

Betriebliches
Energie- und Stoffstrommanagement
bei der Gütermann AG, Gutach- Breisgau

Endbericht für die
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

PD Dr. rer. nat. Dirk Bunke, Öko-Institut e.V.,

Diplom- Chemikerin Ismene Jäger, Ökologische Netze und

Frau Sibylle Wursthorn, MA, Ökologische Netze.

Öko-Institut e.V., Institut für angewandte Ökologie

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 6226

D-79038 Freiburg

Tel.: 0761/45 295-0

Fax: 0761/47 54 37

Büro Darmstadt

Elisabethenstraße 55-57

D-64283 Darmstadt

Tel.: 06151/81 91-0

Fax: 06151/81 91-33

Büro Berlin

Novalisstraße 10

D-10115 Berlin

Tel.: 030/28 04 86-80

Fax: 030/28 04 86-88

Freiburg, den 10.Dezember.2003

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeiner Teil	5
1.1 Hintergrund des Projekts	5
1.2 Abteilungen.....	7
1.2.1 Rohstofflager, Vorwerk, Spinnerei	8
1.2.2 Zwirnerlei	8
1.2.3 Rohzwirnlager	9
1.2.4 Färberei.....	9
1.2.5 Farbzwirnlager	9
1.2.6 Wickelei.....	9
1.2.7 Fertigwarenlager	9
1.2.8 Hilfsstofflager, Betriebsstofflager	10
1.2.9 Kesselhaus	10
1.2.10 Kompressoranlage	10
1.2.11 Bachwasserpumpen, Wasseraufbereitungsanlage.....	10
1.2.12 Pufferbecken, Neutralisation.....	10
1.2.13 Schreinerei.....	10
1.2.14 Schlosserei	11
1.2.15 Elektrowerkstatt	11
1.2.16 Verwaltung	11
1.2.17 Qualitätssicherung	11
2 Vorphase	12
2.1 Methodik.....	12
2.2 Energie.....	13
2.2.1 Beschreibung der Ist-Situation	13
2.2.2 Geplante Veränderungen.....	15
2.2.3 Aktueller Energieverbrauch und Energiekosten	16

2.2.4	Energieverbrauch zur Erzeugung der Raumwärme	19
2.2.5	Optimierungsmöglichkeiten Raumwärme	20
2.2.6	Prozessbedingter Energieverbrauch	21
2.2.7	Energieverbrauch in der Färberei	21
2.2.8	Beleuchtung: Stand und Optimierungsmöglichkeiten	24
	Beispiel: Erneuerung der Leuchtstoffröhren in der Färberei:	24
2.2.9	Besonderheiten beim Energie- und Wasserverbrauch in der Färberei	26
	Kühlwasserüberlauf und Mischwasserregelung:	26
2.2.10	Energieverbrauch Färberei: Optimierungsmöglichkeiten	28
	Kühlwasserüberlauf	28
	Erwärmung des erwärmten Kühlwassers im Wärmetauscher und Mischwasserregelung:	29
2.2.7	Flottenrückkühlung als Nebenkühlung im offenen Nebenkreislauf	30
2.3	Wasser	32
2.3.1	Brauchwasser und Wasseraufbereitungsanlage	33
2.3.2	Trinkwasser	34
2.3.3	Abwasser	35
2.3.4	Verbrauchte Menge an Trinkwasser und Brauchwasser: Stand und Entwicklung	35
2.3.5	Kosten für Trinkwasser, Brauchwasser und Abwasser	37
2.3.6	Aktueller Wasserverbrauch in den einzelnen Abteilungen	38
2.3.7	Aktueller Abwasseranteil in den einzelnen Abteilungen	41
2.3.8	Optimierungsmöglichkeiten	42
2.4	Material	43
2.5	Abfälle	44
2.5.1	Abfallmengen	44
2.5.2	Kosten und Erlöse für die Entsorgung der Abfälle	46
2.5.3	Abfallarten in den einzelnen Abteilungen	47
	Polyesterabgänge:	48
2.6	Betriebsmittel, Prozesschemikalien und Gefahrstoffe	49

3. Vertiefungsphase	52
3.1 Methodik	52
3.2 Der Rote Faden	53
3.2.1 Wahl des Beispielprodukts.....	54
3.2.2 Mara 70 in den einzelnen Abteilungen.....	56
3.3 Produktionsabfälle und Umweltkostenrechnung.....	56
3.3.1 Aufgabenstellung und Methodik.....	56
3.3.2 Umweltkostenrechnung und Produktionsabfälle	58
3.3.3 Kostenabschätzung für die gesamten Abfälle inklusive Produktionsabgang	60
3.4 Gefahrstoffe, Äquivalente	61
3.4.1 Bilanzierung von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien.....	61
3.4.2 MEG-Äquivalente zur Gefahrstoffbilanzierung	62
3.4.3 Anwendung der MEG-Methodik	67
4 Kennzahlen	71
5 Datenqualität und Datenverfügbarkeit	73
Daten, die bei der Gütermann AG vorhanden waren und abgefragt werden konnten:.....	73
Daten, die im Rahmen von internen Projekten erhoben wurden:	74
Daten, die von den Forschungsinstituten (Öko-Institut e.V., Ökologische Netze) erhoben wurden:	75
Daten die errechnet wurden	75
Daten, die abgeschätzt wurden, weil es keine andere Möglichkeit der Quantifizierung gab:	76
6 Einsatz von EDV-Systemen zur Modellierung	77
7 Kommunikation	78

8	Resümee des Gesamtprojekts	79
9	Literatur	83
10	Glossar.....	84

1. Allgemeiner Teil

1.1 Hintergrund des Projekts

Die Gütermann AG in Gutach-Breisgau ist einer der weltweit bedeutendsten Hersteller von Nähgarnen für den industriellen und den Haushaltsbereich. Von dem Unternehmen werden jährlich mehr als tausend Tonnen Produkte hergestellt. Allein diese Größenordnung lässt deutlich werden, dass für das Unternehmen Fragen des Energie- und Stoffstrommanagements unter Umwelt- und Kostengesichtspunkten von hoher Bedeutung sind.

Stoffstrommanagement ist das aktive und effiziente, an anspruchsvollen Zielsetzungen orientierte Beeinflussen und Gestalten von Stoffströmen. Als neuer strategischer Ansatz wurde er von der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages entwickelt und ist seitdem in einer steigenden Anzahl von Unternehmen mit Leben gefüllt worden (s.a. LfU 2000, Bullinger et al. 2002, Bunke 2000).

Von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, (Referat 31, Sachgebiet 31.2, Industrielle Stoffströme, Industrieabwasser) wird in einem mehrjährigen Förderprogramm in Pilotunternehmen die Einführung eines betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagements unterstützt.

Im Rahmen dieses Programms ist auch bei der Gütermann AG vom Sommer 2002 bis Frühjahr 2003 ein Pilotprojekt zum betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagement durchgeführt worden. Hierbei standen zwei Ziele im Vordergrund:

- Die Unterstützung, Ergänzung und Erweiterung der im Unternehmen bereits laufenden Maßnahmen zum Energie- und Stoffstrommanagement durch eine betriebliche Stoffstromanalyse.
- Umwelt- und Kostenentlastungen in Gutach und ggf. in der Produktkette.

In dem hier vorgelegten Bericht für die Landesanstalt für Umweltschutz werden die methodische Vorgehensweise, einige der erfassten und gewonnenen Daten, die Erfahrungen und Schlussfolgerungen dokumentiert (ergänzend sind Informationen auch in den Protokollen der Projektbesprechungen verteilt worden).

Der Aufbau gliedert sich entsprechend dem Projektaufbau, der sich durch eine Vor- und eine Vertiefungsphase auszeichnete. Vorangestellt werden eine Beschreibung des Unternehmens und seiner Abteilungen.

Im Gesamtprojekt wurden viele Besprechungen in einzelnen Abteilungen und fünf große bereichsübergreifende Projekttreffen durchgeführt, auf denen im größeren Kreis die Daten, Erfahrungen und Optimierungsvorschläge vorgestellt und diskutiert wurden. Hier wurden wertvolle zusätzliche Ergebnisse gewonnen, die in diesen Bericht eingeflossen sind. Ergänzend wurde in zwei Aufsätzen in der MitarbeiterInnen-Zeitschrift „Schachbrett“ von der Gütermann AG über das Projekt berichtet und dadurch das Thema im Unternehmen breit bekannt gemacht – eine wichtige Arbeit für die Verankerung der Ansätze und eine Vorbereitung für die eigenständige Fortführung der Arbeiten in den Abteilungen nach Beendigung des Pilotprojektes.

Hinweis: Die Hauptergebnisse des Projektes sind in zwei zusammenfassenden Veröffentlichungen publiziert worden:

Bunke et al. 2003

Bunke, D.; Jäger, I.; Wursthorn, S.; Strigl, H.; Heege, A.; Produktionsabfälle und Gefahrstoffe im Blick: Spezifische Kennzahlen bei der Gütermann AG. In: Bullinger, H.-J.; Jürgens, G.; Rey, U. (Hrsg.); Stoffstrommanagement. Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT. Tagungsband zum 5. Management-Symposium Produktion und Umwelt, 2. April 2003. IAO, Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart, S. 157 – 175. 2003

Jäger et al. 2003

Jäger, I.; Wursthorn, S.; Bunke, D.; Strigl, H.; Heege, A.; Betriebliches Energie- und Stoffstrommanagement bei Gütermann. Melliand Textilberichte 84(10), 2003, S. 886 - 888.

Beide Artikel können direkt beim Öko-Institut e.V. angefordert werden (d.bunke@oeko.de).

1.2 Abteilungen

Die Gütermann AG besteht als produzierendes Unternehmen der Textilindustrie aus Abteilungen, in denen die Produktion stattfindet. Hierbei handelt es sich um die Spinnerei, die Zwirnerei, die Färberei und die Wickelei. Zwischen diesen Abteilungen der Produktion sind Lager zwischengeschaltet, um die logistische Abwicklung der Produktion zu ermöglichen. Die Gütermann AG hat insgesamt 4 Lager innerhalb des Produktionsablaufs: das Rohstofflager (das räumlich und organisatorisch Teil der Spinnerei ist), das Rohzwirnlager, das Farbzwirnlager und das Fertigwarenlager. Das Ablaufschema der einzelnen Produktionsstufen ist in Abb. 1 dargestellt:

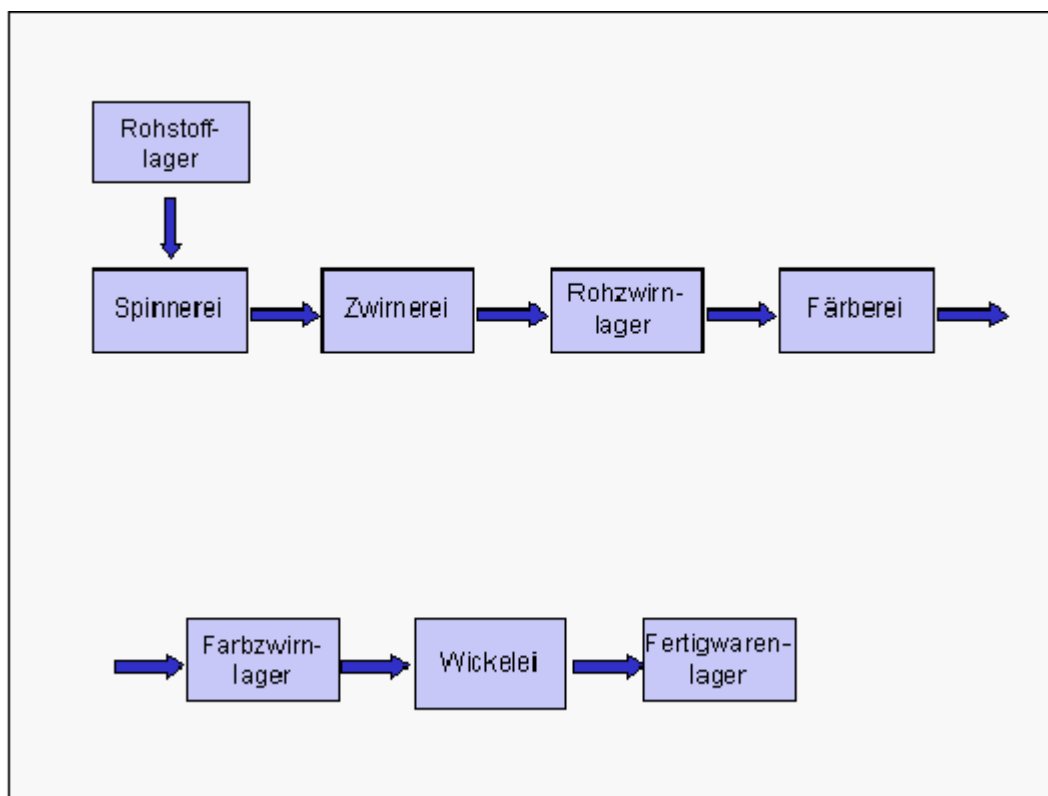


Abb. 1: Ablaufschema der Produktion innerhalb der Gütermann AG

Neben diesen Abteilungen der Produktionskette sind zahlreiche weitere Abteilungen notwendig, um diesen Ablauf zu ermöglichen. Einige von ihnen sind in Abbildung 2 dargestellt.

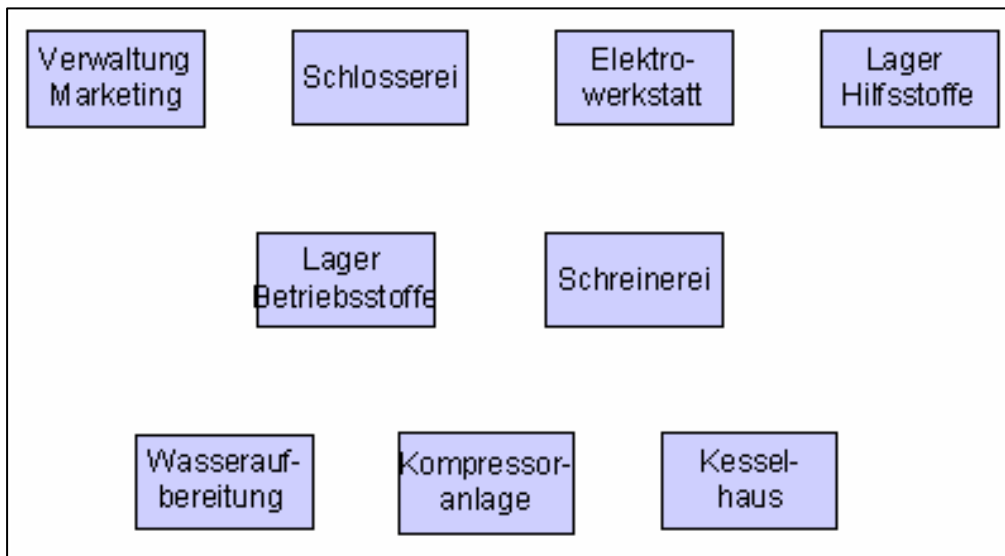


Abb. 2: Weitere Abteilungen der Gütermann AG

1.2.1 Rohstofflager, Vorwerk, Spinnerei

Innerhalb der Gütermann AG gehören diese Abteilungen auch räumlich zusammen und sind in der Spinnerei untergebracht.

Der Rohstoff aus dem der Nähfaden hergestellt wird, wird im Rohstofflager gelagert. Die erste Produktionsstufe, das Reißen wird mittels der Spinnbandreißmaschine durchgeführt. In weiteren Produktionsschritten, dem Doppelstapstrecken, am Flyer, an der Wickelmaschine und am Autoconer wird aus dem Rohmaterial ein Einfachgarn hergestellt. Bei dem Rohmaterial handelt es sich größtenteils um sogenanntes „Trevira- Reißkabel“, einen Polyestervlies, der von der Firma Trevira hergestellt wird.

1.2.2 Zwirnerie

In der Zwirnerie, welche im Hochbau⁴ untergebracht ist, wird aus diesem Einfachgarn ein Zwirn hergestellt. Hierzu wird das Einfachgarn zuerst an einer Vorzwirnmaschine und anschließend an einer Auszwirnmaschine gezwirnt. Durch den nächsten Schritt wird gewährleistet, dass der Nähfaden sich später bei Hitze einwirkung nicht verändert. Hierzu wird der Rohzwirn in den Thermofixierofen und den Kühlöfen gestellt. In der Färbespulerei wird der Rohzwirn bereits auf die Färbehülsen gespult, auf denen er auch gefärbt wird.

1.2.3 Rohzwirnlager

In das Rohzwirnlager wird der Rohzwirn eingelagert. Hieraus entnimmt die Färberei den Zwirn zum Färben. Das Rohzwirnlager ist im Erdgeschoss des Hochbau4 und im Schuppen der Färberei untergebracht. Innerhalb des Schuppens der Färberei befindet sich das Lager aus dem der Rohzwirn direkt entnommen wird. Hier muss von jedem Rohzwirn eine entsprechende Menge vorhanden sein. Dieses wird aus dem Hochbau 4 je nach Bedarf in den Schuppen transportiert.

1.2.4 Färberei

In der Färberei wird der Rohzwirn gewogen und auf die Träger auf denen er in die Färbeapparate gehoben wird, aufgesteckt. Innerhalb eines Färbekessels wird der Rohzwirn gefärbt, gespült und präpariert. Danach wird der Zwirn in einem Trockner getrocknet. Anschließend wird der Farbzwirn im Farbzwirnlager eingelagert.

1.2.5 Farbzwirnlager

Das Farbzwirnlager befindet sich im Shedbau. Der Farbzwirn wird direkt nach dem Färben in das Farbzwirnlager eingelagert. Es gibt hiervon einige Ausnahmen: Wenige Produkte werden geflämmt, bei anderen werden für Spezialanwendungen weitere Chemikalien aufgetragen. Ein Beispiel hierfür ist, dass der Nähfaden wasserabweisend ausgerüstet wird.

Aus diesem Lager entnimmt die Wickelei den Farbzwirn. Da die Größen, die für den Haushalt produziert werden, in Spanien gewickelt werden, geht ein großer Anteil aus diesem Lager nach Spanien.

1.2.6 Wickelei

In der Wickelei wird der Farbzwirn auf die endgültige Aufmachungsgröße gewickelt und in Verkaufsgrößen verpackt. Je nach Größe wird er einzeln verpackt, bevor er in die entsprechenden Kartonagen verpackt wird. Die Wickelei befindet sich ebenfalls im Shedbau.

1.2.7 Fertigwarenlager

Im Fertigwarenlager lagert der Nähfaden, bevor er für den Kunden verpackt wird. Neben dem Nähfaden befinden sich in diesem Lager, das sich vor allem im Shedbau befindet, aber auch im Hochbau 1, auch zahlreiche Bastelartikel und Nähaccessoires, die ebenfalls verkauft werden.

1.2.8 Hilfsstofflager, Betriebsstofflager

Bei der Gütermann AG gibt es noch zwei weitere Lager: das Hilfsstofflager und das Betriebsstofflager. Im Lager für Hilfsstoffe sind hauptsächlich Materialien, wie Kartonnagen und Hülsen gelagert. Dieses Lager befindet sich im Hochbau 3. Das Lager für Betriebsstoffe befindet sich im Hochbau 2. Hier werden die Materialien für die Werkstätten gelagert.

1.2.9 Kesselhaus

Im Kesselhaus werden der Dampf und das Heißwasser für die Heizung und die Beheizung der Färbekessel und der Trockner der Färberei erzeugt. Eine detaillierte Beschreibung der Energieversorgung ist in Kapitel 2.2 (Energie) zu finden.

1.2.10 Kompressoranlage

Die Kompressoranlage befindet sich neben dem Hochbau 4. Drei Kompressoren erzeugen Druckluft vor allem für die Färberei und Spinnerei. Kleine Mengen Druckluft werden auch in der Wickelei, der Schreinerei, Schlosserei und in der Qualitätssicherung benötigt.

1.2.11 Bachwasserpumpen, Wasseraufbereitungsanlage

Das Brauchwasser wird hier aus der Elz gepumpt, gereinigt und konditioniert. Anschließend wird dieses Wasser in das Kesselhaus und in die Färberei geleitet.

1.2.12 Pufferbecken, Neutralisation

Hier läuft das gesamte Abwasser des Werksgeländes zusammen. Das Abwasser wird hier mit Rauchgas neutralisiert.

1.2.13 Schreinerei

In der Schreinerei werden die gesamten Verkaufsmöbel, in denen das Nähgarn, die Nähaccessoires und die Bastelartikel verkauft werden, hergestellt. Manche Teile werden auch zugekauft. Das wichtigste Möbelstück, das hier hergestellt wird ist der sogenannte Schnellverkaufskasten (SVK). In diesem Möbelstück wird das Nähgarn in den Kaufhäusern und kleineren Geschäften verkauft.

1.2.14 Schlosserei

In der Schlosserei werden einerseits Maschinen für die Produktion der Gütermann AG selbst hergestellt. Andererseits werden hier auch Maschinen von Herstellern auf die Bedürfnisse der Gütermann AG angepasst. Viele der benötigten Maschinentypen sind auf dem Markt nicht erhältlich, da es sich hierbei um Spezialmaschinen mit kleinen Stückzahlen handelt. Während des Projektverlaufs wurden neue Flämmmaschinen hergestellt.

Außerdem ist die Schlosserei für Maschinenreparaturen und Wartung der Maschinen zuständig.

1.2.15 Elektrowerkstatt

Die Elektrowerkstatt ist ebenfalls für Reparaturen an den Maschinen zuständig.

1.2.16 Verwaltung

Die Verwaltung der Gütermann AG besteht aus vielen wichtigen Bereichen. Hiervon sollen nur einige genannt werden:

- Logistik
- Beschaffung
- Rechnungswesen
- Disposition
- Marketing Industrie
- Marketing Haushalt

1.2.17 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung kontrolliert die Qualität der Ware an allen Produktionsstufen. Außerdem wurde hier die Zertifizierung nach der ISO 9001 und der TS 16949 vorbereitet.

Die TS 16949 baut auf der ISO 9001 auf und ist speziell für technischen Textilfäden notwendig. Bei der Gütermann AG handelt es sich dabei um Automobilnähfäden, wie Airbag oder sicherheitsrelevante Fäden. Im neuen Qualitätsmanagementsystem sind zusätzlich die Unternehmenspolitik, das Management der Mittel sowie Messung, Analyse und Verbesserung enthalten. Dabei sind Markt- und Kundenanforderungen sowie Kundenzufriedenheit wichtige Zielgrößen. Innerhalb Europas ist diese Zertifizierung im Automobilbereich Pflicht und bedeutet einen hohen Dokumentationsaufwand.

2 Vorphase

2.1 Methodik

Ziel der Vorphase des Projektes war es, eine Übersicht über die Energie- und Stoffströme des gesamten Unternehmens zu gewinnen – von dem Rohwaren-Eingang bis zum Versand der fertigen Produkte. Hierzu wurden Daten zu den folgenden Themenbereichen erfasst:

- Energie
- Wasser und Abwasser
- Materialeinsatz
- Abfall- und Abwasseraufkommen
- Einsatz von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien
- Produkte.

Diese Daten wurden in 22 Abteilungen und mehreren abteilungsübergreifenden Bereichen erhoben. Hieran waren 40 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Gütermann AG beteiligt. Die wesentliche Aufgabe in dieser Phase bestand nicht in der Neuerhebung von Daten (etwa durch gezielte zusätzliche Wiegeaktionen), sondern in der Zusammenführung und Strukturierung von Informationen, die bei der Gütermann AG bereits vorhanden waren – verteilt an vielen verschiedenen Stellen. Die Aufgabenstellung machte eine intensive Arbeit im Unternehmen mit zahlreichen Begehungen der Abteilungen zusammen mit den Sachverständigen des Unternehmens erforderlich.

Für die Phase I wurden die Daten in einzelnen Abteilungen erhoben und dann zu Zahlen für das Gesamt-Unternehmen zusammengefasst. Hierbei wurden alle Produktgruppen gemeinsam betrachtet. Bei den Produkten sind auch Verpackungen und Werbematerialien berücksichtigt worden. Zur Strukturierung der Vielzahl (Zehntausende!) an Einzeldaten wurde die Abbildung 3 genutzt. Das Auffüllen dieser Abbildung mit den Daten für eine Jahresproduktion war Mittelpunkt der Phase I.

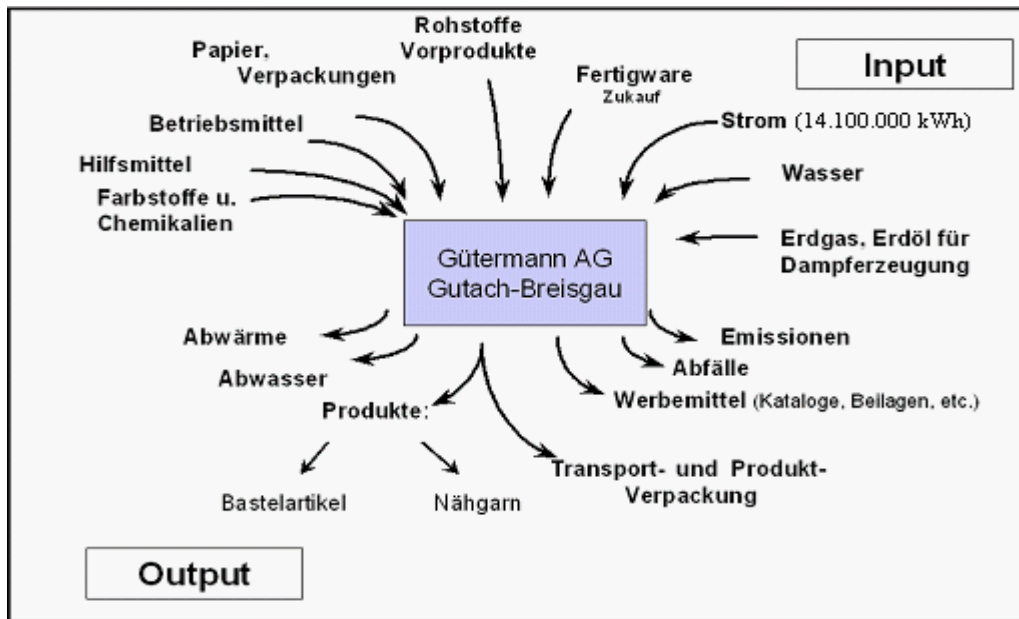


Abb. 3: Strukturierung der Eingangs- und Ausgangsströme bei der Gütermann AG in Gutach/Breisgau.

Bei der hier vorgelegten Studie handelt es sich um eine betriebliche Energie- und Stoffstromübersicht, d.h. es wurde bewusst darauf verzichtet, bei den genannten Materialien, die mit ihnen verbundenen Umweltauswirkungen der vor- und nachgelagerten Prozesse mit einzubeziehen. Dies kann nachträglich auf der Grundlage vorhandener ökobilanzieller Daten noch geschehen (Bunke 2000). Aber auch ohne den Einbezug dieser Daten stellen Übersichten wie in Abbildung 3 eine wertvolle Entscheidungshilfe für Unternehmen dar.

Die genaue Vorgehensweise zu den einzelnen Themenfeldern Energie, Wasser- und Abwasser, Betriebsmittel- und Prozesschemikalien, Materialeinsatz und Abfälle sowie Produkte wird in den folgenden Unterkapiteln dargestellt.

2.2 Energie

2.2.1 Beschreibung der Ist-Situation

Die Gütermann AG bezieht als Energieträger elektrischen Strom, Erdgas und Erdöl. Die Versorgung mit elektrischem Strom erfolgt aus dem Netz der Stadt Waldkirch, die wiederum Kunde der Badenova AG ist. Das Erdgas wird ebenfalls über die Badenova AG bezogen.

Als Energieträger werden bei der Gütermann AG elektrische Energie, Dampf und Druckluft eingesetzt. Elektrische Energie dient zum Antrieb der Elektromotoren, sowie für Beleuchtung, Belüftung, Befeuchtung und Kühlung. Dampf wird für Raumheizung und zur Bereitstellung des Heißwassers für die Färberei verwendet. Druck-

Luft wird zur Steuerung der Ventile an den Maschinen, zur Reinigung, sowie für den Trockner in der Färberei benötigt.

Die Gütermann AG ist ein Unternehmen mit gewachsenen Strukturen. Das bedeutet, dass die Konfiguration von energietechnischen Anlagen nur teilweise dokumentiert ist und diese aus energietechnischer Sicht teilweise nicht optimal eingerichtet wurden.

Intern erfolgt die Stromversorgung über ein 400 und ein 500 Volt-Netz. Die beiden Stromnetze sind durch diese gewachsenen Strukturen entstanden, wobei das 500 Volt-Netz ursprünglich für die Stromversorgung der Maschinen und das 400 Volt-Netz für die Versorgung der Beleuchtung eingerichtet wurde. Heute beziehen die Maschinen ebenfalls zu einem überwiegenden Teil 400 Volt und das 500 Volt-System verliert zunehmend an Bedeutung.

Der Stromverbrauch bei der Gütermann AG lag im Jahre 2001 bei 14.092.100 kWh. Die Erzeugung des Dampfes erfolgt zu 99 % mit Erdgas. Wenn es im Winter beim Gasversorger zu Versorgungsengpässen kommt, wird für die Dampferzeugung Erdöl verwendet. Der Anteil an Erdöl für die Dampferzeugung liegt bei 1 %. Im Jahre 2001 wurde nur im Dezember Heizöl benötigt.

Die erzeugte Menge Dampf wird bei der Gütermann AG für den Betrieb des Heißwassersystems in der Färberei und für die Raumheizung des Gesamtbetriebes benötigt. Das Heißwasser wird im Kesselhaus erzeugt. Das für den Färbeprozess benötigte Heißwasser muss eine Temperatur von 180°C im Vorlauf und 160°C im Rücklauf haben. Für die Färberei gibt es ein zweites Heißwassersystem, das im Vorlauf eine Temperatur von 140°C hat und im Rücklauf eine von 125°C. Dieses Heißwasser wird für den Betrieb der Trockner in der Färberei benötigt. Innerhalb der Färberei wird dieses 140°C Heißwasser über Wärmetauscher auch für die Erzeugung der Raumwärme genutzt (siehe Kapitel 2.2.9). Der Kreislauf der Heizkörper hat dabei eine Vorlauf-Temperatur von 70°C und eine Rücklauf-Temperatur von 50°C. Allerdings wird für die Heizung der Färberei relativ wenig Energie verbraucht, da die Abwärme der Färbeapparate und Trockner hoch ist. Dieser 140°C Heißwasser-Kreislauf wird in der Färberei ebenfalls über Wärmetauscher für die Erzeugung des Warmwassers der sanitären Einrichtungen und der Lüftungsanlagen verwendet.

Der erzeugte Dampf wird zusätzlich für das Heizungsnetz der Gütermann AG verwendet. Dieses wird mit 3 bar betrieben. Außerdem wird Dampf mit einem Druck von 8 bar für den Dämpfer in der Spinnerei benötigt.

Die Versorgung der einzelnen Abteilungen mit Dampf oder Heißwasser ist in Abbildung 4 dargestellt.

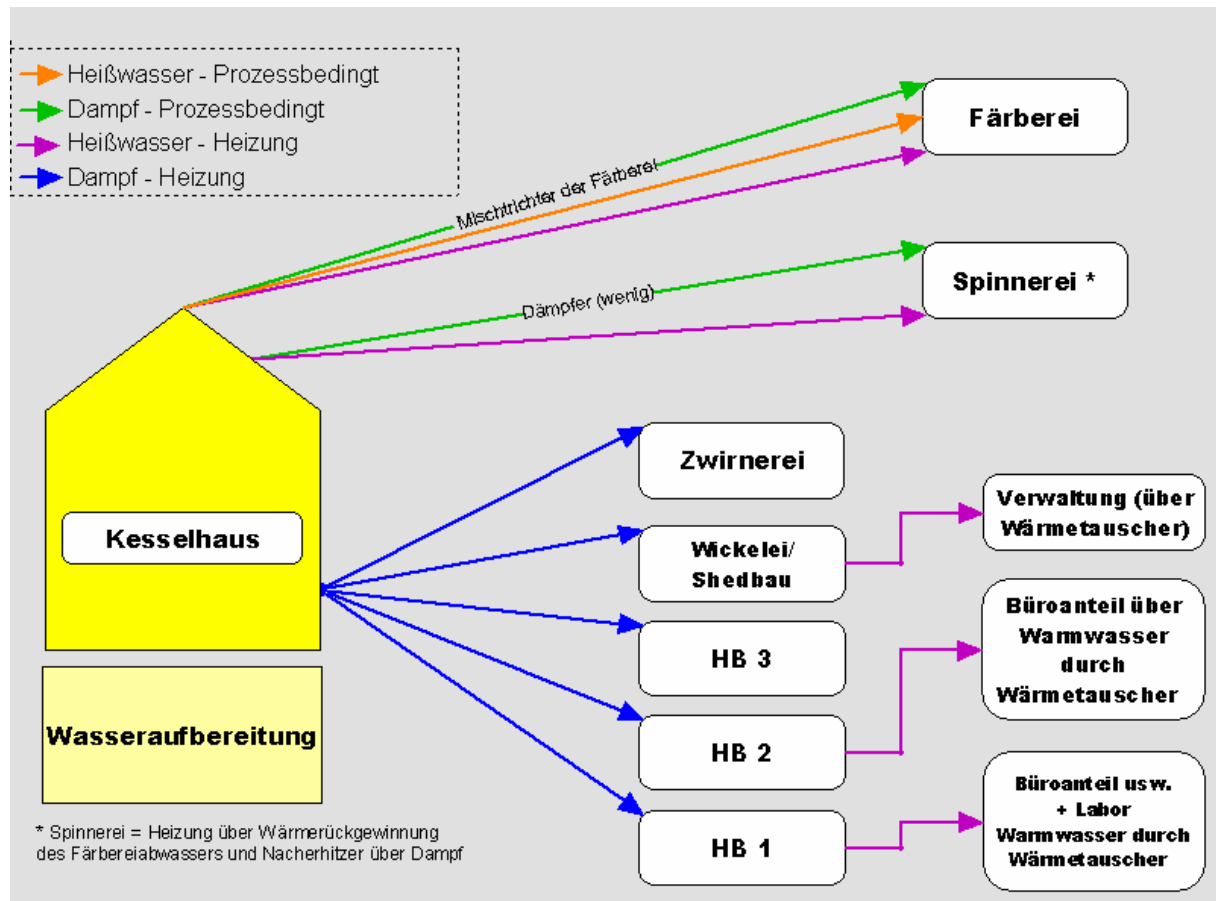


Abb. 4: Dampf- und Heißwasserverwendung in den einzelnen Abteilungen

2.2.2 Geplante Veränderungen

Die Gütermann AG hat im November 2002 ein externes Wärmekraftwerk auf ihrem Betriebsgelände neben dem Kesselhaus aufgestellt bekommen. Durch dieses Kraftwerk wird der Omnicol-Kessel ersetzt. Der vorhandene Kessel ist veraltet und die Gefahr, dass die Versorgung für den Winter nicht mehr gewährleistet ist, war zu groß. Mit der Firma SEC wurde in diesem Rahmen ein Wärmecontracting abgeschlossen.

Die SEC wird damit Eigentümerin der Dampferzeugungsanlage. Das externe Wärmekraftwerk bietet im Vergleich zu einer stationären Versorgung im Kesselhaus folgende Vorteile:

- eine größere Flexibilität hinsichtlich der künftigen Bedarfsentwicklung
- einen geringeren Investitionsaufwand
- die schnellere Realisierbarkeit.

2.2.3 Aktueller Energieverbrauch und Energiekosten

Als Endenergieträger werden bei der Gütermann AG neben Druckluft elektrische Energie und Dampf eingesetzt. Der Gesamtenergieverbrauch der Gütermann AG lag im Jahre 2001 bei 35.177.500 kWh.

Aus der Energie von 23.400 l Erdöl wurden 277.000 kWh Dampf erzeugt. Im Laufe des Jahres 2001 wurden außerdem 25.611.000 kWh Erdgas verbraucht, um 20.809.000 kWh Dampf herzustellen.

	Öl	Gas	Strom
Verbrauch	23.400 l	25.611.000 kWh	14.092.100 kWh
Erzeugte Menge Dampf	277.000 kWh	20.809.000 kWh	-

Tab. 1: Verbrauch an Erdöl, Erdgas, Strom und erzeugte Dampfmenge in 2001

Die prozentuale Verteilung der einzelnen Energieträger ist aus Abbildung 5 ersichtlich.

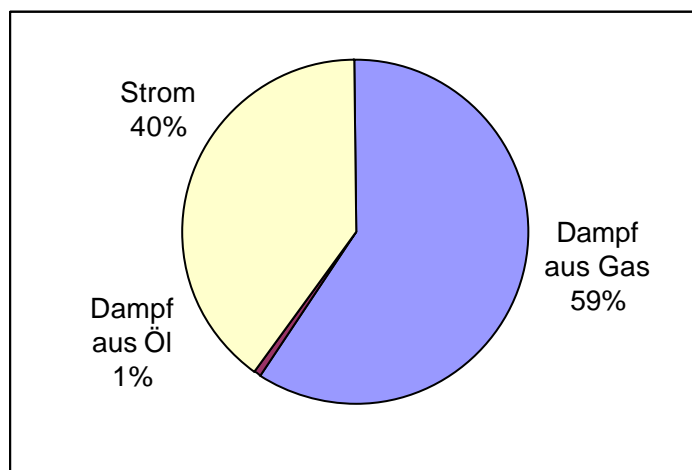


Abb. 5: Anteil der einzelnen Endenergieverbraucher an der Gesamtenergie in 2001

Die Gesamtenergie der Gütermann AG verteilt sich auf die Erzeugung der Raumwärme, mittels Dampf und Heißwasser, die Versorgung der Beleuchtung mit Strom und die prozessbedingte Energie, die sich aus dem Strom- und dem Dampfverbrauch zusammensetzt. Der Stromverbrauch der Kompressoranlage wurde ebenfalls dem prozessbedingten Energieverbrauch zugeordnet. (siehe Abb. 5 und 6).

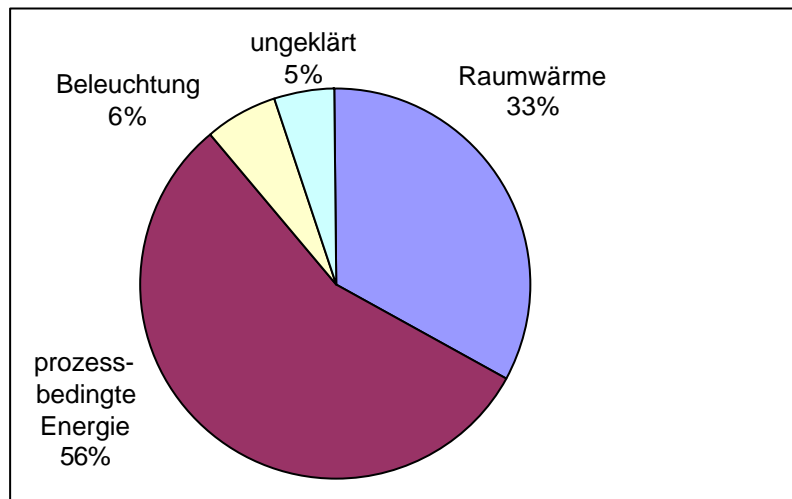


Abb. 6: Nutzung der Gesamtenergie im Jahre 2001

Die Nutzung von Energie entlang der Prozesskette gestaltet sich wie in Abbildung 7 und Abbildung 8 dargestellt. Der absolute Energieverbrauch im Jahr 2001 wird in der Anzahl der benötigten Kilowattstunden (kWh) angegeben. Außerdem wird der Anteil der einzelnen Abteilungen am Gesamtenergieverbrauch in Prozent (%) angegeben.

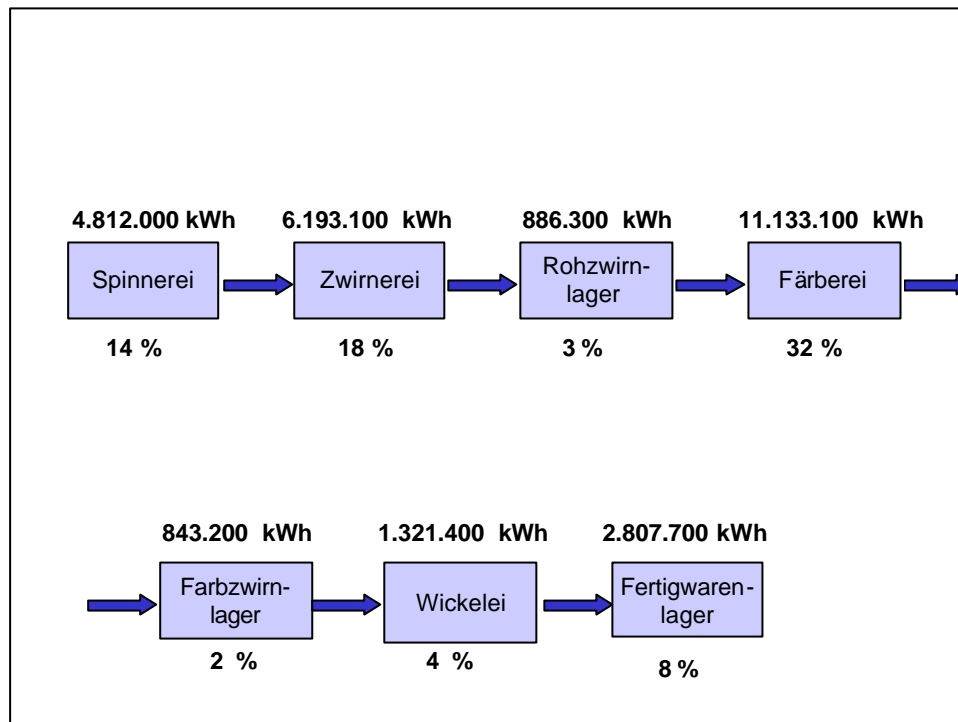


Abb. 7: Energieverbrauch der einzelnen Abteilungen entlang der Prozesskette, absoluter Verbrauch im Jahr 2001 in kWh und prozentualer Anteil der einzelnen Abteilungen am Gesamtenergieverbrauch.

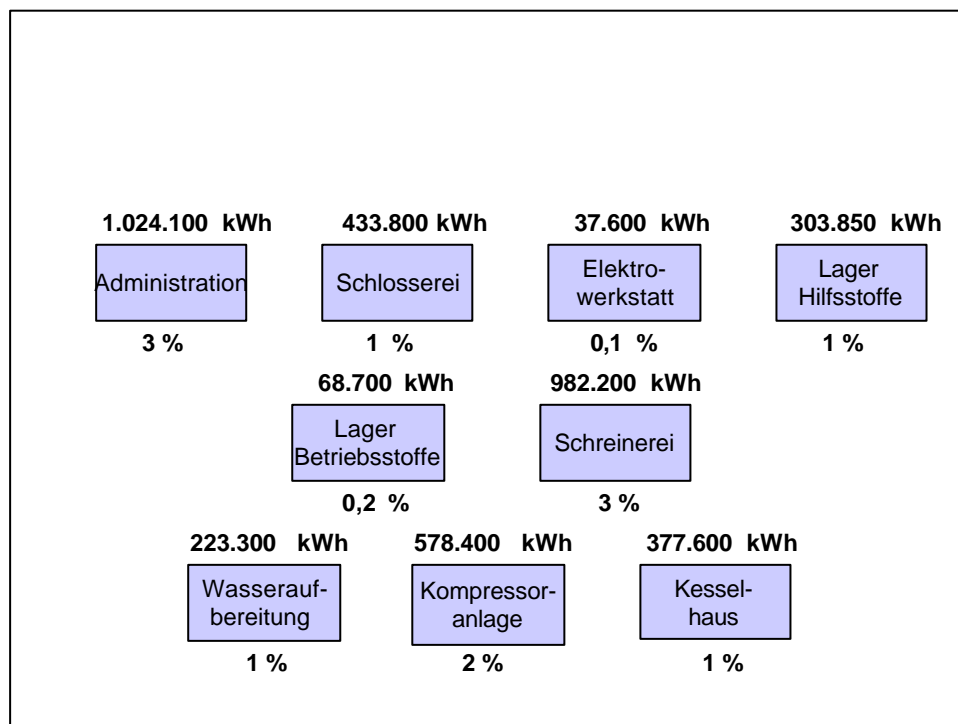


Abb. 8: Energieverbrauch der einzelnen Abteilungen, absoluter Verbrauch im Jahr 2001 in kWh und prozentualer Anteil der anderen Abteilungen am Gesamtenergieverbrauch.

Zu beachten ist, dass beim Energieverbrauch der Wasseraufbereitung die Neutralisation des Färbereiabwassers und die Wasseraufbereitung des Bachwassers enthalten sind.

Die Hauptenergieverbraucher sind demnach innerhalb der Produktion zu finden. Es handelt sich hierbei um Spinnerei, Zwirnerei und Färberei. Um eine detaillierte Einschätzung des Gesamtbetriebes und der einzelnen Abteilungen vornehmen zu können, wurden für jede Abteilung der Energieverbrauch für Raumwärme, Beleuchtung und prozessbezogene Energie getrennt ermittelt. Hierbei wurde deutlich, dass die prozessbedingte Energie in der Färberei sowohl prozentual als auch absolut den weitaus größten Anteil hat.

2.2.4 Energieverbrauch zur Erzeugung der Raumwärme

Der Gesamtenergieverbrauch für die Erzeugung der Raumwärme betrug im Jahr 2001 11.500.000 kWh.

Auffällig ist hierbei, dass der Anteil des Energieverbrauchs für die Raumwärme und des Raumklimas innerhalb der Spinnerei besonders hoch ist (18 % von den 14% von Abb.7). Um herauszufinden, ob die Abteilungen, besonders die Spinnerei einen überdurchschnittlich hohen Verbrauch hat, wurde der durchschnittliche Verbrauch pro Quadratmeter für jede Abteilung ermittelt und mit dem allgemein üblichen durchschnittlichen Energieverbrauch pro Quadratmeter verglichen. Als Vergleichswert wird hier für die Verwaltungsgebäude der Mittelwert nach der VDI Richtlinie 3807 von 110 kWh/m² herangezogen, sowie der Passivhaus-Standard von 20 kWh/m² als Optimum genannt. Für die Abteilungen der Produktion wird als Vergleichswert der Energieverbrauch der Betriebswerkstätten der Deutschen Bahn AG mit 440 - 1.000 kWh/m² berücksichtigt. Diese Vergleichswerte der Deutschen Bahn berücksichtigen ebenso wie die Gebäude der Spinnerei und der Färberei eine Raumhöhe von bis zu 6 m.

Der Vergleich hat gezeigt, dass der Energieverbrauch von Rohstofflager, Vorwerk, Spinnerei, Zwirnerei, Rohzwirnlager, Farbzwirnlager, Wickelei, Fertigwarenlager, Schlosserei, Elektrowerkstatt, der Lager für Hilfs- und Betriebsstoffe und der Schreinerei innerhalb des üblichen Energieverbrauchs liegen. Allerdings sind nicht alle dieser Abteilungen in Gebäuden untergebracht, deren Raumhöhe bei 6 m liegt.

Die Verbrauchswerte in Administration und Qualitätskontrolle liegen deutlich über den Vergleichswerten.

2.2.5 Optimierungsmöglichkeiten Raumwärme

Die Gebäude bei Gütermann zeichnen sich durch eine ausgesprochen unzureichende Wärmedämmung aus. Zusätzlich werden diese Gebäude teilweise mit Dampf beheizt (siehe Abbildung 4). Eine Dampfheizung bringt die Problematik einer schlechten bis völlig fehlenden Möglichkeit der Regulierung mit sich. Das bedeutet, eine geeignete Raumtemperatur wird durch die Belüftung (Fenster) mit entsprechend hoher Energieverschwendung erzielt. Grundsätzlich kann bei der Gebäudebeheizung Energie eingespart werden, durch die Verminderung des Wärmeverlustes nach außen, d.h. durch eine verbesserte Wärmedämmung. Ebenso ist ein Einsparpotenzial hinsichtlich einer verbesserten Regelungstechnik und damit einer angemesseneren Raumtemperatur vorhanden. Außerdem kann der Transportverlust bei der Wärmeverteilung vermindert werden.

Zwischen der Gütermann AG und der Firma SEC, die das Wärmecontracting durchführt, besteht eine sogenannte Einsparpartnerschaft. Als Beratungsfirma soll damit die SEC Einsparpotenziale im Energiebereich für die Gütermann AG ausloten. Innerhalb dieser Funktion hat die SEC stellvertretend für die Altbauten am Hochbau 1 überschlägige Berechnungen zu Wärmebedarf, Einsparungen durch Verbesserungen des Wärmedämmstandards und der Wärmeverteilung/ Regelungstechnik durchgeführt. Durch Verbesserungen des Wärmedämmstandards an Fenstern, der Dachgeschossdecke und des Fußbodens könnten nach diesen Berechnungen die Wärmeverluste des Gebäudes um rd. 40 % reduziert werden. Die durch Modernisierung der Beheizung des Gebäudes erzielbaren Einsparungen sind besonders auf die Verkürzung der Beheizungszeit und die Reduzierung der Innentemperatur zurückzuführen. Die von der SEC errechneten Einsparpotenziale liegen in einer Größenordnung von 20 – 30 %. Im Einzelfall sei jedoch der Aufwand für die Modernisierung detaillierter zu ermitteln. Nach dieser Berechnung wären bei der Modernisierung der Beheizung der dampfbeheizten Gebäude Einsparpotenziale bis zu 1.600 MWh/a (bzw. 2.460 t/a 3 bar Dampf) zu erwarten. Dies wären 23 % der derzeitigen Dampfeinspeisung.

Die Maßnahmen der Verbesserung des Wärmeschutzes sind nach den Berechnungen der SEC aufgrund hoher Amortisationszeiten nicht wirtschaftlich.

2.2.6 Prozessbedingter Energieverbrauch

Der Gesamtverbrauch an prozessbedingter Energie liegt für das Jahr 2001 bei 19.472.699 kWh.

Die Hauptverbraucher der prozessbedingten Energie sind Färberei, Zwirnerei und Spinnerei. Für die hier eingesetzten Maschinen wurde der Energieverbrauch absolut und prozentual ermittelt.

Innerhalb der Spinnerei wurde ebenfalls der Anteil den die Klima- und Befeuchtungsanlage an der prozessbedingten Energie hat, erhoben. Als Vergleich ist in Abbildung 9a die Aufteilung der prozessbedingten Energie mit dem Anteil der Klima-, Lüftungs- und Befeuchtungsanlage dargestellt.

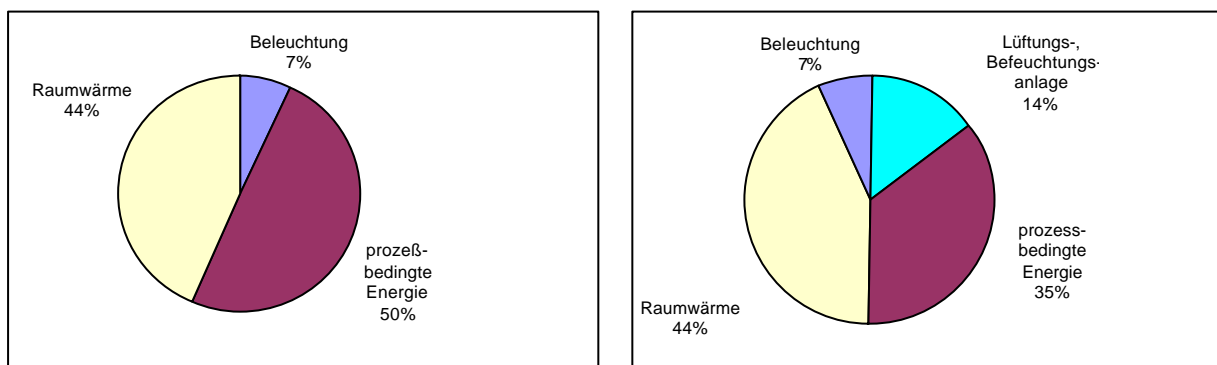


Abb. 9a: Energieverbrauch in der Spinnerei, mit dem Anteil des Energieverbrauchs der Lüftungs- und Befeuchtungsanlage

Da die Färberei der Hauptverbraucher der prozessbedingten Energie ist, wurde der Energieverbrauch dieser Abteilung besonders detailliert erhoben.

2.2.7 Energieverbrauch in der Färberei

Die Färberei ist innerhalb der Gütermann AG in Gutach der Hauptenergieverbraucher (32 %). Im Jahre 2001 wurden bei der Gütermann AG insgesamt 20.965.000 kWh Dampf verbraucht. Von dieser Gesamtmenge an Dampf wurden alleine 9.465.000 kWh für die Färberei verbraucht (45 %). Der restliche Teil wird für die Beheizung des Gesamtbetriebes verwendet. Innerhalb der Färberei wird der Hauptanteil dieser Energie für den Färbeprozess und die Aufheizung der Trockner verwendet. Im Jahresverlauf 2001 unterscheidet es sich je nach Jahreszeit stark, ob der Anteil der Färberei oder der Heizung überwiegt.

Innerhalb der Färberei wird 140°C und 180°C heißer Dampf benötigt. Dieses Heißwasser wird im Kesselhaus durch den erzeugten Dampf erhitzt und anschließend über oberirdische Rohrleitungen in die Färberei geleitet. Mit diesem Heißwasser werden über Wärmetauscher die Färbekessel und die Trockner beheizt. Für den Färbeprozess wird 180°C heißer Dampf benötigt, um die Färbekessel möglichst schnell beheizen zu können. Die Trockner werden mit 140°C heißem Dampf beheizt. Die Messungen über den Verbrauch an Dampf für die Färberei und die Heizung des Gesamtbetriebs erfolgen über Messungen des Kondensats im Kesselhaus. Eine andere Form der Messung ist derzeit nicht möglich. Allerdings ist aus der Abbildung 9b ersichtlich, dass der Dampfverbrauch der Färberei im Jahresverlauf schwankt.

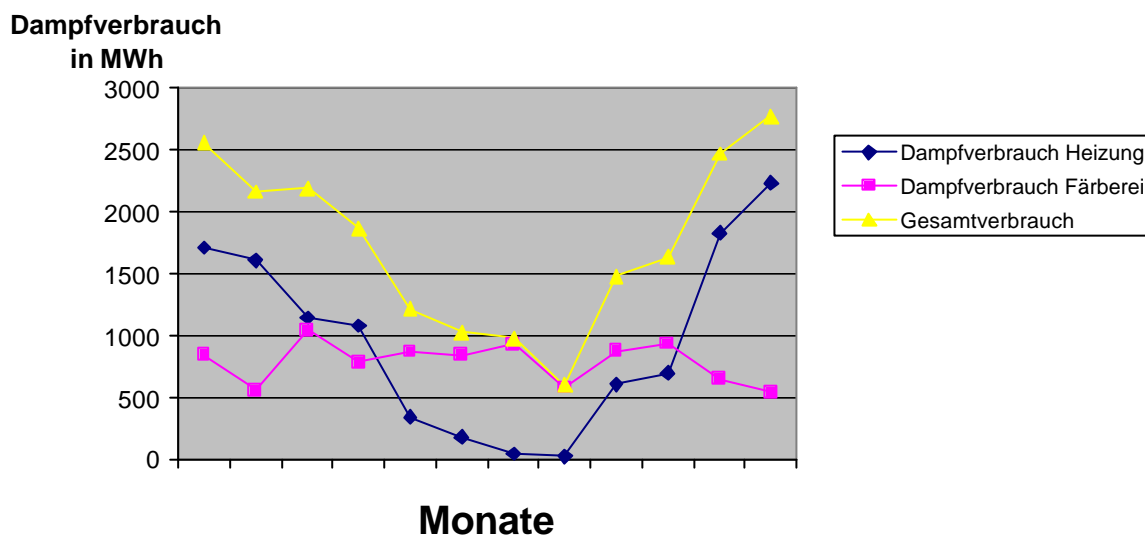


Abb. 9b: Dampfverbrauch im Jahresverlauf

Nach internen Aussagen der Firma Gütermann entspricht dies nicht der Realität, da die Färberei mit einer Volllastung einen nahezu kontinuierlichen Verbrauch hat. Nur der niedrige Verbrauch im August, kann durch die Betriebsferien erklärt werden. Auffällig ist, dass der Verbrauch der Färberei in den Jahreszeiten besonders niedrig ist, in denen besonders viel Dampf zum Heizen benötigt wird. Prinzipiell kann man davon ausgehen, dass der Dampfverbrauch der Färberei für die Erzeugung des Heißwassers monatlich etwa bei 900 MWh liegt. Derzeit besteht technisch keine Möglichkeit diese Verbrauchswerte auf andere Weise zu erheben. Deshalb wurden für die Berechnungen die vorhandenen Daten übernommen. Der Anteil der Heizung in der Färberei am Gesamtdampfverbrauch der Färberei ist gering. Die Färbeapparate

und Trockner erzeugen große Mengen an Abwärme, so dass die Färberei selten beheizt werden muss. Es ist ebenfalls unmöglich aus der anfallenden Menge an Kondensat aus der Färberei den Anteil der Färbereiheizung zu messen. Nach internen Schätzungen wurden 5% des Gesamtdampfverbrauchs der Färberei zur Beheizung der Färberei mit Heißwasser benötigt.

Weitere Besonderheiten beim Energieverbrauch der Färberei sind in Kapitel 2.2.9 dargestellt.

2.2.8 Beleuchtung: Stand und Optimierungsmöglichkeiten

Bei der Gütermann AG wurden im Jahr 2001 etwa 2.148.300 kWh Strom für die Beleuchtung der Büros, Werkhallen und Lager verbraucht. Nahezu alle Räumlichkeiten werden mit Leuchtstoffröhren beleuchtet. Nach Schätzungen sind etwa 5000 Röhren im Betrieb zu finden.

Derzeit werden hauptsächlich Leuchtstoffröhren verwendet, die 150 cm lang sind und eine Leistung von 58 Watt haben. Gleichzeitig gibt es aber noch in wenigen Fällen, in Räumlichkeiten, die nicht oft benutzt werden, Leuchtstoffröhren, die 65 Watt haben. Ebenso werden derzeit aus Kostengründen hauptsächlich mechanische Vorschaltgeräte verwendet, die eine Leistung von 10 Watt haben.

Möglich wären aber ebenfalls elektronische Vorschaltgeräte. Würden beispielsweise 58 Watt-Röhren mit elektronischen Vorschaltgeräten eingesetzt, so läge der Verbrauch bei 55 Watt. Im Vergleich dazu verbrauchen 58 Watt Leuchtstoffröhren mit mechanischen Vorschaltgeräten 68 Watt. Würden diese Vorschaltgeräte innerhalb der Gütermann AG ersetzt, so könnten Stromkosten gespart werden (siehe Exkurs im folgenden Abschnitt).

Da die Bedingungen in den einzelnen Abteilungen sehr verschieden sind, war es nicht möglich eine detaillierte Berechnung der Amortisationszeiten für den Gesamtbetrieb durchzuführen. So sind die Kosten für einen Umbau neben den Materialkosten stark von den Personalkosten abhängig und variieren nach den jeweiligen Bedingungen. So erhöht eine Raumhöhe von 6 Metern, wie sie beispielsweise in der Färberei zu finden ist, die Personalkosten für den Umbau beträchtlich. Auch sind in den einzelnen Abteilungen verschiedene Fassungen notwendig, so dass eine pauschale Analyse nicht möglich war.

Beispiel: Erneuerung der Leuchtstoffröhren in der Färberei:

Beispielhaft wurden für die Färberei die Kosten erhoben, da innerhalb dieser Abteilung die Beleuchtung und auch die dazugehörenden Fassungen und Leuchtstoffbänder erneuert werden müssen, weil es durch die Chemikaliendämpfe an den vorhandenen Fassungen zur Korrosion gekommen ist.

Da es sich hierbei um eine Reparatur handelt, entstehen die Zusatzkosten nur durch den höheren Anschaffungspreis der elektronischen Vorschaltgeräte, die sich durch einen geringeren Verbrauch von elektrischer Energie auszeichnen. Der

Preisunterschied beträgt 11€/Stück. Die Amortisationszeit wurde auf diese erhöhten Kosten bezogen und liegt bei etwa 3 Jahren (siehe Tabelle 2).

Die Firma Gütermann bezahlt als Großverbraucher an die Stadt Waldkirch geringere Stromkosten als Privathaushalte. Damit steigt die Zeit für jegliche Amortisationszeiten, die im Zusammenhang mit dem Stromverbrauch stehen, an.

	Leuchtstoffröhren mit VVG	Leuchtstoffröhren mit EVG
Verbrauch	68 W	55 W
Jahresverbrauch	408 kWh	330 kWh
Stromkosten/ Jahr	18,4 €	14,85 €
Anschaffungspreis	VVG: 5,9 €	EVG: 17 €
Lebensdauer d. Röhren		50 % länger
Ersparnis Stromkosten/Jahr		3,51 €
Entsorgungskosten/ Stück	0,25 €	0,25 €
Amortisationszeit		3,1 Jahre

Tab. 2: Vergleich von Leuchtstoffröhren mit mechanischem Vorschaltgerät (VVG) und elektronischem Vorschaltgerät (EVG); Beispiel einer Reparatur für die Färberei.

2.2.9 Besonderheiten beim Energie- und Wasserverbrauch in der Färberei

Kühlwasserüberlauf und Mischwasserregelung:

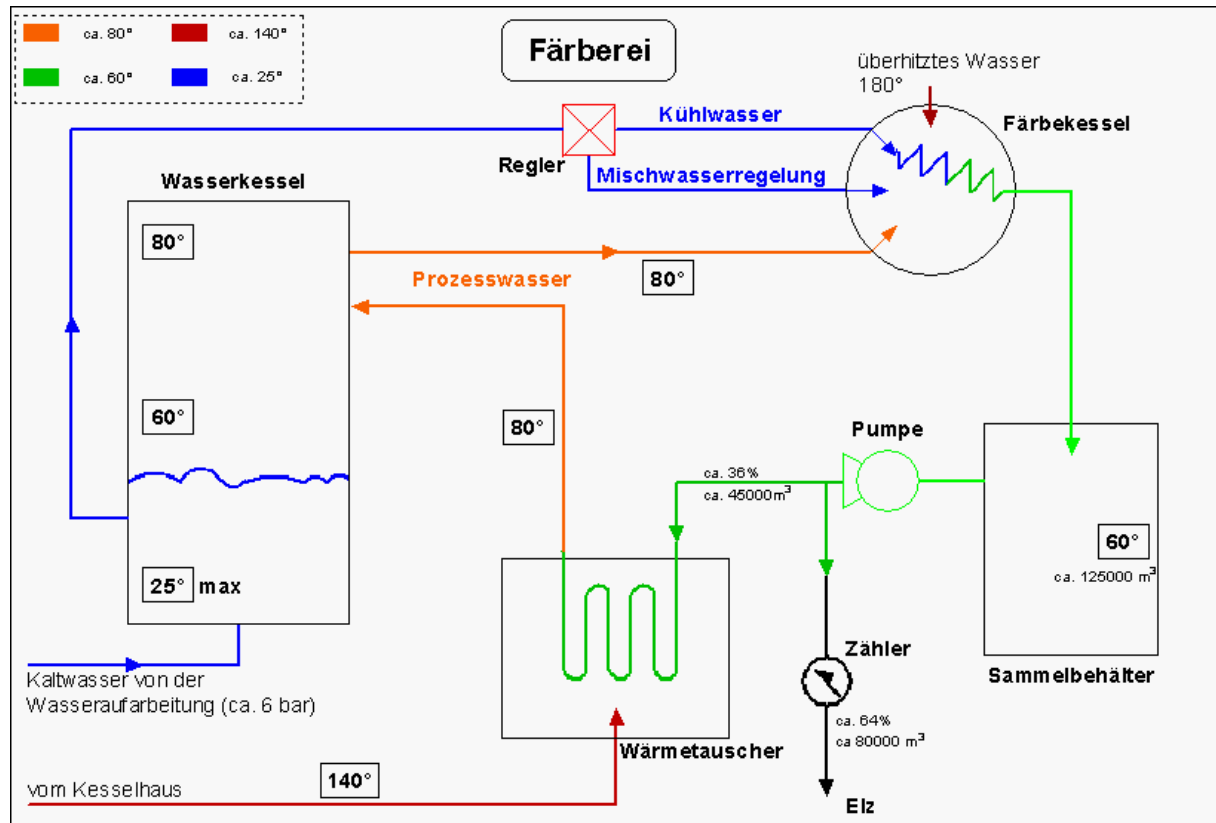


Abb. 10: Energie- und Wassersystem innerhalb der Färberei

Die besondere Situation innerhalb der Färberei ist in Abb. 10 dargestellt.

Wenn nach dem Färbeprozess die Färbekessel wieder heruntergekühlt werden müssen, wird Kaltwasser aus der Wasseraufbereitungsanlage verwendet. Dieses wird zuerst aus einem Wasserkessel entnommen. Wird nun Kaltwasser benötigt, wird dies aus dem unteren Teil des Wasserkessels entnommen. Über ein System von Wärmetauschern werden die Färbekessel dann heruntergekühlt. In der Abbildung 10 ist dieses Wasser mit Kühlwasser beschriftet. Nachdem dieses Kühlwasser durch die Wärmetauscher geleitet wurde, hat es etwa 60°C erreicht. Dieses erwärmte Kühlwasser wird in einem Sammelbehälter gesammelt. Um dieses Wasser wieder in dem Färbeprozess verwenden zu können, wird es durch einen Wärmetauscher auf 80°C erhitzt. Dieser Wärmetauscher wird mittels 140°C heißem Wasser, das aus dem Kesselhaus kommt beheizt. Danach wird das 80 °C warme Wasser in denselben

Wasserkessel geleitet, in den auch das Kaltwasser geleitet wird. Allerdings wird dieses erwärmte Wasser weiter oben eingeleitet, als das Kaltwasser. So entsteht in diesem Wasserkessel ein Temperaturgradient zwischen 25°C und 80°C.

Dieses 80°C warme Wasser wird dann im Färbekessel zum Färben des Rohzwirns verwendet. Da allerdings nicht bei jedem Prozess innerhalb des Färbevorgangs 80°C oder heißeres Wasser benötigt wird, wird über die Mischwasserregelung zusätzlich kaltes Wasser zugeleitet. Diese Färbeflotte wird dann mittels 180°C heißen Wassers, das von Kesselhaus kommt, erhitzt. Diese erhitzte Färbeflotte wird, nachdem der Färbevorgang abgeschlossen ist dazu benutzt, die Spinnerei zu beheizen.

Innerhalb dieses Systems gibt es zwei Stellen, an denen Energie und Wasser eingespart werden kann.

1. Das erwärmte Kühlwasser im Sammelbehälter kann nur zum Teil wieder im Färbeprozess verwendet werden. Die überschüssige Menge an erwärmtem Kühlwasser wird mit etwa 50 – 60°C in das Oberflächenwasser, d.h. in die Elz geleitet. Dieses erwärmte Kühlwasser, der sogenannte Kühlwasserüberlauf, bedeutet einen Verlust an Energie, da dieses Wasser bereits auf 60°C erwärmt wurde und einen Wasserverlust, da es sich um aufbereitetes Wasser handelt.
2. Das abgeleitete Kühlwasser wird von 60°C auf 80°C erwärmt. Diese 80°C Wassertemperatur werden derzeit gewährleistet, obwohl nicht alle Prozesse innerhalb des Färbeverfahrens bei 80°C beginnen. Im schlechtesten Fall wird dieses Kühlwasser von 60°C auf 80°C erwärmt, in den Wasserkessel geleitet, um anschließend wieder zusammen mit der Mischwasserregelung auf eine niedrigere Temperatur heruntergekühlt zu werden. Das bedeutet einen Energieverlust, da dieses Wasser zuerst erwärmt wird, um anschließend wieder heruntergekühlt zu werden und einen Wasserverlust, da im Kühlwasserüberlauf bereits aufbereitetes Wasser abgeleitet wird und bei der Mischwasserregelung frisch aufbereitetes Wasser verwendet wird. Prinzipiell ist es möglich das erwärmte Kühlwasser mit 60°C in den Färbekessel zu leiten und dort mittels Wärmetauscher das Wasser zu erwärmen, wenn eine höhere Temperatur benötigt wird. Damit kann auf das Herunterkühlen durch die Mischwasserregelung verzichtet werden. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass diese Erwärmung des Kühlwassers auf 80°C auch durchgeführt wird, um die Schnelligkeit des Färbeprozesses zu erhöhen. Wenn das Wasser bereits eine Temperatur von 80°C hat, muss es entweder nicht mehr stärker erwärmt werden, oder es erreicht die für den Färbe-

prozess benötigte Temperatur schneller, als das mit Wasser möglich ist, das nur 60°C hat. Bei einer Vollauslastung der Färberei ist das innerhalb der Produktion äußerst wichtig. Jegliche Änderung innerhalb dieser Verfahren darf zu keiner Verlangsamung des Färbeprozesses und damit zu Produktionseinbußen führen. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass die Verluste an Wasser und Energie ebenfalls Kosten verursachen, die eingespart werden könnten.

2.2.10 Energieverbrauch Färberei: Optimierungsmöglichkeiten

Kühlwasserüberlauf

In einem ersten Schritt wurde festgestellt, dass nur eine Aussage darüber gemacht werden kann, wie viel erwärmtes Kühlwasser in das Oberflächenwasser geleitet wird. Da dieses Wasser nicht verschmutzt ist, muss hierfür keine Abwassergebühr bezahlt werden. Im Jahre 2001 wurden 79.309 m³ erwärmtes Kühlwasser aus der Färberei in die Elz geleitet. Es waren keine Daten vorhanden, wie viel erwärmtes Kühlwasser insgesamt anfällt und wie hoch der Anteil des Kühlwassers ist, das in der Färberei wieder verwendet werden kann.

Vor diesem Hintergrund wurde vorgeschlagen, die Gesamtmenge des anfallenden erwärmten Kühlwassers und die Menge des Wassers, das intern verwendet werden kann, zu erheben. Für die Quantifizierung dieser Mengen wurde ein zusätzlicher Betriebsstundenzähler von der Gütermann AG an der Stelle eingebaut, an der das erwärmte Kühlwasser in das Oberflächenwasser geleitet wird. Da an der Pumpe, die das Wasser aus dem Sammelbehälter sowohl in den Wärmetauscher als auch in den Kühlwasserüberlauf pumpt, bereits ein Betriebsstundenzähler vorhanden war, konnte mit diesen beiden Zählern diese Erhebung erfolgen. Da die Leistung der Pumpe sowohl in Richtung des Kühlwasserüberlaufs als auch in Richtung des Wärmetauschers bekannt war, wurden damit die erforderlichen Werte ermittelt. Diese Erhebung wurde zwischen dem 12.08.02 und dem 05.09.02 durchgeführt. Mittels der Daten dieser 4 Wochen wurde auf das gesamte Jahr hochgerechnet.

Im Jahr 2001 fielen insgesamt 124.249 m³ erwärmtes Kühlwasser an. Von diesen konnten in der Färberei 44.940 m³ verwendet werden und 79.309 m³ wurden über den Kühlwasserüberlauf in die Elz geleitet. Es konnten also 36 % an erwärmtem Kühlwasser verwendet werden, während 64 % über den Kühlwasserüberlauf ins Oberflächenwasser geleitet werden mussten.

Die daraus entstehenden Kosten können wie folgt berechnet werden:

1. Die Kosten für den Wasserpfeffig für die Brauchwassermenge betragen:

$$79.309 \text{ m}^3 * 0,01 \text{ €} = 793 \text{ €}$$

2. Bezieht man sich bei der Berechnung der Kosten auf die Gesamtmenge an Brauchwasser und berechnet die Kosten anteilmäßig an den Gesamtkosten aus der Kostenstelle für Brauchwasser, so liegen die Kosten bei:

$$43.624 \text{ €}$$

Ein Energieverlust entsteht ebenfalls, da das erwärmte Kühlwasser, das über den Kühlwasserüberlauf in die Elz geleitet wird, über den Wärmetauscher im Färbekessel auf eine Temperatur von 60°C erwärmt wurde. An anderer Stelle muss in der Firma Gütermann Brauchwasser von etwa 10 – 15°C auf eine höhere Temperatur aufgeheizt werden. Könnte nun ein größerer Anteil von dem erwärmten Kühlwasser verwendet werden, so könnte ebenfalls Energie eingespart werden.

Während diverser Sitzungen und Gespräche wurden mehrere Möglichkeiten diskutiert, wie der Anteil des genutzten erwärmten Kühlwassers weiter erhöht werden könnte. Es sind verschiedene Möglichkeiten angedacht worden. Theoretisch ist es möglich die Heizung der Färberei mit diesem Wasser zu betreiben oder das 140°C heiße Wasser, das in der Färberei für die Trockner verwendet wird, von diesen 60°C zu erwärmen. Generell könnten so Energiekosten eingespart werden. Wie hoch die Investitionskosten für solche Umstellungen sind, konnte im Rahmen des Projektes nicht geklärt werden. Generell kann der Anteil an wiederverwendetem Kühlwasser auch durch andere Möglichkeiten erhöht werden (siehe unten). Da die Gütermann AG mit der Firma SEC eine Einsparpartnerschaft hat und diese die Gütermann AG in Energiefragen berät, sollten diese Fragen ebenfalls mit der SEC besprochen werden.

Erwärmung des erwärmten Kühlwassers im Wärmetauscher und Mischwasserregelung:

Bei den 14.000 verwendeten Rezepturen zur Färbung wird 80°C und heißeres Wasser benötigt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass innerhalb eines Färbevorgangs für die Vorbehandlung und Vorwäsche, für Färben, Nachbehandlung und Spülprozesse verschiedene Temperaturen notwendig sind. Prinzipiell können 80°C auch im Färbekessel erzeugt werden. Neben dem unterschiedlichen Energieverbrauch muss aber auch die zeitliche Komponente berücksichtigt werden. Bei Vollauslastung, wie sie innerhalb der Färberei herrscht, könnte es durch diese Aufheizung im Färbekessel zu Verzögerungen der Produktion kommen. Es wird vorgeschlagen, zu unter-

suchen, wie hoch der Anteil des Wassers ist, bei dem eine Temperatur von 80°C wirklich benötigt wird. Möglicherweise ist der Anteil gering, und die höhere Temperatur kann ohne wesentliche Zeitverzögerung im Färbekessel erzeugt werden.

Bei Gesprächen und Meetings wurden verschiedene Vorschläge diskutiert:

- Man könnte innerhalb des Wasserkessels einen Temperaturmessfühler einbauen, um dort jeweils die benötigte Temperatur entnehmen zu können. Damit könnte die Mischwasserregulierung reduziert werden, bei der beispielsweise 60°C heißes Wasser dadurch erzeugt wird, dass zu dem entnommenen 80°C heißen Wasser die entsprechende Menge an Kaltwasser zugeführt wird. Problematisch ist hierbei, dass die Färbemaschinen derzeit mit einer Sammelzuführung an den Wasserkessel angeschlossen sind. Um das zu ändern, wäre eine separate Zuleitung für jeden Färbekessel nötig. Weiterhin problematisch ist, dass die Entnahmetemperatur aus dem Kessel und die Temperatur bei der das Wasser im Färbekessel ankommt, sich unterscheiden und eine Regulierung somit schwierig wird.
- Es wäre wichtig zu wissen, wie hoch der Anteil von kaltem Wasser bei der Mischwasserregulierung ist.
- Statt einer zweistufigen könnte auch eine dreistufige Regulierung eingeführt werden. Dabei käme zur bereits vorhandenen zweistufigen Regulierung ein weiterer Anschluss der Färbeapparate an den Kessel mit dem erwärmten Kühlwasser. Diese könnte je nach Füllung der Behälter gesteuert werden.
- Eine weitere Möglichkeit, wird darin gesehen, den Wasserkessel größer zu machen.

2.2.7 Flottenrückkühlung als Nebenkühlung im offenen Nebenkreislauf

Eine weitere Besonderheit innerhalb der Färberei ist die sogenannte Flottenrückkühlung, bei der es ebenfalls zu Energieverlusten kommt.

Das System der Flottenrückkühlung mit offenem Nebenkreislauf ist in Abbildung 11a dargestellt:

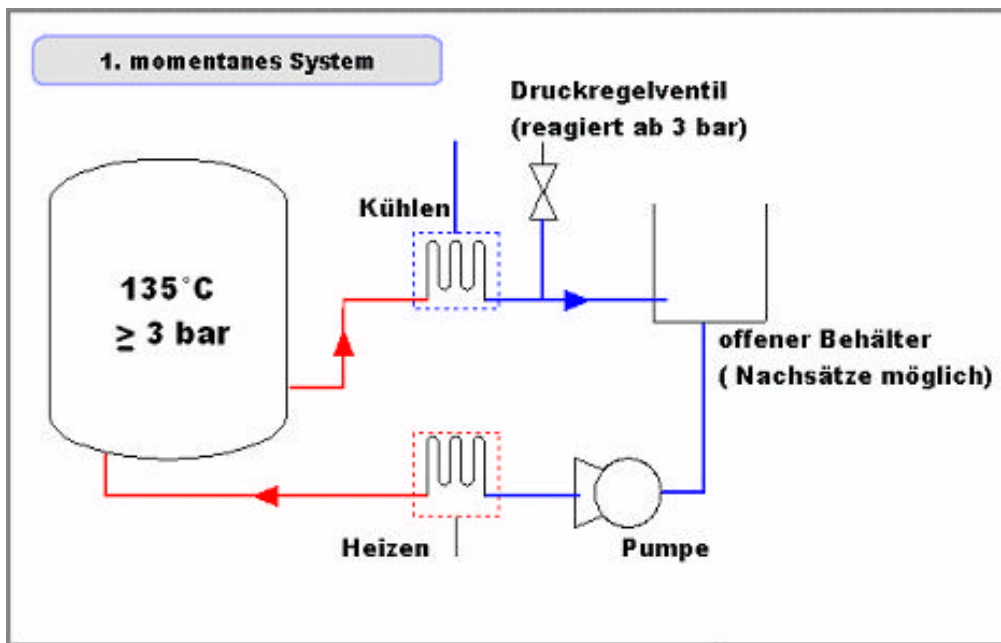


Abb. 11a: Momentanes System in der Färberei: Flottenrückkühlung mit offenem Nebenkreislauf.

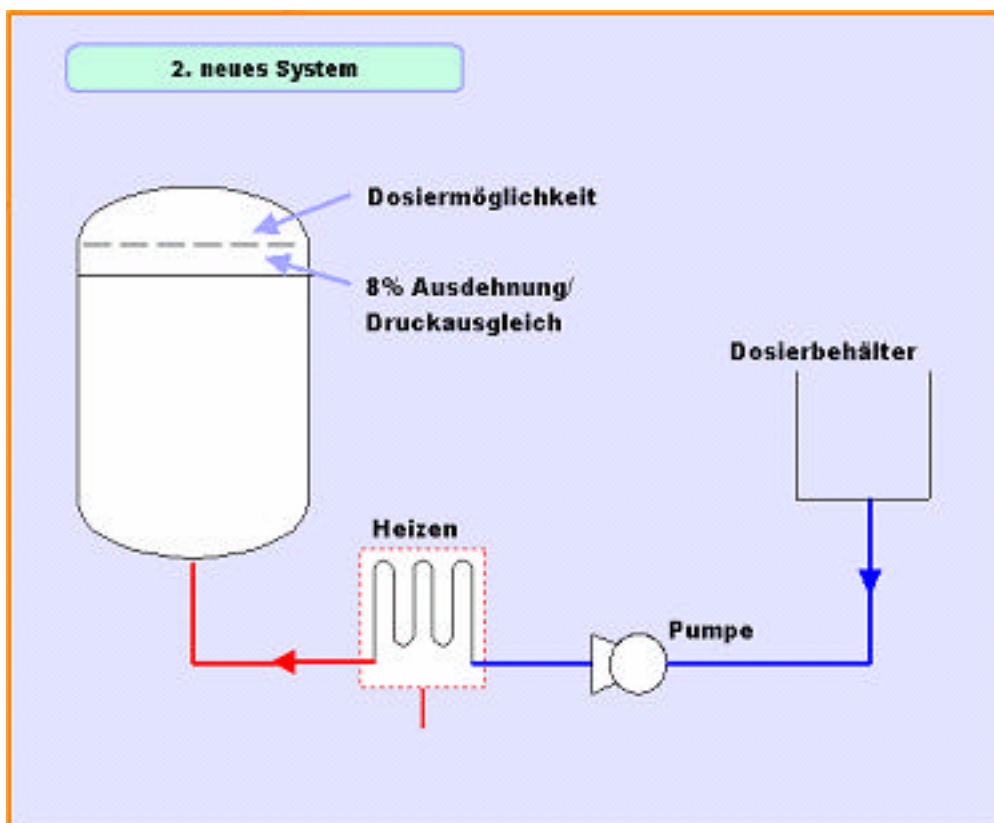


Abb. 11b: Färbekessel: Neues System zur Nachsatzsteuerung.

Das System der Flottenrückkühlung wird als Ausgleich für Drucksteigerungen benötigt, die beim Aufheizen der Färbeflotte entstehen. Wird während des Erhitzens der Färbeflotte der Druck höher als 3 bar, wird über ein Druckregelventil ein Teil der Färbeflotte aus dem Färbekessel geleitet und heruntergekühlt. Anschließend gelangt es in einen offenen Behälter, in dem Nachsätze möglich sind und wird danach wieder erhitzt. Mit Hilfe von Nachsätzen werden farbliche Korrekturen vorgenommen.

In diesem System wird durch das Kühlen und anschließende Aufheizen dem System Energie entzogen und muss anschließend wieder zugeführt werden. Zusätzlich ist für die Kühlung Wasser notwendig.

Beim neuen System sind die Färbeapparate größer. Der Druckausgleich kann dadurch erreicht werden, dass sich die Färbeflotte bis zu 8 % ausdehnen kann (siehe Abb. 11b). Mit dem neuen System können Energie, Wasser und Kosten eingespart werden.

Die 14 kleineren Färbeapparate in der Färberei sind bereits umgerüstet und arbeiten nach dem neuen System. Die 5 größten Apparate sind derzeit noch nicht umgebaut. Einer davon wird noch in diesem Jahr erneuert.

Beispielhaft wurden im Projekt die Gesamtkosten der Flottenrückkühlung für zwei der größeren Färbeapparate errechnet. Durch das System der Flottenrückkühlung wird mehr elektrische Energie, Wasser und Dampf benötigt, als in dem neuen System. Die hiermit verbundenen Kosten können bei der Umstellung auf das neue System eingespart werden. Die Amortisationszeit für die notwendigen Investitionen liegt nach Aussagen der Gütermann AG bei 3 bis 7 Jahren.

2.3 Wasser

Die Gütermann AG setzt Wasser unterschiedlicher Herkunft ein. Einerseits wird Brauchwasser verwendet, das über einen Fabrikkanal aus der Elz entnommen wird. Andererseits wird Trinkwasser verwendet, das über drei werkseigene Pumpwerke gefördert wird. .Abbildung 12 gibt eine qualitative Übersicht über die Wasserströme bei Gütermann.

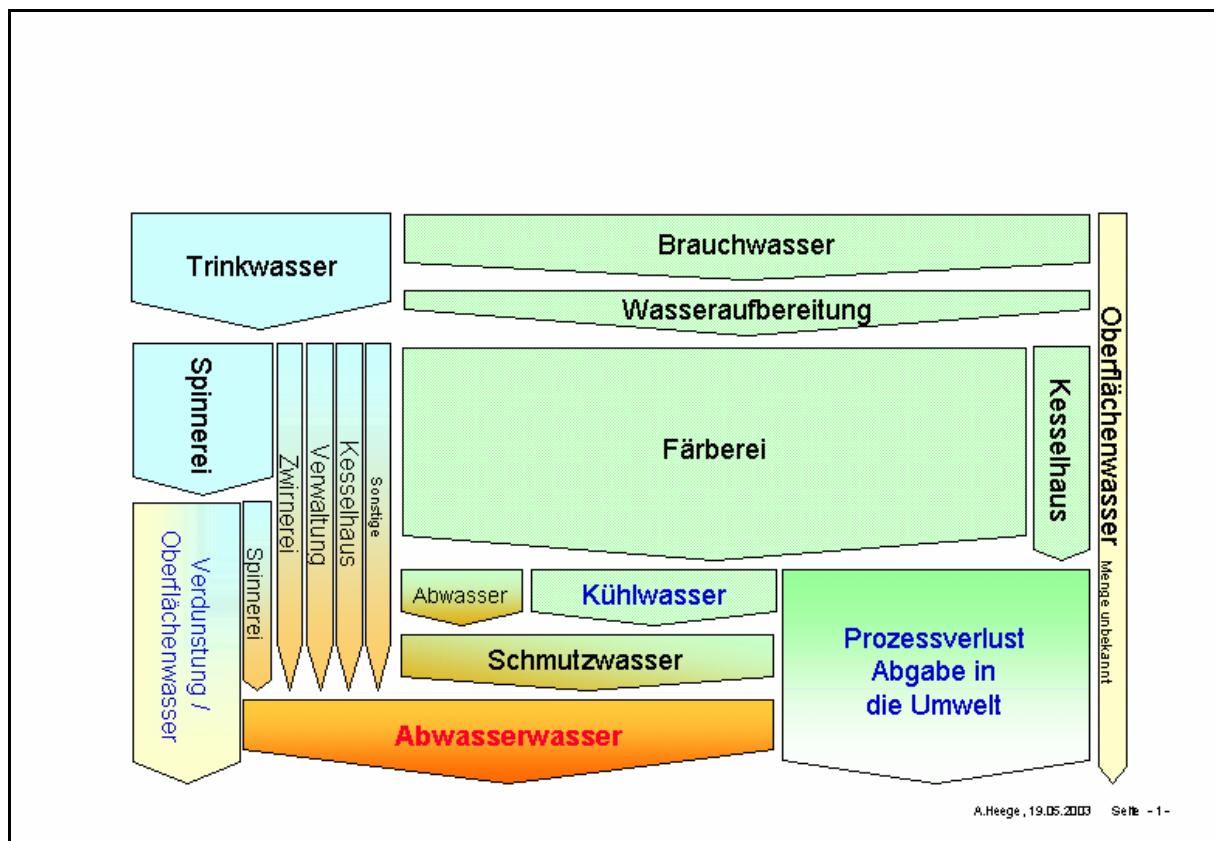


Abb.12 Einsatz und Verbrauch von Wasser bei Gütermann – qualitative Übersicht. Quelle: Gütermann AG, Gutach-Bgreisgau.

Eine weitere Besonderheit der Gütermann AG ist die Versorgungsfunktion, die diese noch für die kommunale Wasserversorgung als Trinkwasserlieferant hat. Die Abrechnung erfolgt ebenfalls über die Gütermann AG. Diese Situation entstand aus der Rolle, welche die Gütermann AG ursprünglich als Trinkwasserversorger für die gesamte Gemeinde hatte und die noch nicht vollständig abgegeben werden konnte.

2.3.1 Brauchwasser und Wasseraufbereitungsanlage

Das Brauchwasser wird in der Wasseraufbereitungsanlage konditioniert. Dazu wird das Brauchwasser von einer Bachwasserpumpe angesaugt und gefördert. Ein Filter verhindert das Eintreten von groben Schmutzpartikeln (Steine, Zigarettenfilter etc.) in die Anlage.

Die Wasseraufbereitung erfolgt über die Flokulation. Zu diesem Zweck wird in den Flokulator Aluminiumsulfat zugegeben. Der dabei entstehende Schlamm wird zusammen mit dem Wasser aus dem Überlauf über das Abwasser entsorgt. Der für den Färbeprozess notwendige pH-Wert des Brauchwassers von 6,2 wird mittels

Kalkmilch eingestellt. Anschließend wird das Wasser zur weiteren Reinigung über einen Kiesfilter geleitet. Von der Wasseraufbereitungsanlage gelangt das Wasser für den Färbeprozess in die Färberei. Innerhalb der Gütermann AG wird neben der Färberei das Kesselhaus mit Brauchwasser versorgt.

2.3.2 Trinkwasser

Das über werkseigene Tiefbrunnen auf dem Golfplatz entnommene Trinkwasser wird innerhalb der Gütermann AG für die sanitären Anlagen und für technische Einrichtungen verwendet.

Das Trinkwasser wird über ein altes Leitungssystem zur Gütermann AG geleitet. Die Entfernung zwischen Tiefbrunnen und Werksgelände ist mit etwa 2000 m vergleichsweise gering. Trotzdem treten hohe Leckverluste zwischen den Tiefbrunnen und dem Werksgelände auf, deren Ursache in dem veralteten Leitungssystem liegt. Die Sanierung des Leitungssystems wurde zwar in Erwägung gezogen, Aufwand und Nutzen stehen jedoch in keinem Verhältnis.

Der Hauptverbraucher an prozessbedingtem Trinkwasser ist die Spinnerei. Hier wird Trinkwasser für die Kühlung der Spinnbandreißmaschine benötigt. Dieses Wasser wird allerdings nicht verschmutzt und kann nach der Nutzung ins Oberflächenwasser geleitet werden. Dieses wird der Elz zugeleitet. Für die Kühlung der Reißmaschine kann kein Brauchwasser verwendet werden, weil die Temperatur des aus der Elz entnommenen Wassers jahreszeitlich schwankt. Damit müsste der Durchfluss für die Kühlung jeweils der Temperatur angepasst werden, was einen hohen Aufwand für die Steuerung bedeuten würde. Außerdem würde gleichzeitig der Wasserverbrauch ansteigen, wenn das Wasser wärmer wäre, als das Trinkwasser. Das in Werksnähe geförderte Trinkwasser bietet demgegenüber den Vorteil, dass es zu jeder Jahreszeit dieselbe Temperatur hat, und im Sommer kühler ist als das erwärmte Bachwasser.

Innerhalb der Spinnerei wird Trinkwasser ebenfalls für die Lüftungs- und Verdunstungsanlage verwendet. Da dieses Wasser in feinsten Tröpfchen im Raum verteilt wird, kann aus hygienischen Gründen auch hier kein Brauchwasser verwendet werden.

Im Vorwerk, dem Bereich in dem sich die Reißmaschinen befinden, ist eine Klimaanlage vorhanden, die als Kältemaschine funktioniert. Hier wird Trinkwasser als Kühlwasser für die Kältekompressoren verwendet. Dieses Wasser ist nicht verschmutzt und gelangt ebenfalls ins Oberflächenwasser und damit in die Elz.

Im Hochbau 4, im Bereich der Zwirnerei befindet sich im 3. Stock, wo die Volkmann-Zwirnmaschinen stehen, ebenfalls eine Verdunstungsanlage, die mit Trinkwasser betrieben wird.

Die sanitären Einrichtungen werden ebenfalls mit Trinkwasser betrieben. Es befinden sich in jedem Gebäude mehrere Toiletten und in einigen auch Duschen. Die Toiletten sind in der Mehrzahl noch nicht mit Druckspülkästen ausgestattet, sondern direkt an die Rohrleitungen angeschlossen. Diese werden sukzessive umgerüstet.

2.3.3 Abwasser

Das gesamte Abwasser der Gütermann AG läuft in einen Abwasserkanal am Rande des Werksgeländes zusammen. Hier muss das Abwasser mittels eines Rührwerks und hinzugefügtem Rauchgas, das aus dem Kesselhaus entnommen wird, neutralisiert werden, bevor es in die Kanalisation geleitet wird. Es werden monatliche Messungen in diesem Abwasserkanal durchgeführt. Der Sulfit-, Sulfat, Ammonium- und Aluminiumgehalt, der CSB, der BSB-5, der BSB-5/CSB Wert, die Extinktion bei 436 nm, 525 nm und bei 620 nm sowie die lipophilen (fettlöslichen) Stoffe werden gemessen. Jährlich wird der Gehalt an freiem Chlor, von Eisen, Kupfer, Zink und absetzbaren Stoffen analysiert. Vierteljährlich wird der AOX- und der TOC- Wert bestimmt.

2.3.4 Verbrauchte Menge an Trinkwasser und Brauchwasser: Stand und Entwicklung

Die Gütermann AG hatte im Jahr 2001 einen Gesamtwasserverbrauch von 268.903 m³.

In diesem Zeitraum wurden 217.390 m³ Brauchwasser und 51.513 m³ Trinkwasser verbraucht. Das macht deutlich, dass der Brauchwasseranteil mit 81 % des Wasserverbrauchs wesentlich höher ist, als der Trinkwasseranteil (Abb. 13a).

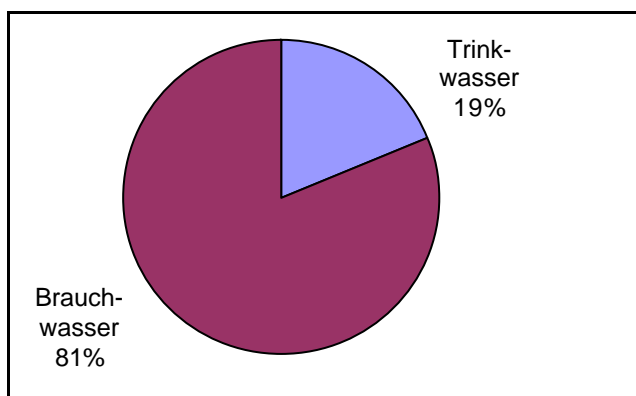


Abb.13a: Trinkwasser- und Brauchwasseranteil im 2001

Innerhalb der Gütermann AG hat der prozessbedingte Wasserverbrauch im Vergleich zu dem sanitären Wasserverbrauch den weitaus größeren Anteil. Hierbei ist zu beachten, dass sich der prozessbedingte Wasserverbrauch sowohl aus Trinkwasser, als auch aus Brauchwasser zusammensetzt, während der sanitäre Wasserverbrauch ausschließlich aus Trinkwasser erfolgt. Gleichzeitig wird Brauchwasser ausschließlich für den Produktionsprozess benutzt. Der in Abbildung 13b dargestellte Wasserverbrauch bezieht also sowohl Trink- als auch Brauchwasser mit ein.

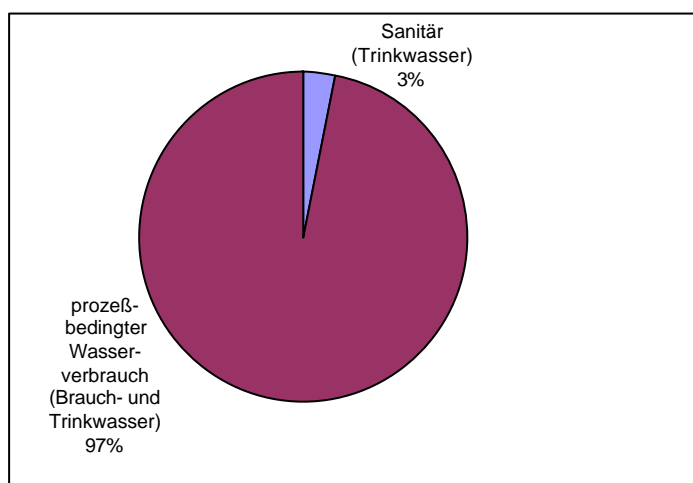


Abb. 13b: Prozessbedingter und sanitärer Wasserverbrauch im Jahr 2001

Der Verbrauch von Trinkwasser ist zwischen 1999 und 2001 von 102.482 m³ auf 51.513 m³ zurückgegangen (Abbildung 14). Die Hauptgründe hierfür sind, dass inzwischen auf andere Klimaanlage- und Kompressortechniken umgestellt wurde. Eine Klimaanlage, die sich im Verwaltungsgebäude befand und zur Kühlung der EDV- Anlage installiert war, wurde stillgelegt. Diese hat 1999 allein 12.945 m³ Wasser verbraucht. Eine weitere Klimaanlage, die sich im Hochbau1 befindet und ebenfalls zur Kühlung der EDV- Anlage gebraucht wird, kühlt mittlerweile ebenfalls ohne Wasser. Diese Klimaanlage hat pro Jahr etwa 3000 m³ Wasser verbraucht, die jetzt entfallen.

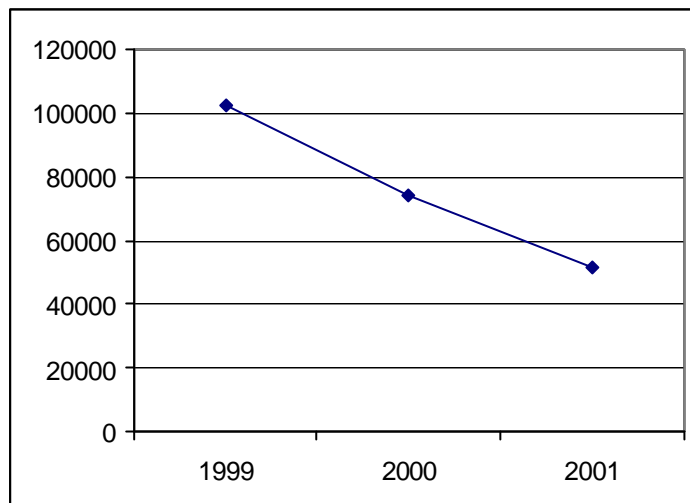


Abb.14: Trinkwasserverbrauch in m³ zwischen 1999 und 2001

Durch die neue Kompressoranlage können im Vergleich zu 1999 28.710 m³ Trinkwasser eingespart werden. Der Verbrauch der Verdunstungsanlage in der Spinnerei ist seit 1999 ebenfalls um 10.800 m³ gesunken. Dies ist dadurch zu erklären, dass die Schwimmventile ausgetauscht wurden. Durch die neuen Ventile können Wasserüberläufe, die vorher an der Verdunstungsanlage üblich waren, vermieden werden.

Einer der Hauptverbraucher von Trinkwasser, die Spinnbandreißmaschine wird derzeit optimiert. Hier werden die Zuleitungen ausgetauscht, die bereits teilweise verkalkt sind. Um die Kühlung an der Reißmaschine trotzdem zu gewährleisten, musste dadurch der Durchfluss erhöht werden. Der Wasserverbrauch der Reißmaschine ist allerdings trotzdem nicht gesunken, sondern im Gegenteil gestiegen, was daran liegt, dass die einzelnen Maschinen länger laufen und außerdem mehrere gleichzeitig in Betrieb waren. Der Verbrauch ist zwischen 1999 und 2001 von 13.607 m³ auf 15.129 m³ gestiegen.

2.3.5 Kosten für Trinkwasser, Brauchwasser und Abwasser

In einer ersten Gesamtübersicht über die Kosten für das Trink- und Brauchwasser lautete die interne Information, dass beides die Gütermann AG nichts kosten würde. Darum seien alle Investitionen, die zu einer Reduzierung des Wasserverbrauchs führen würden, nicht von hoher Wichtigkeit, da sie keine Kostenreduktion für die Firma bedeuten würden.

Nach genauerer Recherche stellte sich allerdings heraus, dass die Gütermann AG einen Wasserpfeennig zahlen muss. Außerdem ist die Förderung des Trinkwassers für das Unternehmen mit Kosten verbunden. Hinzu kommen die Stromkosten der Pumpen, die Kosten für die Wartung, die Instandhaltung und die Leckverluste.

Werden alle beteiligten Kostenstellen berücksichtigt, entstehen insgesamt für die Bereitstellung des Trinkwassers und Brauchwassers und die Entsorgung des Abwassers Kosten in Höhe von 465.328 € (siehe Tabelle 3). Die einzelnen Punkte in Tabelle 3 enthalten sowohl primäre als auch sekundäre Kosten. Die primären Kosten (297.699 €) stehen direkt mit der verbrauchten Menge an Trinkwasser, Brauchwasser oder Abwasser in Verbindung. Bei den sekundären Kosten (167.629 €) handelt es sich um kalkulierte Kosten.

Kosten für die Förderung und Verteilung des Trinkwassers	47.277 €
Kosten für die Bachwasserförderung und Verteilung (Brauchwasser aus der Elz gepumpt):	8.616 €
Kosten für die Förderung und Verteilung des Brauchwassers (Wasseraufbereitung des Brauchwassers):	110.961 €
Kosten für die Entsorgung des Abwassers	298.474 €
Summe	465.328 €

Tab. 3: Kosten für Trinkwasser, Brauchwasser und die Entsorgung des Abwassers

2.3.6 Aktueller Wasserverbrauch in den einzelnen Abteilungen

Der Verbrauch von Trink- und Brauchwasser im Jahre 2001 innerhalb der Gütermann AG aufgegliedert nach den einzelnen Abteilungen ist in Abbildung 15 und 16 dargestellt.

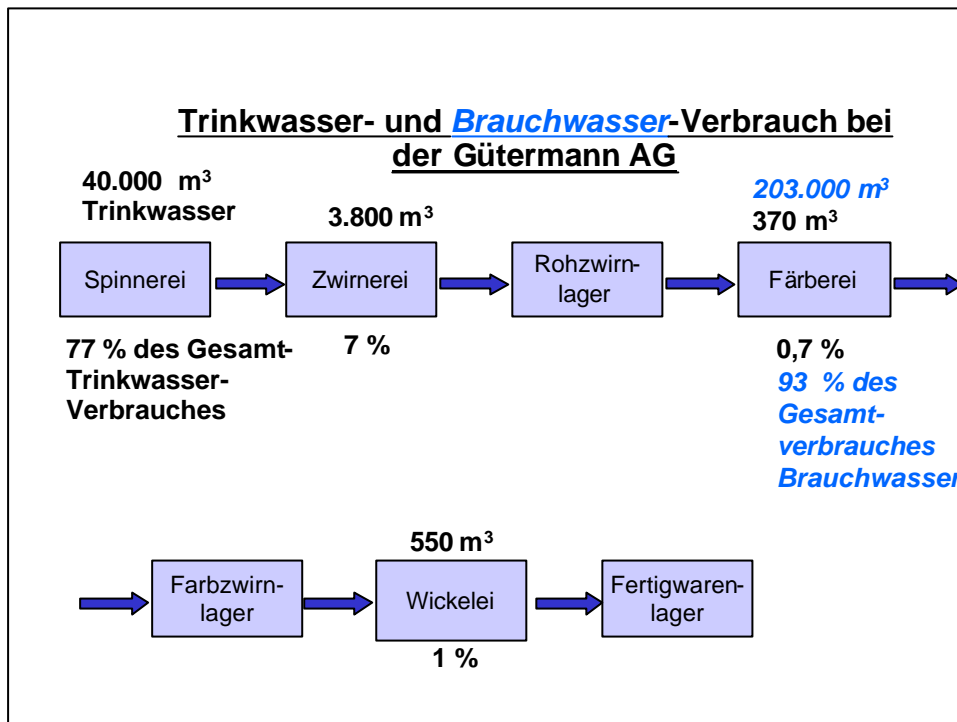


Abb. 15: Trink- und Brauchwasserverbrauch in den einzelnen Abteilungen entlang der Produktionskette bei der Gütermann AG im Jahr 2001

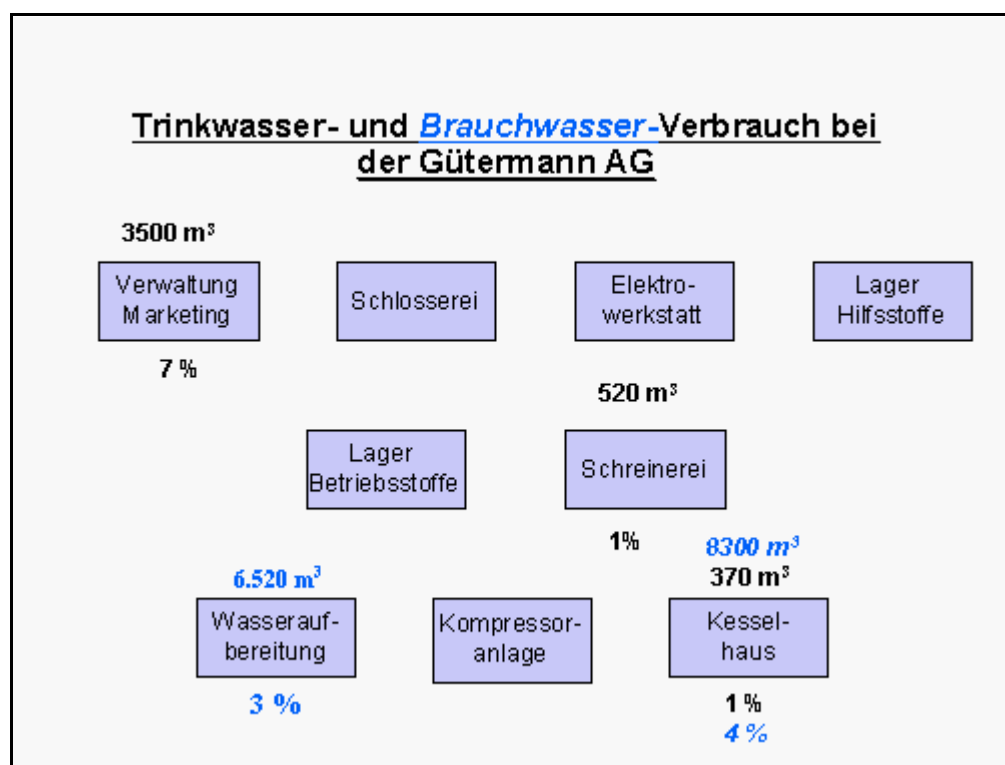


Abb. 16: Trink- und Brauchwasserverbrauch in den einzelnen Abteilungen der Gütermann AG im Jahr 2001

Der Hauptverbraucher des Brauchwassers mit 93 % ist die Färberei. Dieser hohe Anteil und der hohe Wasserverbrauch erklärt sich dadurch, dass das Brauchwasser für den Färbeprozess verwendet wird. Neben der Färberei verwendet das Kesselhaus für die Erzeugung des Dampfes und des Heißwassers ebenfalls Brauchwasser. Die restliche Menge an Brauchwasser wird bereits bei der Wasserreinigung (als erste Stufe der Wasseraufbereitung), über den Schlamm und Überlauf entfernt.

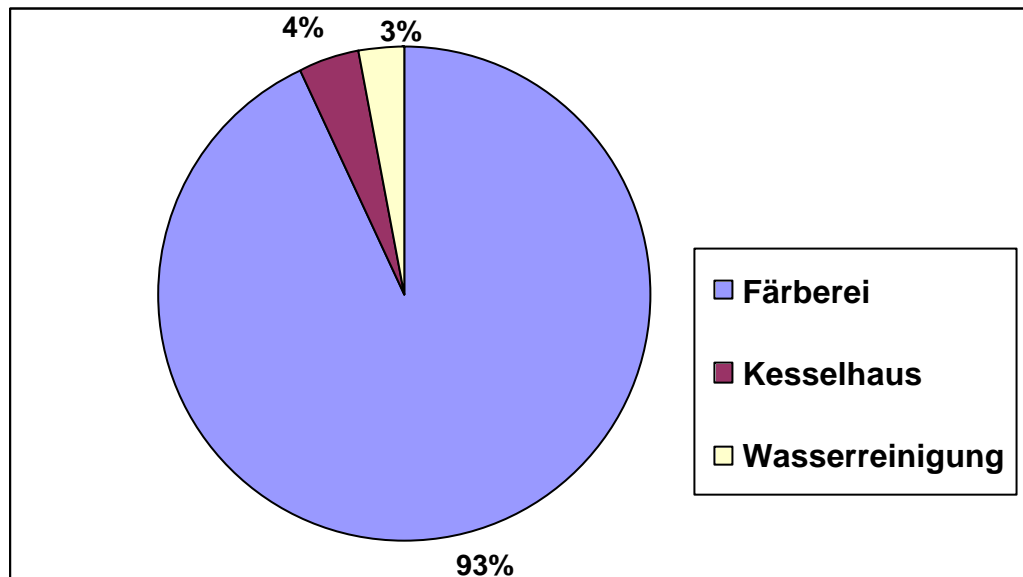


Abb. 17: Brauchwasserverteilung bei der Gütermann AG im Jahr 2001

Das gesamte Brauchwasser wird, bevor es in der Färberei und im Kesselhaus verwendet werden kann, aufbereitet. Aus diesem Grund entspricht der Anteil von Brauchwasser, der die Wasseraufbereitung durchläuft 100 %.

Der Hauptverbraucher an Trinkwasser ist die Spinnerei mit 77 %. Dies entspricht 40.000 m³ pro Jahr. Das Wasser wird für die Kühlung der Spinnbandreißmaschine, für die Verdunstungsanlage und für die sanitären Einrichtungen benötigt. Da für den Wasserverbrauch der sanitären Einrichtungen nicht für jede Abteilung ein eigener Wasserzähler vorhanden ist, wie beispielsweise für das Fertigwarenlager oder die Schlosserei, Schreinerei oder Elektrowerkstatt, kann dieser Verbrauch den Abteilungen nicht eindeutig zugeordnet werden. Da dieser Anteil, im Vergleich zum Gesamtwasserverbrauch aber verhältnismäßig gering ist, wird dies vernachlässigt. Der Wasserverbrauch der Administration liegt mit 3.500 m³ bei 7 % des gesamten Trinkwasserverbrauchs. Dieser relativ hohe Wasserverbrauch entsteht ebenfalls

durch die sanitären Einrichtungen im Verwaltungsgebäude und die hohe Mitarbeiterzahl in diesem Bereich.

Die neue Kompressoranlage verbraucht kein Wasser mehr, da die neuen Kompressoren nicht mehr mit Wasser gekühlt werden müssen. So konnten 28.710 m³ Trinkwasser eingespart werden.

2.3.7 Aktueller Abwasseranteil in den einzelnen Abteilungen

Bei der Gütermann AG wurden 2001 150.070 m³ in das Abwassernetz der Stadt Waldkirch eingeleitet. Dieses Abwasser entsteht durch die verbrauchte Menge an Trinkwasser und Brauchwasser. Die Abwassermenge in den einzelnen Abteilungen ist in den Abbildungen 18 und 19 dargestellt.

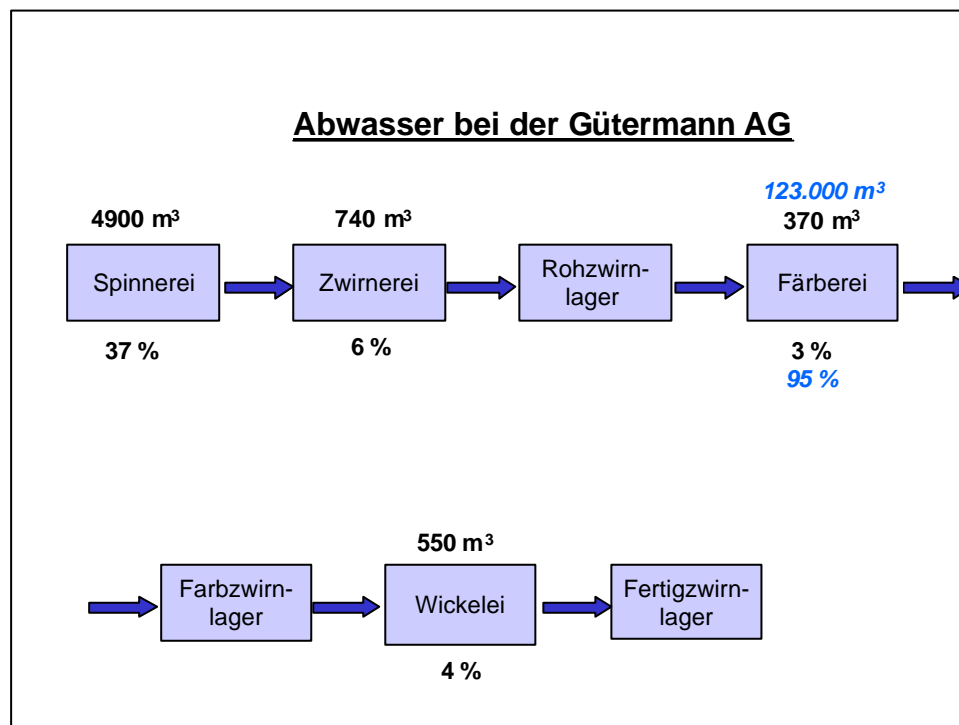


Abb. 18: Abwassermenge in den einzelnen Abteilungen entlang der Produktionskette der Gütermann AG im Jahr 2001

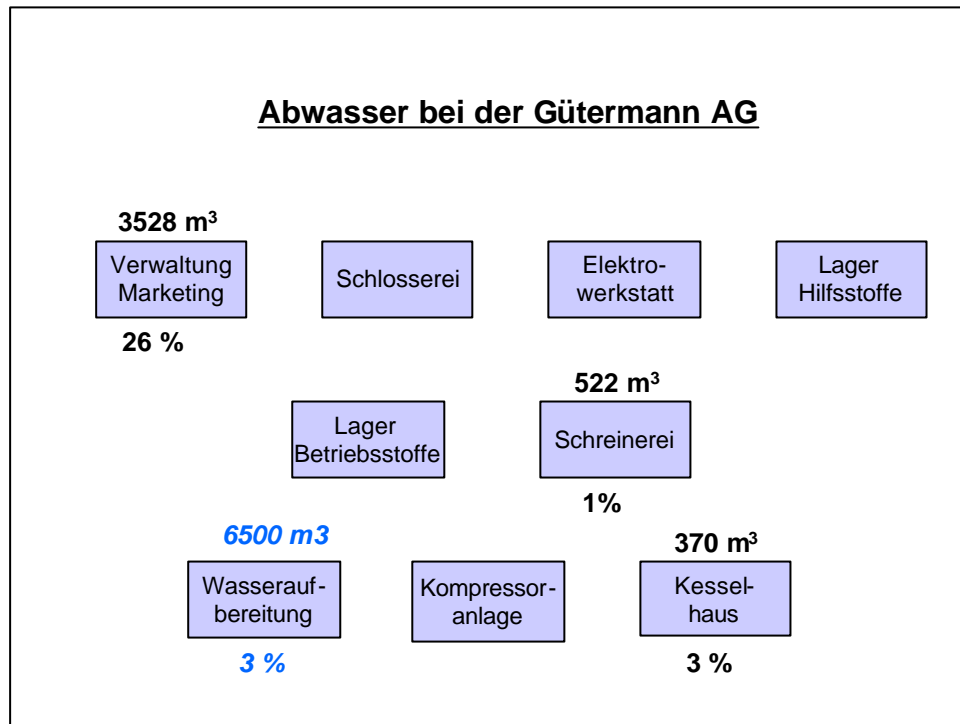


Abb. 19: Abwassermenge bei der Gütermann AG in den einzelnen Abteilungen im Jahr 2001

Den größten Anteil an dieser Abwassermenge hat die Färberei mit 123.000 m³ Abwasser aus dem Färbeprozess. Unterteilt man die anfallende Abwassermenge in den Ursprung von Trink- und Brauchwasser, so hat die Färberei einen Anteil von 95% an der entstehenden Menge Abwasser aus Brauchwasser. Die weiteren 3% Abwasser des Trinkwassers entstehen durch die sanitären Einrichtungen.

2.3.8 Optimierungsmöglichkeiten

- Leckverluste:

Die Leckverluste durch das veraltete Leitungssystem zwischen den Tiefbrunnen und dem Werksgelände sind mit 67.000 m³ vergleichsweise hoch und zwischen 2000 und 2001 sogar angestiegen. Prinzipiell sollten die Ursachen dieser Leckverluste gesucht und behoben werden und das Leitungssystem entweder besser überwacht oder zumindest teilweise erneuert werden. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die Kosten für ein Überwachungssystem oder eine Erneuerung der Rohrleitungen sehr hoch sind. Da die Gütermann AG keine Trinkwassergebühr bezahlt, sondern als wasserintensives Gewerbe nur einen um 50 % reduzierten Wasserpfeffig ist die Amortisationszeit für derartige Investitionen sehr lang und wird insofern von der Gütermann AG nicht in Betracht bezogen.

- **Spülkästen:**
Derzeit sind bei der Gütermann AG ein Großteil der Toilettenspülungen noch direkt an die Wasserleitung angeschlossen. Damit ist der Trinkwasserverbrauch für die sanitären Einrichtungen höher als notwendig. Aus diesem Grund wird empfohlen die Toilettenspülungen sukzessiv mit Spülkästen auszustatten und hiermit die Trinkwassermenge und die Trinkwasserkosten zu reduzieren.
- **Reißmaschinen:**
Der Trinkwasserverbrauch zur Kühlung der Spinnbandreißmaschinen konnte bereits durch die Erneuerung von Zuleitungen reduziert werden. In den Verbrauchsdaten spiegelt sich dies allerdings nicht wieder, da durch die höhere Auftragslage die Laufzeiten dieser Maschinen erhöht wurden. Da noch nicht alle Zuleitungen erneuert wurden, wird die weitere Erneuerung der Zuleitung an den Maschinen, an denen dies noch nicht erfolgt ist, unterstützt.
- **Schwimmventile:**
Der Wasserverbrauch in der Spinnerei konnte von der Gütermann AG gesenkt werden, in dem neue Schwimmventile in die Verdunstungsanlage eingebaut wurden. Vor diesem Umbau lief der Wasserbehälter über, da die Kontrolle über die Wassermenge nicht mehr funktionsfähig war.
- **Gesamtabwasserzähler:**
Der vorhandene, aber aus Kostengründen für die Abrechnung nicht verwendete Gesamtabwasserzähler sollte zukünftig benutzt werden. Aus diesem Grund muss intern geklärt werden, warum die Abwassermenge dieses Zählers höher ist als die Summe der Einzelzähler auf dem Werksgelände der Gütermann AG. Sollte es sich hierbei tatsächlich um Oberflächenwasser handeln, das in den Abwasserkanal läuft, muss die Stelle des Zulaufs gefunden werden, um dieses Oberflächenwasser zukünftig in die Elz zu leiten.
- **Färberei:**
Die Optimierungsmöglichkeiten bezüglich der Reduzierung des Brauchwasserverbrauchs der Färberei sind in Kapitel 2.2.9 ausführlich dargestellt.

2.4 Material

Als produzierendes Unternehmen verbraucht die Gütermann AG Materialien um ihr Produkt den Nähfaden herstellen zu können. Neben dem Rohmaterial, aus dem der Nähfaden in verschiedenen Produktionsschritten hergestellt wird, werden hierfür ver-

schiedene Hilfs- und Betriebsstoffe benötigt. Den für das Unternehmen wichtigsten Stoffstrom stellt die produzierte und verkaufte Ware dar. Außerhalb des Produktionsprozesses werden ebenfalls Materialien verbraucht. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Papier innerhalb der Administration und für die Werbung der Gütermann AG. Neben den Hilfs- und Betriebsstoffen werden auch Prozesschemikalien und Betriebsmittel benötigt. Genaugenommen gehören sie ebenfalls zu den Hilfs- und Betriebsstoffen. Sie werden gesondert in Kapitel 2.6 behandelt. Der Materialverbrauch innerhalb der einzelnen Abteilungen des Produktionsprozesses ist im Projekt detailliert erhoben und im Bericht für Gütermann dokumentiert worden (siehe hierzu auch die Protokolle der Projektbesprechungen).

2.5 Abfälle

Bei der Gütermann AG wird im Bereich der Abfälle nach dem derzeit gültigen europäischen Abfallkatalog (EAK) gearbeitet. Innerhalb der Abfälle sind bei den Kunststoffen auch Polyesterfäden, d.h. Abgänge aus der Produktion enthalten, die nicht verkauft werden können. Hierbei handelt es sich vor allem um Abgänge aus der Wickelei, beispielsweise um Restspulen, die nicht von den Hülsen getrennt werden oder um bereits gewickelten Nähfaden, der zusammen mit den Hülsen entsorgt wird.

2.5.1 Abfallmengen

Nach diesem Abfallkatalog fielen im Jahr 2001 507 t Abfälle am Standort Gutach an. Die Abfälle werden in die in Tabelle 4 aufgeführten Bestandteile aufgeteilt.

Nr. des EAK	Art des Abfalls
50103	schlammige Tankrückstände
60404	quecksilberhaltige Abfälle
70608	andere Reaktions- und Destillationsrückstände
80102	alte Farben und Lacke, die keine halogenierten Lösungsmittel enthalten
110107	Laugen
120109	Bearbeitungsemulsionen halogenfrei
130202	nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
130501	Feststoffe aus Öl- / Wasserabscheidern
130502	Schlämme aus Öl- / Wasserabscheidern
140103	andere Lösemittel und Lösemittelgemische
150101	Papier und Pappe
150102	Kunststoffe
150103	Holz
150106	gemischte Materialien: Sperrmüll aus Werkswohnungen
150299D1	Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung mit schädlichen Verunreinigungen
160201	Transformatoren und Kondensatoren, die PCB oder PCT enthalten
160202	andere gebrauchte elektronische Geräte (z.B. gedruckte Schaltungen), d.h. Elektronikschrott
160502	andere Abfälle mit anorganischen Chemikalien z.B. Laborchemikalien
160503	andere Abfälle mit organischen Chemikalien z.B. Laborchemikalien
170299D1	Holz, Glas und Kunststoffe mit schädlichen Verunreinigungen
170401	Kupfer, Bronze, Messing
170402	Aluminium
170405	Eisen und Stahl
170407	gemischte Metalle
170701	gemischte Bau- und Abbruchabfälle
200124	elektronische Geräte (z.B. gedruckte Schaltungen), d.h. Elektronikschrott
200301	gemischte Siedlungsabfälle, d.h. Nassmüll

Tab. 4: Bei der Gütermann AG durchgeführte Abfalltrennung

Bezieht man hierbei die Verteilung nach Tonnen mit ein, so ergibt sich das in Abbildung 20 dargestellte Bild.

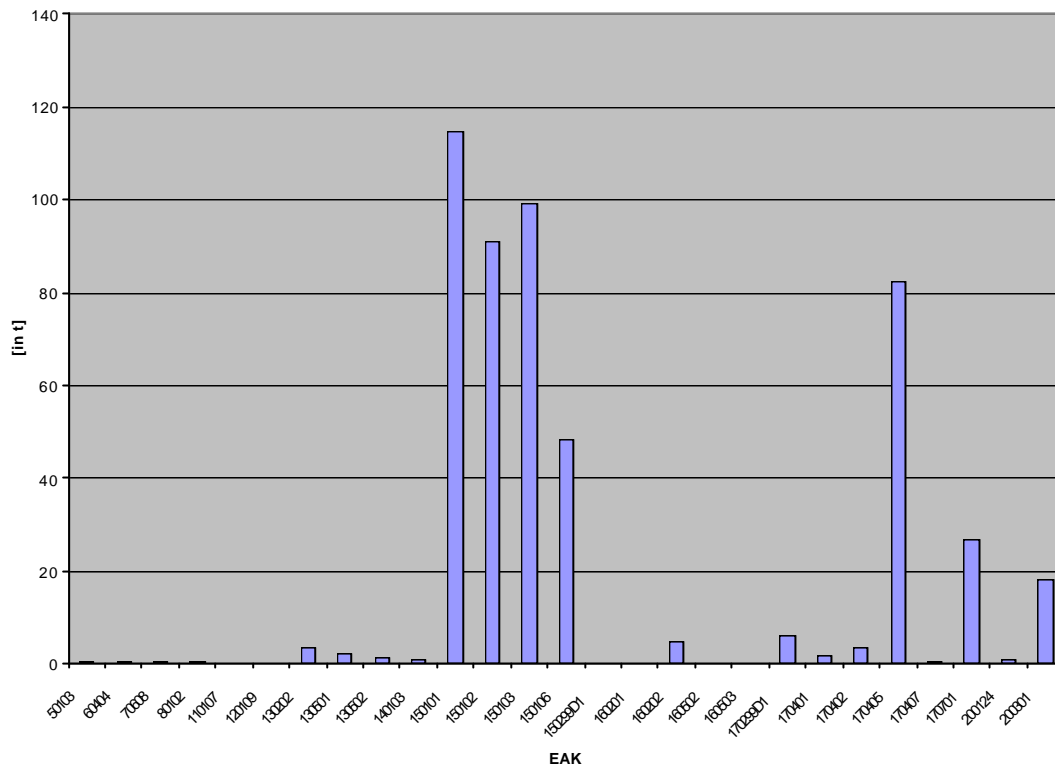


Abb. 20: Verteilung der Abfallarten nach dem Europäischen Abfallkatalog im Jahr 2001

Bei den Abfallarten mit den größten Tonnagen handelt es sich um :

Nr. des EAK	Abfallart	Tonnage (in t)
150101	Papier und Pappe	114,83
150102	Kunststoffe	90,82
150103	Holz	99,09
170405	Eisen und Stahl	82,16

Tab. 5: Abfallarten nach Tonnagen im Jahr 2001

2.5.2 Kosten und Erlöse für die Entsorgung der Abfälle

Insgesamt wurde 2001 für die Entsorgung der Abfälle bei der Gütermann AG 46.437,16 € ausgegeben und durch den Verkauf von Wertstoffen 4.129,90 € eingenommen.

Viele Abfälle kommen nicht direkt aus der Produktion des Nähfadens, sondern z.B. aus den Werkwohnungen. Die Produktionsabgänge, die nicht verkauft werden können, sind in der Gruppe der Kunststoffe enthalten. Je mehr Bearbeitungsschritte

das Rohmaterial durchlaufen hat, desto höherwertig ist es. Muss es aber entsorgt werden, entstehen Kosten, und je höherwertig das Material ist, umso weniger kann es verkauft werden.

Die reinen Entsorgungskosten betragen 46.437,16 €. Dabei sind interne Kosten, wie z.B. Fuhrpark- und Transportleistung nicht berücksichtigt. Betrachtet man wiederum diese interne Kostenstelle, so liegen die Kosten für die Abfallentsorgung bereits deutlich über den reinen Entsorgungskosten.

Werden in die Kostenrechnung allerdings die Entstehungskosten für den produzierten Ausschuss einberechnet, und die somit verlorengegangene Wertsteigerung durch bereits erbrachte Arbeitsleistungen, Energie- und Wassereinsatz, steigen die Abfallkosten nochmals erheblich an (Abbildung 21 und speziell Kapitel 3.3.3).

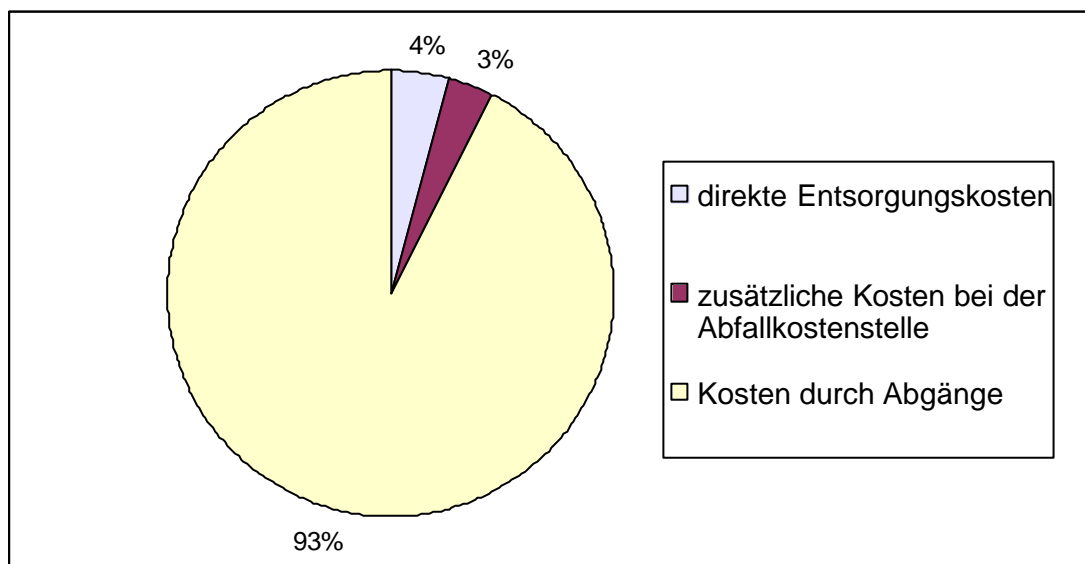


Abb. 21: Verschiedene Abfallkosten.

2.5.3 Abfallarten in den einzelnen Abteilungen

Die Zuordnung der einzelnen Abfallarten zu den Abteilungen, in denen sie verursacht wurden, ist im üblichen Ablauf der Abfallentsorgung bei der Gütermann AG nicht einfach nachzuvollziehen.

Die Abfälle werden von der Hofabteilung in den einzelnen Abteilungen abgeholt und mit einem kleinen Elektrowagen zu einer zentralen Sammelstelle gebracht. Dort werden sie von den Entsorgungsunternehmen abgeholt und gewogen. Es besteht also nur eine Mengenangabe zu den einzelnen Abfallarten des Gesamtbetriebes.

Während dieses Projektes war bei einigen Abfallarten nur eine grobe Einschätzung möglich, wo die Abfallarten anfallen.

Ziel des Projektes im Themenfeld Abfälle in der Übersichtsphase war es, zumindest für die mengenmäßig bedeutsamsten Abfallarten eine Auskunft zu bekommen, wo diese Abfallarten hauptsächlich anfallen und um welche Mengen es sich dabei in den einzelnen Abteilungen handelt.

Für die drei wichtigsten Abfallarten war eine Zuordnung und Quantifizierung zu den einzelnen Abteilungen teilweise nur mit Abschätzungen möglich. Bei den Kartonagen wurde eine aufwändige interne Erhebung beispielhaft durchgeführt.

Polyesterabgänge:

Bei der Gütermann AG entstehen in den einzelnen Abteilungen innerhalb der Produktionskette Polyesterabgänge. Manche dieser Abfälle können verkauft werden, für andere müssen Entsorgungskosten bezahlt werden. Eine Aufschlüsselung über die Menge der Polyesterabgänge und die jeweiligen Erlöse und Kosten konnte im Projekt erarbeitet werden.

Intern haben die Polyesterabgänge eine große Bedeutung, da hier bereits Leistungen in Form von Arbeitskraft, Energie, Wasser und Material investiert wurden und deshalb werden die Abfälle entlang der Produktionskette immer höherwertiger (d.h. teurer). Gleichzeitig sind sie aber auch immer schwerer zu verkaufen, je weiter sie verarbeitet sind, da sie für immer weniger Zwecke verwendet werden können. Im Rahmen dieses Projektes sollten die genauen Mengen und die tatsächlichen Kosten der Produktionsabfälle ermittelt werden.

Nicht in allen Abteilungen wurde die Menge der Polyesterabgänge bisher erhoben. Auch wurden in den verschiedenen Abteilungen die Abgänge unterschiedlich gut erfasst. In der Spinnerei wurden die Abgänge über die letzten Jahre für die unterschiedlichen Fertigungsstufen erfasst. In der Zwirnerei wurden die Abgänge grob erfasst und abgeschätzt. In der Wickelei ist eine Erfassung schwierig und aufwändig, durch die verschiedenen Fadenstärken und die Tatsache, dass sich der Zwirn als Rest, der nicht mehr gewickelt werden kann, noch auf den Hülsen befindet oder bereits fehlerhaft gewickelt wurde und deshalb nur zusammen mit den Hülsen entsorgt werden kann. Hier wurden die Abgänge bisher nur sehr grob bis gar nicht erfasst.

Die Abgänge wurden in der Vertiefungsphase beispielhaft für Mara 70 erfasst und in den einzelnen Abteilungen und Produktionsschritten bilanziert (siehe Kapitel 3.3).

2.6 Betriebsmittel, Prozesschemikalien und Gefahrstoffe

Betriebsmittel und Prozesschemikalien werden bei der Firma Gütermann in unterschiedlichen Abteilungen eingesetzt. Für das Gewerbeaufsichtsamt ist von der Gütermann AG eine detaillierte Gefahrstoffliste erstellt worden. In ihr werden alle verwendeten Betriebsmittel und Prozesschemikalien aufgeführt. Angegeben sind Produktname, Einsatzort, Einsatzmenge (in Kilogramm oder Stück oder Anzahl Karton), R-Sätze und Angaben zu den Inhaltsstoffen.

Im Rahmen der Auswertung ist in der Phase I eine Analyse dieser Daten mit folgenden Schwerpunkten vorgenommen worden:

- Gesamtzahl der eingesetzten Produkte;
- Gesamt-Verbrauchsmenge
- Verbrauchsmengen in den einzelnen Abteilungen.
- Mengemäßig bedeutendste Betriebsmittel und Prozesschemikalien.

Für diese Auswertung mussten bei einzelnen Produkten aus der Stück- und Karton-Anzahl die Einsatzmenge abgeleitet werden.

Insgesamt sind bei der Firma Gütermann im Jahr 2001 289 Produkte mit einer Gesamtmenge von 415 Tonnen eingesetzt worden. Hinzu kommen 97,7 Tonnen Heizöl für die Werkswohnungen. Dieses Heizöl macht knapp 20 % der Gesamtmenge an Betriebsmitteln und Prozesschemikalien aus. Bei den weiteren Auswertungen ist diese Menge stets gesondert aufgeführt worden.

Die Einsatzmengen an Prozesschemikalien und Betriebsmitteln – ohne das Heizöl - verteilten sich auf die Abteilungen entsprechend der nachfolgenden Tabelle 6:

Einsatzbereich	Gesamtverbrauch	
Färberei	322.209	kg
Hofabteilung	43.133	kg
Kesselhaus	38.561	kg
Wickelei	6.295	kg
Schlosserei	2.699	kg
Zwirnerei	845	kg
Fertiglager	387	kg
Spinnerei	331	kg
Schreinerei	280	kg
Gebäudereinigung	247	kg
Labor	170	kg
Allgemein	60	kg
Elektrowerkstatt	50	kg
Gesamt	415.267	kg

Tab. 6: Betriebsmittel- und Prozesschemikalien-Verbrauch der Abteilungen bei der Gütermann AG. Bezugsjahr: 2001. Die Heizölmengen (der Werkwohnungen) sind getrennt aufgeführt.

Neben der Einsatzmenge sind für die Bewertung der Betriebsmittel und Prozesschemikalien Informationen über die eventuell mit ihnen verbundenen Gefahren für Arbeits- Umwelt- und Verbraucherschutz von entscheidender Bedeutung. In den vorliegenden Tabellen und in den in der Übersichtsphase vorgestellten Auswertungen sind daher als Zusatzinformationen stets die Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze) bei den einzelnen Produkten genannt worden. Die Tabellen zeigen, dass bei der Firma Gütermann Produkte mit qualitativ sehr unterschiedlichem Gefahrenpotenzial eingesetzt werden.

Im Rahmen der Vertiefungsphase ist daher auf der Grundlage dieser Aufstellungen eine weitere Gewichtung vorgenommen worden. Hierbei wurde neben der Einsatzmenge auch das Gefahrstoffpotenzial der Betriebsmittel und Prozesschemikalien berücksichtigt. Die Ergebnisse dieses zusätzlichen Bewertungsschrittes werden im Kapitel 3.4 gezeigt.

3. Vertiefungsphase

3.1 Methodik

In der Vorphase standen das Gesamtunternehmen und seine Energie- und Stoffströme im Mittelpunkt. In der Vertiefungsphase sollten ausgewählte Prozesse oder Abteilungen detaillierter analysiert werden.

Dieser Auswahlprozess fand im Rahmen der Projekt-Besprechungen in enger Absprache mit der Gütermann AG und der Landesanstalt für Umweltschutz statt. Ein wesentlicher Erkenntnisgewinn wurde dabei übereinstimmend von einem Vertiefungsansatz erwartet, bei dem ein ausgewähltes Produkt im Mittelpunkt steht. Der produktbezogene Ansatz bot sich auch deshalb an, da er alle Abteilungen – von der Spinnerei bis zum Versand – mit einbezog. Er war zu dem besonders geeignet, die kommunikativen Schnittstellen zwischen den Abteilungen herauszuarbeiten. Hinzu kam, dass ein produktbezogener Untersuchungsansatz für das betriebliche Energie- und Stoffstrommanagement bisher bei der Firma Gütermann nicht im Mittelpunkt stand (im Gegensatz zu vielen Optimierungsarbeiten, die vom Unternehmen innerhalb einzelner Abteilungen durchgeführt wurden – unabhängig vom Pilotprojekt).

Das methodische Vorgehen in der Vertiefungsphase war folgendermaßen aufgebaut:

- Entscheidung für einen produktbezogenen Ansatz;
- Auswahl der betrachteten Produktlinie;
- Auswahl der thematischen Schwerpunkte innerhalb der Produktlinie;
- Datenerhebung;
- Datenauswertung;
- Schlussfolgerungen für Optimierungsmöglichkeiten;
- Handlungsempfehlungen zur Umsetzung;
- Empfehlungen zur Verankerung des betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagements bei der Gütermann AG nach Beendigung des Pilotprojektes;
- Diskussion der Ergebnisse mit den Beteiligten bei der Firma Gütermann und mit der Landesanstalt für Umweltschutz.

In den folgenden Kapiteln werden das Vorgehen und die Ergebnisse im Einzelnen dargestellt.

3.2 Der Rote Faden

In der 1. Phase des Projektes, in der eine Gesamtübersicht über Energie- und Stoffströme bei der Gütermann AG erstellt wurde, zeigte sich, dass eine produktbezogene Bilanzierung in der Vertiefungsphase für das Unternehmen besonders interessant ist.

Dafür sprachen mehrere Gründe:

Innerhalb einer produzierenden Firma spielen bei der internen Bilanzierung die Kosten, aber auch die verbrauchten Mengen an Stoffen, Energie und Wasser, welche für die Herstellung eines Endproduktes notwendig sind, die entscheidende Rolle. Ebenso standen bereits in der 1. Phase die Kosten für Abfälle zur Diskussion. Die Frage blieb bestehen, ob die in der internen Kostenstelle berechneten Kosten den tatsächlichen Abfallkosten, welche die Gütermann AG zu tragen hat, entsprechen. Es wurde hier bereits die Vermutung geäußert, dass durch die innerhalb der Produktion entstehenden Abgänge und den in diesen Abgängen bereits enthaltenen Mengen an beispielsweise Energiekosten, die tatsächlichen Abfallkosten deutlich höher wären. Außerdem machte die Technische Leitung der Gütermann AG deutlich, dass eine produktbezogene Bilanzierung in ihrem Interesse stünde, da Kennzahlen für die einzelnen Produkte eingeführt werden sollten und es daher eine große Hilfe wäre, dies beispielhaft an einem Produkt durchzuführen. Damit wäre dann für weitere Produkte eine Orientierung der Vorgehensweise, sowie eine Größe vorhanden auf die man sich beziehen könnte, um die anderen Produkte leichter einordnen zu können. Innerhalb der Gütermann AG bestanden zu diesem Zeitpunkt große Unklarheiten bezüglich der Mengen von Abgängen in den einzelnen Abteilungen. Für manche Abteilungen war seit längerem geplant, die Abgänge für die einzelnen Produkte zu erfassen, um eine Vorstellung der Größenordnung zu bekommen. Außerdem wurde von der Technischen Leitung der Vorteil eines solchen Vorhabens auch in einer besseren Möglichkeit der Motivation von Mitarbeitern gesehen. Wenn die konkrete Größenordnung des Ausschusses bekannt sei, könne nach den Ursachen geforscht werden und gleichzeitig gemeinsam mit den Mitarbeitern eine Zielgröße erarbeitet werden, welche man in Zukunft erreichen wolle.

3.2.1 Wahl des Beispielprodukts

Bei der Auswahl des Produkts innerhalb der Produktpalette der Gütermann AG wurde nach einem Beispielprodukt gesucht, bei dem alle Produktionsschritte von der Gütermann AG selbst durchgeführt und nicht von anderen beauftragten Firmen Teilschritte übernommen werden. Gleichzeitig sollte es sich um ein Produkt handeln, das mengenmäßig innerhalb der Produktpalette der Gütermann AG eine entscheidende Rolle spielt. Die Wahl fiel schließlich auf Mara 70. Dabei handelt es sich um ein sogenanntes Knopflochgarn, welches gleichermaßen ein Aushängeschild der Gütermann AG ist.

Da sich schnell abzeichnete, dass sich dieser ausgewählte Beispielfaden sowohl durch die Vertiefungsphase dieses Projektes, als auch durch die einzelnen Abteilungen der Gütermann AG wie ein roter Faden zog, wurde auch bei der Farbwahl dieses Produktes unter anderem die Farbe „rot“ gewählt, so dass es sich auch im wörtlichen Sinne um einen „Roten Faden“ handelt. Neben der Farbe Rot, bei dem es sich um das sogenannte „Gütermann Rot“ handelt, wurden die Farben Schwarz und Weiß ausgewählt: Es sollte ein möglichst breites Spektrum beim Farbstoff- und Chemikalienverbrauch betrachtet werden.

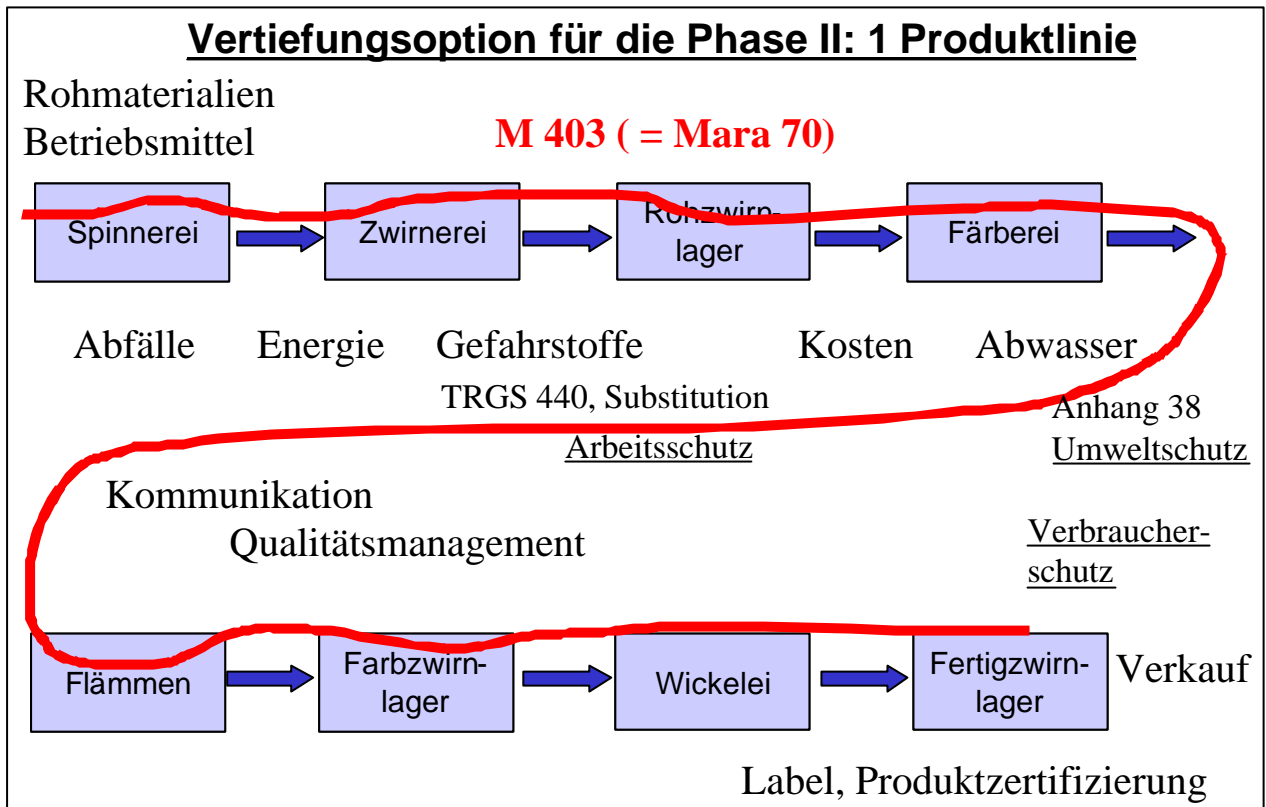


Abb. 22: Vertiefungsmöglichkeiten am Beispiel des Produktes Mara 70

Der Rote Faden wurde innerhalb des Projektes durch die einzelnen Abteilungen und Produktionsschritte der Gütermann AG verfolgt. Wie in Abbildung 22 dargestellt ist, konnten an diesem Roten Faden beispielhaft zahlreiche Themen bearbeitet und Daten erhoben werden.

Dabei handelt es sich um Themen des Arbeitsschutzes, des Umweltschutzes und des Verbraucherschutzes. Außerdem sollen die Bereiche Abfälle, Energie und Kosten bilanziert werden. Im Bereich Gefahrstoffe erfolgt eine Abschätzung mittels der TRGS 440 und den daraus resultierenden Substitutionsmaßnahmen. Innerhalb des Themengebiets Abwasser wurde der Anhang 38 an diesem Beispiel mit berücksichtigt. Weitere Themen waren Qualitätsmanagement und die Produktzertifizierung.

Die Bearbeitung dieser Themen konnte nicht „nur vom Schreibtisch aus“ erledigt werden, sondern es war notwendig diesen Faden durch die einzelnen Abteilungen „zu verfolgen“. Dies wurde in mehreren Begehungen der Abteilungen zusammen mit den jeweiligen Sachverständigen der Gütermann AG durchgeführt. Für diese Begehungen wurde für jede der Abteilungen Fragebögen zu den Themen:

- Energie
- Wasser, Abwasser
- Chemikalien, Gefahrstoffe
- Kosten
- Schnittstellen
- Materialien
- Abfälle und Abgänge

entwickelt.

Die Erhebungsbögen wurden während dieser Begehungen und in vielen weiteren Besprechungen ausgefüllt und stellen die Vollständigkeit der Datenerhebung innerhalb dieses Projektes sicher.

3.2.2 Mara 70 in den einzelnen Abteilungen

Mit Hilfe der Erhebungsbögen und mehreren internen Projekten (siehe Kapitel 5) zur Vervollständigung der Daten wurden Übersichten des Energie- und Materialstoffstroms innerhalb der Gütermann AG für die einzelnen Abteilungen bei der Produktion von Mara 70 erstellt. Die Daten beziehen sich bis auf wenige Ausnahmen, welche dann explizit vermerkt sind auf das Jahr 2001. Die Daten sind im Bericht für Gütermann und in den Protokollen der Besprechungen enthalten.

3.3 Produktionsabfälle und Umweltkostenrechnung

3.3.1 Aufgabenstellung und Methodik

Die klassische Aufgabe der Kostenrechnung ist es auf betriebswirtschaftlicher Grundlage den Verbrauch an Produktionsfaktoren (Energie, Hilfsmittel, Betriebsmittel, Maschineneinsatz, Personaleinsatz) und die damit erzielten Leistungen mengen- und wertmäßig zu erfassen und die Wirtschaftlichkeit zu errechnen.

Hierbei müssen Einzelkosten und Gemeinkosten unterschieden werden. Einzelkosten lassen sich direkt den erzielten betrieblichen Leistungen zuordnen, während Gemeinkosten auf diese umgelegt werden. Diese Gemeinkosten können auch als Overhead bezeichnet werden.

In der Umweltkostenrechnung werden zum Zwecke des Umweltschutzes die technischen und betriebswirtschaftlichen Belange zusammengefasst. Dadurch kann eine höhere Effizienz beim Einsatz von Ressourcen erreicht und damit die Ökoeffizienz

erhöht werden. Üblicherweise betrachten Betriebe, wenn sie Ihre Umweltausgaben quantifizieren nur die Ausgaben für Abwasser, Abfälle und Emissionen. Diese Betrachtung stimmt jedoch nicht in jedem Fall.

Z. B. bei der Erhebung der Abfallkosten wurden hierbei innerhalb der Gütermann AG, mit Hilfe einer Umweltkostenrechnung die tatsächlichen Kosten quantifiziert. Zu den reinen Entsorgungskosten kommen auch die Kosten, die durch Verluste, die innerhalb der Produktionskette der Gütermann AG durch Produktabgänge in verschiedenen Stufen entstehen, anfallen (Abbildung 23).

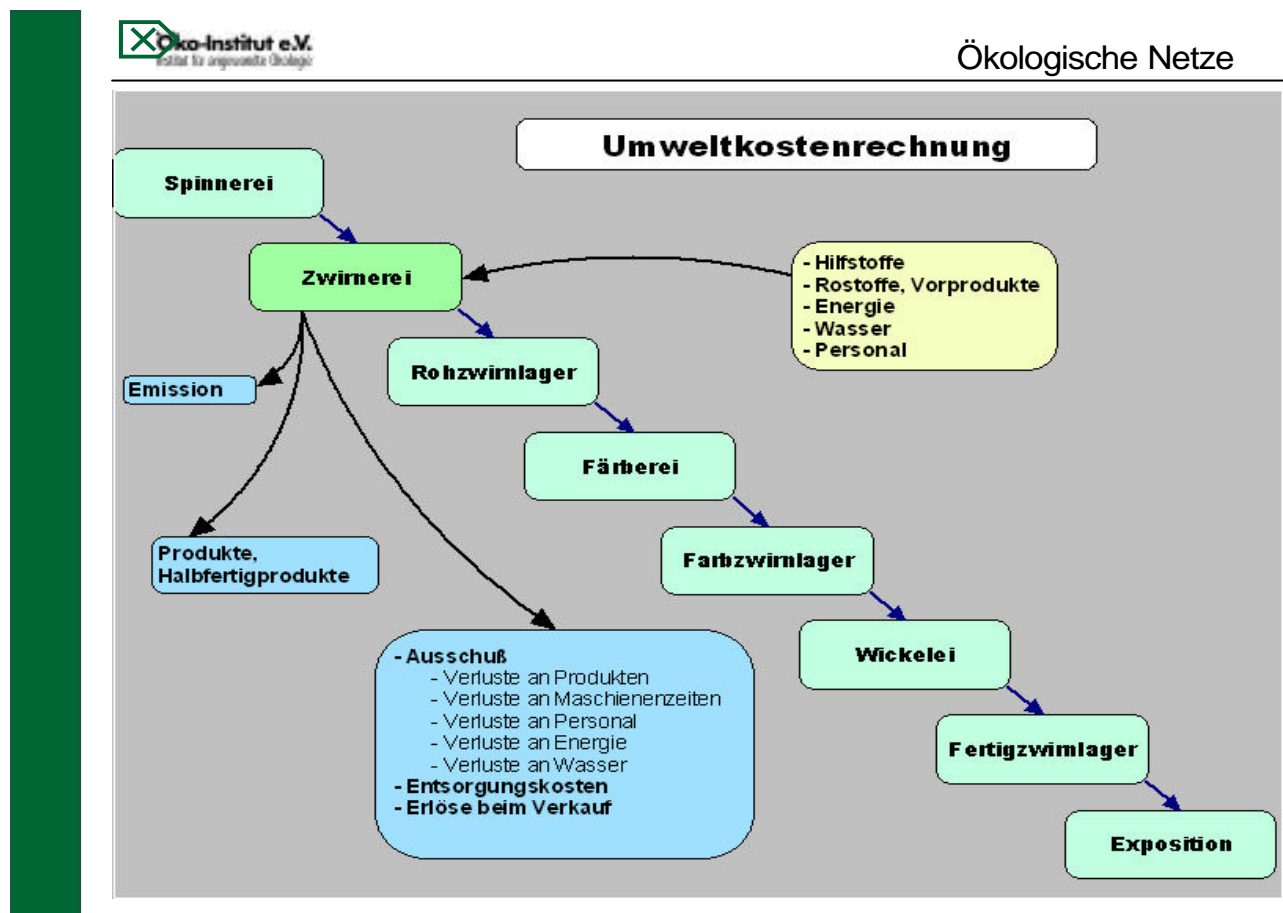


Abb.23: Umweltkostenrechnung innerhalb der Produktionskette der Gütermann AG

Für die Vertiefungsphase wurde beschlossen bei der Gütermann AG eine produktbezogene Umweltkostenrechnung anhand von Mara 70 durchzuführen. Hierbei wurde verstärkt auf die Kosten geachtet, die durch die Abgänge entstehen, durch die an diesen Ausschüssen bereits entstandenen Kosten für Energie, Maschinerzeiten, Personal, Wasser, aber auch die Verluste an Materialkosten.

In einem internen Projekt der Abteilung Rechnungswesen bei der Gütermann AG wurden in einer Primärkostenrechnung die Daten zusammengefasst. Diese waren

intern im Rechnungswesen bereits vorhanden, mussten für dieses Projekt und damit für das Produkt Mara 70 entsprechend aufgeschlüsselt und aufbereitet werden. Die Kostenübersichten wurden vom Rechnungswesen der Gütermann AG erstellt. Hierbei handelt es sich um eine Aufschlüsselung für 100 kg Mara 70 in der Größe 1. Bei den Farben für den Färbeprozess wurde ein Durchschnitt gebildet, da eine genauere Aufschlüsselung bei mehreren hundert möglichen Farben nicht vorgenommen wurde. Diese Primärkostenrechnung ist in die einzelnen Produktionsschritte aufgeteilt. Für jeden dieser Produktionsschritte ist ersichtlich wie groß die Kosten für den Verbrauch von Materialien, Lohn, Eigenreparatur, Strom, Wasser, Dampfkosten, Gas und Druckluft sind. Hierbei handelt es sich um sogenannte proportionale Kosten. Die Kosten steigen bzw. werden geringer mit der jeweils produzierten Menge. Bei Zinsen, Abschreibungen, Raumkosten, sowie Leitung und Soziales handelt es sich um sogenannte fixe Kosten. Diese Kosten sind unabhängig von der Produktionsmenge.

3.3.2 Umweltkostenrechnung und Produktionsabfälle

Innerhalb jeder Produktionsabteilung, wurden die Abgänge innerhalb einer Woche gewogen und mit der jeweils produzierten Menge in Verbindung gesetzt (Abbildung 24).

Mit Hilfe dieser Daten wurde eine Übersicht erstellt, wie viel Trevira-Reißkabel benötigt wird, um als Endprodukt 100 kg Mara 70 Größe 1 oder Größe 0 herzustellen.

Um 100 kg Mara 70 Größe 1 herzustellen, werden 104,04 kg Reißkabel benötigt. Dagegen werden für die Produktion von 100 kg Größe 0 105,02 kg Reißkabel benötigt.

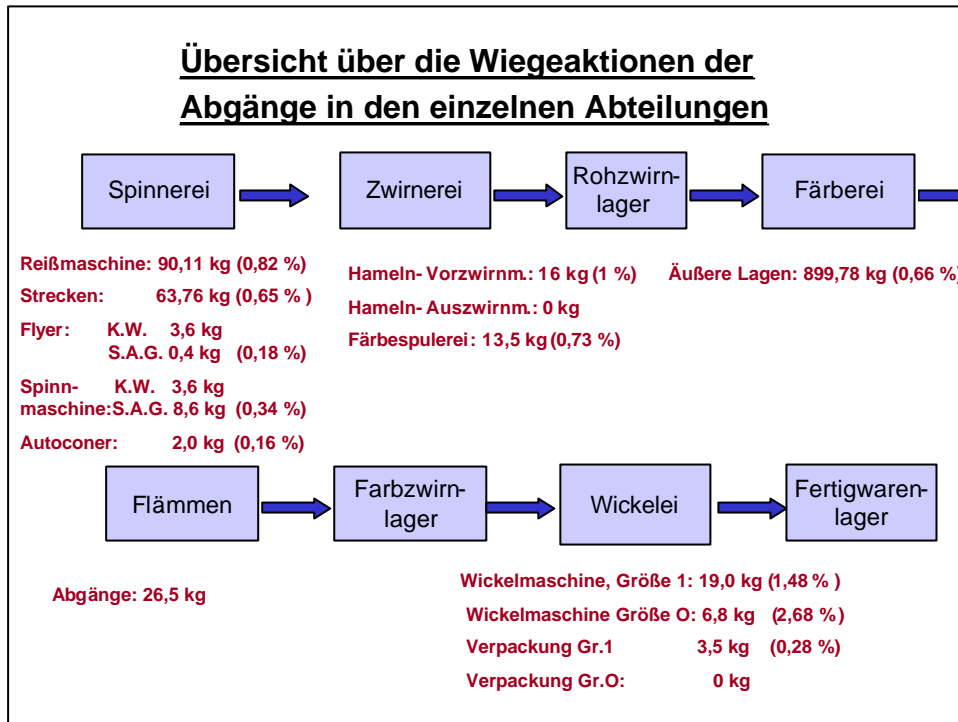


Abb. 24: Übersicht über die Produktionsabfälle in den einzelnen Abteilungen

Da bei der Färberei durch die Farbstoffe und Chemikalien etwa 4 kg auf den Zwirn gelangen, werden tatsächlich Produktionsabfälle von 12 % - 13 % erreicht. Diese Zahlen wurden nun mit den Kosten der Primärkostenrechnung hinterlegt.¹ Da der Zwirn im Produktionsablauf immer mehr Produktionsstufen durchläuft, werden die Abgänge, die anfallen, an jeder weiteren Produktionsstufe immer teurer. Das bedeutet, die Abgänge, die in der Wickelei anfallen sind die teuersten.

¹ Im technischen Bericht wurden in der Spalte „Kosten pro 1 kg“ die Kosten für die Produktion von 1 kg hinterlegt. In der Spalte „Kosten bei Verlust bei 100 kg produzierter Menge“ sind die tatsächlichen Kosten aufgeführt, die für die Abgänge entstehen, wenn 100 kg Mara 70 produziert werden.

3.3.3 Kostenabschätzung für die gesamten Abfälle inklusive Produktionsabgang

Innerhalb dieses Projektes wurden die Gesamtkosten für die Abfälle schrittweise ermittelt.

In der Phase I, zu Beginn der Erhebungen, wurden nur die reinen Entsorgungskosten betrachtet, d.h. hierbei handelt es sich um die Kosten, die an die Entsorgungsunternehmen bezahlt werden müssen. Gleichzeitig wurden durch den Verkauf von Abfällen Erlöse erzielt.

Gegen Ende der Phase I wurden dann zusätzlich die Kosten betrachtet, die in der Abfallkostenstelle aufgeführt sind. Da hier neben den reinen Entsorgungskosten ebenfalls der Overhead einbezogen wird sind die Kosten entsprechend höher. Außerdem werden in dieser Kostenstelle zusätzlich vor allem die Kosten berücksichtigt, die durch den Fuhrpark entstehen. Dieser wird benötigt, um die Abfälle in den einzelnen Abteilungen abzuholen.

In der Vertiefungsphase wurden zusätzlich zu diesen Kosten für Abfälle die Kosten der Abgänge für ein Produkt, nämlich Mara 70 erhoben. Dabei handelt es sich um Kosten, die durch den bereits erfolgten Einsatz von Materialien, Energie, Personal und Wasser entstehen.

Die für die Produktion von Mara 70 ermittelten Zahlen sind im Projekt für die Gesamtproduktion aus der Wickelei hochgerechnet worden.

Die Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse in relativen Zahlen. Schon bei der Berücksichtigung lediglich der Personalkosten und des Overheads steigen die Abfallkosten um den Faktor zwei. Wenn die Produktionskosten mitberücksichtigt werden, wird deutlich, dass in den Produktionsabfällen Kosten enthalten sind, die zwölfmal höher als die reinen Entsorgungskosten sind.

Reine Entsorgungskosten:	100%
Personalkosten, Fuhrpark, Overhead	200%
Wert Produktionsabfälle	1200%

Tab. 7: Kosten, die mit Produktionsabfällen und sonstigen Abfällen bei Gütermann verbunden sind.

Die in dieser Detailanalyse erhobenen spezifischen Kennzahlen zum Abfallaufkommen / 100 kg Produktion Mara 70 liegen jetzt für einzelne Maschinen, einzelne

Abteilungen und die gesamte Produktionskette vor. Sie werden bei Gütermann als absolute Kennzahlen zur systematischen und kontinuierlichen Prozessoptimierung eingesetzt.

3.4 Gefahrstoffe, Äquivalente

3.4.1 Bilanzierung von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien

Unter Arbeits- und Umweltschutzaspekten sind Betriebsmittel und Prozesschemikalien ein wichtiges Kapitel im betrieblichen Stoffstrommanagement. Während für den Bereich Energie, Wasser, Abwasser und Abfälle inzwischen eine Vielzahl aussagekräftiger Kennzahlen existieren, ist dies bei Betriebsmitteln und Gefahrstoffen bisher nicht der Fall. Im Rahmen der Auswertung der bei der Firma Gütermann vorliegenden Primärdaten zu Betriebsmitteln, Prozesschemikalien und Gefahrstoffen (siehe Kapitel 2.6) sind hier MEG(Monoethylenglykol)-Äquivalente als absolute Kennzahl zur Bilanzierung eingeführt und erprobt worden.

Bei der Gütermann AG liegt eine detaillierte Aufstellung aller eingesetzten Betriebsmittel und Prozesschemikalien vor (siehe hierzu Kapitel 2.6). Insgesamt wurden 2001 289 unterschiedliche Produkte eingesetzt – in einer Gesamtmenge von 415 Tonnen. In der nachfolgenden Tabelle 8 ist ein Auszug aus der Betriebsmittel- und Prozesschemikalien-Bilanz wiedergegeben. Die Produkte sind hier nach Einsatzmenge geordnet.

Pos.	Produkt	Einsatzbereich	Verbrauch in kg		Gefahrenhinweise: R-Sätze
1	Natronlauge 50%	Färberei	64653	kg	R35
2	Nähfadenavivage	Färberei	40514	kg	--
48	Kesselwasserzusatz	Kesselhaus	720	kg	R20, R21 R22, R34, R43, R45
Gesamtanzahl Betriebsstoffe und Prozesschemikalien:					289 Produkte
Gesamte Einsatzmenge Betriebsstoffe/Prozesschemikalien:					415 Tonnen

Tab. 8: Auszug aus der mengengewichteten Aufstellung von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien. Genannt sind außerdem die Einsatzbereiche und die Gefahrenhinweise (R-Sätze).

In der Tabelle werden außerdem die R-Sätze genannt, die in standardisierter Form auf das gesundheitliche Risiko eingehen, das mit diesen Produkten, abhängig von den Einsatzbedingungen, verbunden sein kann. Bei einer rein mengenbezogenen Bilanzierung der Betriebsmittel werden diese – für den Arbeitsschutz entscheidenden – Informationen nicht mitberücksichtigt. Aus einer mengenbezogenen Gewichtung und Bilanzierung können daher auch keine Aussagen über einen eventuellen Substitutionsbedarf abgeleitet werden.

3.4.2 MEG-Äquivalente zur Gefahrstoffbilanzierung

Bei der Bilanzierung von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien in der internen und externen Berichterstattung werden in vielen Fällen die Gesamtmengen angegeben – zum Teil aufgeschlüsselt nach Produktgruppen. Als Beispiel ist in der nachfolgenden Tabelle 9 ein Auszug aus dem Umweltbericht von Miele, Gütersloh, wiedergegeben. Hier werden auch prozentuale Veränderungen der Einzel- und Gesamtmenge verglichen mit dem Vorjahr genannt.

INPUT			
Problemfeld	Einheit	Beispiel 1999	Veränderung zu Vorjahr in %
Hilfsstoffe			
Farben, Lacke, Zusatzmittel	t	226 t	2,6%
.....	t	6,6%
Gesamt	t	3.051 t	11,4%
Betriebsstoffe			
Säuren, Laugen	t	926 t	20,5%
Lösemittel	t	8 t	-18,3%
.....	t	-9,7%
sonst. Chemikalien	t	384 t	-6,8%
Gesamt	t	4.679 t	3,2%

Tab. 9: Bilanzierung der Einsatzmengen von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien. Strukturierung nach Produkttypen. Quelle: Auszug aus dem Umweltbericht der Miele & Cie. GmbH & Co. (Miele 2000).

In Einzelfällen erfolgt bei der Bilanzierung bereits eine Berücksichtigung von Umweltschutz- und Arbeitsschutzgesichtspunkten. So wird in der Umweltberichterstattung der KUNERT AG, Immenstadt, neben der Gesamtmenge auch der Anteil an

schwermetallhaltigen Farbstoffen und die Zahl der Stoffe mit Substitutionsbedarf genannt (Tabelle 10).

Problemfeld	Einheit	Beispiel
Roh- und Hilfsstoffe		
Farbstoffverbrauch	g / kg Ware	22,3 g/kg Ware
Farbstoffverbrauch schwermetallhaltig	g / kg Ware	9,6 g/kg Ware
Chemikalienverbrauch	g / kg Ware	403,8 g/kg Ware
Materialkennzahlen		
Anteil schwermetall"freier" Farbstoffe	%	57%
Zu ersetzende Farbstoffe und Chemikalien	Anzahl	7

Tab. 10: Bilanzierung von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien: Angabe der Gesamtmenge und besonderer Produktgruppen. Quelle: Auszug aus der Umwelterklärung der Kunert AG, Immenstadt (Kunert 2000).

Bei den ebenfalls im Textilbereich arbeitenden Unternehmen Rohner Textil AG, Heerbrugg, Schweiz, werden die eingesetzten Gefahrstoffe anhand ihrer Zugehörigkeit zu den in der Schweiz üblichen Giftklassen zusätzlich charakterisiert (Tabelle 11). Bei dieser Klassifizierung werden die giftigsten Stoffe der Giftklasse 1 zugeordnet.

Jahr		1993	1995	1997	1999	2000	2001
Giftklasse 1	kg	0	0	0	0	0	0
Giftklasse 2	kg	600	600	635	840	905	960
Giftklasse 3	kg	1030	1030	1140	1665	1480	1220
Giftklasse 4	kg	5750	5750	1919	1651	1898	2336
Giftklasse 5	kg	0	0	285	1300	1036	810
Giftklasse frei	kg	0	0	2113	1145	1910	1930

Tab. 11: Bilanzierung von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien: Angabe der Gesamtmenge und Zuordnung zu Giftklassen. Quelle: Auszug aus der Umwelterklärung 2001 der Rohner Textil AG (Rohner 2001).

Beim letzten Beispiel sind bereits toxikologische Beurteilungen (in Form der Giftklassen) in die Bilanzierung eingeflossen. Im Rahmen der Ausarbeitung der Technischen Regel für Gefahrstoffe 440 (TRGS 440) des deutschen Chemikaliengesetzes ist eine differenzierte Bewertungshilfe zum Gefahrstoffvergleich erarbeitet

worden: das sogenannte „Wirkfaktoren-Modell“ (AGS 2003)². In ihm wird jedem R-Satz eine eigene Kenngröße zugeordnet, der sog. Wirkfaktor. Je höher das gesundheitsbezogene Gefahrenpotenzial eines Stoffes ist, desto höher ist der zugehörige Wirkfaktor.

² In der TRGS 440 wird als alternativer Bewertungsansatz ein Spaltenmodell vorgeschlagen. Zur Schwerpunktsetzung wird im Folgenden das Wirkfaktorenmodell genutzt, da es eine differenzierte Gefahrstoffbilanzierung erlaubt.

In der Tabelle 12 sind für die R-Sätze diese Gewichtungsfaktoren aufgeführt (auf der Grundlage der TRGS 440 (AGS 2003)).

R-Satz	Bedeutung der R-Sätze	Wirkfaktor W
1 - 19, 30	Nicht humantoxikologisch begründete R-Sätze	0,5
20	Gesundheitsschädlich beim Einatmen	10
21	Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut	10
22	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken	10
23, 24	Giftig beim Einatmen / bei Berührung mit der Haut	100
25	Giftig beim Verschlucken	100
26	Sehr giftig beim Einatmen	1.000
27, 28	Sehr giftig bei Berührung mit der Haut / beim Verschlucken	1.000
29	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase	100
31	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase	100
32	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase	1.000
33	Gefahr kumulativer Wirkungen	100
34	Verursacht Verätzungen	100
35	Verursacht schwere Verätzungen	500
36, 37, 38	Reizt die Augen / Reizt die Atmungsorgane / Reizt die Haut	5
40	Irreversibler Schaden möglich	100
41	Gefahr ernster Augenschäden	100
42, 43	Sensibilisierung durch Einatmen / durch Hautkontakt möglich	500
45	Kann Krebs erzeugen	50.000
46	Kann vererbare Schäden verursachen	50.000
48/21	Gefahr ernster Gesundheitsschäden b. längerer Exp./Giftig bei Berührung mit der Haut	50
48/22	Gefahr ernster Gesundheitsschäden b. längerer Exp./Giftig bei Verschlucken	50
48/23	Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition /Giftig beim Einatmen	500
48/24	Gefahr ernster Gesundheitsschäden b. längerer Exp./Giftig bei Berührung mit der Haut	500
48/25	Gefahr ernster Gesundheitsschäden b. längerer Exposition /Giftig beim Verschlucken	500
49	Kann Krebs erzeugen beim Einatmen	50.000
50 bis 59	Nicht humantoxikologisch begründete R-Sätze	0,5
60	Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen	1.000
61	Kann das Kind im Mutterleib schädigen	1.000

62	Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen	50
63	Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen	50
64	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen	100
65	Gesundheitsschädlich; kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen	5
66	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.	1
67	Dämpfe können Schläfrigkeit u. Benommenheit verursachen	5

Tab. 12: Bedeutung der R-Sätze und Zuordnung zu Wirkfaktoren W auf der Grundlage der TRGS 440. Zusammenstellung auf der Grundlage der Tabelle in AGS 2003, Wirkfaktorenmodell.

Die Wirkfaktoren ermöglichen es, die reine Mengenangabe eines Betriebsmittels durch eine gefahrstoffbezogene Komponente zu ergänzen. Im Rahmen ökobilanzieller Arbeiten ist hierfür die Methodik der MEG-Äquivalente entwickelt worden (Bunke und Graulich 2001, Bunke et al. 2003). Die eingesetzten Betriebsmittel und Prozesschemikalien werden hinsichtlich ihres gesundheitlichen Gefahrenpotenzials mit einer Bezugssubstanz, Monoethylenglykol (MEG), verglichen. Der Vergleich wird anhand des Wirkfaktors (W) der betrachteten Substanz und des Wirkfaktors von MEG (W=10) vorgenommen. Die Methode ist in der Abbildung 25 wiedergegeben.

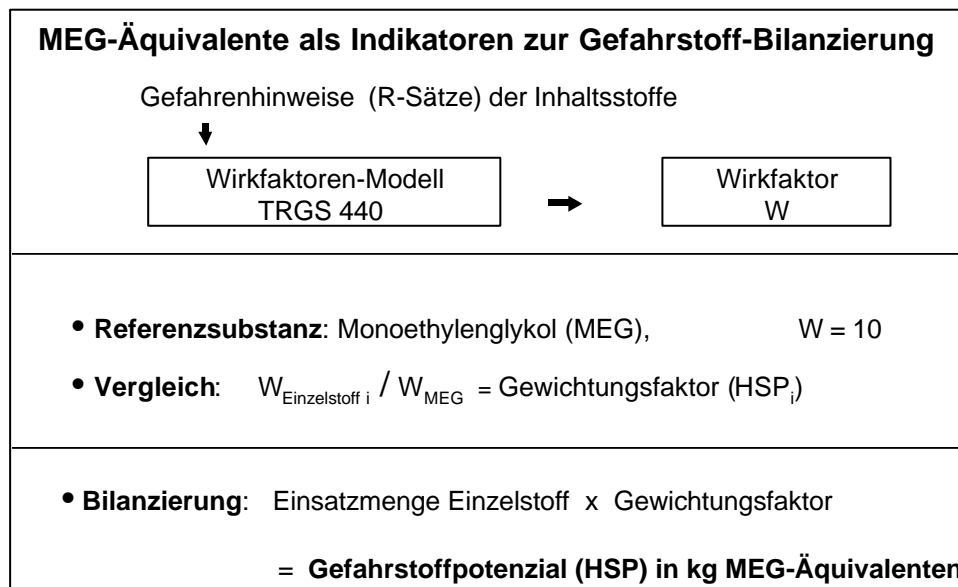


Abb. 25: Die Methodik der Berechnung der MEG-Äquivalente für die Gefahrstoffbilanzierung (Bunke und Graulich 2001). (HSP: hazardous substance potential, HSPi: hazardous substance potential factor of single compound i).

Anhand der MEG-Äquivalente kann jetzt eine gewichtete Bilanzierung von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien vorgenommen werden, die ihr Gefahrstoffpotenzial mit berücksichtigt.

3.4.3 Anwendung der MEG-Methodik

Die Tabelle 13 zeigt einen Auszug aus der Betriebsmittel- und Prozesschemikalien-Aufstellung, in der eine Auflistung nach MEG-gewichteten Einsatzmengen vorgenommen wurde. Gezeigt sind in dieser Auszugs-Tabelle die Produkte, die aufgrund ihrer Einsatzmenge und ihres Gefahrstoffpotenzials besondere Aufmerksamkeit erfordern. Der Vergleich mit der Tabelle 8 zeigt, dass hier ein Produkt – eine Kesselwasserchemikalie - von Rang 48 bei reiner Mengengewichtung auf den Rang 2 gestiegen ist. In ihr wird ein Inhaltsstoff mit krebserzeugendem Potenzial eingesetzt.

Pos.	Produkt	Einsatzbereich	Verbrauch in Tonnen MEG-Äquivalente		Gefahrenhinweise: R-Sätze
1	Benzin Super Bleifrei	Hofabteilung	140.310	t MEG-Äquiv.	R20-23, R25, R38, R45, R48
2	Kesselwasser-Chemikalie	Kesselhaus	3.600	t MEG-Äquiv.	R20-22, R34, R43, R45
3	Natronlauge, 50%	Färberei	3.232	t MEG-Äquiv.	R35
Gewichtete Menge an Betriebsmitteln und Prozesschemikalien:				149.500 Tonnen MEG- Äquivalente	

Tab. 13: Auszug aus der MEG-gewichteten Aufstellung von Betriebsmitteln und Prozesschemikalien. Genannt sind auch hier zusätzlich die Einsatzbereiche und die Gefahrenhinweise (R-Sätze).

Die MEG-gewichtete Aufstellung von Prozesschemikalien und Betriebsmitteln lässt auf einen Blick deutlich werden, bei welchen Produkten dem Arbeitsschutz eine besondere Bedeutung zukommt bzw. Möglichkeiten der Substitution intensiv geprüft werden sollten. Diese Informationen sind in einer rein mengengewichteten Aufstellung nicht enthalten.

MEG-Äquivalente als Kennzahl ermöglichen auch eine Bilanzierung einzelner Substitutions-Vorschläge. Im Projekt ist dies am Beispiel eines bei der Firma Gütermann vorgenommen Produkt-Wechsels gezeigt worden – siehe hierzu Tabelle 14. Der hydrazinhaltige Kesselwasser-Zusatz wird ersetzt durch ein Produkt, das auf der Basis von Natriumhydrogensulfid arbeitet und ein wesentlich geringeres Gesund-

heitsgefährdungspotenzial aufweist. Dies zeigt sich auch an den Wirkfaktoren, die für Natriumhydrogensulfit wesentlich niedriger liegen (W=100) als bei Hydrazin (W=50.000).

	Aktuelle Situation	Substitution 1		
1	Produkt 1, Kesselwasser-Chemikalie	Ersatzprodukt, Basis Natriumhydrogensulfit		
2	Einsatzmenge 2001: 720 kg	Einsatzmenge: geplant 720 kg		
3	Inhaltsstoff: Hydrazin (15%)	Inhaltsstoff: Natriumhydrogensulfit (15%)		
Gesundheitsgefährdungspotenzial:				
	R-Satz	W-Faktor	R-Satz	W-Faktor
	R 45: Kann Krebs erzeugen	50.000.	R 22: Gesundheitsschädl. beim Verschlucken	10.
	R 20/21/22: Gesundheitsschädlich beim Einatmen, bei Berührung mit der Haut, beim Verschlucken	10.	R 31: Entwickelt bei Be- rührung mit Säure giftige Gase	100.
	R 34: Verursacht Verätzungen	100.		
	R 43: Sensibilisierung durch Haut- kontakt möglich	500.		
	1 kg Hydrazin: 5.000 kg Monoethylenglykol		1 kg Natriumhydrogensulfit: 10 kg MEG	
	720 kg Produkt 1: 540 Tonnen MEG-Äquiv.		720 kg Ersatzprod.: 1,1 Tonnen MEG-Äq.	
Verringerung d. Gesamt-Einsatzmenge an Chemikalien:		0 kg		
Verringerung d. Gefahrstoffpotenzials:		539 Tonnen MEG Äquivalente		

Tab. 14: Bewertung einer Gefahrstoff-Substitution durch MEG-Äquivalente als Kennzahl. Auswertung auf der Grundlage eigener Erhebungen.

Bei gleicher Einsatzmenge (720 kg) führt dieser Ersatz zu keiner Änderung der Gesamtmenge an Betriebsmitteln. Bei einer Chemikalienbilanz, die nur die Einsatzmenge berücksichtigt, wird daher diese unter Arbeitsschutzgesichtspunkten notwendige Substitution ohne Einfluss auf das Bilanzergebnis bleiben. Bei Bilanzierung unter Einbezug des Gefahrstoffpotenzials anhand der MEG-Äquivalente ist mit diesem Ersatz eine deutliche Verringerung des Gefahrstoffpotenzials um 539 Tonnen zu verzeichnen, der sich auch im Bilanzierungsergebnis zeigt.

Die MEG-gestützte Gefahrstoffbilanzierung ist auch anhand mehrerer Rezepturbeispiele aus der Färberei erprobt worden. Mehrstufige Färbe- und Veredelungsprozesse einschließlich Nachbehandlung können jetzt anhand von zwei prozessspezifischen absoluten Kennzahlen charakterisiert werden:

- Einsatzmenge Chemikalien insgesamt: kg Chemikalien/kg gefärbtes Garn;
- Gefahrstoff-gewichtete Einsatzmenge: kg MEG-Äquivalente/kg gefärbtes
Garn

Für die Farbe Rot 156 (Rezeptcode B00156, Färbeapparat 019) sind die entsprechenden Daten im Bericht an Gütermann und in den Protokollen zu den Projektbesprechungen enthalten.

Die rezepturbezogene Auswertung kann erweitert werden durch eine inhaltsstoffbezogene Vorhersage, welche Abwasserbelastungen mit dem jeweiligen Prozess voraussichtlich verbunden sein werden.

Alle in der Färberei eingesetzten Prozesschemikalien, Textilhilfsmittel und Farbstoffe sind in der Datenbank Dialog^{PLUS} aufgenommen worden. Diese Datenbank wurde gezielt zur Erleichterung des Prozesschemikalien-Managements entwickelt und liegt jetzt als Prototyp vor (Bunke et al.2002). In Dialog^{PLUS} können alle für den Umwelt-, Arbeits- und Verbraucherschutz wichtigen Produktdaten dokumentiert und ausgewertet werden. Abfragen nach einzelnen Inhaltsstoffen und nach Produkten mit besonderen Eigenschaften werden hierdurch wesentlich erleichtert. Beispielhaft zeigt die Abbildung 26 die Dokumentation von Gefahrstoffdaten eines einzelnen Produktes in Dialog^{PLUS}. Das Wirkfaktorenmodell der TRGS 440 und die Bewertung anhand von MEG-Äquivalenten sind in der Datenbank bereits berücksichtigt.

Abb. 26: Struktur der Eingabemaske von Dialog^{PLUS} für Daten zu den Inhaltsstoffen von Prozesschemikalien. Hier werden für jeden im Produkt enthaltenen Inhaltsstoff die CAS-Nummer zur eindeutigen Identifikation, die Konzentration, die Gefahrensymbole, die R-Sätze und die Wirkfaktoren W eingegeben.

4 Kennzahlen

Im Projekt sind in der Vorphase und in der Vertiefungsphase Kennzahlen zu den in der nachfolgenden Tabelle genannten Themenfeldern erarbeitet worden:

Themenfelder	Kennzahlen absolut	Kennzahlen, prozentual	Einbezug Kosten	Gewichtete Kennzahlen
Energieverbrauch, gesamt	X	X	X	
- Prozessenergie	X	X	X	
- Raumwärme	X	X	X	
- Beleuchtung	X	X	X	
Wasserverbrauch, gesamt	X	X	X	
- Brauchwasser	X	X	X	
- Trinkwasser	X	X	X	
- Kühlwasser	X	X	X	
Abwasseraufkommen, gesamt	X	X	X	
Abfallaufkommen, gesamt	X	X	X	
- Abfallarten nach EAK	X	X	X	
- Produktionsabfälle	X	X	X	
Materialverbrauch, gesamt	X	X	X	
- Material, abteilungsspezifisch	X		X	
Betriebsmittel/Prozesschemikalien	X	X	X	X
- Textilhilfsmittel	X	X	X	X
- Farbstoffe	X	X	X	X
- Präparationen (Avivagen)	X	X	X	X
Produkte, gesamt	X			
- Nähgarn	X			
- Ergänzungsprogramm	X			
- Verkaufsgeräte	X			
- Werbemittel	X			
- Verpackungen	X			

Tab. 15 Themenfelder und Kennzahlen.

Zur Verdeutlichung werden hier typische Kennzahlen genannt.

Gesamt-Energieverbrauch Gütermann	35 Mio kWh / a
Kosten Energieverbrauch	5.1 Mio €
Anteil Energieverbrauch Spinnerei	14 %
Gesamt-Energieverbrauch Raumwärme	11,5 Mio kWh
Anteil Energie für Raumwärme	33 %
Energieverbrauch Beleuchtung	2,1 Mio kWh
Wasserverbrauch, gesamt	269.000 m ³
Anteil Brauchwasserverbrauch Färberei	93 %
Abwasseraufkommen insgesamt	150.070 m ³
Abwasseranteil Verwaltung + Marketing	2 %
Trinkwasserförderung, Gesamt-Kosten	47.277 €
Abwasseraufkommen M 403	44 l / kg
Abfallaufkommen, gesamt	507 t
Abfallaufkommen EAK 150101 (Papier und Pappe)	115 t
Abfall-Entsorgungskosten, gesamt	46.400 €
Kosten Produktionsabfälle M 403	110 €/ 100 kg
Materialverbrauch Hülsen und Spulen gesamt	196 t
Einsatzmenge Farbstoffe und Chemikalien	322 t
Chemikalieneinsatz Produktion M 403	0,19 kg / kg gefärbtes Garn
Gewichteter Chemikalieneinsatz M 403	0,94 kg MEG-Äquivalente / kg gef. Garn
Gesamtproduktion Farbwirnen	1.378 t

Die in der Vorphase erhobenen Daten bezogen sich auf eine Jahresproduktion bei Gütermann. Hierfür wurden die Daten auf Abteilungsebene erhoben und für das Gesamtunternehmen zusammengeführt.

Die in der Vertiefungsphase erhobenen Daten bezogen sich auf die Produktion von 100 kg Mara 70, d.h. eine spezielle Produktlinie bei Gütermann. Hierfür wurden zusätzlich Daten auf der Ebene einzelner Maschinen, einzelner Prozesse und einzelner Prozessschritte erhoben und zusammengeführt.

Durch die parallele Kostenerhebung konnten für viele der in Tabelle 15 genannten Themenfelder auch ökonomische Kennzahlen (Einheit €/m³, €/kg) unter Berücksichtigung der direkten und indirekten Kosten ermittelt werden.

5 Datenqualität und Datenverfügbarkeit

Innerhalb des Projektes „Energie- und Stoffstromanalyse bei der Gütermann AG“ in Gutach wurden zahlreiche Daten erhoben. Hierbei muss unterschieden werden zwischen:

1. Daten, die bei der Gütermann AG vorhanden waren und abgefragt werden konnten,
2. Daten die errechnet wurden,
3. Daten die erhoben wurden
4. Daten, die abgeschätzt wurden, weil keine andere Möglichkeit der Quantifizierung bestand.

Nur beim Energieverbrauch für die Beheizung der Gebäude wurden Literaturdaten als Referenzwerte herangezogen, um den Verbrauch der Gütermann AG einordnen zu können.

Im Folgenden wird berichtet, welche Einzeldaten, welcher Datenrubrik zugeordnet werden.

Bei den Übersichten der produktbezogenen Bilanzierung von Mara 70 wurde im Einzelnen vermerkt, welche Datenqualität hierbei vorhanden ist. Aus diesem Grund wird die Herkunft der Daten in der Vertiefungsphase hier nur auszugsweise beschrieben.

Daten, die bei der Gütermann AG vorhanden waren und abgefragt werden konnten:

- Alle Daten zur Herstellungsmenge in den einzelnen Abteilungen
- Alle Daten zum Lagerbestand
- Die Daten zum Wasserverbrauch, bis auf explizit vermerkte Ausnahmen
- Teilweise waren die Daten zum Energieverbrauch in den einzelnen Abteilungen, in der Form vorhanden, in der sie benötigt wurden
- Daten zum Energieverbrauch der Maschinen, d.h. die Anschlusswerte der Maschinen
- Der Gesamtenergieverbrauch der Gütermann AG

- Alle Kosten, die innerhalb der intern verwendeten Kostenstellen benutzt wurden, z.B. für Trink- und Brauchwasser, Entsorgungskosten und Erlöse für Abfälle, Lohnkosten, konnten direkt abgefragt werden.
- Die Abfallmenge aufgeschlüsselt nach dem EAK für die gesamte Firma

Daten, die im Rahmen von internen Projekten erhoben wurden:

- Erhebungen der Abfallmenge an Kartonagen pro Abteilung:
Im Rahmen dieses internen Projektes wurden sämtliche Kartonagen die als Abfälle in der Gütermann AG in den einzelnen Abteilungen innerhalb einer Woche anfielen von Mitarbeitern der Gütermann AG gewogen.
- Während der Vertiefungsphase wurde von Mitarbeitern des Rechnungswesens eine Primärkostenrechnung für das Produkt Mara 70 erstellt.
- In der Vertiefungsphase wurden in den Abteilungen Spinnerei, Zwirnerei, Wickelei und beim Flämmen während einer Woche die Menge an Ausschüssen, die bei der Produktion von Mara 70 anfielen, gewogen.
- In den Abteilungen Spinnerei, Zwirnerei und beim Flämmen wurde innerhalb dieser Woche ebenfalls die dazugehörige Produktionsmenge gewogen.
- In der Spinnerei wurde innerhalb einer Woche an der Reißmaschine neben der Produktionsmenge und dem dazu anfallenden Ausschuss auch der Verbrauch von Trinkwasser zur Kühlung ermittelt.
- In der Spinnerei erschien die geschätzte Menge sanitären Abwassers angesichts der Anzahl der beschäftigten Mitarbeiter als viel zu hoch. Dieser Wert wurde allerdings nicht gemessen, sondern nur geschätzt. Ein zusätzlicher Trinkwasserverbrauch entsteht in der Spinnerei durch die Verdunstung von Wasser über die Verdunstungsanlage. Auch hierfür lagen keine Messwerte vor. Um zu belastbareren Daten zu kommen, ist im Rahmen des Projektes ein neuer Abwasserzähler für die Spinnerei eingebaut worden. Die ersten Datenauswertungen ergaben, dass die eigentliche Abwassermenge viel kleiner ist, als die bisher abgeschätzte.
- Innerhalb der Färberei sollte erhoben werden, wie viel erwärmtes Kühlwasser intern in der Färberei wiederverwendet wird und wie viel von diesem Kühlwasser in die Elz geleitet wird. Für diese Erhebung wurde in einem internen Projekt ein neuer Betriebsstundenzähler eingebaut, um diese Quantifizierung möglich zu machen.

- Der Materialverbrauch ist in der Wickelei und im Fertigwarenlager am höchsten. Deshalb wurde er dort beispielhaft für das Jahr 2001 erhoben. Um von der Stückzahl der Materialien auch auf das Gewicht zu kommen, wurden, sofern die Gewichtsangabe elektronisch nicht bereits zur Verfügung standen die einzelnen Hülsen, Kartonagen etc. gewogen.

Daten, die von den Forschungsinstituten (Öko-Institut e.V., Ökologische Netze) erhoben wurden:

- Die Listen zum Materialverbrauch der einzelnen Abteilungen aus der Disposition wurden ausgewertet und zusammengefasst. Die entsprechenden Gewichtsangaben zum Materialverbrauch wurden gemeinsam mit Mitarbeitern der Gütermann AG erhoben (s.o.).
- In der Vertiefungsphase wurden die Listen der Wickelaufträge von Mara 70 ausgewertet, da sie nicht in geeigneter Form zugänglich waren.
- In der Vertiefungsphase wurden die Daten zu den Umfärbungen ausgewertet.
- Für den Bereich der Färberei wurden in der Vertiefungsphase die Abgänge mit Hilfe von Listen aus der Färberei errechnet.

Daten die errechnet wurden

- Innerhalb der Gütermann AG sind für den Energieverbrauch aufgrund der gewachsenen Strukturen nicht für jede Abteilung separate Zähler vorhanden. Vielmehr sind die Zähler meistens für die gesamten Gebäude, in denen sich teilweise mehrere Abteilungen befinden, eingerichtet worden. Um den Energieverbrauch abschätzen zu können wurde der Verbrauch teilweise berechnet. Einerseits wurde die Trennung zwischen prozessbedingter Energie und Beleuchtung vorgenommen, indem auf die Aussage der Gütermann AG zurückgegriffen wurde, dass es ursprünglich intern zwei Stromversorgungsnetze gab – ein 400 Volt Netz und ein 500 Volt Netz. Die Maschinen wurden mit 500 Volt versorgt, die Beleuchtung mit 400 Volt. Da sich nach internen Angaben seit dieser Zeit sehr wenig an der Beleuchtung verändert hat, konnte dieser Energieverbrauch auf diesem Weg abgeschätzt werden und damit ebenso der prozessbedingte Energieverbrauch. Die Stromversorgung der Maschinen erfolgt heute ebenfalls über 400 Volt.
- Da sich die Zähler für den Dampfverbrauch und die Stromversorgung der Beleuchtung auf die gesamten Gebäude beziehen, konnte der Verbrauch von

Abteilungen, bei denen sich innerhalb eines Gebäudes verschiedene Abteilungen befinden, nur über die Quadratmeterzahl errechnet werden.

- Bei der produktbezogenen Bilanzierung von Mara 70 wurde der Energieverbrauch bezogen auf 100 kg aus den Anschlusswerten und den entsprechenden Maschinenlaufzeiten, die für die Herstellung von 100 kg Mara 70 notwendig waren, errechnet.
- Bei der Quantifizierung des Trinkwasserverbrauchs wurden die Leckverluste und die daraus entstehenden Kosten errechnet.
- Die Kosten für die Flottenrückkühlung wurden errechnet.
- Generell wurden die Gewichtsangaben beim Materialverbrauch errechnet, sowohl in der Wickelei und im Fertigwarenlager (s.o.) als auch in den anderen Abteilungen, wie Spinnerei, Zwirnerie und Färberei.
- Bei den Betriebsmitteln und Prozesschemikalien wurden die gewichteten Verbrauchsmengen (in MEG-Äquivalenten) berechnet. Grundlage waren die vorhandenen Daten zu absoluten Verbrauchsmengen und die Gewichtungsfaktoren aus der TRGS 440.

Daten, die abgeschätzt wurden, weil es keine andere Möglichkeit der Quantifizierung gab:

- Der Wasserverbrauch beim Flämmen wurde bei der produktbezogenen Bilanzierung abgeschätzt, da intern keine Angaben zum Verbrauch vorhanden waren. Eine Erhebung wäre nach Angaben von Mitarbeitern der Gütermann AG zu aufwändig für den geringen Wasserverbrauch.
- Innerhalb der Gütermann AG wird die benötigte Druckluft an einer zentralen Kompressoranlage erzeugt (außer für die Lufttexturier-Maschine). Da intern keine Angaben vorhanden waren, welche Abteilung wie viel dieser Druckluft bekommt, wurden diese Werte von Mitarbeitern der Gütermann AG abgeschätzt.
- Bei den Abfällen konnten nicht bei allen Abfallarten Erhebungen durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurde die Zuteilung der Menge an Kunststoffen die in den jeweiligen Abteilungen anfielen von Mitarbeitern der Gütermann AG abgeschätzt. Auch bei der Abfallmenge an Holz wurden die Angaben von Mitarbeitern der Gütermann AG abgeschätzt.

Insgesamt ist die Datenverfügbarkeit bei der Gütermann AG sehr differenziert. Es sind sehr viele Daten bereits vorhanden. Die Daten sind jedoch in vielen Fällen nicht in geeigneter Form aufbereitet. Zusätzlich fehlte die Zusammenführung der Daten aus den verschiedenen Abteilungen. Die Lücken wurden soweit möglich für die Fragestellungen im Projekt durch das oben skizzierte Vorgehen geschlossen. Die internen Erhebungen, Berechnungen und Abschätzungen haben dazu geführt, dass die Datenqualität insgesamt sehr gut wurde.

6 Einsatz von EDV-Systemen zur Modellierung

Zusätzlich kamen für Einzelauswertungen in der Vertiefungsphase gängige Programme (Excel, Access) zum Einsatz, die im Unternehmen auch vorhanden waren.

Zur gezielten Analyse der eingesetzten Prozesschemikalien in Bezug auf einzelne Inhaltsstoffe und in Bezug auf bestimmte Gefahrenhinweise (R-Sätze) ist die Software Dialog^{PLUS} eingesetzt worden, die in einem parallelen Forschungsprojekt als Prototyp entwickelt wurde (Bunke et al. 2002).

Zur Strukturierung der Daten aus der Phase I (Übersicht) wurde zusätzlich die Ökobilanz-Software umberto eingesetzt. Sie ist eine von mehreren kommerziell erhältlichen Datenverarbeitungssystemen, die speziell für die Erstellung von Ökobilanzen und für das betriebliche Energie- und Stoffstrommanagement entwickelt wurden (für eine Übersicht siehe z.B. LfU 2000).

Umberto und vergleichbare Systeme ermöglichen eine übersichtliche Strukturierung von Produktionsprozessen in Unternehmen. Sie erleichtern die Bilanzierung und Bewertung im Rahmen von Stoffstromanalysen. Das gilt besonders dann, wenn die betrieblichen Daten ergänzt werden durch Daten zu den vor- und nachgelagerten Prozessen.

Bei der Firma Gütermann ist im Pilotprojekt der Schwerpunkt auf die betriebliche Energie- und Stoffstromanalyse gelegt worden. Hier wurden keine überbetrieblichen Daten mit einbezogen (etwa zu den Umweltauswirkungen, die mit den Transporten oder mit der Produktion der von Gütermann bezogenen Rohmaterialien verbunden sind). Die vorgenommenen Auswertungen wurden auf der Grundlage der bereits im Unternehmen vorhandenen Daten vorgenommen.

Durch die Schwerpunktsetzung auf betriebliche Daten war die volle Leistungsfähigkeit ökobilanziell ausgerichteter Softwaresysteme im Projekt nicht erforderlich. Die

empfohlene Kennzahlenbildung und Berichterstattung kann bei der Gütermann AG auch ohne den Einsatz dieser Systeme durchgeführt werden. Voraussetzung ist hierfür eine gezielte Zusammenführung und Nutzung vorhandener Informationen – dies erfordert nicht den Einsatz einer speziellen Software (mit der neben den – eher geringen – Anschaffungskosten insbesondere ein zusätzlicher Personalaufwand für Schulung, Dateneingabe und Datenpflege verbunden ist).

Für Optimierungen besonders wichtiger Produktionsschritte in der Färberei wird bei der Firma Gütermann eine spezielle, eigens entwickelte Software zur Prozesssteuerung eingesetzt. In ihr sind auch typische Bilanzgrößen (z.B. erforderliche Chemikalienmenge) zentral verankert. Hier sind im Projekt interessante Möglichkeiten deutlich geworden, für das Stoffstrommanagement wichtige Zusatzinformationen über passende Schnittstellen in bestehende Software einzubinden, die im Unternehmen entwickelt wurde und bereits im Produktionsalltag genutzt wird.

7 Kommunikation

Im Rahmen dieses Projekts hat sich gezeigt, dass die meisten Informationen, die zu einem effektiven und erfolgreichen Energie- und Stoffstrommanagement gebraucht werden, irgendwo in der Firma bereits vorhanden sind. Die Daten mussten jedoch häufig aufwändig in geeigneter Form aufbereitet und zusammengeführt werden, um brauchbare Kennzahlen zu erhalten.

Das liegt vor allem daran, dass in einer Textilveredlungsfirma wie Gütermann die Kommunikationsprozesse sehr vielfältig und komplex sind. Neben den Kommunikationsprozessen entlang der Produktionskette der Gütermann AG bestehen auch weitere Kommunikationsstränge zu anderen Abteilungen innerhalb der Firma. Schaut man sich beispielsweise die Spinnerei an, so sind von dort aus, neben dem regelmäßigen Austausch entlang der Prozesskette auch Kontakte zu mindestens 11 anderen Abteilungen nötig. Diese Vielfalt findet sich vergleichbar in allen anderen Abteilungen wieder und endet in einem großen Netz von wichtigen Verbindungen zwischen den unterschiedlichsten Personen.

Anhand bestimmter Leitfragen wurden mit der Qualitätssicherungsabteilung die Kommunikationsprozesse innerhalb der Firma beleuchtet.

An einem Beispiel soll das veranschaulicht werden:

Kunden wenden sich üblicherweise mit ihren Wünschen an den Vertrieb. Von dort aus wird die Logistik informiert, die zuständig ist für die Kundenbestellungen,

Auftragserfassung und Warenbestandsregelung. Zwischen Logistik und Produktion ist parallel ein Austausch zur Regelung der Produktion nötig, wozu dann auch die jeweiligen Abteilungsleiter einbezogen werden müssen, die dann wiederum die Schichtmeister informieren. Für den reibungslosen Ablauf ist hierbei die Kommunikation auf und teilweise auch zwischen vielen Ebenen nötig (zwei Vorstände; zwei Bereichsleiter; fünf Abteilungsleiter, ca. zehn Schichtmeister). Wenn man zusätzlich bedenkt, dass diese Prozesse häufig unter enormem Zeitdruck stattfinden, wird klar wie wichtig gemeinsame Zielvorgaben, regelmäßige Besprechungen und eine gute und verbindliche Verständigung sind.

Überall im Betrieb gibt es Kommunikationsstränge, die lange eingespielt sind und gut funktionieren (so z.B. die regelmäßigen Produktionsbesprechungen) und die als Beispiel dienen können um Neuerungen einzuführen und gut umzusetzen.

Die Firma hat auch eine Mitarbeiterzeitschrift, das „Schachbrett“ das von allen gerne gelesen wird und in der wichtige Informationen besonders gut transportiert werden können.

Um diese Arbeit erfolgreich weiterzuführen, können die Ergebnisse dieser Studie genutzt werden um innerhalb der Firma einen Satz von Kennzahlen zu definieren, die auch zukünftig ermittelt werden sollen um die Optimierung von Prozessen fortführen zu können und damit die Kommunikation zu erleichtern, Missverständnisse zu minimieren und Optimierungen voranzutreiben.

Während der Erhebungen in diesem Projekt wurde eine Person zur Koordination eingesetzt und dadurch ein effektiver Verlauf gewährleistet. Um die Daten aus den verschiedenen Abteilungen schnell und kostengünstig zusammenführen zu können erscheint es nach diesen Erfahrungen sinnvoll diese Zuständigkeit auch künftig einer Person zu übertragen. Es kann damit sichergestellt werden, dass an eine Abteilung nicht mehrere Anfragen mit gegenläufigen Zielen herangetragen werden und dass es klar ist wo alle aktuellen Daten zusammenlaufen.

Zusätzlich gibt es natürlich auch viele Schnittstellen außerhalb der Firma, so z.B. mit zahlreichen Lieferanten, Kunden und mit Behörden. Auch hier kann die Kommunikation durch klare Kennzahlen vereinfacht und beschleunigt werden.

8 Resümee des Gesamtprojekts

- In der Phase I des Projektes konnte mit der Stoffstromanalyse ein Überblick geschaffen werden, der für zukünftige Maßnahmen im Umweltschutz einen

wichtigen Bezugsrahmen bildet. Für die Gütermann AG ist dadurch die Transparenz der eingesetzten Energie- und Materialströme wesentlich erhöht worden. Die Stoffstromanalyse lässt Ansatzpunkte für ökoeffiziente Maßnahmen leichter erkennen. Sie ermöglicht auch die vergleichende Bilanzierung unterschiedlicher Handlungsoptionen auf der Ebene des gesamten Unternehmens.

- In der Vertiefungsphase wurde durch die Analyse eines einzelnen Produktes über alle Abteilungen hinweg ein Satz produktbezogener Kennzahlen aufgebaut. Er kann zur internen Prozessoptimierung und zur internen und externen Kommunikation eingesetzt werden. Durch die Verknüpfung mit der produktbezogenen Primärkostenkalkulation ist es jetzt möglich, produktbezogene Handlungsoptionen und Kundenwünsche hinsichtlich Ökologie und Ökonomie besser einzuschätzen und in ihren Auswirkungen zu quantifizieren, als es bisher der Fall war.
- Insgesamt war die Datenbasis bei der Firma Gütermann hervorragend. Noch bestehende „weiße Flecken“ konnten im Projekt entdeckt und erkundet werden. Bei der produktbezogenen Analyse in der Phase II sind hierfür aufwändige interne Sammel- Wiege- und Erfassungsaktionen durchgeführt worden.
- Die wesentliche Herausforderung besteht in der Zusammenführung und Auswertung der inzwischen vorliegenden und im Projekt ergänzten Daten. Dies erfordert eine personelle Zuständigkeit und eine regelmäßige bereichsübergreifende Kommunikation (siehe hierzu auch die Kapitel 5 (Datenqualität und Verfügbarkeit) und Kapitel 7 (Kommunikation)).
- Zur Daten-Strukturierung und –Auswertung kamen im Projekt unterschiedliche EDV-Systeme zum Einsatz (Excel, Access, umberto, Dialog^{PLUS}, Gütermann-spezifische betriebliche IT-Systeme). Empfohlen wird für die Weiterführung der Arbeiten die enge Anbindung an die betriebliche IT und die Nutzung bereits vorhandener Software.
- Die exemplarische Darstellung einer Produktlinie („der rote Faden“, M 403) ermöglichte die Erarbeitung aussagekräftiger, produktbezogener Kennzahlen. Sie lassen sich vergleichend innerhalb der gesamten Produktion verbinden und ermöglichen einen internen und externen Vergleich mit dem Ziel der kontinuierlichen Verbesserung („Benchmarking“).

- Ergänzend zu den produktbezogenen Kennzahlen wurden weitere betriebliche Umweltkennzahlen ermittelt (siehe hierzu auch Kapitel 4). Diese können künftig ebenfalls für ein internes Berichtswesen (und Fehlermanagement) und für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Betrieb genutzt werden.
- Die Gefahrstoffbilanzierung kann durch die Einführung von MEG-Äquivalenten als Kennzahl vereinfacht und in ihrer Aussagekraft gestärkt werden. Gefahrstoffmanagement, Arbeitsschutz und Umweltschutz werden dadurch stark unterstützt, der Austausch (Substitution) gefährlicher Produkte erleichtert.
- Im Projekt konnten an vielen Stellen Kosten transparent gemacht (z.B. Energie, Wasser, Abfälle, Abgänge) werden. Es kann jetzt besser entschieden werden ob, wo und wie Kosten verringert werden können: Ökoeffizienz-Untersuchungen werden durch die Stoffstromanalyse erleichtert.
- Die Aufmerksamkeit/Bewusstheit gegenüber „Umwelt- und Gesundheitsaspekten“ hat betriebsintern stark zugenommen.

Durch die Arbeiten im Pilotprojekt konnten bei der Gütermann AG bereits laufende Maßnahmen des betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagements unterstützt und weitere Maßnahmen initiiert werden. Hierzu zählen:

- Zahlreiche Aktionen im Bereich Abfallvermeidung;
- Rückführung von besonderen Verpackungsmaterialien
- Aufbau eines Abfallkennzahlensystems für die gesamte Produktlinie mit abteilungsbezogener Berichterstattung;
- Optimierung der Flottenrückkühlung in der Färberei;
- Optimierung der Beleuchtung in einigen Abteilungen;
- Ersatz chronisch toxischer Prozesschemikalien und Betriebsmittel
- Auftrennung von Abwasserteilströmen.
- Geplant ist außerdem eine Überprüfung, in welcher Form Bewertungskennzahlen aus der Produktdatenbank Dialog^{PLUS} in die Prozesssteuerung bei der Gütermann AG einbezogen und für den Arbeits- und Umweltschutz genutzt werden können.

Diese Arbeiten werden im Anschluss an das Projekt von der Gütermann AG eigenständig fortgeführt. Im Laufe des kommenden Jahres wird sich dann auch zeigen,

welche Umwelt- und Kosteneinsparungen durch das betriebliche Energie- und Stoffstrommanagement erzielt werden konnten.

Für die langfristige Verankerung der Ergebnisse des Pilotprojektes im Unternehmensalltag bei der Gütermann AG können die im Projekt erarbeiteten, produkt- und abteilungsbezogenen Kennzahlen eine entscheidende Hilfestellung sein. Wenn es gelingt, sie in anspruchsvolle Unternehmens-Zielsetzungen einzubinden, sind wesentliche Voraussetzungen für ein erfolgreiches Energie- und Stoffstrommanagement erfüllt. Kennzahlen und Zielsetzungen gemeinsam können dann zur internen Kommunikation, aber auch zur gezielten Kommunikation mit Kunden und der interessierten Öffentlichkeit eingesetzt werden.

9 Literatur

- AGS 2003
Ausschuss für Gefahrstoffe; Technische Regel für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Ermitteln von Gefahrstoffen und Methoden zur Ersatzstoffprüfung (TRGS 440). Aktuelle Fassung Februar 2003. www.baua.de/prax/ags/trgs440.htm
- Bullinger et al. 2002
Bullinger, H.-J.; Jürgens, G.; Rey, U. (Hrsg.); Stoffstrommanagement. Effizient produzieren nach Umwelt- und Kostenzielen. Tagungsband zum 4. Management-Symposium Produktion und Umwelt, 20. Februar 2002. IAO, Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Stuttgart 2002
- Bunke et al. 2003
Bunke, D.; Jäger, I.; Wursthorn, S.; Strigl, H.; Heege, A.; Produktionsabfälle und Gefahrstoffe im Blick: Spezifische Kennzahlen bei der Gütermann AG. In: Bullinger, H.-J.; Jürgens, G.; Rey, U. (Hrsg.); Stoffstrommanagement. Entscheidungsunterstützung durch Umweltinformationen in der betrieblichen IT. Tagungsband zum 5. Management-Symposium Produktion und Umwelt, 2. April 2003. IAO, Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart, S. 157 – 175. 2003
- Bunke 2000
Bunke, D.; Produkte und Stoffströme in Unternehmen. Stoffstromanalysen als Entscheidungshilfen. Öko-Institut e.V., Freiburg 2000
- Bunke et al. 1999
Bunke, D.; Reichart, I.; Heymann, S.; Vom Einzelstoff zum Stoffstrommanagement. Melliand Textilberichte 7-8/99, S. 630-633, 1999
- Bunke et al. 2002
Bunke, D.; Goldbach, M.; Schneidewind, U.; Naschke M, Jäger I.: Produkt und Sortimentsoptimierung durch produktbezogene Umweltinformationssysteme. Melliand Textilberichte 3/2002, S. 176 – 179, 2002
- Bunke et al. 2003
Bunke, D.; Gensch, C.-O.; Möller, M.; Rüdener, I.; Ebinger, F.; Graulich, K.: Assessment of Toxicological Risks due to Hazardous Substances: Ranking of Risk Phrases. International Journal of Life Cycle Assessment, 8 (1), 6-7, 2003
- Bunke und Graulich 2003
Bunke, D.; Graulich, K.; Ein Indikator für den Einsatz gefährlicher Stoffe in Produkten und Prozessen: Monoethylenglykol-Äquivalente. Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung (UWSF), 15 (2), S. 106 – 114, 2003
- Jäger et al. 2003
Jäger, I.; Wursthorn, S.; Bunke, D.; Strigl, H.; Heege, A.; Betriebliches Energie- und Stoffstrommanagement bei Gütermann. Melliand Textilberichte 84(10), 2003, S. 886 - 888.
- Kunert 2000
Kunert; Umwelterklärung 2000. Kunert AG, Immenstadt, 2000
- LfU 2000
Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg; Betriebliche Energie- und Stoffstrommanagementsysteme. Methoden, Praxiserfahrungen, Software – eine Marktanalyse. LfU, Karlsruhe, 2000
- Miele 2000
Miele; Umweltbericht 2000. Miele & Cie. GmbH & Co, Gütersloh 2000.
- Rohner 2001
Rohner Textil; Umwelterklärung 2001. Rohner Textil AG, Heerbrugg, Schweiz, 2001

10 Glossar

Abgänge, Produktionsabgänge	Textilabfälle aus Herstellung und Verarbeitung.
Anhang 38	Abwasserverordnung, Anhang 38 Textilherstellung, Textilveredlung: dieser Anhang gilt für Abwasser, dessen Schadstofffracht im Wesentlichen aus der gewerblichen und industriellen Bearbeitung und Verarbeitung von Spinnstoffen und Garnen sowie der Textilveredlung stammt.
AOX	AOX: Gesamtheit aller „adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen“, die in Gewässern kaum abgebaut werden. Sie sind gewässerbelastend und können das Trinkwasser gefährden.
Autoconer	Kreuzspulautomat zur Garnherstellung.
Brauchwasser (im Unterschied zu Trinkwasser)	Unterscheidung zwischen Grundwasser (aus Brunnen und Quellen), Oberflächenwasser (Bäche, Seen, Teiche usw.) Recyclingwasser (nach der Verwendung gereinigtes und direkt wieder in die Fabrikation zurückgeführt). Das Produkt der Vermengung dieser verschiedenen Varianten ist Mischwasser.
BSB	Biochemischer Sauerstoffbedarf.
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf.
EAK (Europäischer Abfallkatalog)	Europäischer Abfallkatalog mit Abfallarten und sechsstelligen Abfallschlüssel.
Extinktion	(Licht-) Auslösung, Tilgung; z.B. der sämtliches Licht verschluckende Schwarzanteil jeder Vollfarbe bei Farbmessungen.
Färbeflotte	Färbeflotte, auch Farbflotte, Farbstofflotte, Flotte oder Bad genannt, in dem textiles Material gefärbt wird. Die Färbeflotte besteht aus dem flüssigen Behandlungsmedium (meist Weichwasser), dem Farbstoff und den für den jeweiligen Färbeprozess notwendigen Zusätzen.
Gefahrstoffe	Gefährliche Stoffe, z. B. entzündlich, giftig, umweltgefährlich nach § 3 Chemikaliengesetz.
Konditionieren, Konditionierung	Konditionieren: <ol style="list-style-type: none">I. Anpassen an bestimmte Bedingungen, z.B. Textilien an das Normklima von $20 \pm 2^\circ\text{C}$ und $65 \pm 2\%$ relativer Luftfeuchtigkeit.II. Bezeichnung für die Ermittlung des Feuchtigkeitsgehaltes von Textilrohstoffen und Garnen in Konditionierapparaten.

	<p>Da textile Faserstoffe infolge ihrer hygroskopischen Eigenschaften mehr oder weniger Feuchtigkeit aufnehmen, hat sich der Handel auf einen bestimmten Wassergehalt (Reprise) geeinigt. Zum Überprüfen (konditionieren) werden dem zu prüfenden Material einige Proben entnommen und bei 105 – 110°C getrocknet. Durch Zuschlag der Reprise auf das absolute Trockengewicht erhält man das legale Handelsgewicht (DIN 53 822 und BISFA).</p>
Mara 70	Knopflochgarn der Gütermann AG.
MEG-Äquivalente	Kenngroße, die direkt über das Gefahrstoffpotenzial eines Produktes Auskunft gibt. MEG steht als Abkürzung für den Gefahrstoff Monoethylenglykol, der für die Berechnungen als Referenzsubstanz ausgewählt wurde. Grundlage für die Berechnung des Gefahrstoffpotentials HSP ist der Bewertungsansatz, der im Wirkfaktorenmodell der TRGS 440 beschrieben ist.
Nachsätze	Färbereibegriff für jeden korrigierenden Farbstoff-Nachsatz.
Präparationen, präparieren	Aus Ölen, Fetten und Tensiden bestehende Spezialprodukte, die den behandelten Fasern eine erhöhte Geschmeidigkeit, Weichheit, Haft- und Gleitfähigkeit sowie antistatische Eigenschaften verleihen. Sie können sowohl vor dem Spinnprozess als auch vor der Weiterverarbeitung von Garnen eingesetzt werden.
Produktionsabgänge	Textilabfälle aus Herstellung und Verarbeitung.
Prozesschemikalien	Chemikalien, die im Herstellungsprozess eingesetzt werden.
Rauchgas	Fasern entwickeln beim Verbrennen unterschiedliche Mengen Rauchgas.
Reißkabel	Ausgangsmaterial für die Garnproduktion. Im Vorwerk wird die erste Produktionsstufe, das Reißen mittels der Spinnbandreißmaschine durchgeführt. In weiteren Produktionsschritten dem Doppelnadelstabstrecken, am Flyer, an der Wickelmaschine und am Autoconer wird aus dem Rohstoff ein Einfachgarn hergestellt.
R-Sätze und Wirkfaktor	Gefahrenhinweise der Inhaltsstoffe - Im Rahmen der Ausarbeitung der Technischen Regel für Gefahrstoffe 440 (TRGS 440) des deutschen Chemikaliengesetzes ist eine differenzierte Bewertungshilfe zum Gefahrstoffvergleich erarbeitet worden: das sogenannte „Wirkfaktoren-Modell“ (AGS 2003). In ihm wird jedem R-Satz eine eigene Kenngröße zugeordnet, der sog. Wirkfaktor. Je höher das gesundheitsbezogene

	Gefahrenpotenzial eines Stoffes ist, desto höher ist der zugehörige Wirkfaktor.
Thermofixierofen	Verfestigung von Formveränderungen (z.B. Texturieren) und Stabilisierung von Faserstrukturen in Textilien.
TOC	TOC, Abk. für engl.: Total Organic Carbon = organischer Kohlenwasserstoffgehalt.
TRGS 440 (Technische Regel für Gefahrstoffe)	Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, hygienischen sowie arbeitswissenschaftlichen Anforderungen an Gefahrstoffe hinsichtlich Inverkehrbringen und Umgang wieder. Sie werden vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) aufgestellt und von ihm der Entwicklung angepasst. TRGS 440: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz, Ermitteln von Gefahrstoffen und Methoden zur Ersatzstoffprüfung.

Ergänzung 1

Ergänzung 2

Ergänzung 3

Ende