **Bewertung** der Longlist, insbesondere mit Blick auf das Umweltentlastungs- und Skalierungspotenzial.
- **Einbeziehung** von Expertenmeinungen und vertiefenden Forschungsquellen.
- **Auswahl** von sieben zirkulären Wachstumsmärkten (vgl. Abbildung 5).
- **Analyse** der aktuellen und zukünftigen Marktentwicklung mit Hilfe der vom Borderstep Institut entwickelten Diffusionsdynamik-Analyse, die 22 Einflussfaktoren in 6 Einflussphären untersucht und mittels eines Scoring-Verfahrens bewertet (vgl. Kasten „Methodik: Untersuchung der Marktentwicklung mit Hilfe der Diffusionsdynamik-Analyse“).
- **Erstellung von Diffusionsprofilen** für die ausgewählten Wachstumsmärkte mit Daten und Fakten sowie Darstellung der bewerteten 22 Einflussfaktoren sowie des aggregierten Gesamtindicators „Diffusionsdynamik“, der das Potenzial für das zukünftige Marktwachstum beschreibt.
- **Zentrale Daten und Fakten** aus den Diffusionsprofilen sind in den jeweiligen Unterkapiteln „Daten und Fakten“ für jeden zirkulären Wachstumsmarkt dargestellt (vgl. Kapitel 3 bis 9).

Die Zwischenergebnisse dieses Prozesses werden hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt, stehen aber auf Nachfrage zur Verfügung. Dies umfasst insbesondere die Übersicht der Studienauswahl, die Longlist der identifizierten zirkulären Wachstumsmärkte und die ausführlichen Diffusionsdynamik-Analysen für die ausgewählten Wachstumsmärkte.



Abbildung 5: Für eine vertiefende Untersuchung ausgewählte zirkuläre Wachstumsmärkte

## Methodik: Untersuchung der Marktentwicklung mit Hilfe der Diffusionsdynamik-Analyse

Für die Auswahl und Analyse der in dieser Studie dargestellten zirkulären Wachstumsmärkte wurde die vom Borderstep Institut entwickelte Methodik der Diffusionsdynamik-Analyse (Clausen & Fichter, 2019; Clausen & Hinterholzer, 2022; Fichter & Clausen, 2013) herangezogen, die seit über zehn Jahren für mehr als 150 Marktentwicklungsanalysen angewendet wurde. Das Analysekonzept baut auf anerkannte Theorien aus der Evolutorischen Ökonomik und dem Konzept des Diffusionspfades auf (Fichter & Clausen, 2013). Der methodische Ansatz der Diffusionsanalyse konzentriert sich auf 22 Einflussfaktoren, die in empirischen Studien der Innovations- und Diffusionsforschung als besonders einflussstark identifiziert wurden. Die Einflussfaktoren können sechs Einflusssphären zugeordnet werden:

### Produktbezogene Faktoren

1. **Relativer Vorteil der Innovation:** Welchen funktionellen oder sozialen Vorteil hat die Innovation im Vergleich zum Vorgängerprodukt?
2. **Wahrnehmbarkeit:** Ist die Nutzung der Innovation durch Dritte wahrnehmbar, ohne dass durch besondere Informationsanstrengungen auf sie hingewiesen wird?
3. **Kompatibilität:** Ist die Innovation an ihr Umfeld technisch, institutionell und kulturell anschlussfähig?
4. **Komplexität:** Ist die Innovation für Anwendende vielschichtig und nicht leicht zu durchschauen (komplex) und bedarf es besonderen Fachwissens zum Verständnis?
5. **Erprobbarkeit:** Kann die Innovation ohne großen Aufwand durch Anwendende erprobt werden?

### Anwenderbezogene Faktoren

6. **Nutzer-Innovatoren:** Lassen sich im Innovationsprozess bzw. bei der Markteinführung Innovatoren auf Seite der Anwendenden identifizieren? Gibt es Hinweise, dass Nutzer-Innovatoren gezielt in den Herstellerinnovationsprozess integriert wurden?
7. **Notwendigkeit von Verhaltensänderung:** Verlangt die Anwendung der Innovation bei Anwendenden eine Verhaltensänderung?
8. **Unsicherheiten bei Anwendenden:** Inwieweit gab oder gibt es unter den Anwendenden Unsicherheiten bezüglich der Innovation?
9. **Preise, Kosten, Wirtschaftlichkeit:** Inwieweit fördern oder hemmen Preis-, Kosten- oder Wirtschaftlichkeitsaspekte die Adoption?

### Anbieterbezogene Faktoren

10. **Ausbildungsaufwand:** Erfordert die Bereitstellung des Produktes oder die Erbringung der Dienstleistung einen hohen Aufwand zur Ausbildung und im Qualitätsmanagement?
11. **Bekanntheitsgrad und Reputation der Anbietenden:** Existieren bereits Anbietende der Innovation, die über einen hohen Bekanntheitsgrad und hohe Reputation verfügen?
12. **Vollständigkeit und Verfügbarkeit der Serviceangebote:** Wird die Innovation mit einem vollständigen Servicepaket angeboten und ist sie für den Kundenkreis einfach verfügbar?

## Branchenbezogene Faktoren

13. **Rolle des Branchenverbandes:** Existiert ein Branchenverband, verfügt er über politischen Einfluss und setzt er diesen für die Förderung der Innovation ein?

14. **Rolle der Marktführenden:** Wer waren die Marktführenden in der Branche, in der die Innovation eingeführt wurde und fördern oder hemmen sie die Diffusion?

15. **Intermediäre als Change Agencies:** Inwieweit haben Marktintermediäre (z. B. Handelsunternehmen) und Politikintermediäre (z. B. Energie-, Effizienz-, Klimaschutzagenturen) bis dato den Diffusionsverlauf beschleunigt oder gebremst?

## Politische Faktoren

16. **Institutionelle Hemmnisse:** Inwieweit haben gesetzliche oder behördliche Regelungen die Verbreitung der Innovation bis dato gehemmt?

17. **Staatliche Push- und Pull-Aktivitäten:** Inwieweit wurde die Innovation durch regionale, nationale oder EU-weite Vorschriften (Push) oder Förderaktivitäten (Pull) in ihrer Verbreitung beschleunigt?

18. **Leitmarktpolitiken:** Ist die Innovation Teil einer gezielten Leitmarktpolitik auf regionaler, nationaler oder EU-Ebene?

19. **Medien und Kampagnen:** Inwieweit haben Medien (Presse, Rundfunk etc.) und Kampagnen von NGOs den Diffusionsverlauf beschleunigt oder gebremst?

## Pfadbezogene Faktoren

20. **Pfadabhängigkeiten:** Inwieweit haben technologische oder wirtschaftliche Pfadabhängigkeiten die bisherige Diffusionsgeschwindigkeit gebremst?

21. **Preisentwicklung:** Wie hat sich der (inflationsbereinigte) Preis im Verlauf des Diffusionsprozesses entwickelt?

22. **Selbstverstärkende Effekte:** Sind im sozialen System des Diffusionsprozesses selbstverstärkende Effekte wie z. B. Nachahmungseffekte aufgrund von Vorbildern / Prominenten / Meinungsführern oder kritische Masse-Phänomene zu beobachten?

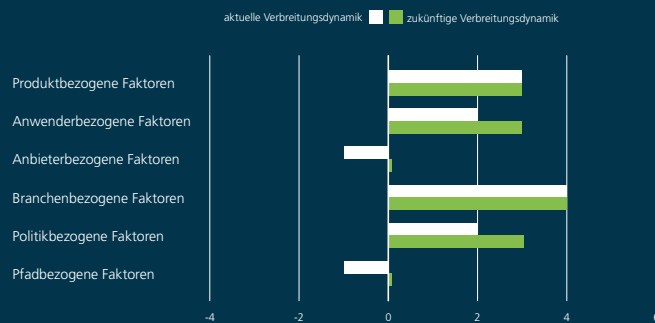


Abbildung 6: Beispielhafte Darstellung der Marktverbreitungskräfte pro Einflussosphäre  
Quelle: Borderstep Institut

Die Datenerhebung erfolgt qualitativ, indem für jeden zirkulären Wachstumsmarkt ein Profil anhand eines standardisierten Schemas erstellt wird. Dieses Schema beinhaltet sowohl Eckdaten zur Innovation als auch die Ausprägungen der 22 Einflussfaktoren zum Status Quo zum Erfassungszeitpunkt (Verbreitungsstand). Die Daten werden durch ein Codierteam erfasst, wobei eine 3er und 5er-Skala für die Faktorausprägungen verwendet wird. Dies ermöglicht die Ermittlung einer Punktzahl pro Faktor (Scoring). Diese können pro Einflussosphäre (z. B. produktbezogene Faktoren usw.) oder über alle 22 Faktoren (Gesamt- oder Spitzenindikator für die aktuelle oder zukünftige Diffusionsdynamik) addiert werden. Obwohl die Methode qualitativ ist, werden die Daten quantifiziert, um eine deskriptive statistische Auswertung und Darstellung zu ermöglichen. Zusätzlich zur Analyse des Status Quo der Diffusions- bzw. Verbreitungsdynamik wird für jeden Wachstumsmarkt, basierend auf der gleichen Methodik, ein Verbreitungspotenzial (Diffusionspotenzial) prognostiziert und quantifiziert. Die so bestimmten Werte für den aktuellen Verbreitungsstand sowie das erwartete Verbreitungspotenzial (Marktwachstum) werden zusammengefasst nach den sechs Einflussosphären, für jeden zirkulären Wachstumsmarkt in Form eines übersichtlichen Balkendiagramms dargestellt. Die Schlüsselerkenntnisse des Vergleichs von Ist-Zustand und Potenzial der Verbreitung werden zudem in den begleitenden Beschreibungen der zirkulären Wachstumsmärkte näher erläutert.



## Zirkuläre Geschäftsmodelle

Die Untersuchung von Business Cases und Geschäftsmodellen für die Kreislaufwirtschaft ist seit über einer Dekade Gegenstand intensiver Forschung (Bocken, Schuit, & Kraaijenhagen, 2018; Geissdoerfer, Pieroni, Pigosso, & Soufani, 2020; Hansen et al., 2020; Kanda, Geissdoerfer, & Hjelm, 2021; Lüdeke-Freund et al., 2019). Aufbauend auf diesen wissenschaftlichen Befunden und den langjährigen Praxiserfahrungen von Vorreiterunternehmen mit der Entwicklung und Umsetzung von zirkulären Geschäftsmodellen, hat eine Arbeitsgruppe der Circular Economy Initiative Deutschland aussichtsreiche zirkuläre Geschäftsmodelle identifiziert und systematisiert (Hansen et al., 2021). Zirkuläre Geschäftsmodelle vereinen zirkuläre Wertschöpfungsaktivitäten und unternehmerische Chancen, um wirtschaftlichen Wert zu schaffen. Für die nachhaltige Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft ist es von Bedeutung, dass zirkuläre Geschäftsmodelle in der Geschäftspraxis durch Pioniere aufgegriffen und durch Nachahmer verbreitet werden (Circular Economy Initiative Deutschland, 2021).

Um zirkuläre Geschäftsmodelle weniger komplex und damit in der Geschäftspraxis leicht anwendbar zu machen, empfiehlt die Arbeitsgruppe eine Typologie mit 22 zirkulären Geschäftsmodellmustern, die sowohl in Business-to-Business- als auch Business-to-Consumer-Märkten gelten. Damit bieten diese Muster für die Praxis eine breite Übersicht zirkulärer Geschäftsmodellmuster und -submuster. Diese sind in Abbildung 7 dargestellt. In der vorgeschlagenen Typologie der zirkulären Geschäftsmodelle werden die folgenden Organisationen basierend auf ihrer jeweiligen Rolle im Wertschöpfungskreislauf betrachtet. Neben ihrer dominanten Rolle können die Akteure weitere Rollen einnehmen, was dazu führt, dass insgesamt weniger Organisationen notwendig sind, um den gesamten Wertschöpfungskreislauf abzudecken (Hansen et al., 2021, S. 23 f.):

- **Lieferanten (Moleküle / Material):** Organisationen, die Rohstoffe und andere für Produktionsprozesse benötigte Stoffe bereitstellen.
- **Lieferanten (Maschinenbau):** Organisationen, die Komponenten und Maschinen herstellen, die von Herstellern benötigt werden.
- **Hersteller:** Organisationen, die proprietäre Materialien, Komponenten und Produkte herstellen.
- **Einzelhändler und Servicestellen:** Organisationen, die Produkte verkaufen.
- **Reparaturdienstleister:** Organisationen, die Reparaturdienstleistungen anbieten.
- **Prosumenten:** Nichtmarktakteure, die Do-It-Yourself und andere informelle Aktivitäten organisieren.
- **Logistikanbieter:** Organisationen, die Logistikkdienstleistungen und Ersatzteilmanagement anbieten.
- **Rückgewinnungsmanager:** Organisationen, die Materialien verwerten, verwalten und sortieren.
- **Vermittler:** Organisationen, die Plattformen für die Koordinierung von Recycling-, Altprodukt- oder Sharing-Aktivitäten betreiben.
- **Sonstige Organisationen:** Diese Dachkategorie beinhaltet weitere mögliche Organisationen zur Unterstützung der Geschäftsmodelle (zum Beispiel Finanzdienstleister) und lässt Raum für völlig neue Akteurstypen, die noch zu identifizieren sind.

Die Muster können entweder von einzelnen Akteuren zu größeren Geschäftsmodellen zusammengesetzt oder im Wertschöpfungskreislauf akteursübergreifend miteinander verbunden werden. Dadurch helfen sie beim Aufbau von Geschäftsmodell-Ökosystemen, wie sie in Abbildung 8 dargestellt sind.




Hauptrolle des Akteurs	Geschäftsmodellmuster	Dienstleistungsgrad (Geschäftsmodellvarianten)		
		 Produktorientiert	 Nutzungsorientiert	 Ergebnisorientiert
Lieferant (Moleküle / Material)	Zirkulärer Rohstofflieferant	Molekül- und Materialrecycling	Materialbank	–
	Prozessmolekül-Dienstleister	–	Molekül- und Materialleasing	Molekül- und Materialperformance
Lieferant (Maschinenbau)	Maschinen / Komponenten „wie neu“	Verkauf Maschinen / Komponenten „wie neu“	Vermietung Maschinen / Komponenten „wie neu“	Pay-per-Performance „wie neu“
	Wiedervermarktung von Maschinen / Komponenten	Verkauf gebrauchter Maschinen / Komponenten	Vermietung Maschinen / Komponenten	→siehe Pay-per-Performance „wie neu“
Hersteller	Unternehmenseigene Stoffkreisläufe	Ausschleusen hochwertiger Abfälle	Materialbankpartnerschaft	–
	Produkte „wie neu“	Produktverkauf „wie neu“	Produktleasing „wie neu“	→siehe Total Care
	Wiedervermarktung gebrauchter Produkte	Verkauf gebrauchter Produkte	–	–
	Kommerzielle Reparaturdienstleistungen	Reparatur nach Bedarf	→siehe C6 Produktleasing	→siehe Total Care
	Upgrading, Ersatzteile und Zubehör	Modul- und Zubehör-Shops	Upgrade-Abo	–
	Maximierung der Produktverfügbarkeit	Wartung gegen Gebühr	Produktleasing	Total-Care-Hersteller
Einzelhändler und Servicestellen	Einzelhändler als Kreislaufmanager	Einzelhändler als Kreislaufmanager	→siehe CI Materialbankpartnerschaft	–
	Wiedervermarktung & -Produktion im Einzelhandel	Gebraucht-Schnäppchen	Flottenmanager für Gebrauchtproduktvermietung	–
	Alles aus einer Hand (Einzelhandel)	Integrierte Servicestelle	Vermietung durch Einzelhändler	Total-Care-Einzelhandel
Reparaturdienstleister	Reparateur	Reparaturtransaktion	Vermietung reparierter Geräte	–
Prosumenten	Unterstützungssystem für Prosumenten	„Do-it-yourself“-Reparatur	Nachbarschaftliches Teilen von Produkten	–
Logistikdienstleister	Recyclingretrologistik	–	–	Pay-per-Performance Recyclinglogistik
	Wiederaufbereitungs-/Retrologistik	–	–	Pay-per-Performance Wiederaufbereitungs-/Retrologistik
	Ersatzteillogistik	–	–	Pay-per-Performance Ersatzteillogistik
Rückgewinnungsmanager	Revitalisierte Produkte	Verkauf revitalisierter Produkte	–	–
	Koordinator informeller Sammlungen	Fair-trade-Sekundärrohstoffe	–	–
Vermittler	Recyclingplattform	Recyclingplattform	–	–
	Gebrauchtwaren- und Sharingplattform	Gebrauchtwarenplattform	Sharingplattform	–
Neue Akteure	?	?	?	?

Abbildung 7: Übersicht zirkulärer Geschäftsmodellmuster  
Quelle: Hansen et al. (2021, S. 8)

## Ökosystemperspektive auf zirkuläre Geschäftsmodelle

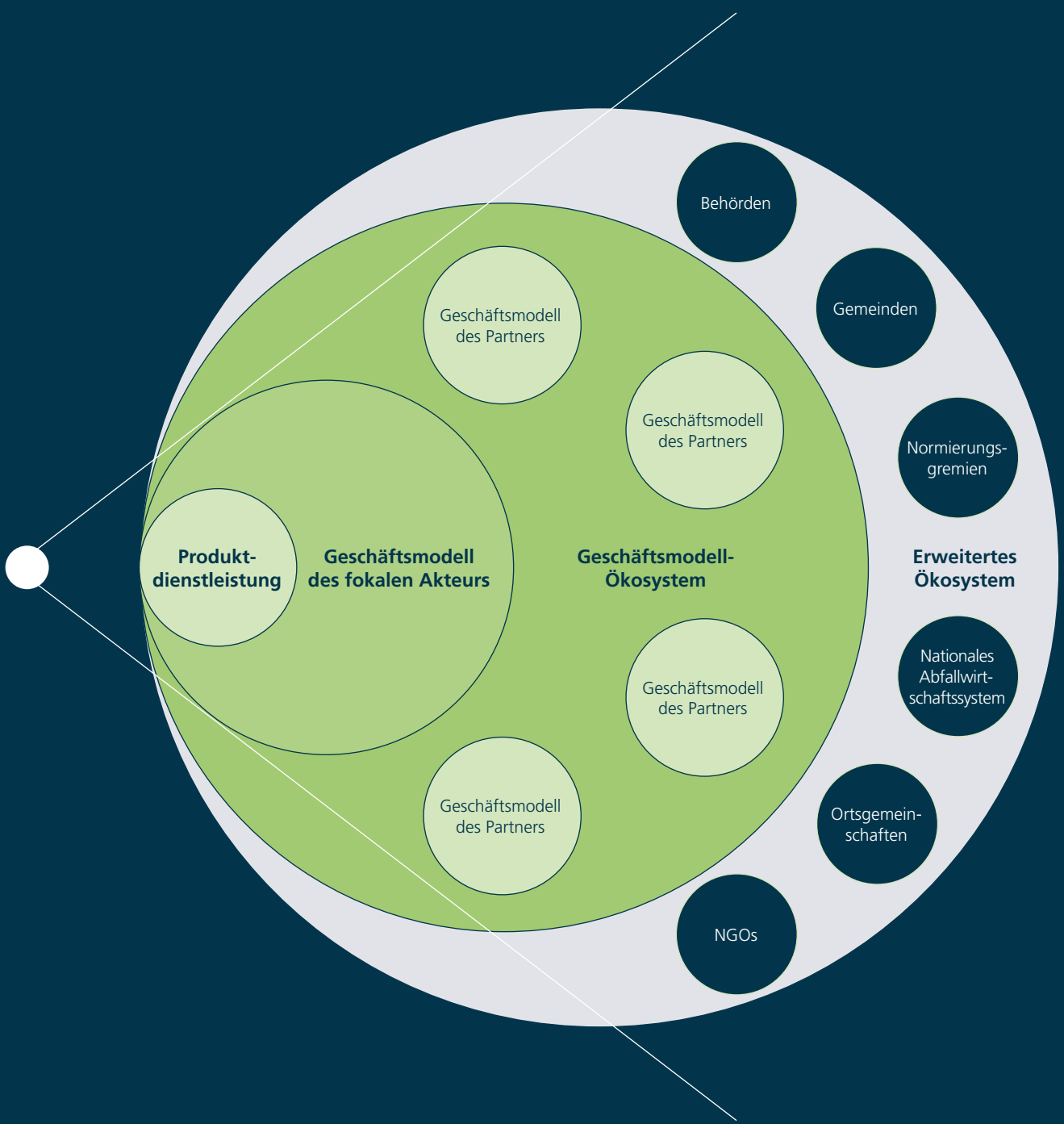


Abbildung 8: Ökosystemperspektive auf zirkuläre Geschäftsmodelle  
Quelle: Hansen et al. (2021, S. 22) basierend Konietzko, Bocken, & Hultink (2020)

# Digitalisierung als Enabler zirkulärer Geschäftsmodelle

Zirkuläre  
Geschäftsmodelle  
werden durch  
Digitalisierung  
teils erst möglich  
und zumeist enorm  
beschleunigt.



Die **Digitalisierung** und die **Circular Economy** sind zwei Megatrends, die sich in vielfältiger Weise ergänzen und gemeinsam das Potenzial besitzen, grundlegende Veränderungen sowohl im Wirtschaftssystem als auch im gesellschaftlichen Gefüge zu bewirken. Im Kern geht es darum, **Ressourceneffizienz** und **Nachhaltigkeit** durch den Einsatz digitaler Technologien zu steigern und somit einen Wandel von der Linear- zur Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen (Hansen et al., 2021; Schmidt, 2023).



Eine der vielen Möglichkeiten, die Digitalisierung im Kontext der Circular Economy eröffnet, ist die **erhöhte Transparenz** bezüglich der verwendeten Materialien und Stoffe. Technologien der Industrie 4.0, wie digitale Zwillinge, Blockchain, Internet der Dinge (IoT) und **digitale Diagnose- und Fernwartungstechnologien**, ermöglichen eine nahtlose Produkt- und Materialverfolgung, die für die Kreislaufführung von Ressourcen unerlässlich ist (Hansen et al., 2021). **Digitale Produktpässe** liefern die notwendige Transparenz über verwendete Materialien und erleichtern so die Wiederverwertung (Rossmann et al., 2021). Schließlich können durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und Technologien der Industrie 4.0 **erhebliche Materialersparnisse** und **Transparenz in Echtzeit** erreicht werden (BMUV, 2023).



Digitalisierung eröffnet auch Optionen auf **neue Geschäftsmodelle**, wie **Full-Service-Angebote** oder **Pay-per-Performance Modelle** (BMUV, 2023; Hansen et al., 2021) und sogenannter „Smart Contracts“ zu deren Umsetzung. Allerdings fehlt insbesondere bei kleinen und mittelständischen Unternehmen oft das Bewusstsein für die Vorteile, die eine Verknüpfung von Digitalisierung und Circular Economy bringen kann. Zudem müssen auch die digitalen Technologien **selbst umweltschonend und nachhaltig gestaltet** werden, um Rebound-Effekte zu vermeiden (Schmidt, 2023).



Insgesamt lässt sich festhalten, dass die **Digitalisierung als Katalysator** für eine Circular Economy wirken kann, indem sie die **Dematerialisierung der Wirtschaft** fördert und eine **ressourceneffiziente Kreislaufführung** unterstützt. Für die **Skalierung** ist jedoch der **Ausbau von Anreizstrukturen** zur Digitalisierung entscheidend, die über reine Effizienzsteigerungen hinaus einen **ökologischen Mehrwert** schaffen (Schmidt, 2023).

## Übersicht und Auswahl der Best Practice Beispiele

Wie in Kapitel 2.4 erläutert wird, haben wir auf Basis einer umfangreichen Analyse grüner Zukunftsmärkte kriterien-gestützt sieben zirkuläre Wachstumsmärkte ausgewählt, die ein hohes Umweltentlastungs- und Wachstumspotenzial aufweisen und insbesondere für die Sektoren Automotive und Manufacturing von besonderer Relevanz sind. Die Auswahl der in den Folgekapiteln vorgestellten Best Practice Geschäftsmodelle verschiedener Unternehmen erfolgte mit Blick auf die praktische Umsetzung der sieben ausgewählten zirkulären Wachstumsmärkte. Dabei wurde darauf geachtet, dass Unternehmen unterschiedlichen Alters und Größe, also sowohl agile Start-ups als auch ressourcenstarke Großunternehmen, vertreten sind. Allen Unternehmen ist gemein, dass sie mit innova-

tiven Geschäftsmodellen als Vorreiter in ihren jeweiligen Wachstumsmärkten hervorstechen.

Die ausgewählten neun Best Practice Praxisfälle bieten konkrete Anwendungsbeispiele zur Implementierung zirkulärer Technologien und Geschäftsmodelle mit großem Transferpotenzial für Unternehmen aus der Automobil- und Anlagenbaubranche und darüber hinaus. Die ausgewählten Unternehmen und Geschäftsmodelle sind in Abbildung 9 den fokussierten zirkulären Wachstumsmärkten zugeordnet.

Tabelle 1 zeigt außerdem die Zuordnung der Best Practice Geschäftsmodelle zu den in Kapitel 2.3 vorgestellten zehn zirkulären Strategien.



### 1. Recycling

Rückgewinnung von Rohstoffen aus Traktionsbatterien



### 2. Remanufacturing

Maschinen und Komponenten "wie neu"



### 3. Refurbish und Repurpose

Gebrauchte Traktionsbatterien als stationäre Stromspeicher



### 4. Reuse

Wiederverwendung gebrauchter Photovoltaikmodule



### 5. Produktorientierte Dienstleistungen

Full-Service-Angebote für Instandhaltung und Reparatur



### 6. Nutzungsorientierte Dienstleistungen

Wärmepumpen-Contracting



### 7. Ergebnisorientierte Dienstleistungen

Pay-per-Performance-Modelle



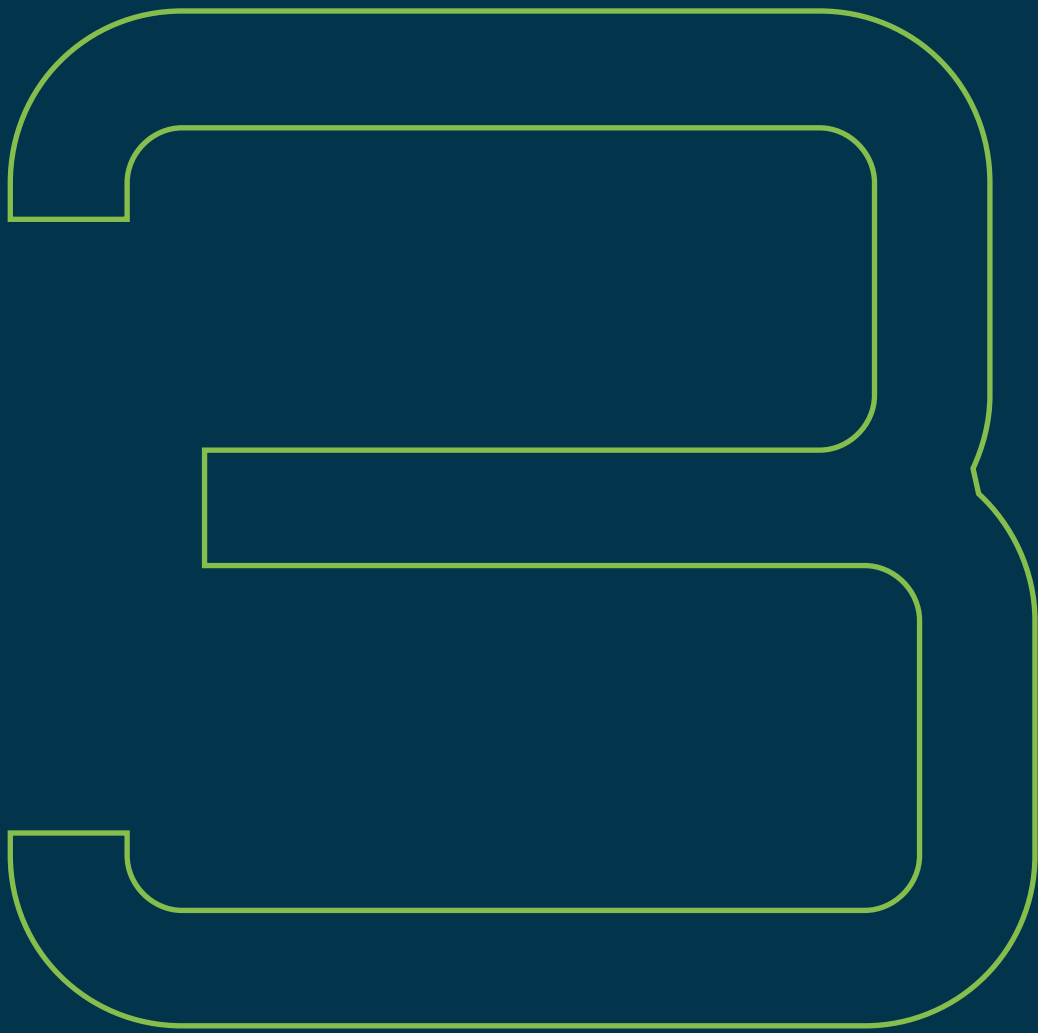
Abbildung 9: Ausgewählte Unternehmen und Zuordnung zu den fokussierten zirkulären Wachstumsmärkten

## Zirkuläre Strategien auf Basis des 10R-Konzepts

### Ausgewählte Geschäftsmodelle der Studie

	Refuse (Verzicht)	Rethink (Überdenken)	Reduce by design (Reduktion durch Design)	Remain (Instandhaltung)	Repair (Reparatur)	Reuse (Wiederverwendung)	Refurbish (Instandsetzung, Aufarbeitung)	Remanufacture (Wiederaufbereitung)	Repurpose (Umnutzung)	Recycle (Recycling)
<b>Recycling:</b> Rückgewinnung von Rohstoffen aus Traktionsbatterien (Heimdalytics GmbH)						+	+			+
<b>Remanufacturing:</b> Maschinen und Komponenten "wie neu" (Liebherr-Ettlingen GmbH)					+		+	+		
<b>Refurbish und Repurpose:</b> Gebrauchte Traktionsbatterien als stationäre Stromspeicher (Volfang GmbH, Be.storaged GmbH)		+			+	+	+		+	
<b>Reuse:</b> Wiederverwendung gebrauchter Photovoltaikmodule (2nd Life Solar GmbH & Co. KG)		+	+		+	+	+			
<b>Produktorientierte Dienstleistungen:</b> Full-Service für Instandhaltung und Reparatur (Festool GmbH)		+	+	+	+	+	+			+
<b>Nutzungsorientierte Dienstleistungen:</b> Wärmepumpen-Contracting (EWE AG)		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Ergebnisorientierte Dienstleistungen:</b> Pay-per-Performance-Modelle (TRUMPF SE + Co. KG)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabelle 1: Ausgewählte Geschäftsmodelle der Studie und ihre Zuordnung zu zirkulären Strategien  
Quelle: Borderstep Institut





# Recycling

## Rückgewinnung von Rohstoffen aus Traktionsbatterien

3.1 Daten & Fakten

3.2 Best Practice: Heimdalytics GmbH



### Anbieter

Refurbishment- und Recyclingunternehmen



### Zielgruppe

Batteriehersteller, Automobilhersteller, Second-Life-Batteriemarkt



### Geschäftsmodell

Demontage und Wiederaufbereitung von Traktionsbatterien aus Elektrofahrzeugen, um Batterien einem Second-Life-Markt zuzuführen oder wertvolle Materialien durch Recycling zurückzugewinnen



### R-Strategien

**Refurbish** (Instandsetzung / Aufarbeitung),  
**Recycle** (Recycling),  
**Reuse** (Wiederverwendung)



### Impact

- Steigerung der Ressourceneffizienz durch Rückgewinnung und Wiederverwendung
- Verminderung von Elektroschrott und gefährlichen Abfällen
- Förderung geschlossener Materialkreisläufe

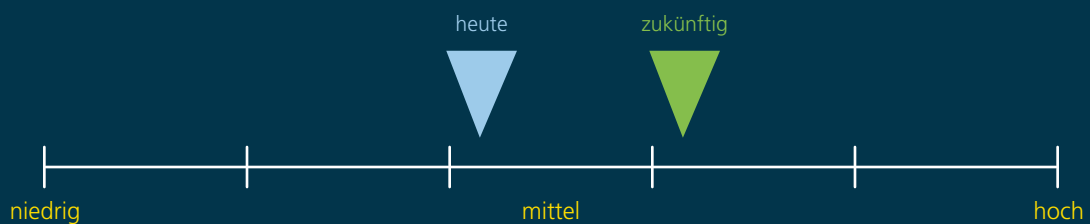


### Markt & Marktentwicklung

- Bisher keine breite Markteinführung erfolgt: ca. 5 GWh in 2023\*
- Anstieg des Batterierecyclings auf 100 GWh im Jahr 2030 bzw. 1.000 GWh in 2040 erwartet\*

\*(Strategy& & RWTH Aachen, 2023)

### Verbreitungsdynamik



## 3.1

## Daten & Fakten

Die europäische Kreislaufwirtschaft erfordert im Übergang zur Elektromobilität funktionierende und schnell skalierbare Recyclingprozesse. Dabei ist besonders für Deutschland die gesamte Batterie-Wertschöpfungskette von entscheidender Bedeutung.

**Geschäftsmodelle** für das Traktionsbatterierecycling umfassen als Schlüsselaktivitäten die Sammlung, Aufbereitung und Rückgewinnung von Materialien aus ausgedienten Batterien, insbesondere aus batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV). Als Vorstufe zum eigentlichen **Recycling** werden zudem Diagnoseverfahren genutzt, um noch verwendbare Batteriemodule durch **Refurbishment (Instandsetzung / Aufarbeitung)** in Second-Life-Anwendungen zu bringen. Dabei sieht die in 2023 in Kraft getretene Europäische Batterieverordnung stufenweise Steigerungen der Sammelziele für Traktionsbatterien von 45 % (2023) bis 73 % (2030) sowie eine **Wiederverwertung** von 50 % (2028) bzw. 80 % (2030) des in den Batterien enthaltenen Lithiums vor. Zu den relevanten Akteuren gehören Recyclingunternehmen, Batteriehersteller sowie in zunehmendem Ausmaß Automobilhersteller.

Die breite **Markteinführung** recycelter Traktionsbatterien ist noch nicht erfolgt. Zwar hat sich der Absatz von batterieelektrischen Fahrzeugen in Europa von 2021 auf 2022 erneut fast verdoppelt (IEA, 2023), allerdings stehen diese Batterien dem Recycling voraussichtlich erst nach einer Nutzungsdauer von 10 bis 15 Jahren zur Verfügung. Die zeitliche Verfügbarkeit kann sich sogar noch deutlich verlängern, wenn durch die Verbreitung von Refurbishment und Second-Life-Anwendungen sogar noch deutlich später. Der bisherige Markt basiert daher vorwiegend auf dem Recycling von Altbatterien aus Unfallfahrzeugen und aussortierten Chargen.

Die **Marktentwicklung** im Bereich der Elektromobilität erfährt durch die zunehmende Elektrifizierung der Automobilbranche eine signifikante Beschleunigung. Bis 2030 wird prognostiziert, dass 40 % aller weltweiten Leichtfahrzeuge auf einer BEV-Plattform laufen werden. Für das Jahr 2040 wird sogar ein Anteil batterieelektrischer Fahrzeuge von über 70 % erwartet. Im Zuge dieser Entwicklung wird sich die Menge an zu recycelnden Batterien von rund 5 GWh im Jahr 2023 über 100 GWh im Jahr 2030 bis hin zu 1.000 GWh im Jahr 2040 vervielfachen. Durch die höheren Zustrome an Altbatterien kann das bisher unwirtschaftliche Recycling kosteneffizienter und demnach günstiger werden (Kresse, Bastian, Bookhagen, & Frenzel, 2022). Dabei wird das europäische Recyclinggeschäft voraussichtlich 2025 den wirtschaftlichen Break-Even-Point erreichen (Strategy& & RWTH Aachen, 2023).

Während die aktuelle **Verbreitungsdynamik** des Traktionsbatterierecyclings aufgrund der geringen Mengen an Altbatterien und der noch nicht gegebenen Wirtschaftlichkeit eher im geringen bis mittleren Bereich liegt, ist zukünftig eine hohe Verbreitungsdynamik zu erwarten. Ein entscheidender Faktor für die Verbreitung des Traktionsbatterierecyclings besteht in dem politischen Druck, z.B. durch die hohen Recyclinganforderungen der 2023 in Kraft getretenen Europäischen Batterieverordnung, der Förderung der Elektromobilität und dem europäischen Verbot von Verbrennungsmotoren in Kleinfahrzeugen ab 2035. Es ist zu erwarten, dass die resultierenden Skaleneffekte und incentivierte technische Weiterentwicklung im Batterierecycling zum Abbau bestehender Hemmnisse auf Seiten von Anbieter und Anwenderinnen und Anwendern führen werden (Kresse et al., 2022).

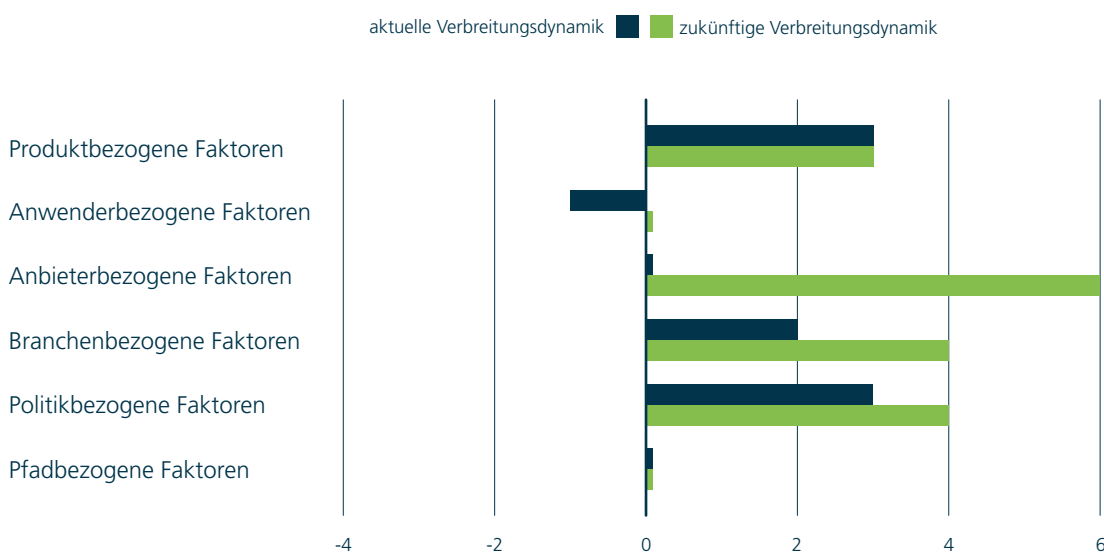


Abbildung 10: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für die Wiederinstandsetzung und das Recycling von Traktionsbatterien

## Interview

Prof. Dr. Christoph Weber  
Gründer und CEO  
Im Unternehmen seit 2021  
Professor für Mechatronik  
an der Fachhochschule Kiel



© Heimdalytics GmbH

3.2

## Best Practice: Heimdalytics GmbH

### Unternehmensportrait

Unter der Leitung von **Prof. Dr. Christoph Weber**, Professor für Mechatronik sowie Gründer und CEO von Heimdalytics, wurde an der Fachhochschule Kiel eine fortschrittliche Diagnosetechnik für Traktionsbatterien entwickelt und mit dem Spin-off Heimdalytics umgesetzt. Die auf künstlicher Intelligenz basierende Technologie von Heimdalytics ermöglicht eine tiefgehende Analyse von Batterien bis auf die Zellebene. Der mehrstufige Messansatz berücksichtigt neben Kapazität, Spannungsverlauf und Temperatur auch aus Impedanzspektroskopien gewonnene Daten eines Moduls. Das Ziel ist die schnelle Identifizierung defekter Zellen, damit diese sicher vor dem Recycling entladen werden können. Heute steht Heimdalytics in Verbindung mit namhaften Batterierecyclingleistungsunternehmen und Automobilherstellern und sucht nach weiteren Finanzierungsmöglichkeiten, um ihre Technologie weiter zu verbreiten und die entwickelte Diagnosetechnik zukünftig auch für den Second-Life-Markt anbieten zu können.

### Zirkuläres Geschäftsmodell

Basierend auf der innovativen Diagnosetechnik verfolgt Heimdalytics eine stufenweise Implementierung verschiedener Geschäftsmodelle im Bereich der Circular Economy. Den erfolgreichen Einstieg hat Heimdalytics zunächst im Bereich des Recyclings von Traktionsbatterien gefunden. Laut Christoph Weber wird die Zielgruppe der Batterierecyclingleistungsunternehmen mit einer exponentiell steigenden Flut an Batteriemodulen konfrontiert, oft schneller als sie in der Lage sind, sie sicher zu entladen. Mit dem von Heimdalytics angebotenen Diagnosesystem kann die Qualität von Batteriemodulen schnell überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie gefahrlos und effizient entladen werden können. Dabei versteht Weber den Anwendungsfall ihrer Diagnosetechnik im Recycling zunächst als „Türöffner“ zur Erschließung des eigentlich anvisierten Refurbishments. Denn durch die detaillierte Diagnose der Altbatterien kann Heimdalytics die Restqualität von Modulen bestimmen, welche die Grundlage für ein anschließendes Refurbishment darstellt. Dabei werden defekte Module nicht durch fabrikneue, sondern durch gebrauchte ersetzt,

die ein vergleichbares Qualitätsniveau und eine Lebensdauer (SOH-Score) haben. So bewahrt Heimdalytics Altbatterien vor der finalen Dekomposition im Recycling und bietet eine nachhaltigere und kostengünstigere Alternative zum Austausch ganzer Batteriesysteme, wie sie aktuell in Kooperation mit einem Batteriecenter von Renault als Pilotkunden in Erprobung ist.

### Impact

Mit Heimdalytics wollen die Gründer mit dem Wissenstransfer aus der Forschung einen unternehmerischen Beitrag zur Circular Economy leisten. Dabei stellt Christoph Weber heraus:

**„Recycling ist für mich wirklich das Zerstören des Moduls.“**

Daher konzentriert sich das Unternehmen darauf, Batterien über ihre Erstnutzung hinaus einen Wert zu geben. „Die Batteriediagnose ist die Grundlage für ein effizientes Management, Refurbishment und Recycling von Batterien“, betont Weber. Dies legt den Grundstein für Second-Life-Anwendungen, verlängert die Lebensdauer von Batterien und gewährleistet eine sichere Nutzung von Second-Life-Batterien.

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Eine zentrale Herausforderung im Bereich des Batterierecyclings sieht Christoph Weber im Bereich der Demontage- und Reparaturfähigkeit. Aus ökologischer Sicht wünschenswert wäre hier laut Weber ein Austausch auf Zellebene. Da bei vielen modernen Batterien die Zellen aber miteinander verschweißt sind, ist ein Austausch auf Zellebene bisher nicht wirtschaftlich. Daher betont Weber, dass zumindest ein Austausch auf der Modulebene weiterhin möglich bleiben muss. Einige Branchentrends, wie die Cell-to-Pack-Konzepte bei Tesla, führen jedoch zu einer Integration der Batterie in die Fahrzeugstruktur, wodurch ein Austausch weiter erschwert wird. Hier plädiert Weber für die Berücksichtigung der Nachhaltigkeit bereits in der Konstruktionsphase, damit Batteriezellen in Zukunft leichter zu handhaben sind. Eine weitere Herausforderung im Refurbishment (Instandsetzung / Aufarbeitung) und Recycling von Batterien sieht Christoph Weber in der Finanzierung der kapitalintensiven Entwicklung von Batteriediagnostik und Reparaturverfahren. Er empfiehlt, von Beginn an ausreichend Investitionen zu sichern, um Sensorik entwickeln, testen und produzieren zu können.

Schließlich sieht Weber einen entscheidenden Erfolgsfaktor in der gesamtheitlichen Betrachtung der Batterietechnologie. Er weist darauf hin, dass Unternehmen die gesamten Kosten über den Lebenszyklus eines Produkts betrachten sollten und

nicht nur die unmittelbaren Kosten einer Technologie. Dieser langfristige Ansatz kann helfen, die Vorteile nachhaltiger und robuster Batteriemagementsysteme zu erkennen. Insgesamt fordert Christoph Weber daher mehr Ehrlichkeit in der Kommunikation über die Batteriebensdauer und eine tiefgreifendere Auseinandersetzung der Industrie mit den Herausforderungen und Vorteilen der Batterietechnologie.

### Markt und Wettbewerb

Laut Christoph Weber ist, getrieben von der Elektrifizierung des Automobilmarkts, mit einem gewaltigen Anstieg des Batteriemarkts und damit des Markts für Refurbishment (Instandsetzung / Aufarbeitung) und Recycling von Traktionsbatterien zu rechnen. Trotz des rapiden Wachstums des Batteriemarkts verzeichnet Weber bisher relativ wenige direkte Wettbewerber in seiner spezifischen Nische. Während bereits einige Akteure im Second-Life-Batteriesegment aktiv geworden sind, wird hier zumeist auf simple Spannungsprüfungen und Berechnungen von Wahrscheinlichkeiten zurückgegriffen. Hier positioniert sich Heimdalytics mit detaillierter Diagnostik durch Impedanzspektroskopie und sieht sich für den steigenden Bedarf für Recycling, Refurbishment (Instandsetzung / Aufarbeitung) und Batteriemagementsysteme gut aufgestellt.

### Ausblick und Learnings

Christoph Weber ist fest davon überzeugt, dass die Zukunft im Batteriemangement, insbesondere bei Altbatterien, stark von der Impedanzspektroskopie geprägt sein wird. Das Potenzial dieser Technologie liegt in ihrer Fähigkeit, die Lebensdauer von Batterien zu verlängern. Er betont:

**„Es kann nicht sein, dass nach acht Jahren ein Batteriesystem komplett in den Recyclingprozess überführt wird.“**

Eine effiziente und zuverlässige Diagnostik ist daher von zentraler Bedeutung. Weber sieht vor allem bei der stationären Energiespeicherung mit Second-Use-Batterien eine bedeutende Rolle für Batteriemagementsysteme. Diese Systeme müssen besonders zuverlässig sein und wären ansonsten auf teure redundante Systeme angewiesen.

Eine Chance für die Batteriediagnostik und zugleich Gefahr für das eigene Geschäftsmodell sieht Weber zudem darin, dass sich Chiphersteller zunehmend mit Impedanzspektroskopie für Batteriemanagementsysteme beschäftigen und hier den Diagnostikmarkt zukünftig aufwirbeln könnten.

Weiter unterstreicht Weber die Notwendigkeit einer schnellen, aber zuverlässigen Diagnostik und fügt hinzu:

**„Ich glaube, es ist absolut sinnvoll, an Second-Life-Batterien zu arbeiten.“**

**Es ist wichtig für die Nachhaltigkeit unserer Gesellschaft.“**

Weber und sein Team hinter Heimdalytics sind bestrebt, mit ihrer Technologie die Langlebigkeit und Zuverlässigkeit von Batteriesystemen sicherzustellen und so einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung zu leisten.



**2021**

Gründungsjahr



Anzahl  
Mitarbeitende

#### **Geschäftsmodell**

- Batteriediagnose als Vorstufe im Batterierecycling
- Batteriediagnose für Refurbishment
- Batteriemangement zur Reduktion von Defektrisiken in Altbatterien

#### **Zielgruppe**

- Batterierecyclingunternehmen
- Batterienutzende und Second-Life-Batterieanbieter
- Z. B. Hersteller von Großbatteriespeichern, Elektroflugzeugen und Spezialfahrzeugen

#### **Standort**

Kiel

#### **Kontakt**

Heimdalytics GmbH  
Marga-Faulstich-Straße 10  
24145 Kiel, Deutschland  
+49 431 80 06 84 20  
info@heimdalytics.com







# Remanufacturing

## Maschinen und Komponenten „wie neu“

- 4.1 Daten & Fakten
- 4.2 Best Practice: Liebherr-Ettlingen GmbH
- 4.3 Best Practice: BORG Automotive A/S



### Anbieter

Original Equipment Manufacturer (OEM), Remanufacturing-Unternehmen oder -Geschäftseinheiten



### Zielgruppe

Gewerbe- und Industrieunternehmen aus Anlagenbau, Automobil-, Elektronik- & Schwerindustrie, z. T. auch Privathaushalte & Behörden



### Geschäftsmodell

Wiederaufarbeitung von Geräten durch Demontage, Reinigung und Reparatur gebrauchter wiederverwendbarer Teile und Austausch defekter Teile mit anschließendem Wiederzusammenbau zu neuwertigem Produkt



### R-Strategien

**Remanufacture** (Wiederaufarbeitung) in Kombination mit **Refurbish** (Instandsetzung / Aufarbeitung) und **Repair** (Reparatur)



### Impact

- Verlängerung der Nutzungsdauer von Komponenten
- Vermeidung des Energie- und Wasserverbrauchs der Neuproduktion
- Erschließung von geschlossenen Materialkreisläufen

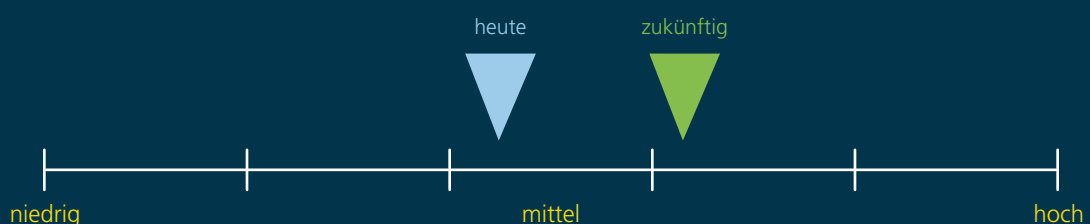


### Markt & Marktentwicklung

- Etablierter Markt mit einem Umsatz von 29,8 Milliarden Euro in Europa (2015)\*
- Moderates Marktwachstum auf ca. 100 Milliarden Euro Umsatz in Europa bis 2030 erwartet\*

\*(Parker et al., 2015)

### Verbreitungsdynamik



## 4.1

## Daten & Fakten

Das **Geschäftsmodellmuster** des Remanufacturing (Wiederaufarbeitung) ist branchenunabhängig und umfasst die Rücknahme und Demontage des Originalprodukts (z. B. Maschinen und Anlagen), die Qualitätsprüfung, die Reinigung, Reparatur und Aufbereitung der wiederverwendbaren Teile, den Austausch defekter Teile, ggf. die Erweiterung um neue Eigenschaften und Funktionen (z. B. digitale Komponenten) und den Wiederzusammenbau des Produkts, sodass dieses als neuwertiges Produkt wieder auf den Markt gebracht werden kann (VDI, 2017). Wiederproduzierte Maschinen haben eine identische oder bessere Qualität bei geringeren Herstellkosten. Mittels **Remanufacturing (Wiederaufarbeitung)** kann der Rohstoffverbrauch in der industriellen Produktion gesenkt und Materialkreisläufe geschlossen werden (VDI, 2017). Im Schnitt können 80 % der Materialien, 85 % der Energie und 86 % des Wassers **eingespart werden**, die sonst für die Herstellung eines neuen Produkts erforderlich sind (UNEP, 2018).

In vielen Sektoren ist Remanufacturing eine etablierte Praxis, die schon seit Jahrzehnten aus ökonomischen Gründen angewendet wird. Der **Markt** in Europa umfasst ca. 7.200 Unternehmen und einen jährlichen Umsatz von 29,8 Milliarden Euro, was einem Anteil von 1,9 % am gesamten Fertigungssektor entspricht (Parker et al., 2015). Dabei entfallen 8,7 Milliarden Euro (29 %) auf Deutschland (Parker et al., 2015). Es handelt sich daher um einen bereits gut entwickel-

ten Markt mit weiteren Wachstumspotenzialen. Die Verbreitung variiert stark je nach Branche und Region. 39 % des Umsatzes im Bereich Remanufacturing fallen beispielsweise auf die Automotive- und Schwerlast-Branche (Parker et al., 2015). Remanufacturing hat durch regionale, nationale und EU-weite Vorschriften und Förderaktivitäten, wie bspw. durch Aktualisierungen des Ressourceneffizienzprogramms der Bundesregierung und indirekt durch die Ökodesign-Richtlinie, zuletzt erhebliche Impulse erhalten und erlebt insbesondere im Bereich Forschung und Entwicklung ein breites Interesse, wodurch eine positive **Marktentwicklung** gefördert wird.

Jedoch können die traditionelle Ausrichtung auf herkömmliche „Take-Make-Dispose“-Produktionsmodelle und -infrastrukturen (Pfadabhängigkeiten) sowie deren kostenintensive und risikoreiche Umstellung die aktuelle **Verbreitungsdynamik** hemmen (ETC, 2021). Auch bestehen seitens der neuen Anwendenden noch Vorbehalte bzgl. der „Neuwertigkeit“, also der Qualität und Leistungsfähigkeit der Remanufacturing-Produkte (Hansen et al., 2021). Aufgrund der politisch angestrebten Rahmenbedingungen (z. B. technische Anforderungen, Kennzeichnungspflichten und Zertifikate) ist aber davon auszugehen, dass Vorbehalte bei Anwendern und Anbietern sowie Pfadabhängigkeiten zukünftig abnehmen. Entsprechend ist zukünftig mit einer wieder steigenden Verbreitungsdynamik des bereits etablierten Remanufacturing-Marktes zu rechnen.

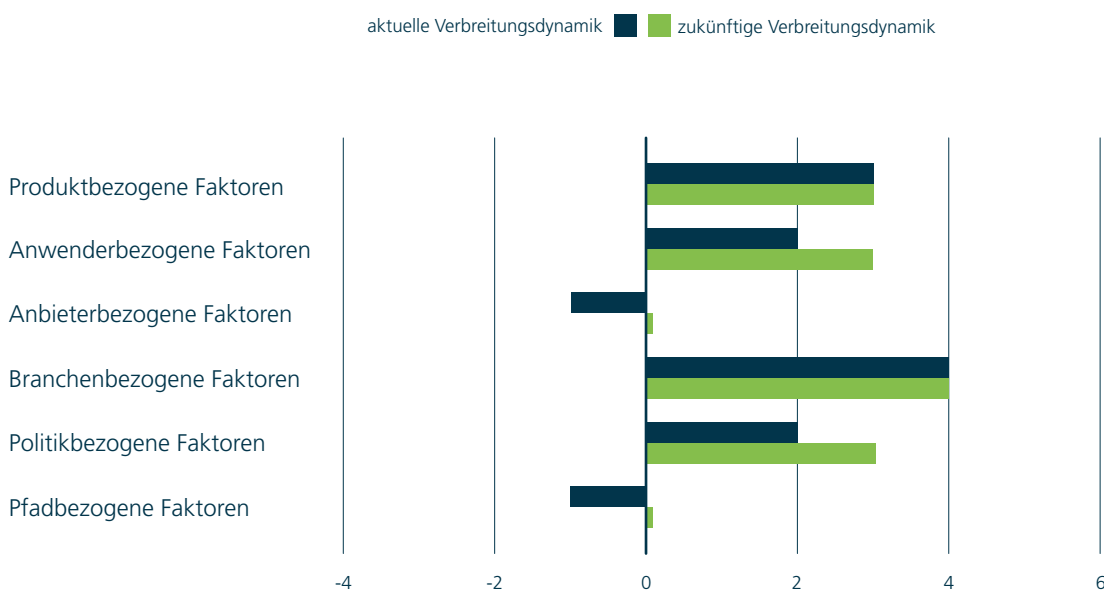


Abbildung 11: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflusskategorie für Remanufacturing



## Interview

**Philipp Lenz**

Geschäftsbereichsleiter  
Global Remanufacturing  
im Unternehmen seit 2014

Fokus auf Vertrieb, Customer  
Service, Abwicklung, Produkt-  
und Altwarenmanagement

4.2

## Best Practice: Liebherr-Ettlingen GmbH

### Unternehmensportrait

Die familiengeführte Unternehmensgruppe Liebherr ist ein weltweit tätiger Hersteller von Baumaschinen und ist in insgesamt 13 Produktsegmenten aktiv, vorwiegend in den Baumaschinenbereichen Erdbewegung, Bergbau, Krane, Betontechnik und Werkzeugmaschinen, aber auch in den Bereichen Hausgeräte, Hotels und Aerospace. Nach dem Unternehmenscredo: „Wo Liebherr draufsteht, soll auch Liebherr drin sein“, verfolgt Liebherr eine stark vertikale Integrationsstrategie, die sich im Beispiel des Antriebsstrangs über mechanische, hydraulische und elektrische Komponenten erstreckt.

Diese ausgeprägte vertikale Integration ermöglichte Liebherr bereits früh Remanufacturing-Prozesse in großem Maßstab aufzubauen. Herr **Philipp Lenz**, Geschäftsbereichsleiter für den Bereich Remanufacturing des Tochterunternehmens Liebherr-Ettlingen, hebt hervor, dass das Unternehmen bereits 2004 in Ettlingen begonnen hat, gebrauchte Antriebskomponenten nach industriellen Standards wieder zu neuwertigen Teilen aufzubereiten. Die wiederaufbereiteten Komponenten finden Anwendung in verschiedensten Liebherr-Maschinen, von Baumaschinen über Bergbaufahrzeugen bis hin zu maritimen Kranen. Dabei generiert der Bereich Remanufacturing heute einen Unternehmensumsatz von ca. 350 Mio. € (exkl. Aerospace-Bereich).

### Zirkuläres Geschäftsmodell

Der Remanufacturing-Prozess bei Liebherr-Ettlingen wird dort als „Reman“ bezeichnet und beginnt mit einer umfassenden Reinigung und Befundung der Altteile inklusive Durchführung ausführlicher Funktions- und Tauglichkeitsprüfungen. Bei der Wiedermontage werden alle Verschleißteile ausgetauscht und die fertig montierten Komponenten anschließend nach strengem Prüfprotokoll getestet. Lenz betont: „Bei den sogenannten Austauschkomponenten erhält der Kunde aufgearbeitete Komponenten nach neuesten, technischen Standards.“ Alle wiederaufbereiteten oder reparierten Komponenten werden schließlich mit einer umfassenden Garantie ausgeliefert. Das „Reman“-Programm umfasst eine breite Palette von Liebherr-Komponenten, darunter Diesel- und Gasmotoren, Hydraulikpumpen und -motoren, Hydraulikzylinder und Seilwinden. Zielgruppe für das Remanufacturing-Angebot sind grundsätzlich alle, die Liebherr-Komponenten in ihren Geräten oder Anwendungen betreiben. Das „Reman“-Geschäftsmodell funktioniert dabei laut Lenz „natürlich nur in den Grenzen, wo es wirtschaftlich auch möglich ist“. Je massiver und zahlreicher die Altteile sind, desto größer sind die möglichen Einsparungen bei Material, Energie und damit bei den Herstellungskosten. Diese Ersparnisse rückvergütet Liebherr seiner Kundschaft schließlich bei Rückgabe beziehungsweise Austausch von Komponenten und macht Remanufacturing-Komponenten nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich attraktiv.

## Impact

Um den Nachhaltigkeitsbeitrag des „Reman“-Programms zu verdeutlichen, verweist Lenz auf konkrete Zahlen:

**„Durch die Wiederaufbereitung gebrauchter Austauschkomponenten können bis zu 75 % Rohmaterial und Energie eingespart werden.“**

Dies hat einen erheblichen Einfluss auf den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, der sich nach unternehmensinternen Berechnungen im Vergleich zur Neuteilfertigung um über 50 % verringert (inkl. zusätzlichem Transportaufwand). Der Hauptgrund hierfür liegt im Erhalt schwerer Bauteile aus Werkstoffen wie Stahl und Gusseisen, wodurch energieintensive Recyclingverfahren, wie das Wiedereinschmelzen von Altmetall, vermieden werden. Lenz illustriert die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks im Vergleich zur Neuteilfertigung am praktischen Beispiel: „Bei der Aufarbeitung eines durchschnittlichen Verbrennungsmotors sparen wir pro Motor etwa 750 kg CO<sub>2</sub>, das entspricht dem CO<sub>2</sub>-Äquivalent einer PKW-Reise von Frankfurt nach Kairo.“

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Für eine erfolgreiche und wirtschaftlich tragfähige Implementierung von Remanufacturing-Programmen steht für Lenz die Reverse-Logistik, also das Altwarenmanagement im Mittelpunkt. Er stellt fest: „Die größte Herausforderung ist es, einen kommerziell attraktiven, schlanken Prozess anzubieten“, um Altteile zurück in die Werkstätten zu bringen. Die globale Verteilung von Produkten und die damit verbundenen Kosten- und Zeitherausforderungen, insbesondere bei Zöllen und Transport, können die Rückführung von Altwaren erheblich erschweren. Den Schlüssel hierfür sieht er in der „Einfachheit des Rückflussprozesses“ sowie einem langen Atem bei der Einführung von Remanufacturing-Prozessen. Denn während Remanufacturing bereits früh bei Design und Lieferverträgen für Neuprodukte mitgedacht werden muss, kommen die ausgedienten Komponenten je nach Anwendung erst viele Jahre nach Ausliefe-

rung zurück. „Wenn man nicht in der Designphase bereits an Remanufacturing denkt, kann man sich die eine oder andere Tür auch schon zuschlagen“, betont Lenz. Das Produkt muss also bereits bei seiner Entstehung für eine mögliche Wiederverwendung konzipiert werden (Remanufacturing-by-Design). Dies beinhaltet die Auswahl der richtigen Materialien, Konstruktionsmethoden und die Berücksichtigung von Lieferantenverträgen.

„Es steht und fällt damit, wie man sein Aftersales-Geschäft eigentlich überhaupt betrachtet“, bemerkt Lenz aus Managementsicht, und führt aus, dass dies eine umsichtige Remanufacturing-Strategie erfordert und frühzeitig alle internen und externen Stakeholder mitgenommen und bereits bei der Produktentwicklung die zukünftigen Anforderungen im Service berücksichtigt werden müssen. Zudem stellt er das Risiko heraus, dass auch die Möglichkeiten kurzfristiger Renditerückgänge in der Umsetzungsphase sowie interne Bedarfsverschiebungen zwischen Remanufacturing und Neuproduktion mitgedacht werden müssen. Diese Entwicklungen sollten vorausschauend in der Unternehmensstrategie integriert werden. Grundsätzlich begreift Lenz die Diversifizierung aber als Chance: „Wenn man da je nach Lebensphase des Geräts ein zielgenaues Angebot hat, dann kann man natürlich damit auch die Attraktivität des Neumaschinengeschäftes steigern.“

**„Auch im privaten Bereich muss man für die mögliche hohe Qualität aufgearbeiteter Ware erst das Bewusstsein schaffen“**

formuliert Lenz schließlich aus Kundensicht und stellt damit die Akzeptanzprobleme wiederaufbereiteter Produkte als Herausforderung dar. Als Lösung hierfür nennt er die Notwendigkeit, ein Angebot zu schaffen, das nicht nur die gleichen Garantiegewährleistungen wie Neuprodukte bietet, sondern zugleich auch wirtschaftlich attraktiver ist.

## Markt und Wettbewerb

Lenz blickt einer weiter steigenden Rentabilität des Remanufacturing entgegen und prognostiziert, „dass ein auch weiterhin inflationärer Rohteilbeschaffungsmarkt die bereits produzierten und gekauften Altwaren attraktiver macht“. Insbesondere aufgrund der wachsenden Bedeutung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung wird, laut Lenz, das Remanufacturing in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter an Attraktivität gewinnen. „Das Thema Nachhaltigkeit muss sich am Ende in etwas monetär-bewertbarem niederschlagen“, fügt Lenz hinzu.

Mit den positiven Marktaussichten sieht Lenz einige direkte Wettbewerber in der spezifischen Nische von Liebherr-Ettlingen. Allerdings beobachtet er, dass einige Wettbewerber ihre Angebote im Remanufacturing aktuell sogar zurückfahren bzw. erhebliches „Cherry Picking“ betreiben, besonders in günstigen Produktsegmenten. „Ich habe kommerzielle Grenzen. Ich muss also überlegen, ab welchem Zeitpunkt und bei welchem Wert der Teile ich das machen kann“, begründet Lenz diese Entwicklung. Liebherr sieht sich hier aber

aufgrund der ausgeprägten vertikalen Integration und dem ganzheitlichen Ansatz auf qualitativ-hochwertige Komponenten auch zukünftig gut aufgestellt.

## Ausblick und Learnings

Lenz blickt optimistisch in die Zukunft und plant, den Fokus auf den Bereich der elektronischen Komponenten, insbesondere Motor-Steuergeräte, Displays und Einspritzsysteme, zu verstärken. Diese strategische Ausrichtung zielt darauf ab, die Nachhaltigkeit der Produkte „von der Wiege bis zum Grab“ zu optimieren. In Bezug auf politische Faktoren wünscht sich Lenz, „dass der Staat möglichst wenig Eingriff vornehmen sollte“. Stattdessen sieht er den Hebel zur Stärkung von Remanufacturing „in einer marktorientierten CO<sub>2</sub>-Bepreisung der Rohstoffe“. Lenz ist sich sicher, dass Remanufacturing durch inflationsbedingte Preissteigerungen und eine zunehmend CO<sub>2</sub>-sensitive Marktdynamik weiter an Bedeutung gewinnen wird.

# LIEBHERR

## 1949

Gründungsjahr



## 550

Anzahl Mitarbeitende im Bereich Reman weltweit

### Geschäftsmodell der Business Unit Reman

- Remanufacturing von Komponenten für Liebherr-Maschinen zu neuwertigen Bauteilen
- Dienstleistungen zum Aufbau dezentraler Remanufacturing-Prozesse

### Zielgruppe

Nutzende von Liebherr-Maschinen und Liebherr-Komponenten

### Standorte

14 Reman-Standorte weltweit

### Kontakt

Liebherr-Ettlingen GmbH  
Hertzstraße 9–15  
76275 Ettlingen, Deutschland  
+49 7243 708-101  
info@liebherr.com



## Interview

**Lars Hähnlein**  
Country Manager  
DACH-Region  
Im Unternehmen  
seit 2016

© BORG Automotive A/S

4.3

## Best Practice: BORG Automotive A/S

### Unternehmensportrait

Ursprünglich als Autowerkstatt im Jahr 1975 in Dänemark gegründet, entdeckte der Gründer Søren Toft-Jensen früh das Potenzial, nicht nur zu reparieren, sondern Kfz-Komponenten wie Anlasser und Lichtmaschinen wiederaufzuarbeiten und als Produkte zu verkaufen, die denen von originalen Neuteilen qualitativ ebenbürtig sind. „Unser Fokus lag schon immer darauf, den Kunden qualitativ hochwertige Lösungen anzubieten“, so Lars Hähnlein, Country Manager der DACH-Region bei BORG Automotive. Seit der Jahrtausendwende expandiert das Unternehmen und baut industrielle Werke in ganz Europa. Heute stellt sich BORG Automotive als der größte unabhängige Anbieter für Remanufacturing in Europa dar, mit einem Produktportfolio, das sich von Lenkgetrieben über Anlasser und Lichtmaschinen bis hin zu Turboladern erstreckt.

### Zirkuläres Geschäftsmodell

Laut Hähnlein ist die primäre Zielgruppe des Remanufacturing Geschäftsmodells der Kfz-Teile Großhandel, welcher wiederum den spezialisierten Fachhandel und Kfz-Werkstätten beliefert.

Dabei dient die Kundschaft von BORG Automotive auch gleichzeitig als Bezugsquelle für gebrauchte Kfz-Komponenten, denn für die Rückführung hat BORG Automotive ein Pfandsystem implementiert. Sobald ein Teil an den Großhandel verkauft wird, zahlt dieser ein Pfand für die betreffende Komponente, welches bei Rückgabe des gebrauchten Teils erstattet wird. Der Pfandbetrag variiert dabei, je nach Pro-

duktgruppe und Komplexität, zwischen 10 und 300 Euro. Hähnlein schätzt, dass so ca. 70 bis 75 % der Komponenten direkt von ihrer Kundschaft zurückkommen. Die restlichen 25 % werden durch eine spezialisierte Abteilung von Schrottplätzen und Werkstätten in ganz Europa aufgekauft.

Die gebrauchten Komponenten werden dann einem strukturiertem Remanufacturing Prozess zugeführt. Hier werden die Komponenten zunächst sortiert, komplett demontiert, gereinigt und intensiv auf Mängel, wie Brüche oder Risse, überprüft. „Anschließend gehen all diese Komponenten in definierte, standardisierte Aufbereitungsprozesse, wie Reparatur von Beschädigungen, Nachbearbeitungen oder Oberflächenbeschichtung“, beschreibt Hähnlein den weiteren Prozess, bei dem auch alle Verschleißteile ersetzt werden. Schließlich werden die wiederaufbereiteten Einzelkomponenten zu einem neuwertigen Produkt zusammengebaut, welches, mit zweijähriger Garantie ausgestattet, wieder in die Fahrzeuge der Endverbraucher eingebaut werden kann.

### Impact

„Wir können, je nach Produktgruppe, bis zu 95 % einer gebrauchten Komponente wiederverwenden“, schätzt Hähnlein und fügt hinzu, „damit geben wir durch Remanufacturing den Komponenten ein zweites Leben“. Der Prozess von BORG Automotive ermöglicht nicht nur einen deutlich geringeren Energie- und Ressourcenverbrauch im Vergleich zur Neuproduktion, sondern minimiert auch die Menge an Abfall, der entsorgt werden muss.

Das bereits an sich nachhaltige Geschäftsmodell begleitet BORG Automotive durch weitere Nachhaltigkeitsaktivitäten. So nutzt das Unternehmen Photovoltaikanlagen an den Produktionsstätten und effizientere Produktionsanlagen, um den ökologischen Fußabdruck zu verringern. Das Ziel des Unternehmens ist es, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030

um 30 % zu reduzieren, den Chemikalieneinsatz zu minimieren und verstärkt nachhaltigere ressourcenarme Verpackungslösungen zu nutzen.

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Als zentrale Herausforderung im Bereich Remanufacturing sieht Hähnlein die Verfügbarkeit und Rückführung von Alt Komponenten und betont: „Das Geschäftsmodell kann nur funktionieren, wenn man Zugriff auf genügend Altteile hat.“ Neben dem etablierten Pfandsystem und dem Kauf gebrauchter Komponenten setzt BORG Automotive hier auf eine umfassende Lagerung relevanter Komponenten. Mit über einer Million für die Wiederaufbereitung geeigneter gebrauchter Komponenten ist das Altteillager laut Hähnlein das größte seiner Art in Europa.

Des Weiteren sieht Hähnlein die sogenannte „Remanufacturability“, also die einfache Auseinandernehmbarkeit und Wiederaufbereitungsfähigkeit von Komponenten, als kritisch im Remanufacturing. Aufgrund der zunehmenden Komplexität moderner Fahrzeuge wird die Demontage immer herausfordernder. Deswegen betont Hähnlein, wie wichtig zukünftig die Gewährleistung für den mechanischen sowie elektronischen Zugriff auf moderne Komponenten für das Remanufacturing ist.

An den Aspekt der steigenden Komplexität von Bauteilen schließen sich unmittelbar die Herausforderungen der Verfügbarkeit von Daten über die einzelnen Komponenten und das erforderliche Know-How zur komplexeren Analyse und Demontage an. „Die Datenverfügbarkeit ist nicht nur für uns, sondern für alle Akteure im After Sales Markt entscheidend“, betont Hähnlein. Denn Hersteller von Originalteilen stehen häufig im direkten Wettbewerb mit dem Angebot von Ersatzteilen und sind nur bedingt gewillt, ihre Daten zu teilen. BORG Automotive setzt daher auf eigene Forschungs- und Entwicklungszentren, in denen sogenanntes Re-Engineering vorgenommen wird, also die Demontage von Komponenten, um zu analysieren, wie diese wiederaufbereitet werden können. Zudem kooperiert das Unternehmen mit auf Remanufacturing spezialisierten Universitäten und Remanufacturing Challenges für Studierende, um für das Thema zu begeistern und neue Angestellte zu gewinnen. Generell sieht Hähnlein in den Angestellten einen zentralen Erfolgsfaktor und betont die Bedeutung der Unternehmenskultur, die „immer schon am Mitarbeiter ausgerichtet“ war. Er führt aus, „die Mitarbeiter haben uns mit ihrem Commitment dahin gebracht, wo wir heute stehen“.

Eine weitere Herausforderung, mit der sich BORG Automotive seit Gründung konfrontiert sieht, sind Vorurteile gegenüber wiederaufbereiteten Produkten. Hierbei betont Herr Hähnlein die entscheidende Rolle einer hohen Produktqualität. Konsequente Qualitätskontrolle und transparente Kommunikation sieht Hähnlein daher als Schlüssel, um das Vertrauen in Remanufacturing weiter zu stärken und Vorurteile abzubauen. Weitere Erfolgsfaktoren sieht Hähnlein in den kurzen lokalen Lieferketten – besonders

in Krisenzeiten – sowie in der breiten Produktpalette und Sortimentstiefe, womit BORG Automotive eine hohe Verfügbarkeit garantieren kann.

### Markt und Wettbewerb

Herr Hähnlein betont, dass Remanufacturing, obwohl es in manchen Produktgruppen bereits fest etabliert ist, insgesamt nur einen kleinen Teil dieses Marktes ausmacht. „Einige Produktgruppen wie Bremssättel, Anlasser und Lichtmaschinen sind schon etablierte Remanufacturing Produkte. Bei anderen Produktgruppen, da sind wir bisher die einzigen im Markt“, erzählt Hähnlein. Er schätzt hierbei, dass in den von BORG Automotive angebotenen Produktgruppen der Marktanteil von Remanufacturing Produkten im Automotive Aftermarket bis zu 50 % beträgt. Dennoch macht Remanufacturing nach grober Schätzung von Hähnlein bisher nur weniger als 5 % vom gesamten After Sales Markt aus. Daher sieht er den primären Wettbewerb von BORG Automotive auch woanders:

**„Das Produkt an sich steht ganz normal im Wettbewerb mit Neuteilen und muss sich über Preis und Leistung qualifizieren.“**

Hähnlein beobachtet aber ein stetiges Wachstum des Remanufacturing Marktes in Westeuropa. Getrieben wird dieser Aufwärtstrend durch eine gesteigerte Nachfrage nach nachhaltigen Lösungen. Hähnlein sieht eine gesteigerte Akzeptanz für Remanufacturing, die er nicht zuletzt auf die eigenen Kommunikationsbemühungen zurückführt. Insbesondere bei größeren Unternehmen, die zunehmend zur Nachhaltigkeitsberichterstattung verpflichtet sind, identifiziert Hähnlein eine verstärkte Nachfrage nach Lösungen, die zu den eigenen Nachhaltigkeitszielen beitragen. Aber auch in den Kfz-Werkstätten selbst wird laut Hähnlein zunehmend mehr Wert auf die Nachhaltigkeit der verbauten Teile gelegt.

Trotz dieses positiven Trends gibt es auch Gegenbewegungen. Insbesondere durch aggressive Neuteilstrategien und externe Faktoren, wie schwankende Wechselkurse und Containerverfügbarkeiten, verspürt Hähnlein einen steigenden Druck im Markt.



## Ausblick und Learnings

Herr Hähnlein blickt optimistisch in die Zukunft und skizziert die weiteren Ambitionen von BORG Automotive. Er bekräftigt: „Unsere Zielsetzung ist definitiv, unser Portfolio auszuweiten.“ Dabei wird die unternehmensinterne Forschungs- und Entwicklungsabteilung eine tragende Rolle spielen, um die sich ändernden Anforderungen durch die Elektromobilität zu ergründen und die Aufnahme neuer Produktgruppen, wie Traktionsbatterien oder Wärmepumpen, in das Remanufacturing zu prüfen.

Ein weiterer strategischer Fokus liegt auf der Entwicklung einer Lifecycle-Analyse, um den nachhaltigen Vorteil von Remanufacturing quantifizierbar zu machen. Konkret soll der Zielgruppe mitgeteilt werden können, wie viel CO<sub>2</sub>-Äquivalente und Ressourcen durch die Verwendung von Remanufacturing Produkten im Vergleich zur Neuproduktion eingespart wird.

Schließlich nennt Hähnlein regulatorische Entwicklungen als möglichen Katalysator für den Remanufacturing Markt. Konkret sieht er mögliche Marktveränderungen, wenn durch steigende CO<sub>2</sub>-Bepreisung energieintensiv produzierte Produkte deutlich teurer werden und Remanufacturing als energieeffiziente Alternative einen zunehmenden Kostenvorteil bietet. Zudem sieht Hähnlein großes Potenzial in strengeren EU-Gesetzen. Als Beispiel nennt er Regelungen in Frankreich, wo Händler bereits zum Angebot aufbereiteter Komponenten, wenn verfügbar, als Alternative zu Neuteilen verpflichtet sind. „Da sehe ich die Gesetzgebung in der Pflicht“, sagt Hähnlein und plädiert für ähnliche Regulierungen, die das Remanufacturing in weiteren Ländern bevorzugen könnten.



1975  
Gründungsjahr



ca. 2.200  
Anzahl Mitarbeitende

### Geschäftsmodell

Remanufacturing (Wiederaufbereitung) von Kfz-Komponenten zu neuwertigen Bauteilen

### Zielgruppe

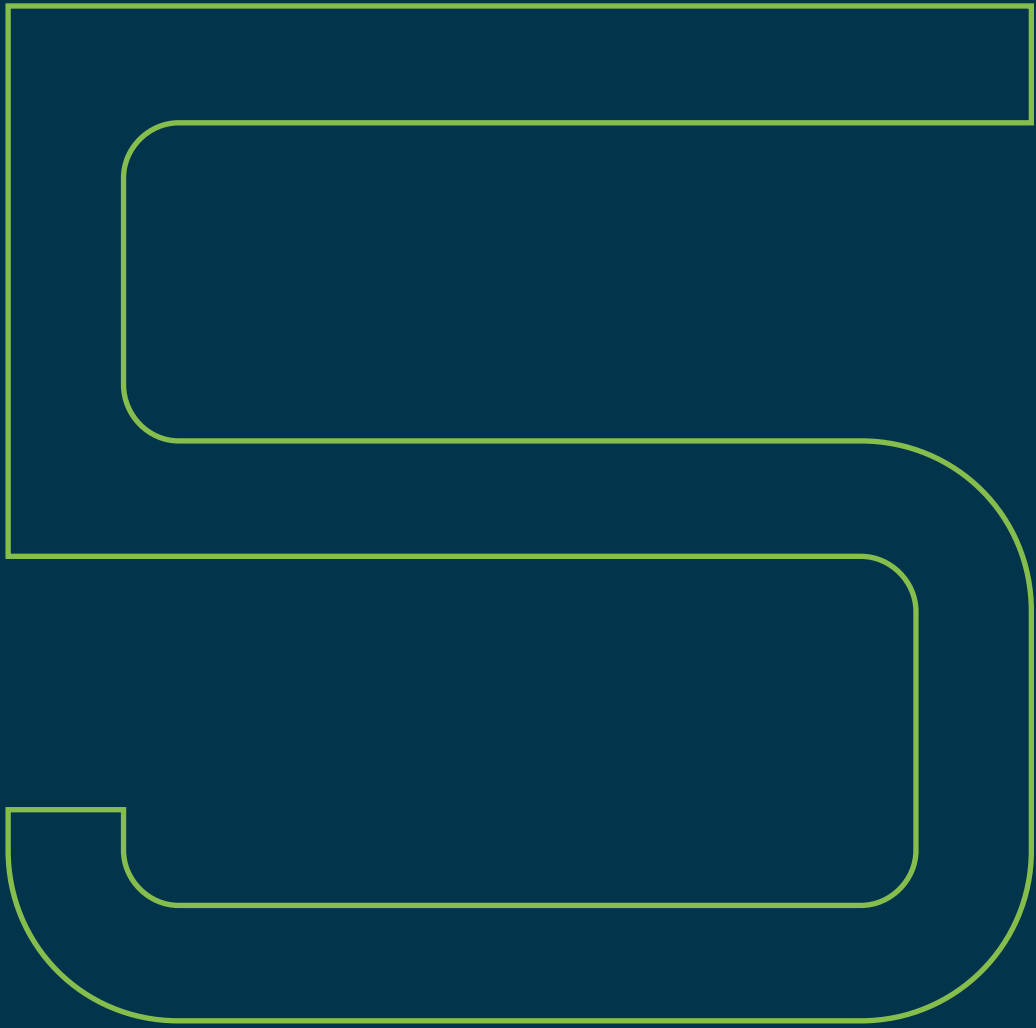
Großhandel für Kfz-Teile

### Standorte

Acht Standorte in Dänemark, Deutschland, Großbritannien, Polen, Belgien und Spanien

### Kontakt

BORG Automotive A/S  
Bergsøesvej 12  
8600 Silkeborg, Dänemark  
+45 86 80 11 77  
info@borgautomotive.com



# Refurbish & Repurpose

## Gebrauchte Traktionsbatterien als stationäre Stromspeicher

- 5.1 Beschreibung des zirkulären Wachstumsmarkts
- 5.2 Best Practice: Voltfang GmbH
- 5.3 Best Practice: be.storaged GmbH



## R-Strategien

**Refurbish** (Instandsetzung) und **Repurpose** (Umnutzung) in Kombination mit **Rethink** (Überdenken) und **Repair** (Reparatur)



## Anbieter

Start-ups, Energieversorger und Original Equipment Manufacturer (OEM)



## Zielgruppe

Gewerbe- und Industriekunden, Stromnetzbetreiber, private Haushalte



## Impact

- Steigerung der Ressourceneffizienz und Emissionseinsparungen durch Wiederverwendung
- Verminderung von Elektroschrott und gefährlichen Abfällen
- Beitrag zur Energiewende durch Second-Life-Anwendungsfälle



## Geschäftsmodell

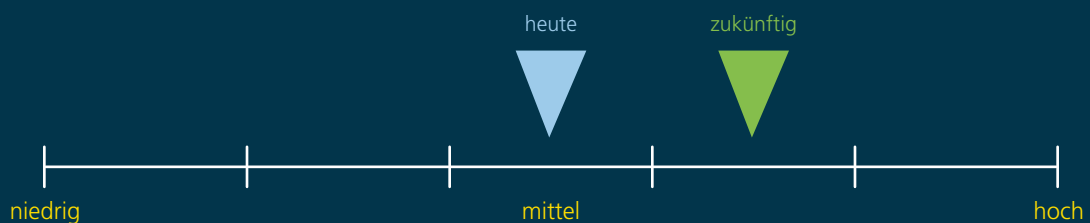
Sammlung, Diagnose und Wiederaufbereitung von Batterien, um diese als stationäre Stromspeicher auf dem Second-Life-Markt, z. B. für folgende Anwendungsfälle, anzubieten: Eigenstromoptimierung, Lastmanagement, Lastspitzenkappung, Notstromversorgung, Netzdienstleistungen



## Markt & Marktentwicklung

Bis 2033 wird ein Marktvolumen für Second-Life-Batterien von 7 Milliarden US-Dollar erwartet (Nichols, 2023)

## Verbreitungsdynamik



## 5.1

## Beschreibung des zirkulären Wachstumsmarkts

Für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende sind Stromspeicher ein wichtiges Element, um die kontinuierliche Bereitstellung erneuerbaren Stroms sicherzustellen. Second-Life-Batteriespeicher haben das Potenzial, die Kreislaufwirtschaft im Energiesektor durch Ressourcen- und Emissionseinsparungen und durch Vermeidung der Neuproduktion von Traktionsbatterien voranzutreiben. Damit können sie einen wichtigen **Beitrag zum EU-Klima- und Energierahmen 2030** leisten, der die verbindlichen Ziele zur Reduktion von Treibhausgasen, Anteilen erneuerbarer Energien und Energieeffizienz gegenüber dem 2020-Rahmen verschärft (European Commission, 2019).

Das **Geschäftsmodellmuster** für Second-Life-Batterien basiert auf der Sammlung, Diagnose und dem **Refurbishment (Instandsetzung)** gebrauchter Lithium-Ionen-Traktionsbatterien zum Ziel der **Umnutzung (Repurpose)**. Ein vielversprechendes Anwendungsfeld ist die Umnutzung von Traktionsbatterien aus E-Autos als stationäre Stromspeicher. Diese können beispielsweise zur Lieferung von Primärregelleistung an Stromnetzbetreiber oder zur Eigenstromoptimierung, zum Lastmanagement und zur Lastspitzenkappung im privaten sowie gewerblichen und industriellen Bereichen eingesetzt werden (VDE, 2016). Relevante Akteure sind demnach die Anwenderinnen und Anwender, wie Stromnetzbetreiber, private Haushalte, Gewerbe und Industrie sowie die Batteriehersteller und -aufbereiter.

Die breite **Markteinführung** von Second-Life-Traktionsbatterien als stationäre Stromspeicher ist noch nicht erfolgt und ähnelt in ihrem Verlauf der des Traktionsbatterierecyclings (vgl. Kapitel 3). Second-Life-Batterien, die derzeit in Großspeicherprojekten eingesetzt werden, stammen daher überwiegend aus Testflotten oder direkt aus der Batterie-Neuproduktion, in der auch immer wieder B-Ware anfällt, welche die Spezifikationen der Original Equipment Manufacturers (OEM) nicht erfüllt. Zukünftig ist jedoch eine positive **Marktentwicklung** zu erwarten, welche aus den steigenden Energiepreisen, dem zunehmenden Bedarf nach Versorgungssicherheit und Flexibilität und der daraus resultierenden verstärkten Nachfrage nach stationären Energiespeichern angetrieben wird.

Die aktuelle **Verbreitungsdynamik** von Second-Life-Anwendungen von Batterien wird noch stark durch die geringe Verfügbarkeit gebrauchter Traktionsbatterien gehemmt. Die Best Practice Beispiele von Voltfang und be-storaged zeigen jedoch, dass die Anbieter auf den anstehenden Hochlauf des Elektromobilitätsmarktes vorbereitet sind. Daher ist mit einer schnellen Skalierung zu rechnen, welche zeitnah zum Abbau noch bestehender Hemmnisse auf Anwenderseite, wie mangelndes Vertrauen in die technische Verlässlichkeit und eingeschränkte Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu neuproduzierten Batterien, führen wird. Begleitet durch verstärkte staatliche Push-Aktivitäten (z. B. die Europäische Batterieverordnung 2023) ist daher in den kommenden Jahren mit einer stark zunehmenden Verbreitungsdynamik im Bereich der Second-Life-Batteriespeicher zu rechnen.

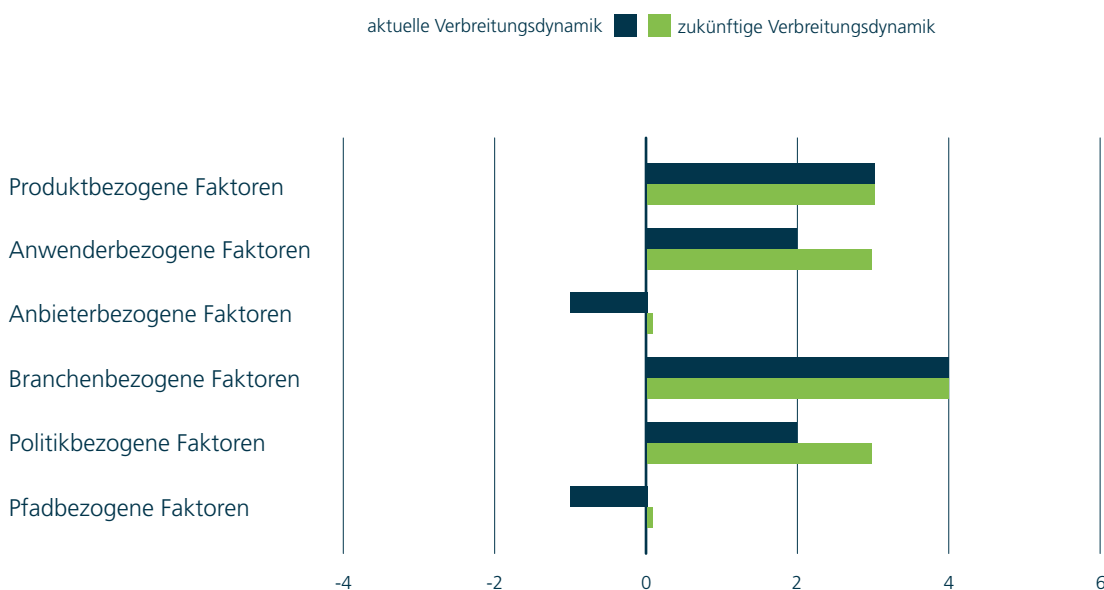


Abbildung 12: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussosphäre für die Second-Life-Nutzung von Traktionsbatterien als stationäre Stromspeicher



## Interview

**Roman Alberti**

Gründer und CEO

Im Unternehmen seit 2021

Zuständig für Vertrieb,  
Geschäftsentwicklung und Nachhaltigkeit

© Voltfang GmbH

5.2

## Best Practice: Voltfang GmbH

### Unternehmensportrait

Auf der Suche nach einer gebrauchten Traktionsbatterie zum Betrieb des Photovoltaikmoduls auf dem Dach des eigenen Campers mussten Roman Alberti, Afshin Doostdar und David Oudsandji leider feststellen, dass sich noch kein Markt für Second-Life-Batterien gefunden hat. Mit der Motivation dies zu ändern, gründeten sie 2021 das Second-Life-Batterie Start-up Voltfang. „Entstanden ist Voltfang aus dem Gedanken der Kreislaufwirtschaft heraus“, erläutert Roman Alberti, Mitgründer und CEO von Voltfang. Obwohl das Team ursprünglich den Heimspeichermarkt im Fo-

kus hatte, führte eine strategische Neuausrichtung schnell zu einer Fokussierung auf Industrie- und Gewerbekunden. Inzwischen gilt Voltfang, nach Aussagen des Gründers, in Deutschland als führender Anbieter für stationäre Second-Life-Batteriespeicher, die speziell für Industrie- und Gewerbeunternehmen konzipiert sind. Zu ihren Kundinnen und Kunden zählen sowohl Hotels als auch Bäckereien und andere Unternehmen mit einem umfangreichen Filialnetz.

### Zirkuläres Geschäftsmodell

In der komplexen Landschaft des Energiesektors positioniert sich Voltfang durch die Weiterverwendung von Batteriemodulen mit einer Restkapazität von über 80 %. Roman Alberti beschreibt, dass diese Batterien sich ideal für stationäre Speichersysteme eignen, welche für die Energiewende unerlässlich sind.

Dabei beginnt Voltfang zunächst mit der Beschaffung von Batteriemodulen von Original Equipment Manufacturers (OEM). Diese Batterien werden zerlegt, auf Modullevel getestet und qualitativ beurteilt. Alberti betont: „Wir gehen aber nicht auf Zell-Level runter, weil da die Produktionskosten viel zu hoch sind.“ Mit einem eigens entwickelten Test, der rund 48 Stunden dauert, bestimmt Voltfang den genauen Lebenszyklus der Batterie. Mit einem Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit und Effizienz nutzt das Unternehmen diese Batterien zur Unterstützung von Gewerbe- und Industriekunden, wie Aldi-Filialen. Der zentrale Wert liegt hier in der Nutzung dieser Batterien für Anwendungen wie Eigenverbrauchsoptimierung, Lastspitzenkappung und Notstrombetrieb. Voltfang bietet dabei eine zehnjährige Batterieflats an, bei der Batteriemodule ersetzt werden, sobald sie unter einen kritischen Leistungswert fallen.

Neben dem stationären Speicher für Unternehmen expandiert Voltfang in den Bereich der netzangebotenen Batteriespeicher. Das langfristige Ziel hierbei ist, wie Alberti ausdrückt, in „ein virtuelles Kraftwerk zu gehen“. Das virtuelle Kraftwerk ist ein zukunftsweisendes Modell, das dezentrale Energieerzeugungs- und Verbrauchseinheiten integriert. Dies erlaubt Unternehmen, von der Netzstabilisierung zu profitieren und erneuerbare Energien effizienter zu nutzen.

### Impact

Voltfang verfolgt eine umweltfreundliche Vision. „Aussortierte Batterien, die oft eine alterungsbedingte Restkapazität von über 80 % aufweisen, sollten nicht einfach entsorgt werden“, betont Roman Alberti. Sein Team sieht dabei in der Second-Life Nutzung von Batterien einen doppelten Vorteil.

**„Durch die Wiederverwendung dieser Batterien müssen keine neuen Ressourcen abgebaut werden und das Elektroauto wird sauberer mit weniger Abfall.“**

Roman Alberti

Gründer und CEO Voltfang GmbH

Darüber hinaus führt Alberti den aktiven Beitrag an, den die Batterien in ihrem zweiten Leben zur Energiewende leisten, indem sie die Auslastung erneuerbarer Energien erhöhen und Netze stabilisieren. Dabei versucht das Unternehmen auch beim Produktdesign Nachhaltigkeit mitzudenken und garantiert mit einem abgestimmten Energiemanagement eine maximale Lebensdauer der Batteriemodule. Bis heute hat Voltfang über 600 Batterien vor einem vorzeitigen Recycling bewahrt und über 584 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart.

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Eine der primären Herausforderungen, auf die Roman Alberti hinweist, ist die Diagnose. Dabei waren die gebrauchten Batterien für das Unternehmen zu Beginn wie eine Black Box, bei der nur die Laufleistung des Autos und das Batteriealter bekannt waren. Voltfang begegnete der Herausforderung durch die Entwicklung eines eigenen Batterietestverfahrens, welches den Alterungsprozess der Batterie präzise analysiert. Das entwickelte System orientiert sich dabei an den wenigen vorhandenen Second-Life-Standards, um sicherzustellen, dass die Batterien sowohl sicher als auch energieeffizient arbeiten.

Ein weiterer kritischer Punkt ist die Unsicherheit, die durch mögliche Gesetzesänderungen herrscht. Einfache Modifikationen in der Gesetzgebung können erhebliche Auswirkungen auf den Markt haben. Dies unterstreicht für Alberti die unternehmerische Relevanz für Unternehmen im Second-Life-Markt, agil zu bleiben und gleichzeitig auf einen stabilen rechtlichen Rahmen zu drängen.

Allerdings sind nicht alle Herausforderungen negativ konnotiert. Ein entscheidender Erfolgsfaktor für junge nachhaltigkeitsorientierte Unternehmen wie Voltfang ist laut Roman Alberti die Mitarbeitengewinnung: „Die Motivation unserer Mitarbeitenden ist nicht dem Geld geschuldet – sie möchten etwas bewegen.“ Für ihn bildet diese intrinsische Motivation das Herzstück des Unternehmens, welches bei jeder Firmenpräsentation in Form von eingespartem CO<sub>2</sub> und geretteten Batterien sichtbar wird. Aufgrund dieses Ansatzes beobachtet Alberti auch eine steigende Zahl an Bewerbungen: „Wir merken hier eindeutig, dass wir deutlich mehr Anfragen und Bewerbungen erhalten als die meisten anderen Unternehmer.“

Schließlich spielt für Voltfang auch das Marketing eine wichtige Rolle. Hier sieht Roman Alberti die Kombination aus Innovation und Nachhaltigkeit als Schlüssel zum Erfolg. „Während die Nachhaltigkeit im B2B-Bereich zunächst als Türöffner dient, ist es in späteren Phasen des Sales-Prozesses die Wirtschaftlichkeit, die überzeugen muss.“ Er fügt hinzu, dass die Einbindung von Nachhaltigkeit in Marketingstrategien auch für etablierte Unternehmen Vorteile bieten kann, vorausgesetzt, sie wird effektiv eingesetzt.

### Markt und Wettbewerb

Roman Alberti macht deutlich, dass der wachsende Bedarf an Batteriespeichern in der Automobilindustrie in Kombination mit der zunehmenden Rohstoffknappheit zur Heraus-

förderung für den Batteriemarkt wird. Die Expansion der Elektromobilität schafft wiederum beste Voraussetzungen für Unternehmen, die sich auf die Zweitverwertung von Batterien spezialisieren. In den kommenden Jahren erwartet Alberti einen enormen Zuwachs an alten Elektroautobatterien. Er sieht den stationären Batteriespeichermarkt als Milliardenmarkt und prognostiziert, „dass der Großteil des Batteriespeichermarkts in Zukunft Second-Life sein wird“.

Trotz des großen Potenzials sind die Preise für gebrauchte, noch ungetestete Batteriemodule noch nicht stabil. „Hier ist es tatsächlich sehr schwierig, eine eindeutige Preisentwicklung festzumachen, da sich der ganze Markt noch nicht gefunden hat“, erläutert Alberti. Der entscheidende Faktor wird darin bestehen, die Qualität der Batterien korrekt zu bewerten.

Wettbewerblich betrachtet sieht sich Voltfang in einer starken Position. „Wenn der Kunde explizit einen Second-Life-Speicher wünscht, haben wir noch nie in der Konkurrenz gestanden“, so Alberti. Der eigentliche Wettbewerb für Voltfang besteht also nicht im Second-Life-Markt, sondern gegenüber Erstnutzungs- bzw. First-Life-Batteriespeichern. Dennoch erwartet Alberti, dass der Wettbewerb im Second-Life-Segment in den nächsten Jahren intensiver wird, da immer mehr Akteure,

von Schweißherstellern bis hin zu Automobilherstellern, versuchen werden, auf den Markt zu drängen.

### Ausblick und Learnings

Die Zukunft des Second-Life-Batteriemarktes steht laut Roman Alberti vor einer deutlichen Vereinfachung. Ein in der Diskussion stehender Batteriepass, der voraussichtlich 2026 eingeführt wird, verspricht eine wesentliche Vereinfachung der Diagnoseverfahren. Diese disruptive Neuerung, die als eine Art elektronischer Begleiter für jede Batterie fungiert und damit Transparenz und Nachvollziehbarkeit schafft, könnte laut Alberti den gesamten Second-Life-Batteriemarkt revolutionieren.

Aus Roman Albertis Perspektive zeichnet sich ab, dass die Nachhaltigkeit nicht nur ein Trend, sondern ein Muss für die zukünftige Wirtschaftslandschaft ist. Alberti erwartet in den nächsten fünf bis zehn Jahren einen paradigmatischen Wandel, bei dem nachhaltige Geschäftsmodelle dominieren werden und nicht-nachhaltige Modelle an Boden verlieren. Er sieht heutige Unternehmen in der Verantwortung, diesen Wandel aktiv mitzugestalten und eine nachhaltige Entwicklung voranzutreiben.



2021  
Gründungs-jahr



Anzahl Mitarbeitende

### Geschäftsmodell

Angebot von Batteriespeichersystemen aus Second-Life-Elektrofahrzeugbatterien

### Zielgruppe

Industrie- und Gewerbeunternehmen

### Standorte

2 Büros in Aachen

### Kontakt

Voltfang GmbH  
Grüner Weg 37  
52070 Aachen, Deutschland  
+49 240 56 45 78 80  
hello@voltfang.de



## Interview

### Hendrik Brockmeier

Gründer und Managing Director  
Im Unternehmen seit 2009

Verantwortlich für Softwareentwicklung,  
Digitalisierung und digitale Lösungen



© be.storaged GmbH

5.3

## Best Practice: be.storaged GmbH

be.storaged wurde im Jahr 2017 mit Hendrik Brockmeier und Dr. Magnus Pielke als Geschäftsführer aus der Forschungs- und Innovationsabteilung des überregionalen Energieversorgers der EWE Aktiengesellschaft heraus gegründet. Dabei lag der Ursprung von be.storaged zunächst im Bau eines Hybridgroßspeichers zur Netzstabilisierung, dessen Umsetzung in Kooperation mit einem japanischen Konsortium und gefördert vom japanischen Staat erfolgte. Das Kerngeschäft von be.storaged entwickelte sich rasch von der Planung und dem Bau von Batteriespeicherlösungen hin zu einem umfassenden Systemintegrator. Das Unternehmen bietet heute branchenübergreifend Lösungen für Gewerbe, Industrie und Privathaushalte an. Dabei deckt es ein breites Spektrum ab – von Potenzialanalysen, Energiemanagementsystemen und Batteriespeicherlösungen über Betriebs- und Wartungsdienstleistungen bis hin zu virtuellen Kraftwerken und Vermarktung. Dabei betont Brockmeier:

**„Wir sind kein Hersteller von Batterien [...], sondern sehen uns am Ende der Wertschöpfungskette.“**

Aktuell treibt be.storaged die Transformation hin zu Second-Life-Batterien voran, indem es seinen Kundinnen und Kunden die Option bietet, sich zwischen First- und Second-Life-Batteriesystemen zu entscheiden. Damit gehört be.storaged zu den ersten Systemanbietern, die Second-Life-Batteriespeicher systematisch in Produktangebot und Geschäftsmodell integrieren.

### Zirkuläres Geschäftsmodell

Das Kernstück des Geschäftsmodells von be.storaged bildet die umfassende Softwareplattform. „Unsere Softwareplattform ermöglicht uns, Assets unabhängig von Hardwareherstellern zu optimieren“, führt Hendrik Brockmeier aus. Dies bedeutet, dass Kundinnen und Kunden Ersparnisse durch Netzentgelteinsparungen und die Maximierung ihrer Autarkie erzielen. Im Fokus steht dabei das Angebot von Batteriesystemen. Unternehmen können zwischen Kauf- und Mietobjekten entscheiden. Dazu gibt es die optimierende Software, die nicht nur die Batteriespeicher, sondern auch andere Energiesysteme wie Photovoltaikanlagen und Wärme-Kälte-Prozesse überwacht und steuert. Zusätzlich wird die Flexibilität der Batteriespeicher für die Unternehmen auf den Strommärkten vermarktet. Abhängig von der Größe und den Bedürfnissen des Kunden, reichen die angebotenen Batteriesysteme von 70 kWh für Gewerbe- und Industriekunden, bis zu 600 MWh, wie sie aktuell für große Co-Location-Speicher in der Projektierung sind.

Die primäre Zielgruppe von be.storaged ist das durch energiereintensive Prozesse geprägte produzierende Gewerbe, zum Beispiel in der Herstellung von Chemie-, Kunststoff- oder Molkereiprodukten. Die Möglichkeit, durch Flexibilität Energiekosten zu senken, hat für diese Industriezweige enormen Wert. Daneben sind Stadtwerke und Energieversorger eine weitere relevante Zielgruppe. Hier bietet be.storaged ihre Technologie als White-Label-Lösung an, sodass diese Unternehmen ihre eigene Kundenbindung stärken können.

Mit steigender Verfügbarkeit und zunehmender Wirtschaftlichkeit bietet be.storaged Gewerbe- und Industriekunden nun auch auf Second-Life-Batterien basierte Systeme an. Die Zielgruppen sind zunächst Unternehmen, die ihre Nachhaltigkeitsbemühungen vor ihren B2C-Kundinnen und -kunden betonen möchten. Große Filialketten und Fast-Food-Unternehmen, die aus Gründen der Nachhaltigkeitskommunikation bereit sind, die aus Sicht von be.storaged aktuell noch höheren Preise für Second-Life-Batteriesysteme zu zahlen, stehen im Fokus der Markterschließungsstrategie von be.storaged. Dabei sind es vor allem Filialstandorte mit einer Photovoltaik-Anlage, die von den Vorteilen der Second-Life-Batteriesysteme profitieren können. Hier kombiniert be.storaged verschiedene Anwendungsfelder, von Netzentgelten über den Eigenverbrauch bis hin zur Vermarktung von Flexibilität am Energiemarkt.

### Impact

## „Aktuell ist unser Fokus der Arbeit, Wirtschaftlichkeit und gleichzeitig Nachhaltigkeit der Unternehmen weiter zu fördern“,

so Brockmeier. Dabei spielen Second-Life-Batterien eine entscheidende Rolle, da sie durch die verlängerte Lebenszeit nicht nur einen deutlich geringeren Ressourcenverbrauch aufweisen, sondern auch in der Anwendung bei Kundinnen und Kunden zu weiteren CO<sub>2</sub>-Einsparungen führen. Darüber hinaus hat be.storaged vertragliche Vereinbarungen mit Herstellern getroffen, um sicherzustellen, dass Batterien am Ende ihrer Lebensdauer ordnungsgemäß recycelt werden. Doch es geht nicht nur um die Technologie allein. Brockmeier unterstreicht: „Es ist immer das Paket der Lösung.“ Eingebettet in das gesamte Produkt- und Dienstleistungsportfolio wird bei be.storaged manchmal von Batteriespeichern abgeraten oder eine kleinere Variante empfohlen, wenn beispielsweise durch die Optimierung von Klimaprozessen bereits deutlich nachhaltigere Effizienzgewinne erzielt werden können.

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Ein zentrales Thema ist die technische Verfügbarkeit. „Der Industriekunde ist ja immer noch ein bisschen sensibler als ein Haushaltskunde“, sagt Hendrik Brockmeier und betont,

dass für Industriekunden eine hohe technische Verfügbarkeit von bis zu 99,95 % garantiert werden muss. Ein Ausfall – selbst für nur eine Viertelstunde – kann erhebliche finanzielle Folgen haben. Diese hohen Anforderungen führen dazu, dass Hersteller von Batteriesystemen besonders professionell arbeiten müssen. „Das vermeintlich höhere Ausfallrisiko von Second-Life-Systemen ist immer noch ein weit im Markt verbreitetes Vorurteil“, erläutert Brockmeier, und betont, dass diese Sichtweise technisch bereits überholt ist.

Die Nachhaltigkeitswende im Mittelstand wird von Brockmeier als zentraler Erfolgsfaktor identifiziert: „Was wir jetzt merken, ist, dass das Thema ESG [Environmental, Social & Governance Kriterien] mit maximaler Kraft in den Markt drückt. Unternehmen hinterfragen zunehmend die Herkunft und die ökologische Bilanz der Produkte und Systeme, die sie einsetzen.“ Brockmeier beobachtet, dass mit dieser veränderten Sichtweise auch eine erhöhte Zahlungsbereitschaft einhergeht. Zugleich warnt er, dass die Wirtschaftlichkeit immer noch die Hauptantriebskraft für die meisten Unternehmen darstellt. Er betont, dass teurere Second-Life-Batteriesysteme nur interessant sind, wenn sie in Kombination mit intelligenter Flexibilitätsvermarktung wirtschaftlich tragfähig werden.

Hendrik Brockmeier sieht zukünftig auch neue Herausforderungen für Second-Life-Batteriespeicher. Er merkt an, dass der Zeitpunkt kommen könnte, ab dem es wertvoller ist, Batterien zu recyceln, statt sie für Second-Life-Anwendungen zu verwenden. Darüber hinaus könnten neue Speichertechnologien wie Redox-Flow-Speicher oder Natrium-Schwefel-Systeme in Bezug auf Kosten und Kapazität konkurrenzfähig werden, was den Markt für Second-Life-Batterien reduzieren würde.

### Markt und Wettbewerb

Der Markt wird laut Brockmeier aktuell durch die Verfügbarkeit und Preisgestaltung von Second-Life-Speichern bestimmt. Er bemerkt: „Die Technik ist da, die Zellen, die Second-Life-Hersteller bzw. -Refurbisher [Instandsetzer] sind da. Es geht schlichtweg um die Verfügbarkeit.“ Lange waren solche Speicher für be.storaged aufgrund ihrer begrenzten Verfügbarkeit und höheren Kosten nicht relevant. „Second-Life-Systeme liegen aktuell [preislich] noch 20-25 % über denen von First-Life-Batterien“ erklärt Brockmeier.

Dabei signalisiert die rasante Elektrifizierung des Automobilmarktes für Hendrik Brockmeier eine bevorstehende massive Expansion des Marktes für Second-Life-Anwendungen. Dabei prognostiziert er, „dass zukünftig Energieversorgungsunternehmen und große Batteriespeicherbetreiber die Hauptabnehmer sein werden“, denn „wir brauchen gigantische Mengen an Flexibilität im Netz.“ Er ist überzeugt, dass nicht First-Life-, sondern immer günstiger werdende Second-Life-Batteriesysteme, im direkten Wettbewerb mit traditionellen Langzeitspeichern wie Redox-Flow- oder Natrium-Schwefelbatterien stehen werden. Als zukünftige Investierende sieht Brockmeier auf diesem Markt vorrangig Energieversorgungsunternehmen und heutige Asset-Investierende, die traditionell in Kraftwerke und Netze investieren.

Im privaten Sektor sieht Hendrik Brockmeier zukünftig hingegen keinen relevanten Markt für Second-Life-Batterien. Hier wird seiner Ansicht nach der Hausspeicher durch die ungleich höhere Batteriekapazität der Elektroautos in der heimischen Einfahrt in den Schatten gestellt werden.

### Ausblick und Learnings

In der fortschreitenden Energiewirtschaft erkennt Hendrik Brockmeier den unaufhaltsamen Vormarsch von Second-Life-Batterien: „Wenn man sachlich darauf blickt, sehe ich keine Argumente, die gegen die Anwendung von Second-Life-Batterien sprechen.“ Er betont weiterhin die Wichtigkeit von gezielter Aufklärungsarbeit und den richtigen Ar-

gumenten, um verbleibende Bedenken auszuräumen. Im Kontext der wirtschaftlichen Entwicklungen prognostiziert Brockmeier, dass der Durchbruch für Second-Life-Batterien erreicht wird, wenn sowohl die Verfügbarkeit der Second-Life-Module als auch die Zahlungsbereitschaft in einem Maße ansteigen, dass eine Skalierung wirtschaftlich wird.

Inmitten dieser Entwicklungen mahnt Hendrik Brockmeier zugleich vor der Komplexität, welcher sich die Branche nicht verschließen sollte. Unternehmen, die sich mit Second-Life und nachhaltigen Ansätzen befassen, sollten sich dieser steigenden Komplexität stellen und diese auch an ihre Industriekunden vermitteln, so Brockmeier.

**be** ∞  
stored

2017  
Gründungsjahr  
(1943)

be.storaged GmbH  
(Ausgründung und  
Tochtergesellschaft  
der EWE AG)



50

Anzahl Mitarbeitende  
(10.185)

### Geschäftsmodell

Batteriespeicherlösung, Potenzialanalysen, Energiemanagementsystem, Betriebs- und Wartungsdienstleistungen und Stromvermarktung

### Zielgruppe

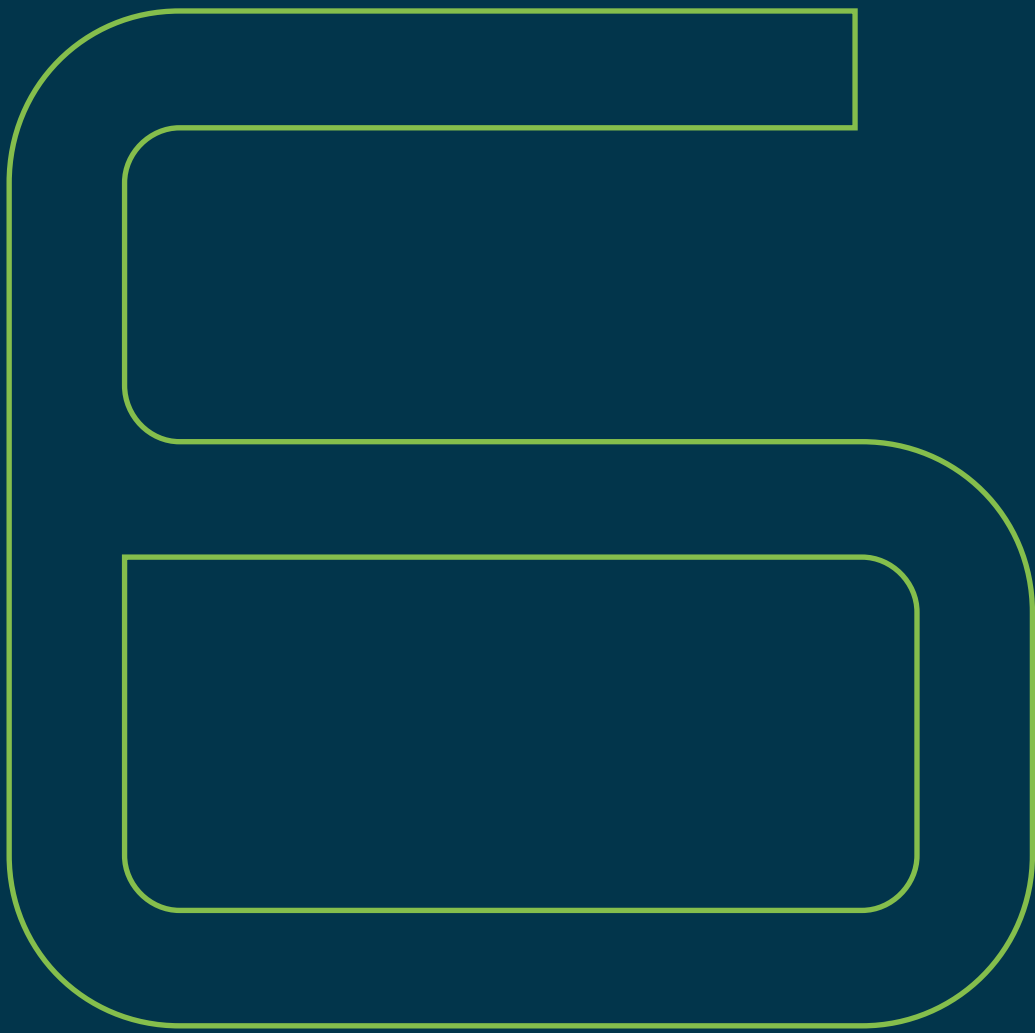
- Industrie- und Gewerbekunden (B2B)
- Stadtwerke (White Label)

### Standorte

Hauptsitz in Oldenburg und Batteriespeicher in ganz Deutschland und Japan

### Kontakt

be.storaged GmbH  
Escherweg 3  
25122 Oldenburg, Deutschland  
+49 441 350 197 0  
info@be-storaged.com



# Reuse

## Wiederverwendung gebrauchter Photo- voltaikmodule

6.1 Daten & Fakten

6.2 Best Practice: 2nd Life Solar GmbH & Co. KG



## R-Strategien

**Reuse** (Wiederverwendung) in Kombination mit **Rethink** (Überdenken), **Repair** (Reparatur) und **Refurbish** (Instandsetzung / Wiederaufarbeitung). In der Regel werden bei der Instandsetzung auch Prinzipien des zirkulären Designs eingesetzt (**Reduce by design**)



## Anbieter

Start-ups, Recyclingunternehmen und Original Equipment Manufacturer (OEM)



## Zielgruppe

Privathaushalte und Gewerbeunternehmen



## Geschäftsmodell

- Demontage, Auswertung von Diagnosedaten, Reinigung, Prüfung, Reparatur, ggf. Instandsetzung / Aufarbeitung, und Rezertifizierung zur Wiederverwendung gebrauchter PV-Module
- Einbindung von zirkulären Design-Praktiken (Circularity by Design)



## Impact

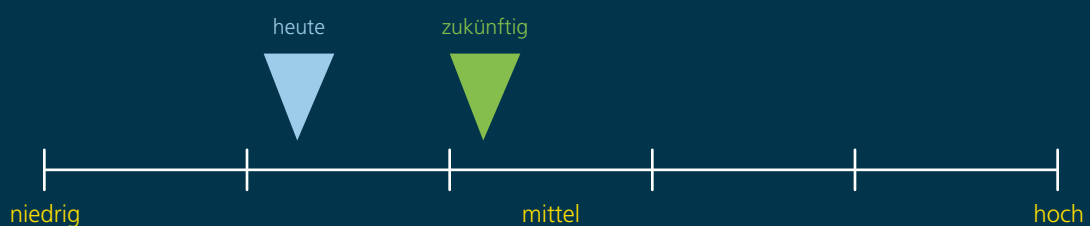
- Steigerung der Ressourceneffizienz und Emissionseinsparungen durch Wiederverwendung
- Verminderung von Elektroschrott und gefährlichen Abfällen
- Beitrag zur Energiewende durch Second-Life-Anwendungsfälle



## Markt & Marktentwicklung

Es wird geschätzt, dass aktuell bis zu 50 % des PV-Abfallstroms in Second-Life-Anwendungen wiederverwendet werden kann (Tsanakas et al., 2020) und bis 2030 bis zu einer Millionen Tonnen Altmodule jährlich anfallen werden (Wagenhäuser, 2020)

## Verbreitungsdynamik



## 6.1

## Daten & Fakten

Photovoltaikmodule (PV) sind eine der vielversprechendsten Technologien der Energiewende. In Anbetracht des Photovoltaikausbaus und des prognostizierten steigenden PV-Abfalls, leistet die Weiterverwendung gebrauchter PV-Module einen wichtigen Beitrag zu **Ressourcen- und Emissionseinsparungen**. Zudem sind gebrauchte Module kostengünstiger als neue Module (Weckend, Wade, & Heath, 2016) und ihre Second-Life-Anwendungen aufgrund der geringeren Preise und der Reduktion von Lieferkettenabhängigkeiten bei sich verknappender Ressourcenverfügbarkeit auch in **ökonomischer Hinsicht bedeutend**. Da im Anschluss an 25 Jahre Erstnutzung noch eine Leistungsgarantie von 80 % zugrunde gelegt und die Lebensdauer durch Zweitnutzung um weitere 10 bis 15 Jahre verlängert werden kann (Tabatha, 2022), ist das Potenzial der **Second-Life-Nutzung** von PV-Modulen erheblich. Hinzu kommen PV-Module, die das Ende ihrer Erstnutzung noch nicht erreicht haben, sondern innerhalb der ersten vier Betriebsjahre aufgrund von Produktfehlern bei der Herstellung, beim Transport oder Störungen aktuell entsorgt werden. Expertinnen und Experten schätzen, dass dies bis zu 80 % des PV-Abfallstroms darstellt, wobei bis zu 50 % dieser PV-Abfälle der Entsorgung oder dem Recycling entzogen und einem Second-Life zugeführt werden könnten (Tsanakas et al., 2020).

**Geschäftsmodelle** im Bereich Second-Life-Photovoltaik zielen auf die Wiederverwendung (Reuse) gebrauchter Photovoltaikmodule und umfassen die **Reparatur (Repair)** oder **Instandsetzung (Refurbish)** oder die direkte Wiederinbetriebnahme des Photovoltaikmoduls. Auch das **Überdenken (Rethink)** des Designs für die Wiederverwendbarkeit und Reparierbarkeit (Circular by Design) stellt eine wichtige Komponente dar. Ein großer **Markt** für die Wiederver-

wendung von PV-Modulen existiert heute noch nicht. Die Wiederverwendung, Reparatur und Aufarbeitung in der PV-Industrie sind heute noch eher informell und werden derzeit von unabhängigen Privatunternehmen ohne jegliche Unterstützung durch die ursprünglichen Hersteller durchgeführt (Circusol, 2023). Daher ist der Second-Life-Markt für gebrauchte PV-Module in Deutschland bisher noch ein Nischenmarkt (Deutsche Umwelthilfe, 2021). Aufgrund des weltweit starken Ausbaus der installierten PV-Kapazitäten und dem Auslaufen von Förderungen ist von einer sehr positiven **Marktentwicklung** hinsichtlich der Verfügbarkeit gebrauchter PV-Module für den Second-Life Markt auszugehen. So wird bis 2030 mit bis zu einer Millionen Tonnen Altmodule jährlich gerechnet (Wagenhäuser, 2020). Die aktuelle **Verbreitungsdynamik** wird noch durch verschiedene Faktoren gehemmt. Zum einen stellt das mangelnde Vertrauen des Marktes in die Zuverlässigkeit (und Sicherheit) von aufgearbeiteten PV-Modulen noch eine große Herausforderung für die Finanzierbarkeit des Second-Life-PV-Geschäfts dar. Dies ist auch auf das Fehlen eines einschlägigen Rechtsrahmens und standardisierter Zuverlässigkeitsprüfungen zurückzuführen (Tsanakas et al., 2020). Zum anderen mangelt es noch an Bewusstsein für die Entwicklung von PV-Modulen, die einfach zu demontieren und für mehrere Anwendungen nutzbar sind. Hier müssen Hersteller das notwendige Wissen und die Kompetenzen zur kreislaforientierten Gestaltung von PV-Lösungen noch aufbauen (Debacker, 2019).

Aktuell sind vermehrt Forschungs- und Entwicklungs- und Normungsprojekte im Bereich Second-Life-PV zu beobachten, welche eine positive Entwicklung der Verbreitungsdynamik noch in den 2020er Jahren erwarten lassen. So befinden sich z. B. eine Richtlinie zum Umgang mit Gebrauchtmodulen auf europäischer Ebene in der Entwicklung. Auch entwickelt der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) neue Anwendungsregeln für die Demontage von Modulen für den Zweitmarkt und das Recycling.

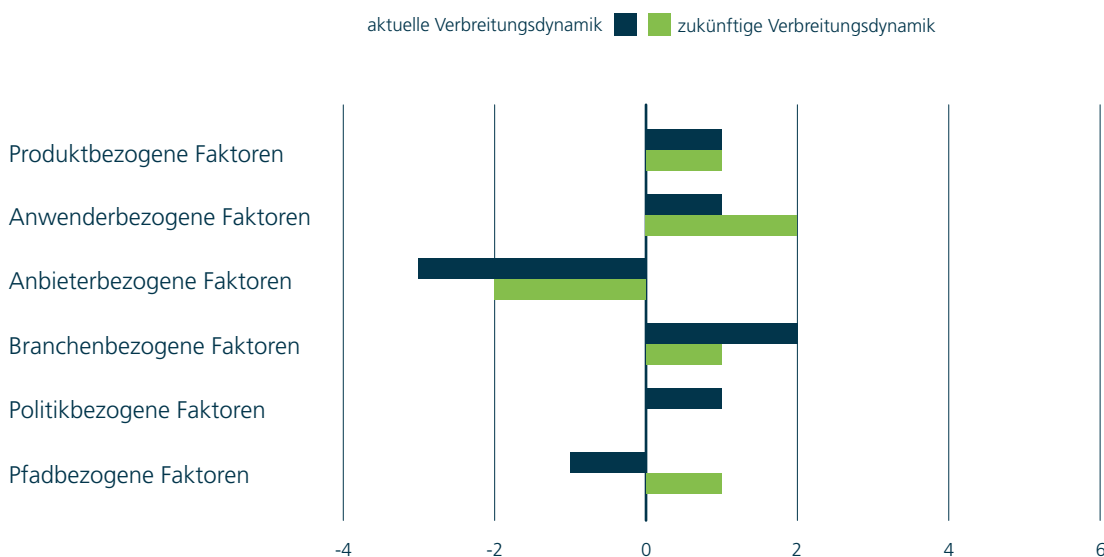


Abbildung 13: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflusskategorie für die Wiederverwendung gebrauchter Photovoltaikmodule



## Interview

**Martin Wilke** (rechts)  
 Prokurist  
 Im Unternehmen seit 2020  
 Initiator des Projekts

© 2nd Life Solar GmbH & Co. KG

6.2

## Best Practice: 2nd Life Solar GmbH & Co. KG

### Unternehmensportrait

2nd Life Solar hat sich als Pionierunternehmen in der Branche der Diagnose gebrauchter Photovoltaikanlagen für den Second-Life-Markt positioniert. Hinter dieser Ausgründung steht der Prokurist von 2nd Life Solar, Martin Wilke, sowie die Buhck Gruppe, ein familiengeführter Entsorgungs- und Umweltdienstleister aus Hamburg, aus dessen Innovationsabteilung 2nd Life Solar hervorgegangen ist. Die Buhck Gruppe

beschäftigt sich bereits seit 2016 mit der Entsorgung von Photovoltaikmodulen. Dabei erkannte Martin Wilke schnell das Potenzial, über die reine Entsorgung hinauszugehen. Er begann, Möglichkeiten zu erforschen, wie einwandfreie Photovoltaikmodule unter den Altgeräten identifiziert und wieder in den Wertstoffkreislauf integriert werden können. Heute ist 2nd Life Solar laut Wilke das erste Unternehmen eines deutschen Entsorgers, das sich intensiv mit der Wiederverwertung von Photovoltaikmodulen auseinandersetzt – ein Markt, der sich als schnell wachsend herausstellt.

### Zirkuläres Geschäftsmodell

Wenn Kundinnen und Kunden Altmodule loswerden möchten, gelten diese zunächst als Abfall und müssen dementsprechend behandelt werden. Martin Wilke unterscheidet



hier zwischen verschiedenen Beschaffungsquellen. Während Module vom Recyclinghof häufig bereits Glasbruch aufweisen und somit nicht weiterverwendet werden können, stellen gerettete Neuwaren aus Transportunfällen oder fehlerhaften Produktionschargen eine mögliche Quelle für den Gebrauchtmittelmarkt dar. „Wenn jemand eine Palette umfallen lässt oder ein Gabelstapler dagegen fährt, dann landen diese Module als Abfall bei uns“, so Wilke. Diese, oft noch funktionsfähigen Module, würden sonst verschrottet werden. „Die wirklich spannenden Quellen für Module zur Prüfung sind für uns große Solarparks“, betont Wilke. Solarparks mit bis zu 100.000 Photovoltaikmodulen tauschen nach zehn bis zwölf Jahren ihre Bestände aus, wenn die Leistung des Gesamtparks nachlässt oder technologische Fortschritte dies attraktiv machen. Hier führt 2nd Life Solar eine Erstprüfung durch und berät die Parkbetreiber bezüglich des Rückbaus und der Transportvorbereitung der Altmodule.

Nach der Beschaffung koordiniert 2nd Life Solar den abfallrechtlich korrekten Transport der gebrauchten Module. Je nach Zustand und geschätzter Wiederverwendungsrate der Module werden diese entweder zum Recycling oder zu einem Prüfstandort von 2nd Life Solar transportiert. Dabei bietet 2nd Life Solar an, den Restwert der wiederverwendbaren Module mit den Recyclingkosten der für das Recycling vorgesehenen Module gegenzurechnen.

Die aktuelle Gesetzeslage sieht vor, dass vor allem Photovoltaikmodule, soweit wirtschaftlich, auf Wiederverwertbarkeit geprüft werden müssen. Dies stellt die Kernkompetenz von 2nd Life Solar dar. In den eigens für die Diagnose von gebrauchten Modulen entwickelten Inline-Prüfstraßen werden mehrere Hundert Photovoltaikmodule pro Tag auf ihre Funktionalität und Wiederverwendbarkeit hin geprüft. Die Wiederverwendungsquote variiert dabei je nach Solarpark zwischen 50 und 80 %.

**„Module, die die Prüfung bestanden haben, sind kein Abfall mehr, sondern Produkte, die vermarktet werden können.“**

Martin Wilke

Nach erfolgreicher Prüfung werden die Module als gebrauchte, aber voll funktionsfähige Geräte zu einem Preis vertrieben, der 30 bis 50 % unter dem von Neumodulen liegt. Dabei kooperiert 2nd Life Solar mit verschiedenen B2B-Vertriebspartnern wie Großhändlern, Installationsfirmen und auch gemeinnützigen Organisationen wie SoliSolar Hamburg oder People4Future Kiel. So finden die Module in Deutschland, Europa und Nordafrika als nachhaltige und kostengünstige Alternative ein zweites Leben.

### Impact

Durch die Wiederverwendung von Modulen anstatt der Anschaffung neuer Module können 300 bis 350 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Modul vermieden werden. Wilke rechnet weiter: Ein Modul, welches jährlich 250 Kilowattstunden Strom produziert, spart ca. 100 Kilogramm CO<sub>2</sub> pro Jahr und wird erst nach drei Jahren CO<sub>2</sub>-positiv, während die fortgesetzte Verwendung gebrauchter Module die Klimabilanz sofort verbessert. Anders als bei der Neuproduktion sind die verwendeten Prüfverfahren von 2nd Life Solar umweltfreundlich, ressourcenschonend und bereits nahezu klimaneutral. Die einzige nennenswerte CO<sub>2</sub>-Belastung entsteht durch den Transport, welche laut Martin Wilke jedoch weit aus geringer ist als der CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch den Seetransport neuer Module von Asien nach Europa. Der Wiederverwendungsansatz von 2nd Life Solar ist eingebettet in eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsstrategie, bei der gebrauchte Photovoltaikmodule auf den Prüfhallen zur Eigenstromversorgung genutzt werden und gemeinsam mit der gesamten Buhck Gruppe Klimaneutralität bis 2030 angestrebt wird.

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Als zentrales Problem im Bereich der Entsorgung und Wiederverwertung stellt Martin Wilke den Graubereich der ungeprüften Exporte heraus: „2020 [hätten] 100.000 Tonnen Photovoltaikmodule als Abfall zurückkommen müssen. Davon sind nur 20 Prozent durch zertifizierte Entsorger entsorgt worden.“<sup>1</sup> Große Mengen von Modulen verschwinden unkontrolliert in Seecontainern und gelangen oft in Länder, in denen nicht bekannt ist, dass diese Module defekt, unsicher und zum Teil sogar lebensgefährdend sind. „Das ist für uns ein riesiger Dorn im Auge“, so Wilke, der sich striktere Kontrollen und Richtlinien seitens der Zollbehörden wünscht.

Die Umrüstung der Inline-Prüfstraße erfordert Zeit und somit sind große Mengen gleicher Module, vorzugsweise aus großen Solarparks, erforderlich. „Damit sich der Aufwand überhaupt lohnt [...], brauchen wir große Stückzahlen aus großen Solarparks“, erklärt Wilke. Die Prüfung einer Vielzahl unterschiedlicher Altmodule, wie sie von Kleingewerben und Privatpersonen bei Recyclinghöfen abgegeben werden, sieht Wilke daher auf absehbare Zeit nicht als wirtschaftlich. Dieser Umstand wird durch die hohe Anzahl an Modulen, die durch die unsachgemäße Sammlung beschädigt werden, noch verschärft.

Während das Unternehmen die Wiederverwendung vorbereitet, sieht Martin Wilke bisher keine effizienten und

(<sup>1</sup> vgl. Deutsche Umwelthilfe, 2021)

wirtschaftlichen Reparaturverfahren für Photovoltaikmodule. „Aktuell reparieren wir nicht“, sagt Wilke und führt aus, dass erste Rückmeldungen von Kundinnen und Kunden sogar einen niedrigeren Wiederverkaufswert reparierter Module im Vergleich zu noch funktionsfähigen Gebrauchtmodulen vermuten lassen. Das Unternehmen verfolgt jedoch mit einem aktuellen Forschungsprojekt das Ziel, vorbeugende Reparaturverfahren zu entwickeln.

Der Schlüssel zum Erfolg sei schließlich die Motivation und Leidenschaft der Mitarbeitenden. Hier hebt Martin Wilke die fortwährende Unterstützung innerhalb der Unternehmensgruppe hervor: „2nd Life Solar ist ein Projekt [...] da gehen wir ins Risiko und investieren. [...] Das ist der Erfolgsfaktor, den wir damals gebraucht haben.“

### Markt und Wettbewerb

Noch vor einem Jahrzehnt war der Markt für Refurbish (Instandsetzung/Aufarbeitung), für Reuse (Wiederverwendung) und Recycling von Photovoltaikmodulen nahezu nicht existent, da die installierte Leistung zu gering und kaum Module im Rücklauf waren. „Das ist jetzt [...] ein neuer Abfallstrom, der rasant wächst“, sagt Martin Wilke. Dieses Wachstum zeigt sich deutlich in den Prüfkapazitäten von 2nd Life Solar. Was mit der Prüfung von 5.000 bis 6.000 Modulen im ersten Jahr begann, hat sich innerhalb von zwei Jahren auf 30.000 bis 50.000 Module erhöht. Mittlerweile ist 2nd Life Solar in der Lage, allein am Standort Hamburg bis zu 120.000 Module jährlich zu prüfen.

**„Der Bedarf zur Prüfung, Entsorgung und Behandlung von Modulen wird weiter steigen, da viel mehr installierte Leistung ins Repowering [Kraftwerkserneuerung] gehen wird“,**

prognostiziert Wilke und gibt weiter zu bedenken, dass „die Mengen eigentlich viel zu groß für uns [2nd Life Solar] alleine“ sind. Dabei sieht Wilke in Deutschland bisher nur einen direkten Wettbewerber und auch auf europäischer Ebene ist die Konkurrenz durch zertifizierte Entsorgungsfachbetriebe rar. Dabei sind, so Wilke: „steigende Behandlungskapazitäten wünschenswert, damit für die große Anzahl zukünftiger Abfallmengen auch rechtlich korrekte Entsorgungswege geboten werden“. Andernfalls sieht er das Problem, dass hohe Mengen an ungeprüften PV-Modulen „im Export verschwinden“ könnten. „Da sind wir noch ziemlich allein, [...] mehr Wettbewerb wäre da vielleicht gar nicht so verkehrt.“

Doch der wachsende Markt hat auch seine Herausforderungen. Während die Produktionskosten für Neumodule sinken und somit auch der Marktwert eines geprüften, gebrauchten Moduls tendenziell fällt, muss 2nd Life Solar seine Prozesse fortwährend optimieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

### Ausblick und Learnings

Die rasante Entwicklung im Second-Life-Photovoltaikmarkt lässt Martin Wilke und sein Team ambitionierte Ziele setzen: „Den wachsenden Markt wollen wir natürlich abdecken“. Mit einem expandierenden Netzwerk und der geplanten Eröffnung von zwei weiteren Prüfstandorten in Deutschland verfolgt 2nd Life Solar den strategischen Plan, nicht nur lokal, sondern auch europaweit eine dominante Rolle einzunehmen.

Für die zukünftige Entwicklung sieht Martin Wilke die Einführung weiterer Normen, die klare Leitlinien für die Prüfung von Photovoltaikmodulen bieten, als Schlüssel zur Sicherung von Qualität und Nachhaltigkeit. Dabei setzt 2nd Life Solar auf die Kooperation mit dem Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e.V. (VDE), der aktuell in mehreren Arbeitsgruppen zukunftssträchtige Normen für das Recycling und die Wiederverwendung von Photovoltaikmodulen entwickelt.

Hinsichtlich der Relevanz der Wiederverwendung im Abfallmanagement regt Wilke an, den strategischen Wiederverwertungsansatz von 2nd Life Solar auch auf andere Abfallströme auszuweiten. Für Wilke ist essenziell, im Abfallmanagement immer den nachhaltigsten Weg zu identifizieren und zu hinterfragen, wie dieser auch wirtschaftlich tragbar gemacht werden kann. Er resümiert: „Eigentlich ist in den Gesetzen alles klar, es wird nur nicht ganz so gelebt.“



# 2023

Gründungsjahr  
(1899)

2nd Life Solar GmbH & Co. KG  
(Ausgründung der Buhck  
Umweltservices GmbH & Co. KG)



# 11

Anzahl Mitarbeitende  
(1.200)

### Geschäftsmodell

- Sammlung, Diagnose und Vertrieb gebrauchter und entsorgter Photovoltaikanlagen
- Fokus auf Module aus großen Solarparks

### Zielgruppe

B2B-Händler

### Prüfstandorte

Hamburg, Görlitz, Moosburg

### Kontakt

2nd Life Solar GmbH & Co. KG  
Liebigstraße 46  
22113 Hamburg, Deutschland  
+49 40 73 43 36 13  
2ndlifesolar@buhck.de



# Produkt- orientierte Dienst- leistungen

Full-Service für  
Instandhaltung und  
Reparatur

7.1 Daten & Fakten

7.2 Best Practice: Festool GmbH



### Anbieter

Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenhersteller



### Zielgruppe

Gewerbe- und Industrieunternehmen



### Geschäftsmodell

Exakt definierter Leistungsumfang für die Instandhaltung einer Maschine oder Anlage



### R-Strategien

**Remain** (Instandhaltung) in Kombination mit **Rethink** (Überdenken), **Reduce by design** (Reduzierung durch Design), **Repair** (Reparatur), **Refurbish** (Instandsetzung / Aufarbeitung), **Reuse** (Wiederverwendung) und **Recycling**



### Impact

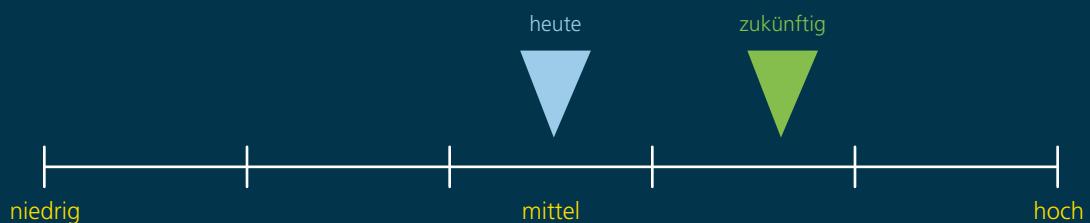
- Verlängerung der Nutzungsdauer von Komponenten
- Steigerung und Aufrechterhaltung der Energieeffizienz durch korrekte Installation und Wartung
- Vermeidung des Energie- und Ressourcenverbrauchs der Neuproduktion
- Verminderung von Elektroschrott und gefährlichen Abfällen



### Markt & Marktentwicklung

- **Stand 2015:** Verbreitungsgrad: 23 % im verarbeitenden Gewerbe (Lerch & Maloca, 2020)
- **Stand 2020:** 31 % in Industrieunternehmen (Meyer et al., 2020) (Wagenhäuser, 2020).

### Verbreitungsdynamik



## 7.1

## Daten & Fakten

Im After Sales Bereich dreht sich das **Geschäftsmodellmuster** Full-Service um die Unterstützung und Betreuung der Zielgruppe über den reinen Verkauf hinaus, um sicherzustellen, dass das Produkt oder die Dienstleistung über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg zufriedenstellend funktioniert. Dafür werden der Zielgruppe umfassende Dienstleistungen angeboten, von Wartung, Reparatur, Ersatzteillieferungen, nachträgliche Updates und Upgrades von Software und Technik, über Ferndiagnose und Produktschulungen bis hin zu Angeboten zur Rücknahme von Altgeräten.

Angetrieben durch eine Strategie der Kostenminimierung für die Bereitstellung eines langlebigen servicebedürftigen Produkts besteht für den Hersteller der Anreiz, die Lebensdauer auch während der Nutzungsphase des Produkts durch Maßnahmen der **Instandhaltung (Remain), Reparatur (Repair)** und Modernisierung zu verlängern und den Energie- und Ressourcenverbrauch zu optimieren (Weißfloch, Schlummer, Jäger, & Merk, 2013). Auch bestehen Anreize seitens des Anbieters, die Lebenszykluskosten bereits im Design der Anlage mitzudenken (**Rethink und Reduce by design**). Schließlich können Anbieter durch langfristige Bereitstellung von Ersatzteilen und nachträglichen Modernisierungen die Zielgruppe zur **Wieder- bzw. Weiterverwendung (Reuse)** der Produkte als Alternative zum Neukauf überzeugen.

In vielen Sektoren sind Full-Service-Verträge eine etablierte Praxis, die schon seit Ende des 18. Jahrhunderts aus ökonomischen Gründen angewendet wird. Dabei ist weiterhin eine positive **Marktentwicklung** festzustellen: Während 2015 ca. jedes vierte Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes (23 %) Full-Service-Verträge anbot (Lerch & Maloca, 2020), lag der Anteil 2020 bei Industrieunternehmen bereits bei 31 % (Meyer et al., 2020).

Die aktuelle **Verbreitungsdynamik** von Full-Service-Verträgen wird zum einen durch die Verfügbarkeit an qualifiziertem Servicepersonal gehemmt, zum anderen durch die mangelnde Aufmerksamkeit an dem bereits etablierten Markt durch Medien, Branchenverbände und Politik. Bezüglich der öffentlichen Aufmerksamkeit ist jedoch ein Aufwärtstrend zu beobachten. So fördern neue politische Regulierungen (z.B. der EU Circular Economy Plan) und Angebote von Verbänden, wie spezielle Leitfäden (z.B. VDMA, 2019) die Verbreitung neuer Full-Service-Geschäftsmodelle. Daher ist mittelfristig mit einer mittleren bis hohen Verbreitungsdynamik zu rechnen.

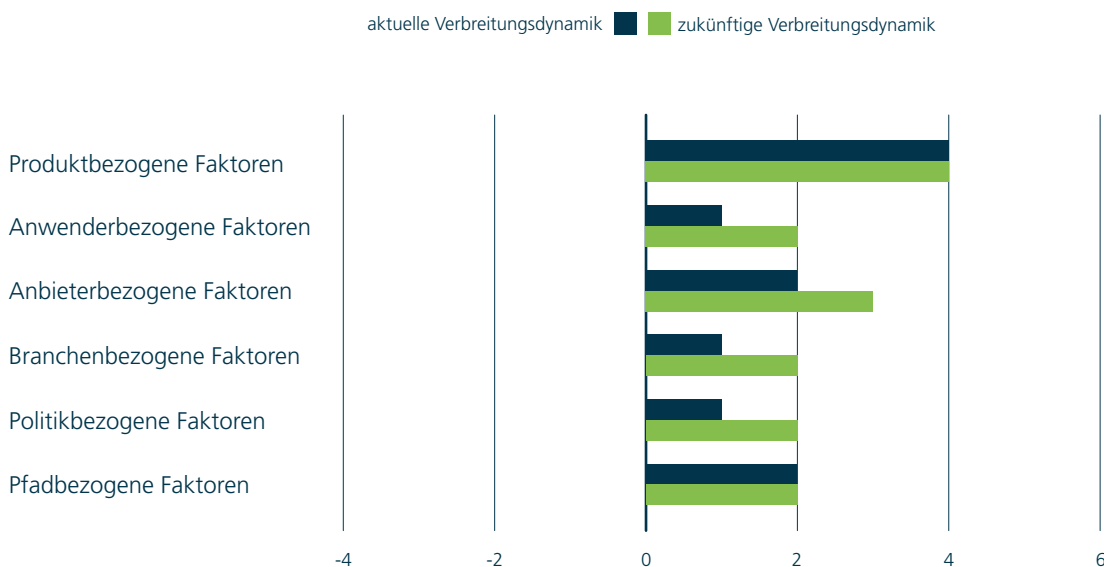


Abbildung 14: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflusskategorie für produktbezogene Dienstleistungen (Full-Service-Verträge)

# Interview

## Marco Pfeiffer

Leiter Business Center  
Im Unternehmen seit 2021

Verantwortlich für  
die Entwicklung digitaler  
Geschäftsmodelle



© Festool GmbH

7.2

## Best Practice: Festool GmbH

Das Familienunternehmen wurde im Jahr 1925 unter dem Namen Festo gegründet und 75 Jahre später in Festool umbenannt. Festool hat sich auf die Entwicklung, Produktion und den Vertrieb von handgeführten Elektrowerkzeugen spezialisiert, wie Sägen, Schleifen und Fräsen. Das Angebot zielt hauptsächlich auf Handwerksbetriebe ab und bietet ihnen professionelle Produkte. Zur Zielgruppe gehören ebenso Privatpersonen. Über die Jahre hat sich ein dichtes Händlernetzwerk etabliert, das den Vertrieb der Werkzeuge maßgeblich prägt und mittlerweile durch ein eigenes E-Commerce-Angebot begleitet wird. Mit dem Team rund um Marco Pfeiffer, Leiter des Business Center für digitale und smarte Geschäftsmodelle, setzt Festool nun verstärkt auf serviceorientierte und digitale Geschäftsmodelle.

### Zirkuläres Geschäftsmodell

Festool geht über den herkömmlichen Verkauf von Maschinen und Zubehör hinaus und setzt verstärkt auf Serviceangebote, die auf Kundenzufriedenheit und Nachhaltigkeit durch Maximierung der Produktlebensdauer abzielen. Hierzu zählt

beispielsweise die „Garantie All-Inclusive“, bei der die Garantie verlängert werden kann, wenn Kunden ihre Maschine registrieren und einen MyFestool-Account besitzen.

Des Weiteren bietet Festool Reparaturdienste an, bei denen Maschinen instandgesetzt werden, sofern dies wirtschaftlich sinnvoll ist. Dafür stellt Festool eine breite Palette von Ersatzteilen zur Verfügung, sodass Kunden nicht gezwungen sind, eine gesamte Maschine zu ersetzen, wenn nur ein Teil defekt ist. Um dies zu gewährleisten, bietet Festool zudem die Rücknahme von Altgeräten über Fachhändler und den eigenen Werkskundendienst an, um bei nicht wiederverwendbaren Maschinen Einzelteile auszubauen und für mögliche Reparaturen anderer Maschinen aufzubewahren.

Im Mittelpunkt der Servicedienstleistungen stehen bei Festool die digitalen Schnittstellen, wie die MyToolbox-Plattform und Anwendungen für Smartphones. Diese Anwendungen bieten den Kundinnen und Kunden von Festool eine Vielzahl von Servicefunktionen, die die Wartung und Reparatur vereinfachen, darunter die Registrierung und Ver-



waltung aller Festool-Maschinen, die Garantie-Anmeldung und -abwicklung, die Reparaturbeauftragung sowie der Echtzeitabruf von wartungsrelevanten Maschinendaten wie Akkustand, Ladezyklen und Temperatur. Abgesehen von der Reparatur, die nach Ablauf der Garantie in der Regel kostenpflichtig ist, ist laut Pfeiffer „[...] alles, was Festool aktuell als Service anbietet, für den Kunden ohne zusätzliche Kosten“. Pfeiffer begründet diese strategische Entscheidung damit, dass in dem Premium-Segment, in dem sich Festool bewegt, das Unternehmen den Wert des Kundenerlebnisses und der Kundenzufriedenheit in den Mittelpunkt stellen möchte. Er führt aus: „Wir wollen nicht die Loyalität und Zufriedenheit der Kundinnen und Kunden durch versteckte oder zusätzliche Kosten gefährden.“

### Impact

Im Zentrum der Nachhaltigkeitsstrategie von Festool steht die Überzeugung, dass Robustheit und Langlebigkeit ausschlaggebend für einen langen Lebenszyklus der eigenen Produkte sind.

**„Wir sind immer in der Diskussion, wie wir unsere Produkte möglichst nachhaltig gestalten und die Quote der zu verschrottenden Maschinen reduzieren können“,**

erklärt Marco Pfeiffer.

Dabei geht Festool bei der Erreichung dieses Ziels über das eigentliche Produktdesign hinaus. Mit den umfassenden Serviceangeboten stellt Festool auch nach dem Produktverkauf die Erreichung einer langen Lebensdauer im Sinne der Circular Economy sicher.

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Die im Sinne der Circular Economy wünschenswerte Langlebigkeit der Maschinen birgt jedoch auch Herausforderungen. Zum einen kann die langanhaltende Präsenz der Maschinen auf dem Markt den Neukauf beeinträchtigen, zum anderen wird die Verfolgung und Rückführung der Maschinen in die Circular Economy mit der Zeit immer schwieriger.

Ein weiteres Hindernis für die Einführung innovativer Serviceangebote sieht Pfeiffer in den eingegangenen Pfadabhängigkeiten. Gerade bei Unternehmen, die über Jahrzehnte hinweg mit ihren Geschäftsmodellen erfolgreich waren, ist laut Pfeiffer, „die Notwendigkeit für einen Wandel nicht groß“ und häufig mit internen Widerständen verbunden. Pfeiffer sieht hier den entscheidenden Wettbewerbsvorteil von Festool in der konsequent transparenten Kommunikation innerhalb des Unternehmens und dem starken Rückhalt der Eigentümerfamilie und des Aufsichtsrats. Das Unternehmen hat laut Pfeiffer die Bedeutung von Innovation und Anpassung an das digitale, serviceorientierte Zeitalter erkannt und strategisch umgesetzt. Er betont: „Diese strategische Verankerung hilft natürlich extrem, dass Akzeptanz für neue Geschäftsmodelle entsteht.“

Im Bereich der Digitalisierung der Serviceangebote sieht Festool zum einen die hohe Nachfrage nach Fachkräften als Herausforderung im Bereich der Rekrutierung. Zum anderen gestalten sich die Digitalisierungsbemühungen auch aufgrund der geringen Digitalaffinität in der Kernzielgruppe, den Handwerksbetrieben, als herausfordernd. Statt die Zielgruppe zu einem digitalen Wandel zu drängen, stellt Pfeiffer den engen Dialog mit der Kundschaft und den Ansatz der Co-Creation als Lösung heraus:

**„Wir bringen digitale Serviceangebote nicht, weil wir in Technologien verliebt sind, sondern weil wir immer an den Mehrwert für den Kunden glauben.“**

## Markt und Wettbewerb

Im aktuellen Marktumfeld sind Full-Service-Verträge, die kostenfrei zum Produktverkauf angeboten werden, laut Marco Pfeiffer schon längst der Standard. „Das sind Kunden auch gewohnt“, erklärt Pfeiffer, der dennoch eine weitere Verschiebung der strategischen Schwerpunkte voraussieht: „Der Service-Gedanke wird innerhalb von produzierenden Unternehmen gegenüber dem Produktfokus zunehmend an strategischer Relevanz gewinnen.“

Trotz ihrer hohen Verbreitung bleibt die tatsächliche Nutzung digitaler Serviceleistungen gering. Ein Zustand, der sich nach Ansicht von Pfeiffer in den nächsten Jahren ändern sollte. Er sieht die Branche in einem Zustand der langsamen Transformation, getrieben von der zunehmenden Verbreitung zirkulärer Wirtschaftsstrategien, und prognostiziert: „Ich erwarte, dass der Service-Bereich durch Circular Economy-Geschäftsmodelle wie Refurbishment, Remanufacturing und Zweitmärkte für gebrauchte Produkte weiter an Bedeutung gewinnen wird“.

Während zunehmend mehr Unternehmen zirkuläre Geschäftsmodelle testen, sieht Pfeiffer die Problematik eher auf Nachfrageseite: „Tatsächlich ist die Nachfrage im Handwerksbereich nach nachhaltigen Lösungen bisher eher gering.“ Dennoch sieht Pfeiffer einen durch den Generationswechsel getriebenen Trend zu mehr Nachhaltigkeit im Handwerk, der den zirkulären Geschäftsmodellen und den dafür notwendigen Full-Service-Angeboten zukünftig Auftrieb geben könnte.

## Ausblick und Learnings

Pfeiffer sieht die interne Weiterentwicklung des Serviceangebotes zunächst in der Optimierung von Serviceprozessen. Dabei geht es darum, die Prozesse schlanker und effizienter zu gestalten, um die Wartezeit bei Kundinnen und Kunden zu minimieren und das Kundenerlebnis zu maximieren.

Er hebt hervor, dass Anpassungsfähigkeit und Agilität immer wichtiger werden, um auf potenzielle Disruptoren, die den After Sales Markt mit innovativen Softwarelösungen aufwirbeln könnten, schnell reagieren zu können. Zugleich fügt Pfeiffer hinzu, dass ein solcher digitaler Durchbruch bisher nicht absehbar ist.

In Bezug auf die nahe Zukunft ist Pfeiffer optimistisch, besonders wenn es um die strategische Entwicklung der MyFestool-Plattform und die Exploration neuer digitaler Serviceangebote geht. Mit der Intention, als Lösungsanbieter aufzutreten, will Festool so stärker auf erkannte Herausforderungen im Handwerk reagieren und Serviceangebote bereitstellen, die die Effizienz und Nachhaltigkeit in der Branche steigern.



© Festool GmbH

# FESTOOL

# 1925

Gründungsjahr



# 2.700

Anzahl Mitarbeitende

## **Geschäftsmodell**

Entwicklung, Produktion und Verkauf von handgeführten Elektrowerkzeug sowie Angebot umfangreicher Servicedienstleistungen

## **Zielgruppe**

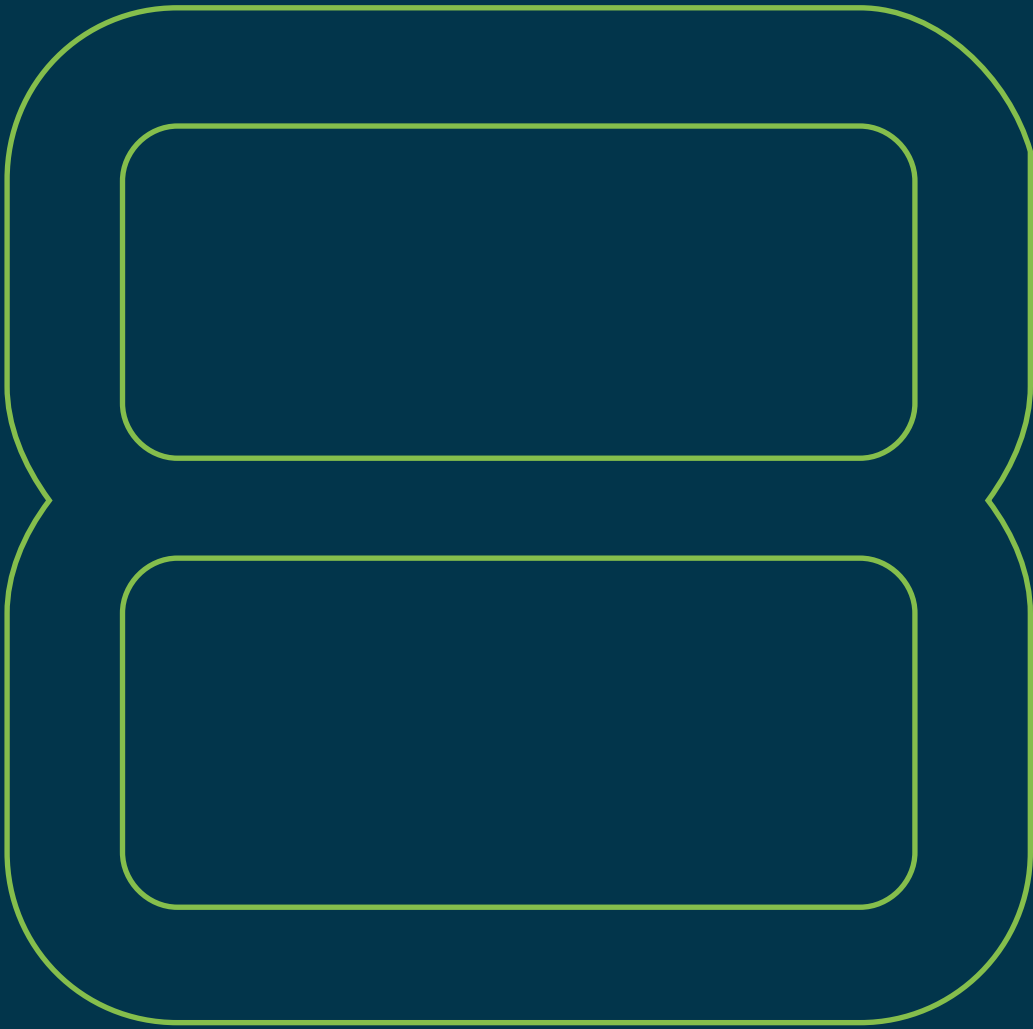
Handwerksbetriebe,  
Privatpersonen

## **Standorte**

Standorte in 25 Ländern

## **Kontakt**

Festool GmbH  
Wertstraße 20  
73240 Wendlingen am Neckar,  
Deutschland  
Tel.: +49 7024 804-0  
info@festool.com



# Nutzungs- orientierte Dienst- leistungen

## Wärmepumpen- Contracting

8.1 Daten & Fakten

8.2 Best Practice: EWE AG



## R-Strategien

**Rethink** (Überdenken), **Reduce by design** (Reduzierung durch Design), **Remain** (Instandhaltung), **Repair** (Reparatur), **Reuse** (Wiederverwendung), **Refurbish** (Instandsetzung / Aufarbeitung), **Remanufacture** (Aufarbeitung), **Repurpose** (Umnutzung), **Recycling**



## Anbieter

Start-ups und Energieversorgungsunternehmen



## Zielgruppe

Privathaushalte, Gewerbe- und Industrieunternehmen



## Geschäftsmodell

Die Wärmepumpe wird von Leasing-Anbietern finanziert und per monatlicher Rate von der Kundin oder dem Kunden abbezahlt. Das Leasing der Wärmepumpe beinhaltet Installation, Wartung und Reparatur innerhalb der vertraglich vereinbarten Laufzeit.



## Impact

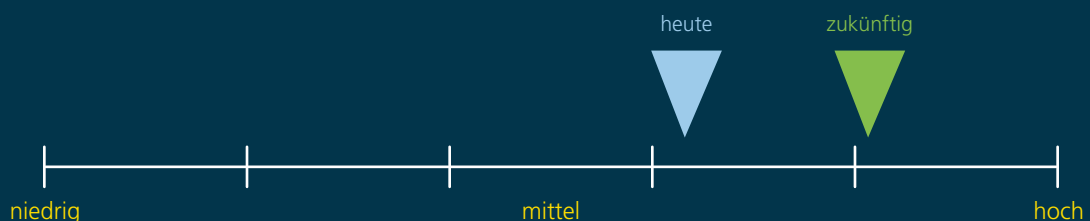
- Verlängerung der Nutzungsdauer von Komponenten
- Steigerung und Aufrechterhaltung der Energieeffizienz durch korrekte Installation und Wartung
- Vermeidung des Energie- und Ressourcenverbrauchs der Neuproduktion
- Verminderung von Elektroschrott und gefährlichen Abfällen
- Der Zugriff auf die Anlage nach Nutzungsdauer bildet für Anbieter die Grundlage für die Umsetzung aufbauender R-Strategien



## Markt & Marktentwicklung

Bis 2030 sollen in Deutschland sechs Millionen neue Wärmepumpen installiert werden (Bundesregierung, 2023)

## Verbreitungsdynamik



## 8.1

## Daten & Fakten

Insbesondere die Wärmebereitstellung stellt in der Energiewende eine Herausforderung dar. Wärmepumpen können eine Lösung bieten, sind jedoch gerade für private Haushalte mit hohen Investitionskosten verbunden. Finanzierungsmodelle wie Leasing und Vermietung von Wärmepumpen können dem Entgegenwirken und die Verbreitung auf dem Markt beschleunigen.

Das **Geschäftsmodellmuster** des Wärmepumpen-Contractings umfasst dabei die Bereitstellung und Installation der Anlage sowie deren Betrieb und Wartung. Dabei verbleibt die Anlage im Besitz der Anbieter, welche die Wärmepumpe nach der vereinbarten Vertragslaufzeit zurücknehmen oder zum Verkauf anbieten. Durch Vermietungs- und Leasing-Modelle übernehmen die Anbieter dabei das Investitionsrisiko.

Durch die Verantwortung des Betriebs durch die Anbieter, werden diese motiviert, von vornherein eine lange Lebensdauer und geringe Wartungsintensität (**Reduce by design**) und hohe **Reparaturfreundlichkeit (Repair)** mitzudenken (**Rethink**). Zudem bildet der Verbleib des Besitzes der Wärmepumpen bei den Anbietern die Grundlage zur Implementierung und Umsetzung sich anschließender R-Strategien wie **Reuse (Wiederverwendung)**, **Refurbish (Instandsetzung / Aufarbeitung)**, **Remanufacture (Wiederaufarbeitung)**, **Repurpose (Umnutzung)** und

Produktrücknahme und **Recycling**. Durch die Bereitstellung regenerativer Wärmelösungen für Zielgruppen, für die eine eigenständige Finanzierung nicht möglich gewesen wäre, leistet das Geschäftsmodell einen weiteren Beitrag zur Energiewende.

Während die **Markteinführung** des Contractings von Wärmeenergie bereits in den 1990er-Jahren auf aktive Kundennachfrage hin und vor allem in Großprojekten nachgefragt wurde (Clausen & Beucker, 2016), stieg die Nachfrage nach Contracting-Angeboten für Wärmepumpen erst mit der Energiekrise im Jahr 2022. Bezüglich der **Marktentwicklung** plant die Bundesregierung (2023) damit, dass mindestens 500.000 Wärmepumpen pro Jahr ab 2024 und bis 2030 rund 6 Millionen Wärmepumpen im Markt bereitgestellt werden können. Aussagen dazu, wie sich der Anteil an Contracting-Geschäftsmodellen entwickeln wird, lassen sich aktuell nicht treffen.

Die hohen Investitionskosten für neue Heizungsanlagen sowie bestehende Förderaktivitäten der Bundesregierung tragen aktuell zu einer hohen Verbreitungsdynamik im Bereich des Wärmepumpen-Contractings bei (Clausen et al., 2023). Zukünftig ist durch das Gebäudeenergiegesetz und neue Fördermöglichkeiten mit einer deutlichen höheren Verbreitungsdynamik zu rechnen.

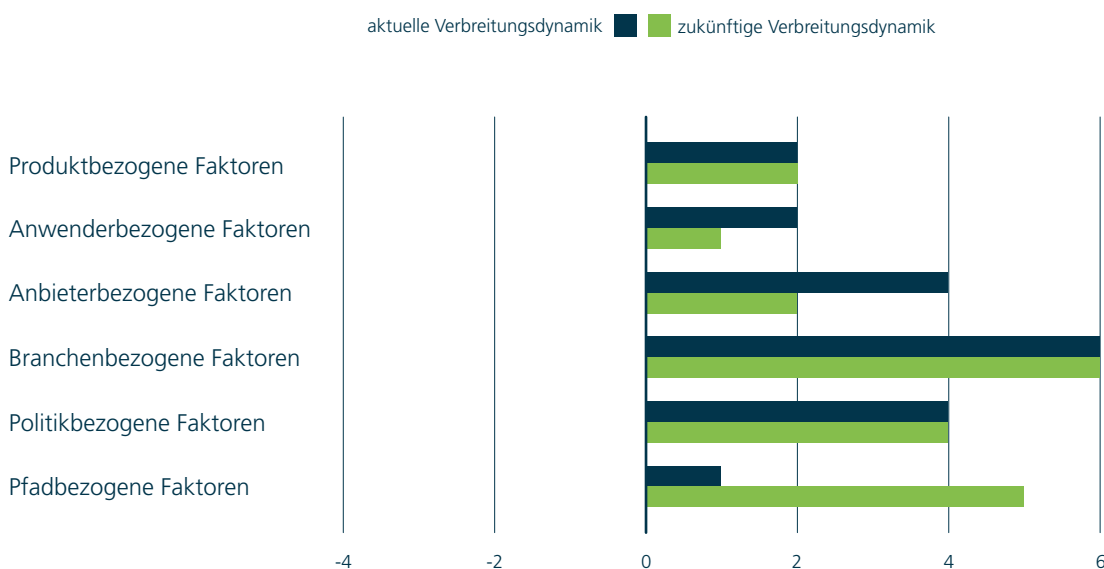


Abbildung 15: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflusskategorie für Wärmepumpen-Contracting



## Interview

**Ronald Gerber**

Produktmanager im Bereich Wärme  
Im Unternehmen seit 1996

Über 20 Jahre Contracting-Erfahrung

© EWE AG

8.2

## Best Practice: EWE AG

### Unternehmensportrait

Die EWE Aktiengesellschaft positioniert sich als eines der fünf größten Energieversorgungsunternehmen in den Bereichen Strom, Erdgas, Telekommunikation und Informationstechnologie in Deutschland. Seit 2002 engagiert sich das Unternehmen im Wärme-Contracting mit Fokus auf den Vertrieb von Gasanlagen für Privathaushalte und Gewerbetunden. Herr Ronald Gerber, Produktmanager im Bereich Wärme, führt aus: „Aktuell sind ca. 23.000 kleine Gasanlagen im Contracting der EWE, das sind überwiegend klassische Einfamilienhausanlagen im Leistungsbereich zwischen 17 kW und 20 kW.“ Die ursprüngliche Vertriebsstrategie, die sich stark auf das regionale Handwerk stützte, wurde später durch einen Shop-Vertrieb mit heute 42 Shops erweitert.

Im Zuge der Energiewende und den Veränderungen im Wärmemarkt hat EWE eine Neuausrichtung ihres Geschäftsmodells vorgenommen und leitete im Jahr 2021 den Wechsel

vom Gas-Contracting hin zum Vertrieb von Wärmepumpen ein. Seit Mai 2022 bietet EWE Wärmepumpen im Contracting und seit Juni 2023 auch zum Kauf an. Zum 1. Juli 2023 wurde der Wechsel mit der Einstellung des Gas-Contractings vollständig umgesetzt.

### Zirkuläres Geschäftsmodell

Mit dem bisherigen Schwerpunkt auf dem Angebot von Gasanlagen war EWE im klassischen Wärme-Contracting aktiv, also in der Bereitstellung von Wärmeanlagen in Kombination mit dem Wärmeenergieträger Gas. Mit dem Wechsel hin zur Wärmepumpe musste das Unternehmen sein Geschäftsmodell jedoch anpassen und die Bereitstellung und Finanzierung der Wärmepumpe von dem Energiegeschäft entkoppeln. Gerber erklärt, dass dieser Wandel hauptsächlich auf die schwierigere Prognose des jährlichen Energieverbrauchs von Wärmepumpen und dem damit einhergehenden Risiko zurückzuführen ist.



Der Fokus des Wärmepumpen-Geschäftsmodells im Bereich der Privathaushalte liegt nun auf dem Angebot von Pachtverträgen. Gerber erläutert:

## „Die Wärmepumpe verbleibt im Eigentum der EWE, Anschaffungs- und Installationskosten sowie die Förderabwicklung übernehmen wir und garantieren dabei einen Festpreis über 15 Jahre.“

Bisher kooperiert das Unternehmen bei der Finanzierung des Pachtmodells nicht mit Finanzdienstleistern, sondern trägt diese aus dem laufenden Umsatz. Seit Mitte 2023 wird die Verpachtung neuerdings auch durch den Verkauf von Wärmepumpen ergänzt.

Dabei verfolgt EWE das Ziel, die vom eigenen Vertrieb verpachteten oder verkauften Wärmepumpen auch durch eigenes Personal oder mit Montagepartnern zu montieren. Weiterhin gibt es den Vertriebskanal Fachhandwerk, der das Pachtmodell der EWE in der eigenen Akquise nutzen kann. Zusätzlich werden Verkauf und Verpachtung durch umfassende After Sales Serviceangebote begleitet. Diese reichen von Inspektion und Wartung über Reparatur bis hin zu Service-Notdiensten. Dabei, so Gerber, entscheiden sich nahezu alle Kundinnen und Kunden beim Vertragsabschluss für die optionalen Serviceangebote.

Wie bereits zuvor im Bereich des Gas-Contractings bietet die EWE Wärmepumpen grundsätzlich auch für Gewerbetreibende im Leistungsbereich zwischen 25kW bis 400kW

an, wobei hier der Fokus nicht auf standardisierten Produkten, aber auf individuellen Lösungen liegt. Im größeren Leistungsbereich der Geschäftskunden wird ausschließlich projektbezogen geplant. Trotz großer Nachfrage gestaltet sich die Erschließung der gewerblichen Zielgruppe laut Gerber als schwierig. „Die technischen Anforderungen im B2B-Bereich sind deutlich höher“, erklärt Gerber, „insbesondere im Leistungsbereich zwischen 25kW und 400kW thermischer Leistung fehlen derzeit marktgängige technische Lösungen von Herstellern“.

### Impact

Während der Umstieg auf die Wärmepumpentechnologie einen zentralen Schritt bei der Erreichung der EWE-internen Nachhaltigkeitsziele darstellt, birgt diese aus Sicht der Circular Economy neue Herausforderungen. Gerber erklärt: „Bei Wärmepumpen funktioniert das Prinzip der Kreislaufwirtschaft noch nicht.“ Er begründet dies beispielhaft mit der F-Gase-Verordnung, welche die Verwendung von klimaschädlichen Kältemitteln reglementiert. „Die Wärmepumpen dürfen wir zwar die nächsten 15 Jahre mit dem Kältemittel betreiben, aber bei einer anschließenden Wiederaufbereitung müsste der gesamte Kältekreis erneuert werden“, erklärt Gerber. Aufgrund der technischen Komplexität kommt die Einführung von Systemen für Rücknahme, Aufbereitung und Recycling derzeit für Gerber nicht in Betracht. Daher überlässt die EWE aktuell die Anlage nach Vertragsabschluss den Kundinnen und Kunden. Damit kommen Vorteile für die Circular Economy, die auf dem Verbleib des Besitzes beim Anbieter basieren (vgl. Kapitel 8.1), bis auf Weiteres nicht zum Tragen. Stattdessen fokussiert sich die EWE zunächst auf die Maximierung der Effizienz und der Lebensdauer durch die R-Strategien Remain (Instandhaltung) und Repair (Reparatur).

### Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Eine klassische Herausforderung im Contracting, die Gerber anspricht, betrifft die Finanzierung des Geschäftsmodells und dessen Abhängigkeit von der Zinssituation: „Beim Contracting habe ich heute die Investition, erhalte das Geld aber erst im Laufe der 15 Jahre Vertragslaufzeit zurück.“ Während bei höheren Zinsen die Finanzierung für Anbieter uninteressanter wird, berichtet Gerber von einem erhöhten Erklärungsbedarf für Contracting-Produkte seitens der Zielgruppe in Nullzinsphasen.

Daneben betont Herr Gerber die Herausforderung durch eingegangene Pfadabhängigkeiten aus bestehenden Geschäftsmodellen. Er erklärt, dass bei jeder strategischen Entscheidung die Auswirkungen auf das Bestandskundengeschäft und das Netzwerk lokaler Handwerksbetriebe mitgedacht werden müssen. Während die EWE ursprünglich plante, einen Großteil ihrer Infrastruktur vom Gas-Contracting auf das Geschäft mit den Wärmepumpen zu übertragen, gestaltete sich dies in der Praxis entsprechend schwierig:

# „Tatsächlich konnten wir von unseren bisherigen Prozessen aus dem Gas-Contracting vielleicht 10 % übernehmen – 90 % mussten wir neu machen.“

Die Gründe hierfür sind vielschichtig, wie etwa der höhere Vertriebsaufwand im Vergleich zu Gasheizungen oder die Qualifizierung eigener Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aufgrund des Fachkräftemangels. Der höhere Vertriebsaufwand begründet sich in der notwendigen Bewertung der Gebäudestruktur beim Kunden und aus den gesetzlichen Vorgaben. Dass die Umstellung der EWE auf den Wärmepumpenvertrieb trotz Herausforderungen erfolgreich war, begründet Gerber mit der Stringenz des Unternehmensvorstands: „Die Entscheidung, auf 100 % Wärmepumpen zu gehen, das war unser Erfolgsfaktor.“ Um Pfadabhängigkeiten jedoch von vornherein zu vermeiden, empfiehlt Gerber, bei der Einführung neuer Contracting-Geschäftsmodelle diese von bestehenden Geschäftsmodellen zu trennen.

Abschließend benennt Gerber eine möglichst einfache Gestaltung des Contracting-Modells als Erfolgsfaktor. Er rät dazu, nicht zu viele Einzelgeräte, wie Wärmepumpen, Photovoltaikanlagen und Stromspeicher in Bundles zu kombinieren, da sonst die Finanzierung schnell kompliziert wird.



Zudem empfiehlt Gerber, die Zusammenarbeit auf wenige Hersteller zu beschränken, um den Service- und Wartungsaufwand überschaubar zu halten.

## Markt und Wettbewerb

Für den privaten Wärmepumpenmarkt zeigt Gerber allerdings Zurückhaltung: „Aktuell warten alle Leute auf neue Förderungen.“ Trotz dieser temporären Zurückhaltung erwartet er einen massiven Anstieg des Marktes, sobald die politischen Unsicherheiten geklärt sind. Dabei erwartet er, dass sich das Verhältnis von verkauften und in Contracting-Modellen angebotenen Wärmepumpen etwa gleichmäßig aufteilen könnte, wobei es hier ganz auf die Ausgestaltung der neuen Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ankomme. Grundsätzlich sieht Gerber bereits heute, dass sich Anschaffungskosten einer Wärmepumpe über deren Lebenszeit rentiert und schon heute im Vorteil gegenüber einer Erdgasheizung ist.

Aufgrund der technischen Herausforderungen und der mangelnden Verfügbarkeit von geeigneten Anlagen erwartet Gerber für den Geschäftskundenbereich, dass „es noch dauern wird, bis eine Wärmepumpe die gleiche Akzeptanz, Verteilung und Preisstellung hat, wie die fossilen Wärmeerzeuger“. Dabei sieht er bereits heute eine große Nachfrage nach klimaneutralen Wärmelösungen und betont: „Da hängt der Markt wirklich am Tropf der Industrie. Also sobald was kommt, würden wir es gerne anbieten.“

## Ausblick und Learnings

Die Vision von Herrn Gerber für die Zukunft des eigenen Wärmepumpengeschäfts ist klar: „Wir möchten im Nordwesten, in unserem Kerngebiet, die erste Anlaufstelle beim Thema Wärmepumpe und für Handwerkspartner sein.“ Durch die Kombination von Verkauf und Contracting sieht er für EWE die Möglichkeit, die vielfältigen Bedürfnisse der Zielgruppen abzudecken und so einen Wettbewerbsvorteil zu erzielen.



# 1943

Gründungsjahr



# 10.185

Anzahl Mitarbeitende

### Geschäftsmodell

Verkauf, Verpachtung  
und Contracting von  
Wärmepumpen

### Zielgruppe

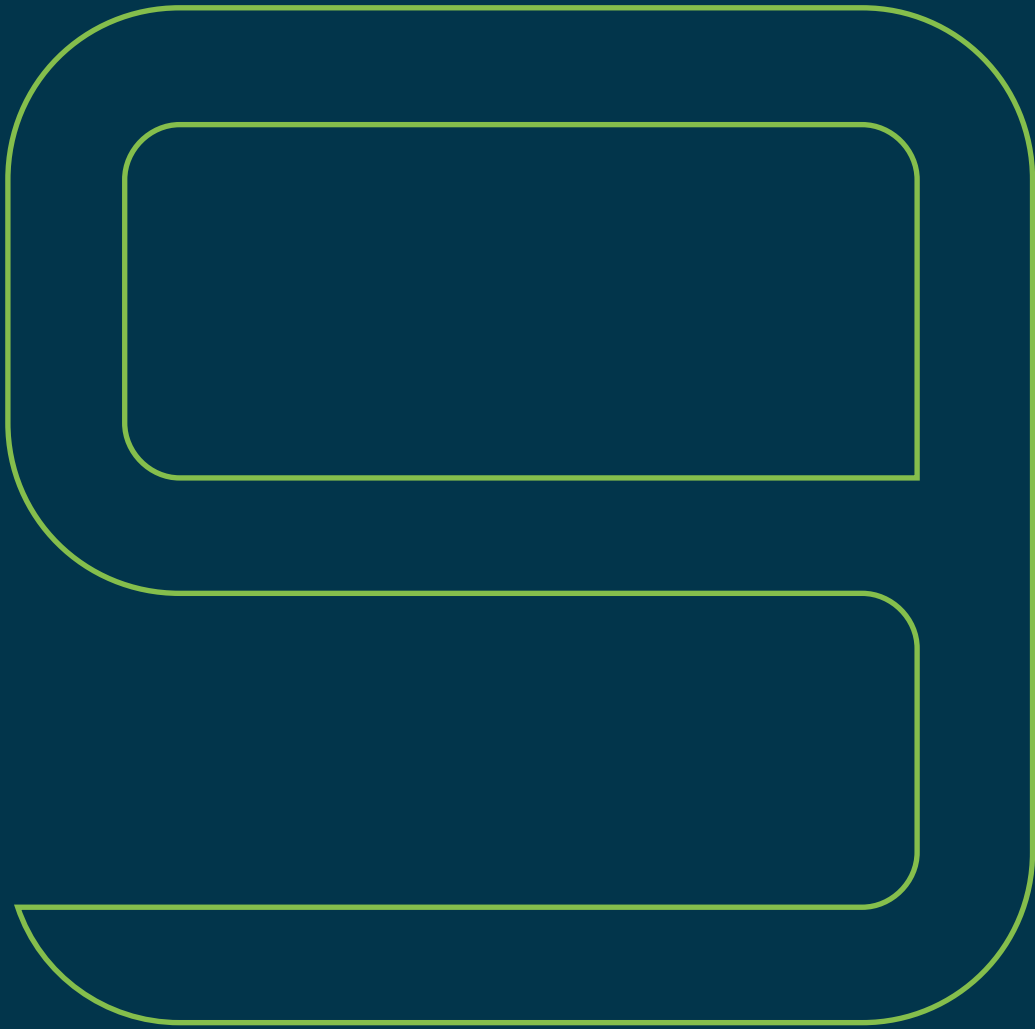
Privathaushalte,  
Gewerbe- und  
Industrieunternehmen

### Standorte

Bundesweit über  
80 Standorte

### Kontakt

EWE Aktiengesellschaft  
Tirpitzstraße 39  
26122 Oldenburg,  
Deutschland  
+49 441 48 05-0  
info@ewe.de



# Ergebnis- orientierte Dienst- leistungen

## Pay-per- Performance- Modelle

9.1 Daten & Fakten

9.2 TRUMPF SE + Co. KG



## Anbieter

Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenhersteller



## Zielgruppe

Privathaushalte, Gewerbe- und Industrieunternehmen



## Geschäftsmodell

Dienstleistungskonzept mit leistungsabhängiger Preisgestaltung



## R-Strategien

**Refuse** (Verzicht), **Rethink** (Überdenken), **Reduce by design** (Reduktion durch Design), **Remain** (Instandhaltung), **Repair** (Reparatur), **Reuse** (Wiederverwendung), **Refurbish** (Instandsetzung / Aufarbeitung), **Remanufacture** (Aufarbeitung), **Repurpose** (Umnutzung), **Recycle** (Recycling)



## Impact

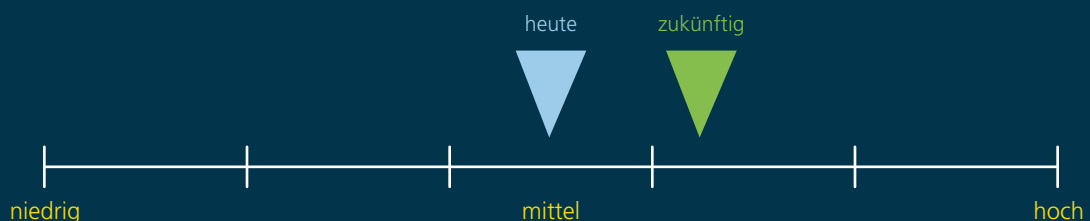
- Verlängerung der Nutzungsdauer von Komponenten
- Steigerung und Aufrechterhaltung der Energieeffizienz durch korrekte Installation und Wartung
- Vermeidung des Energie- und Ressourcenverbrauchs der Neuproduktion
- Verminderung von Elektroschrott und gefährlichen Abfällen
- Der Zugriff auf die Anlage nach Nutzungsdauer bildet für Anbieter die Grundlage für die Umsetzung aufbauender R-Strategien
- Effizienzsteigerung und Ressourceneinsparungen durch performanceorientiert Technologieentscheidungen



## Markt & Marktentwicklung

- **Stand 2015:** Verbreitungsgrad: 23 % im verarbeitenden Gewerbe (Lerch & Maloca, 2020)
- **Stand 2019:** 29 % in Engineering, Procurement & Construction (PWC & VDMA, 2019)

## Verbreitungsdynamik



## 9.1

## Daten & Fakten

Beim Pay-per-Performance-**Geschäftsmodellmuster** handelt es sich um ein Dienstleistungskonzept, das eine leistungsabhängige Preisgestaltung vorsieht, wobei das Produkt im Besitz der Anbieter verbleibt. Im Gegensatz zu traditionellen Modellen, bei denen Kundinnen und Kunden oft unabhängig vom Ergebnis einen festen Preis oder eine monatliche Gebühr zahlen, basiert die Vergütung im Pay-per-Performance-Modell auf nachweislich erfolgreich erbrachten Leistungen, die zum Beispiel nach Betriebszeit, Verfügbarkeit, Ausbringungsmenge oder Einsparungen abgerechnet werden.

Da in Pay-per-Performance-Geschäftsmodellen die Anbieter im Besitz der Anlage bleiben und die Verantwortung für die Betriebsführung tragen, profitieren Anbieter hier zunächst von den gleichen **ökologischen Vorteilen**, wie in den Bereichen Full-Service-Angebote (s. Kapitel 7) und Contracting (vgl. Kapitel 8). Nach Einschätzung von Prof. Dr. Erik Hansen, von der Johannes Kepler Universität (JKU), geht das Potenzial von Pay-per-Use aber deutlich darüber hinaus. Anbieter sind hier noch deutlich stärker motiviert, einen möglichst energie- und ressourceneffizienten Betrieb zu gewährleisten und so z. B. auch die Verwendung von Verbrauchsmaterialien zu minimieren. Der Anreiz für Anbieter zur Optimierung der Anlagenperformance kann so weit führen, dass das eigentliche Produkt vollkommen in den Hintergrund rückt und immer die ökologisch-zirkulärsten Verfahren zum Einsatz kommen. Zudem bietet sich durch die performanceorientierte Abrechnung auch für die Zielgruppe eine ökonomische Motivation, den Einsatz des Produktes zu reduzieren.

Die leistungsabhängige Preisgestaltung ist eine junge Erscheinung, da die **Markteinführung** erst durch die zunehmende Etablierung zuverlässiger technischer Überwachungsmöglichkeiten über das Internet ab etwa 2005 ermöglicht wurde. Während 2015 bereits 19 % aller Betriebe des verarbeitenden Gewerbes ein Pay-per-Performance-Modell angeboten haben (Lerch & Maloca, 2020), bieten 2019 bereits 29 % der Unternehmen im Bereich Engineering, Procurement and Construction (EPC) Pay-per-Performance-Modelle an (PWC & VDMA, 2019).

Grundsätzlich bietet eine leistungsabhängige Preisgestaltung den Vorteil, von hohen Fixkosten auf niedrigere, variable Kosten umzusteigen. Trotz der ökonomischen und ökologischen Vorteile des Pay-per-Performance-Modells ist die aktuelle **Verbreitungsdynamik** bisher noch moderat. Dies ist vor allem mit den hohen technischen Hürden sowie Anpassungsbedarfen bei Anbietern und Zielgruppe sowie damit einhergehenden Unsicherheiten zu erklären. Mit stärkerer Verbreitung des Geschäftsmodells und der hierfür benötigten Technologie sowie durch neue Förderprogramme, wie dem Innovationsprogramm für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), ist aber mit einer zunehmend stärkeren Verbreitungsdynamik zu rechnen.

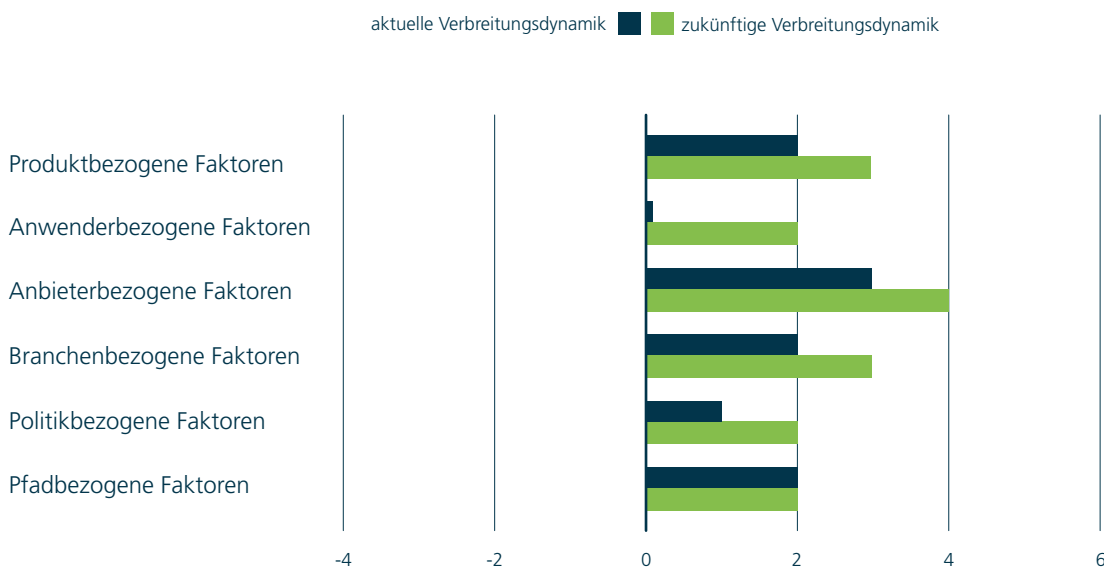
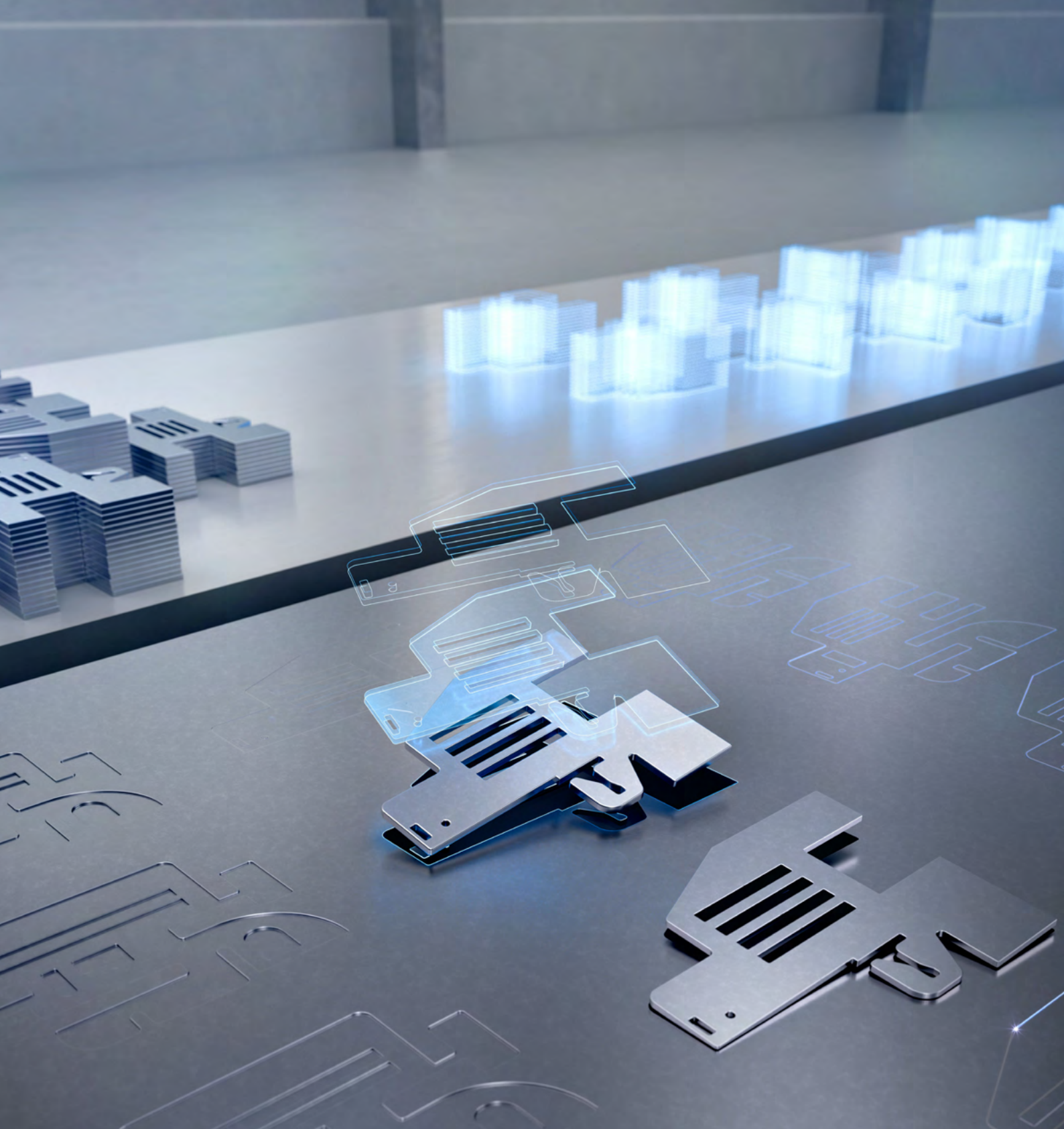


Abbildung 16: Darstellung der aktuellen und zukünftigen Verbreitungsdynamik pro Einflussphäre für Pay-per-Performance-Modelle



## Interview



**Susanne Kindel**

Head of Product Management Services  
Im Unternehmen seit 2012



**Thomas Rauser**

Head of Circular Economy  
Im Unternehmen seit 1990



## Best Practice: TRUMPF SE + Co. KG

### Unternehmensportrait

TRUMPF ist ein familiengeführtes Unternehmen mit den Wurzeln im Maschinenbau, welches 2023 sein 100-jähriges Jubiläum feiert. Das historische Hauptgeschäftsfeld des Vertriebs von Werkzeugmaschinen ist noch heute der primäre Geschäftszweig des Unternehmens, gefolgt von der Lasertechnik und dem Halbleiterbereich, in dem das Unternehmen seit einem Jahrzehnt tätig ist. Im letzten Geschäftsjahr wurde ein Umsatz von über 4 Milliarden Euro erzielt.

Im Interview betonen Frau **Susanne Kindel**, Head of Product Management Services, und Herr **Thomas Rauser**, Head of Circular Economy, den Dienstleistungsbereich, der sich seit 2006 stetig weiterentwickelt hat. Angefangen mit produktorientierten Serviceangeboten wie Reparaturen, Wartungen, Nachrüstungen sowie Ersatzteilen bis hin zu Finanzierungs- und Leasingmodellen.

Unter anderem mit dem Ziel, die Maschinenauslastung weiter zu erhöhen und dem Fachkräftemangel zu begegnen, initiierte TRUMPF im Jahr 2019 ein Projekt zur Entwicklung ergebnisorientierter Dienstleistungen. Dabei werden die Dienstleistungen direkt in den Produktionsprozess von Kundinnen und Kunden integriert, während die Verantwortung über die Maschinen und deren Betrieb bei TRUMPF verbleibt. Das so entstandene Pay per Part Geschäftsmodell wird seit Ende 2022 von TRUMPF vertrieben und repräsentiert laut Kindel die „Vollausbaustufe“ des Dienstleistungsbereichs.

### Zirkuläres Geschäftsmodell

Im Pay-per-Performance-Modell, konkreter, im Pay per Part Modell, vertreibt TRUMPF Laservollautomaten im „Equipment-as-a-Service“ Geschäftsmodell. Das bedeutet, dass die Fertigungsanlage im Besitz von TRUMPF verbleibt und der gesamte Prozess des Laserschneidens, von der Kostenkalkulation über die Programmierung, den Remote Betrieb, die Ferndiagnose, die Entstörung sowie die Wartung und Schulung, als Dienstleistung angeboten wird. Durch die digitale Vernetzung der Maschinen mit dem Remote Control Center von TRUMPF in Neukirch wird der Betrieb der Maschine auf die Maximierung des Outputs optimiert. „Durch eine Leistungssteigerung“, führt Kindel aus, „kann am Ende dem Kunden ein wettbewerbsfähiger Preis angeboten werden“. Und um diese Dienstleistungen inklusive der Maschine zu monetarisieren, werden nahezu alle Kosten (bis auf das Material, Strom, Sauerstoff, Stickstoff und Bedieneranteil) auf das einzelne Teil zurückgerechnet, das dann in der Maschine vor Ort beim Kunden gefertigt wird. „In unserem Pay per Part Geschäftsmodell bezahlt der Kunde nur für die gefertigten Teile“, erklärt Kindel.

Mit der Einführung des Pay per Part Geschäftsmodells verbindet TRUMPF das Nutzenversprechen, der Eliminierung zahlreicher zuvor identifizierter Kundenherausforderungen: Fachkräftemangel, aufwändige Preiskalkulationen, Programmierung und Investitionskosten werden abgedeckt und Risiken durch Maschinenausfälle minimiert. Stattdessen schafft die nutzungsabhängige Abrechnung pro Teil mehr Transparenz.

Als Zielgruppe für das Geschäftsmodell sieht Kindel zunächst Unternehmen, die ihre Maschinen trotz schwieriger Personalsituation besonders stark auslasten wollen, und erklärt weiter:

**„Dadurch, dass unsere TRUMPF Experten die Maschine aus der Ferne in einem 2-Schicht-System betreiben und diese durch entsprechende Programmierung auch nachts oder am Wochenende läuft, können wir den Kunden eine deutliche Durchsatzsteigerung bieten.“**

## Impact

Für Rauser liegt der Kern der Circular Economy darin, die Lebensdauer und die Nutzungsphase von Produkten mittels Refurbishing (Instandsetzung), Remanufacturing (Aufarbeitung) und kontinuierlichen Upgrades zu maximieren. Er erläutert, dass das Pay per Part Betreibermodell auf dem Grundgedanken basiert, „dass wir auch selbst in der Verantwortung für unsere Produkte bleiben wollen, um die Nutzung der Maschinen zu erhöhen.“ Da eine Circular Economy zudem auf der Rücknahme von Produkten durch die Hersteller basiert, sieht Rauser daher Geschäftsmodelle, bei denen der Vollzugriff auf die Maschinen und der Besitz bei den Herstellern liegt, als „Enabler, um den Kreislauf in Gang zu halten.“

Kindel wird konkreter und erklärt den ökologischen Mehrwert des Geschäftsmodells damit, „eine möglichst hohe Produktivität und Auslastung der Maschinen zu erreichen und das eingesetzte Material so effizient wie möglich zu verwenden“. Kindel führt aus, dass durch die Steigerung der Nutzung, die Verringerung von Ausschuss und die Verbesserung von Materialflüssen sich nicht nur der Ressourcenverbrauch im laufenden Betrieb verringert, sondern der ökologische Fußabdruck über die gesamte Lebensdauer der Maschine. Schließlich nimmt TRUMPF die Maschinen am Ende der Vertragslaufzeit wieder zurück und bietet sie auf dem Gebrauchtmaschinenmarkt an.

Kindel fasst zusammen, dass „der Pay per Part Ansatz erlaubt, Anforderungen an Hardware, Software, Services und die gesamte Unternehmensorganisation in einer Art zu hinterfragen und zu optimieren, wie es mit klassischen Geschäftsmodellen nicht möglich ist“.

## Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Kindel sieht „eine große Gemengelage an Herausforderungen“, da sich durch die „digitale Live-Integration in die Produktion des Kunden“ ganz neue Fragestellungen ergeben. Sie nennt konkrete Beispiele: „Was lässt sich aus der Ferne entstoren, was eben nicht? Wo werden neue Vertragskonstellationen benötigt? Welche Dienstleistungen passen wie wo zusammen? Welche Dienstleistungen kann man aus dem Modell entkoppeln und auch auf andere Maschinenserien oder -technologien übertragen?“

Herr Rauser sieht zudem Herausforderungen in der Umstellung auf ein zirkuläres Produktdesign: „Wenn wir die Lebensdauer von Maschinen verlängern, indem wir diese nach einer ersten Nutzungsphase zurücknehmen, aufarbeiten und modernisieren, dann muss die Maschine auch sehr einfach demontierbar, upgradefähig sowie auf- und abwärtskompatibel sein.“

Intern begleitet daher ein großer Change-Prozess den Wandel vom traditionellen Maschinenverkauf zum Pay-per-Part-Geschäftsmodell und zirkulären Produktdesign. Dieser Umbruch erfordert laut Kindel eine „Transformation“ in allen

Unternehmensbereichen, von der Produktentwicklung über Vertrieb, Controlling und Abwicklung, bis hin zur Vertragsgestaltung. Eine Schlüsselrolle sieht Kindel hier in der internen Kommunikation: „Es ist essenziell, der Organisation kontinuierlich zu vermitteln, warum diese Veränderungen notwendig und vorteilhaft sind.“ Einen Erfolgsfaktor hierfür sieht Kindel in der Geschlossenheit der Geschäftsführung. „Man braucht den Rückenwind der Geschäftsführung“, sagt Kindel und betont, dass ohne die Unterstützung der Führungsmannschaft ein derartiges Großprojekt nicht umgesetzt werden kann.

## Markt und Wettbewerb

Laut Kindel ist das Pay per Part Geschäftsmodell im Kontext des aktuellen Fachkräftemangels und der wachsenden Maschinenkomplexität besonders relevant. „Ich glaube, dass wir mit dem Wertversprechen, was wir aktuell anbieten, einen guten Nerv treffen“, betont sie. Mit einigen Kunden arbeitet TRUMPF bereits in enger Partnerschaft im Pay per Part Modell zusammen und weitere Kundinnen und Kunden zeigen Interesse an der Implementierung dieses Modells.

Kindel sieht TRUMPF mit als Pionier in diesem Bereich: „Und wir wissen, dass wir mit dieser Vollausbaustufe bereits sehr, sehr weit vorausdenken.“ Sie beobachtet verschiedene Pay-Per-Use- und Pay per Part Ansätze im Maschinenbau. Die Entwicklung und Akzeptanz dieser Modelle in der Branche sieht Kindel maßgeblich durch den Erfolg dieser Leuchtturmprojekte und deren Adaption durch potenzielle Nachahmerinnen und Nachahmer bestimmt. In dieser frühen Phase ist es laut Kindel noch schwer abzuschätzen, wie sich der Markt für ergebnisorientierte Dienstleistungen entwickeln wird. Sie erwartet aber, „dass Pay per Part Modelle nicht von heute auf morgen alle bisherigen Geschäftsmodelle ersetzen werden, sondern Kunden neben Maschinenkauf und -finanzierung eine neue Möglichkeit bieten.“

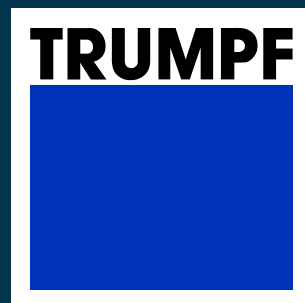
## Ausblick und Learnings

Mit Blick in die Zukunft plant Kindel zunächst weiter zu skalieren. Zudem ist geplant, einzelne neu entstandene Dienstleistungen, die das Potenzial haben, auch eigenständig tragfähig zu sein, aus dem Pay per Part Modell auszukoppeln und auch separat anzubieten.

Rauser sieht als wesentlichen nächsten Schritt bei TRUMPF, neben den Preisen auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Maschine und produziertem Teil zu berechnen und zu kommunizieren. Die Notwendigkeit hierfür begründet er damit, dass „die Anfragen nach Life-Cycle-Analysen oder CO<sub>2</sub>-Fußabdrücken von unseren Produkten seitens unserer Kunden exponentiell zunehmen“. Hier sieht Rauser den steigenden Druck bei größeren Unternehmen, selbst Klimabilanzen erstellen zu müssen und hierfür auch die eigenen Lieferketten stärker überprüfen zu müssen. „Das spielt bei der Auftragsvergabe zukünftig eine immer wichtigere Rolle“, so Rauser.

1923

Gründungsjahr



17.900

Anzahl Mitarbeitende

### **Geschäftsmodell**

Finanzierung,  
Fernwartung  
und -entstörung  
und Betrieb von  
Laservollautomaten  
über teilebasierte  
Abrechnung  
(Pay per Part)

### **Zielgruppe**

Produzierendes  
Gewerbe

### **Standorte**

In fast allen europäischen  
Ländern, in Nord- und  
Südamerika sowie in Asien

### **Kontakt**

TRUMPF SE + Co. KG  
Johann-Maus-Straße 2  
71254 Ditzingen,  
Deutschland  
+49 7156 303-0  
info@trumpf.com





# Weitere Informa- tionen

[Über MHP](#)

[Kontakt](#)

[Glossar](#)

[Quellen](#)

## Über MHP

Als Technologie- und Businesspartner digitalisiert MHP seit 27 Jahren die Prozesse und Produkte seiner weltweit rund 300 Kunden in den Bereichen Mobility und Manufacturing und begleitet sie bei ihren IT-Transformationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Für die Management- und IT-Beratung steht fest: Die Digitalisierung ist einer der größten Hebel auf dem Weg zu einem besseren Morgen. Daher berät die Tochtergesellschaft der Porsche AG sowohl operativ als auch strategisch in Themenfeldern, wie beispielsweise Customer Experience und Workforce Transformation, Supply Chain und Cloud Solutions, Platforms & Ecosystems, Big Data und KI sowie Industrie 4.0 und Intelligent Products. Die Unternehmensberatung agiert international, mit Hauptsitz in Deutschland und Tochtergesellschaften in den USA, Großbritannien, Rumänien und China. Über 4.500 MHPlerinnen und MHPler vereint der Anspruch nach Exzellenz und nachhaltigem Erfolg. Dieser Anspruch treibt MHP weiter an – heute und in Zukunft.

ENABLING YOU TO SHAPE A BETTER TOMORROW  
[mhp.com/newsroom](http://mhp.com/newsroom)



## Kontakt – Ansprechpartner



**Dr. Thilo Greshake**  
Partner  
Sustainability & Mobility  
Transformation  
thilo.greshake@mhp.com



**Tino Kyre**  
Associated Partner  
Manufacturing, Transportation  
& Logistics  
tino.kyre@mhp.com



**Simon Alexander Appel**  
Manager  
Sustainability & Mobility  
Transformation  
simon-alexander.appel@mhp.com

---

## Weitere Credits

**Layoutgestaltung**  
[www.freiland-design.de](http://www.freiland-design.de)

**Druck**  
TBM Repro

**Bildrechte ©Adobe Stock**  
Cover Valerii // S. 12 U2M Brand // S. 39 annebel146 // S.100/101 olegganko

# Glossar

## Circular Economy

Der Begriff „Circular Economy“ lässt sich mit Kreislaufwirtschaft übersetzen. Er bezeichnet ein materiell geschlossenes Wirtschaftssystem, das auf die Minimierung und nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, die Maximierung der Wiederverwendung von Materialien und Rohstoffen und die Vermeidung von Abfällen ausgerichtet ist. In dem Wirtschaftsmodell, das bewusst erhaltend und regenerierend gestaltet ist, wird zwischen technischen und biologischen Kreisläufen unterschieden. (DIN, DKE, VDI, 2023).

## Diffusion

Verbreitung einer Innovation, also der Prozess der Anwendung einer Innovation durch eine wachsende Anzahl von Adoptern (Anwendende, Nutzende). Dies umfasst den Zeitraum nach der erstmaligen erfolgreichen Anwendung bzw. nach der erfolgreichen Markteinführung (Fichter & Clausen, 2013).

## Diffusionsdynamik

Nach der Theorie der Diffusionsanalyse können fördernde und hemmende Diffusionsfaktoren von Produkten und Dienstleistungen identifiziert und zu einem Spitzenindikator aggregiert werden, der als Diffusionsdynamik bezeichnet wird. Die Bildung dieses Indikators erfolgt durch die Addition 22 unabhängiger bewerteter Variablen (Fichter & Clausen, 2013).

## Diffusionsfaktoren

22 Faktoren, die die Verbreitung einer Innovation im Markt positiv oder negativ beeinflussen. Diese können sechs Einflussphären zugeordnet werden: produktbezogene Einflüsse, die die Innovation (Produkt oder Dienstleistung) betreffen, adopterbezogene Einflüsse, anbieterbezogene Einflüsse, branchenbezogene Einflüsse, politikbezogene Einflüsse, und pfadbezogene Einflüsse (Fichter & Clausen, 2013).

## Diffusionsprofil

Profil einer Produkt- und / oder Dienstleistungsinnovation, das ihre Verbreitung am Markt unter Berücksichtigung der Diffusionsfaktoren beschreibt (Fichter & Clausen, 2013).

## Nachhaltigkeitsinnovation

Nachhaltigkeitsinnovation meint die Entwicklung und Durchsetzung einer neuartigen technischen, organisationalen, institutionellen oder sozialen Problemlösung, die zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen wie Klimaschutz, Biodiversität, gesunden Umweltbedingungen, Armutsreduzierung etc. beiträgt. Nachhaltigkeitsinnovation ermöglicht global und langfristig übertragbare Wirtschaftsstile und Konsumniveaus.

## 10R-Framework

Das Rahmenwerk umfasst zehn sich gegenseitig ergänzende Strategien der Circular Economy und systematisiert diese in einer Hierarchie. Bei der Systematisierung von zirkulären Strategien kann auf das sogenannte „9R-Konzept“ aufgebaut werden, das sowohl von UN-Organisationen wie dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen wie auch von der Deutschen Normungsroadmap Circular Economy (DIN et al., 2023, S. 29 ff.) herangezogen wird. Die in diesem Konzept nicht hinreichend verankerte Strategie „Remain (Instandhaltung)“ wurde vom Borderstep Institut ergänzt und so zum 10R-Rahmenwerk weiterentwickelt. Die folgend genannten zirkulären Strategien werden als Kerngerüst der Transformation hin zur zirkulären Wertschöpfung angesehen: R1 Refuse (Verzicht), R2 Rethink (Überdenken), R3 Reduce (by design) (Reduktion (durch Design)), R4 Reuse (Wiederverwendung), R5 Repair (Reparatur), R6 Remain (Instandhaltung), R7 Refurbish (Instandsetzung / Aufarbeitung), R8 Remanufacture (Wiederaufarbeitung), R9 Repurpose (Umnutzung), R10 Recycle (Recycling) (DIN, DKE, VDI, 2023).

## GreenTech

GreenTech bezeichnet Technologien, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle, die zu Klima- und Umweltschutz beitragen. Dies umfasst technische Verfahren und Maßnahmen, die einen Beitrag zur Verringerung von Umweltbelastung und der Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme leisten.

## R-Strategien

Strategien, mit denen die Chancen und Ziele einer Circular Economy (siehe Circular Economy) realisiert werden sollen. Es können zehn R-Strategien unterschieden werden (siehe „10R-Framework“).

## Verbreitungsdynamik

Siehe Diffusionsdynamik

## Verbreitungsfaktoren

Siehe Diffusionsfaktoren

## Verbreitungsprofil

Siehe Diffusionsprofil

## Zirkuläre Geschäftsmodelle

Zirkuläre Geschäftsmodelle vereinen zirkuläre Wertschöpfungsaktivitäten und unternehmerische Chancen, um wirtschaftlichen Wert zu schaffen. Auf dem Weg hin zu einer nachhaltigen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft im Sinne der Circular Economy ist es von Bedeutung, dass zirkuläre Geschäftsmodelle in der Geschäftspraxis durch Pioniere aufgegriffen und durch Nachahmer verbreitet werden (Circular Economy Initiative Deutschland, 2021).



## Quellen

- Bierter, W., Stahel, W. R., & Schmidt-Bleek, F. (1996). Öko-intelligente Produkte, Dienstleistungen und Arbeit (Nr. 2; S. 88). Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.
- BMU (Hrsg.). (2021). GreenTech made in Germany 2021. Umwelttechnik-Atlas für Deutschland. Berlin. Abgerufen von [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/greentech\\_atlas\\_2021\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/greentech_atlas_2021_bf.pdf)
- BMUV. (2023). Die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) – Grundlagen für einen Prozess zur Transformation hin zu einer zirkulären Wirtschaft [Strategie]. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV).
- Bocken, N. M. P., Schuit, C. S. C., & Kraaijenhagen, C. (2018). Experimenting with a circular business model: Lessons from eight cases. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 28, 79–95. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.02.001>
- Bundesregierung. (2023). Eckpunktepapier zur Diskussion der Beschleunigung des Wärmepumpenhochlaufs. Berlin. Abgerufen von [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/2-waermepumpen-gipfel-eckpunktepapier.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/2-waermepumpen-gipfel-eckpunktepapier.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
- Circular Economy Initiative Deutschland (Hrsg.). (2021). Circular Economy Roadmap für Deutschland. München/London: acatech/SYSTEMIQ.
- Circusol. (2023). Second life PV modules. Abgerufen 13. Juli 2023, von <https://www.circusol.eu/en/topics/second-life-pv-modules>
- Clausen, J., Altermatt, P., Ehrhardt, H., Gerhards, C., Golla, S., Guthke, R., ... Zosseder, K. (2023). Die schnelle Verbreitung der Wärmepumpe ist zentral für eine schnelle Wärmewende. Berlin: Scientists for Future. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8003360>
- Clausen, J., & Beucker, S. (2016). Materialband 9: Energiedienstleistungen. Umweltinnovationen und ihre Diffusion als Treiber der Green Economy. Berlin: Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit. Abgerufen von Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit website: [https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2016/11/9\\_UBA-Materialband-EnergieDL-PUB\\_final.pdf](https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2016/11/9_UBA-Materialband-EnergieDL-PUB_final.pdf)
- Clausen, J., & Fichter, K. (2019). The diffusion of environmental product and service innovations: Driving and inhibiting factors. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31, 64–95. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.003>
- Clausen, J., & Fichter, K. (2021). Die Diffusion von Umweltinnovationen: Ein Beitrag zur Weiterentwicklung der deutschen Umweltinnovationspolitik. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Clausen, J., Fichter, K., Gandenberger, C., & Braungardt, S. (2017). Umweltinnovationen: Von der Nische in den Mainstream. Policy Paper zum Projekt Umweltinnovationen und ihre Diffusion als Treiber der Green Economy. Unveröffentlicht. Dessau-Roßlau.
- Clausen, J., & Hinterholzer, S. (2022). Wärmepumpenanlagen: Technologie – Wirtschaftlichkeit – Diffusionsfaktoren. Berlin. Abgerufen von [https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2022/03/Vorstudie-Waermepumpe\\_20220302.pdf](https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2022/03/Vorstudie-Waermepumpe_20220302.pdf)
- Debacker, W. (2019, November 14). CIRCUSOL description of a vision. Abgerufen 13. Juli 2023, von <https://www.circusol.eu/files/publications/D1.2%20CIRCUSOL%20description%20of%20vision.pdf>
- Deutsche Umwelthilfe. (2021). Kreislaufwirtschaft in der Solarbranche stärken: Alte Photovoltaik-Module für den Klima- und Ressourcenschutz nutzen. Abgerufen 13. Juli 2023, von [https://www.duh.de/fileadmin/user\\_upload/download/Pressemittelungen/Kreislaufwirtschaft/210310\\_Wei%C3%9Fbuch\\_Kreislaufwirtschaft\\_Solarmodule\\_st%C3%A4rken\\_DEU\\_FINAL.pdf](https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Pressemittelungen/Kreislaufwirtschaft/210310_Wei%C3%9Fbuch_Kreislaufwirtschaft_Solarmodule_st%C3%A4rken_DEU_FINAL.pdf)
- DIN, DKE, & VDI (Hrsg.). (2023). Deutsche Normungsroadmap Circular Economy. Berlin: Deutsches Institut für Normung e. V.; Deutsche Kommission Elektrotechnik; Verein Deutscher Ingenieure e.V.
- ETC. (2021). Contribution of remanufacturing to Circular Economy. European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy. Abgerufen von European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy website: <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-wmge-reports/contribution-of-remanufacturing-to-circular-economy>
- EU-Kommission. (2020). Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft: Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa, COM(2020) 98 final. Brüssel: EU-Kommission.
- European Commission. (2019, Mai 14). 2030 climate & energy framework [Text]. Abgerufen 15. September 2023, von Climate Action website: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-commission-harmonise-last-pioneer-frequency-band-needed-5g-deployment>
- EUROSTAT. (2023). Circular material use rate [Data set]. Abgerufen von [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei\\_srm030/default/bar?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/bar?lang=en)
- Fichter, K., & Clausen, J. (2013). Erfolg und Scheitern „grüner“ Innovationen. Marburg: Metropolis.

- Geissdoerfer, M., Pieroni, M. P. P., Pigosso, D. C. A., & Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123741. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>
- Giarini, O., Stahel, W. R., Prigogine, I., Weizsäcker, E. U. von, & Giarini, O. (2000). *Die Performance-Gesellschaft: Chancen und Risiken beim Übergang zur Service Economy* (F. Spescha, Übers.). Marburg: Metropolis-Verlag.
- Hansen, E. G., Lüdeke-Freund, F., & Fichter, K. (2020). *Circular Business Model Typology: Actor, Circular Strategy, and Service Level* (IQD Research Nr. 1). Linz, Berlin, Oldenburg: Institute for Integrated Quality Design (IQD), Johannes Kepler University Linz, ESCP Europe, Borderstep Institute for Innovation and Sustainability, University of Oldenburg.
- Hansen, E. G., Wiedemann, P., Klaus, F., Lüdeke-Freund, F., Jaeger-Erben, M., Schomerus, T., ... Kadner, S. (2021). *Zirkuläre Geschäftsmodelle: Barrieren überwinden, Potenziale freisetzen* (S. 170 pages) [Application/pdf,print]. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. [https://doi.org/10.48669/CEID\\_2021-8](https://doi.org/10.48669/CEID_2021-8)
- IEA. (2023). *Global EV Outlook 2023—Catching up with climate ambitions*. International Energy Agency (IEA). Abgerufen von International Energy Agency (IEA) website: <https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles>
- Kahlenborn, W., Penderock, C., Semmling, E., Büchele, R., Wiedemann, A., Lutz, C., ... Nieters, A. (2014). *Chancen und Potenziale Grüner Zukunftsmärkte*. Berlin, München, Osnabrück: adelphi, Roland Berger GWS.
- Kanda, W., Geissdoerfer, M., & Hjelm, O. (2021). From circular business models to circular business ecosystems. *Business Strategy and the Environment*, 30(6), 2814–2829. <https://doi.org/10.1002/bse.2895>
- Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020). Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119942. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>
- Kresse, C., Bastian, D., Bookhagen, B., & Frenzel, M. (2022). *Lithium-Ionen-Batterierecycling* (S. 13). Berlin: Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Abgerufen von Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe website: [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity\\_Top\\_News/Rohstoffwirtschaft/67\\_Lithium-Ionen-Batterierecycling.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/67_Lithium-Ionen-Batterierecycling.pdf?__blob=publicationFile&v=5)
- Lerch, C., & Maloca, S. (2020). *Digitale Geschäftsmodelle – Modethema oder Wettbewerbsfaktor?* (75). Abgerufen von [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/modernisierung-produktion/erhebung2015/PI\\_75\\_Digitale%20Geschäftsmodelle.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/modernisierung-produktion/erhebung2015/PI_75_Digitale%20Geschäftsmodelle.pdf)
- Lüdeke-Freund, F., Gold, S., & Bocken, N. M. P. (2019). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 36–61. <https://doi.org/10.1111/jiec.12763>
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things* (1. Aufl.). New York: North Point Press.
- Meyer, N., Lerch, C., Zumbusch, K., Scherer, R., Huddleston, C., & Maas, P. (2020). *Bedeutung der Digitalisierung für die Wirksamkeit der Exportkreditgarantien des Bundes*. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Abgerufen von [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/C-D/digitalisierungsstudie-bedeutung-der-digitalisierung-fuer-die-wirksamkeit-der-exportkreditgarantien-des-bundes.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/C-D/digitalisierungsstudie-bedeutung-der-digitalisierung-fuer-die-wirksamkeit-der-exportkreditgarantien-des-bundes.pdf?__blob=publicationFile&v=8)
- Nichols, C. (2023, Februar 24). *Second-life Electric Vehicle Batteries 2023-2033*. Abgerufen 13. Juli 2023, von <https://www.idtechex.com/en/research-report/second-life-electric-vehicle-batteries-2023-2033/924>
- Parker, D., Riley, K., Seigo, R., Symington, H., Tewson, J., Jansson, K., ... Peck, D. (2015). *Remanufacturing Market Study*. European Remanufacturing Network; European Commission. Abgerufen von European Remanufacturing Network; European Commission website: <https://www.remanufacturing.eu/assets/pdfs/remanufacturing-market-study.pdf>
- PWC, & VDMA. (2019). *Digital business models in plant engineering and construction in an international comparison—A benchmarking study of PwC and VDMA* (S. 106). Abgerufen von <https://www.pwc.de/de/industrielle-produktion/pwc-vdma-studie-digital-business-models-in-plant-engineering-and-construction.pdf>
- Rossmann, A., Göring, S., Bozkurt, Y., Garidis, K., & Stei, G. (2021). *GreenTech Made in Germany – Sind die Weichen für Deutschland als GreenTech-Exportnation richtig gestellt?* [Studie]. MHP Gesellschaft für Management- und IT-Beratung mbH. Abgerufen von MHP Gesellschaft für Management- und IT-Beratung mbH website: <https://www.mhp.com/de/insights/was-wir-denken/greentech-made-in-germany>

- Schmidt, C. (2023). Acatech Studie – Digitainability – Digitale Schlüsseltechnologien für ökologisch nachhaltiges Wirtschaften: Marktpotenziale und strategische Implikationen [Studie]. Abgerufen von <https://www.acatech.de/projekt/digitainability-marktpotenziale-und-strategische-implikationen-digitaler-technologien-fuer-oekologisch-nachhaltiges-wirtschaften/>
- Schmidt-Bleek, F. (1993). *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – das Maß für ökologisches Wirtschaften*. Basel, Boston, Berlin.
- SRU. (2020). *Kreislaufwirtschaft: Von der Rhetorik zur Praxis*. Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen. Abgerufen von Sachverständigenrat für Umweltfragen website: [https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01\\_Umweltgutachten/2016\\_2020/2020\\_Umweltgutachten\\_Kap\\_03\\_Kreislaufwirtschaft.html](https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Kap_03_Kreislaufwirtschaft.html)
- Statistisches Bundesamt. (2021). *Umweltökonomische Gesamtrechnungen Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten*. Abgerufen von [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/rohstoffaequivalente-5853101189004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/rohstoffaequivalente-5853101189004.pdf?__blob=publicationFile)
- Strategy&, & RWTH Aachen. (2023). *EU recycling market—The EU recycling market a viable and sustainable business*. Aachen. Abgerufen von <https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/automotive/recycling-european-battery.html>
- Tabatha. (2022, Juni 15). *Recycling und Entsorgung: Was mach ich mit meiner alten PV-Anlage?* Abgerufen 13. Juli 2023, von Polarstern – 100% Ökostrom und 100% Ökogas website: <https://www.polarstern-energie.de/magazin/artikel/recycling-photovoltaik-und-stromspeicher/>
- Tsanakas, J. A., van der Heide, A., Radavičius, T., Denafas, J., Lemaire, E., Wang, K., ... Voroshazi, E. (2020). *Towards a circular supply chain for PV modules: Review of today's challenges in PV recycling, refurbishment and re-certification*. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 28(6), 454–464. <https://doi.org/10.1002/pip.3193>
- Tukker, A. (2004). *Eight types of product–service system: Eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet*. *Business Strategy and the Environment*, 13(4), 246–260. <https://doi.org/10.1002/bse.414>
- UBA. (2022, Februar 8). *Indikator: Gesamtrohstoffproduktivität [Artikel]*. Abgerufen 1. September 2023, von Umweltbundesamt website: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-gesamtrohstoffproduktivitaet>
- UNEP. (2018). *Re-defining Value: The Manufacturing Revolution – Remanufacturing, Refurbishment, Repair and Direct Reuse in the Circular Economy*. United Nations Environment Programme; International Resource Panel. Abgerufen von United Nations Environment Programme; International Resource Panel website: <https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/31612>
- United Nations. (2019). *Decade of action. Ten years to transform our world*. Abgerufen von Sustainable Development Goals website: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/decade-of-action/>
- VDI. (2017). *Ressourceneffizienz durch Remanufacturing – Industrielle Aufarbeitung von Altteilen (Kurzanalyse Nr. 18)*. Verband Deutscher Industrie – Zentrum Ressourceneffizienz GmbH. Abgerufen von Verband Deutscher Industrie – Zentrum Ressourceneffizienz GmbH website: [https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user\\_upload/1\\_Themen/h\\_Publikationen/Kurzanalysen/VDI\\_ZRE\\_Kurzanalyse\\_18\\_Remanufacturing\\_bf.pdf](https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/1_Themen/h_Publikationen/Kurzanalysen/VDI_ZRE_Kurzanalyse_18_Remanufacturing_bf.pdf)
- VDMA. (2019). *Die Instandhaltung als produktbegleitende Dienstleistung (S. 29) [Leitfaden]*. Abgerufen von <https://www.vdmashop.de/bedingungen-vertraege/316/die-instandhaltung-als-produktbegleitende-dienstleistung>
- Wagenhäuser, M. (2020). *PV-Projekte nach Ende der Förderdauer in Deutschland und Frankreich – Weiterbetrieb, Rückbau und Recycling [Hintergrundbericht]*. Deutsch-französisches Büro für die Energiewende. Abgerufen von Deutsch-französisches Büro für die Energiewende website: <https://energie-fr-de.eu/de/solarenergie/nachrichten/leser/hintergrundpapier-zu-pv-projekte-nach-ende-der-foerderdauer-in-deutschland-und-frankreich.html>
- Weckend, S., Wade, A., & Heath, G. (2016). *End of Life Management: Solar Photovoltaic Panels (Nr. NREL/TP-6A20-73852, 1561525; S. NREL/TP-6A20-73852, 1561525)*. IRENA. <https://doi.org/10.2172/1561525>
- Weißfloch, U., Schlummer, M., Jäger, A., & Merk, S. (2013). *Chancen für die nachhaltige Entwicklung durch neue hybride Wertschöpfungskonzepte: Abschlussbericht des Projekts „HyWert“*. Stuttgart: Fraunhofer.

An aerial photograph of a vast, dense forest covering rolling hills. The trees are a vibrant green, and the perspective is from a high angle, looking down and across the landscape. The text is overlaid in the center of the image.

**ENABLING  
YOU TO  
SHAPE A  
BETTER  
TOMORROW**





[www.mhp.com](http://www.mhp.com)