

VDI ZRE Arbeitsmittel: ReSET 4.0

Stufe: Erkundende



Weitere Informationen zum Arbeitsmittel finden Sie unter:

<https://www.ressource-deutschland.de/reset-40/>

INHALTSVERZEICHNIS

1	ANGENOMMENE AUSGANGSLAGE AUF DIESER ENTWICKLUNGSSTUFE	3
2	FÄHIGKEITEN - ERKUNDENDE	4
2.1	Fähigkeit 1 - Verständnis der betrieblichen Ressourcenverbräuche	5
2.1.1	Voraussetzungen	5
2.1.2	Beschreibung	5
2.2	Fähigkeit 2 - Potenziale für Ressourceneffizienzsteigerungen und digitale Lösungsansätze identifizieren	6
2.2.1	Voraussetzungen	6
2.2.2	Beschreibung	6
2.3	Fähigkeit 3 - Ziele und Strategien für mehr Ressourceneffizienz durch Digitalisierung definieren	7
2.3.1	Voraussetzungen	7
2.3.2	Beschreibung	7
3	MAßNAHMEN UND TECHNOLOGIEN	8
3.1	Kategorie - Technische Infrastruktur	9
3.1.1	Bestandsaufnahme vorhandener Datenquellen und IT-Systeme	9
3.2	Kategorie - Organisation und Prozesse	12
3.2.1	Analyse der Effizienz- und Digitalisierungspotenziale	12
3.2.2	Ziele und Strategien für Ressourceneffizienz und Digitalisierung definieren	15
3.3	Kategorie - Daten- und Informationsverarbeitung	20
3.3.1	Ressourcenverbrauchsübersicht erstellen	20
4	LITERATURVERZEICHNIS	23

1 ANGENOMMENE AUSGANGSLAGE AUF DIESER ENTWICKLUNGSSTUFE

Ihr Unternehmen steht noch am Anfang des digitalen Transformationsprozesses. Ihre Digitalisierungsvorhaben befinden sich erst in der Findungs- und Planungsphase.

Zu den Ressourcenverbräuchen in Ihrem Unternehmen werden nicht oder nur ungeordnete bzw. unregelmäßige Daten erfasst. Vorhandene Daten (z. B. aus Einkauf oder Abrechnungen vom Energieversorger) werden noch nicht kombiniert genutzt, um einen ganzheitlichen Überblick über die Ressourcenverbräuche herzustellen.

Auf der aktuellen Stufe sollten Sie zunächst grundlegende Maßnahmen treffen, um ein Verständnis der betrieblichen Ressourcenverbräuche zu schaffen. Indem Sie die Ressourcenverbräuche sichtbar machen, können Sie erste Potenziale für Ressourceneffizienzsteigerungen und digitale Lösungsansätze identifizieren. Dies bedeutet insbesondere, dass eine technische und organisatorische Grundlage geschaffen werden muss, um relevante Daten zukünftig systematisch sammeln und verwerten zu können. Aufbauend darauf können erste Ansatzpunkte für kombinierte Digitalisierungs- und Ressourceneffizienzmaßnahmen identifiziert werden.

Darüber hinaus sollte auf dieser Stufe eine strategische Zielsetzung für die Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung vorgenommen werden, damit diese in die Unternehmensstrategie integriert werden.

2 FÄHIGKEITEN - ERKUNDENDE



Folgende Fähigkeiten können Sie auf dieser Entwicklungsstufe bereits anwenden oder durch den Einsatz von Maßnahmen und Technologien erlangen:

- Fähigkeit 1 - Verständnis der betrieblichen Ressourcenverbräuche
- Fähigkeit 2 - Potenziale für Ressourceneffizienzsteigerungen und digitale Lösungsansätze identifizieren
- Fähigkeit 3 - Ziele und Strategien für mehr Ressourceneffizienz durch Digitalisierung definieren

2.1 Fähigkeit 1 - Verständnis der betrieblichen Ressourcenverbräuche

2.1.1 Voraussetzungen

- Ressourcenverbrauchsübersicht erstellen

2.1.2 Beschreibung

Sie können durch eine Zusammenstellung vorhandener Daten und Dokumentationen (z. B. Unterlagen aus dem Einkauf, Versorgerabrechnungen, Lieferantenunterlagen etc.) erste Ressourcenverbrauchsübersichten erstellen. Diese Übersichten geben Ihnen einen qualitativen und quantitativen Überblick über die zurückliegenden gesamtbetrieblichen Ressourcenverbräuche und schaffen eine erste objektive Datengrundlage für spezifischere Untersuchungen.

Wichtige Erkenntnisse, die Sie auf Basis dieser Daten gewinnen können, sind insbesondere:

- Der absolute Verbrauch einzelner Ressourcen (z. B. kWh Strom pro Jahr)
 - Kosten, die durch die Ressourcenverbräuche entstanden sind
 - Treibhausgasemissionen, die durch die Ressourcenverbräuche entstanden sind
- Die Struktur der Ressourcenverbräuche, d. h. wofür wie viele Ressourcen verbraucht wurden (z. B. kWh Gas für Wärmeerzeugung)
- Das Aufkommen an Abfällen zur Beseitigung
- Das Aufkommen an geplanten und ungeplanten Ausschüssen

2.2 Fähigkeit 2 - Potenziale für Ressourceneffizienzsteigerungen und digitale Lösungsansätze identifizieren

2.2.1 Voraussetzungen

- Verständnis der betrieblichen Ressourcenverbräuche
- Analyse der Effizienz- und Digitalisierungspotenziale

2.2.2 Beschreibung

Basierend auf den erfassten Ressourcenverbräuchen können Sie die Wertschöpfungsprozesse in Ihrem Unternehmen gezielt auf Einsparpotenziale untersuchen. Durch eine Analyse der Wertschöpfungsprozesse und individuellen Rahmenbedingungen Ihres Unternehmens (u. a. Produkte, Prozesse, technische Anlagen etc.) können Sie erste Ansatzpunkte zur Steigerung der Ressourceneffizienz identifizieren und ggf. priorisieren. Entsprechend den identifizierten Effizienzpotenzialen können Sie Ansatzpunkte für den Einsatz digitaler Lösungen bestimmen. Ergänzend dazu können Sie ein Technologie-Monitoring vornehmen, um am Markt verfügbare digitale Lösungen zu finden.

2.3 Fähigkeit 3 - Ziele und Strategien für mehr Ressourceneffizienz durch Digitalisierung definieren

2.3.1 Voraussetzungen

- Potenziale für Ressourceneffizienzsteigerungen und digitale Lösungsansätze identifizieren
- Ziele und Strategien für Ressourceneffizienz und Digitalisierung definieren

2.3.2 Beschreibung

Sie haben erkannt, dass Ihr Unternehmen durch die Kombination von Ressourceneffizienz- und Digitalisierungsmaßnahmen wesentliche Wettbewerbsvorteile erzielen kann. Durch erste Analysen Ihrer Ist-Situation haben Sie potenzielle Ansatzpunkte für Ressourceneffizienz- und Digitalisierungsmaßnahmen identifiziert. Vor diesem Hintergrund können Sie nun konkrete Unternehmensziele definieren, wie die Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen mittels digitaler Lösungen gesteigert werden soll. Hierbei sollten auch Rollen und Verantwortlichkeiten definiert werden, die für die Umsetzung und Weiterentwicklung der Themenfelder zuständig sind.

MAßNAHMEN UND TECHNOLOGIEN



Auf dieser Entwicklungsstufe können Sie folgende Maßnahmen und Technologien sinnvoll durchführen bzw. einsetzen:

- Kategorie - Technische Infrastruktur
 - Bestandsaufnahme vorhandener Datenquellen und IT-Systeme
- Kategorie - Organisation und Prozess
 - Analyse der Effizienz- und Digitalisierungspotenziale
 - Ziele und Strategien für Ressourceneffizienz und Digitalisierung definieren
- Kategorie - Daten- und Informationsverarbeitung
 - Ressourcenverbrauchsübersicht erstellen

2.4 Kategorie - Technische Infrastruktur



2.4.1 Bestandsaufnahme vorhandener Datenquellen und IT-Systeme

2.4.1.1 Voraussetzungen

- Keine

2.4.1.2 Beschreibung

Hinsichtlich der aktuellen Entwicklungsstufe sollte der Fokus zunächst auf der Ist-Analyse Ihres Unternehmens liegen, um Ressourceneffizienz- und Digitalisierungspotenziale zu identifizieren. Bezogen auf die technische Infrastruktur ist es sinnvoll eine Bestandsaufnahme der Datenquellen und IT-Systeme vorzunehmen. Erfassen Sie dabei vor allem Informationen zu folgenden Aspekten:

- Maschinen und Anlagen
 - Welche Typen und Modelle sind im Einsatz (z. B. CNC-Fräsen, Pressen)?
 - Welche Daten werden von diesen erzeugt bzw. schon gesammelt (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Vibrationen, Stromverbrauch)?
 - Über welche Schnittstellen kann auf die Maschine zugegriffen werden (z. B. Ethernet, WLAN)?

- Über welche Protokolle und Software-Schnittstellen sind die Daten abrufbar (z. B. OPC-UA, REST)?
- IT-Systeme
 - Welche IT-Systeme werden in welchen Abteilungen genutzt (z. B. ERP im Einkauf, PPS in der Produktion)?
 - Welche Daten werden darin verarbeitet (z. B. Auftragsdaten im ERP, Fertigungspläne im PPS)?
 - Über welche Schnittstellen können Daten importiert und exportiert werden (z. B. per XML-Import/Export, direkte Software-Konnektoren)?
- Analoge Dokumentationen
 - Welche Daten werden analog erfasst (z. B. Laufzettel oder Fehlermeldungen in der Fertigung)?
 - Wo liegen diese Daten bzw. Dokumente physisch ab (z. B. Projektbegleitender Ordner)?
 - Findet eine Übertragung in ein IT-System statt (z. B. als eingescanntes PDF im ERP)?

Mit einer derartigen Bestandsaufnahme schaffen Sie einen Überblick darüber, welche Daten und IT-Systeme grundsätzlich verfügbar sind und wo eventuell Digitalisierungsbedarfe bestehen. Im einfachsten Fall können Sie die se Übersichten tabellarisch erstellen, wie z. B. in Abbildung 1.

Lfd.nr	Maschinenbezeichnung	Marke und Modellnr.	Standort	Erfasste Daten (Einheit)	Schnittstelle / Protokoll
1	3-Achs-CNC-Fräse	Mustermarke, Modell ABC-1	Halle 1, Linie XY	Temperatur (°C)	Ethernet
				Vibration (mm/s)	OPC-UA
				Drehmoment (Nm)	
				Leistungsaufnahme (kW)	
				Betriebsstunden (h)	

Abbildung 1: Beispiel für die Erfassung von Maschinen und zugehörigen Maschinendaten

Diese Zusammenstellungen können Sie als Informationsgrundlage bei der weiteren Planung von Digitalisierungsmaßnahmen nutzen, um z. B. Bedarfe an zusätzlicher Sensorik oder IT-Systemen abzuleiten. Auch für die Prozessanalyse kann eine derartige Übersicht hilfreich sein, wenn Sie z. B. eine Prozesslandkarte erstellen möchten, in der die Prozessschritte mit den entsprechenden Abteilungen und IT-Systemen verknüpft wiedergegeben werden.

2.5 Kategorie - Organisation und Prozesse



2.5.1 Analyse der Effizienz- und Digitalisierungspotenziale

2.5.1.1 Voraussetzungen

- Verständnis der betrieblichen Ressourcenverbräuche

2.5.1.2 Beschreibung

Um die Potenziale der Digitalisierung bestmöglich mit denen der Ressourceneffizienz zu verknüpfen, sollten die Ziele der Maßnahmen aus beiden Bereichen von Anfang an aufeinander abgestimmt werden.

Mit der Ressourceneffizienz als übergeordnetes Ziel empfiehlt es sich, mit einer Untersuchung des Ist-Zustands Ihrer Unternehmensprozesse nach diesem Aspekt zu beginnen. So verschaffen Sie sich einen Überblick darüber, in welchen Bereichen Ihres Unternehmens sich eventuelle Ressourceneffizienzpotenziale verbergen.

Hierfür können Sie folgende Arbeitsmittel des VDI ZRE einsetzen:

- Leitfaden Ressourceneffizienz - Analyse¹

¹ Online abrufbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/basis-werkzeuge/leitfaden-ressourceneffizienz/analyse/>

- Prozessketten²

Eine sehr detaillierte Methode zur Bestimmung von Ressourceneffizienzpotenzialen ist die Materialflusskostenrechnung (MFKR) nach DIN EN ISO 14051. Die Methode ergänzt die Betrachtung der physischen Material- und Energieströme um die monetäre Bewertung dieser Ströme. Dadurch können Ineffizienzen und deren kostenmäßige Auswirkungen bewertet werden. Dazu bietet das VDI ZRE einen Kostenrechner als Arbeitsmittel an:

- Kostenrechner³

Haben Sie Effizienzpotenziale identifiziert, können Sie im nächsten Schritt technologieunabhängige Lösungsansätze entwickeln. Hierfür können Sie folgende Arbeitsmittel des VDI ZRE einsetzen:

- Strategien und Maßnahmen⁴
- Leitfaden Ressourceneffizienz - Lösungsentwicklung⁵

Nach diesen beiden Schritten haben Sie bestimmt, welche Effizienzsteigerungen in Ihrem Unternehmen generell möglich sind und mit welchen generischen Ansätzen Sie diese erreichen können. Nun können Sie zielgerichtet Digitalisierungslösungen evaluieren, die die generischen Lösungsansätze ergänzen oder ersetzen können. Hierfür eignet sich das folgende Arbeitsmittel des VDI ZRE:

² Online abrufbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/loesungsentwicklung/prozessketten/>

³ Online abrufbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/analyse-werkzeuge/kostenrechner/>

⁴ Online abrufbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/loesungsentwicklung/strategien-massnahmen/>

⁵ Online abrufbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/basis-werkzeuge/leitfaden-ressourceneffizienz/loesungsentwicklung/>

- Prozesskette - Digitalisierung in der Produktion⁶

Achten Sie bei der Auswahl möglicher Digitalisierungslösungen auch darauf, dass sie zu Ihrer Unternehmensstrategie passen.

Eine umfassende Methodik zur Bestimmung von Ressourceneffizienzpotenzialen sowie zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen finden Sie in der VDI 4801 - Ressourceneffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen⁷.

⁶ Online abrufbar unter: <https://www.ressourcendeutschland.de/werkzeuge/loesungsentwicklung/prozessketten/digitalisierung-in-der-produktion>

⁷ Vgl. VDI 4801:2018-03.

2.5.2 Ziele und Strategien für Ressourceneffizienz und Digitalisierung definieren

2.5.2.1 Voraussetzungen

- Analyse der Effizienz- und Digitalisierungspotenziale

2.5.2.2 Beschreibung

Die Unternehmensstrategie legt grundsätzliche und zumeist langfristige Verhaltensweisen fest, mit denen das Unternehmen auf seine Umwelt reagiert, um bestimmte Ziele zu erreichen. Sie bestimmt also die grundlegende Unternehmensphilosophie und die Ausrichtung konkreter Maßnahmen.⁸

Für die Planung und Gestaltung von Unternehmensstrategien gibt es zahlreiche Ansätze. Wichtig für eine nachhaltig auf Ressourceneffizienz und Digitalisierung ausgelegte Strategie ist die bewusste Aufnahme beider Themen auf höchster strategischer Ebene, also bei der Definition der Unternehmensvision und der langfristigen Ziele. So können weitere Unternehmenshandlungen darauf ausgerichtet und kontinuierlich mit Bezug zu Markt- und Umweltentwicklungen angepasst werden (Beispiel siehe Abbildung 2).⁹

⁸ Vgl. Roth, A. (2016).

⁹ Vgl. Lange, U. und Surdyk, K. (2018).

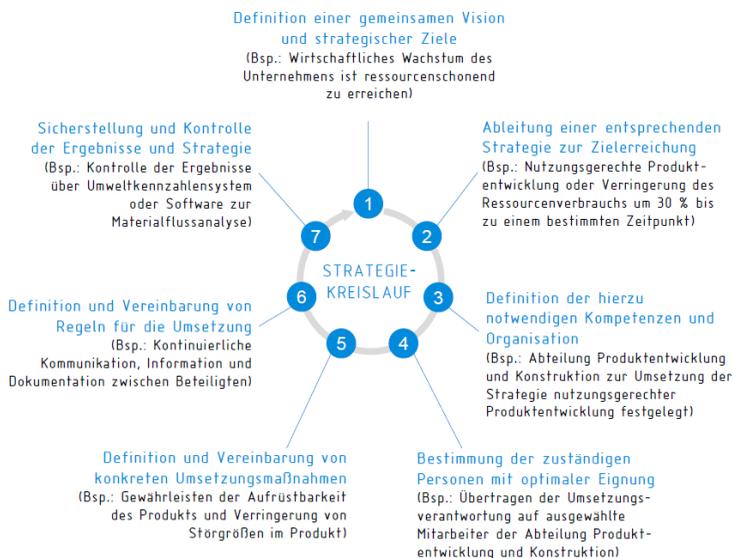


Abbildung 2: Strategie Kreislauf – Darstellung von Lange und Surdyk 2018¹⁰

Bei der Entwicklung einer integrierten Ressourceneffizienz- und Digitalisierungsstrategie müssen Zusammenhänge zwischen wirtschaftlichen, ressourceneffizienz- und digitalisierungsbezogenen Zielen berücksichtigt werden. Ein mögliches Vorgehen besteht darin, wirtschaftliche Unternehmensziele (z. B. Preisführerschaft durch Reduktion der Produktionskosten) zunächst mit Ressourcenzielen zu verknüpfen (z. B. Kostensenkung durch Reduktion des Materialverbrauchs um x %). Darauf basierend können komplementäre Digitalisierungsziele abgeleitet werden (z. B. Erhöhung der Prozessqualität durch digitale Prozesssteuerung).

Zur Entwicklung von Ressourceneffizienzzielen können Sie u. a. auf Ansätze des Lean-Managements zurückgreifen.

Die Digitalisierung bietet Unternehmen viele Möglichkeiten, ihre Strategien zu verändern oder gar neu auszurichten, auch hinsichtlich der Res-

¹⁰ Vgl. Lange, U. und Surdyk, K. (2018)

sourceneffizienz. Dies setzt aber voraus, dass Unternehmen zuvor hinreichend untersucht haben, wie sie wettbewerbsfähig aufgestellt sind und wo sie strategisch hinwollen. Dazu können Sie z. B. die SWOT-Analyse oder das 3C-Modell von Ohmae¹¹ verwenden.

Bei der Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie sollten Sie weiterhin vier wesentliche Aspekte betrachten^{12, 13}:

- Betriebliche Nutzung von IT: Hier gilt es zu überlegen, was Ihr Unternehmen von der Nutzung neuer Technologien erwartet und welche Möglichkeiten es hat, neue Lösungen einzusetzen.
- Veränderung der Wertschöpfung: Aus der Nutzung von Technologien ergeben sich ggf. Änderungen in der Art, wie Ihr Unternehmen Werte generiert. Sie sollten daher überlegen, welche technischen Kompetenzen ggf. zusätzlich aufgebaut werden müssen.
- Organisatorische/strukturelle Veränderungen: Durch die Nutzung neuer Technologien und die sich daraus ergebenden Änderungen in der Wertschöpfung finden auch neue digitale Prozesse und Aktivitäten Einzug in Ihre Organisation. Solange diese Veränderungen Ihre bisherigen Produkte, Prozesse und Organisationsstrukturen nur geringfügig beeinflussen, können Sie sie in die existierenden Strukturen integrieren. Sollte der Einfluss jedoch groß sein, müssen Sie ggf. neue Strukturen schaffen (z. B. spezielle Digitalisierungseinheit im Unternehmen), um die Kompetenzen zu bündeln.
- Finanzielle Aspekte: Machen Sie sich bewusst, welchen Stellenwert die Digitalisierung für Ihr Unternehmen hat. Wie dringend ist die Digitalisierung? Welche Vorhaben sind besonders wichtig? Welche finanziellen Spielräume haben Sie insgesamt?

¹¹ Vgl. Sandra Lucia Merz (2016).

¹² Vgl. Mertens (2017).

¹³ Vgl. Matt, C.; Hess, T. und Benlian, A. (2015).

2.5.2.3 Gute Praxis Beispiele

Lean-Management beim Fabrikneubau¹⁴

Die Firma Festo AG & Co. KG ist im Bereich der Steuerungs- und Automatisierungstechnik tätig. Beim Neubau einer Fabrik in Scharnhausen legte das Unternehmen seinen Schwerpunkt auf Ressourceneffizienz und integrierte dabei Konzepte des Lean Managements in das Produktionssystem.

Bereits bei der Planung der Fabrik wurde eine Abbildung von Energiewertströmen in allen geplanten Werkteilen erzeugt. Dabei wurden sowohl die technische Gebäudeausstattung als auch die Anforderungen der Produktionsanlagen visualisiert. Das Gebäude und die Produktion wurden ganzheitlich betrachtet, wodurch unter anderem eine optimierte Abluftführung und ein innovatives Wärmerückgewinnungssystem implementiert werden konnten.

Bei der Planung des Produktionssystems wurde ein kontinuierliches Verbesserungsmanagement eingeführt sowie ein Energiemanagementsystem entwickelt, dessen Aufgabe es ist, Energieverschwendungen zu identifizieren und zu reduzieren. Teil des Managements sind hierbei Energieexperten aus allen Organisationseinheiten. Auch wurde eine Messinfrastruktur aufgebaut, die dafür zuständig ist, dass Energieverbräuche sich leichter zuordnen lassen und somit klare Verantwortungsbereiche definiert werden können.

Mithilfe der Messinfrastruktur wurde Transparenz über den Verbrauch und die Verschwendung innerhalb des Betriebs geschaffen. Diese Maßnahme ist Teil des Shopfloor-Managements. Während täglicher Shopfloor-Management-Runden werden die ökologischen Kennzahlen besprochen, wodurch die Ressourceneffizienz in vielen Bereichen signifikant erhöht werden kann. Durch Visualisierungsboards werden die Mitarbeiter dazu angehalten selbst auf Optimierungsmöglichkeiten innerhalb ihres Produktionsbereichs zu achten.

¹⁴ Beispiel online abrufbar unter: https://www.ressourcendeutschland.de/innovation/?tx_vdiinnovations_detail%5Binnovationid%5D=254&cHash=0656951f6b29c5fde0b00595682e7964

Die Verankerung des Thema Ressourceneffizienz in das Konzept der neuen Technologiefabrik zeigt Erfolge. Das Unternehmen spart durch das Energie-transparenzsystem und das Engagement der Belegschaft jährlich ca. 1.500 t CO₂ ein.¹⁵

Verknüpfung von Umwelt- und Ressourcenthemen mit Lean-Management-Ansätzen¹⁶

Bei der Verknüpfung von Umwelt- und Ressourcenthemen mit Lean-Management-Ansätzen zeigt sich, dass Kosteneinsparungen beispielsweise bei der Energie von 20 % die Regel sind und nicht bloß Ausnahmen betreffen.

Eine Studie im Rahmen des Lean & Green Efficiency Award 2012 bestätigte ebenfalls, dass dabei im Schnitt 10 % Einsparungen ohne Investitionen erzielt wurden. Die Studie zeigte gleichermaßen, dass die erfolgreichen Unternehmen in den nächsten drei bis fünf Jahren mit einem Einsparpotenzial von mindestens 20 % bei den Ressourcen wie Energie, Wasser und Abfall rechnen. Bei den teilnehmenden Unternehmen entsprach dies einer Reduzierung der Herstellungskosten von > 0,6 %.¹⁷

¹⁵ Vgl. Reichert, D.; Cito, C. und Barjasic, I. (2018).

¹⁶ Beispiel online abrufbar unter: https://www.ressource-deutschland.de/innovation/?tx_vdiinnovations_detail%5Binnovationid%5D=31&cHash=997bd3e9708d808f116569f95f68c443

¹⁷ Vgl. Marcel Hofer und Daniel Reichert.

2.6 Kategorie - Daten- und Informationsverarbeitung



2.6.1 Ressourcenverbrauchsübersicht erstellen

2.6.1.1 Voraussetzungen

- Keine

2.6.1.2 Beschreibung

Eine wesentliche Grundlage für die Identifikation von Ressourceneffizienzpotenzialen ist eine möglichst genaue Kenntnis der Ressourcenverbräuche im Unternehmen. Für eine sinnvolle Planung von Verbesserungsmaßnahmen, sollten Sie ein möglichst genaues Bild darüber haben, welche Ressourcen in welcher Menge an welchen Stellen zu welchen Zeitpunkten in Ihrem Unternehmen verbraucht warum verbraucht wurden.¹⁸

Daher sollten Sie vorbereitend zur Maßnahmenplanung eine möglichst detaillierte Übersicht Ihrer Ressourcenverbräuche erstellen. Auch wenn Sie bisher noch keine Daten aktiv digital erfasst haben, finden sich in der Regel relevante Daten in Ihren Unternehmensunterlagen und IT-Systemen, z. B. in

- Abrechnungen von Versorgungsunternehmen: z.B. eingekaufte Menge an Energie, Wärme und Wasser,

¹⁸ Vgl. Schmidt, M. (2011).

- Abrechnungen von Zulieferbetrieben: z.B. eingekaufte Menge an Rohstoffen und Halbzeugen,
- Abrechnungen von Entsorgungsunternehmen: z.B. entsorgte Menge an Roh- und Betriebsstoffen,
- Produktionsunterlagen und Fertigungsplänen: z.B. Stücklisten und Gefertigte Menge an Produkten.

Da diese Informationen in der Regel in verschiedenen Abteilungen (z. B. Einkauf, Produktion, Controlling) und IT-Systemen (z. B. ERP, PPS) liegen, muss der Prozess der Datensammlung zentral von der Unternehmensführung angestoßen, gesteuert und moderiert werden. In manchen Fällen ist auch das Hinzuziehen externer Expert*innen sinnvoll.¹⁹

Als grundsätzliche Orientierung können Sie die zu erfassenden Ressourcenverbräuche in folgende Kategorien einteilen²⁰:

Energie	Material	Emissionen und Abfall
<ul style="list-style-type: none"> • Elektrisch • Thermisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffe • Betriebsstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifische Emissionen • Abfall zur Beseitigung

Je nachdem, wie detailliert Sie bei der Analyse vorgehen möchten, können Sie unterschiedliche Methoden anwenden. Im einfachsten Fall können Sie eine tabellarische Dokumentation vornehmen, in der Sie z. B. Einkaufsmengen an Materialien, Verbrauchsmengen an Energie und Entsorgungsmengen an Abfall zusammen mit den zugehörigen Kosten, dem Verbrauchszeitraum sowie dem möglichst genauen Verbrauchs- bzw. Entstehungsort eintragen. Mit dieser groben Aufnahme können Sie u. a. analysieren, wie viele Ressourcen über welchen Zeitraum und an welchen Orten verbraucht wurden. Damit eine derartige Ressourcenübersicht systema-

¹⁹ Vgl. Schmidt, M. (2011).

²⁰ Vgl. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (2017).

tisch und nachvollziehbar bleibt, sollten Sie zunächst ein einheitliches Erfassungsschema entwickeln.

Neben individuellen Erfassungsmethoden können Sie auf bestehende Methode, wie z. B. die Input-Output-Analyse²¹ zurückgreifen. Bei dieser Analyse wird der mengenmäßige Verbrauch an Stoffen im Unternehmen bzw. in der Produktion betrachtet. Der Vorteil hierbei besteht zum einen darin, dass die Input- und Outputmengen der eingesetzten Ressourcen sowie die entsprechenden Kosten direkt den entstehenden Produkten und Abfallströmen gegenübergestellt werden (siehe Abbildung 3). Zum anderen wird mit der Input-Output-Analyse eine Grundlage für ausführlichere Materialflussanalysen geschaffen, wie z. B. die Relevanzanalyse, Stoffstromanalyse oder der Materialflusskostenrechnung nach DIN EN ISO 14051.²²

Methodische Unterstützung bei der Durchführung von Materialflussuntersuchungen finden Sie in der VDI 2689. Für eine Materialflusskostenrechnung steht Ihnen das Arbeitsmittel Materialflusskostenrechner²³ des VDI ZRE zur Verfügung.

Input	Menge	Kosten	Output	Menge	Kosten
Rohstoff 1	... kg	... €	Produkt 1	... kg	... €
Rohstoff 2	... kg	... €			
Rohstoff 3	... kg	... €			
Hilfsstoff 1	... kg	... €	Nebenprodukt 1	... kg	... €
..	... kg	... €			
..	... kg	... €			
Betriebsstoff	... kg	... €	Abfall	... m ³	... €
Wasser	... m ³	... €	Abwasser	... m ³	... €
Energie	... kW / h	... €	Abwärme	... kW / h	... €

Abbildung 3: Beispiel für eine Input-Output-Tabelle (Quelle: [ressource-deutschland.de](https://www.ressource-deutschland.de))

²¹ Weitere Informationen online abrufbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/leitfaden-re/methoden/input-output-analyse/>

²² Vgl. Schmidt, M. (2011).

²³ Online abrufbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/analyse-werkzeuge/kostenrechner/>

LITERATURVERZEICHNIS

Hofer, M.; Reichert, D. [o. D.]: Lean- und Green-Verschwendung kombiniert minimieren [online]. In: MaschinenMarkt 2013 - Smarter Sparer, S. 20-22 [abgerufen am: 08.07.2022], verfügbar unter: les.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/mm/2013/040.pdf

Lange, U. und Surdyk, K. (2018): Ressourceneffizienz in der Wertschöpfungskette. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Kurzanalyse, Nr. 23 [abgerufen am: 16.05.2019], verfügbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/publikationen/kurzanalysen/>

Matt, C.; Hess, T. und Benlian, A. (2015): Digital Transformation Strategies. In: Business & Information Systems Engineering, 57 (5), S. 339-343. ISSN 2363-7005. doi:10.1007/s12599-015-0401-5

Mertens, Hg. (2017): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-662-53361-1.

Reichert, D.; Cito, C. und Barjasic, I. (2018): Lean & Green: Best Practice - Wie sich Ressourceneffizienz in der Industrie steigern lässt, Springer, Wiesbaden, ISBN 978-3-658-21685-6.

Roth, A., Hg. (2016): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0 - Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis [online], Berlin, Springer Gabler, ISBN 9783662485057

Sandra Lucia Merz (2016): Industrie 4.0 - Vorgehensmodell für die Einführung. In: Roth, A., Hg. Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, Springer Gabler, Berlin. ISBN 9783662485057.

Schmidt, M. (2011): Energie- und Stoffstromanalyse - Effizient mit Ressourcen umgehen. RW Rationalisierung- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e.V., Eschborn [abgerufen am: 04.06.2021], verfügbar unter: https://www.hs-pforzheim.de/fileadmin/user_upload/uploads_redakteur/Forschung/INEC/Dokumente/Team__Publikationen_/RWK_FB_Energie-Stoffstromanalyse.pdf

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (2017): Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 - Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Berlin.

VDI 4801:2018-03: Verein Deutscher Ingenieure e.V., Ressourceneffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), Beuth Verlag GmbH, Berlin.