

## Adressen:

Herausgeber:

Bundesamt für Konjunkturfragen (Bf K)

Belpstrasse 53

3003 Bern

Tel.: 031/61 21 39

Fax: 031/61 20 57

Geschäftsstelle:RAVEL

c/o Amstein+Walthert AG

Leutschenbachstrasse 45

8050 Zürich

Tel.: 01/30591 11

Fax: 01/305 92 14

Ressortleiter: Jürg Nipkow ARENA

Schaff hauserstrasse 34

8006 Zürich

Tel.: 01/362 91 83

Autoren: Werner Hässig René Naef

Basler & Hofmann AG Forchstrasse 395 8029 Zürich

Tel.: 01/387 11 22

Fax: 01/387 11 00

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Handen des Impulsprogrammes RAVEL von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung.

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen

3003 Bern, Juni 1992

Auszugweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.21.51 d)

Form. 724.397.21.51 d 6.92 300

RAVEL Materialien **zu** RAVEL

Materialien zu RAVEL

# Elektrizitätsbedarf von Textildruck- maschinen

Gesamtwirkungsgrad  
elektromechanischer  
Prozesse

Werner Hässig

René Naef



Impulsprogramm RAVEL  
RAVEL - Materialien zu RAVEL

Bundesamt für Konjunkturfragen



**Inhalt****Zusammenfassung    Résumé**

<b>A</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1	Ausgangslage	1
2.	Vorgehen	1
3.	Messausrüstung	2
<b>B</b>	<b>Energie- und Produktionsverhältnisse eines Textildruck- und Färbetriebes</b>	<b>3</b>
1.	Der industrielle Prozess	3
1.1	Die Unternehmung	3
1.2	Anlagen und Verarbeitungsprozesse	3
2.	Energiesituation	5
2.1	Gesamtenergieverbrauch	5
2.3	Elektrische Energie	7
2.3	Energiebedarf wichtiger Einzelprozesse	9
3.	Produktionismengen / Metragen	10
4.	Allgemeine Erkenntnisse	12
<b>C</b>	<b>Elektrizitätsbedarf der Textildruckverfahren</b>	<b>15</b>
1.	Ermittlung der erbrachten Dienstleistungen	15
2	Untersuchungen an einer Rundfilmdruckmaschine	17
2.1	Aufbau und Funktion (RD6)	17
2.2	Elektrizitätsverbraucher (RD6)	18
2.3	Betriebsarten (RD6)	19
2.4	Momentane Leistungsmessungen (RD6)	19
2.5	Leistungen im zeitlichen Verlauf (RD6)	21
2.6	Beurteilung von Leistung und Energie (RD6)	23
3.	Untersuchungen an einer Flachfilmdruckmaschine	27
3.1	Aufbau und Funktion (FD7)	27
3.2	Elektrizitätsverbraucher (FD7)	27
3.3	Betriebsarten (FD7)	28

3.4	Momentane Leistungsmessungen (FD7)	28
3.5	Leistungen im zeitlichen Verlauf (FD7)	28
3.6	Beurteilung von Leistung und Energie (FD7)	30
4.	Massnahmen für Einsparungen	36
4.1	Betriebliche Massnahmen	37
4.2	Technische Massnahmen	38
<b>D</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>41</b>
1.	Technisch	41
2.	Betrieb und Prozessanalyse	41
3.	Wirksamkeit	42
4.	Allgemein	42

## **ANHANG**

### **A    Literatur und Fotos**

### **B    Zeitsynchrone Darstellung der Einzelantriebsleistungsmessungen**

### **C    Datenblätter zu Einzelantrieben**

21.4.1992, Rev 28.4.92; B 1799, WPH/NA

Ingenieure und Planer AG, Mitglied SIA / ASIC  
Forchstrasse 395, CH-8029 Zürich, Tel 01/387 11 .22, Fax 01/387 11 01

## Zusammenfassung

Elektrizität wird in industriellen Prozessen in den unterschiedlichsten Verwendungen benötigt. Wieviel Strom, wozu und mit welchem Wirkungsgrad eingesetzt wird, sind Fragen auf welche die vorliegende Arbeit am Beispiel des Textildrucks Antworten gibt.

Eine Gesamtenergiebetrachtung eines grösseren Textilveredlungsbetriebes zeigt, dass der Elektrizitätsbedarfsanteil weniger als 10% oder 29 TJ/a (8 GWh/a) beträgt.

Eine detaillierte messtechnische und analytische Untersuchung des Rundfilm- und Flachfilmdruckverfahrens ergeben einen spezifischen Strombedarf von 0.13 kWh resp. 0.39 kWh pro Laufmeter bedruckten Stoffes. Erstaunlich ist, dass nur gerade 20% dieses Stroms für eigentliche mechanische Funktionen (Bewegung und Schaltungen) eingesetzt werden. Rund 80% des Stroms wird im Zusammenhang mit thermischen Prozessen benötigt (30% für Widerstandsheizungen, 50% für Trocknerventilatoren). Der 20%-Anteil der mechanischen Antriebe verteilt sich zudem auf 15-20 Motoren.

Bei Textildruckmaschinen kann allgemein mit 15-25% wirtschaftlich realisierbaren Elektrizitätsverbrauchseinsparungen gerechnet werden. Dies vor allem im Bereich betrieblicher Massnahmen. Auch bei den Einsparungen stehen die thermischen Prozesse klar im Vordergrund. Allein bei einem einzigen Trockner werden Elektrizitätseinsparungen von ca. 40% geschätzt, was täglich 64 kWh entspricht (hinzu kommt ein Mehrfaches an fossiler Energie).

Im weiteren gibt der vorliegende Bericht Auskunft über die gewählte Untersuchungsmethodik.



## Résumé

Dans l'industrie l'électricité est utilisée dans des procédés les plus divers. Combien d'électricité consomme-t-on, pour quelle raison et avec quel rendement, ce sont les questions auxquelles répond le présent rapport pour l'exemple de l'impression de textiles.

Pour une entreprise de finissage textile la consommation d'électricité d'environ 29 TJ/a (8 GWh/a) ne comporte même pas 10 % de la consommation totale d'énergie.

Une analyse détaillée sur une machine d'impression rotative et au cadre, donne un besoin d'électricité spécifique de 0.13 kWh respectivement 0.39 kWh au mètre de tissu. Hors, seulement 20 % de cette électricité est utilisée pour des fonctions mécaniques (15 à 20 moteurs). Environ 80% de l'électricité est utilisée en relation avec des processus thermiques (30% pour chauffage à résistance, 50% pour séchage).

Une réduction de la consommation d'électricité de 15 à 25% semble possible économiquement, surtout dans le domaine de l'exploitation.

Du côté des économies, les processus thermiques sont au premier plan. Seul pour un séchoir on calcule une réduction d'environ 40%, ce qui représente 64 kWh par jour.

Le présent rapport informe aussi sur la démarche utilisée.



## **A Einleitung**

### **1. Ausgangslage**

Der Elektrizitätsbedarf von einzelnen Antrieben in industriellen Anwendungen ist noch weitgehend unbekannt. Dies hängt vor allem mit der Vielzahl der eingesetzten Antriebe und den unterschiedlichsten Dienstleistungen, welche erbracht werden, zusammen.

Eine Textildruckmaschine allein, umfasst bereits rund 20-30 Einzelantriebe verschiedenster Grösse und Bauarten. Eine eingehende Analyse der Verbrauchscharakteristik und der Energiedienstleistungen, d.h. des Gesamtwirkungsgrades, einer solchen Maschine soll Aufschlüsse über die Effizienz des Energieeinsatzes bei Antrieben sowie Verbesserungsmöglichkeiten erlauben.

Freundlicherweise hat sich die Firma Heberlein Textildruck AG in Wattwil zur Zusammenarbeit bereit erklärt. Mit viel Verständnis für solche Grundlagenuntersuchungen, mit Messgeräten und mit personeller Unterstützung hat die Firma die Arbeiten im Rahmen dieses RAVEL-Projektes unterstützt, wofür an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

Ferner danken wir auch der Firma Fritz Buser AG in Wiler für die Bereitstellung der Elektroschemen und für das Zurverfügung stellen wertvoller Zusatzinformationen.

Beiden Firmen danken wir zudem für die Bereitschaft, sämtliche erarbeiteten Erkenntnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

### **2. Vorgehen**

Die gesamthafte Erfassung der energetischen Situation des Betriebes war Gegenstand einer ersten Arbeitsphase. Dank vielen, bereits vorhandenen Aufzeichnungen von Energieverbrauchsdaten, konnte relativ rasch ein Überblick über den Betrieb gewonnen werden.

Für die zweite Arbeitsphase wurde der Betrachtungsraum auf einen spezifischen Arbeitsgang innerhalb der Textilveredlung eingeschränkt. Der Textildruck als zentraler Arbeitsgang weist neben einem grossen thermischen Energiebedarf (Fixierung der Farbe) einen recht grossen Elektrizitätsbedarf auf. Der Elektrizitätsbedarf wurde vorerst an zwei Druckverfahren (Rundfilm- und Flachfilmdruck) gesamthaft bestimmt und in einen Bezug zur Produktionsmenge (=bedruckte Laufmeter Stoff) gesetzt.

In einer weiteren Messerie konnte der Elektrobedarf einzelner Antriebe im zeitlichen Verlauf ermittelt werden. Die Auswertung bestand in der Analyse der Messergebnisse im Hinblick auf Plausibilität sowie energetische Effizienz. Bei dieser Auswertung standen nicht so sehr die gemessenen Anlagen im Vordergrund. Vielmehr wurde versucht allgemeine Grundtendenzen, für die energetische Effizienz eingesetzter Antriebe zu erkennen. Einzelne realistisch erscheinende Massnahmen wurden abschliessend aufgelistet.

### **3. Messausrüstung**

Drei Messsysteme standen im Einsatz

VIP-Multifunktions-Messgerät (VIP System 3 energy analyzer) mit Datenspeicher: Für Einzelmessungen verschiedener Verbraucher; insbesondere zur Bestimmung der Belastung der einzelnen Kanäle sowie  $\cos\phi$  Bestimmung (Messtakt: 1 Sekunde).

Punktschreiber: Zur Ermittlung des Gesamtverbrauches (Wirk- und Blindleistung, 3-phasig) über eine längere Zeitperiode (Woche). Mehrkanalmesseinrichtung: Datenlogger (Delta T Data Logger) zur simultanen Aufzeichnung von bis zu 20 Messsignalen. Relais Karte und Chauvin Arnoux 2BV 150A AC 15V DC Stromzangen.

April 1992

## **B Energie- und Produktionsverhältnisse eines Textildruck- und Färbetriebes (Ergebnisse einer Grobanalyse)**

Ziele der Grobanalyse waren die Erlangung von Kenntnissen der betrieblichen Produktionsprozesse, der Gesamtenergieverbräuche und die Erkennung von Schwerpunkten für die Elektrische Wirkungsgradanalyse.

### **1. Der industrielle Prozess**

#### **1.1 Die Unternehmung**

Zur Durchführung der Untersuchungen konnte die Unternehmung. Heberlein Textildruck AG in Wattwil SG gewonnen werden. Als grösster Schweizer Textilveredelungsbetrieb (rund 500 Mitarbeiter) weist dieser mit 8.7 Mio Laufmeter bedrucktem Stoff jährlich, einen Schweizer Marktanteil von rund 45% auf. Der jährliche Umsatz beträgt ca. 68 Mio Franken. Produziert wird meistens auf Werkvertragsbasis (d.h. die Stoffe bleiben Eigentum des Auftraggebers) und zu über 90% für den Export. Primär sind es Kleider- und Wäschestoffe sowie Heimtextilien und diverse Stoffe, welche verarbeitet werden. Dieser Textilveredelungsbetrieb konzentriert sich seit Jahren auf den koloristisch und technisch anspruchsvollen, qualitativ hochstehenden Textildruck. Entsprechend sind die einzelnen Aufträge teilweise sehr klein.

#### **1.2 Anlagen und Verarbeitungsprozesse**

Für das genauere Verständnis der umgesetzten Energien, sollen die wichtigsten Produktionsprozesse kurz beschrieben werden. Eine detailliertere und illustrierte Beschreibung des Produktionsablaufes findet sich im Anhang unter "Informationen zum Betriebsrundgang".

An der Sengmaschine werden abstehende Fasern mittels einer Gasflamme abgebrannt. Durch das Abkochen und Bleichen von Baumwollstoff wird ein schöner Weissgrad und gute Saugfähigkeit erreicht (Bleichmaschine). Zur Erzielung von Glanz und gutem Farbaufnahmevermögen wird der Stoff mit konzentrierter Natronlauge behandelt (Mercerisiermaschine). Immer wenn der Stoff für die Weiterverarbeitung getrocknet werden muss, wird dieser über den Spannrahmen geführt.

Teil B: ENERGIESITUATION TEXTILVEREDLUNG

April 1992

Dadurch lassen sich Massgenauigkeit und gute Gamparallelität sicherstellen. Je nach Bearbeitung kommt das Gewebe während der Veredelung zwei bis viermal auf den Spannrahmen.

Der Stoff wird entweder in breitem Zustand (Breitfärben) oder in Strangform gefärbt. Es wird zwischen Färben bei einer erhöhten Temperatur (bis 90°C; Anteil ca. 25%) und Kaltfärben bei Raumtemperatur (Anteil ca. 75%) unterschieden. Das Auswaschen des nichtfixierten Farbstoffes erfolgt in beiden Fällen bei Kochtemperaturen.

Bedruckt werden weisse (gebleicht) und gefärbte Stoffe. Rund 18% der Stoffmenge wird nicht bedruckt.

Auf fünf Rundfilmdruckmaschinen (Siebdruck), vier Flachfilmdruckmaschinen (Siebdruck), und auf zwei Walzendruckmaschinen (Kupfertiefdruck) werden Gewebe und Maschenware bis zu einer Breite von 240 cm bedruckt. Das Drucken ist wohl der anspruchsvollste Teil der Bearbeitung und gleichzeitig eine Spezialität des untersuchten Betriebes. Die bis zu 24 Schablonen exakt zu positionieren braucht viel Fachkenntnis und nicht selten auch beträchtliche Mengen Vorlaufstoff, welcher anschliessend wieder ausgewaschen wird.

Die Farbstoffe werden im Dämpfer bei 100-170°C auf der Faser fixiert und anschliessend die überschüssigen Farbstoffe, die Fixierchemikalien und die Verdickungen unter Einsatz von Waschmitteln bei Kochtemperatur ausgewaschen (Druckwaschmaschine). Zur Erzielung der gewünschten Trageeigenschaften (Griff, Dimensionsstabilität, vermindertes Knitterverhalten) werden die Stoffe mit geeigneten Chemikalien, imprägniert, auf Endbreite gezogen und dabei getrocknet. Für Kunstharzausrüstung ist noch ein Kondensierprozess bei 150-160°C erforderlich. Ganz spezifische Oberflächeneffekte werden mittels hohen Pressdrücken und Temperatur erreicht. Dazu wird der Stoff zwischen Stahl- und Papierwalzen geführt (Kalander).

## Teil B: ENERGIESITUATION TEXTILVEREDLUNG

April 1992

**2. Energiesituation****2.1 Gesamtenergieverbrauch**

Eine Analyse der verschiedenen, vom Betrieb 1989 und 1990 erfassten Verbrauchswerte für verschiedene Energieträger ergab folgendes Bild:

*Tabelle B.1  
Energiebedarf 1989 und  
1990, nach Energieträger  
aufgeteilt*

Energie- träger	Hauptver- wendung	Energieverbrauch			
		1989		1990	
		GWh	T J	GWh	T J
Schweröl	Prozessdampf	56.5	203.6	32.9	118.4
Schweröl	Wärmeträgeröl	4.1	14.6	0.2	0.6
Schweröl total:		60.6	218.2	33.1	119.0
Erdgas	Prozessdampf	18.2	65.6	38.0	136.6
Erdgas	Wärmeträgeröl	0.1	0.3	3.2	11.5
Erdgas	Prozess direkt	4.1	14.6	4.6	16.7
Erdgas total:		22.4	70.5	45.8	164.8
Elektrizität		8.3	29.8	8.0	28.6
Energie total:		91.3	318.5	86.9	312.4

Der wichtigste innerbetriebliche Energieträger ist Dampf (1640 C, gesättigt), welcher über ein Hochdruckleitungsnetz praktisch überall im Betrieb zur Verfügung steht. Selbst die Raumheizung erfolgt ab einer Dampfumformstation. Für Anwendungen mit höherem Temperaturbedarf wird Wärmeträgeröl mit 2550C (ab Kesselhaus) eingesetzt. Spezielle Verfahren (z.B. Sengmaschine) werden direkt mit Gas versorgt

Die elektrische Energie nimmt sich in dieser Aufstellung mit einem Anteil von 9% relativ bescheiden aus. Absolut betrachtet entsprechen diese 8.0 GWh/a aber doch einem Verbrauch von rund 2000 Privathaushalten.

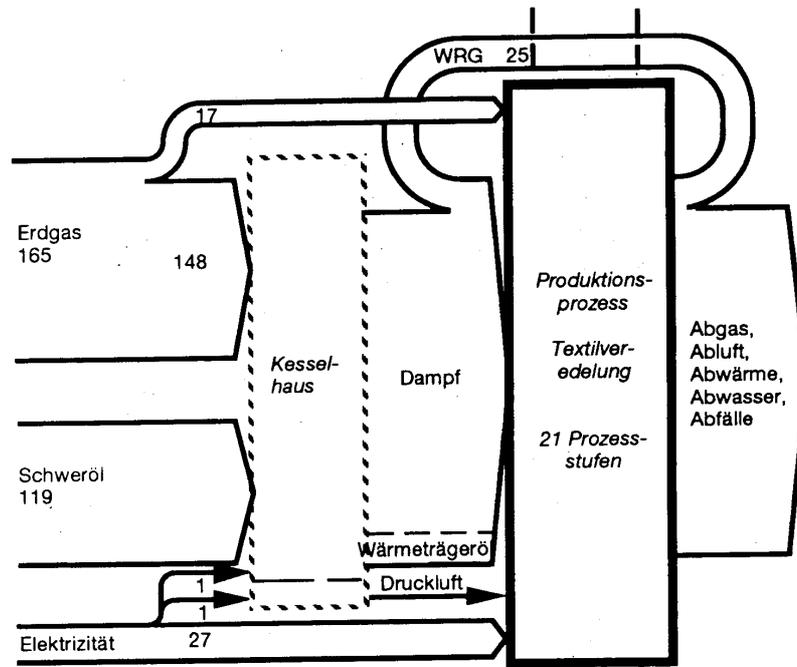
Ganz andere Relationen zeigen sich auf der Kostenseite. Bei jährlichen Energiekosten von 2.5 Mio Franken machen die Stromkosten 39% der Gesamtenergiekosten aus.

Der Gesamtenergieverbrauch des Betriebs entspricht bereits 0.04 % des gesamtschweizerischen Verbrauchs an Endenergie. Die kleine Reduktion von 1990 gegenüber 1989 ist primär auf konjunkturelle Schwankungen zurückzuführen. Massnahmen zur effizienteren Nutzung der Energie

April 1992

werden jedoch ebenfalls laufend realisiert und tragen so zu einer langfristigen Verbrauchsreduktion bei (vgl. Figur B.2). Insbesondere wird die Wärmerückgewinnung aus Abwasser und Abluft laufend verstärkt und beträgt heute rund 7 GWh/a (25.2 TJ/a). Auch Abwärmen werden vermehrt genutzt; so z.B. die Abwärmenutzung der Druckluftkompressoren zur Wasservorwärmung.

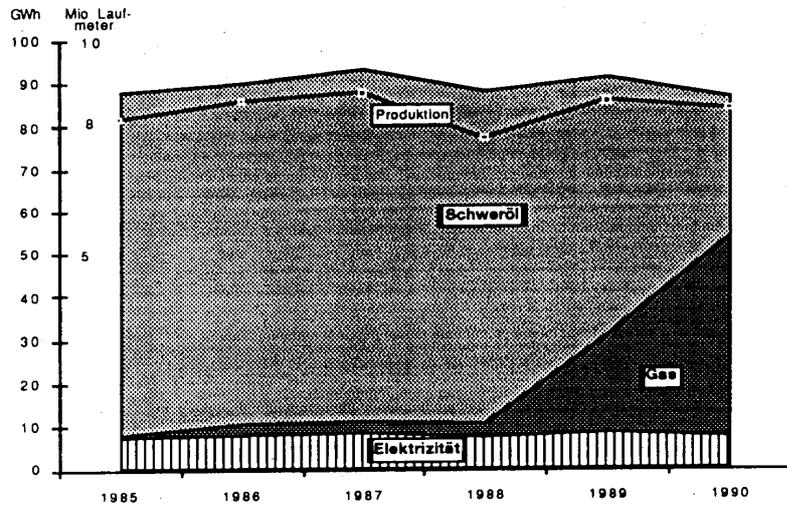
Figur B.1  
Energiebedarf 1990 mit  
Aufteilung nach den wich-  
tigsten Energieträgern.  
(Alle Zahlen in TJ/a)  
Gesamtbedarf: 313 TJ/a  
bzw. 87 GWh/a  
Energiekennzahlen 1990:  
37 MJ/Lm bzw. 10  
kWh/Lm  
oder  
191 MJ/kg bzw. 53 kWh/kg



Die für diesen Betrieb geltenden Energiekennzahlen sind in Figur B.1 für das Jahr 1990 ebenfalls angegeben. Diese Zahlen lassen sich aber nur bei genauerer Kenntnis der Firmenstruktur mit den Zahlen anderer Firmen vergleichen (vgl. dazu 3. Kapitel).

April 1992

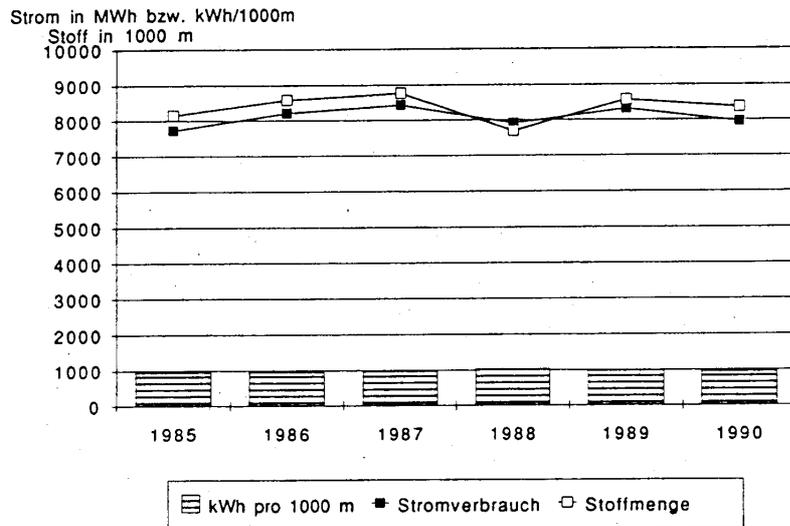
Figur B.2  
Energiebedarf der letzten  
Jahre und Produktion



Seit 1989 ist der Betrieb im Begriffe, von Schweröl auf Erdgas- und Leichtölbetrieb (Leichtöl als Reserve) umzustellen. Neben diesem direkten Energieeinsatz werden allerdings auch beträchtliche Energiemengen in Form von eingesetzten Materialien (z.B. Farben) und Hilfsstoffen (Säuren und Laugen) umgesetzt.

### 2.3 Elektrische Energie

Figur B.3  
Elektrizitätsverbrauch,  
Produktion und  
spezifischer  
Stromverbrauch  
  
Der Stromverbrauch  
reagiert unelastisch auf  
Produktionsschwankungen



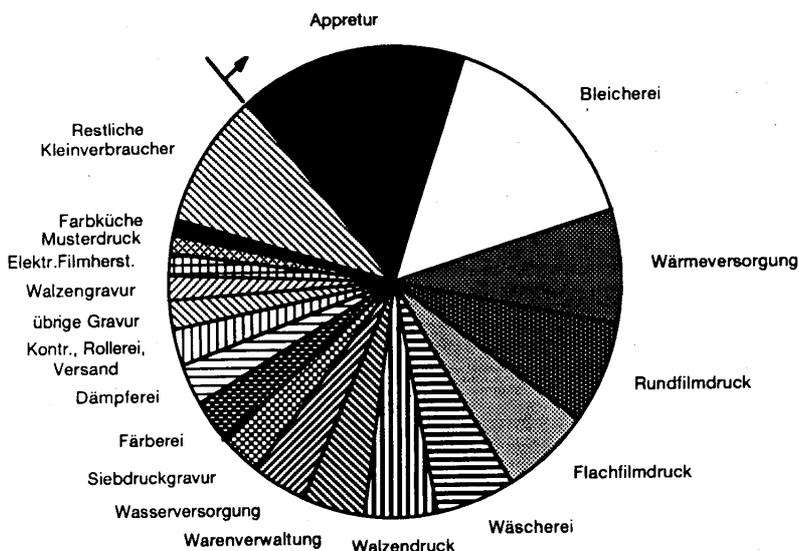
Teil B: ENERGIESITUATION TEXTILVEREDLUNG

April 1992

Im Gegensatz zur Gebäudetechnik wird in der Industrie bereits heute der Strom- (Energie-) Verbrauch in der Regel differenziert erfasst. Dies ist durch das bedingt, welches möglichst betriebliche Rechnungswesen Klarheit bezüglich des Aufwandes einzelner Abteilungen schaffen will.

Das elektrische Niederspannungsnetz ist gegenwärtig in 29 Hauptverteilungen gegliedert, welche je mit einem Stromzähler versehen sind. Da die Unterverteilungen nur seitlich genau den Betriebsabteilungen entsprechen, wird der gemessene Verbrauch nach einem Verteilschlüssel den einzelnen Abteilungen verrechnet.

Figur B.4  
Stromaufteilung nach  
Betriebsabteilungen  
aufgrund von Zählungen  
und Schätzungen  
(Reihenfolge nach  
Verbrauch)



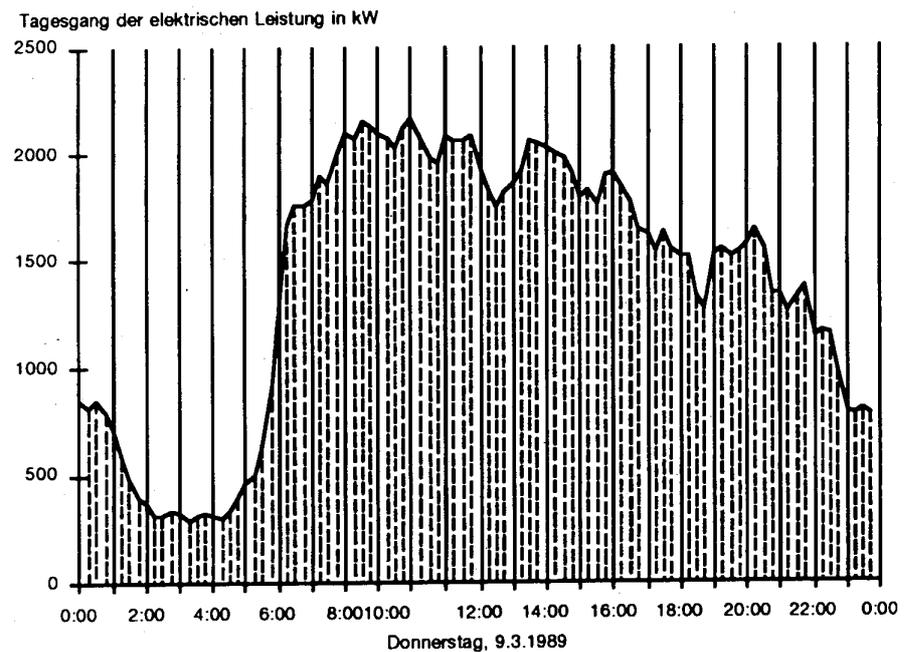
Eine Aufteilung, der Stromverwendung auf einzelne Anlagen, Maschinen oder Haustechnikinstallationen, ist damit allerdings noch nicht möglich. In einzelnen, bezüglich Maschinen und Installationen relativ homogenen Abteilungen, kann der Verbrauch von Einzelmaschinen jedoch abgeschätzt werden.

Aus Figur B.4 wird deutlich, dass es keine eigentlichen Schwerpunktsverbraucher gibt, sondern viele verschiedene aber ähnlich grosse Verbraucher.

April 1992

Der Verlauf der elektrischen Leistungsspitzen (15 Min-Mittelwerte) wurde im März 1989 während einer Woche gemessen. Einer dieser Tagesgänge ist in Figur 5 wiedergegeben. Bei Betrachtung des Verlaufs während der Arbeitszeit (0600-2200 Uhr; 2 Schichten), fallen die grossen Leistungsunterschiede auf. Die höchsten Leistungen treten morgens zwischen 08.00 und 10.00 Uhr auf. Die Werkstätten sowie Büros (Normalarbeitszeit, ca. 07.00-17.00 mit Mittagszeit) sind dann voll in Betrieb. Ober den Nachmittag und vor allem am Abend werden laufend nicht mehr benötigte Maschinen ausgeschaltet, die vom Arbeitsablauf her an diesem Tag nicht mehr benötigt werden. Ein eigentliches Lastspitzenmanagement zur Vermeidung hoher elektrischer Leistungsspitzen wird bis heute noch nicht durchgeführt.

Figur B.5  
Elektrische  
Verbrauchsmessung eines  
Werktages

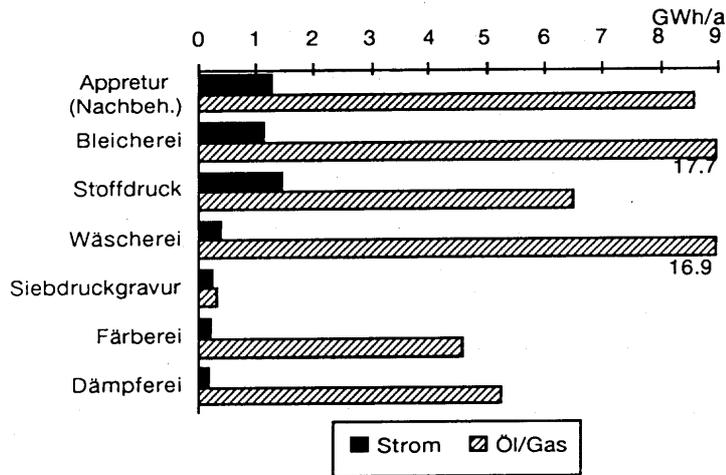


### 2.3 Energiebedarf wichtiger Einzelprozesse

Zur Erfassung der effektiv energieintensiven Prozesse wird nachfolgend grob die Energieverwendung einzelner Produktionsabteilungen angeführt. Figur B.6 zeigt, dass der Anteil der fossilen Energie (01/Gas) bei praktisch allen Arbeitsprozessen dominiert.

April 1992

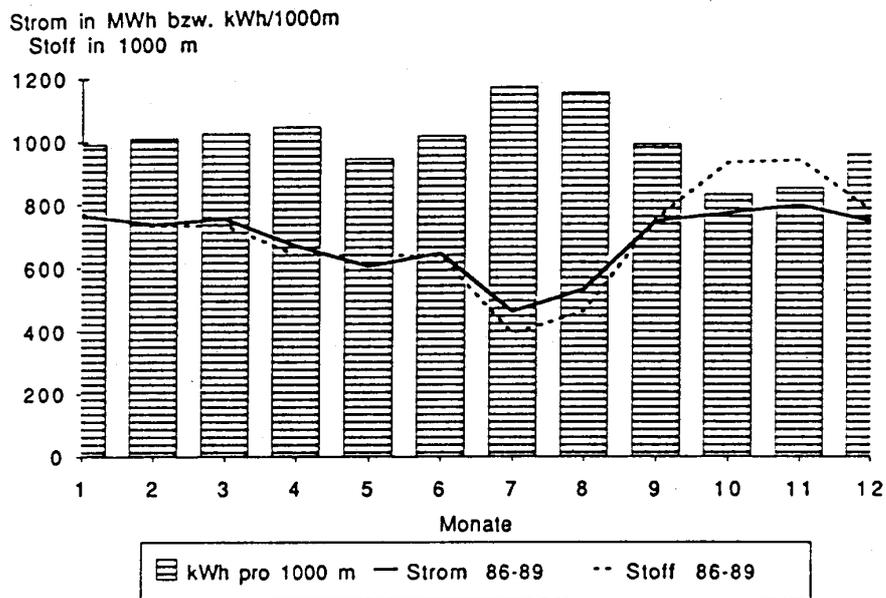
Figur B.6  
Energieverbrauch der  
wichtigsten  
Arbeitsprozesse  
(Stoffdruck: Filmdruck und  
Walzendruck)



### 3. Produktionsmengen / Metragen

Wirkliche Aussagen zum Energieverbrauch werden erst aufgrund der Gegenüberstellung zu einer Bezugsgrösse möglich. Das naheliegendste Bezugsmass eines Textilveredelungsbetriebes sind die bearbeiteten Laufmeter (Lm), genauer gesagt die fakturierten Laufmeter Stoff. Naheliegend deshalb, weil diese Grösse stets erfasst wird. Die verarbeiteten Stoffmengen variieren über das Jahr recht stark, wie Figur B.7 zeigt.

Figur B.7  
Monatliche Variation von  
Stoff- und Strommenge  
(über 4 Jahre gemittelt)



## Teil B: ENERGIESITUATION TEXTILVEREDLUNG

April 1992

In den Monaten Oktober und November wird mit demselben Stromeinsatz wie ungefähr im Februar/März bedeutend mehr Stoff verarbeitet. Der Grund liegt im saisonbedingten grossen Auftragsbestand im Herbst. Die Maschinen sind besser ausgelastet und die Aufträge umfassen grössere Metragen. Die jährlich verarbeitete Stoffmenge schwankte in den letzten Jahren insgesamt nur leicht (vgl. Figur B.1).

Für energetische Vergleiche eignet sich diese Grösse allerdings nur bedingt. Denn die Stoffe variieren vor allem im Gewicht um ganze Faktoren und auch in der Breite zwischen ca. 100 cm und 240 cm. (Für die Umrechnung auf Gewichtswerte ist für diesen Betrieb grob von 150 cm mittlerer Breite und 0.13 kg/m<sup>2</sup> auszugehen). Hinzu kommen Variationen im Bearbeitungsgrad und im Qualitätsstandard. So kann es beispielsweise sein, dass für einen sehr anspruchsvollen Druckauftrag von wenigen Laufmetern ein Mehrfaches an Stoff während der Einrichtzeit bedruckt, getrocknet und wieder gewaschen wird, als je fakturiert wird. Oder, in einem andern Fall kann es sein, dass der Stoff nur gerade gewaschen und gebleicht wird und ohne weitere energieintensive Behandlungen direkt verkauft wird.

Aus diesem Grunde sind industrielle Energiekennwerte als pauschale Grössen (ohne genau festgelegte Definition) kaum für überbetriebliche Vergleiche verwendbar, sondern lediglich für interne Zwecke nutzbar. In der vorliegenden Situation soll der Verbrauchswert des Gesamtbetriebes den Kennwerten einzelner Prozesse gegenübergestellt werden. Energiekennwerte auf Prozessebene zu ermitteln ist jedoch ohne Einzelmessungen nur schwer möglich.

Dank guter betrieblicher Unterlagen und dem Entgegenkommen der Firmenleitung konnten im vorliegenden Fall die verarbeiteten Metragen für verschiedene Prozesse separat ermittelt werden (Tabelle B.2).

*Tabelle B.2  
Je Prozess verarbeitete  
Stoffmenge im Jahre 1990;  
Absoluter und spezifischer  
Elektrizitätsverbrauch*

Produktionsprozess	verarb. Lm in 1000 *)	Strom- bedarf MWh	Spez. Strombed. kWh/Lm
Walzendruck	970	108	0.11
Flachfilmdruck	1700	653	0.39
Rotationsfilmdruck	4300	553	0.13
Spannrahmen trocknen	16'000	-	-
Spannrahmen appretieren	8370	-	-
*) 88% der Aufträge berücksichtigt; auf 100% hochgerechnet			

April 1992

#### **4. Allgemeine Erkenntnisse**

In der Schweiz existieren 54 Textilveredelungsbetriebe. Davon sind 11 Druckbetriebe. Die Firma Heberlein deckt rund ein Drittel des Schweizerischen Textildruckmarktes ab und produziert im oberen Preis- und Qualitätssegment des Marktes. Weitere grössere Druckbetriebe sind Schellenberg AG, Fehraltorf ZH; Cilander AG, Herisau (stellt Druckproduktion ab Mai 92 ein); Habis Textil AG, Flawil und Mitlödi AG, Mitlödi GL. Mitlödi produziert ebenfalls im oberen Preis- und Qualitätssegment des Marktes, jedoch mehr auf Seide und nur mit Flachfilmdruck (auch auf Drucktischen).

Die Gesamtmenge in der Schweiz veredelte Gewebe und Stoffdruck betrug 1990 rund 107 Mio Laufmeter; davon entfallen auf den Stoffdruck 23.5 Mio Laufmeter oder ca. 30 Mio m<sup>2</sup>. Maschinenpark:

In der Schweiz stehen 6 Walzendruckmaschinen (11.5%), 13 Rotationsdruckmaschinen (51 %), 16 Flachfilmdruckmaschinen (34%) und rund 2500m Drucktische (3.5%) im Einsatz. In Klammern sind die ungefähren Produktionsanteile angeführt. \*)

Bedingt durch teilweise sehr kleine Aufträge und anspruchsvolle Dessins ist die Maschinenauslastung relativ klein. D.h. ein grosser Teil der Betriebszeit wird für Umrüstung, Justierungen und Vordruck belegt. Effektiv gedruckt wird während rund 30% der Betriebszeit.

Diesem Umstand soll in der Feinanalyse Rechnung getragen werden, indem nicht nur der Stromverbrauch während den eigentlichen Laufzeiten zu messen ist, sondern auch während den verschiedenen Unterbruchszeiten. Generell sollen die betrieblichen Umstände der verursachten Stromverbräuche genau im Auge behalten werden, da mit einer reinen Verbrauchsanalyse (nur nach Funktionen) nur ein Teil der Stromverwendungssituation erfasst würde. Ein Bezug zum Produktionsablauf (bzw. Materialfluss) soll deshalb stets bestehen.

Seit jüngerer Zeit sind sämtliche Druckmaschinen an einem Betriebsdatenerfassungssystem (BDE) angeschlossen. Dieses System zeichnet pro Maschine wichtige Produktionsdaten wie Zeitpunkt, Länge und Art von Stillständen sowie vier verschiedene Betriebsarten auf. Sämtliche Daten werden während zehn Tagen gespeichert und sind über verschiedene Protokolle abrufbar.

\*) Angaben laut Verband der Schweizerischen Textil-Veredlungs-Industrie (VSTV), Zürich und Gherzi Textil Organisation, Zürich

Teil B: ENERGIESITUATION TEXTILVEREDLUNG

April 1992

Die energietechnischen Schwerpunkte der Textilveredelung liegen klar im Wärmebereich. Obwohl oder gerade weil dies so ist, lassen sich im Bereich der Elektrizität Einsparpotentiale vermuten. Denn in diesem Bereich wurden bis heute noch wenig Anstrengungen unternommen, da der Kostenanteil (ca. 2% der Produktionskosten) sowie auch die Fachkenntnisse über mögliche Erfolgsaussichten relativ klein sind. Obwohl bis heute keine systematischen Analysen zu Elektrizitätseinsparungen erfolgten, sind in den letzten Jahren bereits folgende Massnahmen verwirklicht worden (seit 1988):

- Der Antrieb des Chintzkalenders wurde erneuert und kleiner dimensioniert (früher 55 kW; heute 39 kW). Zudem wurde ein Frequenzumformer anstelle eines komplizierten alten Getriebes eingebaut.

- Etappenweise werden sparsamere Beleuchtungen installiert.

- Weichwasserpumpe (22kW): Delta-p-Steuerung eingebaut. Sobald kaum noch ein Wasserbedarf vorhanden ist, schaltet die Pumpe aus. Ein kleiner Einzelnutzer bekam einen Handschalter zur Inbetriebsetzung der Pumpe bei Bedarf (mit automatischer Ausschaltung nach ca. 5 Min).

- Speiswasserpumpe im Kesselhaus:-Erzeugt einen Druck von 20 bar. Wenn kein Wasser benötigt wird steigt der Druck bis 28 bar. Auch hier wird deshalb im Sommer 91 ein frequenzgeregelter Antrieb (Motor und Umformer) neu eingebaut. Ca. 30 kW; Kosten rund Fr. 30'000.-

Rückzahlfrist: ca. 4 Jahre.

- Anschaffung einer neuen, wirtschaftlicheren Druckluft-Verdichteranlage (40kW)

Mögliche weitere Sparmassnahmen:

- Elektrische Widerstandsheizungen durch Gasstrahlungsheizungen ersetzen

- Unnötige Betriebszeiten gewisser Anlagen(teile), z.B. während Bereitschaftszeiten, reduzieren

Für das vorliegende Untersuchungsobjekt sind vor allem die Druckverfahren bezüglich Strombedarf weiter zu untersuchen. Gründe dafür sind im wesentlichen die folgenden: 1. Relativ und absolut grösster Elektrizitätsverbrauch (verglichen mit anderen Produktionsabteilungen). 2. Viele elektrische Antriebe (die Analyse elektrischer Kraftanwendungen stehen



## **C      Elektrizitätsbedarf der Textildruckverfahren**

Von den verschiedenen Druckverfahren, wurden der Rund- und Flachfilmdruck einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Ziel war, detaillierte Kenntnisse über den Elektrizitätsbedarf dieses Verarbeitungsprozesses und der erbrachten Energiedienstleistungen zu erlangen. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse konnten schliesslich Aussagen zur Effizienz gemacht werden, Massnahmen abgeleitet und gewisse Einsparpotentiale abgeschätzt werden.

### 1.            Ermittlung der erbrachten Dienstleistungen

Die Ermittlung der von den Antrieben erbrachten Dienstleistung ist wichtig, um den Energiebedarf in einen Bezug bringen zu können. Da die Bestimmung der Nutzenergie im physikalischen Sinne in den wenigsten Fällen möglich ist, sprechen wir von Dienstleistungen, welche ein Antrieb erbringt.

Im folgenden werden einige Hilfsmittel beschrieben, welche zur Ermittlung der erbrachten Dienstleistungen führten.

Das unabhängig von den Druckmaschinen operierende Betriebsdatenerfassungssystem BDE ist ein Instrument zur genaueren Erfassung der effektiven Vorgänge an der Druckmaschine. Dieses Hilfsmittel ermöglicht eine bessere Ermittlung der erbrachten Energiedienstleistungen.

Das BDE-System dient primär einer erhöhter Transparenz bezüglich der Arbeitsvorgänge in den Werkhallen. Es lassen sich Nutzfaktoren zu Anlagen und Arbeitskräften ermitteln sowie beispielsweise auch zusammen mit der Qualitätskontrolle Prämiensysteme verwirklichen. Werkmeister werden von Überwachungsfunktionen entlastet und die Betriebsleitung kann Führungsentscheide besser fällen. Tabelle C.1 zeigt die wichtigsten erfassten Betriebszustände.

April 1992

*Tabelle C.1  
Unterschiedene Betriebs-  
zustände des BDE-Systems*

Status	Bedeutung
Produktion	einzigster Zustand währenddem fakturierbare Meter bedruckt werden
Rüsten	Umstellen auf ein neues Dessin
Resten erstellen	Reste=kleine Stoffstücke mit Probedruck
Untertuch/Vorläufer	wenn überzähliger Stoff durchgerollt wird
Pause	offizielle Arbeitspause der Arbeiter
Auf Schabl.warten	auf neue/geänderte Schablonen warten
Auf Farbe warten	auf neue/geänderte Farben warten
Auf Resten warten	warten bis das "Gut zum Druck" erteilt wird
Auf Ware warten	auf das Druckgut warten
Farbe ändern	Schablonen und Rakeln neu rüsten
Sonstige Stillstände	verschiedenste Ursachen
Ma.-Reinigung	Maschinen-Reinigung

Bei den Druckmaschinen erfolgt die Datenerfassung einerseits automatisch und durch manuelle Eingabe. Automatisch wird die Produktionsmenge (in Laufmetern) erfasst. Dazu werden die Umdrehungen einer passiv, nur durch das Druckgut angetriebenen Walze gezählt. Ebenfalls automatisch schaltet das System bei einem Produktionsunterbruch auf "Unbegründet automatisch registriert" und fordert damit das Betriebspersonal auf, den aktuellen Status einzugeben.

Im Zusammenhang mit den Strombedarfsuntersuchungen gibt das BDE-System nützliche Hinweise für die Beurteilung der Elektroverbrauchs während bestimmten Betriebszuständen.

Das BDE-System sagt jedoch nur ungenau, welche Antriebe jeweils in Betrieb sind. Andererseits eignet sich die BDE gut für die Ermittlung der Metragen und Art der Aufträge (bzw. -wechsel).

Mit dem zu bedruckenden Stoff läuft eine Karte durch den Produktionsprozess, welche verschiedene Stammdaten des Produktes trägt. Ein nützlicher Hinweis im Zusammenhang mit den Messungen ist die Angabe der Anzahl Farben, da nur eine der rund 20 Farbpumpen ausgemessen wurde.

Trotz der erwähnten beiden Hilfsmittel, kann nicht vollständig auf manuelle Aufzeichnung der betrieblichen Vorgänge verzichtet werden. Beispielsweise zur Protokollierung der aktuellen Druckgeschwindigkeit, Zeitverschiebungen des BDE-Systems und generellen Abweichungen zwischen dem eingegebenen BDE-Status und der Wirklichkeit.

Entsprechend wurde zumindest während sämtlichen Mehrkanalmessungen ein Betriebs-Protokoll geführt.

April 1992

Für die Farbpumpen und das Druckband wurde versucht, die effektive Nutzenergie zu ermitteln. So wurden die geförderte Menge einer Farbpumpe, sowie die Förderdistanz für eine beliebige Farbe und für Wasser gemessen. Sehr rasch zeigte sich, dass auf diese Weise nur gerade für einen ganz bestimmten Fall eine Aussage über die Nutzenergie und den Wirkungsgrad möglich ist. Denn je nach Farbviskosität und Ansaugzustand variiert der ermittelte Wirkungsgrad um ganze Größenordnungen.

Noch schwieriger wird es beim Druckband. Die Nutzenergie besteht in der Bandbewegung und dem Transport einer gewissen Gewebemenge. Anhand einer Auflistung der wichtigsten Widerstände (Laufwiderstand der Tragrollen, Walkwiderstand des Bandes, Bandumlenkwiderstand, Lagerwiderstände, Klebwiderstand bei Gewebeabzug usw.) zeigte sich sehr rasch, dass erstens die Nutzenergie sehr klein sein dürfte und zweitens deren Berechnung kaum zu bewerkstelligen ist.

## **2 Untersuchungen an einer Rundfilmdruckmaschine**

Die meisten in diesem Kapitel angeführten Untersuchungen wurden auch an der Flachfilmdruckmaschine vorgenommen. Um den Bericht nicht unnötig auszudehnen, sind parallel durchgeführte Untersuchungen nur jeweils in einem der beiden Kapitel (2. oder 3.) ausführlich beschrieben.

### **2.1 Aufbau und Funktion (RD6)**

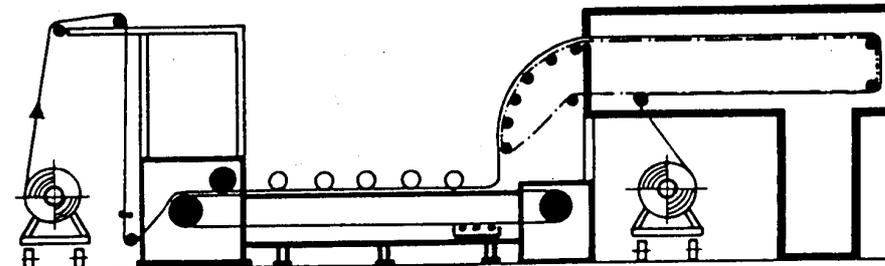
Bei der untersuchten Maschine handelt es sich um eine einjährige Rundfilmdruckmaschine (oder Rotationsdruckmaschine) der Firma Fritz Buser AG, in CH-3428 Wiler. Diese Anlage der neusten Generation mit dem Markennamen "Rotamac R4E" (interne Bezeichnung: RD6) zeichnet sich gegenüber den Vorgängern durch eine neue elektronische, bedienungsfreundliche Steuerung, geringere Bauhöhe und leichtere Rakel aus.

Eine Druckanlage lässt sich grob in zwei Hauptkomponenten gliedern: den Druckteil und den Trockner. Der Trockner kann relativ unabhängig von der Druckmaschine betrachtet werden und stammt nicht selten von einem anderen Hersteller oder einer anderen (älteren) Maschinengeneration. Figur C.1 zeigt in einer Prinzipskizze die wesentlichen Komponenten der Druckmaschine. Die untersuchte Maschine hat 20 Druckwerke (Farben), eine Druckbreite von 1850 mm und Standardrapportlängen von 640 und

April 1992

820 mm. Die Druckgeschwindigkeit kann von 2 bis 90 m/min stufenlos ein estellt werden.

Figur C.1  
Prinzipieller Aufbau einer  
Rundfilmdruckmaschine:  
Einlauf links  
Druckwalzen  
Trockner und Abzug rechts



## 2.2 Elektrizitätsverbraucher (RD6)

In der Reihenfolge des Druckablaufs sind nachfolgende Stromverbraucher von Bedeutung. (in Klammern: Bezeichnung entsprechend Codierung in den Elektroschemata). Der Einlaufantrieb (M160) erbringt die Leistung zum Transport des Stoffes von der Grosskaule bis auf das Druckband mittels eines geregelten Gleichstrommotors. Je nach Qualitätsanforderungen wird der Stoff mit einem mehr oder weniger aufwendigen Verfahren über die Breite geglättet und fadengerade ausgerichtet. Im vorliegenden Fall (höchste Ansprüche) handelt es sich um eine sogenannte Latteneinführung (Fa. Erhardt & Leimer; Q220), welche mittels einer Regelelektronik über Schrittmotoren Verzüge auskorrigiert und über ein Gebläse die Breithaltung des Stoffes garantiert.

Das Druckband, ein Gummiband auf welches der Stoff für den Druck aufgeklebt wird, wird vom Druckbandantrieb (M130) angetrieben. Zwei Klebesysteme sind integriert. Beim Thermoplast-System wird im Bereich des Stoffeinlaufs die Oberfläche des Druckbandes mit Infrarotheizstäben (K180) erwärmt, um die Thermoplastschicht zu aktivieren. Bei der Nassleimung wird eine Leimschicht mittels einer, Leimpumpe und einer Übertragungswalze auf das Druckband mit genau definiertem Auftrag gebracht.

Die Druckschablonen werden alle zusammen vom Schablonenantrieb (M210), genau synchron zum Druckband angetrieben. Die DruckwerkSchrittmotoren (T120) ermöglichen die genaue Einstellung der Winkellage jeder einzelnen Schablone zur anderen. Ebenfalls pro Druckwerk ist eine Farbpumpe installiert, welche über pneumatische Niveauschalter intermittierend die Rakeln mit Farbe beliefern.

Unterhalb der Maschine, am Rücklauf des Druckbandes befinden sich zwei Motoren (M200/202) mit je einer Bürstenwalze zur Reinigung des Druckbandes.

April 1992

Das Trocknerband, ein luftdurchlässiges Transportband wird von einem zum Druckband synchronisierten Gleichstrommotor (M600) angetrieben. Der Abzugsantrieb (M610) sorgt dafür, dass ein wärmebedingtes Ausdehnen oder Schrumpfen des Druckguts kompensiert wird und der Stoff in einen Transportwagen abgelegt wird. Zur Gewährleistung einer guten Trocknung, wird heisse Luft von zwei zweistufigen Ventilatoren (M500/510) intensiv umgewälzt. Ein Abluftventilator (M560) führt die feuchte Luft weg.

### **2.3 Betriebsarten (RD6)**

Nach Angaben des Anlagen-Herstellers sind grundsätzlich drei Betriebsarten möglich:

1. Drucken: Druckband, Reinigungsbürsten, Schablonen abgesenkt und in Betrieb
2. Bandreinigung: Druckband, Reinigungsbürsten in Betrieb; Schablonen abgehoben und nicht in Betrieb
3. Thermoplast-Modus: Druckband in Betrieb; Reinigungsbürsten und Schablonen abgehoben und nicht in Betrieb (Dieser Modus wird zur Aufbringung des Thermoplastes, ca. 1 mal monatlich benötigt).  
Es besteht jedoch kein direkter Zusammenhang zwischen diesen Betriebszuständen und dem Energiebedarf, da je nach Bedarf eine Vielzahl von weiteren Antrieben zu- oder abgeschaltet werden. Beispielsweise die Anzahl Druckschablonen, Betrieb der Heizstäbe, Art der Breithalterung, gewähltes Einlauf- und Abzugssystem (Abzug mit hydraulischem Wickler benötigt mehr Energie als Wagenablage) usw.

### **2.4 Momentane Leistungsmessungen (RD6)**

Bei dieser Messung sind die wichtigen und zugänglichen Verbraucher mit einem 3-phasigen Leistungsmessgerät registriert worden. Für den späteren Gebrauch der Daten wurde eine Messdaten-Bibliothek erstellt. Aus dieser Messreihe ist die Phasenverteilung, der  $\cos \phi$  und die Leistungsaufnahme eines Verbrauchers zu ermitteln.

April 1992

Figur C.2  
Messanordnung für  
momentane Leistungs-  
messungen

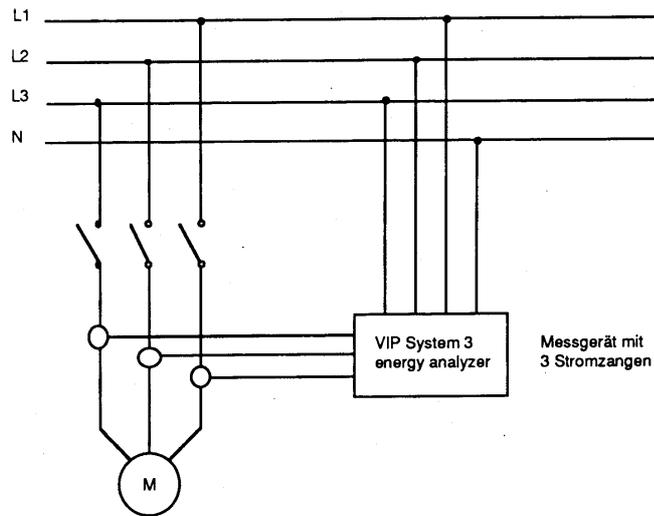


Tabelle C.2  
Ergebnisse der  
Leistungsmessungen  
(Auszug aus Anhang C;  
(=) steht für Gleichstrom)

Elektrische Verbraucher	Schema-Nr.	Leistung laut Schild (kW)	Leistung gemessen (kW)	Cos Phi
<b>Druckmaschine:</b>				
Band	F130	31 (=)	3.47	0.18
Heizstäbe	K180	3.1	-	-
Farbpumpe (Wasser)	F190-13	0.55	0.15	0.21
Farbpumpe	F190-14	0.55	0.33	0.67
Bürste	M200	1.5	0.53	0.50
Bürste	M202	1.5	0.48	0.47
Schablonen	M210	0.75	0.37	0.42
Breithalter	Q220	2.2	1.45	0.55
<b>Trockner:</b>				
Umluftventilator 1, Stufe 1	M500	8	4.64	0.61
Stufe 2	M500	25	15.2	0.69
Umluftventilator 2, Stufe 1	M510	8	-	-
Stufe 2	M510	25	14.9	0.68
Abluftventilator	M560	5.2	2.42	0.78
Trocknerband	M600	2.8 (=)	-	-
Abzug Trockner	M610	1.8 (=)	0.88	0.50

Die einzelnen Phasen sind in der Regel symmetrisch belastet. Für die stark variierenden Antriebe hat der hier angegebene Messwert keine Aussagekraft. Der für die konstanten Antriebe ermittelte Messwert wurde im folgenden auch für die Verlaufsmessungen eingesetzt.

April 1992

## 2.5 Leistungen Im zeitlichen Verlauf (RD6)

### 2.5.1 Gesamtverbrauchsmessungen (RD6)

Die Druckmaschine wurde zusammen mit dem Trockner während einiger Tagen an einem Punktschreiber (vgl. Foto Nr. 8 in Anhang A3) angeschlossen und die Wirk- und Blindleistung in ca. 5-s-Messintervallen aufgetragen. Für denselben Zeitraum wurden auch die Protokolle der Betriebsdatenerfassung (BDE) ausgewertet und den Leistungsmesswerten gegenübergestellt.

Figur C.2  
Messanordnung für  
momentane Leistungs-  
messungen

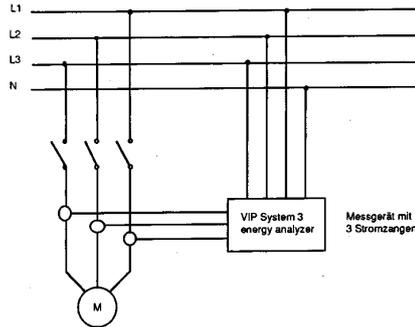


Tabelle C.2  
Ergebnisse der  
Leistungsmessungen  
(Auszug aus Anhang C;  
(-) steht für Gleichstrom)

Elektrische Verbraucher	Schema-Nr.	Leistung laut Schild (kW)	Leistung gemessen (kW)	Cos Phi
<b>Druckmaschine:</b>				
Band	F130	31 (=)	3.47	0.18
Heizstäbe	K180	3.1	-	-
Farbpumpe (Wasser)	F190-13	0.55	0.15	0.21
Farbpumpe	F190-14	0.55	0.33	0.67
Bürste	M200	1.5	0.53	0.50
Bürste	M202	1.5	0.48	0.47
Schablonen	M210	0.75	0.37	0.42
Breithalter	Q220	2.2	1.45	0.55
<b>Trockner:</b>				
Umluftventilator 1, Stufe 1	M500	8	4.64	0.61
Stufe 2	M500	25	15.2	0.69
Umluftventilator 2, Stufe 1	M510	8	-	-
Stufe 2	M510	25	14.9	0.68
Abluftventilator	M560	5.2	2.42	0.78
Trocknerband	M600	2.8 (=)	-	-
Abzug Trockner	M610	1.8 (=)	0.88	0.50

Auffallend sind die grossen Leistungsaufnahmen, zwischen den eigentlichen Produktionszeiten. Diese zeigen, dass auch während Nebenzeiten (=Nicht-Produktionszeiten) viele Antriebe in Betrieb sind. Eine genauere, Auswertung dieser Nebenzeiten wurde beim Flachdruck (vgl. Kapitel 3.6) vorgenommen.

### 2.5.2 Einzelverbraucher (RD6)

Mit Hilfe eines Mehrkanal-Datenloggers konnten die meisten Einzelverbraucher während einiger Stunden gleichzeitig ausgemessen werden. Stromzangen und Relais wurden benutzt um die zeitlichen Verläufe der Verbraucher, während eines Druckprozesses, 1-phasig zu erfassen. Die Stromzangen wurden für die variablen Verbraucher

Figur C.4  
 Messanordnung für  
 Mehrkanalmessungen

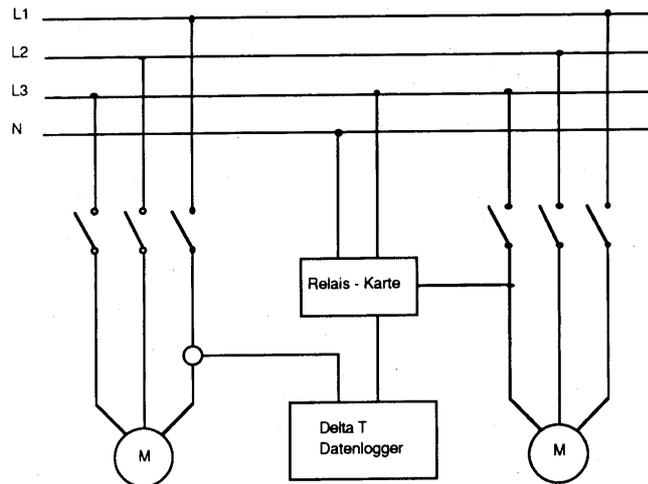


Tabelle C.3  
 Liste der mittels  
 Datenlogger gleichzeitig  
 erfassten Verbraucher

Elektrische Verbraucher	Messstelle	Phase	mit Zangen-/ Relais Nr.
Wickler (Abzug Trockner)	Q450	L1	Z1
Druckwerk-Schrittmotoren	T120	L1	Z2
Band	F130	L1	Z3
Einlauf	K160	L1	Z4
Farbpumpe	M190	L1	Z5
Schablonen	K210	L1	Z6
Breithalterantriebe	Q220	L1	Z7
Umluft 1	F500	L1	Z8
Umluft 2	F510	L1	Z9
Abluft 1	M580	L1	Z10
Heizung 1	K180		R1
Heizung 2	K181		R2
Heizung 3	K182		R3
Bürsten 1	M200		R4
Bürsten 2	M202		R5

Eine erste Messerie erfolgte mit 5-s-Abtastintervallen und Speicherung der 10-min-Mittelwerte über 5.5 Stunden am 17.9.91 (vgl. Anhang B3). 10-min-Werte mögen wohl für reine Verbrauchsmessungen ausreichend sein, zur Bestimmung der effektiven Leistungen und vor allem auch der Zu- und Ausschaltzeiten einzelner Antriebe, sind diese jedoch ungeeignet.

April 1992

in der Folge wurde eine zweite Messerie mit ebenfalls 5-s-Abtastintervallen aber 30-s-Mittelwertspeicherung am 19.9.91 während rund 3 Stunden aufgenommen (vgl. Anhang B2).

Diese Messkurven wurden mit den Daten des BDE-Systems sowie den Handaufzeichnungen korreliert. Die zeitsynchrone Darstellung sämtlicher Leistungsverläufe, wie in Anhang B2 gezeigt, vermittelt eine gute Vorstellung der Betriebsweisen der einzelnen Antriebe und deren effektiven Leistungen.

## **2.6 Beurteilung von Leistung und Energie (RD6)**

Die Leistungsmessungen wurden in drei Hinsichten ausgewertet.

Erstens zur Beurteilung der Dimensionierung:

Das für jeden einzelnen Antrieb erstellte Datenblatt (Anhang C) beinhaltet die Leistungsabgabe nach Schild, die momentan und im Verlauf gemessene Leistungsaufnahme. Aus diesen Angaben ist die Qualität der Dimensionierung ersichtlich. Diese Datenblätter wurden mit dem Anlagenhersteller und einem Spezialisten für elektrische Antriebe besprochen und beurteilt. Es zeigte sich: Die meisten Antriebe sind überdimensioniert. Aus Gründen der Betriebszuverlässigkeit und Lebensdauer der Antriebe ist eine gewisse Überdimensionierung von ca. 10-20% angebracht. 7 bis 12fache Überdimensionierung ist jedoch unzweckmässig, da der Antrieb in einem solchen Fall mit einem schlechten Wirkungsgrad läuft. Die elektrischen Wirkungsgrade für die verschiedenen Betriebsbedingungen sind, soweit ermittelbar, angegeben. Beispiele: Bandantrieb (M130) und Einlauf (M160). Diese Antriebe werden jedoch vor allem in diesem Betrieb auf sehr tiefer Leistung betrieben (kleine Druckgeschwindigkeit) während in anderen Betrieben die übergrosse Antriebsleistung besser genutzt wird. Nach Angaben des Herstellers ist es aus Kostengründen nur schlecht möglich die Antriebsleistung genauer den Bedürfnissen der Kunden anzupassen.

Die Überdimensionierung der jeweiligen Antriebe führt zu einem Mehrenergieverbrauch. Dieser Mehrverbrauch geht direkt aus der Differenz zwischen dem Wirkungsgrad bei Nennleistung und jenem bei gemessener Leistung hervor.

April 1992

Figur C.5  
Beispiel eines Antriebs-  
Datenblattes aus Anhang C

**Elektroantrieb - Datenblatt** RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)

<b>Einlauf</b>	Antrieb für Stoffeinlauf	<b>M160</b>
----------------	--------------------------	-------------

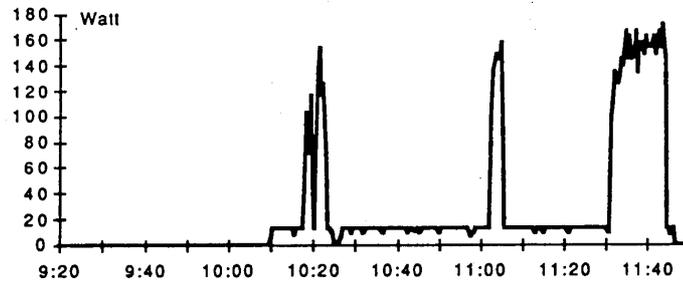
Fabrikat: Landert  
Typ: GL 80-19-V2A  
Anzahl pro Maschine: 1  
Leistungsabgabe: 1.25 kW (=)

**Messungen:**  
a) momentan; 3-phasig

Keine Messung war am Messtag nicht in Betrieb.

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 75%  
Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 45%

b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; K160; 19.9.91  
Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.7



**Funktion (Nutzenergie):**

Der drehzahlgeregelte Gleichstrom-Motor treibt über eine Kette die Abzugswalze an. Der Einlaufantrieb ist für ca. 95-100 m/min ausgelegt. Die maximal gefahrene Geschwindigkeit liegt generell unter 20 m/min.

**Betriebsweise:**

Die Abzugsgeschwindigkeit wird automatisch der Druckgeschwindigkeit angepasst.

**Bemerkungen:**

Der Antrieb ist für die vorliegende Anwendung stark überdimensioniert.

Zur Beurteilung der Betriebsweise einzelner Antriebe wurden sämtliche Leistungsverläufe auf die Zeitachse bezogen dargestellt. Die Analyse dieser in Anhang B angeführten Grafiken ermöglichte Mängel im Anlagenbetrieb festzustellen. Da die Anlagensteuerung automatisch und manuell erfolgt, müssen Optimierungen über die Steuerungsprogramme und durch genauere Instruktion und Überwachung des Betriebspersonals erfolgen. Letzterem Punkt kommt dabei die grösste Bedeutung zu, da die manuellen Eingriffsmöglichkeiten gross sind. Hier liegen beträchtliche Sparpotentiale verborgen (vgl. Kapitel C.4).

## Teil C: ELEKTRIZITATSBEDARF TEXTILDRUCK

April 1992

Die dritte Analyse der Leistungsmessungen bezieht sich auf die Energieverbrauchsberechnung. Durch Integration der Leistungen über die Zeit, konnten die Gesamtenergie sowie Energieanteile einzelner Antriebe ermittelt werden. Der durchschnittliche Stromverbrauch pro Laufmeter aufgrund des 1990 gemessenen Jahresverbrauchs von 0.13 kWh/Lm (vgl. Tabelle B.2) wurde mittels den Punktschreibermessungen weitgehend bestätigt (vgl. Tabelle C.4). Allerdings weisen einzelne Aufträge grosse Unterschiede auf. Dies hängt vor allem mit dem Umfang der sogenannten Nebenzeiten zusammen. Der sich während Nebenzeiten (Rüsten, Reinigen, Warten usw.) einstellende Stromverbrauch wurde beim Flachfilmdruck eingehender analysiert. Beim Rundfilmdruck dürfte sich etwa 25-50% des Stromverbrauchs auf die Nebenzeiten entfallen. Die Ermittlung dieser Anteile erfolgte aufgrund der BDE-Angaben.

*Tabelle C.4  
Strombedarf einzelner  
Druckaufträge  
(Punktschreiber)*

Auftrag-Nr.	Druck- Zeitpunkt	Laufmeter (Lm)	kWh	kWh/Lm
44534	9.7. 16-22	846	105	0.12
46894	10.7. 5-8	647	57	0.09
44688	10.7. 8-14	260	77	0.29
48985	10.7. 18-21.5	91	63	0.70
44527	11.7. 5-11	2121	184	0.09
Summe/Durchschnitt		3965	486	0.12

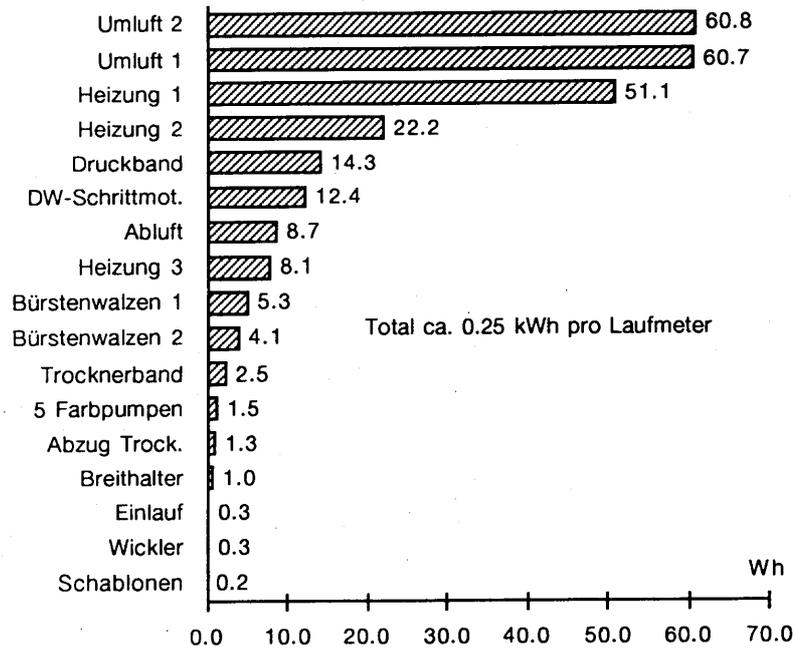
Figur C.6 zeigt eine Analyse der Energiebedarfsanteile der einzelnen Antriebe.

Der relativ hohe Durchschnittsverbrauch von 0.25 kWh/Lm stammt von dem grossen Anteil an Nebenzeiten, wie aus der Leistungsverlaufsgrafik in Anhang C vom 19.9. hervorgeht.

Teil C: ELEKTRIZITATSBEDARF TEXTILDRUCK

April 1992

Figur C.6  
Mittels Messungen  
ermittelter Einzel-  
Elektrobedarf (Wh/Lm)  
(19.9.; 9.20-11.50;  
während dieser Zeit  
wurden 191 Lm bedruckt)



Eine interessante Aussage ergibt sich bei der Zusammenfassung der Verbraucher in die drei Gruppen:

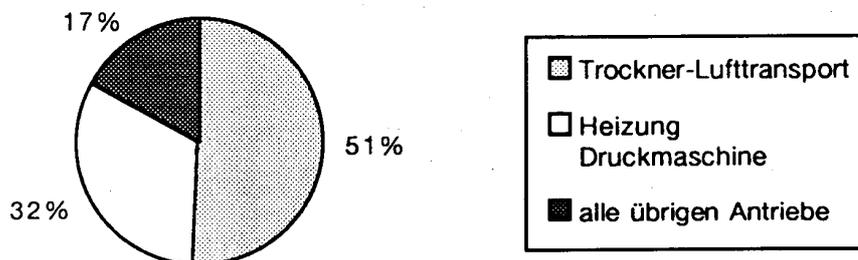
\* Trockner-Lufttransport: Abluft-, Umluft 1 - und Umluft 2 - Ventilator

\* Heizung Druckmaschine: 3 Infrarot-Heizstäbe zur Erwärmung/Aktivierung der Thermoplastschicht auf dem Druckband. Diese Heizung entfällt beim Drucken mit Nassleimung.

Alle übrigen Antriebe: die restlichen Antriebe gemäss Figur C.6

Je nach Druckgut und betrieblichem Ablauf werden diese energetischen Anteile anders ausfallen. Das gemessene Beispiel kann nicht als repräsentativ gelten. Der grosse Anteil des Lufttransportes am gesamten Strombedarf dürfte jedoch allgemein gelten.

Figur C.7  
Energieanteile wichtiger  
Verbrauchergruppen  
(Über 80% wird im  
Zusammenhang mit  
thermischen Prozessen  
benötigt)



April 1992

### 3. Untersuchungen an einer Flachfilmdruckmaschine

#### 3.1 Aufbau und Funktion (FD7)

Flachfilmdruckmaschinen sind weniger verbreitet als Rundfilmdruckmaschinen. Diese kennzeichnen sich durch eine grosse Flexibilität und grosse Präzision, aber auch weniger Produktionsleistung. Auch diese Anlage stammt von der Firma Fritz Buser AG, in CH-3428 Wiler. Baujahr der Druckmaschine ist 1986; Markenname "Hydromag F5" (interne Bezeichnung: FD7). Die untersuchte Maschine ist mit dem Maximum von 24 Druckwerken (Farben) ausgerüstet und ist rund 50 m lang (vgl. Foto 1 in Anhang A1).

Der Trockner stammt aus dem Jahr 1974 und ist im Vergleich zur Leistungsfähigkeit der Druckmaschine sehr klein dimensioniert (vgl. Foto 3 in Anhang A1). Dies erfolgte in Anpassung an die ohnehin tiefen Produktionsgeschwindigkeiten.

Figur C.8  
Prinzipieller Aufbau einer  
Flachfilmdruckmaschine:  
Einlauf links  
Druckwerke  
Trockner und Abzug rechts



#### 3.2 Elektrizitätsverbraucher (FD7)

Viele Antriebe entsprechen denjenigen der RD6 (Kapitel 2.2). Hier werden deshalb nur die unterschiedlichen Anlagenteile beschrieben. Im Anhang C sind die Antriebe vollständig angeführt. (In Klammern: Bezeichnung entsprechend Codierung in den Elektroschemata). Der augenfälligste Unterschied zur Rundfilmdruckmaschine besteht in der diskontinuierlichen Bewegung des Druckbandes. Das Druckband wird jeweils um eine Rapportlänge mittels Hydraulikzylindern vorwärts getrieben. Während der Vorschubbewegung wird das Band von 56 elektrischen Vorschubmagneten (E141) gehalten. Haltemagnete (E142) klemmen das Druckband während der Rücklaufbewegung des Vorschubsystems. Die starke Hydraulikpumpe (M100) erbringt den Ölbetriebsdruck für die Vorschubzylinder und für die Hebezylinder. Unter der Maschine läuft das Druckband kontinuierlich, angetrieben von einem Gleichstrommotor (Kontinue, M160) zurück. Für den Ausgleich

## Teil C: ELEKTRIZITATSBEDARF TEXTILDRUCK

April 1992

kontinuierlich/diskontinuierlich werden die Druckbandumlenkwalzen hin und her bewegt.

Die Farbe wird von Hand in die Rakeln eingefüllt, somit entfallen Farbumpen. Für die Querbewegung der Rakein über die Schablonen ist pro Schablone ein Druckwerktrieb (M120) installiert (vgl. Foto2 in Anhang A1).

### 3.3 Betriebsarten (FD7)

Die Haupt-Betriebsarten entsprechen denjenigen der RD6.

### 3.4 Momentane Leistungsmessungen (FD7)

Wie bei der RD6 (Kap. 2.4) wurden Einzelmessungen mit einem 3-phasigen Leistungsmessgerät im Ein-Sekunden Messtakt durchgeführt.

Tabelle C.5  
Ergebnisse der  
Leistungsmessungen  
(Auszug aus Anhang C;  
(=) steht für Gleichstrom)

Elektrische Verbraucher	Schema-Nr.	Leistung laut Schild (kW)	Leistung gemessen (kW)	Cos Phi
Druckmaschine:				
Band (Hydraulik)	3F100	15	8.16	0.70
Heizung	3F110	11	12.24	1.00
Druckwerke (24)	M120	1.1 (=)	5.61	0.70
Magnete	3F140	3	2.1	0.96
Kontinue	M160	8.8 (=)	-	-
Bürste 1	M210	1.5	0.48	0.28
Bürste 2	M220	1.5	0.84	0.51
Hilfspumpe	M250	0.75	0.69	0.57
Trockner:				
Trocknerband	3F170	1.5 (=)	0.46	0.60

### 3.5 Leistungen im zeitlichen Verlauf (FD7)

#### 3.5.1 Gesamtverbrauchsmessungen (FD7)

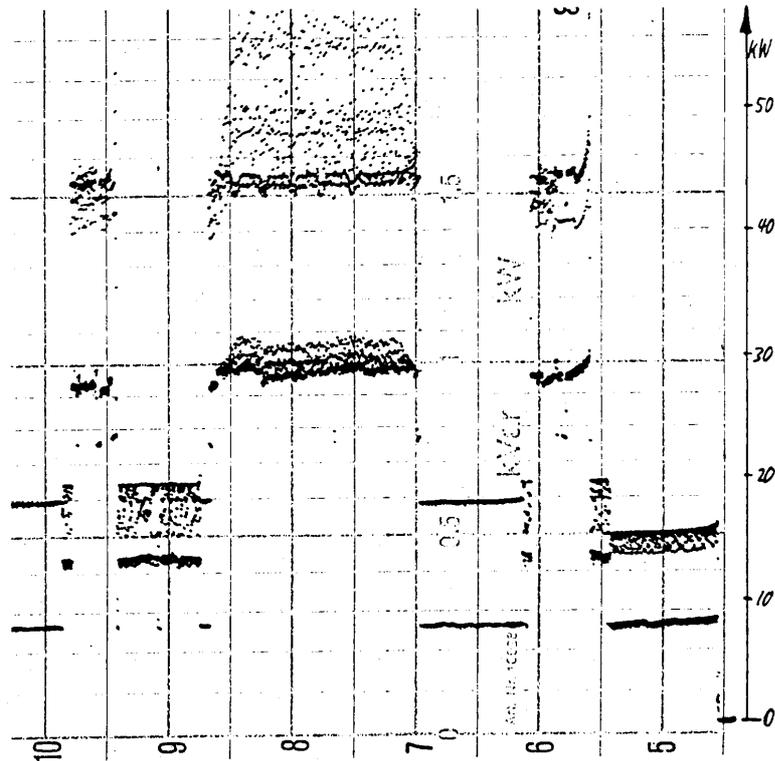
Analog zur RD6 wurde der Wirk- und Blindleistungsverlauf der ganzen

Anlage während einer Woche mit einem Punktschreiber aufgezeichnet.

Insbesondere durch die intermittierenden Bewegungen des Flachfilmdruckverfahrens ergaben sich grosse Schwankungen in den Messsignalen (vgl. Ausschnitt aus Messtreifen in Figur C.9).

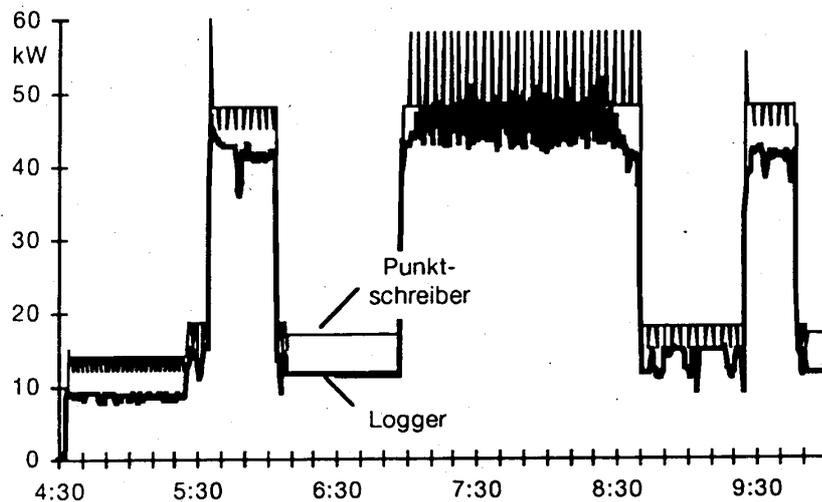
April 1992

Figur C.9  
Ausschnitt aus einem  
Messstreifen des  
Punktschreibers  
(obere Linie: Wirkleistung;  
untere Linie: Blindleistung;  
Messung vom 20.9.91,  
03.30-10.00)



Zur besseren Auswertung wurden die Mittelwerte von 5-Minutenintervallen gebildet (abgeschätzt) und auf EDV übertragen. Die grafische Darstellung des so gebildeten Wirkleistungsverlauf ist zusammen mit dem mittels Datenlogger gemessenen Leistungsbedarfs (vgl. 3.5.2) in Figur C. 10 wiedergegeben.

Figur C.10  
Wirkleistungsverlauf;  
Gesamtstromverbrauch  
(Messung vom 20.9.91,  
03.30-10.00)



## Teil C: ELEKTRIZITATSBEDARF TEXTILDRUCK

April 1992-

Wegen gewissen Ungenauigkeiten und da mit dem Datenlogger nicht ganz alle Verbraucher gemessen wurden, bewegen sich letztere Messignale um etwa 5 kW tiefere Werte.

## 3.5.2 Einzelverbraucher (FD7)

Analog zum Vorgehen bei der RD6 wurde Einzelverbraucher mit einem Datenlogger im zeitlichen Verlauf gemessen.

*Tabelle C.6  
Liste der mittels  
Datenlogger gleichzeitig  
erfassten Verbraucher*

Elektrische Verbraucher	Messstelle	Phase (Zange) bzw. Relais
Druckwerk	F120	L1
Trocknerband	F170	L1
Magnete	F140	L1
Kontinue	F160	L1
Hydraulik	F100	L1
Hilfspumpe	M250	L1
Umluft 1	F500	L1
Umluft 2	F510	L1
Abluft 1	M520	L1
Abluft 2	M550	L1
Heizung 1	F110	Relais
Heizung 2	K130	Relais
Bürsten 1	M210	Relais
Bürsten 2	M220	Relais

Die Messerie erfolgte mit 5-s-Abtastintervallen und Speicherung der 30-s-Mittelwerte über 5.5 Stunden am 20.9.91. Die Messkurven wurden mit den Daten des BDE-Systems sowie den Handaufzeichnungen korreliert. Die zeitsynchrone Darstellung sämtlicher Leistungsverläufe, wie in Anhang B4 gezeigt, vermittelt eine gute Vorstellung der Betriebsweisen der einzelnen Antriebe und deren effektiven Leistungen. Die Summe dieser Verbrauchskurven ist in Figur C. 10 wiedergegeben.

## 3.6 Beurteilung von Leistung und Energie (FD7)

Das für jeden einzelnen Antrieb erstellte Datenblatt (Anhang C) beinhaltet die Leistungsabgabe nach Schild, die momentan und im Verlauf gemessene Leistungsaufnahme. Aus diesen Angaben ist die Qualität der Dimensionierung ersichtlich. In Bezug auf die Überdimensionierung gilt generell dasselbe wie unter 2.6 besprochen. Wesentlich überdimensioniert sind folgende Antriebe: Bandantrieb (d.h. Hydraulik M100 und Kontinue M160), Druckwerke (M120), Trocknerband- (M170) und Bürstenwalzenantrieb (M210/220). Leider konnten nicht für alle Fälle der Wirkungsgrad bei gemessener

## Teil C: ELEKTRIZITÄTSBEDARF TEXTILDRUCK

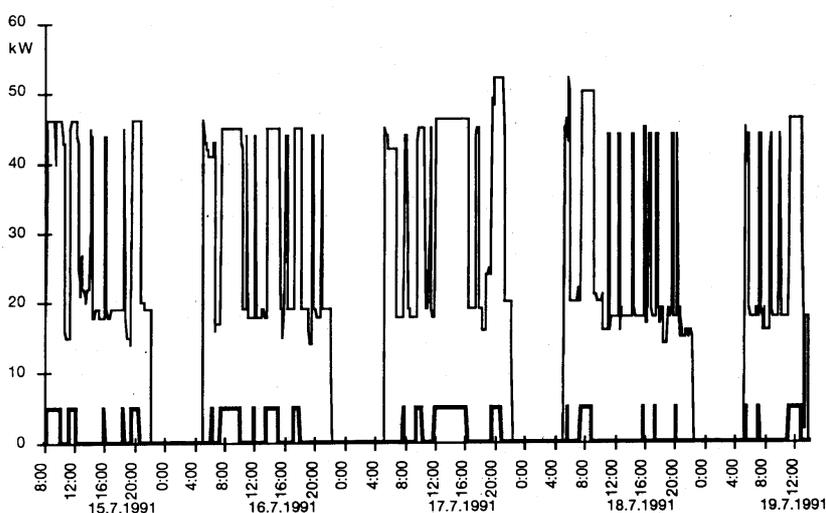
April 1992

Leistung in Erfahrung gebracht werden. Dies hängt mit der Schwierigkeit der Erfassung der Leistungsabgabe eines Antriebes zusammen. Spezielle Prüfungen müssen dazu durchgeführt werden. Wertvolle Grundlagen zur Dimensionierung von (Drehstrom-) Antrieben finden sich in Lit. [1,2].

Zum zeitlichen Betrieb der Antriebe können aufgrund der Darstellungen verschiedene Fragen gestellt werden. Diese Fragen der Betriebsweise müssen jedoch betriebsspezifisch beantwortet werden und sind deshalb hier nicht weiter ausgeführt.

Für die Periode vom 15.7.91 bis zum 19.7.91 wurde der Gesamtelektrobedarf bezogen auf verschiedene Arbeitsgänge detailliert analysiert.

Figur C.11  
Gesamtelektroleistungs-  
bedarf FD7;  
Produktionszeiten (fett)



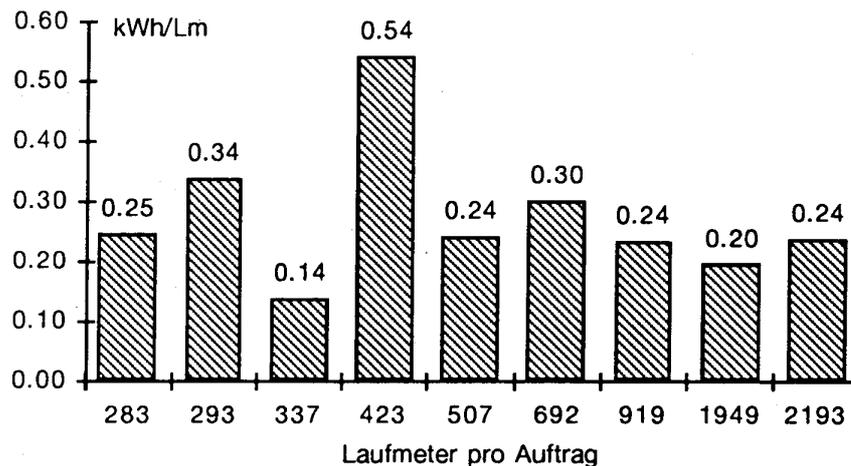
Ohne Kenntnisse der genauen Produktionsvorgänge können grob zwei Betriebszustände erkannt werden. Die eigentlichen Druckzeiten (Leistung: 40-50 kW) und Bereitschaftszeiten (Leistung: 15-22 kW). Während der nächtlichen Ruhezeit (22.00-05.00) wird keine Leistung benötigt. Der gesamte Stromverbrauch während dieser Periode beträgt 2225 kWh (Leistung über Zeit integriert). Während dieser Zeit wurden 7703 Laufmeter (Lm) Stoff bedruckt. Dies ergibt 0.29 kWh/Lm. Verglichen mit dem früher errechneten Mittelwert von 0.39 kWh/Lm liegt dieser Wert rund

ein Viertel tiefer. D.h. die Messungen erfolgten unter optimaleren Betriebsbedingungen als durchschnittlich.

*Tabelle C.7  
Strombedarf verschiedener  
Aufträge und Auftragslänge  
(Differenz zwischen Total  
und Produktion wird für  
Nebenarbeiten benötigt)*

	Nr.	wann	Lm	Auswertung der einzelnen Aufträge:			
				Total in kWh	Prod. kWh	Total in kWh/Lm	Prod. kWh/Lm
1. Auftrag	<b>92769</b>	15.7. 5-13	919	217	130	0.24	0.14
2. Auftrag	<b>94139</b>	15.7. 13-22	423	229	53	0.54	0.13
3. Auftrag	<b>94139</b>	16.7. 5-22	2193	524	236	0.24	0.11
4. Auftrag	<b>94139</b>	17.7. 5-15.45	1949	386	217	0.20	0.11
5. Auftrag	<b>94139</b>	17.7. 16-22	692	207	80	0.30	0.12
6. Auftrag	<b>94139</b>	18.7. 5-8	293	99	37	0.34	0.12
7. Auftrag	<b>94139</b>	18.7. 8-10	283	70	38	0.25	0.13
8. Auftrag	<b>94965</b>	18.7. 10-18	58	185	7	3.19	0.13
9. Auftrag	<b>94967</b>	18.7. 18-20	12	50	4	4.20	0.31
10. Auftrag	<b>94968</b>	19.7. 0-7.5	37	92	4	2.48	0.10
11. Auftrag	<b>94139</b>	19.7. 8-12	507	122	46	0.24	0.09
12. Auftrag	<b>94139</b>	19.7. 12-13	337	46	27	0.14	0.08
		Summen:	<b>7703</b>	<b>2225</b>	<b>877</b>		

*Figur C.12  
Spezifischer Strombedarf  
pro Laufmeter  
Die Auftragsgröße allein  
bewirkt noch keine tiefen  
Verbrauchswerte  
(Aufträge unter 100 Lm  
nicht berücksichtigt)*



Interessant wird ein detaillierterer Vergleich mit den Ergebnissen der betrieblichen BDE-Angaben. (Ein solcher Vergleich war möglich, da die BDE-Daten gut mit den Messungen korrelierten). Die Tabellen C.7, C.8 sowie Figur C.12 zeigen die Auswertung dieser Messerie nach verschiedenen Aufträgen. Am auffallendsten sind die Unterschiede in den kWh/Lm. Diese variieren von 0.14 bis 4.2 um einen Faktor 30. Oder anders

gesagt: Die Kosten pro Laufmeter des kleinsten Auftrages betragen allein

für die Energie auf der Druckmaschine mit Fr. 0.63 rund das Elf-fache des durchschnittlichen Meters (0.39\*Fr. -.15). Der Stromverbrauch hängt jedoch nur bedingt von der Auftragslänge ab (vgl. Figur C.12). Von

grossem Einfluss sind insbesondere verschiedenste Nebenarbeiten. In Tabelle C.8 sind die energetischen Anteile der verschiedenen Nebenarbeiten absolut und prozentual pro Auftrag und gesamthaft berechnet worden. In Figur C.13 sind die durchschnittlichen Anteile grafisch dargestellt.

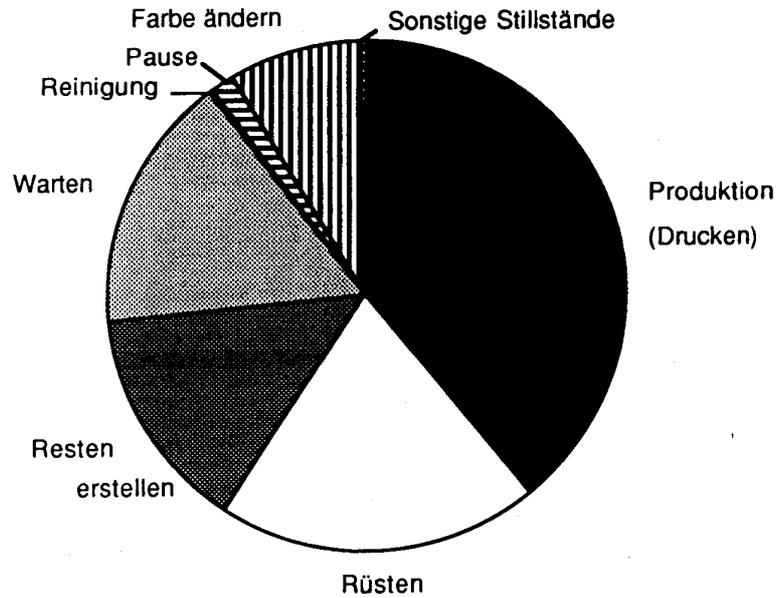
Tabelle C.8  
Energetische Anteile  
verschiedener  
Nebenarbeiten

	Auswertung der einzelnen Aufträge:		Rüsten kWh	Resten erstellen kWh	Unter- tuch kWh	Warten kWh	Reini- gung kWh	Pause kWh	Farbe ändern kWh	Sonstige Stillst. kWh	Ruhe kWh
	Total in kWh	Produktion kWh									
1. Auftrag	919	217	130	55	19	0	6	0	8	0	0
		100%	60%	25%	9%	0%	3%	0%	3%	0%	0%
2. Auftrag	423	229	53	66	52	0	2	0	0	55	0
		100%	23%	29%	23%	0%	1%	0%	0%	24%	0%
3. Auftrag	2193	524	236	75	83	0	114	0	8	8	2
		100%	45%	14%	16%	0%	22%	0%	1%	1%	0%
4. Auftrag	1949	386	217	27	12	0	115	0	0	15	0
		100%	56%	7%	3%	0%	30%	0%	0%	4%	0%
5. Auftrag	692	207	80	64	16	0	15	0	0	32	0
		100%	39%	31%	8%	0%	7%	0%	0%	16%	0%
6. Auftrag	293	99	37	0	15	0	39	0	0	9	0
		100%	37%	0%	15%	0%	39%	0%	0%	9%	0%
7. Auftrag	283	70	38	22	0	0	0	0	10	0	0
		100%	54%	32%	0%	0%	0%	0%	15%	0%	0%
8. Auftrag	58	185	7	51	62	0	33	0	0	32	0
		100%	4%	28%	34%	0%	18%	0%	0%	17%	0%
9. Auftrag	12	50	4	20	12	0	6	0	9	0	0
		100%	7%	39%	24%	0%	12%	0%	18%	0%	0%
10. Auftrag	37	92	4	37	20	0	21	0	0	9	0
		100%	4%	41%	22%	0%	23%	0%	0%	10%	0%
11. Auftrag	507	122	46	15	26	0	11	0	0	25	0
		100%	38%	12%	21%	0%	9%	0%	0%	20%	0%
12. Auftrag	337	46	27	12	0	0	0	8	0	0	0
		100%	58%	26%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%
	7703	2225	877	445	316	0	360	8	34	184	2
		100%	39%	20%	14%	0%	16%	0%	2%	8%	0%
Anzahl Werte		229	216	144	0	172	6	25	108	1	0
Mittlere Leistung kW		45.9	24.7	26.4	0.0	25.1	15.3	16.4	20.5	19.0	0.0
Standardabweichung		3.1	11.6	12.1	0.0	11.0	6.0	2.6	6.4	0.0	0.0

Teil C: ELEKTRIZITÄTSBEDARF TEXTILDRUCK

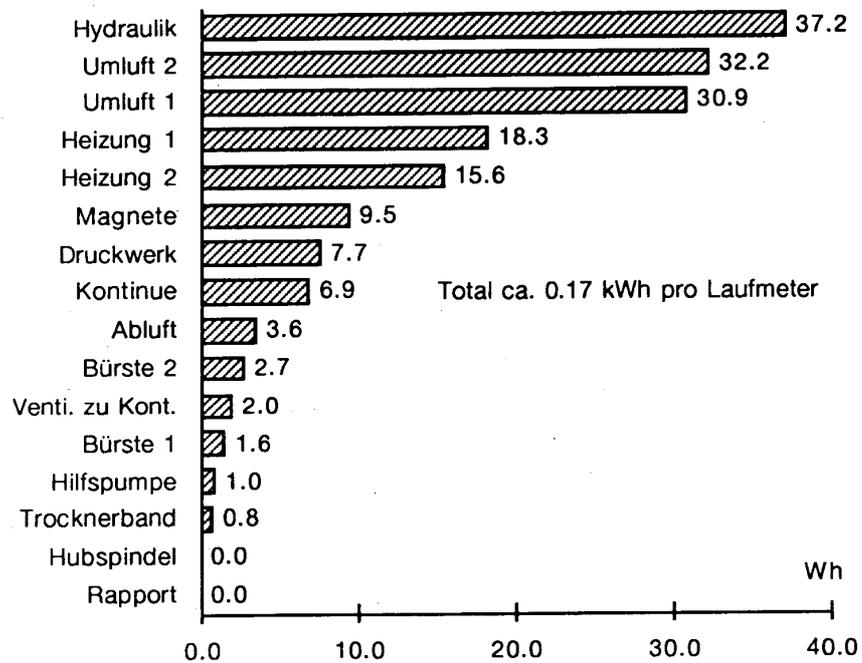
April 1992

Figur C.13:  
Elektrizitätsverbrauch  
während verschiedener  
Tätigkeiten über eine  
Woche ermittelt



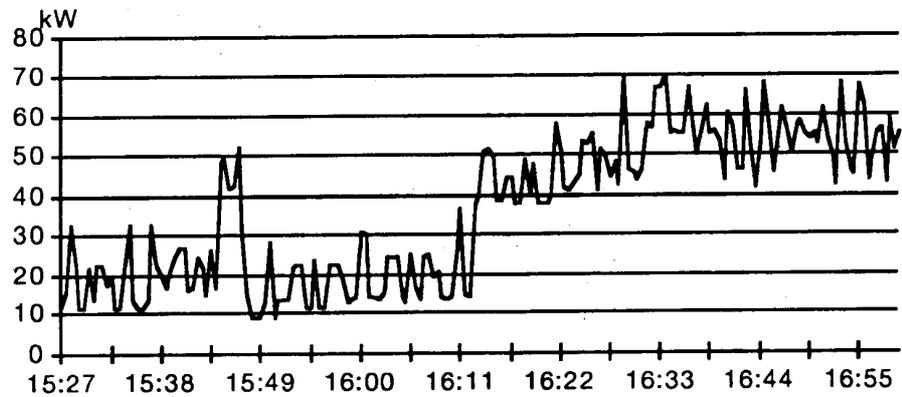
Analog zur RD6 wurde der Strombedarf einzelner Antriebe ermittelt und auf Laufmeter bezogen (Figur C.14). Beim Flachdruck beansprucht die Hydraulik (als Einzelantrieb) den grössten Energieanteil.

Figur C.14  
Mittels Messungen  
ermittelter Einzel-  
Elektrobedarf (Wh/Lm)  
(19.9.; 15.27-16.59;  
während dieser Zeit  
wurden ca. 330 Lm  
bedruckt)



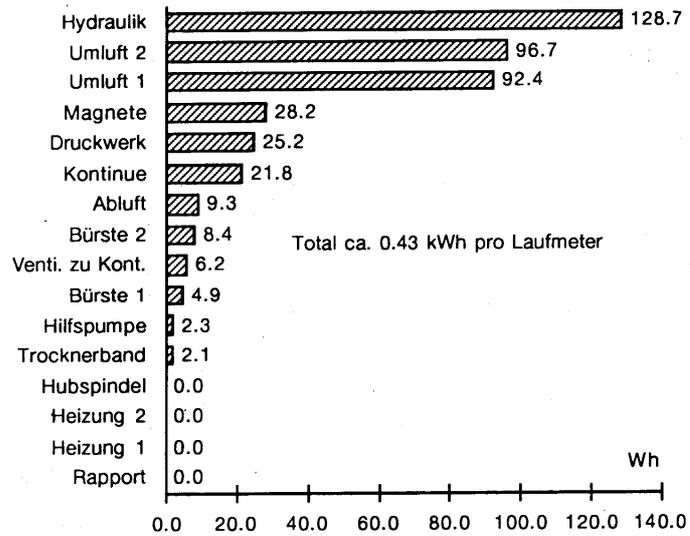
April 1992

Figur C.15  
Gesamter  
Wirkleistungsbedarf  
während derselben Periode  
wie Figur C.14  
Obwohl die elektrische  
Gesamtleistung höher ist als  
am 20.9., wurde mit nur  
0.17 kWh/Lm produziert.  
Grund: Bedeutend höhere  
Nutzproduktion



Der spezifische Verbrauch hängt stark mit der gewählten Messperiode zusammen, wie ein Vergleich zwischen den Figuren C.14 und C.16 zeigt. Die Reihenfolge der Energieanteile ändert sich jedoch kaum.

Figur C.16  
Mittels Messungen  
ermittelter Einzel-  
Elektrobedarf (Wh/Lm)  
(20.9.; 4.30-10.00;  
während dieser Zeit  
wurden ca. 340 Lm  
bedruckt)



#### **4. Massnahmen für Einsparungen**

Die durchgeführten Untersuchungen ergeben im Wesentlichen zwei Ansätze zur Realisierung von Sparpotentialen. Erstens mit betrieblichen und zweitens mit technischen Massnahmen.

Unter betriebliche Massnahmen zählen sämtliche schaltungstechnischen und organisatorischen Vorkehrungen. Die Möglichkeiten liegen primär beim Betreiber der Anlage. (Beispiel: Hauptantrieb während Pausen ausschalten). In der Regel sind diese Massnahmen ohne oder mit sehr kleinen finanziellen Investitionen realisierbar.

Technische Sparmassnahmen beziehen sich auf anlagentechnische Umbauten oder zu ändernde Neukonstruktionen, welche mehr als reine Steuer- und Regelungsfunktionen beinhalten. (Beispiel: Bandantrieb durch einen leistungsschwächeren Antrieb ersetzen).

Betriebliche Massnahmen stehen für die untersuchte Firma klar im Vordergrund, da es sich zum Grossteil um Kleinauftragsfertigung handelt. D.h. der Anteil an Nebenzeiten (Rüsten, Reinigen, Probeläufe) zu den eigentlichen Produktionszeiten ist sehr gross (vgl. Figur C.13).

In anderen Firmen, mit mehr Grossaufträgen dürfte sich der Schwerpunkt von den betrieblichen mehr zu den technischen Massnahmen verlagern. Generell ist von kleineren Einsparpotentialen auszugehen. Der Hauptgrund für diese Sparpotentiale liegt daran, dass die Produktionsanlagen (hier: Druckmaschinen) für eine kontinuierliche Produktion optimiert sind und weniger für ständige Umstellungen und Wechsel.

Anders gesagt: Für die untersuchte Produktionsstruktur müssen flexiblere, langsamere Maschinen eingesetzt werden. Da der Markt für solche flexibleren Druckmaschinen jedoch zu klein ist, ist dieser Ansatz vorläufig hypothetisch. Es bleibt einzig die Optimierung der Betriebsabläufe und Maschinensteuerung. Hierzu nachfolgend einige Vorschläge.

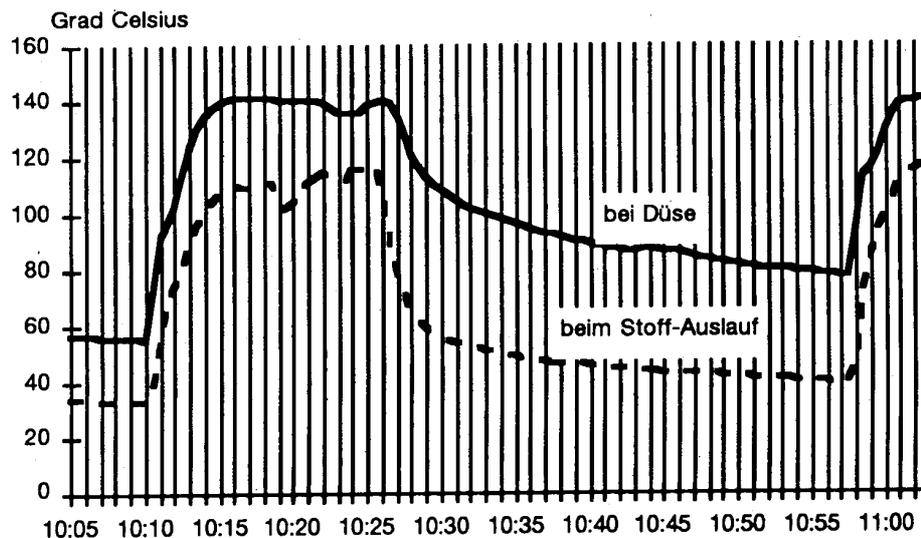
Bei den technischen Massnahmen ist zu unterscheiden zwischen den vom Betreiber der Anlage zu realisierenden Massnahmen und jenen, die der Maschinenbauer bei zukünftigen Anlagen umsetzen kann. Während erstere im Wesentlichen nur bei Ersatz von Anlageteilen oder Umbau finanziell überhaupt in Betracht kommen, sind technische Massnahmen, welche für Neuanlagen zu berücksichtigen sind von grosser Bedeutung.

April 1992

#### 4.1 Betriebliche Massnahmen

Als ein sehr geeignetes Verfahren zur Ermittlung von betrieblichen Massnahmen haben sich die zeitsynchronen Darstellungen von Einzelantriebs-Leistungsmessungen erwiesen (vgl. Anhang B). Einige offensichtliche Massnahmen werden anschliessend kurz erläutert: - Trocknerbetriebszeiten von Hand optimaler den Notwendigkeiten anpassen. Maximal 4 Minuten vorheizen. Sofort nach Auslauf des Stoffes wieder ausschalten. Bei kurzen Resten eventuell schon vorzeitig ausschalten. Geschätzte Einsparung: Ca. 10% oder 0.6 kWh pro Schichtstunde und Ventilator. Für den ganzen Trockner: 1.25 kWh pro Schichtstunde (plus ca. 10% Einsparung beim Dampfverbrauch).

Figur C.17  
Temperaturverlauf im  
Trockner RD6 vom 19.9.91;  
Diese Messung bestätigt die  
relativ kurze Aufheizzeit



- Vorläufer nicht durch Trockner, sondern über Untertuchführung unter dem Trockner durchführen. Dadurch lässt sich die Trocknerlaufzeit reduzieren. Einsparung und Praktikabilität noch unklar. - Bei vielen Anwendungen (kleiner Feuchtigkeitsgehalt, kleine Geschwindigkeiten) dürfte der Betrieb eines einzigen Umluftventilators ausreichend sein. Entsprechende Untersuchungen sind sehr zu empfehlen (vgl. auch Vorschlag im Abschnitt D). - Druckband nach einem einzigen Reinigungsumgang abstellen. Das Band benötigt nur eine Passage bei der Reinigungsstelle. Alle weiteren Umgänge sind unnötige Abnutzung und Stromverschwendung. Nach einer Automatisierungsmöglichkeit mittels Zeitnachlaufrelais oder ähnlichem ist zu suchen.

April 1992

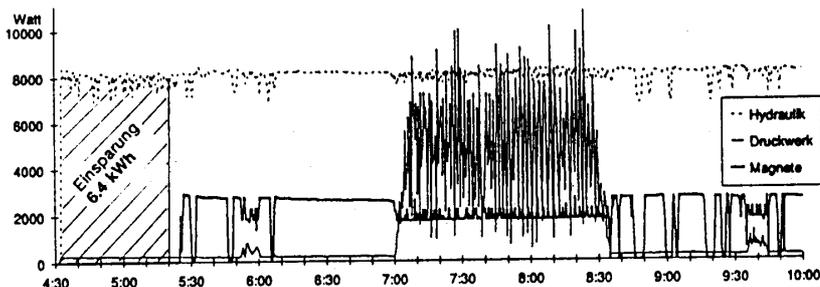
- Bessere Instruktion des Personals bzw. bessere Überwachung der

Anlagen.

Generell ist die Maschine bei Nichtgebrauch (Pausen, Wartezeiten, Reinigung der Schablonen/Rakeln) abzuschalten. Geschätzte Einsparung: Ca. 30%. Dies entspricht beim Rundfilmdruck für die Antriebe Band, Bürstenwalze 1 und 2: 0.65 kWh pro Schichtstunde.

Figur C. 1 8 zeigt ein Beispiel für Einsparungerl betrieblicher Art.

Figur C.18  
Einsparungspotential beim  
Hydraulikantrieb durch  
späteres Einschalten  
(Auszug aus Anhang B4)



## 4.2 Technische Massnahmen

Ansätze für technische Einsparmassnahmen gehen in erster Linie aus den Datenblättern sämtlicher grösserer Einzelantriebe hervor (Anhang C).

Für den vorliegenden Betrieb fällt der grosse Unterschied zwischen installierter und effektiv bezogener elektrischer Leistung auf. Eine gewisse überdimensionierung ist aus Sicherheits- und Dauerhaftigkeitsüberlegungen gerechtfertigt. In dem vorliegenden Masse ist diese jedoch nicht mehr gerechtfertigt, da die Motoren so mit einem tiefen Wirkungsgrad betrieben werden.

Eine exaktere Dimensionierung bedingt vor allem genaue Angaben von Seiten des Kunden (Betreiber der Anlage) zuhanden des Herstellers und dessen Flexibilität für spezifische Kundenbedürfnisse. Ein gewisses Hindernis zur Ausschöpfung dieses Sparpotentials ist auch dadurch gegeben, dass der Anlagenhersteller nicht für jede Anwendung Antriebe mehrerer Leistungsstufen anbieten kann.

Aus angedeuteten Gründen ist eine Quantifizierung des Einsparpotentials aus technischen Massnahmen kaum möglich. Nachfolgend noch zwei weitere technische Massnahmen:

- Nur ein Antrieb für beide Bürstenwalzen: Die beiden Bürstenwalzen liessen sich auch mit einem einzigen Antrieb genügend zuverlässig antreiben. Einsparungen von schätzungsweise 20% oder 0.13 kWh pro Schichtstunde durch einen besseren elektrischen und mechanischen Wirkungsgrad.

Teil C: ELEKTRIZITÄTSBEDARF TEXTILDRUCK

April 1992

- Frequenzgeregelte Antriebe für die Trocknerventilatoren. Eine Leistungsanpassung im Trockner wäre nicht nur mit erheblichen Energieeinsparungen verbunden, sondern würde auch die Qualität verbessern (kein Oberhitzen des Stoffes). Noch unbekannt sind die am besten geeigneten Regelgrößen und -instrumente. Es bedarf hier noch eines Forschungs- und Entwicklungsaufwands sowie eines Vergleichs mit anderen Trocknerproduzenten. Dieser Aufwand dürfte sich in Anbetracht der grossen Sparpotentiale sicher lohnen. Das geschätzte Sparpotential beträgt in diesem Betrieb ca. 40 % oder ca. 4 kWh pro Schichtstunde; allgemein ca. 25%.

Im weiteren kann Strom durch Erneuerung von Antrieben in älteren Anlagen gespart werden. Da viele Maschinen und Anlagen während rund 20-30 Jahren betrieben werden, darf dieses Potential nicht vernachlässigt werden. Oft ist dann ein Ersatz auch mit weiteren Stromsparenden Massnahmen verbindbar (z.B. neuer Antrieb mit frequenz geregelter Leistungsanpassung).

Zusammenfassend sind für den untersuchten Betrieb folgende Aussagen möglich:

1. Im Bereich des Textildruckes (Rundfilmdruck und Flachfilmdruck) können ca. 5% durch technische Massnahmen und ca. 10% durch betriebliche Massnahmen eingespart werden. 2. Im Bereich der thermischen Fixierung \*) (Trockner; Rundfilmdruck und Flachfilmdruck) sind es rund 40%, die primär durch geeignete Regelungstechnik und leistungsvariable Ventilatoren eingespart werden können.

Da Druck und thermische Fixierung je etwa einen 50% Anteil am Gesamtverbrauch der Druckmaschine haben, dürfte das gesamte StromEinsparpotential ca. 15-25% betragen.

Die Unterschiede zwischen Rundfilmdruck und Flachfilmdruck sowie zwischen verschiedenen Fabrikaten von Druckmaschinen dürften in den Ungenauigkeiten untergehen.

Streng genommen handelt es sich nur beim Pigmentdruck um eine thermische Fixierung. Bei der Firma Heberlein ist es in aller Regel eine reine Trocknung.



## **D Schlussfolgerungen**

Zum Schluss dieser Untersuchungsarbeiten stellt sich die Frage, wie gewonnene Erfahrungen und Sachwissen von weiteren Fachkreisen genutzt werden können, sowie wo noch Wissenslücken bestehen. Nachfolgend wird diesen Fragen kurz nachgegangen.

### **1. Technisch**

Ein Bedürfnis nach Weiterbildung besteht für Anlagenhersteller (d.h. die Maschinenindustrie) in den Bereichen Dimensionierung/Auslegung, Betriebs- und Wirkungsgradverhalten von Antrieben. Vielfach werden aber auch bessere Kenntnisse zum (mechanischen) Nutzleistungsbedarf notwendig sein.

Zu den technischen Aspekten sind auch bessere automatische Steuerungseinrichtungen zu zählen, welche geeignet sind dem Betreiber einen rationellen Betrieb sowie eine gute Überwachung - gerade auch des energetischen Verhaltens - zu ermöglichen. Beispiele dazu wären eine gute Regelung des Trockners oder eine Betriebsdaten-Erfassung (BDE) mit energetischen Informationen.

Für eine Erfolgskontrolle sind Messungen sehr wichtig. Aus diesem Grund sind sinnvolle Elektroinstallationsführungen bedeutungsvoll. So sollte pro Prozess ein (möglichst nur einer) Schaltschrank installiert sein.

### **2. Betrieb und Prozessanalyse**

Im betrieblichen Bereich sind - wie bereits beschrieben - viele Massnahmen zu Einsparungen realisierbar. Da diese jedoch sehr unterschiedlich aussehen, müsste ein Weiterbildungsangebot vor allem auf die betriebliche Analyse ausgerichtet sein. Dieses Projekt machte deutlich, dass beispielsweise mit Mehrkanalmessungen über gewisse Zeitperioden schon viel zu machen ist. Solche Messmethoden zu vermitteln wäre demnach sinnvoll.

Im weiteren sollte in Ausbildungsprogrammen gezeigt werden, wie vorhandene Betriebsindikatoren (Bsp. BDE-Systeme) für energetische Zwecke genutzt werden können. Hinweise zur Erfassung und Verwaltung

von Energiedaten sowie zur Ermittlung von geeigneten Kennzahlen dürften Betriebsfachleute ebenfalls interessieren.

### **3. Wirksamkeit**

Damit effektiv Energie gespart wird, bedarf es des Willens der ganzen Belegschaft. D.h. es braucht eine gute Motivation. Es wäre wohl schon viel erreicht, wenn den Energiebeauftragten in Ausbildungskursen ein geeignetes Instrumentarium für Motivationskampagnen in den Betrieben mitgegeben werden könnte. Weshalb es heute einer verstärkten Motivation des gesamten Betriebes - von den Werkhallen bis zu den Betriebsleitungen - geht aus dem nächsten Kapitel noch besser hervor. Ein anderer Ansatz zu mehr konkreten Resultaten liegt im Zusammenwirken von Anlagen-Betreiber und Hersteller. Nur wenn der Betreiber eine bessere energetische Effizienz auch wirklich fordert, wird sie ihm geliefert. Hinzu kommen genaue Absprachen in Bezug auf den geplanten Einsatzzweck einer Maschine, d.h. fachtechnische Gespräche zwischen Hersteller und Betreiber sollten bei Neuanschaffungen den notwendigen Raum erhalten.

### **4. Allgemein**

Die Sensibilisierung für Elektrizitätssparen ist in den betrachteten Industriekreisen noch sehr gering. Mehr (elektrische) Effizienz ist vorläufig kein Thema, da kein Handlungsbedarf erkannt wird. Der Strom ist billig und in genügender Menge vorhanden, und gesetzliche Vorschriften im Bereich Elektrizität sind noch kaum vorhanden. (Die Energienutzungsverordnung (ENV) des Bundes vom 22. Januar 1992 legt erste Massnahmen fest, welche auch gewisse Industrien betreffen werden.) Aufgrund dieser Randbedingungen wird sich auch in nächster Zeit, wenn neues Wissen zur rationellen Stromnutzung verfügbar wird, in den Fabrikhallen nicht viel ändern. Für messbare Erfolge ist die Zeit noch nicht reif - wohl aber für die Sensibilisierung und Ausbildung der industriellen Hersteller und Anwender von elektrischen Maschinen, wie dies in RAVEL beabsichtigt ist. Sichtbare Einsparungen dürften sich dort sehr rasch einstellen, wo die effiziente Stromnutzung mit einer allgemeinen Betriebsrationalisierung einhergeht. Insofern dürften sich die Weiterbildungsanstrengungen in Sachen Strom auch für die Industrie sehr rasch auszahlen.

**Anhang A:**

**Literatur und Fotos**

## Literatur

- [1] Drehstrom-Asynchronmotoren; Grundlagen und Dimensionierung, ABB-Normelec AG
- [2] Der Drehstrom Motor, ABB Motors
- [3] Drehzahlveränderbare Antriebe Gleichstrom- oder Drehstromtechnik? P. Loeliger in STZ Nr. 9 vom 1.5.90

April 1992

Foto 1  
Übersicht Flachfilmdruck-  
Maschine (FD7) im  
Druckbetrieb mit 24 Farben  
Hintergrund: Mansarde  
(Trockner)

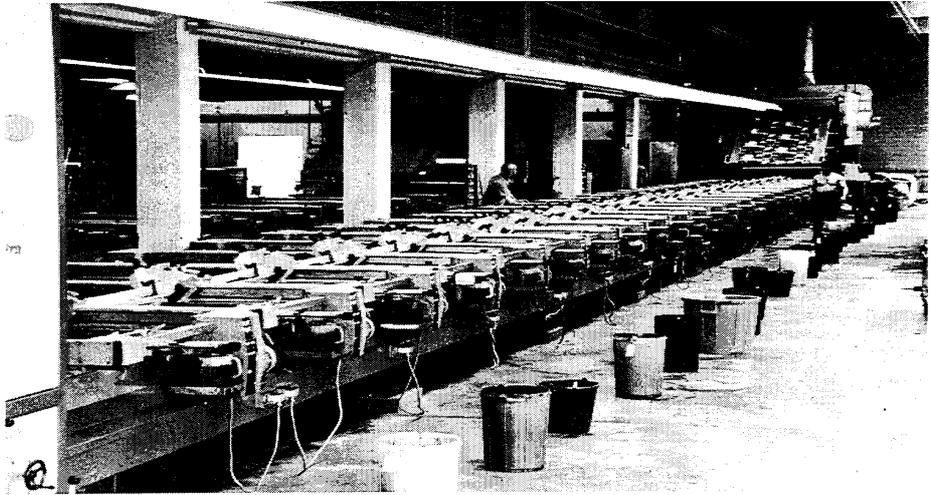


Foto 2  
FD7: Nahaufnahme eines  
Druckwerkes mit  
sichtbarem Antrieb für  
Rakelbewegung

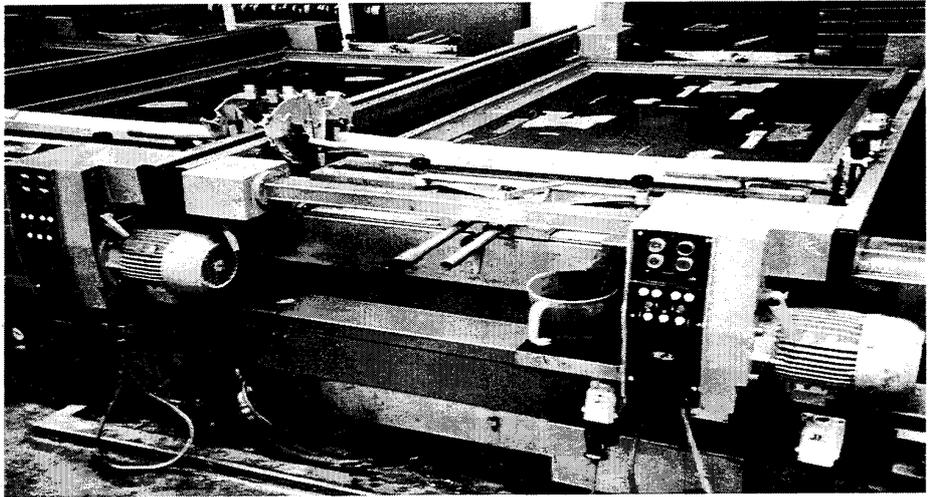
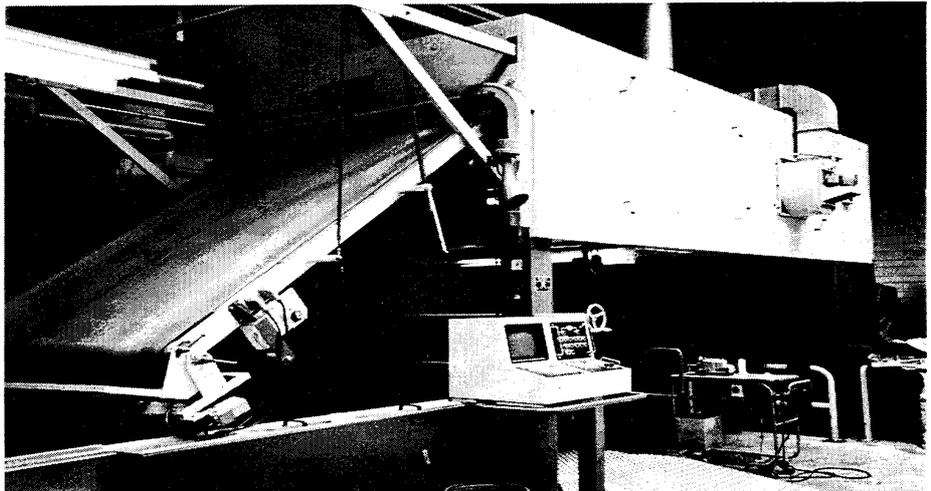


Foto 3  
FD7: Mansarde (Trockner)  
Vordergrund: Trockner-  
band (ohne Stoff)  
Hintergrund: Ein Umluft-  
aggregat mit Kanal





April 1992

Foto 4  
RD6: Stoffeinauf mit  
Breithalter  
Das Breithaltersystem  
umfasst mehrere  
Einzelantriebe

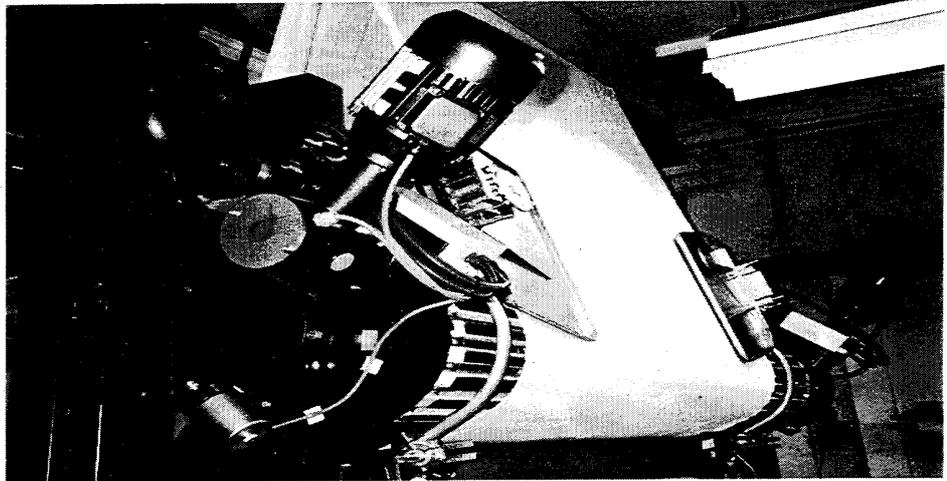


Foto 5  
RD6: Trockner-  
Nahaufnahme  
Vordergrund:  
Dampfzuleitung und Abluft-  
kanal mit eingebautem  
Abluftventilator  
Hintergrund: Elektroantrieb  
zu Umluftventilator

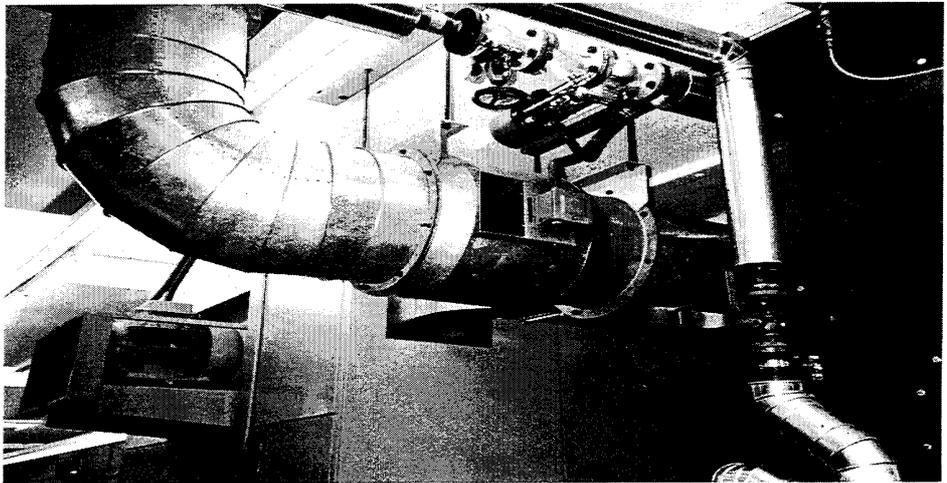
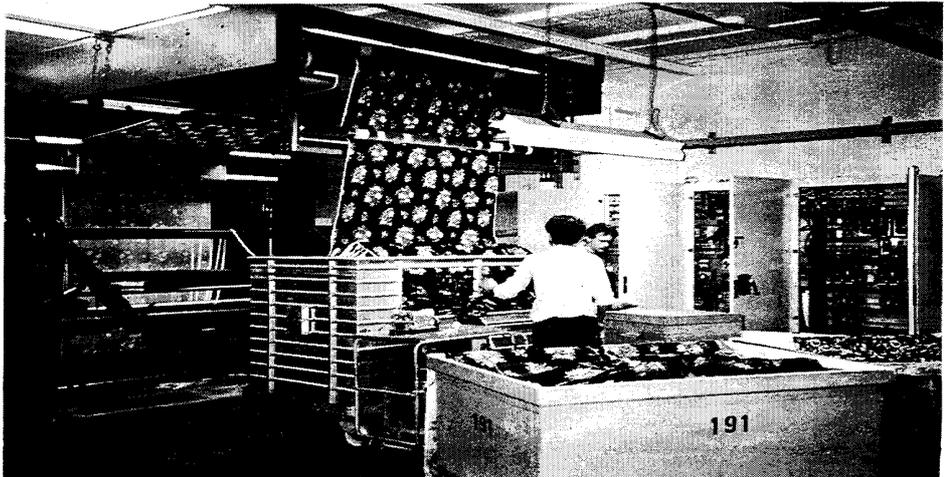


Foto 6  
RD6: Stoffabzug nach dem  
Trockner mit Wagenablage  
Hintergrund: Elektrischer  
Schaltschrank zu RD6





April 1992

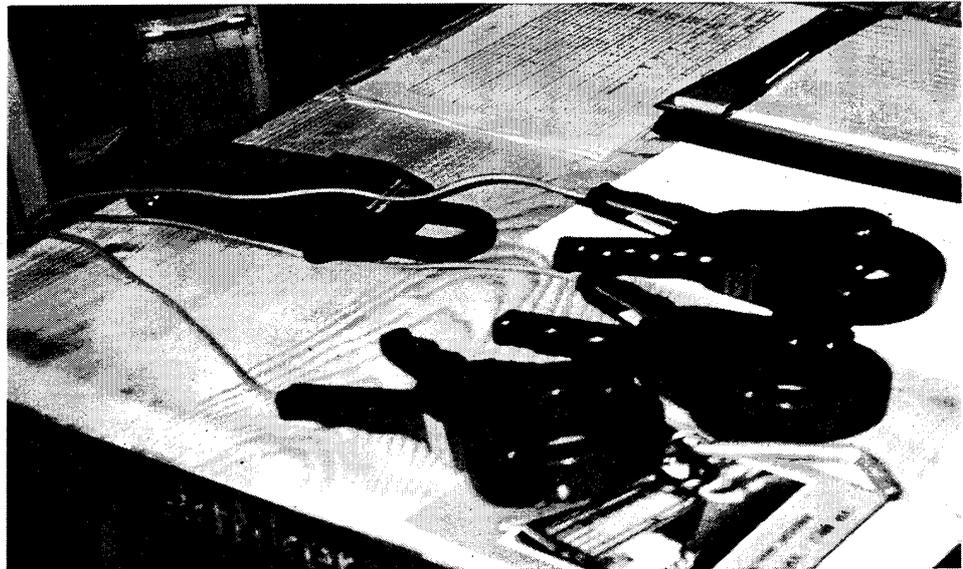
Foto 7

RD6: Farbkessel mit eingelegten Saugschläuchen; die Farbpumpen befinden sich unter dem Laufrost; Hintergrund: Farbzuleitung zu Rakein (auf der Druckmaschine)



Foto 8

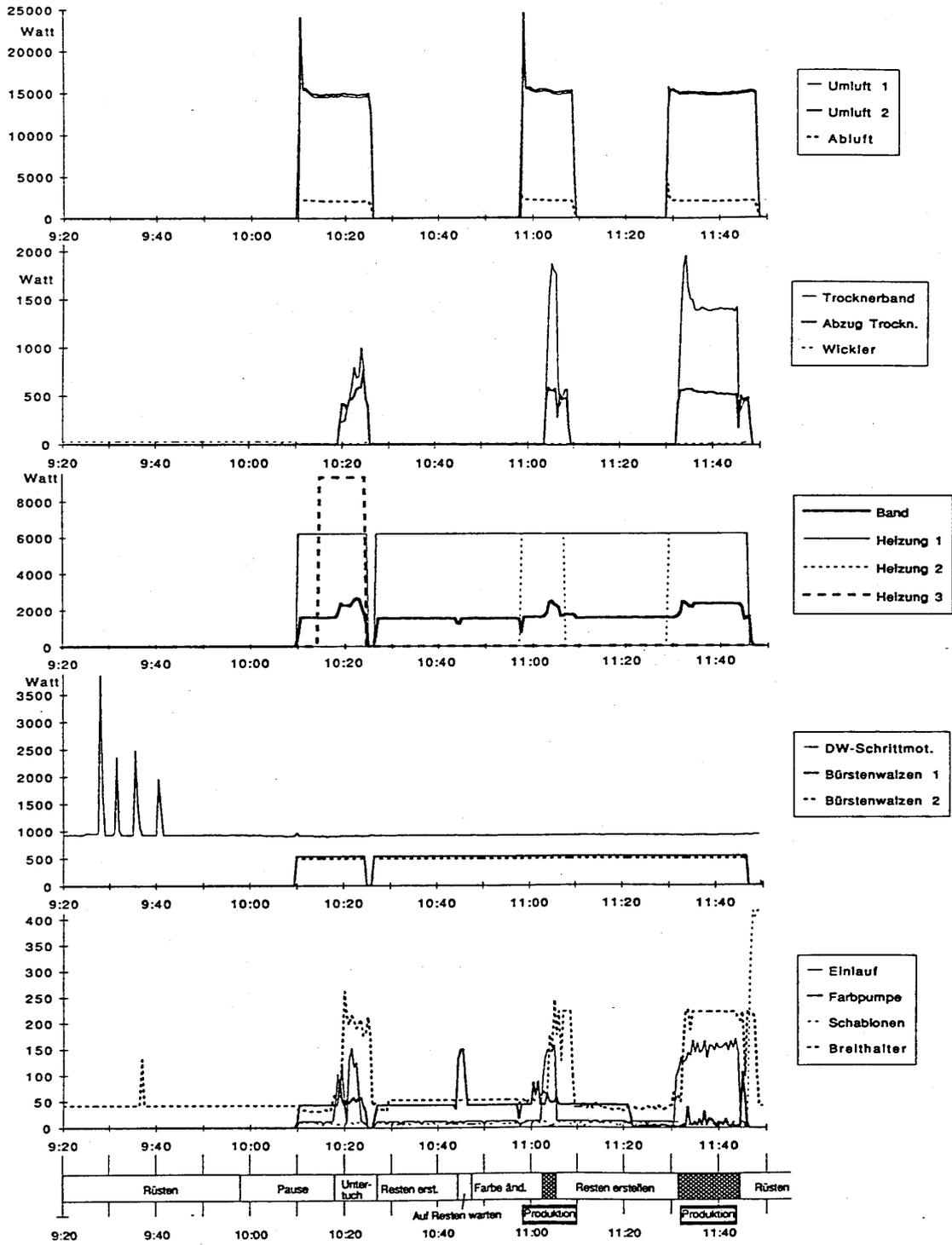
Stromzangen für Gesamtverbrauchsmessungen; Handmessgerät; Hintergrund: Punktschreiber (schwach sichtbar)

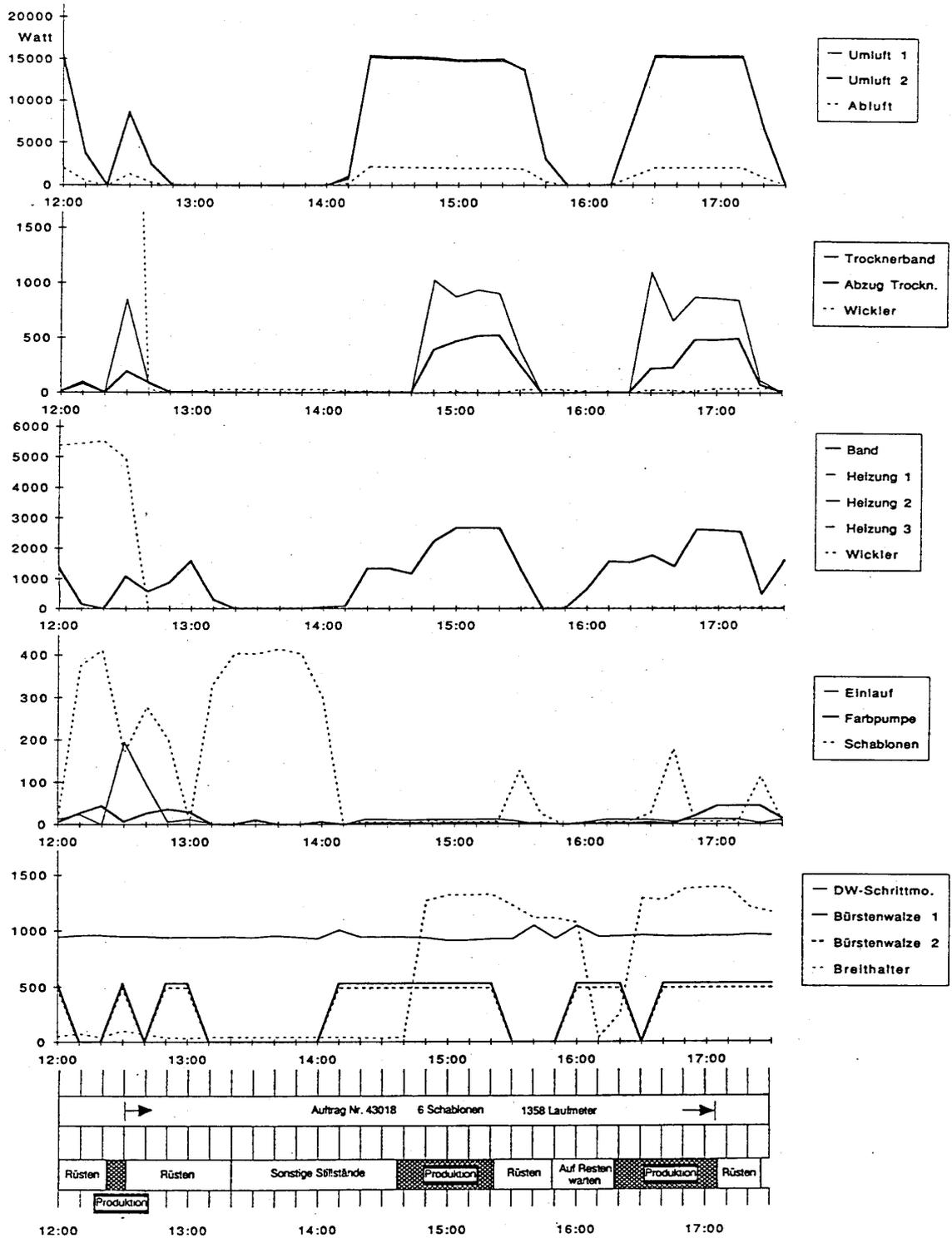




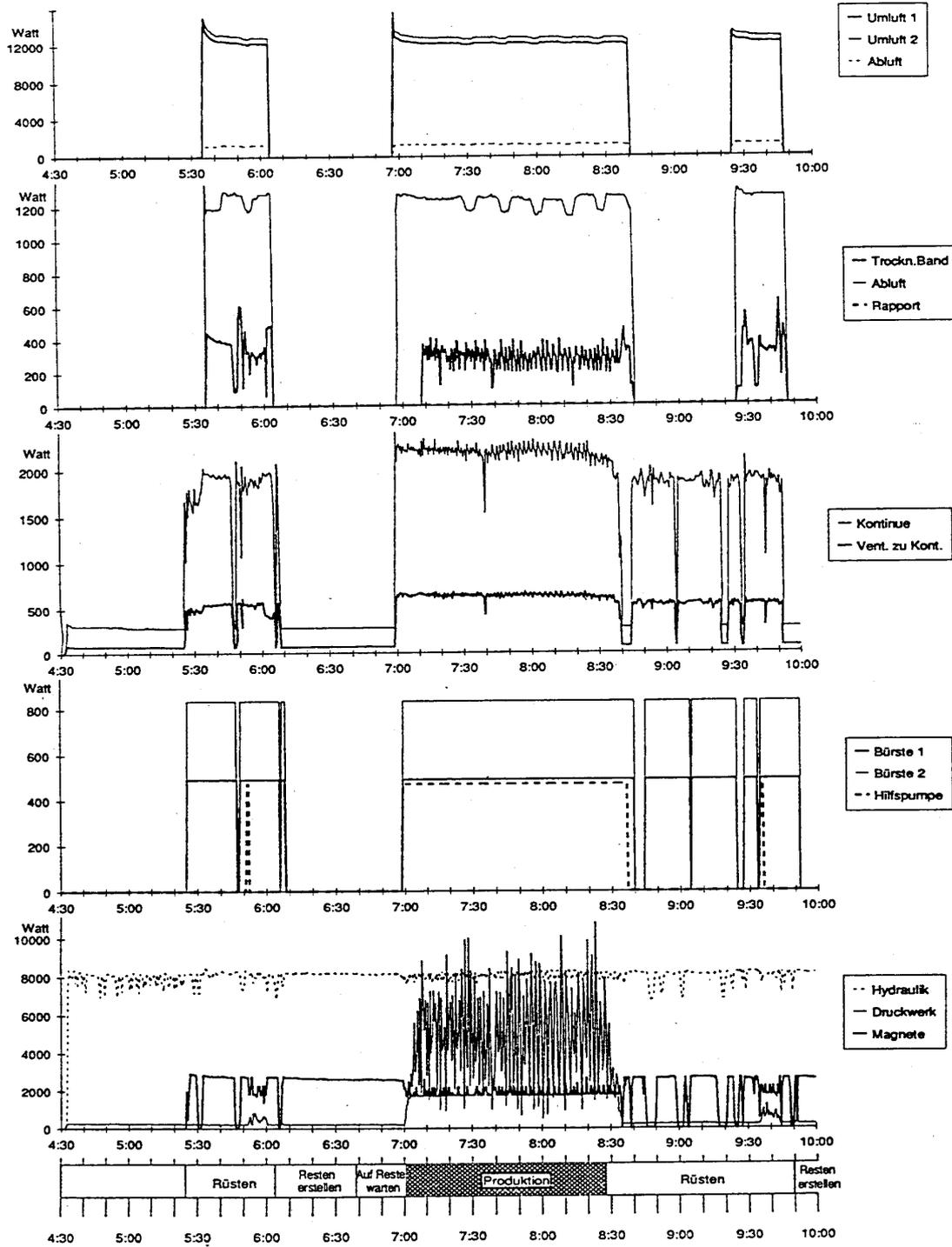
## **Anhang B:**

### **Zeitsynchrone Darstellung der Einzelantriebs- Leistungsmessungen**





Flachfilmdrück: 30s-Intervalle; 20.9.91



## **Anhang C: Datenblätter zu Einzelantrieben**

Rundfilmdruck- und Flachfilmdruckmaschine

Lesehilfe n:

RD6 Bezeichnung für die ausgemessene Rundfilmdruckmaschine

FD7 Bezeichnung für die ausgemessene Flachfilmdruckmaschine

FB Fritz Buser AG, in Wiler, CH

HTW Heberlein Textildruck AG, in Wattwil, CH

Messungen:

b) Es wurde nur der Strom (einphasig) gemessen. Mit dem während den Momentan-Messungen ermittelten  $\cos \varphi$  und der Spannung wurde die Leistung berechnet.



**Elektroantrieb - Datenblatt RD6**, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)

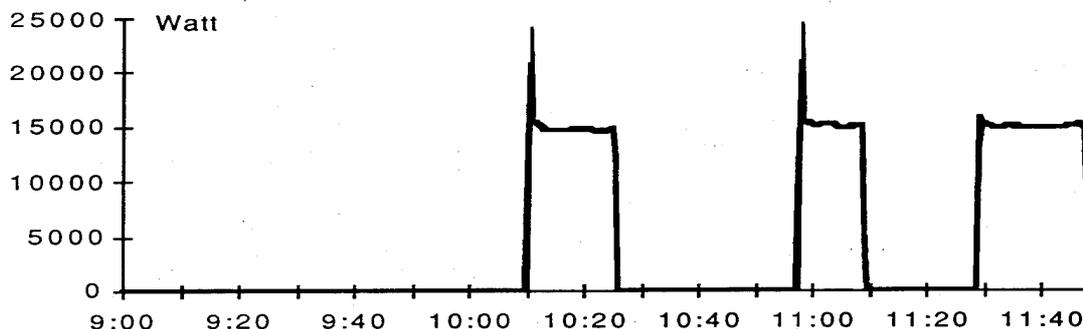
<b>Umluft</b> Antrieb für Umluftventilator	<b>M500/ M510</b>
--	-----------------------

Fabrikat: Brienz AG  
 Typ: R200L-6/4  
 Anzahl pro Maschine: 2  
 Leistungsabgabe: 8/25 kW

**Messungen:****a) momentan; 3-phasig**

	<b>F500</b>	<b>K501</b>	<b>F510</b>	<b>F510</b>
	<b>9.7.10:50</b>	<b>9.7.10:58</b>	<b>11.7.9:50</b>	<b>11.7.10:53</b>
Leistungsaufnahme: (kW)	-	4.55-4.64	-	-
2. Stufe (kW)	14.7-15.2	-	14.9	14.9
Cos $\varphi$	0.69	0.61	0.68	0.82

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 85% / 88%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 87, 83, 87, 87%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; F500/F510; 19.9.91**Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.68**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt über einen Keilriemenantrieb einen Ventilator (Wirz) mit folgenden Kennwerten an: 38'000 m<sup>3</sup>/h, 12.5 mbar, 1320 U/min, 25 kW.(Basis: 20°C)

**Betriebsweise:**

Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal. Zwei Leistungsstufen.

**Bemerkungen:**

Am Morgen (besonders am Montag), wenn die Luft noch kalt ist, ist die elektrische Leistungsaufnahme bedeutend grösser. Bis zu Überlast. Während kurzer Zeit (ca. 20 s) könnte der Motor mit Überlast betrieben werden. Der Motor arbeitet in beiden Leistungsstufen mit ca. 50% Last, entsprechend ungünstig ist der Wirkungsgrad. Ein Motor der kleineren Leistungsstufe (6/18 kW) wäre zweckmässiger.

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6**, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)

<b>Abluft</b> Antrieb für Abluftventilator	<b>M560</b>
--	-------------

Fabrikat: Woods  
 Typ:  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 5.2 kW

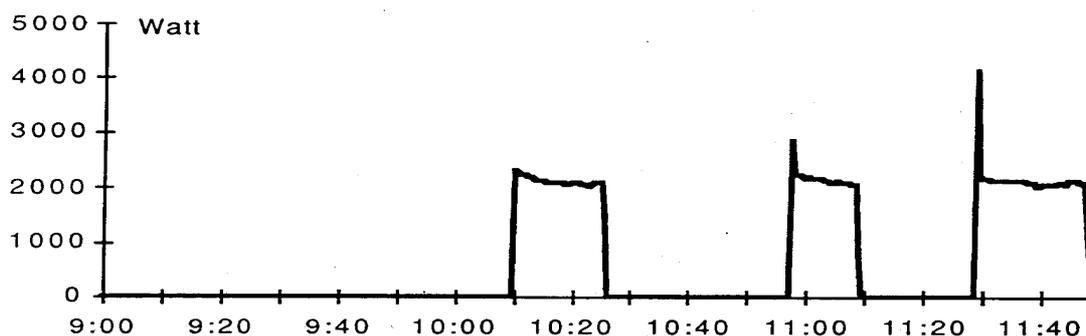
**Messungen:****a) momentan; 3-phasig**

9.7. 11:32  
 Leistungsaufnahme: 2.42 kW  
 Cos  $\varphi$ : 0.78

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 83-84%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 76%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; M560; 19.9.91**

Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.78

**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt einen Ventilator mit folgenden Kennwerten an: 9'400 m<sup>3</sup>/h, 5 mbar, 2900 U/min, 2.8 kW.

**Betriebsweise:**

Handgeschaltet über Bedienerterminal. Differenz-Temperatur-Regler auf eine Kanal-Drosselklappe

**Bemerkungen:**

Der Motor liegt direkt im Kanal. Der Motor ist gut ausgelegt. Er wurde aus thermischen Gründen gross dimensioniert. Die gleiche Baugrösse mit der Wicklung auf die nächst kleinere Leistung optimiert, würde den Wirkungsgrad ca. um 2% verbessern. Anstelle der Drosselklappe wäre eine Drehzahlregelung energetisch sinnvoller.

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)**

<b>Bürste</b>	Antrieb für Bürstenwalze	<b>M200/ M202</b>
---------------	--------------------------	-----------------------

Fabrikat: Brienz  
 Typ: F 90 L-4  
 Anzahl pro Maschine: 2  
 Leistungsabgabe: 1.5 kW

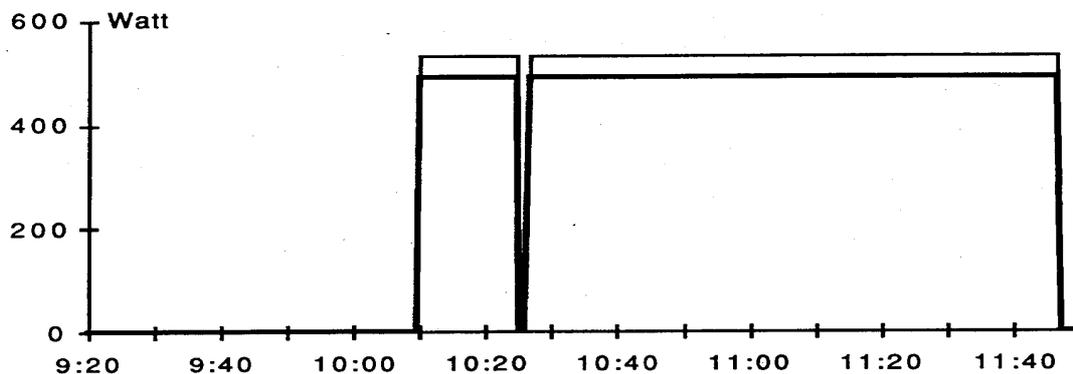
**Messungen:****a) momentan; 3-phasig**

	<b>K200;</b>	<b>K202;</b>
	<b>11.7. 9:32</b>	<b>11.7. 9:34</b>
Leistungsaufnahme:	0.531 kW	0.485 kW
Cos $\varphi$ :	0.5	0.47

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 75%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 65%..bzw 64%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; M200/M202; 19.9.91**

Nicht gemessen; nur Ein/Aus mittels Relais erfasst

**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt die Bürstenwalze über einen Zahnriemen an. Die Bürstenwalzen reinigen das Druckband während des Rücklaufes mit ca. 40°C warmem Wasser. Die Walzen werden pneumatisch mit konstantem Druck angepresst (Handeinstellung).

**Betriebsweise:**

Sobald das Druckband läuft, laufen auch die Bürstenwalzen. Ausser im Thermoplast-Modus: beim Aufbringen des Thermoplastes werden die Bürstenwalzen abgesenkt.

**Bemerkungen:**

Antrieb ist für eine Breite von 240 cm ausgelegt.

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)**

<b>Breithalter</b> Versorgung Breithaltereinrichtung	<b>Q220</b>
--	-------------

Fabrikat: Erhardt & Leimer; Siemens  
 Typ:  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 2.2 kW (Gebläse) + Diverse Kleinantr.

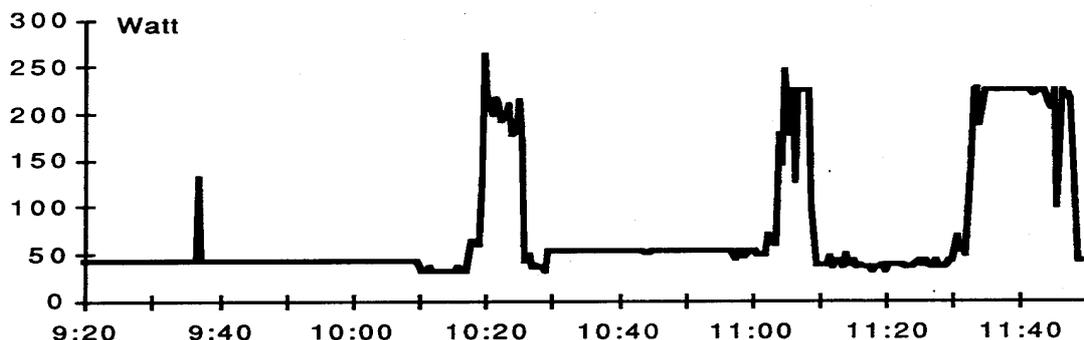
**Messungen:****a) momentan; 3-phasig**

11.7. 9.44  
 Leistungsaufnahme: 1.45 kW  
 Cos  $\varphi$ : 0.55

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 80%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 79%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; Q220; 19.9.91**

Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.55 (nur Kleinantriebe in Betrieb)

**Funktion (Nutzenergie):**

Dieser Motor treibt einen Ventilator an, welcher über kleine Düsen eines Breithalters die Luft schräg nach aussen auf den Stoff bläst und den Stoff dadurch in der Randpartie ausglättet.

**Betriebsweise:**

Der Motor ist verbrauchsintensivster Bestandteil einer mehrteiligen Apperatur zur exakten Gewebeführung, die sogenannte Latteneinführung von Erhardt & Leimer, Augsburg.

**Bemerkungen:**

Dieser Anlagenteil wird eigenständig gesteuert und mit Strom versorgt. Vier kleinere Gleichstromantriebe (Schrittmotoren) sind ebenfalls Bestandteil dieser Einführung. Gemessen wurde die Latteneinführung als Ganzes. Es handelt sich um eine ganz spezielle Einführvorrichtung für höchste Ansprüche.

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)**

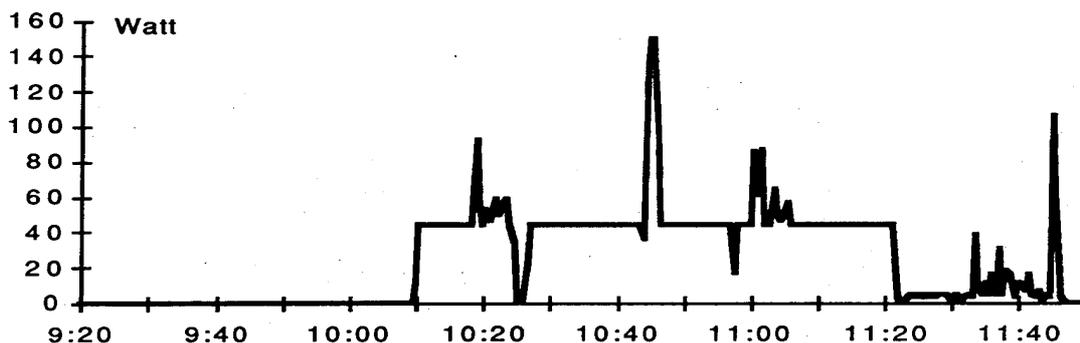
<b>Farbpumpe</b>	Antrieb für Farbpumpe	<b>M190</b>
------------------	-----------------------	-------------

Fabrikat: Brienz  
 Typ: R 80 M-4  
 Anzahl pro Maschine: 20  
 Leistungsabgabe: 0.55 kW

Messungen:	Pumpmedium	Pumpmedium
<b>a) momentan; 3-phasig</b>	<b>Wasser</b>	<b>Farbe</b>
<b>Farbpumpe Nr.13</b>	<b>190-13; 11.7.9:20</b>	<b>190-14; 9.7.14:20</b>
Leistungsaufnahme:	0.154 kW	0.331
Cos $\varphi$ :	0.21	0.67

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 63%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 50% bzw. 61%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; M190-xx; 19.9.91**  
**Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.25 (in Betrieb: 1 Farbpumpe mit Wasser+7 Farbpumpen)**

**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt eine Zahnrad-Pumpe an. Die Förderleistung wurde gemessen und betrug für Wasser: 26.5 l/min und für eine dickflüssige (VT 120) Farbe 3.8 l/min.

**Betriebsweise:**

Die Pumpen sind je nach Anzahl benötigter Farben in Betrieb und werden über einen Farbstandsfühler automatisch Ein/Aus geregelt. Auf diese Weise laufen die Pumpen sehr häufig, aber nur für kurze Zeit. Zur Rückführung der Farbe, muss 2-Weg-Betrieb möglich sein.

**Bemerkungen:**

Die Farbpumpen sind auf die Ansaugleistung (leerer Schlauch, dickflüssige Farbe) ausgelegt.

Die Leimpumpe zu Beginn des Prozesses entspricht den Farbpumpen.

Die Pumpen sind auf dickflüssige Farben ausgelegt.

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6**, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)

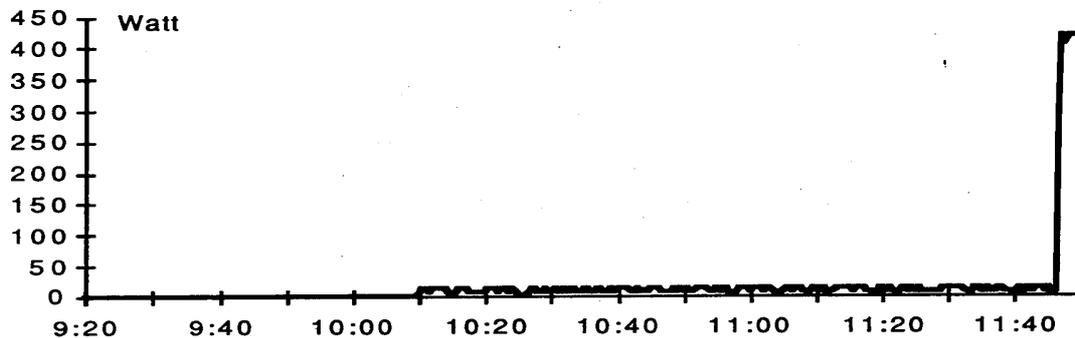
<b>Schablonen</b>	Antrieb für Schablonen (allein)	<b>M210</b>
-------------------	---------------------------------	-------------

Fabrikat: AEG  
 Typ:  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 0.75 kW

**Messungen:**  
**a) momentan; 3-phasig K210**  
 Leistungsaufnahme: 9.7. 16.41  
 Leistungsaufnahme: 0.369 kW  
 Cos  $\varphi$ : 0.42

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 71%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 68%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; K210; 19.9.91**  
 Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.6

**Funktion (Nutzenergie):**

Dieser Motor treibt die Schablonentrommeln langsam und kontinuierlich an.

**Betriebsweise:**

Der Motor treibt die Schablonen nur an, wenn das Druckband *nicht* läuft, um zu verhindern, dass keine Farbe aus den Schablonen auf das Band tropft.

**Bemerkungen:**

Kein Schild am Motor.

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)**

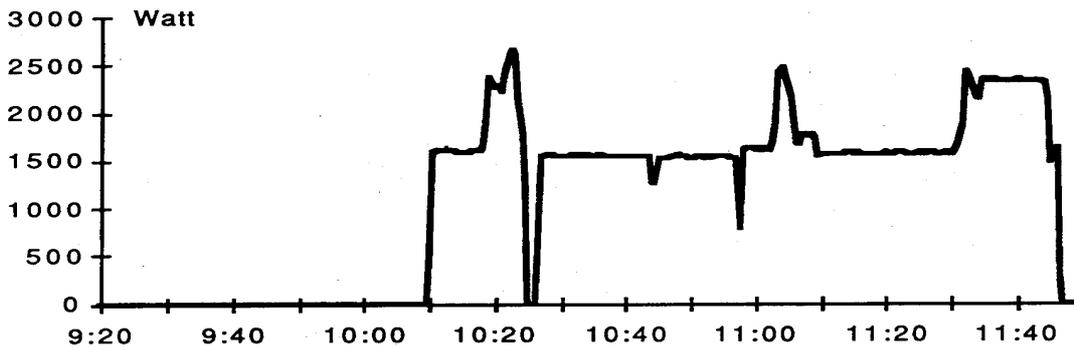
<b>Band</b> Antrieb für Druckband	<b>M130</b>
-----------------------------------	-------------

Fabrikat: Bartholdi Koblenz  
 Typ: GO 132 M  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 31 kW (=)

**Messungen:**  
**a) momentan; 3-phasig F130; 11.7.9:22-9:28**  
 Leistungsaufnahme (Motor): 0.41 - 3.47 kW (inkl. M131, B130)  
 Cos φ 0.18

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 87%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 40%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; F130; 19.9.91**  
 Gewählter Cos φ: 0.2



**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt über ein Zahnradgetriebe direkt die Bandwalze an. Der Druckbandantrieb ist für 90 m/min ausgelegt. Die maximal gefahrene Geschwindigkeit liegt generell unter 20 m/min. Je nach eingestelltem Anpressdruck der Druckwerke und Bürsten erhöht sich die Bandantriebskraft.

**Betriebsweise:**  
 Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal

Geschwindigkeit (m/min)	Antriebsleistung (kW)
7	1.5
8	1.8
12	2.3
18	2.7

**Bemerkungen:**

Das Band läuft teilweise auch ohne Gewebe (z.B. zur Reinigung). Der kleine Kühlventilator M131, 0.3 kW ist mitgemessen worden. Die Fa. FB AG baut drei verschiedene Antriebsgrößen, je nach Anzahl Druckwerken und Breite ein. Der Antrieb ist für die vorliegende Anwendung stark überdimensioniert.

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)**

<b>Einlauf</b>	Antrieb für Stoffeinlauf	<b>M160</b>
----------------	--------------------------	-------------

Fabrikat: Landert  
 Typ: GL 80-19-V2A  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 1.25 kW (=)

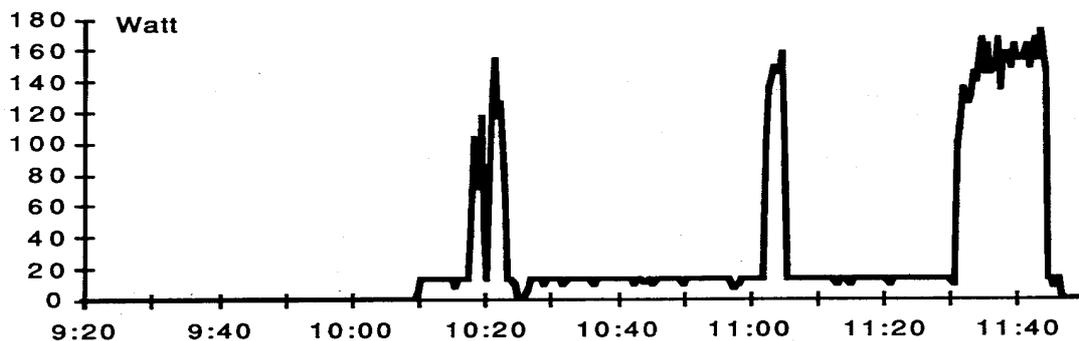
**Messungen:**  
 a) momentan; 3-phasig

Keine Messung war am Messtag nicht in Betrieb.

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 75%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 45%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; K160; 19.9.91**

Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.7



**Funktion (Nutzenergie):**

Der drehzahlgeregelte Gleichstrom-Motor treibt über eine Kette die Abzugswalze an. Der Einlaufantrieb ist für ca. 95-100 m/min ausgelegt. Die maximal gefahrene Geschwindigkeit liegt generell unter 20 m/min.

**Betriebsweise:**

Die Abzugsgeschwindigkeit wird automatisch der Druckgeschwindigkeit angepasst.

**Bemerkungen:**

Der Antrieb ist für die vorliegende Anwendung stark überdimensioniert.

**Elektroantrieb - Datenblatt** RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)

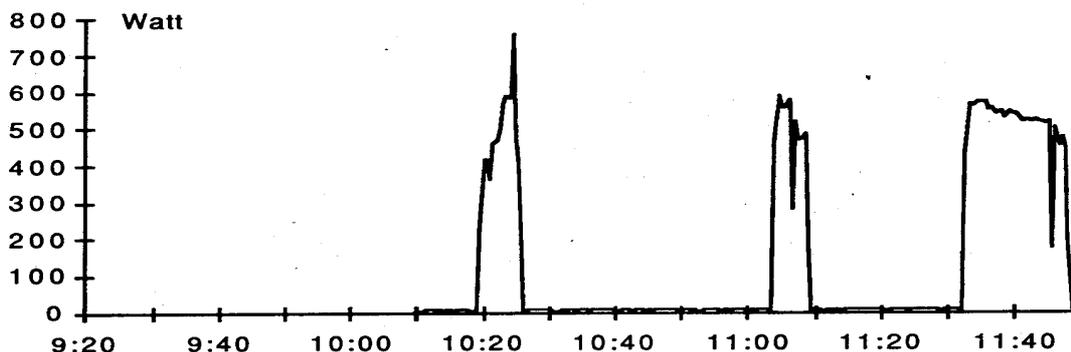
<b>Abzug Trockn.</b>	<b>Antrieb für Stoffabzug/Trockner</b>	<b>M610</b>
----------------------	--	-------------

Fabrikat: Landert  
 Typ:  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 1.8 kW (=)

**Messungen:**  
a) momentan; 3-phasig

Leistungsaufnahme (Motor): 0.387 - 0.879 kW (Trafo): kW  
 Cos  $\varphi$  0.4-0.5

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 75%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 50-60%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; Q610; 19.9.91**Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.5**Funktion (Nutzenergie):**

Der drehzahlgeregelte Gleichstrom-Motor treibt über eine Kette die Abzugswalze ganz am Schluss des Prozesses an.

**Betriebsweise:**

Die Abzugsgeschwindigkeit wird automatisch der Druckgeschwindigkeit angepasst.

**Bemerkungen:**

kein Schild am Motor

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)**

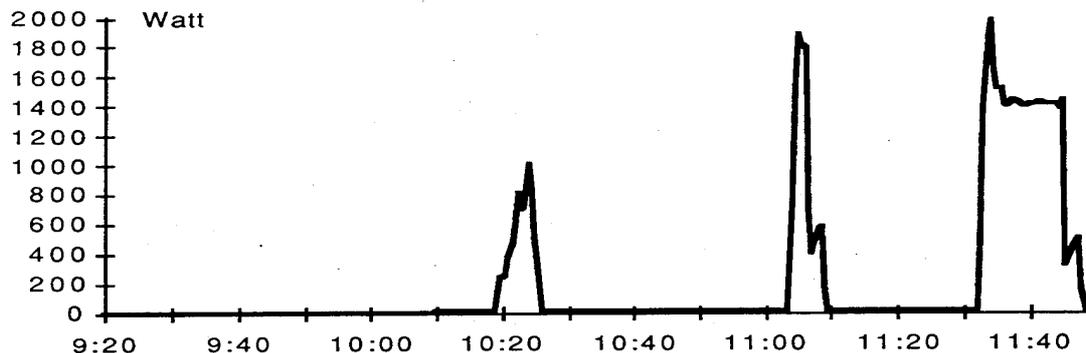
<b>Trocknerband</b>	Antrieb für Trocknerband	<b>M600</b>
---------------------	--------------------------	-------------

Fabrikat: Landert  
 Typ:  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 2.8 kW (⇒)

**Messungen:****a) momentan; 3-phasig**

Nicht gemessen

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 75%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca 55-70%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; Q600; 19.9.91**Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.5**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt über ein Zahnradgetriebe direkt die Bandwalze an.  
 Der Trocknerbandantrieb ist für max. 95 m/min ausgelegt. Die gefahrene  
 Geschwindigkeit liegt generell unter 20 m/min.

**Betriebsweise:**

Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal

**Bemerkungen:**

kein Schild am Motor  
 Das Band läuft teilweise auch ohne Gewebe (z.B. zur Reinigung)  
 Wie erfolgt die Reinigung?

**Elektroantrieb - Datenblatt RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)**

<b>Infrarot-Heizstäbe</b>	<b>K180/ K181/ K182</b>
---------------------------	---------------------------------

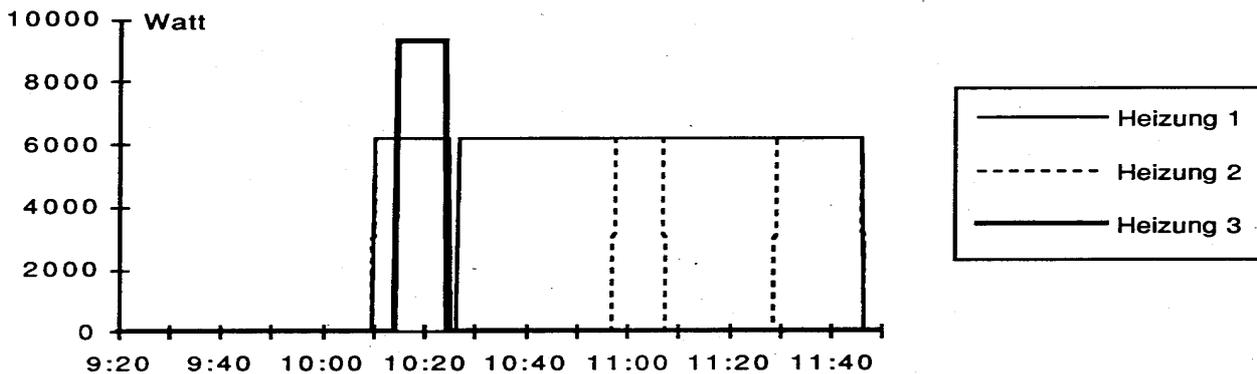
Fabrikat: Haran  
 Typ: Quarzglas  
 Anzahl pro Maschine: 7  
 Leistungsabgabe: 3.1 kW (pro Heizstab)

**Messungen:**  
 a) momentan; 3-phasig

Leistungsaufnahme:	<b>K180; 9.7.13:50</b> 6.21-6.26 kW	<b>K181; 13.52</b> 6.21-6.26 kW	<b>K182; 14:00</b> 3.11-3.15 kW (1 von 4 Stä.)
--------------------	--	------------------------------------	--

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 100%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; 19.9.91**



**Funktion (Nutzenergie):**

Diese Heizstäbe erwärmen die Oberfläche einer Walze bei Verwendung eines Thermoplastes als Leim zur Befestigung des Druckgutes bzw. des Untertuches auf dem Druckband. (Bei Baumwoll-Stoff wird oft ein Kaltleim verwendet).

**Betriebsweise:**

Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal. Drei Stufen.

**Bemerkungen:**

Es handelt sich um langwellige Strahler, welche während ca. 15 min mit einem Viertel der Leistung vorgeheizt werden müssen.  
 Kurzwellige Strahler wurden auch schon ausprobiert. Benötigen mehr Strom, sind aber flinker; zudem sind sie teuer und haben eine kurze Lebensdauer.

**Elektroantrieb - Datenblatt** RD6, Rundfilmdruck, FB, Nr.1094 (HTW)

<b>Verschiedene Kleinstantriebe</b>	<b>M140/ M620/ B130/B600</b>
-------------------------------------	--------------------------------------

**M140: Kantenregulierung** (Original-Einführungsregulierung der Fa. FB)

Fabrikat: AEG  
Typ:  
Anzahl pro Maschine: 1  
Leistungsabgabe: 0.18 kW

**M620: Hubspindel** (zur Einstellung der Bandhöhe; läuft praktisch nie)

Fabrikat: Leroy Sarnier  
Typ:  
Anzahl pro Maschine: 1  
Leistungsabgabe: 0.18 kW

**B130: Tachogenerator** (vermutlich über E&L)

**B600: Tacho Abzugsmotor** (vermutlich Lattentrommelantrieb; vgl. E&L)

**Messungen:**

Es wurden keine Messungen vorgenommen.

**Bemerkungen:**

Diese kleinsten Antriebe sollen nicht weiter berücksichtigt werden.

RAVEL FP 21.51/1799

ANHANG Seite 13

Basler & Hofmann

## **Flachfilrdruckmaschine FD7**

der Fritz Buser AG, Wiler Schweiz  
Nr.953 (HTW)

Baujahr Druckmaschine: 1986

Baujahr Trockner 1974

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

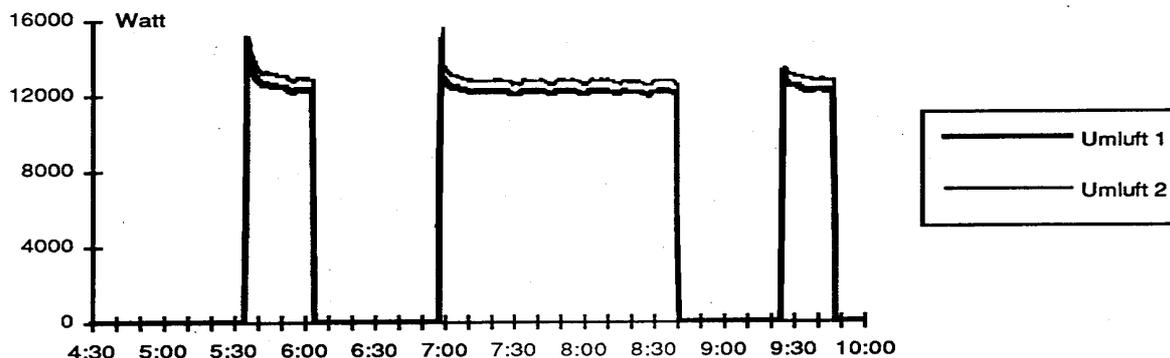
<b>Umluft</b> Antrieb für Umluftventilator	<b>M500/ M510</b>
--	-----------------------

Fabrikat: EMWB  
 Typ: 160 M42-84A  
 Anzahl pro Maschine: 2  
 Leistungsabgabe: 11 kW

**Messungen:**

<b>a) momentan; 3-phasig</b>	<b>2F500</b>	<b>F510</b>
	<b>11.7.11:44</b>	<b>11.7. 11:47</b>
Leistungsaufnahme: (kW)	12.15	12.41
Cos $\varphi$ :	0.88	0.89

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 83%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 82%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; F500/F510; 20.9.91**Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.88; 0.89**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt über einen Keilriemenantrieb einen Ventilator (Wirz) an.

**Betriebsweise:**

Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal.

**Bemerkungen:**

Am Morgen (besonders am Montag), wenn die Luft noch kalt ist, ist die elektrische Leistungsaufnahme bedeutend grösser. Er wird in den Anfahrspitzen für kurze Zeit überlastet. Ein kalter Motor kann über sein Nenndrehmoment belastet werden. Der Motor ist gut dimensioniert. Statt den Motor mit einem Thermorelais zu schützen könnte die Wicklungstemperatur mit einem Kaltleiter überwacht werden.

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)**Abluft** Antrieb für Abluftventilator**M520/  
M550**

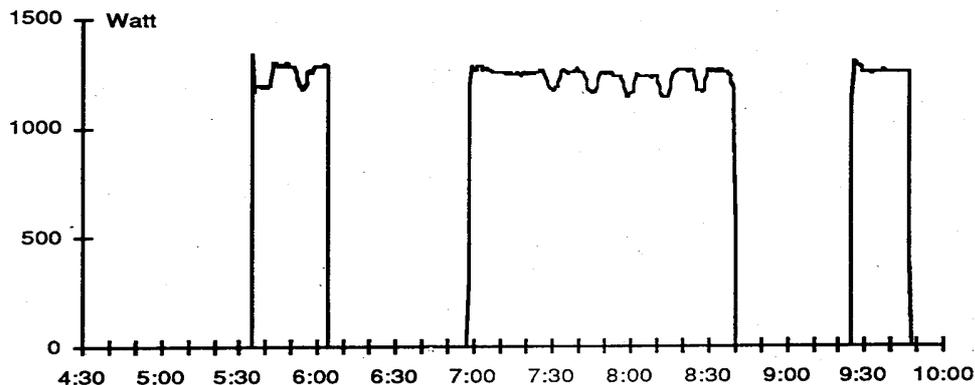
Fabrikat: Signer AG, Münchwilen  
 Typ: R80M/80R  
 Anzahl pro Maschine: 2  
 Leistungsabgabe: 0.75 kW

**Messungen:**

a) momentan; 3-phasig 2F520  
 11.7. 11:51  
 Leistungsaufnahme: 0.65 kW  
 Cos  $\varphi$ : 0.54

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 71%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 71%

b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; 2F520; 20.9.91  
 Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.54

**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt einen Wirz-Ventilator an.

**Betriebsweise:**

Handgeschaltet über Bedienerterminal. Differenz-Temperatur-Regler auf eine Kanal-Drosselklappe

**Bemerkungen:**

Die Trocknerleistung ist knapp dimensioniert. D.h. es wurde berücksichtigt, dass die Anlage nicht mit mehr als 20 m/min läuft.

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

<b>Bürste</b> Antrieb für Bürstenwalze	<b>M210/ M220</b>
--	-----------------------

Fabrikat: Rüetschi, Schöffland  
 Typ: KMERB90L4-213.1  
 Anzahl pro Maschine: 2  
 Leistungsabgabe: 1.5 kW

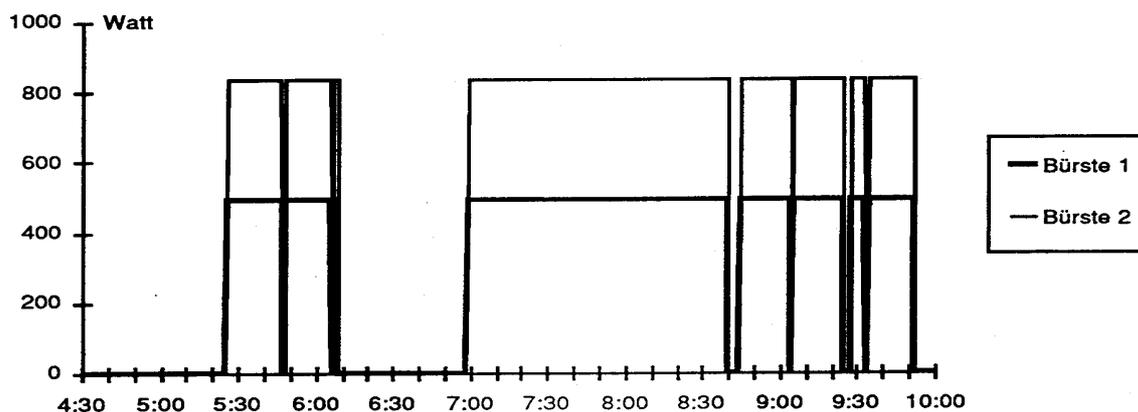
**Messungen:****a) momentan; 3-phasig**

	<b>M210;</b>	<b>M220;</b>
Leistungsabgabe:	11.7. 13:36	11.7. 13:40
Leistungsaufnahme:	0.48 kW	0.84 kW
Cos $\varphi$ :	0.28	0.51

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 76%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: 67% bzw. 74%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; M210/M220; 20.9.91**

Nicht gemessen; nur Ein/Aus mittels Relais erfasst.

**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt die Bürstenwalze über einen Zahnriemen an. Die Bürstenwalzen reinigen das Druckband während des Rücklaufes mit ca. 40°C warmem Wasser. Die Walzen werden pneumatisch mit konstantem Druck angepresst (Handeinstellung).

**Betriebsweise:**

Sobald das Druckband läuft, laufen auch die Bürstenwalzen. Ausser im Thermo-plast-Modus: beim Aufbringen des Thermoplastes werden die Bürstenwalzen abgesenkt.

**Bemerkungen:**

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

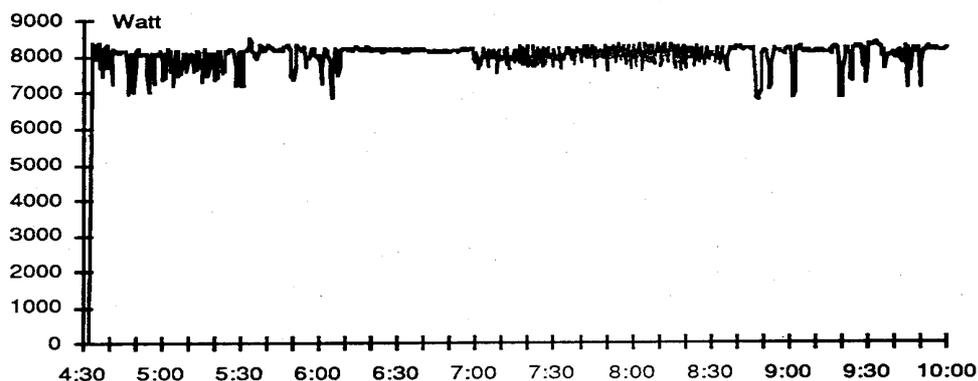
<b>Hydraulik</b>	Antrieb für Druckbandvorschub und Heben/Senken	<b>M100</b>
------------------	--	-------------

Fabrikat: Brienz AG  
 Typ: R160M-2  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 15 kW

Messungen:	3F100	3F100	3F100
a) momentan; 3-phasig	11.7. 10:49	11.7. 10:50	11.7. 10:42
Leistungsaufnahme:	4.56 kW	8.16 kW	12.93 kW
Cos $\varphi$ :	0.57	0.70	0.91

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 87%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: ca. 80% bzw. 85% ,87%

b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; 3F100; 20.9.91  
 Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.6

**Funktion (Nutzenergie):**

Dieser Motor treibt eine Hydraulikpumpe an, welche je einen Hydraulikzylinder für Vorschub und Heben/Senken versorgt. 20-22 bar; bis maximal 40 bar möglich.

**Betriebsweise:**

Die Hydraulik fördert dauernd Oel, sobald der Hauptantrieb morgens eingeschaltet wird.

**Bemerkungen:**

Da die Hydraulik dauernd Oel fördert, ist die aufgenommene Leistung praktisch konstant 8 kW. Abhilfe wäre über eine druckgeregelte Pumpe möglich (wurde bei der neusten Maschinengeneration bereits realisiert).  
 Der Motor ist überdimensioniert (um ca. 100%). Die nächst kleinere Baugröße mit 11kW würde ausreichen. Die Oeltemperatur wirkt sich stark auf die Auslegung der Pumpe aus.

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

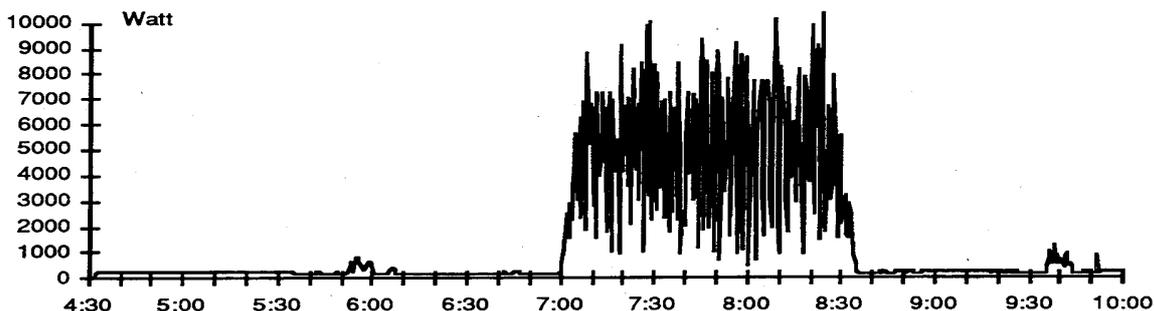
<b>Druckwerk</b>	Antrieb für Rakeln	<b>M120</b>
------------------	--------------------	-------------

Fabrikat: Brienz AG  
 Typ: F90S-4  
 Anzahl pro Maschine: 24  
 Leistungsabgabe: 1.1 kW (=); total: 26.4 kW

Messungen:	3F120	3F120	3F120
a) momentan; 3-phasig	11.7. 11:07	11.7. 11:06	11.7. 11:08
Leistungsaufnahme:	5.61 kW	2.37 kW	1 kW
Cos $\varphi$ :	0.7	0.43	0.59

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 76%  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung:

b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; 3F120; 20.9.91  
 Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.8

**Funktion (Nutzenergie):**

Diese Motoren treiben die Rakeln quer zum Druckband an. Bei der Messung vom 11.7. waren 24 Druckwerke eingesetzt; bei jener vom 20.9. waren es 17 Druckwerke.

**Betriebsweise:**

Intermittierender Betrieb: Ca 1 s vorwärts; 1 s rückwärts; 1 s Stillstand; ...

**Bemerkungen:**

Die Messung erfolgte vor dem Trafo. Die Messwerte sind stark vom momentanen Bewegungszustand sowie von der Anzahl der eingesetzten Druckwerkantriebe abhängig.

Auch dieser Antrieb ist für höhere Geschwindigkeiten ausgelegt und deshalb für diese Nutzung stark überdimensioniert.

Der Lüfter am Motor könnte weggelassen werden, da die Laufzeiten sehr kurz und in genügend langen Zeitintervallen sind, denn eine kleine Schwungmasse ist anzustreben. (Der Lüfter muss auch beschleunigt werden)

Der Motor sollte möglichst auf hohes Anzugsmoment mit tiefem Strom ausgelegt werden (hohe Anlaufgüte).

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

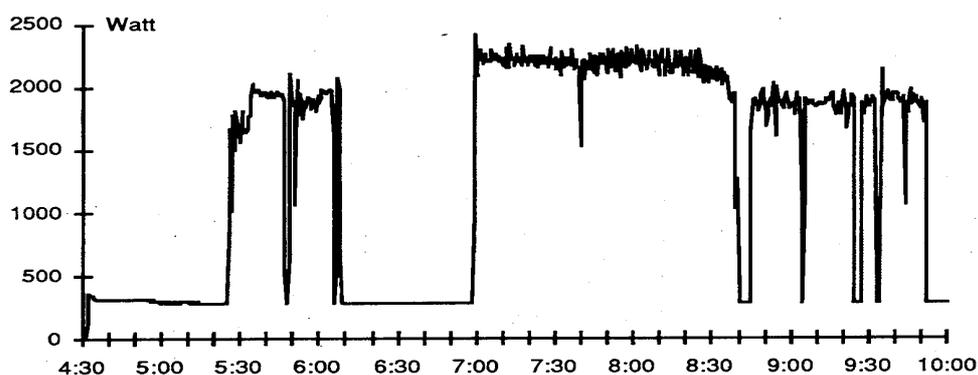
<b>Kontinue</b> Antrieb für Druckband-Rücklauf	<b>M160</b>
--	-------------

Fabrikat: Contraves  
 Typ: CG100L-11BF  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 8.8 kW (=)

**Messungen:**  
 a) momentan; 3-phasig 3F160;  
 11.7.

Keine Messung  
 Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: ca. 84%

b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; 3F160; 20.9.91  
 Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.68

**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt über ein Getriebe und Kettenantrieb die Bandwalze an. Der Druckbandantrieb ist für 40 m/min ausgelegt. Die maximal gefahrene Geschwindigkeit liegt generell unter 20 m/min. Je nach eingestelltem Anpressdruck (abhängig von der Rapportgrösse) der Druckwerke und Bürsten erhöht sich die Bandantriebskraft.

**Betriebsweise:**

Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal

**Bemerkungen:**

Das Band läuft teilweise auch ohne Gewebe (z.B. zur Reinigung). Die Fa. FB AG baut drei verschiedene Antriebsgrößen, je nach Anzahl Druckwerken und Breite ein. Die Unterschiede der Bandgeschwindigkeiten sind gross, nur zu ca. 25% ausgelastet. Der Antrieb ist für die vorliegende Anwendung überdimensioniert.

Die ca. 300W Bandlast werden durch den Fremdventilator erzeugt.

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)**Magnete**

Antrieb für Vorschub- und Haltemagnete

**E141/  
E142**

Fabrikat: Küffer, Kirchberg  
 Typ:  
 Anzahl pro Maschine: 56 Vorschub- / 4 Haltemagnete  
 (gegenläufig eingeschaltet)  
 Leistungsabgabe: 3 kW

**Messungen:****a) momentan; 3-phasig****3F140****3F140**

11.7. 11:12

11.7. 11:14

Leistungsaufnahme:

2.13 kW

2.77 kW

Cos  $\varphi$ 

0.93

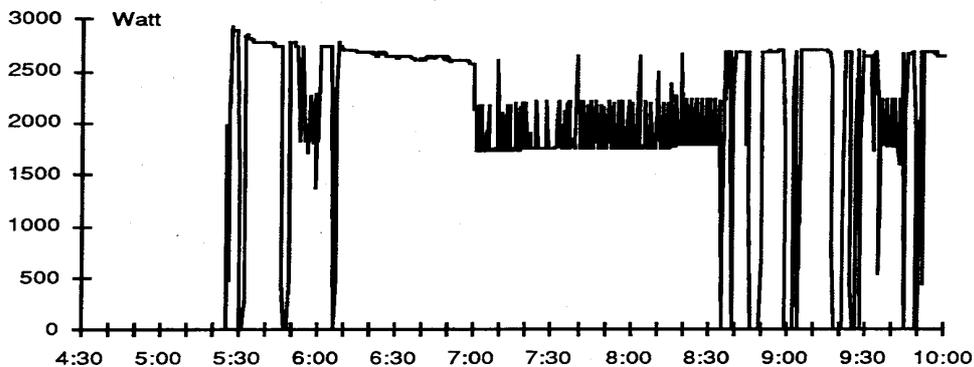
0.83

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung:

ca. 75%

Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung:

ca. 74% bzw. 75%

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; 3F140; 20.9.91**Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.96**Funktion (Nutzenergie):**

Die Vorschubmagnete klemmen die Druckdecke bei der Vorschubbewegung.  
 Die Haltemagnete klemmen die Druckdecke während der Rücklaufbewegung des Vorschubsystems.

**Betriebsweise:**

Die Maschine ist in 3 verschiedenen Positionen ausschaltbar. Dadurch können die Magnete auch bei Maschinenstillstand eingeschaltet bleiben.

**Bemerkungen:**

Beim hohen Leistungsbedarf dürften die Vorschubmagnete eingeschaltet sein, d.h. die Schablonen sind oben. Sinnvoller wäre, dass die Magnete bei Stillstand unabhängig von deren Position ausgeschaltet wären.

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

<b>Trocknerband</b>	Antrieb für Trocknerband	<b>M170</b>
---------------------	--------------------------	-------------

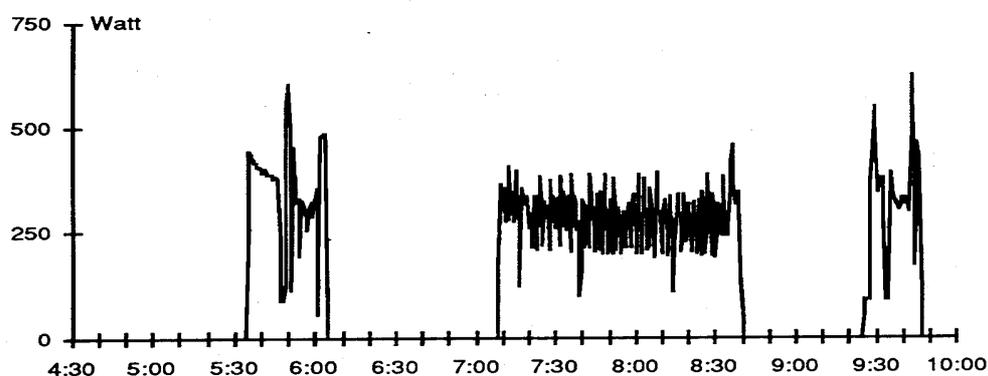
Fabrikat:	Schindler	Abzugmotor: Schindler
Typ:	GW 42	GW 92
Anzahl pro Maschine:	1	1
Leistungsabgabe:	1.5 kW (=)	0.8 kW (=)

**Messungen:****a) momentan; 2-phasig****3F170****11.7. 14:05**

Leistungsaufnahme: 0.46 kW

Cos  $\varphi$  0.6

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung: (Fa. Schindler: keine  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung: Daten mehr vorhanden!)

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; F170/4F170; 20.9.91**  
Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.68**Funktion (Nutzenergie):**

Der Motor treibt über ein Zahnradgetriebe direkt die Bandwalze an.  
 Der Trocknerbandantrieb ist für ca. 30 m/min ausgelegt. Die maximal gefahrene  
 Geschwindigkeit liegt generell unter 20 m/min.

**Betriebsweise:**

Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal

**Bemerkungen:**

Kein Schild am Motor. Das Band läuft teilweise auch ohne Gewebe (z.B. zur  
 Reinigung).

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

<b>Abzug Trockn.</b>	<b>Antrieb für Stoffabzug/Trockner</b>	
----------------------	--	--

Fabrikat: Schindler  
Typ: GW 92  
Anzahl pro Maschine: 1  
Leistungsabgabe: 0.8 kW (=)

**Messungen:**  
**a) momentan; 2-phasig** Keine Messung

Leistungsaufnahme:  
Cos  $\phi$

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung:  
Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung:

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig;**  
**Keine Messung**

**Funktion (Nutzenergie):**  
Der Motor treibt über ein Zahnradgetriebe direkt die Bandwalze an.

**Betriebsweise:**  
Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal

**Bemerkungen:**  
Kein Schild am Motor.

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

<b>Heizung/Zusatzheizung</b>	<b>E110/ E130</b>
------------------------------	-----------------------

Fabrikat: Jura  
 Typ:  
 Anzahl pro Maschine: 2  
 Leistungsabgabe: 2 mal 11 kW

**Messungen:**

<b>a) momentan; 3-phasig</b>	<b>3F110</b>	<b>3F110</b>	<b>3F110</b>
	<b>11.7. 11:28</b>	<b>11.7. 11:19</b>	<b>11.7. 11:28</b>
Leistungsaufnahme:	12.24 kW	8.16 kW	4.1 kW

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung:  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung:

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; 3K110/3F130; 20.9.91**  
 Nicht gemessen; nur Ein/Aus mittels Relais erfasst.

Die Heizungen waren während dieser Messperiode nicht in Betrieb

**Funktion (Nutzenergie):**

Diese Heizstäbe erwärmen die Oberfläche einer Walze bei Verwendung eines Thermoplastes als Leim zur Befestigung des Druckgutes bzw. des Untertuches auf dem Druckband. (Bei Baumwoll-Stoff wird oft ein Kaltleim verwendet)

**Betriebsweise:**

Handbetrieb über zentrales Bedienerterminal.

**Bemerkungen:**

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

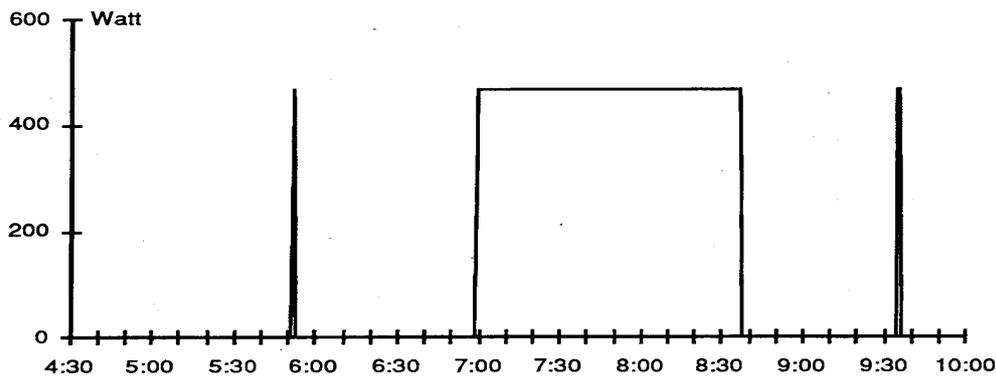
<b>Hilfspumpe</b>	<b>M250</b>
-------------------	-------------

Fabrikat: Landert  
 Typ:  
 Anzahl pro Maschine: 1  
 Leistungsabgabe: 0.75 kW

**Messungen:**  
**a) momentan; 3-phasig** M250  
 11.7. 13:49  
 Leistungsaufnahme (Motor): 0.69 kW  
 Cos  $\varphi$  0.57

Elektr. Wirkungsgrad bei Nennleistung:  
 Elektr. Wirkungsgrad bei gemessener Leistung:

**b) 5-s-Abtastung; 30-s-Mittelwerte; 1-phasig; 3F140; 20.9.91**  
**Gewählter Cos  $\varphi$ : 0.96**  
 Nicht gemessen; nur Ein/Aus mittels Relais erfasst.

**Funktion (Nutzenergie):**

Die Hilfspumpe erzeugt den Anpressdruck für die Presswalze.

**Betriebsweise:****Bemerkungen:**

Der Motor ist gut dimensioniert.

**Elektroantrieb - Datenblatt** FD7, Flachfilmdruck, FB, Nr.953 (HTW)

<b>Verschiedene Kleinstantriebe</b>	<b>M560/ M240/</b>
-------------------------------------	------------------------

**Hubspindel** Antrieb für Kantenregulierung **M560**

Fabrikat: Zürcher  
Typ: LFV 45  
Anzahl pro Maschine: 1  
Leistungsabgabe: 0.25 kW

**Messungen:**

Am 11.7. nicht gemessen  
Der Antrieb war während der Messperiode vom 20.9. nicht in Betrieb.

**Funktion:**

Zur Einstellung der Bandkante; läuft praktisch nie.

**Bemerkungen:**

Dieser Antrieb wird nicht weiter untersucht.

**Rapport** Antrieb zur Rapportverstellung **M240**

Fabrikat: Bauknecht  
Typ:  
Anzahl pro Maschine: 1  
Leistungsabgabe: 0.55 kW

**Messungen:**

Am 11.7. nicht gemessen  
Der Rapportantrieb war während der Messperiode vom 20.9. nicht in Betrieb.

**Funktion:**

Verstellung eines Anschlags zur Begrenzung des Vorschubweges.

**Bemerkungen:**

Dieser Antrieb wird nicht weiter untersucht.



Neu ab Mai 1992

Das RAVEL-Handbuch  
Strom rationell nutzen

Umfassendes Grundlagenwissen und praktischer Leitfaden  
zur rationellen Verwendung von Elektrizität

Umfang 312 Seiten, zahlreiche Tabellen und grafische Darstellungen, Format 16 x 24 cm, gebunden, Fr. 76.-

ISBN3-7281-1880-3

Das RAVEL-Handbuch ist die zur Zeit aktuellste und umfassendste Zusammenfassung des verfügbaren Wissens über den intelligenten Einsatz von Strom in praktisch allen Anwendungsbereichen. Über 40 Autoren zeigen in diesem Nachschlagewerk auf, wo und wie Strom intelligent genutzt werden kann. Die Erkenntnisse, Anregungen und Empfehlungen sind übersichtlich nach den einzelnen Anwendungsbereichen geordnet. Wer Strom rationell einsetzen will, findet klare Antworten auf Fragen wie: Was ist zu berücksichtigen bei der Planung oder Nutzung eines Gebäudes, einer Maschine, einer Installation usw.? Wo liegen die Stromsparpotentiale? Welche Lösungen gibt es bereits? Das RAVEL-Handbuch enthält eine Fülle von Checklisten, mit denen neue stromsparende Lösungen einfacher und sicherer geplant oder bestehende Lösungen auf ihre Stromverbrauchs-Intelligenz beurteilt werden können. Seine Vielseitigkeit erleichtert eine vernetzte Zusammenarbeit der einzelnen Berufsdisziplinen in den Bereichen Gestaltung, Planung, Entwicklung, Konstruktion, Fertigung, Nutzung, Investitionsbeurteilung und Energieberatung.

Im Buchhandel erhältlich  
vdf, Verlag der Fachvereine, ETH,  
8092 Zürich, Fax 01 252 34 03

Die drei Impulsprogramme des  
Bundesamtes für Konjunkturfragen  
1990 bis 1995

Impulsprogramme sind auf 6 Jahre befristete Massnahmen zur Vermittlung von neuem Wissen in die berufliche Praxis. Ansatzpunkte sind zielgruppengerechte Information, Aus- und Weiterbildung. Die Vorbereitung und Durchführung erfolgt in enger Kooperation von Wirtschaft, Bildungsinstitutionen und Bund.



#### IP BAU - Erhaltung und Erneuerung

Der volkswirtschaftliche Stellenwert der baulichen Erneuerung ist bedeutend; schon heute werden mehr als 50% der jährlichen Bauinvestitionen für die Bauerneuerung inkl. Ersatzneubau aufgewendet. Nur mit vermehrter fachlicher Kompetenz und ganzheitlichem Denken kann verhindert werden, dass die Qualität unserer Bauten und Anlagen, aber auch die wirtschaftlichen, soziale und kulturellen Werte unserer Quartiere, Siedlungen, Dorf- und Stadtteile verloren gehen. Das Impulsprogramm Bau erarbeitet Wissen aus den Bereichen Hochbau, Tiefbau und Umfeld - ganzheitlich und umweltgerecht -, um die Qualität der Erneuerung und Erhaltung zu verbessern und mit guten Lösungen die bestehende Bausubstanz an die heutigen und zukünftigen Anforderungen von Funktion und Nutzung heranzuführen.



#### RAVEL - Rationelle Verwendung von Elektrizität

Forschungs- und Untersuchungsprojekte des Impulsprogrammes RAVEL über den Stromverbrauch Industrie, Dienstleistung und Haushalt zeigen: Elektrische Energie wird heute oft nicht oder zu wenig intelligent genutzt. D. h. dieselbe Leistung könnte mit einem Bruchteil des bisherigen Stromverbrauches erzielt werden und das -wirtschaftlich, ohne Komforteinbusse. Zudem werden mit Strom zum Teil Leistungen erzeugt für die sich kein Bedürfnis nachweisen lässt. Wird der heute nicht intelligent genutzte Strom frei, erhält unsere Volkswirtschaft neue Spielräume. Damit diese Chance genutzt werden kann, müssen die RAVEL-Erkenntnisse in der Praxis wirksam werden. Dazu werden sie von Fachleuten in sofort anwendbares, praxisgerechtes Wissen aufgearbeitet und in Weiterbildungskursen, Informationsveranstaltungen und Publikationen an die Praxis vermittelt.



#### PACER - Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien können - so die Beurteilung von Experten einen nicht unwesentlichen Anteil an die Deckung des Energiebedarfs leisten. Sie zeichnen sich ausserdem durch ihre Umweltverträglichkeit aus. Trotzdem ist ihre Anwendung momentan noch gering.

Hier setzt PACER an. Das Impulsprogramm will Techniken im Bereich erneuerbarer Energien fördern, die ausgereift sind und sich nahe an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit befinden: passive und aktive Sonnenenergienutzung für die Wärmeerzeugung, Energiegewinnung aus Biomasse und solare Stromproduktion. Zu diesem Zweck bereitet PACER bestehendes Wissen auf, erarbeitet und vermittelt unter anderem Planungshilfen für Architekten, Ingenieure und Installateure sowie Entscheidungsgrundlagen für Bauleute und Behörden.

#### RAVEL - MATERIALIEN ZU RAVEL