Objekttyp: **Issue**

Zeitschrift: **Mitteilungen über Textilindustrie : schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie**

Band (Jahr): **76 (1969)**

Heft 9

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

9 Zürich
September 1969
76. Jahrgang

MITTEILUNGEN ÜBER TEXTILINDUSTRIE

Organ und Verlag des Vereins ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie

Organ der Zürcherischen Seidenindustrie-Gesellschaft und des Verbandes schweiz. Seidenstoff-Fabrikanten

Organ der Vereinigung Schweizerischer Textilfachleute und Absolventen der Textilfachschule Wattwil

Schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie

Sondernummer: Die Automatisierung in der Textiltechnik

Anmerkung der Redaktion: Wir freuen uns, unserer Leserschaft die nachstehenden Vorträge, die vom 10. bis 12. April 1969 anlässlich der 24. Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Automatik (SGA) gehalten wurden, unterbreiten zu können. Die Erstdruckrechte dieser Abhandlungen wurden von der Fachschrift «Neue Technik», dem offiziellen Organ der Schweizerischen Gesellschaft von Fachleuten der Kerntechnik und der Schweizerischen Gesellschaft für Automatik, an die «Mitteilungen über Textilindustrie» übertragen. Wir danken Herrn Prof. Dr. P. Protos, ETH, Herrn H. W. Krause, ETH, und Herrn Dr. A. v. Schulthess, SGA, für die tatkräftige Unterstützung und Mitarbeit.

Die Automatisierung in der Textiltechnik

24. Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Automatik

Die an der ETH Zürich vom 10. bis 12. April 1969 abgehaltene 24. Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Automatik (SGA) war dem Thema «Die Automatisierung in der Textiltechnik» gewidmet. Es war dies das erste Mal, dass diese Thematik im Rahmen der Veranstaltungen der SGA behandelt wurde. Das ist nicht ganz zufällig so. Es hat vielmehr seinen Grund darin, dass sich die Automatisierung in der Textilindustrie bis vor kurzem weitgehend eigenständig und unabhängig von den allgemeinen Automatisierungsbestrebungen entwickelt hat und nur ausnahmsweise die Hilfe des Regelungsspezialisten in Anspruch genommen worden ist. Dies wiederum ist zweifellos auf die Eigenart der Arbeitsprozesse und Maschinen der Textilindustrie zurückzuführen, welche der Automatisierung nach dem Prinzip der *Steuerung* sehr entgegenkommt. Steuerungen sind aber, mindestens in ihren einfacheren Ausführungsformen, auch ohne regeltechnische Spezialkenntnisse in ihrer Wirkung gut zu überblicken.

Die Entwicklung in jüngster Zeit scheint aber darauf hinzudeuten, dass schon bald die *weiteren Möglichkeiten,* welche die Automatik heute kennt bzw. zu erarbeiten im Begriffe ist, mehr und mehr auch in der Textiltechnik Eingang finden. Der einfache, aber starre Steuerungsvorgang wird in zunehmendem Ausmass durch *Ablaufkontrollen* ergänzt oder zum sich selber anpassenden *Regelvorgang* erweitert. Dazu kommt eine Verfeinerung der *Messtechnik,* die sich immer mehr auch elektronischer Hilfsmittel bedient.

Damit tritt aber die Automatisierung in der Textiltechnik in ein neues Stadium, das sich grundsätzlich vom früheren unterscheidet: Kennzeichen ist der Uebergang von der bisher vorwiegend *statischen* Betrachtungsweise der Vorgänge, die sich im zu automatisierenden System abspielen, auf eine *dynamische,* bei der nicht mehr der Beharrungszustand, sondern das, was *zwischen* aufeinanderfolgenden Beharrungszuständen vorgeht, das Wesentliche ist. Die Kenntnis und Beherrschung dieser sog. *transitorischen Vorgänge* ist entscheidend für den erfolgreichen Einsatz höherer Automatisierungsmittel. Hier könnte nun der Regelungsspezialist dem Textilfachmann seine Hilfe anbieten, da der Umgang mit solchen transitorischen Vorgängen für ihn vertraut ist und er über wirkungsvolle und elegante Methoden zu ihrer Behandlung verfügt. Der Regelungstechniker vermag aber nichts ohne den Textilspezialisten, der allein seine Arbeitsprozesse und ihre Besonderheiten hinreichend genau kennt.

Unter diesen Voraussetzungen schien es den Veranstaltern nun sinnvoll und der geeignete Augenblick zu sein, eine Tagung zu organisieren, welche einmal die an der Automatisierung interessierten Textilfachleute der verschiedenen Richtungen zugleich mit den Regelungstechnikern zusammenbringen sollte. Durch diese Veranstaltung sollte ein *Ueberblick über den heutigen Stand* der Automatisierung in der Textiltechnik vermittelt werden und zugleich eine *Bestandesaufnahme der wichtigsten Probleme,* an denen der Regelungstechniker eventuell mitarbeiten sollte, erfolgen. Was die Veranstalter sich aber von der Tagung vor allem erhofften, war die *Anbahnung des Gesprächs* zwischen Textil- und Automatikfachleuten.

Das Programm der Tagung ist in enger Zusammenarbeit zwischen der SGA, dem Institut für Textilmaschinenbau und Textilindustrie sowie dem Institut für Regelung und Dampfanlagen an der ETH Zürich aufgestellt worden.

Im vorliegenden Heft werden alle Vorträge – bis auf ein Referat, für welches kein Manuskript abgeliefert wurde – im Volltext wiedergegeben.

Der Präsident der SGA:
Prof. Dr. P. Profos

Stand und Aufgaben der Automatisierung in der Textiltechnik

Prof. H. W. Krause, ETH

DK 65.011.56:677

Zusammenfassung

Die Automatisierungsbestrebungen, deren Anfänge auf dem Gebiet der textiltechnischen Fertigung schon im 19. Jahrhundert liegen, bewegen sich in zwei Hauptrichtungen, die in manchen Fällen eine gegenseitige Abhängigkeit aufweisen. Einerseits geht es um die Entwicklung maschineller Einrichtungen, welche an die Stelle direkter menschlicher Arbeit treten — wie z. B. Kannenwechsler, Knoteneinrichtungen und Transportanlagen —, und anderseits gilt es, Geräte zu schaffen für die Steuerung einzelner Arbeitsprozesse oder ganzer Verarbeitungsstrassen.

In der modernen Baumwollspinnerei ist die automatische Verkettung aller Arbeitsgänge von der Ballenöffnung über die Reinigung, die Mischung und den Kardiervorgang bis zur selbstregelnden Streckpassage technische Wirklichkeit geworden. In der Webereivorbereitung wäre der Kreuzspulvorgang ohne selbständige Kopszufuhr, automatisches Knoten und elektronische Garnreinigung kaum mehr denkbar. Menschliche Arbeit im Web- oder Strickprozess hat sich heute nur noch mit dem Beheben der Fadenbrüche und dem Transport von Fadenmaterial und Fertigware zu befassen.

Bis Anfang der fünfziger Jahre standen für die Abtastung von textilen Bändern oder Garnen lediglich mechanische Vorrichtungen zur Verfügung. Die Entwicklung der Elektronik brachte grundlegende Aenderungen, indem heute nun kapazitiv oder optisch arbeitende Messgeräte für Spinnerei und Weberei zur Verfügung stehen. Die Möglichkeit einer genauen Erfassung und damit der Regelung von Fasermassen im Durchlauf bei hohen Geschwindigkeiten ist damit gegeben. Besondere Anforderungen regeltechnischer Art stellen sich im Streckprozess für schmelzgesponnene Fasern sowie bei der Herstellung von Kräuselgarnen, da hier an die Temperaturkonstanz der Heizkörper für jeden Faden besonders hohe Anforderungen gestellt werden.

Der Zweck dieses Einführungsreferates besteht darin, dem im Textilwesen weniger Vertrauten eine gewisse Vorstellung über den heutigen Stand der Automatisierung zu vermitteln. Selbstverständlich können im Rahmen dieses Vortrages nur einige, mir wichtig erscheinende Punkte berücksichtigt werden. Ich beschränke mich im wesentlichen auf die Fertigung von der Faser bis zum textilen Flächengebilde.

Es besteht vielerorts die irrige Meinung, ein Textilbetrieb sei eine Fabrik, in der möglichst viele, mässig bezahlte Arbeitskräfte ihren Lebensunterhalt verdienen könnten; es kämen Arbeitsmethoden zur Anwendung, welche kurz nach erfolgter Mechanisierung im 19. Jahrhundert stehengeblieben seien, und es wäre am zweckmässigsten, die ganze Textilindustrie in die Entwicklungsländer zu verbannen. Solche Meinungen sind natürlich ebenso falsch wie gefährlich, werden doch die wahren Verhältnisse dadurch vollständig verzerrt und in ein falsches Licht gerückt. Leider wird die Tatsache, dass *der schweizerische Textilmaschinenbau und die textile Fertigung einen der wichtigsten Eckpfeiler unserer Volkswirtschaft* darstellen, zu wenig berücksichtigt. Der hohe Stand der Automatisierung in Spinnerei und Weberei, der schon durch die grossen Investitionskosten in der Höhe von einer halben Million Franken pro Arbeiter zum Ausdruck kommt, fordert ausserdem den Einsatz von hochqualifiziertem Personal.

Was ist Automatisierung?

Das Thema dieser Tagung, «Automatisierung in der Textiltechnik», lässt bewusst viel Spielraum für die Behandlung eines umfangreichen Fragenkomplexes. Wir verstehen unter Automatisierung zunächst einfach einen selbständigen Ablauf einer Operation oder Teiloperation ohne Notwendigkeit für die Einwirkung von Menschenkraft. Im weitesten Sinne wird Muskelkraft oder Geistesanstrengung durch eine mechanische oder elektrische Einrichtung ersetzt. Spricht man von Automation — ein Begriff, der erst seit etwa zwanzig Jahren in unserem Vokabular auftritt —, dann handelt es sich bereits um einen Spezialfall der Automatisierung: Verkettung automatischer Maschinen in einem fortlaufenden Produktionsprozess, wobei Arbeitsvorgänge sowie Steuerungen automatisch erfolgen. Meine Darlegungen sollen zeigen, was in der Textilfertigung automatisch geschieht, seien es nun einzelne Arbeitsabläufe oder Verkettungen verschiedener Prozessstufen.

Der Garnherstellungsprozess

Die Erzeugung eines Garnes war in der Frühzeit und bis zur Mechanisierung vor rund 200 Jahren eine relativ einfach zu lösende Aufgabe. Aus dem gewaschenen Wollhaarbüschel strich die Spinnerin einzelne Fasern in den Bereich des mit einer Spindel angetriebenen Garnes. Sobald die notwendige Dicke und Festigkeit erreicht war, wurde diese Garnlänge auf die Spindel gewickelt, indem man den Faden im rechten Winkel zur Spindelachse führte. Also ein denkbar einfacher Vorgang — Vorbereitung, Parallelisierung, Streckung und Drehung, alles wurde von einem einzigen Menschen besorgt. Allerdings bedurfte es für die Herstellung eines Kilo-

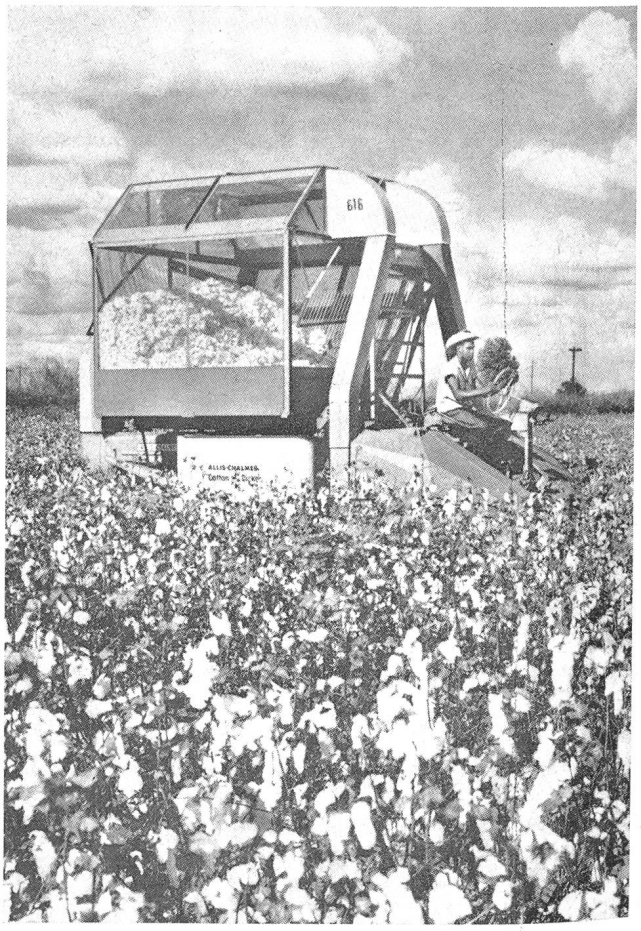


Abb. 1 Baumwollpflückmaschine

grammes Baumwollgarn mit dieser Methode rund 100 Stunden Arbeitsaufwand. Heute ist der Arbeitsablauf durch die notwendige Vielstufigkeit zwar viel komplizierter geworden, aber mit 100 Arbeitsstunden erzeugt man jetzt rund 1000 kg Baumwollgarn. Die Automatisierung beginnt eigentlich bereits im Fasererzeugungsland, indem beispielsweise die Baumwollfasern automatisch gepflückt werden (Abb. 1). Leider bringt der mechanische «Cotton picker» auch sehr viel Verunreinigungen mit in die Rohstoffballen. Die mechanische Fertigung erfordert viele kleine Einzelschritte: Die in Ballen angelieferte Baumwolle muss gereinigt und mit andern Partien gemischt werden. Im Kardiervorgang erfolgt die Feinstreinigung und die Herstellung eines Bandes. Anschliessend wird ein- oder zweimal auf der sog. Strecke verzogen, um die Einzelfasern zu parallelisieren und um Querschnittsschwankungen der Kardenbänder auszugleichen. Die Vorspinnmaschine verjüngt den Bandquerschnitt weiter, und es entsteht die leicht verdrehte Flyerlunte. Erst auf der Ringspinnmaschine erreicht man schliesslich durch weiteres Verstrecken und Verdrehen das gewünschte Garn. Es folgt in den meisten Fällen ein Umspulprozess, um grosse zusammenhängende Fadenlängen zu erreichen, wobei gleichzeitig eine Qualitätskontrolle vorgenommen wird.

Die eigentlichen Bearbeitungsvorgänge im Spinnereiprozess in den einzelnen Prozessstufen laufen vollkommen mechanisch ab. Der menschliche Arbeitsaufwand beschränkt sich auf die Beschickung der Maschinen, auf den Warentransport und vor allem auf die Behebung von Band- und Fadenbrüchen. Es ist naheliegend, dass zunächst die besonders anstrengenden und schmutzigen Handverrichtungen zu automatisieren sind, falls dies durch einen vernünftigen Aufwand an maschinellen Einrichtungen im Verhältnis zur erzielbaren Einsparung an menschlicher Arbeitskraft geschehen kann. Im vergangenen Jahrzehnt sind in dieser Beziehung bemerkenswerte Fortschritte gemacht worden, ist doch zumindest eine Teilautomation der Spinnerei heute Wirklichkeit geworden.

Von der Art und Weise, wie das *Abtragen der Baumwollschichten* (Abb. 2) von den für eine Mischung bestimmten

Abb. 2 Beschickung der Ballenöffner (Rieter)

Ballen geschieht, hängt Entscheidendes im nachfolgenden Produktionsverlauf ab. Da die Fasereigenschaften von Ballen zu Ballen starken Schwankungen unterworfen sind, müssen zur Gewährleistung einer genügenden Homogenität des Endproduktes stets mehrere Ballen gleichzeitig verarbeitet werden. Man rechnet heute mit einem Minimum von 12 Ballen, wenn ihre Auswahl auf Grund laufender Ueberwachung der Faserkennwerte erfolgt. Von den bereitgestellten Ballen entnimmt der Arbeiter in bestimmter Reihenfolge Faserschicht um Faserschicht mit einem Gewicht von ungefähr 3 kg und legt diese auf ein Transportband oder in Kippwagen für die Beschickung der ersten Oeffnermaschine.

Diese Arbeit entfällt beim Einsatz *automatischer Ballenabtragungsmaschinen,* wo gleich die ganzen Ballen aufgelegt werden (Abb. 3). Durch Herauszupfen kleinster Flocken oder

Abb. 3 Automatische Ballenabtragung mit «Karousel»® (Rieter)

durch Herausschlagen mit Schlägerscheiben werden die Ballen von unten her abgetragen. Bei der abgebildeten Vorrichtung bewegen sich 6 Ballen auf einer Drehbühne im Kreise herum und gleiten mit jedem Umgang über 5 Abtragungsstellen hinweg. Durch eine automatische Regelung der Drehgeschwindigkeit dieser Bühne wird für eine konstante Flockenproduktion gesorgt. Da unmittelbar nach dem Herausschlagen die 5 Flockenströme in einer gemeinsamen Leitung zusammenkommen, tritt eine intensive Mischung ein.

Nachdem mehrere Reinigungsmaschinen passiert sind, wobei sich die Flocken im Luftstrom von Maschine zu Maschine bewegen, wird in der *konventionellen Spinnerei* die zu einem *Wickel* zusammengerollte Faserschicht an der *Schlagmaschine* ausgestossen (Abb. 4). Das Wickelgewicht liegt etwa

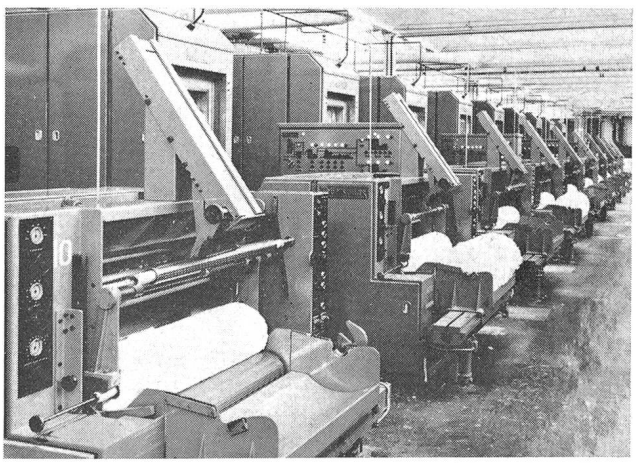


Abb. 4 Automatischer Wickelausstoss an der Schlagmaschine (Trütschler)

bei 25 kp, und es werden in der Stunde 6 bis 8 solcher Wickel erzeugt. Eine automatische Einrichtung besorgt nach Erreichen der vorgeschriebenen Wickellänge das Auswechseln des vollen Wickels gegen einen leeren Wickeldorn, ohne Beeinträchtigung der Maschinengeschwindigkeit. Diese schon vor 20 Jahren bekannte Automatik kann heute noch

ergänzt werden mit einer automatischen Wägeeinrichtung und Magazinierung von bis zu 6 Wickeln, womit die Maschine weitgehend bedienungslos arbeitet. Das Aufsichtspersonal hat lediglich einmal pro Stunde die gewogenen, registrierten und farbgekennzeichneten Wickel zum Abtransport freizugeben und das Wickelstangenmagazin nachzufüllen. Die Anbauwickelwaage ist elektrisch mit der Schlagmaschine verbunden und regelt je nach festgestelltem Wickelgewicht die Einziehgeschwindigkeit und damit das Metergewicht der Wickelschicht. Wickel, welche eine vorgeschriebene Gewichtstoleranzgrenze von minimal ± 1 % überschreiten, erhalten eine besondere Farbkennzeichnung. Die Wickelschichtfeinheit beträgt etwa 400 p/m, und die Wickelgeschwindigkeit liegt bei 8 m/min.

Die Hintereinanderschaltung der Oeffnereimaschinen — je nach Anlage sind es 4 bis 6 verschiedene Einheiten — erfordert eine Steuereinrichtung zu gegenseitiger Abstimmung der Verarbeitungsgeschwindigkeiten. Man erreicht dies relativ einfach durch Einbau von Speicherkammern, deren Füllungszustand mittels Endschaltern festgestellt wird und die je nach Bedarf die vorangeschaltete Maschine in oder ausser Betrieb setzen.

An eine Verkettung der Oeffnerei mit der Karderei war solange nicht zu denken, als noch eine grosse Verschiedenheit der Arbeitsgeschwindigkeiten zwischen der Schlagmaschine mit 150 bis 200 kp/h und der Karde mit ihren 2 bis 5 kp/h bestand, d. h. solange auf eine Schlagmaschine etwa 40 bis 60 Karden kamen. Die Wickel müssen in diesem Fall auf Transportwagen zu den Karden gebracht und dort von Hand der Maschine vorgelegt werden. Auf der Ablieferseite ist wiederum Handarbeit für den Wegtransport der Kardenkannen notwendig. Wesentliche Einsparungen an Arbeitsaufwand brachten die Einführung von *Kannenwechselautomaten* und später die bedeutende Steigerung des Kanneninhaltes.

Nachdem aber die Kardenproduktion fast plötzlich auf 20 bis 30 kp/h emporschnellte — eine Entwicklung, die noch keine zehn Jahre alt ist —, konnten auch die Bestrebungen zur *Automatisierung bis zur Karderie oder gar bis zur Strecke* in der Praxis verwirklicht werden (Abb. 5). Unter Umgehung

Abb. 5 «Aerofeed»-Kardenspeisung; rechts mit Kannenablage links mit Railhead bis Regulierstrecke (Rieter)

des Wickels mit der gepressten Faserschicht werden nunmehr die Flocken in loser Form direkt von der Oeffnerei einer Gruppe von Karden zugeführt und mittels entsprechender Einrichtungen gleichmässig auf diese verteilt. Auf der Ablieferseite der Karde lässt sich nach wie vor mit Ablage in Kannen arbeiten, oder aber man fasst direkt 5 bis 8 Kardenbänder zusammen und leitet sie mit einer Transportvorrichtung einer Strecke zu. Erst hier erfolgt dann nach dem Verstrecken das Ablegen in Kannen, deren Wechsel ebenfalls automatisiert werden konnte. Da eine Strecke die Produktion mehrerer Hochleistungskarden zu verarbeiten hat, musste die Auslaufgeschwindigkeit dieser Maschine ganz wesentlich gesteigert werden. Soll die Produktion von 6 Karden zu je 20 kp/h auf eine Banddicke von 5 p/m verzogen werden, dann erfordert dies eine Streckengeschwindigkeit von 400 m/min. Vergleichsweise sei angedeutet, dass vor zehn Jahren 80 m/min noch als sehr hoch galten. Diese schnellaufende Strecke hat zudem noch eine weitere Aufgabe erhalten. Sie soll nämlich in der Lage sein, sich selbst zu regulieren, um einen allfälligen kurzzeitigen Ausfall eines der Kardenbänder kompensieren zu können und um die Bandfeinheit in sehr kleiner Toleranzgrenze zu halten, damit weitere Streckpassagen nicht mehr notwendig werden. Auf den nachfolgenden Maschinen ist ein allfälliger Ausgleich der Bandungleichmässigkeit nämlich nicht mehr möglich. Es kommt deshalb der Entwicklung dieser sog. Regulierstrecke heute eine ganz zentrale Bedeutung zu. Dass sich anlässlich unserer Tagung mehrere Referenten diesem Thema widmen werden, ist also kein Zufall.

In der nächsten Arbeitsstufe beim *Flyer* lohnt sich eine Automatisierung wohl kaum, denn erstens würde der hiefür notwendige mechanische Aufwand zu hohe Kosten verursachen, und zweitens ist damit zu rechnen, dass dieser Arbeitsprozess in absehbarer Zukunft ohnehin durch andere Fertigungstechniken abgelöst wird. Man begnügt sich deshalb zurzeit mit Zusatzeinrichtungen am Flyer, welche allfällige *Lunten- oder Bandbrüche signalisieren* und die Maschine stillsetzen können. Zu diesem Zweck werden mechanische oder optische Ueberwachungseinrichtungen verwendet oder auch eine Absauganlage, welche auf Druckschwankungen beim Absaugen einer gebrochenen Flyerlunte sofort anspricht und die Maschine abstoppt (Abb. 6).

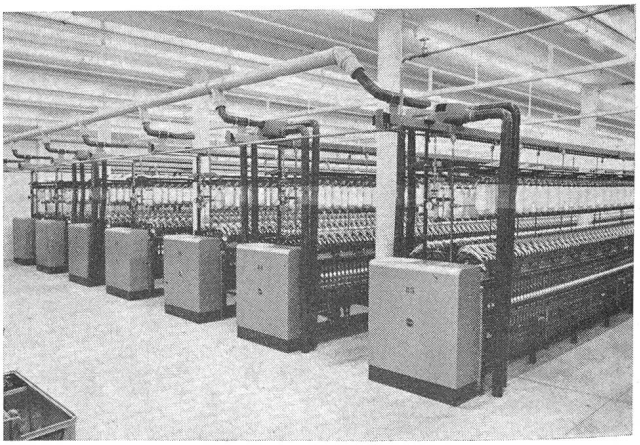


Abb. 6 Flyer mit Pneumastopp-Ueberwachung (Luwa)

Die *letzte Fabrikationsstufe der Spinnerei* nimmt infolge der verhältnismässig geringen Produktivität je Arbeitsstelle den weitaus grössten Platz ein. Sie konsumiert zudem 60 bis 80 % des gesamten Energiebedarfes einer Fabrik, und es entfallen auf diese Abteilung etwa 50 % aller Lohnkosten. Eine Automatisierung, so möchte man meinen, dürfte hier also sehr wohl am Platze sein. Die folgenden Handverrichtungen müssen geleistet werden:

1. Aufstecken der Vorgarnspule und Andrehen der Flyerlunte;

2. Behebung der Fadenbrüche;
3. Reinhaltung der Maschine von Faserflug und Staub;
4. Auswechseln der vollen Spinnkopse gegen leere Hülsen.

Das Auswechseln der Vorgarnspulen ist infolge der grossen Laufzeit dieser Garnkörper für die Automatisierung nicht interessant. Eine automatische Fadenbruchbehebung hingegen wäre an und für sich wünschenswert, lässt sich aber technisch nur schwer und mit grossem Investitionsaufwand durchführen. Die Reinigungsarbeiten werden heute in der Regel durch automatische Blas- und Saugvorrichtungen, sog. Wanderbläser, welche sich den Maschinen entlang bewegen, bewältigt (Abb. 7).

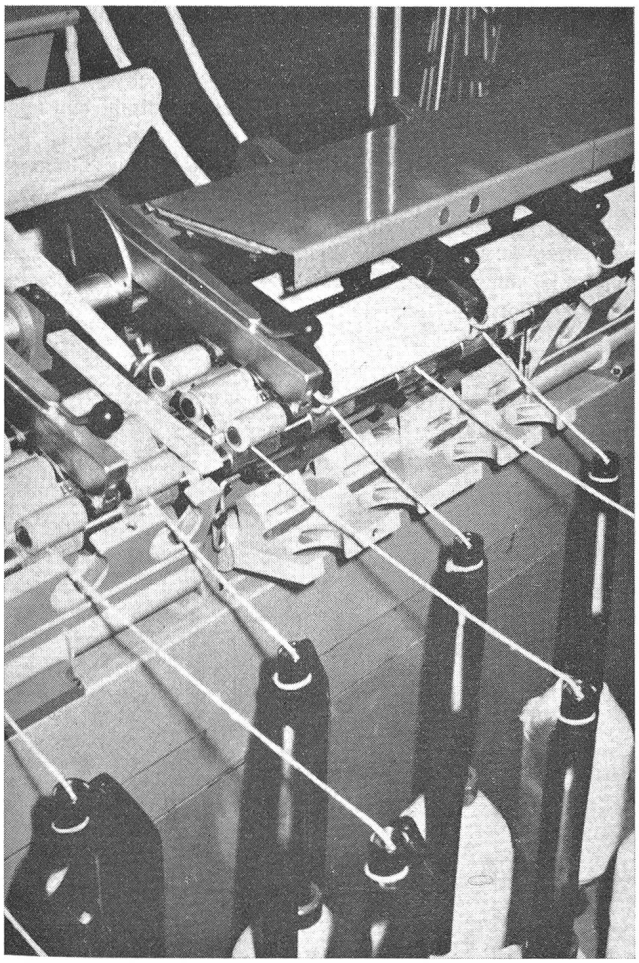


Abb. 7 Ringspinnmaschine mit «Pneumafil-Absaugung»

Was nun das Kopswechseln anbetrifft, so stehen zurzeit verschiedene Möglichkeiten automatischer Einrichtungen zur Verfügung. Man unterscheidet zwischen fahrbaren Anlagen, welche nach Bedarf zu den für den Kopswechsel bereitstehenden Maschinen gebracht werden, und den mit der Ringspinnmaschine integrierten stationären Kopswechseleinrichtungen. Der Greifermechanismus der in Abbildung 8 gezeigten stationären Anlage erfasst gemeinsam sämtliche Kopse auf einer Maschinenseite mit einer pneumatischen Vorrichtung und zieht die Kopse hoch, wobei gleichzeitig der Faden am untern Oesenende abreisst. Anschliessend werden die vollen Spulen auf ein Transportband abgesenkt, seitlich wegtransportiert und geordnet in eine Kiste am Maschinenende gelegt. Für das Aufstecken der bereitstehenden leeren Hülsen wird im umgekehrten Sinne verfahren. Obwohl heute einige Doffermethoden den Kopswechsel mit genügender Zuverlässigkeit vorzunehmen in der Lage sind, lohnt sich deren Anschaffung vorerst nur bei der Herstellung von groben Garnen, d. h. in jenen Fällen, wo die Abzugsintervalle relativ kurz sind.

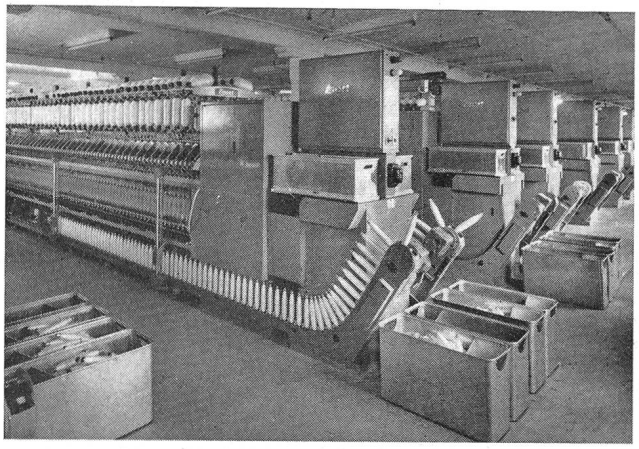


Abb. 8 «CO-WE-MAT»-Spinnkops-Doffereinrichtung (Zinser, BRD)

Zusammenfassend stellen wir für die *Kurzfaserspinnerei einen hohen Grad der Automatisierung* fest. Eine Umstellung auf vollautomatischen Betrieb liegt heute durchaus im Bereich der technischen Möglichkeiten, und mit deren Verwirklichung kann in absehbarer Zukunft gerechnet werden.

Wenden wir uns nun den eigentlichen *Regelungsaufgaben in der Spinnerei* zu. Was wird gesteuert oder was sollte allenfalls geregelt werden? Betrachten wir den schematischen Prozessverlauf in der Spinnerei und richten das Augenmerk auf die Angaben über die mittlere Faserzahl im Querschnitt in den verschiedenen Abschnitten (Abb. 9). Offenbar besteht

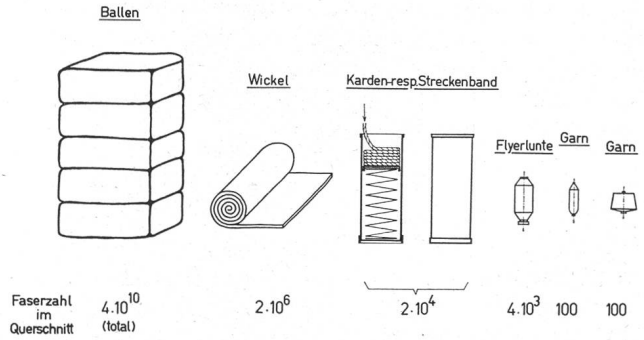
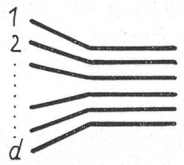


Abb. 9 Schema der Spinnereiprozessstufen

technologisch die Aufgabe darin, nach bestimmtem Plan den Fasermassequerschnitt fortlaufend zu verringern und derart zu regeln, dass am Ende der Fertigung ein Garn bester Gleichmässigkeit entsteht. Ausgehend von etwa zwei Millionen Fasern in der Wickelschicht, will man am Endprodukt Garn durchschnittlich beispielsweise 100 Fasern im Querschnitt erreichen. Dass dies tatsächlich gelingt, ist um so erstaunlicher, als im ganzen konventionellen Fertigungsprozess nur bei der Wickelschichtbildung in der Schlagmaschine eine selbständige Regulierungseinrichtung wirksam ist. Im wesentlichen verlässt man sich auf die ausgleichende Wirkung der sog. Dublierung, d. h. dem Zusammenfassen mehrerer Bänder bei den Streckpassagen. Bei idealem Verstreckvorgang mit Dublierung von d Bändern ist aus statistischen Gründen eine Verminderung des Variationskoeffizienten für die Faserzahl im Bandquerschnitt um einen Faktor $\sqrt{d}$ zu erwarten. Der einfache Sachverhalt ist aus Abbildung 10 ersichtlich.

„Doublierung"



Faserzahl in einem Band $= z_i$

Mittl. quadrat. Abweichung in einem Band $= s_i$

Variationskoeffizient eines Bandes $CV_i = \frac{s_i}{z_i}$

Faserzahl nach „Doublierung" $z_d = \sum_{i=1}^{d} z_i$

Mittl. quadrat Abweichung nach „Doublierung" $s_d^2 = \sum_{i=1}^{d} s_i^2$

Variationskoeffizient nach „Doublierung" $CV_d = \frac{\sqrt{\sum s_i^2}}{\sum z_i}$

wenn $z_1 = z_2 = \cdots\cdots z_i = z$

und $s_1 = s_2 = \cdots\cdots s_i = s$

dann $CV_i = \frac{s}{z}$

und $CV_d = \frac{\sqrt{s^2 \cdot d}}{z \cdot d} = \frac{CV_i}{\sqrt{d}}$

Abb. 10 «Doublierungsgesetz»

Gerade weil keine systematische Regulierung für die Faserzahl im Garn vorhanden ist, hat die Martindalsche Formulierung für die Garnungleichmässigkeit ihre Berechtigung. Sie besagt, der Variationskoeffizient eines Garnes könne nicht kleiner sein als

$$CV_{lim}\,\% = \frac{100}{\sqrt{z}}$$

wobei z die mittlere Faserzahl im Gespinstquerschnitt darstellt. Praktisch müssen noch Korrekturen angegeben werden, um die Faserquerschnitts- sowie die Faserlängenvariation zu berücksichtigen. Die umfangreiche Literatur, die sich seit 1950 mit mathematischen Untersuchungen der Garngleichmässigkeit befasst, wäre Theorie geblieben, wenn nicht gleichzeitig Messeinrichtungen für eine direkte Registratur der Ungleichförmigkeit von Bändern, Vorgarnen und Garnen entwickelt worden wären. Mit dem Zellweger-Uster-Gleichmässigkeitsprüfer, welcher das durchlaufende Prüfmaterial im elektrischen Feld misst, wurde ein unentbehrliches Instrument für den Spinnereibetrieb und für die Textilmaschinenentwicklung geschaffen. Variationen des Substanzquerschnitts ändern die Dielektrizitätskonstante des Kondensators und damit die Kapazität eines elektrischen Schwingkreises. Die Schwankungen werden registriert und der Variationskoeffizient angegeben, und ausserdem kann im Spektrogramm der Zusammenhang zwischen Schwankungsamplitude und Wellenlänge festgehalten werden. Mit diesem Gerät war erst die Ausgangslage geschaffen worden für die modernen Entwicklungen im Textilmaschinenbau. Das Prinzip der Kapazitätsmessung wurde seither weiter ausgebaut und kommt nun im Messfühler der Regulierstrecke und als sog. Fadenreiniger beim Umspulvorgang zur Anwendung.

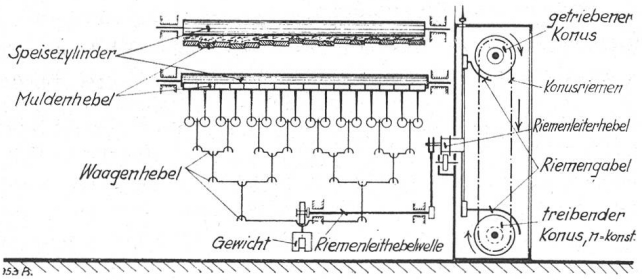
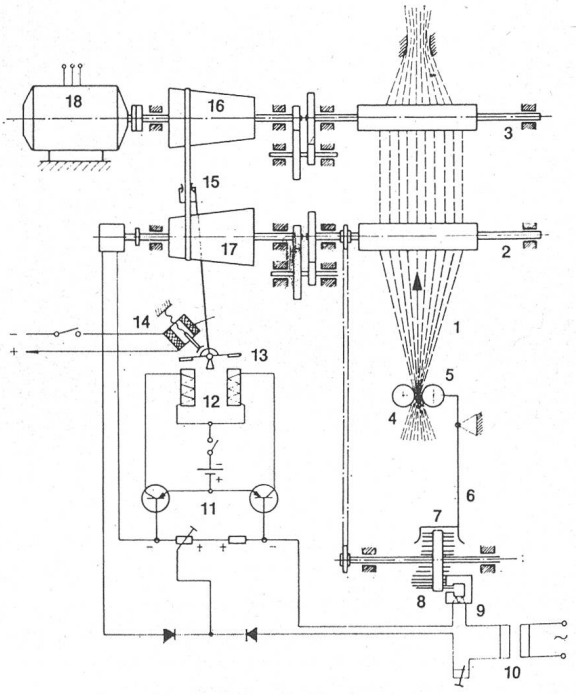


Abb. 11 «Pedalmuldenregulierung» zur Konstanthaltung der Wickelschicht an der Schlagmaschine

Für die Querschnittsabtastung eines Faserverbandes zur Gewinnung der Regelgrösse lassen sich theoretisch verschiedene Systeme anwenden: mechanisch, kapazitiv, photoelektrisch oder pneumatisch arbeitende Vorrichtungen. Am bekanntesten sind vorläufig wahrscheinlich noch die mechanischen Methoden, bei denen die Faserschichthöhe bei konstanter Schichtbreite durch Tastrollen oder Hebel festgestellt wird. Hierzu gehört auch die bereits erwähnte Einrichtung an der Schlagmaschine zur Einhaltung einer möglichst konstanten Wickelschicht (Abb. 11). Bei der klassischen Pedalmuldenregulierung, wie sie genannt wird, tasten 16 über die ganze Maschinenbreite angeordnete Hebel die Faserschichtdicke ab. Ihre Auslenkung wird durch sinnvolle Hebelverbindungen gemittelt und mit dieser Regelgrösse ein variables Getriebe beeinflusst, welches die Faserzufuhrgeschwindigkeit der vorangeschalteten Maschine entsprechend verändert. Mechanische Regeleinrichtungen wurden übrigens schon mit Erfolg vor ungefähr 15 Jahren bei der Nadelstab-



Steuerung einer Baumwoll-Regulierstrecke, Firma Deutscher Spinnereimaschinenbau, Ingolstadt, Deutschland, mit mechanischer Abtastung der Vorlagebänder und mechanisch-elektrischer Verzugsänderung durch Beeinflussung der Eingangsgeschwindigkeit (konstante Lieferung).

1 einlaufendes Band
2 Eingangswalze
3 Ausgangswalze
4 stationäre Tastwalze
5 auslenkbare Tastwalze
6 Übertragungshebel mit Verschiebegabel
7 Speicherscheibe (Stiftwalze)
8 verschiebbare Stifte
9 Polschuhschlitz
10 Stelltransformator
11 Soll-Istwert-Vergleichsglied mit Schalttransistoren
12, 13, 14 Drehmagnet mit Kippverstärker
15 Konusriemen
16 Konus mit konst. Drehzahl
17 Konus mit veränderl. Drehzahl
18 Motor

Abb. 12 Steuerung einer Baumwoll-Regulierstrecke (Deutscher Spinnereimaschinenbau, Ingolstadt)

strecke im Wollspinnprozess eingeführt. Es liess sich durch ihre Verwendung die Anzahl der Maschinenpassagen seither ganz wesentlich heruntersetzen. Da sich bei den meisten Regulierstrecken der Messort am Einlauf der Maschine befindet, jedoch eine verbesserte Gleichmässigkeit am auslaufenden Band erwartet wird, handelt es sich bei solchen Vorrichtungen im Prinzip um Steuerungen. Interessant ist die mechanische Lösung der Signalspeichervorrichtung (Abb. 12). Die Schwankungen der Regelgrösse bewirken eine Axialverschiebung von Stiften auf der rotierenden Speicherscheibe. Die Abtastung dieser Stifte erfolgt zeitlich etwas verschoben, so dass die Verstellung der Verzugsgrösse im Streckwerk gerade im richtigen Moment einsetzt. Der Soll-/Istwertvergleich geschieht im abgebildeten Beispiel einer modernen Regulierstrecke auf elektrischem Wege.

Das Stellorgan ist wieder ein Doppelkonus-Regelgetriebe, bei dem der Riemen entsprechend der Regelabweichung verschoben wird.

Bei Anlagen mit direkter Kardenspeisung, bei denen also keine Wickel mehr hergestellt werden und somit die Pedalregulierung ausfällt, muss auf andere Art und Weise der Flockenstrom reguliert werden. Es geschieht dies beispielsweise durch optische Abtastung der vorbeifliegenden Faserflocken in der Transportleitung.

Die weitere textile Fertigung vom Faden bis zum textilen Flächengebilde erfordert nun derart verschiedene Arbeitsvorgänge, dass eine Verkettung zur Transferstrasse kaum je in Frage kommt. Erst für die Ausrüstungs- und Veredlungsprozesse der Stoffe, d. h. beim Waschen, Bleichen, Trocknen und Färben, kommen wieder kontinuierliche, automatisch gesteuerte Fertigungsabläufe in Betracht. Anders liegt die Situation allerdings auf dem sog. *Faservliesstoffsektor,* wo sich ein kontinuierlicher Arbeitsablauf vom Rohmaterial bis zum Endprodukt geradezu aufdrängt (Abb. 13). Da man auf

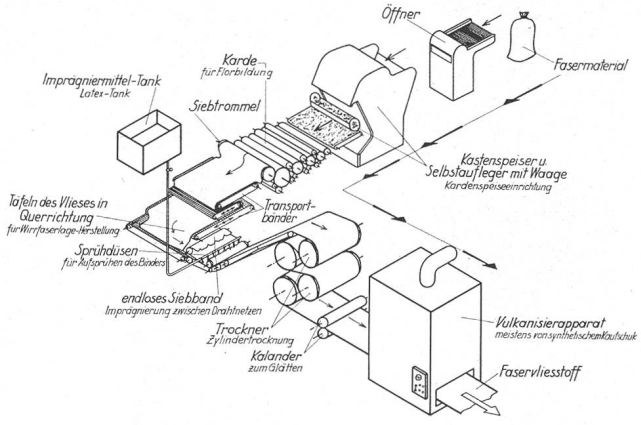


Abb. 13 Schema einer Vliesfabrikation

eine Garnherstellung verzichtet, wird das Faservlies, wie es die Krempel oder die Karde liefert, auf geeignete Art und Weise verdichtet, mittels chemischer Bindemittel verfestigt, eventuell gefärbt und schliesslich getrocknet. Ein anderes neuzeitliches Kontinueverfahren besteht in der Kombination einer Chemiefaserspinnanlage mit einem breiten Transportband, auf dem die vielen endlosen Einzelfibrillen in Kreuzlage oder wirrer Anordnung deponiert und an den Faserüberkreuzungsstellen gegenseitig verschmolzen werden. Solche Einrichtungen sind besonders geeignet für spätere Beschichtungsvorgänge oder Sandwichkompositionen mit anderen Polymermaterialien, z. B. die Corfamherstellung. Die Produktivität dieser Verfahren ist geradezu beängstigend hoch, aber es darf nicht übersehen werden, dass ihr Anwendungsbereich auf einige spezifische Endprodukte ausgerichtet ist, so z. B. für die Nadelflor-Teppichherstellung, für die Erzeugung von Einlagestoffen und Wegwerfartikeln.

Wenden wir uns nun dem Sektor der *Webereivorbereitung* zu. Viele Einzeloperationen wären hier als Beispiele sinnvoller Automatisierung zu nennen. Zu den ältesten zählt wohl der Spulautomat, mit dem die Bewicklung der Schussspulen für die Webschützen ohne irgendwelche Handbedienung vorgenommen wird. Die modernsten Maschinen stellen Spulen mit Spitzenreserve her und legen die Spulkörper geordnet in Kistchen ab. Im Gegensatz zur Herstellung der Schussspulen erforderte der Umspulvorgang von relativ kleinen Spinnspulen auf die grossen Kreuzspulen bis vor kurzem noch sehr viel Handarbeit, indem die Kopse sowie die gebrochenen Fäden von Hand anzuknüpfen waren. In den USA kamen bereits in den dreissiger Jahren Kreuzspulmaschinen mit automatischer Knotenvorrichtung zum Einsatz. Für europäische Verhältnisse geeignete Automaten sind jedoch erst in den letzten zehn Jahren entwickelt worden. Auf solchen Spulmaschinen werden automatisch schwache Stellen und Garnfehler ausgemerzt und durch Knoten ersetzt, die leergelaufenen Spinnspulen ausgeworfen und dafür volle Spulen in Arbeit genommen. Nach Erreichen eines vorbestimmten Durchmessers der Kreuzspule wird der Spulvorgang unterbrochen, bis die Arbeiterin die Spule gegen eine leere Hülse ausgewechselt hat. Grundsätzlich kommen zwei Varianten der *Kreuzspulautomaten* zur Anwendung, nämlich wandernde oder stillstehende Knoteneinrichtungen, wovon letztere in Abbildung 14 ersichtlich ist. Die zehn voneinander

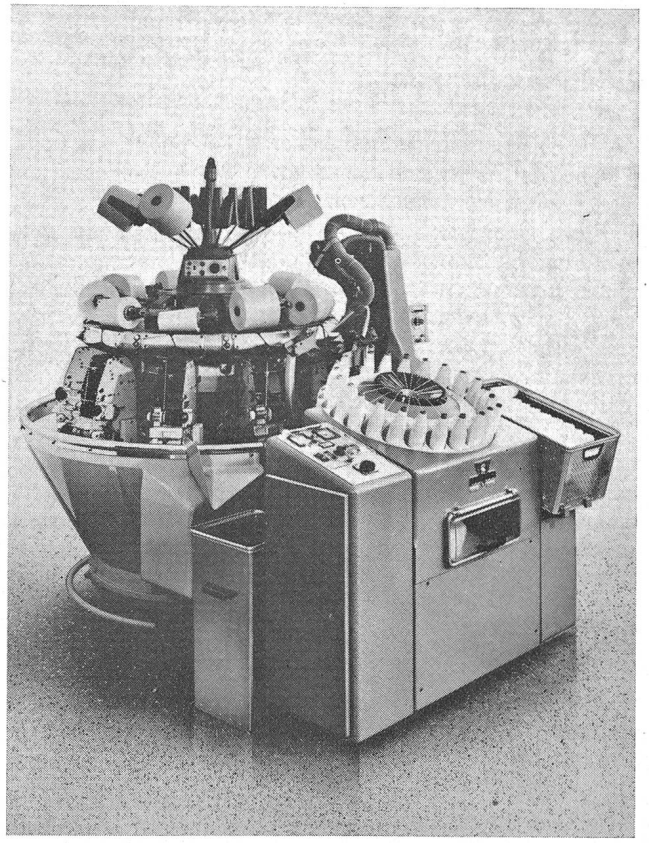


Abb. 14 Kreuzspulautomat CA-11 (Schweiter)

unabhängigen Spulstellen drehen stets im Kreise herum; bei Fadenbruch oder wenn eine Spinnspule ausgelaufen ist, wird beim nächsten Stopp am Knoter die notwendige Operation durchgeführt, um die betreffende Spulstelle wieder in Arbeit zu versetzen. Zu erwähnen ist, dass die Feststellung von Garnfehlern, das Garnschneiden und das Festhalten des einen Fadenendes bei Laufgeschwindigkeiten von 800 bis 1000 m/min geschehen muss.

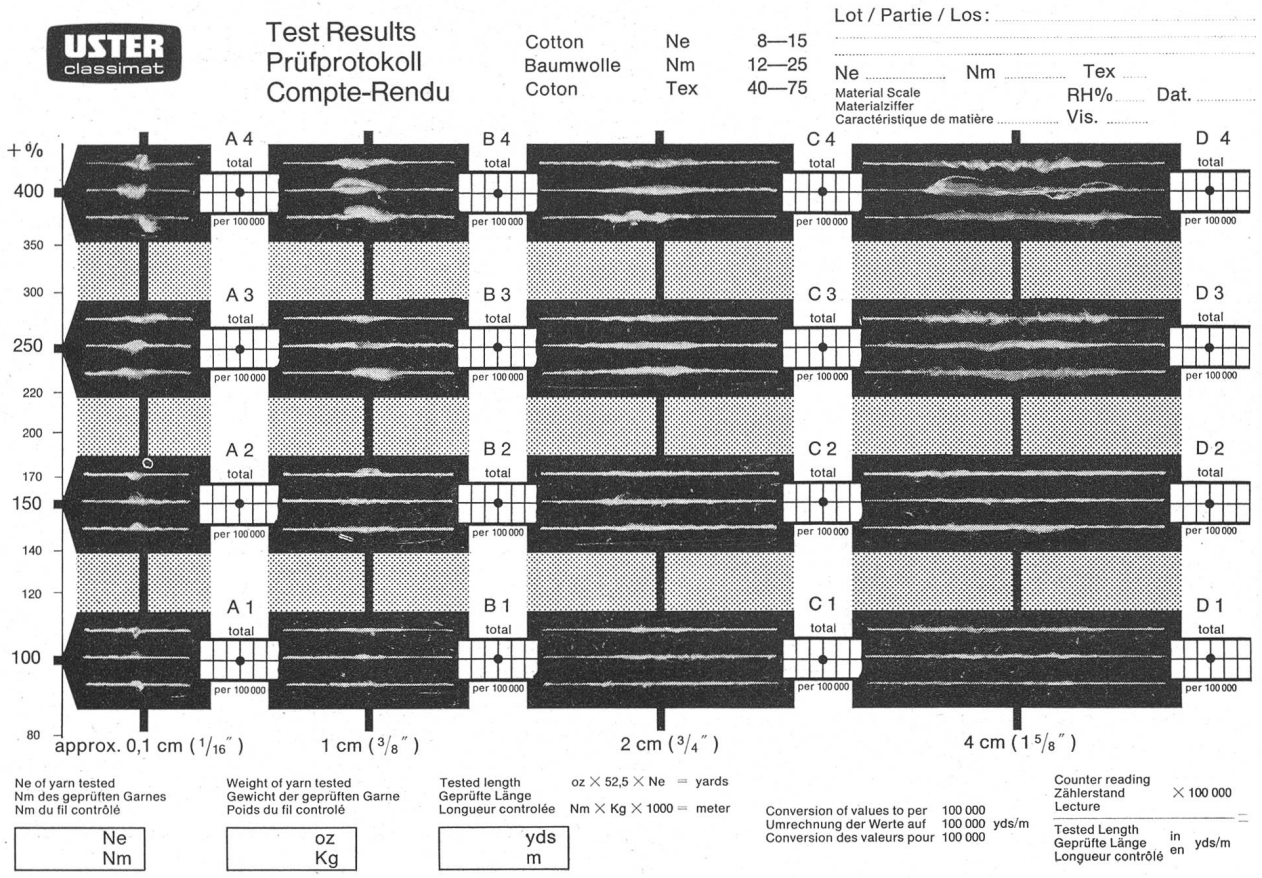


Abb. 15 Prüfprotokoll (Zellweger)

Die letzten Bestrebungen gehen dahin, auch noch das Kopseinlegen und Fadenendesuchen sowie das Auswechseln der vollen Kreuzspule automatisch zu gestalten.

Die Vorbereitung der Kettfäden für den Einsatz auf der Webmaschine oder auf der Kettenwirkmaschine verlangt relativ umfangreiche und sehr gewissenhafte Handarbeit. Unter anderem geht es darum, die Grosszahl der Fäden – meist sind es mehrere tausend – in richtiger Reihenfolge in die Litzen der Schäfte einzuziehen. Jeder Kettfaden muss ausserdem mit dem Kettfadenwächter einer Stahllamelle belastet werden, und beim Ansetzen einer neuen Kette auf der Webmaschine ist natürlich jeder neue Kettfaden mit dem entsprechenden auslaufenden Faden zu verknüpfen. Für alle die genannten Operationen stehen heute sinnreich konstruierte Automaten zur Verfügung, mit deren Hilfe die Leistungsfähigkeit einer Arbeiterin um ein Vielfaches erhöht werden kann.

Beachten wir nun einige spezielle Regelungs- und Steuerungsaufgaben der Webereivorbereitung.

Diese Zwischenstufe der textilen Fertigung dient unter anderem als wichtige Kontrollstation, um schwache und schadhafte Stellen im Garn auszumerzen, damit die spätere Fertigung möglichst fadenbruchfrei erfolgen kann. Es gilt die Fadenüberwachung so zu steuern, dass nur jene Fehler im Garn ausgeschieden werden, die tatsächlich störend wirken. Die *elektronischen Fadenreiniger,* welche nach optischem oder kapazitivem Prinzip arbeiten, sind nun tatsächlich in der Lage, eine Selektion nach Dicke und Länge der Garnfehler vorzunehmen. Abbildung 15 vermittelt eine Uebersicht der heute möglichen Differenzierungen. Durch entsprechende Einstellung der Messempfindlichkeit kann nun die Grenze zwischen gut und schlecht beliebig gewählt werden.

Ein anderer Problemkreis bei *Bewicklungsvorgängen auf Spulmaschinen* ist die fadenspannungsabhängige Regelung

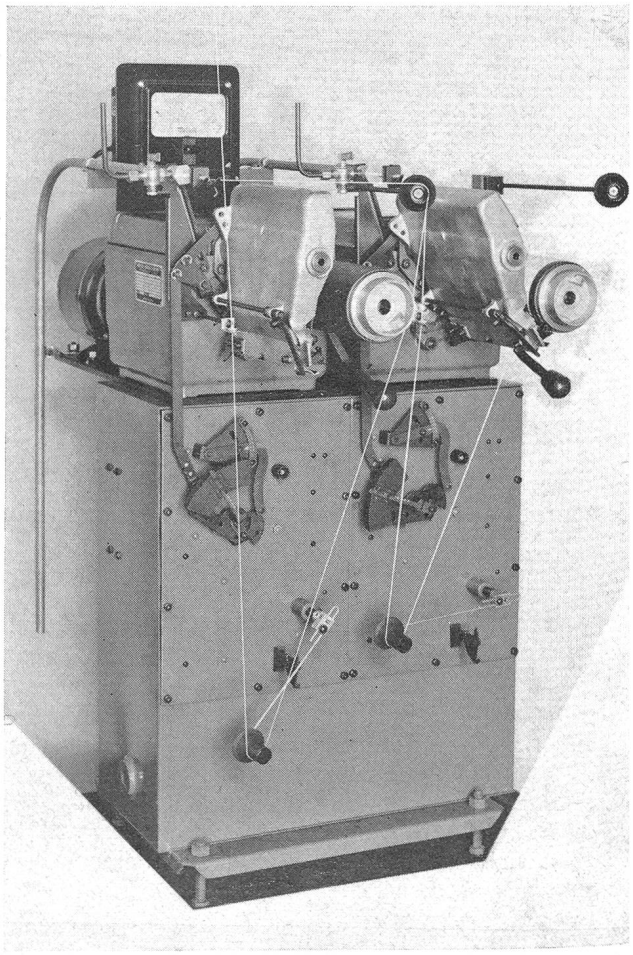


Abb. 16 «955»-Leesona-Spulmaschine

der Aufwickelgeschwindigkeit. Die Abbildung 16 zeigt zwei Wickelapparate, wie sie vor allem in der Chemiefaserindustrie Verwendung finden. Die Spannung des Gleichstrommotors wird in Abhängigkeit der Stellung des Kompensatorarmes mit der Fadenlaufrolle geändert. Da eine Federkraft diesen Arm nach unten zieht, ist seine Stellung durch die Höhe der Fadenzugkraft eindeutig bestimmt. Mit der Verstellung des Hebels wird nun gleichzeitig der Kern in einer Magnetspule verschoben, so dass sich die Impedanz im Wechselstromkreis des Seleniumgleichrichters verändert. So wird die notwendige Verstellung der Motordrehzahl erreicht. Das System arbeitet als Proportionalregler, wobei der Proportionalfaktor durch Auswechslung der Feder den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden kann. Aehnliche Problemstellungen ergeben sich bei der Regulierung der Kettfadengeschwindigkeit beim Schlichteprozess und bei den kontinuierlichen Ausrüstungsverfahren.

Eine weitere, sehr wichtige Anwendung der Regelautomatik in der Kettvorbereitung bezieht sich auf die Ueberwachung des *Feuchtigkeitsgehaltes der Kettfäden* beim Schlichten. Der Feuchtigkeitsgehalt der geschlichteten Kette wird unmittelbar nach dem Auslauf aus der Trocknerzone mit Tastrollen durch Bestimmung des elektrischen Widerstandes gemessen (Abb. 17). Bei Abweichungen gegenüber dem ein-

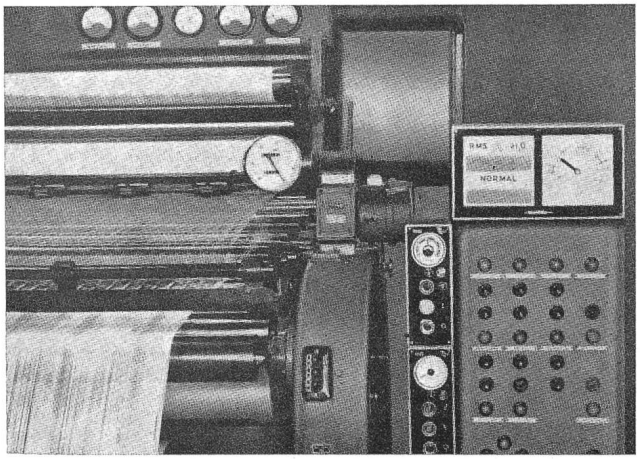


Abb. 17 Feuchtigkeitsregelung an der Schlichtmaschine

stellbaren Sollwert folgt eine automatische Verstellung der Maschinengeschwindigkeit im erforderlichen Sinn. Diese Veränderung wird impulsweise vorgenommen, wobei jedem Impuls eine Geschwindigkeitsänderung von 1 bis 3 % entspricht. Die zeitliche Folge der Regelimpulse steht in direkter Abhängigkeit der Regelabweichung.

Die automatisierte Weberei

Die weitgehende Automatisierung im Gewebeherstellungsprozess lässt sich einmal an der hohen Maschinenzuteilung je Arbeiter ermessen. Ein Weber betreut heute bis zu 60 Maschinen, indessen es einmal Zeiten gab, da die Bedienung von nur einem Webstuhl zwei und mehr Arbeitskräfte erforderte, wie z. B. die Ziehungen für die Betätigung der Harnischfäden beim Herstellen komplizierter Muster. *Auf der modernen Webmaschine erfolgen sämtliche Steuerungen und Ueberwachungen automatisch;* es sind dies die Steuerung der Schäfte oder Harnischschnüre für die Erzeugung bestimmter Gewebemuster, die Stillsetzung der Maschine bei Schussfaden- oder Kettfadenbruch, die Regulierung der Kettfadenspannung und das Auswechseln der Schussspule bei den Schützenwebmaschinen.

Für normale Gewebeherstellung wird das Muster oder Dessin auf eine Lochkarte übertragen, zur richtigen Steuerung der Schäfte und allenfalls der verschiedenen Schussfarben. Eine

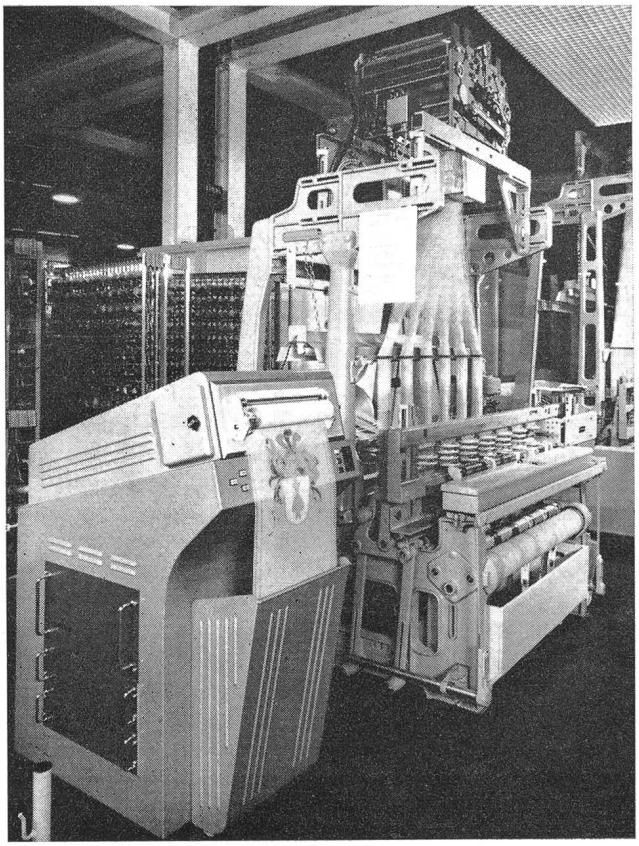


Abb. 18 Elektronische Steuerung einer Etikettenwebmaschine (Apparatefabrik Huttwil)

bemerkenswerte Neuheit stellt die in Abbildung 18 gezeigte elektronische Steuerungsanlage für das Weben von Etiketten dar. Unter Verzicht auf die gelochten Jacquardkarten kann die farbige Musterzeichnung hier direkt optisch abgelesen

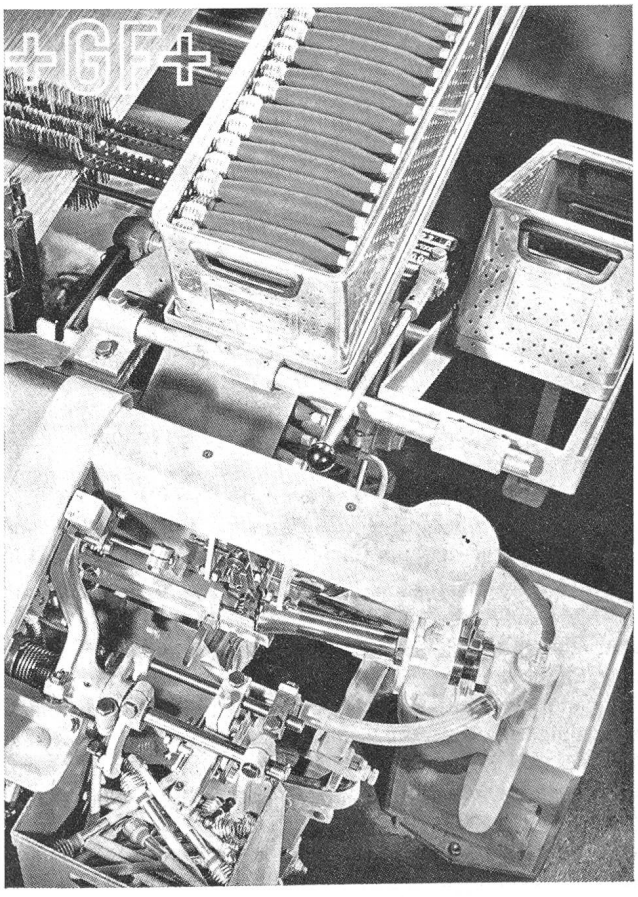


Abb. 19 Kastenlader für Webautomat (+GF+ Brugg)

und elektronisch ausgewertet werden. Die Figurenfarben des Dessins werden schussweise abgetastet und über einen photoelektrischen Wandler der *elektroautomatischen Jacquardmaschine* übertragen.

Den Mechanismus für Spulenwechsel im Webschützen ohne Betriebsunterbruch hatte der Amerikaner Northtrop schon um die Jahrhundertwende konzipiert: Aus einem Rundmagazin wird eine volle Spule von oben in den Schützen eingeschlagen und damit gleichzeitig der leere Spulkörper unten herausgedrückt. Die Automatisierungsbestrebungen befassten sich in den vergangenen zehn Jahren mit einer weiteren Vereinfachung in der Beschickung des Webautomaten mit Schussspulen. Die Schussspulen erhalten bereits beim Spulvorgang eine Fadenreserve an der Spitze, und ihre Ablage erfolgt geordnet in Kisten. Nach dem Aufsetzen dieser Boxen auf den Webautomaten sind keinerlei Handarbeiten mehr erforderlich. Der *Kastenladerautomat* (Abb. 19) besorgt sich nach Bedarf Spule um Spule, streift die Spitzenreserve ab und hält den Fadenanfang fest. Der Spulenwechsel im Schützen erfolgt in gewohnter Weise, zusätzlich aber wird die leere Schussspule noch von allfälligen Fadenresten befreit und in die Rücktransportkiste gelegt.

Die vollständige Ausschaltung des Schussspulprozesses und damit des Hantierens mit den relativ kleinen Spulkörpern wird heute schon bei allen sog. *spulenlosen Webverfahren* erreicht (Abb. 20), indem der Schussfaden von einer grossen, ortsfesten Spule abgezogen und direkt ins Fach eingetragen wird.

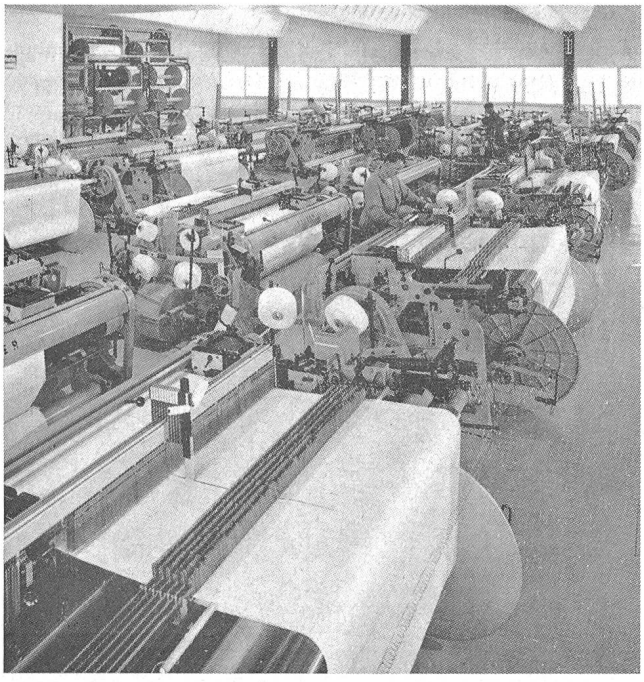


Abb. 20 Greiferschützenwebmaschine (Sulzer)

Mit Ausnahme der Fadenbruchbehebung – man rechnet mit ein bis zwei Fadenbrüchen je Webmaschine und Stunde – sind alle Operationen des Webvorganges automatisiert worden. Entwicklungsaufgaben stellen sich weiterhin im Zusammenhang mit der ständigen Steigerung der Maschinengeschwindigkeit, weil so für die Steuerung und für die Ausführung der Bewegungen gewisser Arbeitsorgane die zur Verfügung stehende Zeit immer knapper wird. Eine eigentliche Regelungsaufgabe im Webvorgang ist bei der Schaltung von Kette und Ware zu lösen. Das Nachlassen der Kette hat – angefangen vom vollen Kettbaum bis zum Abweben desselben – bei konstanter Kettspannung zu erfolgen. Die älteren, einfachen Vorrichtungen basieren auf einer Bremsung der Kettbaumdrehung, wobei das Bremsmoment mit abnehmendem Kettbaumdurchmesser entsprechend zu verkleinern ist. Die modernen Lösungen bedienen sich eines sog. *Kettbaumregulators.* Das Wirkungsprinzip besteht darin, dass von einem im Takt des Schusseintrages schwingenden Teiles eine Schaltung abgeleitet wird, die man durch die Kettspannung selbst so beeinflusst, dass eine konstante Kettspannung bei konstantem Schaltbetrag gewährleistet ist. Mancherlei Varianten solcher Schaltungen sind heute anzutreffen.

Für den optimalen Betrieb und die zentrale Ueberwachung ganzer Webereianlagen sind schliesslich in neuester Zeit spezielle elektronische Rechenanlagen eingeführt worden, welche dem Aufsichtspersonal ermöglichen, momentan den Wirkungsgrad, die Produktion, die Maschinengeschwindigkeit und die Stillstandsursache jeder Webmaschine in einer Kontrollanlage festzuhalten und zu registrieren. Die automatische Auswertung ist als Grundlage für die Lohnkalkulation und für die laufende Planung der Maschinenzuteilung von ausserordentlichem Nutzen.

Maschenwarensektor

Auch auf dem *Maschenwarensektor* erfolgt die eigentliche Fertigung des Gestrickes oder des Gewirkes automatisch. Die Handarbeit setzt erst bei der Konfektionierung, d. h. beim Zuschneiden und Zusammennähen, ein. Als Beispiel für *bedienungslose Fertigung* kann etwa der Strumpfautomat er-

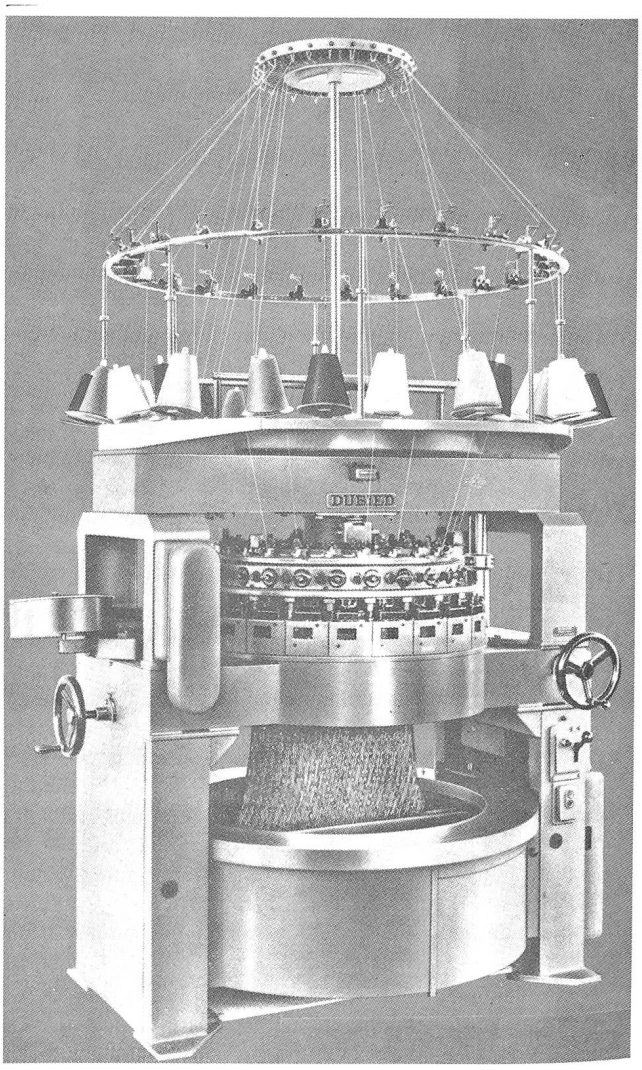


Abb. 21 «Wevenit»-Jacquard-Rundstrickmaschine (Dubied)

wähnt werden, bei dem das Bekleidungsstück von der Fussspitze über die Ferse bis zum Schaft vollständig automatisch hergestellt wird.

Eine starke Zunahme der Maschenwarenproduktion wird für die Zukunft vorausgesagt, was nicht zuletzt auf die optimale Eignung gewisser Chemiefasern für die hochproduktiven Fertigungsmethoden zurückzuführen ist (Abb. 21).

Ein beträchtlicher Bedienungsaufwand kann allerdings das Einrichten von Strick- und Wirkmaschinen erfordern, wenn die Musterung umgestellt werden soll. An der *Rundstrickmaschine* wird die Nadelsteuerung durch sog. Musterräder beeinflusst. Will man ein bestimmtes Dessin herstellen, so müssen entsprechende Schlitze dieser *Musterräder* – es können bis zu 48 Räder an einer grossen Rundstrickmaschine sein – mit kleinen Plättchen bestückt werden. Diese zeitraubende Arbeit ist bei modernen Maschinen automatisiert worden (Abb. 22), indem z. B. ein Stahlfilm mit musterge-

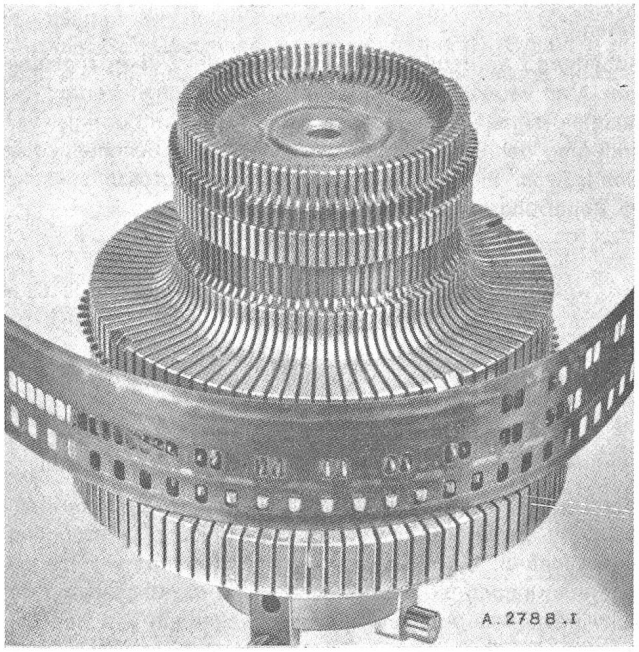


Abb. 22 Steuerband (Lochband)

rechten Ausstanzungen an den Musterrädern vorbeigeführt wird und dort die notwendige Beeinflussung des Rades vornehmen kann. Solche Einrichtungen bringen ausserordentliche Einsparungen und lassen Fehler bei Musterumstellungen vermeiden.

Wir haben nun Vorrichtungen aus der textilen Fertigung kennengelernt, die sich mit der Regelung oder Steuerung von Fasermassen, Garndicken, Fadenspannungen und Garnfeuchtigkeit befassen. Die Uebersicht wäre unvollständig, wenn nicht abschliessend noch kurz auf gewisse *Temperaturüberwachungsaufgaben* hingewiesen würde. Wärmebehandlungsprobleme gilt es insbesondere mit dem Aufkommen der Chemiefasern zu lösen. Nach dem Extrudieren der Schmelzspinnfäden ist in der Regel ein separater Streckvorgang notwendig. Bei Polyestertypen sowie bei hochfesten Polyamiden und Polyolefinen muss diese Verstreckung bei kontrollierten Wärmebedingungen der Kontaktheizplatten vonstatten gehen, damit konstante Fasereigenschaften erreicht werden. Ein ähnliches Problem stellt sich beim Texturierprozess thermoplastischer Fäden. Im Helanca®-Garn-Herstellungsvorgang beispielsweise muss die hohe Torsionsdeformation der Garnfibrillen unter genau definierter und konstant gehaltener Wärmeeinwirkung erfolgen, um den gewünschten Kräusel- oder Stretcheffekt zu erzielen. Infolge der hohen Fadengeschwindigkeiten stehen für die ganze Wärmebehandlung nur noch 0,2 sec zur Verfügung. In beiden genannten Wärmebehandlungsvorgängen stellt sich das Problem der Ueberwachung und Regulierung einer Vielzahl von Arbeitsstellen, da jeder Faden mit seiner eigenen Heizstrecke behandelt werden muss.

Adresse des Autors: Prof. Dipl. Ing. H. W. Krause, ETH, Institut für Textilmaschinenbau und Textilindustrie, Sonneggstr. 3, CH-8006 Zürich

DK 65.011.56:001.4

Begriffe der Automatisierungstechnik

Prof. Dr. P. Hemmi, ETH

Zusammenfassung

Die Ausführungen richten sich an Textilfachleute, die mit der Fachsprache der Regelungstechnik nicht vertraut sind. In einer kurzen Einführung gelangt die Zielsetzung der regeltechnischen Problemformulierung und die daraus entstehende Rückwirkung für den Anwender zur Sprache. Im mittleren Hauptabschnitt werden die wichtigsten Grundbegriffe der Regelungstechnik eingeführt und erläutert.

Abschliessend verdeutlicht ein Beispiel aus der Textiltechnik, welche Hauptvorteile die Blockschaltbilddarstellung gegenüber einer gerätetechnischen Beschreibung bietet.

1. Einführung

Die zur Debatte stehenden Grundbegriffe sind Teil eines Vokabulars einer *problemorientierten Sprache.* In jeder Sprache manifestiert sich in ihren Ausdrucksformen auch eine bestimmte Anschauungs- und Denkart. Damit geht es um wesentlich mehr als um die blosse Kenntnisnahme einiger abstrakter Begriffe.

Die Fachsprache der Regelungstechnik hat sich nicht beiläufig als «Fachjargon» entwickelt, sondern wird wesentlich durch folgende Zielsetzung charakterisiert:

– Abstrahierung der Probleme der Systemdynamik von speziellen gerätetechnischen Ausführungen
– klare Formulierung der besonderen Fragestellung der Regelungstechnik

Das erste Ziel, die Loslösung von Problemkreisen aus ihrer speziellen Anwendung, ist in einem solchen Masse erreicht worden, dass man ruhig behaupten darf, dass die Regelungstechnik an sich unter den Ingenieurgebieten nicht als Anwendungsfach erscheint. Regelungstechnik ist vielmehr ein Grundlagenfach, vergleichbar mit Thermodynamik und Strömungslehre. Dadurch ergeben sich für den Maschinenbauer nicht zu vernachlässigende Rückwirkungen. Aus dieser Sicht betrachtet, kann von einem Spezialisten der Regelungstechnik solange keine Hilfe erwartet werden, als der Anwender seine Probleme nicht selbst in der Sprache formulieren kann, die ein mit dem Anwendungsgebiet nicht vertrauter Regelungstechniker versteht.

So steht heute für lineare Probleme der Systemdynamik eine in sich geschlossene und weitgehend abgerundete Theorie zur Verfügung.

Die Formulierung der Probleme der einzelnen Anwendungsgebiete in der für den Einsatz der Theorie gerechten Form ist jedoch weit entfernt davon, als abgeschlossen gelten zu können.

Dieses Ziel dürfte in dem Sinne nie erreicht werden, als für jeden neuen Prozess diese Aufgabe immer wieder von neuem angepackt werden muss. Dennoch besteht noch eine zu grosse Diskrepanz zwischen den Möglichkeiten der Theorie und ihrer unmittelbaren Anwendbarkeit.

Dieser Mangel ist nicht etwa derart zu verstehen, dass die Theorie in jedem Falle andere oder viel bessere Lösungen gestatten würde, sondern so, dass die Lösungen rationeller und in ihren Konsequenzen besser überschaubar aufgezeigt werden können.

Im dritten Abschnitt dieser Ausführungen wird auf diesen Gedanken näher eingetreten.

Im folgenden Absatz kommen nun einige der wichtigsten Begriffe der Regelungstechnik zur Sprache.

2. Grundbegriffe der Regelungstechnik

Die Automatisierung von Anlagen, verstanden als die selbsttätige Erfüllung von Aufgaben durch die Maschine, basiert im wesentlichen auf dem automatischen Messen, Steuern und Regeln.

Der Ausdruck Regelungstechnik wird hier, wie dies allgemein üblich ist, für die Bearbeitung von Steuerungs-, Regelungs- und weitgehend auch messtechnischen Aufgaben gebraucht.

An erster Stelle soll nun die formale Sprache der Regelungstechnik aufgegriffen werden.

2.1 Blockschaltbild und Signalpfad

Anstelle der Beschreibung von Geräten, Maschinen oder ganzer Systeme durch Geräte- oder Funktionsskizzen wird in der Regelungstechnik ein sogenanntes Blockschaltbild benutzt.

Die Vereinfachung und Abstraktion besteht zunächst darin, dass lediglich die interessierenden *Signalpfade* herausgegriffen und durch Pfeile dargestellt werden. Zwei solcher Signalpfade sind durch ein *Uebertragungselement* (Block) verbunden.

Diese Blöcke stehen nicht für Maschinenteile, sondern deuten symbolisch den mathematischen Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgangssignal an. Die Abbildung 1 zeigt ein Beispiel dieses Abstraktionsprozesses von der Geräteskizze zum Blockschaltbild.

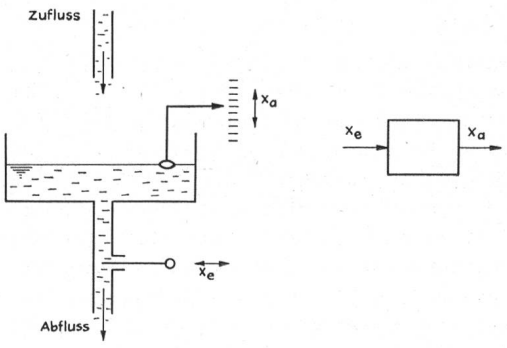


Abb. 1 Beispiel des Uebergangs von der Geräteskizze zum Blockschaltbild

Zwei Merkmale in dieser Darstellung verdienen besondere Beachtung.

Die Pfeile deuten an, dass der Signalfluss gerichtet ist, die *Signale* selbst also *rückwirkungsfrei* auf die vorangehenden Signalpfade sind. In dem in Abbildung 1 gezeigten Beispiel hat eine Variation des Wasserniveaus (x_a) offensichtlich keinen Einfluss auf die Ventilstellung im Abfluss (x_e). Die Folge Ein- und Ausgangssignal ist nicht durch die gerätetechnische Anordnung oder etwa durch die Richtung von Stoffströmen bestimmt. Die Zuordnung Eingang/Ausgang wird durch den Kausalzusammenhang Ursache/Wirkung bestimmt.

2.2 Das Uebertragungsverhalten

Die Art und Weise, wie das Eingangssignal in das Ausgangssignal umgeformt wird, bezeichnet man als Uebertragungsverhalten. Wesentlich hierbei ist, dass es sich um dynamische Vorgänge, wie z. B. den Uebergang aus einer alten in eine neue Ruhelage (Beharrungszustand), handelt.

Zur Charakterisierung dieses dynamischen Verhaltens kennt die Regelungstechnik verschiedene Beschreibungsmittel. Die wesentlichsten dieser Methoden der linearen Theorie sind die *Differentialgleichung,* die *Uebergangsfunktion* und der *Frequenzgang.*

Alle diese Beschreibungsarten lassen sich ineinander überführen und bestimmen jedes für sich allein das dynamische Verhalten vollständig. Wir wollen hier lediglich auf den Begriff der Uebergangsfunktion und des Frequenzganges eintreten.

Abbildung 2 verdeutlicht die Ermittlung der *Uebergangsfunktion.* Man versteht unter letzterer den zeitlichen Verlauf des Ausgangssignales als Antwort auf eine schrittförmige Veränderung der Eingangsgrösse. Dabei ist zu beachten, dass sich sowohl Eingangs- als auch Ausgangsgrösse zunächst im Beharrungszustand befanden.

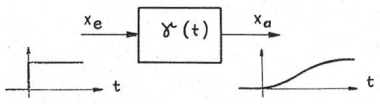


Abb. 2 Bedeutung der Uebergangsfunktion

Abbildung 3 illustriert die Ermittlung des *Frequenzganges.*

Aus der Theorie der erzwungenen Schwingungen ist bekannt, dass die erregte Schwingung (harmonische Schwingung) eines linearen Systems von gleicher Frequenz wie die Erregerschwingung ist. Die Amplitude und die Phasenlage der Schwingung der Ausgangsgrösse sind jedoch von den entsprechenden Grössen der Eingangsschwingung verschieden.

Ein lineares System ist dann vollständig beschrieben, falls für alle Frequenzen von $\omega = o$ bis $\omega = \infty$ das Amplitudenverhältnis $v = \hat{x}_a/\hat{x}_e$ sowie die Phasenverschiebung φ bekannt ist (siehe Abb. 3).

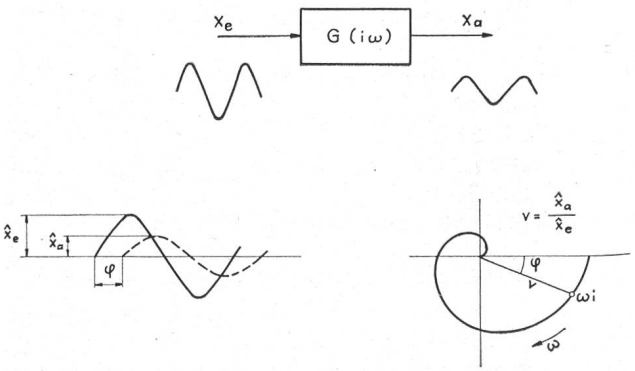


Abb. 3 Bedeutung des Frequenzganges und dessen Darstellung im Polardiagramm

Eine mögliche Art, diese frequenzabhängigen Grössen $v(\omega)$ und $\varphi(\omega)$ darzustellen, ist in Abbildung 3 gezeigt.

Diese charakteristische Kurve eines Systems wird Frequenzgang genannt. Der Zusammenhang der Darstellung des Fre-

quenzganges und der Zeitfunktionen, wie z. B. der Uebergangsfunktion, ist offensichtlich durch die Fourieranalyse (Fourier- und Laplacetransformation) gegeben.

Selbstverständlich lassen sich beide Beschreibungen auch auf mathematischem Weg aus der Differentialgleichung herleiten. Die Uebergangsfunktion zeichnet sich durch besondere Anschaulichkeiten aus.

Infolge der Kennzeichnung des Systems durch *einen* Versuch, ist sie besonders für experimentelle Arbeiten geeignet.

Die Frequenzgangmethode hat sich dagegen bei der nummerischen Analyse und Synthese von Systemen infolge der äusserst einfachen Rechenregeln durchgesetzt.

Das Uebertragungsverhalten charakterisiert nun ein System, losgelöst von der gerätetechnischen Realisierung. So zeichnen sich die beiden in Abbildung 4 gezeigten Systeme, abgesehen von Massstabs- und Einheitsfaktoren, durch das gleiche Uebertragungsverhalten aus. Die regeltechnische Beurteilung von Systemen wird damit auf von der Anwendung unabhängige Bausteine zurückgeführt. Auf dieser Grundlage wird die Gemeinsamkeit verschiedenartigster Systeme erkannt und ein Erfahrungsfeld weit über eine einzige Anwendung hinaus erschlossen.

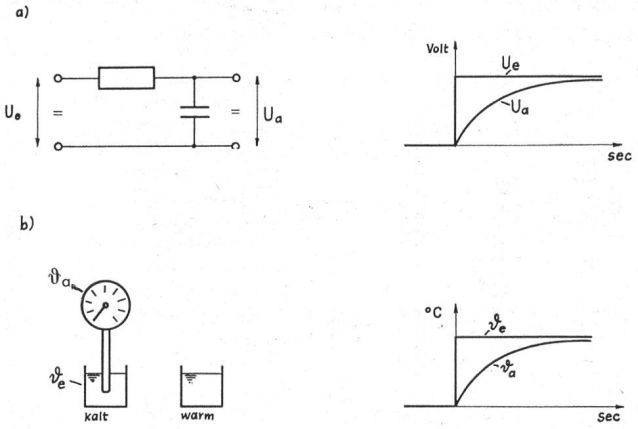


Abb. 4 «Aehnliche» Uebergangsfunktionen verschiedenartiger Prozesse
a) Aufladevorgang eines Kondensators
b) Wärmespeichervorgang in einem Thermometer

2.3 *Steuerung*

Die erwähnten Uebertragungselemente lassen sich nun über die Signalpfade in beliebiger Weise miteinander verkoppeln. Geschieht dies in der Weise, dass eine *offene Wirkkette* entsteht, deren Ausgangssignal nicht mehr auf den Eingang zurückwirkt, spricht man von einer Steuerung. Für eine derartige Schaltung gibt Abbildung 5 zwei Beispiele.

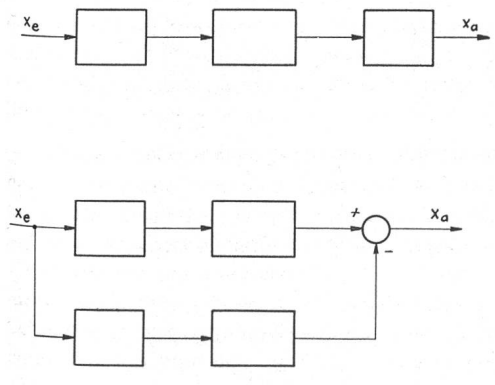


Abb. 5 Zwei Blockschaltbilder als Beispiele zum Prinzip der Steuerung

Abbildung 6 zeigt ein gerätetechnisches Beispiel einer Steuerung.

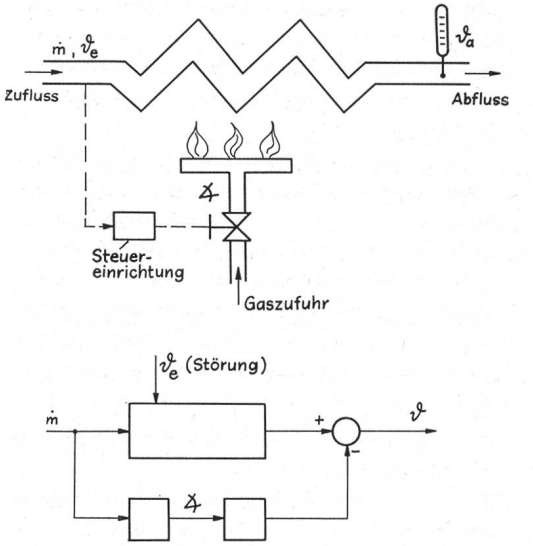


Abb. 6 Gerätebeispiel einer Steuerung mit dazugehörendem Blockschaltbild

2.4 *Regelung*

Werden die einzelnen Blöcke derart zusammengeschaltet, dass das Ausgangssignal wiederum auf den Eingang zurückwirkt, entsteht ein *Wirkkreis.* Diese Schaltungsart wird als Regelung bezeichnet.

Abbildung 7 zeigt ein gerätetechnisches Beispiel und das dazugehörende Blockschaltbild.

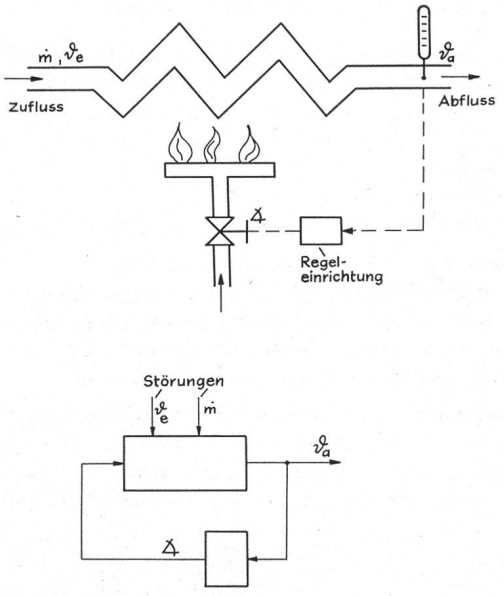


Abb. 7 Beispiel einer Regelung mit zugehörigem Blockschaltbild

2.5 *Vergleich von Steuerung und Regelung*

Es ist typisch für die vorgenommene, an sich einfache Abstrahierung des Blockschaltbildes, dass sich damit wesentliche Aussagen aufzeigen und als allgemeingültig erkennen lassen.

Die *Steuerung* erfasst im wesentlichen *eine* Eingangsgrösse und verarbeitet sie so, dass ein gewünschtes Ausgangssignal erzeugt wird. Der Steuereingriff kann prinzipiell so erfolgen, dass auch vorübergehend *keine* Abweichung vom gewünschten Wert auftritt. Das *Steuergesetz* muss bekannt und auf die spezielle Eingangsgrösse abgestimmt sein.

Irgendwelche *weiteren* Eingangsgrössen (Störungen) werden von der Steuerung nicht erfasst.

Im Beispiel der Abbildung 6 führt eine Variation der Temperatur des zufliessenden Wassers offensichtlich zu einer verfälschten Austrittstemperatur des Durchlauferhitzers, ohne dass die Steuereinrichtung korrigierend eingreifen könnte.

Die *Regelung* erfasst im Gegensatz zur Steuerung die *Ausgangsgrösse* des Prozesses.

Abweichungen vom gewünschten Wert werden benutzt, um über die Regeleinrichtung korrigierend auf den Prozess einzuwirken. Dieser strukturelle Unterschied des *Rückführprinzips* der Regelung im Gegensatz zum Vorwärtsprinzip der Steuerung hat sehr weitgehende Konsequenzen.

Zunächst bekämpft die Regelung *sämtliche* Störungen, die im Prozess auftreten, und zwar auch dann, wenn der Zusammenhang von Störung und Fehler der Ausgangsgrösse nicht bekannt ist.

Im Gegensatz zur Steuerung wird nicht die Störung erfasst, sondern die Ausgangsgrösse überwacht.

Die Regelung benutzt die auftretenden Fehler, um korrigierend einzuwirken. Dieses Prinzip impliziert daher zur Bekämpfung von Störungen zumindest vorübergehende Abweichungen vom gewünschten Wert des Ausgangssignals.

Abbildung 8 illustriert ein kleines Gedankenexperiment. Tritt ein zufälliger Fehler der Schüttgutdicke am Anfang des Transportbandes auf (der Sand rutscht einen Moment nicht nach), so muss die Regeleinrichtung warten, bis diese Störung am Messort eintrifft. Ist dies geschehen, so vergrössert die Regeleinrichtung «korrigierend» die Oeffnung des Schüttgutbehälters. Der geschlossene Wirkkreis wird offenkundig, denn die «Korrektur» hat eine neuerliche «Störung» verursacht, womit das Spiel von neuem beginnt.

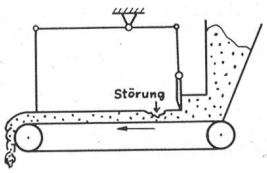


Abb. 8 Zum Gedankenexperiment: Schichtdickenregelung eines Transportbandes

Anhand dieses Gedankenexperimentes kann auch eine weitere Eigenschaft des Regelungsprinzips gezeigt werden.

Ist das Hebelverhältnis der Regeleinrichtung in Abbildung 8 so gewählt, dass die «Korrektur» kleiner ist als die Störung, so kommt das System nach einiger Zeit zur Ruhe. Ist die «Korrektur» jedoch grösser als die ursprüngliche Störung, so wird bei jeder neuen «Korrektur» eine noch grössere Störung erzeugt. Das System wird nicht mehr zur Ruhe kommen, da es sich selber zu immer grösseren Ausschlägen anfacht. Das System ist instabil (siehe Abb. 9).

Diese wohl wichtigste Erscheinung der Regelung, dass der geschlossene Wirkkreis schwach gedämpfte oder gar aufklingende Schwingungen ausführt, obwohl alle beteiligten Elemente stabil sind, unterstreicht die Bedeutung der strukturellen Betrachtung des Blockschaltbildes.

Mit diesem kleinen Exkurs sollte deutlich geworden sein, dass einzelne Begriffe, wie Steuerung und Regelung, nicht für sich allein stehen, sondern einen ganzen Bedeutungshof um sich haben. Diese den Begriffen beigegebenen Bedeutungsgehalte müssen beim Gesprächspartner für einen fruchtbaren Dialog in kleinerem oder grösserem Umfang vorausgesetzt werden können.

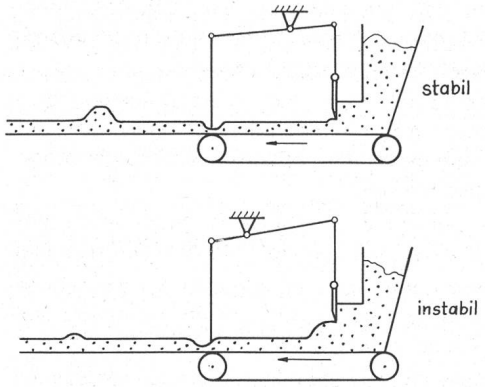


Abb. 9 Zum Gedankenexperiment: Illustration des stabilen bzw. instabilen Verhaltens je nach dem Uebertragungsverhältnis des Rückführgestänges

3. Vorteile der formalen Sprache der Regelungstechnik

In der Fachliteratur der Textiltechnik ist noch sehr häufig die Beschreibung von Steuerungen und Regelungen allein anhand von Geräteskizzen anzutreffen.

Im folgenden soll eine solche Beschreibung der Blockschaltbilddarstellung gegenübergestellt werden.

In Abbildung 10 ist die Prinzipskizze einer «Regulierstrecke» dargestellt, die im folgenden beschrieben wird.

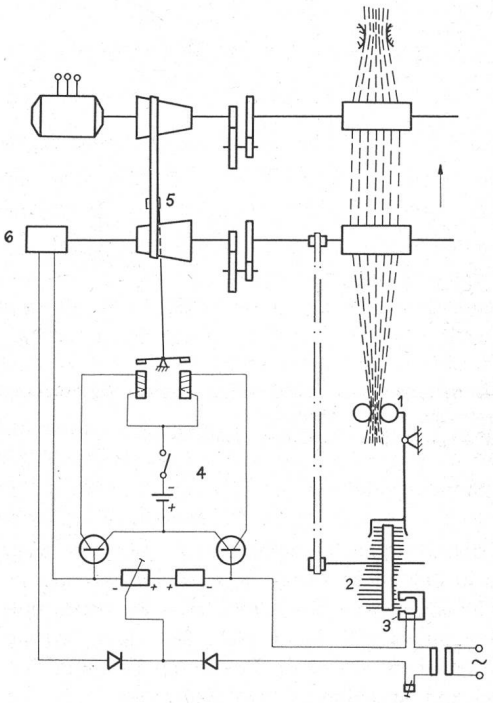


Abb. 10 Geräteskizze der Steuerung einer Baumwoll-Regulierstrecke

Unter Regulierstrecke versteht der Textilmaschinenbauer eine variierbare Strecke (Strecke im Sinne von ziehen, verziehen), und zwar unabhängig davon, ob diese Variation des Verzuges auf dem Prinzip der Steuerung oder Regelung beruht.

Nachfolgend die der Literatur entnommene Beschreibung:

> Die einlaufenden Kardenbänder werden durch Tastrollen auf ihren Querschnitt geprüft (1). Die rechte Tastrolle ist schwenkbar gelagert und steht unter Federdruck. Ihre Bewegungen werden über ein Hebelsystem auf das «Gedächtnisrad» übertragen. Diese Trommel (2) (mit axial angeordneten Stiften) wird von der Eingangswalze angetrieben. Nach Durcheilung einer Kreisbahn von rund 270°, bezogen auf die Eintaststelle, durchlaufen die von Eintastbacken

verschobenen Stifte den Spalt einer Magnetspule (3), die eine der Eintauchtiefe der Stifte entsprechende Steuerspannung abgibt. Die Abnahme der Messwerte erfolgt kräftefrei induktiv. Die Versetzung von Eingabe und Abtastung entspricht der Zeit des Materialdurchlaufes vom Messort bis zum Stellort. Ein Konustrieb erzeugt die veränderliche Geschwindigkeit für den Eingangszylinder. Auf der Welle des getriebenen Konus sitzt ein Tachogenerator (4), der eine Spannung abgibt, die der Drehzahl dieser Konuswelle proportional ist. Diese Spannung, der Istwert, wird im elektrischen Regelsystem mit der Gedächtnisspannung, dem Sollwert, verglichen. Auftretende Spannungsdifferenzen werden einem Kippverstärker (5) zugeleitet. Dieser steuert den Drehmagneten, der mittels einer Riemengabel (6) den Konusriemen so lange verschiebt, bis Soll- und Istwert wieder übereinstimmen.

Abbildung 11 zeigt demgegenüber die regeltechnische Blockschaltbilddarstellung.

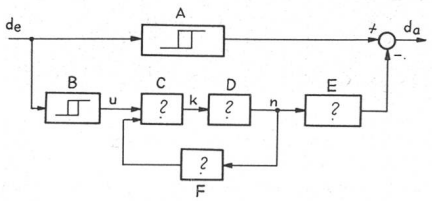


Abb. 11 Blockschaltbild der in Abb. 10 gezeigten Baumwoll-Regulierstrecke
d_e Dicke der einlaufenden Kardenbänder
d_a Dicke der abgehenden Kardenbänder
u Eingangsspannung
k Uebersetzungsverhältnis
n Drehzahl der Eingangswalze
A Regulierstrecke
B Dickenmessorgan
C Kippverstärker
D Antriebsmotor
E Regulierstrecke
F Tachogenerator

Ohne Steuereinrichtung würde sich eine Aenderung der einlaufenden Kardenbanddicke nach der Durchlaufzeit der Regulierstrecke auf den Ausgang übertragen. Die Steuereinrichtung ist nun wie folgt aufgebaut:

Die Dicke der einlaufenden Kardenbänder wird gemessen und über ein Totzeitelement in eine Spannung umgesetzt. Diese Spannung ist die Führungsgrösse einer Drehzahlregelung der Eingangswalze. Eine Drehzahländerung bewirkt eine Banddickenänderung am Ausgang. Damit kann eine einlaufende Störung bekämpft werden.

In dieser Darstellung wird die Struktur des Systems sofort klar. Die Banddicke am Ausgang wird auf Grund der Kardenbanddicke am Eingang in die Regulierstrecke *gesteuert.* Die dazu notwendige Drehzahlvariation wird dagegen *geregelt.* Folgende Punkte sprechen für die letztgenannte Darstellung:

- Die allgemeingültigen Aussagen bezüglich Vor- und Nachteile der Regelung und Steuerung können sofort auf ihre Bedeutung im Zusammenhang mit unserer Regulierstrecke untersucht werden.
- Es wird deutlich herausgestellt, dass die Steuer- bzw. Regelgüte nicht davon abhängt, ob die Umformung der Signale mechanisch, elektrisch oder pneumatisch erfolgt. Dafür sind die einzelnen Uebertragungsverhalten verantwortlich.
- In unserer Darstellung sind einige Blöcke mit Fragezeichen versehen, d. h. das Uebertragungsverhalten ist unbekannt. Aus der uns vorliegenden Beschreibung sind diese Funktionen nicht zu entnehmen. Sie bleibt damit eine Beschreibung der gerätetechnischen Realisierung und gibt über den Kernpunkt der regeltechnischen Fragestellung der Dynamik keinen Aufschluss.
- Bereits in diesem Stadium der Problemdarstellung ist eine klare Formulierung der gewünschten Dynamik der Steuereinrichtung möglich. Damit wird dem Konstrukteur eine zielgerichtete Arbeit erleichtert; er ist nicht auf ein intuitives Neuentdecken an sich bekannter dynamischer Zusammenhänge angewiesen.
- Schliesslich kann von dieser Formulierung ausgehend, ohne die Uebersicht zu verlieren, für jedes Element einzeln auf die gerätetechnische Realisierung zurückgegriffen werden. So können gesondert weitere Fragen, wie Zuverlässigkeit, benötigte Hilfsenergie, Preis usw., abgeklärt und mit anderen Realisierungen verglichen werden.
- Schliesslich kann ein in solcher Weise formuliertes Problem jederzeit einem Regelungsfachmann irgendeiner Fachrichtung vorgelegt und eine Stellungnahme erwartet werden.

Ein Punkt in der hier gezeigten Formulierung scheint besonders typisch und führt zum Anfang der Ausführungen zurück. Eine endgültige Aussage über die regeltechnische Güte der gezeigten Regulierstrecke ist nicht möglich, da die Formulierung der Dynamik der Uebertragungsglieder fehlt. Hier muss man einsetzen, falls man nicht nur empirisch, sondern bereits im Projektstadium funktionstüchtige Regelungen und Steuerungen konzipieren will.

Mit steigender Komplexität und steigenden Qualitätsforderungen wird die Dynamik der Bausteine immer wesentlicher.

Um dem Anwender die Arbeit zu erleichtern, sollte es zur Selbstverständlichkeit werden, dass zu jedem Gerät, namentlich zu den Messgeräten, neben Genauigkeitsangaben auch die Kenndaten der Dynamik mitgeliefert werden.

Adresse des Autors: Prof. Dr. P. Hemmi, ETH,
Institut für Regelung und Dampfanlagen,
Sonneggstrasse 3, CH-8006 Zürich

DK 65.011.56:62-53:67

Regelungsprobleme an der Spinnerei-Automatiklinie in Putzerei, Karderie und Regulierstrecke

Dipl.-Ing. R. Wildbolz

Zusammenfassung

Die moderne Garnherstellung zerfällt in einen hochgradig automatisierten ersten Teilprozess, von der Faserstoffballe über Auflösung, Reinigung, Mischung, Kardierung bis zum regulierten Streckenband reichend, und in einen zweiten, der Automatisierung schwer zugänglichen Arbeitsgang, der Flyer und Ringspinnmaschinen bis zum fertigen Garn einschliesst. Vorliegende Arbeit befasst sich jedoch nur mit den an der Produktionsstrasse des ersten Teilprozesses auftretenden Regelproblemen.

Im Detail werden die Regelkreise zur Konstanthaltung der Produktion beschrieben. Hiezu dient als Messorgan das «Flockmeter», ein auf mathematisch-statistischen Ueberlegungen beruhendes Messinstrument, welches die durch eine pneumatische Förderleitung fliegende Materialmenge misst. Neben üblichen Niveauregulierungen verdient ein rein aerodynamisches Verfahren ohne bewegliche Teile zur Erhaltung von Niveauhöhen Beachtung. Das Ausregulieren des abgelieferten Faserbandes auf ein Metergewicht von ± 2 % genau geschieht mittels optisch-elektronischem Messverfahren.

Rieter Automatiklinie

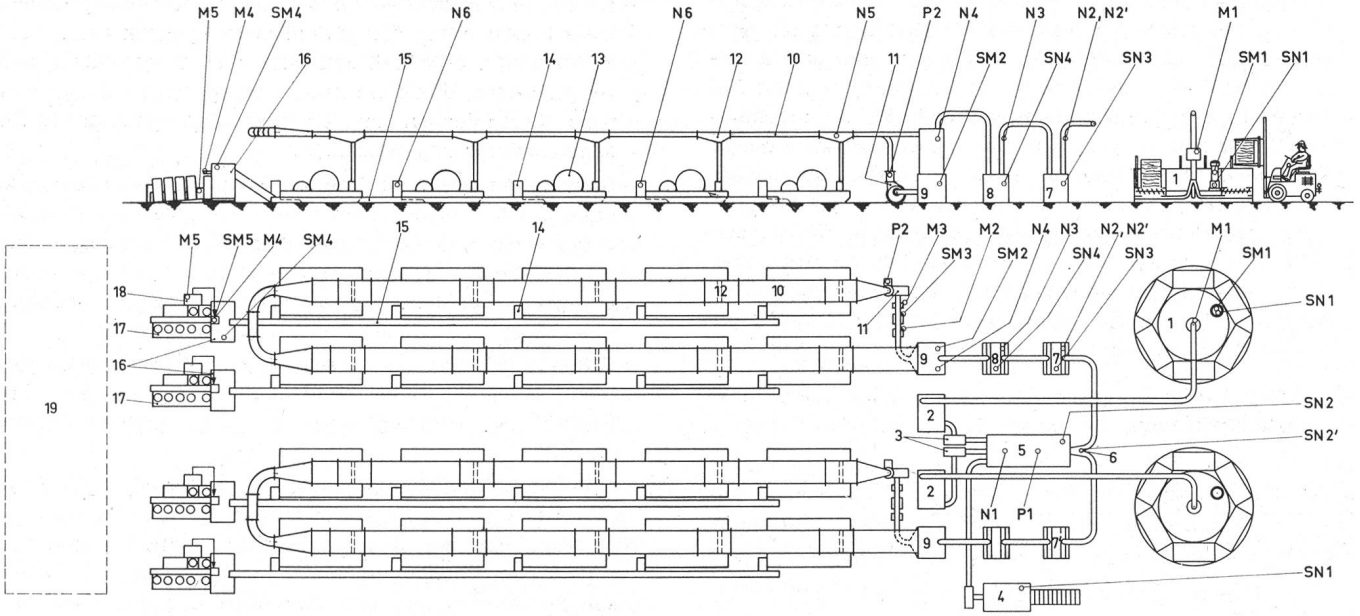


Abb. 1

1 Karousel
2 Monowalzenreiniger
3 Zyklo-Ventilator
4 Abgangöffner
5 Mischautomat
6 Zweiwegverteiler
7 ERM-Reinigungsmaschine Stufe 1
8 ERM-Reinigungsmaschine Stufe 2
9 Flockenspeiser
10 Ringleitung
11 Transportventilator
12 Ausscheidekopf mit Speiseschacht
13 Karde
14 Bandspeicher
15 Bandtransport
16 Regulierstrecke mit Kannenwechsler
17 Kannenwechsler
18 Kannenwaage
19 Kannenplatz

Messstelle

M 1 Flockmeter, Produktion Karousel
M 2 Flockmeter, Zirkulation Aerofeed-Ringleitung
M 3 Feuchtigkeit Ringleitung (fakultativ)
M 4 Regulierstrecke, Messung Bandquerschnitt
M 5 Kannengewicht mittels Waage

Stellort

SM 1 Drehzahl Karouselstern, schneller/langsamer/konstante Produktion
SM 2 Speisezylinder Flockenspeiser, Dreipunktregulierung
SM 3 Luftbefeuchter Ein/Aus
SM 4 Drehzahl Verzugswalzenpaar Strecke (Proportionalregulierung)
SM 5 Messorgan Sollwertkorrektur auf Grund gravimetrischer Endkontrolle

Niveau

N 1 Mischautomat
N 2, N 2' Reinigungsmaschine 7 + 7'
N 3 Reinigungsmaschine 8
N 4 Flockenspeiser 9
N 5 Ausscheideköpfe, selbstregulierend

Stellort

SN 1 Karousel Ein/Aus + Abgangöffner Ein/Aus
SN 2 Weiche SN 2', Speisezylinder SN 2 + Mischautomat Ein/Aus
SN 3 Speisezylinder Reinigungsmaschine 7 Ein/Aus
SN 4 Speisezylinder Reinigungsmaschine 8 Ein/Aus
SN 6 Hauptmotor Karde

Kontrollstelle

P 1 Pyr-Alarm-Feuermelder Mischautomat
P 2 Pyr-Alarm-Feuermelder Aerofeed
N 6 Niveauüberwachung Bandspeicher

Die Langzeitstabilisierung des Arbeitsprozesses über Monate erfolgt durch Bilden einer gravimetrisch ermittelten, das Messorgan nachstellenden Führungsgrösse.

1. Ueberblick

Die Herstellung von Textilien ist so alt wie die Menschheit selbst. An ihrem Anfang steht die Erzeugung von Garnen als Ausgangsprodukt zu den gebräuchlichsten textilen Flächengebilden, wie Gewebe und Gestricke.

Die automatische Garnherstellung gliedert sich ihrerseits in zwei Teile: In einem ersten *hochgradig automatisierten Teilprozess,* mit welchem wir uns anschliessend näher befassen, erfolgt die Auflockerung des gepressten Faserstoffes, seine Reinigung, Kardierung — d. h. Auflösung zur Einzelfaser — sowie dessen Ueberführung in ein sogenannt *geregeltes* Streckenband. Letzteres ist ein verzugsfähiges Faserband mit 20 000 bis 30 000 Einzelfasern im Querschnitt, alle in Längsrichtung des Bandes orientiert. Das Laufmetergewicht des ausregulierten Bandes beträgt ca. 5 g/m.

Im anschliessenden, hier nur angedeuteten zweiten Teilprozess findet die Weiterverarbeitung zu einem gedrehten Faden, d. h. einem Garn, statt. Vom Band ausgehend, durchläuft hier das Fasermaterial nacheinander Flügelspinnmaschine und Ringspinnmaschine, wobei eine doublierungsfreie Gesamtverstreckung von etwa 100- bis 500fach stattfindet.

Dieser zweite Teilprozess ist der Automatisierung äusserst *unzugänglich,* weil von hier weg sich der erforderliche Materialdurchsatz einer Automatiklinie nicht mehr durch wenige Arbeitsstellen bewältigen lässt und die hiefür notwendigen Produktionsstellen — zufolge geringerer Kapazität — gewaltig zunehmen. Einige Arbeitsphasen sind teilautomatisiert. Von einer Vollautomatisierung sind wir — wenn dies je gelingen sollte — noch weit entfernt. Zur Erreichung dieses Zieles sind grundlegende, vom klassischen Ringspinnverfahren abweichende Neukonstruktionen zu erwarten, an denen heute bereits vielerorts gearbeitet wird.

1.1 Maschinenkurzbeschrieb

Abbildung 1 veranschaulicht den *Maschinenaufstellungsplan* des ersten Teilprozesses einer automatischen Spinnereiproduktionsstrasse. Während am Ende der ersten Etappe für eine stündliche Produktion von 1000 kg Faserband acht Ar-

beitsstellen genügen, braucht es in der Endstufe der zweiten Etappe bereits 40 000 Spinnstellen (in der Abbildung nicht dargestellt).

Abbildung 2 zeigt Anfangs-, Zwischen- und Endprodukte der automatisierten Kurzspinnerei. Es sind dies ein Teil einer Faserstoffballe, von denen 12 bis 24 Stück vorgelegt werden,

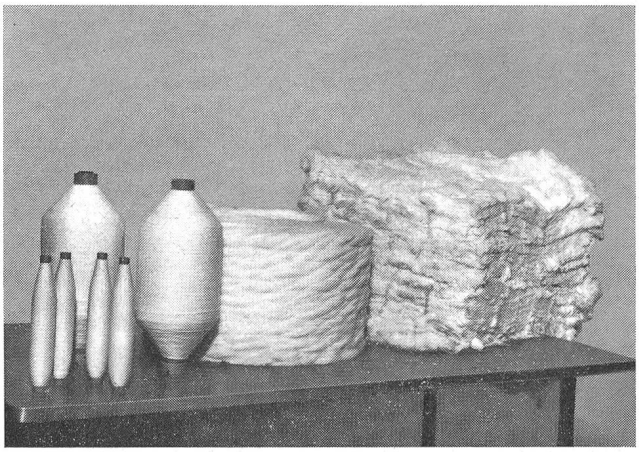


Abb. 2 Anfangs-, Zwischen- und Endprodukt der automatisierten Kurzspinnerei — von rechts nach links: Baumwollballe, geregeltes Streckenband, Flyerspule und Ringspinnkötzer

das regulierte Streckenband als Endprodukt der ersten bzw. das Ausgangsprodukt der zweiten Etappe, Vorgarnspulen als Zwischenerzeugnis und Ringspinnkötzer als Endprodukt des zweiten (hier nicht behandelten) Spinnereiteilprozesses.

Zu Beginn der Produktionsstrasse stehen die Karouselöffner, die zum Auflösen des gepressten Faserstoffes in kleinste Flocken dienen, welche von hier aus bis zu den Karden pneumatisch weiterbefördert werden. Die Produktionskapazität beträgt 50 bis 300 kg/h. Die Maschine wird auf konstante Produktion reguliert — Messort ist M 1, Flockenaustritt am Karousel; Stellort SM 1, am Antrieb der Drehbewegung. Die Faserflocken passieren zwecks Ausscheidung der darin enthaltenen Unreinigkeiten einen Monowalzenreiniger (Abb. 1, Pos. 2), um anschliessend im Mischautomat (1 — 5) gespeichert und gemischt zu werden. Der Abgangöffner (1 — 4) löst die wiederverwendbaren Spinnereiabgänge auf und gibt sie ebenfalls an den Mischautomat ab.

Die vom Mischautomaten durchmischten und erneut geöffneten Faserflocken durchlaufen nun zwei *ERM-Reinigungsmaschinen* (1 — 7/8), um anschliessend in den Flockenspeiser (1— 9) zu gelangen. Die Reinigung der Faserflocken erfolgt mittels Schlag- und Kämmtrommeln, die das aufgelöste Material über Messerroste führen, an welchen die Unreinigkeiten abgestreift werden. Bei Mischautomat, ERM und Flockenspeicher sind Niveausteuerungen (1— N 1 — N 4), jeweils rückwirkend auf die Speisung der vorangehenden Maschine, als Stellorte (1 — SN 1 — SN 4) vorhanden.

Der Flockenspeiser nimmt eine Schlüsselposition in der Prozessregelung ein. Diese Maschine dient zur Erzeugung eines geregelten Flockenstromes und Einspeisung desselben in eine Ringleitung (1 — 10) zur Beschickung der Karden (1 bis 13). Ein geschlossener Regelkreis sorgt für konstante Produktion in der Ringleitung. Das darin eingebaute Flockmeter (1 — M 2), das im folgenden beschrieben ist, misst den Flokkenstrom und greift über einen Drehzahlregler auf das Speisewalzenpaar der Maschine als Stellort (1 — SM 2) ein.

Das von Rieter entwickelte Aerofeed-Ausscheidesystem, bestehend aus Umwälzventilator (1 — 11), Ringleitung und Ausscheideköpfen (1 — 12), funktioniert auf rein aerodynamischen Prinzipien und geniesst weltweiten Patentschutz. Die Niveauhöhen (1 — N 5) der Speiseschächte im Verteilsystem sind selbstregulierend.

Der an jedem Speiseschacht angeschlossenen Karde (1 — 13) fällt die Aufgabe zu, die aus dem Schacht austretende Watte in Einzelfasern aufzulösen und zu einem Faserband zu vereinigen, das einen Bandspeicher (1 — 14) durchläuft, der die Funktion eines Puffers bei unerwünschten Stillständen sowie beim An- und Auslauf der Linie übernehmen kann.

Das den Karden entlang angeordnete Materialtransportband (1 — 15) übernimmt die Faserbänder der Bandspeicher und bringt sie zur Regulierstrecke (1 — 16).

In dieser letzten Maschine der Produktionsstrasse werden die fünf einlaufenden Faserbänder zwischen Walzenpaaren gestreckt, in der Regel um den fünffachen Betrag. Durch das Zusammenführen der Bänder, dem sogenannten Doublieren mit anschliessendem Verziehen, entsteht bereits auf Grund der Wahrscheinlichkeit eine Vergleichmässigung des Bandquerschnittes.

Wie der Name sagt, greift diese Strecke aber auch regulierend ein. Die sich laufend leicht verändernde Bandstärke wird am Austritt (1 — M 4) der Strecke photoelektrisch gemessen und mittels einer Proportionalverzugsregulierung, deren Stellort (1 — SM 4) das Vorderzylinderpaar darstellt, vergleichmässigt.

Das abgelieferte Band wird in Kannen mit einem Nettoinhalt von ca. 20 kg eingewunden. Der Wechsel der Kannen erfolgt selbsttätig bei voller Geschwindigkeit der Produktionsstrasse von 450 m/min.

2. Lösung der Regelprobleme

2.1 Vom regelungstechnischen Standpunkt aus stellen sich fünf Aufgaben:

- Produktionsregelung in Putzerei und Aerofeedsystem
- Halten der Niveauhöhen in den verschiedenen Speiseschächten, insbesondere beim Aerofeedsystem
- Synchronisierung der Produktionsstrasse
- Ausregulieren des abgelieferten Faserbandes auf konstantes Metergewicht
- Langzeitstabilisierung der Regulierstrecke durch gravimetrisch ermittelte Führungsgrösse

2.2 Produktionsregelung in der Putzerei

2.2.1 Messorgan, Flockmeter (Abb. 3)

Die kontinuierliche Messung der Produktionsleistung der durch eine pneumatische Förderleitung fliegenden Faserflockenmenge bereitete uns einiges Kopfzerbrechen. In Eigenentwicklung gelangten wir zu einer recht originellen Lösung, welcher folgendes, von Rieter patentiertes Messprinzip zugrunde liegt:

Die in einem Rohr fliegenden Flocken werden vorerst als kleine Kugelkörper von verschiedenen Durchmessern angesehen und darin als *statistisch normal* verteilt aufgefasst.

Das im Längsschnitt dargestellte Rohr, in welchem die kugelförmigen Flocken als Grosskreise eingezeichnet sind, werde nun in eine Anzahl zur Projektionsebene senkrecht stehende Schichten aufgeteilt, mit Ordnungsziffern $I = 1 \ldots I$.

Die Mittelebenen der Schichten i schneiden aus den Kugeln Scheiben der Dicke c heraus, welche wir angenähert als zylindrische Scheibenabschnitte annehmen, was für unseren Fall genügend genau ist.

Die Anzahl der in der i-ten Rohrschicht getroffenen Kugeln ist $m_i = 1 \ldots m_i$.

Das Volumen einer einzelnen Kugelschicht ist angenähert

$$V_{ij} = c \cdot \pi \cdot r^2_{ij} = c_1 r^2_{ij}$$

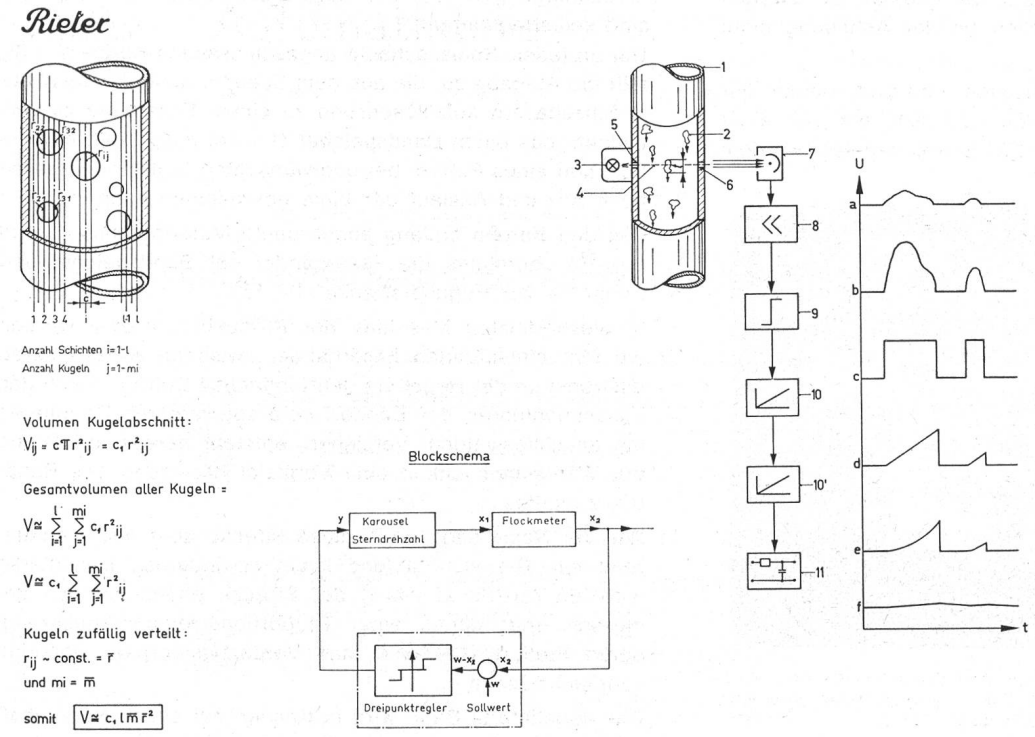


Abb. 3 Flockmeter: Theoretische Grundlage, Arbeitsprinzip
Karouselregelkreis: Blockschema

Das Gesamtvolumen erhalten wir, indem wir die Kugelscheiben pro Schnittebene summieren und diese Teilsummen wiederum über sämtliche Schichten aufsummieren, also:

$$V_{ij} \cong c_1 \sum_{i=1}^{l} \sum_{j=1}^{mi} r^2_{ij}$$

Setzt man auf Grund der Tatsache, dass es sich um sehr viele zufällig im Rohr verteilte Kugelkörper handelt, einen mittleren Radius $\overline{r}$ für alle Kleinkreise aller Schichten ein, also:

$$r_{ij} = \text{const.} = \overline{r}$$

sowie auch eine mittlere Anzahl $\overline{m}$ getroffener Kugeln pro Schicht, also

$$m_i = \text{const.} = \overline{m}$$

so erhalten wir das Volumen

$$V = c_1 \cdot l \cdot \overline{m} \cdot \overline{r^2}$$

Damit ist gesagt, dass das Gesamtvolumen im Rohr proportional zur Schnittfläche der getroffenen Faserflocken ist oder, was gleichbedeutend ist, proportional zur Summe der Quadrate der Kleinkreisdurchmesser der geschnittenen Flocken in irgendeiner der l-Schichten. Um auf die Menge in Kilogramm zu schliessen, braucht nur noch das spezifische Gewicht des zu messenden Materials berücksichtigt zu werden.

Auf Grund weiterer statistischer Rechnungen kann bewiesen werden, dass die Ansätze ebenfalls zutreffen, wenn die im Rohr enthaltenen Körper nicht mehr Kugelgestalt aufweisen. In unserem patentierten Flockmeter sind vorstehende Erkenntnisse in die Praxis umgesetzt, wobei wie folgt vorgegangen wird:

Ein Lichtstrahl durchdringt die Rohrleitung in ihrer Mittelebene. Die fein aufgelösten Faserflocken fliegen in statistischer Verteilung mit bekannter Geschwindigkeit durch das Rohr. Einige von ihnen treffen den Lichtstrahl und schwächen diesen während ihrer Durchlaufzeit ab. So entstehen an der Photozelle (7, Abb. 3) kurze Spannungsdifferenzen, deren zeitlicher Verlauf den Flockendurchlaufzeiten entspricht (Kurve a, Abb. 3). Gemäss Blockschema erfahren diese in Stufe 8 eine Verstärkung (b – 3), werden in Stufe 9 getriggert und in Rechteck-Spannungsimpulse (c – 3) verwandelt.

Die nun rechteckigen Spannungsimpulse gleicher Amplitude, aber von ungleicher Dauer, werden dem Integrator 10 zugeführt, der diese integriert und Spannungsimpulse (d – 3) abgibt, welche nun den Quadraten der ursprünglichen Impulslängen proportional sind.

Da wir in unserem Fall eine Menge von Faserflocken zu messen haben, muss das nicht konstante spezifische Gewicht der Flocken noch berücksichtigt werden. Empirisch ermittelten wir den Zusammenhang zwischen Flockengrösse und spezifischem Gewicht und fanden, dass grosse Flocken – weil weniger aufgelöst – auch ein höheres spezifisches Gewicht aufweisen.

Der Zusammenhang zwischen Längsausdehnung der Flocke und zugehörigem spezifischem Gewicht ist annähernd linear. Demzufolge wird das Signal aus Integrator 10 im Integrator 10' nochmals über die Impulslänge integriert (Kurve e – 3).

Aus den so entstandenen Einzelimpulsen wird in bekannter Weise der Mittelwert gebildet, um ein zusammenhängendes Messsignal zu erhalten (Kurve f – 3).

2.2.2 Produktionsregelung des Karouselöffners

Mit kleiner werdenden Faserstoffballen würde die Produktion des Karouselöffners sukzessive abnehmen, weil der Druck auf die Abtragorgane abnimmt.

Um eine konstante Produktion aufrecht zu erhalten, muss die Drehzahl des Karouselöffners mit abnehmendem Ballengewicht proportional zunehmen.

Die Drehzahlregulierung erfolgt gemäss dem in Abbildung 3 festgehaltenen Blockschema.

Das Flockmeter als Messorgan misst gemäss dem Vorerwähnten den aus dem Karouselöffner austretenden Flockenstrom. Das Signal wird mit dem eingestellten Sollwert verglichen und in einem von Rieter entwickelten, quasi stetigen Dreipunktregler umgesetzt.

Sobald das Eingangssignal eine einstellbare Toleranzgrenze nach unten oder oben überschreitet, z. B. ± 10 % des Sollwertes, gibt das Gerät Steuerstromimpulse an den Getriebeverstellmotor ab, deren Dauer der Abweichung proportional sind. Solange das Eingangssignal innerhalb der Toleranzgrenzen liegt, passiert jedoch nichts. Der Verstellmotor wirkt auf einen hydraulischen Drehzahlvariator, der dem Karouselstern die jeweils geforderte Drehzahl erteilt. Damit ist der Regelkreis geschlossen.

Die Genauigkeit dieser Regulierung ist nicht sehr gross, ca. ± 4 % der stündlich auszutragenden Sollmenge, was für die vorliegenden Ansprüche aber genügt.

Es geht darum, eine systematische Abnahme der Produktion zufolge abnehmendem Ballengewicht, beziehungsweise ein sprunghaftes Ansteigen nach Neubeladen der Maschine zu vermeiden.

2.3 Niveauregulierung (Abb. 1 – N 1 – N 5)

2.3.1 In der Folge des Arbeitsprozesses treten an mehreren Orten Niveauregulierungen auf, insbesondere bei praktisch allen Putzereimaschinen, wo der Füllstand der Speiseschächte oder die Füllung des Mischautomaten auf konstanter Höhe zu halten ist.

Abgetastet wird die Füllhöhe durch eine mechanische, auf einen Endschalter wirkende Klappe durch Photozellen oder in Sonderfällen auch mittels eines pneumatischen Druckschalters. In jedem Falle handelt es sich um eine einfache Zweipunktregulierung «Ein/Aus» mit den Speisewalzen der vorangehenden Maschine als Stellort.

2.3.2 Eine Kombination von Niveau- (Abb. 1 – N 5) und Produktionsregulierung (1 – M 2) finden wir im Kernstück dieser Automatiklinie, der sogenannten Aerofeed-Kardenspeisung. Die Aufgabe besteht darin, sämtliche Karden einer Linie (es können 6 bis 12 sein) mit Faserflocken zu beschicken, so dass die in den einzelnen Speiseschächten gebildeten Wattevorlagen das gleiche Laufmetergewicht aufweisen. Dies wird erreicht, indem in die pneumatische Ringleitung eine konstante Faserflockenmenge eingespiesen wird. Die Regelung der eingespiesenen Menge erfolgt mit den gleichen Bauelementen wir zuvor am Karouselöffner, d. h. über Flockmeter als Messorgan, Dreipunktregler, elektrisch verstelltem hydraulischem Getriebe, einwirkend auf das Speisezylinderpaar am Flockenspeiser (1 – SM 2) als Stellort. Da es sich um eine analog aufgebaute Drehzahlregulierung wie am Karouselöffner handelt, erübrigt es sich, nochmals darauf einzutreten.

Die Niveauregulierung (Abb. 4) erfolgt hier selbsttätig auf aerodynamischem Prinzip, ohne jeden mechanischen Eingriff. Rieter besitzt für dieses unübertrefflich einfache Verfahren weltweiten Patentschutz.

Ueber jedem Kardenschacht ist ein Ausscheidekopf montiert. Auf einer ersten Strecke erfahren die mit etwa 7 m/s fliegenden Faserflocken eine Verzögerung, wobei ihre Flughöhe bezüglich des Kanalbodens abnimmt und sie grösstenteils an die Frontfläche der Fangnase prallen. Durch den Aufprall auf der schrägen Frontfläche ändern die Flocken die Flugrichtung; ein Teil davon wird nach unten in den Schacht gestopft, ein anderer Teil, der Ueberschuss, wird – durch den Aufwind begünstigt – im engsten Querschnitt beschleunigt und zur nächsten Ausscheidestelle getragen, wo sich der Vorgang wiederholt. Der Ueberschuss (ca. 10 %) gelangt nach dem letzten Schacht wiederum in den Flockenspeiser und wird dort dem Frischmaterial beigemengt, worauf der Flockenstrom von neuem das Messorgan passiert.

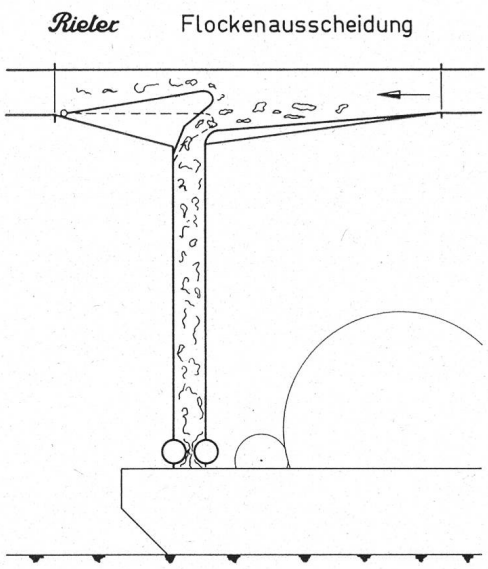


Abb. 4 Rieter-Aerofeed-System: Flockenausscheidung

Sämtliche Kardenschächte bleiben in dieser Weise einwandfrei gefüllt. Die statische Druckdifferenz am Schacht verdichtet die darin abgelagerten Faserflocken zu einer Watte und sorgt für deren Durchlauf. Das Metergewicht der auslaufenden Watte lässt sich durch Verstellen der Schachtwand und mittels Feingewindeschrauben von Maschine zu Maschine einstellen und abstimmen.

2.4 Synchronisierung

Die von den Karden abgelieferten Bänder gelangen auf ein Transportband, das von der Regulierstrecke aus angetrieben ist.

Die Uebergabe- und Uebernahmegeschwindigkeiten der zu einer Produktionsstrasse zusammengeschlossenen Karden und Strecken müssen übereinstimmen.

Bei der «flexiblen» Rieter-Synchronisierung ist am Auslauf einer jeden Karde ein Bandspeicher als Materialpuffer für An- und Auslauf vorgesehen.

Bei Verwendung von Kunststoff-Antriebsriemen mit wenig Schlupf ist der Gleichlauf der Karden vollständig ausreichend, d. h. eine leichte Anspannung der Bänder ist zulässig.

Der Bandspeicher ist sodann in der Lage, die Ueberproduktion an Band zufolge des gegenüber der Strecke längeren Auslaufens der Karde zu speichern und beim Anfahren und im Dauerbetrieb wieder abzugeben.

Die Ueberfüllung eines Speichers bewirkt das Abschalten des Antriebsmotors der zugehörigen Karde, bis der Niveaukontrollschalter (1 – N 6) die Maschine wieder einschaltet. Im störungsfreien Dauerbetrieb sind alle Bandspeicher leer; das Band läuft direkt auf das Transportband; die Synchronisierung besorgt die Netzfrequenz selbst.

2.5 Ausregulieren des abgelieferten Faserbandes

Wie wir eingangs bereits gesehen haben, fällt der am Ende des Bandtransportes folgenden Regulierstrecke die Aufgabe zu, bei einer mittleren Durchlaufgeschwindigkeit von 450 m/min (7,5 m/s) das Laufmetergewicht des abgelieferten Bandes auf ± 2 % oder genauer auszugleichen (es wird der Name «Regulierstrecke» verwendet, um nicht mit dem regeltechnischen Begriff «Regelstrecke» in Konflikt zu geraten).

Die Regeleinrichtung für diese Strecke – Servocount genannt – wurde in gemeinsamer Arbeit von den Firmen Zellweger AG, Uster, und Rieter, Winterthur, entwickelt.

Das am Auslauf der Strecke angebrachte Messorgan stellt auf lichtelektrischem Weg, mittels Durchleuchtung, die Ab-

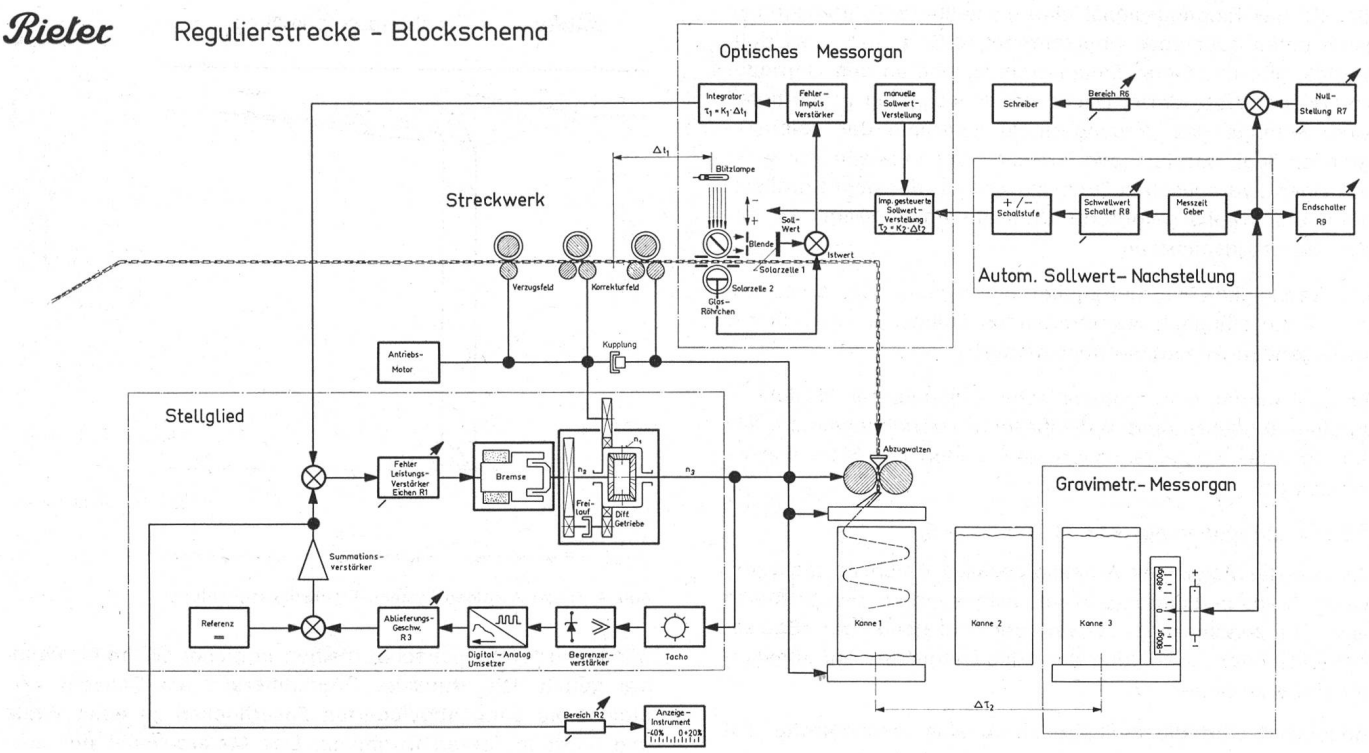


Abb. 5 Rieter-Regulierstrecke: Blockschema

weichung des Laufmetergewichtes des Bandes von einem einstellbaren Sollwert fest. Das Messergebnis beeinflusst die Drehzahl des Auslaufzylinderpaares und damit den Hauptverzug des Streckwerkes, d.h. die Grösse der Streckung des Bandes.

Die Regulierung ist nach folgendem Blockschema aufgebaut (Abb. 5):

Das aus dem Streckwerk austretende Faserband durchläuft das *Messorgan,* in welchem das Band mit *Lichtblitzen* durchleuchtet wird. Eine Spezial-Stroboskop-Blitzröhre erzeugt Lichtblitze von 20 µs Dauer, welche sich in Abständen von 5 ms folgen, also 200 Blitze pro Sekunde.

Vom Hauptlichtfluss, der den Faserbandführungskanal senkrecht durchdringt und nach Durchleuchten des Bandes auf die Istwert-Photozelle 2 trifft, wird mittels eines speziellen Lichtleiters ein durch verstellbare Blende abschwächbarer Teillichtfluss auf die Sollwert-Photozelle 1 geführt.

Die Ströme der beiden Solarzellen (Sollwert und Istwert) werden in bekannter Weise miteinander verglichen. Der Fehlerimpuls wird verstärkt, integriert, und steht am Ausgang als geglättetes Signal zur Verfügung.

Lichtleiter und Istwertzelle sind in drehbaren, von einem kleinen Synchronmotor angetriebenen, optisch vergüteten Glasröhrchen untergebracht und somit vor Verschmutzung durch das Faserband geschützt. Dadurch, dass sich die Glasröhrchen drehen, werden sie an der engsten Kanalstelle vom durchlaufenden Faserband selbst sauber poliert. Zudem werden die Glasröhrchen dauernd durch saubere Pressluft ausgeblasen, um sie von Faserflug, der die Messeigenschaften des Systems beeinträchtigen könnte, freizuhalten.

Messfehler, die durch ungleichmässiges Brennen der Blitzlampe entstehen könnten, unterdrückt die gewählte Anordnung von Sollwert- und Istwertzelle.

Durch manuelles Verstellen der Blende im Teillichtfluss mittels eines von aussen zugänglichen Drehknopfes stellt man das Laufmetergewicht des zu regulierenden Faserbandes ein. Die Verstellung ist aber auch durch einen impulsgesteuerten Mechanismus möglich, auf den wir noch zurückkommen.

Die vom Integrator gelieferte Spannung wird als Führungsgrösse für den internen Regelkreis benützt.

Dieser setzt sich zusammen aus Fehlerleistungsverstärker, Differentialgetriebe mit elektrischer Magnetpulverbremse und als Rückführung: Tachogenerator für frequenzmodulierte Spannungsabgabe, Begrenzungsverstärker, Digital-Analogumsetzer, Anpassungsglied für Ablieferungsgeschwindigkeit, Referenzspannung und Summationsverstärker.

Das Stellglied besteht aus zwei parallel geschalteten Magneteisenpulverbremsen mit einem maximalen Bremsmoment von je 150 cmkp bei 1 Amp. Stromaufnahme, welche über ein Differentialgetriebe auf das Vorderzylinderpaar im Streckwerk als Stellort einwirken. Der Käfig des Differentials ist vom Hauptmotor konstant angetrieben. Die Drehzahl der Abtriebwelle ist:

$$n_3 = 2\,n_1 - n_2$$

mit anderen Worten: Bei vollständig abgebremster Welle n_2 läuft n_3 doppelt so schnell wie n_1. Der Regelbereich ist dadurch auf einen oberen Wert von + 20 % der Nenndrehzahl begrenzt. Sind anderseits die Bremsen vollständig gelöst, so ist das Reibungsmoment der Maschine grösser als die Grundreibung der gelösten Bremse, wodurch die Drehzahl n_3 abnimmt bis zum Wert − 40 % der Nenndrehzahl. Weiter kann sie nicht absinken, weil dies ein weiteres Ansteigen von n_2 bedingen würde, was wegen der Sperrung durch den Freilauf, der zwischen Differentialgehäuse und Bremsen liegt, nicht möglich ist.

Da der Tachogenerator im ersten und letzten Moment bei An- bzw. Auslauf der Maschine zu wenig Spannung abgibt, werden unstabile Verzugsverhältnisse im Streckwerk durch Zuschalten einer elektromagnetischen Kupplung vermieden, die das Regelsystem während ca. 0,2 sec überbrückt, bis der Instabilitätsbereich der Maschine durchlaufen ist.

Die Bremse besteht aus einem rotierenden Bremsteller sehr kleiner Massenträgheit, welcher in den Luftspalt zwischen Kern und Rückschluss einer Erregerspule eingreift. Der Zwi-

schenraum ist mit Eisenkügelchen von einigen Hundertstelmillimetern Durchmesser gefüllt.

Je nach Grösse des Erregerstromes entsteht ein Magnetfluss, unter welchem das Magnetpulver mehr oder weniger Kohäsion entwickelt und den Teller stärker oder schwächer bremst. Das maximale Moment beträgt 150 cmkp, das minimale ist kaum messbar. Die Lebensdauer des Pulvers beträgt ca. 6000 Stunden, nach welcher Zeit dasselbe leicht ersetzt werden kann.

Die Ausgangsgrösse des Stellgliedes, d. h. die variable Drehzahl, wird in eine proportionale Spannung umgeformt, die der Eingangsspannung des Fehlerverstärkers aufgeschaltet ist, und zwar so, dass sie ihren Einfluss abschwächt, also in Gegenkopplung. Die frequenzmodulierte Spannung wird dem Begrenzungsverstärker zugeführt, aus welchem eine Rechteckspannung konstanter Amplitude austritt, deren Nulldurchgänge ausgewertet werden. Der Digital-Analogumsetzer liefert eine der Frequenz des Tachometers proportionale Gleichspannung, welche ihrerseits proportional der Drehzahl des Stellorgans ist.

Diese Schaltung hat den Vorteil, dass mit bedeutend höherer Frequenz gearbeitet werden kann. Siebkondensatoren können knapp bemessen werden, was ein Uebertragungsverhalten mit kleiner Zeitkonstante ergibt und dadurch eine grössere Freizügigkeit in der regeltechnischen Konzeption der Rückführung möglich macht. Gegenüber einem belasteten Dynamo als Tachometer, der infolge des ohmschen induktiven Innenwiderstandes nicht eine genau lineare Charakteristik aufweist, ist sie beim frequenzmodulierten streng linear. Das vom Digital-Analogumsetzer gelieferte Signal wird über das Potentiometer «Ablieferungsgeschwindigkeit» einem Summationsverstärker zugeführt. Auf diesen gelangt auch eine feste Referenzspannung, welche die entgegengesetzte Polarität der Analogspannung besitzt. Der Summationsverstärker gibt somit eine der Differenz Tacho zu Referenzspannung proportionale Spannung ab.

Die gewählte Art der Rückführung und des inneren Regelkreises gestattet, die Maschine zu Einstell- und Testzwecken ohne Faserbänder, d. h. leer, laufen zu lassen.

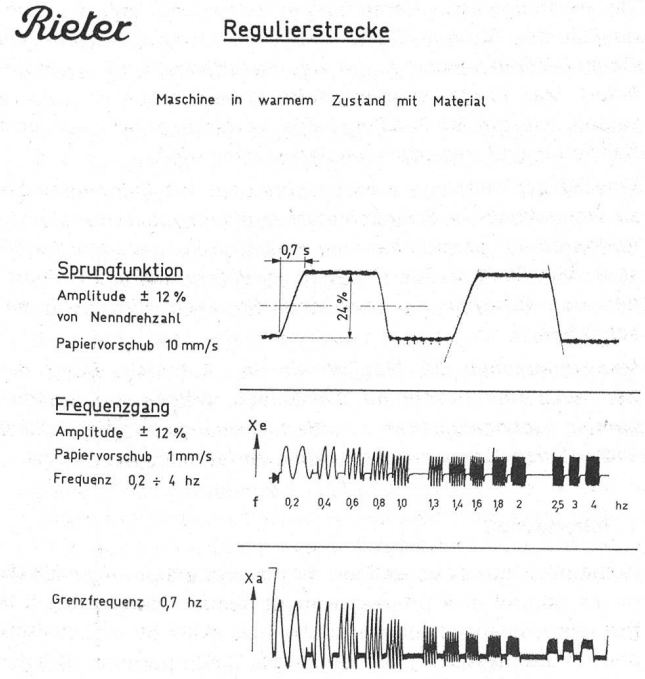


Abb. 6 Sprungfunktions- und Frequenzgangdiagramm

Mit den Potentiometern $R_1 - R_3$ lässt sich der elektrische Teil der Regulierung dem mechanischen so anpassen, dass bei Instrumentenanzeige — 40 % bzw. + 20 % die Drehzahl des Stellgliedes 60 % bzw. 120 % der Nenndrehzahl entspricht.

Im Betrieb besteht das Eingangssignal des Fehlerverstärkers somit aus der dem Messorgan entstammenden Führungsgrösse, welcher ein der Abweichung von der mittleren Drehzahl proportionales Tachosignal aufgeschaltet ist. Die Rückführung gibt dem Regler ein günstiges dynamisches Verhalten, wie Sprungfunktions- und Frequenzgangdiagramm zeigen (Abb. 6). Die Grenzfrequenz bei 500 m/min Ablieferungsgeschwindigkeit liegt bei ca. 0,7 Hz. Wollte man diese noch verbessern, wären die rotierenden Massen nach dem Stellglied zu verringern, was jedoch nur mit beträchtlichem Kostenaufwand möglich wäre.

An die Regulierung werden sehr hohe Anforderungen bezüglich Langzeitkonstanz gestellt, da eine Automatiklinie in der Regel im 24-Stunden-Betrieb steht und das Laufmetergewicht des Faserbandes dauernd innerhalb ± 2 % liegen muss, auch über Wochen und Monate gesehen.

Der Regelungsfachmann wird sich fragen, ob bei der Laufmetergewichtsermittlung über den Umweg der Durchleuchtung des Faserbandes nicht auch schwer erfassbare Störgrössen, welche die Langzeitstabilität beeinträchtigen, auftreten können.

Dabei handelt es sich nicht etwa um elektrische Störgrössen, wie Drift. Der Messorganverstärker ist mit modernsten integrierten Schaltungen bestückt. Ihrer hohen Verstärkung wegen gestatten sie unter Ausnutzung der Technik der Gegenkopplung den Bau äusserst stabiler Schaltungen.

Vielmehr ist den möglichen Einflüssen zufolge unvermeidlicher Inhomogenität des vorgelegten Fasermaterials, wie

- Farbnuancenschwankungen der Fasern
- Faserfeinheitsschwankungen
- Veränderung der Materialbauschigkeit, des Auflösungsgrades und des Streckungsgrades der Fasern

Rechnung zu tragen.

Die auftretenden Störgrössen — mit Ausnahme des Einflusses des Streckungsgrades der Fasern — sind langwelliger Natur; in der Grössenordnung von 500 kg und mehr Materialdurchsatz entsprechend Zeitspannen von mehreren Stunden. Je nach Material kann der durch das Arbeiten der Regulierung sich ergebende unterschiedliche Streckungsgrad der Fasern eine systematische Abweichung des Messsignals hervorrufen. Diesen Einfluss haben wir mit einer Kompensationsschaltung im Messorgan weitgehend unterdrückt. Hierzu wird das dem Fehlerverstärker zugeführte Rückkoppelungssignal Tachogenerator minus Referenzspannung über einen invertierenden Verstärker auch an den Integrator des Messverstärkers geleitet, wo es zur Kompensation der erwähnten Abweichung benutzt wird (im Blockschema nicht eingezeichnet).

Eingehende Untersuchungen theoretischer Art über den Einfluss von Farbnuancenschwankungen innerhalb einer Verarbeitungspartie auf einen möglichen systematischen Regelfehler zeigten, dass solche Bedenken unbegründet sind.

Es bleiben die Einflüsse von Faserfeinheitsschwankungen, Veränderung des Auflösungsgrades und der Materialbauschigkeit zu diskutieren:

Bis dahin wurde davon ausgegangen, die in die Anlage gespeiste Faserstoffmenge sei über lange Zeit von grösstmöglicher Homogenität.

Insbesondere bei der Zusammenstellung von Baumwollmischungen trifft dies nur angenähert zu und ist weitgehend von der hiezu angewandten Praxis der Betriebsleitung abhängig.

Bei unserem Beispiel mit einer stündlichen Produktion von 800 – 1000 kg Faserband bedeutet das den Einwurf von vier bis fünf neuen Faserballen in der Stunde. Bei Naturfasern, wie Baumwolle, können die Fasercharakteristiken, wie Feinheit und Bauschigkeit, von Balle zu Balle mehr oder weniger grossen Abweichungen unterworfen sein. Die in die Anlage einlaufende Mischung kann dann von ihrer vorgeschriebenen Zusammensetzung abweichen, wodurch sich das spezifische Gewicht des Faserbandes leicht verändert. Da diese Regulierung – wie jede andere – auf konstantes Volumen reguliert, würde ein entsprechendes Abwandern des Laufmetergewichtes des Faserbandes die Folge sein.

Um diese Störgrössen wirksam auszuschalten, erfolgt am Austritt der Regulierstrecke eine gravimetrische Endkontrolle. Jede der durch den automatischen Kannenwechsler ausgestossenen Kannen, mit einem Inhalt von ca. 20 kg Faserband, gerät auf eine mechanisch arbeitende Waage, *Servo-Monitor* genannt. Selbstredend sind alle Spinnkannen auf gleiches Leergewicht tariert (Abb. 5).

Das durch die Waage angezeigte Nettogewicht ist auf einer Skala direkt ablesbar und wird gleichzeitig über ein leichtgängiges Potentiometer in eine proportionale Spannung umgewandelt, welche einerseits einen Punktdrucker aussteuert und anderseits mittels Messzeitgeber, Schwellwertschalter, Plus/minus-Schaltstufe auf die impulsgesteuerte Sollwertverstellung des Messorgans einwirkt.

Ansprechgrenze und äussere Toleranzgrenzen lassen sich nach Wunsch einstellen. Werden letztere überschritten, stellt die Anlage ab.

Wie die manuelle Verstellung des Messorgans, wirkt die impulsgesteuerte Sollwertverstellung ebenfalls auf die Kalibrierblende der Solarzelle 1 ein.

Aus konstruktiven und kostenmässigen Gründen erfolgt die Wägung der Kannen mit einer Zeitverzögerung von zwei vollen Kannen, was etwa einem Materialdurchlauf von 40 kg entspricht. Wie wir im vorangehenden erwähnten, handelt es sich um langwellige Abweichungen, so dass die relativ grosse Totzeit Z_2 weniger ins Gewicht fällt.

Die Optimierung der Nachregulierung mittels Servo-Monitor hat die Firma Zellweger AG auf ihrem Analogrechner durchgeführt und als Kriterium gefunden.

Schwellwerteinstellung = Nachstellgrösse = 0,3 %.

Nachdem die in einer Spinnerei-Automatiklinie auftretenden Regelprobleme behandelt sind, bleiben zwei Aspekte zu erwähnen, auf die aus Zeitmangel nicht näher eingetreten werden kann und der Vollständigkeit halber nur angedeutet sind.

Automation heisst nicht nur automatische Beschickung der Maschine und Abtransport des ausregulierten Endproduktes, sondern auch möglichst absolute Wartungsfreiheit. Dazu gehört auch die *automatische Entfernung und Verpackung der Abgänge* in Putzerei, Karderie und Regulierstrecke. Diese schmutzige, unangenehme Arbeit wird vom Personal gemieden, so dass man für Neuanlagen trotz den Kosten zu solchen Lösungen greift.

Auch dem *Anlageschutz* bei Brandausbruch in der Automatiklinie, z. B. durch Funkenschlag von mit der Baumwolle eingebrachten Metallteilen, widmeten wir unsere Aufmerksamkeit. In Zusammenarbeit mit der Firma Cerberus, Männedorf, entwickelten wir die *Feueralarmvorrichtung Ce-Ri-Fa,* welche in Rohrleitungen für pneumatischen Baumwolltransport eingebaut werden kann und die Transportluft mit einem Brandgasmelder auf Verbrennungsgase überwacht.

Adresse des Autors:
Obering. R. Wildbolz, c/o Maschinenfabrik Rieter A.G.
CH-8406 Winterthur

The Technology of Automation of the Cotton System of Yarn Production

W. Nutter, B. Sc. (Tech.) F.T.I.
J. Shaw, M. Sc. (Tech.) A.T.I.

DK 65.011.56:677.0

Abstract

Automation on the cotton spinning system is defined and its development traced since the Industrial Revolution. The importance off process contraction in a continuous flow line, controlled by erroractuated mechanisms and incorporating automatic package transfer operation, is discussed.

Fibre arrangement in card sliver and its effect on subsequent processing, and on ultimate yarn quality is described, and the relationship between optimum pre-spinning draft and fibre length is defined. Technological evidence is presented to show how the minimum length of the process between carding and spinning is established.

A ring spinning plant is described which is automated up to the point of producing drawn sliver from bale material in a continuous operation, and the influence of Open-end spinning on the automation of processing subsequent to drawing will be described.

The possibility of automating the combing process is examined and equipment described which incorporates the basic technological requirements of a process for producing yarns of this type.

Zusammenfassung

Man definiert die Automation nach dem Baumwollspinnsystem und spürt ihrer Entwicklung seit der industriellen Revolution nach. Man bespricht die Bedeutung der Verfahrensverkürzung in einer kontinuierlichen Fertigungsstrasse, die mit durch Fehler betätigten Vorrichtungen gesteuert wird, mit Einschluss von automatisierter Uebertragung der Garnkörper.

Eine Beschreibung der Fasernanordnung in einem Kardenband wird gegeben sowie der Einfluss dieser Anordnung auf die nachfolgenden Verarbeitungsstufen und auf die Endqualität des fertigen Garns. Die Verbindung zwischen dem Optimal-Vorspinnverzug und der Faserlänge wird auch definiert. Man bringt technologische Beweisgründe vor, um zu zeigen, wie die Minimallänge des Verfahrens zwischen dem Kardieren und dem Spinnen festgestellt wird.

Eine Ringspinnanlage wird beschrieben, mit Automation bis zur Herstellung von Streckbändern in einem ununterbrochenen Verfahren aus unmittelbar vom Ballen herkommendem Faserstoff. Der Einfluss des OE-Spinnverfahrens auf die Automation der Verarbeitung nach dem Strecken wird auch beschrieben.

Man untersucht die Möglichkeit der Automatisierung der Kämmung und beschreibt die Anlage, welche die grundlegenden technologischen Erfordernisse eines zur Herstellung von solchen Garnen notwendigen Verfahrens einschliesst.

1. Introduction

Automation has been defined as the production of an article or the control of a process without human intervention; it is the replacement of human efforts and skills by mechanisms and control systems in a continuous flow operation. If automation is defined in this way, then in cotton spinning the evolution towards automation started with the Industrial Revolution when the hand operations of batting and carding were mechanised and the spinner began to tend the mul-

tiple spindles of the Jenny. In the space of 50 years from that date, the traditional structure of the spinning mill which remained unchanged for the next 100 years, had been established.

2. Early Cotton Spinning

The traditional mill was based upon low drafts and multiple doublings. Low drafts because drafting was by simple roller systems and because mechanical standards were low; multiple doubling to cancel out irregularities introduced by drafting mechanisms at earlier processing stages. This type of mill had eleven "break" points or manual transfer operations between bale material and wound yarn where packages had to be moved by hand from one machine to the next in the preparation of a carded quality yarn.

There are two obvious methods of automation by reducing labour requirements in a traditional type mill in the light of present-day engineering and technological standards:

(1) Mechanical transfer of packages or linking of machines to eliminate the operative work of handling, piecing and doffing.

(2) The use of fewer machines and fewer operatives to produce a given amount of yarn.

Mechanical handling is clearly too complex because of the large number of machines involved, and the obvious method is to reduce the number of machines required. That is how human effort was reduced by technological development in the first half of this century.

3. Vertical and horizontal Process Contraction (1920 – 1950)

In cotton spinning we have defined vertical contraction as a shortening of the process from bale to yarn, and horizontal contraction as the reduction in machine requirements by increased productivity of individual machines.

Vertical contraction started in the 1920's with the development of the Casablancas high draft system. Higher ring frame drafts allowed coarser roving bobbins to be used and therefore fewer speed frame spindles. High drafting at the flyer frame was also attempted in the pre-war and immediate post-war period with limited success due to the adverse effects of drawframe sliver irregularity which existed at that time.

During this period, a contraction in blowroom processing was developed – the so-called "single process lapping" system in which the 4-lap finisher scutcher was eliminated by improving the regularity of hopper feeding. This was an important development because it was the first attempt to link together processes which previously involved manual transfer of packages. In the single process Blowroom line the opener was linked pneumatically to the scutcher.

At this stage we can examine the progress made from the traditional mill of the 19th Century to the typical mill of about fifteen years ago. The process had been shortened by the elimination of a flyer frame and by machine integration in the Blowroom, but production rates of the individual machines remained unchanged, i. e. horizontal contraction had not been achieved. In a mill of this type, eight manual transfer operations were required between bale and wound yarn.

4. Recent Developments in Process Contraction

The next ten years saw some marked improvements in techniques, technology and machines. The introduction of multiple blenders and improved scutcher hoppers resulted in a marked reduction in lap irregularity, and new discoveries in fibre orientation at the card, formed the basis of new developments in comber lap preparation and in general cardroom practice. The work of the Shirley Institute demonstrated how drawframe sliver regularity could be improved by the elimination of roller slip and this was followed up by our own work at Helmshore on the application of single zone drafting to combers or to any machines where the fibres presented to the drafting systems are in a parallel condition. Improved engineering standards led to the development of high speed drawframes and large package high speed flyer frames.

This phase of development resulted in the establishment of the short process mill on a firm basis with only six manual transfer operations of packaged cotton between bale and wound yarn for a carded quality. Substantial increases in drawframe and speed frame production rates gave horizontal contraction of the process and the widespread adoption of larger packages resulted in impressive reduction in the labour required to produce a given amount of yarn.

5. Technological Requirements of an Automatic Cardroom Plant

To automate the spinning mill, the entire process should be continuous and controlled. The machines at each stage should be linked to those at the next stage, or packages should be automatically doffed, mechanically transferred and mechanically pieced at the next machine.

The equipment of mechanical transfer and process control is expensive. Thus the shorter the process involved and the higher the production rate of individual units, the less of this complicated equipment will be required.

On this basis, the technological requirements for automation in spinning are:

(1) A high production rate at each individual machine.

(2) The shortest possible process from bale to yarn.

It will be shown in subsequent sections of this paper that machine linkage in the spinning process is viable only up to the drawn sliver stage. It will also be shown that with ring spinning a roving operation should be included and this means that with cardroom automation of the type described, three manual package transfer operations will still be required, as illustrated below marked

– Opening, Cleaning, Mixing, Carding, Drawing
– Roving
– Ring Spinning
– Winding

With the advent of Open-End Spinning, a further shortening of the process may be possible. This will be discussed later.

5.1 Maximum Production Rates: This is determined by the weight per unit length of sliver and the delivery rate of the machine. At the drawframe, heavy slivers result in reduced fibre control, and this method of increasing production can be adopted only to a limited extent. At the card, heavy webs and slivers cause less efficient transfer of fibres from the cylinder to the doffer and this causes neps to be formed. Card production rate cannot be effectively increased by heavier slivers.

Drawframe speeds approaching 500 metres/min. are now possible due to improved methods of fibre and web control, and improved carding technology and higher mechanical standards have established the modern high production card on a firm basis where production rates exceeding 30 kilos per hour are now being achieved in mill practice. With

these card and drawframe production rates, it is possible to think in terms of linking four cards to one drawing head.

5.2 Shortest Process: The present-day short process system consists of two passages drawframe and a single passage speed frame. An obvious step would be to eliminate the speed frame and spin from sliver, but we have found that cardroom processing is dictated by the arrangement of hooked fibres and the degree of fibre parallelisation in the card sliver.

These factors must be carefully considered in further shortening of the process, and we have found that the basic requirements for producing a satisfactory yarn are:

(1) A pre-ring frame draft of 20/30.

(2) A single reversal or a single machine between card and ring frame.

6. Cardroom Systems of Sliver Preparation for Spinning

If a single machine is used between card and ring frame it must produce a package for spinning.

We have seen that the drawframe has a high production potential per delivery; therefore automatic creeling can be considered and automatic doffing of full sliver cans will be economically viable. Figure 1 shows three systems of producing a sliver package for spinning. Each one could be termed a sliver preparation "cell" or unit for direct spinning into yarn with a single reversal and with a pre-spinning draft of about 30. All these systems satisfy the technological requirements of an automated sliver preparation plant.

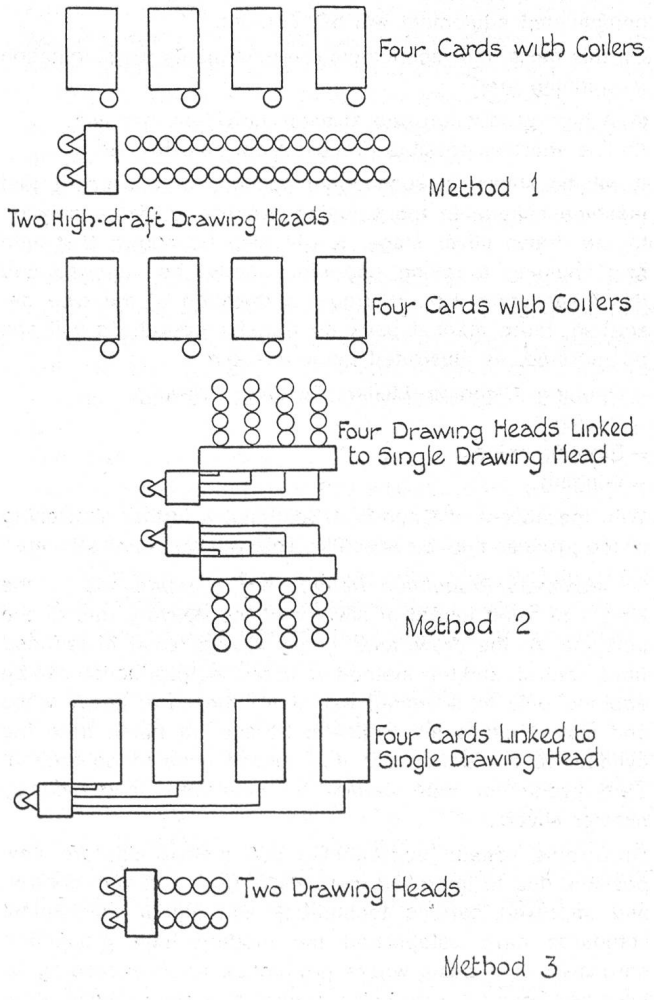


Fig. 1 Three Systems of Drawframe Sliver Preparation

Methods 1 and 2 involve difficulties in package transfer and automatic creeling because of the large number of creeled cans. Method 2 has the disadvantage of two machines. Both these systems insert the total draft all in the same direction, i. e. uni-directional drafting without an intermediate reversal. Method 3 is more attractive for automatic creeling because of fewer cans. It also has reverse drawing at a second stage which gives slightly better yarn than uni-directional drafting as shown in Figure 2.

Fig. 2 Directional Drafting Effects

Processing*		Major Hook Direction Drafting			Pre-Ring Frame Draft	Final Drawframe Sliver C.V. %	Yarn Strength Factor
		Draw Frame	Ring Frame				
Card DF		RF	L	T	6.7	3.0	1750
Card R-DF-R		RF	T	T	6.7	3.2	1710
Card R-DF-DF	**	RF	TL	T	27.0	3.3	1830
Card R-DF-R-DF-R		RF	TT	T	27.0	3.9	1800
Card DF-R-DF		RF	LL	T	27.0	3.5	1810
Card DF-DF-DF	***	RF	LTL	T	110.0	3.6	1820
Card R-DF-R-DF-R-DF-R		RF	TTT	T	110.0	3.2	1860
Card DF-R-DF-R-DF		RF	LLL	T	110.0	3.7	1850
Card DF-R-DF-R-DF-R		RF	LLL	L	110.0	3.7	1470

*R Artificial Sliver Reversal. DF Drawframe. RF Ring Frame. **Preferred Automation Process. ***Conventional Sliver to Yarn.

7. The Implications of very short Cardroom Processing

If method 3 is adopted, the number of doublings in the cardroom is reduced to 16 against present-day standards of 64 or at the very least, 36. In the old fashioned cardroom, doubling was used to blend and cancel out long term irregularity. With only 16 doublings the effect on blending and regularity will be negligible.

This means that further technological requirements of the sliver preparation cell are:

(1) Adequate blending before the cotton reaches the cards.

(2) A method of maintaining the correct hank and regularity of the sliver.

7.1 Blending: This is the most important manually controlled operation in the entire mill, yet it is often the most abused. The most important feature of an improved blending system is not necessarily the elimination of human effort, but the elimination of human error.

7.1.1 Pre-Blending: This involves a separate blending operation in which several bales are blended, cleaned and the cotton re-baled. The pre-blended bales are then arranged in the normal way around a battery of hopper blenders. It is an expensive system involving an extra operation and has now fallen into disuse.

7.1.2 Bale Plucking: Machines have been developed to remove cotton from bales automatically in small tufts. The Trütschler and Rieter systems are the ones most frequently used. In an automatic blending system equal amounts of cotton must be taken from each bale and merged at a common blending point. A machine of this type should be followed by a large mechanical stack to hold a reserve of cotton and allow final mixing to take place, e. g. the Hergeth and the Platt/Memmingen systems.

7.2 Regularity Control: This can take two forms:

(1) Long term drift correction to keep yarn count constant day by day, e. g. a constant 1 % C. of V. on 6 metre wraps of sliver.

(2) Short term correction to give a better sliver regularity than can be obtained to-day, e. g. an Uster figure of 1.5 % instead of 2.5 %.

Drift correction is essential in any processing line where the pedal regulator has been eliminated by feeding loose fibres direct to the cards. It is a feature of chute feed to cards that short term card sliver regularity is better than lap fed cards, but long term variation is worse due to variation in blending and in bale density. This is illustrated in Figure 3.

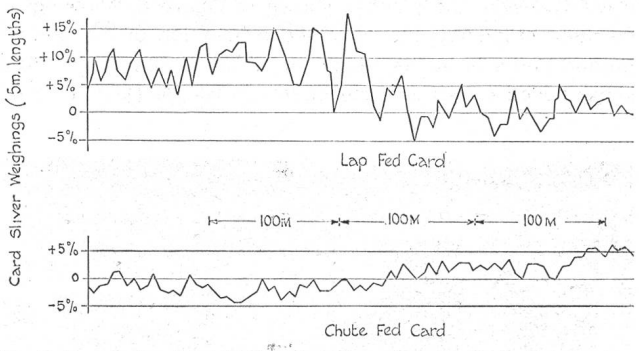


Fig. 3 Regularity of Card Sliver from Lap Fed and Chute Fed Cards

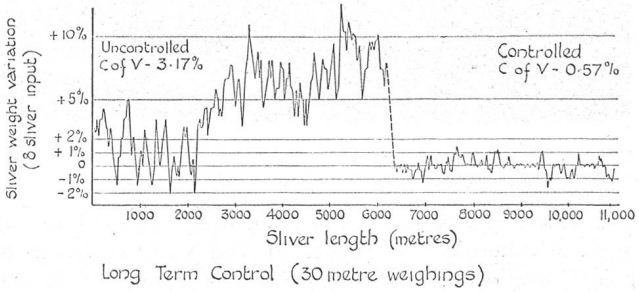


Fig. 4 Effects of Autoleveller on Regularity of Drawframe Sliver

Platts have developed an autoleveller which can be located behind the drafting system of a free-standing drawframe or between the cards and the drawing head of a linked system. Figure 4 shows the results of 30 metre wraps from a free-standing drawframe creeled with card sliver.

8. Basic Sliver Preparation Plant

We now have the basic technology required for preparing a spinning package for the automatic mill. The basic operations are: Blending, Carding, 1st Drawing, 2nd Drawing, followed by sliver to yarn spinning and for full cardroom automation we must consider:

(1) *Linking* together of machines into a continuous process.

(2) *Process Control:*

(a) *Flow control* from one machine to the next.

(b) *Quality* or regularity of product *Control.*

(3) *Continuous Operation* by automatic doffing of packages.

Figure 5 shows a line diagram of a sliver preparation unit to produce up to 450 kilos per hour. Pneumatic conveyance of fibres is used to the back of the cards; the card slivers are taken along a table to a drawing head with automatic can change; it is also possible that these cans may be transported mechanically to a second drawframe with automatic piecing and automatic can doffing for direct sliver to yarn spinning.

Systems of this type were developed by the Japanese, but in many cases they have been found to be overcomplex and to suffer from the disadvantage of having to use special ring frames with complicated and expensive drafting systems. In our experience better yarn can be spun with fewer end breaks when roving is creeled to the ring frame.

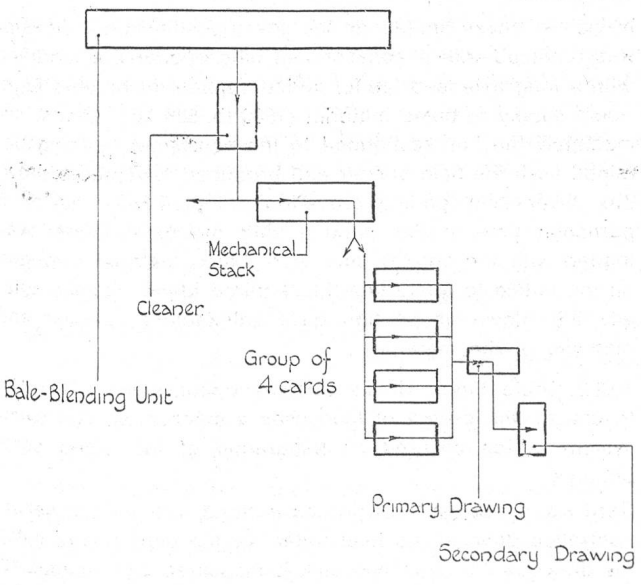


Fig. 5 Schematic Processing System from Bale to Drawframe Sliver

9. Semi-automatic Cardrooms (Bale to 1st Passage Drawn Sliver)

In the fully automatic cardroom, the 1st and 2nd passage drawframes are linked mechanically. This saves a negligible amount of labour and means that very complicated equipment must be used. In practice it has been found that it is preferable to transfer the packages by hand from the first drawing operation to the next machine which produces the package for spinning.

The following key operations are required in a plant of this type:

9.1 Feed to Cards: Several systems are now commercially available including Rieter, Trütschler and Platts. Cotton is fed from bale pluckers or standard blenders to an opening range and then distributed aerodynamically or aeromechanically directly to the back of the card instead of forming laps. The scutcher is eliminated.

9.2 Cards to Drawbox: Four high production cards with synchronised doffers linked to a drawframe fitted with automatic can doffing and autolevelling. This produces a can of first passage drawn sliver with a draft of approximately four and doubling of four.

9.3 Package for Spinning: There are two alternatives:

(a) Multiple slivers from the linked card drawbox can be creeled to a drawframe producing a small can to creel in at the sliver to yarn ring frame.

(b) Multiple slivers from the linked card drawbox can be creeled to a special speed frame, producing a standard hank of say 0.7 Ne (840 tex).

The sliver spinning alternative (a) has the disadvantages already described. Creeling to a roving frame (system b) means that conventional ring frames can be used.

10. Mill Experience with Automated Spinning

10.1 Introduction: In 1963 we decided to produce the first British automatic spinning plant in co-operation with Smith & Nephew Textiles Ltd., Brierfield. The plant installed was officially handed over to the mill on June 2nd, 1965. However, the unit had been running commercially under supervision for many months before that time.

The technological basis for this plant has already been described. The processing details are given in Figure 6 and the unit is shown diagrammatically in Figure 7. This diagram

Fig. 6 Automated Spinning Mill, Processing Details

Process Sequence	**Carded Yarns**
Card production	20 kg/h (44 lb./h)
Card sliver	4.9 K.tex (0.12 Ne)
Card feed	600 K.tex (19 oz./yd.)
Drawbox	
Doubling	4
Draft	5.7
Sliver produced	3.46 K.tex (0.17 Ne)
Production	80 kg/h (176 lb./h) at 100 % efficiency
Net wt. of sliver in one can	16.4 kg (36 lb.)
Time to fill a can	12.3 mins.
Roving Frames	
Spindles	48
Package size	431 mm × 178 mm (14" × 7")
Roving	840 Tex (0.7 Ne)
Doublings	2
Draft	8.2
Bobbin wt.	2.6 kg (5.75 lb.)
Ring Frames	
Spindles	400
Package size	202 mm × 44 mm (8" × 1¾")
Spindle speed	12 000 r.p.m. (average)
Draft	48.2
Average yarn counts	17.4 Tex (34 Ne)

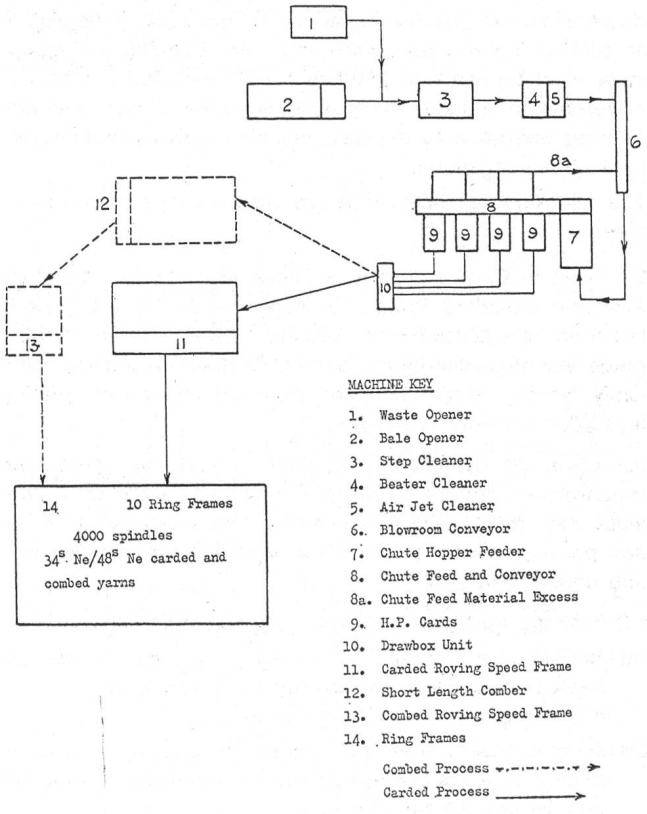


Fig. 7 Line Diagram of Mill Automated Plant

shows a subsidiary combing unit which will be described later in the paper. The baled material is prepared and opened by a simple bale digester followed by further cleaning using conventional machines. The material is conveyed by a belt conveyor into a large chute feed hopper which operates as a small mechanical blending stack. Material is processed through the hopper into the chutes and any excess chute material is returned to the blowroom conveyor belt which directs the material back into the chute feed hopper. The feed to cards is controlled to provide a feed weight of approx. 19 oz./yd. (600 grams/metre) and the resulting card slivers from the four cards are delivered into the drawbox positioned at the end of the unit.

Sliver cans from the drawbox are placed behind the roving frame and two cans per spindle provide the input of sliver for each roving bobbin. The rovings from the speed frame are channelled to the ring frames for spinning in the usual way. A view of the plant is shown in Figure 8. Allowing for machine efficiency, the expected production of the unit for carded yarns is in the region of 12,000 lb./120 hours (5450 kilos) based on an average count of 34s Ne (17.4 tex).

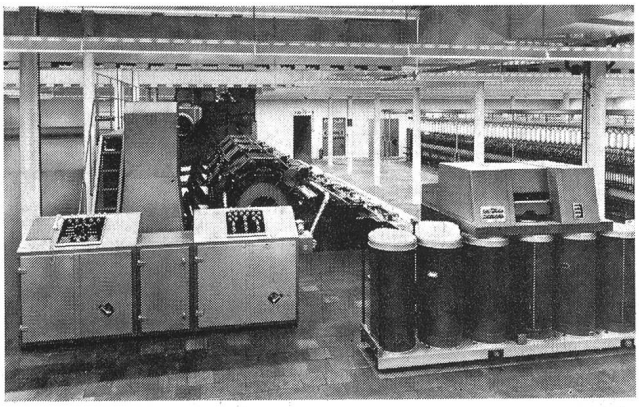


Fig. 8 View of Automated Spinning Plant

10.2 Technological Audit: The plant has processed various types of materials from Turkish to Giza 47. Observations of plant performance were made over a period of several months.

10.2.1 Blowroom Section: The Blowroom machinery is conventional except that in the original plant a seven-position bale digester was used for opening the bales. Technologically the bale opener met the requirements of satisfactorily breaking up the surface of the bales to provide small cotton tufts for further cleaning. However, there was considerable variation in the production rate from each of the seven cutting or opening units largely due to differences in bale characteristics which from a blending point of view was unacceptable. It was also found that bales because of their nature, tended to tilt, then uneven opening occurred and production rate and blend characteristics also become unacceptable.

In view of these limitations the seven-position bale digester was replaced with a conventional bale opener but modified with a long extended feeder lattice capable of holding eight hours supply of baled material (1500 lb./680 kg). Almost immediately the unit responded to the consistent opening obtained from the bale opener and produced acceptable drawbox sliver. The loading procedure adopted was that at a particular time in the working shift the bale opener was loaded with the correct amount of baled material arranged on the lattice to guarantee the required blend. Technologically the Blowroom section gave satisfactory opening and cleaning of the material.

10.2.2 Chute Feed: Unlike pneumatic convening of cotton to chutes, the design of feed uses a mechanical conveying system, which ensured no separation of the blend components.

Card No. 4 nearest the drawbox is fitted with a P.I.V. servo-controlled drive to the feed roller. As the card slivers enter the drawbox the combined bulk is measured and maintained constant by adjusting the speed of the feed roller on No. 4

card. Therefore, depending on the time delay in the autoleveller the card sliver on Card No. 4 could vary slightly in regularity and average thickness.

10.2.3 Drawbox Sliver: Short term regularity of the drawbox sliver is maintained to a satisfactory level by the drafting system and the long term regularity by the automatic control of the input bulk. The effectiveness of these is shown by the results given in Figure 9.

Fig. 9 Turkish Cotton
Drawbox Sliver Irregularities with and without Leveller

Drawbox Sliver	Saco-Lowell		6 m. wrappings (wt. in grams)		
	Mean R %	Max. R %	Mean	S.D. %	C.V. %
Controlled	28.2	41.0	18.5	0.41	2.2
Uncontrolled	29.1	42.1	17.9	0.67	3.0

Normally the short term regularity is unaffected by any inconsistency in input bulk. However, long term autolevelling is considered essential in providing satisfactory sliver regularity to correct for variations in bale density.

10.2.4 Roving and Spinning: In this section we should like to present general results to demonstrate that the unit produced satisfactory yarns and that these support the original laboratory technological results for this class of material and yarn count range. The roving frame processing comprises of feeding two slivers to each spindle and thereby ensures the required pre-ring frame doublings of 8 and a pre-ring frame draft of 30. The results of several roving samples for both Turkish and Giza 47 material are given in Figure 10, which apart from the indifferent U % values are satisfactory. The results shown are the average of tests taken over a six-week period.

Fig. 10 Turkish and Giza Cotton
Roving Regularity long and short Term

Period (Consec. Weeks)	Between Bobbin Analysis			Within Bobbin Analysis			Weight kg	U %	Material
	Mean N_e	C.V. %	Std. Dev.	Mean N_e	C.V. %	Std. Dev.			
6	0.720	3.51	0.39	0.76	2.23	0.379	2.6	4.7	Giza 47
3	0.740	3.87	0.386	0.718	1.7	0.190	2.6	5.6	Turkish

11. Open-End Spinning

The first stage in the automation of the spinning process has now been described, and it is known from mill experience that the production of drawn sliver from bale material by a continuous process is technologically feasible. But with a system of this type involving ring spinning there are still three stages where packages must be transferred manually between the drawn sliver and wound yarn.

Bale to Drawn Sliver
Packaging for Spinning
Ring Spinning
Winding
— Package Transfer Operations

Open-end spinning systems are now well known and the most popular type is based upon the feeding of loose fibres to an assembly unit where the yarn is formed. Twist is inserted by rotating the fibre assembly unit and not by rotating the package as in ring spinning.

11.1 Elimination of Winding: Because the yarn package is not rotated to insert twist in open-end spinning, the yarn can be wound directly onto a cheese or cone at the spinning machine and this may eliminate winding as a separate operation. If this is proved to be possible, the complete process from bale to wound yarn will be shortened by one operation and we shall be a stage nearer the quest for continuous processing.

11.2 Fibre Preparation for Open-End Spinning: There are two major factors which must be considered:

(a) The fibres are not formed into a yarn in the same order as they are delivered from the drafting system as occurs in ring spinning.

(b) The fibres in an open-end spun yarn are not as parallel to the axis of the yarn as in a ring spun yarn.

In order to establish the degree of importance of these factors we have carried out experiments to examine the effect of fibre parallelisation before spinning and the direction of fibre presentation to the drafting system of the open-end spinner. Earlier in this paper, it was shown that a pre-spinning draft of approximately 30 was required to give adequate fibre parallelisation before ring spinning and that the fibres should be presented to the drafting system with the majority of hooks trailing.

Experiments with open-end spinning have shown that instead of yarn quality improving with more parallel fibres in the creel package, this factor is of very little importance; nor is the effect of hooked fibres and the direction of fibre presentation. From these results we can conclude that in preparing fibres for open-end spinning, fibre parallelisation and hooked fibre ends have no marked effect on yarn quality, and it is possible that one operation in fibre preparation can be eliminated.

We have also found that open-end spinning from roving has no technological advantages over direct spinning from sliver, and in this case it is possible that the roving frame could be eliminated from the type of automated plant described earlier in the paper. This means that it may be possible to reduce the number of manual package transfer operations between bale and wound yarn to one.

Bale to Drawn Sliver

Single Manual Package Transfer →

Open-End Spinning direct onto Cone or Cheese

We can assume that the first stage of automation bale to drawn sliver is now an accomplished fact and if open-end spun yarns are proved to be widely acceptable, this method of spinning may become the basis of the second phase of automation in the 1970's.

12. Automation in Combing

As for carded yarn, automation for combing must be associated with high production machines giving the shortest possible process. The length of the process depends on two main technological factors:

(1) Fibre arrangement before the comber.

(2) Sliver regularity after the comber when most if not all the fibre hooks have been removed.

For optimum combing conditions it is preferable to ensure that the majority of fibres should have leading hooks when presented to the comber cylinder needles which means that an even number of machines should be used for the comber preparation. An ideal technological process has three passages of drawing followed by a lap former, but this involves too many machines. The general process arrangement is to use only one passage of pre-comber drawing providing a draft range of 8 to 24.

The most economic system would be to comb card sliver by direct sliver feed to the combing heads. The major objection to this system is that the pre-comber draft is too low and poor combing results, also if card cans from high production cards are used in the comber creel, machine space becomes very great. These points may not be easily overcome and a two-machine sequence between card and comber may be the shortest practical process for comber preparation.

It would also be of benefit if the combed sliver could be fed direct to a speed frame because fibre hooks are not important enough at this stage in the system to adversely affect roving or yarn quality.

To test these proposals, a comber was installed in the automated plant as shown in Figure 7.

The experience gained with this equipment proved to be satisfactory and subsequently a new machine was developed with the following features:

(a) Large can creel holding 550 kg (1200 lb.) of cotton.
(b) High speed combing unit of 8 heads.
(c) Drawbox sliver with an Uster value of 1.5 to 2.0 % mean deviation.
(d) Automatic can indexing.
(e) Automatic waste removal.

To emphasise the importance of these items one only has to analyse the work elements on combing to realise that operative work may be divided as follows:

Creeling and doffing	17 %
Cleaning	28 %
Maintenance	10 %
Interference	25 %
Faults	20 %

These values vary according to individual mill conditions and machines, but are fairly typical. On this kind of basis a machine of the type embodying the above features would be capable of higher machine productivity, require less direct labour and possibly some of the work which is normally dealt with by the comber operative could be transferred onto an indirect labour force.

For the process to be applied for conventional processing, it is necessary to guarantee combed sliver regularity to the specified level. Therefore it was necessary that the comber drawbox should be fitted with a sliver autolevelling device. Such a unit was fitted and developed by Zellweger Ltd., Uster/Switzerland, in association with T.M.M. (Research) Ltd.

The creel supply was prepared by using a double passage of drawing, whereby the first passage was a standard machine, whereas the second drawframe in the process was a bi-coil machine, coiling two slivers into one can. In this way it was possible to reduce the creel size to five cans to each combing head provided with a 10-sliver feed, and a machine creel containing up to 550 kg (1200 lb.) of material. This large amount of material is 3 to 4 times that for conventional combers and piecing of ends and creeling of new cans may be done with the machine processing.

Two machines of this type were produced; one was used for mill trials and the other for laboratory work. Figure 11 shows typical sliver regularity figures from our technological work on the mill plant. Subsequent laboratory work is not yet available for publication.

Fig. 11 Combed Sliver Irregularity

Sample	U %	Saco-Lowell Mean R %	Saco-Lowell Max. R %	Can Weight % Variation
Autolevelled combed drawbox sliver	1.9	21.3	32.3	± 2
Non-autolevelled combed drawbox sliver	3.2	30.0	41.0	± 5
2nd Pass. Post comber DF sliver from unlevelled combed drawbox sliver	2.1	21.0	30.6	

Adresse der Autoren: W. Nutter and Jack Shaw
T.M.M. (Research) Ltd., Holcombe Road, Helmshore

An analysis of drafting behaviour of worsted slivers with particular reference to the automatic control of drafting irregularities

Prof. P. Grosberg, Leeds (GB)

DK 677.051.7:65.011.56 (

Abstract

An analytical and experimental study has been made of the frequency response behaviour of a simple roller drafting system. It is shown, analytically, that closed loop automatic control of short term drafting irregularities is basically more stable when based on a measurement of drafting tension than when based on the measurement of sliver thickness. An analysis of such a control system, which includes a non-ideal drafting system, is then given. It shows that such a system has a characteristic resonant frequency which has been confirmed by experimental determinations of the open loop frequency response. Such determinations are difficult especially at high frequency due to the presence of a large amount of noise in the drafting tension signals and two methods for eliminating this noise are discussed. In conclusion the deviations, between the experimental results obtained here and (a) those obtained by other authors and (b) those obtained by analytical methods, are then discussed.

Zusammenfassung

Das Verhalten eines einfachen Walzenstreckwerksystems wurde hinsichtlich des Frequenzganges analytisch und experimentell untersucht. Es wird analytisch aufgezeigt, dass eine auf Messungen der Streckspannung basierende automatische geschlossene Regelkreiskontrolle von kurzfristigen Streckunregelmässigkeiten im Grunde konstanter ist als eine, die auf Messungen der Banddicke beruht. Es folgt eine Analyse eines solchen Kontrollsystems, das ein unvollkommenes Streckwerksystem einschliesst. Sie zeigt, dass ein derartiges System eine charakteristische Resonanzfrequenz aufweist, was auch durch eine experimentelle Feststellung des offenen Frequenzganges bestätigt wurde. Solche Fest-

stellungen sind besonders bei hohen Frequenzen auf Grund des dabei vorhandenen grossen Geräuschumfangs in den Streckspannungssignalen schwierig, und zwei Methoden, diese Geräusche auszuschalten, werden besprochen. Schliesslich werden die Abweichungen zwischen den hier experimentell erhaltenen, den von anderen Autoren sowie den durch analytische Methoden erworbenen Ergebnissen besprochen.

1. Introduction

The dynamic response of an automatically controlled drafting system is governed by the mechanical or electrical response of the controller and the controlling mechanism as well as the basic response of the drafting system. The present paper is concerned with the basic response of the drafting system only. In other words, we shall be concerned with the response of a simple roller drafting system to changes in the drafting ratio. Two cases will first be considered analytically, namely, (i) the response of an ideal drafting system and (ii) the response of one of the many possible non-ideal drafting models. In conclusion the experimentally determined frequency response will be compared with these analytical predictions.

2. The response of an ideal drafting system

An ideal drafting system is one in which all fibres move at back roller speed until they are gripped by the front rollers. A change in the draft ratio of such a system produces an instantaneous change in the density of leading fibre ends leaving the system. This change is never measured and cannot, therefore, be used to produce a direct control of the fibre end density and hence of the sliver thickness. It is usual practice to measure the thickness of the sliver either leaving the drafting system (closed loop control) or entering it (open loop control). Several analyses of the frequency response of such an ideal drafting system are available[1 2 3 4] Davies[2] deals with both open and closed loop systems, while the other references deal with closed loop systems only. Davies' analysis, as well as other more approximate analyses of open loop systems, have shown that open loop systems are incapable of reducing the short-term irregularity of the product, if these are due to input irregularities, if the wave length of the irregularity is less than the draft times the mean fibre length. It is also basically incapable of altering in any way the irregularities introduced by the drafting system itself. This paper will therefore concern itself exclusively with the problems of closed loop drafting systems.

The connection between the leading fibre end density of the fibres at a point x in front of the front roller nip at a time t, n(x, t) and the thickness of the sliver at the nip at time t, N(t), is given by

$$N(t) = \int_0^L n(x, t)\, dx \qquad (1)$$

for a sliver in which all the fibres are length L. It can readily be shown (1) that as a result the frequency response of the thickness of such a sliver issuing from an ideal drafting system when the front roller speed is varying sinusoidally, at a frequency of ω radians per unit time, is given by

$$\text{Amplitude gain} = \sqrt{2 - 2\cos\beta}\,/\,\beta \qquad (2)$$

$$\text{Phase lag} = \arctan(1 - \cos\beta)\,/\,\sin\beta \qquad (3)$$

where $\beta = \omega L/v$, v being the average speed of the front rollers. Figure 1 shows this frequency response plotted as a Bode diagram.

It can be seen that very large lags occur at what are quite moderate frequencies for short term controlling action. It is therefore difficult to obtain any very great improvement in the short term irregularity of slivers by using a closed loop control based on a measurement of thickness of the output sliver. The Bode diagram in Fig. 1 can, in fact, be approximated to by a system consisting of a simple exponential lag

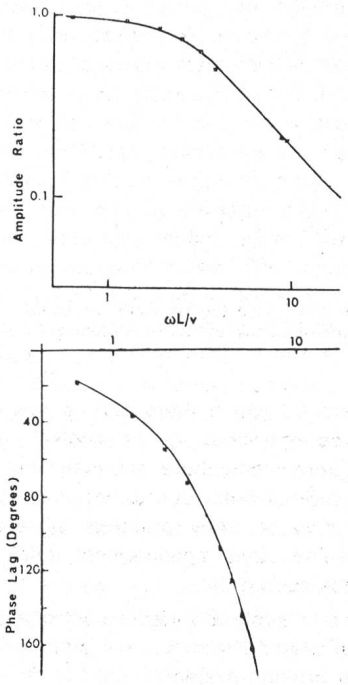


Fig. 1 Changes in the amplitude and phase lag of sliver-thickness variation with changes in frequency of fibre-end-density variations.

plus a measurement lag equal to the time taken for half the mean fibre length to pass through the front rollers. The difficulty of controlling high frequency fluctuations when a measurement lag is present is well known.

An alternative approach to closed loop control of short term irregularities is to measure the drafting force instead of the sliver thickness at the front rollers. The drafting force, T, is very largely determined by the leading fibre end density. For reasonably large drafts it is approximately given by (1)

$$T = k_1 \int_0^L (L - x)\, n(x, t)\, dx \qquad (4)$$

From this relationship it can be shown that the frequency response of the tension to changes in draft is given by

$$\text{Amplitude gain} = \sqrt{(8 + 4\beta^2 - 8\cos\beta - 8\sin\beta)}\,/\,\beta^4 \qquad (5)$$

$$\text{Phase lag} = \arctan(\beta - \sin\beta)\,/\,(1 - \cos\beta) \qquad (6)$$

Figure 2 shows this frequency response plotted as a Bode diagram. It can be seen that the phase lags in this system never exceed 90° and it therefore becomes possible to use the tension measurement as the basis of a short term irregularity controller. A more detailed comparison of the behaviour of closed loop systems based on thickness and tension measurements are given in reference (2) where the advantages of using tension measurements are clearly demonstrated.

Before concluding, however, that the problem of closed loop automatic control of short term irregularities has been solved two very different factors must be considered.

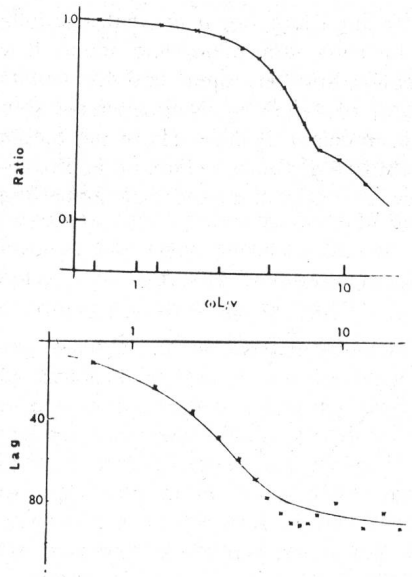


Fig. 2 Changes in the amplitude and phase lag of drafting-tension variations with changes in frequency of fibre-end-density variations.

(a) The use of such a system (of which there are no commercial examples) will be restricted to the control of short term irregularities only, since there are many factors which can produce serious drifts due to variation in the constant k_1 in equation (4). Any practical system must therefore rely on some other measurement, thickness for example, to check such drift.

(b) It is a very simple matter to apply a suitable controlling network to such an ideal drafting system. Is it still possible to apply it to a real drafting system?

In the following section one possible cause of non-ideal drafting behaviour will be analysed. In section 3 we assume that the fibre speed in the drafting zone is determined by the sliver speed until the leading fibre ends reach the front roller nip. The sliver speed being determined by the back roller speed modified by the elastic stretching of the sliver in the drafting zone (5, 6, 7).

3. The response to drafting changes of a non-ideal drafting system

The sliver speed can very readily be found by noting that an increase in drafting force, dT, extends the sliver as it is about to enter the nip of the front rollers by an amount dx, where

$$dx = k_2\, dT$$

Here k_2 is a constant of proportionality dependent on the modulus of elasticity of the sliver.

Let $n_1(t)$ denote the number of leading fibre ends immediately behind the nip, $n_2(t)$ the number immediately in front of the nip at time t, and v_1 and v_2 the back and front roller surface speeds. Then by the continuity of flow condition:

$$n_1(t)\,[v_1 + dx/dt] = n_2(t)\,v_2,$$

or

$$n_1(t)\,[v_1 + k_2\, dT/dt] = n_2(t)\,v_2 \qquad (7)$$

As has previously been noted T can be assumed to be directly proportional to the total length of front held fibres so that for a constant fibre length

$$T = k_1 \int_0^l n(t - x/v_2)\,(l - x)\,dx,$$

while for varying fibre length:

$$T = k_1 \int_0^{l\,max} f(l) \int_0^l n_2(t - x/v_2)\,(l - x)\,dx\,dl, \qquad (8)$$

where f(l)dl is the fractional frequency of fibres of length l, l_{max} is the length of the longest fibre, and k_2 is a constant depending on the interfibre friction, pressure, etc.

If v_1 is varying sinusoidally it can be written as $\bar{v}_1\,(1 + a \exp i\omega t)$ where $\bar{v}_1$ is the average value of the back roller velocity, $\omega\lambda$ the frequency (in radians per unit time) of the variation, and a the fractional amplitude of the variation. Under these circumstances $n_1(t)$ remains the input number of leading fibre ends per unit length which can be written as $n_1\,(1 + \varepsilon_1)$ where n_1 is the average value of $n_1(t)$ and ε_1 is a random variable. It also follows that $n_2(t)$ now becomes $n_2\,(1 + \varphi\, a \exp i\omega t + \varepsilon_2)$, where φ is some complex number and ε_2 is a random variable. Hence by substituting equation (8) into equation (7) and inserting these functions for $n_1(t)$, $n_2(t)$ and v_1 into equation (7) an equation is obtained from which φ can be found.

To obtain this equation in a closed form it is necessary to know the form of the function f(l). For simplicity it will be assumed that the fibre length distribution is normal. (This is not a good fit for most fibre length distributions but the final result is not sensitive to the type of distribution chosen). Hence we have:

$$f(l) = \exp\,[-(l - L)^2/2\sigma^2]\;\sqrt{2}\,\pi\;\sigma,$$

where L is the numerical mean fibre length and σ the standard deviation of fibre length.

With these substitutions equation (7) becomes:

$$1 + a \exp i\omega t + \frac{k_1 k_2}{v_1}\frac{d}{dt}\int_0^L \int_0^l f(l) n_2\,[1 + \varphi\, a \exp i\omega\,(t - \frac{x}{v_2} + \varepsilon)]\,x\,(l - x)\,dx\,dl$$

$$= (1 + \varphi\, a \exp i\omega t + \varepsilon_2)\; v_2 n_2\,(1 + \varepsilon_1)\; v_1 n_1$$

$$= 1 + \varphi\, a \exp i\omega t + \varepsilon_2 - \varepsilon_1$$

since $\varphi\, a \exp i\omega t$, ε_2 and ε_1 are all small in comparison with unity and $v_2 n_2 = v_1 n_1$. Hence substituting the proposed function for f(l) and manipulating we have:

$$\varphi = \frac{1 - K + (K/\beta)\sin\beta \exp(-\beta^2 c^2/2) + i\,(K/\beta)\,[1 - \cos\beta \exp(-\beta^2 c^2/2)]}{[1 - K + (K/\beta)\sin\beta \exp(-\beta^2 c^2/2)]^2 + (K/\beta)^2}$$

where $K = k_1 k_2 n_1 L$, $\beta = \omega L/v_2$ and $c = \sigma/L$.

φ can be written in the form $|\varphi| \exp i\vartheta$ where ϑ is the phase difference between the speed variation and fibre end density variation and $|\varphi|$ the amplitude ratio of these two variations. By algebraic manipulation:

$$(|\varphi|)^{-1} = [1 - K + (K/\beta)\sin\beta \exp(-\beta^2 c^2/2)]^2 + (K/\beta)^2$$

$$[1 - \cos\beta \exp(-\beta^2 c^2/2)]^2 \tan\vartheta = (K/\beta)\,[1 - \cos\beta \exp(-\beta^2 c^2/2)]\,[1 - K + (K/\beta)\sin\beta \exp(-\beta^2 c^2/2)] \qquad (9)$$

The values of $|\varphi|$ and $\tan\vartheta$ calculated from equation (9) are shown as functions of β $(= \omega L/v)$ on Figure 3 for a coefficient of variation of fibre length of 35 %. These graphs are plotted for different values of K between 0.2 and 0.8. K is a dimensionless constant which depends on the relative elasticity of the sliver in the drafting zone.

A similar relationship is obtained from the use of a different model of the drafting system which is due Foster[8]. In this model he assumed that all fibres move at back roller speed till they reach a point a short distance from the nip of the front rollers. Here they accelerate, almost instantaneously, to front roller speed. This changeover point, as it was called, is not a fixed point, and Foster assumed moreover that the distance of this point from the front roller nip is proportional to the length of the fibres held by the front rollers and pro-

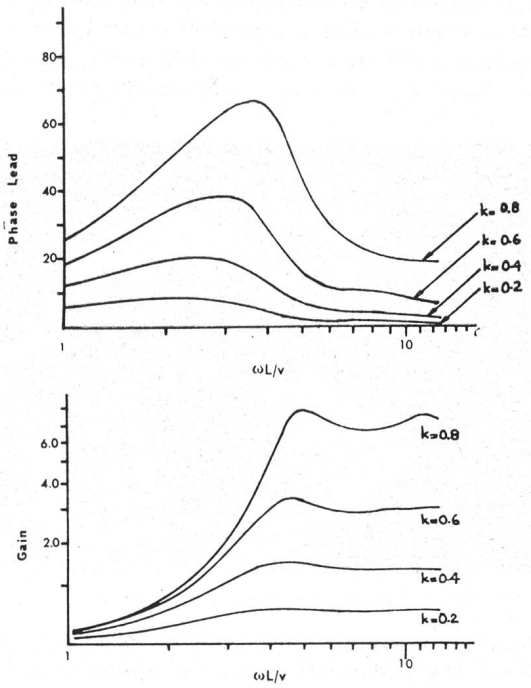


Fig. 3 Changes in the amplitude and phase lag of fibre-end-density variations with changes in frequency of drafting ratio variations under conditions of sliver elasticity with coefficient of variation of fibre length = 35 %.

jecting into the drafting zone. This mathematical model results in the same equations connecting $n_1(t)$ and $n_2(t)$ as given above in equations (7) and (8), but the constants k_2 and K now have no physical meaning. This model also involves a picture of the fibre movements which contradicts the experimental evidence that the majority of the fibres do not achieve front roller speeds until they are actually gripped by the front rollers. In the stretching model, however, it is quite simple to show that K is equal to twice the draft times the ratio of the sliver extension at the average drafting force to the mean fibre length. It should be noted that when K equals unity $|\varphi|$ becomes infinite for large values of β and hence it follows that under such conditions continuous drafting is impossible. This can be shown by making v_1 constant, and replacing $n_1(t)$ by its Fourier components. It then follows that $n_2(t) \leqslant 0$ for $K = 1$ and large β, implying a breakdown in continuous drafting. For values of K less than unity $|\varphi|$ is always greater than unity showing that it is probable that the drafting system itself will resonate at some frequency. To show that this is so we multiply the value of $|\varphi|$ given in Figure 2 by those given in Figure 3 and also add the phase lags given in Figures 2 and 3. The resulting graph will show the variations in drafting tension behaviour accompanying sinusoidal changes in roller speeds at different frequencies. Figure 7 shows such a typical graph for the frequency response, for a K value of 0.7 and $c = 35\,\%$.

It can be seen on this graph that the phase lags are never very large and if real drafting systems behave in this way a reasonable automatic control could be fitted to this system. It can also be noticed that a peak occurs in the amplitude response at a value of $\omega L/v_2$ equal to 4.5, where the amplitude is twice as large as for low frequency changes, showing that at this frequency the drafting system is resonating. This frequency is considerably higher than that usually associated with the so-called drafting wave. The drafting wave has a wavelength of 2.5 to 3 times the fibre length in the output material, while this frequency is equivalent to a wavelength of 1.2 times the fibre length. It is therefore now necessary to determine experimentally whether these predictions are in fact valid for real drafting systems.

4. Experimental procedure

(i) General

Two pairs of drafting rollers were constructed, each pair being driven by a variable speed motor. A 24-dram roving of 64's Australian warp quality wool in oil was fed to the slower pair of rollers and the drafted material was removed from the faster set of rollers by suction. One of the two variable speed motors had its speed varied sinusoidally by means of an electrical circuit described in the next section; the speed of the other motor was kept constant throughout any particular experiment but was varied whenever it was necessary to change the draft ratio. The drafting tension was measured by moving the sliver, which was being drafted, out of the line connecting the two nip points by means of a spring mounted probe. The displacement of this probe thus registered the drafting force, and this displacement was measured by means of a set of capacitance plates attached to a Fielden proximity meter. The frequency of variation of the roller speeds was varied between 0.3 c/s and 2.0 c/s in a series of experiments. The tension variations, together with the variations in the basic sine wave which was fed to the motor were recorded by use of an oscilloscope with camera attachment. To obtain the phase lags and amplification changes that take place with variation in frequency it is necessary (i) to know the speed variations at each frequency and their phase lags with respect to the basic signal fed to the motor. (This was determined by means of a separate experiment using a tachogenerator to determine the front roller speed. The speed variations at each frequency were found to be nearly constant for all frequencies and the phase lags were small); (ii) to separate the sinusoidal component of tension variation from the random or noise components. This was difficult to do by filtering or other simple electronic technique and was finally achieved by means of a technique based on a simple calculation. The tension trace was divided into a set of complete cycles, each cycle representing a cycle in change of roller speed. Each of these cycles was then divided into 20 parts. The value of the tension in each part, say part 2, was read off and its value added to the value of the tension in part 2 of the next

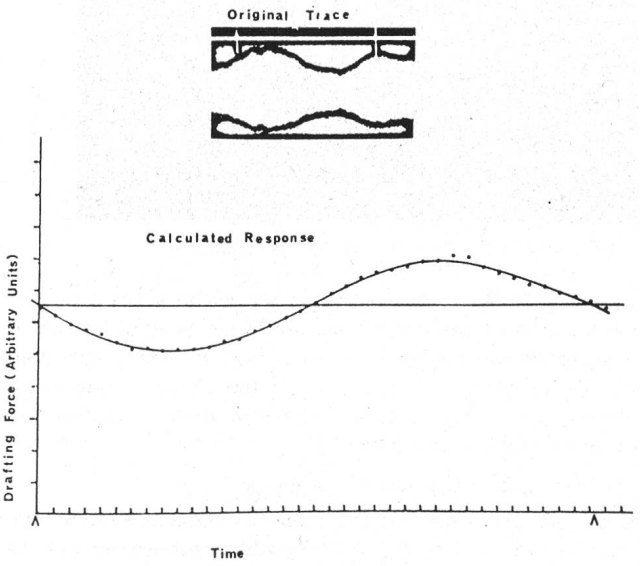


Fig. 4 Original and calculated tension traces.

cycle, and so on. By this means the average tension variation over a cycle was determined with the effect of noise eliminated. The upper diagram in Figure 4 shows a typical tension trace while the lower diagram shows the sinusoidal component obtained in this way. By measuring the range in tension that accompanied a very slow change in roller speed between the two limiting values used, the gain in amplification of tension at all higher frequencies could readily be determined. The phase lag was obtained by finding the difference — expressed as an angle — between the point where the sinusoidal tension trace crossed the mean tension (point A on Figure 4b) and the same point on the input signal to the roller drive.

This numerical method for removing the noise from the signal is perfectly satisfactory but lengthy. An analogue computer which accomplishes the same result more rapidly was therefore constructed as follows. The basic sine wave is obtained mechanically, as described in the next section, from a rotating cam. Two banks of 32 rotary switches were mounted so that their central switch shaft was gear driven directly from the cam shaft. The drafting tension signal was fed to the input of one of these banks of switches. An R-C integrator circuit was connected to each of the separate switches of this bank. As a result the voltage in each of these 32 integrator circuits represented the average voltage, over a fixed part of the basic sine wave signal of the original tension signal. These voltages were then fed out in the correct order to the second bank of switches and the re-

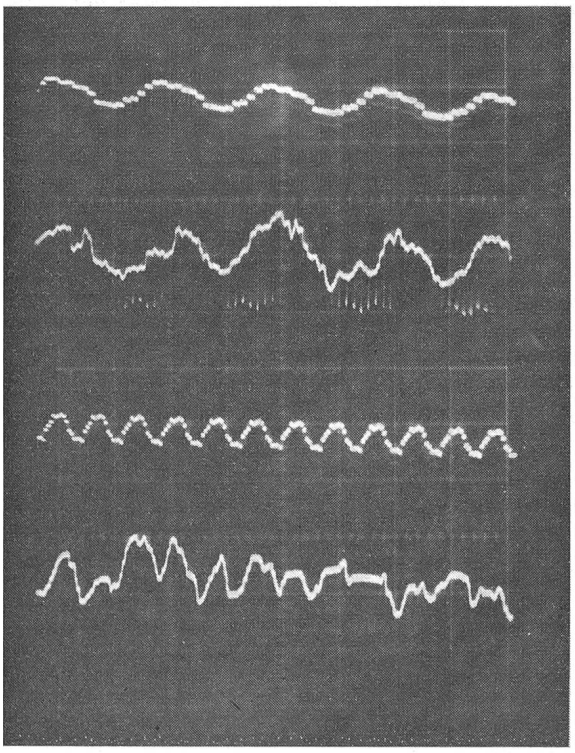


Fig. 5 "Integrated" and original tension traces.

constituted sine wave was then read out on an oscilloscope. Figure 5 shows the basic trace fed to the bank of integrators together with the sine wave component read out from them. It can be seen that even though the noise component of this signal was very large the sine wave component has been obtained without any difficulty.

(ii) The sinusoidal drive to the motor

The motor used was a d.c. servomotor made by Evershed and Vignoles (type FBR 104 A/31/B) which possessed a linear relationship between speed and applied voltage. The basic signal to the motor was obtained from the sine wave generator shown in Figure 6. This consisted of a cam driven by a variable speed motor via a Kopp variable speed gear. By using both available sources of speed variations it was

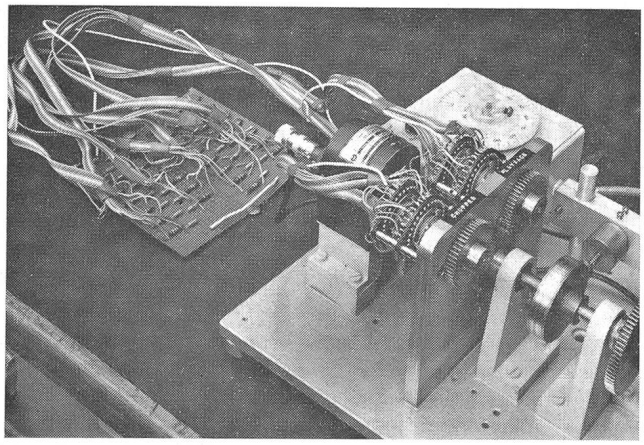


Fig. 6 General view of sine wave generator and integrator.

possible to rotate the cam at any constant speed between 0.2 and 30 c/s. The cam consisted of an eccentrically mounted cylinder which raised and lowered the core of a linear variable differential transformer. The a.c. signal from this transformer was fed to a bridge, amplified and converted into a slowly varying sinusoidal signal which provided a suitable low frequency signal for controlling the motor speed.

To amplify this signal it was fed to a West Viscount standard controller which had been modified so that the higher frequency signals were not attenuated. This amplifier supplied a sinusoidally varying voltage of about 200 volts d.c. which was fed directly to the d.c. servomotor. By using an amplifier based on transistorised circuits and S.C.R. units, together with a motor with an armature of very low moment of inertia, a system was obtained which gave a speed response of the motor almost identical with the input signal up to frequencies greater than 5 c/s.

5. Discussion

It was found that on the whole the behaviour of the tension during dynamic testing of the simple drafting system followed the predictions made in the theoretical section. Figure 7 shows the amplitude gain and phase lags obtained experimentally for a draft of 7. The experimental points are shown as plotted points, together with the calculated theoretical line. It can be seen that reasonable agreement has been obtained although the phase lags found experimentally are rather larger than expected at high frequencies. The measurement of these phase lags is, however, experimentally difficult and it is probable though not certain that these differences are real.

Further work is now underway to determine whether these differences are real by using the more accurate integrator technique previously described. The value of K chosen, viz. 0.7, was that which gave the best agreement between experimental results and theoretical predictions. K can also be found by direct determination but with the relatively thin slivers used in these experiments these determinations are rather approximate. The best direct estimate for K was 0.5 which is reasonably close to the value required to explain the experimental findings.

The experimentally determined frequency response is not particularly suitable for control purposes due to the lags, but calculation has shown that it should still be possible to halve the short-term irregularities by means of a simple pro-

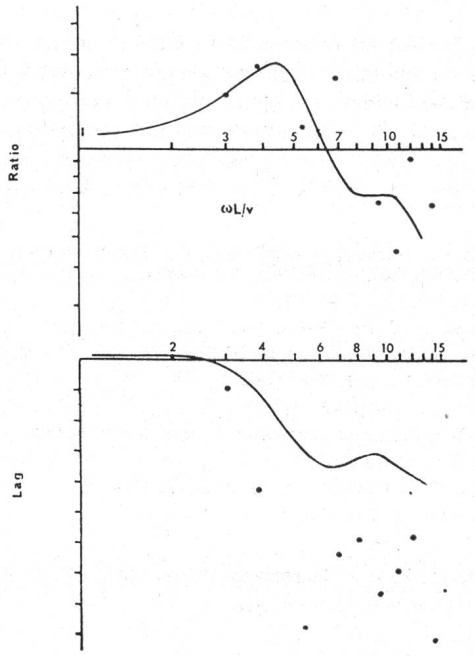


Fig. 7 Changes in the amplitude and phase lag of drafting-tension variations with changes in frequency of drafting-ratio variations. D = 5.

portional controller. Such a controller was therefore fitted and the coefficient of variation of 1 cm lengths of sliver was in fact halved by the introduction of such a control system. Similar results were obtained at drafts of 5 and 9 but an interesting phenomenon was observed when higher drafts were used. Figure 8 shows the same plots as on Figure 7 but for a draft of 11. The amplitude trace shows a second

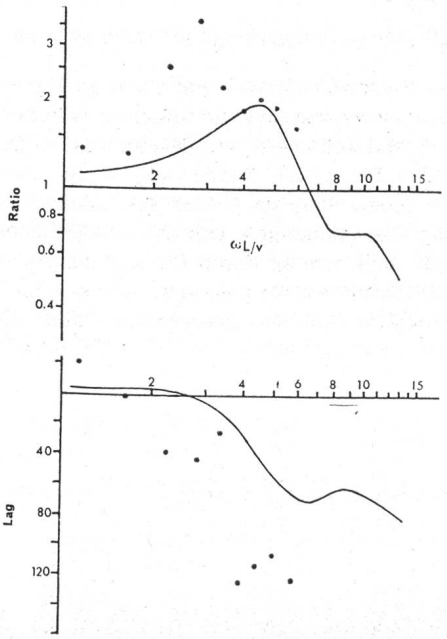


Fig. 8 Changes in the amplitude and phase lag of drafting-tension variations with changes in frequency of drafting-ratio variations. D = 11.

peak this time at a lower frequency, somewhere around ωl/v equals 2.6. This frequency corresponds to an output wavelength of about 2½ fibre lengths. It seems probable, therefore, that this corresponds to the wavelength reported to be present in many cotton (9) and some worsted (10) rovings. It is interesting to note that such a wavelength will result when K approaches unity. Under these conditions it has already been noted that drafting continuity breaks down and the output sliver will therefore consist of a series of tufts. Foster[8] has shown that under such circumstances the output sliver profile will contain a wavelength approximately equal to 2½ times the mean fibre length. The value of K which gives the best fit on Figure 8, however, is only 0.7. The reason for the breakdown in the continuity of drafting may be that the sliver does not necessarily stretch as a whole. A section of the sliver may have a higher K value and, if it can move independently, beakdown in drafting may occur over such a section of the sliver, resulting in the same output wavelength but of reduced amplitude. This possibility, although in a modified form, has also been suggested by Foster and is being examined experimentally.

The experimental findings given in this paper are in general agreement with those obtained by Ihara and Sato[3]. For example they also found that the assumption of ideal drafting could not explain the dynamic response of their drafting system. In addition they obtained a peak in their frequency gain curve but their peak occurred at a lower frequency than that predicted and found experimentally in this work. Their results, however, are not directly comparable as they measured the response in sliver thickness to front roller speed changes in a gill box. In addition they made no attempt to remove the noise component from their traces and at high frequencies their results are open to considerable doubt.

6. Conclusions

At the drafts usually encountered in worsted drawing the response of the drafting system cannot be predicted from an assumption of ideal drafting. In fact a resonant frequency, equivalent to a wavelength of 1.2 times the mean fibre length in the output sliver, occurs which is not predicted by the equations for an ideal drafting system. Such a resonance can be obtained theoretically by assuming either the stretching mechanism of drafting or Foster's change-over point hypothesis. The stretching mechanism is preferred since it

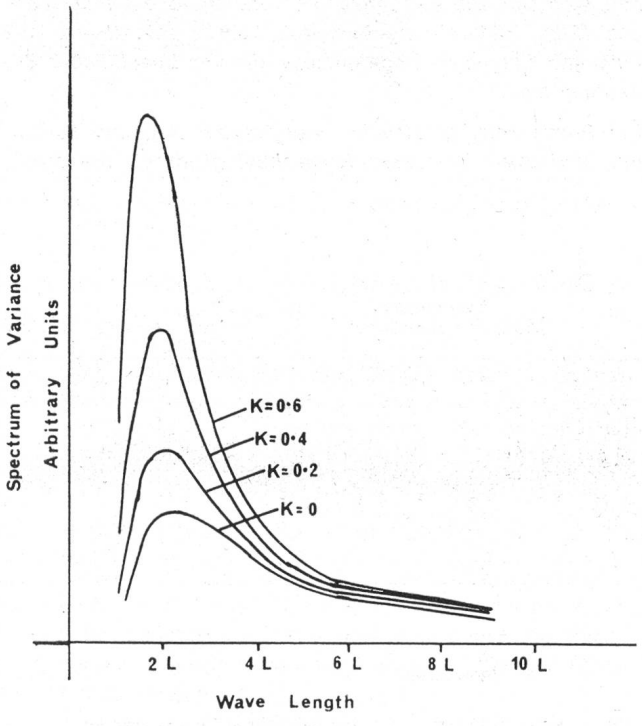


Fig. 9 Spectrum of yarn thickness.

is more nearly in agreement with other experimental findings and because the constants predicted by it are of the right order of magnitude. There is no way of predicting the same constants from Foster's hypothesis. The phase lags obtained experimentally differ somewhat from those predicted and further work is needed to clarify this point. It is not to be expected that a roving produced under constant drafting conditions will have a variation of the resonant wavelength present. This is the result of the spreading of fibre end density irregularity by the fibre length. In fact the method used to obtain equation (7) can also be used to obtain the spectrum of the thickness irregularity of a sliver produced in a drafting system where the stretching mechanism occurs and in which the input speed v_1 is constant and the input fibre end density $n_1(t)$ is a purely random variable. Figure 9 illustrates the spectrum predicted in this way, and shows that the peak of the spectrum lies between 2.5 and 2.0 times the mean fibre length, depending on the K value of the sliver. This smooth type of spectrum is a feature of the spectra found with worsted yarns and slivers and provides further confirmation of the importance of the stretching mechanism in worsted drawing.

Acknowledgements

The author would like to express his gratitude to Mr. P. Harrison for the construction of the equipment, to Mr. G.A.V. Leaf and Mrs. B. McClelland for their help in preparing this manuscript, and to Mr. B. Dutta for some of the experimental findings.

References

[1] Balasubramanian, H., Grosberg, P. and Turkes, Y., "Studies in Modern Yarn Production", The Textile Institute p. 169 (1968).
[2] Davies, I., J. Text. Inst., 58, T10 (1968).
[3] Ihara, M. and Sato, B., J. Text. Mach. Soc. Japan, 13, 119 (1967).
[4] Fujino, K. and Kawabata, S., J. Text. Mach. Soc. Japan, 8., 12 (1962).
[5] Grosberg, P., J. Text. Inst., 49, T493 (1958).
[6] Grosberg, P., ibid, 52, T91 (1961).
[7] Grosberg, P., Smith, P. A. and Yoshikawa, I., ibid, 53, T553 (1962).
[8] Foster, G. A. R., ibid, 42, T335 (1951).
[9] Foster, G. A. R. and Martindale, J. C., ibid, 37, T1 (1946).
[10] Goodings, A. C., ibid, 22, T1 (1931).

Adresse des Autors: Prof. P. Grosberg, Department of Textile Industries, The University, Leeds (GB)

Grenzen der Regelung von Strecken der Baumwollspinnerei

Obering. E. Felix, Uster

DK 677.051.7:65.011.56

Zusammenfassung

Geregelten Strecken der Baumwollspinnerei wird normalerweise ein Faserband zugeführt, das im Mittel gegen 10 000 Fasern im Querschnitt aufweist. Unvollkommenheiten der Vorprozesse zur Erzeugung dieses Faserbandes können durch geregeltes Verstecken des Faserbandes teilweise ausgeglichen werden. Das Strecken von Faserbändern kann aber nicht mit dem Verziehen plastischer Medien verglichen werden, weil sich die Einzelfaser im Verzugsprozess nicht dehnen lässt. Dadurch ergeben sich bereits rein theoretisch Einschränkungen im Regelprozess, die von beachtlicher Bedeutung sind.

Die Praxis setzt zusätzliche Grenzen der Regelmöglichkeiten, und zwar im wesentlichen bedingt durch die Messmethoden zur Bestimmung des Bandquerschnittes, mechanisch bedingte Einschränkungen sowie Unzulänglichkeiten in der Verzugszone.

Mit Kombination von Regelungen und Steuerungen gelingt es, einen wesentlichen Teil der mittel- und kurzperiodischen Schwankungen zu eliminieren. Stets tritt aber das grundsätzliche Problem des Verstreckens eines Faserbandes wesentlich in den Vordergrund.

1. Problemstellung

Eine Strecke in der Baumwollspinnerei hat zur Aufgabe, ein Band aus Textilfasern etwa vier- bis sechsfach zu verstrekken. Ein solches Faserband weist im Querschnitt in der Grössenordnung 1000 bis 10 000 Fasern von 2 bis 3 cm Länge auf. Der Bandquerschnitt ist jedoch keinesfalls konstant, sondern zeigt Abweichungen von 20 % und mehr. Diese Abweichungen sind bedingt durch Unzulänglichkeiten in den Vorprozessen. In der Praxis gelingt es in günstigsten Fällen, Variationskoeffizienten des Querschnittverlaufs von

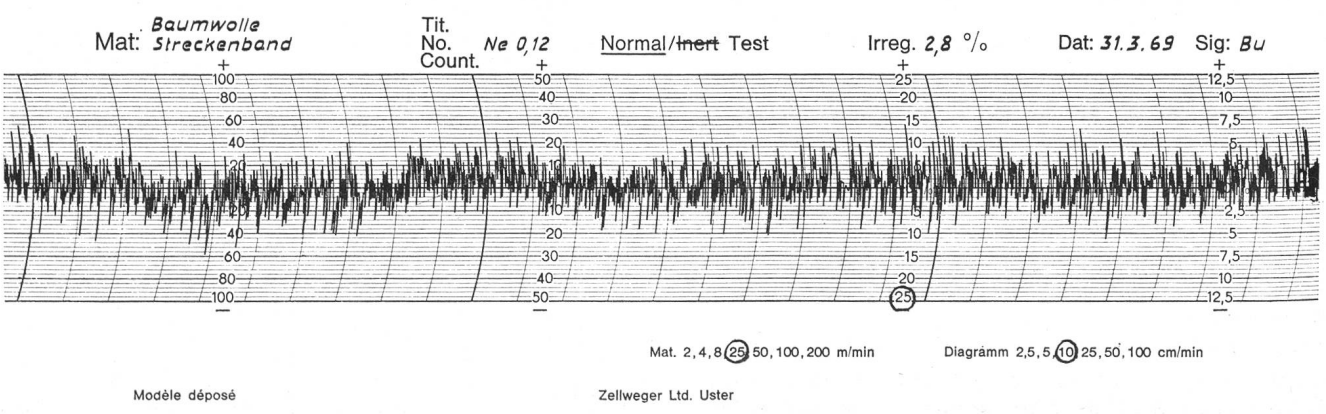


Abb. 1 Typisches Querschnittsdiagramm eines Streckenbandes (routinemässige Aufnahme mit dem Gleichmässigkeitsprüfer «Uster»)

3 % zu erreichen. In vielen Fällen beträgt er aber 4 %, 5 % und mehr. Dabei sind örtliche Abweichungen von über 20 % keine Seltenheit. Abbildung 1 zeigt als typisches Beispiel einen Ausschnitt aus dem Querschnittsdiagrammverlauf eines nicht geregelten Baumwollbandes. Von besonderem Interesse ist die Analyse des Querschnittsverlaufs. Abbildung 2 zeigt eine solche in Form des Wellenlängenspektrums. Darin

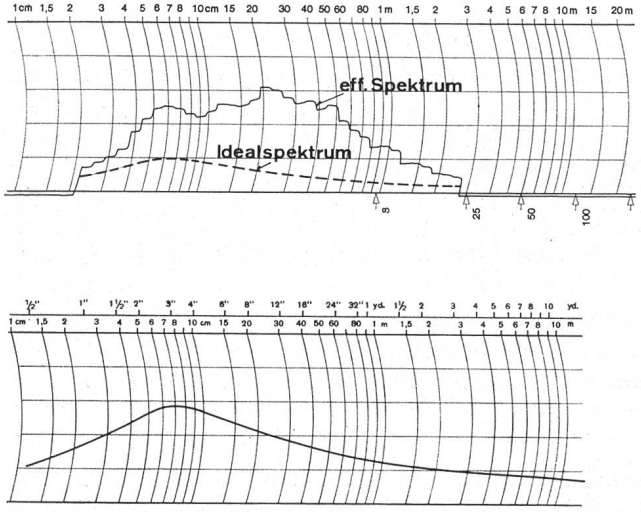


Abb. 2 Oben: Spektrogramm des Streckenbandes von Abb. 1 (routinemässige Aufnahme mit dem Spektrographen «Uster»). Entsprechendes Idealspektrum errechnet aus rein zufälliger Faserverteilung
Unten: Mittlerer Verlauf eines guten Streckenbandes

eingetragen ist auch das Spektrum, wie es sich bei rein zufälliger Faserverteilung ergeben würde (d. h. bei idealen Verarbeitungsmaschinen).

2. Besonderheit bei der Regulierung von Faserbändern

An sich könnten Regelungen oder Steuerungen in bekannter Weise auch für die Vergleichmässigung von Textilfaserbändern eingesetzt werden. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass das Verstrecken von Bändern, bestehend aus nicht dehnbaren Einzelfasern, nicht mit dem Verstrecken plastischer Medien verglichen werden kann. Dementsprechend sind auch die Uebertragungsverhalten für Streckwerke der erwähnten Medien teilweise grundsätzlich verschieden. Bevor daher irgendwelche Berechnungen von Regelungen möglich sind, ist es notwendig, die Eigenschaften eines

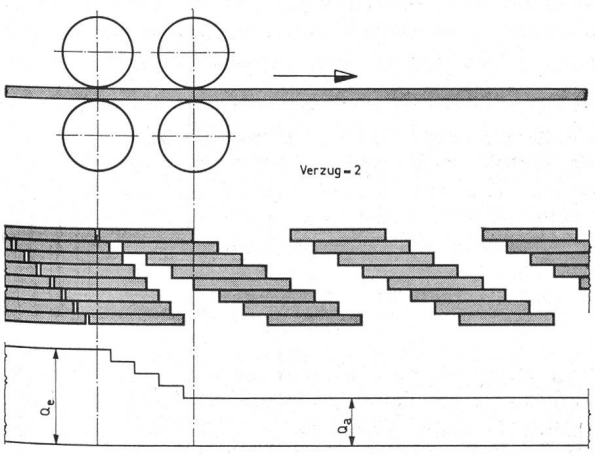


Abb. 3 Streckwerk, bei dem modellhaft eine konstante Faserzahl im Querschnitt mit gleichmässig verteilten Faserenden zugeführt wird

Streckwerkes für Faserbänder theoretisch zu untersuchen und die wichtigsten Parameter womöglich in eine analytische Form zu bringen.

Die heutigen Baumwollstrecken arbeiten nach dem Prinzip, dass das Faserband mit Hilfe eines ersten Zylinderpaares mit einer Geschwindigkeit, die der Umlaufgeschwindigkeit des ersten Zylinderpaares entspricht, hineingezogen wird (Abb. 3). Ein zweites Zylinderpaar läuft *mit höherer Geschwindigkeit* und zieht die einzelnen Fasern im Faserband auseinander. Mit der Umfangsgeschwindigkeit des zweiten Zylinderpaares wird das verstreckte Faserband weggeführt. Für die theoretische Betrachtung ist es wohl am zweckmässigsten, die grundsätzlichen Ueberlegungen anhand eines Modells vorzunehmen, das der Praxis möglichst gut entspricht, aber doch einige Vereinfachungen enthält. Bei diesem Modell ist angenommen, dass das Faserband ausschliesslich aus Fasern genau gleicher Länge bestehe. Im Beispiel in Abbildung 3 wird von links ein Faserband zugeführt, das einen konstanten Querschnitt aufweist und dessen Verteilung der Faserenden genau gleichmässig ist. Es sei angenommen worden, dass die Geschwindigkeit des zweiten Zylinderpaares doppelt so gross sei wie diejenige des ersten. Sobald also eine Faser vom vorderen Zylinderpaar erfasst worden ist, wird sie mit doppelter Geschwindigkeit weitertransportiert. Das Resultat dieser Operation ist ein Faserband, das im Querschnitt nun nur noch halb so viele Fasern aufweist, wobei der Abstand der Faserenden entsprechend doppelt so gross geworden ist.

In einem weiteren Beispiel in Abbildung 4 wird wiederum von links ein Faserband zugeführt, dessen Faserzahl im

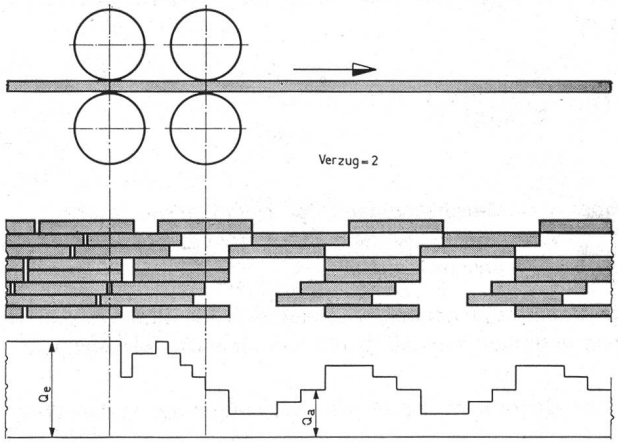


Abb. 4 Modell mit konstanter Faserzahl am Eingang, aber zufälliger Faserendenverteilung

Querschnitt konstant ist. Die Verteilung der Faserenden ist nun aber nicht mehr gleichmässig wie in Abbildung 3, sondern zufällig angeordnet. Auf den ersten Blick ist zu erkennen, dass trotz konstantem Querschnitt des eingeführten Faserbandes und trotz konstantem Geschwindigkeitsverhältnis der beiden Zylinder der Querschnitt des ausgehenden Faserverbandes nicht mehr konstant ist.

3. Das Uebertragungsverhalten eines Streckwerkes für Textilfasern

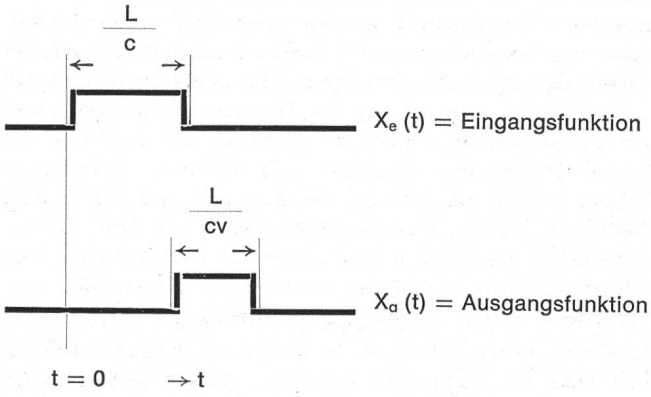
Wie sich aus dem Modell erkennen lässt, ist nicht der Querschnitt des einlaufenden Faserbandes, sondern die Faserendenverteilung für den Querschnitt des austretenden Faserbandes massgebend.

Der Querschnitt (d. h. die Faserzahl) und die Faserendenverteilung hängen nach folgender Formel zusammen:

$$n_x = \sum_{0}^{x+L} FE - \sum_{0}^{x} FE = \sum_{x}^{x+L} FE$$

wobei n_x = Faserzahl an der Stelle x
L = Faserlänge
FE = Faserenden

Es ist nun möglich, auf Grund einer angenommenen periodischen Querschnittsschwankung die entsprechende Faserendenverteilung zu berechnen, die Abstände der Faserenden mit dem Verzug zu multiplizieren und die Rücktransformation auf den Querschnitt vorzunehmen. Für Impulsformen, wie sie im betrachteten Modell die Einzelfasern darstellen, ist natürlich die Laplace-Transformation viel eleganter.



Es ist

$$G(s) = \frac{\mathfrak{L}[X_a(t)]}{\mathfrak{L}[X_e(t)]} = \frac{e^{-s\cdot\frac{L}{c}}\left(1-e^{-s\cdot\frac{L}{cv}}\right)}{1-e^{-s\cdot\frac{L}{c}}}$$

wobei c = Geschwindigkeit der eingeführten Faser
v = Verzug (Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsgeschwindigkeit)

Die Uebertragungsfunktion bleibt sich für eine Vielzahl *zufällig* verteilter Impulse gleich wie für einen Einzelimpuls.

Durch Umformung erhält man die Uebertragungsfunktion:

$$G(s) = \frac{e^{s\cdot\frac{L}{2vc}} - e^{-s\cdot\frac{L}{2vc}}}{e^{s\cdot\frac{L}{2c}} - e^{-s\cdot\frac{L}{2c}}} \cdot e^{-s\cdot\frac{L}{2c}\left(1+\frac{1}{v}\right)}$$

Es wird ersichtlich, dass sich neben dem Frequenzgang bezüglich der Phase eine reine Totzeit ergibt.

Durch weitere Umformung (über Euler-Formel) und gleichzeitigen Uebergang von Zeit auf Länge bzw. Frequenz in Wellenlänge wird erhalten:

Für das Amplitudenverhältnis:

$$\frac{A_a}{A_e} = \frac{\sin\frac{\pi\cdot L}{v\cdot\lambda_e}}{\sin\frac{\pi\cdot L}{\lambda_e}}$$

wobei λ_e = Wellenlänge bezogen auf den Eingang

Die Wellenlänge λ_a am Ausgang beträgt $\lambda_a = v\cdot\lambda_e$

Die Formel für das Amplitudenverhältnis ist in Abbildung 5 graphisch dargestellt. Deutlich ist zu erkennen, dass bei grösseren Wellenlängen, d. h. bei Wellenlängen, bei denen die Faserlänge vernachlässigbar klein ist, ein Verhalten wie bei plastischen Medien vorliegt. Bei kleineren Wellenlängen als etwa die fünffache Faserlänge ergibt sich jedoch ein

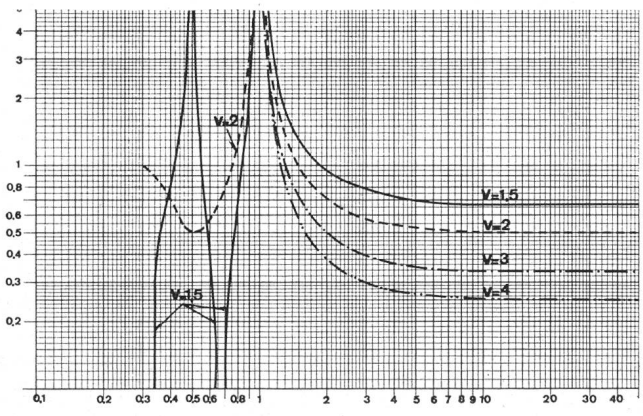


Abb. 5 Uebertragungsfunktion (Realteil) eines Streckwerks mit verschiedenen Verzügen als Parameter

starkes Ansteigen, und bei einer Wellenlänge, die der Stapellänge entspricht, entsteht sogar eine Unendlichkeitsstelle. Bei Wellenlängen entsprechend ganzzahligen Teilen der Faserlänge können weitere Unendlichkeitsstellen vorhanden sein.

Wie bereits erwähnt, ergibt die Phase eine reine Totzeit. Ausgedrückt als «Totlänge» l_t ergibt sich:

$$l_t = \frac{L}{2}\left(1+\frac{1}{v}\right)$$

Zu beachten ist, dass die Totzeit nicht konstant ist, sondern vom Verzug abhängt. Die entsprechende graphische Darstellung zeigt Abbildung 6.

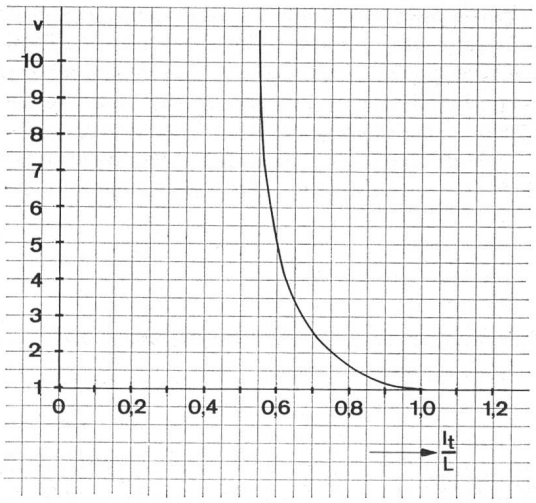


Abb. 6 Totzeitanteil der Uebertragungsfunktion

Es mag erstaunen, dass eine so einfache Vorrichtung wie ein Streckwerk ein derart komplexes Uebertragungsverhalten aufweist.[1] Ganz offensichtlich kann eine Regulierung oder Steuerung mit einem derartigen Uebertragungsverhalten nicht mehr mit einfachen Proportional-, Integral- oder Differentialreglern gelöst werden. Eine einwandfreie Lösung

käme nur mit einem Prozessrechner in Frage. Aus Kostengründen scheidet aber eine derartige Lösung zum vornherein aus. Es bleibt nur der einzige Weg, mit konventionellen Mitteln und akzeptablem Aufwand eine möglichst gute Näherungslösung zu finden, wobei es dann allerdings eine Ermessensfrage ist, wo die Konzessionen gemacht werden sollen.

4. Praktische Einschränkungen textiltechnologischer Art

Die vorstehenden Ausführungen würden es ermöglichen, Steuerungen und Regelungen rein theoretisch zu berechnen, zu optimieren und die Grösse der verbleibenden Fehler zu bestimmen. In der Praxis treten jedoch noch gewisse Abweichungen vom vorstehend angenommenen Modell auf.

4.1 Bei Baumwolle sind die Fasern nie gleich lang, sondern es treten beachtliche Abweichungen von einer mittleren Faserlänge auf.[2]

4.2 Damit keine Fasern zerrissen werden, muss die Distanz der Streckzylinder mindestens der grössten Faserlänge entsprechen. Dadurch ist aber die Geschwindigkeit der kürzeren Fasern, die sich zwischen den Zylindern befinden, nicht mehr definiert. Sie können im Minimum die Geschwindigkeit des Eingangszylinderpaares und im Maximum die Geschwindigkeit des Ausgangszylinderpaares aufweisen. Sowohl theoretische und insbesondere praktische Untersuchungen haben ergeben, dass durch die vorerwähnten Bedingungen nicht die Fasern einzeln verzogen werden, sondern ganze Faserbüschel vom Ausgangszylinderpaar erfasst werden.[3 4] Eine Theorie, die lediglich verschiedene Faserlängen berücksichtigt, wäre also praxisfremd. Auf Grund von praktischen Untersuchungen lässt sich nachweisen, dass diese Faserbüschel in guter Näherung als neues Basiselement, d. h. quasi als Einzelfaser, betrachtet werden können. Damit darf aber auch wieder auf die Modellvorstellung zurückgegriffen werden. Anstelle der Einzelfaser ist jetzt lediglich das Faserbüschel zu setzen. Dieses ist etwa 1,5mal länger als die mittlere Faserlänge und enthält 5 bis 10 Fasern. Die genaue Art des Faserbüschels hängt dabei von der Konstruktion des Streckwerkes ab. Die genauen Werte lassen sich relativ einfach aus dem kurzwelligen Teil im Wellenlängenspektrum des ungeregelten Faserbandes bestimmen.

5. Messorgane

Neben den behandelten Eigenschaften des Streckwerkes sind für die Bemessung eines Regelkreises die Merkmale der Messorgane von wesentlicher Bedeutung.

Es sind bis heute mindestens zehn Messprinzipien bekannt, mit denen sich der Querschnitt von Faserbändern bestimmen lässt. Es ist im Rahmen dieser Arbeit nicht beabsichtigt, diese Messorgane und deren Eigenschaften zu behandeln, sondern nur ein paar gebräuchliche Systeme mit ihren für die Regelung wesentlichen Merkmalen zu erwähnen.

5.1 *Nutenwalzenpaar* (Abb. 7)

Bei diesem System wird das Faserband in einer Walze mit einer Rille durch eine Walze mit einem Bund zusammengepresst. An sich könnte dieses Messorgan ideal sein, wenn es anstelle des Ausgangszylinderpaares eingesetzt werden könnte. Es könnte ein geschlossener Regelkreis gebildet werden, der eine minimale Totzeit aufweist. Durch die Pressung der Fasern entstehen aber so wesentliche textiltechnologische Nachteile im Verzugsfeld (zu grosse Faserbüschel), dass die gleichzeitige Verwendung als Messorgan und als Verzugszylinder in der Regel für die Praxis nicht in Betracht fällt.

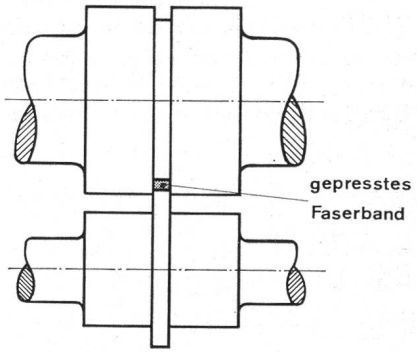


Abb. 7 Nutenwalzenpaar

5.2 *Das kapazitive Messsystem* (Abb. 8)

Bei diesem Prinzip wird das Faserband zwischen zwei Elektroden durchgezogen, an die eine Hochfrequenzspannung gelegt ist. Die Fasermasse verändert das Hochfrequenzfeld zwischen den Elektroden, und man erhält ein Signal, das proportional zum Querschnitt des Faserbandes ist. Ein Vorteil dieses Systems liegt darin, dass das Faserband praktisch ungehindert durch das Messorgan durchlaufen kann. Anderseits besteht ein wesentlicher Nachteil darin, dass es ausserordentlich schwierig ist, das Messorgan driftfrei zu halten. Indessen ist es möglich, ein solches Messorgan nahe beim Eingangszylinder, kurz nach den Ausgangszylindern, oder wenn nötig sogar zwischen den Zylindern anzuordnen.

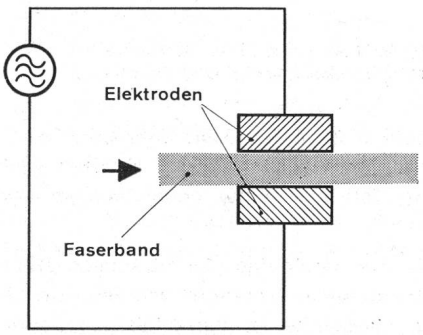


Abb. 8 Kapazitives Messprinzip

5.3 *Optisches Messorgan* (Abb. 9)

Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein Absorptionsmesssystem. Das Messsignal ist somit nicht linear zum Querschnitt des Faserbandes. Durch Zusammenfassen des Bandes gelingt es zwar, diesen Nachteil in praktisch brauchbaren Grenzen zu halten. Allerdings ist hierzu noch eine gewisse Distanz von den Zylinderpaaren notwendig, so dass eine entsprechende Totzeit auftritt.

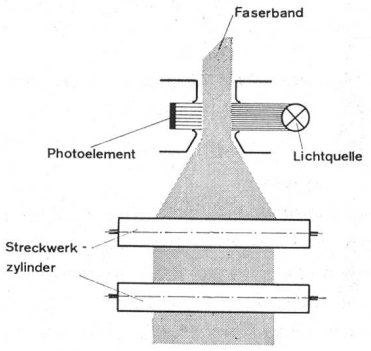


Abb. 9 Optisches Messprinzip

5.4 *Aktiv-pneumatisches Messorgan* (Abb. 10)

Das Faserband wird im Normalfall nach den Zylindern in einem Trichter zusammengefasst. Durch geeignete Ausbildung dieses Trichters gelingt es, durch das durchlaufende Band einen Staudruck zu erzeugen, der ein Mass für den Bandquerschnitt darstellt. Dieses Messorgan ist in bezug

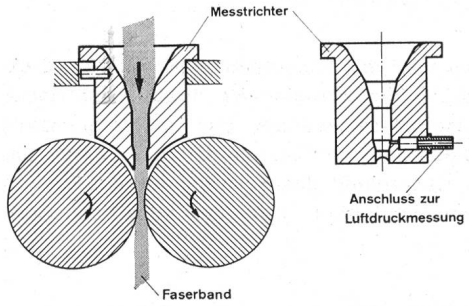


Abb. 10 Aktiv-pneumatisches Messsystem (links: Schnitt senkrecht zu den Walzen — rechts: Schnitt quer zu den Walzen)

auf die Bedienung sehr einfach, erfordert aber auch einen gewissen Abstand von den Auslaufzylindern, so dass auch in diesem Falle eine Totzeit in Kauf genommen werden muss.

Grundsätzlich müsste nun noch das Uebertragungsverhalten der einzelnen Messorgane behandelt werden. Da jedoch die eigentliche Messlänge im Verhältnis zur Faserlänge bzw. Totzeit klein ist, darf dieses Uebertragungsverhalten der Messorgane in erster Näherung vernachlässigt werden.

6. Masseeinwirkungen

Normalerweise lassen sich die Einwirkungen der Massen von Getrieben und Verzugszylindern in Uebertragungsfunktionen mathematisch einfach erfassen. Im Falle geregelter Baumwollstrecken sind jedoch oftmals die benötigten Beschleunigungen so gross, dass eine Nichtlinearität zufolge einer maximal erreichbaren Beschleunigung eintritt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Verzugsänderungen von 1 % pro Millisekunde bestenfalls erreicht werden können. Nimmt man als Beispiel an, dass die Liefergeschwindigkeit 150 m/min betrage, so ergeben sich durch diese Beschleunigungsbegrenzung bereits merkliche Begrenzungen der Ausregulierung. In Abbildung 11 sind Kurven dargestellt, bei denen gezeigt ist, bis zu welchen Wellenlängen bei Amplituden von 5, 10 und 20 % eine vollständige Ausregulierung möglich ist, und in welchem Mass diese bei kürzeren Wellen-

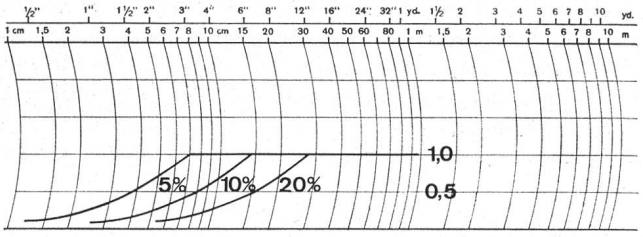


Abb. 11 Einfluss der Massen bei verschiedenen Amplituden und Wellenlängen

längen abnimmt. Näherungsweise kann diese Kurvenschar durch eine einzige Kurve eines Verzögerungsgliedes erster Ordnung ersetzt werden.

7. Regelgrenzen im geschlossenen Kreis

In Abbildung 12 ist in einfacher Weise das Blockschema eines geschlossenen Regelkreises für eine Baumwollstrecke dargestellt. Die Uebertragungsfunktionen des Streckwerkes und der Messsysteme sind nun bekannt. Als Totzeit dürfte — als «Totlänge» ausgedrückt — eine solche von rund 20 cm den praktischen Verhältnissen entsprechen. Es bleibt nun nur noch zu entscheiden, nach welchen Gesichtspunk-

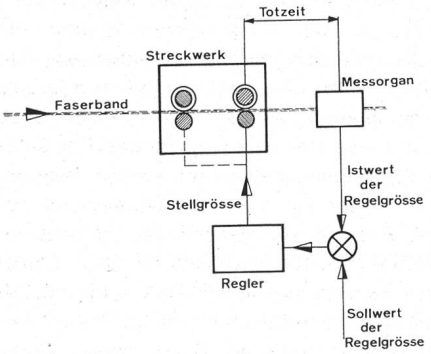


Abb. 12 Blockschema eines geschlossenen Regelkreises für eine Baumwollstrecke

ten die Optimierung vorzunehmen ist. Von textiltechnischer Seite stehen dabei folgende Forderungen im Vordergrund:

1. Die quadratische Regelabweichung soll ein Minimum sein.
2. Eine Sprungfunktion soll möglichst rasch ausgeglichen werden.
3. Für sehr grosse Wellenlängen soll die Regulierung besonders genau sein.

Die Optimierung des Regelkreises bietet nun gewisse Schwierigkeiten, weil für jeden der drei erwähnten Wünsche drei verschiedene Optima resultieren.[5] Es bleibt nun nichts anderes übrig, als mehr oder weniger nach Ermessenskriterien den besten Kompromiss zu finden.

Zur Diskussion stehen PID-Regler. Im folgenden sollen die einzelnen Anteile bestimmt werden.

In einem System mit Totzeit neigen D-Regler gerne zu Oszillationserscheinungen. Der D-Anteil ist daher vorsichtig zu handhaben. Im weiteren ruft der D-Teil stärkere mechanische Beanspruchungen hervor, so dass es in diesem Fall zweckmässiger ist, vollständig auf einen D-Teil zu verzichten.

Von der textiltechnischen Seite betrachtet, ist die dritte Forderung, nämlich eine sehr gute Regelung bei grossen Wellenlängen, ausserordentlich wichtig. Bleibende Regelabweichungen, wie sie durch den P-Anteil eines Reglers entstehen, sind daher höchst unerwünscht. Hingegen ist es sinnvoll, einen bestimmten P-Anteil zur Kompensation der mechanischen Masseneinwirkung einzusetzen.

Es ist noch in Betracht zu ziehen, ob eventuelle P- und D-Anteile zur Kompensation der Uebertragungsfunktion des Streckwerkes erforderlich sind.

Am Schluss dieses Abschnittes lässt sich jedoch leicht erkennen, dass die in der Uebertragungsfunktion angehobenen kurzen Wellenlängen zufolge der Totzeit bei weitem nicht mehr ausreguliert werden, so dass die Uebertragungsfunktion auf die einfache Formel

$$\frac{A_a}{A_e} = \frac{1}{v}$$

gebracht werden kann.

In Abbildung 13 ist die Uebergangsfunktion eines reinen I-Reglers mit Totzeit und verschiedenen Nachstellzeiten aufgetragen (der D-Anteil wurde mit Null eingesetzt, und der P-Anteil geht in der Masseneinwirkung auf). Aus dieser Abbildung würde man den Schluss ziehen, dass die Regelfläche bei einem Faktor $K_i = 1{,}5$ ungefähr am keinsten ist.

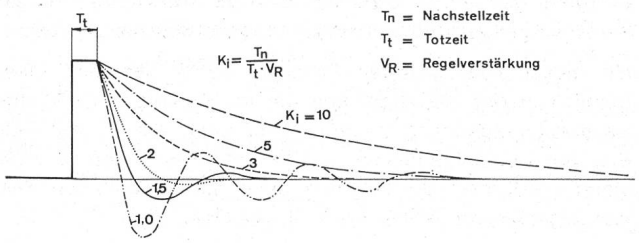


Abb. 13 Uebergangsfunktionen eines I-Reglers mit Totzeit

Wie bereits erwähnt, ist aber damit zu rechnen, dass das Optimum des Reglers für die Uebergangsfunktion und den astatischen Verlauf des Querschnittes der Faserbänder verschieden liegt. Es ist daher auch für diesen Fall das Optimum zu suchen. Abbildung 14 zeigt den Amplitudengang in

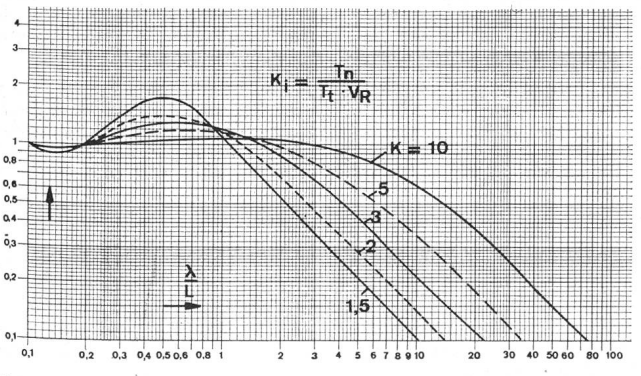


Abb. 14 Entsprechender Frequenzgang (bzw. «Wellenlängengang»)

Funktion der Wellenlänge für die gleichen Parameter wie bei Abbildung 13. Als wesentlich ist zu erkennen, dass eine gute Ausregulierung der grösseren Wellenlängen mit einer Anhebung bei kürzeren Wellenlängen bezahlt werden muss. Um die minimale quadratische Regelabweichung zu bestimmen, ist es nun unumgänglich, einen konkreten Fall zu untersuchen. In Abbildung 2 wurde ein typisches Spektrum eines Faserbandes aus Baumwolle gezeigt. Aus der Kombination dieses Spektrums und demjenigen des Reglers lässt sich sehr leicht das Optimum finden. In Abbildung 15 ist diese Kombination aufgetragen.

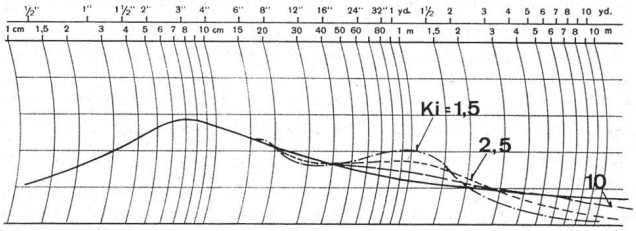


Abb. 15 Wellenlängenspektren eines geregelten Baumwollfaserverbandes mit verschiedenen Reglerparametern

Bekanntlich lässt sich die mittlere quadratische Abweichung aus der Leistungsdichte des Spektrums gemäss folgender Formel berechnen:

$$(CV)^2 = 2 \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} [S_{(\ln\lambda)}]^2 \cdot d(\ln\lambda)$$

wobei CV = Variationskoeffizient

$S_{(\ln\lambda)}$ = Amplitude des geregelten Faserbandes in Funktion der Wellenlänge (in logarithmischem Massstab)

Diese Integration kann auch auf sehr einfache Weise mit einem Trägheitsplanimeter vorgenommen werden. Da das Spektrum des zugeführten Bandes analytisch nicht erfassbar ist, ist der graphischen Auswertung mit dem Trägheitsplanimeter unter Umständen der Vorzug zu geben. Es ist aber auch möglich, bereits von blossem Auge abzuschätzen, in welcher Grössenordnung der Faktor K_i sein muss, um eine minimale quadratische Regelabweichung zu erhalten. Bei zu kurzer Nachstellzeit ergibt sich eine Ueberhöhung der kürzeren Wellenlängen, bei zu langer Nachstellzeit werden relativ lange Wellen nicht ausgeregelt, so dass sich das Optimum in der Grössenordnung 2 bis 3 befindet. Bei $K_i = 2{,}5$ ist die Uebergangsfunktion aperiodisch, so dass die Regelfläche auch nicht allzu schlecht liegt.

8. Grenzen der Regelung im kombinierten Steuer- und Regelkreis

(Regelung mit Störgrössenaufschaltung)

Um auch die kurzperiodischen Schwankungen besser ausregulieren zu können, ist es unumgänglich, das erste Regelsystem mit einer Steuerung zu kombinieren. Das entsprechende Blockdiagramm zeigt Abbildung 16. Während beim

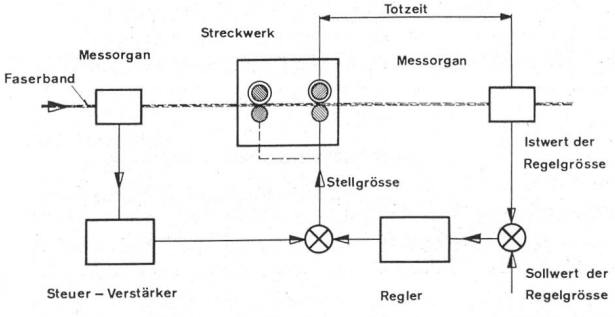


Abb. 16 Blockdiagramm einer Baumwollstrecke mit kombiniertem Steuer- und Regelkreis

vorangegangenen Beispiel die Uebertragungsfunktion des Streckwerks sowie der Einfluss der Massenwirkungen der Zylinder nahezu vernachlässigt wurde, ist dies bei der Steuerung nicht mehr zulässig. Als erstes muss der Uebertragungsfunktion des Streckwerks Rechnung getragen werden (Abb. 5 und 6). Wie bereits erwähnt, kommt ein Prozessrechner für diese Aufgabe aus Kostengründen nicht in Frage. Wir müssen daher versuchen, mit einem Netzwerk die gewünschte Funktion so gut als möglich nachzubilden.

Das Netzwerk könnte, wenn nur der Amplitudengang kompensiert werden müsste, relativ einfach gehalten werden. Da jedoch die Phasenbedingungen im wesentlichen in einer beachtlichen Laufzeit liegen, ist ein vielgliedriges Netzwerk erforderlich. Die Laufzeit gemäss Abbildung 6 wird dabei noch erhöht durch die Distanz des Messorgans vom Eingangszylinderpaar. Abbildung 17 zeigt nochmals die

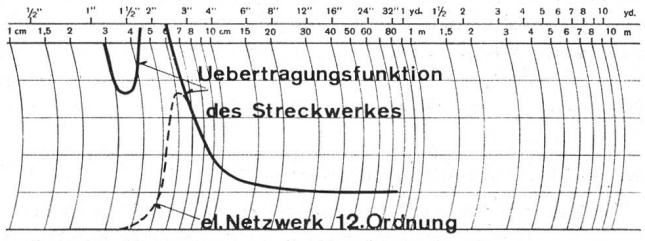


Abb. 17 Beispiel des Frequenzganges eines Steuerverstärkers zum Streckwerk

Uebertragungsfunktion des Streckwerks und darin eingetragen eine mögliche Uebertragungsfunktion eines Netzwerks. Das Verhältnis dieser beiden Kurven stellt den Regelfaktor bezogen auf den Eingang dar (Abb. 18). Bis

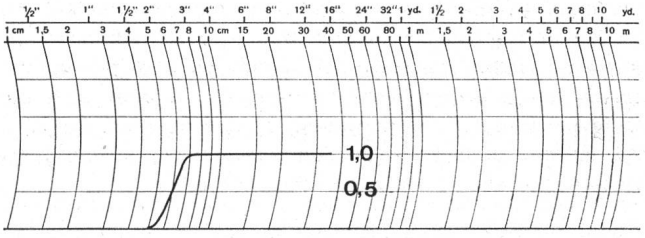


Abb. 18 Frequenzgang der Steuerung ohne Berücksichtigung der Masseneinwirkung

zur zirka 2,5fachen Faserlänge ist eine gute Ausregulierung möglich. Nachher erfolgt ein rapider Abfall.

In Verbindung mit dem Uebertragungsverhalten der Mechanik (Abb. 11) kann nun die gesamte Wirkung der Steuerung bestimmt werden (Abb. 19). Dabei ist zu berücksichtigen,

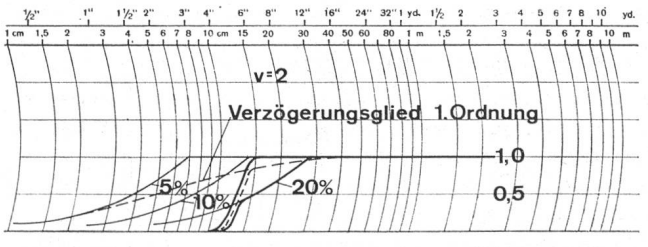


Abb. 19 Frequenzgang der Steuerung mit Berücksichtigung der Masseneinwirkungen

dass sich die Betrachtung des Streckwerks auf den *Eingang* bezogen hat, während bei der Variation des Verzugs durch die Ausgangszylinder die mechanisch bedingten Grenzen auf den *Ausgang* bezogen sind. Der mittlere Verzug muss daher für die Festlegung der Grenzen ebenfalls bekannt sein. Im Beispiel in Abbildung 19 ist der mittlere Verzug mit 2 gewählt. Nun kann die Wirkung der gesamten Steuerung wie zuvor auf das praktische Beispiel von Abbildung 2 bezogen werden. Abbildung 20 zeigt die entsprechenden Wellenlängenspektren.

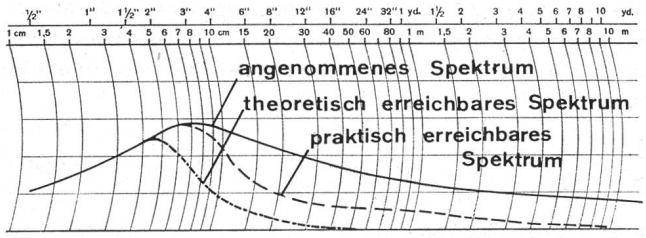


Abb. 20 Theoretisch und praktisch erreichbare Spektren von Faserbändern aus Baumwollstrecken mit kombinierten Steuer- und Regelkreisen

Allerdings treten praktisch unvermeidbare Effekte im Bereich der theoretisch nahezu vollständigen Ausregulierung auf, so dass als Grenzkurve der heutigen, mit tragbarem Aufwand geregelten Strecken der Baumwollspinnerei das Wellenlängenspektrum praktisch doch etwas höher liegt.

Mit dieser konzentrierten Fassung wurde versucht, einen Einblick in das Verhalten und die Möglichkeiten geregelter Baumwollstrecken zu geben. Wenn auch die Praxis beim Bau von Regelanlagen ein viel tieferes Eindringen in diese Materie erfordert, so behalten doch die behandelten Themen als Elementarstufe ihre Gültigkeit bei.

Adresse des Autors: Obering. E. Felix, c/o Zellweger AG, Apparate- und Maschinenfabrik, CH-8610 Uster

Literaturhinweise

[1] S. S. Kowner, Mathematische Methoden zur Erforschung der Faserbewegung in Verzugsprozessen. Staatlicher Verlag für wissenschaftliche technische Literatur der Leichtindustrie Moskau 1957 (nur in russischer Sprache, im Buchhandel vergriffen)

Der Verfasser geht vorerst auch den Weg über das erwähnte vereinfachte Modell. Er kommt zur gleichen Lösung für den Amplitudengang, vernachlässigt aber bewusst die Phasenlage. Das Schwergewicht seiner Arbeit liegt jedoch darin, über das vereinfachte Modell hinaus eine allgemeine analytische Form über den Verzugsprozess zu finden.

[2] A. G. Sewostjanow, Moskauer Textilinstitut, Technologie der Textilindustrie 1959, H. 1, S. 79–89, H. 2, S. 52–65. Deutsche Uebersetzung von Obering. C. Mierisch, Heidelberg

Der Verfasser untersucht theoretisch den Verzugsprozess bei stationären und nichtstationären Bedingungen. Die umfangreiche Arbeit basiert weitgehend auf der theoretischen Erklärung experimenteller Untersuchungsergebnisse.

[3] E. Felix, Zellweger AG Uster, Handbuch zum Spektrographen «Uster», 1959, II. Teil, S. 6

[4] F. Vroomen, Centexbel Verviers, Théorie de l'étirage par grappes en préparation de filature

[5] P. Profos und H. Gelpke, Zur praktischen Durchführung der Optimierung der Reglereinstellung bei stochastischer Bewegung der Störgrösse. Neue Technik 10, Nr. A3, S. 145–155 (1968)

Automatisierte Fadenüberwachung und Kontrolle

Dr. E. Loepfe

DK 677.052.7
:65.011.56

Zusammenfassung

Es wird eine allgemeine Uebersicht über die elektronische Fadenkontrolle an textilen Produktionsmaschinen gegeben. Anhand ausgewählter Beispiele wird näher auf einige besondere Aufgaben eingegangen, und es werden die Methoden diskutiert, die bei deren Lösung zur Anwendung kommen.

Textile Fäden sind vor ihrer Vereinigung zu einem Flächenverband ziemlich verletzliche Gebilde. Dazu kommen die hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten an modernen Textilmaschinen, die die Zugriffzeiten für Ueberwachungszwecke derart verkürzen, dass rein mechanisch arbeitende Kontrollvorrichtungen in vielen Fällen am Ende ihrer Möglichkeiten angelangt sind. Anderseits bietet die moderne Elektronik in Form der Halbleiter-Bauelemente ausserordentlich wirkungsvolle Mittel an, die sich für den Einsatz im Zusammenhang mit den hier zur Debatte stehenden Aufgaben geradezu aufdrängen. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass diese Mittel allein oft nicht viel nützen, da die zu überwachenden Grössen nicht elektrischer Natur sind und vorerst mit Hilfe geeigneter Wandler der elektronischen Verarbeitung zugänglich gemacht werden müssen. Und gerade dieser Schritt ist oft der mühsamste und erfordert in vielen Fällen ganz spezielle, nur auf diese eine Aufgabe zugeschnittene Massnahmen.

Einen Einblick in das Wesen der Schwierigkeiten, die beim Einsatz rein mechanischer Ueberwachungs- und Kontrollvorrichtungen auftreten, liefert das folgende Rechenbeispiel: Welche mittlere Leistung ist erforderlich, um ein Gramm Masse in zehn, einer und einer zehntel Millisekunde einen Zentimeter weit zu bewegen? Aus Abbildung 1 ist ersichtlich, dass dem Vordringen in den Submillisekundenbereich mit mechanischen Mitteln eine fast unüberwindliche Barriere gegenübersteht, da hierfür Leistungen in der Ordnung von Kilowatt notwendig sind, die in krassem Gegensatz zu den im Grammbereich liegenden Fadenkräften stehen. Man muss

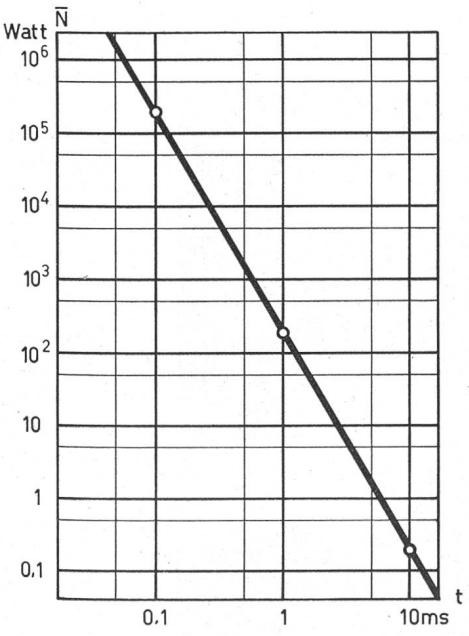


Abb. 1

1 g Masse wird aus der Ruhe durch eine konstante Kraft 1 cm weit bewegt. Im Graphen ist die dazu nötige mittlere Leistung N (Watt) in Funktion der Zeit t (Millisekunden), nach welcher die Bewegung beendet sein soll, aufgetragen

daher möglichst masselos arbeiten, d. h. die am Faden zu überwachenden Grössen sollen ohne den Umweg über makroskopische Mechanik in elektrische Grössen umgewandelt werden.

Um einen Ueberblick über die heute bekannten Vorrichtungen zu gewinnen, sind diese in Tabelle 1 nach bestimmten Gesichtspunkten geordnet: Unter «Spulenwächter» werden diejenigen Vorrichtungen zusammengefasst, die den Füllstand von Garnträgern überwachen, wie Konenwächter, Kopswächter, Schussspulfühler u. ä. Mit dem Begriff «Fadenwächter» werden Vorrichtungen bezeichnet, die im wesentlichen nur zwei Zustände des freien Fadens kontrollieren. Diese Gruppe ist weiter unterteilt in Anwesenheitswächter, Laufwächter und Bewegungswächter. Der Anwesenheitswächter liefert eine Aussage über Aufenthalt bzw. Abwesenheit des Fadens in einem vorgegebenen Raumintervall, der Lauf-

Tabelle 1

Uebersicht über die elektronischen Fadenkontrollvorrichtungen an textilen Produktionsmaschinen

Bezeichnung, Funktion	Anwendungsbeispiele
Spulenwächter	Konenwächter an schützenlosen Webmaschinen Füllstandswächter an Lieferwerken Schussspulfühler an Webstühlen Kopswächter an Spulmaschinen
Fadenwächter	
Anwesenheitswächter	Fadenwächter an Düsenwebmaschinen Fadenwächter an Zwirnmaschinen Fadenwächter an Wirkmaschinen
Laufwächter (longitudinal)	Fadenwächter an Spulmaschinen Schusswächter an Webstühlen Schusswächter an schützenlosen Webmaschinen
Bewegungswächter (transversal)	Fadenwächter an Spulmaschinen Schusswächter an Webstühlen
Strukturkontrolle	Fadenreiniger Noppenzähler Rauhigkeitskontrolle

Anwesenheitswächter werden oft in Laufwächter oder Bewegungswächter übergeführt, um die Gleichstromverstärkung zu umgehen

wächter über Lauf bzw. Stillstand in der Fadenlängsrichtung und der Bewegungswächter über Bewegung bzw. Ruhe in transversaler Richtung. Die letzte Gruppe endlich ist unter dem Begriff «Strukturkontrolle» eingeordnet. Diese Vorrichtungen überwachen kontinuierlich bestimmte charakteristische Grössen des Fadens und werten die Messergebnisse auch automatisch aus.

Von all diesen Vorrichtungen fallen die meisten in der Sprache des Regeltechnikers unter den Begriff «Steuerungen». Geschlossene Regelkreise sind meist nur in rudimentärer Form anzutreffen, zum mindesten derart, dass die subtileren Werkzeuge der Regelungstheorie, wie Stabilitätskriterien, meist nicht benötigt werden. Im Sprachgebrauch der Kybernetik allerdings sind einige der angeführten Systeme echte Automaten, da der Mensch vollständig aus dem Wirkungskreis ausgeschaltet ist. In den folgenden Abschnitten werden nun einige repräsentative Beispiele näher erörtert, und zwar die Spulenwächter, die Laufwächter und die Fadenreiniger.

Spulenwächter

Bei sich leerenden Garnkörpern besteht das Problem, den Moment des Leerlaufens zu ermitteln und den Abspulprozess zu unterbrechen, solange das Ende des Garnvorrats noch greifbar ist; im Falle von Lieferwerken muss erneut Garn auf die Messtrommel gewickelt werden, sobald der Garnvorrat einen bestimmten Wert unterschritten hat.

Die bekanntesten Vorrichtungen zur Bewältigung dieser Aufgabe arbeiten optisch. Der Garnträger wird mit einem Reflektor versehen, der Lichtstrahlen zurückwirft, sobald die darüberliegenden Garnwindungen dies erlauben. Werden als Lichtreflektoren gewöhnliche Spiegel verwendet, so zeigt es sich jedoch, dass das Einhalten der durch das Reflexionsgesetz bestimmten Geometrie zwischen dem Lichtsender, dem Reflektor und dem Lichtempfänger in der Praxis Schwierigkeiten bereitet. Diese können überwunden werden, indem man die Autokollimation zu Hilfe nimmt. Der Reflektor – ein sogenannter Rückstrahler – besteht aus einer Vielzahl von Glaskugeln (Lüneburg-Linsen, Katzenaugen), die halbseitig verspiegelt sind (Abb. 2) und einfallende Lichtstrahlen

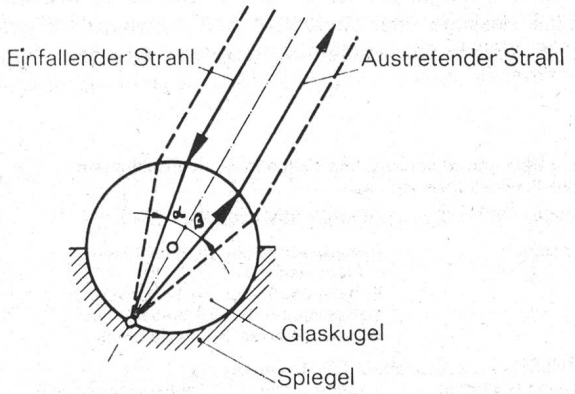


Abb. 2

Strahlengang in einer Glaskugel des Rückstrahlers. Durch geeigneten Brechungsindex wird erreicht, dass ein einfallender Lichtstrahl im hinteren, zur Einfallsrichtung gehörenden Pol der Kugel auftrifft. Es ist leicht einzusehen, dass aus Symmetriegründen der austretende Strahl parallel zum einfallenden verläuft. Diese Eigenschaft gilt dann angenähert auch für andere parallel zur angenommenen Achse verlaufende Strahlen. Die Konfiguration lässt sich um den Kugelmittelpunkt drehen, woraus folgt, dass jedes beliebige Parallelstrahlbündel unabhängig vom Einfallswinkel stets in sich selbst zurückgeworfen wird

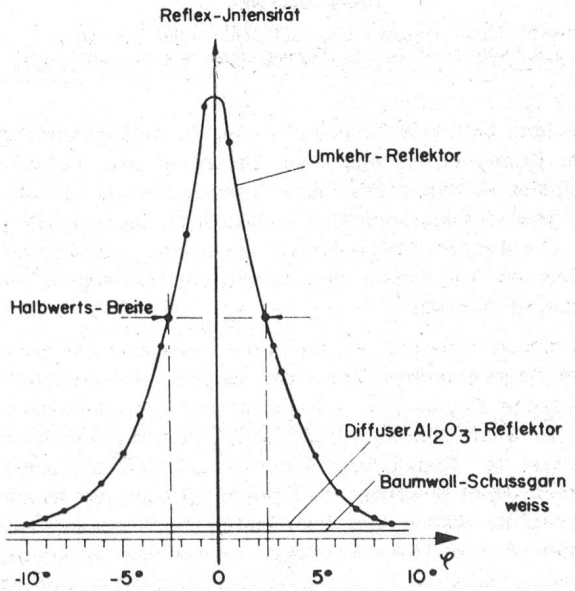


Abb. 3

Intensitätswinkelverteilung von Umkehrreflexion und diffuser Reflexion

in guter Näherung wieder zum Ausgangspunkt zurückwerfen[1]. Die Streuung ist erstaunlich klein und beträgt für den Grossteil der Strahlen nur wenige Grade (Abb. 3). Dieser Umstand erfordert in der Optik jedoch besondere Massnahmen, denn bei den praktisch vorkommenden Strahllängen haben Sender und Empfänger keinen Platz nebeneinander, falls sie im wirksamen Winkelbereich liegen sollen. Man lässt daher Sende- und Empfangsstrahlen koaxial verlaufen und trennt beide Strahlsysteme mit Hilfe von physikalischen Strahlteilern (halbdurchlässige Spiegel, Abb. 4). Abbildung 5 zeigt eine Phantomaufnahme einer solchen Optik, und die Abbildungen 6 und 7 illustrieren zwei Anwendungen.

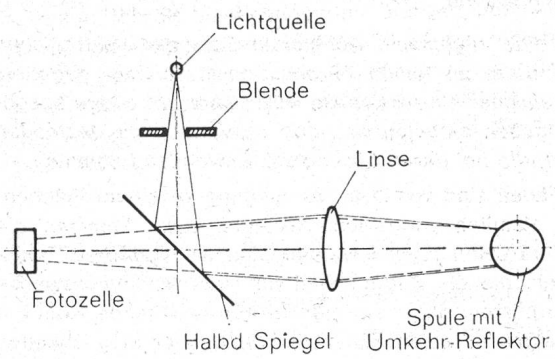


Abb. 4

Strahlengang im optischen Tastkopf

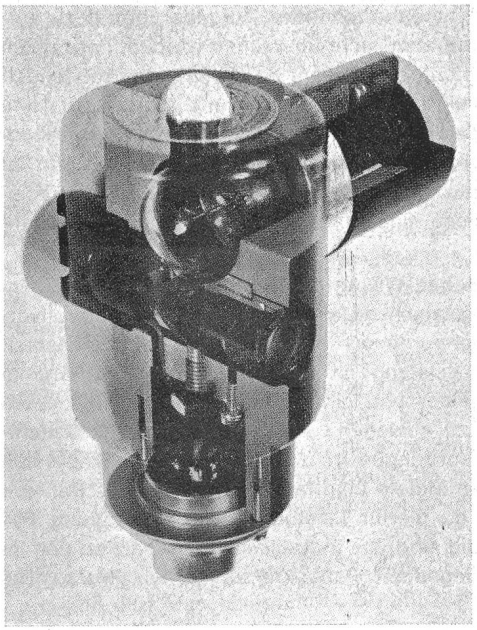


Abb. 5

Phantomaufnahme des optischen Tastkopfes

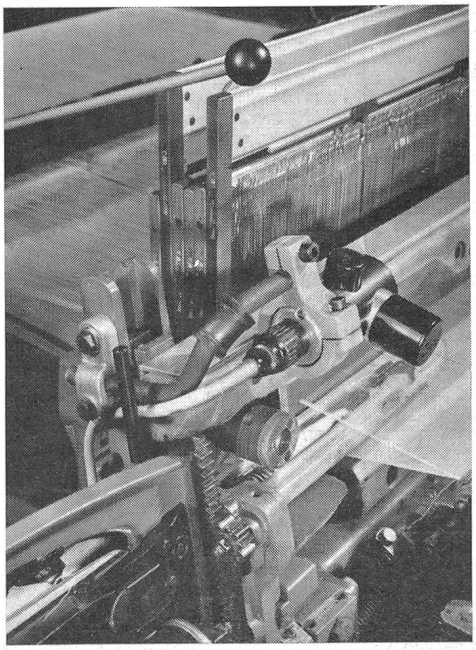


Abb. 6

Optisch-elektronischer Schussfühler an einer Schützenwebmaschine

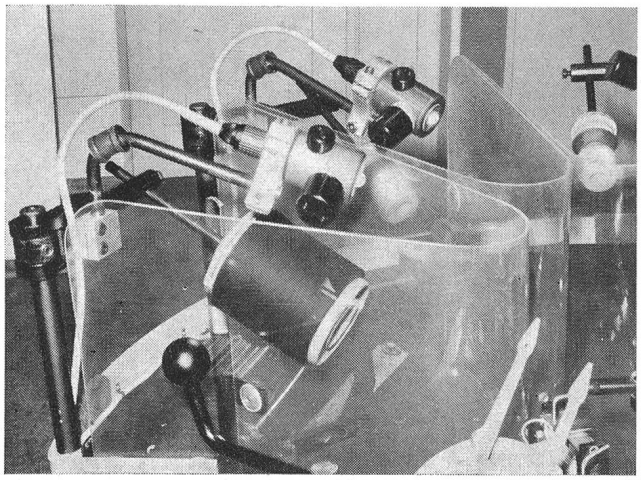


Abb. 7
Optisch-elektronischer Konenwächter an einer Mehrfarben-Projektil-Webmaschine

Laufwächter

Mit den Fadenlaufwächtern will man eine Aussage darüber erhalten, ob sich der Faden in seiner Längsrichtung bewegt oder ob er ruht. Als Singularität des letzteren Zustandes wird die Abwesenheit des Fadens miteinbezogen. Das Bezugssystem kann ruhend sein, z. B. bei stationär angebrachten Schusswächtern an schützenlosen Webmaschinen, oder es kann selbst eine Bewegung ausführen; bei konventionellen Schützenwebstühlen z. B. wird das Wächterorgan in den Schützen eingebaut, und man kontrolliert den Lauf des Fadens relativ zum Schützen.

Das allgemein angewandte Prinzip besteht in der Herleitung eines elektrischen Dauersignals vom laufenden Faden, das bei Stillstand oder bei Abwesenheit ausfällt. Der Geber liefert das Signal als stochastische Zeitfunktion in der Art einer Rauschspannung. Die Aufgabe aus der Sicht des Elektronikers besteht in der Umformung dieses stochastischen Signals in eine wohldefinierte Gleichspannung, die für den Zustand «Lauf» einen bestimmten Wert L und für den Zustand «Ruhe» einen anderen Wert R haben soll. Die beiden wichtigen Bedingungen sind, dass erstens oberhalb einer bestimmten Fadengeschwindigkeit stets der Zustand L und unterhalb stets R herrscht und dass zweitens der Uebergang L → R bzw. R → L der entsprechenden Geschwindigkeitsänderung des Fadens ohne wesentliche Verzögerung folgt. Die erste Bedingung soll möglichst unabhängig von Fadenmaterial und -querschnitt erfüllt sein, und dies sowohl im Kurzzeitbereich (Millisekunden) wie im Langzeitbereich (Monate). Der zweiten Bedingung kommt entscheidende Bedeutung zu bei intermittierendem Fadenlauf, denn am Ende jedes Laufintervalls liefert der Wächter auch im Intaktfall das Ausgangssignal R. Soll der Wächter das volle Laufintervall erfassen, so muss auch ein am Schluss desselben auftretender Fadenbruch noch sauber vom Intervall-Ende unterschieden werden können. Das ist aber nur möglich, wenn der L → R-Uebergang genügend schnell erfolgt, so dass die Streuung in der Dauer des Ueberganges klein wird.

Ein bekanntgewordener Geber für den skizzierten Zweck benützt den Piezo-Effekt: Der Faden wird über einen piezoelektrisch wirksamen Körper geführt (Abb. 8) und erzeugt in diesem mechanische Vibrationen; diese wechselnden Kontraktionen und Dilatationen bewirken eine wechselnde Polarisierung im Kristallgitter und zwingen demselben ein der Deformation proportionales elektrisches Moment auf, das makroskopisch wahrnehmbar ist und als Signalspannung im erwähnten Sinn verarbeitet werden kann. Die Signalerzeugung erfolgt also auf dem Umweg über die Festkörperelastizität. Das hat zwei wichtige Konsequenzen. Einmal ist die Erregung an die mechanische Reibung zwischen Faden und Piezo-Körper gebunden; entsprechend ist das System empfindlich auf Oberflächenstrukturen und auf die geometrische Anordnung. Sodann besitzt es einen grundsätzlichen Störeingang, nämlich die Erregung durch Erschütterungen; es muss daher stossgeschützt montiert werden. Eine praktische Ausführung für schützenlose Webmaschinen zeigt Abbildung 9.

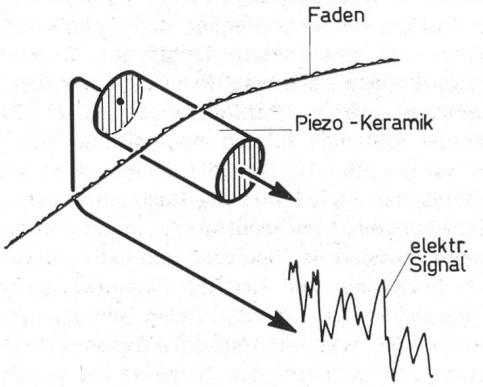


Abb. 8
Prinzip des piezo-elektrischen Fadenwächters

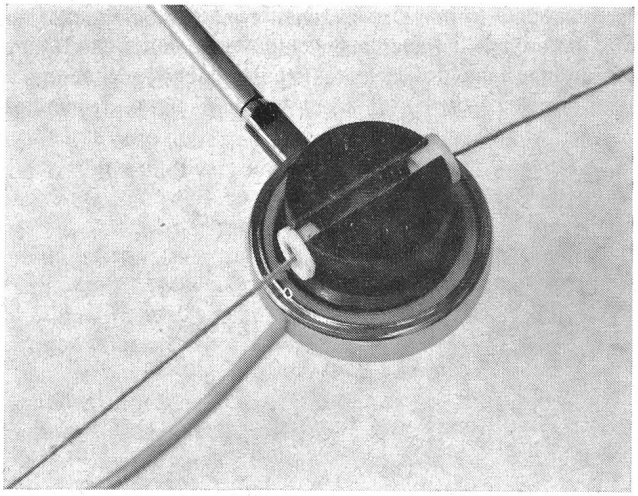


Abb. 9
Piezo-elektrischer Fadenwächter für schützenlose Webmaschinen. Unter dem Faden ist der zylindrische Körper aus Piezo-Keramik sichtbar

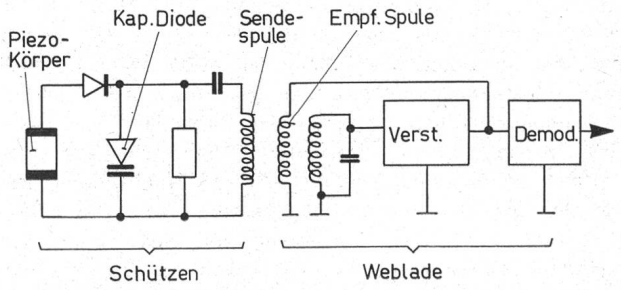


Abb. 10
Piezo-elektrischer Schusswächter für Schützenwebstühle, Signalextraktion: Das System in der Ladenbahn stellt einen Hochfrequenzgenerator dar, wobei die Rückkopplungsspule zugleich Kopplungsspule zum Schwingkreis im Schützen ist. Beim Energieentzug durch den Schützenkreis wechselt der Stationärzustand des Oszillators und bewirkt eine Veränderung der Schwingungsamplitude

Soll dieser Wächter im Webschützen arbeiten, so stellt sich das zusätzliche Problem der Uebertragung des Signals vom bewegten Schützen auf einen festen Empfänger. Gemäss einem bekannt gewordenen Vorschlag[2] kann dazu der Energieaustausch zwischen zwei im Hochfrequenzgebiet schwingenden elektrischen Systemen zufolge magnetischer Kopplung ausgenützt werden (Abb. 10). Im Falle der Erregung des Piezo-Körpers durch den Faden wird die Resonanzfrequenz des passiven Schwingkreises im Schützen durch eine Varactor-Diode verändert. Passiert der Schützen den aktiv schwingenden Kreis im Empfänger und sind die Eigenfrequenzen beider Kreise gleich, so entzieht der Schützenkreis dem Empfängerkreis Energie, was als Unterscheidungsmerkmal zwischen intaktem und gebrochenem Schussfaden ausgewertet werden kann.

Gewisse Schwierigkeiten erwachsen aus der schwachen realisierbaren Kopplung der beiden Schwingkreise, die einen schwachen detektierbaren Effekt zur Folge hat. Dementsprechend bereitet die Ausschaltung externer Störfelder, herrührend von Motoren, Schaltschützen, Reibungsladungen, vibrierenden magnetischen Teilen u. a., im rauhen Webereibetrieb einige Sorgen.

Im weiteren ist die Diskrepanz zwischen dem Störpegel vom Mehrhundertfachen der Erdbeschleunigung, verursacht durch die Stossprozesse bei Schützenschlag und Schützenbremsung, und den mit Grammen zu messenden Reibungskräften zwischen Faden und Piezo-Körper zu meistern.

Ein anderer, wenig bekannter Effekt, nämlich die Ladungsverschiebung an den Grenzflächen zweier reibender Körper, wird neuerdings in Fadenlaufwächtern ausgenützt. Die Grundanordnung besteht in einer Reibungsfläche aus Keramik, über die der Faden läuft (Abb. 11), und einer in unmittelbarer Nähe der Reibungszone angebrachten Elektrode, in der Potentialschwankungen influenziert werden. Es handelt sich nicht im eigentlichen Sinne um elektrostatische Aufladung; diese bleibt längere Zeit (Sekunden bis Stunden) auf Nichtleiterflächen bestehen. Im Gegensatz dazu wird beim tribo-elektrischen Laufwächter unmittelbar die Ladungsverschiebung ausgenützt; eine merkliche Nachwirkung besteht im ausgewerteten Frequenzbereich nicht. Der Effekt hat primär auch keine Beziehung zur makroskopischen Rauhigkeit des Fadens; er existiert sowohl bei Stapelgarnen, Endlosgarnen, monofilen Fäden wie auch bei metallischem Lamé. Der tribo-elektrische Fadenwächter stellt einen Wandler dar, der die Bewegungsenergie des Fadens direkt in elektrische Energie umwandelt, also ohne den Umweg über mechanische Grössen. Dementsprechend bestehen auch keine direkten Störeingänge mechanischer Art. Abbildung 12 zeigt

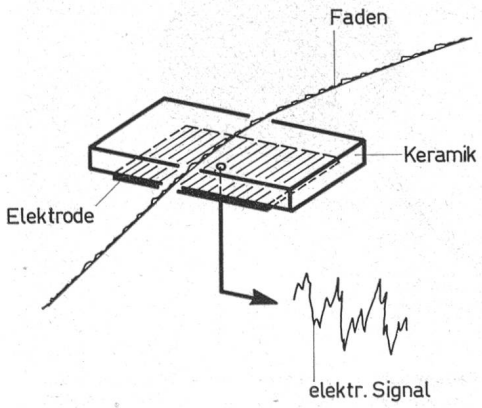


Abb. 11
Prinzip des tribo-elektrischen Fadenwächters

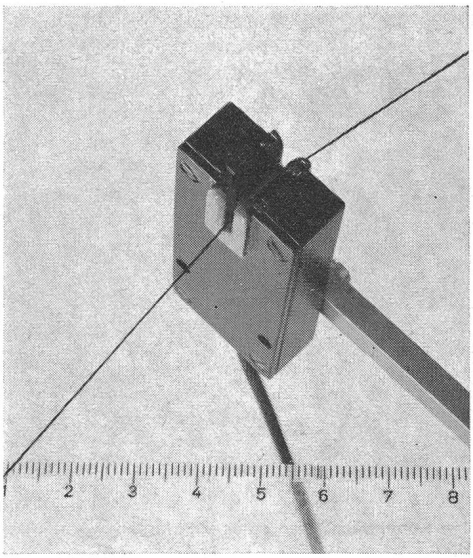


Abb. 12
Tribo-elektrischer Schusswächter für schützenlose Webmaschinen

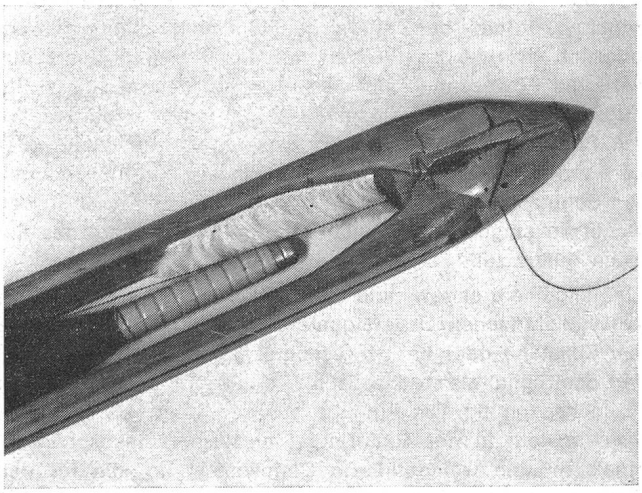


Abb. 13
Webschützen mit tribo-elektrischem Schusswächter für konventionelle Automatenwebstühle

den Wächter in einer Ausbildung für schützenlose Webmaschinen, und in Abbildung 13 ist ein mit einem tribo-elektrischen Schusswächter ausgerüsteter Schützen für konventionelle Automatenwebstühle abgebildet.

Fadenreiniger

Mit Hilfe des Fadenreinigers führt man eine Strukturkontrolle an Stapelgarnen durch. In jedem Zeitpunkt des Fadenlaufs werden bestimmte Grössen gemessen und ausgewertet. Das vom Wandler gelieferte elektrische Signal ist das Abbild der Fadenstruktur, und der Auswertekreis ist so eingerichtet, dass er dann einen Impuls an die Trennvorrichtung abgibt, wenn vorgegebene Grenzwerte über- beziehungsweise unterschritten werden (Abb. 14). Die fehlerhafte Stelle wird entfernt und der Faden wieder zusammengeknotet.[3 4]

Eine der Schwierigkeiten liegt in der Konzeption des Auswertekreises. Die visuelle Beurteilung eines Garnfehlers gehorcht den Gesetzmässigkeiten des Gesichtssinnes, und diese Gesetzmässigkeiten müssen in die Sprache der elektrischen Signale übertragen werden, mit denen der Auswertekreis zu tun hat.

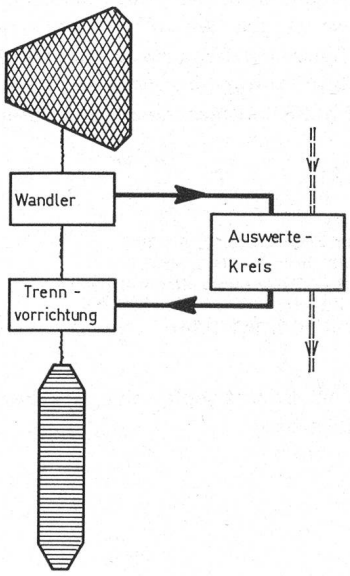


Abb. 14

Schema des elektronischen Fadenreinigers. Neben dem Wandlersignal kann der Auswertekreis, wie in der Abbildung angedeutet, auch von der Spulmaschine abgeleitete Signale empfangen und an verschiedene Ausgänge Steuersignale abgeben

Die Methoden zur Auffindung einer geeigneten Konzeption sind der experimentellen Psychologie entlehnt. Mehrere Versuchspersonen beurteilen Garnfehler in ihrer richtigen Umgebung, d. h. im Gewebe oder Gewirk. Sie haben die Aufgabe, eine Reihe verschieden gearteter Fehler in eine Präferenzordnung zu bringen, indem sie diese nach dem subjektiven Eindruck «störend — weniger störend» klassieren. Ist eine solche subjektive Ordnung gefunden, so besteht der zweite Teil der Aufgabe darin, die Fehler auf Grund objektiv messbarer Grössen in dieselbe Rangfolge zu bringen. Diese messbaren Grössen bzw. deren Verknüpfung sind sodann dem elektronischen System einzuverleiben. Man hat aus naheliegenden Gründen ein Interesse daran, mit möglichst wenig Grössen auszukommen; Hinweise hierüber können wiederum aus der Experimentalpsychologie gewonnen werden, u. a. aus dem Gebiet der optischen Täuschungen (Abb. 15) und der Gestaltwahrnehmung (Abb. 16).

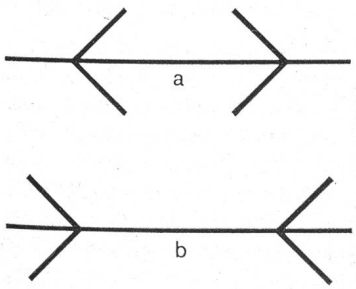


Abb. 15

Die bekannte Müller-Lyer-Figur mit der optischen Täuschung a < b zeigt deutlich, dass es wesentlich darauf ankommt, in welche Umgebung (in der Sprache der Psychologie in welches «Umfeld») man eine betrachtete Figur bringt

Die sinnfälligsten Grössen eines Garnfehlers sind dessen Quer- und Längsdimensionen. Bei der Bestimmung der Querdimension muss man sich entscheiden, wieweit kleinere Unregelmässigkeiten geglättet oder mitberücksichtigt werden

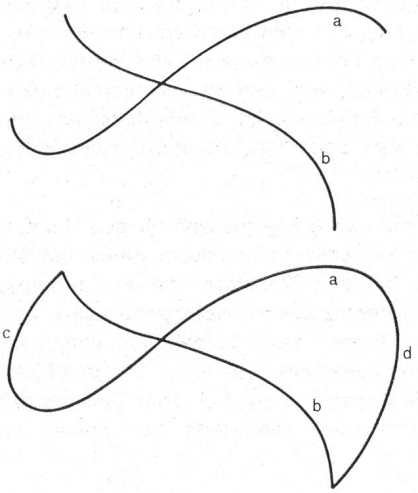


Abb. 16

Aus dieser Figur ist ersichtlich, dass das Auge die Tendenz hat, zu vereinfachen, eine Figur als Ganzes aufzufassen. Die Grundlinien a, b treten in der mit Hilfe von abschliessenden Linien c, d gebildeten unteren Figur nicht mehr hervor

sollen. Die Ermittlung eines Längenmasses ist mit grösseren Schwierigkeiten verbunden, da jeder störende Garnfehler in statistisch bedingte Ungleichmässigkeiten eingebettet ist. Auf Grund geometrischer Erwägungen allein kann daher nicht entschieden werden, wo ein Fehler beginnt und wo er aufhört, d. h. nach welchen Regeln seine Länge zu bestimmen ist. Hier hilft nur das Experiment weiter, das den Gesichtssinn miteinbezieht.

Aus den elektronischen Möglichkeiten der Konzeption des Auswertekreises haben sich bis heute zwei herauskristallisiert. Die eine führt das Querschnittssignal in elektrische Filter und verknüpft vergangene Querschnittsinformation mit momentaner; auf dem Umweg über zeitliche Speicherung wird somit die Längeninformation erhalten und im selben Prozess mit der Querschnittsinformation verknüpft. Der Hauptvorteil dieser Methode liegt in deren Einfachheit, der Hauptnachteil in der beschränkten Anpassungsfähigkeit an die Mannigfaltigkeit der Garne. Die zweite Methode leitet neben der Querschnittsinformation eine unabhängige Längeninformation her, indem von denjenigen Garnabschnitten, die einen bestimmten Querschnitt überschreiten, die Länge gemessen wird. Da beide Informationen unabhängig von einander zur Verfügung stehen, ist man in der Wahl der Verknüpfung freier, und die Anpassung an die verschiedenen Garnarten ist entsprechend besser. Dagegen ist der Aufwand erheblich grösser.

Die vorstehenden Ausführungen sollen zeigen, dass textile Fäden und Elektronik sich gut vertragen, und es ist die feste Ueberzeugung des Verfassers, dass der moderne Textilmaschinenbau in Zukunft noch in vermehrtem Masse aus dieser Verträglichkeit Nutzen ziehen wird. Die Elektronik ist in den letzten zehn Jahren auch in ihrer industriellen Anwendung derart populär geworden, dass der Nichtelektroniker die früher übliche Skepsis gegenüber dem unverständlichen Drahtgewirr weitgehend verloren hat. Während früher die meisten Textilfachleute noch grosse Bedenken gegen die Elektronik an textilen Produktionsmaschinen äusserten, erlebt man heute oft das Gegenteil, nämlich ein geradezu beängstigend kritikloses Vertrauen in alles, was den Namen Elektronik zu Recht oder Unrecht trägt. Man nimmt mit Selbstverständlichkeit an, die Elektronik sei das Universalheilmittel für Schwierigkeiten jeglicher Art. Insbesondere setzt man in einem komplexen Steuer- oder Regelsystem vom Elektronikteil im engeren Sinne, d. h. der Signalver-

arbeitung, einfach voraus, dass er «läuft». Bei den Gliedern am Eingang und Ausgang, d. h. den Wandlern und den Ausführungsorganen, ist man eher zu Konzessionen bereit. Dies aus dem einfachen Grunde, weil hier der Nichtelektroniker noch versteht, was die Elektronik mit seiner Maschine tut, und ihm demzufolge hier noch eine objektive Beurteilung der Sachlage möglich ist.

Diese Wandlung hat wichtige Konsequenzen für den Hersteller von industrieller Elektronik. In positivem Sinne hat sie zur Folge, dass man bei den Wandlern und Ausführungsorganen eher an die Toleranzgrenzen herangehen darf, weil einem Ausfall dieser Glieder mehr Verständnis entgegengebracht wird als dem signalverarbeitenden Teil. In negativem Sinne bewirkt sie dagegen, dass bei jeder Störung der Gesamtanlage mit Sicherheit zuallererst der Fehler im «elektronischen Kasten» gesucht wird; hier muss also äusserst vorsichtig dimensioniert werden. Wenn man aber diesen Tatsachen gebührend Rechnung trägt, so stehen heute der Elektronik gerade in ihrer Anwendung für die Fadenüberwachung an textilen Produktionsmaschinen die Türen offen.

Literatur

[1] W. Eichenberger, E. Loepfe, Der Elektroniker 2, 3 (1963)
[2] P. Dosch et. al., Schweiz. Patentschriften 441172, 455672
[3] W. Hranitzky, Loepfe-Revue 6, 5 (1967) (Firmenzeitschrift der Aktiengesellschaft Gebrüder Loepfe, Zürich)
[4] W. Hranitzky, Melliand Textilberichte 9, 1032 (1968)

Adresse des Autors: Dr. sc. nat. Erich Loepfe, dipl. Physiker, Sennhofstrasse 44, 8125 Zollikerberg

---

Steuerungen und Regelungen an Streckzwirnmaschinen

Dipl.-Ing. F. Graf

DK 677.051.125:3
! 62-52 Gr

Zusammenfassung

Die Maschinenleistung und die Produktqualität können gesteigert werden mit programmierter Spindeldrehzahl. Ein Lochstreifen als Programmgeber liefert den Sollwert an den geregelten Thyristor-Gleichstromantrieb.

Für die Temperaturregelung von Heizplatten werden elektronische Regler in grossen Stückzahlen eingesetzt. Trotz guter Regelung können längs der Heizplatte grosse Temperaturunterschiede auftreten.

1. Der Arbeitsvorgang beim Streckzwirnen

Die Streckzwirnmaschinen (Abbildung 1) verstrecken und zwirnen synthetische Endlosfäden, z. B. aus Polyamid oder Polyester, von der feinsten Strumpfseide bis zum stärksten Reifenkord. Eine Maschine verarbeitet im Dreischichtenbetrieb gleichzeitig 160 Fäden bei Geschwindigkeiten bis 1200 m/min. Die Maschinen stehen in einem chemischen, nicht in einem Textilbetrieb.

Abbildung 2 zeigt den Streckzwirnprozess einer einzelnen Arbeitsstelle schematisch. Das Ausgangsmaterial – der aus der Polymerschmelze durch eine viellöchrige Düse gesponnene Faden – wird in Form einer zylindrischen Spinnspule vorgelegt. Zwischen dem langsam laufenden Lieferwerk und der schneller laufenden Streckrolle wird der Faden auf die 3- bis 5fache Länge plastisch verstreckt, nicht um den Faden feiner zu spinnen, sondern um ihm die geforderte Festigkeit und Elastizität zu geben. Die Zwirnvorrichtung entspricht derjenigen an Ringzwirnmaschinen: Ein Läufer gleitet, gezogen durch den Faden, auf dem Zwirnring und sorgt zusammen mit der rotierenden Spindel für Aufspulung und Zwirnerteilung. Die vertikale Bewegung des Rings verteilt den Faden gleichmässig nach Programm. Alle 160 Streckzwirnstellen werden durch Längswellen vom Antriebskopf gemeinsam angetrieben.

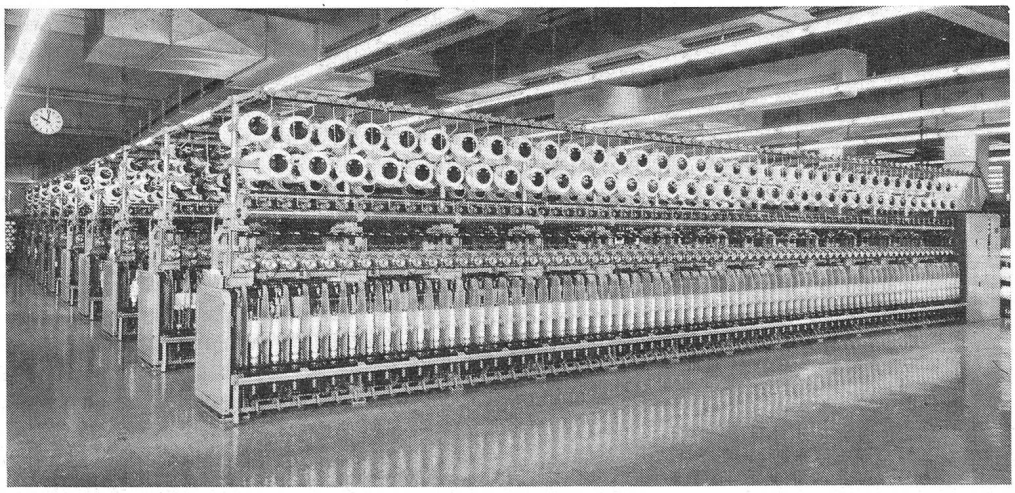


Abb. 1 Rieter-Streckzwirnmaschine Typ J5/10

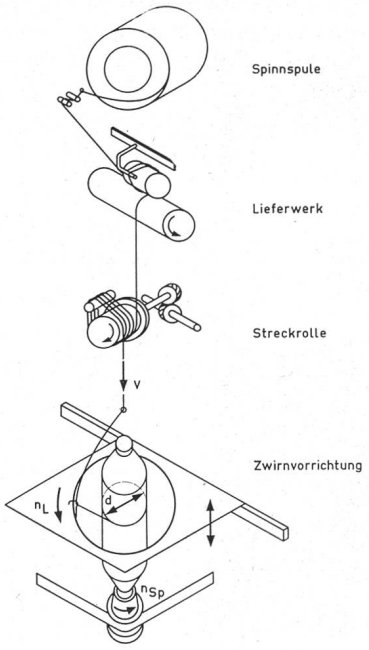


Abb. 2 Streckzwirnprozessschema

2. Variable Spindeldrehzahl

2.1 Technologie des Ringzwirnens bei hoher Fadengeschwindigkeit

Beim Streckzwirnen werden besondere Forderungen und Betriebsbedingungen an die Zwirnvorrichtung gestellt. Die Hauptaufgabe ist das Aufspulen des mit hoher konstanter Geschwindigkeit v gelieferten Fadens in Form einer möglichst schweren, verkaufsfertigen Packung. Dabei wird der Faden nur ganz schwach gezwirnt. Der sogenannte Schutzzwirn ist erwünscht für den guten Fadenschluss des Fibrillenbündels. Für die Festigkeit ist der Zwirn nicht von Bedeutung, da die Fibrillen endlos und von sehr hoher Gleichmässigkeit sind.

Die Ringzwirnvorrichtung ist wohl der einfachste und kleinste Apparat, um mit konstanter Geschwindigkeit gelieferten Faden aufzuspulen. Sie hat sich deshalb für diesen Anwendungsfall gegenüber den Kreuzspulmaschinen gut behauptet. Bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten und grossen Spulenformaten treten jedoch Schwierigkeiten auf. Das folgende Beispiel zeigt dies deutlich:

Abbildung 3, Kurve a, zeigt die bei stillstehendem Läufer theoretisch benötigte Spindeldrehzahl n_A für das Aufspulen der Fadengeschwindigkeit v = 1200 m/min in Abhängigkeit des zeitlich anwachsenden Aufwickeldurchmessers d. Im praktischen Betrieb muss eine minimale Läuferdrehzahl n_L von z. B. 3700 U/min vorhanden sein, um den Ballon stabil zu erhalten und eine genügende Fadenspannung sicherzustellen. Dies erfordert bei leerer Spule eine Spindeldrehzahl von 12 000 U/min, da: $n_{Sp} = n_A + n_L$ (Abbildung 3, Gerade b).

Die Differenz zwischen den Kurven a und b zeigt, dass die Läuferdrehzahl mit zunehmendem Aufwickeldurchmesser stark zunimmt; die Gleitgeschwindigkeit des Läufers auf dem 6''-Zwirnring steigt von 30 bei leerer Spule auf 74 m/s bei voller Spule. Bei vernachlässigbar kleiner Fadengeschwindigkeit und 12 000 Spindelumdrehungen/min wäre die Gleitgeschwindigkeit sogar 96 m/s. Selbst 74 m/s sind heute produktionsmässig nicht möglich, weil der Stahlläufer durch die Reibungswärme ausgeglüht wird und die hohe Gleitreibung am Ende des Spulenaufbaus zu hohe Fadenspannung

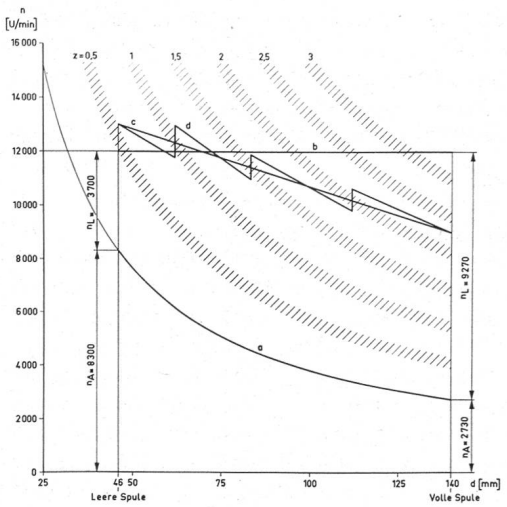


Abb. 3 Drehzahlen an der Zwirnvorrichtung in Funktion des Aufwickeldurchmessers d

verursacht. Auch die im Beispiel gewählte Spindeldrehzahl von 12 000 U/min ist für die heutigen Spindellagerungen beim vollen Spulengewicht von 3,5 kg nicht zulässig. Die hohe Produktionsgeschwindigkeit ist deshalb nur möglich, wenn die Spindeldrehzahl nach Abbildung 3 entlang der Kurve c während des Spulenaufbaus abgesenkt wird. Die Läufergeschwindigkeit steigt in diesem Fall im ersten Viertel der Laufzeit von 37 auf ca. 50 m/s und bleibt dann fast konstant; der Fadenspannungsverlauf wird günstig; die Spindellagerung ist nicht mehr überfordert, und der Leistungsbedarf ist stark reduziert, da der Anteil der Ventilationsverluste bei vollen Spulen sehr gross ist.

Der Zwirn t des Fadens, nachdem er über Kopf abgezogen wurde, beträgt nicht etwa

$$\frac{n_L}{v}, \text{ sondern } t = \frac{n_{Sp}}{v}$$

Er reduziert sich von 10,8 auf 7,5 Drehungen/m.

Da der Zusammenhalt des Fibrillenbündels auch mit Verkleben und Verflechten erreicht werden kann, wird dieser sehr niedere Zwirn akzeptiert.

Die Ringbank wird mit einer hydraulischen Steuerung auf und ab bewegt. Sie sorgt für die gleichmässige Verteilung des aufgespulten Fadens. Im Vergleich zur Fadengeschwindigkeit ist die Hubbewegung der schweren Ringbank sehr langsam, nur ca. 1 – 2 ‰. Der Faden wird deshalb in sehr engen Schraubenwindungen aufgespult, deren Steigungshöhe oft kleiner ist als der Fadendurchmesser. Die Fadenlagen verklemmen sich gegenseitig; das Abspulen bei der Weiterverarbeitung ist erschwert.

Um eine bessere Verkreuzung der Fadenlagen zu erreichen, werden die Ringe oft ca. 5° schräggestellt. In diesem Fall wird der Faden nicht als enge Schraubenlinie aufgewickelt, sondern als Sinuslinie mit sehr kleiner mittlerer Steigung. Wenn das Verhältnis zwischen Läuferdrehzahl = Sinusfrequenz und Aufspuldrehzahl = Umfangsfrequenz nahezu ganzzahlig oder auch halbzahlig ist, entstehen störende Bilder, wie sie in Abbildung 4 für das Verhältnis z = 0,85 bis 1,15 zeichnerisch dargestellt sind. Zwischen z = 0,95 bis z = 1,05 ist überhaupt keine Verkreuzung der Fäden da; bei 0,95 und 1,05 ist zudem die Fadenverteilung sehr schlecht; es entstehen schraubenlinienförmige Wülste, die zu Ablaufstörun-

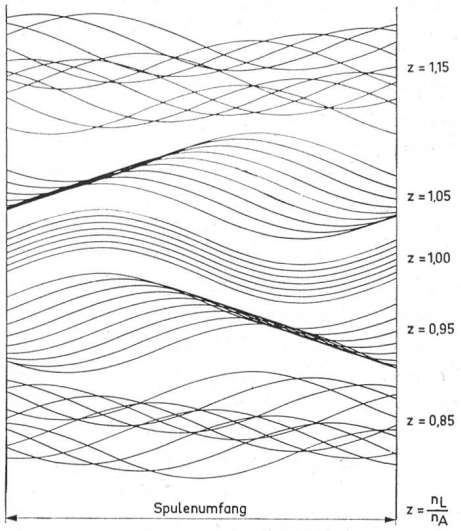


Abb. 4 Fadenbilder mit schräggestelltem Ring

gen führen. Diese kritischen Zonen lassen sich rechnerisch oder mit Stroboskopbeobachtung ermitteln. Sie wurden in Abbildung 3 als schraffierte Zonen eingetragen. Entlang Kurve b gelangen wir sechsmal in kritische Zonen, entlang Kurve c nur dreimal. Diese Wülste können sich nicht bilden, wenn wir mit dem Spindelantrieb mit maximaler Beschleunigung entsprechend Abbildung 3, Kurve d, durch diese Zonen durchfahren.

Die kritischen Zonen entsprechen den Spiegeln beim Kreuzspulen mit sogenannt «wilder Wicklung». Wir ändern zur Bildstörung auch die Frequenz des Fadenführers, nämlich die vertikale Sinusschwingung des Läufers. Leider müssen wir dazu nicht nur den leichten Läufer beschleunigen, sondern auch die schweren Spindeln und Spulen, die ja über den Faden den Läufer schleppen. Aus Leistungsgründen ist deshalb eine Bildstörung mit rascher, andauernder Drehzahlvariation, wie man sie bei Spulmaschinen kennt, nicht möglich.

Wir benötigen also zur Produktionssteigerung, Qualitätsverbesserung und Reduktion des Leistungsbedarfs einen Spindeldrehzahlverlauf nach Abbildung 3, Sägezahnkurve d, wobei die Form der Kurve und der zeitliche Ablauf von Liefergeschwindigkeit, Spulenformat, Fadenfeinheit und weiteren Variablen abhängt.

2.2 Die technische Lösung des Antriebsproblems

Für konstante Spindeldrehzahl treibt ein Käfigankermotor Spindeln und Streckwerk, die über Getriebe starr verbunden sind. Für variable Spindeldrehzahl standen uns folgende Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung:

- Antrieb der Maschine durch einen Käfigankermotor, wobei ein mechanisches oder hydrostatisches Variatorgetriebe zwischen konstant laufendem Streckwerk und variablen Spindeln verbindet.
- Antrieb mit zwei Motoren, wobei die Spindeln durch einen Drehstrom-Nebenschluss-Kommutatormotor oder durch einen Gleichstrommotor angetrieben werden, mit Ward-Leonhard- oder Thyristorsatz.

Der Zweimotorenantrieb gibt uns die Möglichkeit, das Streckwerk mit geringer Zeitverzögerung ohne Kupplungen zu starten. Diese Massnahme reduziert die Anfahrfadenbrüche.

Der Kommutatormotor war zu voluminös, und für die separate Aufstellung der Ward-Leonhard-Gruppe stand kein Platz zur Verfügung. Wir entschlossen uns deshalb für einen Gleichstromantrieb mit Thyristorspeisung, was vor 4 Jahren für Textilmaschinen eine neuartige Lösung war. Das Streckwerk wird nach wie vor von einem Käfigankermotor angetrieben. In Abbildung 5 ist der Antrieb schematisch vereinfacht dargestellt.

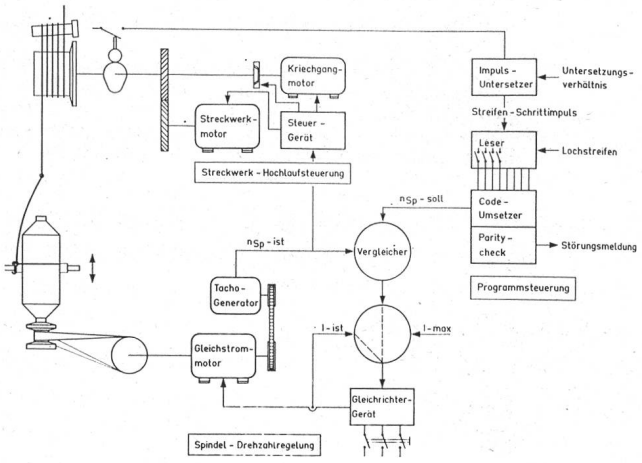


Abb. 5 Antriebsschema variable Spindeldrehzahl

Im Gleichrichtergerät wird der Dreiphasenwechselstrom mittels gesteuerten Halbleitern direkt in einen variablen Gleichstrom umgewandelt, zur Speisung des Motorankers. Die Erregung des Motorfeldes erfolgt mit konstantem Gleichstrom. Die Maximalleistung des Gleichrichtergerätes beträgt 40 kW, die Nennleistung des Motors jedoch nur 25 kW. Diese Kombination ist sinnvoll, weil der Motor nur kurzzeitig zum Beschleunigen mit 40 kW belastet wird. Der Gleichstrommotor treibt über eine 15 m lange Welle sämtliche 160 Spindeln. Der Gleichspannungs-Tachogenerator konnte aus Platzgründen nicht direkt auf der Nichtantriebsseite des Motors angekuppelt werden. Er sitzt auf dem Motor und wird durch einen schlupffreien Zahnriemen angetrieben. Dieser Antrieb muss sehr zuverlässig arbeiten, denn bei Ausfall des Riementriebes ist der Regelkreis unterbrochen, so dass der Antrieb ungeregelt auf 14 000 Spindelumdrehungen/min hochläuft, was bei vollen Spulen zu Maschinenschaden führen kann. Der Tachogenerator liefert den Drehzahl-Istwert zum Vergleicher. Die Differenz zwischen Ist- und Sollwert wird verstärkt und regelt das Gleichrichtergerät. Zum Schutz von Gerät und Motor ist ein Strombegrenzer vorgesehen. Der abgegebene Strom wird gemessen und mit dem eingestellten Grenzwert I-max verglichen. So lange I-ist kleiner ist als I-max, gelangt die Stellgrösse direkt zum Leistungsverstärker. Sobald am Ausgang des Gleichrichtergerätes I-max erreicht wird, sorgt der Stromregelkreis für die Begrenzung des Ankerstroms. Der Antrieb beschleunigt so immer mit dem Drehmoment, das I-max entspricht. Für den Betrieb ist diese Schutzvorrichtung wichtig, da der Drehzahlsollwert — wie wir noch sehen werden — treppenartig verläuft.

Bei Drehrichtungswechsel werden Tachogeber und Erregerwicklung des Gleichstrommotors umgepolt; die Wirkungsrichtung im Regelkreis bleibt natürlich dieselbe. Der beschriebene geregelte Gleichstromantrieb wird von der Maschinenfabrik Oerlikon für uns gebaut. Er besteht aus Standardelementen, die teilweise dem besonderen Anwendungsfall angepasst wurden.

Abbildung 6 zeigt das Regel- und Gleichrichtergerät der Maschinenfabrik Oerlikon. Es ist zur Wartung ausziehbar,

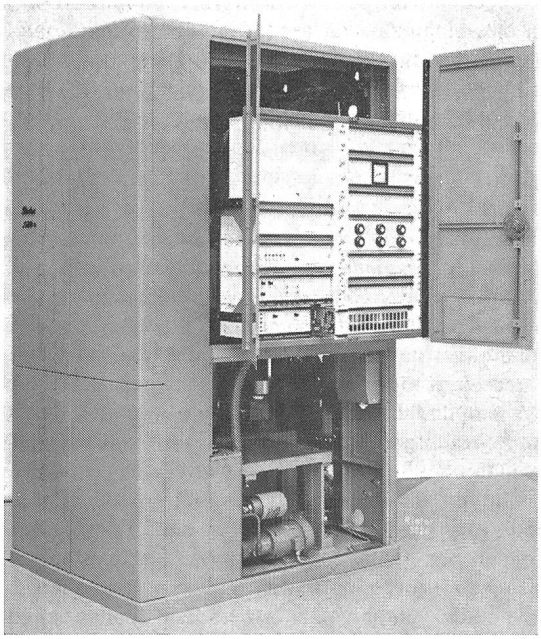


Abb. 6 Regel- und Gleichrichtergerät der Maschinenfabrik Oerlikon

hinten mit Vielfachsteckdosen versehen, und die einzelnen Steuer- und Regeleinschübe sind steckbar. Mehrere Kontrollampen und Messanschlüsse erleichtern die Störungssuche.

Die Programmsteuerung liefert den Drehzahlsollwert, welcher das Ende der im folgenden beschriebenen Steuerkette ist: Ein Impulsgeber gibt – angetrieben durch die Streckrollenwelle – Impulse ab, deren Frequenz genau proportional zur Fadengeschwindigkeit ist. Im Impulsuntersetzer werden diese Impulse gezählt, und nach Erreichen des eingestellten Wertes wird ein Schrittschaltimpuls an den Lochstreifenleser gegeben. Die mittlere Vorschubgeschwindigkeit des Lochstreifens ist deshalb genau synchron zur Fadengeschwindigkeit. Das Untersetzungsverhältnis des Untersetzers ist sehr feinstufig einstellbar – im Bereich 1:99 – und lässt sich, wenn nötig, mühelos erweitern. Mit mechanischen Mitteln wäre diese Aufgabe kaum vernünftig lösbar.

Der ein Zoll breite Lochstreifen mit acht Lochbahnen trägt das Drehzahlprogramm. Sieben Bahnen tragen die gewünschte Drehzahl in binärer Codierung, so dass Spindeldrehzahlen von 2100 bis 13 500 in Stufen von 100 U/min codiert werden können. Die übrigbleibende achte Bahn prüft die Funktion des Lesers. Wird für die Drehzahlcodierung eine ungerade Zahl Löcher benötigt, bleibt die Kontrollbahn ungestanzt, wird jedoch eine gerade Zahl benötigt, wird die Kontrollbahn gestanzt. So ist die Lochzahl aller acht Bahnen zusammen immer ungerade 1, 3, 5 oder 7. Der sogenannte «Parity-Check» kontrolliert die vom Leser gegebenen Informationen und gibt Störungssignal, sobald eine gradzahlige Lochzahl gelesen wird. Entweder liest dann der Leser falsch oder der Lochstreifen ist falsch programmiert.

Wir verwenden einen einfachen Leser, der den Streifen mechanisch abtastet. Er genügt vollkommen, da er nur ca. 20 Zeichen pro Stunde zu lesen hat. Die Streifen lassen sich im Briefumschlag ohne Zollformalitäten versenden, sind billig und wegen des langsamen Durchlaufes sehr dauerhaft. Beim Einschalten des Hauptschalters und bei jedem Stillstand der Maschine wird der endlose Lochstreifen automatisch vorwärts in die Ausgangsstellung gebracht, so dass nach dem Einlegen keinerlei Bedienung mehr erforderlich ist. Früher verwendeten wir als Programmträger Blechschablonen, die mechanisch abgetastet wurden. Das entsprechende Programmgerät war zwar viel einfacher, aber die Beschaffung der Blechschablonen wir immer zu langsam und teuer. Die Lochstreifen werden in den meisten Fällen von unseren Kunden selbst hergestellt. Der Code-Umsetzer addiert auf Grund der binären Lochung die Gleichspannung, die dem Drehzahlsollwert entspricht.

Da die Maschine mit aufgelegten Fäden hochläuft und abgebremst wird, sind bei Zweimotorenantrieb besondere Anforderungen zu stellen. Es war zuerst naheliegend, einen synchronen Hochlauf zu verwirklichen, wie er sich bei mechanisch gekuppeltem Antrieb bewährt hatte. Die Synchronisierung gelang einwandfrei, jedoch war der Aufwand für die Regelung recht gross. Da die Hochlaufzeit des Gleichstromantriebes für die Spindeln viel länger ist als die Hochlaufzeit des Käfigankermotors für das Streckwerk, musste die Beschleunigung des Streckwerkes mit einer geregelten Kupplung reduziert und konstant gehalten werden. Der während des Hochlaufes mit reduzierter Geschwindigkeit verstreckte Faden muss separat auf die Spindel aufgespult werden. Dieser Faden ist von schlechter Qualität und geht in den Abfall. Unseren Steuerungsspezialisten gelang es, ein Hochlauf- und Auslaufprogramm zu entwickeln, das die Abfallmenge drastisch reduzierte und sich sehr einfach verwirklichen liess. In Abbildung 7 ist der Programmablauf graphisch dargestellt. Der Spindelantrieb beschleunigt entsprechend der Maximalleistung des Gleichstromgerätes. Das Streckwerk liefert den Faden mit Kriechganggeschwindigkeit, so dass der Faden nicht überzwirnt wird. Hat die Spindeldrehzahl den vorgewählten Wert n_1 erreicht, startet die Hochlaufsteuerung den Streckwerkmotor. Er beschleunigt das Streckwerk sehr rasch; gleichzeitig löst die Kupplung des Kriechgangantriebes. Der Wert n_1 wird so gewählt, dass Streckwerk und Spindeln die Produktionsgeschwindigkeit gleichzeitig erreichen. Die Abfallmenge ist das Zeitintegral der Liefergeschwindigkeit. Sie konnte von der einfachschraffierten Dreiecksfläche bei synchronem Hochlauf auf die gekreuzt schraffierte Fläche reduziert werden. Die Auslaufsteuerung ist sehr ähnlich.

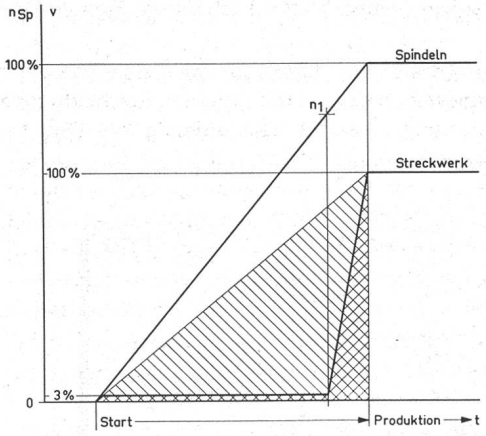


Abb. 7 Hochlaufprogramm

Das Beispiel zeigt, dass oft technologische Verbesserungen vom Steuerungsspezialisten gefunden werden, sofern er über die Maschine und den Prozess genau im Bilde ist, und dass eine einfache, wohldurchdachte Steuerung einer aufwendigen Regelung überlegen sein kann.

Sie fragen sich vielleicht, warum man nicht, anstatt das Drehzahlprogramm umständlich zu berechnen und über einen Lochstreifen einzugeben, entweder die Läuferdrehzahl oder die Fadenspannung misst und diese direkt als Regelgrösse verwendet. Das geht nicht, weil der Antrieb für 160 Arbeitspositionen gemeinsam ist. Wenn der Faden an der Mess-

position ausfallen würde, wäre der Regelkreis unterbrochen. Der Faden selbst darf deshalb weder an Steuerungen noch an Regelungen der Maschine beteiligt sein.

Die Ringbank wird mit Hilfe einer elektrohydraulischen Steuerung nach Programm auf und ab bewegt. Schablonen steuern über Endschalter die Lage der Umkehrpunkte gesetzmässig so, dass selbsttragende Böschungen entstehen. Randspulen sind bei feinen Fäden ungeeignet. Je nach den eingesetzten Schablonen entstehen unterschiedliche Spulenformen. Noch vor 10 Jahren bestand die elektrische Steuerung der Maschine aus einem Schalter für den Hauptmotor; alle übrigen Elemente wurden mechanisch angetrieben oder von Hand betätigt bzw. zurückgestellt. Heute wechselt das Bedienungspersonal nur noch die Spulen, fädelt neu ein bei Fadenbruch und drückt den Startknopf — alles andere ist automatisiert.

3. Vorrichtungen zum Heissverstrecken

3.1 Allgemeines

Einige synthetische Fadenmaterialien lassen sich nur bei erhöhter Temperatur (80 — 220 °C) verarbeiten. In den meisten Fällen wird die Wärme durch Kontakt auf den Faden übertragen. Der Faden gleitet dabei über einen schwach gewölbten Plattenheizkörper, oder die Streckrollen selbst werden von ihnen beheizt.

3.2 Die elektrischen Plattenheizer und deren Temperaturkontrolle

Am Anfang der Entwicklung begnügte man sich mit einer einfachen Leistungssteuerung. Man führte der Heizplatte eine konstante Heizleistung in der Grössenordnung 200 Watt zu,

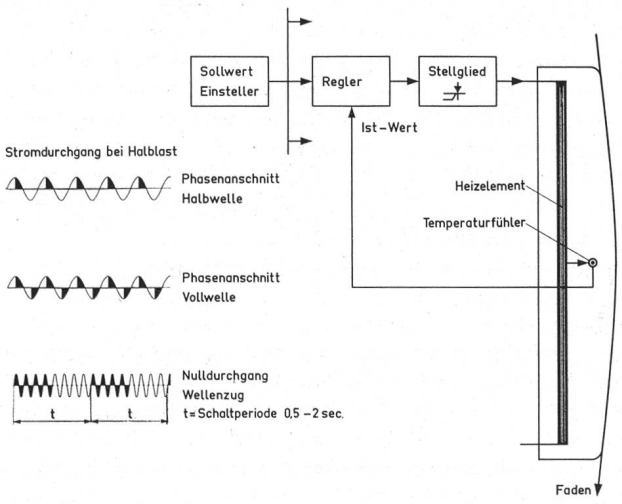


Abb. 8 Elektronische Temperaturregelung

und die Plattentemperatur stellte sich so ein, dass die durch die Konvektionsverluste und den Faden abgeführte Energie gleich der zugeführten war. Bei konstanten Betriebsbedingungen wurde nach 1 — 2 Stunden eine konstante Temperatur erreicht. Bei Fadenbruch stieg die Plattentemperatur aber rasch sehr hoch, weil die Energieabfuhr des Fadens ausfiel. Vor dem Wiederauflegen des Fadens musste man die überhitzte Platte mit einem nassen Lappen abkühlen, sonst wäre der Faden geschmolzen. Unkontrollierbare Luftströmungen verursachten ungleiche Konvektionsverluste und damit Temperaturdifferenzen von Streckstelle zu Streckstelle. Schon bald wurden Einzelregler für jede Platte eingeführt. In die Platten eingebaute Bimetallschalter bewährten sich nicht, da bei der hohen Schalthäufigkeit die Kontaktlebensdauer nicht genügte. Heute werden durchwegs elektronische Regler eingesetzt. In Abbildung 8 ist die Temperaturregelung schematisch dargestellt. Der Temperaturfühler — ein Thermistor oder ein Platinwiderstand — ist nahe der Fadenlaufbahn in die Heizplatte eingebaut; er gibt den Istwert. Der Sollwert wird gemeinsam einstellbar für alle Platten einer Maschine gegeben. Der Regler vergleicht die Werte, verstärkt die Abweichung und steuert entsprechend das Stellglied an. Die Heizleistung, die der Platte zugeführt wird, ist proportional zur Temperaturabweichung. Der Proportionalbereich wird je nach Plattenkonstruktion und Leistungsbedarf auf ca. 2 — 10 °C eingestellt.

Die Heizleistung wird meist mittels Phasenanschnittsteuerung in Halb- oder vorzugsweise Vollwellenschaltung verändert. Wenn in einem Betrieb viele Maschinen mit solchen Heizungen ausgerüstet sind und zudem noch thyristorgespeiste Gleichstromantriebe haben, wird durch die Phasenanschnittsteuerung der Sinus des Wechselstromnetzes so stark verändert, dass empfindliche Messinstrumente und der Radioempfang in der Nähe gestört werden. Man verwendet deshalb auch die Nulldurchgangssteuerung, wobei der Wechselstrom bei Nulldurchgang ein- und ausgeschaltet wird mit einer Schaltperiode von 0,5—2 sec. Bei Halblast sind Ein- und Ausschaltzeit gleich der halben Schaltperiode. Hier besteht die Gefahr, dass eine grössere Anzahl Regler in den gleichen Takt fallen; die Rückwirkung aufs Netz ist dann ebenso schädlich. Das Problem erinnert sehr stark an Webstühle, die von Zeit zu Zeit in den gleichen Takt fallen und so gemeinsam beträchtliche Gebäudeschwingungen verursachen können.

Die zugeführte Energie heizt die Platte, die als Speicherglied wirkt. Die Temperatur wird bei einer Störung, z. B. Fadenauflegen, rasch ausgeregelt, wenn die Platte leicht ist und aus Material mit niedriger spezifischer Wärme hergestellt ist. Zudem soll die Distanz zwischen Heizelement und Temperaturfühler klein sein und das Plattenmaterial eine gute Wärmeleitfähigkeit haben. Diese Bedingungen können zusammengefasst werden in der Forderung: die Platte soll dünn und aus Material mit hoher Temperaturleitzahl hergestellt sein. Die Temperaturleitzahl berechnet sich nach:

$$\text{Temperaturleitzahl a } \left(\frac{m^2}{h}\right) = $$

$$= \frac{\lambda \text{ (Wärmeleitzahl)}}{c \text{ (spez. Wärme) } \gamma \text{ (spez. Gewicht)}}$$

Selbstverständlich ist es ebenso wichtig, dass der Fühler auch mit der Platte guten wärmeleitenden Kontakt hat.

Die Regelung kann nur für konstante Temperatur am Messpunkt selbst sorgen. Daneben stellen sich oft sehr abweichende Temperaturen ein. Sehen wir uns das Temperaturlängsprofil einer sehr leichten, rasch ausregelnden Platte an (Abbildung 9):

Kurve a zeigt das Temperaturprofil ohne Faden, wie es sich unter dem Einfluss der Konvektionsverluste einstellt. Die Ver-

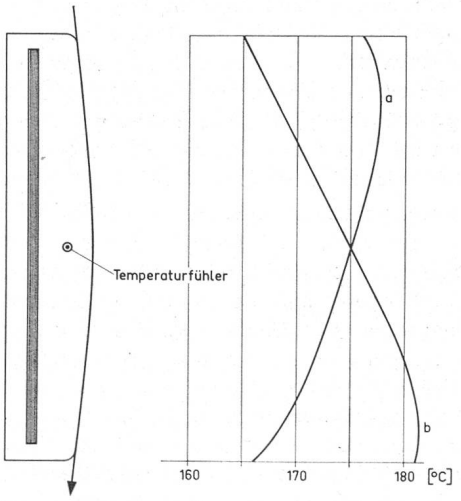


Abb. 9 Temperatur-Längsprofil an Plattenheizer

luste sind unten und an beiden Enden grösser, unter dem Einfluss der Luftströmung von unten nach oben.

Kurve b stellt das Temperaturprofil mit Faden dar. Um die Temperatur im Messpunkt konstant zu halten, führt der Regler, wenn der Faden aufgelegt wird, gleichmässig über die Länge verteilt mehr Energie zu. Im oberen Teil genügt sie nicht, weil der kalte Faden sehr viel mehr wegführt. Im unteren Teil ist der Faden schon heiss; der Faden nimmt nur noch sehr wenig auf, und die Platte überheizt. Das Profil kann in beiden Fällen ausgeglichen werden, wenn eine dicke Platte verwendet wird, was aber im Widerspruch steht zu den Forderungen, die gestellt wurden, um bei Störungen eine kurze Ausregelzeit zu erreichen. Ein Kompromiss bringt die beste Lösung; für dünne Fäden werden heute leichte Platten, für dicke Fäden schwere Heizblöcke aus Aluminiumlegierungen verwendet, wobei die Leistung auch entsprechend gewählt wird. Für sehr lange Platten käme eine Unterteilung in mehrere Zonen, die einzeln geregelt würden, in Frage.

Eine Regelung der Fadentemperatur selbst ist auch hier nicht möglich, da bei Fadenbruch der Regelkreis unterbrochen wäre. Zudem ist es ausserordentlich schwierig, die Temperatur des laufenden Fadens zu messen.

Die Temperatur der Platten wird nicht nur einzeln geregelt, sondern auch mit Hilfe von automatischen «Scannern» überwacht, die Alarm geben, sobald eine Platte ausserhalb der eingestellten Toleranzgrenze liegt. Dieser Kontrollaufwand ist nötig, weil ein fehlerhaft verstreckter Faden eine ganze Webkette unbrauchbar machen kann. Der Fehler wird meistens erst sichtbar, wenn das Gewebe gefärbt wird und der unter falschen Bedingungen verstreckte Faden verschieden anfärbt.

An einer Polyester-Streckzwirnmaschine kommen 300 – 450 Regler samt zugehöriger Temperaturüberwachung für Rollen und Plattenheizer zum Einsatz. Dies ist wohl die dichteste Konzentration von elektronischen Leistungsreglern, und viele namhafte Elektronikfirmen befassen sich mit dem Bau solcher Ausrüstungen.

Die steckbaren Regler kleiner Leistung werden oft in einem Block, kaum grösser als eine Zigarettenschachtel, vergossen. Regler grösserer Leistung haben einen getrennten, gutgekühlten Leistungsteil. Abbildung 10 zeigt zwei Reglereinschübe der Firma Dienes, Mühlheim am Main.

3.3 Elektrische Streckrollenheizung

Die Rollenheizung hat den Vorteil, dass der Faden ohne schädliche gleitende Reibung in Kontakt mit der Heizoberfläche kommt. Eine lange Verweilzeit lässt sich sehr einfach mit einer grossen Anzahl Rollenumschlingungen erreichen, ohne dass die Maschine sehr hoch wird, wie es bei langen Plattenheizern der Fall ist.

Die Heizleistung kann auf sehr verschiedene Arten der rotierenden Streckrolle zugeführt werden:

1. Schleifringe übertragen die Leistung zu einem mitrotierenden Widerstandsheizkörper.
2. Mit Konvektion wird die Heizleistung von einem stillstehenden Widerstandsheizkörper über einen engen Luftspalt an die rotierende Rolle übertragen.
3. Die Temperaturstrahlung eines stationären Hochtemperaturheizkörpers überträgt die Leistung an die geschwärzte Rolleninnenwand.
4. Die Induktion einer stillstehenden Wicklung erzeugt einen sehr hohen Kurzschlussstrom im Rollenmantel. Der Rollenmantel selbst ist der Widerstandsheizer.

Alle vier Prinzipien sind heute in Gebrauch.

Die Strahlungsheizung und die Induktionsheizung sind geeignet für hohe Leistungsdichten, wie sie die raschlaufenden Maschinen heute erfordern. Bei geeigneter Bauart der stationären Induktorwicklung und der Rolle werden gute Resultate schon mit Netzfrequenz erreicht. Die hohen Umformerkosten für Mittel- oder Hochfrequenz fallen somit weg.

Bei Induktionsheizung ist die beheizte Masse klein, die Rollentemperatur reagiert deshalb sehr rasch. Um so wichtiger ist es, dafür zu sorgen, dass auch der Temperaturfühler die Rollentemperatur rasch und genau annimmt. Ein in der Rolle eingebauter mitrotierender Fühler ist in dieser Beziehung sehr günstig, erfordert jedoch einen komplizierten Messwertübertrager, da der Regler stillsteht. Ein stationärer Fühler im Luftspalt zwischen Induktor und Rolle ist einfach. Er gibt gute Resultate, sofern er nur von der rasch laufenden Rolle konvektiv beheizt wird, gegen die Induktorseite dagegen gut abgeschirmt ist.

Die Streckrollentemperatur wird für Kontrollzwecke vor allem im Labor auch mit Infrarot-Strahlungsmessgeräten ermittelt. Für die dauernde Regelung auf einer Produktionsmaschine wäre der Aufwand jedoch zu gross, und wegen des sehr tiefen Emissionsfaktors der chromglänzenden Rollen ist die Messung schwierig.

Mit den regeltechnischen Problemen eng verbunden sind thermodynamische, messtechnische und natürlich elektrische Probleme. Die Entwicklung ist noch in vollem Fluss, besonders für Rollen mit Leistungen von mehreren Kilowatt.

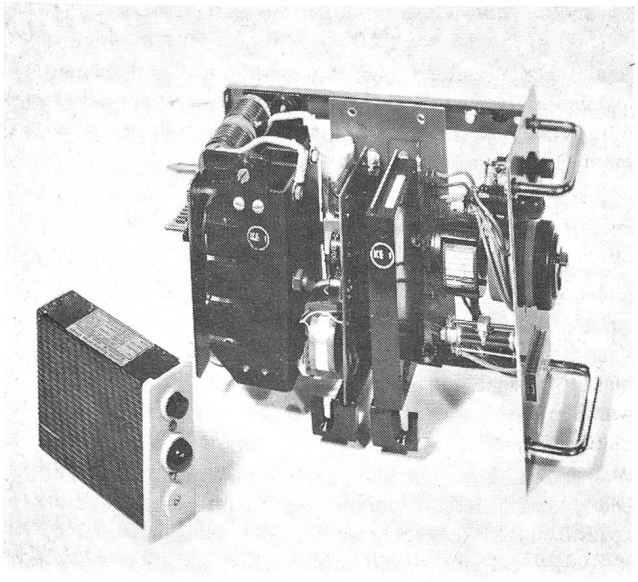


Abb. 10 Zwei Reglereinschübe der Firma Dienes, Mühlheim am Main

Adresse des Autors: Dipl.-Ing. F. Graf, c/o Maschinenfabrik Rieter A. G., CH-8406 Winterthur

SVT 117:97 Cn

Regelprobleme bei textilen Wärmebehandlungsprozessen

Obering. G. Schellenberger

Zusammenfassung

Die Arbeitsprozesse der Textilveredlung sind bis auf wenige Ausnahmen alle Wärmbehandlungsprozesse. Der Energieverbrauch für Wärmeerzeugung und Wärmeübertragung überwiegt bei weitem alle anderen Energieaufwendungen, wie etwa für Antriebe aller Art. Es ist deshalb sowohl von den Betriebskosten her gesehen als auch im Hinblick auf die

Warenqualität äusserst interessant, die den Prozess bestimmenden Grössen in den Griff zu bekommen, d. h. zu messen und zu regeln.

Die beiden wichtigsten Regelgrössen sind

1. die Temperatur, wobei unterschieden werden kann in
1.1 die Temperatur des Behandlungsmediums und
1.2 die Temperatur der Ware,
und

2. die Feuchtigkeit der Ware
2.1 am Einlauf der Behandlungsmaschine,
2.2 nach einer Zwischentrocknung,
2.3 am Auslauf, die Restfeuchte.

Darüber hinaus wäre es für die wirtschaftliche Lenkung des Wärmebehandlungsprozesses noch wesentlich,

3. die Feuchtigkeit der Abluft zu kennen und zu regeln.

Von den sonstigen Eigenschaften der behandelten Ware, die von dem Verarbeitungsprozess beeinflusst werden, können und sollten als wichtigste noch gemessen und geregelt werden:

4. Krumpfung und Dehnung
und

5. Faden- und Maschenzahl

Messmöglichkeiten und Voraussetzungen für die Regelung der aufgeführten Grössen werden diskutiert. Erfahrungen mit ausgeführten Regelanlagen dargelegt.

Was sind textile Wärmebehandlungsprozesse? Klammern wir die Bereiche der Stoffherstellung weitgehend aus, so fragen wir besser: Welche Behandlungsprozesse des fertigen Textils sind keine Wärmebehandlungsprozesse? Wir können die Arbeitsvorgänge, die ohne Wärme auskommen, an den Fingern einer Hand abzählen. Bis auf wenige Ausnahmen sind alle Produktionsphasen der Textilveredlung Wärmebehandlungsprozesse. Der für Wärmeerzeugung und für Wärmeübertragung dort erforderliche Energiebetrag überwiegt bei weitem alle weiteren Energieaufwendungen, wie etwa für Antriebe aller Art. Es ist deshalb sowohl von den Betriebskosten her gesehen als auch im Hinblick auf die Warenqualität äusserst interessant, gerade diese Prozesse in den Griff zu bekommen, d. h. zu messen und zu regeln.

Bei jeder Art von Wärmebehandlung interessiert naturgemäss zunächst vor allem die Wärmemenge, die dem Arbeitsgut zugeführt wird, und sodann der Effekt, der damit auf der Ware erreicht wird. Dieser kann, wenn es sich um Trocknungsvorgänge handelt, der erreichte Trocknungseffekt oder – mit anderen Worten – die Restfeuchte sein, bei anderen Prozessen aber auch die reine Aufheizung der Warenbahn – denken wir z. B. an das Thermofixieren und ähnliche Arbeitsgänge.

Wichtigste Regelgrössen sind deshalb die

1. Temperatur, und zwar sowohl
   1.1 des Heizmittels als auch
   1.2 der Ware selbst, und die
2. Feuchtigkeit des Textilmaterials.

Wenden wir uns zunächst der Kontrolle der Temperatur zu, wobei ich mich jedoch bei der Betrachtung der Regelung des Heizmediums kurzfassen darf, da diese eine so weitverbreitete Regelaufgabe üblicher Art ist, dass man sie wohl kaum noch als Problem bezeichnen kann.

1. Temperaturregelung

1.1 Mediumtemperatur

Die Regelgrösse x, nämlich die Temperatur des Mediums, wird normalerweise mit elektrischen Widerstandsthermometern gemessen. Diese tauchen dabei direkt in den Strom des frisch zufliessenden Mediums ein – ein Umstand, auf den ich später bei der Betrachtung der Warentemperatur noch einmal zurückkomme. Als Regler können übliche Ausführungen mit und ohne Messwerk verwendet werden. Weit verbreitet sind elektronische, messwerklose Regler mit einer Brückenschaltung im Eingang, in der der Temperatur-Istwert mit einem einstellbaren Sollwert verglichen wird. Die im Diagonalzweig der Brücke auftretende Sollwert-Istwert-Differenzspannung wird verstärkt und durch eine Rückführschaltung in Impulse aufgelöst, deren Länge und Folge der Sollwert-Abweichung proportional ist. Mit diesen Impulsen werden Motorventile angesteuert, die die Zufuhr des Heizmediums mehr oder weniger freigeben. Es handelt sich also weitgehend um eine integrale Regelung, wobei durch die Rückführschaltung ein Proportionalanteil erzeugt wird, der beim Auftreten einer Sollwertabweichung eine relativ schnelle Teilkorrektur ermöglicht. Die Totzeiten sind lang – thermische Vorgänge benötigen bei den grossen aufzuheizenden Massen beträchtliche Uebergangszeiten. Deshalb ist trotz separater Regelung eines jeden einzelnen Trockenfeldes ein genügend beruhigtes, belastungsunabhängiges Dampfnetz zu empfehlen, wenn Wert auf gutkonstante Temperaturen im Trocken- und Fixierfeld gelegt wird. Der Regler ist dann trotzdem mit der Ausregelung der von der Ware herrührenden Temperaturschwankungen vollauf beschäftigt.

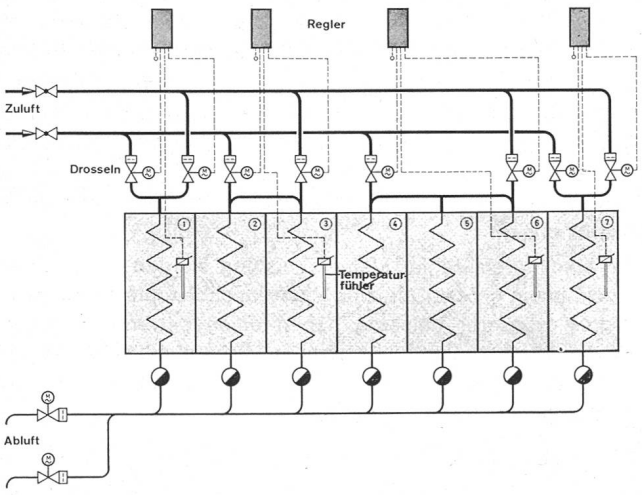


Abb. 1
Umlufttemperaturregelung bei einem 7-Felder-Spannrahmen

Soviel zur Regelung des Heizmediums. Die Messung und insbesondere Regelung der tatsächlichen Warenbahntemperatur birgt im Gegensatz zum Vorhergehenden wesentlich mehr Problematik.

1.2 Warentemperatur

Die Kenntnis der echten Warentemperatur und die Einhaltung gewisser Grenzwerte ist für manche Arbeitsgänge von grosser Bedeutung, so z. B. für die Thermofixierung. Farb- und Faserhersteller schreiben für die Verarbeitung ihrer Erzeugnisse oft recht eng tolerierte Temperaturgrenzen vor – Abweichungen von ± 1–2 °C werden mitunter gerade noch akzeptiert.

Wie aber messen wir nun die wirkliche Gewebetemperatur? Die Messung der Temperatur des Heizmediums erlaubt keine zuverlässigen Rückschlüsse auf die Oberflächentemperatur der Ware. Da sich – wie vorhin schon erwähnt – die Messfühler für die Umluft meist unmittelbar in der Nähe des Zu-

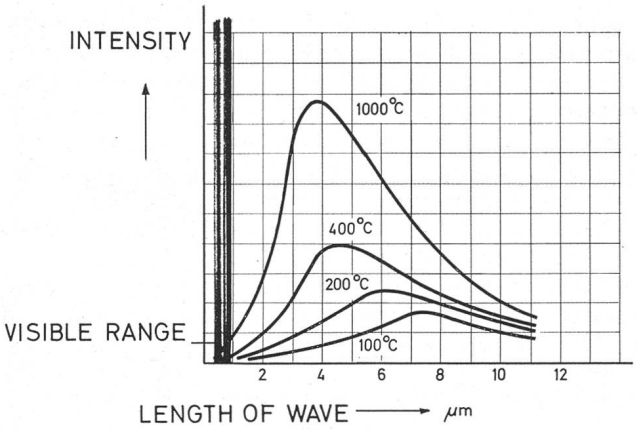


Abb. 2
Plancksches Strahlungsgesetz

luftstromes, also in der Düse, befinden, kann das umgebende Medium erheblich von der Bahntemperatur abweichen. Anderseits ist in den meisten Fällen die Berührung der Ware überhaupt unzulässig – Messungen mit Thermometern auf der Bahn scheiden also aus.

Ebenso sind Messungen mit Hilfe kleiner, in die Bahn eingenähter oder angehängter Thermoelemente, wie sie für labormässige Untersuchungen an Trockenmaschinen mitunter verwendet werden, für den Fertigungsbetrieb naturgemäss unbrauchbar. So bleibt nur die Erfassung der Wärmestrahlung, die von der Oberfläche der Ware selbst ausgeht, ohne unzulässige Rückwirkungen auf das Messgut. Die Verwendung von Strahlungspyrometern zur Gewebetemperaturmessung hat sich deshalb in den letzten Jahren nach Beseitigung einer Reihe von anwendungstechnischen Schwierigkeiten in erheblichem Umfang durchgesetzt.

Näheres über die physikalischen Grundlagen der Wärmestrahlung darf ich mir schenken. Es sei nur kurz ins Gedächtnis zurückgerufen: eine Wärmestrahlung, deren Energie seiner Temperatur proportional ist, sendet jeder Körper aus. Die Wellenlänge dieser Strahlung liegt im Bereich des sichtbaren und unsichtbaren Lichtes – in Zahlen: zwischen 0,4 und 20 μm. Dabei erstreckt sich der weitaus grösste Teil der Strahlungsenergie ins Infrarotgebiet. Das Strahlungsvermögen diverser Oberflächen ist unterschiedlich. Setzt man die Strahlung eines theoretisch schwarzen Körpers gleich 1, so strahlen die meisten organischen, amorphen Substanzen, wie Holz, Papier und auch Textilien, das 0,9- bis 0,95fache, blanke Metalle aber das 0,1- bis 0,2fache davon.

Für die Verwendung der Wärmestrahlungsmessung zur Feststellung der Gewebetemperatur ist es wichtig zu wissen, dass unterschiedliche Textilmaterialien, auch vollsynthetische, praktisch gleiche Emissionseigenschaften haben, und dass sich auch verschiedenartige Gewebeoberflächen nicht auf den Strahlungskoeffizienten auswirken. Da, wie gesagt, mehr als 95 % der Gesamtstrahlung ausserhalb des sichtbaren Lichtes liegen, verfälschen auch unterschiedliche Farben das Messergebnis nicht, sofern das Pyrometer in der Lage ist, den gesamten Strahlungsbereich zu erfassen. Abbildung 2 verdeutlicht dies.

Die Transparenz des Textilmaterials schliesslich reduziert die abgestrahlte Wärmeenergie um den Betrag, den die von Fäden nicht bedeckten Stellen an der ganzen Fläche haben. Es ist deshalb zweckmässig, unter der Warenbahn einen Untergrund mit möglichst dem gleichen Strahlungskoeffizienten wie die Bahn und auch etwa derselben Temperatur vorzusehen. Es lässt sich rechnerisch leicht nachweisen, dass der Messfehler unter 0,5 % bleibt, wenn z. B. bei einer Ware mit 200 °C 10 % der Fläche offene Löcher sind und der Untergrund bei gleichem ε 10 °C kühler ist als die Bahn.

Ein für die Anwendung nicht zu unterschätzender Vorteil der Temperaturstrahlungsmessung ist die Abstandsunabhängigkeit des Verfahrens. Der Messkopf darf in nahezu beliebigem Abstand vom Messgut montiert werden, wenn nur dafür gesorgt wird, dass wegen der Divergenz der Strahlen eine ausreichend grosse Fläche der Ware frei sichtbar ist. Dadurch kann der Messkopf ausserhalb der heissen Trockenkammer bleiben. Ueblicherweise wird er auf die Spannrahmendecke montiert, in die über dem Messpunkt ein Loch geschnitten worden ist. Die Heissluft aus der Kammer, und insbesondere beim Thermofixieren verdampfte öl- und harzhaltige Präparationen, hält man durch Pressluftspülung oder einen kräftigen, flachen Luftstrom quer zum Strahlengang vom empfindlichen Strahlungsempfänger fern (Abb. 3).

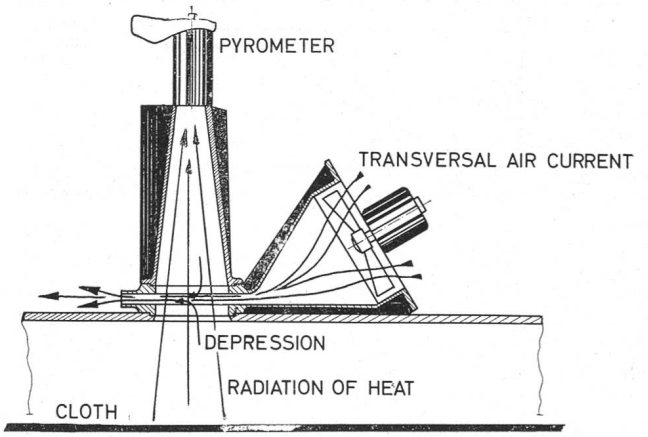


Abb. 3
Schema eines Strahlungspyrometers mit Kühltubus und Querluftsperre

Die eingestrahlte Wärmeenergie wird auf Thermoelemente gespiegelt und dort in einen elektrischen Strom umgesetzt, der in üblicher Weise zur Anzeige und als Eingangsgrösse für einen Regler verwendet werden kann.

Nun stellt sich aber gleich die Frage: Was kann, was sollte bei einem Thermofixiervorgang geregelt werden? Der Faserhersteller schreibt eine bestimmte, eng begrenzte Temperatur vor; ausserdem zeigt die Erfahrung, dass eine gewisse Verweilzeit in dieser definierten, hohen Temperatur erforderlich ist, und schliesslich soll aber auch mit möglichst hoher Geschwindigkeit produziert werden. Die Regelung des Heizmediums nach Massgabe der Bahntemperatur scheidet wegen viel zu grosser Trägheit aus, obwohl dies an sich die logischste Stellgrösse wäre. Infrarot-Strahlungsheizungen und Direktgas- oder Oelbrenner, die relativ schnell und einfach zu regeln sind, könnten beispielsweise derart direkt angesteuert werden.

Für den normalen Thermofixierrahmen bleibt jedoch nur die Beeinflussung der Durchlaufgeschwindigkeit der Ware, und tatsächlich ist in folgender Weise auch eine sinnvolle Regelung durchaus möglich:

Ausgehend vom Fixiereffekt, den man in bekannter Weise nachprüfen muss, sollte man durch Versuche ermitteln, welche kürzeste Verweilzeit bei der angegebenen Fixiertemperatur für den Durchschnitt aller Artikel erforderlich ist. Unter Berücksichtigung der mittleren Maschinengeschwindigkeit findet man so den Platz für die Temperaturmessstelle. Er liegt meist im letzten Drittel oder Viertel des Rahmens. Die Zeit, die die Ware von dieser Messstelle bis zum Auslauf benötigt, definieren wir als die Verweilzeit. Diese Verweilzeit bei an der Oberfläche erreichter Fixiertemperatur ist erfor-

derlich, weil die von aussen angreifende Wärme eine gewisse Zeit zum Durchdringen des Gewebes benötigt. Diese hängt vom Flächengewicht, von der Oberfläche, der Farbe und vor allem von den Wärmeleiteigenschaften der Faser ab. Der Fixiereffekt selbst tritt bei erreichter Fixiertemperatur sofort ein.

Die Temperaturen in den Kammern sollten nun so gewählt werden, dass nach einer reinen Trocknungszone bei niedrigeren Temperaturen der Fixierbereich mit einer Kammertemperatur folgt, die ausreichend über der vorgeschriebenen Fixiertemperatur liegt. In den Kammern der Verweilzone, also nach der Messstelle, wird zuletzt genau die verlangte Fixiertemperatur eingestellt (Abb. 4).

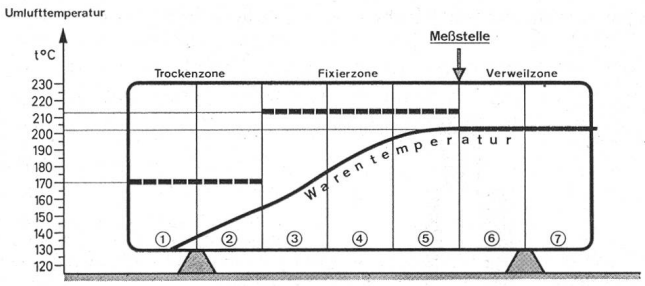


Abb. 4
Umlufttemperatur-Verteilungsschema im Fixierrahmen

Der an das Gewebetemperaturmessgerät angeschlossene Regler erhält als Sollwert ebenfalls die vorgeschriebene Fixiertemperatur und wird nun die Geschwindigkeit der Ware so einregeln, dass diese an der Messstelle gerade die richtige Temperatur angenommen hat. Ist die Maschinengeschwindigkeit zu hoch, so reicht die Zeit bis zur Messstelle nicht aus, um das Gewebe auf die Solltemperatur zu heizen – ist sie aber zu niedrig, dann klettert die Warentemperatur, wegen der höheren Umlufttemperatur, über den Sollwert hinaus. Nach der Messstelle bleibt die Ware schliesslich in der Solltemperatur. Die schwankenden Durchlaufgeschwindigkeiten haben natürlich auch unterschiedliche Verweilzeiten zur Folge, doch benötigen die Qualitäten, die weniger Zeit zum Aufheizen brauchen, aus den gleichen Gründen auch weniger Zeit zum Durchheizen.

Wesentlich für die Funktion dieses Regelschemas ist die über der Solltemperatur liegende Umluft in den mittleren Kammern. Wenn diese Temperaturen nämlich so weit absinken, dass eine Aufheizung der Ware auf die Fixiertemperatur nicht möglich ist, kann der Regler die Maschine bis zum Kriechgang herunterregeln, ohne den gewünschten Erfolg zu erreichen. Dies tritt aber schon ein, wenn die Umluft nur 1 oder 2 °C unter die Solltemperatur absinkt, wobei man auch noch berücksichtigen muss, dass wegen der Strömungsverhältnisse im Rahmen die Lufttemperatur sowieso immer ein paar Grad höher als die Fixiertemperatur sein muss. Dagegen darf die Kammertemperatur vor der Messstelle so weit über der Fixiertemperatur liegen, dass sich daraus eine Maschinengeschwindigkeit ergibt, die – wie anfangs schon erwähnt – auf dem Weg von der Messstelle zum Auslauf noch eine ausreichende Verweilzeit garantiert.

In vielen Ausrüstungsbetrieben herrscht erhebliche Unsicherheit hinsichtlich des Ablaufes der Fixiervorgänge und Unkenntnis der tatsächlich vorliegenden thermischen Bedingungen. Dies führt dazu, dass aus Vorsicht und um garantiert auf der sicheren Seite zu liegen sehr oft weitab vom rationellen Optimum gefahren wird. Ungleichmässigkeiten der Wärmeverteilung im Rahmen, erhebliche Differenzen zwischen Umlufttemperatur und wirklicher Warentemperatur erhöhen diese Unsicherheit noch. Wird dann erstmalig die Oberflächentemperatur gemessen und die Maschine entsprechend geregelt, so resultiert nicht selten eine beträchtliche Produktionserhöhung ohne Minderung des Fixiereffektes.

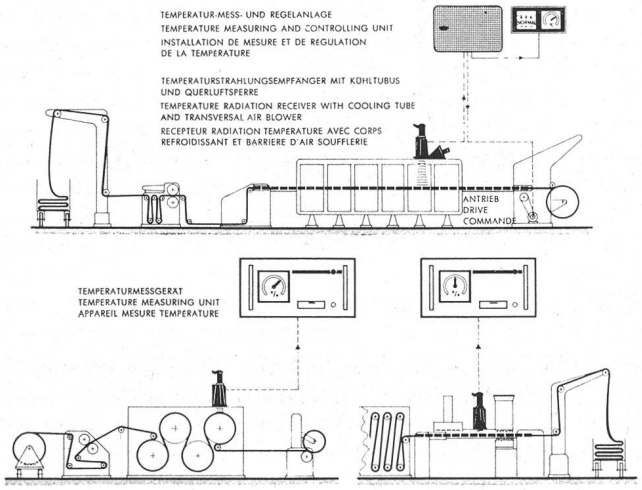


Abb. 5
Gewebetemperaturmess- und Regelanlagen an verschiedenen Veredelungsmaschinen

Soviel zur Regelgrösse «Temperatur». Auf die Ausführung des Reglers für die Maschinengeschwindigkeitsregelung darf ich im Anschluss an das nun folgende Thema der Feuchteregelung noch zu sprechen kommen.

2. Feuchtigkeitsregelung

2.1 Materialfeuchte

Die Regelung von Trocknungsprozessen nach der Feuchtigkeit hat sich nach dem Kriege so eingeführt, dass der Feuchteregler heute ebenso selbstverständlich zur Ausstattung eines modernen Trockners gehört wie die Regelung der Kammertemperaturen. Voraussetzung dafür war die Entwicklung kontinuierlicher Messverfahren für die Regelgrösse, die die Stichprobenuntersuchungen im Trockenschrank ablösten. Elektrische Verfahren setzten sich durch – allen voran für den Restfeuchtebereich das Widerstandsverfahren wegen seiner unübertreffbaren Einfachheit der Durchführung und seiner Störungsfreiheit. Im Gebiet grösserer Feuchtigkeiten haben sich Mikrowellen als brauchbar für die Wassermengenbestimmung erwiesen. Beide Messverfahren zusammen überdecken lückenlos alle in Frage kommenden Feuchtebereiche.

Näheres über die Messtechnik darf ich mir wieder schenken; darüber ist schon viel und ausführlich berichtet worden. Auf folgendes möchte ich aber doch noch hinweisen: Es ist bekannt, dass bei der Feuchtigkeitsmessung nach dem Widerstandsverfahren für jedes Textilmaterial eine besondere Eichkurve erforderlich ist. Dies rührt von den sehr unterschiedlichen kapillaren Eigenschaften der Fasern her und könnte die Brauchbarkeit des Messverfahrens für Regelzwecke wieder in Frage stellen. Glücklicherweise haben aber nun nahezu alle Materialien den gleichen elektrischen Widerstand, wenn sie sich im hygroskopischen Gleichgewicht bei Normalklima, also 65 % Luftfeuchte und 20 °C, befinden. Da dies aber auch gleichzeitig das Endziel der meisten Trockenvorgänge ist und den besten Griff des Materials garantiert, kann trotz unterschiedlicher Eichkurven und verschiedener relativer Feuchten stets mit ein und derselben Sollwertein-

stellung, die ja eine Widerstandseinstellung ist, gefahren werden.

Und noch etwas: Vollsynthetische Fasern bereiten, wenn sie ungemischt und nicht appretiert vorliegen, bei der Messung nach dem Widerstandsverfahren Schwierigkeiten, da ihre elektrische Leitfähigkeit ausserordentlich gering ist. Sobald sie jedoch mit natürlichem Material gemischt sind, liefert dieser infolge seiner grösseren Wasseraufnahme den messbaren Widerstand. Den gleichen Effekt ruft anhaftendes Appret hervor. Dass dann der Trockner nach Massgabe dieser Anteile geregelt wird, ist durchaus gerechtfertigt, denn diese Substanzen trocknen ja auch zuletzt. Im übrigen erleichtern alle Bestrebungen, durch Erhöhung der Saugfähigkeit die Trageigenschaften textiler Materialien zu verbessern, auch die Anwendung der Widerstandsmethode zur Restfeuchtemessung.

Die Regelung der Feuchtigkeit kann ebenso wenig wie die Temperaturregelung beim Thermofixieren über die Trocknerheizung vorgenommen werden. Auch hier stört die grosse thermische Trägheit. Als Ersatzregelgrössen mit wesentlich geringeren Zeitkonstanten eignen sich wieder vor allem die Durchlaufgeschwindigkeit und in Sonderfällen die Regelung der Abluftmengen.

Der Regelkreis einer Feuchteregelung setzt sich zusammen aus dem Trockner mit seinem Antrieb als der Regelstrecke, dem Feuchtigkeitsmessgerät als Regelgrössengeber, dem Regler und dem Stellglied, das üblicherweise ein Stellmotor ist, der an der Verstellspindel eines variablen Getriebes oder dem drehzahlbestimmenden Glied eines Gleichstromantriebes angreift (Abb. 6). Die Regelstrecke «Textiltrockner» ist regel-

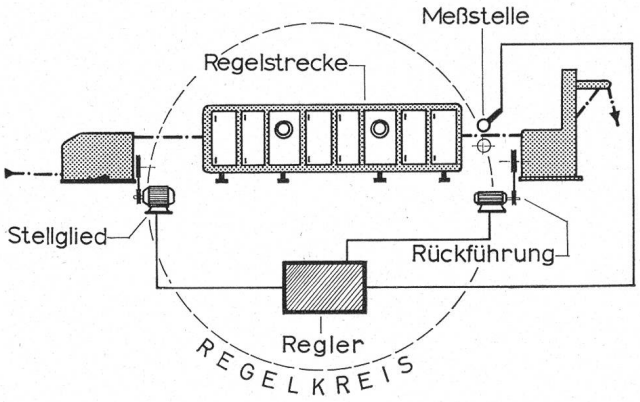


Abb. 6
Der Textiltrockner als Regelkreis

technisch gesehen ausserordentlich komplex. Die oft erheblichen Durchlaufzeiten bringen lange Totzeiten mit sich, und wenn sie in Verbindung mit kurzen Stücklängen und häufigen Stillständen auftreten, stellen sie eine sinnvolle Regelung überhaupt in Frage. Störgrössen, die zusätzlich zur Regelgrösse «Feuchtigkeit» in den Regelvorgang eingehen, sind nicht selten – z. B. Unterschiede über die Bahnbreite, Flächengewichtsschwankungen, unterschiedliche Abquetschung, Dehnung oder Krumpfung sowohl in Kett- als auch in Schussrichtung. Stillstände verändern vorübergehend das Klima in der Trockenkammer und verlangen zeitweise Blokkierung der Regelung; toter Gang zwischen Stellmotor und Getriebe wirkt sich wie eine geringere Empfindlichkeit des Reglers bei gleichzeitig verlängerter Totzeit aus.

Die Häufigkeit dieser Störgrössen macht deutlich, welche Anforderungen an einen Regler gestellt werden, der die Restfeuchte unabhängig davon konstant halten soll!

Einige der Störgrössen sollten und können bei Einsatz einer Feuchtigkeitsregelung möglichst von vorneherein bedacht

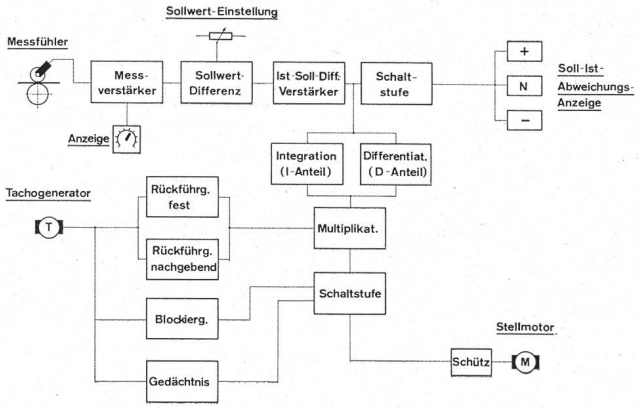


Abb. 7
Funktionsschema eines modernen Feuchtigkeitsreglers

und vermieden oder wenigstens verringert werden. Je länger z. B. die Durchlaufzeit durch den Trockner ist, um so grösser sollten auch die Stücklängen annähernd ähnlicher Ware sein, damit der Regelkreis nicht immer nur im Einschwingzustand arbeitet. Die innerbetriebliche Organisation sollte also durch vernünftige Verteilung auf die vorhandenen Trockner sicherstellen, dass eine gewisse Kontinuität der Warenbereitstellung erreicht wird.

Der Stellmotor hat die Stellbefehle des Reglers exakt an das angeschlossene Getriebe weiterzugeben. Nachlauf des Motors verfälscht die Regelung stark und muss durch eine Bremse verhindert werden. Lose und Spiel im Getriebe kann zwar im Regler teilweise kompensiert werden, sollte aber trotzdem so klein wie möglich bleiben.

Die Regler moderner Feuchtigkeitsregelanlagen sind vollwertige elektronische PID-Regler, zumeist quasistetige Schrittregler, mit ausschlagabhängigem Verhalten und Störgrössenaufschaltung. Bei ungünstigen Antriebsverhältnissen ermöglicht ausserdem ein nichtlineares Koppelglied bessere Anpassung an die Strecke (Abb. 7 und 8).

Hinter diesen Schlagworten in «regelungschinesisch» verbergen sich nun folgende Eigenschaften: An einem Sollwertgeber wird die gewünschte Restfeuchte vorgegeben. Der Regler ermittelt den Abstand zwischen dem Istwert – nämlich der Messgrösse am Trocknerauslauf – und dem eingestellten Sollwert und multipliziert den Differenzwert mit einer Grösse, die der Maschinengeschwindigkeit und deren erster Ableitung proportional ist. Gleichzeitig wird die Aenderungsgeschwindigkeit des Istwertes in bezug auf den Sollwert festgestellt und ebenfalls mit der Maschinengeschwindigkeit multipliziert. Beide Ergebnisse werden summiert und schliesslich so in Stellimpulse aufgelöst, dass der Abstand zweier Impulse dem Abstand zwischen Soll- und Istwert umgekehrt proportional ist und die Aenderungsgeschwindigkeit des Istwertes sinnrichtig wirkt. Die Impulslängen sind dabei konstant und sehr kurz gegenüber den Impulsabständen, wodurch die Regelung beinahe stetig, also quasistetig, wird.

Die Maschinengeschwindigkeit ermittelt ein Tachodynamo. Ihre Aufschaltung passt die Zeitkonstanten des Reglers an die Eigenschaften der Regelstrecke an, die sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit laufend ändern. Die Regelung soll ja im unteren Geschwindigkeitsbereich eines Trockners genau so schnell wirken wie im oberen und darf weder da noch dort ins Schwingen kommen.

Für die Regelung der Feuchtigkeit wäre im übrigen eine Getriebekennlinie dann ideal, wenn jeder Stellimpuls im gesamten einstellbaren Geschwindigkeitsbereich einen prozen-

tual gleichbleibenden Feuchtebetrag verändern würde. Dies setzt aber eine annähernd exponentielle Kennlinie voraus, die in den seltensten Fällen gegeben ist. Eine bekannte Feuchtigkeitsregelanlage verwendet deshalb einen sogenannten «Getriebesimulator», regeltechnisch gesehen ein nichtlineares Koppelglied, das zwischen Reglerausgang und Maschinengetriebe geschaltet wird und jede Getriebekennlinie idealisiert.

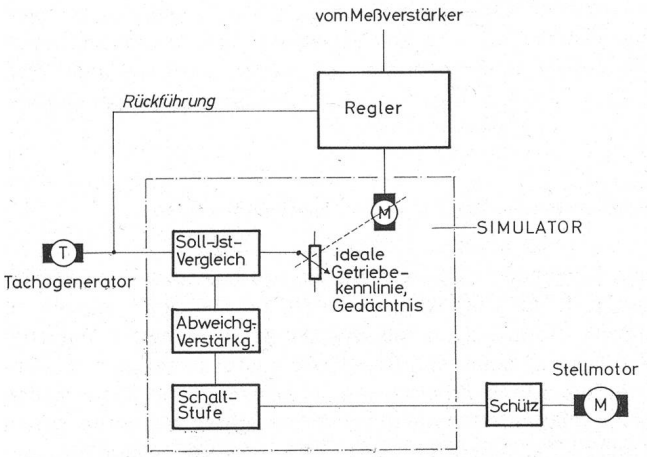


Abb. 8
Schema einer Feuchteregelung mit Maschinengetriebesimulator

Die störenden Auswirkungen häufiger Stillstände, die insbesondere bei kurzen Stücklängen unvermeidlich sind, vermindert am besten eine Gedächtniseinrichtung des Reglers, die sich die Geschwindigkeit merkt, die vor dem jeweiligen Stillstand gefahren wurde und die Maschine nach Wiederanlauf selbsttätig und schnell wieder in den vorherigen Geschwindigkeitsbereich bringt. Selbstverständlich bleibt dem Bedienungspersonal dabei stets die Möglichkeit, das Gedächtnis zu löschen und eine andere Maschinengeschwindigkeit zu wählen.

Lose im Stellgetriebe wirken sich bei Richtungsumkehr der Stellbefehle dahingehend aus, dass einer oder mehrere der Impulse wirkungslos verlorengehen. Dies kann dadurch verhindert werden, dass dem Regler einprogrammiert wird, den ersten Impuls nach jeder Richtungsumkehr um einen einstellbaren Betrag zu verlängern, der ausreicht, die Lose zu überwinden.

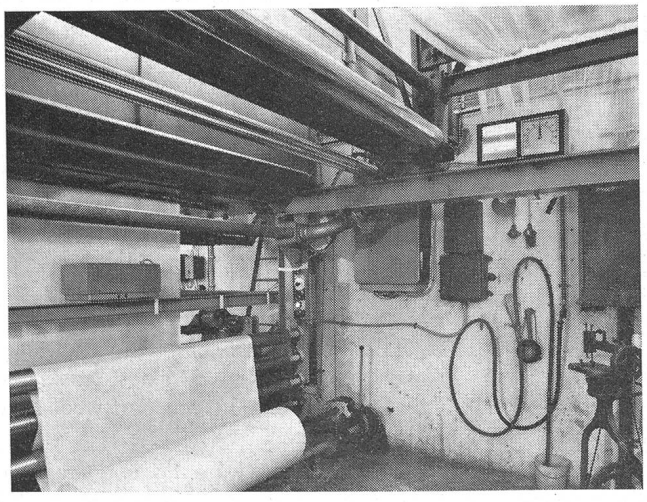


Abb. 9
Mikrowellen-Hochfeuchtemessanlage

Nach Maschinenstillständen darf die Regelung zumindest in Richtung «schneller» nicht sofort wieder einsetzen, weil ja dann zunächst übertrocknete Ware die Kammer verlässt. Die erforderliche Blockierung des Reglers wird mit Hilfe der Tachodynamospannung geschwindigkeitsabhängig gemacht und beendet, wenn ein Kammerinhalt durchgelaufen ist. Wiederum sorgt eine Programmierung dafür, dass die Dauer der Blockierungszeit zusätzlich noch von der Länge des vorangegangenen Stillstandes abhängig gemacht wird.

Erst mit all diesen Zusatzeinrichtungen kann die Feuchteregelung einer Textilbahn mit ihren unvermeidbaren Störungen als vollautomatisch angesehen werden.

Das Uebergangsverhalten eines Feuchtigkeitsreglers kann schliesslich noch durch die Aufschaltung einer zusätzlichen Steuerung vom Einlauf des Trockners her verbessert werden. Wird mit einer Mikrowellenmessanordnung die absolute Wassermenge in der ankommenden Ware gemessen und als nachgebende Steuergrösse dem Feuchteregler mitgeteilt, so verstellt dieser die Maschinengeschwindigkeit in einem Schritt um den Betrag, der notwendig ist, die gewünschte Restfeuchte anzunähern. Dabei wird bei einem Sprung von geringerem zu höherem Wassergehalt sofort langsamer gestellt, bei einem Sprung in der entgegengesetzten Richtung aber eine Durchlauflänge abgewartet und dann erst verstellt. Die Uebertrocknung eines Trocknerinhaltes der jeweils leichteren Ware wird dabei in Kauf genommen.

Ein solcher erweiterter Aufwand hat allerdings nur dann Sinn, wenn es sich um die Regelung einer kontinuierlichen Bahn ohne Stillstände handelt und wenn die Partien gleichartiger Ware wenigstens fünf- bis zehnmal länger als ein Trocknerinhalt sind.

Regler der beschriebenen Art werden sowohl zur Restfeuchteregelung als auch zur Regelung von Vortrocknern eingesetzt. Regelgrösse ist in diesem Falle jedoch das Ausgangssignal einer Mikrowellenmessanordnung (Abb. 9), da die dort vorliegende Wassermenge nicht mehr mit einem Widerstandsmessgerät gemessen werden kann. Stellgrösse bleibt aber auch im Falle der Vortrocknerregelung meist die Durchlaufgeschwindigkeit. Werden allerdings — wie beim Thermosolprozess — strahlungsgeheizte Trockner verwendet, so kann es wirkungsvoller sein, das Heizmedium selbst zu regeln.

Auch für die Regelung der Warenbahntemperatur beim Thermofixierprozess in der im vorigen Abschnitt beschriebenen Weise kann der gleiche Regler verwendet werden, da ja dieselbe Regelstrecke vorliegt, mit ähnlichen Zeitkonstanten und Störwerten. Mitunter ist bei der Temperaturregelung noch eine weitere Programmierung des Reglers zweckmässig, die ihn veranlasst, in bestimmten Abständen die Durchlaufgeschwindigkeit versuchsweise bis zum Beginn des Temperaturrückganges zu erhöhen, um wirklich die maximal mögliche Geschwindigkeit auszufahren. Dies ist insbesondere dann ratsam, wenn es nicht möglich ist, die Umlufttemperatur der Fixierkammern deutlich über die Fixiersolltemperatur einzustellen. In diesem Fall könnte die Messstelle nämlich nicht unterscheiden, ob die Fixiertemperatur bereits in den ersten Feldern oder erst kurz vor der Messung erreicht wurde.

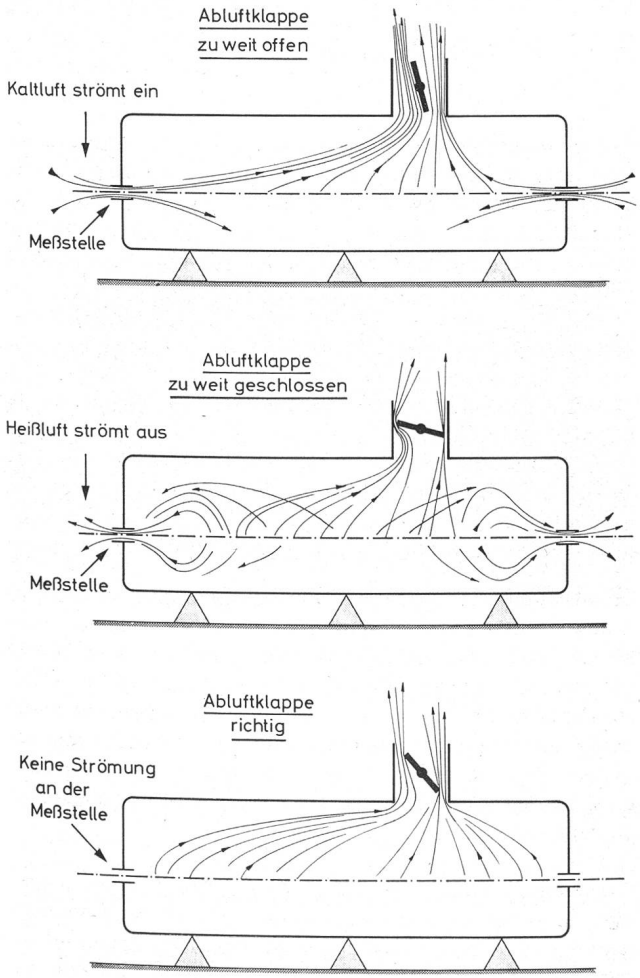
Damit wollen wir die Betrachtung der Feuchtigkeitsregelung abschliessen und uns einem Regelproblem zuwenden, das bis heute meines Wissens noch nicht zufriedenstellend gelöst ist. Es ist dies das Problem der Abluftfeuchteregelung.

2.2 Abluftfeuchte

Die Stellung der Abluftklappe eines Trockners ist mitbestimmend für die Wirtschaftlichkeit des Trocknungsprozesses. Es ist bekannt, dass bei einem weit offenen Abluftkanal eine rasche, wirksame Trocknung erfolgt, weil die mit dem

verdampften Wasser beladene Luft unverzüglich abgeführt und durch frisches, wasseraufnahmefähiges Medium ersetzt wird. Dabei gehen natürlich auch beträchtliche, nicht voll beladene Luftmengen, also nicht ausgenutzte Kalorien, über Dach. Schliesst man anderseits die Abluftklappe, so tritt das Gegenteil ein. Das Trockenmedium reichert sich total mit Wasserdampf an und zieht nur langsam ab. Die Verdampfungsleistung sinkt, aber es werden keine nicht ausgenutzte Heizenergien abgeführt. Zwischen diesen beiden Extremen liegt also offenbar ein Optimum, ein kostenmässig günstigster Kompromiss aus Verdampfungsleistung und Energieaufwand. Da dieses Optimum sehr stark von der zu verdampfenden Wassermenge und damit sowohl vom Quadratmetergewicht der Ware als auch ihrem Abquetschzustand abhängt, ist eine feste Einstellung der Abluftklappe für alle Artikel sicher nicht optimal. Man müsste also die Abluftfeuchte messen und die Klappe auf einen bestimmten Luftfeuchtesollwert regeln.

Luftfeuchtemessgeräte nach den verschiedensten physikalischen Prinzipien gibt es genügend. Aber mir ist bis heute noch kein Verfahren bekannt, das bei den üblichen hohen Ablufttemperaturen – weit über 100 °C – zufriedenstellend funktioniert und insbesondere auch ohne Schaden zu nehmen die starke Verschmutzung durch kondensierende Dämpfe und durch Flusen im Abluftkanal übersteht. Und eine einigermassen wartungsfreie Funktion eines solchen Regelgrössengebers ist schon aus rein räumlichen Gründen notwendig, denken wir nur an die Lage der Luftkanäle.



Strömung im Trockner bei verschiedenen Abluftklappen-Stellungen

Abb. 10
Strömung im Trockner bei verschiedenen Abluftklappenstellungen

Das Problem der Abluftfeuchteregelung bekommt allerdings mit zunehmender Verwendung organischer Lösungsmittel einen neuen Aspekt, der die Gesichtspunkte der reinen Wirtschaftlichkeit teilweise in Frage stellt. Die verdampfenden Lösungsmittel erzwingen nämlich eine weitere Oeffnung der Abluftklappe, als aus trockentechnischen Gründen notwendig wäre, einfach wegen ihrer Lästigkeit für das Bedienungspersonal. Es wäre also auch für den Abluftklappenregler eine zusätzliche Programmierung erforderlich.

Einen interessanten Lösungsvorschlag für das Problem der wirtschaftlich optimalen Abluftklappenregelung hat ein ungarischer Wissenschaftler gemacht. Er umgeht die gesamte Problematik der Luftfeuchtemessung im Abluftkanal, indem er als Eingangsgrösse für den Regler nicht die Feuchte, sondern eine Temperatur an einer bestimmten Stelle des Trockners verwendet. Grundgedanke des patentierten Vorschlages ist die Tatsache, dass bei einer bestimmten Abluftklappenstellung und einer ebenso definierten Wasserverdampfung bestimmte Druckverhältnisse im Trockner herrschen. Wenn man sich nun eine Stelle aussucht, wo – bei einer einmal ermittelten, optimalen Abluftklappenstellung – die Luftgeschwindigkeit gleich Null ist und dort ein Thermometer anbringt, so kann man an diesem ablesen, ob bei einer Aenderung der Verhältnisse kalte Luft von aussen nach innen strömt – was einer zu starken Luftabführung entspräche – oder ob bei stärkerer Verdampfung Heissdampf von innen austritt, wobei dann die Abluftklappe zu weit geschlossen wäre. Der Anschluss eines Reglers und die automatische Einstellung der Luftklappe ist dann sehr einfach (Abb. 10).

Der Gedanke ist sicher sehr interessant; es bleibt aber abzuwarten, ob die vorhin geschilderten übergeordneten Gesichtspunkte schliesslich nicht doch eine Abluftklappenregelung nach wirtschaftlichen Erwägungen überhaupt unmöglich machen.

3. Krumpfungs- und Dehnungsregelung

Nun aber zum Schluss noch zu einem anderen Problem. Wärmebehandlungen des fertigen Textils haben stets auch zur Folge, dass sich die masslichen Verhältnisse der Ware ändern, oder mit anderen Worten: sie wird gedehnt oder gekrumpft, und zwar sowohl in Kett- als auch in Schussrichtung. Ausserdem wird in besonderen Prozessen absichtlich eine Krumpfung in Kettrichtung herbeigeführt, um latente Dehnungen aus früheren Prozessen zu kompensieren. Dies geschieht im Spannrahmen oder in besonderen Stauchapparaten, z. B. den Sanformaschinen.

Auch diese Arbeitsgänge können überwacht und geregelt werden.

Wenn im Spannrahmen gekrumpft wird, so geschieht dies dadurch, dass die einlaufende Ware durch eine schneller drehende Einlaufwalze in grösserer Menge, als es der Kettenlänge entspricht, zugeführt und dadurch ziehharmonikaartig aufgenadelt wird. Unter dem Einfluss von Feuchtigkeit und Wärme gleichen sich die latenten Spannungen aus, und die Bahn kommt am Ende glatt aus der Kammer. Den Betrag des Einsprunges bestimmt dabei der «Krumpfapparat», die voreilende Walze. Im allgemeinen kann der Grad der Voreilung an einer Skala eingestellt werden. Dies besagt aber keineswegs, dass die erreichte Krumpfung auch tatsächlich dem eingestellten Wert entspricht. Die Reibungsverhältnisse zwischen Walze und Stoff, der Zustand des Walzenbelages und die Elastizität des Materials erzeugen ganz unterschiedliche Krumpfwerte. Will man aber einen konstanten Prozent-

satz Krumpfung erzeugen, so muss man den Voreilgrad regeln, wobei naturgemäss vorauszusetzen ist, dass der gewünschte Krumpfbetrag auch tatsächlich von der Ware aufgenommen wird.

Als Regelgrössengeber kommen je nach Aufgabenstellung zwei verschiedene Messverfahren in Frage. Soll unabhängig von vorangegangenen Einwirkungen in diesem Krumpfgang ein bestimmter Prozentsatz Einsprung erzielt werden, so wird mit Hilfe von je einem Impulsgeber vor dem Krumpfapparat und am Auslauf des Spannrahmens die durchlaufende Warenlänge gemessen und in einem elektronischen Rechner (Abb. 11) die prozentuale Differenz, also die Krumpfung in

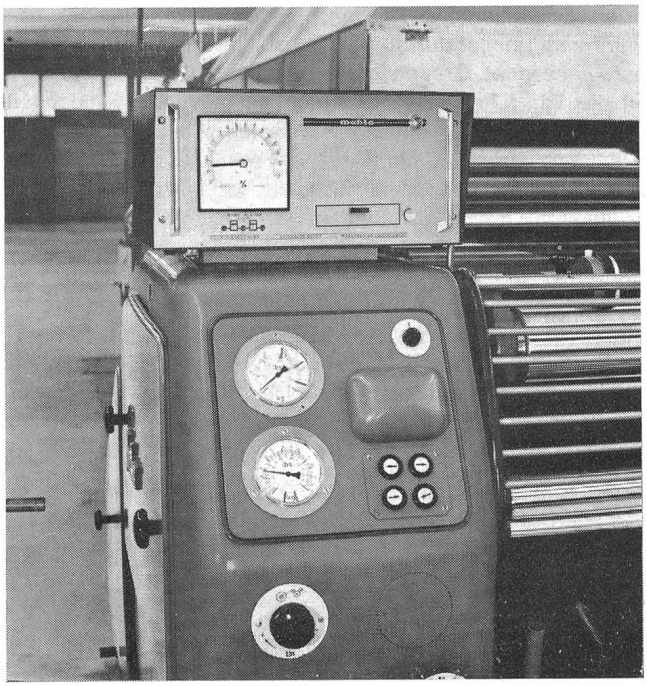


Abb. 11
Dehnungs- und Krumpfungsmessgerät (an einer Schlichtmaschine)

Prozenten der einlaufenden Länge, ermittelt. Will man dagegen feststellen, wie sich die Ware im Vergleich zu ihrer Herstellung geändert hat, braucht man also einen absoluten Wert, so muss mit einem Zählgerät die Schussfaden- oder Maschenzahl je Zentimeter kontinuierlich ermittelt werden.

3.1 Relativer Wert — Dehnungs- und Krumpfungsregelung

Die Geber des zuerst genannten Dehnungs- und Krumpfungsmessgerätes für die Messungen der prozentualen Längenänderung laufen auf oder neben der Ware, erfahren also die echten Umfangsgeschwindigkeitsänderungen (Abb. 12). Sie geben je Umdrehung eine bestimmte Anzahl elektrischer Impulse ab, die in einem elektronischen Zähler aufsummiert und verglichen werden. Die Krumpfung ist Null, wenn, wie leicht einzusehen ist, beide Geber gleichzeitig dieselbe Impulszahl abgegeben haben. Die Auflösung des digitalen Rechenwerkes kann je nach Zählerkapazität sehr hoch getrieben werden; sinnvoll ist eine Auflösung aber nur bis etwa 0,1 bis 0,05 % Krumpfung. Die Anzeige kann digital, mit Ziffernanzeigeröhren, oder nach Umformung in einen Analogwert mit einem Zeigerinstrument geschehen, an dem man meist instruktiver die Tendenz des Messwertes ablesen kann. Gleichzeitig steht der Messwert auch als Regelgrösse für die vorhin genannte Krumpfungsregelung zur Verfügung.

Insbesondere bei der Ausrüstung von Maschenware interessiert aber oft mehr als die prozentuale Längenänderung die absolute Veränderung der Maschenzahl pro Zentimeter, weil — insbesondere bei Lohnausrüstern — häufig eine bestimmte spezifische Maschenzahl bei der Auslieferung vorgeschrieben ist. In diesem Falle kann die Regelung des

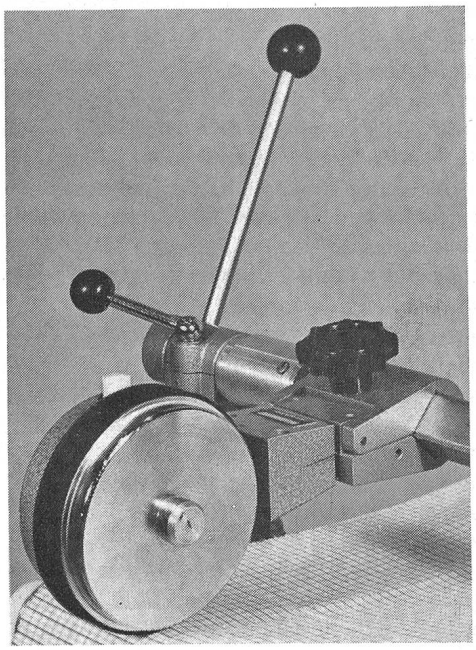


Abb. 12
Impulsgeber eines Dehnungsmessgerätes

Krumpfungsapparates auch auf Grund einer kontinuierlichen Maschenzählung erfolgen. Ein erst kürzlich entwickeltes Maschenzählgerät ermittelt die Masche oder den Faden als Modulation eines feinen Lichtstrahles, der durch die Ware auf einen photoelektrischen Empfänger dringt. Die von den Fäden verursachten Modulationsschwankungen werden ausgewertet und über eine Torschaltung einem elektronischen Zähler zugeführt. Die Torschaltung erhält ihre Oeffnungsbefehle von einem Weggeber, der auf der Ware mitläuft und nach einer bestimmten Strecke Sperr- oder Durchlaufimpulse an das Tor abgibt. Die Zählerstellung nach Sperrung des Tores entspricht dann der Fadenzahl innerhalb der Messstrecke und wird während der nächsten Zählperiode in einem Speicher festgehalten und daraus am Zeigerinstrument angezeigt, bis das neue Zählergebnis eintrifft (Abb. 14).

Es ist mitunter nicht einmal für das Auge ganz einfach, die wahre Faden- oder Maschenzahl unter einer Lupe festzustellen. Das photoelektrische Messgerät hat naturgemäss die gleichen Schwierigkeiten, dicht an dicht liegende Fäden zu identifizieren. Immerhin ist aber ein Grossteil der besonders interessierenden Maschenware einigermassen klar aufgebaut, so dass eine genaue Messung mit einer Messauflösung bis auf 0,15 Fäden bei beliebigen Maschinengeschwindigkeiten möglich ist.

Diese Messeinrichtung gibt die Möglichkeit, einen Faden- oder Maschensollwert einzustellen und die Krumpfeinrichtung so zu regeln, dass die gewünschte Maschenzahl eingehalten wird. Voraussetzung dafür ist natürlich auch wieder, dass die erforderliche Krumpfung von der Ware überhaupt aufgenommen wird oder, mit anderen Worten, dass der angestrebte Sollwert nicht zu weit von der Ist-Fadenzahl entfernt liegt.

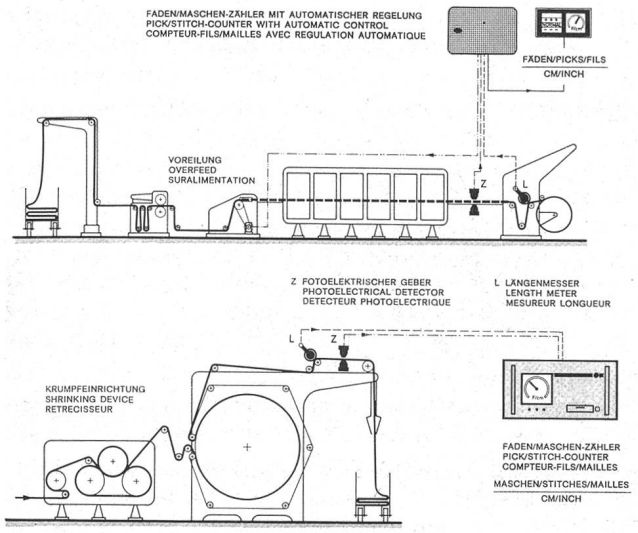


Abb. 13
Schema der Faden- und Maschenzählung bei Krumpfung im Spannrahmen und an einer Sanforanlage

Zur Regelung der Krumpfung können prinzipiell die gleichen Regler eingesetzt werden, wie bei der Feuchteregelung besprochen. Die Zeitkonstanten der Strecke sind ähnlich, Lose und Spiel mitunter in gleicher Weise vorhanden. Die Anfahr- und Blockierungsverhältnisse sind im allgemeinen einfacher, weshalb auf gewisse Programmierungen des Reglers verzichtet werden kann.

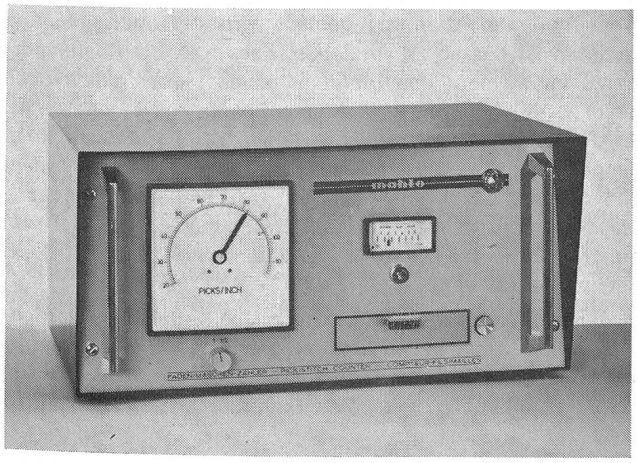


Abb. 14
Faden- und Maschenzähler — Anzeigegerät

An der Sanformaschine kann mit einem der besprochenen Messgeräte ebenfalls die Warenzuführung durch den Voreilapparat geregelt werden. Die Messstellen werden dabei normalerweise vor der Voreilung und hinter dem Palmer angeordnet. Gleichzeitig empfiehlt sich eine Feuchtigkeitsregelung des Mitläufers, um für diesen einen definierten Anfangszustand sicherzustellen. Die Feuchteregelung bestimmt dann die Gesamt-Maschinengeschwindigkeit.

Adresse des Autors: Obering. G. Schellenberger,
c/o Mahlo GmbH, D-8424 Saal/Donau

Die Spannung der Webkette und deren Regelung

Ch. Karcher, dipl. Ing. ETH

DK 677.054.72
: 539.319

Zusammenfassung

Es wird über das Problem der Konstanthaltung der Kettfadenspannung an Webmaschinen berichtet. Nach einer Einführung in die Aufgaben einer Vorrichtung zur Regelung der Kettfadenspannung werden einige ausgewählte Beispiele aus der Entwicklungsgeschichte solcher Webmaschinenaggregate beschrieben. Die verschiedenen Arbeitsprinzipien der Kettnachlassvorrichtungen und deren Probleme werden diskutiert.

Ein Gewebe besteht bekanntlich aus zwei ineinander verkreuzten Fadenscharen: in Längsrichtung die Kette, in Querrichtung der Schuss.

Die physikalischen Eigenschaften und ästhetischen Merkmale des Gewebes werden durch eine Anzahl Parameter festgelegt. Von den vielen möglichen Parametern sollen nur vier erwähnt werden:

— die Fadendicke in Kette und Schuss und

— die Fadendichte in Kette und Schuss

Diese vier Grössen können innerhalb bestimmter Grenzen praktisch stufenlos variiert werden, so dass eine grosse Zahl von Geweben entsteht, die sich teils stark, teils nur wenig voneinander unterscheiden.

Ein weiterer wichtiger Parameter, der auf das Gewebe einen grossen Einfluss hat, ist die *Kettfadenspannung,* mit welcher gewoben wird. Im Zusammenhang mit dem Ausdruck «Kettfadenspannung» ist eine Bemerkung am Platze: In der Textilindustrie spricht man von Fadenspannung und meint damit die auf den Faden wirkende Zugkraft und nicht eine auf den Fadenquerschnitt bezogene Kraft.

Für ein Gewebe ebenso wichtig wie die Kettspannung selber ist natürlich auch die *Konstanthaltung* dieser Spannung. Die Konstanthaltung bzw. *Regelung der Kettspannung* soll kurzzeitige und langzeitige Veränderungen ausgleichen. Erstere können beispielsweise von einer ungleichmässigen Schussdicke verursacht werden, letztere treten infolge sich ändernder Abwickelbedingungen der Kette auf.

Die kurzzeitigen Spannungsveränderungen in der Webkette sind kritischer, denn sie äussern sich im Gewebe fast immer als mehr oder weniger gut sichtbare Streifen in Schussrichtung. Eine bessere Spannungskonstanz kann diese Streifen zum Verschwinden bringen. Es gibt aber auch andere Mittel: eine englische Veröffentlichung* enthält Angaben über kritische Abstände solcher Schussstreifen voneinander; sind die Abstände kleiner als $^1/_8$'' (3 mm) oder grösser als 10'' (254 mm), so fallen die Streifen in vielen Fällen nicht mehr auf, da bei kleinem Abstand die einzelnen Streifen nicht mehr erkennbar werden und bei grossem Abstand der Auf- und Abbau des Streifens genügend verflacht wird. Es ist noch zu bemerken, dass die Schwankung in der Kettspannung nur einer der vielen Gründe für Schussstreifen im Gewebe sein kann; bekanntlich hat, nebst anderem, besonders das Schussmaterial, bzw. dessen Ungleichmässigkeit, einen grossen Einfluss auf die Egalität des Gewebes.

Wie konstant die Kettfadenspannung gehalten werden soll, hängt in erster Linie vom verwendeten Fasermaterial ab: gesponnene Garne sind auf Spannungsschwankungen wesentlich unempfindlicher als Chemiefasern; im weiteren erweisen sich gewisse Kombinationen von Gewebeparametern als sehr heikel bezüglich einer Spannungsänderung.

* I. H. Thomas: Design Problems in the Development of a new Loom, Modern Developments in Weaving Machinery, Manchester Columbine Press, 1962

Es ist somit nicht gesagt, dass in jedem Falle eine mathematisch genau arbeitende und damit entsprechend teure und aufwendige Vorrichtung zur Regelung der Kettspannung nötig ist.

Betrachtet man die verschiedenen Vorrichtungen zur Kettspannungsregelung, die im Laufe der Jahre entwickelt wurden, so sieht man, dass deren Entwicklung nicht nur vom technischen Standpunkt im Sinne von Mechanik und Werkstoffe erfolgte. Es ist vielmehr eine Entwicklung, die oft einen Kompromiss zu Gunsten neuer Fasern oder geänderter Betriebsbedingungen in der Weberei eingehen musste.

So wurde in den dreissiger Jahren eine an sich recht günstige Vorrichtung für die damals neuen Kunstseiden entwickelt, die aber u. a. wegen der stets höher werdenden Maschinendrehzahlen bald unbrauchbar wurde.

Anhand einiger ausgewählter Beispiele wird im folgenden die Entwicklung der Vorrichtungen zur Regelung der Kettspannung gezeigt.

Vorerst einige Worte zum Webprozess selbst: In Abbildung 1 ist der Webprozess schematisch dargestellt. Die Kette ist als Fadenschar auf dem Kettbaum gewickelt. Der Schuss erscheint erst im Gewebe als Fadenschar; er wird als Einzelfaden zu einer Spule gewickelt und in einem Wurfkörper, dem Schützen, deponiert. Die Kettfadenschar wird durch geeignete Mittel in zwei Teile geteilt, und es entsteht ein Tunnel, das sogenannte Fach. Der Schützen wird durch dieses Fach geschossen und legt dabei eine Schusslänge ab. Dieser im Fach lose liegende Schussfaden wird anschliessend durch ein kammähnliches Gebilde, das Blatt, an das Gewebe geschlagen. Das Blatt ist mechanisch angetrieben; es führt einen konstanten Hub aus und kann somit den Schussfaden nur bis zum vorderen Totpunkt seiner Bewegung schieben. Eine spezielle Vorrichtung, der Regulator, besorgt das schrittweise Wegziehen des Gewebes von der Webstelle, so dass jeder Schussfaden an einen definierten Abstand vom vorhergehenden geschoben werden kann.

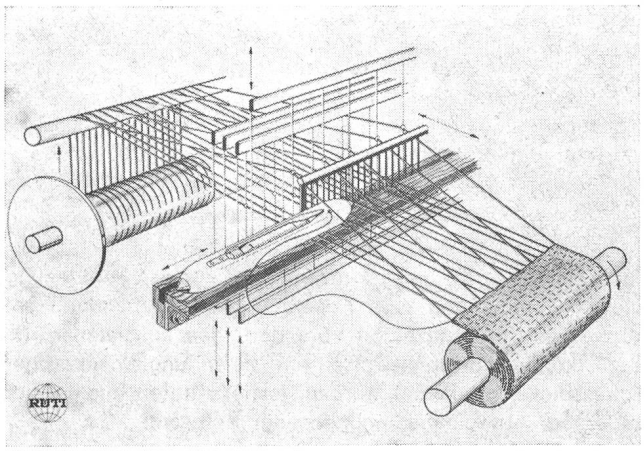


Abb. 1 Schematische Darstellung des Webprozesses

Ein solcher Regulator ist in Abbildung 2 dargestellt. Er besteht aus der sogenannten Einziehwalze und aus einem Stirnrädersatz als Antrieb dieser Walze. Die Einziehwalze ist mit einem rauhen Belag versehen und wird durch das Gewebe umschlungen. Der Stirnrädersatz erlaubt eine sehr einfache Einstellung der gewünschten Fadendichte in Schussrichtung, bzw. der entsprechenden Schrittgrösse der Einziehwalze.

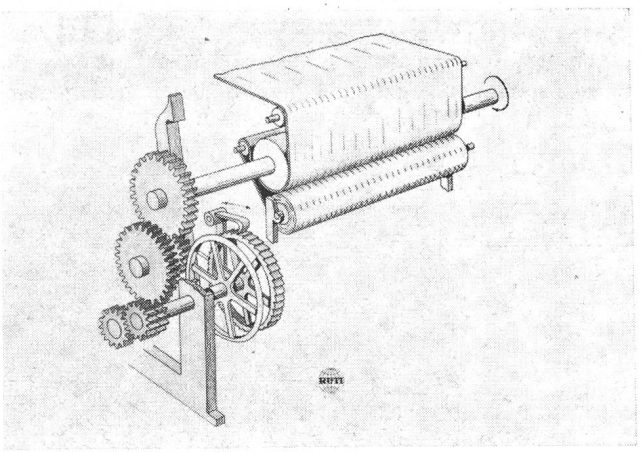


Abb. 2 Regulator der Webmaschine zur schrittweisen Aufwicklung des Gewebes

Entsprechend dem Wegziehen des Gewebes an der vorderen Maschinenseite, muss auch dafür gesorgt werden, dass die dazugehörige Kettlänge vom Kettbaum her auf der hinteren Maschinenseite nachgespiesen wird. Benötigt wird somit eine *Kettnachlassvorrichtung*, die folgende Aufgaben hat:

– die Kettfadenspannung soll gewählt werden können
– die gewählte Spannung ist konstant zu halten

Es muss noch betont werden, dass die *Kettspannung* über *kurze Zeitabschnitte nicht konstant* bleibt. Ueber einen Webzyklus, also der Zeit, die für einen vollen Schusseintrag nötig ist, ändert sich die Kettspannung infolge der Bewegung verschiedener Vorrichtungen an der Webmaschine, wie Blatt, Fachbildeorgane usw. Dieser Spannungsverlauf wiederholt sich in jedem Webzyklus. Ein Weben ohne solche periodische Veränderungen der Kettspannung ist nicht möglich.

Wenn nun die Forderung gestellt wird: Spannung = konstant, so ist das so zu verstehen, dass z. B. die Spannungsspitze im Moment des Blattanschlages immer gleich hoch bleibt. Und wenn von kurzzeitigen Spannungsveränderungen die Rede ist, so sind Veränderungen solcher Spitzen über einige Webzyklen zu verstehen. Die beim Weben entstehenden Spannungsspitzen versetzen verschiedene bewegliche Maschinenteile in erzwungene Schwingung. Zu diesen Teilen gehören u. a. der Kettbaum und einzelne Teile der Kettnachlassvorrichtung.

In der geschichtlichen Entwicklung der Kettnachlassvorrichtung findet man zuerst die *Bremse.* Dies ist eine einfache Vorrichtung, und sie wurde in sehr vielen Varianten eingesetzt. In Abbildung 3 ist eine Seilbremse dargestellt. Eine

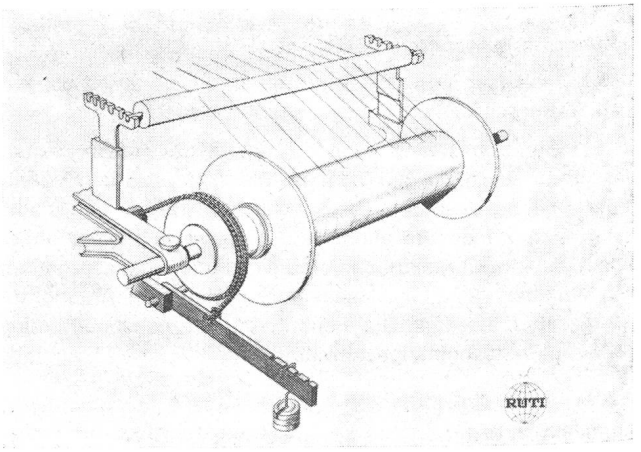


Abb. 3 Kettbaumbremse

mit dem Kettbaum fest verbundene Trommel ist durch ein Seil mehrmals umschlungen. Das eine Seilende ist am Maschinengestell befestigt, das andere durch eine Hebel- und Gewichtanordnung belastet.

Solche Bremsen genügten den praktischen Anforderungen der damaligen Zeit; technisch gesehen weisen sie aber einige schwerwiegende Nachteile auf. So muss in gewissen Zeitabständen das Belastungsmoment von Hand nachgestellt werden, um es dem kleiner werdenden Kettbaumdurchmesser anzupassen. Eine solche Nachstellung ist gleichbedeutend mit einer plötzlichen Aenderung der eingestellten Kettspannung und kann sich als unerwünschter Fehler im Gewebe auswirken.

Manuelle Korrekturen wurden dann bei automatisierten Varianten der Bremse überflüssig, als ein Taster auf dem Kettbaum die Belastung über eine Hebelanordnung entsprechend der Durchmesserabnahme verminderte.

Ein weiterer Fehler der Bremse ist deren undefinierte Arbeitsweise, da sie es dem Kettbaum überlässt, die Schaltschrittgrösse pro Webzyklus selber zu bestimmen; dies kann in einzelnen Fällen zu einer Schwebung in der Schaltschrittgrösse führen, welche die Gewebequalität beeinträchtigt.

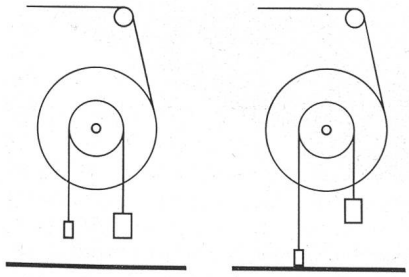


Abb. 4 Variante der Kettbaumbremse mit zwei Gewichten

Abbildung 4 zeigt eine andere interessante Anordnung der Bremse. Hier sind beide Seilenden mit Gewichten belastet. Im normalen Betrieb schlägt das kleinere Gewicht bei jedem Blattanschlag am Boden auf (wie in Abbildung 4 rechts dargestellt) und löst damit für einen kurzen Moment die Seilreibung auf der Trommel. Diese Bremse hat einige Vorteile gegenüber der Ausführung nach Abbildung 3: sie hält die Kettspannung innerhalb enger Grenzen und kann die Kette nach Ausweben einiger Schüsse zurückziehen; im letzteren Fall hängt das kleine Gewicht in der Luft, und die Kettspannung ist konstant (Abb. 4 links).

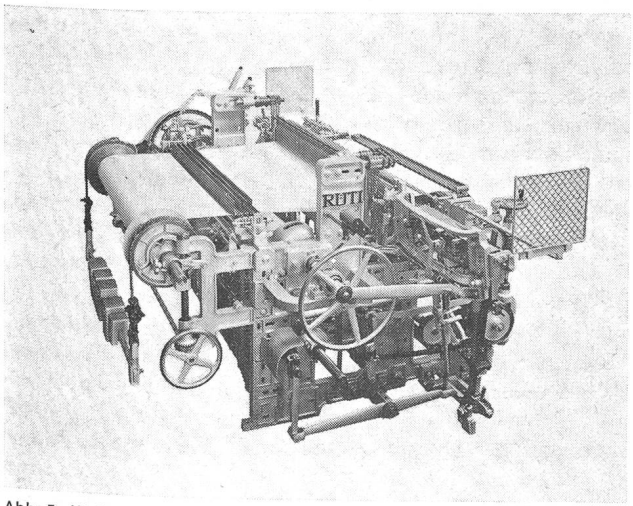


Abb. 5 Webmaschine mit Seilbremse und hochgelagertem Kettbaum

Heute werden Bremsen nur noch in Spezialfällen eingesetzt. Sie sind mit Bremsbelägen und automatischer Durchmesserkompensation ausgerüstet und arbeiten feiner als die alten Modelle.

In Abbildung 5 ist eine Webmaschine mit nichtautomatischer Bremse am Kettbaum abgebildet. Deutlich sichtbar ist die Anordnung der Gewichte, die eine allmähliche Verminderung der Seilbelastung erlaubt. Diese Abbildung zeigt aber auch eine Kettbaumanordnung, die für die Verarbeitung der Kunstseiden in den dreissiger Jahren typisch ist und die Entwicklung der Kettnachlassvorrichtungen beeinflusst hat. Die Kunstseiden waren damals sehr heikel, und man versuchte den Kettbaum so zu stellen, dass keine weitere Umlenkung bzw. Berührung der Kettfadenschar notwendig wurde. Dies gelang dadurch, dass die Kettbaumachse mittels einer Spindel entsprechend der Durchmesserabnahme hochgehoben werden konnte.

Die Bremsen wurden mit der Zeit aus verschiedenen Gründen verlassen. Solche Gründe sind:

- der Drang des Technikers, die undefinierte Arbeitsweise der Bremse durch eine *positiv arbeitende Vorrichtung* zu ersetzen
- die *höheren Drehzahlen* der modernen Webmaschine, welche sich selbst überlassene Systeme in Schwingung versetzen können
- die Tendenz zu viel *grösseren Kettbaumdurchmessern,* die ein Regelverhältnis vom vollen zum leeren Baum von 1:5 bis 1:6 erfordern
- der Wunsch nach einer *automatisch arbeitenden Vorrichtung,* da die Weber immer mehr Maschinen bedienen müssen und man zudem von der manuellen Geschicklichkeit des Webers unabhängiger werden will
- die *höheren textiltechnischen Forderungen,* gegeben einerseits durch die vom Verbraucher verlangte Gewebeperfektion, anderseits durch die speziellen Eigenschaften neuer Fasern, im wesentlichen der Chemiefasern.

Diese Forderungen traten natürlich nicht alle gleichzeitig auf; die Entwicklung der Kettnachlassvorrichtung ist jeweils von der momentan stärksten Forderung geprägt.

Als erstes kam der Wunsch einer positiv arbeitenden Vorrichtung. Dies ist nur dann der Fall, wenn der Kettbaum mit dem Regulator über ein Getriebe starr gekoppelt wird. Leider ist eine solche Vorrichtung nur in wenigen Spezialfällen brauchbar; sie wäre einfach, weil das Getriebe zur Einstellung der gewünschten Schussdichte im Regulator schon vorhanden ist. Eine positiv arbeitende Vorrichtung kann aber nicht eingesetzt werden, da ein strenger Synchronlauf aus textiltechnischen Gründen nicht möglich ist. Es muss beachtet werden, dass die Kette als gestreckte Länge nachgelassen wird, im Gewebe jedoch als Wellenlinie erscheint; daraus folgt, dass ein gewisser Kettlängenzusatz nachgespiesen werden muss, der von Gewebe zu Gewebe einen anderen Wert haben kann. Im weiteren wird das Gewebe am Umfang einer Walze abgezogen, d. h. diese Walze dreht sich mit konstanter Geschwindigkeit; eine Kettfadenschar lässt sich jedoch mittels Walzen nicht genügend halten, so dass ein Kettnachlassgetriebe, als Variator ausgebildet, an der Kettbaumachse wirken muss. Weiter kann noch erwähnt werden, dass eine positive Kettnachlassvorrichtung eine durch äussere Einflüsse verursachte Abwanderung der Spannung vom eingestellten Sollwert nicht feststellt und nicht korrigiert.

Aus diesen Ueberlegungen folgt, dass ein Kettnachlassgetriebe als getrennt arbeitende Vorrichtung gebaut werden muss; seine Aufgaben sind schon erwähnt worden, nämlich:

1. Kettspannung ist wählbar;
2. Konstanthaltung dieser Spannung, d. h. Korrektur einer Spannungsabwanderung und Kompensation des Kettbaumdurchmessers.

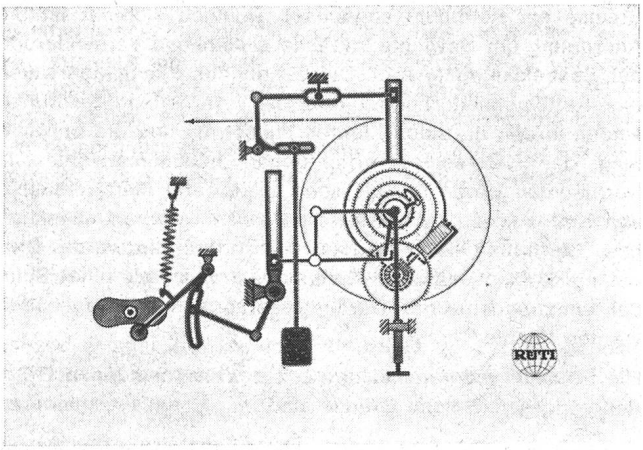


Abb. 6 Kettnachlassvorrichtung mit Gewichtsbelastung für hochgelagerten Kettbaum (schematische Darstellung)

Abbildung 6 zeigt eine schematische Darstellung einer Kettnachlassvorrichtung. Sie besitzt eine *negative,* jedoch *aktive Arbeitsweise,* im Gegensatz zur Bremse, die als passiv bezeichnet werden muss. Diese Vorrichtung besitzt noch keine Durchmesserkompensation; sie kann als Weiterentwicklung der Seilbremse an Webmaschinen für die Verarbeitung von Kunstseide betrachtet werden. Die Arbeitsweise ist folgende: der Kettbaum und das Kettnachlassgetriebe sind derart gelagert, dass sie miteinander durch eine Spindel nach oben bewegt werden können. Der Kettbaum ist über ein Schnekkengetriebe mit einer Klinkenschrittschaltung verbunden. Das Gehäuse dieses Getriebes ist auf der Kettbaumachse frei drehbar und über ein Hebelsystem mit einem Gewicht zur Spannung der Kette belastet. Der Antrieb der Klinkenschaltung wird von einem Exzenter und entsprechendem Hebel ausgeführt. Diese Vorrichtung arbeitet automatisch bis auf die Höherstellung des Kettbaumes. Tritt ein Mehrverbrauch an Kette ein, so dreht sich der Kettbaum samt seinem Getriebe und hebt das Gewicht über Hebel und Kulisse an. Der Klinkenschalthebel nützt jetzt einen grösseren Teil des Exzenterhubes aus und dreht den Kettbaum mit einem grösseren Schaltschritt. Bei Höherstellung des Kettbaumes (kleinerer Baumdurchmesser) wird die Belastung automatisch reduziert, indem der auf dem Kettbaum wirkende Hebelarm mittels der Kulisse verkleinert wird.

An dieser Vorrichtung sind alle notwendigen Elemente für ein selbstregelndes Getriebe zu finden, nämlich:

– Taster
– Abtastgrösse
– Vergleichs- oder Sollwert
– Uebertragung der Korrektur an das Getriebe

Der Kettbaum arbeitet als Taster; eine bestimmte Kettlänge stellt die Abtastgrösse dar; der Vergleichswert ist einerseits in der Gewichtsbelastung, anderseits in der räumlichen Lage der oberen Kulisse zu finden, und die Uebertragung der Korrektur erfolgt durch das Gehäuse, an welchem die obere Kulisse befestigt ist.

Diese Vorrichtung arbeitet, vom technischen Standpunkt gesehen, ideal bezüglich Spannungskonstanz. Als *Abtastgrösse* figuriert, wie schon erwähnt, eine *Kettlänge,* und zwar die freie Kettlänge zwischen Kettbaum und Webstelle. Die Kettspannung kann weder ansteigen noch absinken, da ein Gleichgewicht herrschen muss und das vom Gewicht erzeugte Moment nur durch eine bestimmte Kettspannung im Gleichgewicht gehalten werden kann.

Die primäre Ursache einer Kettspannungsänderung ist ein geänderter Verbrauch an Kettlänge; der Kettbaum reagiert sofort auf eine solche Längenänderung: er ist nicht festgehalten und dreht sich. Das Wesentliche für eine *Längenabtastung* ist folgendes: bei einer Drehung des Kettbaumes bleibt der Kettspannungsvektor in Lage und Richtung unverändert. Mit anderen Worten: die *Kettspannung* erfährt *keine Aenderung beim Regeln.*

In Abbildung 7 ist eine Seidenwebmaschine mit der soeben beschriebenen Kettnachlassvorrichtung abgebildet. Das Handrad auf der entfernten Maschinenseite dient zur Höhenverstellung des Kettbaumes. Diese Kettnachlassvorrichtung aus den vierziger Jahren ist heute wieder verschwunden, obwohl sie auch in einer Version existierte, bei der auch die Höherstellung des Kettbaumes ohne Eingreifen des Webers erfolgte. Zwei Gründe verurteilten diese Vorrichtung: erstens die höheren Drehzahlen, die eine Verstärkung der erzwungenen Schwingungen des Kettbaumes verursachten, und zweitens die grösseren Kettbaumdurchmesser, welche diese Schwingungen vom vollen zum leeren Baum stärker veränderten. Das Schwingungsverhalten des Kettbaumes wurde für das Textilgut unerträglich, und es musste eine neue Vorrichtung geschaffen werden.

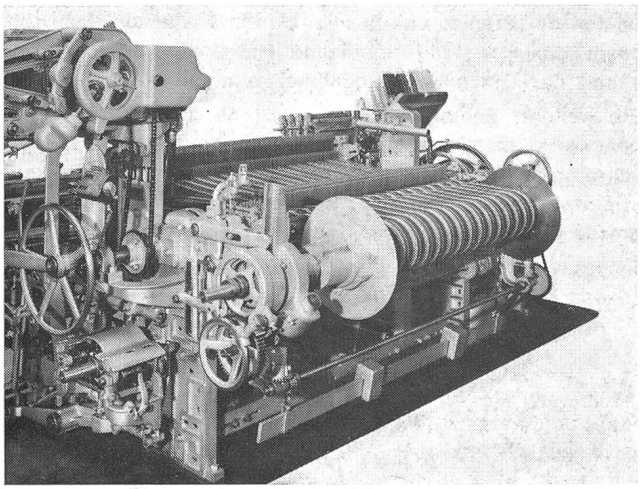


Abb. 7 Webmaschine mit Kettnachlassvorrichtung nach Abb. 6

In der Baumwollindustrie wurde eine andere Richtung verfolgt: der Kettbaum ist immer tief gelagert und die Kettfadenschar über eine Walze umgelenkt. Es entstand hieraus die klassische Anordnung der Kettnachlassvorrichtung mit der Umlenkwalze als Taster. Eine solche Vorrichtung ist,

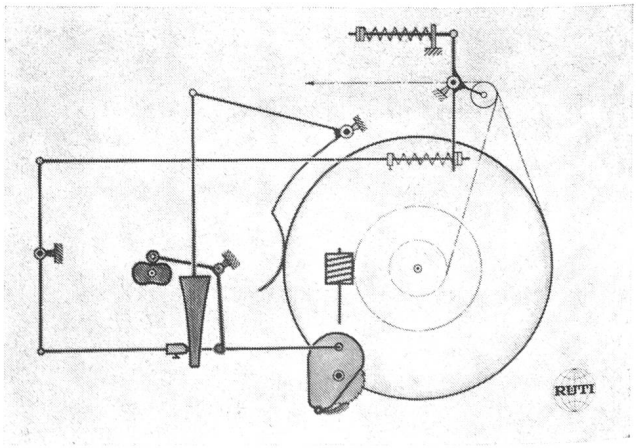


Abb. 8 Schematische Darstellung der Kettnachlassvorrichtung der Rüti-Webmaschine Typ B

schematisch gezeichnet, in Abbildung 8 zu sehen; es handelt sich hier um die Kettnachlassvorrichtung der Rüti B-Maschine, welche folgendes charakteristisches Merkmal aufweist:

– die Kompensation des Kettbaumdurchmessers und die Korrektur der Spannungsabwanderung erfolgen durch getrennte Mittel

Der Kettbaum wird durch ein Schneckengetriebe mit Klinkenschaltmechanik angetrieben; letztere ist zur besseren Uebersicht um 90 Grad gekippt gezeichnet. Der Antrieb der Klinkenschaltung erfolgt durch einen exzentergesteuerten Hebel. Ein Arretierstück am Schaltgestänge wird derart eingestellt, dass er vom bewegten Exzenterhebel nicht berührt wird.

Die Kompensation des Baumdurchmessers wird mit Hilfe eines Tasters auf dem Kettbaum durchgeführt. Dieser Taster ist über Hebel mit einem Keil verbunden, der zwischen Arretierstück und Exzenterhebel hängt. Der Keil füllt einen Teil des vorhandenen Platzes aus, so dass ein gewisser Schaltweg auf das Arretierstück und die Klinkenschaltung übertragen wird. Je kleiner der Baumdurchmesser, desto tiefer hängt der Keil und desto grösser ist der auf die Klinken übertragene Schalthub.

Eine eventuelle Spannungsabwanderung vom Sollwert wird mittels der Umlenkwalze korrigiert. Diese Walze, die Streichwalze, ist auf drehbar angeordneten Hebeln befestigt. Wie auch in den früheren Beispielen, muss ein Belastungsmoment auf diese Walze wirken; es wird in diesem Fall mittels Druckfedern erzeugt. Der Streichwalzenhebel ist über ein Gestänge mit dem Arretierstück und der Klinkenschaltung verbunden. Die Feder im Gestänge verhindert eine Rückwirkung auf die Streichwalze im Moment des Schaltens. Bei ungenügendem Schaltschritt wird die Streichwalze nach unten gedrückt und verschiebt das Arretierstück gegen den Keil. Die Klinken holen auf dem Klinkenrad weiter aus, und der nächste Schaltschritt wird grösser.

Diese Schaltung weist gegenüber den bis jetzt behandelten Vorrichtungen folgende neue Merkmale auf:

– eine Fadenumlenkwalze als Taster

– eine Federbelastung dieser Walze

– die *Kettspannung als Abtastgrösse*

Die Abtastgrösse wird nicht allein durch die Art der Belastung oder durch das Vorhandensein einer Umlenkwalze festgelegt. Sie wird bestimmt durch die Art und Weise, in welcher die Kettnachlassvorrichtung arbeitet.

Bei der Kettnachlassvorrichtung nach Abbildung 6 erfährt die Kettspannung keine Aenderung beim Regeln. Dies ist bei dieser B-Schaltung nicht mehr der Fall.

Um regeln zu können, muss die Streichwalze bewegt werden. Eine solche Bewegung kann aber nur durch eine Aenderung der Kettspannung zustande kommen; die Walze verschiebt sich und ändert dabei die Einfederung an den Druckfedern und somit auch das auf sie wirkende Belastungsmoment. Zur Erstellung des Gleichgewichtes muss die Kettspannung ansteigen, bis das neue Belastungsmoment ausgeglichen ist. Jeder Lage der Streichwalze entspricht somit eine bestimmte Kettspannung, welche um so höher sein muss, je tiefer die Streichwalze steht.

In Abbildung 9 links sind diese Kräfteverhältnisse für die B-Schaltung eingezeichnet. Die Kettfadenspannung K erzeugt eine resultierende Kraft R durch die Streichwalzenachse. Ein Mehrverbrauch an Kette bewirkt eine Bewegung der Streichwalze nach unten. Die dadurch entstehende zusätzliche Einfederung Δs der Federn erhöht das Belastungsmoment um

$$\Delta M = \Delta s \cdot c \cdot b$$

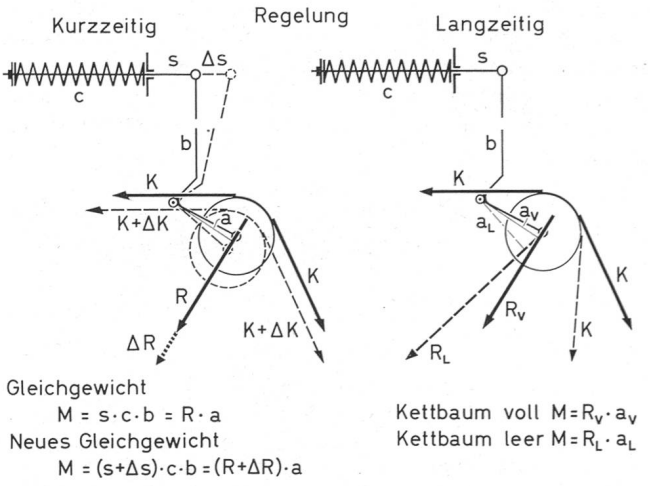


Abb. 9 Kräfteverhältnisse bei kurzzeitiger und langzeitiger Regelung an der Webmaschine Typ B

Es muss jederzeit Gleichgewicht herrschen, so dass sich die resultierende R um ΔR und damit die Kettspannung um ΔK vergrössern, bis

$$\Delta M = \Delta s \cdot c \cdot b = \Delta R \cdot a$$

Es herrscht wieder Gleichgewicht, aber der Schaltschritt ist vergrössert worden.

Die *Spannungsabtastung* ist somit gekennzeichnet durch eine *Spannungsänderung beim Regeln.*

Die Verwendung einer Umlenkwalze bringt ein weiteres Problem, das berücksichtigt werden muss; dies ist in Abbildung 9 rechts dargestellt.

Die Resultierende verändert sich mit leerwerdendem Kettbaum: sie wird mit zunehmender Umschlingung der Streichwalze grösser und dreht sich in Richtung der Horizontalen. Durch eine geeignete Wahl der Hebelanordnung kann der Einfluss der Aenderung der Resultierenden auf das Moment praktisch eliminiert werden.

Die Verwendung einer Streichwalze hat aber auch einen Vorteil: die Schwingung des Kettbaumes kann sich auf die Kettschaltung nicht mehr auswirken, wie dies an den bisherigen Beispielen der Fall war. Dieser Vorteil ist für das Gewebe so bedeutend, dass andere Nachteile dieser Schaltung ohne weiteres in Kauf genommen werden.

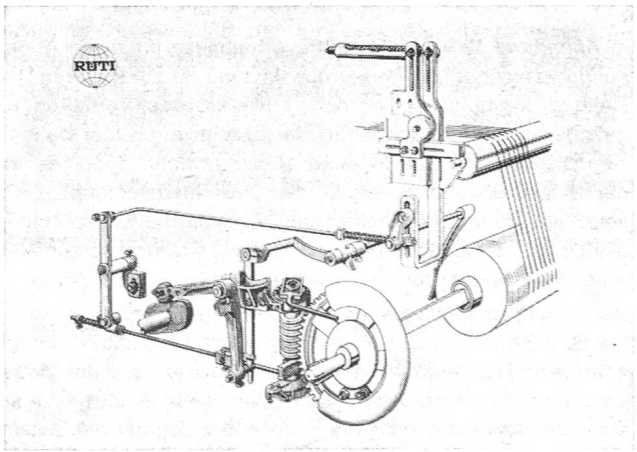


Abb. 10 Kettnachlassvorrichtung Typ B

In Abbildung 10 ist eine solche B-Schaltung, von der Maschine losgelöst, gezeichnet.

Das Prinzip der B-Schaltung wird in abgeänderter Form auch an Webmaschinen für Seide verwendet. Eine solche Vor-

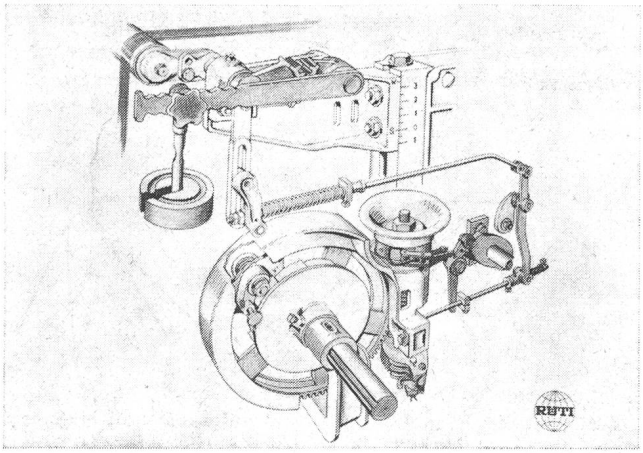


Abb. 11 Kettnachlassvorrichtung der Rüti-Webmaschine Typ S

richtung ist in Abbildung 11 dargestellt. Diese sogenannte S-Schaltung unterscheidet sich jedoch in zwei wesentlichen Punkten von der B-Schaltung, denn sie besitzt

– eine Gewichtsbelastung
– keine getrennte Kettbaumdurchmesserkompensation

Der Aufbau dieser S-Schaltung ist, mit der Streichwalze als Taster, sonst ähnlich demjenigen der B-Schaltung.

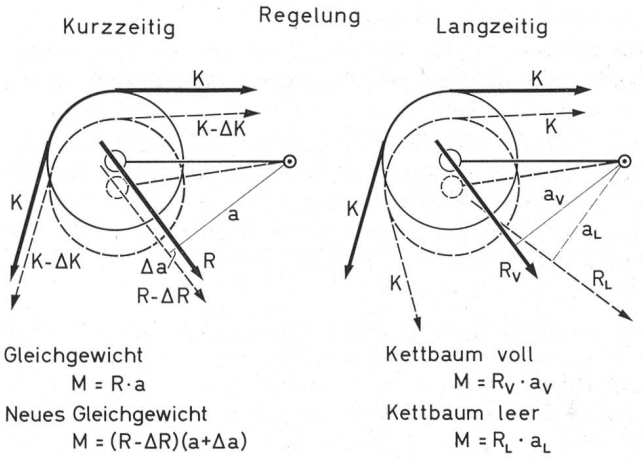


Abb. 12 Kräfteverhältnisse bei kurzzeitiger und langzeitiger Regelung an der Webmaschine Typ S

In Abbildung 12 sind die Kräfteverhältnisse für diese Anordnung gezeichnet; die Gewichtsbelastung ist zur klareren Darstellung weggelassen worden. Links ist das Verhalten bei geändertem Kettlängenbedarf dargestellt. Auch hier befindet sich die Streichwalze in einer Gleichgewichtslage. Wie aus der Skizze ersichtlich, ergibt die Gewichtsbelastung in diesem Falle keine Längenabtastung, da sich die Kettspannung, wie bei der B-Schaltung, je nach Streichwalzenlage zur Wahrung des Gleichgewichts einstellen muss.

Bei einem Mehrverbrauch an Kettlänge bewegt sich die Walze nach unten. Bei dieser Bewegung wird die Wirkungslinie der Resultierenden derart verschoben, dass der Hebelarm a um Δa vergrössert wird. Das Drehmoment M muss erhalten bleiben, so dass die Fadenspannung mit der Streichwalzenbewegung auf den Wert $K - \Delta K$ sinken muss, damit

$$M = (R - \Delta R) \cdot (a + \Delta a)$$

Diese S-Schaltung reagiert also mit einem Kettspannungsabfall bei zu kleinem Schaltschritt an der Kettschaltung.

Die nicht vorhandene getrennte Durchmesserkompensation bedingt eine leicht geänderte Arbeitsweise der Streichwalze.

Bei der B-Schaltung bewegt sich die Streichwalze ständig um eine mittlere Lage; bei der S-Schaltung muss sich diese mittlere Lage der Streichwalze mit leer werdendem Kettbaum allmählich nach unten verschieben. Dies ist nötig, um den grösseren Schaltschritt für den Kettbaum zu erhalten. Abbildung 12 rechts zeigt diese tiefere Lage der Streichwalze bei leerem Baum. Auch in diesem Fall ergibt eine geeignete Hebelanordnung eine ausreichende Kompensation zwischen der Resultierenden und deren Hebelarm, so dass das entstehende Drehmoment vom vollen zum leeren Baum praktisch konstant bleibt.

Für hochtourige Webmaschinen ist die S-Schaltung nicht geeignet, und zwar wegen der ungedämpften Massen der Gewichtsbelastung.

Als Weiterentwicklung der B- und S-Schaltung kann die neue, sogenannte C-Schaltung betrachtet werden. Sie besitzt die kennzeichnenden Merkmale:

– federbelastete Streichwalze
– keine getrennte Durchmesserkompensation

Diese Schaltung ist für hohe Maschinendrehzahlen ausgelegt worden und kann somit keine Gewichtsbelastung der Streichwalze gebrauchen. Die variable Uebersetzung dieser Schaltung ist ebenfalls – für hohe Drehzahlen – neu überarbeitet worden. Abbildung 13 zeigt diese Anordnung, mit welcher immer die volle zur Verfügung stehende Zeit für die Schaltung der Klinken verwendet wird. Die B- und S-Schaltung arbeiten mit konstanter Schaltgeschwindigkeit und demzufolge mit variabler Schaltzeit.

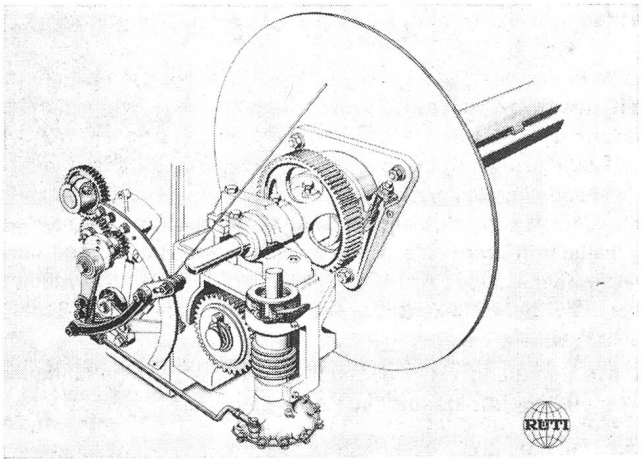


Abb. 13 Kettnachlassvorrichtung der Rüti-Webmaschine Typ C

Die Arbeitsweise dieser variablen Uebersetzung ist folgende: Ein Gleitstein wird durch die Streichwalze über ein Gestänge an einer bestimmten Stelle auf dem Bogenstück gehalten. Der Gleitstein bildet dann das Zentrum für die Bewegung des Verbindungspunktes des Exzenterhebels mit dem Gleitsteinarm und dem Schaltgestänge. Je höher die Lage des Gleitsteins, desto grösser wird die an das Schaltgestänge übertragene Komponente der Bewegung.

Die erläuterten Kettnachlassvorrichtungen stellen eine Auswahl von Ausführungsformen dar, die für bestimmte Arbeitsprinzipien typisch sind. Sie weisen auf einige der Probleme hin, die mit dem Einsatz einer solchen Vorrichtung in Betracht gezogen werden müssen.

Die Kettnachlassvorrichtung könnte technisch günstiger gebaut werden, wenn nicht *Einschränkungen* von der *Textilseite* her vorhanden wären. Denn eine solche Vorrichtung muss nicht nur regeln können, sondern soll auch gewisse Randbedingungen erfüllen, welche beispielsweise

– die Grösse und Form des Faches

– die Platzverhältnisse an der Webmaschine

– den Einbau zusätzlicher Aggregate (Walkvorrichtung)

betreffen.

Theoretisch sind viele Lösungsmöglichkeiten für eine Kettnachlassvorrichtung vorhanden, so z. B. mittels Elektronik. Jedoch ist die dazu nötige vollrechnerische Betrachtung des Regelproblems wegen der fehlenden Stoffkennzahlen des Textilgutes nicht möglich.

Es folgt ein einfacher Ansatz für eine rechnerische Betrachtung. Die Gleichung

$$\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta n} = \frac{1}{L} \cdot (\Delta L_{aus} - \Delta L_{ein}) \quad (1)$$

sagt aus, dass infolge einer Kettspannungsänderung die Aenderung der Kettfadendehnung ε pro Intervall n gleich ist mit der Differenz der gelieferten von der verbrauchten Kettlänge pro Intervall, das Ganze durch die Regelstreckenlänge dividiert. Die Grösse ΔL_{ein} ist gleich der vom Kettbaum gelieferten Länge ΔL, die sich dann unter Einwirkung der in der Kette herrschenden Spannung zu

$$\Delta L + \Delta L \cdot \varepsilon \quad (2)$$

verlängert. Es ist somit:

$$\Delta L_{ein} = \Delta L \cdot (1 + \varepsilon) \quad (3)$$

und dies in Gleichung 1 eingesetzt ergibt:

$$\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta n} = \frac{1}{L} [\Delta L_{aus} - \Delta L \cdot (1 + \varepsilon)] = \frac{\Delta L}{L} \cdot \left[\left(\frac{\Delta L_{aus}}{\Delta L} - 1 \right) - \varepsilon \right] \quad (4)$$

Folgende Definition wird eingeführt:

$$\frac{\Delta L_{aus}}{\Delta L} - 1 = \varepsilon_f \quad (5)$$

so dass Gleichung 4 wie folgt geschrieben werden kann:

$$\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta n} = \frac{\Delta L}{L} \cdot (\varepsilon_f - \varepsilon) \quad (6)$$

Aus dieser letzten Gleichung ist ersichtlich, dass bei konstanter Kettspannung, also ε = konstant, ε_f den Sollwert der Kettspannung darstellt.

Diese Lösung dieser Differenzengleichung bedarf noch weiterer Angaben über das Textilgut. Es ist nämlich in Gleichung 2 über das Verhalten des Fadenmaterials nichts ausgesagt. Die Grösse ΔL kann eine Funktion von ε oder von n (im Sinne eines Zeitablaufes) sein; sie kann aber auch gleichzeitig von ε und n abhängen. Die Grösse $\Delta L \cdot \varepsilon$ setzt voraus, dass ein E-Modul über den betrachteten Dehnungsbereich für dieses Fadenmaterial vorhanden ist; im einzelnen Fall kann dies stimmen, aber niemals bei einer Allgemeinbetrachtung.

Viele weitere Faktoren beeinflussen die Grössen in der Differenzengleichung, so z. B. die Luftfeuchtigkeit im Raume: gerechnet wird mit konstanter Luftfeuchtigkeit; an der Webmaschine kann sie jedoch andere Werte annehmen.

In den wenigsten Fällen sind solche Abhängigkeiten über einen grösseren Bereich bekannt, so dass die Differentialgleichung nie vollständig gegeben ist. Meist kennt man nur einige diskrete Werte dieser Abhängigkeiten, welche eine Teillösung der Gleichung erlauben.

In Rüti werden solche Teillösungen auf dem Computer ermittelt. Die Gleichung enthält für einen bestimmten Fall alle Bekannten, und deren Lösung zeigt das Verhalten der Kettnachlassvorrichtung beim Regeln. Die erhaltenen Angaben erlauben im weiteren eine günstige Einstellung der Kettnachlassvorrichtung.

Eine Gesamtlösung, die zur Auslegung eines Kettreglers dienen könnte, gibt es aus vorstehend erwähnten Gründen nicht, und es wird sie, dank der Vielfalt der herzustellenden Gewebe und Betriebsbedingungen in der Weberei, auch in der nächsten Zukunft nicht geben.

Adresse des Autors: Dipl.-Ing. Ch. Karcher,
c/o Maschinenfabrik Rüti AG, CH-8630 Rüti

DK 677.055.56:65.

Problèmes d'automatisation des machines à tricoter circulaires de grand diamètre

Pierre Joseph, ingénieur

Résumé

L'automatisation d'une machine à tricoter circulaire jacquard concerne essentiellement son dispositif de sélection des aiguilles dont le principe de base est décrit sommairement.

Après un tour d'horizon (comprenant une description des systèmes de sélection traditionnels les plus connus, une explication détaillée de l'appareil jacquard de la machine Wevenit A24 et un aperçu sur les principes fondamentaux des dispositifs de sélection électro-magnétiques), une comparaison est présentée sur les avantages et inconvénients des systèmes de sélection entièrement mécaniques par rapport aux systèmes de sélection électro-magnétiques.

Les possibilités qu'offrent actuellement l'électronique sont innombrables. On peut toutefois se demander, si cette nouvelle technique doit être mise d'abord au service des machines à tricoter ou au service des machines à programmer.

Zusammenfassung

Die Automatisierung einer Jacquard-Rundstrickmaschine berührt vor allem die Nadelauswahl-Vorrichtung, deren Grundprinzip kurz beschrieben wird.

Nach einer allgemeinen Uebersicht (betreffend: Beschreibung der herkömmlichen und bekanntesten Auswahlsysteme, genaue Erläuterung der Jacquardvorrichtung der Wevenit A24 und Hinweis auf die fundamentalen Grundregeln der elektromagnetischen Auswahlsysteme) wird eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der vollmechanischen und elektromagnetischen Auswahlsysteme vorgetragen.

Die von der Elektronik gegenwärtig gebotenen Möglichkeiten sind unerschöpflich. Immerhin kann man sich fragen, was vorteilhafter ist: diese neue Technik vorerst für die Strickmaschinen oder für die Programmierung einzusetzen.

1. Introduction

Parmi les nombreuses machines à tricoter jacquard que l'on rencontre sur le marché, la machine circulaire de grand diamètre prend une place de plus en plus importante. De dimensions réduites par rapport à sa production, elle nécessite aucune installation spéciale et peut être montée, pour ainsi dire, dans n'importe quel atelier. D'autre part, son approvisionnement en filé, au moyen de bobines, est aisé et n'exige aucun moyen de transport coûteux. Enfin, les changements d'articles sont rapides ce qui lui confère une très grande souplesse d'utilisation.

Il existe toute une gamme de machines circulaires jacquard de grand diamètre. Elles offrent toutes certains avantages à côté d'inconvénients plus ou moins marqués, selon la production souhaitée, le genre de structure de mailles demandé, le genre de filés utilisés et surtout selon la grandeur des motifs à tricoter, la fréquence des changements d'articles et la sécurité de fonctionnement exigées.

Or, c'est précisément en regard de ces trois derniers points:

– grandeur des motifs

– fréquence des changements d'article et

– sécurité de fonctionnement

que nous allons examiner les diverses solutions apportées au problème et l'automatisation de ces machines.

Auparavant, toutefois, nous allons brièvement décrire le fonctionnement d'une machine circulaire jacquard pour ceux, d'entre vous, qui n'auraient pas encore eu l'occasion d'en voir.

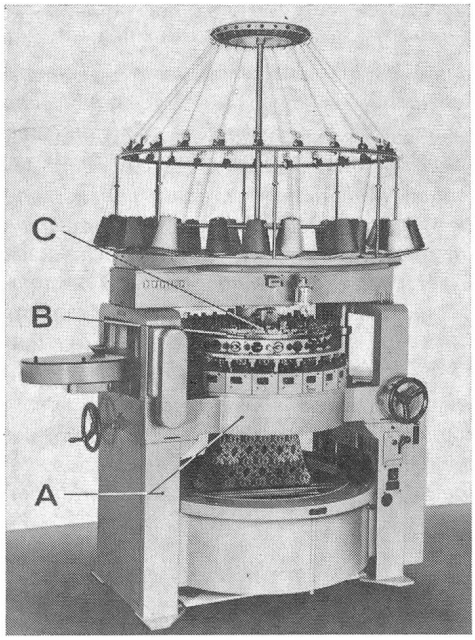


Fig. 1

La machine à tricoter circulaire jacquard (fig. 1) est composée essentiellement d'un bâti A supportant 2 pièces circulaires rainurées B et C qui tournent toujours dans le même sens de façon synchrone. Dans chaque rainure des 2 pièces circulaires (le cylindre A et le plateau B, fig. 2) est placée une aiguille à tricoter. Grâce au mouvement de rotation des cylindre et plateau et à la présence d'une série de cames, chaque aiguille à tricoter est amenée, par son talon, dans une position haute (l'ascension) puis dans une position basse (la chute). C'est au cours de ce mouvement de chute qu'ont lieu tout d'abord la prise du fil A puis la formation d'une nouvelle maille B (fig. 3). Etant donnée cette

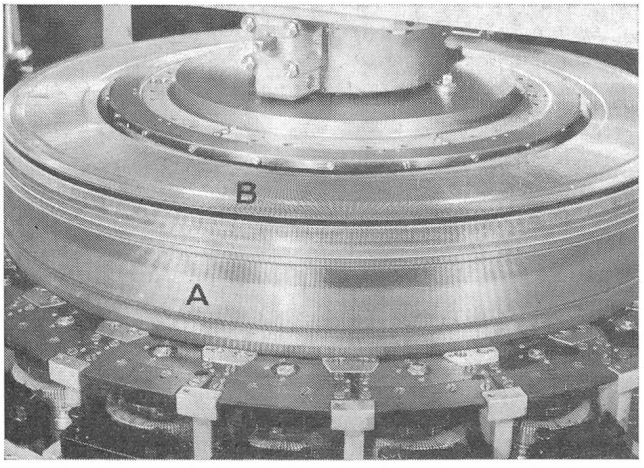


Fig. 2

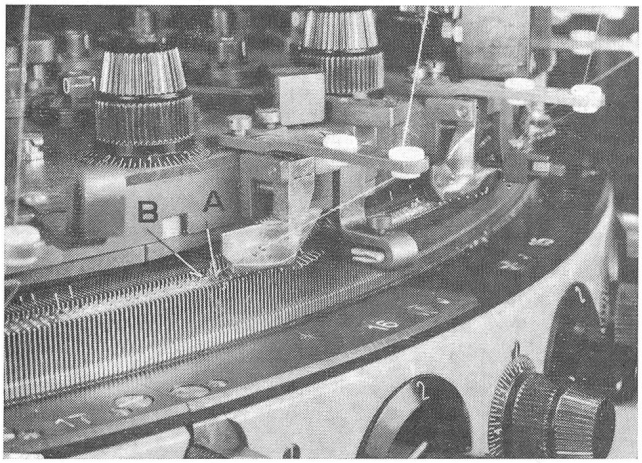


Fig. 3

disposition de base, il suffit, pour tricoter un motif jacquard, de pousser dans le chemin des cames les seules aiguilles qui doivent tricoter. A = aiguille en travail, B = aiguille hors travail (fig. 4). Ainsi donc, il est facile de comprendre

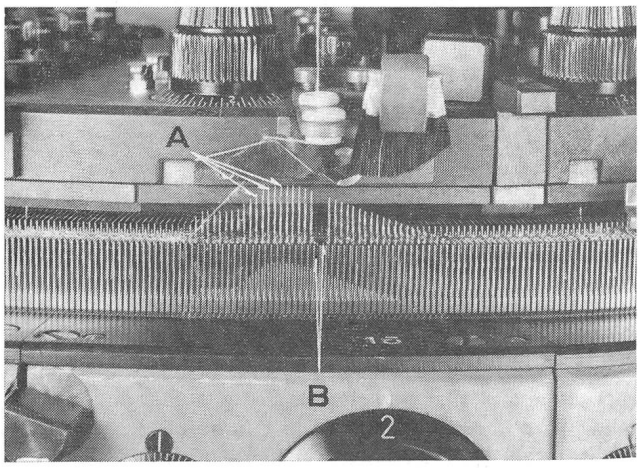


Fig. 4

que l'un des principaux travaux d'un constructeur de machines circulaires jacquard réside dans l'élaboration d'un dispositif de sélection des aiguilles aussi perfectionné que possible.

2. Dispositifs traditionnels de sélection des aiguilles

Aujourd'hui, on connaît plusieurs systèmes de sélection des aiguilles. Le moyen le plus simple et le plus direct consiste à lier chaque système de tricotage avec une roue A sur la périphérie de laquelle sont placés des nez B (fig. 5) dans un ordre correspondant au dessin. La rotation du cylindre entraîne celle de ces roues dont les nez provoquent ainsi directement l'ascension des aiguilles sélectionnées. Ce système a l'avantage de permettre une très grande production grâce au grand nombre de roues qu'il est possible de placer sur le pourtour de la machine et celui d'un prix de revient rela-

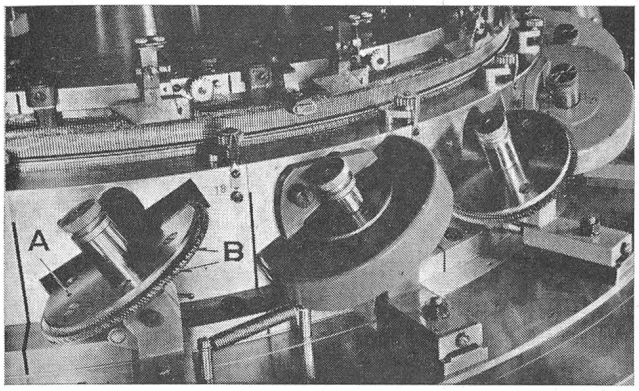


Fig. 5

tivement bas grâce à la simplicité de cette construction. Il a par contre le grâve inconvénient de limiter la grandeur des motifs et celui non moins important d'occasionner de longues mises en train lors de chaque changement de dessins.

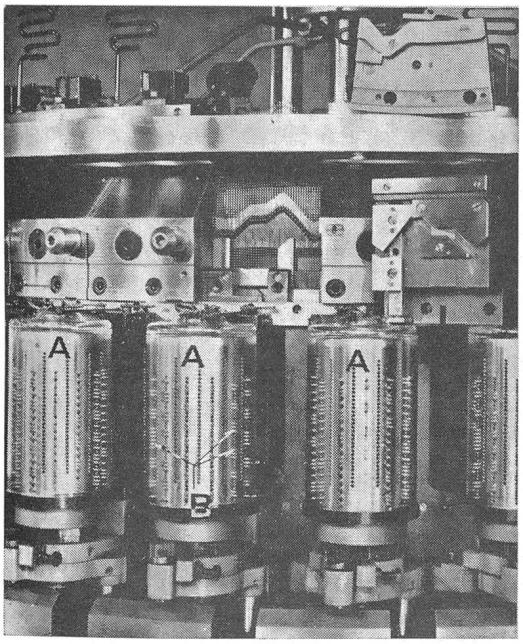


Fig. 6

Un système plus évolué (fig. 6) consiste à remplacer les roues dont nous venons de parler par des tambours munis de sélecteurs B présentant une série de dents dont certaines sont cassées selon les indications du dessin. Ces dents ou pitons ont pour effet de noyer à l'intérieur du cylindre les clavettes non sélectionnées. Par ce moyen, il est possible de changer, en cours de route, la sélection des aiguilles en provoquant la rotation de ces tambours de la valeur d'un pas. Ce système a ainsi l'avantage de permettre le tricotage de motifs plus hauts, mais il a toujours encore l'inconvénient des longues mises en train lesquelles sont indépendantes de la grandeur des motifs.

Dans un autre système, on utilise, à la place des tambours à dents, des films en acier A qui présentent des vides B et des pleins C (fig. 7) et qui sont étampés d'après la grille du dessin. On place alors, vis-à-vis de chaque système de tricotage, le film correspondant qui, par ses pleins met hors de travail les aiguilles non sélectionnées. Ce système de sélection a l'avantage de permettre le tricotage de dessins très larges mais d'une hauteur limitée puisqu'elle est fonction de la longueur de ces films qui, à leur tour, ne peuvent

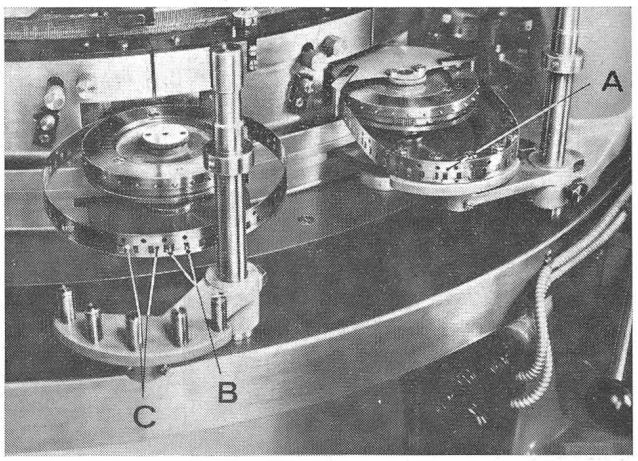


Fig. 7

dépasser une certaine valeur maximum. Ce système a aussi l'avantage de mises en train un peu plus courtes que dans les cas précédents, mais il a par contre le grave désavantage d'obliger le bonnetier à étamper autant de films qu'il y a de systèmes de tricotage et par surcroît l'inconvénient de devoir étamper sur chaque film autant de fois le même motif qu'il y en a sur le pourtour de la nappe de tricot.

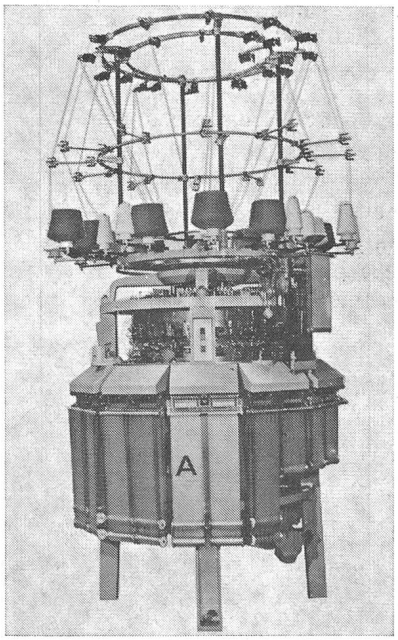


Fig. 8

Un autre système (fig. 8), quelque peu apparenté à ce dernier, consiste à remplacer les films acier par des bandes-programmes A en papier ou plastique dont les perforations permettent également une sélection directe des aiguilles. Comme vous pouvez le constater, l'encombrement de ces «tabliers» en papier est important: ils entravent, en particulier, le contrôle de la nappe de tricot. Ils permettent cependant d'obtenir des motifs de grandes dimensions.

C'est dans le but d'éviter d'une part les nombreux films en acier ou en papier et d'autre part la répétition obligatoire des mêmes motifs que la Maison Dubied a étudié, mis au point et réalisé le système bien connu du monofilm qui équipe depuis bientôt 20 ans les machines Wevenit A24 et depuis deux ans les Wevenit A36.

Le système du monofilm (fig. 9) consiste à utiliser un film unique A dont les deux extrémités sont rivées. La majeure partie du film est située dans la boîte à film B. Pendant le

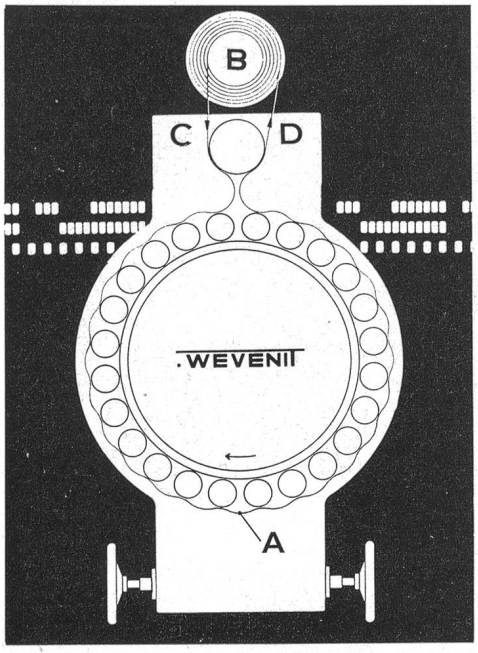


Fig. 9

tricotage, le film quitte la boîte en C, décrit un tour de machine en sélectionnant au passage chacune des roues 1 à 24 puis pénètre dans la boîte à film en D.

3. Dispositif de sélection des aiguilles sur machine Wevenit

Malgré le peu de temps dont nous disposons, nous allons décrire brièvement les organes essentiels et le principe de sélection de la machine Wevenit A24, jauge E18 pendant le tricotage d'un motif jacquard à trois couleurs.

Le dispositif de sélection jacquard des machines à tricoter Wevenit A24 est constitué principalement de *24 roues de sélection et d'un film unique appelé monofilm.*

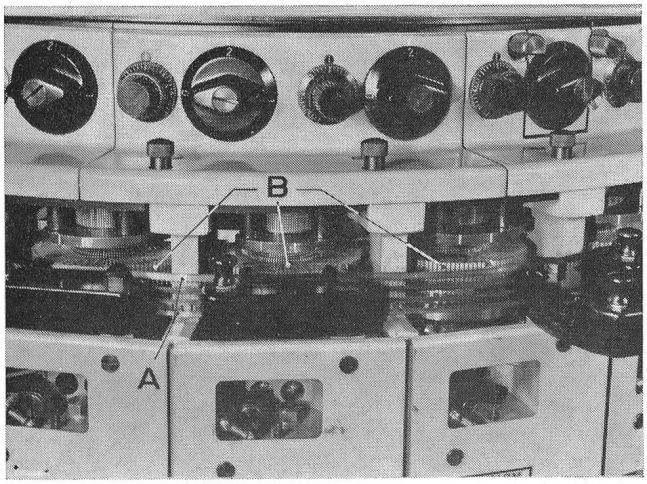


Fig. 10

La vue partielle (voir fig. 10) montre le monofilm A passant devant trois roues de sélection B.

Les 24 roues de sélection (fig. 11) comportent 112 rainures, en jauge E18. Dans chacune de ces rainures est placé un sélecteur qui comporte trois nez A, B et C. En plus, de ces sélecteurs, on trouve autour de la partie inférieure de l'axe de ces roues, quatre coulisseaux D qui présentent en haut une collerette E et en bas un piton d'entraînement F. Ces quatre pitons d'entraînement parcourent (lorsque la roue

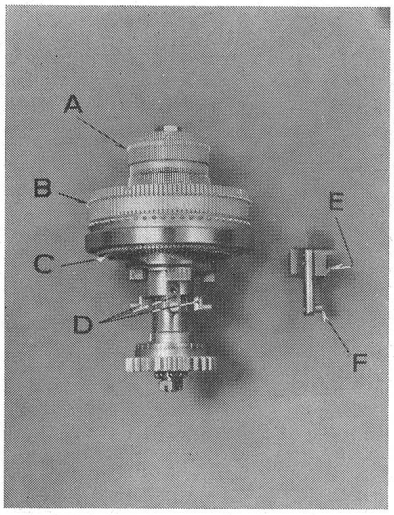


Fig. 11

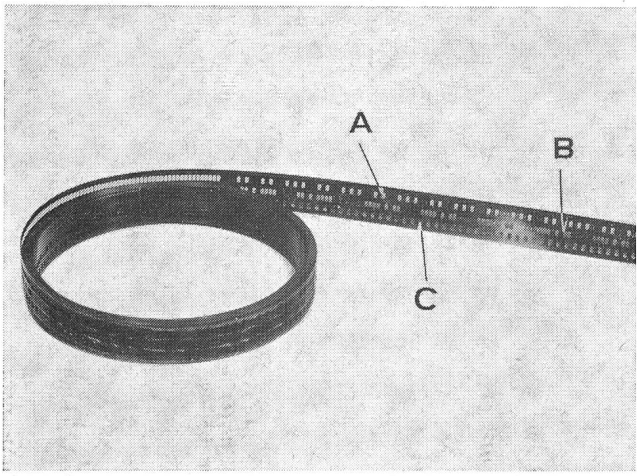


Fig. 12

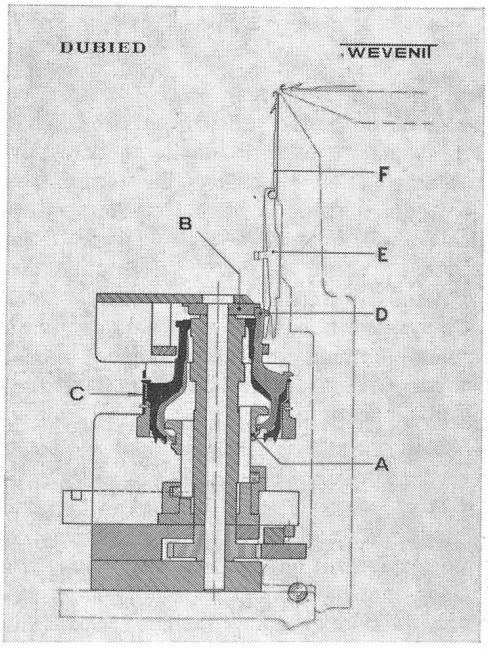


Fig. 13

tourne) un chemin délimité par une série de cames circulaires qui provoquent ainsi tour à tour l'ascension puis la chute de chacun de ces coulisseaux.

Le monofilm (fig. 12) est une bande en acier de 0,15 mm d'épaisseur. Il présente trois rangées de trous. La rangée supérieure A permet de sélectionner les roues No 1 à 12, la rangée médiane B, les roues No 13 à 24, quant à la rangée inférieure C, elle sert au positionnement et à l'entraînement du film.

Ces organes étant connus, voyons de quelle manière la sélection des aiguilles a lieu (fig. 13).

En passant devant chaque roue, le film C pousse, par ses pleins, certains sélecteurs vers le centre de la roue et laisse, par ses vides, les autres sélecteurs vers l'extérieur. Cette première opération est appelée la *sélection des sélecteurs.*

Au cours d'une 2ème opération, chaque coulisseau entraîne vers le haut de la roue, par sa collerette A, un groupe de sélecteurs sélectionnés. Dans cette position haute, le nez supérieur D de ces sélecteurs est alors poussé vers l'extérieur de la roue par l'intermédiaire d'une came à bosse B qui se trouve vis-à-vis du cylindre et opère ainsi la mise hors de travail de la clavette E et par conséquent de l'aiguille correspondante F. Cette 2ème opération est appelée *sélection des clavettes.*

Jusqu'ici le fonctionnement de ces éléments est facile à comprendre: un plein pousse un sélecteur vers le centre de la roue qu'un coulisseau soulève et qu'une came à bosse pousse vers l'extérieur, ce qui permet de noyer la clavette et par conséquent l'aiguille correspondante. Mais comment se peut-il, qu'au moyen de deux rangées de perforations seulement, il soit possible de sélectionner 24 roues? Pour comprendre ce qui se passe, il est important de bien retenir les deux points suivants:

a) *Les sélecteurs de chaque roue ne sont sélectionnés qu'une seule fois par tour de machine*

ce qui signifie (puisque le cylindre contient 1708 aiguilles et une roue 112 sélecteurs) que le motif correspondant de 112 mailles est répété $\frac{1708}{112} = 15^1/_4$ fois par tour de machine

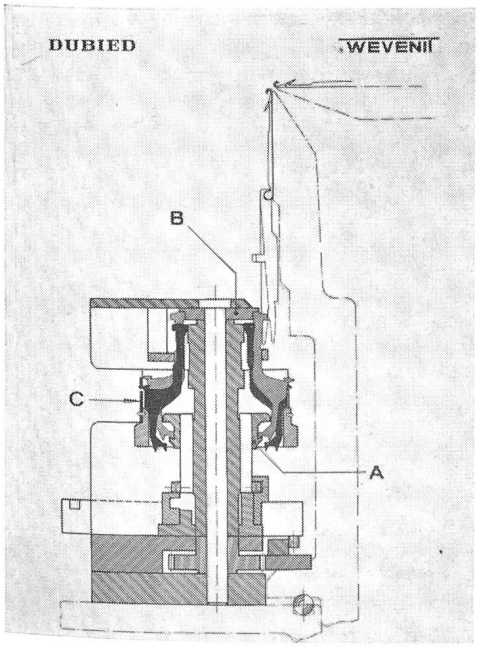


Fig. 14 Les sélecteurs en gris clair sont en position en travail, ceux en noir, en position hors travail

b) *Les séquences d'informations* (par pleins ou vides) *destinées à chaque roue sont étampées sur le film les unes à la suite des autres*

Le fait de sélectionner chaque roue une seule fois par tour de machine implique quatre opérations qui ont lieu successivement pour chaque roue et sont commandées par une came unique fixée sur le porte-cylindre.

Nous venons de décrire les deux premières opérations soit la sélection des sélecteurs et la sélection des clavettes (fig. 14). A la suite de cette dernière opération, tous les sélecteurs sont verrouillés pendant un tour de machine. Ceux d'entre eux, qui ont été sélectionnés, demeurent en position haute et par conséquent en dehors de l'influence du film (qui continue à passer devant chaque roue) tandis que les sélecteurs non sélectionnés continuent à être influencés par le film mais restent, de par leur position basse, sans aucune influence sur les clavettes et par conséquent sur les aiguilles.

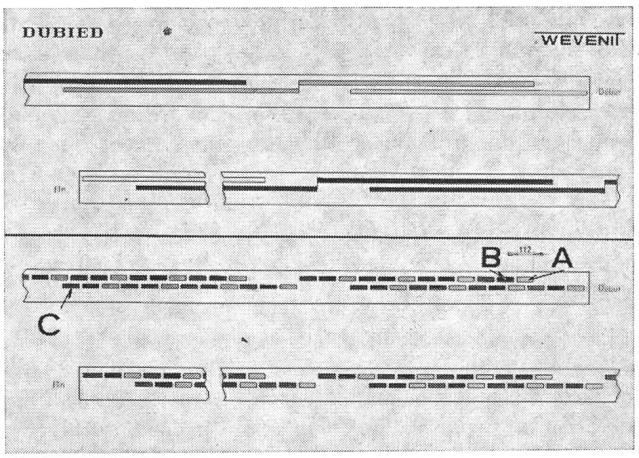


Fig. 15 A = zone d'étampage des trous correspondants aux mailles de la 1ère couleur de la 1ère rangée
B = zone d'étampage des trous correspondants aux mailles de la 2ème couleur de la 1ère rangée
C = zone d'étampage des trous correspondants aux mailles de la 3ème couleur de la 8ème rangée

A la suite de cette troisième opération, lorsqu'un tour complet de la machine est révolu, la roue est déverrouillée (fig. 15). Les coulisseaux sont alors abaissés un à un entraînant à leur tour les sélecteurs vers le bas et vers l'extérieur de la roue qui est prête, ainsi, à recevoir une nouvelle sélection par le film. C'est la quatrième opération.

Ceci dit, il est aisé de comprendre que pour obtenir un film adéquat, il soit nécessaire d'étamper tout d'abord les trous correspondants aux mailles de la première couleur de la première rangée, du motif de 112 aiguilles, lesquels sont destinés aux sélecteurs de la roue No 1. Ensuite, on saute un espace déterminé puis on étampe les trous correspondants aux mailles de la deuxième couleur de la première rangée de ce même motif, lesquels sont destinés aux sélecteurs de la roue No 2, etc., jusqu'à l'étampage correspondant aux mailles de la troisième couleur de la huitième rangée dont les pleins et vides sont destinés aux sélecteurs de la roue No 24. C'est afin d'éviter une superposition inadmissible des perforations des roues 13 et 1, 14 et 2, 15 et 3, etc. qu'il a été nécessaire de placer les perforations des roues No 13 à 24 sur un autre étage.

En procédant de cette façon, on a donc étampé toutes les informations nécessaires au tricotage des huit premières rangées de ce motif de trois couleurs pendant le premier tour de la machine. Au cours du deuxième tour de machine, on tricotera les rangées de mailles 9 à 16 (grâce à un étam-

page analogue faisant suite au premier) puis le groupe de rangées 17 à 24, etc. jusqu'à la dernière rangée du motif qui sera toujours, pour un jacquard trois couleurs, un multiple de huit.

Ainsi nous achevons la description sommaire, mais souhaitons le, compréhensible des organes et du principe de sélection de la machine à tricoter circulaire jacquard du type Wevenit A24 jauge 18.

4. Dispositif de sélection électro-magnétique

Ne voulant pas anticiper sur l'exposé, que nous donnera dans quelques instants M. Schmid, nous nous bornerons à citer, ici, l'existance de deux principes de sélection électro-magnétique qui semblent donner de bons résultats dans le domaine particulier des machines à tricoter.

Ces deux principes consistent à placer en amont de chaque système de tricotage, un poste de sélection comprenant soit un ou deux électro-aimants qui trient tous les sélecteurs au fur et à mesure de leur passage, soit une batterie d'électro-aimants qui trient chacun un groupe bien déterminé de sélecteurs ou de clavettes.

Les impulsions électriques, nécessaires à ce triage sont données à partir d'un film-programme perforé ou photographique qui contient toutes les informations nécessaires au tricotage.

5. Avantages et inconvénients des dispositifs de sélection mécaniques par rapport aux dispositifs de sélection électro-magnétiques

A première vue, on pourrait imaginer que les dispositifs de sélection électro-magnétique vont supplanter peu à peu totalement les dispositifs de sélection mécaniques. Cette évolution est peu probable comme nous allons essayer de le démontrer en comparant entre eux ces différents systèmes.

Remarquons tout d'abord que les dispositifs de sélection électro-magnétiques offrent l'avantage très appréciable de pouvoir obtenir

– des motifs de largeur quelconque et en particulier

– des motifs de grandes dimensions

A côté de cet avantage certain, ces systèmes ont les inconvénients suivants:

5.1 Ils ne possèdent aucune mémoire sur la machine d'où l'obligation d'inscrire sur le film-programme le nombre total des informations nécessaires au tricotage d'une surface dont la largeur est toujours égale à celle de la nappe de tricot et la hauteur à celle du motif. Cet inconvénient est de taille! En effet, dans le cas d'un motif trois couleurs de 56 sur 56 mailles, le film acier d'une machine à commande mécanique du type Wevenit A24 contiendra 18 432 informations tandis que le film-programme de la machine à commande électro-magnétique contiendra 286 944 informations soit environ 15 fois plus.

5.2 Le risque d'erreurs est plus grand pour les machines à commande électro-magnétique non seulement par le fait que le film-programme contient davantage d'informations, comme nous venons de le voir, mais surtout parce que la transmission de ces informations depuis le film jusqu'aux aiguilles est indirecte et particulièrement dépendante de l'état d'usure et d'encrassement de ce film, ce qui n'est pas le cas des machines à commande mécanique.

5.3 La sélection électro-magnétique n'est possible que grâce à l'action de forces magnétiques qui retiennent les sélecteurs dans une position donnée. Elle n'est donc pas positive, si bien qu'une augmentation des forces de frottement par exemple, suffit pour occasionner des erreurs. Ceci est si vrai que le fabricant doit décliner sur ce genre de machine, la possibilité de tricoter en interlock, c'est-à-dire avec une disposition des aiguilles du cylindre en face de celles du plateau afin d'éviter un grave accident, en cas de mauvaise sélection.

5.4 La fabrication des films pour machine à commande mécanique est aisée, elle peut avoir lieu n'importe où et par n'importe qui moyennant une petite étampeuse à main

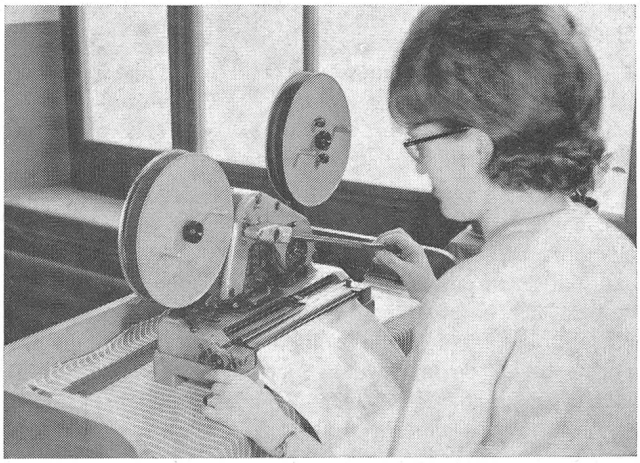


Fig. 16 Etampeuse à main

(fig. 16) tandis que la fabrication des films pour machines à commande électro-magnétique exige une installation ad hoc et un personnel spécialisé.

5.5 Les inévitables interventions, dues soit à un nouveau réglage soit à une réparation, sont toujours, sur les machines à commande mécanique, à la portée d'un bon mécanicien alors que sur les machines à commande électro-magnétique, ces mêmes interventions exigent un personnel spécialisé, ou tout au moins un mécanicien ayant été très bien instruit dans le fonctionnement des dispositifs optiques et électroniques.

6. L'électronique au service des machines à tricoter ou au service des machines à programmer

Nous avons vu au chapitre précédent que les machines à sélection électro-magnétique sont plus délicates que les machines à sélection mécanique. Dès lors, il est probable qu'il serait plus avantageux d'installer, chez les bonnetiers

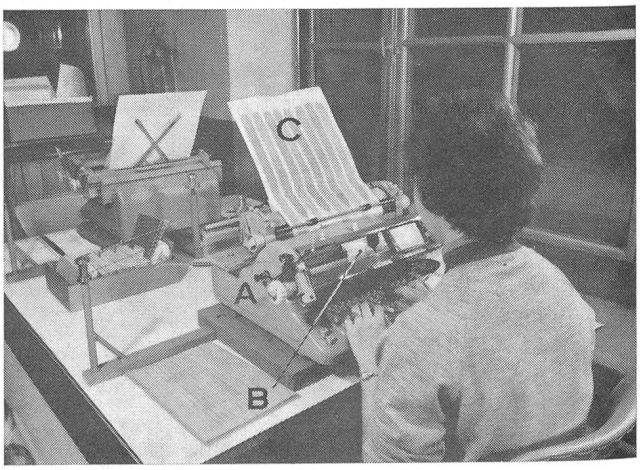


Fig. 17 Fabrication d'une bande-pilote pour l'étampage automatique d'un monofilm
A = machine à écrire
B = grille du motif
C = quittance

Fig. 18 Fabrication d'une bande-pilote pour l'étampage automatique d'un monofilm
A = machine à écrire
B = programmatrice
C = bande-pilote

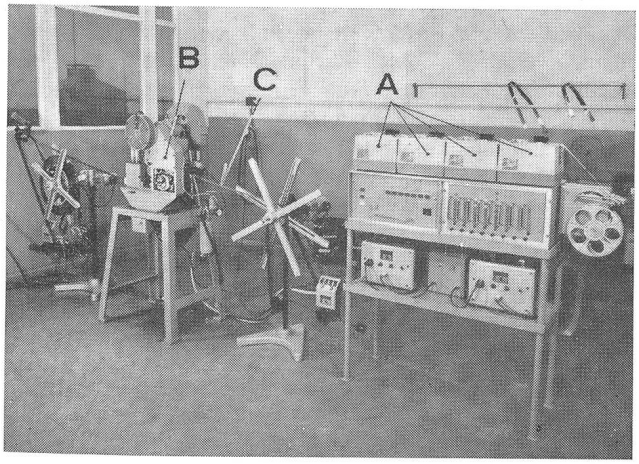


Fig. 19 Centrale pour l'étampage automatique de monofilms
A = lecteurs de bandes
B = presse automatique
C = monofilm

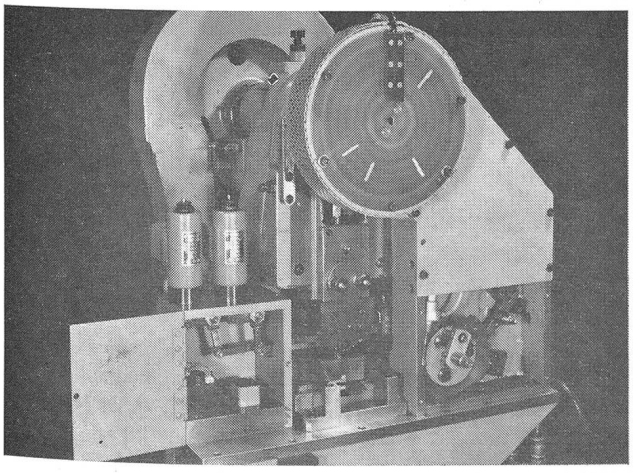


Fig. 20 Vue détaillée de la presse automatique à étamper les monofilms

traditionnels, avec leurs ateliers empoussiérés et leur personnel toujours moins qualifié, des machines à commande mécanique dont les monofilms ou multifilms soient fabriqués de façon très rationnelle dans une centrale bien équipée située à proximité de leurs entreprises.

Une centrale de ce genre fonctionne depuis plusieurs années chez Dubied. Elle est constituée d'une *programmatrice* (fig. 17/18) qui prépare une bande programme perforée à partir de la grille d'étampage (fig. 19) et une *presse à étamper* (fig. 20) qui étampe le monofilm à partir de la bande perforée. Cette séparation organique de l'opération d'étampage en deux phases distinctes présente de multiples avantages. En effet, l'opération de programmation est délicate, relativement lente et demande une intervention humaine pour copier sans faute sur une machine à écrire spéciale le dessin d'étampage; elle doit donc se faire dans un local tranquille, à l'abri du bruit et de toute perturbation. Au contraire, l'opération d'étampage proprement dite du monofilm est complètement automatique, rapide, bruyante, et ne nécessite pas de surveillance particulière. On peut, en outre, avec une bande programme perforée copier autant de fois qu'on le désire le même monofilm, et cela sans intervention humaine autre que celle de charger le monofilm et la bande programme et de mettre en marche la presse.

7. Conclusions

Au cours de cet exposé, nous avons montré d'une part quelle a été l'évolution de l'automatisation de la sélection des aiguilles sur machines à tricoter et d'autre part quels sont les avantages et les inconvénients des diverses solutions apportées à ce problème. Nous avons expliqué, en particulier, que ce développement s'est fait peu à peu à partir des machines à roues pour aboutir aux machines à commande électro-magnétique en passant par les machines à tambours, celles à bandes de papier et celles à monofilms.

Une telle évolution des moyens de production n'a rien d'étonnant. On la rencontre dans la plupart des domaines d'application de la technique. Et pourtant, en examinant de près la développement des machines à tricoter au cours de ces dernières décennies, on constate que les plus modernes, au lieu de supplanter radicalement et définitivement les anciennes, ont simplement trouvé place à leur côté. En effet, non seulement on continue à utiliser des types anciens de machines en bonneterie, mais on les fabrique toujours. Quelle est la raison? Nous pensons qu'il faut la trouver dans le fait que les machines les plus récentes offrent peu de possibilités nouvelles d'échantillonnage et une faible augmentation de la vitesse de tricotage par rapport aux précédentes qui, de ce fait, conserve un très bon rapport: prix/production.

En définitive on peut donc dire, qu'en dépit des progrès réalisés jusqu'ici, l'apparition de nouveaux types de machines, sans éliminer les précédents, provoquent plutôt une nouvelle répartition des champs d'application en fonction du degré d'optimalisation qu'elles permettent.

Nous espérons avoir suscité votre intérêt pour ce domaine très particulier de l'automatisation des machines à tricoter circulaires jacquard de grand diamètre et vous remercions de votre attention.

Adresse des Autors: Dipl.-Ing. P. Joseph, c/o Ed. Dubied & Cie. SA, Rue du Musée 1, 2001 Neuchâtel

Moderne Programmierung der Stickmaschinen

Vizedirektor W. K. Behrendt

DK 677.77.056:681.3.06

Zusammenfassung

Stickmaschinen sind Automaten, die selbsttätig nach vorgegebenem Programm jede nur denkbare kunstvolle Stickerei auf grossen Flächen senkrecht aufgespannter Stoffbahnen mit vielen Nadeln gleichzeitig herstellen können.

Mitentscheidend für die Kosten der Herstellung von Stickereien sind die Vorbereitungen, die dem eigentlichen Stickvorgang vorausgehen. Dazu gehört neben dem Entwurf vor allem das Programmieren der Stickerei. Dies ist ein vielfältiger, oft komplizierter, zeitaufwendiger Vorgang am Punchgerät, der mit dem Lochen des Punchkartons als «Programm» abschliesst.

Ein moderner Programmierplatz – der «Punchomat 68» – ermöglicht erheblich verkürzte Programmierzeiten. Er besteht aus einem Punchtisch mit eingebautem Kommandogerät, einem Steuerschrank mit 8-Spur-Lochstreifenleser, 8-Spur- und 22-Spur-Lochstreifenstanzer sowie einem 8- zu 22-Spur-Umsetzer.

Die von der Zeichnung nachgefahrenen und in das Kommandogerät eingegebenen Stickinformationen werden über die elektronischen Schalteinheiten des Steuerschrankes in einem 22-Spur-Lochstreifen und wahlweise in einem 8-Spur-Lochstreifen ausgestanzt. Vom 8-Spur-Lochstreifen ausgehend, wird über Wiederhol-, Spiegelungsschaltungen und Umsetzer schliesslich der ausgelochte 22-Spur-Punchkarton mit dem endgültigen Programm der Maschineninformationen geliefert. Neben einigen anderen arbeitsmässigen Vorteilen ergeben sich besonders aus den kurzen Programmierzeiten erhebliche Kostensenkungen.

Als Stickereien noch ausschliesslich von Hand gefertigt wurden, konnten etwa zwei wichtige Vorgänge bis zu ihrer Fertigstellung deutlich voneinander abgegrenzt werden:

– der Entwurf der Stickerei und
– die Durchführung der Stickarbeit

Die Ideen für Stickmuster kommen meistens immer noch vom schöpferischen Menschen selbst. Die schwierige Arbeit des Stickens dagegen wurde in ständig steigendem Umfang mechanisiert und automatisiert von Stickmaschinen übernommen. Diese Maschinen, die Hunderte von Nadeln und Schiffchen auf einmal bewegen, geben im wahrsten Sinne des Wortes tausendfach höhere Leistungen bei weitaus besseren und gleichmässigeren Qualitäten her, als es mit der menschlichen Hand möglich wäre. Die Stickmaschinen sind Automaten (Abb. 01), welche die Stickerei ohne Eingreifen der menschlichen Hand nach einem vorbestimmten Programm selbsttätig – sofern alle notwendigen Fäden fehlerfrei den arbeitenden Nadeln zugeführt werden – auf einem senkrecht aufgespannten Stickboden herstellen.

Stickmaschinen sind in der Ausführung von Funktionen so universell ausgebildet, dass sie jedes nur denkbar beliebige Stickmuster – im Bereich der Bewegungsmöglichkeit des überdimensionalen Stickrahmens, Gatter genannt – ausführen. Der Ausstoss einer Stickmaschine, als ihre Leistung bezeichnet, kann in Stichen pro Quadratmeter, in einer bestimmten Zeit durchgeführt, messbar angegeben werden. Ein weiterer Beurteilungsfaktor ist der Nutzungsgrad einer Stickmaschine, der durch das Verhältnis von absoluter Stickzeit zur Bereitstellungszeit der Maschine ausgedrückt wird.

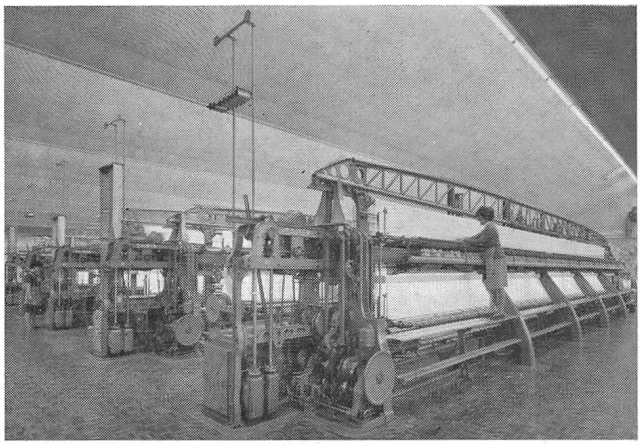


Abb. 01 Saurer-Stickmaschine 15 Yard

Beeinflusst werden diese Werte durch:

– arbeitende Nadelzahl der Maschine
– Art der Stickerei
– Schwierigkeit des Stickmusters
– Art des Stickbodens
– Fadenarten und Fadenqualität
– Qualitätsanforderungen an die Stickerei

Das vorbereitete Programm ist in einem nach einem bestimmten Code gelochten Kartonstreifen, dem Informationsträger, festgehalten. Von diesem gelochten Kartonstreifen werden an der Maschine durch einen mechanischen Leser die Maschineninformationen abgetastet und diese über mechanische Elemente als Bewegungen von Funktionseinheiten weitergegeben.

Das Bedienungspersonal ist zum Rüsten, zum Vorbereiten sowie zum «Anlaufen» dieser Maschine und zu ihrer Ueberwachung während der Stickvorgänge notwendig. Ist die Stickarbeit durchgeführt, stellt die Maschine selbsttätig ab.

Der Aufbau der Stickmaschine

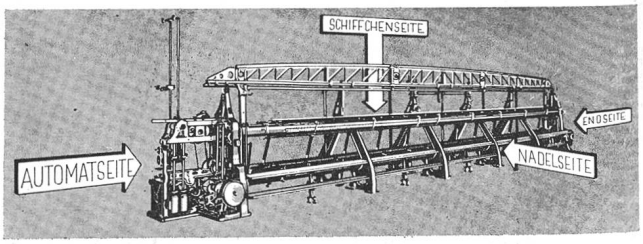


Abb. 02 Saurer-Stickmaschine

Die Stickmaschine (Abb. 02), vereinfacht beschrieben, stellt einen grossen Rahmen dar, in dem das Gatter mit dem aufgespannten Stickboden waagerecht und senkrecht beweglich aufgehängt ist. Die Stickmaschine wird in zwei Maschinenlängen gebaut:

– die 15-Yard-Maschine ist 18,53 m lang
– die 10-Yard-Maschine ist 13,2 m lang

Die Maschinenseite, die später die fertige Stickerei zeigt, wird als die Nadelseite der Stickmaschine bezeichnet. An ihrer linken Schmalseite befindet sich der Antrieb für das Gatter und für alle anderen Bewegungsfunktionen.

An der Nadelseite der Maschine befinden sich in zwei Etagen übereinander die gesteuerten Nadellineale, in denen sich in jeder Reihe

– 512 Nadeln bei der 15-Yard-Maschine oder
– 340 Nadeln bei der 10-Yard-Maschine befinden

Auf der anderen Seite des Maschinenrahmens sind auf Linealen, den Nadeln gegenüber, die gleiche Anzahl Schiffli angeordnet. Das richtige und zeitgerechte Zusammenwirken der Nadeln, die von der Nadelseite her den Stickboden durchstechen, und der Funktionen der Schiffli an der Rückseite – in Verbindung mit den zugeführten Fäden und den dazugehörigen Gatterbewegungen – ergeben die kunstvollen, mit Stickereien gefüllten Stoffflächen.

Die Maschine kann je nach Schwierigkeit der Stickerei, und auch von anderen Einflüssen nicht unabhängig, mit Drehzahlen bis zu 160 min^{-1} laufen. Weitere Maschinendaten:

	15 Yard	10 Yard
Breite über alles	2,3 m	2,3 m
Höhe über alles	3,5 m	3,5 m
Erforderliche Raumhöhe	4,0 m	4,0 m
Nettogewicht der Maschine inkl. Automat	ca. 16 t	ca. 11 t
Kleinster Nadelabstand (Nadelrapport)	4/4 franz. Zoll (!) = 27,07 mm	
Stickbreite	96/4 Rapport = 649,68 mm	
Stickhöhe	600 mm	
Stichgrössen	0,1–17,1 mm	
Bobinengrösse im Schiffli	37 × 13 mm	
Länge der Stickerei	13,83 m	9,14 m

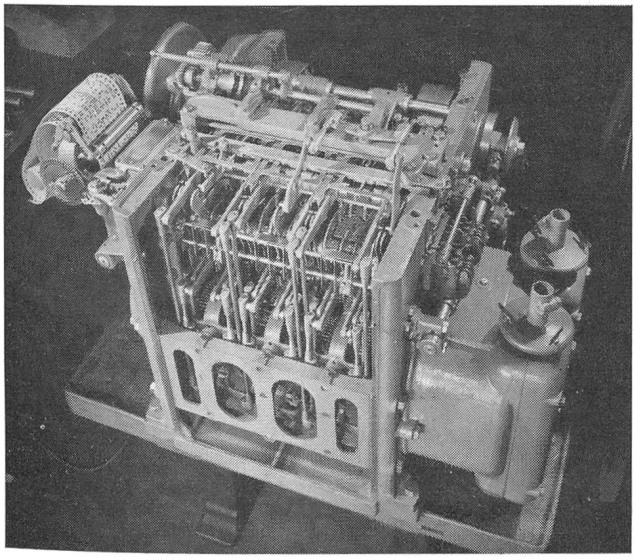


Abb. 03 Automat mit Kartenleser

Neben dem Antrieb der Stickmaschine ist der sogenannte «Automat» (Abb. 03) plaziert, der das Steuergerät für alle gegebenen Maschineninformationen darstellt und deshalb auch, entgegen der Tradition, besser «Steuergerät» heissen sollte. Er ist mit einem Leser ausgerüstet, der das vorher hergestellte Programm vom 22-Spur-Lochstreifen mechanisch abtastet.

Der Programmierer – in der Stickmaschinenindustrie Kartenlocher oder «Puncher» genannt – übernimmt das gezeichnete Stickmuster vom «Dessinateur». Die auf das Sechsfache gegenüber dem gewünschten Stickmuster vergrösserte Zeichnung wird auf das Brett eines«Punchgerätes» gespannt.

Das Punchgerät (Abb. 04) besteht aus folgenden drei zusammenwirkenden selbständigen Einheiten:

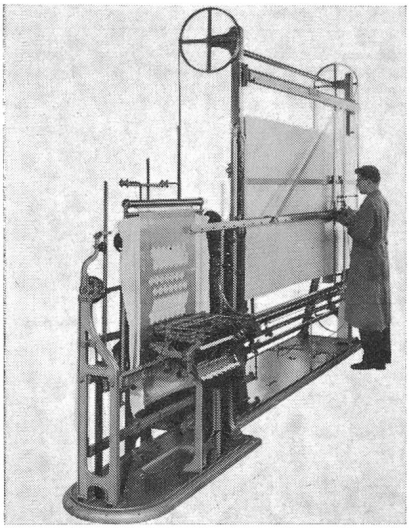
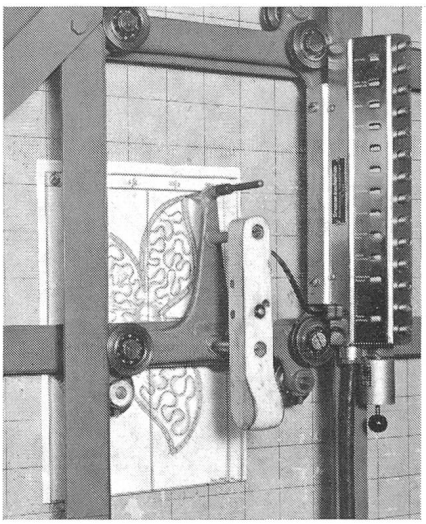


Abb. 04 Punchgerät

– Punchbrett mit Abtastvorrichtung und Kommandogerät
– Lochungseinrichtung für den Kartonstreifen
– Kontrollstickeinrichtung mit einer kleinen Zahl von Nadeln ausgerüstet; diese kann für geübte Puncher entfallen

Der Puncher führt den Fahrstift an der Musterzeichnung entlang und gibt auf seinem Kommandogerät (Abb. 05) an den



1. Bohrtiefe –
2. Bohrtiefe +
3. Bohr- oder Nadelrolle
4. Stüpfel
5. Kupplung
6. Feston
7. Gangwechsel
8. Abstellung
9. Blattstich
10. Schmirgelwalze
11. Kleiner Fadenleiter
12. Schnürli
13. Tourenänderung +
14. Tourenänderung –

Abb. 05 Kommandogerät mit Drucktasten und Anzeigefelder

notwendigen Punkten den entsprechenden Tastendruck. Hierdurch werden entweder die Strecke der Positionierung des Gatters als Weginformation oder ebenso für die einzelnen Arbeitssonderheiten die Schaltinformationen in den Kartonstreifen gelocht und gleichzeitig durch die Kontrollstickeinrichtung der gewünschte Stich ausgeführt (Abb. 09 und 10).

Der Punchkarton (Abb. 06) ist 140 mm breit und an den Rändern mit Lochungen für den Kartontransport ausgerüstet.

Er wird über 22 lochungsfähige Informationsspuren mit einem bewährten Code – in der einschlägigen Industrie als «Saurer-Code» bekannt – programmiert. Das einzige noch in der Stickereiindustrie konkurrierende Codesystem ist der «Plauener-Code», der bei einer Kartonbreite von 160 mm allerdings 49 Informationsspuren benötigt. Der «Saurer-Code» würde heutigen Ansprüchen der Datenübertragungstechnik durchaus nicht mehr genügen, aber er hat sich über Jahrzehnte bewährt, und es bestand bisher kaum ein Bedürfnis, diesen zumindest bis zum Einsatz des «Punchomaten» (dieses Programmiergerät wird später noch behandelt) zu ändern.

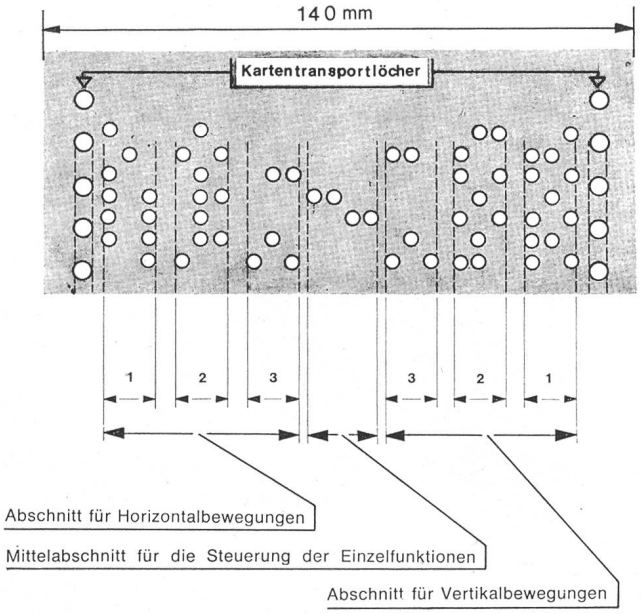


Abb. 06 Punchkarton

Der Code (Abb. 07), der den Kartonstreifen zu einem Informationsträger macht, ist wie folgt aufgebaut: Neun Informationsspuren auf der linken Seite sind für Weginformationen, die das Gatter (Stickrahmen) in horizontaler Richtung bewegen, und neun Informationsspuren auf der rechten Seite sind für Weginformationen für die vertikale Bewegung des Gatters vorbehalten.

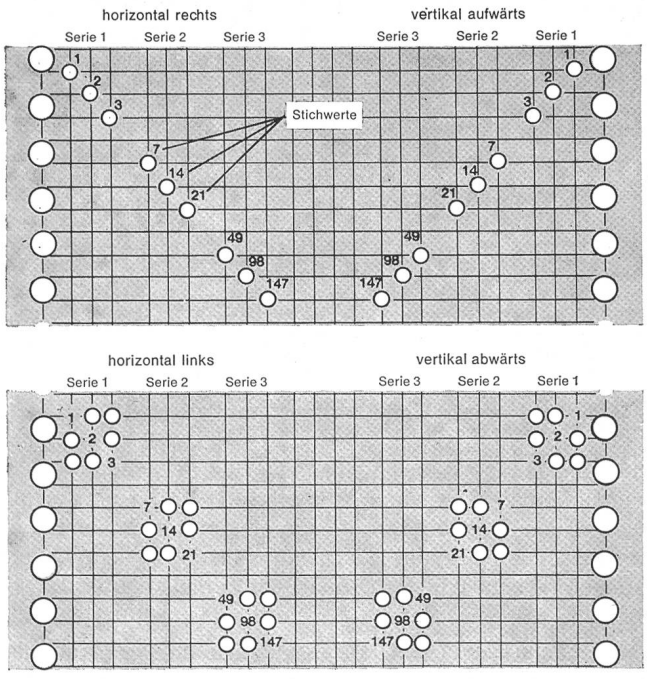


Abb. 07 Code-Schema 1

Jeder Informationsspur ist eine bestimmte Wertigkeit zugeordnet. Die Grundeinheit der Wertigkeit ist der Stickwert, der 0,1 mm beträgt. Die grösste durch ein einzelnes Informations-«Bit» mögliche Gatterbewegung beträgt 14,7 mm. Durch Addieren der Maximalwerte der drei «Bit»-Serien (3+21+147 = 171 Stickwerte = 17,1 mm) erhält man den längsten Horizontal- oder Vertikalstich. Der längste Schrägstich resultiert aus der vektoriellen Addition des längsten Horizontal- und Vertikalstiches. Er beträgt 24,2 mm.

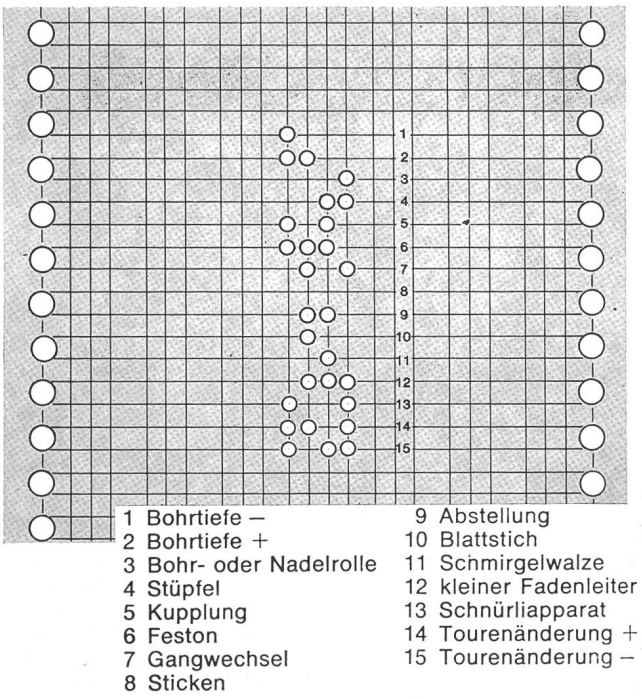


Abb. 08 Code-Schema 2

Vier Informationsspuren in der Mitte des Kartons sind für vierzehn notwendige Schaltinformationen vorbehalten (Abb. 08).

Diese Schaltinformationen veranlassen bestimmte Bewegungen von Funktionselementen der Stickmaschine, die durch nachstehend aufgeführte Kennworte bezeichnet sind:

- Bohrtiefenverringerung
- Bohrtiefenvergrösserung
- Bohr- oder Nadelrolle
- Stüpfel
- Kupplung
- Feston
- Gangwechsel
- Abstellung
- Blattstich
- Schmirgelwalze
- kleiner Fadenleiter
- Schnürliapparat
- Drehzahlerhöhung
- Drehzahlverminderung

Die Stickereien führen Mustersammlungen, auch Musterbibliotheken genannt, und lagern die gelochten Kartonstreifen ein. Sie sind gezwungen, diese Lager unbegrenzt fortzuführen, wenn die Stickerei Wiederholaufträge ohne Zeitverzug und mit geringen Vorbereitungskosten durchführen will. Die Lagerung der Kartonstreifen ist sehr kostspielig.

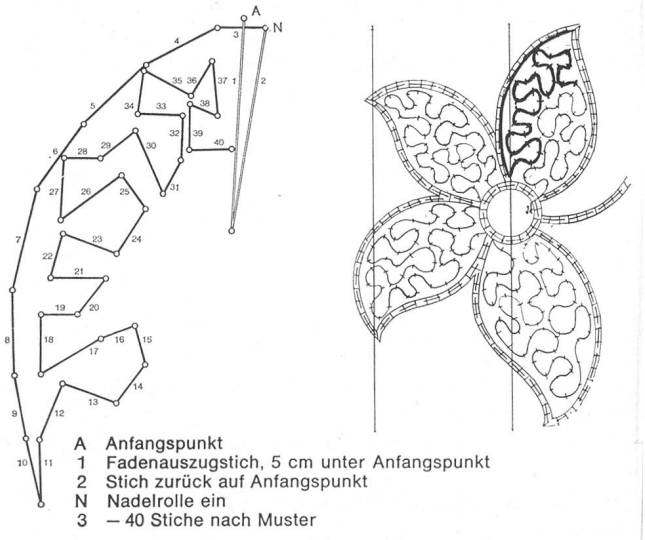


Abb. 09 Beispielentwurf

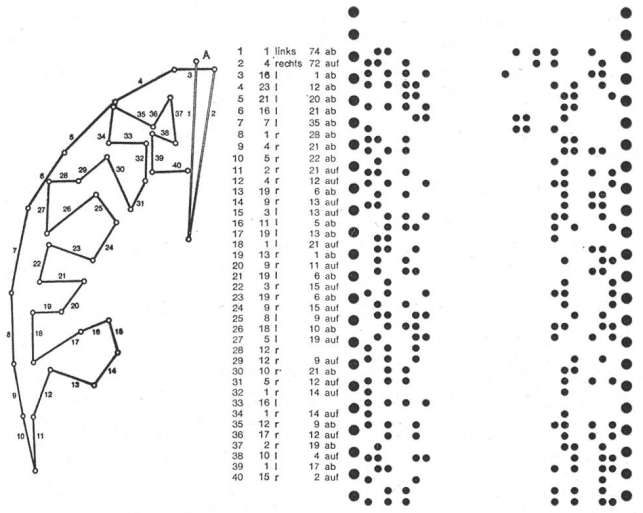


Abb. 10 Programmierbeispiel

Es sind Stickereibetriebe bekannt, bei denen Keller und Dachgeschosse mit den Kartonstreifen gefüllt sind. Besonders für ältere Stickereien, die möglicherweise bereits zwischen 10 000 und 100 000 Kartonstreifen besitzen, stellt dies ein ernstes Problem dar.

Der Punchomat

Der 1968 von Saurer der Oeffentlichkeit vorgestellte stark automatisierte Programmierplatz dient in der Hauptsache der Verkürzung der Programmierzeit. Daneben bietet er noch andere Vorteile, über die noch zu sprechen sein wird.

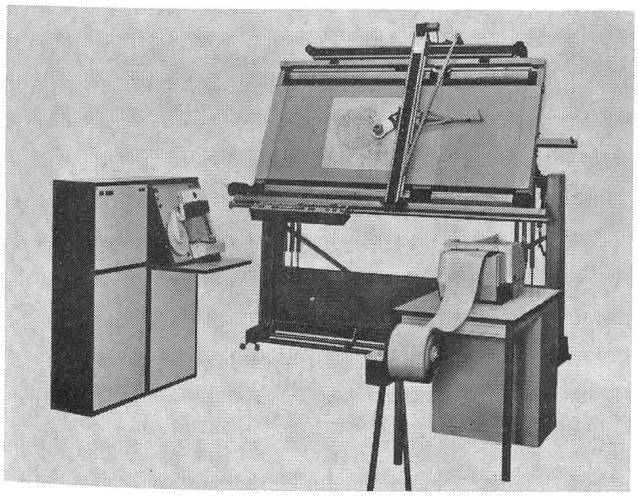


Abb. 11 Das automatisierte Punchgerät «Punchomat 68»

Der «Punchomat» (Abb. 11) ist ein Programmierplatz, der aus folgenden Einheiten besteht:

- Steuerschrank mit 8-Spur-Lochstreifenstanzer, 8-Spur-Lochstreifenleser und 22-Spur-Lochstreifenleser
- Punchtisch mit angebautem Kommandogerät
- Umsetzer von 8-Spur-Lochstreifen auf 22-Spur-Kartonstreifen

Der Punchtisch ist aus Elementen, wie bei Reissbrettern üblich, mit Parallelführung ausgestattet. Auf dem Punchtisch wird das Original oder die gegenüber dem Original dreifach oder sechsfach vergrösserte Musterzeichnung aufgespannt. Während der Programmierer die Musterzeichnung mit dem Fahrstift abfährt, wird auf der rechten Seite des Punchtisches eine Kontrollzeichnung im Massstab 1:1 oder 1:2 angefertigt. Dadurch erübrigt sich die vorher beschriebene Kontrollstickeinrichtung.

Wie bisher üblich, müssen die einzelnen Stickvorgänge durch Tastendruck programmiert werden. *Das Schaltpult* (Abb. 12)

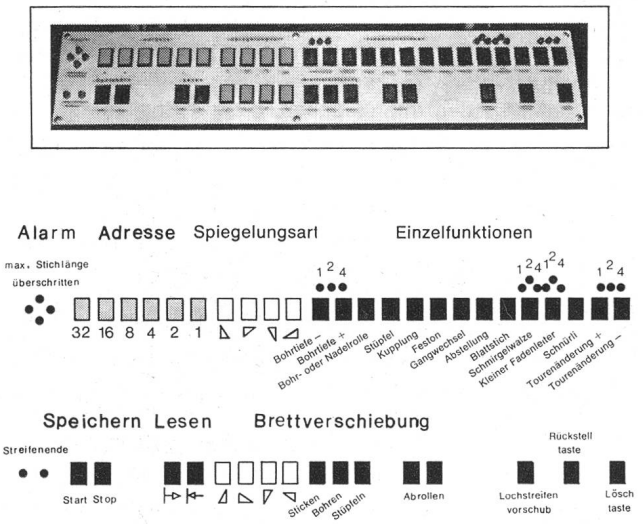


Abb. 12 Schaltpult

oder Kommandogerät, diesmal horizontal angeordnet, trägt zwei Tastenreihen, die in ihren Funktionen genau bezeichnet sind. Neben den Einzel- oder Schaltfunktionen können Musterteile wiederholt werden, ohne dass am Punchtisch die Figuren abgefahren werden müssen. Es genügt die Positionierung des Fahrstiftes am ersten Stich oder am Anfang des Musters, um durch Tastendruck aus dem Speicher das Muster wieder abzurufen und dem Programm weiterzugeben.

Ebenso kann jedes Muster um bestimmte Symmetrieachsen durch Tastendruck gespiegelt werden. Gerade durch die Möglichkeit des Speicherns von Mustern und des Wiederabrufens sowie durch die Spiegelungsarten können Muster, die sich z. B. wie Rosetten aus vielen identischen Musterteilen zusammensetzen, mit wesentlich höherer Geschwindigkeit programmiert werden, als es bisher mit dem konventionellen Punchgerät möglich war.

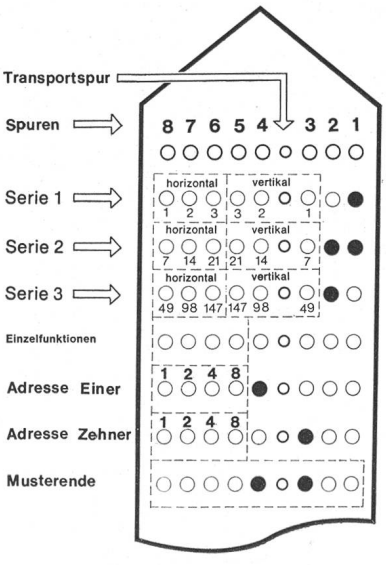
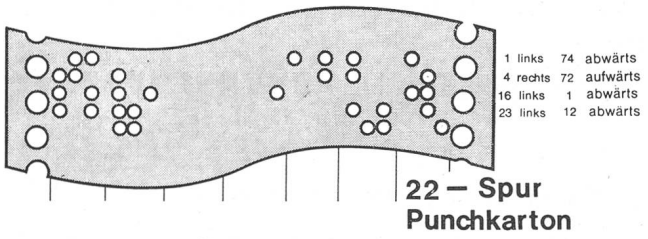


Abb. 13 Der 8-Spur-Code

Programmier-Irrtümer können, sofern sie nicht gestanzt wurden, durch die Rückstelltaste gelöscht werden. Bestimmte Kleinleuchtsignale zeigen durch mehrfache Impulsgabe erreichte, unterschiedliche Arbeitszustände an; z. B. ist es möglich, beim Bohrvorgang verschiedene Bohrtiefen zu erreichen. Notwendige Drehzahländerungen der Stickmaschine können in differenzierter Form programmiert werden. Alle durch das Kommandogerät abgegebenen Informationen werden über den Steuerschrank den elektronischen Einheiten zur Lochung in den 22-Spur-Lochstreifen weitergegeben, und gleichzeitig werden Informationen, die zur Speicherung vorgesehen sind, im 8-Spur-Lochstreifen als einem zusätzlichen Informationsträger gelocht.



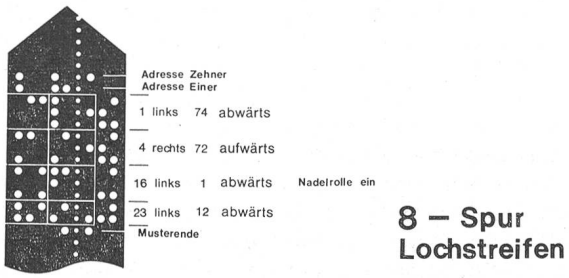


Abb. 14 Beispiel einer Codierung

Der angewandte *8-Spur-Lochstreifen* (Abb. 13 und 14) ist von ISO mit 25,4 mm Breite international genormt. Er ist ein Papierlochstreifen, der auch kunststoffverstärkt sein kann, mit einer Transportlochung zwischen der dritten und vierten Informationsspur.

Das Steuergerät ist nach den neuesten Erkenntnissen der Elektronik gebaut. Es ist unempfindlich gegen Störungseinflüsse, Wärme, Erschütterungen und in gewissem Grade auch gegen leichtsinnigen, unsachgemässen Gebrauch.

Der Umsetzer kann in zwei Richtungen angewandt werden. Die Informationseingabe über 8-Spur-Lochstreifen ermöglicht die Ausgabe eines 22-Spur-Lochstreifens, aber ebenso führt eine 22-Spur-Eingabe zur Ausgabe von 8-Spur-Lochstreifen.

Ausserdem kann über diesen Umsetzer eine Doppelung des 22-Spur-Lochstreifens wie auch eine Doppelung des 8-Spur-Lochstreifens vorgenommen werden.

Von den vielen Schaltkombinationen des Umsetzers in Verbindung mit der Spiegelungs- und Repetiereinrichtung werden in der täglichen Praxis hauptsächlich nur vier bestimmte Umsetzaufgaben durchgeführt.

Der angewandte Code ist wieder ein «Saurer-Code», der stark an den 22-Spur-Code der Kartonstreifen angelehnt ist. Seinem Aufbau nach wird er wohl reihenweise in «Bits» abgelesen, jedoch jeweils als ein «Informationswert» von mehreren Reihen an den Kartonstreifen weitergegeben.

Auf der Suche nach der kostengünstigsten Informationsumsetzung hat man sich vorläufig auf diesen besonderen Lochstreifencode festgelegt.

Hier könnte nur von Spezialisten für Informationsübertragung mit Recht die Anregung auf Anwendung eines international genormten Codes, wie z. B. bei nummerisch gesteuerten Maschinen üblich, gegeben werden. Leider steht dieser berechtigten Anregung entgegen, dass aus den verschiedensten, hauptsächlich wirtschaftlichen Gründen für lange Zeit nicht auf den 22-Spur-Lochstreifen verzichtet werden kann. Dies schliesst jedoch nicht aus, dass im Zuge der Weiterentwicklung in einer Reihe von Jahren der für Fertigungs- und Herstellungsprozesse von ISO vorgeschlagene alphanummerische oder nummerische 8-Spur-7-«Bit»-Code, wie auch in der DIN 66024 festgelegt, in Anwendung gelangen wird. Massgebend für das neu angebotene Programmiersystem waren in erster Linie wirtschaftliche Vorteile, nicht ausgefeilte Datenübertragungssysteme.

Das Schwergewicht der Vorteile, die diese modernisierte Programmiermethode bietet, liegt eindeutig in seiner Flexibilität und der damit gegebenen unvergleichlich schnelleren Durchführung der Programmierung des Stickprozesses (Abb. 16). Der Programmierer, der mit dem konventionellen Punchgerät 1000 Stiche pro Stunde puncht, ist nunmehr in der Lage, in einer Stunde etwa 3000 bis 12 000 Stiche zu programmieren. 1000 Stiche entsprechen einer Kartonlänge von etwa 10 Metern. Mit dem «Punchomat 68» (Abb. 11)

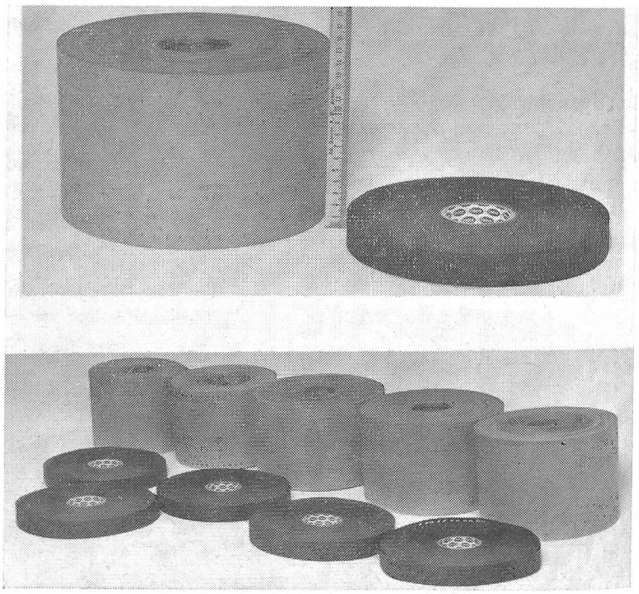


Abb. 15 Platzbedarf von Punchkarton und Lochstreifen

– ohne die Verwendung der Wiederhol- und Spiegelungseinrichtung – programmiert er 3000 Stiche oder 30 m Karton pro Stunde. Mit den Wiederhol- und Spiegelungsschaltungen könnte seine Leistung sprunghaft auf etwa 12 000 Stichinformationen pro Stunde gebracht werden. Bei der scharfen Konzentration, die der Programmierer aufbringen muss, um ein fehlerfreies Programm herzustellen, wird im allgemeinen eine Leistung, die um 5000 bis 6000 Stichinformationen liegt, bereits als sehr gut bezeichnet werden können.

Neben diesem um ein Vielfaches beschleunigten Programmiervorgang ergeben sich ausserdem folgende Vorteile:

– Kontrollzeichnung anstelle der Kontrollstickerei
– automatisches Doppeln von Lochstreifen und Punchkarton
– kein Zusammenkleben von Punchkartons

Ein besonderer Vorteil, aber sekundärer Art, der sich kostensenkend auswirkt, ist das weitaus geringere Volumen des 8-Spur-Lochstreifens, der weniger als ein Sechstel des Volumens des Punchkartons einnimmt. Ist der Punchomat in

Gebrauch, können in Zukunft die im Sticksaal gebrauchten programmierten Punchkartons fortgeworfen werden, wenn man an ihrer Stelle die weniger Platz beanspruchenden Lochstreifen archiviert (Abb. 15).

Hier wird für eine nicht geringe Zahl von Stickereien eine wesentliche Erleichterung in der Lagerung für aufzubewahrende Programme eintreten.

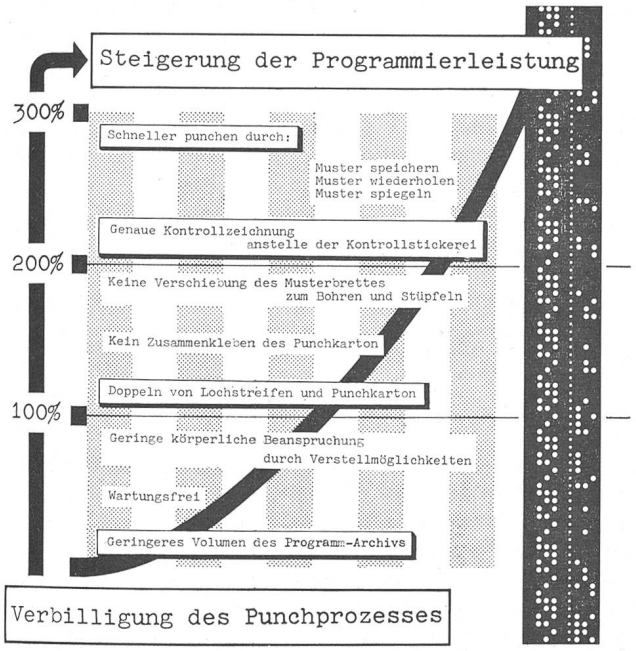


Abb. 16 Flexibilität und Vorteile des «Punchomat 68»

Adresse des Autors: Vizedirektor W. K. Behrendt,
c/o AG Adolph Saurer, Techn. Direktion Textilmaschinen,
CH-9320 Arbon

Rundschau

«Die Schweiz in Zahlen»

Kürzlich hat die Schweizerische Bankgesellschaft die Ausgabe 1969 der Taschenstatistik «Die Schweiz in Zahlen» herausgegeben. Die Broschüre enthält eine Fülle von Angaben, die zum Teil von der Schweizerischen Bankgesellschaft selbst berechnet wurden.

Einer von der Bank vorgenommenen neuen Schätzung der Volkseinkommen der Kantone ist zu entnehmen, dass 1968 Basel-Stadt mit einem Einkommen von 15 700 Franken pro Kopf der Bevölkerung an der Spitze aller Kantone stand, gefolgt von den Kantonen Genf mit 14 400 Franken und Zürich mit 12 050 Franken. Die niedrigsten Durchschnittseinkommen wiesen Obwalden mit 6950 Franken, Appenzell IR mit 7200 Franken sowie Uri und Schwyz mit je 7450 Franken auf.

Die in den kantonalen Staatsrechnungen ausgewiesenen Ausgaben waren im Kanton Basel-Stadt mit 2340 Franken und im Kanton Graubünden mit 2125 Franken pro Kopf der Bevölkerung rund dreimal so hoch wie im Kanton Bern mit 770 Franken und im Kanton Appenzell AR mit 780 Franken. Die Steuerbelastung eines Einkommens von 30 000 Franken eines Verheirateten ohne Kinder durch die Einkommenssteuern des Bundes, des Kantons und der Gemeinde ist in Sarnen mit 15,2 % am höchsten, gefolgt von Freiburg mit 14,1 %. In Liestal beträgt der entsprechende Satz lediglich 8,9 % und in Altdorf sogar nur 8,6 %.

Die grösste Zahl der Aktiengesellschaften weist mit 9775 der Kanton Genf auf, gefolgt vom Kanton Zürich mit 7908 Aktiengesellschaften. Gemessen am Aktienkapital steht jedoch der Kanton Zürich mit 7066 Mio Franken an der Spitze, gefolgt von Basel-Stadt mit 3557 Mio Franken und Genf mit 2760 Mio Franken.

Nach Schätzungen der Schweizerischen Bankgesellschaft weist die Auslandvermögensbilanz der Schweiz einen ausserordentlich hohen Aktivsaldo auf. Den schweizerischen Vermögen im Ausland im Betrage von 122,2 Mia Franken stehen ausländische Vermögen in der Schweiz im Betrage von 57,7 Mia Franken gegenüber. Daraus ergibt sich für die Schweiz ein Aktivenüberschuss von 64,5 Mia Franken.

Am schweizerischen Kapitalmarkt wurden 1968 Anleihens- und Aktienemissionen im Gesamtbetrage von 4579 Mio Franken aufgelegt, was einem Prokopfbetrag von 745 Franken entspricht. Das Zinsniveau aller in der Schweiz gewährten Kredite lag nach den Berechnungen der Schweizerischen Bankgesellschaft Ende 1968 bei 4,37 %.

Die grössten Unternehmen der Welt

Welches sind die grössten Unternehmen der Welt? Welche Industriegesellschaften, Geschäftsbanken und Handelsunternehmen führen in den Vereinigten Staaten sowie in Kanada, Japan und in der Schweiz die auf Grund der Umsatzhöhe oder der Bilanzsumme aufgestellte Rangliste an? Und wie hoch sind die von diesen Unternehmen erzielten Reingewinne?

Diese Fragen beantwortet eine soeben von der *Schweizerischen Bankgesellschaft* herausgegebene Publikation. Nach der Zusammenstellung der Bank erreichten die 100 grössten Industrieunternehmen der Welt im Jahre 1968 zusammen einen Umsatz von 1310 Mia Franken gegenüber 1125 Mia Franken im Vorjahr. Vier Industrieunternehmen wiesen einen Umsatz von je über 50 Mia Franken und 42 Industrieunternehmen einen Umsatz von je über 10 Mia Franken auf. Das mit Abstand grösste Industrieunternehmen der Welt ist die amerikanische Automobilgesellschaft General Motors Corporation, deren Umsatz 1968 mit rund 97,9 Mia Franken das gesamte Bruttosozialprodukt der Schweiz (73,2 Mia Fr.) um nahezu 25 Mia Franken überstieg. Auch den zweiten und dritten Platz nehmen unter den Industriegiganten amerikanische Gesellschaften ein, nämlich die Standard Oil Company (New Jersey) mit einem Umsatz von 66,6 Mia und die Ford Motor Company mit einem Umsatz von 60,6 Mia Franken.

Im vierten Rang steht die grösste nichtamerikanische Gesellschaft, das niederländisch-britische Erdölunternehmen Royal Dutch/Shell, das im Jahre 1968 einen Umsatz von 57,3 Mia Franken erzielte. Auch unter den 96 weiteren grossen Industriegesellschaften befinden sich vorwiegend amerikanische und britische Firmen. Das umsatzstärkste deutsche Unternehmen, das Volkswagenwerk, nimmt in der Weltrangliste den 26. Platz und das umsatzstärkste japanische Unternehmen, die Hitachi-Gesellschaft, den 42. Platz ein. Das grösste schweizerische Unternehmen, die Nestlé-Gesellschaft, liegt mit einem Umsatz von 8,5 Mia Franken an 55. Stelle. Im Jahre 1968 erzielten 16 Industrieunternehmen

einen Reingewinn von über 1 Mia Franken. Von den 100 grössten Industriegesellschaften schloss nur ein Unternehmen — die British Steel Company — das Geschäftsjahr 1968 mit einem Verlust ab.

Das Bilanzsummentotal der *100 grössten Geschäftsbanken der Welt* belief sich 1968 auf 2220 Mia Franken, was rund 60 % des amerikanischen Bruttosozialprodukts entspricht. Als einzige Bank der Welt weist die Bank of America eine Bilanzsumme von über 100 Mia Franken auf. Mehr als je 10 Mia Franken beträgt die Bilanzsumme bei 83 Banken. An der Höhe der Bilanzsumme gemessen, ist die First National City Bank die zweitgrösste Bank der Welt (85,8 Mia Fr.), gefolgt von der Chase Manhattan Bank (84,2 Mia Fr.) und der Barclays Bank (63,0 Mia Fr.). Auf dem europäischen Kontinent verzeichnen die Banca Nazionale del Lavoro mit 41,8 Mia Franken, die Banque Nationale de Paris mit 34,7 Mia Franken und der Crédit Lyonnais mit 32,1 Mia Franken die grössten Bilanzsummen. In der Bundesrepublik Deutschland steht die Westdeutsche Landesbank-Girozentrale mit 31,3 Mia Franken an der Spitze. Die grösste Schweizer Bank, die Schweizerische Bankgesellschaft, wies Ende 1968 eine Bilanzsumme von 18,5 Mia Franken auf und nahm damit in der Weltrangliste der Geschäftsbanken den 47. Platz ein.

Die zehn Wahrheiten über die Wirtschaft

1. Nichts von dem, was wir auf dieser Erde an materiellen Dingen brauchen, kann aus dem Nichts entstehen; es kann nichts umsonst geben. Was immer die Wirtschaft hervorbringt, hat seinen Ursprung, seine Bestimmung und seinen Preis.
2. Der Staat kann niemals Güter schaffen. Alles, was produziert wird, wird von seinen Bürgern produziert, und alles, was der Staat an seine Bürger verteilt, muss er zuerst seinen Bürgern nehmen.
3. Das einzige wertbeständige Geld, das der Staat ausgeben kann, ist das Geld, das er sich aus dem Einkommen seiner Bürger durch Steuern oder Anleihen beschafft. Wenn der Staat künstliches Geld schafft, das nicht vorher von seinen Bürgern verdient ist, vermindert er nur den Wert allen Geldes, aller Ersparnisse und damit aller Vorsorge.
4. In der modernen Marktwirtschaft sorgen die Käufer dafür, dass es Löhne, Gehälter und Arbeitsplätze gibt. Nur treue Kunden sichern die Arbeitsplätze.
5. Treue Kunden gibt es nur, wenn die Arbeitnehmer mit den Unternehmern alles tun, um Käufer zu gewinnen und zu halten. Sichere Arbeitsplätze sind also ein Problem der Partnerschaft.
6. Löhne und Gehälter sind der wichtigste Teil aller Kosten. Starke allgemeine Lohnerhöhungen ohne entsprechende Produktionssteigerung haben deshalb nur eine Wirkung: sie verteuern die Lebenshaltung jedes Einzelnen.
7. Wenn es auf dieser Erde möglichst vielen Menschen gut gehen soll, so bedeutet das auf die materiellen Dinge bezogen: möglichst viele Güter für möglichst viele Menschen. Das lässt sich nur erreichen, wenn die Produktivität je Arbeitnehmer so hoch wie irgend möglich ist.
8. Produktivität gleich welcher Art hat drei Quellen: die Bodenschätze und Kräfte *der Natur,* die durch den Einsatz der körperlichen und geistigen *Kräfte des Menschen* verwertet werden, wobei als *Produktionsmittel* Werkzeuge und Maschinen aller Art eingesetzt werden.
9. Von diesen drei Quellen der Produktivität kann der Mensch nur die Produktionsmittel beliebig vermehren. In einem Land mit freier Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung werden neue Produktionsmittel jedoch nur dann geschaffen, wenn der zeitweilige Verzicht jener belohnt wird, die bereit sind, einen Teil ihrer Einkommen nicht unmittelbar für den Tagesbedarf und die Annehmlichkeiten des Lebens, sondern für neue Produktionsmittel auszugeben. Neue Produktionsmittel entstehen aber auch nur dann, wenn dieser Einsatz einen angemessenen Gewinn erwarten lässt.
10. Die Produktivität ist in einer Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung des freien Wettbewerbs, wo Millionen nach Fortschritt strebende Einzelpersonen die wirtschaftlichen Entscheidungen fällen, seit jeher am grössten – und nicht in einer Gesellschaftsordnung der staatlichen Planung, wo diese Entscheidungen von einer Handvoll allmächtiger Personen abhängen, wie wohlmeinend, selbstlos, aufrichtig und klug diese Personen sein mögen.

(Leitsätze der American Economic Foundation / HR)

Aus einem Inserat der Warner & Swasey, Cleveland

Wenn Du sagst:
«Ich bin nicht in der Lage, neue Maschinen zu kaufen»
– dann sagst Du im Grunde genommen:

Ich bin nicht in der Lage, Geld zu sparen
Ich bin nicht in der Lage, Kosten zu senken
Ich bin nicht in der Lage, mit den Preisen hinunterzugehen
Ich bin nicht in der Lage, meinen Umsatz zu steigern
Ich bin nicht in der Lage, neue Märkte zu eröffnen
Ich bin nicht in der Lage, meinen Gewinn zu steigern
– und all das heisst:

Ich bin nicht in der Lage, im Geschäft zu bleiben.

Berufliche Möglichkeiten in der Textilindustrie

Die Firma Gugelmann & Cie. AG, Langenthal, organisiert seit einigen Jahren in Zusammenarbeit mit der Maschinenfabrik Schneeberger, Roggwil, Orientierungsabende über textile Lehrberufe. Diese Abende werden im Durchschnitt von über 100 Jünglingen und Mädchen, teilweise in Begleitung ihrer Eltern, besucht.

Fachleute beider Firmen wirken an diesen Abenden als Referenten und versuchen, den jungen Leuten einen ersten Einblick in die verschiedenen Berufsmöglichkeiten der Textilindustrie zu vermitteln. Die mannigfaltigen Möglichkeiten, die gerade dieser Wirtschaftszweig bietet, sind den jungen Leuten vielfach noch unbekannt. Den Jünglingen und Mädchen, die kurz vor ihrer Berufswahl stehen, soll mit diesen Orientierungen geholfen werden, den ihnen am ehesten zusagenden Beruf zu finden.

Im Anschluss an diese eher theoretischen Einführungsabende organisieren die Firmen Gugelmann & Cie. AG und die Maschinenfabrik Schneeberger sogenannte «Schnupperlehren». Diese finden während der Schulferien statt und dienen dazu, den interessierten jungen Leuten auch die Praxis ihres möglichen zukünftigen Berufes zu zeigen. Die nächsten «Schnupperlehren» werden während der kommenden Herbstferien durchgeführt und werden wieder vielen jungen Menschen helfen, ihren Beruf zu finden.

Die Lehrstellen sind vorhanden, und für eine abwechslungsreiche und sorgfältige Ausbildung sorgen die einzelnen Betriebe der Textilindustrie.

Schlafhorst liefert «goldene Spindel» nach Brasilien

Mit ihrem AUTOCONER liefert die bekannte Textilmaschinenfabrik W. Schlafhorst & Co. in Mönchengladbach der Textilindustrie eine Maschine, die – zwischen Entstehung des Garnes in der Spinnerei und seiner Verarbeitung in Weberei und Wirkerei gestellt – wichtige Funktionen ausübt, nämlich das Garn vom Spinnkörper auf grosse Kreuzspulen umspult, bei hoher Geschwindigkeit den Faden prüft, ihn bei Unreinigkeiten und schwachen Stellen schneidet und selbsttätig wieder zusammenknotet und dazu diese automatischen Operationen überprüft.

Die Maschinen erfreuen sich steigender Beliebtheit, zunächst in der Bundesrepublik, dann im weiteren Europa und in Uebersee.

In ihrem lebendigen Kontakt mit der weitverzweigten Kundschaft hat die Firma W. Schlafhorst & Co. es sich zur Tradition gemacht, aus der Menge ihrer Produktion jede 50 000ste Spindel AUTOCONER hervorzuheben und sie als «goldene Spindel» feierlich zu übergeben. So wurde die Spindel Nr. 50 000 im Oktober 1964 der Firma Gerrit van Delden in Gronau übergeben; die Spindel Nr. 100 000 ging an die Wiscasset Mills in den Vereinigten Staaten von Nordamerika im Februar 1966. Die Firma M. Caulliez & Delaoutre in Frankreich erwarb im Mai 1967 die Spindel Nr. 150 000; im Juni 1968 erhielt die Firma G. Marzotto & Figli in Italien die Spindel Nr. 200 000. Die fünfte «goldene Spindel», Nr. 250 000, gehört zu den an die Firma Artex S. A. in Brasilien gelieferten Maschinen. Die Firma Artex im deutschstämmigen Gebiet von Blumenau, Santa Catarina, ist die grösste Frottierwarenfabrik Lateinamerikas mit zurzeit 1650 Beschäftigten und einem Garnverbrauch von monatlich 180 000 kg.

Dr.-Ing. W. Reiners, Inhaber der Firma W. Schlafhorst & Co. in Mönchengladbach, übergab am 21. Juni 1969 in Blumenau der Firma Artex S. A. die «goldene Spindel AUTOCONER»; anwesend waren seine Mitarbeiter Dr. U. Kühn, kaufm. Direktor, und H. Kunkel, Verkaufsingenieur für Lateinamerika.

Tendenzfarben Herbst/Winter 1970/71

Die Farbenkarte des Schweizerischen Textilmoderates für den Herbst/Winter 1970/71 umfasst zwei grosse Farbengruppen, nämlich «Cosmos» als Sammelbegriff der Grün-Blau-Violett-Skala und «Vulcano» in der Zusammenfassung der Rot-Gelb-Töne. Als Ausgleich dienen die neutralen Braun-Beige-Nuancen in mehr oder weniger gelb- oder graustichigen Varianten.

Die neue Tendenz zur Aufhellung der dunklen Grundtöne, einmal nach wärmeren (gelb- oder rotstichigen) und gleichzeitig nach kälteren (blaustichigen) Abstufungen, sind besonders hervorgehoben. Neben den zweifarbigen Ton-auf-Ton-Effekten werden häufig Kontraste aus Farben verschiedener Gruppen gebildet.

Diese Farbkarte, vom Modekomitee des Schweizerischen Textilmoderates zusammengestellt, bildet eine Synthese der Tendenzen aus allen Modezentren.

Die Karte ist zu beziehen durch den Schweizerischen Textilmoderat, Eigerstrasse 55, 3000 Bern 23, Tel. (031) 45 56 80

ICI-Gewebeschau — Trend 70

Die diesjährige «kleine Interstoff» an der Limmat, die kürzlich von der ICI (Switzerland) AG veranstaltet wurde, erfreute sich wiederum grosser Beliebtheit bei der schweizerischen Bekleidungsindustrie. Die Ausstellung enthielt eine Auswahl von rund 1600 Gewebemustern von 130 Firmen aus 14 europäischen Ländern und bot eine klare Uebersicht des Angebots von pflegeleichten Web- und Wirkwaren am Meter aus Terylene, Crimplene und Bri-Nylon für Herren- und Damenbekleidung. Erstmals hatte das neugeschaffene Design-Studio der ICI London eine Farbkarte gestaltet und exklusive Muster kreiert, die den Trend 70 bestimmen werden. Ein interessanter Farbfilm orientierte über die Arbeit des Design-Studios und die Entstehung und Entwicklung der neuen Farbtendenzen und Dessinierungen für Frühjahr/Sommer 1970.

Ergänzend zur «kleinen Interstoff» wurden bei einer Pressekonferenz in vier Gruppen Nouveautés präsentiert. Diese gruppenweise Präsentation von Geweben, drapiert an sechs Mannequins, dokumentierte einerseits den Einfallsreichtum der Gewebekreateure der nachstehenden vier Firmen, anderseits den Einfallsreichtum von Frau R. Hollenweger, der Gestalterin dieser Gewebeschau.

In der Gruppe A zeigte die *KD-Weberei Derendingen* ihre bewährten Mischgewebe Terylene/Kammgarn 55/45 als Wollnouveautés in Frisé, Krepp, Natté, Etamine, Gabardine, Piqué. Kleider, Kostüme und Mäntel in schwereren Qualitäten gewinnen mit diesen Geweben zusätzliche gute Eigenschaften, wie Pflegeleichtigkeit und Festigkeit im Griff.

Für das elegante Nachmittagskleid im Seidengenre wurde in der Gruppe B von der weltweit bekannten Seidenweberei *Weisbrod-Zürrer, Hausen am Albis,* ein Programm unter dem Titel VERLASCA entwickelt. Diese Gewebe aus 100 % Terylene sowie Terylene, teilweise gemischt mit Seide und Fibranne, werden der grossen Nachfrage nach pflegeleichten Artikeln im Seidengenre gerecht.

Pflegeleichtigkeit und guter Tragkomfort (Knitterarmut) werden auch für den Leinen-Look gefordert. Die neuen Qualitäten der Firma *Aeby & Co. Tuchfabrik Sennwald AG* (Gruppe C) aus Terylene/Streichgarn/Leinen erfüllen diese Bedingungen und zeigen sich mit neuen Mustern, wie Fensterkaros, Streifen, und den farblich dazu assortierten Uniartikeln für Composés.

In der Gruppe D führten die Firmen *Mettler & Co. AG, St. Gallen,* und *Nelo, J. G. Nef & Co. AG, Herisau,* für Konfektion im gehobenen Genre Druckdessins auf Twill, als Ergänzung von Crêpe, aus 100 % Terylene in neuen, diskreten Farben und Mustern vor. Diese Gewebe im Sinne von «Silk-Look» bestachen durch ihre weichen Farbenkombinationen.

Firmennachrichten

(Auszug aus dem Schweizerischen Handelsamtsblatt)

Luwa AG, in Zürich 9, Fabrikation, Vertrieb und Installation von luft- und wärmetechnischen Anlagen usw. Die Prokura von Fritz Vollmer ist erloschen. Zum Vizedirektor mit Kollektivunterschrift zu zweien ist ernannt worden: Heinrich Günther Nies, deutscher Staatsangehöriger, in Zürich. Kollektivprokura zu zweien ist erteilt an Friedrich Stoll, in Zürich, und Friedrich Zweifel, in Fällanden.

Baerlocher & Co., in Rheineck, Fabrikation und Handel in Textilien. Kollektivprokura zu zweien wurde erteilt an Oskar Tschan, in Rheineck.

«Textil-Werke Blumenegg» Aktiengesellschaft, in Goldach, Fabrikation und Veredelung von Seide, Kunstseide usw. Albert Traber, Präsident, ist aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; er wurde zum Direktor ernannt und führt anstelle der Einzel- nun Kollektivunterschrift zu zweien. Im weitern sind aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden: Dr. Victor Rehsteiner, dessen Unterschrift erloschen ist, sowie Hans Sonderegger-Traber und Amélie Meyer-Traber. Neu wurden in den Verwaltungsrat gewählt: Hans Berz, in Zürich, Präsident; Dr. Fritz Honegger, in Rüschlikon; Rudolf Mettler-Jost, in Speicher AR; Dr. Rolf Roth, in Winterthur, und Gustav Zumsteg, in Zürich; alle fünf mit Kollektivunterschrift zu zweien.

L. Abraham & Co. Seiden-AG, in Zürich 2. Die Generalversammlung vom 20. Mai 1969 hat die Statuten geändert. Die Firma lautet nun *Abraham AG (Abraham SA) (Abraham Ltd.) (Abraham SA).*

Zimmermann & Cie., in Zurzach, Fabrikation von und Handel mit Textilerzeugnissen, insbesondere von vollsynthetischen Garnen, Beteiligung an solchen und ähnlichen Unternehmungen, Export und Import. Der Gesellschafter Rolf Herbert Zimmermann ist ausgeschieden. Die Gesellschaft hat sich am 1. Januar 1969 in eine Kommanditgesellschaft umgewandelt. Unbeschränkt haftender Gesellschafter ist der bisherige Gesellschafter Alexander Leo Zimmermann-Meier. Als Kommanditärin ist neu in die Gesellschaft eingetreten: Margrit Zimmermann-Meier, in Zürich. Die Kommanditärin führt Einzelunterschrift. Neue Geschäftsadresse: Rehwiesenstrasse 3.

Züricher Beuteltuchfabrik AG, in Zürich 3. Die Generalversammlung vom 22. April 1969 hat die Statuten geändert. Das Grundkapital von Fr. 1 000 000 ist auf Fr. 2 000 000 erhöht worden.

Textil- und Verwaltungs-AG St. Margrethen, in St. Margrethen. Gemäss öffentlicher Urkunde und Statuten vom 17. Juni 1969 besteht unter dieser Firma eine Aktiengesellschaft. Zweck: Handel und Verarbeitung von Textilien und verwandten Produkten, ferner Verwaltung von Beteiligungen an andern Textilunternehmen sowie betriebseigenen Liegenschaften. Der Verwaltungsrat besteht aus einem oder mehreren Mitgliedern. Ihm gehören an: lic. iur. Martin Litscher, in St. Margrethen, Präsident; Oskar Kuster, in St. Margrethen, und Walter Palmers, in Wien; alle drei führen Einzelunterschrift. Geschäftsdomizil: Hauptstrasse 85a.

Stoffel AG, in St. Gallen, Herstellung, Verarbeitung und Verwertung von Textilwaren aller Art usw. Kollektivprokura zu zweien wurde erteilt an Jürg Alder, in Rheineck; Walter Schaffhauser, in Kronbühl, Gemeinde Wittenbach, und Henri-Fred Simmen, in Lustmühle, Gemeinde Teufen AR.

Textona AG, in Wattwil, Kauf und Texturierung von Azetatseide. Georg Rutishauser ist aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden, seine Unterschrift ist erloschen. Neu wurde mit Kollektivunterschrift zu zweien in den Verwaltungsrat gewählt: Alfred Heckendorn, in Rheinfelden AG.

Maschinenfabrik Rüti AG vormals Caspar Honegger, in Rüti. Die Unterschrift von Dr. André Fernand Voillat und die Prokura von Werner Frick sind erloschen. Peter Stucki, bisher Vizedirektor, wurde zum Direktor ernannt; er führt weiter Kollektivunterschrift zu zweien. Zum Vizedirektor mit Kollektivunterschrift zu zweien ist ernannt worden: Dr. Konrad Lienhard; seine Prokura ist erloschen. Kollektivprokura zu zweien wurde erteilt an Bernhard Honegger, in Rüti ZH; Dr. Heinrich Sulser, in Rüti ZH, und Hans Zollinger, in Dürnten.

Aktiengesellschaft vormals Sigg & Co., in Zürich 2, Durchführung von Agenturgeschäften, insbesondere in Rohbaumwolle. Dr. Peter Weckherlin ist aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; seine Unterschrift ist erloschen. Neu sind in den Verwaltungsrat mit Einzelunterschrift gewählt worden: Lucas Weckherlin, in Uetikon am See, als Präsident und Delegierter, und Mathias Weckherlin, in Meilen, als Delegierter; ihre Prokuren sind erloschen. Ferner ist neu in den Verwaltungsrat ohne Zeichnungsbefugnis gewählt worden: Thomas Weckherlin, in Küsnacht. Einzelprokura ist erteilt an Alfred Rüedi, in Zollikon. Neues Geschäftsdomizil: Münchhaldenstrasse 30, in Zürich 8.

E. H. Spoerri & Co. AG, in Zürich 2, Import, Export und Fabrikation von Garnen, Zwirnen und Geweben usw. Emil Spoerri ist infolge Todes aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden. Victor Meyer, in Zollikon, Delegierter des Verwaltungsrates, ist nun zugleich Präsident desselben und führt weiter Einzelunterschrift. Einzelunterschrift ist erteilt an Rolf Schmid; seine Prokura ist erloschen. Kollektivprokura zu zweien ist erteilt an Alba Dubini, in Zürich, Rosmarie Wagner, in Zürich, und Florin Boller, in Illnau.

W. Achtnich & Co. Aktiengesellschaft, in Winterthur 1, Herstellung und Verkauf von Textilfabrikaten aller Art usw. Einzelprokura ist erteilt an Dr. Franz Hidber, in Winterthur.

Schweiz. Decken- und Tuchfabriken Pfungen-Turbenthal, in Pfungen, Aktiengesellschaft. Die Unterschrift von Werner Winterhalter ist erloschen. Kollektivprokura zu zweien wurde erteilt an Paul Schnellmann, in Winterthur; Otto Weidmann, in Winterthur; Arnold Stucki, in Pfungen, und Hermann Flämig, in Pfungen.

Vereinigung Schweizerischer Textilfachleute und Absolventen der Textilfachschule Wattwil

VST-Studienreise 1969 in Schweizer Betriebe

Zweite «Woche der offenen Türe»

Wir verweisen auf die Vorankündigung der diesjährigen Studienreise der VST in der August-Nummer der «Mitteilungen». Dort haben wir einen kurzen Ueberblick über die von Dienstag, den 4. November bis Donnerstag, den 6. November 1969 dauernde Reise gegeben.

Wir können allen Interessenten nun mitteilen, *dass der Versand des gedruckten Programms mit Anmeldekarte an die VST-Mitglieder am 1. Oktober 1969 erfolgen wird.* Das Programm mit Anmeldetalon (auch für VET- und SVF-Mitglieder wie für Nicht-Mitglieder) wird ferner *in der VST-Spalte der Oktober-Nummer der «Mitteilungen» publiziert werden.*

Wir bitten die an der Studienreise interessierten Textilfachleute, sich jetzt schon den Termin vom 4. - 6. November 1969 vorzumerken.

Der Vorstand der VST

Verein ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie

Unterrichtskurse 1969/70

1. Information und Demonstration über die +GF+ Schützenlose Webmaschine DSL

Kursleitung: Herr *H. Locher,* +GF+, Brugg
Kursort: Maschinenfabrik Georg Fischer AG, Wildischachen, Brugg
Kurstag: Samstag, den 25. Oktober 1969, von 09.15 bis 12.00 Uhr und von 14.00 bis 16.30 Uhr
Programm: Begrüssung und Einführungsreferat
Orientierung über die DSL einfarbig und bunt
Demonstration, Schusseintrag
Aufbau der DSL einfarbig und bunt
DSL im Einsatz
Richtig vorbereitetes Schussmaterial
Montage der DSL, Werkbesichtigung, Diskussion
Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 20.–, Nichtmitglieder Fr. 30.–
Anmeldeschluss: 10. Oktober 1969
Teilnehmerzahl beschränkt!

2. Konferenztechnik und kurze Redelehre

Kursleitung: Herr *Prof. Dr. G. Thürer,* Hochschule St. Gallen
Kursort: Kasino Zürichhorn, Bellerivestrasse 170, Zürich 8
Kurstag: Donnerstag, den 13. November 1969, 09.15 bis 12.00 Uhr und 14.00 bis 16.15 Uhr
Programm: Vom Wesen der Sprache. Grundzüge des Gesprächs. Psychologie der Partnerschaft. Vorbereitung und Leitung einer Konferenz. Besondere Umstände und Zwischenfälle. Mundart oder Schriftsprache? Uebersetzungsfragen. Abstimmungsverfahren. Beschlussfassung. Protokoll. Auswertung der Konferenz. Wie lerne ich frei sprechen. Aufbau einer knappen Rede.
Rednerische Kunstmittel. Die häufigsten Fehler unserer Redner. Uebungen.
Wert und Sinn der persönlichen Zusammenkunft.
Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 30.–, Nichtmitglieder Fr. 60.–
Anmeldeschluss: 28. Oktober 1969

3. Textilelektronik

Kursleitung: Herr *W. Keller* und Herr *E. Gamba,* Firma AG Gebr. Loepfe, Zürich
Kursort: Textilfachschule Zürich, Wasserwerkstrasse 119, Zürich 10
Kurstag: Samstag, den 15. November 1969, von 09.00 bis 16.00 Uhr
Programm: 1. *Allgemeine Orientierung* über Schussfühler, Schusswächter, Fadenreiniger
2. *Einsatz des Schussfühlers LF-4*
Prinzip und Arbeitsweise des LF-4
Reflexspulen
Montage und Einstellungen
Fehlersuchen und Beheben von Störungen
3. *Einsatz des Fadenreinigers FR-30/FR-5*
Prinzip und Arbeitsweise, Einstellungen
Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 20.– Nichtmitglieder Fr. 30.–
Anmeldeschluss: 31. Oktober 1969

4. Zielsetzung und Arbeitsmethoden des Vorgesetzten

Kursleitung: Herr *Dr. H. Bertschinger,* Betriebsberater, Fehraltorf ZH
Kursort: Textilfachschule Zürich, Wasserwerkstrasse 119, Zürich 10
Kurstag: Samstag, den 29. November 1969, 08.30 bis 12.00 Uhr und 14.00 bis 17.00 Uhr
Programm: Ist Zielsetzung ein Vorrecht des Menschen?
Welches sind die Quellen und Impulsgeber echter Zielsetzung?
Das Geheimnis erfolgreicher Menschen
Zur Arbeitsmethode: Zielsetzung aus Störfällen bei der Arbeit
Was ist eine wirksame Auftragserteilung?
Aufgaben der Arbeits-Zeitplanung und Auftrags-Terminierung
Die Kraft *positiven* Denkens!
Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 30.–, Nichtmitglieder Fr. 60.–
Anmeldeschluss: 14. November 1969
Teilnehmerzahl beschränkt!

5. Gewebebindungen sowie Analyse und Aufbau einfacher Gewebe

Kursleitung: Herr *R. Deuber,* Stäfa ZH
Kursort: Textilfachschule Zürich, Wasserwerkstrasse 119, Zürich 10
Kursdauer: 9 ganze Samstage, je von 09.00 bis 12.00 Uhr und 13.15 bis 16.15 Uhr
Kurstage: Samstag, den 6., 13. und 20. Dezember 1969, 10., 17. und 24. Januar, 7., 14. und 21. Februar 1970
Programm: Einzugslehre, Grundbindungen, Ableitungen von den Grundbindungen, Analyse von Stoffmustern, Ermittlung des Materials und Gewichtsberechnung
Kursgeld: Fr. 150.–. Im Kursgeld ist alles Material inbegriffen
Anmeldeschluss: 21. November 1969

6. Betriebliches Rechnungswesen 3. Teil

Kursleitung: Herr *Anton U. Trinkler,* Expertisenleiter und Gruppenchef am Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH Zürich
Kursort: Textilfachschule Zürich, Wasserwerkstrasse 119, Zürich 10

Kursdauer: 2 Samstagvormittage, je von 08.30 bis 12.30 Uhr

Kurstage: Samstag, den 13. und 20. Dezember 1969

Programm: Moderne Kostenrechnungsverfahren
Standard-Kostenrechnung
Die einfachsten Formen — die höheren Stufen
1. Entwicklung und Grundlagen der Standard-Kostenrechnung. Erste Stufe
2. Material- und Lohnstandards, Kostenstellenrechnung und Abweichungsanalyse
3. Höhere Stufen der Standard-Kostenrechnung
4. Durchführung der Standard-Kostenrechnung, Einführungsprobleme, Kalkulationsfragen, Beispiele, Würdigung
5. Neue Entwicklungsrichtungen der Standard-Kostenrechnung

Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 30.—, Nichtmitglieder Fr. 60.—

Anmeldeschluss: 28. November 1969

7. Durchführung und Auswertung von Zeit- und Stillstandsaufnahmen

Kursleitung: Herr *Dr. G. Bröckel,* Winterthur

Kursort: Zürich (Genauer Kursort wird später bekanntgegeben!)

Kursdauer: Freitag von 09.00 bis 12.00 Uhr und von 14.00 bis 17.00 Uhr, Samstag von 09.00 bis 12.00 Uhr

Kurstage: Freitag, den 16., und Samstag, den 17. Januar 1970

Programm:
1. Zielsetzung für Untersuchungen
2. Methoden zur Datenerfassung
3. Durchführung von Uebungsbeispielen für Zeitstudien und Stillstandsaufnahmen
4. Statistische Auswertung der Aufnahmen
5. Tests zur Bestimmung der statistischen Sicherheit

Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 50.—, Nichtmitglieder Fr. 80.—

Anmeldeschluss: 31. Dezember 1969

8. Verkaufsförderung, Verkaufskunst für Textilfachleute

Kursleitung: Herr *E. Oesch,* Verlag, Thalwil ZH

Kursort: Kasino Zürichhorn, Bellerivestrasse 170, Zürich 8

Kurstag: Donnerstag, den 29. Januar 1970, 09.15 bis 12.00 Uhr und 13.30 bis 16.30 Uhr

Programm: Die Vorbedingungen erfolgreicher Verkaufskunst. Verkaufskunst ist Kundengewinnung auf lange Sicht. Wie erreicht man Vertrauen und Treue der Kunden? Psychologisch richtiger Verkehr mit dem Kunden am Telephon und in der Geschäftskorrespondenz. Wie die wesentlichen Argumente für das Verkaufsgespräch erarbeitet werden. Die 10 wichtigsten Phasen der Verhandlungskunst im Verkauf

Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 30.—, Nichtmitglieder Fr. 60.—

Anmeldeschluss: 14. Januar 1970

9. Moderne Webkettenvorbereitung mit Uster-Maschinen

Kursleitung: Herr *H. Haldimann,* Zellweger AG, Uster ZH

Kursort: Zellweger AG, Apparate- und Maschinenfabriken, Uster ZH

Kurstag: Mittwoch, den 4. Februar 1970, 09.00 bis 17.00 Uhr

Programm: Vorführung des Filmes über die Zellweger-Gruppe
Demonstration der Ustermatic-Knüpfanlage mit verschiedenen Materialien. Gegenüberstellung mit dem früheren System Klein-Uster
Filmvortrag über die automatische Einziehmaschine Uster, anschliessend Demonstration der Maschine sowie anschliessende Besichtigung in einer Weberei
Demonstration Lamellensteckmaschine und Fadenhinreichemaschine Uster
Vortrag und Demonstration der elektronischen Garnreinigungsanlage Uster Automatic

Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 20.—, Nichtmitglieder Fr. 30.—

Anmeldeschluss: 20. Januar 1970

10. Moderne Methoden zum Schlichten von Stapelfaser- und Endlosgarnen

Kursleitung: Herr *J. Iten,* Maschinenfabrik Benninger AG, Uzwil SG

Kursort: Restaurant Krone, Wetzikon ZH

Kurstag: Donnerstag, 26. Februar 1970, 09.00 — 17.00 Uhr

Programm:
09.00 — 09.15 Begrüssung
09.15 — 10.00 Vortrag Herr Wenger Datenaufnahme und Verwertung in der Schlichterei
10.00 — 10.15 Diskussion, Pause
10.15 — 11.00 Vortrag Herr Iten Gesichtspunkte für die Wahl des richtigen Schlichteverfahrens
11.00 — 11.45 Diskussion, Pause
11.45 — 13.15 Mittagessen
13.15 — 14.45 Besichtigung einer Benninger-Schlichtmaschine für Endlosmaterial in Betrieb
14.45 — 15.15 Transport
15.15 — 16.15 Besichtigung einer zweiten Benninger-Schlichtmaschine für Stapelfasern in Betrieb
16.15 — 16.45 Transport
16.45 — 17.00 Diskussion und Verabschiedung des Kurses

Kursgeld: * Vereinsmitglieder Fr. 20.—, Nichtmitglieder Fr. 30.—

Anmeldeschluss: 11. Februar 1970

11. Instruktionskurs über Rüti C-Webmaschinen

Kursleitung: Herr *B. Honegger,* Maschinenfabrik Rüti

Kursort: Maschinenfabrik Rüti AG, Rüti ZH

Kurstag: Freitag, den 13. März 1970, 09.00 bis 17.00 Uhr

Programm:	Einführung in die C-Webmaschine. Allgemeiner Aufbau Technische Einführung C-1schützig, technische Einführung C-mehrschützig Textiler Anwendungsbereich Unterlagen für den Betrieb Wirtschaftliche Aspekte Praktische Arbeit an den C-Maschinen
Kursgeld:	* Vereinsmitglieder Fr. 20.–, Nichtmitglieder Fr. 30.–
Anmeldeschluss:	26. Feb. 1970. Teilnehmerzahl beschränkt!

---

1. **Die Anmeldungen sind schriftlich mit der Anmeldekarte oder mit den Angaben, wie sie auf dieser Karte verlangt werden (Name, Vorname, Geburtsjahr, Beruf, Adresse, Mitglied oder Nichtmitglied), und der Kursangabe an den Präsidenten der Unterrichtskommission, Herrn Alfred Bollmann, Sperletweg 23, 8052 Zürich, zu richten.**
2. **Für jeden einzelnen Kurs ist eine separate Anmeldung notwendig, wenn die Anmeldekarte fehlt oder nicht benützt wird.**
3. **Anmeldekarten für die Unterrichtskurse 1969/70 können beim Präsidenten der Unterrichtskommission bezogen werden.**
4. **Die Anmeldungen sind bis spätestens zu dem für jeden Kurs angegebenen Anmeldeschluss einzusenden.**
5. **Kursgeldeinzahlungen sind erst dann vorzunehmen, wenn dem Kursteilnehmer das Kursaufgebot, der Kursausweis und der Einzahlungsschein für den betreffenden Kurs zugestellt wurde. Zehn Tage vor Kursbeginn wird jeder Kursteilnehmer über die entsprechende Kursdurchführung orientiert; gleichzeitig werden ihm auch die oben erwähnten Unterlagen zugestellt.**
6. *** Als Vereinsmitglieder gelten nur solche Personen, welche dem Verein ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie (VET), der Vereinigung Schweizerischer Textilfachleute und Absolventen der Textilfachschule Wattwil (VST) oder der Schweizerischen Vereinigung von Färbereifachleuten (SVF) angehören.**
7. **Die Mitgliedschaft des Vereins ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie steht allen in der Textilbranche tätigen Personen offen. Anmelde- bzw. Eintrittskarten sind beim Präsidenten der Unterrichtskommission erhältlich.**

Firmennachrichten

Schiesser Holding AG, in Zürich 1, Erwerb und Verwaltung von Beteiligungen an Fabrikations- und Handelsunternehmungen des Textilgewerbes usw. Emil Staub ist infolge Todes aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; seine Unterschrift ist erloschen. Giuseppe Kaiser, Delegierter des Verwaltungsrates, ist nun auch Präsident desselben; er führt weiter Kollektivunterschrift zu zweien.

Werner Mathis AG, in Niederhasli. Unter dieser Firma besteht eine Aktiengesellschaft. Herstellung und Vertrieb von Laborapparaten für die Textilindustrie sowie allgemeiner Apparatebau. Der Verwaltungsrat besteht aus drei bis sechs Mitgliedern. Ihm gehören an: Werner Mathis, in Niederhasli, Präsident, mit Einzelunterschrift, sowie, mit Kollektivunterschrift zu zweien, Franz Josef Görtz, in Rümlang, Vizepräsident, und Erwin Schärer, in Niederhasli. Geschäftsdomizil: Nöschikonerstrasse 1162.

Gebr. Schneidinger AG, in Zürich. Unter dieser Firma besteht auf Grund der Statuten vom 3. Juni 1969 eine Aktiengesellschaft. Zweck: Fabrikation von und Handel mit Seiden und Chemiefasergeweben. Die Gesellschaft kann ferner Grundstücke erwerben, verwalten und veräussern, sich an andern Gesellschaften beteiligen und Finanzierungen vornehmen. Dem Verwaltungsrat gehören an und führen Einzelunterschrift: Theodor Aeberli, in Zürich, als Präsident; Willy Schneidinger, in Zürich, als Delegierter, und Margot Schneidinger, in Zürich.

Leinenweberei Im Obersteg AG, in St. Peterzell. Die Unterschrift von René Jean Steiner, Direktor, und die Prokura von Franz Planzer sind erloschen. Ernst P. Menzi ist nun Geschäftsführer; er führt anstelle der Prokura nun Kollektivunterschrift zu zweien. Kollektivprokura zu zweien wurde erteilt an Erwin Zürcher, in St. Peterzell.

Swisma AG, in Zürich 2, Betrieb einer Weberei usw. Die Unterschrift von Werner Rüttimann ist erloschen. Dr. Max Lanter, Präsident des Verwaltungsrates, und Eduard Demenga, Delegierter des Verwaltungsrates, führen nicht mehr Kollektiv-, sondern Einzelunterschrift.

Färberei Weidmann Aktiengesellschaft, in Thalwil. Zum Vizedirektor mit Kollektivunterschrift zu zweien ist ernannt worden: Hans Fuchs.

Basler Stückfärberei AG, in Basel. Die Prokura des Hans G. Krayer ist erloschen. Prokura wurde erteilt an Paul Ludwig Schär, in Allschwil, und Ernst Wagner, in Basel. Sie zeichnen zu zweien.

Spinnerei am Uznaberg, in Uznach, Betrieb einer Baumwollspinnerei usw., Aktiengesellschaft. Dr. Anton von Schulthess, Präsident, ist aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; seine Unterschrift ist erloschen. Das bisherige Verwaltungsratsmitglied Rudolf Vogt wurde zum Präsidenten ernannt; er führt nun Einzelunterschrift.

Gebr. Stäubli & Co., in Horgen, Textilmaschinenfabrikation. Neu ist als unbeschränkt haftender Gesellschafter in die Gesellschaft eingetreten: Anthony Othmar Stäubli, von und in Horgen.

Decken- und Tuchfabrik Wald AG, in Wald. Einzelprokura ist erteilt an Peter Rüegg, in Rüti ZH.

Vollmoeller AG, in Uster, Fabrikation von und Handel mit Wirkwaren usw. Eric Cathomas ist aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; seine Unterschrift sowie diejenige von Josef Huber sind erloschen. Dr. Hans W. Kopp, Mitglied des Verwaltungsrates, ist nun Präsident, und Dr. Hans Bühler, Mitglied des Verwaltungsrates, nun Vizepräsident desselben; beide führen nicht mehr Kollektivunterschrift zu zweien, sondern Einzelunterschrift. Neu ist in den Verwaltungsrat als Delegierter gewählt worden: Beat Kaufmann; er führt weiter Einzelunterschrift. Kollektivprokura zu zweien ist erteilt an Paul Lehmann, in Uster, und Marcel Chapuis, in Zollikon.

Arova Rorschach AG, in Rorschach, Betrieb von Zwirnerei, Stickerei und Nähfadenfabrikation usw. An der Generalversammlung vom 24. Juni 1969 wurden die Statuten teilweise

geändert. Der Verwaltungsrat besteht nun aus einem oder mehreren Mitgliedern. Theodor R. Ernst, Präsident, und Dr. Victor Rehsteiner, Vizepräsident, deren Unterschriften erloschen sind, sowie Karl Huber und Fridolin Hefti sind aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden. Der bisherige Delegierte Eckart Hasler ist nun einziges Mitglied des Verwaltungsrates; er führt anstelle der Kollektiv- nun Einzelunterschrift. Die Unterschrift von Dieter W. Frei, Direktor, ist erloschen.

Müller & Steiner AG, Zwirnerei, in Schmerikon. Dr. Rudolf Mäder, Präsident, ist aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; seine Unterschrift ist erloschen. Das bisherige Verwaltungsratsmitglied Arnold Bleisch-Steiner ist nun Präsident; er führt wie bisher Kollektivunterschrift zu zweien. Neu wurden in den Verwaltungsrat gewählt: Dr. Josef d'Aujourd'hui; er bleibt Geschäftsführer und führt wie bisher Einzelunterschrift, und Josef Steiner, in Schmerikon; er führt Kollektivunterschrift zu zweien.

Arova Schaffhausen AG, in Schaffhausen, Fabrikation und Verkauf aller Arten von Garnen, Zwirnen, Bindfaden, Seilerwaren, Geweben und verwandter Artikel usw. Die Generalversammlung vom 24. Juni 1969 hat die Statuten revidiert. Der Verwaltungsrat besteht aus einem oder mehreren Mitgliedern. Aus dem Verwaltungsrat sind Theodor Ernst, Präsident; Karl Huber, Vizepräsident, Othmar Ernst und Hans C. Wehrli ausgeschieden. Die Unterschriften von Theodor Ernst und Othmar Ernst sind erloschen. Karl Huber führt weiterhin Kollektivunterschrift zu zweien. Der bisherige Verwaltungsratsdelegierte Eckart Hasler ist nun einziges Mitglied des Verwaltungsrates und führt jetzt Einzelunterschrift.

Sam. Vollenweider AG, in Horgen, Fabrikation von und Handel mit Maschinen jeder Art usw. Charles Montandon, Kurt Oesch und Erwin Remund haben nicht mehr Kollektivprokura zu zweien, sondern Einzelprokura.

Vereinigte Färbereien & Appretur AG, in Thalwil. Die Prokura von Ernst Spuler ist erloschen. Zum Vizedirektor mit Kollektivunterschrift zu zweien ist ernannt worden: Gerhard Jenni, in Zürich.

Kirschner AG, Zürich, in Zürich. Unter dieser Firma besteht auf Grund der Statuten vom 24. Juni 1969 eine Aktiengesellschaft. Zweck: Fabrikation von und Handel mit Artikeln der Herrenmode, insbesondere Krawatten und Echarpen und ähnlichen Artikeln, sowie Import und Export derselben. Die Gesellschaft kann sich an gleichartigen Unternehmen beteiligen. Einziges Mitglied des Verwaltungsrates mit Einzelunterschrift: Siegfried Kirschner, in Thalwil. Kollektivprokura zu zweien ist erteilt an Ernst Votteler, in Zürich, und Walter Bernheim, in Adliswil.

Alpina Teppichwerk AG, in Wetzikon. Unter dieser Firma besteht auf Grund der Statuten vom 17. Juli 1969 eine Aktiengesellschaft. Zweck der Gesellschaft sind Herstellung und Vertrieb von Teppichen sowie Fabrikation von und Handel mit Bodenbelägen und damit verwandten Produkten aller Art. Die Gesellschaft kann Patente, Verfahren, Handelsmarken, know-how und Lizenzen erwerben, verwerten und veräussern, sich an anderen Unternehmen der Teppichindustrie beteiligen und Grundstücke erwerben. Dem Verwaltungsrat gehören an und führen Einzelunterschrift: Gustav Wiederkehr, in Zürich, als Präsident, Friedrich Mauthner, österreichischer Staatsangehöriger, in Wien, als Vizepräsident, und Max Kohler, in Rüschlikon. Zum Geschäftsführer mit Einzelunterschrift ist ernannt worden: Roland Wiederkehr, in Thalwil.

A. Naegeli Tricotfabriken Berlingen und Winterthur Aktiengesellschaft, in Berlingen. Walter Naegeli, bisher Mitglied des Verwaltungsrates, ist jetzt Präsident; er führt wie bisher Kollektivunterschrift zu zweien. Neu wurden in den Verwaltungsrat gewählt: Bruno Naegeli, in Berlingen, und Urs Naegeli, in Winterthur, beide mit Kollektivunterschrift zu zweien; ihre Prokuren sind erloschen. Ferner ist die Prokura von Kurt Volkart erloschen.

Abegg & Co. AG, Zürich, in Zürich 1, Handel mit Waren aller Art, insbesondere mit Garnen und Geweben usw. Kollektivprokura zu zweien ist erteilt an Georg Weber, von Hohenrain LU, in Zürich.

Baumwoll-Spinnerei & -Weberei Wettingen, in Wettingen, Aktiengesellschaft. Der Präsident Emil Staub ist infolge Todes aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden. Neuer Präsident ist das bisherige Mitglied Richard Molinari, weiterhin kollektiv zu zweien zeichnend. Ferner ist Hans C. Bechtler als Vizepräsident zurückgetreten, bleibt aber kollektiv zu zweien unterschriftsberechtigtes Mitglied des Verwaltungsrates. Als neuer Vizepräsident wurde das bisherige Mitglied Giuseppe Kaiser gewählt, der auch künftig kollektiv zu zweien zeichnet. Kollektivprokura zu zweien wurde erteilt an Erwin Rauber, in Kreuzlingen TG.

Kundert AG, Textilagentur, in Zürich. Unter dieser Firma besteht auf Grund der Statuten vom 24. Juni 1969 eine Aktiengesellschaft. Zweck der Gesellschaft sind Agentur in und Handel mit Textilien aller Art. Zur Erreichung ihres Zweckes kann sich die Gesellschaft auch an derartigen Geschäften und Unternehmungen von Dritten beteiligen oder Rechte Dritter erwerben. Der Verwaltungsrat besteht aus zwei bis fünf Mitgliedern. Ihm gehören an und führen Kollektivunterschrift zu zweien: Dr. Walter Fatzer, in Fällanden, als Präsident; Georges Brunschwig, in Zürich, als Delegierter; Albert Hänggi, in Zürich, als Delegierter, und Ruth Kundert geb. Sträuli, in Zürich.

Maimex GmbH, in Zürich. Unter dieser Firma besteht auf Grund der Statuten vom 23. April 1969 eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung. Zweck der Gesellschaft ist der Betrieb eines Import- und Exportunternehmens auf dem Gebiet der Textil- und Textilmaschinenbranche. Die Gesellschaft kann sich bei anderen Unternehmungen beteiligen und gleichartige oder verwandte Unternehmungen erwerben oder errichten. Geschäftsführer mit Einzelunterschrift sind die Gesellschafter Walter Lüscher und Zivojin Maznic.

Arova Management Services AG, in Flurlingen, Beratung und Mitwirkung in der Geschäftsführung von Unternehmen, insbesondere auf dem Gebiete der Textilindustrie usw. Rudolf J. Ernst, Theodor Ernst, Dr. Hans Wolfgang Frick und Dr. Hans-Peter Schär sind aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; ihre Unterschriften sind erloschen. Eckart Hasler ist neu als einziges Mitglied des Verwaltungsrates gewählt worden; er bleibt Direktor und führt nicht mehr Kollektiv-, sondern Einzelunterschrift.

Zellweger AG, Apparate- und Maschinenfabriken Uster, in Uster. Emil Staub ist infolge Todes aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden. Giuseppe Kaiser, Mitglied des Verwaltungsrates, ist nun Vizepräsident desselben; er führt weiter Kollektivunterschrift zu zweien. Neu wurde in den Verwaltungsrat gewählt: Walter Hess; er bleibt Direktionspräsident und führt weiter Kollektivunterschrift zu zweien.

Baumwoll-Zwirnerei Mols AG, in Mols. Max Billeter ist aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; seine Unterschrift ist erloschen. Neu wurde als einziges Mitglied in den Verwal-

tungsrat gewählt: Erna Ida Billeter-Schneider, in Küsnacht; sie führt Einzelunterschrift.

Spinnerei und Zwirnerei Niedertöss Immobilien AG, in Winterthur 1. Kurt Hess ist aus dem Verwaltungsrat ausgeschieden; seine Unterschrift ist erloschen. Dr. Heinz Keller ist nicht mehr Vizepräsident, sondern Präsident des Verwaltungsrates, und Fritz Preysch, Mitglied des Verwaltungsrates, ist nun Vizepräsident desselben; die beiden Genannten führen weiter Kollektivunterschrift zu zweien. Neu ist mit Kollektivunterschrift zu zweien in den Verwaltungsrat gewählt worden: Nicolas Henggeler, in Ellikon an der Thur.

Wir drucken auch für Sie

Buchdruckerei Lienberger AG

Obere Zäune 22
8001 Zürich
Tel. 051 / 32 52 78

TREVIRA®

werner hurter+co
8700 küsnacht
Tel. 051 / 90 72 42 Telex: 53 892

Garne in 100 % TREVIRA und
TREVIRA/Baumwolle 65/35 % sowie
TREVIRA mit 30 % andern Chemiefasern

Textil-Atelier

übernimmt laufend Aufträge für komplette, stuhlfertige Ausarbeitung von Textilentwürfen jeglicher Art.

Offerten unter Chiffre 3357 Zz an
Orell Füssli-Annoncen, 8022 Zürich

Nicht verzweifeln,
in den Mitteilungen
über Textilindustrie
inserieren!

Textilfachschule Zürich
staatlich anerkannt

Gründliche Ausbildung in der Verarbeitung von Filament- und texturierten Chemiefasergarnen.

Tageshauptlehrgänge

Ausbildung für die Fachgebiete: Webermeister und Webereitechniker, Disponenten/Textiltechnologen, Textilkaufleute, Textilentwerfer, -innen (Designers)

Abendschule

(Intensive Courses)
über die gesamte Textilfabrikation
jeweils Dienstag und Mittwoch 19.00 – 21.15 h

8037 Zürich, Wasserwerkstrasse 119
Telephon 051 / 26 18 02

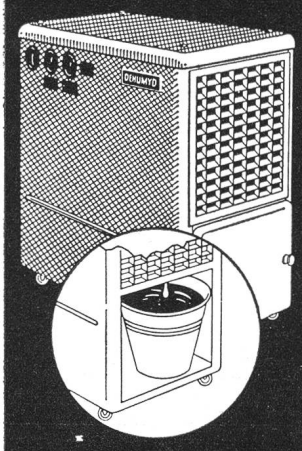
Senden Sie mir kostenlos Ihre neuen Prospekte und Informationsschriften

Name: .....

Plz., Wohnort: .....

Strasse: .....TJ

Schäden durch Feuchtigkeit?



Sichere Abhilfe schaffen die automatischen

Elektro-Entfeuchter DEHUMYD

Ohne Chemikalien, wartungslos, mit geringem Stromverbrauch. Typen für jede Raumgrösse und Temperatur. - Vorteilhaft für Bau - Austrocknung. Günstige Mietbedingungen.

Fabrikation und Vertrieb

Pretema AG

8903 BIRMENSDORF - ZÜRICH

Tel. 051/95 47 11

Unser Fabrikationsprogramm

Rohe, rohbunte, glatte und schaftgemusterte Grob-, Mittelfein- und Feingewebe aus Baumwolle, Zellwolle, Synthetiks und Mischungen von 50 cm bis 300 cm Breite für

Bekleidung
Uni, Druck und Stickerei

Dekoration
Vorhänge und Fahnenstoffe

Haushalt
Bett- und Küchenwäsche

Technische Verwendung
Beschichtungsartikel, Einbandstoffe und Sanitärgewebe

Weberei Wängi AG, 9545 Wängi TG, Tel. (054) 9 51 43/44

Die schweizerische Nylonfaser

bodanyl®

für moderne Textilien

FELDMÜHLE AG RORSCHACH