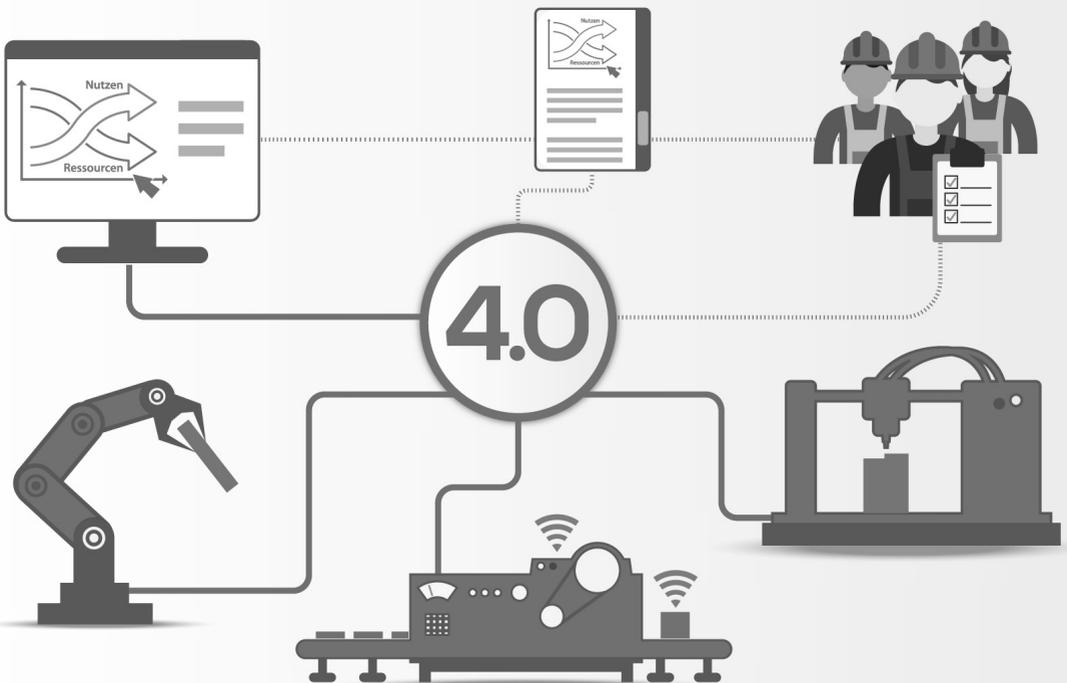


Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0

Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes

Kurzzusammenfassung



Kurzzusammenfassung der Studie "Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 – Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes"

Autoren der Studie:

TU Darmstadt - Institut IWAR, Fachgebiet SuR: Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek; Dr.-Ing. Jan Kannengießer; Alessio Campitelli, M.Sc.; Julia Fischer, M.Sc.

TU Darmstadt - Institut PTW: Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele; Christoph Bauerdick, M.Sc.

TU Darmstadt - Fachgebiet DiK: Prof. Dr.-Ing. Reiner Anderl; Sebastian Haag, M.Sc.

Fraunhofer IPA: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Alexander Sauer; Dr.-Ing. Jörg Mandel; Dr.-Ing. Dominik Lucke; Dipl.-Ing. Ivan Bogdanov, M.Sc.; Anne-Kathrin Nuffer, M.Sc.; Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper; Dr.-Ing. Johannes Böhner; Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Gerald Lothes; Christoph Schock, M.Sc.

DFKI: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Detlef Zühlke; Dr.-Ing. Christiane Plociennik; Dipl.-Inf. (FH) Simon Bergweiler

Autor der Kurzzusammenfassung:

Stefan Kirmes, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

Die Kurzzusammenfassung wurde im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit erstellt.

Redaktion:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)

Bertolt-Brecht-Platz 3

10117 Berlin

Tel. +49 30-2759506-0

Fax +49 30-2759506-30

zre-info@vdi.de

www.ressource-deutschland.de

Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes

Kurzzusammenfassung

Digitale Transformation

Die digitale Transformation, also die durchgängige Vernetzung aller Wirtschaftsbereiche, verändert auch die industrielle Produktion tiefgreifend. Hiervon sind auch die von Unternehmen angebotenen Produkte und Serviceleistungen betroffen. Aus der Vernetzung ergeben sich neue Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsprozesse.¹ Gleichzeitig ist die notwendige Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourcenverbrauch eine wichtige Herausforderung für Unternehmen, die insbesondere über eine zunehmend effizientere Nutzung der natürlichen Ressourcen erreicht werden kann. Die optimale Gestaltung der Wechselwirkung zwischen digitaler Transformation und Ressourceneffizienz sowie die konsequente Nutzung der daraus entstehenden Potenziale für eine Senkung des Verbrauchs von Material und Energie sind daher von entscheidender Bedeutung.

Ziel der Studie

Ziel der Studie „Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 - Potenziale für kleine und mittlere Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes“ ist es, die Zusammenhänge zwischen Digitalisierung und Ressourceneffizienz zu untersuchen. Im Mittelpunkt stehen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) des verarbeitenden Gewerbes.

Vorgehen der Untersuchungen

Die Studie entstand in interdisziplinärer Zusammenarbeit. Experten aus den Bereichen Ressourceneffizienz und Industrie 4.0 waren daran beteiligt, so dass eine umfassende Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Digitalisierung und Ressourceneffizienz möglich wurde: Drei Fachgebiete der TU Darmstadt aus den Bereichen Umweltingenieurwissenschaften und Maschinenbau, das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung sowie das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz haben gemeinsam die Studie erarbeitet. Beauftragt wurde die Studie

¹ Vgl. Roland Berger Strategy Consultants (2015): Die digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist. 1. Auflage, Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI).

von der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung sowie dem Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz.

Das Vorgehen der Untersuchungen umfasste die strukturierte Auswertung von Literatur und Expertenwissen der beteiligten Partner, die Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Ressourceneffizienzpotenzialen und die Untersuchung von konkreten Fallstudien und Praxisanwendungen in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes. Anhand dieser wurden generische Maßnahmen und Systemelemente identifiziert (Abbildung 1).

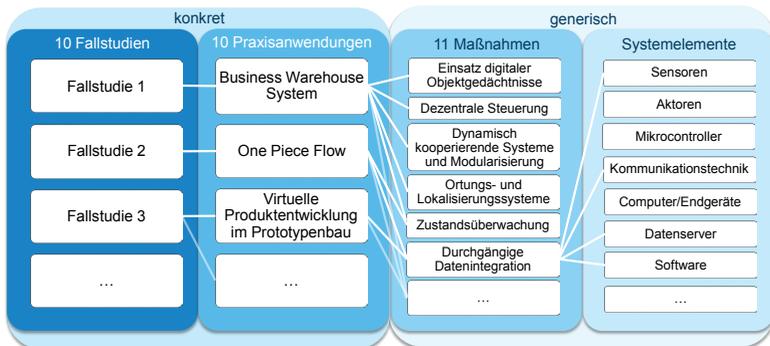


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Fallstudien, Praxisanwendungen, Maßnahmen und Systemelementen

Die Studie beleuchtet die Definition von Industrie 4.0, die in KMU eingesetzten Technologien und die bisherigen Erkenntnisse zu Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Ressourceneffizienz von industriellen Prozessen. Im Rahmen von zehn Fallstudien werden Anwendungsfälle und Lösungen aus der Praxis präsentiert, bei denen Technologien bereits zur Einsparung von Ressourcen in Unternehmen beitragen.

Fallstudien

Zehn Fallstudien in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes liefern Erkenntnisse aus der Praxis. Die Fallstudienanalysen erfolgten durch Vor-Ort-Untersuchungen mit Interviews, ergänzt durch die Erhebung von Informationen in Fragebögen. Untersucht wurden Unternehmen aus den Bereichen Maschinenbau, Kunststoff- und Elektroindustrie (Abbildung 2).

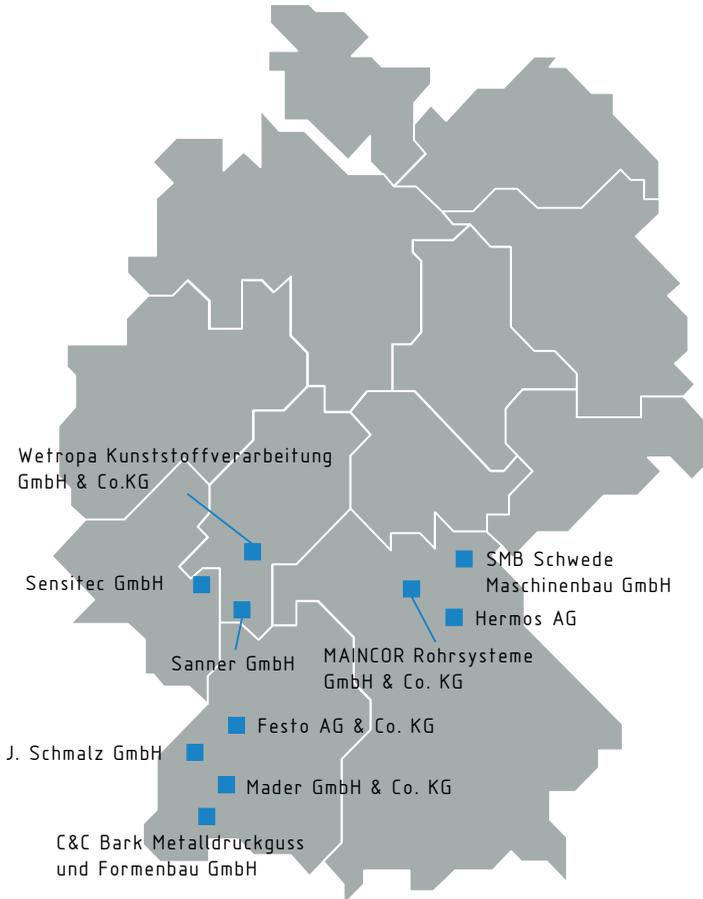


Abbildung 2: Übersicht der Fallstudienpartner

Praxisanwendungen

Aus den Fallstudien wurden zehn Praxisanwendungen identifiziert, die hinsichtlich ihrer Einsparungen und Aufwendungen analysiert wurden. Eine Übersicht der Praxisanwendungen ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Beschreibung der Praxisanwendungen

Praxisanwendung	Beschreibung
Optimierte Geschäftsprozesse	C&C Bark hat ein Enterprise Resource Planning-System implementiert. Dadurch wurde eine bessere Planung und Durchführung der unternehmensspezifischen Produktion von Magnesiumdruckgussteilen ermöglicht.
Druckluft-Leckage-App	Die von Mader entwickelte und angewendete Druckluft-Leckage-App ermöglicht die Überwachung von Druckluftprozessen.
One Piece Flow	Die realisierte Einzelteillfertigung (One Piece Flow) von Schmalz erlaubt die Herstellung von individuell durch den Kunden konfigurierbare Flächengreifer.
Warehouse Management System	Maincor hat ein Warehouse Management System (WMS) implementiert zur geregelten Verwaltung und zur systematischen Steuerung der innerbetrieblichen Logistikprozesse.
Data on a Stick	Data on a Stick wurde von Sensitec umgesetzt, um die Herstellung von Wafern papierlos durchzuführen.
Virtuelle Produktsimulation	Diese Praxisanwendung ermöglicht es, durch Softwarewerkzeuge, Produktmuster von Sensoren virtuell zu simulieren, bevor diese als physischer Prototyp gefertigt werden.
Business Warehouse System	Das bei Hermos implementierte Business-Warehouse-System (BWS) ermöglicht eine optimierte Planung und Durchführung der Produktion von Gebäudeautomatisierungslösungen mittels durchgängiger Datenintegration.
Virtuelle Produktfertigung im Prototypenbau	Diese Praxisanwendung befähigt die Produktfertigung bei Sanner mittels 3D-Druck zur Herstellung von Prototypen - in diesem Fall Kunststoffverschlüsse.
Cloud-basierte Fertigung	Durch diese Praxisanwendung stehen bestimmte betriebliche Systeme (u.a. das SAP-System) als Webservice über das Internet zur Verfügung.
FoamCreator	Der „FoamCreator“ von Wetropa ist ein virtuelles Produktentwicklungssystem, das dem Kunden eine individuelle Gestaltung und Bestellung von Schaumstoffeinlagen mit dem derzeitigen Fokus auf einfachen Werkzeugen ermöglicht.

Maßnahmen

Aus den Praxisanwendungen wurden wiederum elf generische Maßnahmen der digitalen Transformation, die Einsparungen betrieblicher Ressour-

cen bewirken, abgeleitet (Tabelle 2). Durch die Kombination dieser Maßnahmen können Unternehmen individuelle Praxisanwendungen umsetzen.

Tabelle 2: Maßnahmen der digitalen Transformation

Maßnahme	Beschreibung
Vernetzung von Sensoren und Aktoren	Eine Grundvoraussetzung zur digitalen Wertschöpfung ist die digitale Anbindung von Sensoren und Aktoren. Dadurch können Daten unterschiedlicher Sensoren und Aktoren über einen längeren Zeitraum überwacht und aufgezeichnet, und auch in einem integrierten Prozess in Kombination betrachtet werden.
Einsatz digitaler Objektgedächtnisse	Physische Objekte (Produkte, Maschinen) werden mit einem digitalen Gedächtnis ausgestattet. Relevante Daten werden im Gedächtnis hinterlegt und liegen direkt zugreifbar an der Maschine oder am Produkt vor.
Dezentrale Steuerung	Das intelligente Werkstück wird zum wichtigen Baustein im dezentral gesteuerten Fertigungs- und Wertschöpfungsnetzwerk. Es hat Kenntnisse über seine Eigenschaften und hält Informationen bereit wie es gefertigt werden kann. Somit kann es seinen eigenen Produktionsprozess steuern.
Maßnahmen zur Werkerunterstützung und Assistenz	Assistenzsysteme können Werker mithilfe mobiler Endgeräte bei vielfältigen Aufgaben in der Fertigung und der Montage unterstützen.
Dynamisch kooperierende Systeme und Modularisierung	Durch modular gekapselte Funktionalität können Fertigungsanlagen leicht um neue oder veränderte Anlagenteile ergänzt werden, Interoperation zwischen zwei oder mehr Beteiligten mit minimalem Arbeitsaufwand herstellen, ändern oder auflösen.
Einführung und Verwendung von Ortungs- und Lokalisierungssystemen	Mithilfe von Ortungs- und Lokalisierungssystemen sind Maschinen und Anlagenteile in einer Produktionsstätte leichter zu finden sowie auch die gefertigten Produkte.
Zustandsüberwachung	Verschiedene Betriebszustände von Anlagen und Prozessen werden auf Basis erfasster Daten und mit Hilfe geeigneter Softwarelösungen kontinuierlich analysiert sowie Abweichungen markiert und gemeldet.
Prädiktive Wartung	Systeme zur prädiktiven Wartung sollen Maschinenfehler (z. B. Maschinenausfälle oder Störungen) entdecken, bevor sie überhaupt auftreten. Fehler sollen durch Instandhaltung oder frühzeitige Reparaturen verhindert werden.
Durchgängige Datenintegration	Die durchgängige Datenintegration und der einheitliche Zugriff auf Datenstrukturen ermöglicht die integrierte Betrachtung von Fertigung und Auftragsplanung. Zur Umsetzung agiler Produktionsprozesse ist eine vertikale Integration von Enterprise Resource Planning (ERP)-Systemen zwingend notwendig.
Virtuelle Produktentwicklung	Bei der virtuellen Produktentwicklung wird ein digitales 3D-Modell eines Produktes am Computer entworfen. Das virtuelle Modell kann beliebig modifiziert, getestet und durch Simulationen optimiert oder mithilfe von 3D-Druck gefertigt werden.
Cloud Computing	Einzelne Arbeitsbereiche (z. B. Programme, Speicherplatz, Rechenkapazität) werden nicht mehr auf der Festplatte, sondern über das Internet bzw. über die Cloud bereitgestellt.

Systemelemente

Maßnahmen können durch Systemelemente der digitalen Transformation charakterisiert werden. Solche Systemelemente sind generische Komponenten unterschieden nach Hard- und Software, die unterschiedlichen Einfluss auf den Ressourcenverbrauch nehmen. Die Zuordnung der Komponenten zu den elf Maßnahmen wird in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Einsatz generischer Komponenten für die elf identifizierten Maßnahmen

Maßnahmen	Generische Komponenten								
	Hardware							Software	
	Sensorik	Aktorik	Server	Mobile Endgeräte	Computer	Mikrocontroller	Kommunikationstechnik	Schnittstelle & Funktion	Kommunikationstechnik
Vernetzung von Sensoren und Aktoren	X	X	-	-	-	X	-	X	-
Einsatz digitaler Objektgedächtnisse	-	-	X	-	-	X	X	X	X
Dezentrale Steuerung	-	-	-	-	-	X	-	-	X
Maßnahmen zur Werkerunterstützung und Assistenz	X	X	X	X	-	X	-	X	-
Dynamisch kooperierende Systeme und Modularisierung	-	-	-	-	-	X	-	-	X
Einführung und Verwendung von Ortungs- und Lokalisierungssystemen	X	-	-	X	-	-	X	X	-
Zustandsüberwachung	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Prädiktive Wartung	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Durchgängige Datenintegration	X	-	X	-	-	-	-	X	-
Virtuelle Produktentwicklung	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cloud Computing	X	X	X	X	-	X	-	X	-

Analyse von Ressourceneffizienzpotenzialen

Zur Ermittlung der Ressourceneffizienzpotenziale (REP) wurde eine methodische Vorgehensweise auf Basis der VDI Richtlinie 4800 in Verbindung mit den Normen zur Ökobilanz (ISO 14040/40) entwickelt. Diese

Methodik zeigt auf, wie aus betrieblichen Kenngrößen (z. B. Betriebsstoffe oder Energie) und unter Berücksichtigung von IKT-Aufwänden die Einsparungen natürlicher Ressourcen ermittelt werden können.

Qualitative Untersuchung

Die Fallstudien wurden größtenteils qualitativ untersucht, da die Unternehmen meist nur grobe Angaben zu den Aufwänden machen konnten. Die ermittelten Einsparungen und Aufwände werden für die Umsetzung der Praxisanwendungen in Systemrahmen dargestellt (Abbildung 3).

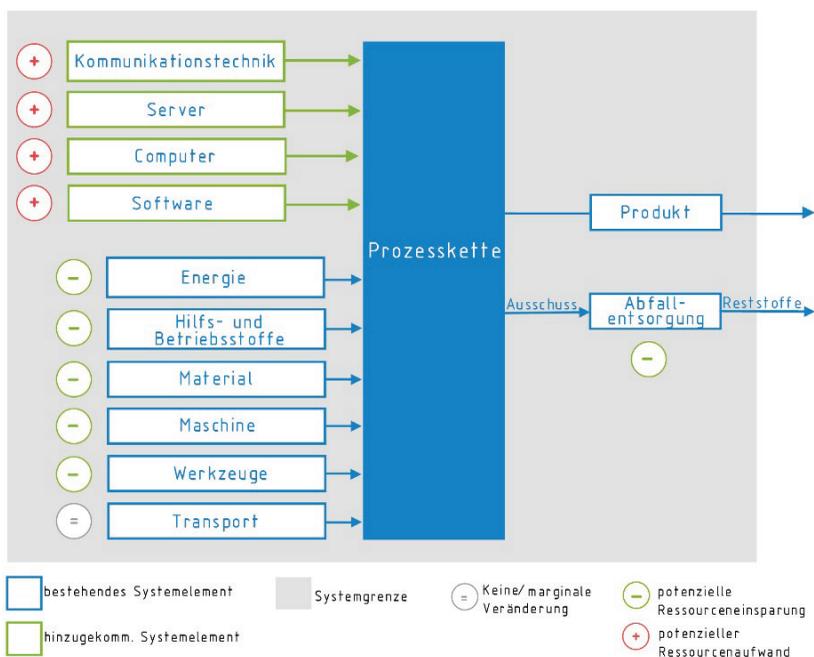


Abbildung 3: Quantitative Bewertung der Praxisanwendungen

Einsparungen betrieblicher Ressourcen

Die untersuchten Fallstudien zeigen, dass die Praxisanwendungen Einsparungen betrieblicher Ressourcen bewirken: Neben der Verringerung des Stromverbrauchs und des Materialeinsatzes sind dies die Vermeidung oder Verminderung von Abfällen, die Einsparung von Transporten, die Reduzie-

nung fehlerhafter Teile und damit Ausschuss und die Einsparung von benötigtem Lagerraum. Die von den Unternehmen genannten Schätzwerte lagen in den meisten Fällen in einem **Bereich von bis zu 25 %**, in einigen Fällen darüber (Tabelle 4).

Tabelle 4: Geschätzte Einspareffekte durch die umgesetzten Praxisanwendungen

Praxisanwendungen	Einspareffekte					
	Abfall	Fehler-rate	Lager-raum	Material	Strom	Trans- port
Optimierte Geschäftsprozesse			n. r.	n. r.	n. r.	
Druckluft-Leckage-App	n. r.	n. r.	n. r.			n. r.
One Piece Flow				n. r.	n. r.	
Warehouse Management System	n. r.	n. r.			n. r.	
Data on a Stick			n. r.			n. r.
Virtuelle Produktsimulation	n. r.		n. r.			n. r.
Business Warehouse System	n. r.	n. r.				n. r.
Virtuelle Produktfertigung im Prototypenbau	n. r.	n. r.				n. r.
Cloud-basierte Fertigung		n. r.	n. r.			n. r.
FoamCreator	n. r.	n. r.	n. r.		n. r.	

n. r.: Die Maßnahme ist nicht relevant für den jeweiligen Einspareffekt.

Aus den Fallstudien ergeben sich auch Hinweise darauf, dass möglicherweise weitere spezifische Effekte auf der betrieblichen Ebene existieren, die jedoch einer vertieften Untersuchung der individuellen Rahmenbedingungen der jeweils speziellen Produktionskette bedürften.

Quantitative Bewertung

Zwei Praxisanwendungen werden darüber hinaus auch einer quantitativen Bewertung unterzogen. Dafür wird für die Anwendungen jeweils ein konservatives Szenario mit geringen Einsparungen und Aufwänden und ein optimistisches Szenario mit hohen Einsparungen und Aufwänden die durch die Umsetzung der Praxisanwendung entstanden angenommen.

Die Praxisanwendung „Druckluft-Leckage-App“ weist in beiden Szenarien eine positive Bilanz hinsichtlich CO₂-Aufwand und CO₂-Einsparung auf (Abbildung 4).

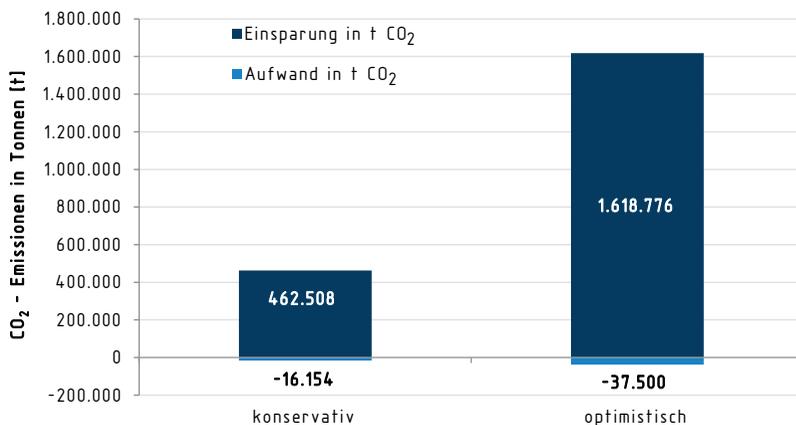


Abbildung 4: Vergleich Einsparungen durch Behebung der Leckagen mit Aufwendungen für notwendige zusätzliche Systemelemente (Hochrechnung für verarbeitendes Gewerbe in Dtl. pro Jahr)

Die Praxisanwendung „Data on a Stick“ weist in beiden Szenarien eine negative Bilanz hinsichtlich CO₂-Aufwand und CO₂-Einsparung auf (Abbildung 5).

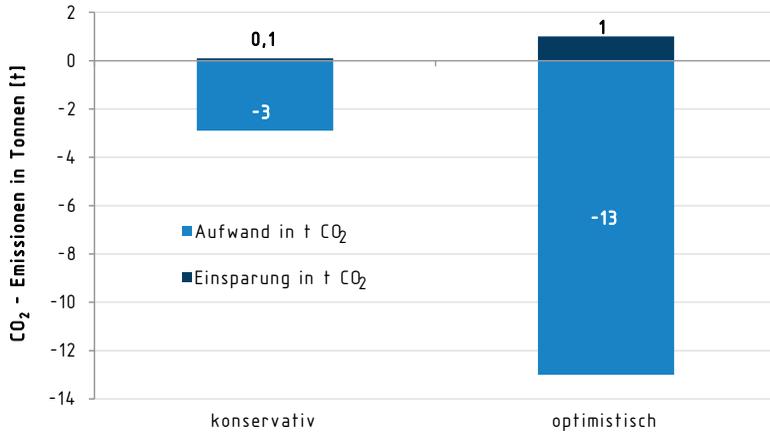


Abbildung 5: Vergleich Einsparungen durch Reduzierung von Reinraumpapier mit Aufwendungen für notwendige zusätzliche Systemelemente (Hochrechnung für Waferhersteller in Dtl. pro Jahr)

Aus der quantitativen Bewertung der zwei Praxisanwendungen wird deutlich, dass eine individuelle Betrachtung hinsichtlich Einsparungen und Aufwendungen notwendig ist.

Handlungsempfehlungen für KMU

Ermittlung des Reifegrads der Digitalisierung und Auswahl von Maßnahmen

KMU sollten geeignete Maßnahmen der digitalen Transformation unter Nutzung eines Readiness-Checks in Abhängigkeit ihres Digitalisierungsstands auswählen (Abbildung 6).

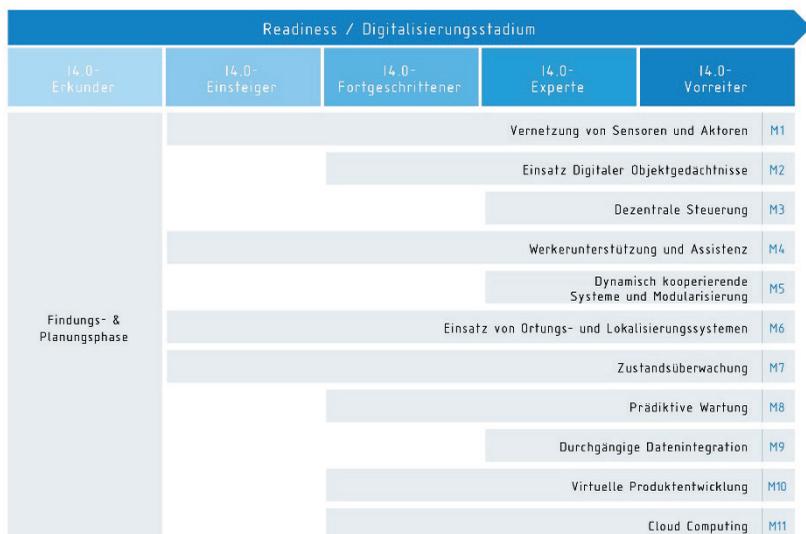


Abbildung 6: Zuordnung von Maßnahmen entsprechend des Digitalisierungsstands

Erfassung und Auswertung von Ressourcendaten

Ein zentrales Handlungsfeld für Unternehmen sollte die Schaffung von Datengrundlagen über die spezifischen Ressourcenverbräuche ihrer Prozesse sein. Die Möglichkeiten der Digitalisierung zur automatisierten Datenerfassung und Verarbeitung bieten ganz neue Chancen, Verbräuche von Ressourcen spezifisch für Anlagen und Prozesse sowie - wenn erforderlich - in Echtzeit zu erfassen. Wesentlich dafür ist es, die relevanten betrieblichen Kenngrößen zu identifizieren und für deren Erfassung die eingeführten IKT-Komponenten zu nutzen. Hilfestellung hierfür bietet auch das in dieser Studie vorgestellte Tool „ReSET“ (Abbildung 7), welches die Mög-

lichkeiten der Zustandsüberwachung nach den unterschiedlichen Digitalisierungsstufen sowie entsprechend unterschiedlicher Ressourcen darstellt. Die so entstehende betriebliche Informationsbasis sollte von Unternehmen als ein strategisches Instrument für die Identifikation der Einsparung betrieblicher Ressourcen und ein gezieltes Erfolgs-Controlling genutzt werden.

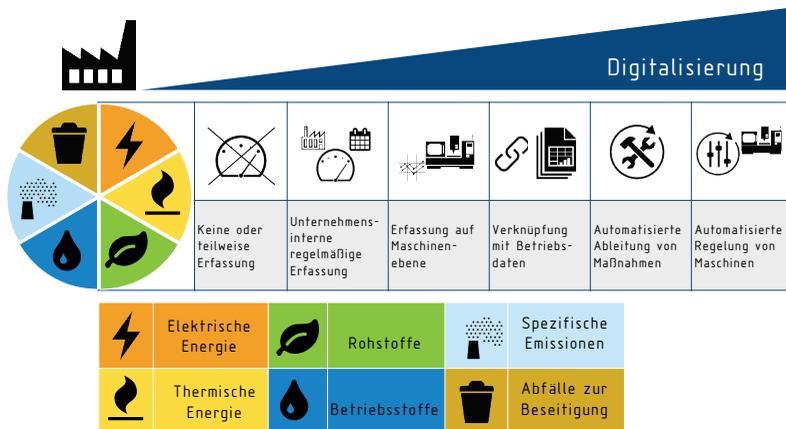


Abbildung 7: Generalisierte Ausführung des Ressourcenselbsteinschätzungstools (ReSET)

Entwicklung von Strategien für Ressourceneffizienz

Zudem sollten Unternehmen eine gezielte Strategie für Maßnahmen der Ressourceneffizienz im Rahmen ihrer digitalen Transformation entwickeln.

Handlungsempfehlungen für Politik

Vernetzung und Förderung von Beratungsangeboten zu Industrie 4.0 und Ressourceneffizienz

Die KMU stehen größtenteils am Beginn der digitalen Transformation. Dadurch ergibt sich die Chance, dass Aspekte der Ressourceneffizienz von Anfang an mit berücksichtigt und in Lösungen der Industrie 4.0 integriert werden. Hierzu ist ein einheitliches Beratungsangebot erforderlich. Ein wichtiger Schritt dazu wäre die Vernetzung bestehender Beratungsangebote für KMU mit dem Ziel der Entwicklung gemeinsamer Beratungsangebote

te. Ein dahingehender Vorschlag ist in der Realisierung eines Baukastens Ressourceneffizienz 4.0 zu sehen.

Kennzeichnung/Labeling der Strom-Verbrauchswerte von IKT und Internet-Diensten

Aufgrund der erwarteten höheren Stromverbräuche durch die Nutzung von Cloud- und Internetdiensten, sollte die Politik Label/Kennzeichnungssysteme für IKT-Hersteller bzw. Anbieter von Dienstleistungen des Internets entwickeln, welche den Energieverbrauch dieser Dienste transparent ausweisen.

Ausrichtung der Forschungsförderung

In diesem Kontext wird empfohlen, zukünftige Schwerpunktthemen der Forschungsförderung zur Entwicklung von Technologien und zur Generierung neuen Wissens für die Realisierung der Potenziale der Digitalisierung und Ressourceneffizienz auszuarbeiten.

Handlungsempfehlungen für Wissenschaft

Datenerfassung, -auswertung, -präsentation durch Ansätze künstlicher Intelligenz

Die Wissenschaft kann durch die gezielte Erforschung selbstlernender Algorithmen dabei helfen, dass Prozesse und Anlagen sich selbstständig aufgrund von Digitalisierungsmaßnahmen generierten Daten auch bzgl. Ressourcenverbräuchen optimieren.

Verknüpfung betrieblicher Indikatoren mit natürlichen Ressourcen

In diesem Kontext sollte die Forschung in Bezug auf die Entwicklung geeigneter Indikatoren und Instrumente, mit denen Unternehmen die Auswirkungen von Maßnahmen der digitalen Transformation auf die natürlichen Ressourcen ermitteln können, verstärkt werden.

Erkenntnistransfer durch Entwicklung von Praxisanwendungen aus Technologiedemonstratoren

Es ist ratsam, dass der Forschungstransfer in Unternehmen hinein künftig mithilfe von Technologiedemonstratoren stattfindet. Den wissenschaftli-

chen Institutionen kommt die Rolle zu, die aus Gute-Praxis-Beispielen gewonnenen Erkenntnisse in Bezug auf die Steigerung der Ressourceneffizienz im Rahmen von Industrie 4.0 in Technolgie demonstratoren zu übertragen und in Kooperation mit der Industrie in die Anwendung zu bringen.

Identifikatoren von Stoffströmen und deren Synergien

Die Wissenschaft sollte dabei unterstützen, geeignete Stoffströme und deren Synergien untereinander zu identifizieren. Von der Wissenschaft zu prüfen ist, inwiefern dies mit digitalen Plattformen realisiert werden kann. Gleiches gilt für Maßnahmen der Energieeffizienz wie die Abwärmenutzung. Über technologische und IKT-bezogene Fragen sind auch ökonomische und rechtliche Aspekte von Kooperationsmodellen und Fragen der Datenzugänglichkeit/Datensicherheit zu klären.

Berücksichtigung von Ressourceneffizienz in der Produktentwicklung und im Recycling

Möglichkeiten der durchgängigen Datenintegration sind weiterzuentwickeln, um eine direkte Bewertung der Ressourceneffizienz von Produktvarianten während des Produktentwicklungsprozesses zu ermöglichen. Weiterhin ist Forschung notwendig, um Informationen aus einer digitalen Lebenszyklusakte in der gesamten Wertschöpfungskette und insbesondere der Entsorgungsphase zu nutzen.

Untersuchung der digitalen Transformation auf der gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Ebene

Da die Auswirkungen von Industrie 4.0 die Systemgrenzen des Betriebes (Kunden, Lieferanten etc.) überschreiten, sind Untersuchungen auf der gesamtgesellschaftlichen Ebene sowie entlang der Wertschöpfungskette unerlässlich, um mögliche Rebound-Effekte aber auch Vernetzungsmöglichkeiten der Wertschöpfungsnetzwerke hinsichtlich industrieller Symbiose zu identifizieren.

Fazit der Studie

- Die Steigerung der Ressourceneffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) wird derzeit meist als ein Nebeneffekt von Maßnahmen der digitalen Transformation angesehen, der z. B. mit der Prozessautomatisierung einhergeht. Daher erfolgt auch keine systematische Erfolgskontrolle zur Nachverfolgung und Quantifizierung von Ressourceneinsparungen. Den Unternehmen fehlen damit oft die Informationsgrundlagen zu ihren betrieblichen Verbräuchen an Ressourcen, die sie zur Ableitung zielgerichteter Maßnahmen nutzen könnten.
- Die Auswertung der Praxisanwendungen sowie die beispielhafte Anwendung zur Hochrechnung von Potenzialen zeigen, dass die entwickelte Methodik prinzipiell anwendbar und auch notwendig ist, da Maßnahmen unterschiedliche, ggf. auch gegenläufige Auswirkungen auf Ressourcen haben können.
- Ressourceneffizienzpotenziale können gegenwärtig nur sehr grob eingeschätzt werden, da sowohl Informationen auf der betrieblichen Ebene als auch Angaben zu den Aufwänden durch IKT-Hardware und Internet-Dienstleistungen fehlen.
- Die strategische Verknüpfung der Bereiche digitale Transformation und Ressourceneffizienz muss in die Praxis umgesetzt werden. Für KMU, Politik und Wissenschaft wurden Handlungsempfehlungen erarbeitet.
- Die aktuelle Ausgangslage stellt eine große Chance dar: Unternehmen befinden sich überwiegend in frühen Stadien ihres Wegs hin zu Industrie 4.0, auf dem sie u. a. durch neue Orientierungs- und Beratungsangebote zielgerichtet unterstützt werden können.

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)
Bertolt-Brecht-Platz 3
10117 Berlin
Tel. +49 30-2759506-0
Fax +49 30-2759506-30
zre-info@vdi.de
www.ressource-deutschland.de

Im Auftrag des:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE