

**Ressourceneffizienz  
– Energie, Personal, Material –  
in Industrieunternehmen**

Horst Wildemann

Horst Wildemann

**Ressourceneffizienz – Energie, Personal, Material – in  
Industrieunternehmen**

Copyright by TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, 2019

1. Auflage 2019

---

**Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie:

Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet  
über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

**Wildemann, Horst:**

**Ressourceneffizienz – Energie, Personal, Material – in  
Industrieunternehmen**

1. Auflage

München: TCW Transfer-Centrum, 2019

ISBN: 978-3-947730-00-1

---

Verlag:

TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, München

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung in fremde Sprachen, sind dem Verlag vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form, auch nicht zum Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

## Vorwort

In der Vergangenheit sorgte der Kostendruck aus Niedriglohnländern dafür, dass produzierende Unternehmen aus Hochlohnstandorten wie Deutschland ihre Produktionsstandorte verlagerten. Dass dies kein zielführender Weg ist, zeigt die steigende Zahl der Rückverlagerungen in den letzten Jahren. Damit jedoch Produktionsstätten in Hochlohnländern weiterhin wettbewerbsfähig am Weltmarkt partizipieren können, ist ein effizienter Einsatz knapper Ressourcen von entscheidender Bedeutung. Gut geführte Unternehmen erkennen die Zeichen der Zeit und richten sich auf weiteres Wachstum und die Herausforderungen der Zukunft ein. Das übergeordnete Ziel ist Wachstum durch Hebung aller Reserven bei den vom Unternehmen und seinen Zulieferern genutzten Rohstoffen, der benötigten Energie und dem Personaleinsatz. Die optimale Nutzung der verwendeten Ressourcen muss zu einer entscheidenden Disziplin der Unternehmen werden. Während die Arbeitsproduktivität seit 1960 vervierfacht werden konnte, konnte die Materialeffizienz lediglich verdoppelt und die Energieproduktivität sogar nur um den Faktor 1,5 gesteigert werden. Diese Potenziale zu heben, ist nur mit einer gründlichen Analyse der Situation und der ganzheitlichen Bewertung des Produktlebenszyklus möglich. Bisherige Vorgehensweisen sind jedoch zum einen äußerst umfangreich, zum anderen konzentrieren sie sich lediglich auf Teilaspekte. Es fehlen für eine umfassende Unternehmensbewertung die Personalkapazitäten. Eine fundierte Systematik kann den Aufwand deutlich reduzieren. Dieses Buch legt hierzu die Grundlage, indem ein Bewertungskonzept und darauf aufbauend Handlungsempfehlungen erarbeitet wurden. Dies soll die nachhaltige Erhöhung der Ressourceneffizienz bewirken. Das entwickelte Konzept wird zur Erhöhung der Anwendungsfreundlichkeit in einem IT-Tool abgebildet und öffentlich zugänglich gemacht. Diesem Buch liegen vom BMWi

geförderte Forschungsprojekte zugrunde (IGF 18849N und IGF 17361N).

Mein Dank gilt meinen Mitarbeitern Herrn Dipl.-Ing. Jens Kieninger, Frau M.Sc. Sabine Kuhn, Frau Dipl.-Ing., B.Sc. Myriam Lutz und Herrn Dipl.-Wirtsch.-Ing., MBA Carl-André von Wiedersperg für die Unterstützung bei der Erstellung des Buches.

München, 1. September 2018

Horst Wildemann

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>5</b>
<b>0 Zusammenfassung der Ergebnisse.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>9</b>
<b>2 Untersuchungsbereich .....</b>	<b>17</b>
<b>3 Fallstudien und Expertenbefragung .....</b>	<b>47</b>
<b>4 Ressourceneffizienzindex .....</b>	<b>111</b>
4.1 Modellaufbau anhand konsolidierten Matrizen.....	111
4.2 Ressourceneffizienz in der Entwicklungs- und Herstellungsphase .....	114
4.3 Ressourceneffizienz in der Nutzungsphase und Service ..	143
4.4 Ressourceneffizienz in der Recyclingphase .....	194
4.5 Kombination der gewichteten Kennzahlen .....	221
<b>5 Handlungsfelder .....</b>	<b>223</b>
5.1 Handlungsfelder für produzierende Unternehmen .....	223
5.2 Handlungsfelder in der Produktnutzung.....	238
5.3 Handlungsfelder im Service.....	242
5.4 Handlungsfelder im Recycling .....	246
5.5 Wirtschaftliche Bewertung der Handlungsempfehlungen	249
<b>6 IT-Tool .....</b>	<b>255</b>
6.1 Anforderungen an das IT-Tool .....	255
6.2 Beschreibung und Anwendung des IT-Tools .....	257
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>309</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>313</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>356</b>
<b>Der Autor .....</b>	<b>362</b>

## **0 Zusammenfassung der Ergebnisse**

Dem Kostendruck aus Niedriglohnländern begegneten deutsche Unternehmen mit dem Aufbau von Dependancen in diesen Ländern mit geringen Lohnkosten. Diese Phase der verstärkten Abwanderung hat sich als nicht zielführend erwiesen und ist inzwischen eine Phase der Rückverlagerung geworden (vgl. Kinkel und Maločá 2009). Dies zeigt, dass nicht nur die Lohnkosten die unternehmerische Standortwahl beeinflussen, sondern auch weitere Faktoren wie sprachliche und kulturelle Hürden sowie das politische Umfeld oder die Infrastruktur wesentlichen Einfluss auf die Wahl der Produktions- und Entwicklungsstandorte haben (vgl. Berlemann und Tilgner 2006). Die hohen Lohnkosten in Deutschland gilt es zu kompensieren, um die Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen Unternehmen zu stärken und zu wahren (vgl. Wildemann 2010). Dies wird durch den effizienten Einsatz der Ressource Personal erreicht. Verglichen mit anderen Industrienationen herrschen in Deutschland hohe und volatile Energie- und Rohstoffpreise, wobei Deutschland hohe Potenziale der Material- und Energieproduktivität aufweist (vgl. World Energy Council 2015). Die Materialkosten verursachen über 40 Prozent der Gesamtkosten produzierender Unternehmen (vgl. Statistisches Bundesamt 2013). Der Anteil der Energiekosten kann bei über 20 Prozent liegen (vgl. Beumer und Schellnhuber 2008). Schwerpunkt lag bisher auf der Steigerung der Arbeitsproduktivität. Diese konnte seit 1960 vervierfacht werden, wohingegen die Materialeffektivität lediglich verdoppelt und die Energieproduktivität sogar nur um 50 Prozent gesteigert werden konnte (vgl. Wildemann 2012c). Vor dem Hintergrund einer hohen Varianz unternehmensspezifischer Ausprägungen zielt dieses Buch auf die Identifikation von Schwachstellen beim Einsatz von Energie, Material und Personal ab und unterstützt die Erhebung

mittels einer standardisierten Systematik. Da Kriterien ökologischer Natur eine immer bedeutendere Rolle spielen, umfasst das Bewertungskonzept im Sinne einer ganzheitlichen, nachhaltigen Bewertung neben ökonomischen auch ökologische und soziale Kriterien. Die so gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage für die zielgerichtete Optimierung der Effizienz.

Zur Hebung der Potenziale wurden Handlungsempfehlungen erarbeitet und mit Industriepartnern validiert. Die Erkenntnisse mündeten in einem IT-Tool. Ausgangsbasis für die Erarbeitung des Konzeptes zur Bewertung der Ressourceneffizienz waren eine ausführliche Literaturrecherche und die Resultate aus vorausgehenden Projekten, wie dem Vorhaben 17361N ‚Krisenvermeidung durch Nutzung verborgener Ressourcen‘ (vgl. Wildemann 2013). Diese Erkenntnisse sind um weitere Aspekte ergänzt worden. Besonderer Wert wurde auf die Einheitlichkeit und Umfänglichkeit des Bewertungsschemas gelegt. Zur Entwicklung einer anwendbaren Methodik zur Quantifizierung der individuellen Unternehmenssituation in den Bereichen Energie, Material und Personal, wurden auf Grundlage aussagekräftiger Bewertungskriterien Indizes abgeleitet und diese zu einem Gesamtmodell zusammengefasst. So konnte für jede der drei Ressourcen eine individuelle Kennzahlenmatrix erstellt werden. Grundlage hierfür sind Kennzahlen, die in den meisten Unternehmen aus fiskalpolitischen Gründen erhoben werden. Diese Kennzahlen wurden nach einer Vorselektion mit Vertretern aus der Industrie diskutiert. So konnte sichergestellt werden, dass sie den Anforderungen der industriellen Praxis genügen. Das der Bewertung zugrundeliegende methodisierte Vorgehen ermöglicht Industrieunternehmen eine einfache und effiziente Eigenbewertung, um potenzielle Bereiche zur Optimierung des Ressourceneinsatzes zu identifizieren. Darüber hinaus ermöglicht eine Archivierung dieser Ergebnisse, wie sie mit Hilfe

der vorgesehenen Funktionalität des IT-Tools erfolgt, ein Controlling über Zeitreihen und die Trendanalyse. Nach der Selbstevaluierung erhalten die Unternehmen strukturierte und situationsspezifische Methoden und Instrumente angeboten, die angewendet werden können, um die Effizienz des Einsatzes von Material, Energie und Personal zu steigern. Die Nutzung ist dabei nicht auf einen bestimmten Unternehmensteil beschränkt, sondern erstreckt sich über das gesamte Unternehmen und den Wertschöpfungsprozess, weshalb die Bewertung des Status Quo sich in die drei Phasen des Produktlebenszyklus einteilen lässt. Hierzu gehören die Entwicklung und Herstellung, die Nutzung und das After Sales sowie die anschließende Verwertung und Recycling.

Die erarbeiteten Handlungsempfehlungen dienen als Basis für die zukünftige Entwicklung des Ressourceneinsatzes. Das IT-Tool bietet neben der Möglichkeit, einen historischen Verlauf auszuwerten, auch eine Auswahl von Handlungsempfehlungen zur Steigerung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Effizienz von Energie, Material und Personal, entsprechend der individuellen Unternehmenssituation.



## 1 Einleitung

Unternehmen haben gelernt, Krisen zu bewältigen und stehen nun vor einer neuen, bedeutenderen Herausforderung. Diese ist der Wettstreit um Ressourcen. Verglichen mit 1960 hat sich die Arbeitsproduktivität vervierfacht. Die Materialeffektivität konnte in demselben Zeitraum lediglich verdoppelt werden. Mit einer Steigerungsrate von 1,5 weist die Energieproduktivität das geringste Wachstum auf (vgl. Wildemann 2012c). Während die weltweite Industrialisierung, die zunehmende Vernetzung der Märkte sowie der Lohnkostendruck aus Niedriglohnländern zu einer Steigerung der Arbeitsproduktivität führte, zeichnet sich erst seit der Jahrtausendwende eine spürbare Verknappung der Rohstoffe ab. Dies führte nicht nur zu Warnungen von Wissenschaftlern, sondern zu rasant ansteigenden Rohstoffpreisen in allen Bereichen. Während früher die Rohstoffkosten und die Personalkosten einen vergleichbaren Anteil am Bruttoproduktionswert hatten, divergieren sie heute bereits um 25 Prozent. Für produzierende Unternehmen hat dies zur Folge, dass mehr als 40 Prozent der Gesamtkosten auf Material entfallen. Energiekosten sind für durchschnittlich 2,4 Prozent der Kosten verantwortlich. Allerdings variiert dieser Anteil so stark, dass 8 Prozent der Unternehmen einen Energiekostenanteil von über 20 Prozent aufweisen (vgl. Wildemann 2012b). Insbesondere vor dem Hintergrund des deutschen Ausstiegs aus der Kernenergie sind die nationalen Energiepreise hoch und volatil, so dass neben Umweltbewusstsein und Klimaschutz Kostenreduktion durch die effiziente Nutzung von Energie eine Rolle für unternehmerische Entscheidungen spielt. Umfragen zeigen, dass das Potenzial hinsichtlich einer effizienteren Nutzung der Ressourcen Energie, Material und Personal noch nicht vollständig gehoben ist. Über 50 Prozent der Unternehmen gehen davon aus, dass sich Materialkos-

ten um mehr als 5 Prozent reduzieren lassen. Die Kostensenkungspotenziale in materialintensiven Branchen liegen sogar bei dem Vierfachen. Werden bereits heute verfügbare Technologien eingesetzt, so ist es möglich, bis zu 30 Prozent der Energiekosten einzusparen. Zur Identifikation und Hebung der Optimierungspotenziale, vor allem der Material- und Energieproduktivität, fehlen praktikable Ansätze für Industrieunternehmen. Da über ein Fünftel des deutschen Bruttoinlandsprodukts dem verarbeitenden Gewerbe entstammt, ist eine Systematik zur Bewertung der Effizienzpotenziale besonders dringlich. Insbesondere in materialintensiven Branchen wie dem Anlagenbau können Materialkosten nicht unmittelbar an die Kunden weitergegeben werden, so dass die Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens hauptsächlich durch seine Materialkosten bestimmt wird. Vor allem in der Automobil- und Zulieferindustrie ist der Kostenfaktor enorm. So kostet etwa der Verlust einer Minute in der Produktion über die Laufzeit der Fahrzeuge bis zu einer Million Euro (vgl. Waltl 2017). Durch den Preisanstieg für Rohstoffe, aber auch der Energiekosten, stehen viele Unternehmen vor der Herausforderung, diese Steigerung der Energie- und Materialeffizienz von aktuell zwei bis drei Prozent in einen Bereich zu überführen, der mindestens doppelt so hoch ist, ähnlich den Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität. Eine umfassende Entwicklung und Nachhaltigkeit wird dann erreicht, wenn nicht nur ökonomische Ziele realisiert, sondern gleichermaßen ökologische und soziale Aspekte betrachtet werden. Wie in Abbildung 1 dargestellt, konzentrieren sich bestehende Konzepte zur Bewertung des Ressourceneinsatzes und damit auch der Ressourceneffizienz lediglich auf Teilbereiche aus den Dimensionen Material, Energie und Personal sowie der Nachhaltigkeit. Eine mehrdimensionale Analyse erschwert die Modellbildung und erlaubt im Gegenzug für produzierende Unternehmen eine ganzheitliche Optimierung.

Mess- und Bewertungskonzept	Materialeffizienz	Energieeffizienz	Personaleffizienz	Entwicklungsphase	Herstellphase	Nutzungsphase	Recyclingphase	Eindimensional	Mehrdimensional	Handlungsoptionen
MIPS (Materialinput pro Serviceeinheit) (Schmidt-Bleek und Behrensmeier 1998)	●	○	◐	●	●	●	●	●	○	◐
CARE – Computergestützte Ressourceneffizienzrechnung (Busch und Beucker 2004)	◐	○	○	○	●	○	○	◐	◐	◐
Ressourcenkostenrechnung (Effizienzagentur NRW 2006)	◐	◐	◐	●	●	○	○	●	○	◐
Flusskostenrechnung (Loew et al. 2002)	●	●	○	●	●	○	○	●	○	◐
Ökobilanz (Life Cycle Assessment) (Feifel 2009)	●	●	○	●	●	●	●	◐	●	○
Öko-Effizienz-Check (Effizienz-Agentur NRW)	●	●	○	◐	●	○	○	●	◐	◐
PIUS-Check (Effizienz-Agentur NRW)	●	○	●	○	●	○	○	●	○	◐
EMAS-ECO-Management and Audit Scheme (Rohn 2009)	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	○	◐	●
SAFE-Sustainable Assessment for Enterprises (Rohn 2009)	◐	◐	◐	○	◐	○	○	◐	◐	◐
Faktor X (Merten und Rohn 2005)	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Ressourceneffizienz-Potenzial in der Fördermaßnahme r <sup>2</sup> (Albrecht et al. 2013)	●	●	○	◐	●	○	○	◐	◐	◐
ESSENZ (Bach et al. 2016)	●	◐	◐	◐	●	◐	◐	○	●	○
Baukasten zur Identifikation von Ressourcenpotenzialen (Wohlgemuth et al. 2014)	◐	◐	◐	◐	●	○	○	●	○	◐
Evaluation of energy and resource efficiency (Jochem et al. 2013)	●	●	○	○	●	○	○	○	●	◐

● komplett behandelt ● umfangreich behandelt ◐ teilweise behandelt ○ wenig behandelt ○ nicht behandelt

Abbildung 1: Mess- und Bewertungskonzepte

Darüber hinaus ist der Ressourceneinsatz im Laufe des Produktlebenszyklus unterschiedlich zu bewerten, weshalb die bestehenden Methoden nach einer ganzheitlichen Bewertungssystematik nur unzureichend die Anforderungen von Industrieunternehmen erfüllen, um Handlungsfelder zur Steigerung der Ressourceneffizienz zu identifizieren. Ziel dieses Buches ist ein Modell zur Analyse und Bewertung der Effizienz der Ressourcen Energie, Material und Personal anhand ökonomischer, ökologischer und sozialer Kriterien entlang des Produktlebenszyklus bei produzierenden Unternehmen. Das Modell soll Unternehmen befähigen, individuelle Strategien zur Steigerung der Ressourceneffizienz systematisch zu definieren und die hierzu notwendigen Maßnahmen zu selektieren. Mit der Erreichung des Ziels werden produzierende Unternehmen in die Lage versetzt, zu bewerten und zu vergleichen, wie effizient sie die Ressourcen Material, Energie und Personal einsetzen. Darauf aufbauend können Schwachstellen sowie spezifische Maßnahmen zur Verbesserung identifiziert werden. Dies wird durch eine anwendungsnahe Methodik, unter enger Einbindung von Industrieunternehmen vor allem in die Methodenentwicklung, erreicht. Ein internetbasiertes Tool zur Selbsthilfe erleichtert die Umsetzung der entwickelten Bewertungssystematik und die Auswahl geeigneter Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz.

Grundlegend für diese Analyse sind folgende sowohl praktischen als auch theoretischen Fragestellungen:

- Welche Anforderungen stellen die Industrieunternehmen an die Gestaltung eines Konzepts zur Bewertung und Steigerung der Ressourceneffizienz in den Kernbereichen der Energie-, Material- und Personaleffizienz?
- Was sind die Erfolgsfaktoren zur Einführung und nachhaltigen Nutzung eines spezifischen Ressourceneffizienz-Konzepts?

- Wie muss ein Konzept zur Bewertung und Verbesserung der Ressourceneffizienzposition strukturiert sein?
- Welche konkreten Strategien und Methoden sind für die Ausgestaltung eines Konzepts zur Steigerung der Energie-, Material- und Personaleffizienz bei Industrieunternehmen geeignet?
- Wie lassen sich Ressourceneffizienzmaßnahmen betriebswirtschaftlich und effizient bewerten?
- Inwieweit ist die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen ganzheitlich von Relevanz?
- Was sind die Einflussgrößen bei der Gestaltung eines industrienspezifischen Konzepts zur Steigerung der Energie-, Material- und Personaleffizienz?
- Welche Unternehmenstypen lassen sich daraus ableiten?
- Welche Gestaltungsfelder sind für die gebildeten Unternehmenstypen relevant?
- Welche relevanten Erfolgsfaktoren existieren im Zieldreieck Ökonomie, Ökologie und Soziales und wie können diese in ein Messkonzept zur Bestimmung der Ressourceneffizienz überführt werden?

Die Literatur beschäftigt sich intensiv mit den Fragestellungen der Energie-, Material- und Personaleffizienz und deren Steigerung. Anhand der Übersicht wird jedoch deutlich, dass sich die relevanten Studien lediglich Teilaspekte der vorliegenden Fragestellung widmen. Alle der dargestellten Studien können den Bereichen Ressourceneffizienz oder Nachhaltigkeit zugeordnet werden. Der Schwerpunkt liegt bei allen auf der Materialeffizienz. Energieeffizienz wird zwar ebenfalls betrachtet, jedoch nicht in derselben Ausführlichkeit, da die Untersuchung der Materialeffizienz eine längere Historie aufweist als die Betrachtung der Energieeffizienz, die erst in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat.

<b>Mess- und Bewertungs- konzepte</b>	Materialeffizienz	Energieeffizienz	Personaleffizienz	Ökologie	Ökonomie	Soziales	KMU	Produzierendes Gewerbe	Kennzahlen	Produktlebenszyklus
IW Köln (Biebeler 2004)	k.A.	k.A.	k.A.	◐	●	◐	◐	●	○	●
Fraunhofer IAO (Erhardt und Pastewski 2010)	●	●	◐	◐	●	●	◐	●	◐	●
VDI ZRE (Naujokat 2011)	●	◐	○	◐	●	●	◐	●	○	●
Roland Berger 2011	◐	●	◐	●	●	●	k.A.	○	◐	◐
Fraunhofer ISI (Schrö- ter und Mattes 2011)	●	◐	○	◐	●	◐	◐	●	◐	◐
Friedrich-Ebert-Stiftung (Engelmann et al. 2013)	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	k.A.	●
VDMA (Migendt und Täube 2013)	●	●	◐	◐	◐	◐	◐	●	◐	●
EEB (Beasley und Georgeson 2014)	●	◐	○	●	◐	◐	●	k.A.	◐	●
VDI ZRE (Wecus und Willeke 2015)	●	◐	○	◐	●	●	◐	●	○	●

- komplett behandelt ● umfangreich behandelt ◐ teilweise behandelt  
◐ wenig behandelt ○ nicht behandelt

Abbildung 2: Studien zu Mess- und Bewertungskonzepten

Daher werden in den Befragungen zur Ressourceneffizienz vor allem Materialaspekte untersucht (vgl. Wecus und Willeke 2015). Dies kann auch darauf zurückzuführen sein, dass durchschnittlich 42,8 Prozent der Gesamtkosten auf Materialausgaben entfallen, wohingegen die Energiekosten unter 10 Prozent liegen (vgl. Statistisches Bundesamt 2016b). Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt auf der Analyse der Ressourceneffizienz anhand konkreter Kennzahlen. Von den betrachteten Studien mit Schwerpunkt auf Industrieunternehmen, werden zumeist nur einfache Kennzahlen wie Mitarbeiteranzahl oder Umsatz erhoben. Gemein ist nahezu allen Studien, dass sie den gesamten Produktlebenszyklus betrachten. Jedoch beleuchten die wenigsten der Studien alle drei Säulen der Nachhaltigkeit, insbesondere existiert eine Forschungslücke hinsichtlich der dritten Säule der Nachhaltigkeit, dem Sozialen.

Das Vorgehen basiert auf einem mehrstufigen Verfahren. Zunächst entstand durch Recherche von Fachliteratur und Artikeln ein Überblick zu den derzeit relevanten Fragestellungen und aktuellen Diskussionen in Bezug auf Ressourceneffizienz. Darüber hinaus wurde der Untersuchungsbereich der Ressourceneffizienz eingegrenzt und in Bezug auf Nachhaltigkeit konkretisiert. Zur Erfassung von Treibern und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz wurde eine strukturierte Fallstudienanalyse durchgeführt. Diese beinhaltet insgesamt 28 Fallstudien zu den einzelnen Aspekten der Ressourceneffizienz, verteilt auf unterschiedliche Branchen.

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wurde ein Interviewleitfaden für die zu führenden Expertengespräche entwickelt. Im Interview mit Experten aus der Industrie, vorwiegend produzierende Unternehmen, wurde analysiert, welche Treiber mit welcher Priorisierung den Ressourceneinsatz beeinflussen. Zusätzlich wurden wei-

tere Maßnahmen zur Bewertung und Steigerung des Ressourceneinsatzes identifiziert. Ziel war es, den Bezugsrahmen aus Nachhaltigkeit, Produktlebenszyklus und Ressourceneffizienz sowie die aktuellen Herausforderungen der Praxis zu erfassen. Zur Erstellung dieses Buches wurden mit Unternehmensvertretern die unterschiedlichen Aspekte der Ressourceneffizienz intensiv diskutiert. Hierdurch wurde gewährleistet, dass die Ergebnisse nicht nur auf theoretischen Herleitungen basieren, sondern die realen Probleme des Unternehmensalltags darstellen. Zur Erweiterung der empirischen Basis wurde eine strukturierte Unternehmensbefragung unter Personen mit einer hohen Affinität zum Thema Ressourceneffizienz durchgeführt. Die Interrogation von fachspezifischen Experten erleichtert die Ableitung von fundierten Ergebnissen. Ziel der Befragung war die Überprüfung und Anpassung der identifizierten Einflussgrößen und das Schaffen einer Grundlage für die Umsetzung im IT-Tool zur Abfrage von Kennzahlen und Selbsteinschätzung. Danach erfolgten Unternehmensaudits, die weitere Erkenntnisse in Bezug auf Erfolgsfaktoren und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz lieferten. Basierend auf der Literaturrecherche, den Fallstudien, den Experteninterviews, der Unternehmensbefragung und den Unternehmensaudits wurde das Modell des Ressourceneffizienzindex entwickelt und die Handlungsfelder zur Steigerung der Ressourceneffizienz produzierender Unternehmen abgeleitet. Die Umsetzung des Modells und der Handlungsempfehlungen erfolgt in einem IT-Tool, das es den Unternehmen ermöglicht, eine aktuelle Positionsbestimmung hinsichtlich der Energie-, Material- und Personaleffizienz im Unternehmen vorzunehmen und mithilfe der Handlungsempfehlungen Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz abzuleiten. Anwenderfreundlichkeit und intuitive Bedienung des Tools wurden mittels Audits bei Unternehmen überprüft.