

IEL – Die Lernfabrik für Industrial Engineering

Modul 12

Optimierter Einsatz von Rohstoffen

Materialeffizienz in der Praxis



Autor: Nils Steinhage

Heike Wulf

Impressum

IWT-Institut e. V.

(Institut für wirtschaftliche und technologische Unternehmensführung an der
Hochschule Ostwestfalen-Lippe e. V.)

Alter Postweg 7

32756 Detmold

Autor: Nils Steinhage

Dipl. Ing. (FH) Heike Wulf

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck oder fotomechanische Wiedergabe ist ohne Genehmigung nicht gestattet.

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
1 Einführung.....	9
1.1 Inhalt der Lehrunterlage.....	9
1.2 Lernziele/Nutzen.....	10
1.3 Effizienz-Agentur NRW	11
1.4 Mind Map „Industrial Engineering“	13
1.5 Mind Map „Methoden des Industrial Engineering“	14
1.6 Probleme der Lipper Technik.....	15
2 Materialeffizienz	16
2.1 Notwendigkeit zur Materialeffizienzsteigerung	17
2.2 Vorteile und Potentiale.....	18
2.2.1 Materialkosteneinsparung	18
2.2.2 Wettbewerbsvorteile.....	20
2.3 Ansatzpunkte zur Materialeffizienzsteigerung	20
2.3.1 Produkt.....	21
2.3.2 Produktion und Produktionsumfeld	21
2.3.3 Recycling.....	22
2.4 Umsetzung im Unternehmen	22
2.4.1 Hemmnisse bei der Einführung von Materialeffizienzaktivitäten	23
2.4.2 Beratungsstellen und Förderprojekte.....	25
3 Einführung Stoffstrommanagement.....	28
3.1 Stoffstrom	28

3.2	Entstehung	29
3.3	Stoffstrommanagement	29
3.4	Betriebliches Stoffstrommanagement	30
4	Stoffstromanalyse	33
4.1	Untersuchungsziel und -rahmen	33
4.2	Stoffstrommodellierung	34
4.3	Datenerhebung	37
4.4	Bilanzierung	39
4.5	Schwachstellenanalyse und Optimierung	40
4.6	Auswertung und Aufwertung	41
4.7	EDV-Hilfsmittel	42
4.8	Ergänzende Kostenrechnung	44
5	Zusammenfassung	47
	Quellenverzeichnis	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mind Map „Industrial Engineering“	13
Abbildung 2: Mind Map „Methoden des Industrial Engineering“	14
Abbildung 3: Kostenstruktur in produzierenden Unternehmen (2010)	19
Abbildung 4: Arbeits-, Material- und Energieproduktivität (1960–2000)	19
Abbildung 5: Ablauf einer Förderung durch die demea	26
Abbildung 6: Stoffstromanalyse als Instrument des Stoffstrommanagements	32
Abbildung 7: Einfaches Betriebsmodell mit aggregierten Stoffströmen	35
Abbildung 8: Betriebsmodell einer Druckerei	35
Abbildung 9: Darstellung eines Stoffstroms im Sankey-Diagramm.....	40
Abbildung 10: Screenshot Software Umberto	43
Abbildung 11: Benutzeroberfläche der Software e!sankey	44
Abbildung 12: Materialverluste und ihre tatsächliche Kosten.....	45
Abbildung 13: Gegenüberstellung klassische Kostenrechnung und RKR.....	46

Abkürzungsverzeichnis

BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
demea	Deutsche Materialeffizienzagentur
EFA NRW	Effizienzagentur Nordrhein-Westfalen
ESSM	Energie- und Stoffstrommanagement
etc.	et cetera
F&E	Forschung und Entwicklung
ggf.	gegebenenfalls
JUMP	Ja-zur Umweltgerechten Produktgestaltung
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
KSS	Kühlschmierstoff
NeMat	Netzwerk Materialeffizienz
PIUS	Produktionsintegrierter Umweltschutz
RKR	Ressourcenkostenrechnung
SSM	Stoffstrommanagement
STAN	Software for Substance Flow Analysis
VerMat	Verbesserung der Materialeffizienz
z. B.	zum Beispiel
usw.	und so weiter

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verschnittmengen der Lipper Technik	39
Tabelle 2: Bilanzierung	39

1 Einführung

1.1 Inhalt der Lehrunterlage

Die deutsche Materialeffizienzagentur definiert **Materialeffizienz** wie folgt: Materialeffizienz ist vereinfacht als das Verhältnis der Materialmenge in den erzeugten Produkten zu der für ihre Herstellung eingesetzten Materialmenge zu verstehen. Eine höhere Materialeffizienz soll durch eine Reduzierung des Materialeinsatzes erreicht werden, beispielsweise durch eine Verringerung des Ausschusses, eine Reduzierung von Verschnitt, einen verringerten Einsatz von Hilfsstoffen oder die Optimierung der Produktkonstruktion¹.

Allerdings ist die Optimierung der Materialeffizienz häufig gar nicht so leicht umzusetzen. Um den damit verbunden Herausforderungen in der Praxis begegnen zu können, werden in dieser Lehrunterlage die Hintergründe und die Potentiale der Materialeffizienz vorgestellt. Darüber hinaus werden Anregungen und Ratschläge gegeben, wie in einem Unternehmen die Materialeffizienz erhöht und reibungslos umgesetzt werden kann.

Die Stoffstromanalyse ist eines der zentralen Werkzeuge im Materialeffizienzsektor. Sie schafft Transparenz und kann Optimierungspotentiale aufdecken. Ihre Stärke liegt darin, dass sie die betreffenden Materialien gezielt fokussiert.

Mit der Stoffstromanalyse kann der Strom der im Unternehmen verwendeten Materialien vom Systemeintritt bis zum Systemaustritt verfolgt werden. Oder anders formuliert: Es kann nachvollzogen werden, wann und wo, in welcher Form und warum das Material das System verlässt.

¹ vgl. <http://www.demea.de/was-ist-materialeffizienz>

1.2 Lernziele/Nutzen

- Theoretische Hintergründe der Materialeffizienz und Stoffstromanalyse verstehen
- Erkennen der Notwendigkeit eines effizienten Materialeinsatzes
- Kennenlernen der Stoffstromanalyse
- Im praktischen Teil: Nachvollziehen einer Stoffstromanalyse am Beispiel eines Rohstoffs der Lipper Technik

1.3 Effizienz-Agentur NRW

Kompetenzzentrum für ressourceneffizientes Wirtschaften in Nordrhein-Westfalen

Die Effizienz-Agentur NRW (EFA) wurde 1998 auf Initiative des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums gegründet, um produzierenden Unternehmen in Nordrhein-Westfalen Impulse für einer ressourceneffizientere Wirtschaftsweise zu geben und sie bei der Umsetzung von Maßnahmen im Produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS) zu unterstützen.

Inzwischen setzen sich 25 EFA-Mitarbeiter in Duisburg sowie in den sechs Regionalbüros Aachen, Bergisches Städtedreieck, Bielefeld, Münster, Siegen und Werl dafür ein, dass kleine und mittlere produzierende Unternehmen in Nordrhein-Westfalen von den Vorteilen des ressourceneffizienten Wirtschaftens profitieren.

Die Effizienz-Agentur NRW bietet mit ihrem Beratungsangebot erprobte Instrumente zur Potenzialaufdeckung und -nutzung an. Über 1.400 Projekte wurden bisher mit kleinen und mittleren Unternehmen initiiert.

Grundlage dieser Beratungen sind die von der EFA gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft entwickelten Instrumente der EFA-Toolbox. Sie decken alle wichtigen Bereiche der Wertschöpfung ab – „Produkte“, „Produktion“ und „Kostenrechnung“.

Bei geplanten Investitionen in PIUS-Maßnahmen steht die EFA den Unternehmen mit dem Dienstleistungsangebot der PIUS-Finanzierung zur Seite. Durch die Vermittlung der geeigneten PIUS-Förderprogramme auf EU-, Bundes- und Landesebene kann die EFA geplante Investitionen in PIUS-Maßnahmen beschleunigen – oder überhaupt erst ermöglichen.

Die Effizienz-Agentur NRW initiiert und unterstützt zahlreiche Unternehmensnetzwerke – so u. a. zu den Themen Instandhaltung und Lösemittelvermeidung. Sie fördert damit den Austausch über ressourceneffizientere Prozessansätze und Technologien im NRW-Mittelstand.

Kontakt:

Effizienz-Agentur NRW

Dr.-Hammacher-Str. 49

47119 Duisburg

Tel. 0203/37879-30

Fax 0203/37879-44

E-Mail efa@efanrw.de

www.efanrw.de

1.4 Mind Map „Industrial Engineering“

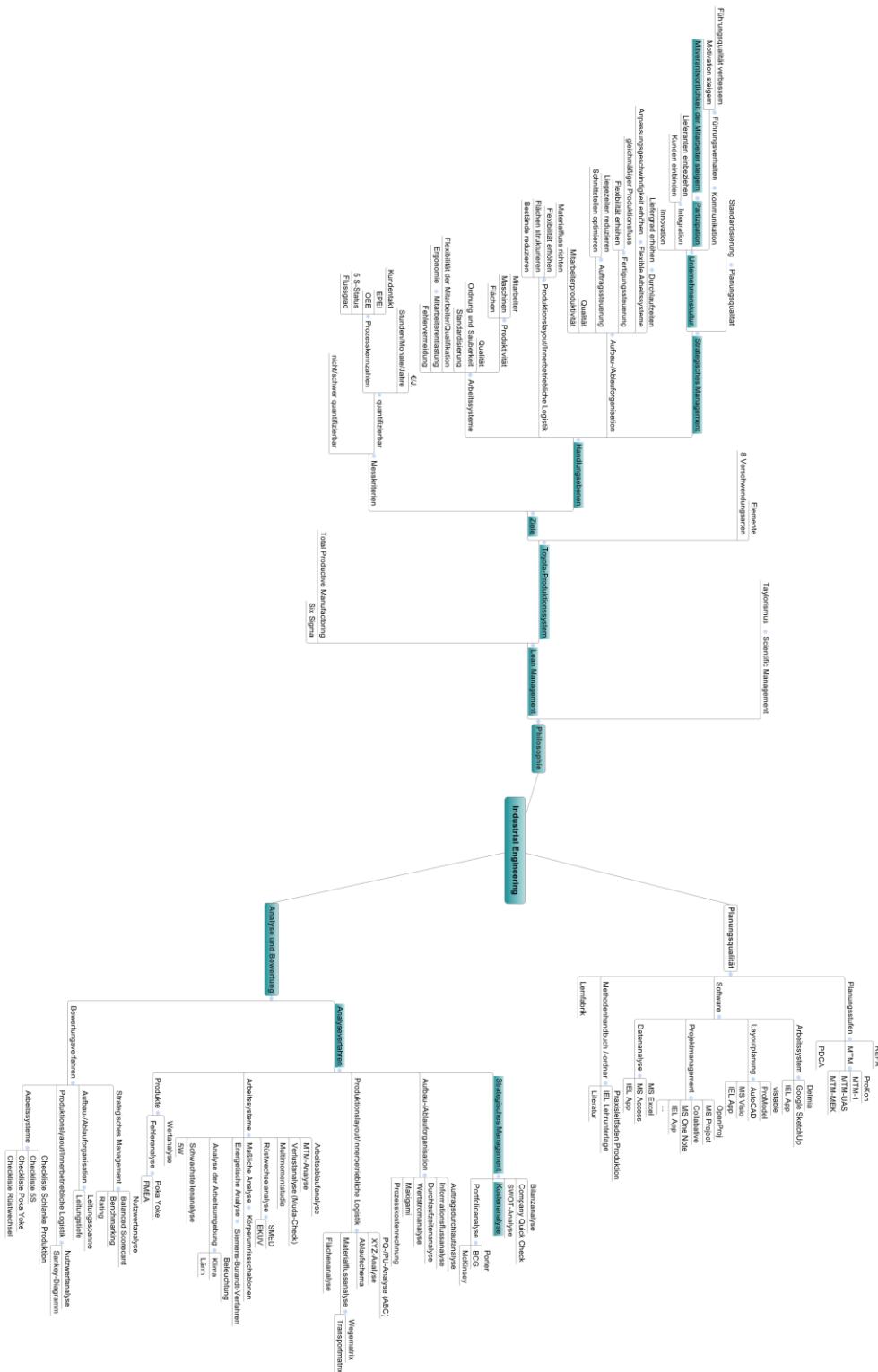


Abbildung 1: Mind Map „Industrial Engineering“

1.5 Mind Map „Methoden des Industrial Engineering“



Abbildung 2: Mind Map „Methoden des Industrial Engineering“

1.6 Probleme der Lipper Technik



Dennis Müller möchte die Prozesse der Lipper Technik gezielt auf Materialineffizienzen untersuchen. Im Verlauf der Lernfabrik für Industrial Engineering wurden bereits einige Prozesse hinsichtlich anderer Aspekte auf den Prüfstand gestellt und optimiert. Nun möchte Dennis Müller den Fokus auf den Materialeinsatz legen und Schwachstellen im System finden. Vor allem die Entwicklung der Rohstoffpreise bereitet ihm große Sorgen, verbraucht sein Unternehmen doch relativ große Mengen an Aluminium.

Im Vorfeld hat Dennis Müller bereits die Verbrauchsmengen im ERP-System betrachtet. Allerdings konnte er mit diesem System bestimmte Entsorgungsmengen nicht exakt zuordnen. Auch weiß er nicht, wo im Unternehmen die Materialverluste genau anfallen.

Auf den folgenden Seiten erfährt Dennis Müller, wie er diesem Problem begegnen kann. Mit Hilfe von Stoffstromanalysen wird es ihm gelingen, die Prozesse transparenter zu machen. Dadurch wird er zu neuen Erkenntnisse gelangen, die es ihm erlauben, Optimierungspotentiale hinsichtlich der Materialeffizienz aufzudecken.

2 Materialeffizienz

Material effizient zu nutzen und nicht zu verschwenden wird als eine der vielversprechendsten Antworten auf die Rohstoffproblematik gehandelt und ist ein viel diskutiertes Thema sowohl in Wirtschaftskreisen als auch auf wirtschafts- und umweltpolitischer Ebene. Einen zweiten Ansatz stellt die schrittweise Schließung von Stoffkreisläufen in der Produktion. Dem Recycling und der Kreislaufwirtschaft sind jedoch, genau wie der Materialeffizienz, Grenzen gesetzt.

Materialeffizienz lässt sich vereinfacht als „das Verhältnis der Materialmenge in den erzeugten Produkten zu der für ihre Herstellung eingesetzten Materialmenge“² beschreiben. Materialeffizienz kann demnach als Kennzahl verstanden werden, die das Verhältnis zwischen Input und Output misst. Die folgende Definition des badenwürttembergischen Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft konkretisiert die genannten Aspekte und ergänzt Sie um wichtige Details: „Materialeffizienz ist eine Maßgröße für den effizienten Einsatz von Material, Roh- und Hilfsstoffen zur Herstellung von Produkten oder der Bereitstellung von Dienstleistungen.“³ Einen wichtigen Punkt vernachlässigen jedoch beide Definitionen: Auch die Verminderung von Emissionen und Umweltbelastungen kann einen effizienteren Materialumgang charakterisieren.

Versteht man Materialeffizienz als Kennzahl, so lässt sie sich wie folgt definieren:

$$\text{Materialeffizienz} = \frac{\text{Produktoutput}}{\text{Materialinput}}$$

Diese Kennzahl erfasst jedoch nur den Standardproduktionsprozess. Sollen Recycling- und Entsorgungsprozesse berücksichtigt werden, ist folgende Definition treffender bzw. exakter⁴:

$$\text{Materialeffizienz} = \frac{\text{Mengenmäßiger Ertrag}}{\text{Mengenmäßiger Aufwand}}$$

² vgl. www.demea.de

³ vgl. <http://www.umweltschutz-bw.de/?l=86>

⁴ vgl. Dyckhoff, H. (1994)

2.1 Notwendigkeit zur Materialeffizienzsteigerung

Die Verknappung der endlichen Ressourcen bei gleichzeitig steigendem Bedarf macht ein Handeln unausweichlich. „Der weltweite Hunger nach Energie und Rohstoffen ist gigantisch, aber die ökologische Belastbarkeit unseres Ökosystems ist schon heute erreicht. Sollte es nicht gelingen, energie- und rohstoffeffizienter zu produzieren und konsumieren, bräuchte die Weltbevölkerung nach Berechnungen des Wuppertaler Instituts mehr als drei Planeten, um den Ressourcenverbrauch der Weltbevölkerung im Jahr 2050 zu decken.“⁵ Diese Prognose des Bundesumweltministeriums zeigt eindrucksvoll, wie dringlich es ist, zu handeln auf. Auch weist sie auf den wichtigen Aspekt der ökologischen Generationengerechtigkeit hin, die ein zentraler Beweggrund für die Schaffung einer nachhaltigen Entwicklung ist.

Aber auch die steigende Entnahme und Veredelung von noch reichlich vorhandenen Ressourcen, wie z. B. Metallen oder Kohle, belastet die Umwelt. In dieser Hinsicht stellt das Wirtschaftswachstum der Schwellenländer, allen voran Chinas, die Weltwirtschaft vor zusätzliche Herausforderungen. Dem Problem der schwindenden Ressourcen muss deshalb schnellstmöglich begegnet werden.

Die am häufigsten diskutierten zentralen Antwortszenarien für die skizzierten Probleme sind die Steigerung der Materialeffizienz und das Recycling.⁶

⁵ vgl. Bundesumweltministerium, S. 19

⁶ vgl. Bundesumweltministerium

2.2 Vorteile und Potentiale

Eine Auseinandersetzung mit dem Thema Materialeffizienz kann je nach Unternehmen und Branche enorme Vorteile mit sich bringen. Die Chancen liegen nicht nur in Einsparpotentialen. Geht ein Unternehmen mit Ressourcen effizient und nachhaltig um, kann es dadurch auch ein positives Image in der Öffentlichkeit und damit Wettbewerbsvorteile gewinnen. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass aufgrund der Endlichkeit der natürlichen Ressourcen ein effizienterer Umgang mit ihnen in Zukunft ohnehin unumgänglich sein wird.

2.2.1 Materialkosteneinsparung

Betrachtet man die Kostenstruktur im produzierenden Gewerbe (Stand 2010), so lässt sich beobachten, dass die Materialkosten mit 45,4 % den mit Abstand größten Posten ausmachen. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass der Materialkostenanteil je nach Branche und Produkten starken Schwankungen unterliegt. Nichtsdestoweniger lassen die Zahlen des Statistischen Bundesamtes hier ein enormes Einsparpotential vermuten. Das Verhältnis zu den anderen Kostenblöcken verdeutlicht Abbildung 7. Bislang konzentrieren sich die Einsparbestrebungen der Unternehmen jedoch häufig auf den zweitgrößten Posten, nämlich die Personalkosten mit 17,8 %.⁷ Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch im direkten Vergleich der Entwicklung von Material- und Personalproduktivität wider (siehe Abbildung 8). So ist die Arbeitsproduktivität im Erfassungszeitraum 1960–2000 um den Faktor 3,5 und die Materialproduktivität lediglich um den Faktor 2 gestiegen.

Dass der Erhöhung der Materialeffizienz nicht die verdiente Aufmerksamkeit geschenkt wird, ist eigentlich unverständlich, denn sie bietet ein großes Optimierungspotential. Studien haben gezeigt, dass bis zum Jahr 2015 eine 20-prozentige Steigerung der Materialeffizienz realisiert werden könnte.⁸ Ein positiver Begleiteffekt wäre, dass die Unternehmen dann weniger anfällig für Schwankungen bei den Rohstoffpreisen wären.

⁷ vgl. Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen, S. 1

⁸ vgl. <http://www.demea.de/was-ist-materialeffizienz/Basisinformationen>

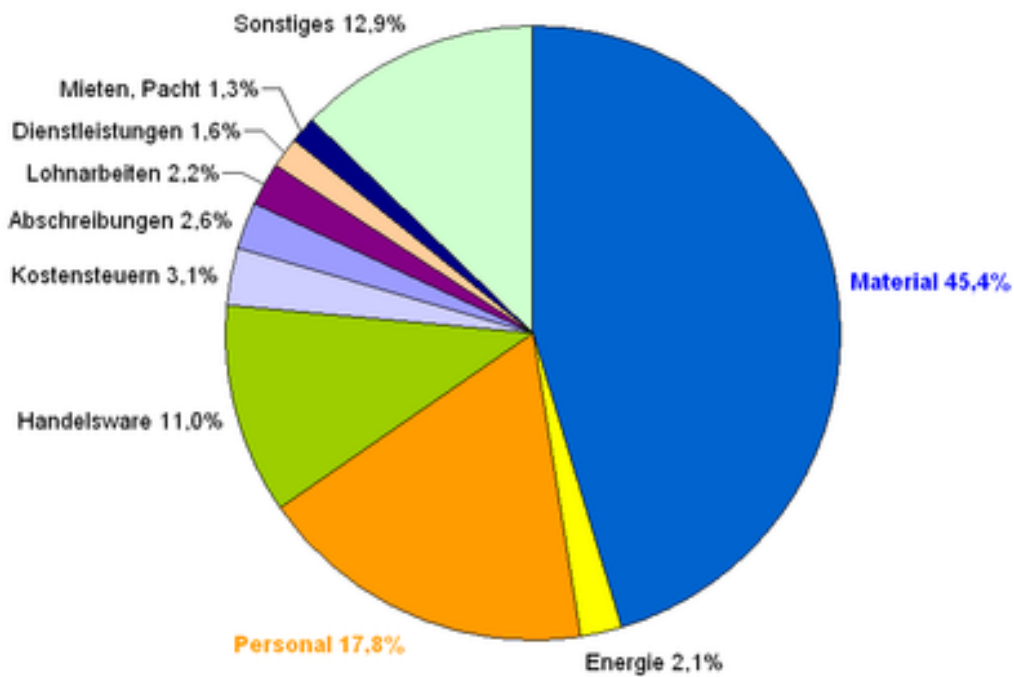


Abbildung 3: Kostenstruktur in produzierenden Unternehmen (2010)⁹

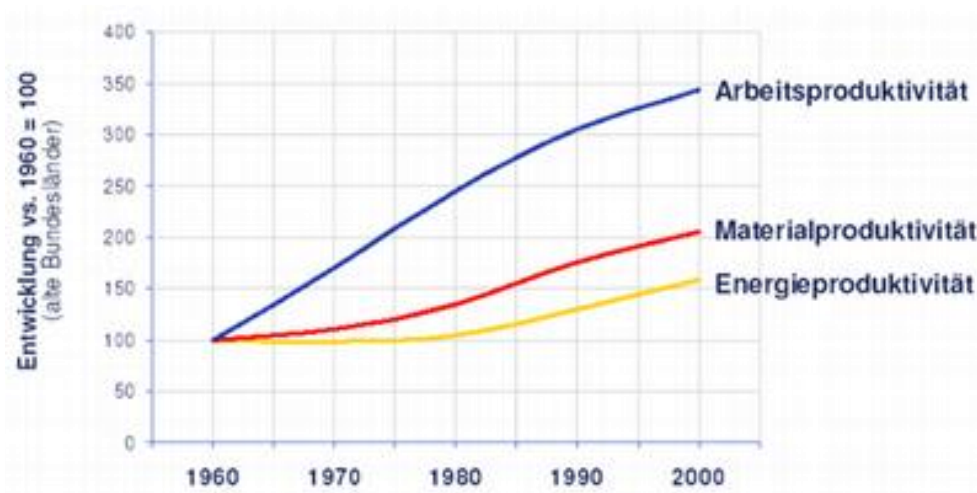


Abbildung 4: Arbeits-, Material- und Energieproduktivität (1960–2000)¹⁰

⁹ Statistisches Bundesamt


¹⁰ Statistisches Bundesamt

2.2.2 Wettbewerbsvorteile

Ein effizienter Umgang mit Material kann Wettbewerbsvorteile auf mehreren Ebenen mit sich bringen. Zum einen lassen sich potentielle Einsparungen im Materialbereich auf den Endpreis von Produkten umlegen, was sich positiv auf den Absatz auswirken kann. Zum anderen können Einsparungen die Konkurrenzfähigkeit langfristig sichern.

Darüber hinaus kann ein möglicher Imagegewinn aufgrund eines effizienten Materialumgangs zu höheren Absatzzahlen führen oder den Zugang zu nachhaltig orientierten Kundenkreisen ermöglichen. Auch das öffentliche Interesse am Thema Nachhaltigkeit spielt eine immer größere Rolle, wie es zuletzt die Lebensmittelbranche erfahren musste.

Je nach Ausmaß der Einsparpotentiale ist auch eine Reduzierung der Abhängigkeit von Preisschwankungen im Rohstoffsektor denkbar.



Die beeindruckenden Zahlen zu Potentialen und die möglichen Wettbewerbsvorteile müssen immer kritisch hinterfragt werden. Je nach Branche, Produktspektrum, Fertigungstiefe etc. unterliegen die möglichen Einsparpotentiale enormen Schwankungen. Deshalb sollte immer eine individuelle Beurteilung und Potentialabschätzung erfolgen.

Wenn Sie Potentiale in Ihrem Unternehmen vermuten, zögern Sie nicht, sie auch umzusetzen. Früher oder später wird dieses Thema jedes Unternehmen erreichen. Reagieren Sie schon heute und rüsten Sie Ihr Unternehmen für die Zukunft.

2.3 Ansatzpunkte zur Materialeffizienzsteigerung

Materialeffizienz lässt sich auf vielen Wegen erreichen bzw. steigern. Es gibt aber kein Patentrezept dafür, so dass für jede Branche, jedes Unternehmen etc. individuelle Lösungen gefunden werden müssen. Die folgende Auflistung soll Anhaltspunkte für mögliche Einsparpotentiale geben und allgemein die grundsätzlichen Ansatzpunkte in einem produzierenden Betrieb herausstellen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Produkten und dem Herstellungsprozess. Diese Auflistung darf nicht als vollständig angesehen werden. Die Verwaltung beispielsweise ist ebenfalls Teil der Produkterzeugung: Wird dort Energie eingespart oder der Papierverbrauch reduziert, trägt auch dies zu einem effizienteren Materialeinsatz bei.

2.3.1 Produkt

Der Produktentwicklungsprozess bietet gute Möglichkeiten, um die Materialeffizienz zu steigern. Neben den Parametern des eigentlichen Produkts werden hier Fertigungsverfahren sowie Begleit- und Folgeprozesse festgelegt bzw. stark beeinflusst. Am eigentlichen Produkt können beispielsweise durch eine fertigungs-, recycling- und umweltgerechte Gestaltung die Grundlagen für einen effektiven und materialeffizienten Herstellungsprozess gelegt werden. Aber auch der Einsatz von regenerativen Materialien oder innovative Baustrukturen (z .B. Leichtbau oder „wooden plastic composites“) kann die Materialeffizienz steigern oder Ressourcen einsparen.

Ein weiterer Vorteil ist, dass in dieser frühen Produktlebenszyklusphase Änderungen und Festlegungen einen vergleichsweise geringen Aufwand erfordern und relativ niedrige Kosten verursachen.¹¹ Spätere Änderungen oder Fehlerbehebungen am bestehenden Produkt und am laufenden Herstellungsprozess ziehen einen ungleich höheren Aufwand und höhere Kosten nach sich. Jedoch kann die Produktion auch durch nachträgliche Produktuntersuchungen und Änderungen mit Hilfe des so genannten Reengineering optimiert und materialeffizienter gemacht werden.

Der Gestaltung der Materialeffizienzerhöhung sind allerdings auch Grenzen gesetzt. Eingeschränkt werden entsprechende Möglichkeiten beispielsweise durch vorhandene Fertigungsanlagen, Produktvorgaben, Qualitätsanforderungen und Kundenvorgaben.

2.3.2 Produktion und Produktionsumfeld


Die Produktionsprozesse und die dazugehörigen Begleit- und Hilfsprozesse ebenfalls gute Ansatzpunkte bieten, um die Materialeffizienz zu steigern. Moderne und effiziente Produktionsanlagen können den Materialverbrauch und insbesondere den Energieverbrauch vermindern. Auch die Einführung alternativer Fertigungsverfahren oder Technologien kann sich positiv auswirken.

¹¹ vgl. hierzu u. a. die Zehnerregel der Fehlerkosten aus dem Qualitätsmanagement

Ein weiterer zentraler Punkt in diesem Zusammenhang ist der Verbrauch von Betriebs- und Hilfsstoffen. Durch Verfahrensänderungen oder effizientere Fertigungsmittel kann der Verbrauch reduziert werden. Aber auch ein verändertes Verhalten der Mitarbeiter kann sich positiv auswirken, (wenn sie z. B. dazu angehalten werden, mit Reinigungsmitteln sparsam umzugehen).

Darüber hinaus bieten die Prozessfolge und die Prozessstabilität (Ausschussminderung) Möglichkeiten zur Optimierung. So können schlanke und stabile Prozesse, die nach modernen Erkenntnissen optimiert worden sind, bereits materialeffizient sein.

Das Produktionsumfeld, das Planung, Steuerung, Instandhaltung und Logistik einschließt, sollte ebenfalls untersucht werden. Zu berücksichtigen sind jedoch Wechselwirkungen: Optimierungen an einer Stelle können zu Problemen an einer anderen Stelle führen.



Wenn die in der Lernfabrik für Industrial Engineering erlernten Inhalte (z. B. Lean Production) konsequent umgesetzt werden, kann der Produktionsbereich bereits weitgehend optimiert sein. Eine Fokussierung auf effizienten Materialeinsatz kann jedoch neue Erkenntnisse und Optimierungsansätze aufgrund des veränderten Blickwinkels liefern.

Halten Sie sich auch bezüglich neuer Verfahren, Materialien und Technologien auf dem Laufendem.

2.3.3 Recycling

Das Recycling von Rohstoffen stellt eigentlich einen eigenen Ansatz zur Ressourcenschonung dar, doch kann es auch für die Steigerung der Materialeffizienz nutzbar gemacht werden.

Durch die Vermeidung von Schadstoffen, die Verwendung von kreislauffähigen Materialien und eine Verminderung der Materialvielfalt kann die Recyclingquote erhöht werden. Rohstoffe können somit wieder in den Kreislauf einfließen, was zu einer gesteigerten Effizienz führt. Eine unabdingbare Voraussetzung hierfür ist aber, dass die anfallenden Stoffe recyclingfähig und sortenrein sind.

2.4 Umsetzung im Unternehmen

2.4.1 Hemmnisse bei der Einführung von Materialeffizienzaktivitäten

Zu den typischen Hemmnissen bei Materialeffizienzaktivitäten im Bereich der kleinen und mittelständischen Unternehmen zählen grundsätzlich vier elementare Faktoren. Neben fehlendem Know-how und personellen Ressourcen werden der erforderliche organisatorische Aufwand und die abschreckend hohen Investitionskosten als größte Hemmnisse wahrgenommen.

2.4.1.1 Information und Sensibilisierung

Umfragen¹² haben ergeben, dass folgende Gründe Materialeffizienzaktivitäten häufig im Wege stehen:

- Unwissenheit über die Potentiale und deren Lokalisation
- Mangelnde Methodenkompetenz bezüglich Potentialanalysen
- Mangelndes Wissen über neue Materialien und Technologien.

2.4.1.2 Fehlende personelle Ressourcen

Eine intensive Auseinandersetzung mit dem Thema Materialeffizienz und die Durchführung von entsprechenden Projekten binden vor allem personelle Ressourcen und Zeit. Häufig besteht bei den KMU jedoch nicht die Möglichkeit, Personal für einen entsprechend langen Zeitraum vom Tagesgeschäft freizustellen und Kapazitäten für Schulung und Informationsbeschaffung zu schaffen.

2.4.1.3 Organisatorischer Aufwand


Der organisatorische Aufwand bei Materialeffizienzaktivitäten ist nicht zu unterschätzen. Häufig sind Eingriffe in stabile Prozesse erforderlich, was einen zusätzlichen organisatorischen Aufwand mit sich bringt. Auch die großen auszuwertenden Datenmengen sowie die Schulungen der Mitarbeiter erfordern organisatorische Maßnahmen.

¹² vgl. Haas, S. 43

2.4.1.4 Investitionskosten

Die KMU verfügen nicht immer über die finanziellen Mittel für Investitionen zur Erhöhung der Materialeffizienz.¹³


Untersuchungen¹⁴ zeigen beispielsweise, dass anderen Projekten, wie dem Ersatz von Betriebsmitteln oder der Ausweitung der Produktion, eine höhere Priorität eingeräumt wird. Nicht unerheblich ist auch, dass die Einspareffekte und die genaue Investitionssumme nur schwer abgeschätzt werden können, da Materialeffizienzprojekte vom Kostenverlauf her eher dynamisch sind. Dies liegt zum einen daran, dass bereits die Potentialanalyse (deren Ausgang ungewiss ist) mit Kosten verbunden ist und materialeffizienzsteigernde Eingriffe weitere Folgekosten verursachen können.



Der Lipper Technik sind diese Hemmnisse bekannt, weshalb sie entsprechende Maßnahmen eingeleitet hat. Mit dem Besuch der Lernfabrik für Industrial Engineering durch Dennis Müller wurde bereits der erste Schritt getan. Stufenweise sollen auch weitere Mitarbeiter die Lernfabrik besuchen, um ihn unterstützen zu können.

Für die im Unternehmen geplanten Projekte wird Herrn Müller ausreichend Zeit eingeräumt.

Auf den folgenden Seiten erfährt Dennis Müller, wie er die Potentiale im Unternehmen ermitteln kann und daraus eine Potentialanalyse erstellen kann.



Die genannten Hemmnisse sind gut nachzuvollziehen und können eine große Hürde darstellen. Sie haben aber den ersten richtigen Schritt getan, indem Sie sich mit dem Thema auseinandersetzen.

Weitere Hilfestellung und finanzielle Unterstützung bieten die verschiedenen Beratungseinrichtungen von Bund und Ländern an.

Um sich bezüglich neuer Technologien, Materialien und Entwicklungen auf dem Laufenden zu halten, bieten sich Netzwerke; Messen oder z. B. der VDI an.

¹³ vgl. Reuber, M., S.26

¹⁴ vgl. Bahn-Walkowiak, B., S. 34

2.4.2 Beratungsstellen und Förderprojekte

Weil der Umsetzung von Materialeffizienzbestrebungen die in Kapitel 2.4.1 dargestellten Hemmnisse entgegenstehen, die Umsetzung solcher Bestrebungen aber dringend erforderlich ist, reagierten Ministerien und andere Einrichtungen mit der Schaffung von Beratungsstellen und der Durchführung verschiedener Projekte. Im Folgenden werden einige dieser Anlaufstellen vorgestellt.

2.4.2.1 Deutsche Materialeffizienzagentur (demea)

„Die demea ist vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) damit beauftragt, Unternehmen über die Bedeutung der Rohstoff- und Materialeffizienz zu informieren und sie bei der Lokalisierung und Erschließung von Einsparpotentialen zur Steigerung ihrer Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit zu unterstützen.“¹⁵

Neben einem umfangreichen Informationsangebot bietet die demea Fördermittel bis zu einer Höhe von 50 % der Kosten, die für die Beratung und die Steigerung der Materialeffizienz anfallen. Die Förderung erfolgt durch einen „go-Inno BMWi-Innovationsgutschein“. Eine Besonderheit der Förderung ist, dass intensiv auf qualifizierte externe Beratung gesetzt wird. Darüber hinaus kann eine Förderung im Rahmen des „go-effizient“-Programms gewährt werden.

Das „go-effizient“-Programm setzt ebenfalls verstärkt auf externe Beratungsangebote und ist speziell auf KMU zugeschnitten. Eine Potentialanalyse kann dort mit maximal 17.000 € und eine Vertiefungsberatung mit maximal 80.000 € gefördert werden.

Abbildung 5 zeigt das Ablaufschema einer Förderung durch die demea. Die Kommunikation mit der demea wird dabei über die Onlineplattform „PROTON“ abgewickelt. Das „go-effizient“-Programm ist der direkte Nachfolger des VerMat (Verbesserung der Materialeffizienz)-Programms des BMWi.

Als ersten Einstieg bietet die demea einen kleinen Selbstcheck an, bei dem 13 Fragen beantwortet werden müssen. Nach der Auswertung werden konkrete Handlungsvorschläge gegeben. Der Test kann online oder offline durchgeführt werden.

<http://www.materialeffizienz-selbstcheck.de>

¹⁵ www.demea.de



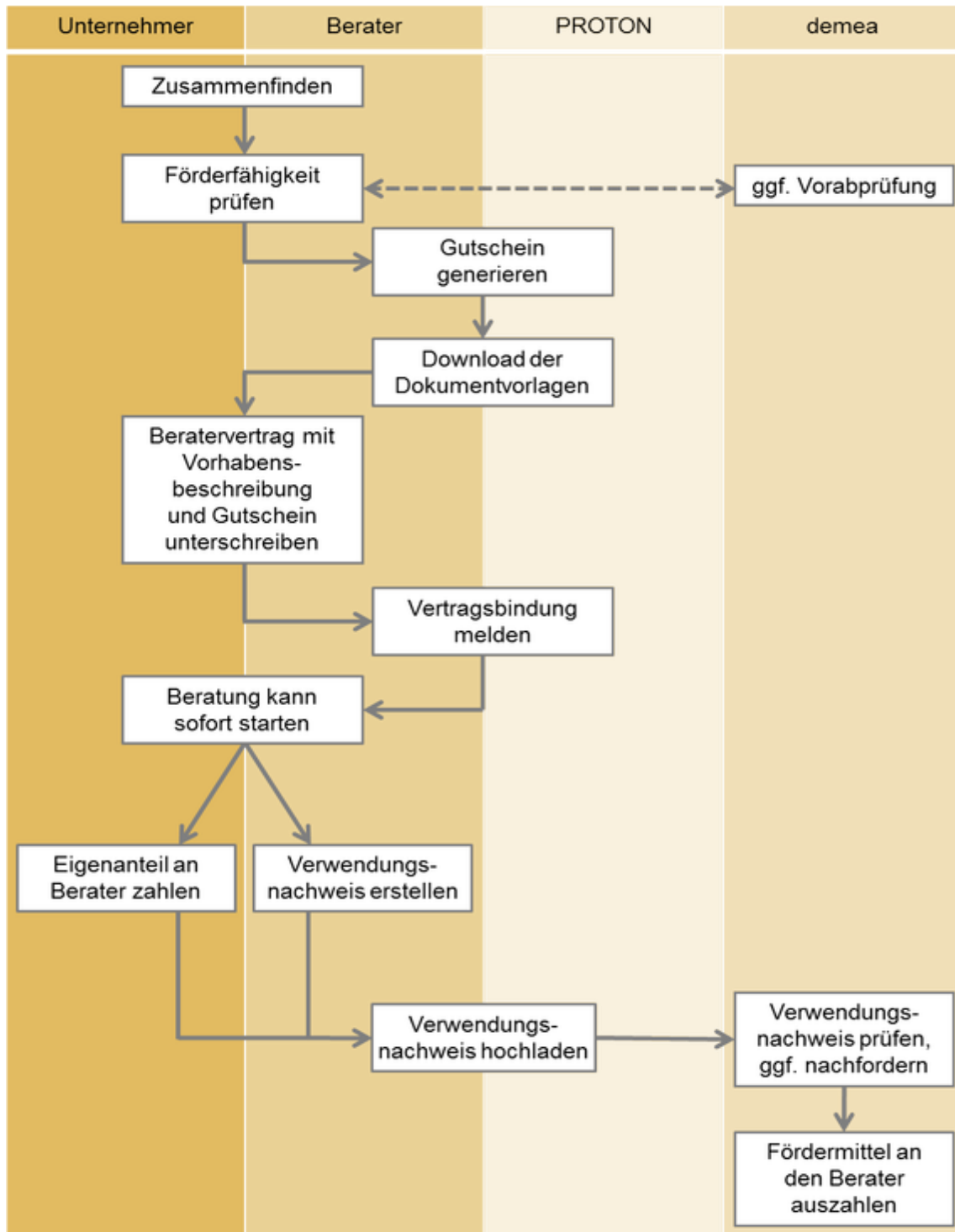


Abbildung 5: Ablauf einer Förderung durch die demea¹⁶

¹⁶ <http://www.demea.de/foerderung/go-effizient>

2.4.2.2 Effizienz-Agentur NRW (EFA-NRW)

Die EFA-NRW fördert Vorhaben im Bereich der Ressourceneffizienz. Dabei beziehen sich die Fördermaßnahmen größtenteils auf die Unterstützung bei Beratungsangeboten. Zuschüsse können bis zu 50 % der Beratungskosten decken.

Bei der Beratung setzt die EFA-NRW auf so genannte Tools. Zu diesen Tools gehören auch die in Kapitel 5.5 vorgestellte Ressourcenkostenrechnung und der PIUS-Check (PIUS = Produktionsintegrierter Umweltschutz). Der PIUS-Check ist eine prozessorientierte Stoffstromanalyse. Weitere Analyse-Tools, die angeboten werden, sind das JUMP (Ja-zur Umweltgerechten Produktgestaltung)-Tool und ein Instandhaltungsscheck.

Die Lipper Technik hat sich dazu entschlossen, zunächst eigene Untersuchungen durchzuführen, möchte eine Inanspruchnahme von externen Beratern und Fördermitteln für die Zukunft jedoch nicht völlig ausschließen, da sie voll förderberechtigt ist.

Auch das IWT-Institut führt Potentialanalysen durch und kann Sie unterstützen. Sprechen Sie doch während des Workshops die Trainer an.



3 Einführung Stoffstrommanagement

Die Materialeffizienz kann auf vielen Wegen erreicht und gesteigert werden. Am Anfang steht jedoch in der Regel die Identifikation von Schwachstellen im betroffenen System. Die Stoffstromanalyse ist besonders geeignet, Materialverluste aufzudecken und anschaulich darzustellen. Häufig lassen sich aus den Ergebnissen direkte Optimierungsmöglichkeiten ableiten, die mit einfachsten Mitteln oder Eingriffen umgesetzt werden können.

3.1 Stoffstrom

Der Urheber des Begriffs Stoffstrom, die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 12. Deutschen Bundestages, definiert Stoffströme als den „Weg eines Stoffes von seiner Gewinnung als Rohstoff über die verschiedenen Stufen der Veredelung bis zur Stufe der Endprodukte, den Ge- und Verbrauch des Produktes, ggfs. der Wiederverwendung/Verwertung bis hin zu seiner Entsorgung“.¹⁷

Vereinfacht ausgedrückt beschreibt ein Stoffstrom also die Bewegungen eines Stoffes von der Gewinnung bis zur Entsorgung über die einzelnen Bearbeitungsprozesse hinweg. Zu erwähnen ist noch, dass der Begriff Stoff hier weit gefasst wird. Im konkreten Anwendungsfall dieser Lehrunterlage sind Roh-, Betriebs- und Hilfsstoffe sowie deren nachgeschaltete Stufen relevant. In vielen industriellen Bereichen, wie z. B. der Chemie- oder Ölindustrie, versteht man unter Stoffen chemische Elemente, also Stoffe in Reinform.

Aus Sicht des betrieblichen Stoffstrommanagements wäre die Bezeichnung Materialstrom treffender.

¹⁷ vgl. Enquete, „Schutz des Menschen und der Umwelt“

3.2 Entstehung

Das Stoffstrommanagement und die Stoffstromanalyse wurden im Rahmen der Arbeit der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages von 1994 entwickelt. Die Kommission wurde berufen, um der veränderten Rohstoffsituation nachhaltig begegnen zu können. Mit dem Erscheinen des Abschlussberichts wurde das Stoffstrommanagement zum zentralen Gegenstand der Umweltpolitik. Mit diesem Konzept wurde ursprünglich nicht das Ziel verfolgt, den Betrieben ein Optimierungsinstrument an die Hand zu geben. Es handelt sich vielmehr um theoretische Überlegungen, die keine Hinweise zu ihrer konkreten Umsetzung enthalten.

Seit der Veröffentlichung der „Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen“ durch die Arthur D. Little GmbH, das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung und das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie erfreut sich das Stoffstrommanagement großer Popularität.

3.3 Stoffstrommanagement

Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, ist das Stoffstrommanagement ein ganzheitlicher systemtheoretischer Ansatz. Dabei bezieht sich dieser Ansatz auf mehrere Ebenen. Das räumlich-stoffliche Stoffstrommanagement stellt die höchste Ebene dar, auf der beispielsweise die Zusammenhänge des globalen CO₂-Haushalts betrachtet werden. Es folgt die nächste Ebene mit dem überbetrieblich-akteursbezogenen Stoffstrommanagement. Diese Ebene beschreibt die vertikale und horizontale Kooperation zwischen Unternehmen. Stoffströme werden also über Unternehmensgrenzen und Branchen hinaus betrachtet.

Die letzte Ebene, die im Rahmen dieser Lehrunterlage besonders interessiert, bildet das betrieblich-prozessbezogene Stoffstrommanagement. Auf dieser Ebene werden die innerbetrieblichen Produktionsstrukturen in den Blick genommen. Der Fokus liegt dabei auf der Analyse, Optimierung und Lenkung der Stoffströme. Aus Gründen der Vollständigkeit muss noch das produktorientierte Stoffstrommanagement erwähnt werden, das im Rahmen des Life Cycle Assessment zunehmend an Bedeutung gewinnt. Dort wird vornehmlich untersucht, wie sich ein Produkt von der Entstehung bis zur Entsorgung bzw. Verwertung auf die Umwelt auswirkt. Diese Art des Stoffstrommanagements wird auch als Ökobilanzierung bezeichnet.¹⁸

3.4 Betriebliches Stoffstrommanagement

Das betriebliche Stoffstrommanagement bietet mittlerweile eine Methode bzw. Methodenansammlung zur Verbesserung der Materialeffizienz in Unternehmen. Das Bundesministerium für Umwelt, Klima und Reaktorsicherheit definierte das betriebliche Stoffstrommanagement wie folgt: Das betriebliche Stoffstrommanagement ist „eine systematische Vorgehensweise, welche die input- und outputseitige Bilanzierung der ökonomisch und ökologisch relevanten Energie- und Materialströme eines Betriebes analysiert und fortlaufend optimiert“.¹⁹

Die Ziele eines betrieblichen Stoffstrommanagements können sein²⁰:

- Reduzierung der Auswirkungen unternehmerischer Tätigkeiten auf die Umwelt bei gleichzeitiger Steigerung der Wirtschaftlichkeit
- Senkung des Ressourcen- und Energieverbrauchs im Unternehmen
- Reduzierung der Emissionen in Luft, Wasser und Boden
- Vermeidung bzw. Verminderung von Abfällen
- Anregung innovativer Prozesse zur Optimierung bestehender Technologien und zur Einführung neuer Technologien

¹⁸ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Stoffstrom>

¹⁹ vgl. BMU – Broschüre „betriebliche Energie- und Stoffstrommanagementsysteme“

²⁰ vgl. ebenda

- Erhöhung der Transparenz von Prozessabläufen und deren Kostenstrukturen, damit Entscheidungen auf einer fundierten Informationsbasis getroffen werden können
- Effektivere Nutzung bestehender Ressourcen und frühzeitiges Erkennen zukünftiger Entwicklungen.

Im Mittelpunkt des betrieblichen Stoffstrommanagements steht die Analyse von Stoffströmen. Die Erfassung und Modellierung von Stoffströmen geht über die konventionelle Materialbetrachtung hinaus und erfordert weitreichende Zusatzinformationen. So müssen beispielsweise die stofflichen Umwandlungsprozesse und deren Beziehungen untereinander bekannt sein.

In Abbildung 9 lässt sich die Struktur des Stoffstrommanagements erkennen. Besonders wichtig ist dabei, dass das System als fortwährender Kreislauf gesehen wird. Allerdings ist die Vorgehensweise durchaus auch für Einzelprojekte bzw. Einmalanalysen geeignet. Beispielsweise kann bereits bei der Neuplanung mit Hilfe dieser Methoden untersucht und optimiert werden. Möchte man die Stoffströme jedoch wirklich kontrollieren und lenken, ist ihre fortlaufende Erfassung unumgänglich, da sonst die Gefahr besteht, in alte Strukturen zurückzufallen.

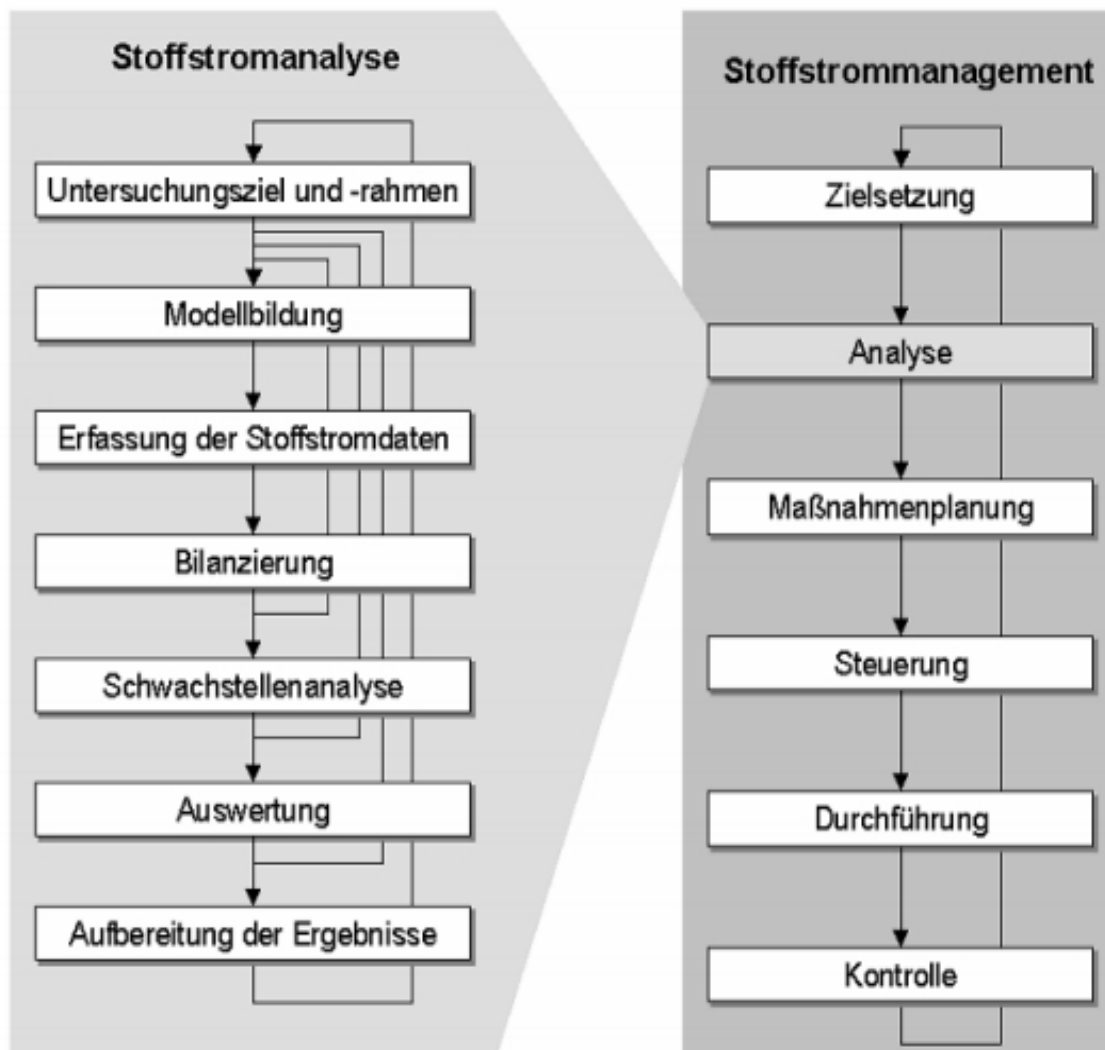


Abbildung 6: Stoffstromanalyse als Instrument des Stoffstrommanagements²¹

²¹ Bullinger, H.-J.; Beucker, S.; S. 11

4 Stoffstromanalyse

Ähnlich wie das Stoffstrommanagement kann auch die Stoffstromanalyse eher als eine Ansammlung von Methoden verstanden werden. Die Stoffstromanalyse unterliegt keinerlei Richtlinien oder Normen und wird folglich auch unterschiedlich angewendet und interpretiert. Auch lassen sich methodisch Parallelen zu anderen Konzepten wie der Ökobilanzierung erkennen.²² Die Stoffstromanalyse ist das zentrale Instrument des Stoffstrommanagements, aber nicht zwangsläufig an dieses gebunden. Im Zusammenhang mit dem Thema Materialeffizienz findet die Stoffstromanalyse häufig Erwähnung²³ und kann somit als eines der wichtigsten Instrumente zur Materialeffizienzsteigerung angesehen werden.

Die Strukturierungsempfehlung zur Stoffstromanalyse entsprechend Abbildung 10 bietet einen guten Ansatz zur Durchführung und Planung. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Schritte näher erläutert.

4.1 Untersuchungsziel und -rahmen

Die Durchführung einer Stoffstromanalyse kann mit erheblichem Arbeitsaufwand verbunden sein. Je nach Unternehmen, Branche, Prozessvariation, Fertigungstiefe etc. fallen unterschiedlich große Datenmengen und Komplexität der Zusammenhänge an. Um den Arbeitsaufwand und die benötigten Ressourcen überschaubar zu halten, empfiehlt es sich, die Ziele und den Untersuchungsrahmen einzugrenzen. So kann beispielsweise der Fokus auf einzelne Produkte, Prozesse oder Rohstoffe gelegt werden. Dies gewährleistet, dass die nötigen Ressourcen zur Verfügung stehen und die Stoffstromanalyse mit hoher Genauigkeit und Intensität durchgeführt werden kann.

Zu erwähnen ist jedoch, dass vor allem bei nachträglichen Optimierungen auf Wechselwirkungen zu achten ist, um zu verhindern, dass Optimierungen an anderen Stellen zu ungewollten Verschlechterungen führen.

²² Beide Methoden beruhen auf dem Verfolgen von Stoffen und nutzen die Bilanzierung. Die Ökobilanzierung legt jedoch den Schwerpunkt auf die Ermittlung von Umweltauswirkungen.

²³ vgl. u. a. demea, PIUS, und die dort zitierte Literatur

Wurden die Untersuchungsziele und -rahmen festgelegt, muss noch ein zeitlicher Rahmen definiert werden. Entscheidungsgrundlage hierfür kann beispielsweise sein, ob für einen bestimmten Zeitraum vollständige Datensätze vorliegen (z. B. für das letzte Geschäftsjahr) oder ob bestimmte Zeitabschnitte saisonalen Einflüssen unterliegen. Auch eine Untersuchung von Perioden ist denkbar, um Schwankungen mit einbeziehen zu können.

Dennis Müller entscheidet sich für eine eingehende Untersuchung der Bearbeitungsprozesse der Lipper Technik. Er möchte wissen, wo es zu Materialverlusten kommt und wo die Ursachen liegen. Untersucht werden soll das Geschäftsjahr 2010, weil hierfür vollständige Daten vorliegen. Im Fokus der Untersuchungen soll auch der Einsatz der Aluminiumprofile stehen, da deren Preise sich kontinuierlich nach oben entwickeln.



4.2 Stoffstrommodellierung

Der Aspekt der Modellbildung richtet sich nach der Komplexität der angestrebten Untersuchung. Im einfachsten Fall können schlichte Tabellen und Bilanzen völlig ausreichend sein, um die Stoffströme abbilden und untersuchen zu können.

Sollen jedoch zahlreiche Prozesse und Stoffe untersucht werden, ist eine Modellierung dringend zu empfehlen. Das Modell bildet dann nicht nur die Stoffströme, sondern auch die zwischen ihnen bestehenden Zusammenhänge und Wechselwirkungen ab. Dabei stehen unterschiedlichste Modellierungsverfahren zur Verfügung. Einfache und relativ schnell erstellte Betriebs- oder Prozessmodelle lassen sich mit Hilfe von Flussdiagrammen und vereinfachten Verfahrensfliessbildern erstellen.

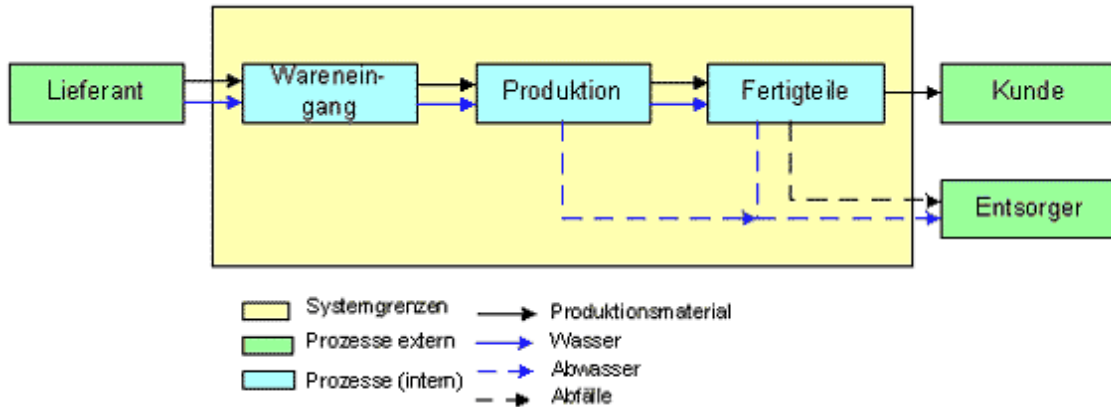


Abbildung 7: Einfaches Betriebsmodell mit aggregierten Stoffströmen²⁴

Ob die Stoffströme detailliert oder in aggregierter Form (z. B. indem Betriebsstoffe zusammengefasst werden) angetragen werden, muss individuell und dem Untersuchungsziel entsprechend entschieden werden. Zur Unterstützung der Analyse und Darstellung sind zahlreiche EDV-Lösungen erhältlich.

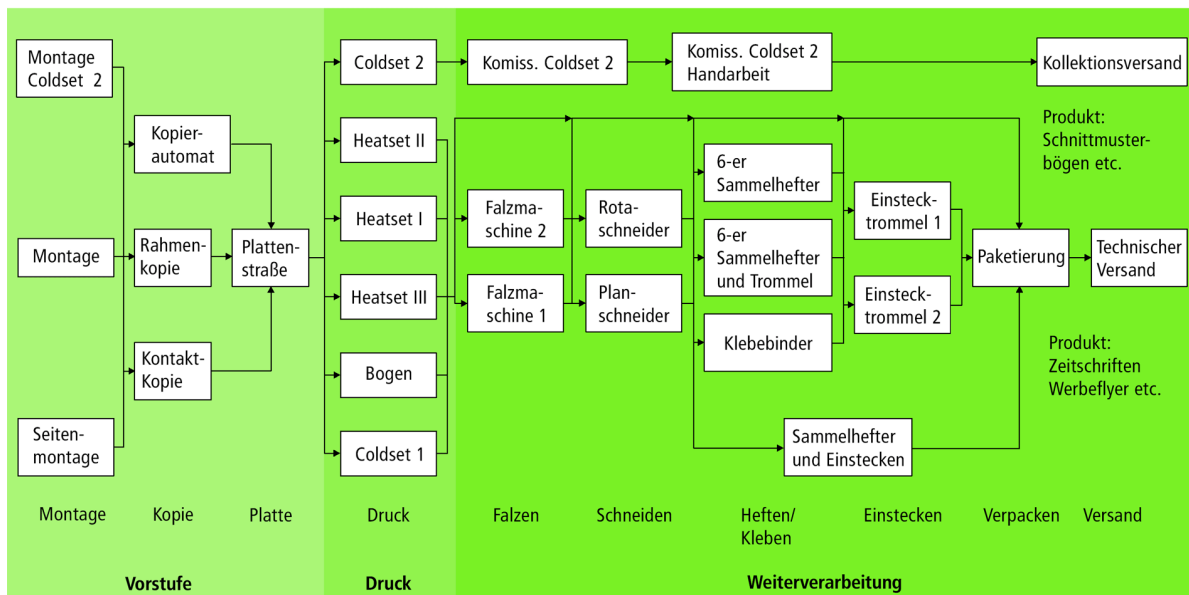
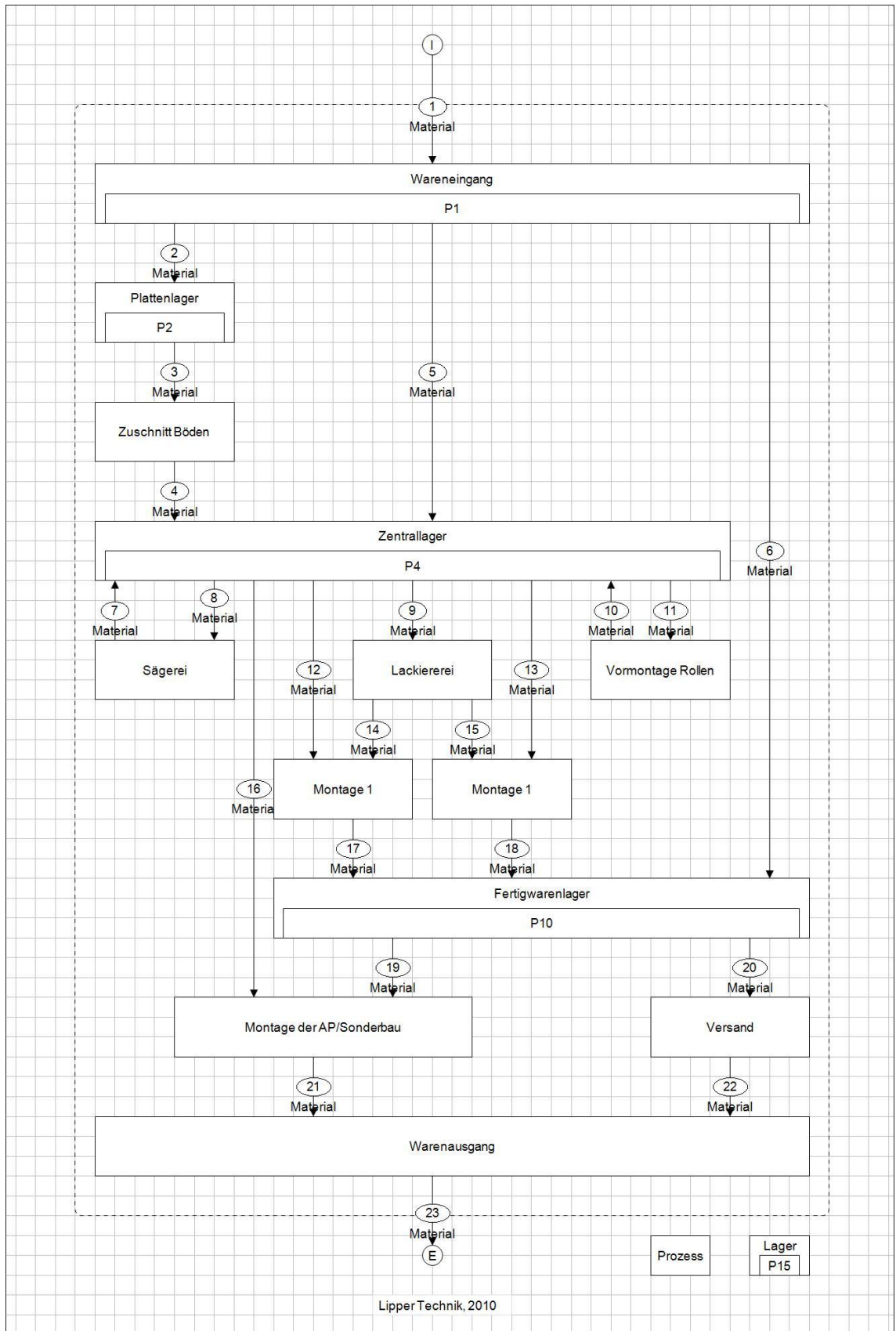


Abbildung 8: Betriebsmodell einer Druckerei²⁵

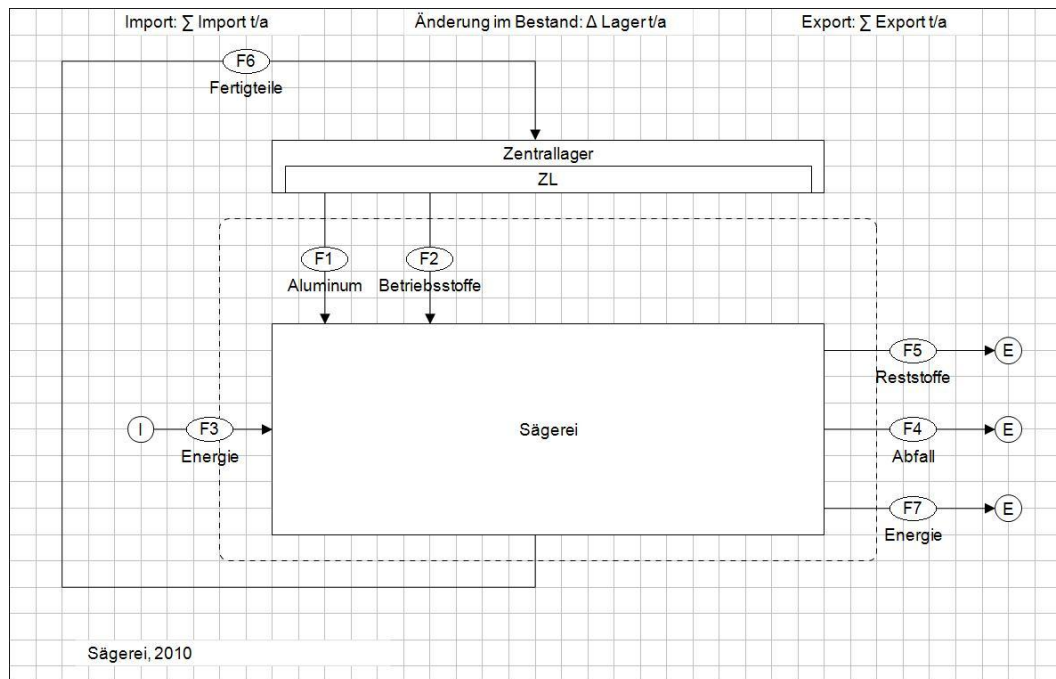
²⁴ <http://www.umweltschutz-bw.de/?lvi=746>

²⁵ <http://www.umweltschutz-bw.de/?lvi=746>

Das Betriebsmodell der Lipper Technik



Das Betriebsmodell wurde von Dennis Müller erstellt und enthält alle Materialströme in aggregierter Form. Es dient der groben Übersicht und muss noch verfeinert werden. Dennis Müller untersucht im weiteren Verlauf die Sägerei der Lipper Technik und erstellt ein detaillierteres Modell.



4.3 Datenerhebung

Dieser Schritt der Stoffstromanalyse ist von zentraler Bedeutung und gleichzeitig auch einer der arbeitsaufwendigsten und schwierigsten Schritte. Bei der Modellierung wurden die Zusammenhänge dokumentiert und in Form von Stoffströmen angetragen. Nun gilt es die Stoffströme zu quantifizieren.

Als Datengrundlage dient häufig das Enterprise Resource Planning System eines Unternehmens, sofern vorhanden. Andernfalls müssen die Daten aus den entsprechenden Abteilungen zusammengetragen werden. Problematisch ist, dass die Daten meist unpräzise sind oder in aggregierter Form vorliegen.

Folglich bleibt nur eine Untersuchung vor Ort, bei der die benötigten Daten ermittelt und gemessen werden. Eine wertvolle Quelle stellen immer auch die Mitarbeiter dar, da diese über Erfahrungswerte verfügen und nicht selten auch Optimierungsvorschläge haben.

Eine weitere Möglichkeit bietet die Berechnung fehlender Größen. Aus Verfahrensangaben, Verbrauchsmengen etc. lassen sich fehlende Größen unter Umständen berechnen oder ableiten.

Für den nächsten Schritt, die Bilanzierung, ist es wichtig, dass zusammenhängende Größen und Stoffmengen lückenlos erfasst werden.



Für die Sägerei muss Dennis Müller folgende Mengen ermitteln: Rohware-, Fertigteile- und Reststoffmengen. Die Betriebsstoffe sind zunächst nicht Gegenstand der Untersuchung.

Mit Hilfe des ERP-Systems der Lipper Technik konnte er die Mengen für das Jahr 2010 ermitteln.

In der Sägerei werden aus Aluminiumprofilen zu 5.000 mm die drei Längenvarianten kurz (392 mm), lang (500 mm) und länger (700 mm) hergestellt. Die Reststoffe können in zwei Güteklassen (Reststücke und Späne) an einen Reststoffverwerter verkauft werden. Nun möchte Dennis Müller wissen, wie viel Verschnitt bei der Herstellung anfällt und welcher Güteklasse er zugeordnet werden kann.

Dazu besucht er die Sägerei und sieht sich das Arbeitsverfahren genauer an.

Die Mitarbeiter sägen aus jedem 5-m-Profil immer nur eine Längenvariante, so dass sich bei einer Schnittbreite von 4 mm folgende Verschnittmengen bilden:

Aluminiumprofil kurz

392	392	392	392	392	392	392	392	392	392	392
	392	248								

Aluminiumprofil lang

500	500	500	500	500	500	500	500	500	464
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Aluminiumprofil länger

700	700	700	700	700	700	700	72
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

Aus den Produktionsmengen konnte Dennis Müller berechnen, dass im Jahr 2010 folgende Verschnittmengen angefallen sind:

<i>Variante</i>	<i>Verschnitt</i>	<i>Späne</i>	<i>Gesamt</i>
<i>kurz</i>	<i>11.105,61 kg</i>	<i>1.549,62 kg</i>	<i>12.655,26 kg</i>
<i>lang</i>	<i>14.193,78 kg</i>	<i>1.193,84 kg</i>	<i>14.549,56 kg</i>
<i>länger</i>	<i>914,85 kg</i>	<i>355,78 kg</i>	<i>1.270,63 kg</i>

Tabelle 1: Verschnittmengen der Lipper Technik

4.4 Bilanzierung

Bei der Bilanzierung werden die ermittelten Daten einander gegenübergestellt. Die Bilanzierung beruht auf dem Massenerhaltungssatz und muss folglich im Gleichgewicht stehen. Dabei sind die Bilanzierungsmengen an den gewählten Systemgrenzen zu erfassen. Wurden beispielsweise Bearbeitungsprozess ausgewählt, so müssen theoretisch alle Inputgrößen des zu untersuchenden Stoffes oder der zu untersuchenden Stoffgruppe den Outputgrößen entsprechen. Häufig erweist sich eine Verrechnung als schwierig, weil unterschiedliche Maßeinheiten vorliegen. Deshalb empfiehlt es sich, frühzeitig in einheitliche Maßeinheiten umzurechnen, etwa in Kilogramm.

Werden ganze Prozessverbunde oder prozessübergreifende Materialien untersucht, ist es erforderlich, die einzelnen Prozessschritte zunächst separat und dann an den Schnittstellen zu bilanzieren.

Auch bei der Bilanzierung können noch fehlende Daten ermittelt werden. Befindet sie sich in einem Ungleichgewicht, lassen sich die fehlenden Größen ableiten.

<i>Input</i>		<i>Output</i>	
<i>Bez.</i>	<i>Menge</i>	<i>Bez.</i>	<i>Menge</i>
<i>Aluminiumprofil roh</i>	<i>392.778,89 kg</i>	<i>Profil kurz</i>	<i>151.862,76 kg</i>
		<i>Profil lang</i>	<i>149.230,5 kg</i>
		<i>Profil länger</i>	<i>62.260,8 kg</i>
		<i>Ausschuss</i>	<i>111,35 kg</i>
		<i>Verschnitt</i>	<i>26.214,24 kg</i>
		<i>Späne</i>	<i>3.099,24 kg</i>
	<i>= 392.778,89 kg</i>		<i>= 392.778,89 kg</i>

Tabelle 2: Bilanzierung

Dennis Müller hat die Aluminiummengen in einer einfachen Bilanz einander gegenübergestellt.



4.5 Schwachstellenanalyse und Optimierung

Bei der Schwachstellenanalyse werden die erstellten Bilanzen systematisch untersucht. Je nach Untersuchungsziel muss nach Auffälligkeiten, Unregelmäßigkeiten oder Fehlmengen gesucht werden. Ist die Datenmenge sehr groß und fehlt es an Übersichtlichkeit, kann eine Visualisierung der Ergebnisse vorteilhaft sein. Eine bewährte Visualisierungsmethode im Rahmen der Stoffstromanalyse ist das Sankey-Diagramm. Durch mengenproportionale Pfeildarstellungen werden die Verhältnismäßigkeiten anschaulich visualisiert. Es lassen sich auch die Kosten zueinander ins Verhältnis setzen, wenn eine Verrechnung aufgrund unterschiedlicher Maßeinheiten nicht möglich ist.

Jedoch gilt auch für die Schwachstellenanalyse, dass Entscheidungen und Erkenntnisse nicht nur auf der Grundlage offensichtlicher Daten getroffen bzw. gewonnen werden können. Auch unauffällige Werte können Optimierungspotential aufweisen. Deshalb ist die Zieldefinition im ersten Schritt von Bedeutung.

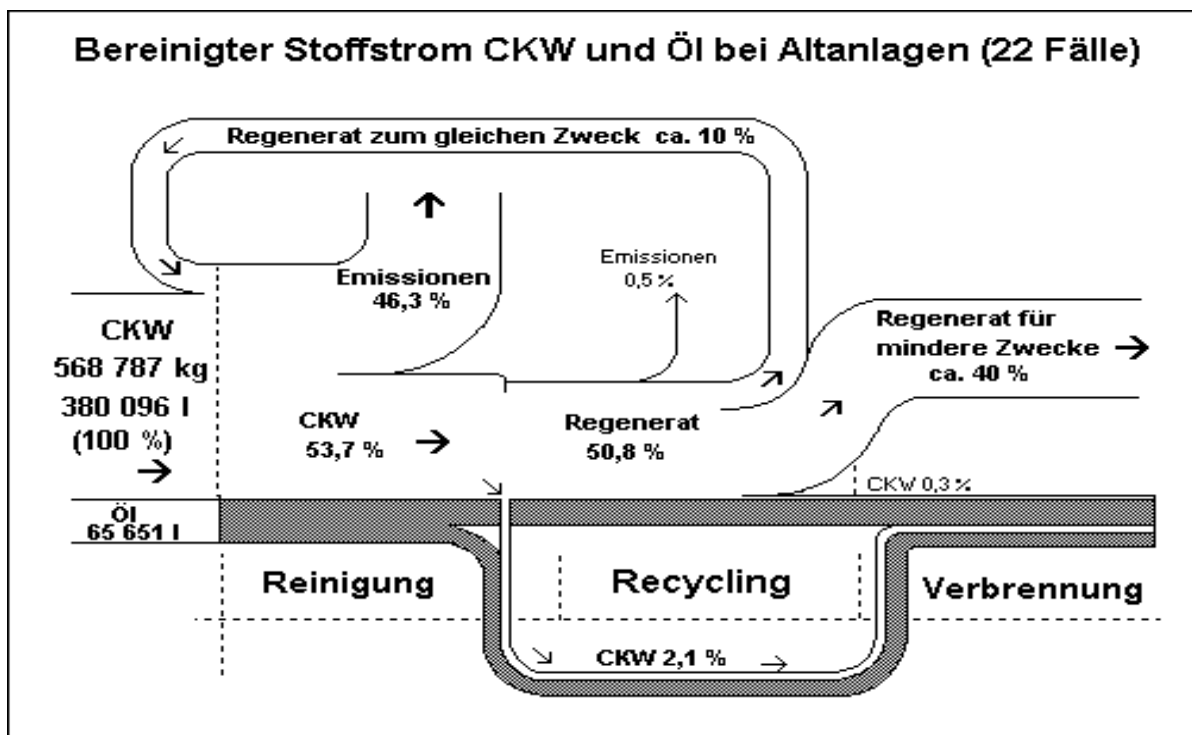


Abbildung 9: Darstellung eines Stoffstroms im Sankey-Diagramm²⁶

²⁶ <http://www.oekorecherche.de/deutsch/beitraege/beitraegeVolltext/beitrPics/CKWalt.gif>

Weitere Erkenntnisse können gewonnen werden, indem verschiedene Szenarien durchgespielt werden. Hier ist es von Vorteil, wenn die Analyse mit Hilfe einer Software durchgeführt wird. Dies kann auch mit Hilfe einer Tabellenkalkulation geschehen, sofern man über die hierfür nötigen Kenntnisse verfügt. Einige Software-Lösungen bieten ein Echtzeitszenario an, d. h. eine Parameteränderung und ihre Auswirkungen werden unmittelbar umgesetzt und visualisiert.

Bei der Untersuchung der Sägerei ist Dennis Müller sofort aufgefallen, dass der Verschnittanteil bei der Herstellung der Variante „lang“ überproportional groß ist.

Deshalb sieht er näher hin und findet heraus, dass die Reststücke zu 464 mm im Aluminiumschrott landen. Nachdem er bei seinen Mitarbeitern nachgefragt hat, bekommt er als Antwort, dass das schon immer so gemacht wurde und die Reststoffe ja verkauft werden können.

Dennis Müller veranlasst sofort, dass die Reststück in den Verarbeitungsprozess wieder einfließen.



4.6 Auswertung und Aufwertung

In einem letzten Schritt werden die Ergebnisse ausgewertet und aufgewertet. So wird aus der Stoffstromanalyse eine Potentialanalyse, die die Einsparpotentiale aussagekräftig darstellt und aus der sich idealerweise ein Maßnahmenkatalog ergibt. Auch sollten nötige Investitionskosten und Amortisationszeiten aufgenommen werden. Da die Ergebnisse der Potentialanalyse in der Regel von Entscheidungsträgern ausgewertet werden, sollte darauf geachtet werden, dass sie nachvollziehbar und übersichtlich präsentiert werden.

Dennis Müller möchte wissen, wie viel durch die Rückführung der Reststücke eingespart werden kann.

Durch die Wiederverwertung der Reststücke können 9.210 m und dementsprechend 90.350,10 € eingespart werden. Zuvor wurden die Reststücke zu 1,40 € je kg weiterverkauft.

Aus 464 mm Verschnitt je Stange werden so 1 Profil zu 392 mm Profil kurz, 4 mm Schnitt nach altem Verfahren und 68 mm Verschnitt.



Bei 198.974 hergestellten Profilen „lang“ ergeben sich 6.632,46 Reststücke. Diese haben einen Wert von 21.542,25 €. Die neuen 68 mm Verschnitt haben einen Wert von 3.157,05 €.

Kosteneinsparung: $90.350,10 \text{ €} - 21.542,35 \text{ €} + 3.157,05 \text{ €} = 71.964,80 \text{ €}$



Bei der Berechnung der Einsparpotentiale müssen auch die Entsorgungskosten und Reststoffvergütungen berücksichtigt werden. Die Ressourcenkostenrechnung, wie sie in Abschnitt 4.8 dargestellt wird, kann dabei Unterstützung leisten.

4.7 EDV-Hilfsmittel

Bei der Modellierung und späteren Zuordnung der Daten können sich verschiedene Softwarelösungen als hilfreich erweisen. Mit zunehmender Komplexität und Datenmenge fällt es nämlich immer schwerer, die Übersicht zu behalten und Fehler zu vermeiden. In den folgenden Ausführungen wird eine EDV-Lösung vorgestellt, die konkret für das Stoffstrommanagement und die Stoffstromanalyse entwickelt wurde. Das Besondere an dieser Software ist, dass sie mit Datenbanken arbeitet und die Berechnungen selbstständig durchführt. Die erstellten Analysen sind somit szenariofähig. Änderungen lassen sich so leicht auf ihre Auswirkungen hin überprüfen.

Umberto

Das Programm Umberto der ifu Hamburg GmbH ist ein vielseitig einsetzbares Programm aus dem Bereich Umweltmanagement. Die Software in der aktuellen Version 5 (2012) kommt in zahlreichen namhaften Unternehmen und Hochschulen zum Einsatz.²⁷

Neben der eigentlichen Stoffstrommodellierung lassen sich mit diesem Programm Prozesse abbilden und Materialdatenbanken anlegen. Die Modellierung erfolgt nach der Stoffstromnetztechnik, lässt sich jedoch mit mengenproportionalen Sankey-Pfeilen ergänzen. Zur Analyse und Visualisierung stehen verschiedene Möglichkeiten und Diagramme zur Verfügung.

²⁷ vgl. <http://www.ifu.com/de/referenzen/umberto/>

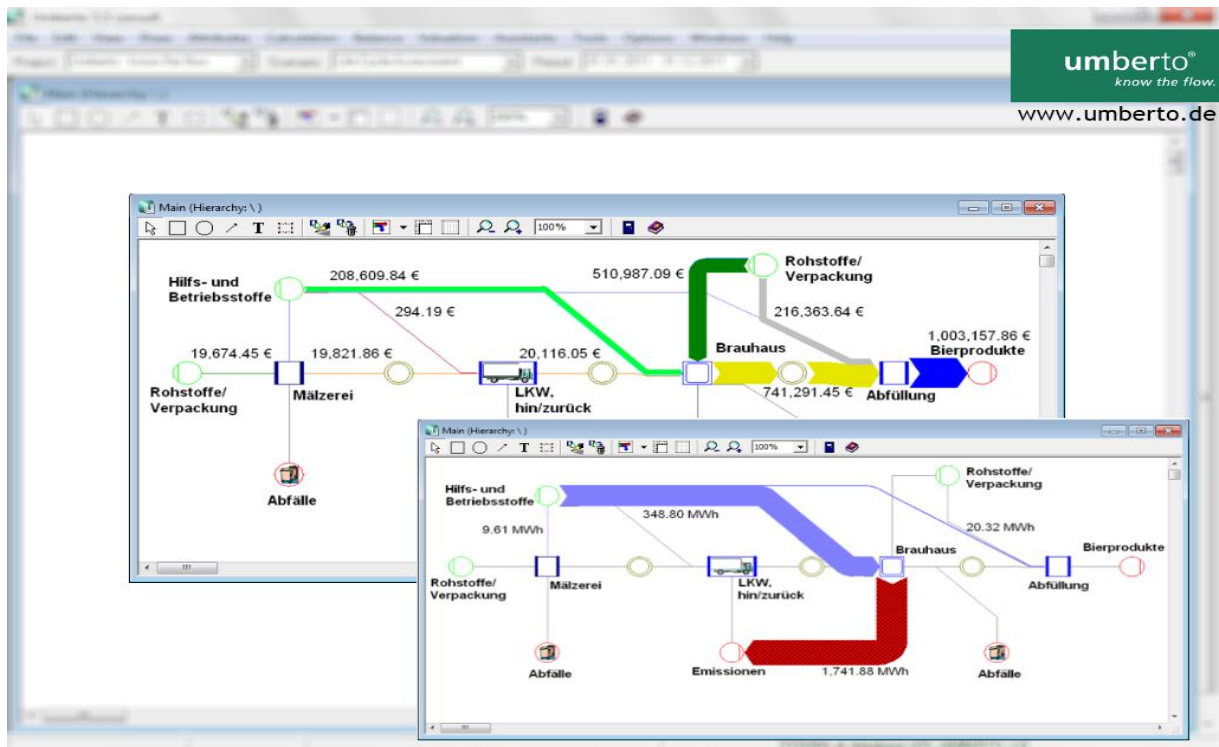


Abbildung 10: Screenshot Software Umberto²⁸

STAN – Software for Substance Flow Analysis

Die Software STAN ist aus einem Projekt der Universität Loeben entstanden und unterstützt den Anwender bei der Durchführung von Stoffstromanalysen (Synonym: Stoffflussanalyse). Per Drag-and-Drop-Verfahren lassen sich Prozesse und Materialflüsse modellieren. Die Stoffarten (chemische Elemente sind integriert) können in Form von Datenbanken angelegt werden. Auch eine Bilanzierung von beliebigen Systemgrenzen ist möglich. Ausgewählte Mengenflüsse lassen sich durch mengenproportionale Sankey-Pfeile darstellen.

²⁸ <http://www.umberto.de/de/demos-screenshots/>

e!sankey

Die Software e!sankey eignet sich besonders für die Visualisierung von Stoffströmen. Per Drag-and-Drop-Verfahren können Prozesse und Materialströme modelliert werden. Insbesondere was die Visualisierung anbelangt, stehen vielfältige Möglichkeiten zur Verfügung.

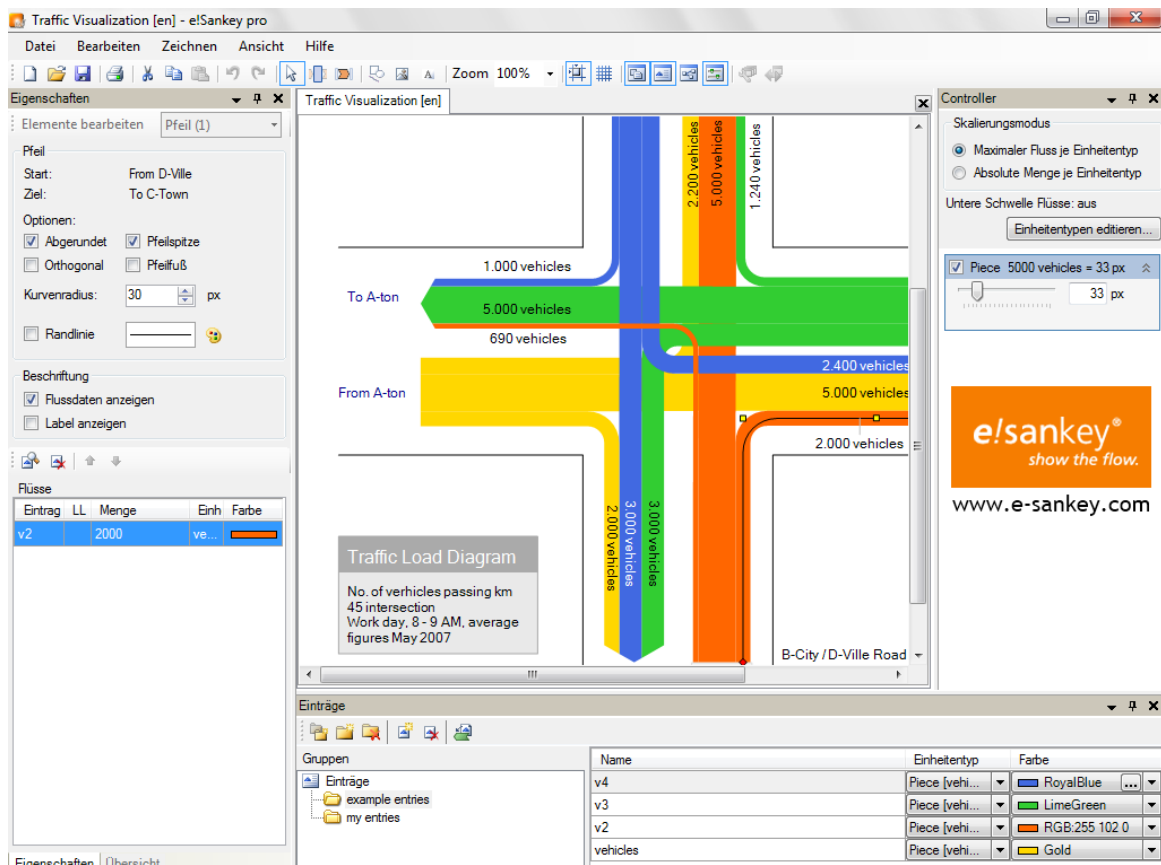


Abbildung 11: Benutzeroberfläche der Software e!sankey²⁹

4.8 Ergänzende Kostenrechnung

Ressourcenkostenrechnung (RKR)

Die RKR ist ein Analysetool der Effizienz-Agentur NRW (EFA-NRW). Die Ziele³⁰ der RKR sind:

- erhöhte Transparenz und Harmonisierung der Geschäftsprozesse

²⁹ <http://www.e-sankey.com/de/demos-screenshots/>

³⁰ vgl. <http://www.efanrw.de/index.php?id=146>

- dauerhafte Sicherstellung und kontinuierliche Steigerung der Prozesseffizienz
- Steigerung der Ressourcenproduktivität
- Erhöhung der Wertschöpfung im Unternehmen.

Dieses Konzept trägt der Tatsache Rechnung, dass eine isolierte Betrachtung der Material- und Energieproduktivität allein nicht zwingend zu einer Kostensenkung führt.³¹ Aus diesem Grund wird bei der RKR die betriebliche Planungs- und Kostenrechnung um die ressourcenbezogene Kostenrechnung ergänzt. Damit lassen sich die Kosten eindeutig dem jeweiligen Verursacher zuordnen. Dabei werden die Kosten entlang der gesamten Fertigung prozessschritt- und materialbezogen erhoben. Auf diese Weise lassen sich Wertschöpfungsverluste innerhalb der einzelnen Prozessabschnitte beziffern und als Hinweise auf Optimierungspotentiale nutzen.



Abbildung 12: Materialverluste und deren tatsächliche Kosten³²

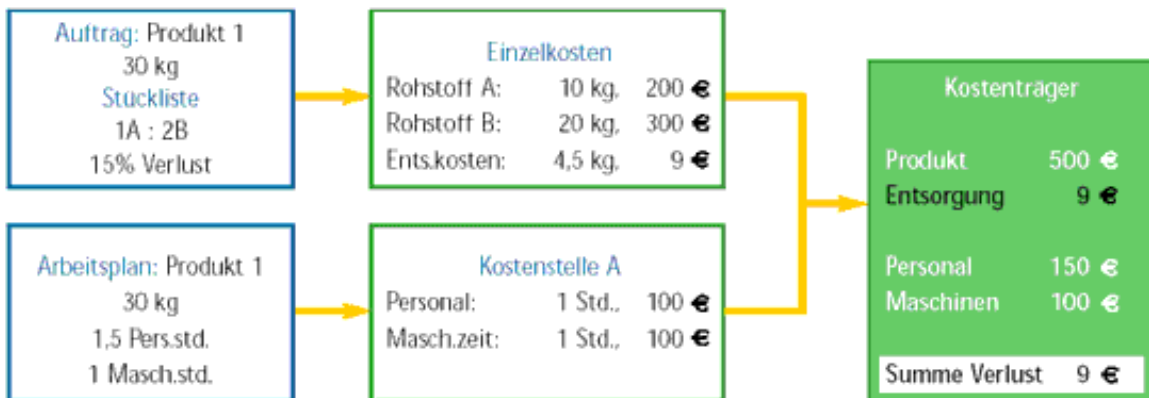
Mit dieser Berechnungsmethode wird die gängige betriebswirtschaftliche Kostenrechnung ergänzt. Die Materialverluste werden mit ihr vollständig erfasst und qualifiziert, so dass auch betriebswirtschaftlich nutzbringende Optimierungspotentiale gezielt identifiziert werden können.

³¹ vgl. <http://www.efanrw.de/index.php?id=146>

³² <http://www.umweltschutz-bw.de/?lvi=5441>

Beispielrechnung

Klassische Kostenrechnung → Kaum Einsparpotenziale zu identifizieren



Beispielrechnung

Ressourcenkostenrechnung → Deutliche Einsparpotenziale erkennbar

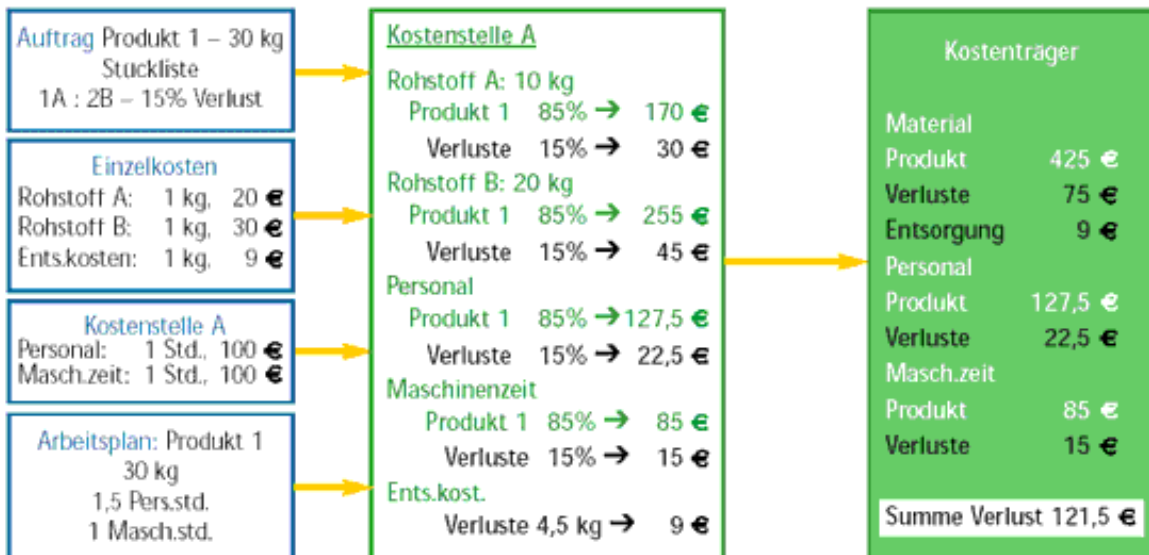



Abbildung 13: Gegenüberstellung klassische Kostenrechnung und RKR³³

³³ <http://www.umweltschutz-bw.de/?lvi=5441>

5 Zusammenfassung



Von der Kosteneinsparung in der Sägerei ermutigt, möchte Dennis Müller, auch die anderen Prozesse und Materialien untersuchen. Deshalb plant Dennis Müller die Beschaffung einer Software, mit der er eine Übersicht über das gesamte Unternehmen erstellen kann. Auch die Geschäftsführung war von den ersten Ergebnissen überzeugt und plant, weitere Mitarbeiter an der Lernfabrik teilnehmen zu lassen.

In der Lehrunterlage des Moduls 12 wurden die theoretischen Hintergründe zum Thema Materialeffizienz vorgestellt. Es konnte herausgestellt werden, dass in KMU diesbezüglich Potentiale schlummern, aber aufgrund bestimmter Hemmnisse häufig nicht erkannt und ausgenutzt werden.

Die geeignete Methode zur Identifizierung dieser Potentiale, die Stoffstromanalyse, wurde behandelt und in Auszügen an einem Praxisbeispiel verdeutlicht.

Darüber hinaus wurden Anlaufstellen zur Informationsgewinnung, verschiedene Hilfsmittel sowie ein ergänzendes Kostenrechnungskonzept vorgestellt.

Für die Art und Weise, wie eine Stoffstromanalyse durchgeführt werden soll, gibt es kein Patentrezept. Sie ist weder in ihrem Ablauf noch in ihren Vorgehensweisen standardisiert. Demnach müssen bei der Durchführung einer solchen Analyse individuelle, auf das Unternehmen zugeschnittene Lösungen gefunden werden.

Zusammengefasst geht es bei der Stoffstromanalyse darum, die Materialströme im Unternehmen zu untersuchen. Dabei muss nicht immer ein „Strom“ vorliegen. Wichtig ist, dass erfasst werden kann, wo die Materialien in welcher Form verbleiben. Im nächsten Schritt erfolgt dann die Analyse, ob sich Materialaustritte in Form von Verlusten vermeiden bzw. vermindern lassen.

Im fortgeschrittenen Stadium kann ein Stoffstrommanagementsystem eingeführt werden, bei dem die Stoffströme fortlaufend und lückenlos dokumentiert werden.

Quellenverzeichnis

Literatur

Bullinger, H.-J.; Beucker, S.; Stoffstrommanagement – Erfolgsfaktor für den betrieblichen Umweltschutz;

Stuttgart; 2000

Fresner, J.; Bürki, Th.; Sittel, H. H.; Ressourceneffizienz in der Produktion;

Kosten senken durch Cleaner Production; Düsseldorf; 2009

Breidenbach, R.; Umweltschutz in der betrieblichen Praxis;

Wiesbaden; 2002

Dyckhoff, H.; Betriebliche Produktion,

2. Auflage; Berlin, Heidelberg, New York; 1994

Effizienz-Agentur NRW [Herausgeber]; Ressourcenkostenrechnung;

Duisburg; 2003

Engelhardt-Nowitzki, C.; Nowitzki, O.; Krenn, B. [Herausgeber]; Management komplexer Materialflüsse mittels Simulation;

Wiesbaden; 2007

Jaschke, T.; Materialeffizienz als strategisches Geschäftsfeld für ein Beratungsunternehmen;

Lemgo; 2011

Liedtke, C. [Herausgeber]; Busch, T. [Herausgeber]; Materialeffizienz;
München; 2005

Reuber, M.; Gestaltungsansätze zur Materialeffizienzsteigerung in KMU am Beispiel
der deutschen Möbelindustrie;
Lemgo; 2011

Sterr, Th.; Industrielle Stoffkreislaufwirtschaft im regionalen Kontext;
Heidelberg; 2003

Umweltbundesamt [Herausgeber]; Umweltdaten Deutschland;
Dessau-Roßlau; 2007

Wietschel, M.; Stoffstrommanagement;
Frankfurt am Main; 2002

Wittenberg, M.; Stoffstromanalyse und Bewertung von Umweltschutzmaßnahmen am
Beispiel der Abwasserwirtschaft eines Automobilwerks;
Braunschweig; 2003

Internetquellen

Deutsche Materialeffizienzagentur

<http://www.demea.de/>

Statistisches Bundesamt Deutschland

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2005/UGR/Rohstoffeinsatz,property=file.pdf>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/endbericht-wirksamkeit-des-programms-zur-verbesserung-der-materialeffizienz,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>

RKW Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e. V.

http://www.rkw-kompetenzzentrum.de/fileadmin/media/Dokumente/Publikationen/2011_FB_Energie-Stoffstromanalyse.pdf

VDI

<http://www.vdi-zre.de/themen/in-der-industrie/ressourceneffizienz-in-der-industrie/>

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (BaWü)

<http://www.umwelttechnikpreis.de/reffim/de/themen/index.php>

Internetseite des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

<http://www.umweltbundesamt.de/ressourcen/index.htm>

Effizienz-Agentur NRW

<http://www.efanrw.de/index.php?id=40&L=1%2F%252...2Fcss%2Ffx29id1.txt%3F%3F%2F%2Ferrors.php%3Ferror%3Dhttp%3A%2F%2Falberoz.interfree.it%2Fechos.txt%3F%3F>