

INVESTITIONEN ZUR VERMINDERUNG VON UMWELTBELASTUNGEN  
PROGRAMM DES BUNDESMINISTERS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ  
UND REAKTORSICHERHEIT

Umweltbereich

*Einsparung von Rohstoffen und Energie sowie Vermeidung von Produktionsabfällen*

Abschlußbericht

30441 – 5/51

Vorhaben Nr.  
20087

Titel

Errichtung einer Walzenbeschichtungsanlage nach dem Auflaufverfahren

Autor

Georg Maria Heinen  
Andreas Miebach

Antragsteller

*MITEX GUMMIWERKE*  
*Hans Knott*  
*Ludenbergerstraße 36 – 40*  
*40699 Erkrath*

IM AUFTRAG  
DES UMWELTBUNDESAMTES  
*(und der KfW)*

Datum der Erstellung 15. – 28.09.2005

## Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen: UBA	Vorhaben-Nr. :
Titel des Berichts: Errichtung einer Walzenbeschichtungsanlage nach dem Auflaufverfahren	
Autor(en); Name(n), Vorname(n) Heinen, Georg Maria Miebach, Andreas	Vorhabensbeginn: 12. Februar 2004
	Vorhabensende (Abschlußdatum): 15. September 2005
Durchführende Institution (Name, Anschrift) MITEX GUMMIWERKE Hans Knott Ludenbergerstraße 36 – 40 40699 Erkrath	Veröffentlichungsdatum: 15.11.2005
	Seitenzahl: 33
Fördernde Institution ( Name, Anschrift )  Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin	
Zusätzliche Angaben	
Kurzfassung Die MITEX GUMMIWERKE haben das innovative Auflaufverfahren selbst entwickelt und zum Patent angemeldet. Bei diesem Verfahren werden die herkömmlichen, konventionellen Beschichtungsverfahren für Walzen oder Rollen mit Elastomeren, bisher manuelle oder halbautomatische Verfahren, durch ein vollautomatisches Verfahren ersetzt, bei dem wesentlich weniger Haft- oder Lösungsmittel verwendet werden müssen. Mit Hilfe des Auflaufverfahrens können jährlich ca. 2.920.000 m <sup>2</sup> Trägerschutzfolie, 1.400 kg Haft- und Lösemittel, 7.600 kg Schneidabfälle des Kantenbeschnitts, 8.500 kg Abdreh- und Schleifabfall, 12.600 kg Elastomere eingespart bzw. vermieden werden. Somit ist das Auflaufverfahren nicht nur ein Beitrag zur effizienten Nutzung von Ressourcen, es werden damit zugleich Potentiale zur Kostensenkung erschlossen.	
Schlagwörter: Walzenbeschichtung, Elastomere	
Anzahl der gelieferten Berichte ( Papierform): 12 (Diskette): 0	Sonstige Medien: CD 2

## Report Cover Sheet

1. Report No. UBA -	2.	3.
4. Report Title Construction and building of a machine for a new roller covering method		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Heinen, Georg Maria Miebach, Andreas		8. Report Date 15.09.2005
6. Performing Organisation (Name, Address)  MITEX GUMMIWERKE Hans Knott Ludenbergerstraße 36 – 40 40699 Erkrath		9. Publication Date 15.11.2005
		10. Report-No.
		11. No. of Pages 33
		12. No. of References
7. Funding Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Postfach 33 00 22, 14191 Berlin		13. No. of Tables, Diagrams 6
		14. No. of Figures 10
15. Supplementary Notes		
16. Abstract The Mitex Gummiwerke have developed this new roller covering method themselves and applied for a patent. This process replaces the older roller covering methods that are manual or semi automatic with a completely automatic process that uses less bonding agents and solvents. Using this process considerable yearly savings of 2.920.000 m <sup>2</sup> plastic foil, 1.400 kg bonding Agents and solvents, 7.600 kg rubber cutting residues, 8.500 kg turning and grinding waste, 12.600 kg elastomers can be made. So this roller covering method is not only a contribution for the efficient of resources, but it also allows Considerable savings		
17. Keywords Roller covering Elastomers		
18. Price 475.000 €	19.	20.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Kurzfassung / Summary	1
2. Einleitung	1
2.1 Ausgangssituation	2
2.2 Ziel und Aufgabenstellung	3
2.3 Kurzbeschreibung des Betriebes	4
3. Zur Zeit bei MITEX verwendete Verfahren und hergestellte Produkte	6
3.1 Zur Zeit bei MITEX verwendete Produktionsverfahren	6
3.2 Zur Zeit bei MITEX hergestellte Produkte	7
3.3 Derzeitige Umweltsituation	8
4. Innovative Walzenbeschichtungsanlage nach dem Auflaufverfahren	8
4.1 Innovationsidee und Planung	8
4.2 Behördliche Genehmigungen	9
4.3 Anlagedaten und Anlageleistung	10
4.4 Zu erwartendes Ergebnis	11
5. Durchgeführte Untersuchungen und erzielte Ergebnisse	11
5.1 Planung der Walzenbeschichtungsanlage	11
5.2 Aufbau und Inbetriebnahme der Walzenbeschichtungsanlage	12
5.3 Zeiterfassung und Datenerhebung für die Produktion von Walzen mit Hilfe des Auflaufverfahrens	13
6. Auswertung und Evaluierung des Vorhabens	13
6.1 Umweltentlastung durch den innovativen Prozeß	13
6.2 Wirtschaftliche Betrachtung	16
7. Empfehlungen	17
7.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung	17
7.2 Verbreitung und weitere Anwendung der Anlage	18
7.3 Zusammenfassung	19
8. Anhang	19
Abbildung 1	I
Abbildung 2	II
Abbildung 3	III
Abbildung 4	IV
Abbildung 5	V
Abbildung 6	VI
Abbildung 7	VII
Abbildung 8	VIII
Abbildung 9	IX
Abbildung 10	X

## **1. Kurzfassung / Summary**

Die MITEX GUMMIWERKE haben das innovative Auflaufverfahren selbst entwickelt und zum Patent angemeldet. Bei diesem Verfahren werden die herkömmlichen, konventionellen Beschichtungsverfahren für Walzen oder Rollen mit Elastomeren, bisher manuelle oder halbautomatische Verfahren, durch ein vollautomatisches Verfahren ersetzt, bei dem wesentlich weniger Haft- oder Lösungsmittel verwendet werden müssen.

Mit Hilfe des Auflaufverfahrens können jährlich ca. 2.920.000 m<sup>2</sup> Trägerschutzfolie, 1.400 kg Haft- und Lösemittel, 7.600 kg Schneidabfälle des Kantenbeschnitts, 8.500 kg Abdreh- und Schleifabfall wie auch 12.600 kg Elastomere eingespart bzw. vermieden werden.

Somit ist das Auflaufverfahren nicht nur ein Beitrag zur effizienten Nutzung von Ressourcen, es werden damit zugleich Potentiale zur Kostensenkung erschlossen.

The Mitex Gummiwerke have developed this new roller covering method themselves and applied for a patent. This process replaces the older roller covering methods that are manual or semi automatic with a completely automatic process that uses less bonding agents and solvents.

Using this process considerable yearly savings of 2.920.000 m<sup>2</sup> plastic foil, 1.400 kg bonding agents and solvents, 7.600 kg rubber cutting residues, 8.500 kg turning and grinding waste, 12.600 kg elastomers can be made.

So this roller covering method is not only a contribution for the efficient use of resources, but it also allows considerable savings.

## **2. Einleitung**

Für die Produktionsanlagen der MITEX-Gruppe in Erkrath wurde in Zusammenarbeit mit der Effizienzagentur NRW (EFA) und dem Berater Herrn Dr. Beyer im Zeitraum April bis Juli 2003 eine Potentialanalyse zum produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS-Check) durchgeführt. Dabei wurde der Ersatz eines bestehenden Walzenbeschichtungsverfahrens (das so genannte Handkonfektionsverfahren) durch ein neuartiges, innovatives Verfahren (als Auflaufverfahren benannt) für bestimmte Walzen und Beschichtungsmaterialien als eine sinnvolle und empfehlenswerte Maßnahme identifiziert.

MITEX hat zwischenzeitlich das Patent für dieses Verfahren angemeldet und beschlossen, eine möglichst schnelle Umsetzung der Maßnahme durchzusetzen. Somit wird die nationale und internationale Konkurrenzfähigkeit verbessert, Materialien, die sich bis dato nicht konfektionieren ließen, können verarbeitet werden und die Wettbewerbsfähigkeit für die nächsten Jahre ist sichergestellt.

## 2.1 Ausgangssituation

Der Wettbewerb auf dem Gebiet der Beschichtung rotationssymmetrischer Körper, wie z.B. Walzen und Rollen, ist groß und im wesentlichen mittelständig geprägt. Berücksichtigt man, daß neben den Elastomeren auch andere Kunststoffe und alternative Werkstoffe, wie Metalle und Keramik, zur Beschichtung eingesetzt werden, teilen sich allein in Deutschland mehr als 35 Unternehmen den Markt.

Walzenbeschichtungen werden in der Regel aus Elastomeren, wie Gummi, Polyurethan oder Silikon hergestellt. Hier erhält die zu beschichtende Walze einen in Qualität und Stärke dem späteren Einsatzzweck angepaßten Überzug aus dem entsprechenden Elastomer.

Solche beschichteten Walzen kommen in den unterschiedlichsten Dimensionen, z.B. in der Stahl-, Textil-, und Druckindustrie zum Einsatz.

Generell werden für die Beschichtung mit Elastomeren überwiegend drei grundlegende Verfahren eingesetzt:

1. (Form-)Gießen
2. Extrusion, Streifenverfahren
3. (Hand-)Konfektionieren

Welches Verfahren jeweils zum Einsatz kommt, hängt natürlich von der Kompetenz und der technischen Ausrüstung des Unternehmens und der Dimension des zu beschichtenden Körpers ab. Der wesentliche Einfluß wird aber von den spezifischen Materialeigenschaften und den Anforderungen an den Bezug ausgeübt.

Die Grundfließbilder in den Abbildungen 1 bis 3 zeigen die verfahrenstechnischen Grundlagen der genannten Beschichtungsverfahren auf. Im Folgenden sollen sie kurz beschrieben werden.

### 1) (Form-)Gießen

Diese Technik findet Anwendung bei gießfähigen Duroplasten wie PU. Dargestellt ist der sogenannte „drucklose Formguss“. Hierbei wird um den Walzenkern eine Form gelegt und an allen Seiten abgedichtet. Die flüssigen Komponenten des Beschichtungsmaterials, einschließlich der Additive, werden in einem separaten Mischer aufgemischt, erhitzt und in die Form gegossen. Der in der Form beginnende Vernetzungsvorgang und die Aushärtung des Materials wird durch nachfolgende Temperung in einem Ofen (z. B. Elektroofen) abgeschlossen. Die Form muß gegenüber dem gewünschten Endmaß der Walze ein genügend großes Übermaß haben, um auftretende Unwuchten, Gießfehler (kleinere Lunker und Grate) und Materialschrumpfungen bei der Nachbearbeitung ausgleichen zu können. Das notwendige Übermaß und der daraus folgende Materialmehrverbrauch sind bei diesem Verfahren relativ hoch. Eine Übersicht über das Verfahren gibt Abbildung 1.

### 2) Extrusion, Streifenverfahren

Extruder dienen in der Kunststofftechnik zur Plastifizierung thermoplastischer Kunststoffe mit anschließender kontinuierlicher Formung von Endlosprofilen. In der Walzenbeschichtung wird diese Technik insbesondere für Elastomere (Gummi, Silikonkautschuk etc.) mit geringerer Shore-Härte eingesetzt. Das Beschichtungsmaterial wird allerdings fertig gemischt und vorplastifiziert als sogenannte „Strainer“ eingesetzt. Eine Mischung im Extruder findet nicht mehr statt. Er dient lediglich zur Plastifizierung, Formung in der Extrusionsdüse und nahtlosen Auftragung des gebildeten Endlosprofils auf den vor dem Düsenkopf umlaufenden Walzenkern. Die horizontale Verschiebung des Extruderkopfes ermöglicht

dabei die kontinuierliche Beschichtung des gesamten Walzenkörpers. Aus diesem Grund kann das Verfahren auch als „Extrusionskonfektion“ bezeichnet werden.

Da zur vollständigen Vernetzung und Aushärtung eine Vulkanisierung bei höheren Drücken und Temperaturen unabdingbar ist, ist eine vorherige Fixierung des Beschichtungskörpers, z. B. durch Umwicklung mit Nylonbändern notwendig. Material und Umwicklung machen auch bei diesem Verfahren ein Übermaß des Materials nötig. Eine Übersicht über das Verfahren gibt Abbildung 2.

### 3) (Hand-)Konfektionieren

Beim Konfektionieren werden kalandrierte, ca. 1 mm dicke und mit Trennschutzfolie versehene Beschichtungsbahnen um den Walzenkern gewickelt. Hierzu ist der Kern drehbar gelagert in eine Vorrichtung eingespannt (z.B. einer Drehbank). Die Bahnen werden aufwändig von Hand, nach Abziehen der Trägerfolie, ein- oder mehrfach um den Kern gelegt und angedrückt. Dieser Vorgang wird in Abhängigkeit der gewünschten Beschichtungsdicke mehrfach wiederholt. Die Länge und Breite hängen von den Walzendimensionen und der Möglichkeit der Handhabung durch das Bedienungspersonal ab. Breiten über 1 m sind – nicht zuletzt aus Arbeitsschutzgründen - unüblich, so daß bei längeren und dickeren Walzen mehrere Bahnen aneinander und übereinander gelegt werden müssen. Üblicherweise werden zur besseren Verbindung der Bahnen mit dem Kern bzw. untereinander üblicherweise Haft- und Lösungsmittel eingesetzt. Hierzu dienen beispielsweise Gummilösungen, die durch Anlösung der Gummibahnen eine bessere Klebrigkeit erzeugen. Anschließend werden die Bezüge durch Umwickeln wieder formstabilisiert und vulkanisiert. Insgesamt ist das Verfahren sehr aufwendig, arbeitsintensiv, arbeitsschutzproblematisch und nicht ohne Umweltbelastung umsetzbar.

Die Stöße und die Gefahr der ungleichmäßigen Anpressung über die Breite der Beschichtungsbahnen bilden eine große Fehlerquelle (Gefahr der Blasenbildung!), mit der Folge eines relativ hohen Ausschusses für dieses Verfahren. Ebenso sind das erzielbare Übermaß und die damit verbundenen Materialverluste relativ groß.

Eine Übersicht über den Ablauf des Verfahrens gibt Abbildung 3.

## 2.2 Ziel und Aufgabenstellung

Die Idee des neuartigen sogenannten Auflaufverfahrens besteht darin, daß die positiven Eigenschaften des MITEX-Verfahrens, welches näher unter Kapitel 3 beschrieben wird, und der Handkonfektion zusammengeführt werden. Dies geschieht unter weitestgehender Eliminierung ihrer größten Schwächen. Es soll ein vollautomatisierter Walzenbeschichtungsprozeß entstehen, wie er in Deutschland und weltweit so noch nicht eingesetzt worden ist und wird. Er deckt nicht nur das Einsatzspektrum der Handkonfektion voll ab, sondern läßt dabei auch erwarten, daß Übermaß und Ausschußquote insgesamt deutlich reduziert werden können. Das Auflaufverfahren ist auch wesentlich schneller und damit effizienter. Es nutzt die entstehende Prozesswärme (Walzwärme) voll aus (Energieeinsparung), verbessert deutlich die Abfallbilanz (vollständiger Wegfall der Trennschutzfolien und des Verschnitts) und erhöht die Ressourceneffizienz der Beschichtungsmaterialien in erheblichem Ausmaß. Da nahezu keine Tätigkeiten mehr per Hand im Beschichtungsprozeß verrichtet werden müssen, ist auch der Arbeitsschutz auf höchstem Niveau gewahrt. Außerdem kann frei werdende wertvolle Arbeitskapazität an anderer Stelle im Betrieb wesentlich effektiver und sinnvoller eingesetzt werden. Auf Haft- und Lösungsmittel zwischen den Gummibahnen wie auch auf die Trägerfolie aus wertvollem Polyethylen kann vollständig verzichtet werden, was die Umwelt zusätzlich entlastet.

Des weiteren wird erwartet, daß mit diesem Verfahren der Walzenbeschichtung in Bezug auf die Belegmaterialien neue Horizonte eröffnet werden können.

Der Kernprozeß des Verfahrens wurde von MITEX in einem großtechnischen Versuch erfolgreich getestet und die Patentanmeldung für das Auflaufverfahren ist erfolgt.

### **2.3 Kurzbeschreibung des Betriebes**

Die MITEX Gummiwerke wurden im Jahr 1954 an ihrem heutigen Stammsitz in Erkrath gegründet. Lag der Fokus zuerst auf der umliegenden Stahl- und stahlverarbeitenden Industrie, werden heute Walzen- und Rollenbezüge für alle Industriezweige gefertigt. Seit der Gründung wurde durch stetige Weiterentwicklung der angewendeten Technologien und Beschichtungsmaterialien die Produktion und Produktpalette kontinuierlich ausgebaut. Hinzu kam eine zunehmend stärkere Ausrichtung auf den internationalen Markt.

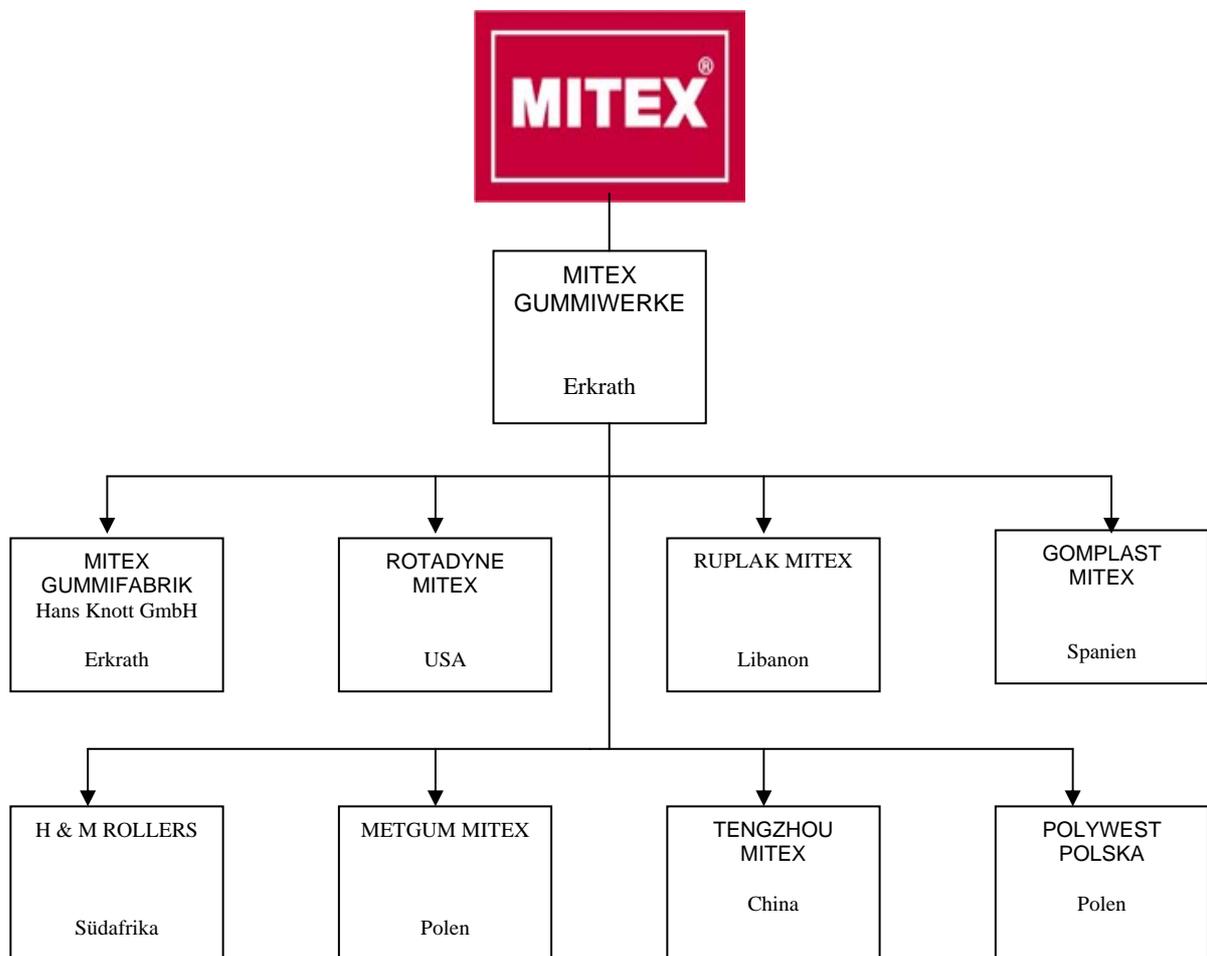
Heute werden mit ca. 135 Mitarbeitern, auf einem Betriebsgelände von 14.000 qm mit einer umbauten Fläche von mehr als 6.000 qm, über 10.000 Walzen beschichtet und ein Umsatz von rund 16 Millionen € erwirtschaftet.

Eine eigene, sehr gut ausgerüstete Forschungs- und Entwicklungsabteilung, die auch auftragsmäßig für ausländische Partnerunternehmen arbeitet, steigert das technische und chemische Know-how und sichert den erreichten hohen Qualitätsstandard. Dies drückt sich auch in einer Vielzahl von entsprechenden Patenten und Verfahrensentwicklungen aus. Bereits seit 1994 ist das Unternehmen nach DIN/ISO 9000ff zertifiziert.

Die hohe Kompetenz von MITEX spiegelt sich auch darin wieder, daß mittlerweile weltweit ein Netz von mehr als 90 Lizenznehmern die Technologien, Maschinen und Anlagen sowie das Know-how, zum Teil aber auch Vorprodukte aus dem Hause MITEX benutzen. So werden auf allen fünf Kontinenten Qualitätswalzen „Made as in Germany“ in allen Schlüsselindustrien zur Anwendung gebracht.

MITEX ist eine mittelständige, vollständig konzernunabhängige Unternehmensgruppe und befindet sich zu 100% im Besitz des Ehepaares Heinen.

Die Organisation der Gruppe wird in nachfolgendem Organigramm wiedergegeben.



Die Beschichtungsproduktion ist zum überwiegenden Teil in der MITEX GUMMIFABRIK Hans Knott GmbH konzentriert. Alleinige Gesellschafterin ist die MITEX GUMMIWERKE. Letztere ist auch Eigentümerin aller Grundstücke, Gebäude und der wesentlichen Produktionsanlagen der Gruppe. Folgerichtig wurde die Investition in das neuartige Auflaufverfahren von den Gummiwerken getätigt. Sie waren somit auch Antragsteller für den bewilligten Investitionszuschuß.

ROTADYNE-MITEX ist ein Joint-Venture mit der US-amerikanischen RotaDyne-Gruppe. Es produziert ausschließlich spezielle Walzenbezüge für den US-Markt. Ebenso existieren Joint-Ventures mit Unternehmen in Spanien, Polen, Südafrika, China und im Libanon.

Alle anderen Abteilungen bzw. Gesellschaften erbringen Dienstleistungen für die gesamte MITEX-Gruppe und die Lizenzunternehmen.

### **3. Zur Zeit bei MITEX verwendete Verfahren und hergestellte Produkte**

Im nachfolgenden Kapitel soll näher auf die zur Zeit bei MITEX verwendeten Produktionsverfahren zur Walzen- und Rollenbeschichtung eingegangen werden. Ebenso werden die zur Zeit hergestellten Produkte und die damit verbundenen Umweltauswirkungen erläutert.

#### **3.1 Zur Zeit verwendete Produktionsverfahren**

Neben den im Kapitel 2.1 näher erläuterten Produktionsverfahren zur Beschichtung von Walzen und Rollen, werden bei MITEX Beschichtungen mit zwei aus diesen Grundverfahren weiterentwickelten Verfahren gefertigt. Diese hat MITEX in Eigenregie zur Produktionsreife geführt. Die Maschinenteknik wird in wesentlichen Teilen selbst in den eigenen Werkstätten, sowohl für die Lizenznehmer als auch den Eigenbedarf, gebaut.

Diese Produktionsverfahren sind:

- 1) der Rotationsguß und
- 2) die Maschinenkonfektion (MITEX-Verfahren).

Die Abbildungen 4 und 5 geben die Verfahrenstechniken im Grundfließbild wieder. Sie werden im Folgenden näher erläutert.

##### **1) Rotationsguß**

Diese Technik wird ausschließlich für PU-basierende Beschichtungen angewendet. Es ist quasi eine Weiterentwicklung der o.g. Extrusionskonfektion. Der Extruderkopf ist durch einen Mischkopf ersetzt, in dem die flüssigen Komponenten des PU-Beschichtungsmaterials im gewünschten Verhältnis gemischt werden und die Vernetzungsreaktion gestartet wird. Über eine Düse wird das Material noch flüssig, wie eine endlose Schnur, auf den dicht vor der Düse laufenden Walzenkern aufgetragen. Die Umlaufgeschwindigkeit der Walze ist so eingestellt, daß das PU innerhalb weniger Umdrehungen formstabil ausgehärtet ist und mit der langsamen horizontalen Verschiebung die Auftragung von durchgängigen Lagen ergibt. Diese Verfahrenstechnik ist nicht geschützt und für den Markt frei zugänglich. Technik und Materialzubereitung müssen allerdings, in ihrem notwendigen, exakten Zusammenspiel als ein System angesehen werden. Hierin liegt das besondere Know-how im Rotationsguß von MITEX gegenüber der Konkurrenz.

Das Verfahren ist äußerst effektiv, kommt mit dem geringsten Übermaß aus und zeichnet sich durch eine geringe Fehlerquote aus. Ein Nachtempern der Walzen ist nicht mehr nötig.

##### **2) Maschinenkonfektion (MITEX-Verfahren)**

Das ursprünglich nach dem Firmengründer genannte „Knott-Verfahren“ (heute MITEX-Verfahren) ist aus der oben dargestellten (Hand-)Konfektionierung entwickelt worden. Es ist ein teilweise automatisiertes, maschinelles Verfahren mit hoher Leistungsfähigkeit, mit dem Walzen sehr gleichmäßig und gut reproduzierbar beschichtet werden können.

Statt Bahnen werden bei diesem Verfahren lange, auf große Rollen aufgewickelte Streifen (ca. 70 mm breit) verwendet. Die Rolle wird in eine Abspuleinrichtung eingelegt. Der Streifen wird über einen Schutzfolientrenner und Vorspanner hochkant am Ende des Walzenkerns befestigt. Wie ein Faden von einer Spindel wird der Beschichtungsstreifen durch den mit konstanter Geschwindigkeit drehenden Walzenkern abspult und Schicht an Schicht (wie Zwiebelschalen) gleichmäßig über die gesamte Breite auf den Kern aufgerollt und angedrückt. Die horizontale Mitbewegung der Streifenrolle wird von dem Bedienungspersonal gesteuert. So entstehen sehr homogene Bezugsschichten, etwa in der Stärke der Streifenbreite.

Die abschließende Umwicklung und Vulkanisierung beschließt auch hier die Rohproduktion der Walzenbeschichtung ab.

Das Verfahren eignet sich für die Kleinserienproduktion und für bestimmte Beschichtungsmaterialien (z.B. größere Shore-Härte). Bei höherer Durchsatzleistung kommt es mit geringerem Übermaß aus und produziert eine geringere Fehlerquote.

Bei diesem Verfahren ist neben der eigentlichen Gummierstellung, inklusive des Kalandrierens der Gummibahnen und des Aufspulens der Gummibahn zusammen mit einer Trennfolie im betriebseigenen Mischbetrieb, das spätere Schneiden der ca. 110 cm breiten Gummirollen in die ca. 70 mm breiten aufgewickelten Streifen, die für den eigentlichen Beschichtungsvorgang benötigt werden, erforderlich.

Das MITEX-Verfahren ist patentrechtlich geschützt.

Die Maschinenkonfektion kann jedoch die traditionelle (Hand-)Konfektion in bestimmten wesentlichen Anwendungen nicht ersetzen. Quillt der Beschichtungsgummi z.B. im Prozeß stark auf, so lassen sich die Fertigungsnähte als spiralförmige, inhomogene Spuren im Belag wiederfinden. Im dann einzusetzenden Handverfahren werden diese Ansatzinhomogenitäten zwar deutlich verringert, aber – wie oben beschrieben - der Ausschuß erhöht und der Durchsatz drastisch verringert. Hier setzt nun das neue innovative Auflaufverfahren an, das im Folgenden näher beschrieben wird.

### **3.2 Zur Zeit bei MITEX hergestellte Produkte**

MITEX gehört zu den größeren Herstellern von Walzen- und Rollenbeschichtungen mit Elastomeren in Europa. Mehr als 400 verschiedene, zum Teil speziell entwickelte Gummi-, PU- und Silikon-basierende Einsatzmaterialien werden eingesetzt, um höchsten chemischen und physikalischen Anforderungen gerecht zu werden.

Neben Kleinserien werden in der Regel Einzelanfertigungen hergestellt und stellen insofern maßgeschneiderte Bezüge auf die vielfältigen, individuellen Anforderungen der Kunden dar. Dabei wird der überwiegende Teil der Walzen, nach entsprechender Aufarbeitung der Walzenkerne, erneut beschichtet. Hierfür ist mit den Anwendern ein Rückführsystem vereinbart. Dies ist ein effektives Recyclingsystem zur Schonung der Ressourcen und zum Schutz der Umwelt.

Die Mischungen werden im eigenen, sehr gut ausgerüsteten Labor entwickelt und geprüft. MITEX produziert und verarbeitet Materialien nach insgesamt 400 verschiedenen Rezepturen. In Zusammenarbeit mit Kunden und Basismaterialherstellern werden ständig neue Rezepturen entwickelt, um den zunehmenden Anforderungen auf dem Gebiet der chemischen Resistenz, der Verschleißfestigkeit und anderer Kriterien standhalten zu können.

Die Walzen und Rollen werden praktisch an alle Industriezweige und weltweit geliefert. Schwerpunkte sind hierbei die Bereiche Stahlerzeugung, Druck- und Textilindustrie, Metall-, Kunststoff- und Holzverarbeitung. Im Jahr 2004 wurden bei MITEX rund 10.000 Walzen der unterschiedlichsten Größen beschichtet.

Die Lizenznehmer von MITEX werden nicht nur mit Know-how (Rezepturen, Fertigungsanweisungen, Qualitätsüberwachung etc.) versorgt, sondern bei Bedarf auch mit Beschichtungsvorprodukten und kompletter Beschichtungstechnologie beliefert. Des Weiteren werden Lizenznehmer auch mit Maschinen beliefert, die mit den von MITEX entwickelten und patentierten Verfahren ausgerüstet sind.

### 3.3 Derzeitige Umweltsituation

Im letzten vollständigen Erhebungszeitraum vom 1. Januar bis zum 31. Dezember 2004 wurden in den Bereichen der Handkonfektion bzw. der Produktion, die durch das neue Auflaufverfahren ersetzt werden sollen, die nachfolgenden Mengen an produktionsspezifischen Hilfsstoffen benötigt, bzw. Abfälle erzeugt:

#### a) eingesetzte Hilfsstoffe und Vorprodukte

Elastomere zur Walzenbeschichtung	79.900	kg/a
Trägerfolie	2.920.000	m <sup>2</sup> /a
Lösemittel	1.400	kg/a

#### b) entstandene Abfälle

Elastomerabfall wegen Kantenbeschnitt	7.600	kg/a
Abdreh- und Schleifabfall	26.900	kg/a

## 4. Innovative Walzenbeschichtungsanlage nach dem Auflaufverfahren

Die von MITEX zum Patent angemeldete Walzenbeschichtungsanlage besteht aus drei miteinander harmonisierenden Einzelbereichen. Kernstück der Anlage ist ein herkömmlicher Kalander mit einer Walzenbreite von 2100 mm. Dieser ist eine SPS-Steuerung mit einem angegliederten Transportband und dem eigentlichen Aufwickelgestell steuerungstechnisch verbunden. Dem Kalander kommt dabei die „Master“-Funktion zu. Die beiden anderen Anlagenteile haben eine untergeordnete „Slave“-Funktion.

### 4.1 Innovationsidee und Planung

Die Idee des neuartigen sogenannten „Auflaufverfahrens“ besteht darin, daß die positiven Eigenschaften des MITEX-Verfahrens und der Handkonfektion unter weitestgehender Eliminierung ihrer größten Schwächen zusammengeführt werden. Hierbei entsteht ein vollautomatisierter Walzenbeschichtungsprozeß, der in Deutschland und weltweit so noch nicht eingesetzt worden ist und wird. Der Beschichtungsprozeß deckt nicht nur das Einsatzspektrum der Handkonfektion voll ab, er läßt dabei auch erwarten, daß die Übermaß- und Ausschußquoten insgesamt deutlich reduziert werden können. Das Auflaufverfahren ist auch wesentlich schneller und damit effizienter. Es nutzt die entstehende Prozeßwärme (Walzwärme) voll aus (Energieeinsparung), verbessert deutlich die Abfallbilanz (vollständiger Wegfall der Trennschutzfolien und des Verschnitts) und erhöht die Ressourceneffizienz der Beschichtungsmaterialien in erheblichem Ausmaß. Da im Beschichtungsprozeß nahezu keine Tätigkeiten per Hand mehr verrichtet werden müssen, ist auch der Arbeitsschutz auf höchstem Niveau gewahrt. Die hierbei frei werdende wertvolle Arbeitskapazität kann an anderer Stelle im Betrieb wesentlich effektiver und sinnvoller eingesetzt werden. Auf Haft- und Lösungsmittel zwischen den einzelnen Gummibahnen kann vollständig verzichtet werden, was die Umwelt zusätzlich entlastet.

Abbildung 6 beschreibt das Auflauf-Verfahren im Grundfließbild.

Der Kern des Auflaufverfahrens besteht darin, daß die Walze in einem Arbeitsgang ohne Fertigungsnähte maschinell beschichtet wird. Prozeßtechnisch wird dies durch folgende Maßnahmen erreicht:

- Einbeziehung der Vorkonfektion aus der Vorproduktherstellung
- Verwendung von Endlosbahnen mit Beschichtungsbreite

Bei den bisherigen Verfahren werden zur Beschichtung separat hergestellte Vorprodukte verwendet. Dies können kalandrierte Streifen und Bahnen sein, die zur weiteren Handhabung mit einer Trennschutzfolie versehen sind. Der Vorkonfektionierung sind noch die Schritte der Anmischung des gewünschten Beschichtungsmaterials und die Laborprüfung der Mischung vorgeschaltet. Die Vorproduktherstellung wird normalerweise zeitlich und räumlich unabhängig, auch vom Verbrauch, durchgeführt. Zum Teil sogar in einer eigenen zentralen Produktionsstätte mit Lager, von der dann mehrere Beschichtungsfabriken beliefert werden.

Für das Auflaufverfahren wird der Schritt der Vorkonfektionierung mit einem in der Prozeßtemperatur gesteuerten Kalandrierer dem Beschichtungsprozeß direkt zugeordnet und mit der Kernwickelmaschine verfahrenstechnisch verknüpft. Die Breite der Beschichtungsbahn wird in der dem Kalandrierer nachgeschalteten Schneideeinrichtung so gewählt, daß sie der gewünschten Belagbreite der zu beschichtenden Walze entspricht. Der Verschnitt wird direkt in den Kalandrierer zurückgeführt.

Die Walze wird, nachdem die Bahn einmal aufgelegt ist, ohne jeden Stoß und ohne jeden neuen Bahnansatz in einem Aufrolldurchgang in voller Breite beschichtet. Damit dies mit gleichmäßiger Zugspannung und ohne Bahnriß möglich ist, werden die Geschwindigkeiten von Kalandrierer und Walzenumlauf entsprechend automatisch gegeneinander geregelt. Als weitere technische Hilfen sind ein Förderband und eine Walzenspeichereinheit (kontinuierlicher Zwischenspeicher) zwischen Kalandrierer und Wickelmaschine geschaltet. Eine in die Wickelmaschine integrierte Andrückrolle sorgt dafür, daß die Bahnschichten gut miteinander verbunden und Lufteinschlüsse wie auch Beulen in der Beschichtung sicher vermieden werden.

Da die Beschichtungsbahnen in einem Arbeitsgang verarbeitet werden, kann auf eine Trennschutzfolie vollständig verzichtet werden. Gleichzeitig ist es nun prozeßtechnisch möglich die beim Kalandrieren entstehende Prozeßwärme zu nutzen und die Bahnen mit höherer Materialtemperatur zu fahren. Dadurch und durch den Einsatz der Andrückrolle wird der vollständige Verzicht auf Haft- und Lösungsmittel zwischen den Gummibahnen möglich.

## **4.2 Behördliche Genehmigungen**

Für die eigentliche Walzenbeschichtungsanlage waren keine behördlichen Genehmigungen erforderlich bzw. besondere Auflagen zu erfüllen. Da der in die Anlage integrierte Kalandrierer zur Schalldämpfung auf einer Gummimatte aufgestellt wurde, bleibt das Produktionsgeräusch der Anlage unter den, in einer früheren Messung ermittelten Werten der direkten Anlagenumgebung.

Der ebenfalls in die Anlage integrierte Schnelldampferzeuger bildet mit den aufzuheizenden Kalandrierwalzen ein offenes System, was unter „gute Ingenieursplanung“ fällt und eine Druckprüfung überflüssig macht.

Nur für das neu errichtete Schleifzentrum, welches gebaut werden mußte, um durch Maschinenumsetzung den nötigen Raum zu schaffen, war eine Baugenehmigung erforderlich.

### 4.3 Anlagedaten und Anlageleistung

Die gesamte Anlage wird elektrisch angetrieben (400 V/ 50h). Für die einzelnen Anlagenteile ergeben sich folgende Leistungsdaten:

a) Kalanders mit Schnelldampferzeuger	
- Antriebsmotor Kalanders	38,7 kW
- Rechter Stellmotor obere Kalanderswalze	7,5 kW
- Linker Stellmotor obere Kalanderswalze	7,5 kW
- Schnelldampferzeuger	82,0 kW
b) Transportband	
- Antriebsmotor Transportband	0,15 kW
- Motor für Höhenverstellung Transportband	0,12 kW
- Motor für Längenverstellung Transportband	0,75 kW
c) Aufwickleinheit	
- Antriebsmotor Walze	7,50 kW
- Motor Lünettenverstellung	0,75 kW

Die theoretisch maximale Produktionsleistung der Anlage errechnet sich aus der Breite der kalandrierten Gummibahn, der Stärke der kalandrierten Gummibahn und der Kalandergeschwindigkeit. Die Breite der Gummibahn ist durch die Walzenbreite des Kalanders mit 2.100 mm begrenzt. Die Stärke der Gummibahn kann je nach verarbeiteter Qualität zwischen 0,8 und 1,5 mm variieren. Die Geschwindigkeit des Kalanders ist von 2,78 m/min bis gegen Null variabel.

Das bedeutet bei einer angenommenen Schichtstärke von 1,5 mm eine Stundenleistung der Anlage von 683 kg verarbeitetem Gummi, die sich wie folgt berechnet:

Breite der Kalandersbahn	:	2.100 mm oder 21 dm
Stärke der Kalandersbahn	:	1,5 mm oder 0,015 dm
Kalandergeschwindigkeit	:	2,78 m/min oder 27,8 dm/min
Durchschnittliche Dichte des Gummis	:	1,3 kg/l

$$\begin{aligned} \text{Stundenleistung} &= 60 \times \text{Breite} \times \text{Stärke} \times \text{Kalandergeschwindigkeit} \times \text{Dichte} \\ &= 60 \times 21 \times 0,015 \times 27,8 \times 1,3 \\ &\approx 683 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 4.4 Zu erwartendes Ergebnis

Aufgrund der im Vorfeld der Anlagenplanung durchgeführten Versuche und der nach Abschluß der Montage durchgeführten Produktionstests, können bei gleichbleibender Anzahl der im Jahr zu beschichteten Walzen die nachfolgenden Mengen an produktionspezifischen Hilfsstoffen eingespart bzw. Abfälle vermieden werden:

##### a) Eingesetzte Hilfsstoffe und Vorprodukte

Elastomere zur Walzenbeschichtung	12.600	kg/a
Trägerfolie	2.920.000	m <sup>2</sup> /a
Haft- und Lösemittel	1.4 00	kg/a

##### b) Entstandene Abfälle

Elastomerabfall wegen Kantenbeschnitt	7.600	kg/a
Abdreh- und Schleifabfall	8.500	kg/a

### 5. Durchgeführte Untersuchungen und erzielte Ergebnisse

Zur eigentlichen Planung der Anlage und der erforderlichen einzelnen Schritte kam in diesem Fall ein weiterer Aspekt hinzu, nämlich die Errichtung einer neuen Produktionshalle, um den für die Anlage benötigten Platz durch Umsetzen bereits vorhandener Dreh- und Schleifmaschinen zu schaffen, zum tragen. Da dieser Aspekt für die Errichtung und den Betrieb dieser Walzenbeschichtungsanlage nur von untergeordneter Bedeutung ist, wird er in diesem Bericht nicht weiter behandelt.

#### 5.1 Planung der Walzenbeschichtungsanlage

Die Planung der Walzenbeschichtungsanlage läßt sich in die folgenden Teilschritte untergliedern:

- Bildung eines internen Planungsteams, bestehend aus den Abteilungsleitern Maschinenbau, Mischbetrieb und Produktion, dem Sicherheitsingenieur, Bereichsleiter Forschung und Entwicklung, sowie den beiden Verfassern dieses Berichtes. Ziel des Planungsteams war es, jeweils ein Pflichtenheft als Grundlage für die Ausschreibung/Vergabe der mechanischen und elektrotechnischen Fremdarbeiten zu erarbeiten und einen Zeitplan für die notwendigen, intern durchzuführenden Arbeiten zu erstellen.
- Gespräche mit einem Maschinenbaukonstrukteur. Dieser setzte die im Pflichtenheft geforderten mechanischen Parameter wie z.B. minimaler und maximaler Zapfendurchmesser, minimaler und maximaler Ballendurchmesser der zu beschichtenden Walze, Stückgewicht, Bahngeschwindigkeit des Gummis, Sicherheitskreisläufe usw. ,in Entwurfs- und Konstruktionszeichnungen um.
- Ausschreibung der benötigten mechanischen Fremdleistungen oder Anlagenteile nach Zeichnung und Vergabe der Aufträge nach Auswertung der Angebote. Beteiligt waren in dieser Phase die beiden Verfasser des Berichtes.
- Einzelgespräche mit verschiedenen Elektrofirmen, in denen die Umsetzbarkeit der im Pflichtenheft aufgeführten elektrischen und steuerungstechnischen Anforderungen durchgesprochen wurde. Nach Abgabe der jeweiligen Angebote wurde der Auftrag vergeben.

Die Grob- und Feinplanung der Anlage beanspruchte insgesamt ca. 500 Mannstunden.

## 5.2 Aufbau und Inbetriebnahme der Walzenbeschichtungsanlage

Der Aufbau der Walzenbeschichtungsanlage erfolgte in drei Teilabschnitten.

### a) Um- und Aufbau eines gebraucht gekauften Gummikalenders

Der gebrauchte Kalendar, ein Hauptbestandteil der Gesamtanlage, wurde zu einem großen Teil von der betriebseigenen Schlosserei überholt. Bis auf die Aufarbeitung der Lagergehäuse der Kalendarwalzen und deren Laufflächen fielen darunter:

1. Der Austausch sämtlicher alter Antriebsmotoren durch energiesparende moderne Motoren
2. Eine Modernisierung der Lagerschmierung
3. Der Bau diverser, nach heutiger Sicht notwendiger Anbauteile.

Letzter Schritt der Umbauarbeiten war eine optische Aufarbeitung des Kalenders. Danach erfolgte der Aufbau der Anlage am vorgesehenen Standort. Diese Arbeiten liefen zeitgleich zu Feinplanung und Vergabe der Fremdarbeiten ab, da alle neu konstruierten Anlagenteile, abgesehen von den bei MITEX gefertigten, an den Kalendar angepaßt werden mußten.

In dieser Aufbauphase wurde auch der für das Beheizen der Kalendarwalzen benötigte Schnelldampferzeuger mit der entsprechenden Verrohrung, bzw. die Kühlwasserversorgung mit entsprechender Verrohrung angeschlossen.

### b) Abnahme und Anschluß der fremdgefertigten Anlagenteile

Die weiteren mechanischen Anlagenteile, nämlich das Zuführ- und Transportband wie auch die Walzenwicklung, wurden von einem Unternehmen für Sondermaschinenbau aus dem Großraum Koblenz nach den von MITEX festgelegten Spezifikationen gefertigt. Es erfolgte nach jedem Teilbauabschnitt eine Abnahme vor Ort, um so ohne lange Verzögerungen notwendige Änderungen durchführen, bzw. aufgetretene Abweichungen beheben zu können. Danach erfolgte der Transport nach Erkrath, wo die angelieferten Teile durch die betriebseigene Schlosserei an den bereits aufgestellten Kalendar angeschlossen wurden. Dabei war darauf zu achten, daß die durch den Konstrukteur vorgegebenen Höhen wie auch Längs- und Seitenabstände zur Oberkante der unteren Kalendarwalze strikt eingehalten wurden.

In diesem Bauabschnitt wurde auch die Elektrizitätsversorgung der Anlage nach Vorgabe des mit der Verdrahtung und dem Steuerungsbau der Anlage beauftragten Elektrounternehmens vorgenommen. Hier mußten für die Zuleitungen zusätzliche Kabelrinnen oberhalb der bereits in der Produktionshalle befindlichen Kranbahn montiert werden, in die die einzelnen Zuleitungen verlegt wurden.

Für die in diesem Punkt beschriebenen mechanischen und elektrotechnischen Arbeiten mußten insgesamt ca. 4.000 Mitarbeiterstunden eingesetzt werden.

### c) Elektroinstallationen und Steuerungsbau

Die einzigen Probleme bei der Montage und eine daraus resultierende Verzögerung in der Fertigstellung traten bei den Elektroinstallationen, bzw. der Programmierung der Anlagensteuerung auf, da das zunächst beauftragte Fachunternehmen aufgrund finanzieller Probleme die Arbeit an dem Projekt eingestellt hatte. Nachdem ein anderes Elektrofachunternehmen gefunden war, was die bereits begonnenen Arbeiten fortsetzen und beenden wollte, konnte die Anlage zügig fertig gestellt werden. Im Bereich Anlagenelektrik bzw. –steuerung war nur eine Änderung im Konzept der Gesamtanlage nötig:

Ursprünglich sollte die Umlaufgeschwindigkeit der zu beschichtenden Walze mit Hilfe eines Sensors in Form eines Laufrades gemessen werden. Nach den ersten Versuchen, eine

Walze zu beschichten, stellte sich jedoch heraus, daß das Laufrad wie gewünscht funktionierte, man aber Konfektionsspuren auf der fertig vulkanisierten Walze sah. Aus diesem Grund wurde das Laufrad durch eine Laser-Meßeinheit ersetzt.

### 5.3 Zeiterfassung und Datenerhebung für die Produktion von Walzen mit Hilfe des Auflaufverfahrens

Produktionsspezifische Daten wurden nach Inbetriebnahme mit Hilfe eines Erfassungsbogens ermittelt. Einige dieser Bögen sind dem Bericht als Anlage beigefügt. Eine Gegenüberstellung des Auflaufverfahrens und der konventionellen Handkonfektion wird im Kapitel 6.2 behandelt. Auf eine tiefere Betrachtung an dieser Stelle wird deshalb verzichtet.

## 6. Auswertung und Evaluierung des Vorhabens

Das gesamte Projekt wurde nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Neben einer ökologischen Betrachtung wurde das Projekt natürlich auch einer wirtschaftlichen Betrachtung unterzogen.

### 6.1 Umweltentlastung durch den innovativen Prozeß

Die eingesparten Ressourcen werden an dieser Stelle nach energie- und abfallspezifischen Gesichtspunkten betrachtet:

#### a) Vergleich Energieverbrauch konventionelle Handkonfektion – Auflaufverfahren

Zur Zeit werden bei MITEX jährlich etwa 10.000 Walzen mit verschiedenen Elastomeren beschichtet. Mit Hilfe des neuen Auflaufverfahrens können davon etwa 15 % aller zu beschichtenden Walzen abgearbeitet werden. Da die einzelnen Walzen jedoch in Größe und Art der Beschichtung zu stark variieren, wird für die weiteren Erläuterungen eine Walze als Referenz betrachtet werden, für die 100 kg Gummi als Beschichtungsmaterial benötigt wird. Um die Energieverbräuche gegenüberstellen zu können, beschreiben die nachfolgenden Tabellen den Energieverbrauch der einzelnen Verbraucher in den Prozessschritten der Handkonfektion und des neuen Auflaufverfahrens.

#### Handkonfektion

Tätigkeit	Benötigte Stromverbraucher	Zeit	Benötigte Energie
Mischen des benötigten Gummis auf einem Walzwerk	Walzwerkantrieb 186 kW	1 Stunde	186 kW/h
Kalandrieren der Gummibahn	Antrieb Kalandrier 60 kW Dampferzeugung 20% von 2700 kW : 540 kW	0,25 Stunde	150 kW/h
Schneiden der kalandrierten Gummibahn	Antrieb Schneidemaschine 18,2 kW	0,50 Stunde	9,1 kW/h
Beschichten der Walze	Antrieb Konfektionsbank 44,6 kW	1 Stunde	44,6 kW/h
<b>Gesamtenergie</b>			<b>389,7 kW/h</b>

## Auflaufverfahren

Tätigkeit	Benötigte Stromverbraucher	Zeit	Benötigte Energie
Mischen des benötigten Gummis auf einem Walzwerk	Walzwerkantrieb 186 kW	1 Stunde	186 kW/h
Kalandrieren der Gummibahn	Entfällt		Entfällt
Einrichten der Anlage	Stellmotoren Kalandrierwalzen 2x7,5 kW Höhenverstellung Transportband 0,12 kW Längsverstellung Transportband 0,75 kW Lünettenverstellung 0,75 kW	0,05 Stunden	0,83 kW/h
Beschichten der Walze	Kalander mit Schnelldampferzeuger Antriebsmotor 38,7 kW Schnelldampferzeuger 82,0 kW Antriebsmotor Transportband 0,15 kW Wickeleinheit Antriebsmotor 7,50 kW	0,20 Stunden	25,67 kW/h
<b>Gesamtenergie</b>			<b>212,50 kW/h</b>

Durch den Einsatz des Auflaufverfahrens kann bei einer Walzenbeschichtung bis zu 45 % Energie eingespart werden, was in diesem Fall eine Einsparung von 177,2 kW/h bedeutet. Geht man davon aus, daß mit diesem Verfahren jährlich ca. 1.500 Walzen beschichtet werden sollen, entspräche dies einer Einsparung von 265.800 kW/h.

Die Rohstoff- und Abfallbilanz sieht ähnlich günstig für das Auflaufverfahren aus, was die nachfolgende Tabelle verdeutlichen wird. Da aus betriebsinternen Gründen die Abfallmengen, der Verbrauch an Lösemitteln, der Kantenbeschnitt usw. nicht pro Walze, sondern auf das Geschäftsjahr kumuliert betrachtet werden, ist dieser Vergleich auch auf ein Geschäftsjahr bezogen.

### b) Gegenüberstellung Hilfsstoffe und Abfallerzeugung

	Handkonfektion	Auflaufverfahren	Ersparnis/ <b>Mehrverbrauch</b>
<b>Eingesetzte Hilfsstoffe und Vorprodukte</b>			
Elastomere zur Walzenbeschichtung	79.900 kg/a	67.300 kg/a	12.600 kg/a
Trägerfolie	2.920.000 m <sup>2</sup> /a	0 m <sup>2</sup> /a	2.920.000 m <sup>2</sup> /a
Haft- und Lösemittel zwischen den Gummibahnen	1.400 kg/a	0 kg/a	1.400 kg/a
<b>Entstandene Abfälle</b>			
Elastomerabfall wegen Kantenbeschnitt	7.600 kg/a	0 kg/a	7.600 kg/a
Abdreh- und Schleifabfall	26.900 kg/a	18.400 kg/a	8.500 kg/a

Die Tabelle verdeutlicht, welche Einsparungen durch das Auflaufverfahren auch im Bereich Hilfsstoffe und Abfallerzeugung gemacht werden können.

Die Ersparnis von 12.600 kg Elastomeren pro Jahr ergibt sich daraus, daß beim Auflaufverfahren das produktionspezifische Übermaß, d.h. der Anteil an der eigentlichen Beschichtung, der nach der Vulkanisation für das Schleifen auf Fertigmaß der Walze notwendig ist, deutlich verringert werden kann im Gegensatz zur Handkonfektion. Dieser Aspekt kann insbesondere für Walzenbeschichter, die im Gegensatz zu MITEX keinen eigenen Mischbetrieb haben und ihre Gummimischungen zukaufen müssen, von großer Bedeutung sein.

Die Trägerfolie entfällt vollständig, da die Gummimischung nicht zwischengelagert, sondern direkt nach dem eigentlichen Mischprozeß weiterverarbeitet wird.

Ebenso kann auf die gesamte bei der Handkonfektion benötigte Menge an Haft- und Lösemitteln verzichtet werden, da diese durch die beim Beschichtungsprozeß der Walze entstehende Prozeßwärme des Auflaufverfahrens nicht benötigt werden. Die Verbindung der einzelnen Gummischichten wird hier bei ausschließlich durch Wärme erreicht.

Auch der bei der Handkonfektion anfallende Kantenbeschnitt entfällt beim Auflaufverfahren vollständig, da der noch warme Gummi wieder dem Beschichtungsprozeß der Walze zugeführt werden kann.

Die Senkung des Anfalls von Drehspänen und Schleifstaub resultiert aus den gleichen Gründen wie die Reduzierung der eingesetzten Elastomere.

#### c) Gegenüberstellung des Personaleinsatzes

##### **Handkonfektion**

Tätigkeit	Benötigte Anzahl Mitarbeiter	Zeit	Benötigte Mannstunden
Mischen des benötigten Gummis auf einem Walzwerk	2	1 Stunde	2,00
Kalandrieren der Gummibahn	4	0,25 Stunde	1,00
Schneiden der kalandrierten Gummibahn	2	0,50 Stunde	1,00
Beschichten der Walze	2	1 Stunde	2,00
<b>Gesamtstunden</b>			<b>6,00</b>

##### **Auflaufverfahren**

Tätigkeit	Benötigte Anzahl Mitarbeiter	Zeit	Benötigte Mannstunden
Mischen des benötigten Gummis auf einem Walzwerk	2	1 Stunde	2,00
Kalandrieren der Gummibahn	Entfällt		Entfällt
Einrichten der Anlage	1	0,05 Stunden	0,05
Beschichten der Walze	4	0,20 Stunden	0,80
<b>Gesamtstunden</b>			<b>2,85</b>

Daraus ergibt sich eine Stundensparnis von 3,15 Personalstunden pro Referenzwalze. Dies ergibt demnach eine Stundensparnis von jährlich etwa 4500 Personalstunden, was einer Einsparung von etwa 75.000 € entspricht.

## **6.2 Wirtschaftliche Betrachtung**

Das Auflaufverfahren soll primär als Ersatz für die Handkonfektion eingesetzt werden. Dies bedeutet, daß sich die Wirtschaftlichkeit der Investition aus dem betriebswirtschaftlichen Vergleich beider Produktionsarten herleiten muß (saldierende Kostenvergleichsrechnung). Weitergehende Potentiale durch die Möglichkeiten von höheren Walzenbearbeitungszahlen und/oder des Einsatzes neuer Belagtypen können nicht oder nur begrenzt einbezogen werden, da zum heutigen Zeitpunkt die Durchsetzbarkeit am Markt nicht vorhergesagt werden kann.

Kapitalkosten fallen ausschließlich beim Auflaufverfahren an, da die Produktionsanlage der Handkonfektion bereits abgeschrieben ist.

In der Verfahrenstechnik wurde ein am Markt gebraucht gekaufter Kalandar eingesetzt, der entsprechend modernisiert worden ist. Neben den Modernisierungskosten wird für die Wirtschaftlichkeitsrechnung auch ein Restwert für den Kalandar eingesetzt. Die Verfahrenstechnik insgesamt wird in den eigenen Werkstätten gebaut, die Arbeitsstunden mit den internen Kostensätzen berechnet.

Notwendig war es auch, das bestehende Stromnetz mit dem dazugehörigen Transformator des Unternehmens zu erweitern, da durch die notwendige Verlagerung der Schleif- und Drehmaschinen die neue Anlage und die erwartete Produktionssteigerung das bestehende Stromnetz und der vorhandene Transformator überlastet wären. Die dadurch entstandenen Kosten sind zu 30 % in die Anlagekosten eingeflossen.

Aus verfahrenstechnischen und logistischen Gründen war es unabdingbar, daß die neue Anlage in unmittelbarer Nähe des firmeneigenen Mischbetriebes aufgebaut wurde. Deshalb war es notwendig eine neue Produktionshalle zu errichten, da auf dem geplanten Standort der Anlage für das Auflaufverfahren jeweils zwei Drehbänke und Rundschleifmaschinen standen. Die daraus resultierenden Kosten fließen nicht in die Wirtschaftlichkeitsrechnung ein, da sie ein einmaliger Posten und nicht repräsentativ für andere Unternehmen sind. Ebenfalls war ein Kühlwasser- und Dampfanschluß zwingend notwendig. Diese Versorgungseinrichtungen wurden in unmittelbarer Nähe der Anlage aufgebaut bzw. angezapft.

Der Anlage unmittelbar zurechenbare und verknüpfte bauliche Maßnahmen wie Fundamente, Anschlüsse, Maler- und Maurerarbeiten in Halle 1 werden der Maschinentechnik zugeordnet und, wie diese, abgeschrieben.

In der nachfolgenden Tabelle wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem üblichen statischen Verfahren durchgeführt. Die aufgeführten Investitionskosten sind nach der Fertigstellung des Projektes aktualisierte Zahlen, die sich natürlich im Laufe der Realisierung im Vergleich mit der Kalkulation am Anfang des Projektes verändert haben.

	<b><u>Investitionskosten</u></b>	
1.1	Kosten der Anlagenplanung und Ausschreibung (€)	17.783
1.2	Kosten der Anlage inkl. Eigenleistung (€)	359.152
1.3	Zur Anlage gehörende Kosten für notwendige Umbauten (€)	97.880
<b>1.</b>	<b>Gesamte Investitionskosten (1.1 bis 1.3) (€)</b>	<b>474.816</b>
	<b><u>Kalkulationsdaten</u></b>	
2.1	Geplante Nutzungsdauer Technik (a)	10
2.2	Restwert Maschinenteknik nach 10 Jahren (€)	0
2.3	Kalk. Abschreibungen Technik pro Periode (€)	47.482
2.4	Zinssatz (%)	5
	<b><u>Jährl. Betriebskosten</u></b>	
3.1	Einsparung Personalstunden (€)	75.000
3.2	Kosten für Instandhaltung (2,5 % von 1) (€)	-11.870
3.3	Einsparung an Rohstoffkosten (€)	30.020
3.4	Einsparung an Abfallkosten (€)	3.300
3.4	Einsparung an Energiekosten (€)	18.300
3.5	Einsparung an Kosten für Trägerschutzfolien inkl. Entsorgung (€)	23.260
3.6	Einsparung an Lösemittel (€)	10.530
<b>3.</b>	<b>Gesamtsaldo Betriebskosten (Summe 3.1 – 3.6)(€)</b>	<b>148.540</b>
	<b><u>Jährl. Kosteneinsparpotential</u></b>	
4.1	Saldo Betriebskosten (€)	148.540
4.2	Saldo Ausschußverringderung um 50 % (€)	20.000
4.3.1	Kalk. Durchschnittszinsen für Technik (€)	-9.325
4.3	Kapitalkosten (4.31 + 2.3) (€)	-54.422
<b>4.</b>	<b>Jährliches Gesamtkosteneinsparpotential (4.1 + 4.2 + 4.3 ) (€)</b>	<b>114.118</b>
<b>5.</b>	<b>Amortisationszeit (1. / 4.) (a)</b>	<b>4,16</b>

Die resultierende Amortisationszeit beträgt in der statischen Rechnung etwa 4 Jahre, kann sich aber noch durch Heben oder Senken des Walzendurchsatzes noch oben oder unten verändern.

## 7. Empfehlungen

Bei den folgenden Empfehlungen handelt es sich um solche, die in ihrer Form allgemein gültig sind. Firmenspezifische Probleme und deren Lösung, wie die notwendige Erhöhung der Bodentragkraft aufgrund des hohen Anlagengewichtes durch Einbringen eines Kunstharzestriches, werden nicht weiter erläutert

### 7.1 Erfahrungen bei der Praxiseinführung

Die eigentliche Praxiseinführung der Anlage im Betrieb bereitete keine besonderen Schwierigkeiten, da dem Planungsteam das bestehende Wissen aus den Produktionsbereichen Mischbetrieb und Walzenkonfektion bekannt war und besondere Wünsche oder Anregungen der Abteilungsleiter bei der Planung berücksichtigt worden sind. War eine bestimmte Anregung technisch nicht umsetzbar, wurde gemeinsam eine Alternative gesucht.

Die einzige Problematik bei der Umsetzung des Projektes bestand in der Einhaltung des vorgegebenen Zeitrahmens, da der externe Maschinenkonstrukteur die Konstruktionszeichnungen und Baupläne wegen privater Probleme nicht fristgerecht fertiggestellt hat. Diese Verzögerung wurde beim Aufbau der Kalandereinheit durch externes Zeitpersonal und Mehrarbeit der internen Mitarbeiter aufgeholt.

Die gravierendste zeitliche Verzögerung resultierte aus der Tatsache, daß das mit der Ausführung der Elektroarbeiten und dem Steuerungsbau beauftragte Unternehmen wegen finanziellen Schwierigkeiten die Arbeit einstellen mußte.

Diese Verzögerungen erklären auch den Mehrpreis der Anlage in Höhe von 102 T€ oder 27,4 % im Vergleich zu der ersten Kostenschätzung im Antrag.

## 7.2 Verbreitung und weitere Anwendung der Anlage

MITEX beabsichtigt die Anlage all seinen Tochtergesellschaften, Lizenznehmern und anderen interessierten, potentiellen Käufern anzubieten, soweit damit kein direkter Wettbewerb für MITEX geschaffen wird.

Da neben der enormen Einsparung an Ressourcen auch die wirtschaftlichen Faktoren nicht unerheblich sind, geht MITEX davon aus in den nächsten 5 Jahren 3 bis 4 dieser Anlagen zu vertreiben. Diese Annahme beruht auf den Erfahrungen, die MITEX beim Verkauf des an anderer Stelle beschriebenen MITEX-Verfahrens, oder der Rotations-Guß-Technologien gemacht hat.

Geht man jedoch davon aus, daß andere deutsche Unternehmen, die Walzen mit Elastomeren beschichten, die Technologie des Auflaufverfahrens einsetzen, werden deutlich höhere Einsparpotentiale erschlossen.

Wenn diese Anlage in Deutschland von 10 weiteren Unternehmen eingesetzt würde, die den nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten notwendigen Durchlauf an Walzen haben, könnte jährlich etwa mit folgenden Einsparpotentialen gerechnet werden:

Energie	2.650.000 kWh
Arbeitsstunden	45.000
Elastomere für Walzenbeschichtungen	126.000 kg
Trägerfolie	29,2 Mio m <sup>2</sup>
Haft- und Lösemittel	12.000 kg
Elastomerabfall aus Kantenbeschnitt	76.000 kg
Abdreh- und Schleifabfall	85.000 kg

Geht man von einem europa- bzw. weltweitem Einsatz der Anlage mit ca. 25 Einheiten aus, ergeben sich daraus folgende Einsparpotentiale:

Energie	6.625.000 kWh
Arbeitsstunden	112.5000
Elastomere für Walzenbeschichtungen	315.000 kg
Trägerfolie	73,0 Mio m <sup>2</sup>
Haft- und Lösemittel	30.000 kg
Elastomerabfall aus Kantenbeschnitt	190.000 kg
Abdreh- und Schleifabfall	212.500 kg

Die Werte beruhen jedoch auf Hochrechnungen, da sich die einzelnen Produktionsparameter der Unternehmen, die für das Auflaufverfahren Verwendung finden könnten, sicherlich von denen unseres Unternehmens erheblich unterscheiden.

### 7.3 Zusammenfassung

Von der Idee bis zur Fertigstellung der Anlage vergingen nur knapp zwei Jahre. Zeitliche Verzögerungen in der Planung und im Aufbau der Anlage wurde durch Fremdpersonal oder Mehrarbeit kompensiert.

Aufgrund der kurzen Amortisationszeit der Anlage von ca. 4 Jahren , bedingt durch die enorme Einsparung an Ressourcen und das sehr hohe Potential zur Kostensenkung, stellt die Anlage trotz der Überschreitung der geschätzten Kosten für die Errichtung der Anlage um 27,3 % sicher, daß MITEX in den nächsten Jahren wettbewerbsfähig bleibt, Arbeitsplätze am Standort Erkrath gesichert bzw. neu geschaffen werden.

Neben den wirtschaftlichen wurden natürlich auch umweltspezifische Gesichtspunkte bei der Entscheidung, die Anlage zu errichten, bewertet. So hofft MITEX 265.800 kW/h an Energie beim Walzenbeschichtungsprozeß einsparen zu können

Allein durch diese Einsparung wird schon ein nachhaltiger Beitrag zur Emissionsminderung geleistet. Dieser Effekt wird dadurch noch verstärkt, daß in der Herstellung energieintensive Roh- oder Hilfsstoffe wie z.B. benötigte Trägerschutzfolie aus Polyethylen vollständig verzichtet oder die Menge des eingesetzten Elastomers durch Materialrückführung in den Beschichtungsprozeß erheblich gesenkt werden kann

Ebenso entfällt eine Geruchsbelästigung der Mitarbeiter am Arbeitsplatz, da keine lösemittelhaltigen Haft- und Bindesysteme während der Gummierung aufgetragen werden müssen.

Betrachtet man die Ressourceneffizienz der Anlage als Ganzes bzw. rechnet man die Einsparpotentiale, wie unter Punkt 7.2 ausführlich beschrieben, auf mehrere Anlagen hoch, kann man davon ausgehen, daß durch das innovative Auflaufverfahren nicht unerhebliche Beiträge zur Minderung des Treibhaus-Effektes durch Emissionseinsparungen geleistet werden.

## 8. Anhang

<b>Abbildung</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
1	Diagramm PU-Formguß	I
2	Diagramm Extrusionskonfektion	II
3	Diagramm Handkonfektion	III
4	Diagramm PU-Rotationsguß	IV
5	Diagramm MITEX-Verfahren	V
6	Diagramm Auflauf-Verfahren	VI
7	Formblatt Zeiterfassung Auflaufverfahren	VII
8	Beispiel 1	VIII
9	Beispiel 2	IX
10	Beispiel 3	X

Abbildung 1

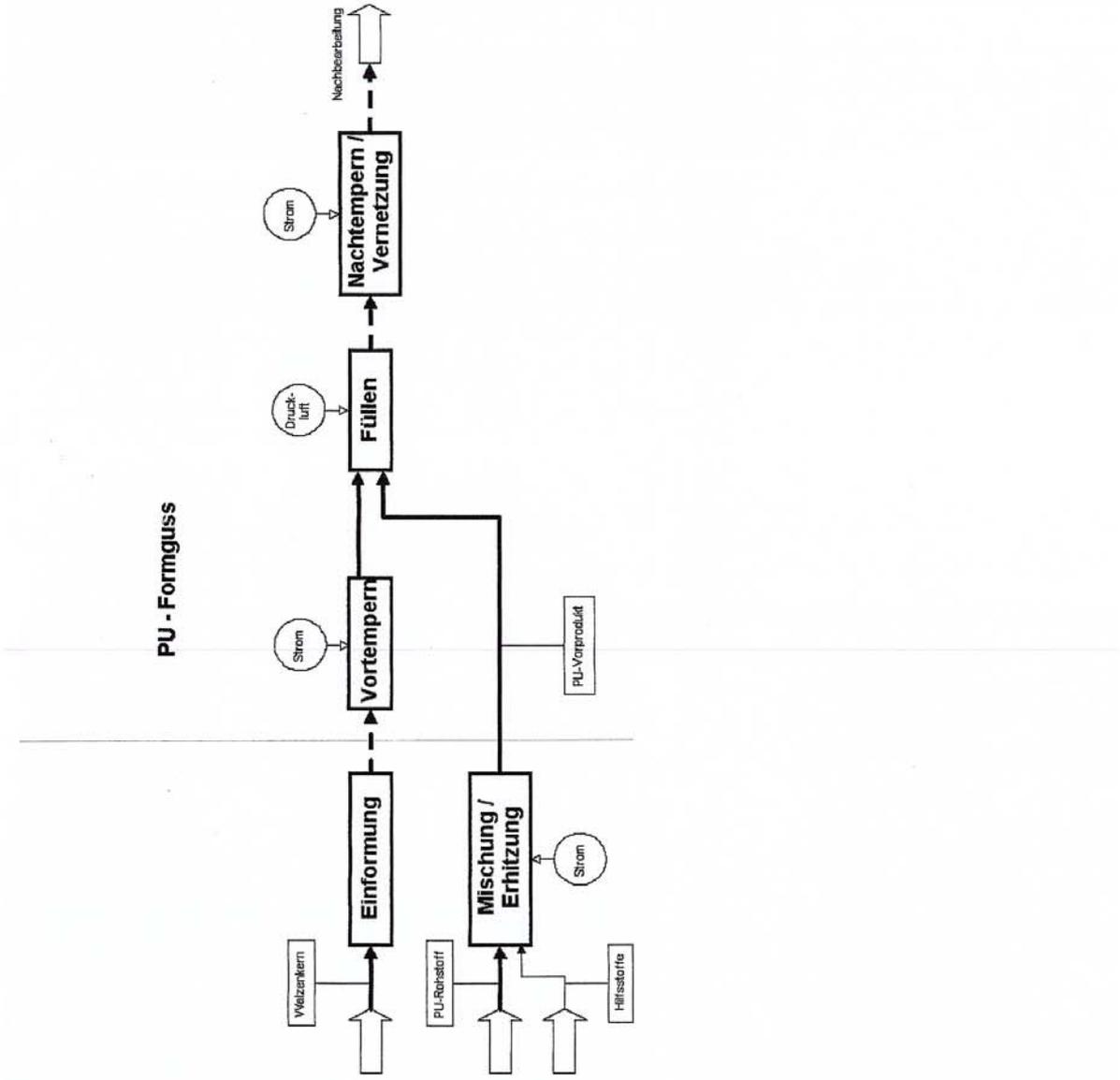


Abbildung 2

### Extrusionskonfektion

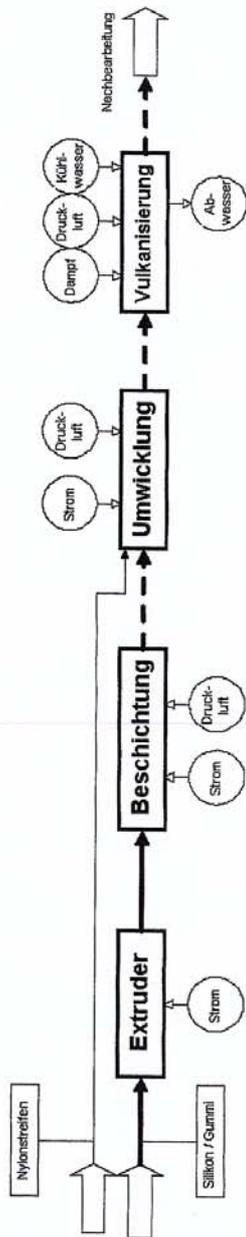


Abbildung 3

# Handkonfektion

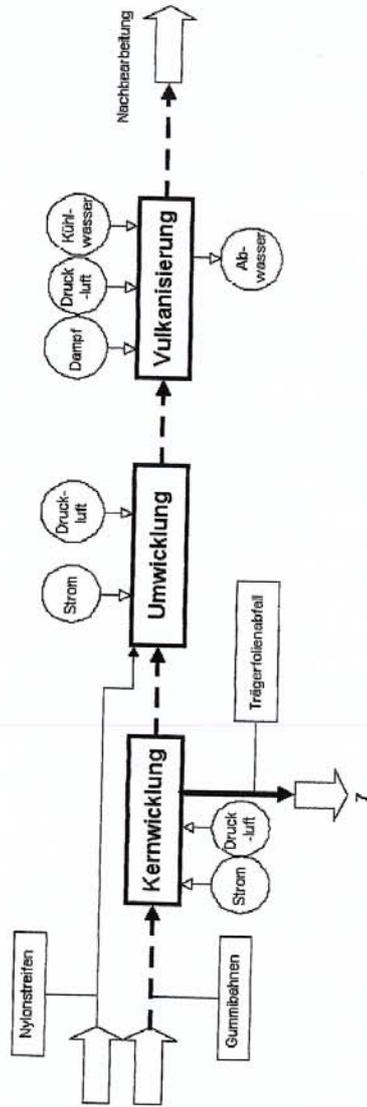


Abbildung 4

PU - Rotationsguss

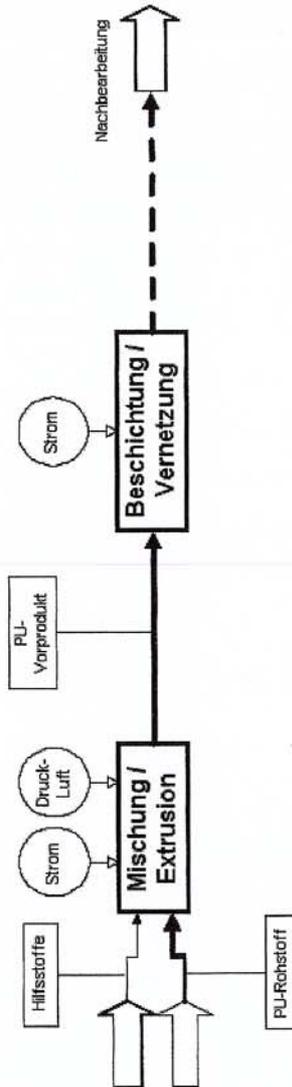


Abbildung 5

### Maschinenkonfektion (Knott-Verfahren)

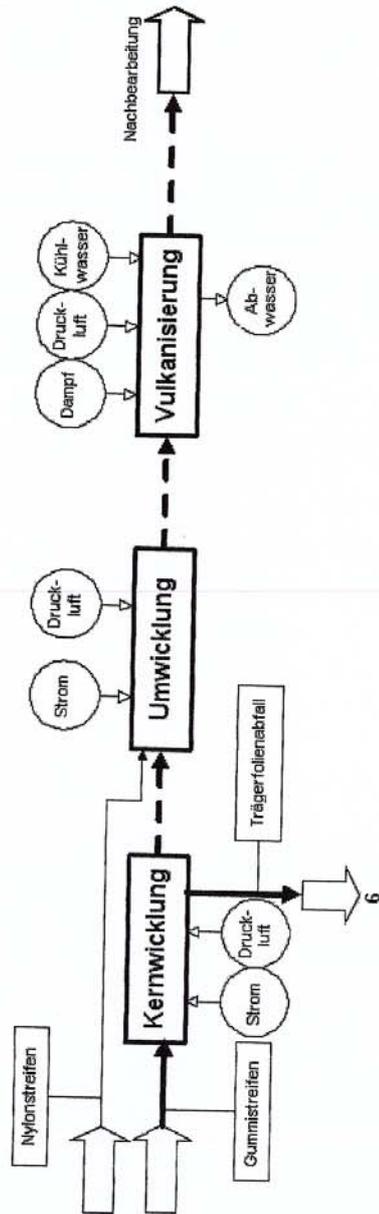


Abbildung 6

# Auflauf-Verfahren

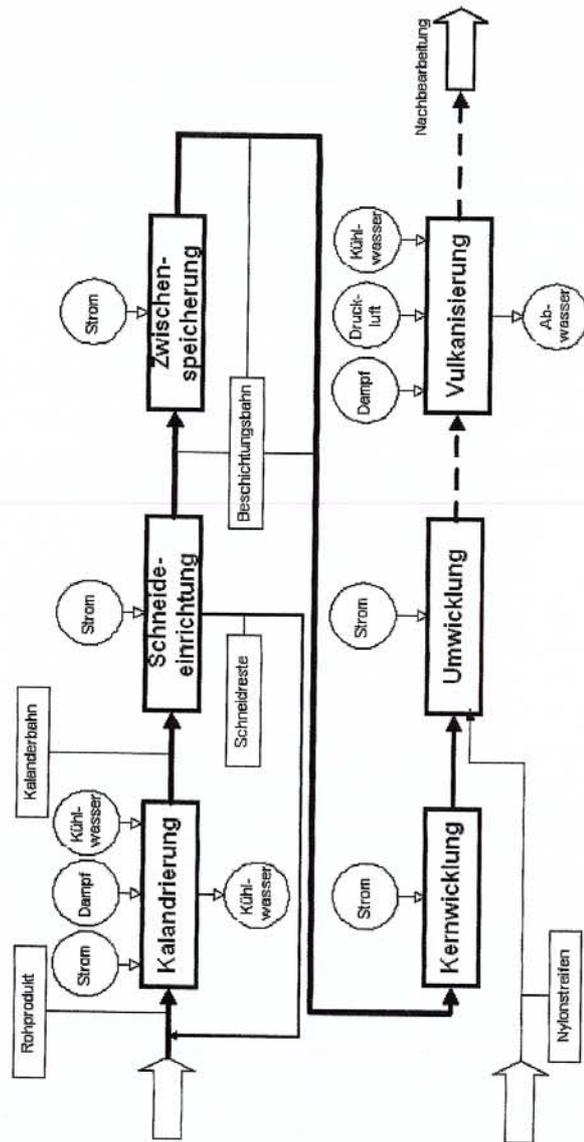


Abbildung 7

## Beschichtungsprotokoll für den MITEX-Kalander

Datum:

Kunde:

Auftrag-Nr.

### Walzendaten

Bezugslänge:	mm	Qualität:
Kerndurchmesser:	mm	Haftmittel:
Fertigdurchmesser inkl. Übermaß:	mm	

### Maschinendaten

Walzentemperatur oben:	°C	
Walzentemperatur unten:	°C	
Kalanderspalt:	mm	
Abstand Kalanderbacken:	mm	
Abstand Schneidmesser:	mm	
Poti-Einstellung Kalander:	%	
Poti-Einstellung Transportband	%	
Poti-Einstellung Walze:	%	

### Zeiten

Einrichtzeit Walze	min	Anzahl Personal
Einrichtzeit Kalander	min	Anzahl Personal
Produktionszeit	min	Anzahl Personal
Ausspannen Walze	min	Anzahl Personal

## Beschichtungsprotokoll für den MITEX-Kalender

Wie sind die  
Walzen ausge-  
fallen?!

Datum:

Kunde:

Auftrag-Nr.

### Walzendaten

Bezugslänge:		mm	Qualität:	585,71 bl
Kerndurchmesser:	993	mm	Haftmittel:	7-6-175MT
Fertigdurchmesser inkl. Übermaß:	1043	mm		

### Maschinendaten

Walzentemperatur oben:	60	°C	
Walzentemperatur unten:	60	°C	
Kalenderspalt:	Quersstärke 1,5-2,0	mm	
Abstand Kalenderbacken:		mm	
Abstand Schneidmesser:		mm	
Poti-Einstellung Kalender:	100	%	
Poti-Einstellung Transportband	50	%	
Poti-Einstellung Walze:	70	%	

### Zeiten

Einrichtzeit Walze	10	min	Anzahl Personal	1
Einrichtzeit Kalender	1	min	Anzahl Personal	1
Produktionszeit	25	min	Anzahl Personal	4
Ausspannen Walze	5	min	Anzahl Personal	1

## Beschichtungsprotokoll für den MITEX-Kalender

Datum:

Kunde:

Auftrag-Nr.

### Walzendaten

Bezugslänge:	1330	mm	Qualität:	61,55
Kerndurchmesser:	164	mm	Haftmittel:	62,80
Fertigdurchmesser inkl. Übermaß:	240	mm		

### Maschinendaten

Walzentemperatur oben:	60	°C	
Walzentemperatur unten:	60	°C	
<del>Kalenderspalt:</del> Summierte Stärke	1,5 - 2,0	mm	
Abstand Kalenderbacken:	1550	mm	
Abstand Schneidmesser:	1550	mm	
Poti-Einstellung Kalender:		%	
Poti-Einstellung Transportband		%	
Poti-Einstellung Walze:		%	

### Zeiten

Einrichtzeit Walze	1,5	min	Anzahl Personal	1
Einrichtzeit Kalender	/	min	Anzahl Personal	1
Produktionszeit	ca. 12	min	Anzahl Personal	4
Ausspannen Walze	1	min	Anzahl Personal	1

## Beschichtungsprotokoll für den MITEX-Kalender

Datum:

Kunde:

Auftrag-Nr.

### Walzendenaten

Bezugslänge:	mm	Qualität:	368,70 grün
Kerndurchmesser: 400	mm	Haftmittel:	
Fertigdurchmesser inkl. Übermaß: 463	mm		32 - Wand

### Maschinendaten

Walzentemperatur oben: 55	°C	
Walzentemperatur unten: 55	°C	
Kalenderspalt: Gummistärke 1,1	mm	
Abstand Kalenderbacken: 1850	mm	
Abstand Schneidmesser: 1900	mm	
Poti-Einstellung Kalender: 80 → 100	%	
Poti-Einstellung Transportband: 50	%	
Poti-Einstellung Walze: 88	%	

### Zeiten

Einrichtzeit Walze: 5	min	Anzahl Personal: 1
Einrichtzeit Kalender: 1	min	Anzahl Personal: 1
Produktionszeit: 15	min	Anzahl Personal: 4
Ausspannen Walze: 5	min	Anzahl Personal: 1