

IMPULSPAPIER DER  
TASK FORCE NACHHALTIGKEIT



**Nachhaltige Produktion:  
Mit Industrie 4.0 die Ökologische  
Transformation aktiv gestalten**

## Impressum

### Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)  
Öffentlichkeitsarbeit  
11019 Berlin  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

### Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

### Stand

November 2020

### Bildnachweis

ilyast – iStock (Titel)  
flaticon (S. 6, 9, 10, 17, 18, 23)  
alekseyvanin – Adobe Stock (S. 6)  
willyam – Adobe Stock (S. 7)  
MrJub – iStock (S. 10)  
Festo (S. 11)  
BDI (S. 12)  
VDMA (S. 12)  
ZVEI, Bitkom e.V. (S. 13)  
ABB (S. 14)  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (S. 15)  
AndreyPopov – iStock (S. 18)  
metamorworks – iStock (S. 18)  
BAM GmbH (S. 19)  
Asha Sreenivas – Adobe Stock (S. 20)  
Altran Deutschland S.A.S. & Co. KG, NicoElNino (S. 21)  
kynny – iStock (S. 23)  
EDUR-Pumpenfabrik (S. 24)  
gorodenkoff – iStock (S. 25)  
C-ECO/Bosch (S. 26)  
Dr. Carsten Polenz (S. 27)  
Yevgeniy Sambulov – iStock (S. 28)

### Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
Referat Öffentlichkeitsarbeit  
E-Mail: [publikationen@bundesregierung.de](mailto:publikationen@bundesregierung.de)  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

### Zentraler Bestellservice:

Telefon: 030 182722721  
Bestellfax: 030 18102722721

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.



# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>Hintergrund</b> .....	<b>4</b>
Das Leitbild 2030 und die SDGs als Rahmen .....	4
Drei Entwicklungspfade für Industrie 4.0 und Nachhaltigkeit .....	5
<b>Pfad 1: Verbrauch senken, Wirkung steigern</b> .....	<b>8</b>
Wo wollen wir hin? .....	9
Ausflug zu Festo .....	11
4 Fragen an die Verbände .....	12
Ausflug zu Bosch und ABB .....	14
Blick in die Zukunft mit dem ebök Institut .....	15
Wo stehen wir heute? .....	15
<b>Pfad 2: Vom Massenprodukt zum transparenten Serviceangebot</b> .....	<b>16</b>
Wo wollen wir hin? .....	17
Exkurs: Die Verwaltungsschale und die Relevanz von Standards und Normen .....	18
Ausflug zu BAM .....	19
Blick in die Zukunft mit dem Forschungsprojekt DIBICHAIN .....	20
Wo stehen wir heute? .....	20
3 Fragen an: Andreas Kötter, DIBICHAIN .....	21
<b>Pfad 3: Teilen und Vernetzen</b> .....	<b>22</b>
Wo wollen wir hin? .....	23
Ausflug in die EDUR-Pumpenfabrik .....	24
Exkurs: Der Anwendungsfall Collaborative Condition Monitoring .....	25
Ausflug zu Circular Economy Solutions .....	26
3 Fragen an Dr. Carsten Polenz .....	27
Blick in die Zukunft mit OptiRoDig .....	28
Wo stehen wir heute? .....	29
<b>Über die Plattform Industrie 4.0 und die Taskforce Nachhaltigkeit</b> .....	<b>30</b>
Die Plattform Industrie 4.0 .....	30
Die Task Force Nachhaltigkeit .....	30
Die Arbeitsgruppe „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“ .....	30
<b>Literaturempfehlungen und weiterführende Informationen</b> .....	<b>32</b>

# Zusammenfassung

Mit ihrem Leitbild 2030 identifiziert die Plattform Industrie 4.0 das Thema Nachhaltigkeit als zentrales Handlungsfeld. Die Task Force Nachhaltigkeit der Plattform hat dazu diskutiert, wie Industrie 4.0 zu einer klimafreundlichen und ressourcenschonenden Zukunft beitragen kann. Erste Ergebnisse werden in diesem Impulspapier präsentiert. Dazu werden drei Entwicklungspfade in eine digitale, vernetzte und nachhaltige Produktion der Zukunft herausgestellt:

**Pfad 1: Verbrauch senken, Wirkung steigern:** Auf dem Weg zu einer ressourceneffizienten und CO<sub>2</sub> neutralen, digitalisierten Produktion.

**Pfad 2: Vom Massenprodukt zum transparenten Serviceangebot:** Wie ein verändertes Wertversprechen digitale Geschäftsmodelle beeinflusst.

**Pfad 3: Teilen und Vernetzen:** Nachhaltig digital Wirtschaften heißt, zu kooperieren und in zirkulären Wirtschaftssystemen zu agieren.

Die Analyse von über 60 Unternehmensbeispielen zeigt, dass Industrie 4.0 ökologische Nachhaltigkeit in Unternehmen möglich macht. Ausgewählte Projekt- und Unternehmensbeispiele, Interviews und Exkurse illustrieren die Entwicklungspfade einer zukunfts-, wettbewerbsfähigen und nachhaltigen Industrie.

# Leitbild 2030 für Industrie 4.0

Digitale Ökosysteme global gestalten

## Souveränität

- Technologieentwicklung
- Sicherheit
- Digitale Infrastruktur



## Interoperabilität

- Regulatorischer Rahmen
- Standards und Integration
- Dezentrale Systeme und Künstliche Intelligenz



## Nachhaltigkeit

- Gute Arbeit und Bildung
- Klimaschutz und zirkuläre Wirtschaft
- Gesellschaftliche Teilhabe



# Hintergrund

## Das Leitbild 2030 und die SDGs als Rahmen





Nachhaltigkeit ist eines von drei zentralen Handlungsfeldern im „Leitbild 2030 für Industrie 4.0“ der Plattform Industrie 4.0. Neben Souveränität und Interoperabilität macht der Fokus auf Nachhaltigkeit klar: Ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit stellen einen fundamentalen Eckpfeiler der gesellschaftlichen Wertorientierung und des Selbstverständnisses der Industrie dar. Diese Aspekte fließen einerseits in Industrie 4.0 ein, andererseits unterstützt Industrie 4.0 die Umsetzung von Nachhaltigkeit. Schlüsselaspekte von Nachhaltigkeit im digitalen Ökosystem der Industrie sind gute Arbeit und Bildung, Klimaschutz und zirkuläre Wirtschaft sowie gesellschaftliche Teilhabe.

Das Leitbild 2030 korrespondiert eng mit den 17 Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals = SDGs). Für Industrie 4.0 sind die folgenden Ziele besonders relevant. Sie zeigen konkrete Herausforderungen und Vorsätze für unsere Gesellschaft, Politik und Wirtschaft.

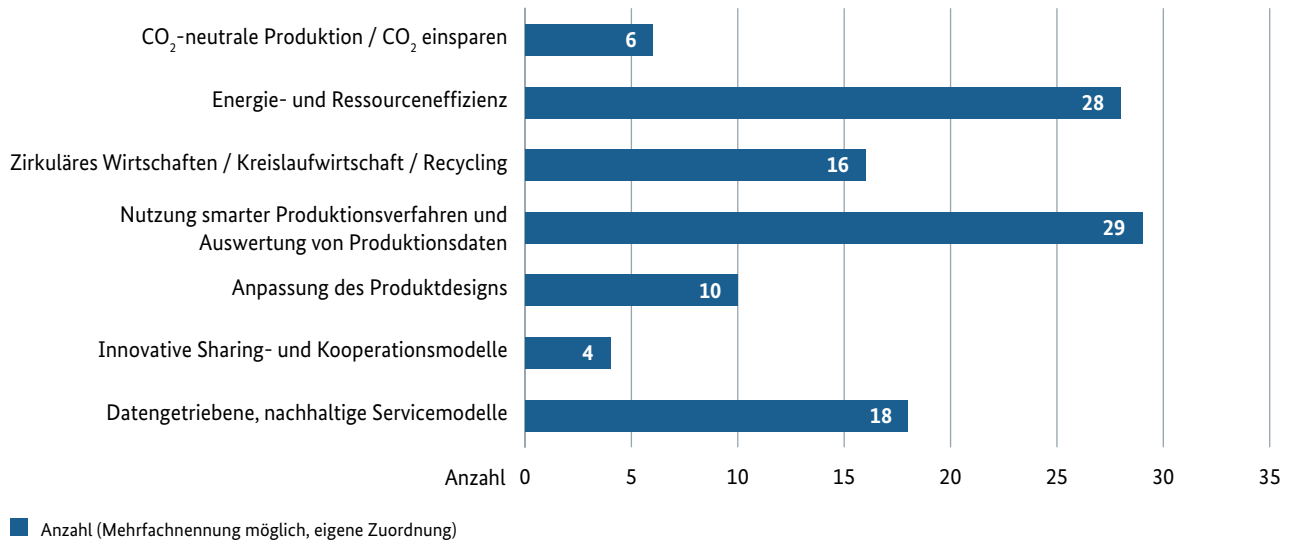
## Drei Entwicklungspfade für Industrie 4.0 und Nachhaltigkeit

Mit ihrem Leitbild 2030 hat sich die Plattform Industrie 4.0 ein Ziel gesteckt: Industrie 4.0 soll eng verknüpft sein mit ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit. Soziale Nachhaltigkeit ist seit Beginn der Plattform fester Bestandteil unserer Arbeit. Der sozialpartnerschaftliche Dialog in der Arbeitsgruppe „**Arbeit, Aus- und Weiterbildung**“ ist dabei Dreh- und Angelpunkt (siehe S. 30). Für die ökologische Nachhaltigkeit gibt es seit Ende 2019 die temporäre „Task Force Nachhaltigkeit“ (siehe S. 30). In der Task Force kommen Expertinnen und Experten der Plattform und externe Stakeholder aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gewerkschaft zusammen. Ihre Arbeitsfelder sind dabei an der Schnittstelle von Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Industrie angesiedelt. Die Expertinnen und Experten sind sich einig, dass Industrie 4.0 einen zentralen Beitrag zu einer klimafreundlichen und ressourcenschonenden Zukunft leisten wird.

## Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen

	<p>Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum</p>	<p>Dauerhaftes, breitenwirksames und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern</p>
	<p>Industrie, Innovation und Infrastruktur</p>	<p>Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen</p>
	<p>Nachhaltig produzieren und konsumieren</p>	<p>Für nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sorgen</p>
	<p>Weltweit Klimaschutz umsetzen</p>	<p>Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen</p>

### Die Nachhaltigkeitsschwerpunkte der > 60 eingegangenen Unternehmensbeispiele



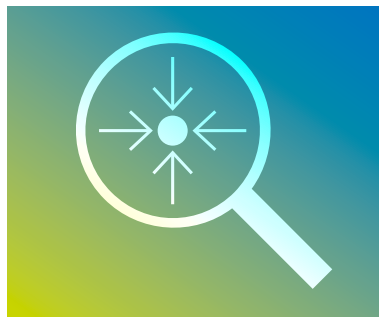
Befragung der Task Force Nachhaltigkeit der Plattform Industrie 4.0

In mehreren Workshops und zahlreichen bilateralen Gesprächen haben die Teilnehmenden der Task Force Ideen, Unternehmensbeispiele und unterschiedliche Perspektiven auf das Thema „Industrie 4.0 und ökologische Nachhaltigkeit“ zusammengetragen. Dieses Papier bündelt die ersten Erkenntnisse und setzt einen klaren Fokus auf die ökologische Nachhaltigkeit in der Industrie 4.0.

> 60 eingegangene Unternehmens- & Forschungsbeispiele



**Pfad 1: Verbrauch senken, Wirkung steigern:** Auf dem Weg zu einer ressourceneffizienten und CO<sub>2</sub>-neutralen, digitalisierten Produktion.



**Pfad 2: Vom Massenprodukt zum transparenten Serviceangebot:** Wie ein verändertes Wertversprechen digitale Geschäftsmodelle beeinflusst.



**Pfad 3: Teilen und Vernetzen:** Nachhaltig digital Wirtschaften heißt, zu kooperieren und in zirkulären Wirtschaftssystemen zu agieren.



Bei der Analyse der Praxisbeispiele zeichneten sich drei Ansätze ab, wie die vernetzte Industrie zu mehr Nachhaltigkeit beitragen kann. Die Ansätze sind eine Bestandsaufnahme, doch auch viel mehr. Denn sie zeigen Entwicklungspfade in eine digitale, vernetzte und nachhaltige Produktion der Zukunft auf. Gleichzeitig sichern sie die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie. Wir können Nachhaltigkeit als integrativen Ansatz für Unternehmen verstehen. Denn Nachhaltigkeit kann einen echten Mehrwert für Firmen, Kunden und Beschäftigte bringen. Unternehmen haben die einmalige Chance, sich ganzheitlich aufzustellen und sich glaubhaft am internationalen Markt zu positionieren. Schauen Sie mit uns gemeinsam vom analogen Shopfloor der Fabriken in die digitale Zukunft im Jahr 2030.

Das Papier ist der Start eines Diskussionsprozesses von Industrie 4.0 und Nachhaltigkeit. Die Plattform Industrie 4.0 und die Task Force Nachhaltigkeit werden die Arbeiten daran intensiv weiterführen. Die Plattform und ihre Partner kommen zunehmend in die Umsetzung. Nachdem sie ihre Konzepte in den letzten Jahren getestet und erprobt haben, implementieren sie diese nun umfassend in der Praxis. Themen werden ausgekoppelt und in wettbewerbliche Strukturen übergeben. Dabei gibt das Leitbild 2030 den Rahmen vor. Für das Handlungsfeld Nachhaltigkeit werden wir insbesondere die Themen Interoperabilität, Industrieprozesse sowie Datenwirtschaft und Geschäftsmodelle konkretisieren.



**73 %**

der deutschen Industrieunternehmen, sind überzeugt, dass Industrie 4.0 den CO<sub>2</sub>-Ausstoß verringert.<sup>1</sup>

**50 %**

der deutschen Industrieunternehmen haben sich bereits verpflichtet, weniger CO<sub>2</sub> auszustößen.<sup>1</sup>

Um bis zu **86 %** lassen sich die Emissionen in der Industrie weltweit senken, wenn Maschinenhersteller ihren Kunden aus der Industrie grüne Technologien anbieten.<sup>2</sup>

1 Bitkom (2020) [Digitalisierung sorgt für mehr Nachhaltigkeit in der Industrie](#)

2 BCG, VDMA (2020) [Grüne Technologien für grünes Geschäft](#)

# Pfad 1: Verbrauch senken, Wirkung steigern



# Auf dem Weg zu einer ressourceneffizienten und CO<sub>2</sub>-neutralen, digitalisierten Produktion

Unser Ressourcen-Hunger ist riesig: Umgerechnet zwei Erden wären nötig, um den derzeitigen Bedarf der Menschheit an Energie und Rohstoffen dauerhaft zu decken. Doch es gibt unseren Planeten nur einmal. Deshalb ist es wichtig, sparsam mit dem Vorhandenen umzugehen. Ein wesentlicher Stellhebel dabei ist die Effizienz: Indem wir Ressourcen sparsamer und mit höherer Wirkung einsetzen, können wir den Verbrauch senken und gleichzeitig negative Effekte reduzieren – zum Beispiel den CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Der Industrie kommt dabei eine wichtige Rolle zu.



## Wo wollen wir hin?



## Vom Energiemanagement zur Ressourceneffizienz

Ein intelligentes Ressourcenmanagement tritt künftig an die Stelle des reinen Energiemanagements im Unternehmen. Ziel ist es, sämtliche Rohstoffe effizient einzusetzen. Dabei helfen eine Reihe von Industrie 4.0-Technologien: intelligente Sensoren und Augmented Reality, Predictive Maintenance, Smart Meter und Industrial Internet of Things (IIoT)-Plattformen. Die umfassenden Datenerfassungs- und Monitoring-Tools sorgen dafür, dass alle Materialströme und Energieprozesse gleichzeitig beobachtet und aufeinander abgestimmt werden können. So entstehen größtmögliche Synergieeffekte. Die integrierte Erfassung und Analyse der Daten ermöglichen schnelle Entscheidungen für eine energieeffiziente Steuerung der Anlagen. Bei Bedarf bieten KI-basierte Services zur Datenauswertung eine zusätzliche Hilfestellung, um alle Ressourcen möglichst sparsam, wirkungsvoll und rentabel einzusetzen.



## Gezieltere Datenverarbeitung statt höhere Rechnerkapazität

Das Speichern von Daten in Rechenzentren verbraucht große Mengen an Energie. Grünes Computing der Zukunft sieht anders aus: Durch die Berücksichtigung ausgelagerter Kosten (Externalitäten) rücken auch die Kosten des ökologischen Rucksacks der schnell wachsenden Rechenzentren in den Fokus. Unternehmen werden auf vielfältige Arten darauf reagieren:

- Sie werden die Frage nach dem Nutzen des jeweiligen Datums mit ins Zentrum der Entscheidung stellen. Welchen Mehrwert bringt die Verarbeitung des Datums? Die Betriebswirtschaft der Daten wird Unternehmen zukünftig helfen, die Kosten und den erwarteten Nutzen der Daten zu bewerten.
- Unternehmen werden Daten effizienter und besser speichern. Einerseits mit technischen Maßnahmen andererseits aber auch über Standardisierung. Die Verbreitung von übergreifenden Standards hilft, Daten effizient zu speichern: Wenn Daten interoperabel sind und in einheitlicher Form abliegen, müssen sie nicht aufwändig miteinander kompatibel gemacht werden.
- Die Industrie wird verstärkt über ressourceneffiziente Algorithmen und Rechnerarchitekturen nachdenken: Wie viele Schichten benötigt eine Software-Architektur wirklich? Was ist reine Bequemlichkeit? Neben den Dimensionen Skalierbarkeit, Performanz und Datenkonsistenz, wird Ressourceneffizienz eine Design-Dimension für die Software der Zukunft sein. Sowohl in Rechenzentren als auch in eingebetteten Systemen.

Die Unternehmen können sich dazu auf bestehende Use Cases stützen. Über Cloudkonzepte lässt sich dieses Umdenken beschleunigen: Mit Hilfe der Cloud lässt sich der Energieverbrauch der Rechenzentren sichtbar machen und auf die nutzenden Unternehmen umlegen.



## CO<sub>2</sub>-neutral = normal

Um der Klimakrise entgegenzuwirken, wird CO<sub>2</sub>-Neutralität zur neuen Normalität – auch in der Industrieproduktion. Dieses Ziel ist hochgesteckt und dennoch erreichbar. Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur CO<sub>2</sub>-neutralen Fabrik ist ein intelligentes Ressourcenmanagement. Auch die Logistikströme in die Fabrik hinein werden künftig in die Betrachtung mit einfließen. Um komplette Energieketten effizient zu gestalten, setzen die Betriebe zum Beispiel auf erneuerbare Energien oder auf Blockheizkraftwerke für die Eigenproduktion. IIoT-Technologien helfen dabei, hohe Anteile von CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen – und treiben die Energiewende voran. So untersucht beispielsweise das Tübinger ebök Institut in einem Forschungsprojekt, wie eine digitalisierte industrielle Produktion den Stromhandel in virtuellen Kraftwerken vereinfachen kann (siehe S. 15). Ebenso unterstützen einfache Verfahrensprozesse den Wandel hin zu in sich sparsamen Systemen.



## Sustainability Ledger – das Nachhaltigkeits-Buch

Nachhaltigkeitskennzahlen werden künftig zum integralen Bestandteil der Finanzbuchhaltung. Analog zum Steuerbuch und anderen Nebenbüchern gibt es in jedem Unternehmen ein Nachhaltigkeitsbuch, das so genannte „Sustainability Ledger“, das beispielsweise Auskunft gibt über den CO<sub>2</sub>-Verbrauch und -Ausstoß von Produkten und Dienstleistungen sowie über deren Kreislauffähigkeit. Auch den Ressourcenverbrauch und die Emissionen in der Produktion und bei den Vorprodukten erfassen die Unternehmen in ihrem Sustainability Ledger. Auf dieser Basis lassen sich dann verschiedene Optionen in Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit finanziell bewerten und vergleichen. So wird eine zukunftsorientierte, vorausschauende Kalkulation möglich, die zum Beispiel kommende Preissteigerungen von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten bereits einplant. Das DIBI-CHAIN Projekt schafft eine Grundlage dafür (siehe S. 20).





Energieeffizienz bei Festo

## Ausflug zu Festo

### Mit Industrie 4.0 ganzheitlich Energie- und Ressourcenverbrauch reduzieren

Festo SE & Co. KG

Branche: Automatisierungstechnik

Link: <https://www.festo.com/group/de/cms/10486.htm>

Festo arbeitet seit vielen Jahren daran, innovative Lösungen für den effizienten Einsatz von Energie und Ressourcen zu entwickeln – im eigenen Unternehmen ebenso wie bei den Kunden. Denn mit Blick auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen haben die Automatisierungsspezialisten aus Esslingen am Neckar folgendes festgestellt: Nur ein geringer Teil des CO<sub>2</sub>-Footprints entsteht während der Herstellung der eigenen Produkte in den Festo-Werken. Der weitaus größte Teil fällt im laufenden Betrieb der Anlagen bei den Kunden an.

Auf dem Weg zur CO<sub>2</sub>-neutralen Produktion unterstützt Festo seine Kunden deshalb zum einen mit smarten Produkten. So hat das Unternehmen beispielsweise mit dem Festo Motion Terminal VTEM die Digitalisierung in der Pneumatik eingeführt. Dafür wurden pneumatische Funktionen in Form von Motion Apps durch Software realisiert. Dazu gehören auch neue Energiesparfunktionen, die effiziente Bewegungsabläufe erlauben. Hardware muss nicht mehr ausgetauscht werden, um eine Anlage für neue Produkte umzurüsten. Ebenfalls möglich: eine Ferndiagnose zur Überwachung von Leckagen.

Neben solchen energieeffizienten, vernetzten Produkten trägt auch das ganzheitliche, digital gestützte Serviceangebot von Festo dazu bei, die Energieeffizienz der Anlagen zu erhöhen und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren. Festo hat dafür den so genannten Festo Energy Saving Service entwickelt.

*„Industrie 4.0 bietet uns die Lösungsansätze, mit denen wir durch sensorgestützte systematische Datenerfassung und cloudbasierten Analyseinstrumenten die Energieeinsparpotenziale in pneumatischen Anlagen bestmöglich ausschöpfen.“*

Peter Post, Vice President bei Festo

Auf der Komponentenebene liefern Sensoren alle erforderlichen Daten. Auslegung und Betrieb der Anlagen lassen sich so genau prüfen, Schwachstellen können identifiziert und Optimierungsmöglichkeiten herausgearbeitet werden. Durch richtige Auslegung und optimalen Betrieb kann der Druckluftverbrauch reduziert werden.

Um bis zu **60 %** lässt sich, laut Festo, der Energieverbrauch pneumatischer Antriebssysteme in Produktionsanlagen senken.

Dieses Beispiel zeigt, wie Industrie 4.0 datengetriebene, nachhaltige Servicemodelle und damit Energiesparen ermöglicht.

## 4 Fragen an die Verbände



Iris Plöger,  
Mitglied der Hauptgeschäftsführung des BDI

**Frau Plöger, mit dem sogenannten „Green Deal“ will die EU ihre Treibhausgasemissionen bis 2050 auf null senken und als erster Kontinent klimaneutral werden. Schaffen wir das?**

Der „European Green Deal“ ist zweifellos eines der wichtigsten Zukunftsprojekte in der Europäischen Union. Die Herausforderungen sind immens: Es geht um einen umfassenden Umbau der europäischen Wirtschaft, für den Investitionen in Billionenhöhe erforderlich sein werden. Technologisch halten wir das bis zur Jahrhundertmitte für möglich, klimaneutral zu werden. Und gerade die deutsche Industrie zählt bei vielen Klimaschutztechnologien international zur Spitze – gerade wenn es um die Integration von einzelnen Technologien in komplexe Systeme geht. Das gilt nicht zuletzt auch für Industrie 4.0. Entscheidend für den Erfolg wird aber sein, inwieweit die Politik einen anspruchsvollen Mix an klimapolitischen Instrumenten entwickelt. Gelingt es, einen solchen umfassenden Förderrahmen im Zuge des Green Deal bereitzustellen, dann sehe ich auch Chancen für den Industriestandort Deutschland.



Hartmut Rauen,  
stellvertretender VDMA-Hauptgeschäftsführer

**Grüne Technologie und Digitalisierung spielen also eine wichtige Rolle, um effizienter und grüner zu produzieren. Herr Rauen, können wir uns das denn leisten?**

Zunächst ist es wichtig, wie mit dem Green Deal oder den Sustainable Development Goals (SDGs) anspruchsvolle Ziele zu setzen. Doch sie müssen auch machbar und bezahlbar sein. Mit unserer neuen Studie „Grüne Technologien für grünes Geschäft“ zeigen wir, dass das möglich ist. Wir haben die technischen Hebel identifiziert, mit denen der Maschinenbau den ökologischen Fußabdruck seiner Kunden verbessern kann. Durch eine flächendeckende Verbreitung und Nutzung dieser heute wirtschaftlichen Technologien könnten 37 Prozent des weltweiten Ausstoßes von Treibhausgasen reduziert werden. Zudem lohnt es sich für die Unternehmen: Das Marktpotenzial der Dekarbonisierung bis 2050 liegt bei mehr als 300 Milliarden Euro pro Jahr. Um dieses ökologische und ökonomische Potenzial zu heben, müssen Unternehmen und Politik die Weichen stellen.



Dr. Wolfgang Weber,  
Vorsitzender der ZVEI-Geschäftsführung

**Herr Weber, noch steht die digitale Transformation in vielen Industriebetrieben am Anfang. Was muss gegeben sein, damit die Digitalisierung Fahrt aufnimmt und Nachhaltigkeit in der Industrie ermöglicht?**

Unsere Mitgliedsunternehmen sind in vielen Bereichen bereits sehr gut aufgestellt. Ein Hindernis ist aktuell noch die Skalierbarkeit. Wir appellieren, dass noch deutlich mehr Industrieunternehmen ihre Standorte und Maschinen durch die so genannten 5G-Campusnetze für eine durchgängige kabellose Digitalisierung vorbereiten. Ein weiteres Beispiel für eine effiziente Digitalisierung ist das Digitale Typenschild, welches vom ZVEI mitentwickelt wurde. Dieses digitalisiert das althergebrachte Typenschild vollständig und ersetzt dadurch die Papierdokumentation die vielen Produkten beiliegt. Die Vorteile liegen auf der Hand: Das Typenschild schont Ressourcen und macht Papierdokumentation überflüssig. Möglich gemacht hat das die Verwaltungsschale der Plattform Industrie 4.0, denn sie sorgt für die benötigte Interoperabilität beim Austausch von Daten. Erstmals wird sie in diesem firmenübergreifenden Anwendungsfall realisiert und zum Leben erweckt. Die Ideen sind bereits vorhanden und müssen jetzt in die Unternehmen eingeführt werden.



Melissa Kühn,  
Referentin Nachhaltigkeit, Bitkom e.V.

**Frau Kühn, Industrie 4.0, grüne IT und Nachhaltigkeit passen gut zusammen. Ist es also ein Selbstläufer?**

Die Mehrheit deutscher Industrieunternehmen ist überzeugt, dass Industrie 4.0 die Produktion effizienter macht und für mehr Nachhaltigkeit sorgt. Der Digitalisierung kommt hier eine Schlüsselrolle zu: Sensoren und smarte Maschinen können den Energiebedarf auf ein Minimum reduzieren, 3D-Druck verringert den Materialeinsatz und intelligente Logistik verkürzt Transportwege.

Wichtig ist aber auch, die Digitalisierung selbst möglichst klimaschonend zu gestalten. Der Energiemix muss schnell und konsequent in Richtung regenerativer Energiequellen vorangetrieben werden. Darüber hinaus muss die Energieeffizienz der Rechenzentren weiter gesteigert werden. Der Strombedarf der Rechenzentren in Deutschland beträgt derzeit mehr als zwölf Milliarden Kilowattstunden pro Jahr – das ist in etwa so viel wie Berlin jährlich verbraucht. Dabei entsteht Wärme, die auch für die Fernwärmeversorgung genutzt werden könnte. Angesichts der bevorstehenden Abschaltung der Kohle- und Atomkraftwerke gilt dies umso mehr. Mit den richtigen Rahmenbedingungen kann die deutsche Industrie zum Pionier einer klimafreundlichen Produktion werden.



Der Standort Lüdenscheid: eine hochmoderne weitgehend CO<sub>2</sub>-neutrale und energieautarke Fabrik der Zukunft

## Ausflug zu Bosch und ABB

### CO<sub>2</sub>-neutrale Firmenstandorte mit Industrie 4.0

ABB Ltd

Branche: Energie- und Automatisierungstechnik

Bosch GmbH

Branche: Mischkonzern

Links:

<https://new.abb.com/mission-to-zero/de/technology>

<https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/wie-bosch-fabriken-den-klimaschutz-vorantreiben-214848.html>

Etwa ein Fünftel der Kohlendioxid-Emissionen in Deutschland gehen derzeit auf das Konto der Industrie. Unternehmen wie Bosch und ABB können das ändern. Durch den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien wollen sie die klimaneutrale Produktion realisieren. Wie das funktionieren kann, zeigen sie in ihren eigenen Werken.

Seit Ende 2019 sind die Standorte der Robert Bosch GmbH in Deutschland laut Unternehmensangaben klimaneutral. Dafür bewegt Bosch verschiedene Hebel und legt den Fokus auf Energieeffizienz der eigenen Standorte. Die vernetzte Produktion leistet bei diesem Prozess einen wichtigen Beitrag. In über 100 Werken und Standorten weltweit setzt Bosch beispielsweise bereits auf die Energy-Plattform aus dem eigenen Industrie 4.0 Portfolio: Intelligente Algorithmen helfen dabei, Verläufe des Energieverbrauchs vorherzusagen und Lastspitzen zu vermeiden oder Abweichungen in Verbrauchsmustern von Maschinen zu erkennen und zu korrigieren. Dies trägt dazu bei, den Kohlendioxidausstoß in Fabriken weiter zu reduzieren.

Im Industrie-4.0-Leitwerk Homburg sanken die Emissionen, laut Bosch, in zwei Jahren um gut **10 %**.

Der Industrie 4.0 Ansatz: Maximale Transparenz und technische Innovation. Mithilfe von rund 12.000 Messpunkten werden Daten der Anlagen in der Bosch-eigenen Energiemanagement-Plattform zusammengeführt. Die Mitarbeiter können so den Verbrauch jeder einzelnen Maschine verfolgen und verbrauchsoptimiert steuern. Zu den technischen Lösungen zählen bedarfsorientierte Regulierung der Hallenlüftung, Wärmerückgewinnung aus diversen Bearbeitungsprozessen und nicht zuletzt das Abschaltmanagement der Anlagen.

Im Rahmen seiner „Mission to Zero“ hat sich auch der Energie- und Automatisierungstechnikkonzern ABB eine CO<sub>2</sub>-neutrale Zukunft zum Ziel gesetzt. Wie das geht, zeigt das Unternehmen am Produktionsstandort in Lüdenscheid: Das dortige Werk der ABB-Tochtergesellschaft Busch-Jaeger wird mit Hilfe von Industrie 4.0-Technologien nahezu energieautark und CO<sub>2</sub>-neutral betrieben, so das Unternehmen.

*„Die ABB-Lösung in Lüdenscheid zeigt beispielhaft, wie sich die typischen Anforderungen eines kompletten Industriestandorts auf ressourcenschonende Weise erfüllen lassen.“*

Im Zentrum der smarten und nachhaltigen Gesamtlösung steht das Energiemanagementsystem OPTIMAX. Skalierbar und flexibel steuert das smarte System den Energieverbrauch ebenso wie die -erzeugung und die -speicherung. Auf Basis von Vorhersagedaten berechnet OPTIMAX den optimalen Energiefluss und gleicht Abweichungen in Echtzeit aus. Das lernende System arbeitet dabei weitgehend autark.

**630 Tonnen** CO<sub>2</sub>-Einsparung pro Jahr am Standort Lüdenscheid, laut ABB

So macht Industrie 4.0 durch Vernetzung und Transparenz Energiesparen möglich.



# Blick in die Zukunft mit dem ebök Institut

## Digital-Power für virtuelle Kraftwerke

Wie kann Digitalisierung die Energiewende vorantreiben? Antworten auf diese Frage soll ein Projekt des Tübinger ebök Instituts für angewandte Effizienzforschung und der Hochschule Reutlingen geben. Es wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert. Die Forscher untersuchen, wie Industrie 4.0-Technologien den Stromhandel in virtuellen Kraftwerken vereinfachen können.

Virtuelle Kraftwerke bestehen aus zahlreichen kleinen, dezentralen Stromerzeugern und -abnehmern. Durch intelligentes Vernetzen wirken die flexiblen Abnehmer und die lokalen Erzeuger zusammen. So können sie auf das oft schwankende Stromangebot aus erneuerbaren Energiequellen angemessen reagieren und damit das lokale Netz stabilisieren. Das Projekt erforscht, wie die Idee des virtuellen Kraftwerks mit der umfassenden Digitalisierung der industriellen Produktion harmonisiert. „Zukünftig sind alle Maschi-



Prof. Dr. Debora Coll-Mayor (Hochschule Reutlingen) und Prof. Dr. Claus Kahlert (ebök Institut, r.) stellen DBU-Generalsekretär Alexander Bonde das "Virtuelle Kraftwerk" vor.

nen und Prozesse über das Internet miteinander verbunden. Mittels einer Blockchain lassen sich die Erfordernisse von Netz und Betrieben aufeinander abstimmen“, erklärt Projektleiter Prof. Dr. Claus Kahlert vom ebök Institut den Industrie 4.0 Ansatz. Ihm zufolge ließen der beständige Austausch und die Analyse der Prozesse die Ausnutzung regenerativer Quellen deutlich steigern. Das mindert Emissionen.

Weitere Informationen:

[https://www.dbu.de/123artikel37589\\_2430.html](https://www.dbu.de/123artikel37589_2430.html)

## Wo stehen wir heute?

Im Jahr 2016 war die Industrie für über 41 Prozent des weltweiten Stromverbrauchs verantwortlich. 35 Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente erzeugen die OECD und BRIC-Staaten jedes Jahr, so eine neue Studie des VDMA und der Boston Consulting Group: Der Maschinenbau selbst emittiert davon zwar nur 0,2 Gigatonnen, er beeinflusst über seine Technologien allerdings die Treibhausgasemissionen so gut wie aller Industrien – vom Energiesektor bis zur Landwirtschaft. Am meisten Treibhausgas entsteht durch die Fertigung (16,7 Gt), gefolgt von Bauwirtschaft (6,7 Gt), und Transport (5,7 Gt).

Untersuchungen, wie die des VDMA zeigen: Durch den Einsatz digitaler Technologien ergeben sich vor allem beim Energieverbrauch deutliche Einsparmöglichkeiten von Kosten und Emissionen. Doch aktuell bedeutet Energiemanagement für viele Betriebe lediglich, die Energieströme – und nur diese – effizient zu gestalten, um die Kosten zu senken. Den Verbrauch zu reduzieren ist ein Nebeneffekt, aber in der Regel nicht der Treiber.

Unternehmen, die Verbrauchs-Daten erfassen und sammeln, tun dies häufig ohne klare Strategie. Es wird gesammelt, was gesammelt werden kann. Das erhöht zunächst Kosten und Energieverbrauch, wenn große Datenmengen in Rechenzentren hinterlegt werden. Gezieltes und systematisches Erfassen und Management von Daten hingegen, ermöglicht Unternehmen höhere Produktivitäts- und Innovationsrenditen. Diese Daten sind zudem die Grundlage für nachhaltigere Produktion und Produkte. Ein strategisches Datenmanagement spart unterm Strich Ressourcen und Energie.

**41,6 %** des Stromverbrauchs und **79,8 %** des Kohleverbrauchs weltweit gehen auf das Konto der Industrie.<sup>3</sup>

Vereinzelte Kennzahlen zu Ressourcenverbrauch und Energieeffizienz in den Nachhaltigkeitsberichten, die immer mehr Unternehmen veröffentlichen. Auch zu ihren Aktivitäten in Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen nehmen die Unternehmen in den Berichten Stellung. Allerdings finden diese Nachhaltigkeitskriterien bisher keinen ganzheitlichen Eingang in die Finanzbuchhaltung und die Kostenrechnung der Unternehmen.

3 Riazi, S.; Bengtsson, K.; Bischoff, R.; Aurnhammer, A.; Wigstrom, O.; Lennartson, B. (2016): Energy and peak-power optimization of existing time-optimal robot trajectories. In: 2016 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, S. 321–327.

# Pfad 2: Vom Massenprodukt zum transparenten Serviceangebot



# Wie ein verändertes Wertversprechen digitale Geschäftsmodelle beeinflusst

Etwas zu kaufen – das bedeutet nach unserer derzeitigen Auffassung, ein Produkt nach dem Kauf zu besitzen, es (exklusiv) zu nutzen und irgendwann zu entsorgen. Digitale Geschäftsmodelle können helfen, dieses Wertverständnis zu verändern und in einen nachhaltigeren Ansatz zu verwandeln, bei dem die Kunden nicht Gegenstände, sondern Dienstleistungen erwerben. Beispiel Autoreifen: Statt der Reifen selbst erwirbt etwa ein Fahrzeugflottenbetreiber die Nutzungsrechte an den Reifen. Er bekommt zudem ein umfassendes Leistungsversprechen, das funktionsfähige Reifen und ein umfangreiches Reifenmanagement inklusive Bestellung, Montage und Zustandsüberwachung via IoT-Plattform garantiert.



## Wo wollen wir hin?



## Lifecycle Management

Ein Lebenszyklus-Management ersetzt künftig den Verkauf nach dem sell-and-forget-Prinzip. Die Produktverantwortung des Herstellers erstreckt sich über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes. Schon bei der Entwicklung spielen Nachhaltigkeitseffekte wie Materialverbrauch und Recyclingfähigkeit eine viel größere Rolle als bisher – ganz im Sinne einer „sustainability by design“. Im gesamten Wertschöpfungsnetzwerk teilen Produzenten, Lieferanten und Reparatoren die Arbeit und die Verantwortung neu untereinander auf. Und auch die Beziehung zwischen Verkäufer und Kunden verändert sich. Statt des eigentlichen Produktes erwirbt der Käufer in Zukunft häufig „nur“ noch den damit verbundenen Service, also beispielsweise Daten oder die Wartung eines Geräts. Der Hersteller kann auf diese Weise den Zustand seines Produktes über dessen gesamten Lebenszyklus hinweg mitverfolgen. Bei Bedarf kann er jederzeit eingreifen, um Ressourcenverbrauch und Profitabilität zu optimieren und den Nutzen für den Kunden sicherzustellen. Geschäftsmodelle wie Leasing oder „pay per use“ sowie digitale Prozesse unterstützen die Umsetzung des Lifecycle Managements.



## Sustainable Twin

Jedes Produkt bekommt künftig einen nachhaltigen Zwilling, einen so genannten Sustainable Twin. Der Sustainable Twin baut auf der Idee des digitalen Zwillinges auf und erweitert dieses Konzept um Aspekte der Nachhaltigkeit. Wie der digitale Zwilling ist auch der Sustainable Twin das virtuelle Ebenbild eines physischen Produktes. Über Daten- und Informationsverbindungen sind beide Objekte, also Original und Zwilling, miteinander verbunden. Auf diese Weise kann der Sustainable Twin über den gesamten Produktionszyklus hinweg Informationen über das reale Produkt sammeln und bereitstellen – von den Vormaterialien über die Stückliste und den Arbeitsplan bis hin zu den Rahmenbedingungen der Fertigung und Details zu den Komponenten. Der Sustainable Twin begleitet sein physisches Gegenstück während des gesamten Wertschöpfungsprozesses und kann in jeder „Lebensphase“ hilfreiche Informationen liefern. Am Ende von Nutzungszyklen beispielsweise können die Nutzungsinformationen zusammen mit den Demontierungsabläufen eine Entscheidungshilfe bieten in Hinblick auf Refurbishing oder Re-Manufacturing. Die Verwaltungsschale ist eine wichtige Grundlage für den Twin (siehe S. 18.).



## Material-Pass

Physische Produkte erhalten in Zukunft einen eigenen Ausweis: ihren Material Pass. Im Gegensatz zum Sustainable Twin bleibt dieser Material Pass nicht beim Hersteller, sondern begleitet das Produkt über dessen gesamten Lebenszyklus hinweg von Station zu Station. Entlang der Wertschöpfungskette wird der Material Pass dabei kontinuierlich um Informationen erweitert, zum Beispiel um Details zu Material, Recyclingvorgaben oder Angaben zum ökologischen Fußabdruck. Nicht nur der Produzent kann per Material Pass den Verwender über das Produkt informieren, sondern ebenso umgekehrt: Auch die Nutzer können den Material Pass um Auskünfte zu Zustand und Nutzung des Produktes erweitern. Gemeinsame Standards sorgen dafür, dass die Informationen zwischen Material Pass und Sustainable Twin ausgetauscht werden. So lässt sich der Weg eines Produktes und sein Status mit Hilfe von digitalen Lösungen jederzeit genau nachverfolgen – eine Möglichkeit ist z. B. der Einsatz von Blockchain-Technologie für einen transparenten und konsequenten Zugang zu Daten und Fakten.



## Re-Manufacturing

An die Stelle der klassischen Wartungsverträge tritt künftig ein vorausschauendes, kontinuierliches Wartungssystem. Über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg übernehmen die Hersteller so Verantwortung für ihre Produkte. Am Ende von deren Lebenszyklus steht nicht mehr die Entsorgung, sondern ein automatisiertes Re-Manufacturing. Bei dieser "Refabrikation" werden gebrauchte Geräte aufbereitet und auf den Qualitätsstandard von Neugeräten gebracht. Gängige Praxis ist das Re-Manufacturing zum Beispiel bereits bei Flugzeugteilen, die nach der Aufbereitung in punkto Funktion, Sicherheit und Qualität Neuteilen entsprechen.

Der nächste Schritt ist ein ganzheitliches Manufacturing: Durch die Aufbereitung verändern sich dabei die ursprünglichen Erzeugnisse. Sie machen Technologiesprünge und werden somit zu „lebenden“ Produkten, die sich an ihre jeweilige Nutzung anpassen. So lassen sich beispielsweise per Software-Update die Funktionen eines Produkts erweitern oder an neue Gegebenheiten anpassen. Ebenso können Maschinen und Produktkonstellationen rekonfiguriert werden.



## Rückführungslogistik (Reverse Logistics)

Das Konzept der Rückführungslogistik ergänzt die bisher linear organisierten Lieferketten um die Aspekte Rückführung und Wiederverwertung. Demnach laufen Güter künftig nach ihrem konventionellen Lebensende vom Kunden aus wieder zurück Richtung Quelle, um wiederverwertet zu werden. Aus der bislang dominierenden Einweglogistik entwickelt sich so ein Mehrwegsystem und im besten Fall ein Kreislauf. Damit steigt auch die Ressourceneffizienz. Schließt sich der Produktkreislauf, spricht man von Closed-Loop Supply Chains. Digitale Prozesse können die Entwicklung befördern, so kann beispielsweise Künstliche Intelligenz eine smarte Demontage unterstützen. Rund um die Bereiche Entsorgungslogistik, Retourenlogistik und Reparaturlogistik entstehen neue Geschäftsmodelle.



## Exkurs: Die Verwaltungsschale und die Relevanz von Standards und Normen

Wenn die Informationen einer Maschine oder eines Produkts nicht bekannt sind, wird das Reparieren schwierig. Welche Ersatzteile sollen zum Beispiel verwendet werden? Genauso schwierig ist es, den Umweltfußabdruck eines Produktes oder einer Produktion zu analysieren, wenn die Daten fehlen. In den vielen Gliedern der Liefer- und Produktionskette geht schnell der Überblick verloren. Wie also können wir in der Industrie der Zukunft wichtige Daten an Produkte und Maschinen heften?

Hier kommt die [Verwaltungsschale](#) ins Spiel. Sie ist das digitale Abbild, das jeder relevante Gegenstand (Asset) in der vernetzten Produktion bekommen soll. Alle wesentlichen Eigenschaften eines Assets sind in der Verwaltungsschale gespeichert. Dazu gehören beispielsweise physische Eigenschaften (Gewicht, Größe), Prozesswerte, Konfigurationsparameter, Zustände und Fähigkeiten. Die Verwaltungsschale ist nicht nur Speicher, sondern auch Kommunikationsschnittstelle – über sie ist ein Asset in die vernetzt organisierte Industrie 4.0-Produktion eingebunden. Es ist möglich, auf alle Informationen zum Gegenstand zuzugreifen und ihn zu kontrollieren. Beispielsweise kann eine Maschine auf Verfügbarkeit, Zustand und Verbrauch geprüft werden. Damit ist die Verwaltungsschale eine wichtige Grundlage für den Sustainable Twin (siehe S. 17).

In der vernetzten Produktion ist es essenziell, dass alle dieselbe Sprache sprechen. Für Hard- und Software, Anwender- und Anbieterbranchen sowie Produktdesign bis -recycling muss standardisiert gedacht werden. Nur so können verschiedene Komponenten in digitalen Ökosystemen reibungslos zusammenarbeiten (Stichwort: Interoperabilität) – und auch Nachhaltigkeitsdaten zusammenführen.

Die [Arbeitsgruppe „Referenzarchitekturen, Standards und Normung“ der Plattform Industrie 4.0](#) entwickelt die Grundlagen für einheitliche, offene Standards. Sie trägt ihre Ideen in die internationalen Standardisierungsprozesse.



Komplexe Funktionsteile aus Kunststoff aus der Angebotspalette des Online-Konfigurators auf [mipart.com](http://mipart.com)

## Ausflug zu BAM

### mipart: Bauteile on demand und ab Losgröße 1

BAM GmbH

Branche: Präzisionsfertigung, Sondermaschinenbau und Digital Services

Link: [www.mipart.com](http://www.mipart.com) / [www.bam.group](http://www.bam.group)

„Welches Bauteil auch immer Sie benötigen: Wenn Sie es konstruieren können, können wir es fertigen.“ So lautet das Versprechen der BAM GmbH an ihre Kunden. Mit [mipart.com](http://mipart.com) hat der digitale Lohnfertiger aus Weiden in der Oberpfalz eine KI-basierte Plattform geschaffen, die eine individuelle und trotzdem wirtschaftliche Fertigung von Bauteilen ermöglicht – on demand und ab Losgröße 1.

Per Mausklick können Kunden ihr CAD-Modell im Online-Shop hochladen, sich den Preis in Echtzeit berechnen lassen und das gewünschte Produkt sofort online bestellen. Mipart ist jedoch kein Fertiger-Netzwerk: Alle bestellten Bauteile werden im Maschinenpark von BAM selbst gefertigt.

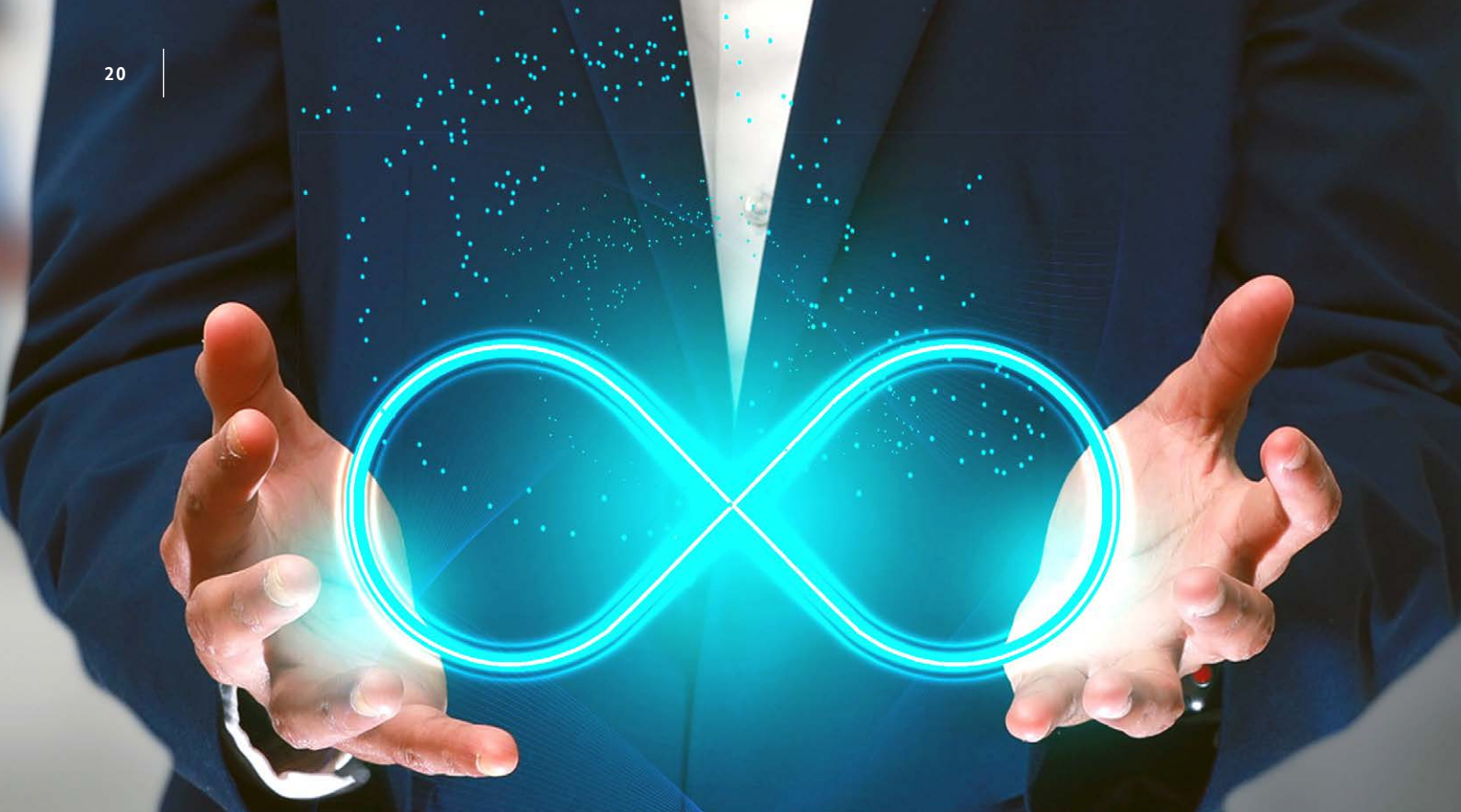
Diese Digitalisierung von Preiskalkulation und Arbeitsplänen verkürzt die Durchlauf- und die Lieferzeiten – der Kunde

**37.000**  
Bauteil-Kalkulationen auf  
[mipart.com](http://mipart.com) im ersten Jahr,  
laut BAM

kommt schneller an sein Produkt. Und auch die Umwelt profitiert vom digitalen On Demand Manufacturing.

Die Vorteile werden deutlich am Beispiel von B- und C-Teilen im Ersatzteilgeschäft: Klassischerweise haben Teile aus der B- und C-Gruppe im Vergleich zu A-Teilen einen geringeren Wert. Um den Preis niedrig zu halten, werden Teile oft in höheren Auflagen gefertigt, als tatsächlich benötigt. Die so produzierten Übermengen werden auf Lager gehalten, nach wenigen Jahren abgeschrieben und schließlich irgendwann entsorgt. Das ist weder wirtschaftlich noch ökologisch sinnvoll. Durch die digital optimierten Beschaffungs- und Fertigungsprozesse kann mipart ab Losgröße 1 wirtschaftlich produzieren und marktgerechte Preise bieten, gleichzeitig sinkt der Ressourcenverbrauch.

Neben dem B2B-Bereich bietet mipart auch B2C-Kunden Zugang zu industriell gefertigten Bauteilen in Industriequalität zu wirtschaftlichen Konditionen. Damit eröffnet der Online-Konfigurator die Möglichkeit, Gegenstände aus den verschiedensten Bereichen des täglichen Lebens zu reparieren, zu verbessern, wiederzuverwenden oder herzustellen – ganz im Sinne des Nachhaltigkeitsgedanken. Das Unternehmensbeispiel zeigt auf, wie in der Industrie 4.0 smarte Produktionsverfahren und Auswertung von Produktionsdaten zu nachhaltigen Lösungen führen können.



# Blick in die Zukunft mit dem Forschungsprojekt DIBICHAIN

## Kreislaufsysteme durch Blockchain

Stoffkreisläufe zu schließen macht großen Sinn. Die Natur macht es uns vor. Die Industrie kann es nachahmen und dabei Ressourcen- und Energieverschwendung sowie Müll vermeiden. Doch die Logistik ist herausfordernd. Produktkreisläufe digital abzubilden gelingt bis jetzt nur unvollständig. Ein Problem dabei ist, die Daten eines Produktlebenszyklus zu erheben, so dass der Produktentwicklungsprozess fair, sicher und ökonomisch ablaufen kann.

Ein neuer Ansatz kann hier helfen. Mithilfe der Blockchain können Daten dezentralisiert und ohne Hoheitsrechte gespeichert werden. Aktuelle Blockchain-Modelle sind allerdings meist zu langsam, um auf große Datenmengen zu skalieren. Hier setzt die Forschung im „DIBICHAIN“-Projekt an. DIBICHAIN untersucht dezentralisierte Datenspeicherungsmöglichkeiten. Das Projekt zielt darauf ab, eine Wissensbasis zu schaffen, um die Blockchain für die Kreislaufwirtschaft zu vertiefen.

Ein Software-Demonstrator soll unter anderem diese Anwendungsszenarien beinhalten:

- (Rück-)Verfolgung von ausgewählten Materialien, von der Rohstoffentnahme bis zur Rückführung in Stoffkreisläufe.

- Sicherstellung der Einhaltung von sozialen und ökologischen Standards über den gesamten Produktlebenszyklus.
- Blockchain für integrierte Lebenszyklusanalysen sowie für den Einsatz als Grundlage (Data Backbone) für Sustainability Driven Design Anwendungen.
- Eindeutige Identifikation und Verfolgbarkeit von Produkten über den gesamten Produktlebenszyklus.

Um das zu erreichen, arbeiten fünf Partner im Projekt zusammen: Airbus SE, Altran Technologies S.A., Blockchain Research Lab gGmbH, Chainstep GmbH, CircularTree GmbH und iPoint GmbH. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das Projekt.

Weitere Informationen:

<https://innovative-produktkreislaeufe.de/Verbundprojekte/DIBICHAIN.html>



## Wo stehen wir heute?

Der Verkauf von Waren folgt derzeit häufig dem Grundsatz „sell and forget“ – also: verkaufen und vergessen. Sobald ein Gegenstand an seine neuen Eigentümer übergegangen ist, endet die Verantwortung des Herstellers. Allenfalls bei Wartungsarbeiten kommt der Verkäufer noch einmal in Kontakt mit seinem Produkt. Entsprechend linear sind die klassischen Lieferketten organisiert: Eingang, Produktion, Ausgang.

Beim „klassischen“ Wertversprechen von Unternehmen gegenüber ihren Abnehmern spielt der Nachhaltigkeitsgedanke derzeit selten eine Rolle. Beispielsweise fehlen Informationen zum Produkt beim Kauf oft. Geht ein Gegenstand nach der Gewährleistungsfrist kaputt, stellt sich die Frage:



reparieren lassen oder ersetzen? Im Fall einer Reparatur wenden sich die Nutzer in der Regel gar nicht an den Hersteller, sondern gehen zu einer Werkstatt. Zum Teil können die Maschinen dort unter hohem Aufwand repariert werden. Vielfach erscheint das jedoch nicht lohnend und das defekte Produkt wird einfach durch ein neues ersetzt. Ziel ist es, künftig zu einem neuen Wertverständnis zu gelangen, dessen integraler Bestandteil die Nachhaltigkeit ist.

## 3 Fragen an: Andreas Kötter, DIBICHAIN



Andreas Kötter,  
Advanced Business  
Manager T&I, Altran

**1** Im Projekt DIBICHAIN soll eine Technologie zur modernen dezentralisierten Datenspeicherung entwickelt werden. Warum ist das für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft so wichtig?

Wir bewegen uns bei allem Idealismus weiterhin in einem Markt, der von wirtschaftlichen Interessen geprägt ist. Das wird sich auch in der Kreislaufwirtschaft nicht ändern. Blockchain-basierte Systeme bieten die Möglichkeit, Vertrauen zu schaffen. Das ist in der heutigen Konstellation wichtig, in der es kein Vertrauen gibt und auch keine Systemhoheit eines einzelnen Marktteilnehmers erwünscht ist. Würden alle relevanten Daten für dieses Ziel zentral

gespeichert werden, hätte ein Teilnehmer die Betriebs-hoheit. Damit könnte er Informationen nach seinen Interessen verändern. Sobald aber das gesamte System dezentral ausgelegt ist, wird diese Abhängigkeit komplett eliminiert.

**2** Wie und wo könnte die bei DIBICHAIN entwickelte Technologie die Prozesse in Ihrem Unternehmen ganz konkret voranbringen?

Ein Beispiel: Heute müssen Informationen des Life Cycle Assessments (LCA) für ein bestimmtes Produkt oder einen Prozess aufwändig in jedem einzelnen Unternehmen erhoben werden. Wir sehen das Potenzial, dass zukünftig Supplier die LCA Informationen zu einer Komponente beisteuern können. Damit würden LCA verlässlicher, transparenter, günstiger, schneller und umfassender werden. Zudem gäbe für Unternehmen einen Anreiz LCA zu erstellen, da diese einen Wert darstellen.

**3** Wo steht das Forschungsprojekt aktuell? Was schätzen Sie: Wann wird die neue Technologie anwendbar sein?

Wir beginnen Ende diesen Jahres mit der Entwicklungsarbeit des Prototypen. Die ersten Komponenten und deren Fertigstellung werden ca. 6 Monate benötigen. Je nachdem welche weiteren Use Cases aus den folgenden Reifmodellphasen dazukommen, soll ein erster Demonstrator in Q3/2021 zur Verfügung stehen.

# Pfad 3: Teilen und Vernetzen





# Nachhaltig digital Wirtschaften heißt, zu kooperieren und in zirkulären Wirtschaftssystemen zu agieren

Um das künftige Wirtschaftssystem konsequent nachhaltig auszurichten, sind ganz neue Denkmuster erforderlich. Digitalisierung macht nicht an Organisationsgrenzen halt – Kooperationen gewinnen deshalb zunehmend an Bedeutung. Ebenso wichtig ist es, das Wirtschaftssystem als Kreislauf zu denken und nicht als Einbahnstraße.



## Wo wollen wir hin?



### Zirkuläre Wertschöpfungsnetzwerke

Wertschöpfungsnetzwerke treten künftig an die Stelle von Wertschöpfungsketten. Das macht die Produktionsprozesse weniger störungsanfällig. Denn der Netzwerkgedanke schließt mit ein, dass die extreme Spezialisierung einzelner Unternehmen und Anlagen aufgebrochen wird und Maschinen künftig flexibler einsetzbar sind. Sie können dann beispielsweise verschiedene Produktionsabläufe on-demand übernehmen. Auch individuelle Kundenwünsche lassen sich mit flexiblen Maschinen in digitalen Netzwerken leichter realisieren.

**4,5 Billionen US-Dollar** zusätzliche Wirtschaftsleistung könnte die Kreislaufwirtschaft bis zum Jahr 2030 global generieren.<sup>4</sup>

Zirkuläre Wertschöpfungsnetzwerke gehen noch einen Schritt weiter: Sie ermöglichen es, Ressourcen effizient zu nutzen, Materialkreisläufe zu schließen und die Wertschöpfung transparent zu steuern. Unterstützt von IIOT-Plattformen lassen sich so die Produktionsprozesse insgesamt nachhaltiger gestalten.

**Über 7 Milliarden Tonnen** natürlicher Rohstoffe werden ohne kluge Kreislaufwirtschaft im Jahr 2030 fehlen.<sup>4</sup>



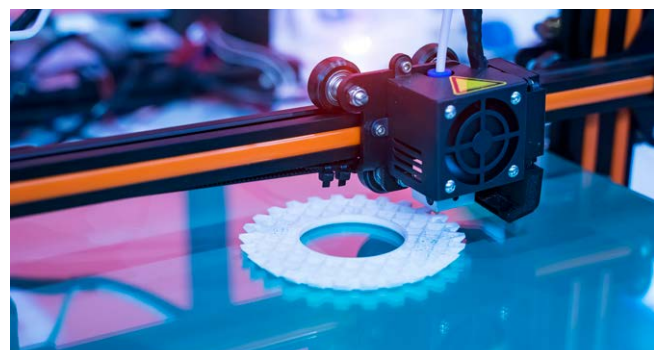
### Von der (eigenen) Anlage zum geteilten Wertschöpfungsfaktor

Digitale Produktionsplattformen bündeln künftig relevante Produktionsprozesse. Ganz unterschiedliche Hersteller können auf diese Plattformen zugreifen und sie als Orte für ihre Produktion nutzen. Wertschöpfungsfaktoren und Produktionsdaten werden hier geteilt und gemeinsam genutzt.

Um Störungsanfälligkeiten vorzubeugen, sind die Plattformen nicht zentralisiert, sondern als regionale Cluster organisiert. So entstehen flexible, modulare, regionale – und damit resiliente – Produktionsnetzwerke. Schon heute teilen sich einige Hersteller digitale Plattformen und produzieren dort ihre jeweiligen Modelle.

Auch in der physischen Produktion profitieren die Hersteller von geteilten Fabriken und Produktionskapazitäten. Denn dank der entstehenden Skaleneffekte sorgen die gebündelten Produktionsorte für attraktive Preise. Wenn Unternehmen bestimmte Teile der Produktion gemeinsam nutzen, garantiert dies eine hohe Auslastung der Geräte. Außerdem können Cluster von Maschinen optimal genutzt werden. Gleichzeitig ist ein hoher Grad an Spezialisierung und Individualisierung möglich. Mit der Bündelung der Produktionsorte steigt auch die Ressourceneffizienz: Denn Rohstoffe müssen nicht länger an viele verschiedene Produktionsanlagen verteilt und dort parallel vorgehalten werden. Die digitalen Produktionsplattformen ihrerseits lassen sich vergleichsweise einfach modernisieren und regelmäßig den neuesten Anforderungen anpassen. Das beschleunigt die Transformation in Richtung Nachhaltigkeit.

Das Prinzip „Nutzen statt Besitzen“ setzt in den Unternehmen Ressourcen frei und erlaubt es, den Fokus auf die relevanten Bereiche der Wertschöpfung zu legen. Zum Beispiel müssen Ersatzteile nicht mehr im eigenen Betrieb auf Halde liegen. Bei Bedarf werden sie im Netzwerk per 3D-Druck hergestellt.



4 Accenture (2015) Wachstumsschub durch Kreislaufwirtschaft



Digitalisierter Workplace in der Montage der EDUR-Pumpenfabrik

# Ausflug in die EDUR-Pumpenfabrik

## Der Weg zur digitalen Fabrik

EDUR-Pumpenfabrik Eduard Redlien GmbH & Co. KG

Link: [www.edur.com](http://www.edur.com)

Aus dem ehemaligen Handwerksbetrieb EDUR-Pumpenfabrik ist ein weltweit tätiger Spezialist für Pumpentechnologie geworden. Das Unternehmen setzt auf kundenspezifische Fertigung, Effizienz und Nachhaltigkeit. Die konsequente Digitalisierung aller Unternehmensbereiche von EDUR unterstützt diese Entwicklung und sorgt für transparente und flexible Abläufe.

Die Informationsprozesse in der Produktion waren noch bis vor Kurzem traditionell organisiert: Die Mitarbeitenden in Fertigung und Montage erhielten ihre Arbeitsaufträge in Papierform. Dadurch fehlte ein transparenter Überblick über den tatsächlichen Arbeitsstand einer Pumpe sowie über die Echtzeit-Bauteilmenge am Lager. Ineffizienzen durch starken Abstimmungsbedarf, hohe Fehleranfälligkeit, Informationsredundanzen und nicht zuletzt den hohen Papierverbrauch gingen mit diesem Vorgehen einher.

Um den Informationsfluss transparenter zu gestalten und damit die Produktion effizienter zu machen, hat das Unternehmen jeden Arbeitsplatz in der Produktion in einen „digitalen Workplace“ verwandelt. Bereits vorhandene

Systeme wurden auf die entsprechenden Mitarbeiter ausgeweitet, Schnittstellen zu anderer Software entwickelt und Informationen sinnvoll zusammengeführt. Alle Mitarbeitenden haben nun digital Zugriff auf genau die Daten, die sie für die Tätigkeit benötigen. Nach dem jeweiligen Arbeitsgang werden relevante Informationen zum Beispiel zu Arbeitszeiten oder zur Bauteilentnahme direkt ins System rückgemeldet.

Bereits in der Einführungszeit zeichnete sich ab, wie deutlich die digitalen Workplaces die Abläufe verbessern: Eindeutigkeit und Aktualität der Daten helfen, die Informationstransparenz bei den Mitarbeitern zu steigern und Fehler zu vermeiden. Der Industrie 4.0 Ansatz zeigt: Das vernetzte Arbeiten schont Ressourcen und reduziert Materialverbrauch.

Die EDUR-Produktionsleitung hat durch die Einführung der digitalen Workplaces **einen Arbeitstag pro Woche** für andere Tätigkeiten gewonnen.

Wir fördern Wirtschaft



Landesprogramm Wirtschaft: Gefördert durch die Europäische Union - Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), den Bund und das Land Schleswig-Holstein

Schleswig-Holstein. Der echte Norden

Das Projekt wird vom Landesprogramm Wirtschaft mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

## Exkurs: Der Anwendungsfall Collaborative Condition Monitoring

Puzzlespielen ist Alltag in der deutschen Industrie: Ein Komponentenlieferant produziert viele Einzelteile. Diese Einzelteile gehen an eine Maschinenlieferantin, die aus den verschiedenen Teilen eine Maschine produziert. Ein Betreiber setzt in seiner Fabrik viele verschiedene Maschinen in seinem Produktionssystem ein. Die Puzzleteile fügen sich zu einem großen Bild.

Doch wie kann sichergestellt werden, dass die Komponenten und Maschinen zuverlässig und langfristig funktionieren? Dafür gibt es Condition Monitoring (CM). Das klassische CM sammelt Betriebsdaten und analysiert sie. Heutzutage werden diese Daten aber nur bilateral geteilt, bspw. ausschließlich zwischen Maschinenlieferant und Betreiber. Der Nachteil liegt auf der Hand: Die Beteiligten sehen jeweils nur ihre Puzzleteile, aber nicht das Gesamtbild. Das Gesamtsystem zu optimieren, ist sehr schwierig.

Hier setzt Collaborative Condition Monitoring (CCM) an. Im Vergleich zu CM werden Daten nicht nur bilateral, son-

dern multilateral über das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk geteilt: Durch gemeinsames Puzzeln entstehen ganzheitliche Serviceangebote. Wenn alle ihre Daten auf einer herstellerunabhängigen, digitalen Plattform bereitstellen, kann das Gesamtsystem optimiert werden. So steigt z. B. die Lebensdauer einer Maschine oder Komponente. Davon profitieren alle entlang der Wertschöpfungskette – genauso wie die Nachhaltigkeit.

Der [Use Case der Plattform Industrie 4.0](#) zeigt zudem auf, wie digitale Ökosysteme selbstbestimmt gestaltet werden können. Denn in der Industrie 4.0 bekommen Daten, digitale Technologien und digitale Infrastruktur eine strategische Bedeutung für die Produktion. Souveränität ist essenziell für eine nachhaltige deutsche und europäische Industrie. So soll CCM auch als Use Case für das Dateninfrastrukturprojekt [GAIA-X](#) dienen.





Mensch und künstliche Intelligenz ergänzen sich im „EIBA“-Projekt

## Ausflug zu Circular Economy Solutions

### Künstliche Intelligenz für die Kreislaufwirtschaft: Das Pilot-Projekt EIBA

#### Circular Economy Solutions GmbH (C-ECO)

Projektpartner: Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik • Technische Universität Berlin, Fachgebiet Montage- und Handhabungstechnik • acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Link: <https://innovative-produktkreislaeuft.de/Verbundprojekte/EIBA.html>

Remanufacturing, also die Aufbereitung und Wiederverwendung gebrauchter (Industrie-)Produkte, ist ein wichtiger Bestandteil der Kreislaufwirtschaft. Zu den größten Herausforderungen des Remanufacturing gehört es, die aus dem Markt zurückgeführten Industrieprodukte zuverlässig zu identifizieren und ihren Zustand zu bewerten. Im Projekt EIBA entwickelt die Circular Economy Solutions GmbH zusammen mit Partnern ein KI-basiertes Identifikations- und Bewertungssystem für Altteile.

**85 % des Rohmaterials und 55 % der Energie lassen sich durch Remanufacturing im Vergleich zur Herstellung von Neuteilen einsparen.**

Viele Industrieprodukte sind bereits heute geeignet für die Kreislaufwirtschaft. Doch bislang fehlt es häufig an Anreizen sowie am nötigen Know-how in den Unternehmen, um die entsprechenden Teile tatsächlich zurückzuführen

und wiederaufbereiten zu lassen. Hier setzt das Industrie 4.0 Geschäftsmodell der C-ECO an. Sie entwickelt Dienstleistungen, um die aufzubereitenden Teile am Ende der Nutzungsphase strukturiert aus dem Markt zurückzuführen und zu bewerten. Über ein Netzwerk von 22 Logistik-Stützpunkten weltweit führt C-ECO, nach eigenen Angaben, so jährlich rund drei Millionen Altteile zurück. Die Identifikation der Teile erfolgt derzeit noch überwiegend manuell. Die größte Herausforderung besteht darin, global die gleichen Standards und Bewertungsmaßstäbe für die einzelnen Teile sicherzustellen.

Woraus besteht ein Produkt? Was ist nutzbar? Welche Aufbereitungsstrategie ist geeignet? Um diese Fragen zu beantworten, müssen Produkte eindeutig identifiziert und bewertet werden. Dafür stehen den Fachleuten oft nur wenige Sekunden Zeit zur Verfügung. Viele Modelle unterscheiden sich jedoch nur geringfügig voneinander, Verschmutzungen und Verschleiß erschweren die Bewertung zusätzlich.

Unterstützung soll künftig Künstliche Intelligenz (KI) liefern. Das Projekt entwickelt eine Maschine, die das Produkt mitbetrachtet und mitbewertet. Sensorik wie Tiefenkameras oder eine Waage identifizieren die Altteile und beurteilen ihren Zustand. „Dazu geben wir der KI zunächst bereits vorhandene Daten“, so Projektleiter Markus Wagner von C-ECO. „Danach wächst die Datenbasis im Prozess kontinuierlich mit und die KI kann sich weiteres Wissen aneignen.“

EIBA führt vor, wie Künstliche Intelligenz Teil eines Industrie 4.0 Geschäftsmodells werden kann und so zirkuläre Wirtschaften und Recycling voranbringt.

## 3 Fragen an Dr. Carsten Polenz

**1** Herr Polenz, was ist Ihre Einschätzung: Sind nachhaltige Trends wie „Nutzen statt Besitzen“ oder „Wertschöpfungsnetzwerke statt -ketten“ schon im Alltag von Industriebetrieben angekommen?

Viele Produktionsabläufe sind nach wie vor linear organisiert, doch der Trend hin zu Wertschöpfungsnetzwerken ist eindeutig. Das ist in einer zunehmend globalisierten Wirtschaft auch gar nicht anders möglich, denn die verschiedenen Zulieferer und Komponenten in den einzelnen Branchen sind schon jetzt sehr eng miteinander verknüpft. Diesen Trend können und sollten die Unternehmen weiter ausbauen und strategisch nutzen, um widerstandsfähiger zu werden. Erste Ansätze gibt es. Das Prinzip „Nutzen statt Besitzen“ ist ebenfalls nicht neu – denken Sie an Leasing-Modelle. Auch hier geht es nun vor allem um eine Weiterentwicklung und eine Ausweitung auf andere Bereiche. Gemeinsam genutzte Produktionsorte – ob physisch oder digital – zum Beispiel können helfen Ressourcen zu sparen und Kräfte zu bündeln. Klar ist aber auch: Ein solcher Ansatz erfordert ein ganz neues Denken und ein neues Verständnis von Wettbewerb. Das muss sich in vielen Unternehmen erst einmal entwickeln.

**2** Wie bewerten Sie aktuell die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige digitale Transformation von Produktionsmustern?

Die Industrie 4.0 hält Einzug in immer mehr Branchen. Es zeigt sich, dass die gesteigerte Ressourceneffizienz nicht nur bloßer Mitnahmeeffekt bei dieser Entwicklung ist, sondern ein integraler Bestandteil. Naturgemäß sind die großen Unternehmen oft schon einen Schritt weiter als viele kleine und mittlere Betriebe (KMU), wenn es darum geht, eine gezielte Strategie für mehr Ressourceneffizienz durch Digitalisierung zu entwickeln. Insofern ist es eine wichtige Aufgabe der Politik speziell mit Blick auf die KMU die entsprechenden Beratungsangebote noch weiter auszubauen und miteinander zu verknüpfen.



Dr. Carsten Polenz, Vice President der SAP SE, Mitglied im Lenkungskreis der Plattform Industrie 4.0, sowie Leiter der Task Force Nachhaltigkeit

**3** Herr Polenz, es gibt großes Optimierungspotenzial im gesamten Lebenszyklus von Produkten. Welche Rolle spielen digitale Technologien, wenn es darum geht, diese Potenziale auszuschöpfen?

Digitale Technologien können über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes hinweg auf unterschiedliche Weise dazu beitragen, Energie und Ressourcen einzusparen. Andererseits können auch gegenteilige, negative Folgen auftreten – zum Beispiel, wenn die Herstellung und Nutzung digitaler Geräte mehr Materialien und Energie verbraucht. Deshalb ist es bei modernen Grundlagentechnologien wie Digitalisierung, additiver Fertigung oder beim 3D-Druck wichtig, ganz genau hinzuschauen. Wir sollten den technologischen Fortschritt nie zum Selbstzweck erheben, vielmehr muss das Gesamtsystem optimiert werden.



## Blick in die Zukunft mit OptiRoDig

### Die Rohstoffproduktivität optimieren

Späne, Stanzabfälle, Materialreste – bei der Metallverarbeitung fallen große Mengen von Metallschrotten an. Gießereien, Stahl- und Schmelzwerke können diese Metallabfälle als günstige Rohstoffe für ihre Schmelzprozesse wiederverwenden.

# 45%

Bereits heute deckt die Gießerei- und Stahlindustrie rund 45 % ihres Rohstoffbedarfs durch Sekundärrohstoffe ab.

Um den Recyclinganteil zu erhöhen, müssen die Schmelzwerke die genaue Zusammensetzung der verfügbaren Schrottsorten kennen und sie gezielt beschaffen können. Dabei hilft das Industrie 4.0 Projekt „OptiRoDig“. Ziel ist es, ein digitales Netzwerksystem zu entwickeln, das den Datenaustausch zwischen Recyclingindustrie und Stahlwerken fördert und dadurch optimierte Schmelzprozesse ermöglicht.

OptiRoDig soll zwischen der Recyclingindustrie und den Schmelzwerken ein digitales Netzwerksystem knüpfen. In dem System sind umfangreiche Analysedaten zu den verfügbaren Metallschrotten enthalten. Auf dieser Basis können die Schmelzwerke die für sie geeigneten Schrotte beschaffen, ihre Schmelzprozesse optimieren und so gezielt ihren Anteil an Sekundärrohstoffen erhöhen. Im Rahmen von OptiRoDig entsteht hierzu ein innovatives digitales

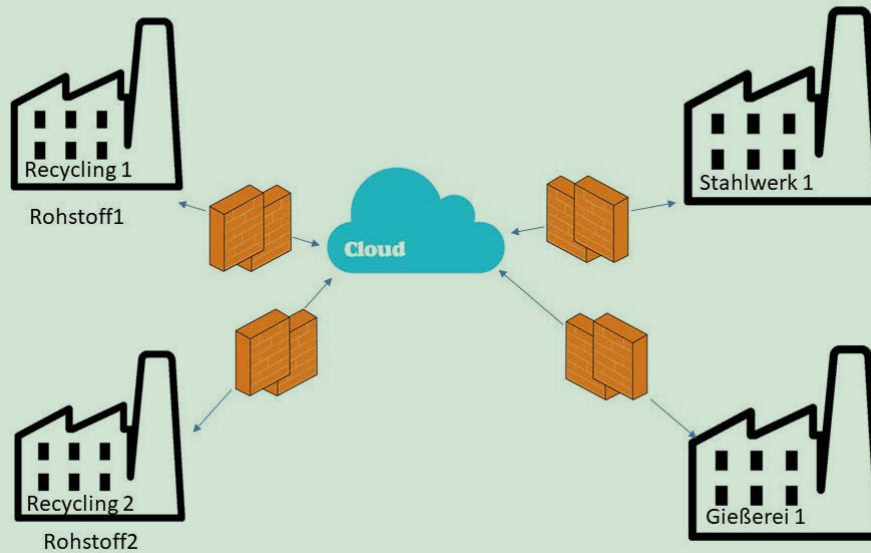
System: Entlang der Prozesskette stehen den Teilnehmenden sämtliche Rohstoffdaten und Prozessanforderungen zur Verfügung. Digitalisierung, Vernetzung sowie definierte Schnittstellen und standardisierte Datenformate sorgen dafür, dass die Planungssoftware diese Daten direkt übernehmen kann und sie mit Hilfe mathematischer Verfahren direkt auswertet.

Koordinator des Verbundvorhabens OptiRoDig ist die RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH. Als Vertreter des OptiRoDig-Verbunds agieren die Schmelzwerke der Friedr. Lohmann GmbH mit Sitz in Witten. Wissenschaftlich begleitet wird das Projekt durch das Institut für Technologien der Metalle der Universität Duisburg-Essen (UDE) sowie die Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten. Damit sind in dem Verbundvorhaben die wesentlichen Akteurinnen und Akteure der Lieferkette zwischen den Anfallstellen der Metallabfälle und der Stahlherstellung zusammengeführt.

Nach Abschluss der Entwicklungsphase könnte das digitale System beispielsweise als Cloud-Lösung für weitere ausgesuchte Unternehmen der Recyclingwirtschaft sowie der Gießerei- und Stahlindustrie zugänglich gemacht werden. Das Projekt macht klar: Smarte Produktionsverfahren und die Auswertung von Produktionsdaten befähigen innovative Industrie 4.0 Sharing- und Kooperationsmodelle für höhere Rohstoffproduktivität.

Weiterführende Informationen: <https://innovative-produktkreislaeufe.de/Verbundprojekte/OptiRoDig.html>

### Standortübergreifende Rohstoff-Optimierung



Quelle: RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH

## Wo stehen wir heute?

In unserem derzeitigen Wirtschaftssystem sind Produktionsabläufe und Lieferketten häufig noch linear organisiert. Deutlich wird dies zum Beispiel in der Automobilindustrie: Jeder Hersteller arbeitet mit unterschiedlichen Zulieferern zusammen. Diese richten ihre Produktion und ihre Anlagen oft ganz am Bedarf des Auftraggebers aus und sind ausschließlich auf einzelne Teilschritte spezialisiert. Da die Produktionsphasen auf dem Weg hin zum fertigen Auto aufeinander aufbauen, sind die verschiedenen Zulieferer ebenso voneinander abhängig wie der Hersteller von seinen Zulieferbetrieben. Fällt ein Glied in der Kette aus, hat dies Folgen für den kompletten Produktionsablauf und für alle beteiligten Unternehmen. Eine systematische Betrachtung und Steuerung der Kette ist bislang jedoch nicht vorgesehen und entsprechend aufwändig. Ähnlich stellt sich die Situation auch in anderen Industriezweigen dar.

Gleichzeitig entwickeln sich Technologien und Geschäftsmodelle zunehmend weg von Ketten hin zu Netzwerken. Denn klar ist: Die einzelnen Partner und Komponenten, die es für ein optimales Endprodukt braucht, stehen längst nicht mehr nur in einem linearen Verhältnis zueinander. Im Laufe des Wertschöpfungsprozesses verweben sie sich miteinander, Netzwerke entstehen, immer wieder müssen einzelne Parameter überprüft und gegebenenfalls neu angepasst werden.

*„Die Digitalisierung stellt die Wirtschaft auf den Kopf. Die Zeiten, um eine lebenswerte Zukunft einzuleiten, waren nie so günstig wie heute.“*

Henning Banthien,  
Leiter der Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0

# Über die Plattform Industrie 4.0 und die Taskforce Nachhaltigkeit

## Die Plattform Industrie 4.0

Die Plattform Industrie 4.0 ist das zentrale Netzwerk in Deutschland, um die digitale Transformation in der Produktion voranzubringen. Im Schulterschluss zwischen Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Gewerkschaften und Verbänden sind über 350 Akteure aus mehr als 150 Organisationen in der Plattform aktiv. Die Plattform unterstützt deutsche Unternehmen mit Praxisbeispielen, Informationsangeboten und Handlungsempfehlungen dabei, Industrie 4.0 zu implementieren. Die zahlreichen internationalen Kooperationen der Plattform unterstreichen ihre starke Rolle in der internationalen Industrie 4.0-Debatte.

Mehr Informationen: [www.plattform-i40.de](http://www.plattform-i40.de)

## Die Task Force Nachhaltigkeit

Auf Einladung der Plattform Industrie 4.0 tauscht sich seit Ende 2019 die temporäre Arbeitsgruppe „Task Force Nachhaltigkeit“ in mehreren Workshops zum Handlungsfeld der ökologischen Nachhaltigkeit aus. Sie beleuchtet, welchen Beitrag Industrie 4.0 zur ökologischen Nachhaltigkeit leisten kann. In der Task Force kommen Expertinnen und Experten der Plattform sowie externe Akteure zusammen – aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gewerkschaften. Ihre Arbeitsfelder sind dabei an der Schnittstelle von Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Industrie angesiedelt.

### Mitwirkende Organisationen in der Task Force:

ABB STOTZ-KONTAKT GmbH, Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI), Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (Bitkom), Deutsche Telekom AG, ESR Pollmeier GmbH Servo-Antriebstechnik, Festo SE & Co. KG, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, IG Metall, Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung e.V. (IASS), Institut IWAR der Technischen Universität Darmstadt, nachhaltig.digital, Software AG, DBU Zentrum für Umweltkommunikation, PTKA Projektträger Karlsruhe, Robert Bosch GmbH, SAP SE, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Zudem haben sich das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, das Bundesministerium für Bildung und Forschung, das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie das Umweltbundesamt beteiligt.

## Die Arbeitsgruppe „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“

Soziale Nachhaltigkeit ist seit Beginn der Plattform fester Bestandteil der Arbeit der Plattform Industrie 4.0. Der sozialpartnerschaftliche Dialog in der Arbeitsgruppe „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“ ist dabei Dreh- und Angelpunkt.

Industrie 4.0 verändert die Arbeitswelt. Neue Arbeitsbereiche entstehen, alte Bereiche sind im Wandel. Aus- und Weiterbildung sowie Beschäftigungsmodelle werden umgestaltet. Es entstehen neue agile Formen des Arbeitens. Und Künstliche Intelligenz und Robotik sind im Einsatz – gemeinsam mit den Menschen.

Der Übergang in eine vernetzte Industrie und eine gute Arbeitswelt von morgen kann nur gelingen, wenn alle in den Veränderungsprozess einbezogen werden – vom Unternehmer bis hin zu den Beschäftigten. Die Expertinnen und Experten der Plattform Industrie 4.0 bringen dafür Bildungsverantwortliche aus den Unternehmensführungen und Betriebsräte zusammen, um Leitfragen zur Arbeit, Aus- und Weiterbildung zu diskutieren.

Ziel der Arbeitsgruppe „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“ ist es, die anstehenden Veränderungen proaktiv und sozialpartnerschaftlich zu gestalten. Wie das geht, zeigt die AG mit Handlungsempfehlungen und Best Practices auf. In sozialpartnerschaftlicher Zusammenarbeit wirkt sie als praxisnaher „Resonanzboden“ und Vordenker für die zukünftige Arbeitswelt der Industrie.

Mehr Informationen:

<https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Plattform/Struktur-Organisation/Arbeitsgruppen/AG05/arbeit-aus-und-weiterbildung.html>



# Möglichkeiten zur Teilnahme und Ansprechpartner

Sie interessieren sich für die Arbeit der Plattform Industrie 4.0 und/oder der Task Force Nachhaltigkeit? Kontaktieren Sie uns und beteiligen Sie sich!

## Kontakt zur Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0

Bülowstraße 78  
10783 Berlin  
Tel.: 030/2759 5066-50  
Fax: 030/2759 5066-59  
E-Mail: [geschaeftsstelle@plattform-i40.de](mailto:geschaeftsstelle@plattform-i40.de)  
<https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Plattform/Mitmachen/mitmachen.html>  
Twitter: [@plattform\\_i40](https://twitter.com/plattform_i40)  
LinkedIn: [Plattform Industrie 4.0](#)

## Kontakt zur Task Force Nachhaltigkeit

Dr. Carsten Polenz,  
Vice President der SAP SE,  
Mitglied im Lenkungskreis  
der Plattform Industrie 4.0,  
sowie Leiter der  
Task Force Nachhaltigkeit.  
E-Mail: [c.polenz@sap.com](mailto:c.polenz@sap.com)



# Literaturempfehlungen und weiterführende Informationen

## Pfad 1: Verbrauch senken, Wirkung steigern

Digital-Gipfel 2019: [Video – Panel III – Digitalisierung für mehr Nachhaltigkeit I](#)



BDI (2020): [Für ein nachhaltiges und wettbewerbsfähiges Europa. Zur Mitteilung der Kommission: Der europäische Grüne Deal \(COM \(2019\) 640\)](#)

Fraunhofer IML (2020): [„E<sup>2</sup>Log: Energieeffizienz in Logistik und Produktion“](#), Forschungsprojekt am Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML

Grischa Beier, Silke Niehoff, Ortwin Renn (2019): [Industrie 4.0 – Effizienzwunder oder Ressourcenschleuder](#). IASS, Potsdam

Jan Bieser, Ralph Hintemann, Severin Beucker, Stefanie Schramm, Lorenz Hilty (2020): [Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken](#) (Kurzstudie). Bitkom e.V., Berlin

Liselotte Schebek, Jan Kannengießner, Alessio Campitelli, Julia Fischer, Eberhard Abele, Christoph Bauerdick, Reiner Anderl, Sebastian Haag, Alexander Sauer, Jörg Mandel, Dominik Lucke, Ivan Bogdanov, Anne-Kathrin Nuffer, Rolf Steinhilper, Johannes Böhner, Gerald Lothes, Christoph Schock, Detlef Zühlke, Christiane Plociennik, Simon Bergweiler (2017): [Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0. Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes](#). VDI, Berlin

Markus Lorenz, Martin Lüers, Max Ludwig, Simon Rees, Hartmut Rauen, Matthias Zelinger und Robert Stiller (2020): [Grüne Technologien für grünes Geschäft](#). Boston Consulting Group & VDMA

Siegfried Behrendt, Edgar Göll (2018): [Grüne Industrie 4.0? Von Potenzialen zur Umsetzung. Im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy](#). adelphi, Borderstep, IZT, Berlin

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2020): [Kohlendioxid-Emissionen \(Internet-Artikel\)](#). Umweltbundesamt, Dessau

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. (Hrsg.) (2020): [Klimaschutz durch Elektrifizierung und Digitalisierung](#) (Positionspapier). ZVEI, Berlin

## Pfad 2: Vom Massenprodukt zum transparenten Serviceangebot

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.) (2020): [Umweltpolitische Digitalagenda](#) (Website). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin

David Karl, Immanuel Zitzmann (2018): [Smart und Sustainable? Industrie 4.0 aus der Perspektive der Nachhaltigkeit](#). FIS Universität Bamberg, Bamberg

nachhaltig.digital (2020): [nachhaltig.digital Bausteine](#). B.A.U.M, DBU

Plattform Industrie 4.0 (2018 – 2020): [Diverse Publikationen zur Digitalen Geschäftsmodellen](#). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

Plattform Industrie 4.0 (2018 – 2020): [Diverse Publikationen zur Verwaltungsschale](#). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

### Pfad 3: Teilen und Vernetzen

[Bits & Bäume – Die Bewegung für Digitalisierung und Nachhaltigkeit \(Website\)](#)

Bundesumweltministerium (Hrsg.) (2020): [Umweltpolitische Digitalagenda](#) (Website). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin

Grit Walther (2010): [Nachhaltige Wertschöpfungsnetzwerke. Überbetriebliche Planung und Steuerung von Stoffströmen entlang des Produktlebenszyklus](#). Wiesbaden

ifok (2020): [Kooperation 4.0 – Ein neues digitales Miteinander](#) (Blogbeitrag). Ifok, Berlin

Martina Fromhold-Eisebith, Ulrike Grote, Ellen Matthies, Dirk Messner, Karen Pittel, Hans Joachim Schellnhuber, Ina Schieferdecker, Sabine Schlacke, Uwe Schneidewind (Leitautoren) (2019): [WBGU Jahresbericht „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“](#), Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), Berlin

Öko-Institut (Hrsg.) (2019): [Transformation = \[nachhaltig + digital\]. Dokumentation der Jahrestagung des Öko-Instituts 2019](#), Öko-Institut e.V., Freiburg

Plattform Industrie 4.0 (2020): [Fortschreibung der Anwendungsszenarien der Plattform Industrie 4.0](#). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

Plattform Industrie 4.0 (2020): [KI in der Industrie 4.0 – Orientierung, Anwendungsbeispiele, Handlungsempfehlungen](#). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

Pragmatic Industries (2020). [Nachhaltigkeit und Industrie 4.0 – Chance oder Widerspruch?](#)

Rat für Nachhaltige Entwicklung (Hrsg.) (2017): [Die intelligente Kreislaufwirtschaft](#) (Internet-Beitrag). Rat für Nachhaltige Entwicklung, Berlin

Rat für Nachhaltige Entwicklung, ifok (2016): [Industrie 4.0 und Nachhaltigkeit: Chancen und Risiken für die Nachhaltige Entwicklung](#). Berlin

