

Endberichterstattung an das Bundesministerium für  
Wirtschaft und Technologie (BMWi)

# **Materialeffizienz in der Produktion: Einsparpotenziale und Verbreitung von Konzepten zur Materialeinsparung im Verarbeitenden Gewerbe**

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
Breslauer Straße 48  
76139 Karlsruhe

Autoren:

Dr. Marcus Schröter  
Christian Lerch  
Angela Jäger

Karlsruhe, 7. Dezember 2011

# 1 Schlaglichter

- Die befragten Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe **schätzen** ihr **Materialeinsparpotenzial** im **Durchschnitt auf 7 Prozent** ein. Das insgesamt **geschätzte Potenzial zur Senkung der Materialkosten** beträgt somit **ca. 48 Mrd. € pro Jahr**. Im Fahrzeugbau allein könnten fast 16 Mrd. € pro Jahr an Materialkosten eingespart werden. Diese auf der eigenen Einschätzung der Betriebe beruhenden Werte stellen eher eine Untergrenze der tatsächlichen Einsparmöglichkeiten dar.
- Eine **Realisierung des Einsparpotenzials beim Material** würde die **Umsatzrendite** erheblich erhöhen. Um den gleichen Effekt durch zusätzlichen Umsatz zu erzielen, müsste z.B. die Chemieindustrie ihren Umsatz um 16 Prozent und die Textilindustrie um 270 Prozent steigern (Fahrzeugbau um 75 Prozent, Maschinenbau 29 Prozent).
- Der **Anteil kleiner und mittlerer Betriebe**, die **mehr als 5 Prozent Materialeinsparpotenzial** in ihrer Produktion sehen, ist mit 36 bzw. 39 Prozent in etwa auf dem gleichen Niveau wie bei großen Betriebe (35 Prozent). Allerdings sehen auch 26 Prozent der kleinen Betriebe kein Einsparpotenzial.
- **Betriebe**, die **komplexe Produkte herstellen**, z.B. EDV-Geräte, **sehen** im Durchschnitt ein **höheres Materialeinsparpotenzial** in ihrer Produktion.
- **Betriebe** setzen **vermehrt** auf **Konzepte zur Steigerung der Materialeffizienz**, wenn sie
  - bei Investitionsentscheidungen die **gesamten Lebenszykluskosten im Blick** haben
  - durch **adäquate Kennzahlen-/ Informationssysteme** die Transparenz bezüglich ihrer betrieblichen Stoffströme steigern
  - sich **breiter** (intern und extern) über **Möglichkeiten zur Verbesserung ihrer Produktionsprozesse informieren**
  - **Kooperationen**, z.B. mit Kunden, Lieferanten oder Forschungseinrichtungen, **aufbauen**.

## 2 Ausgangslage und Fragestellungen

Zur Stärkung des Produktionsstandortes Deutschland ist es wichtig, die in den deutschen Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes vorhandenen Effizienzpotenziale zu erschließen. Hierfür ist nicht nur der Bereich der Lohnkosten zu berücksichtigen, sondern auch andere wesentliche Kostenblöcke sind in die Betrachtung einzubeziehen (Kinkel/Maloca 2009). Dabei besitzen die Materialkosten im Verarbeitenden Gewerbe seit jeher eine hohe Bedeutung. Mit ca. 43 Prozent machen sie den höchsten Anteil an den Gesamtkosten in diesem Wirtschaftssektor aus (Statistisches Bundesamt 2011). Trotzdem zeigen verschiedene Studien, dass die Materialproduktivität seit 1960 lediglich um den Faktor 2 gestiegen ist, während die Arbeitsproduktivität im gleichen Zeitraum um den Faktor 3,5 anstieg (Baron et al. 2005). Steigende Ressourcenpreise, zunehmende Knappheit von bestimmten Materialien und Metallen sowie neue politische Maßnahmenpläne, wie die Rohstoffstrategie der Bundesregierung (BMWi 2010) oder der von der Europäischen Kommission verabschiedete „Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa“ (Europäische Kommission 2011) lassen erwarten, dass der Anreiz zur Steigerung der Materialeffizienz in Industriebetrieben in Zukunft weiter zunehmen wird.

Vor diesem Hintergrund ist es interessant zu beleuchten, wie der aktuelle Stand der Materialeffizienz im Deutschen Verarbeitenden Gewerbe zu beurteilen ist. Auf Basis der ISI-Erhebung „*Modernisierung der Produktion 2009*“ sollen hierzu folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie hoch ist das von den Betrieben für ihre Produktion geschätzte Materialeinsparpotenzial?
- Welche Bedeutung besitzen die dadurch möglichen Kosteneinsparungen für die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe bzw. der Branche insgesamt?
- Schätzen Betriebe unterschiedlicher Größenklassen oder Branchen ihr Effizienzpotenzial unterschiedlich ein?
- Welche Verbreitung besitzen innovative Produktionstechniken bzw. Recyclingkonzepte zur Steigerung der Materialeffizienz?
- Unterscheidet sich die Verbreitung der beschriebenen Konzepte und Techniken in einzelnen Branchengruppen oder in den verschiedenen Betriebsgrößenklassen?
- Welche Instrumente und Konzepte können dazu beitragen, die Hemmnisse zur Erschließung vorhandener Einsparpotenziale zu überwinden?

Die Erhebung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI zur *Modernisierung der Produktion* wird zur Beantwortung dieser Fragestellungen als Datenbasis verwendet. Die Erhebung wird seit 1993 regelmäßig durchgeführt und deckt alle Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ab. Sie zielt darauf ab, die Produktionsstrukturen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland hinsichtlich ihrer Modernität und Leistungsfähigkeit systematisch zu beobachten. Untersuchungsgegenstand sind die verfolgten Produktionsstrategien, der Einsatz innovativer Organisations- und Technikkonzepte in der Produktion, Fragen

des Personaleinsatzes sowie Fragen zur Wahl des Produktionsstandortes. Daneben werden Leistungsindikatoren wie Produktivität, Flexibilität und Qualität erhoben.

Die vorliegenden Analysen stützen sich auf Daten der Erhebungsrunde 2009, für die 15 576 Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland angeschrieben wurden. Bis August 2009 schickten 1 484 Firmen einen verwertbar ausgefüllten Fragebogen zurück (Rücklaufquote 10 Prozent). Die antwortenden Betriebe decken das gesamte Verarbeitende Gewerbe umfassend ab. Unter anderem sind Betriebe des Maschinenbaus und der Metallverarbeitenden Industrie zu 19 bzw. 17 Prozent vertreten, die Elektroindustrie zu 15 Prozent, das Papier-, Verlags- und Druckgewerbe zu 5 Prozent, das Ernährungsgewerbe zu 8 Prozent. Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten stellen 63 Prozent, mittelgroße Betriebe 33 Prozent und große Betriebe (mit mehr als 1 000 Beschäftigten) 4 Prozent der antwortenden Firmen.

### 3 Materialeinsparpotenziale im Verarbeitenden Gewerbe

Insgesamt schätzen die befragten Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes, dass sie im Mittel 7 Prozent ihres Materialverbrauchs in der Produktion einsparen könnten, wenn sie die heute verfügbaren technischen Möglichkeiten optimal ausnutzen würden. Dies scheint auf den ersten Blick im Vergleich zu den von den Betrieben geschätzten 15 Prozent Einsparpotenzial im Energiebereich eher gering zu sein (Schröter et al. 2010). Die Energiekosten machen jedoch mit etwa 2 Prozent einen sehr viel geringeren Anteil an den Gesamtkosten aus (Statistisches Bundesamt 2011), sodass die Möglichkeiten für Kostensenkungen durch Hebung dieser Effizienzpotenziale weitaus geringer einzuschätzen sind.

Das geschätzte Materialeinsparpotenzial verteilt sich sehr unterschiedlich auf die Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes. Während ein Viertel der Betriebe ihr Materialeinsparpotenzial zwischen 6 Prozent und 10 Prozent verorten, schätzen sogar 11 Prozent der Befragten, dass sie über 10 Prozent ihres Materialverbrauchs einsparen könnten. Knapp über 40 Prozent der Betriebe erkennt zumindest ein Potenzial zur Reduzierung des Materialverbrauchs zwischen 1 Prozent und 5 Prozent. Etwas überraschend ist, dass mit etwa 20 Prozent der Befragten doch ein recht großer Anteil vermutet, dass der Materialverbrauch in ihrer Produktion nicht weiter reduziert werden könnte (siehe Abbildung 1).

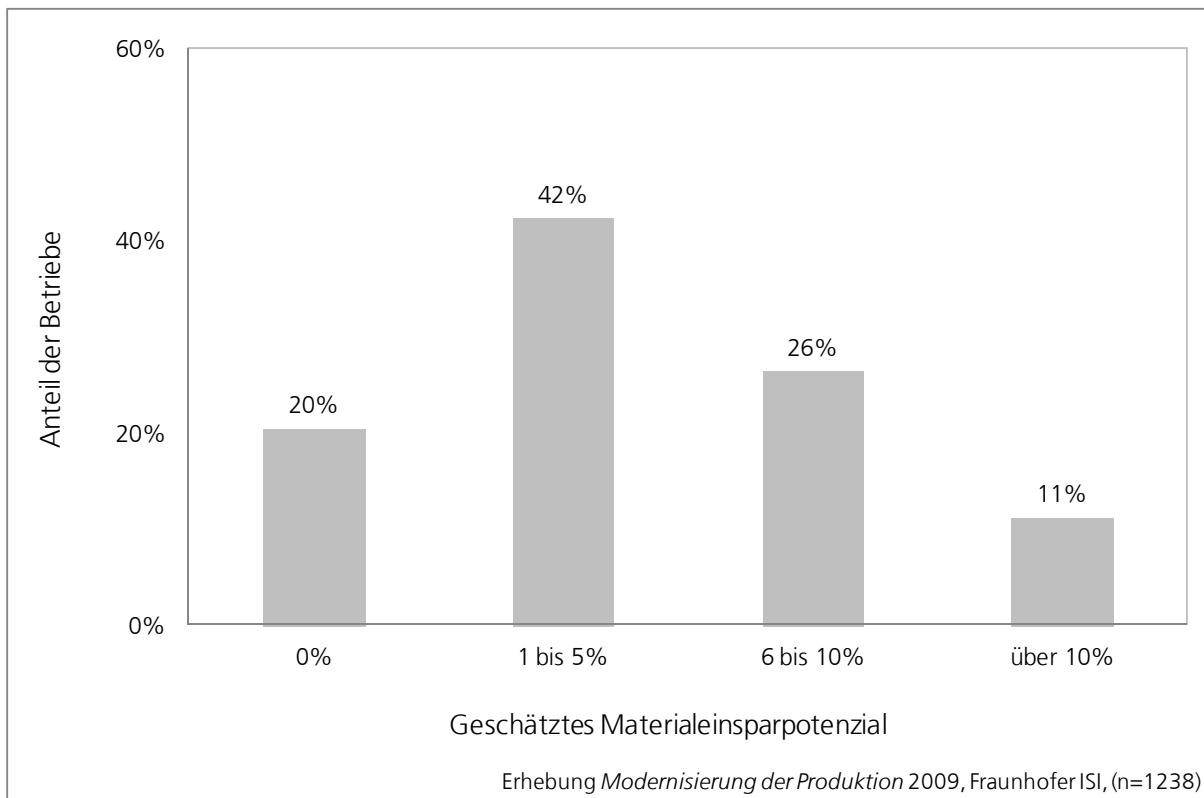


Abbildung 1: Materialeinsparpotenzial im Verarbeitenden Gewerbe

## Betriebsgröße und Materialeinsparpotenziale

In verschiedenen Studien wird hervorgehoben, dass insbesondere kleinen und mittleren Betrieben nicht bewusst ist, dass relevante Einsparungen beim Materialverbrauch in ihrer Produktion möglich wären (Baron et al. 2005). Eine Analyse hinsichtlich der Unterschiede in der Einschätzung von kleinen, mittleren und großen Betrieben bezüglich ihres Materialeffizienzpotenzials zeigt jedoch ein differenzierteres Bild (siehe Abbildung 2).

Wie vermutet nimmt der Anteil der Betriebe, die kein Potenzial in ihrer Produktion zur Reduzierung ihres Materialverbrauchs sehen, mit der Betriebsgröße bedeutend ab. Während lediglich 12 Prozent der großen Betriebe mit 250 oder mehr Beschäftigten äußerten, dass sie keine Möglichkeiten sehen, ihren Materialverbrauch zu reduzieren, waren dies bereits etwa ein Fünftel bei den mittleren Betrieben und sogar ein Viertel aller befragten kleinen Betriebe bis 49 Mitarbeiter.

Nicht zu vermuten war jedoch, dass in etwa jeweils der gleiche Anteil an kleinen, mittleren und großen Betrieben zu der Einschätzung kommt, dass sich in ihrer Produktion eine Reduzierung des Materialverbrauchs von über 5 Prozent realisieren ließe. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass sich im Gegensatz zur vorherrschenden Meinung auch sehr viele kleine und mittlere Betriebe ihres Materialeinsparpotenzials bewusst sind. Gleichwohl ist zu berücksichtigen, dass es einen hohen Anteil an kleinen Betrieben gibt, für die das Thema Materialeffizienz nicht prioritär ist, da sie keine Einsparmöglichkeiten in ihrer Produktion erkennen.

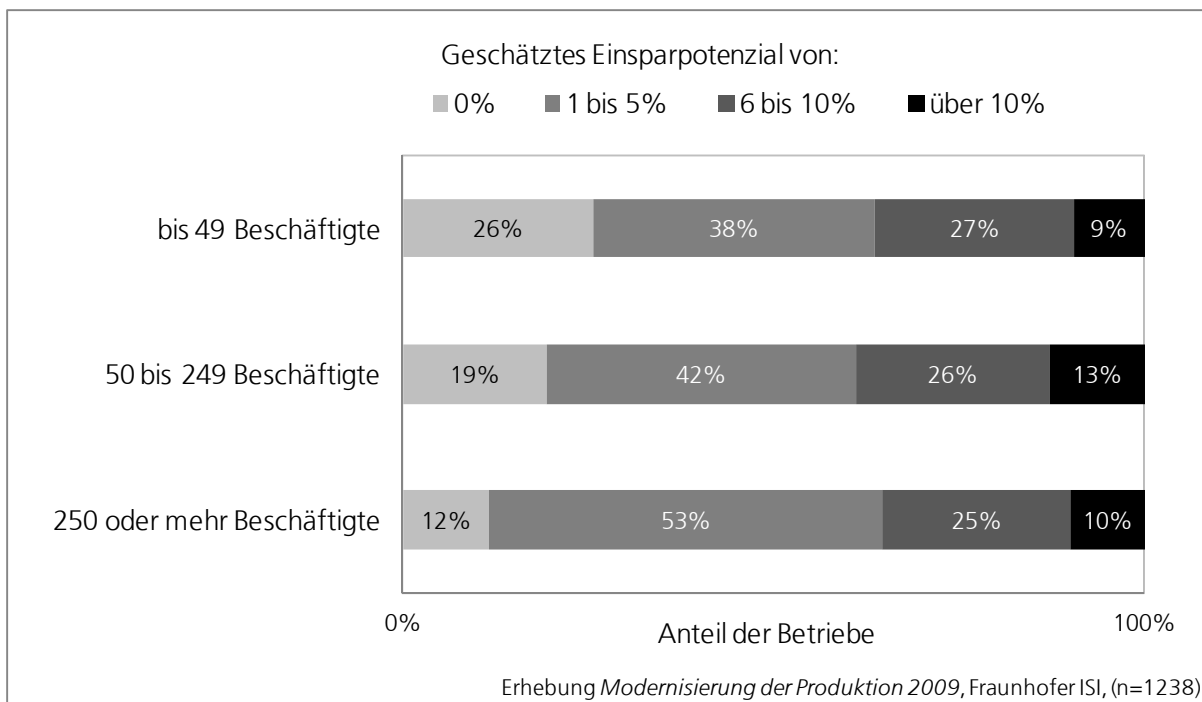


Abbildung 2: Materialeinsparpotenzial nach Betriebsgröße

## Produktkomplexität und Materialeinsparpotenziale

Mit steigender Produktkomplexität steigen in der Regel auch die Anzahl der für die Produktherstellung benötigten Materialien sowie die Komplexität der Beschaffungs-, Dispositions- und Fertigungsprozesse (Lindemann/Gronau 2008). Der Koordinationsaufwand zur effizienten Steuerung der Materialflüsse ist deshalb in Betrieben, die komplexe Produkte herstellen, typischerweise höher, die Transparenz ist oftmals geringer. Zu den komplexen Produkten werden z. B. Geräte der Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie Bürotechnik- und EDV-Geräte gezählt. Weniger komplexe Produkte werden beispielsweise in der Papier-, der Textil- und der Nahrungsmittelindustrie hergestellt. Wie vermutet zeigen die Analysen, dass mit der Höhe der Produktkomplexität die Möglichkeiten der Materialeinsparungen in der Produktion aus Sicht der Betriebe größer werden. So kommen beispielsweise 15 Prozent der Betriebe, die komplexe Produkte herstellen, zu dem Ergebnis, dass sie über 10 Prozent ihres Materialverbrauchs einsparen könnten. Während immerhin noch 10 Prozent der Betriebe mit Erzeugnissen mittlerer Komplexität zu dem gleichen Ergebnis kommen, ist dies bei lediglich 7 Prozent der Betriebe, die einfache Erzeugnisse herstellen, der Fall (Abbildung 3).

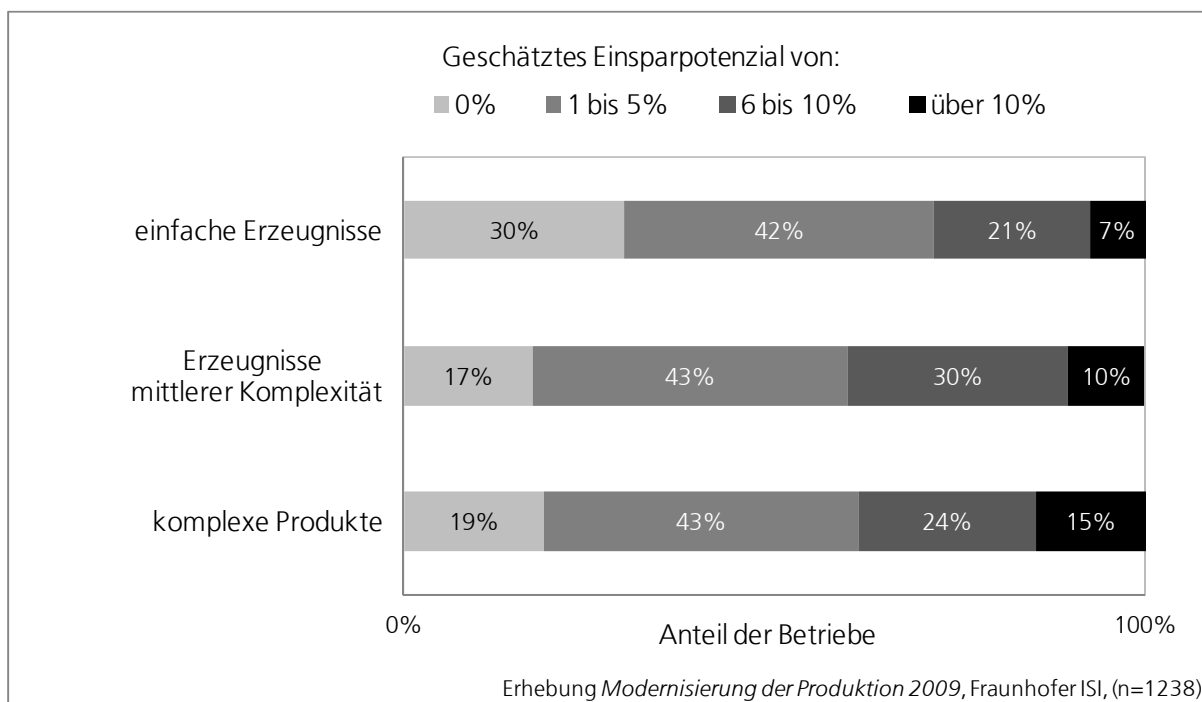


Abbildung 3: Materialeffizienzpotenzial nach Produktkomplexität

Weitere Analysen zeigten, dass die Stellung des Betriebs in der Wertschöpfungskette sowie die Serien- bzw. Chargengröße der hergestellten Produkte keinen Einfluss darauf besitzt, wie die befragten Betriebe ihre Materialeffizienzpotenziale einschätzen.

## Materialeinsparpotenzial in ausgewählten Branchen des Verarbeitenden Gewerbes

Die Art der hergestellten Güter, die dafür verwendeten Produktionsprozesse sowie die Materialkostenanteile differieren in den verschiedenen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes erheblich. Diese Verschiedenartigkeit lässt erwarten, dass auch die eingeschätzten Material-

einsparpotenziale in der Produktion zwischen den Branchen des Verarbeitenden Gewerbes differieren. Das Ergebnis dieser Auswertungen zeigt Abbildung 4.

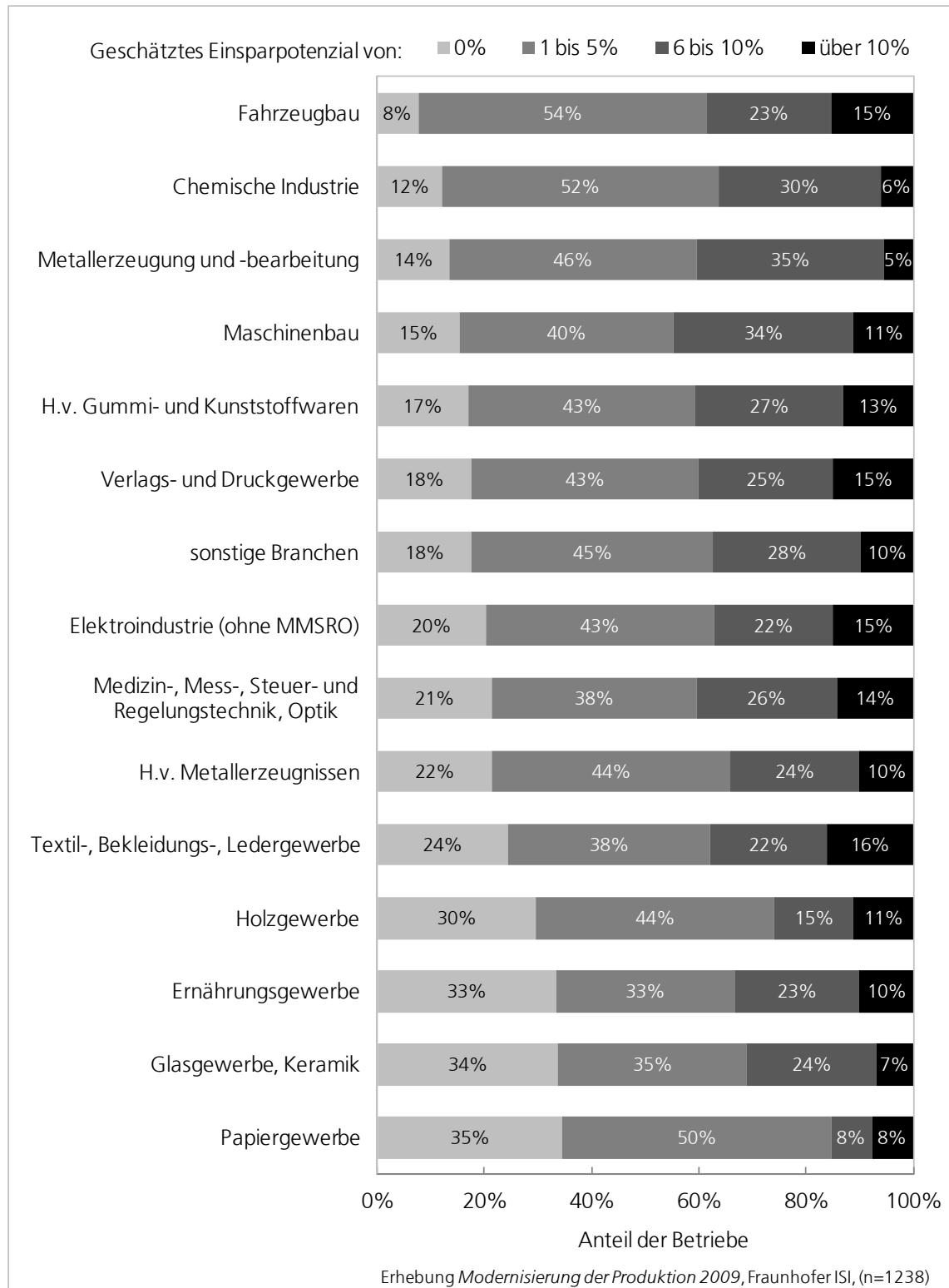


Abbildung 4: Materialeinsparpotenzial in den Branchen des Verarbeitenden Gewerbes

Besonders hoch ist der Anteil der Betriebe, die aus ihrer Sicht mit 6 Prozent und mehr relativ viel Material einsparen könnten, im Maschinenbau mit 45 Prozent. Dagegen schätzen im



Papiergewerbe (16 Prozent) und im Holzgewerbe (26 Prozent) relativ wenige Betriebe, dass Einsparungen im Materialbereich in dieser Höhe möglich wären. In den übrigen Branchen liegt dieser Anteil zwischen 31 Prozent und 40 Prozent der Betriebe.

Keine Möglichkeiten, zu weiteren Materialeinsparungen in der Produktion zu kommen, sehen vor allem Betriebe aus Branchen, die vorwiegend einfache Erzeugnissen herstellen. Hierzu gehören das Papier-, das Glas- und Keramik-, das Ernährungs- sowie das Holzgewerbe. Indessen weisen der Fahrzeugbau, der Maschinenbau sowie die rohstoffnahen Branchen der Metallherzeugung- und Bearbeitung sowie der Chemieindustrie die geringsten Anteile an Betrieben auf, die ebenfalls kein Materialeinsparpotenzial in ihrer Produktion vermuten.

Auf Basis der mittleren Materialeinsparpotenziale sowie der Informationen des Statistischen Bundesamtes über die Materialkostenanteile können nun die absolut möglichen Reduzierungen der Materialkosten in Tsd. Euro für die analysierten Branchen des Verarbeitenden Gewerbes abgeschätzt werden (siehe Tabelle 1).

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, existieren große Unterschiede hinsichtlich der Kosteneinsparung durch Materialeinsparpotenziale zwischen den verschiedenen Branchen. Besonders groß ist mit 15,7 Mrd. Euro das abgeschätzte Kosteneinsparpotenzial im Fahrzeugbau. Dies liegt zum einen an der überdurchschnittlich hohen Materialintensität sowie an dem von den Betrieben dieser Branche geschätzten vergleichsweise hohen mittleren Einsparpotenzial von 7,7 Prozent. Auch das Ernährungsgewerbe, die Chemische Industrie sowie die Elektroindustrie weisen mit möglichen Kosteneinsparungen zwischen jeweils vier und 5,5 Mrd. Euro hohe Einsparpotenziale auf. In der Ernährungsbranche ist dieses relativ hohe Potenzial zur Kostensenkung vor allem aufgrund ihrer hohen Materialintensität zurückzuführen. Das von den Betrieben dieser Branche angegebene mittlere Einsparpotenzial von etwas über 5 Prozent gehört dagegen im Branchenvergleich eher zu den niedrigeren. In anderen Branchen ist das absolute Materialeinsparpotenzial vergleichsweise gering. So könnten bspw. in Branchen wie dem Verlag- und Druckgewerbe oder dem Holzgewerbe lediglich Beträge von unter einer halben Milliarde Euro eingespart werden. Die gesamten geschätzten Kosteneinsparungen über alle hier aufgelisteten Branchen belaufen sich auf etwa 48 Milliarden Euro, welche durch eine effizientere Nutzung von Materialien eingespart werden könnten.

Branchen	Umsatz (in Tsd. Euro, 2008) <sup>(a)</sup>	Material- kostenanteil (in Prozent) <sup>(a)</sup>	Durchschnittliches Einsparpotenzial (in Prozent) <sup>(b)</sup>	Kosteneinsparung bei x-Prozent Materialeinsparung (in Tsd. Euro, 2008) <sup>(1)</sup>
Fahrzeugbau	372.192.394	54,3%	7,7%	15.697.557
Maschinenbau	232.016.419	43,2%	7,0%	7.188.325
Elektroindustrie, incl. MMSRO <sup>(2)</sup>	199.657.870	38,1%	7,1%	5.480.698
Ernährungsgewerbe	161.228.728	54,7%	5,2%	4.600.890
Chemische Industrie	179.524.810	35,4%	6,3%	4.030.207
Metallerzeugung und -bearbeitung	116.293.992	55,5%	5,9%	3.808.173
H.v. Metallerzeugnissen	104.248.653	41,0%	6,1%	2.645.873
H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	69.599.064	41,5%	8,2%	2.376.718
Papiergewerbe	38.581.335	45,7%	4,3%	758.928
Glasgewerbe, Keramik	39.083.179	32,0%	5,5%	689.942
Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerb	22.581.232	41,6%	6,5%	613.259
Holzgewerbe	18.217.587	51,2%	5,0%	468.882
Verlag- und Druckgewerbe	17.951.767	36,7%	7,0%	461.521

Quellen: (a) Statistisches Bundesamt 2010a; (b) Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2009, Fraunhofer ISI, eigene Berechnungen.

Anmerkungen: (1) Die Berechnungen basieren auf den Angaben zu Umsatz und Materialkostenanteil (Spalte 1 und 2, Statistisches Bundesamt 2010a) sowie den Daten zum Einsparpotenzial (Spalte 3, Fraunhofer ISI 2009); (2) MMSRO: Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik

Tabelle 1: Kosteneinsparung basierend auf dem durchschnittlichen Materialeinsparpotenzial nach Branchen<sup>1</sup>

Die in den einzelnen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes erzielten Umsatzrenditen sind typischerweise sehr unterschiedlich. Während beispielsweise die Chemieindustrie in den letzten 10 Jahren im Durchschnitt eine Umsatzrendite vor Steuern von fast 14 Prozent erzielen konnte, erreichte das Textil- und Bekleidungs-gewerbe lediglich eine Umsatzrendite von einem Prozent. Da die Umsatzrendite nicht nur durch eine Steigerung des Umsatzes verbessert werden kann, sondern auch durch Reduzierungen auf der Kostenseite, ist es interessant zu analysieren, welche Bedeutung die abgeschätzten Reduzierungen im Materialkostenbereich für die einzelnen Branchen tatsächlich besitzen.

<sup>1</sup> Durch die Umstellung der Wirtschaftszweigklassifikation von WZ 2003 auf WZ 2008 wurden eigene Berechnungen für den Umsatz auf Basis der Angaben des Statistischen Bundesamts der jeweiligen Branchen notwendig, da in der Erhebung *Modernisierung der Produktion* noch die Klassifizierung WZ 2003 verwendet wurde. Aus diesem Grund war es auch notwendig, die Branchen Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik mit der Elektroindustrie zusammenzufassen.

Hierzu kann folgende Formel verwendet werden (Arnolds et al. 2010):

$$US = \frac{MK(\%) * ME(\%)}{UR(\%)}$$

*MK: Materialkostenanteil in % vom Umsatz in der Branche*

*ME: durchschnittlich geschätztes Materialeinsparpotenzial der Branche in % der Materialkosten*

*UR: Durchschnittliche Umsatzrendite der Branche*

*US: Vergleichbare Umsatzsteigerung der Branche in %*

Unter Heranziehung der von der Deutschen Bundesbank herausgegebenen durchschnittlich realisierten Umsatzrenditen der letzten zehn Jahre auf Branchenebene (Deutsche Bundesbank 2011), der im Rahmen der Erhebung von den Betrieben erfassten branchenspezifischen durchschnittlichen prozentualen Einsparpotenziale sowie der Angaben vom Statistischen Bundesamt zum Umsatz sowie den Materialkostenanteilen der jeweiligen Branche (Statistisches Bundesamt 2010a und 2010b) ergibt sich das in Tabelle 2 dargestellte Bild:

Ein besonders starker Hebel scheint die Realisierung von Materialeffizienzpotenzialen im Textilgewerbe sowie in der Gummi- und Kunststoffindustrie zu sein. Gelänge es, die für diese Branchen abgeschätzten Einsparungsmöglichkeiten vollständig umzusetzen, so wären im Textilgewerbe eine Umsatzsteigerung von etwa 270 Prozent und in der Gummi- und Kunststoffindustrie von ca. 125 Prozent notwendig, um den dadurch erzielbaren Effekt auf die Umsatzrendite in gleicher Höhe zu erhalten. Dieses Ergebnis resultiert vor allem aufgrund der vergleichsweise sehr geringen Umsatzrenditen dieser Branchen. Darüber hinaus trägt im Gummi- und Kunststoffgewerbe auch das von den Betrieben dieser Branche angegebene vergleichsweise hohe Materialeffizienzpotenzial zu diesem Ergebnis bei.

In der Fahrzeugindustrie, der Branche mit dem höchsten Umsatz im deutschen Verarbeitenden Gewerbe, ergibt sich ein ähnlicher Zusammenhang. Würde die Branche den gleichen Effekt auf die Umsatzrendite erzielen wollen, wie den, der sich durch eine Realisierung des geschätzten mittleren Materialeinsparpotenzials von 7,7 Prozent ergäbe, so müsste eine Umsatzsteigerung von etwa 73,5 Prozent erfolgen.

Deutlich wird, dass der Hebel zur Steigerung der Umsatzrendite durch Reduzierung von Materialkosten mit steigender Umsatzrendite der Branchen tendenziell abnimmt. So liegt die vergleichbare Umsatzsteigerung in der Metallerzeugung und -bearbeitung, im Maschinenbau, bei der Herstellung von Metallerzeugnissen sowie in der Chemischen Industrie, die jeweils eine durchschnittliche Umsatzrendite von über 10 Prozent aufweisen, lediglich zwischen 16 und 35 Prozent.

<b>Branchen</b>	<b>Umsatzrendite vor Steuern in % (Durchschnitt der letzten zehn Jahre) <sup>(a)</sup></b>	<b>Vergleichbare Umsatzsteigerung in % <sup>(a,b,c) (1)</sup></b>
Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe	1,0%	271,6%
H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	2,7%	126,5%
Glasgewerbe, Keramik	2,1%	84,1%
Fahrzeugbau	5,6%	75,3%
Elektroindustrie, incl. MMSRO	3,2% bis 5,3%	51,8% bis 85,8%
Verlag- und Druckgewerbe	5,6%	45,9%
Ernährungsgewerbe	6,3%	45,3%
Holzgewerbe	6,3%	40,9%
Papiergewerbe	5,6%	35,1%
Metallerzeugung und -bearbeitung	10,4%	31,5%
Maschinenbau	10,7%	29,0%
H.v. Metallerzeugnissen	10,4%	24,4%
Chemische Industrie	13,8%	16,3%

Quellen: (a) Deutsche Bundesbank 2011; (b) Statistisches Bundesamt 2010b; (c) Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2009, Fraunhofer ISI. Eigene Berechnungen

Anmerkungen: (1) Die Berechnungen basieren auf den Angaben zu Umsatzrendite vor Steuern (Spalte 1, Deutsche Bundesbank 2011), den Daten zu Materialkosten (Statistisches Bundesamt 2010b) sowie den geschätzten Einsparpotenzialen aus Tabelle 1.

**Tabelle 2: Vergleichbare Umsatzsteigerung verschiedener Branchen im Gegensatz zur möglichen Kosteneinsparung durch Materialeinsparpotenziale<sup>2</sup>**

Insgesamt zeigt sich bei einem Vergleich von Tabelle 1 und Tabelle 2, dass die absoluten Kostenreduzierungen durch eine Steigerung der Materialeffizienz zwar für einzelne Branchen wie der Textilindustrie vergleichsweise gering ausfallen, diese aber ausreichen, um die Wirtschaftlichkeit in der Branche bedeutend zu steigern.

<sup>2</sup> Durch die Umstellung der Wirtschaftszweigklassifikation von WZ 2003 auf WZ 2008 wurden eigene Berechnungen für die Umsatzrendite notwendig. Die Umsatzrenditen der Elektroindustrie sowie der Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MMSRO) wurden in den Angaben der Deutschen Bundesbank (2011) getrennt ausgewiesen, so dass für diese Branchen hier lediglich eine Bandbreite angegeben werden kann.

## 4 Verbreitung von Konzepten zur Steigerung der Materialeffizienz im Deutschen Verarbeitenden Gewerbe

Einen Eindruck über die aktuelle Relevanz des Themas Materialeffizienz in den Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes kann man gewinnen, wenn man die Verbreitung wesentlicher Konzepte zur Reduzierung des Materialverbrauchs analysiert. Im Folgenden wird der Stand der Nutzung derartiger Konzepte im Verarbeitenden Gewerbe betrachtet.

Dabei sind einerseits **Recycling-Konzepte**, wie die Produktrücknahme nach der Produktnutzungsphase, der Einsatz von Recyclingmaterialien zur Produktherstellung sowie die Verwendung von Reststoffen zur internen Energieerzeugung, von Interesse. Neben diesen einzelbetrieblichen Ansätzen zur Materialeinsparung bieten auch betriebsübergreifende Ansätze, sogenannte Recyclingnetzwerke, Optionen, die Materialeffizienz zu steigern. In **Recyclingnetzwerken** beliefern Betriebe andere Betriebe mit Kuppelprodukten bzw. Produktionsreststoffen zur weiteren Verwertung, welche ansonsten ggf. deponiert und nicht weitergenutzt worden wären (Spengler 1998, Schwarz 1994).<sup>3</sup>

Materialeinsparungen können neben dem Recycling auch durch die **Substitution klassischer Materialien** durch neuartige Werkstoffe, wie z. B. auf Basis nachwachsender Rohstoffe oder durch die **Verwendung neuartiger Techniken**, wie die Trockenbearbeitung bzw. Minimalmengenschmierung, erreicht werden. Das Materialeffizienzpotenzial der Minimalmengenschmierung ergibt sich dabei aus der Möglichkeit, das Kühlen bei Zerspanungsprozessen ohne bzw. nur mit geringen Mengen Kühlschmiermittel umzusetzen.

Der Stand der Nutzung dieser Konzepte bei Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland ist in Abbildung 5 grafisch dargestellt.

---

<sup>3</sup> Um zu analysieren, welche Produktionsbetriebe außerhalb der Recyclingbranche in derartigen Netzwerken agieren, wurden in der Erhebung die Betriebe gefragt, ob sie zur Verwertung/Lieferung von Produktionsreststoffen mit anderen Betrieben/Unternehmen kooperieren, die keine spezialisierte Verwertungsunternehmen sind.

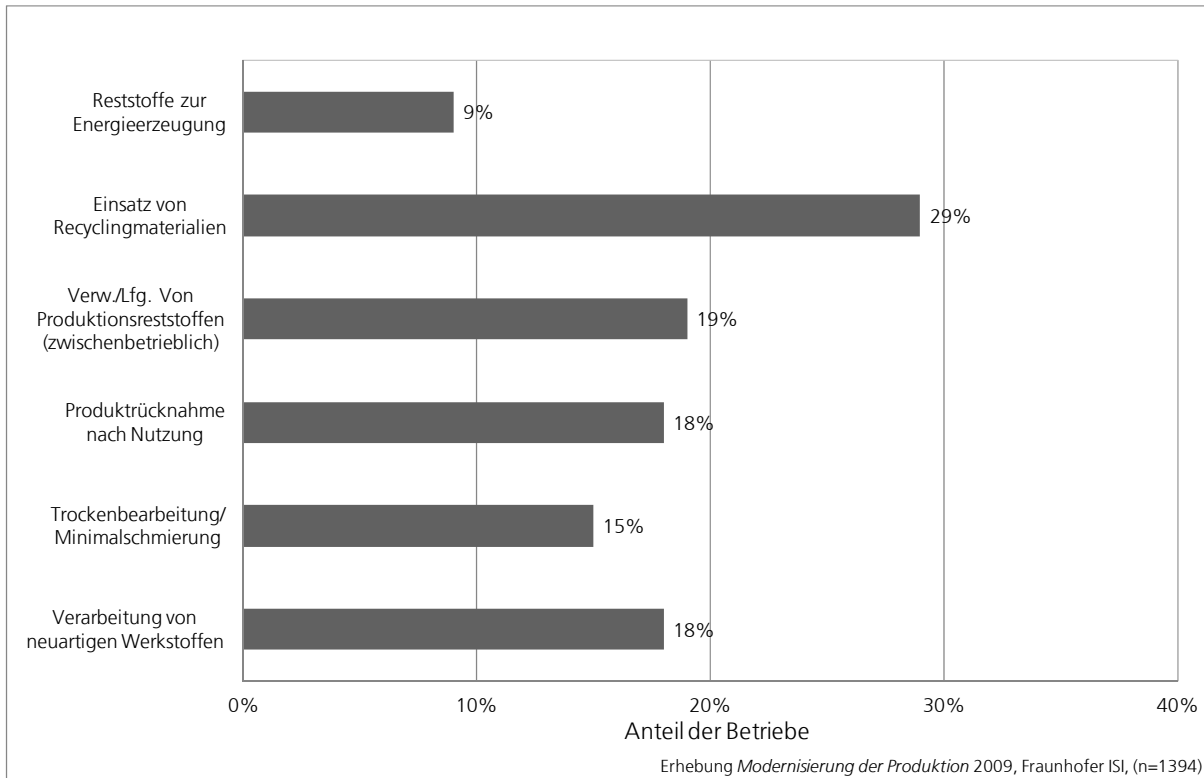


Abbildung 5: Anteilige Umsetzung von Materialeffizienzkonzepten

Betrachtet man die Verbreitung von Materialeffizienzkonzepten über das gesamte Verarbeitende Gewerbe, so zeigt sich, dass, je nach Konzept, etwa 10 bis 30 Prozent der Betriebe Materialeffizienzkonzepte nutzen. Werden jedoch die einzelnen Konzepte hinsichtlich ihrer Verbreitung in den verschiedenen Branchen untersucht, ergibt sich ein sehr heterogenes Bild:

- **Reststoffe zur Energieerzeugung** finden insbesondere im Holzgewerbe eine sehr starke Verbreitung (69 Prozent der Betriebe). In dieser Branche bietet es sich an, das bei der Produktion in großen Mengen anfallende Restholz häufig thermisch zu verwerten. Die Relevanz dieses Konzepts ist in den anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes sehr viel geringer. Noch vergleichsweise häufig genutzt wird es in der Chemischen Industrie, dem Verlags- und Druckgewerbe sowie in der Gummi- und Kunststoffindustrie. Zwischen 11 und 14 Prozent der Betriebe in diesen Branchen nutzen Reststoffe zur Energieerzeugung.
- Das Konzept **Einsatz von Recyclingmaterialien** wird vor allem im Papiergewerbe (62 Prozent der Betriebe) und in der Gummi- und Kunststoffproduktion (63 Prozent der Betriebe) genutzt. Dies ist nicht überraschend, da in diesen Branchen bekanntermaßen Altpapier und Kunststoffrezyklate für die Herstellung von Gütern verwendet werden. Demgegenüber findet dieser Ansatz im Maschinenbau, bei der Herstellung von Metallerzeugnissen sowie im Ernährungsgewerbe bisher kaum Anwendung (jeweils zwischen 11 und 16 Prozent der Betriebe).

- Die **Rücknahme von Produkten nach ihrer Nutzungsphase** wird in der Chemischen Industrie, der Gummi- und Kunststoffproduktion sowie der Metallherzeugung von etwa 25 Prozent der Betriebe praktiziert. Im Fahrzeugbau, der Elektroindustrie und dem Maschinenbau machen dies etwa 20 Prozent aller Betriebe. In diesen Branchen ist die Produktrücknahme so zu verstehen, dass diese gebrauchten Güter tatsächlich wieder in den Betrieben ankommen. Auch wenn in diesen Branchen gesetzliche Richtlinien zur Produktrücknahme und zum Recycling verabschiedet wurden, wird diese Aufgabe üblicherweise an dafür spezialisierte Betriebe aus dem Recyclingbereich übertragen.
- Die **Lieferung und Verwendung von Produktionsreststoffen** im Rahmen von Recyclingnetzwerken findet im Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe, im Verlags- und Druckgewerbe, in der Gummi- und Kunststoffproduktion, in der Glas- und Keramikindustrie sowie in der Metallherzeugung eine hohe Verbreitung (alle zwischen 30 und 38 Prozent der Betriebe).
- Die **Trockenbearbeitung** wird insbesondere in der Metallherzeugung- und -bearbeitung, in der Herstellung von Metallherzeugnissen und im Fahrzeugbau eingesetzt (alle größer 25 Prozent). Da Zerspanprozesse in diesen Branchen eine bedeutende Rolle einnehmen, ist diese hohe Verbreitung nachvollziehbar.
- **Neuartige Werkstoffe**, bspw. auf der Grundlage nachwachsender Rohstoffe, werden vor allem im Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe, im Holzgewerbe sowie bei der Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren verarbeitet (alle über 30 Prozent der Betriebe).

## 5 Verbreitung von ausgewählten Instrumenten zur Überwindung von Hemmnissen zur Realisierung des vorhandenen Materialeinsparpotenzials

Insgesamt stehen den Unternehmen eine große Anzahl an Technologien und Konzepten zur wirtschaftlichen Realisierung der vorhandenen Materialeinsparpotenziale zur Verfügung. Trotzdem werden diese Möglichkeiten aufgrund bestehender Hemmnisse noch nicht vollumfänglich von den Betrieben wahrgenommen. Zu den typischen Hemmnissen zählen beispielsweise (siehe auch Baron et al. 2005; Wied/Brüggemann 2009):

- Fehlendes Bewusstsein
- Mangelnde Kenntnis über das in den Betrieben vorhandene Einsparpotenzial
- Mangelnde Informationsverfügbarkeit über Ansätze zur Materialeffizienz
- Fehlende Personalkapazität
- Hoher organisatorischer Aufwand
- Hohe Investitionsbedarfe und zu lange Amortisationszeiten

Zur Überwindung dieser Hemmnisse werden verschiedene Ansätze und Instrumente vorgeschlagen, deren Einsatz letztendlich zu einer Steigerung der Materialeffizienz in den Betrieben führen soll. Im Folgenden wird auf Basis der Erhebung *Modernisierung der Produktion* analysiert, ob Betriebe in stärkerem Maße Konzepte zur Steigerung der Materialeffizienz anwenden, wenn sie folgende Ansätze und Instrumente nutzen:

- Umweltkennzahlensysteme
- Lebenszykluskostenrechnung zur Investitionsbewertung
- Nutzung einer hohen Anzahl an Informationsquellen als Impulsgeber für Prozessinnovationen in der Produktion sowie
- Einbindung in Kooperationen zur Verbesserung von Produktionsprozessen

Zur Vereinfachung der Darstellung wird im Folgenden lediglich zwischen Betrieben unterschieden, die mindestens eines der in Kapitel 4 beschriebenen Konzepte nutzen, und Betrieben, die keines der Materialeffizienzkonzepte nutzen.

### **Umweltkennzahlensysteme und Nutzung von Materialeffizienzkonzepten**

Voraussetzung für die Initiierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Materialeffizienz ist, dass betriebliche Entscheidungsträger wissen, wie hoch das Einsparpotenzial in ihrer Produktion ist und wo sich besonders markante Schwachstellen im Hinblick auf den Materialverbrauch befinden. Die hierfür notwendige Informationsbasis kann durch die Verwendung eines Umweltkennzahlensystems aufgebaut werden. Der Zweck dieser Systeme ist es, Material- und Energieverbräuche im Betrieb durch die Verwendung von Kennzahlen in einer transparenten Form zugänglich zu machen. Diese Informationen helfen Betrieben sowohl bei der internen Formulierung von Materialeffizienzzielen sowie bei der Entscheidung, welche Maßnahmen zur Zielerreichung umgesetzt werden sollen.



Bei der Analyse des Einflusses der Anwendung von Umweltkennzahlensystemen auf den Einsatz der untersuchten Materialeffizienzkonzepte zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang (siehe Abbildung 6). 75 Prozent der Betriebe, die Umweltkennzahlensysteme verwenden, setzen auch mindestens eins der untersuchten Materialeffizienzkonzepte ein. Im Gegensatz dazu setzen lediglich 54 Prozent der Betriebe ohne Umweltkennzahlensystem mindestens eins dieser Einsparkonzepte ein. Vertiefte Analysen zeigen, dass dieser Zusammenhang auch unabhängig von der Betriebsgröße besteht. Darüber hinaus wird bei einer detaillierten Betrachtung der einzelnen Materialeffizienzkonzepte deutlich, dass jedes von diesen von Betrieben mit Umweltkennzahlensystemen weitaus häufiger eingesetzt wird als von Betrieben ohne Umweltkennzahlensystem.

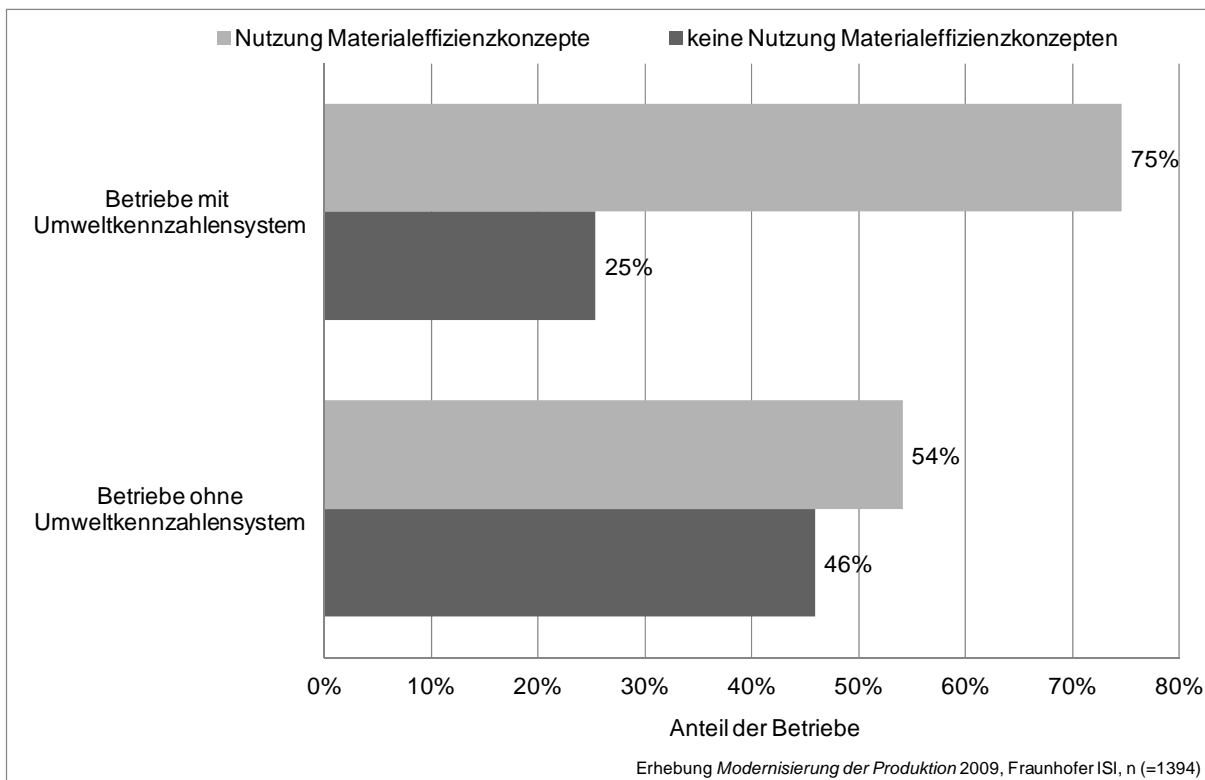


Abbildung 6: Nutzung von Umweltkennzahlensystemen und Materialeffizienzkonzepten

Bedenklich erscheint jedoch, dass derzeit lediglich 17 Prozent der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe Umweltkennzahlensysteme nutzen. Die Branchen, in denen Betriebe Umweltkennzahlensysteme am häufigsten einsetzen, sind die Metallherzeugung und -bearbeitung (42 Prozent der Betriebe) und der Fahrzeugbau (34 Prozent der Betriebe). Demgegenüber verwenden diese noch nicht einmal 10 Prozent der Betriebe im Verlag- und Druckgewerbe sowie im Ernährungsgewerbe (Schröter et al. 2009).

## Bewertung nach Lebenszykluskosten und Umsetzung von Materialeffizienzmaßnahmen

Investitionen in Maßnahmen zur Materialeffizienz sind aus Sicht der Betriebe oftmals mit einem hohen Risiko verbunden. Gründe hierfür liegen etwa in der unsicheren Entwicklung der Materialpreise, der Veränderung von gesetzlichen Vorgaben sowie der Technologieentwicklung. Dies bewirkt, dass Materialeffizienzmaßnahmen, wie beispielsweise die Investition in materialsparende Produktionstechnologien oder die verstärkte Nutzung von Recyclingmaterialien in der Produktion, nicht umgesetzt werden. Eine Überwindung dieser Hemmnisse erfordert, dass Entscheidungsträger verlässliche Informationen über die entstehenden Folgekosten bzw. Kosteneinsparungen besitzen und sich damit die Unsicherheit und das daraus resultierende Risiko reduzieren. Neben den genannten Umweltkennzahlensystemen werden dafür auch geeignete Berechnungsmethoden benötigt. Hierzu gehören etwa die Lebenszykluskostenrechnung bzw. der Total Cost of Ownership-Ansatz (TCO) (Mattes/Schröter 2011).

Auswertungen der Erhebung *Modernisierung der Produktion* zeigen auf, dass Betriebe, die ihre Investitionen unter Berücksichtigung der gesamten Lebensdauerkosten bewerten, signifikant häufiger (81 Prozent der Betriebe) Konzepte zur Steigerung der Materialeffizienz einsetzen, wie Betriebe, die für ihre Investitionsentscheidungen lediglich die Anschaffungskosten einbeziehen (54 Prozent der Betriebe). Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 grafisch dargestellt.

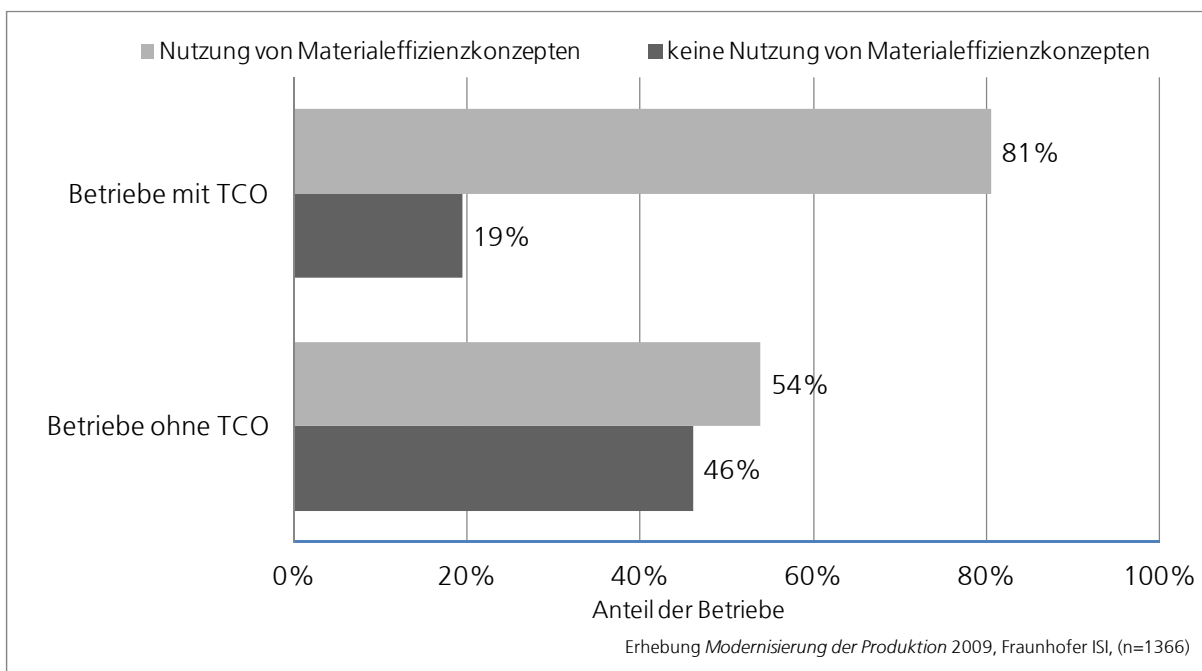


Abbildung 7: Nutzung von Materialeffizienzkonzepten und TCO

Der festgestellte Zusammenhang bestätigt sich sowohl für kleine, mittlere wie große Betriebe. Vertiefte Analysen zeigen außerdem, dass die analysierten Einzelmaßnahmen jeweils häufiger von Betrieben, die Lebenszykluskostenbewertungen vornehmen, umgesetzt wurden. Insgesamt ist davon auszugehen, dass durch die Verwendung dieser Bewertungsan-

sätze die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit der Maßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz transparenter wird und damit Anreize zur Investition entstehen.

Bei einer Betrachtung der Verbreitung von Lebenszykluskostenansätzen im Verarbeitenden Gewerbe wird allerdings deutlich, dass der absolute Beitrag dieses Instruments bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist. So nutzen erst 14 Prozent aller Betriebe diesen Ansatz zur methodischen Unterstützung ihrer Investitionsentscheidungen. Dabei gibt es große Unterschiede in den Nutzungshäufigkeiten zwischen den verschiedenen Branchen. Während im Fahrzeugbau und in der Elektroindustrie mehr als ein Viertel der Betriebe diese Methodik einsetzen, sind es im Holzgewerbe, im Verlag- und Druckgewerbe sowie im Papiergewerbe maximal 7 Prozent aller Betriebe (Schröter et al. 2010).

### **Nutzung von Informationsquellen als Impuls für Materialeffizienzinnovationen**

Materialeffizienzsteigerungen führen in der Produktion, dazu, dass die gleiche Menge an Gütern mit einem geringeren Materialverbrauch hergestellt werden kann. Diese Verbesserungen sind häufig auf technische oder organisatorische Prozessinnovationen zurückzuführen (Rennings et al. 2005). Eine Möglichkeit zur Überwindung des Hemmnisses der mangelnden Informationsverfügbarkeit über bestehende Ansätze zur Reduzierung der Materialkosten in der Produktion könnte nun darin bestehen, unterschiedliche Informationsquellen innerhalb und außerhalb des Betriebs zu nutzen. Mögliche interne Informationsquellen stellen beispielsweise die eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung oder Beschäftigte aus anderen Bereichen dar. Außerhalb des Betriebs ist es möglich, relevante Informationen von Kunden, Zulieferern, Wettbewerbern, Forschungseinrichtungen und Hochschulen oder auf Konferenzen, Messen oder sonstigen Fachveranstaltungen zu erhalten. Aufgrund der unterschiedlichen Informationszugänge und Hintergründe können dabei sehr spezifische Informationen über alternative Möglichkeiten zur Materialeinsparungen von diesen Quellen kommen. Es ist deshalb zu vermuten, dass das eigene Know-how über Materialeffizienzkonzepte mit der genutzten Anzahl an unterschiedlichen Informationsquellen steigt und damit auch die Wahrscheinlichkeit, dass diese Konzepte in stärkerem Maße umgesetzt werden.

Eine Auswertung der Datenbasis bestätigt diesen Zusammenhang eindrucksvoll. So wächst der Anteil der Betriebe, die die oben beschriebenen Materialeffizienzkonzepte anwenden, mit der Anzahl genutzter Informationsquellen als Anstöße für technische und organisatorische Prozessinnovationen deutlich an.

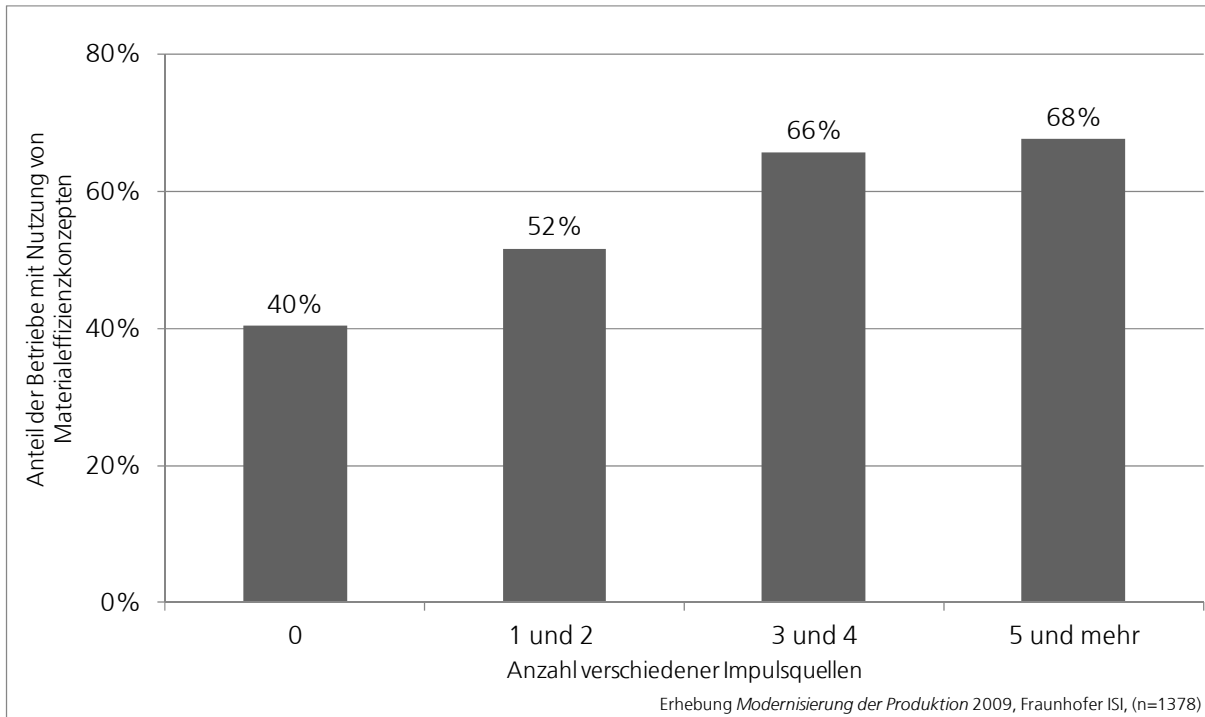


Abbildung 8: Nutzung verschiedener Impulsquellen und Materialeffizienzkonzepten

### **Nutzung von Kooperationspartnern als Impulsgeber für Materialeffizienzinnovationen**

Eine weitere Möglichkeit zur Überwindung des mangelnden Einsatzes von Materialeffizienzkonzepten in Unternehmen scheint der Ausbau von Kooperationspartnern darzustellen. Diese Kooperationspartner können beispielsweise komplementäres Wissen, z. B. über gemachte Erfahrungen bei der Umsetzung von Materialeffizienzkonzepten, bereitstellen. Kooperationen mit Kunden helfen beispielsweise dabei zu beurteilen, ob der Einsatz von Recyclingmaterialien oder von neuartigen Werkstoffen in neue Produkte vom Kunden akzeptiert wird. Da die Umsetzung von Materialeffizienzkonzepten in der Regel mit Verbesserungen technischer oder organisatorischer Prozesse einhergehen (Rennings et al. 2005), wurde deshalb analysiert, ob Betriebe, die in diesen Innovationsbereichen kooperieren, vermehrt Ansätze zur Materialverbrauchsreduzierung umgesetzt haben. Mögliche Kooperationspartner, welche Einfluss auf die Verbesserung nehmen können, sind bspw. Kunden, Zulieferer, Wettbewerber, Dienstleister oder Forschungseinrichtungen und Hochschulen.

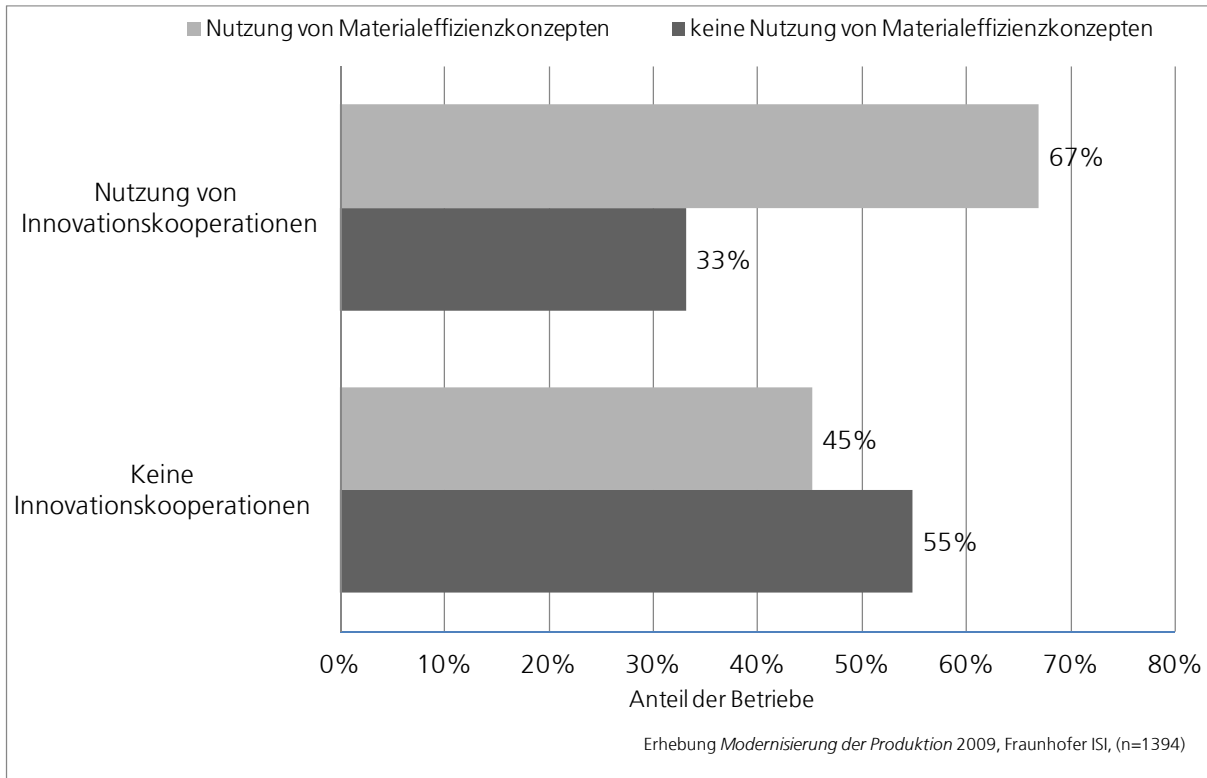


Abbildung 9: Nutzung von Kooperationspartnern und Materialeffizienzkonzepten.

Mit Hilfe einer Auswertung der Datenbasis lässt sich diese Vermutung weiter stützen. So lässt sich zeigen, dass Betriebe mit einem oder mehreren Kooperationspartnern durchschnittlich zu 67 Prozent Materialeffizienzkonzepte einsetzen. Lediglich 33 Prozent der Betriebe, welche einen oder mehrere Kooperationspartner haben, nutzen keine der analysierten Materialeffizienzkonzepte. Vergleicht man diese Anteile mit Betrieben, welche keine Kooperationspartner aufweisen, so zeigt sich ein deutlich anderes Bild. Hier nutzen lediglich 45 Prozent der Unternehmen mindestens eines der untersuchten Konzepte zur Steigerung der Materialeffizienz. Der größere Anteil an Betrieben, 55 Prozent, setzt jedoch keine dieser Konzepte ein. Die hier dargestellte Grafik lässt vermuten, dass der Aufbau von Kooperationspartnern durch ihre zusätzlichen Informationen einen positiven Einfluss auf den Einsatz von Materialrecyclingkonzepten in Betrieben hat.

### Determinanten von Konzepten zum Materialrecycling

Als nächster Schritt ist es interessant zu identifizieren, wie hoch der jeweilige Einfluss der analysierten Ansätze auf Betriebe ist, in Konzepte zur Steigerung der Materialeffizienz zu investieren. Methodisch bietet sich dafür eine Probit-Schätzung an (Komlos/Sussmuth 2010). Zu berücksichtigen war dabei, dass sich die analysierten Konzepte zur Steigerung der Materialeffizienz insgesamt sehr unterscheiden, deutlich zu sehen beispielsweise bei der Analyse der Verbreitung in den einzelnen Branchen. Aus diesem Grund wurden für die nachfolgenden Analysen eine Beschränkung auf jene drei Konzepte vorgenommen, die zu einem verstärkten thermischen oder werkstofflichen Materialrecycling führen und damit einen inhaltlichen Zusammenhang aufweisen. Dies sind:

- die Nutzung von Reststoffen zur internen Energieerzeugung,
- der Einsatz von Recyclingmaterialien zur Produktherstellung sowie
- die Verwertung/Lieferung von Produktionsreststoffen von bzw. an andere Betrieben/Unternehmen.

In welchem Maße einzelne Einflussgrößen die Wahrscheinlichkeit beeinflussen, dass ein Betrieb mindestens eins dieser Materialrecyclingkonzepte einsetzt, fasst Tabelle 3 zusammen:

Unabhängige Variable	Wirkungsrichtung	Signifikanz
Anzahl Beschäftigte		n.s.
Produktkomplexität		n.s.
Seriengröße		n.s.
Lebenszykluskostenbewertung / Total Cost of Ownership	+	**
Umweltkennzahlensysteme	+	**
Kooperationspartner	+	+
Anzahl Informationsquellen	+	**

Anmerkungen: Signifikanzniveau: + =  $p < 0.1$ ; \* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ .

In der Probit-Analyse wurde zusätzlich auf den Einfluss der Branche kontrolliert.

Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2009, Fraunhofer ISI. Eigene Berechnungen.

Tabelle 3: Unabhängige Konstrukte und deren Einflüsse auf die Nutzung von Materialeffizienzkonzepten

Wie vermutet, ist ein wesentlicher Erklärungsfaktor die betriebliche Nutzung von Lebenszykluskostenbewertungen bzw. der TCO-Methode. Hier zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen ihrem Einsatz und der Umsetzung von Materialrecyclingkonzepten. Ebenfalls bestätigt hat sich die Vermutung, dass der Einsatz von Umweltkennzahlensystemen in den Betrieben einen positiven Einfluss auf die Nutzung von Materialrecyclingkonzepten besitzt. Zudem zeigt sich, dass die Breite genutzter Informationsquellen einen positiven Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit besitzt, dass Betriebe mindestens eines der hier analysierten Konzepte nutzen. Damit setzen Betriebe mit einer hohen Anzahl an Informationsquellen, welche auf Impulse für Prozessinnovationen abzielen, häufiger Materialrecyclingkonzepte ein als Unternehmen mit einer geringen Anzahl an Informationsquellen. Kooperationen zur Verbesserung innerbetrieblicher Produktionsprozesse scheinen ebenfalls wie erwartet einen positiven Einfluss auf den Einsatz von Materialrecyclingkonzepten zu haben, allerdings ist dieser Zusammenhang statistisch nicht abgesichert.

Überraschend ist, dass die Betriebsgröße, gemessen an der logarithmierten Anzahl der Beschäftigten, keinen Einfluss auf die Nutzung von Materialrecyclingkonzepten besitzt. Zu vermuten war auch, dass diese Konzepte vor allem bei Betrieben eingesetzt werden, die einfache Produkte herstellen oder in Großserien produzieren. Die Analyse zeigte jedoch, dass diese Betriebe im Vergleich zu denen, die komplexe Produkte herstellen bzw. in Kleinserien

produzieren, keine signifikant höhere Chance besitzen, Materialrecyclingkonzepte einzusetzen. Die Vermutung eines Einflusses dieser drei Größen lässt sich somit nicht abstützen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine Nutzung einer adäquaten Informationsbasis in Betrieben, hier Lebenszykluskostenbewertungen bzw. TCO-Ansatz sowie Umweltkennzahlensysteme, einen positiven Einfluss auf die Nutzung von Konzepten zur Senkung der Materialkosten aufweist. Ebenso scheint sich eine breite Nutzung von Informationsquellen und der Aufbau von Kooperationen positiv auf den Einsatz von Materialeffizienzkonzepten auszuwirken. Die Vermutung dieser Zusammenhänge aus den deskriptiven Untersuchungen lässt sich somit auf Basis der abschließenden multiplen Probit-Analyse für Materialrecyclingkonzepte abstützen.

## 6 Fazit

Das Thema Materialeffizienz entwickelt sich immer mehr zu einem der prioritären Themen in Wirtschaft und Politik. Real existierende und vermutete globale Knappheiten bestimmter Rohstoffe, steigende Materialkosten und die Abhängigkeiten Deutschlands als rohstoffarmes Land von Importen vieler Materialien sind nur einige der Gründe, die dazu beitragen. Das Ziel, Deutschland zu einer materialeffizienten Volkswirtschaft zu machen, zeigt sich beispielsweise in den politischen Initiativen der Bundesregierung, z. B. der Verabschiedung der Rohstoffstrategie (BMWi 2010).

Wie die Analysen der Datenbasis der ISI Erhebung *Modernisierung der Produktion 2009* zeigen konnten, schätzen die Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes im Mittel, dass sie 7 Prozent ihres Materialverbrauchs in der Produktion einsparen könnten. Für die in dieser Studie betrachteten Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ergibt sich dadurch ein geschätztes jährliches Materialeinsparpotenzial in Höhe von ca. 48 Mrd. Euro, wovon allein im Fahrzeugbau fast 16 Mrd. Euro aus Sicht der Betriebe realisiert werden könnten.

Zur Erschließung dieses Einsparpotenzials ist es jedoch notwendig, dass die Betriebe in eine materialeffiziente Produktion investieren. Die Neigung dieses zu tun hängt jedoch maßgeblich davon ab, welchen zusätzlichen Gewinnbeitrag sich der Betrieb durch diese Maßnahmen erhoffen kann. Die Analysen haben gezeigt, dass insbesondere in Branchen mit einer relativ niedrigen Umsatzrendite, wie der Textilindustrie, ein hoher Anreiz bestehen müsste, Kosteneinsparungen im Materialbereich zu reduzieren, da dadurch die Wirtschaftlichkeit der Betriebe stark gesteigert werden könnte. Trotzdem sind die identifizierten Potenziale vorhanden. Hemmnisse, wie mangelnde Kenntnisse bezüglich des vorhandenen Einsparpotenzials bzw. von Konzepten zur Steigerung der Materialeffizienz, scheinen in diesen Branchen besonders stark zu wirken.

Deutlich wurde auch, dass die Nutzung adäquater Informations- und Bewertungssysteme, wie Umweltkennzahlensysteme und Lebenszykluskostenbewertungen, einen wesentlichen Beitrag zur Überwindung von Hemmnissen zur Investition in materialeffiziente Produktionskonzepte leisten können. Nicht nur die Nutzung derartiger Instrumente ist wichtig, sondern auch, dass die Betriebe sich breit, unter Nutzung einer großen Anzahl verschiedener Informationsquellen, über Möglichkeiten der Materialeinsparung informieren und in Kooperationen zur Verbesserung des Leistungserstellungsprozesses eingebunden sind.

Diese Ansätze werden jedoch insbesondere von kleinen und mittleren Betrieben noch in vergleichsweise geringem Maße genutzt. Begrenzend für eine breitere Anwendung wirkt hier vor allem, dass in diesen Betrieben in der Regel nur eine geringe Personalkapazität dafür vorgesehen ist, Aufgaben der Produktionsmodernisierung, wie z. B. die Steigerung der Materialeffizienz in der Produktion, wahrzunehmen (Lay et al 2009). Zur Lösung dieses Problems wird von Lay et al. (2009) empfohlen, „den Information Overflow zu reduzieren und ein qualitativ besseres Transferangebot zu schaffen, das mit weniger Aufwand ein kontinuierliches Monitoring erlaubt.“ Einzelne Lösungsansätze existieren bereits. So fördert das BMWi in seinem Förderprogramm BMWi Innovationsgutscheine (go-Inno) die Beratung von KMU zur Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz. Die vom BMBF geförderte „Effizienzfabrik –



Innovationsplattform Ressourceneffizienz in der Produktion“ ist ein weiterer innovativer Ansatz, der die Forschungsergebnisse des gleichnamigen Förderschwerpunkts in die Breite kommunizieren soll. Diese Plattform ermöglicht es Betrieben, die spezifische Lösungen zur Verbesserung ihrer Ressourceneffizienz in der Produktion suchen, mit dem sogenannten Effizienznavigator schnell und mit wenig Aufwand die in den Verbundprojekten entwickelten Lösungsansätzen zu finden. Im Bereich der Energieeffizienz ist das Konzept örtlich lernender Energieeffizienznetzwerke bekannt. Im Rahmen dieser Netzwerke treffen sich etwa 15 – 20 Betriebe zu einem moderierten Erfahrungsaustausch mit dem Ziel, bestehende Hemmnisse abzubauen. Wie Beispiele aus Deutschland und der Schweiz zeigen, führt dieser Austausch bei den beteiligten Betrieben dazu, dass sich sowohl der Wissensstand hinsichtlich technischer Möglichkeiten zur Energieeinsparung als auch die betriebliche Energieeffizienz selbst im Vergleich zum Durchschnitt der Industrie stark verbessert (Jochem et al 2010). Eine Übertragung dieser Ansätze auf die Thematik der Materialeffizienz erscheint deshalb vielversprechend.

Insgesamt hat diese Studie aufgezeigt, dass sowohl aus volkswirtschaftlicher als auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht im Themenfeld Materialeffizienz noch großes Potenzial steckt, das es zu erschließen gilt.

## Literaturverzeichnis

Arnolds, H.; Heege, F.; Röh, C.; Tussing, W. 2010: Materialwirtschaft und Einkauf. 11. Auflage. 2010, Wiesbaden.

Baron, R.; Alberti, K.; Gerber, J.; Jochem, E.; Bradke, H.; Dreher, C.; Ott, V. 2005: Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen. Abschlussbericht. Wiesbaden.

Deutsche Bundesbank 2011: Statistische Sonderveröffentlichung 5, Stand 07/2011: [http://www.bundesbank.de/statistik/statistik\\_veroeffentlichungen\\_sonderveroeffentlichungen.php](http://www.bundesbank.de/statistik/statistik_veroeffentlichungen_sonderveroeffentlichungen.php) Abgerufen am 21.10.2011.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 2010: Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Berlin.

Europäische Kommission 2011: Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa. Brüssel.

Jochem, E.; Mai, M.; Ott, V. 2010: Energieeffizienznetzwerke – beschleunigte Emissionsminderungen in der mittelständischen Wirtschaft. In Zeitschrift für Energiewirtschaft, Volume 34, Number 1, S. 21-28.

Kinkel, S.; Maloca, S. 2009: Drivers and antecedents of manufacturing offshoring and backshoring – A German perspective. In: Journal of Purchasing and Supply Management 15 (2009), Issue 3, pp. 154-165.

Komlos, J.; Süßmuth, B. 2010: Empirische Ökonomie – Eine Einführung in Methoden und Anwendungen. Heidelberg u. a.

Lay, G.; Maloca, S.; Schröter, M. 2009: Transferproblematik aus Sicht der KMU. In Warschat, J. (Hrsg.): Voruntersuchung Transferinitiative – Transfer von Forschungsergebnissen in die mittelständische Industrie. Stuttgart.

Lindemann, M.; Gronau, N. 2009: Gestaltung marktorientierter Produktionssysteme. In Specht, D. (Hrsg.): Weiterentwicklung der Produktion. Wiesbaden.

Mattes, K., Schröter, M., 2011: Wirtschaftlichkeitsbewertung: Bewertung der wirtschaftlichen Potenziale von energieeffizienten Anlagen und Maschinen. [http://www.effizienzfabrik.de/sites/effizienzfabrik/files/bilder/ISI\\_Kurzstudie\\_Wirtschaftlichkeitsbewertung\\_final.pdf](http://www.effizienzfabrik.de/sites/effizienzfabrik/files/bilder/ISI_Kurzstudie_Wirtschaftlichkeitsbewertung_final.pdf)

Rennings, K.; Ankele, K.; Hoffmann, E.; Nill, J.; Ziegler, A. 2005: Innovationen durch Umweltmanagement – Empirische Ergebnisse zum EG-Öko-Audit. Heidelberg.

Schröter, M.; Weißfloch, U.; Buschak, D. 2009: Energieeffizienz in der Produktion - Wunsch oder Wirklichkeit?, in: Mitteilung aus der ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion* Nr. 51.

Schwarz, E.J. 1994: Unternehmensnetzwerke im Recycling-Bereich. Wiesbaden.

Spengler, R. 1998: Industrielles Stoffstrommanagement: betriebswirtschaftliche Planung und Steuerung von Stoff- und Energieströmen in Produktionsunternehmen. Berlin

Statistisches Bundesamt 2011: Produzierendes Gewerbe – Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, Fachserie 4, Reihe 4.3, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt 2010a: Produzierendes Gewerbe – Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, Fachserie 4, Reihe 4.3, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt 2010b: Statistisches Jahrbuch 2010 für die Bundesrepublik Deutschland. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/SharedContent/Oeffentlich/B3/Publikation/Jahrbuch/ProdGewerbe,property=file.pdf>.

Wied, T.; Brüggemann, A. 2009: Material- und Rohstoffeffizienz in Unternehmen. In KfW-Research (Hrsg.): Perspektive Zukunftsfähigkeit – Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz. Frankfurt am Main, S. 33.52.