

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

**Herausgeber:** Verein Ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie

**Band:** 76 (1969)

**Heft:** 9

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

**Autor:** Wildbolz, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-677268>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

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.

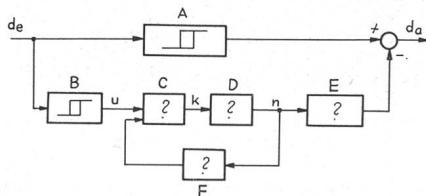


Abb. 11 Blockschaltbild der in Abb. 10 gezeigten Baumwoll-Regulierstrecke  
 d<sub>e</sub> Dicke der einlaufenden Kardenbänder  
 d<sub>a</sub> Dicke der abgehenden Kardenbänder  
 u Eingangsspannung  
 k Uebersetzungsverhältnis  
 n Drehzahl der Eingangswalze  
 A Regulierstrecke  
 B Dickenmessorgan  
 C Kippverstärker  
 D Antriebsmotor  
 E Regulierstrecke  
 F Tachogenerator

Ohne Steuereinrichtung würde sich eine Änderung 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 Beschrei-

bung 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 Steuerung 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 65.04.56:62-53:67

### 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. Hierzu dient als Messorgan das «Flockmeter», ein auf mathematisch-statistischen Überlegungen 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 Niveaushöhen Beachtung. Das Ausregulieren des abgelieferten Faserbandes auf ein Metergewicht von  $\pm 2\%$  genau geschieht mittels optisch-elektronischem Messverfahren.

## Rieter Automatiklinie

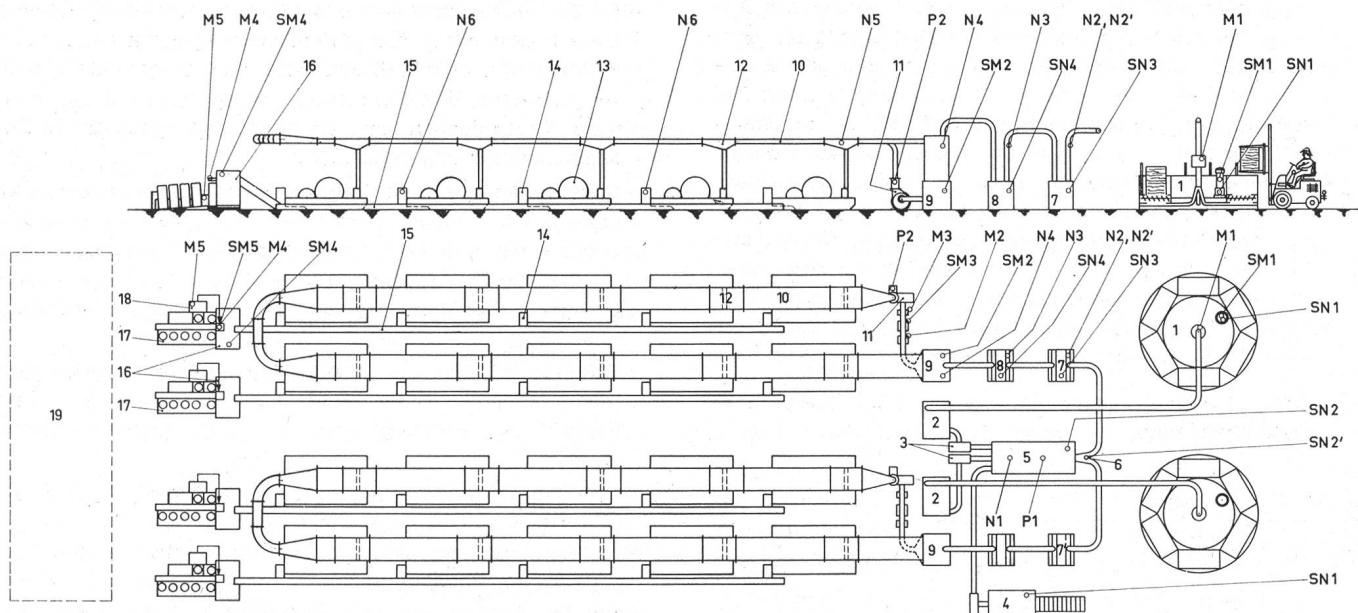


Abb. 1

- 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 Kennengewicht mittels Waage

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

## 1 Überblick

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 Fa-

## 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 Karte

## Kontrollstelle

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

den, d. h. einem Garn, statt. Vom Band ausgehend, durchläuft hier das Fasermaterial nacheinander Flügelsspinnmaschine 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 teillautomatisiert. Von einer Vollautomatisierung sind wir – wenn dies je gelingen sollte – noch weit entfernt. Zur Erreichung dieses Ziels 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,

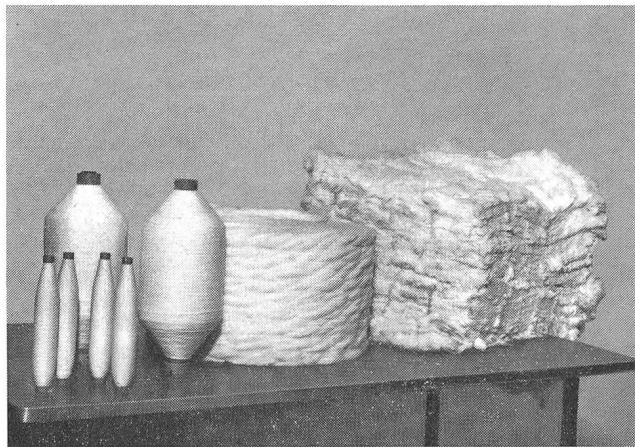


Abb. 2 Anfangs-, Zwischen- und Endprodukt der automatisierten Kurzspinnerei — von rechts nach links: Baumwollballe, geregeltes Streckenband, Flyerspule und Ringspinnkötzer

das regulierte Streckenband als Endprodukt der ersten bzw. das Ausgangsprodukt der zweiten Etappe, Vorgarnspulen als Zwischenzeugnis und Ringspinnkötzer als Endprodukt des zweiten (hier nicht behandelten) Spinnereiteilprozesses. Zu Beginn der Produktionsstrasse stehen die Karouselloffner, 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 Flockenstrom 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 Karte (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 Karten 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 Vergleichsmässigung 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, vergleichsmässigt.

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  $l = 1 \dots l$ .

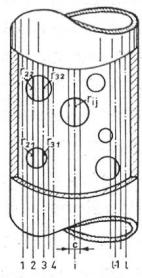
Die Mittelebenen der Schichten  $i$  schneiden aus den Kugeln Scheiben der Dicke  $c$  heraus, welche wir angenähert als zylindrische Scheibenabschnitte annehmen, was für unseren Fall genügend genau ist.

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

Das Volumen einer einzelnen Kugelschicht ist angenähert

$$V_{ii} = c \cdot \pi \cdot r_{ii}^2 = c_1 r_{ii}^2$$

## Rieter



Anzahl Schichten  $i = 1 \dots l$   
Anzahl Kugeln  $j = 1 \dots m_i$

Volumen Kugelabschnitt:

$$V_{ij} = c_1 \pi r_{ij}^2 = c_1 r^2 ij$$

Gesamtvolume aller Kugeln =

$$V \approx \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^{m_i} c_1 r^2 ij$$

$$V \approx c_1 \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^{m_i} r^2 ij$$

Kugeln zufällig verteilt:

$$r_{ij} \sim \text{const.} = \bar{r}$$

$$\text{und } m_i = \bar{m}$$

$$\text{somit } V \approx c_1 l \bar{m} \bar{r}^2$$

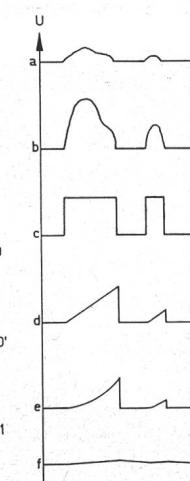
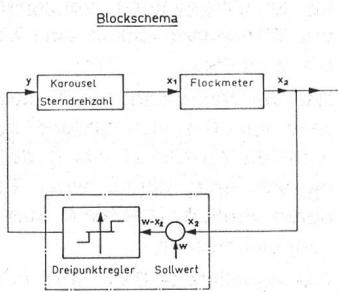
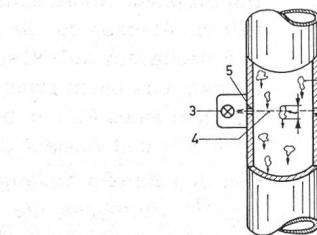


Abb. 3 Flockmeter: Theoretische Grundlage, Arbeitsprinzip  
Karouselregelkreis: Blockschema

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

$$V_{ij} \approx c_1 \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^{m_i} r_{ij}^2$$

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

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

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

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

so erhalten wir das Volumen

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

Damit ist gesagt, dass das Gesamtvolume 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 Mittel-ebene. 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 Impuls-längen 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.  $\pm 10\%$  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.  $\pm 4\%$  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 eingespielen wird. Die Regelung der eingespielten Menge erfolgt mit den gleichen Bauelementen wie 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.

Über 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 Überschuss, wird – durch den Aufwind begünstigt – im engsten Querschnitt beschleunigt und zur nächsten Ausscheidestelle getragen, wo sich der Vorgang wiederholt. Der Überschuss (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.

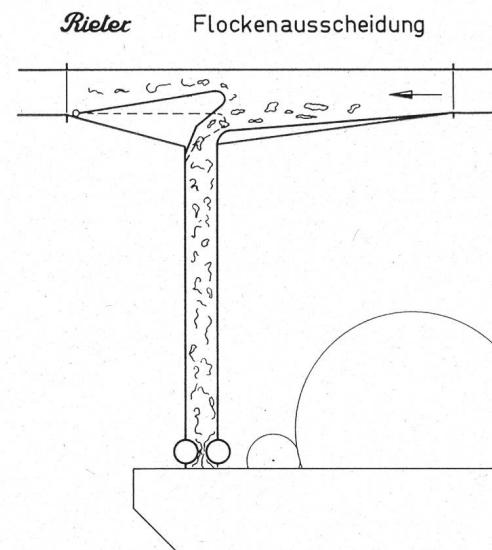


Abb. 4 Rieter-Aerofeed-System: Flockenausscheidung

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 Niveaukontrollschatz (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 Bandtransports folgenden Regulierstrecke die Aufgabe zu, bei einer mittleren Durchlaufgeschwindigkeit von 450 m/min (7,5 m/s) das Laufmetergewicht des abgelieferten Bandes auf  $\pm 2\%$  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-

Rieter

## Regulierstrecke - Blockschema

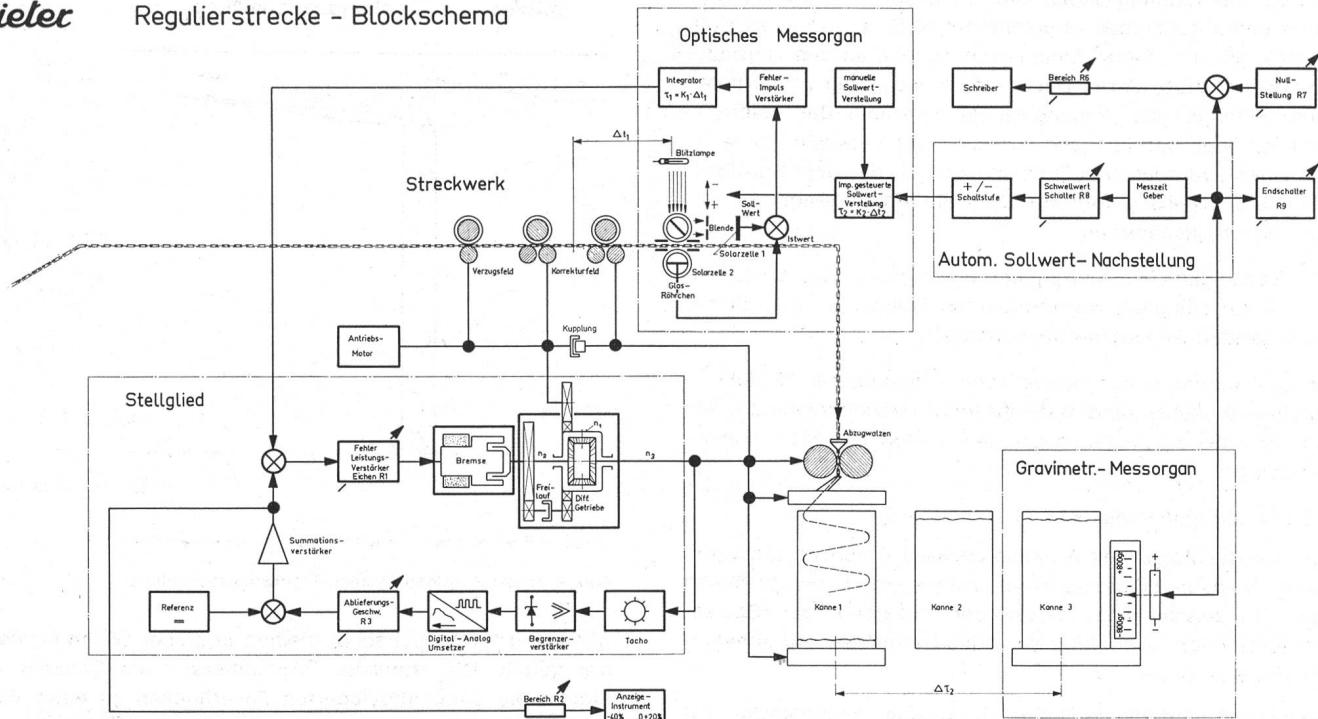


Abb. 5 Rieter-Regulierstrecke: Blockschema

weichung des Laufmetergewichtes des Bandes von einem einstellbaren Sollwert fest. Das Messergebnis beeinflusst die Drehzahl des Auslaufzylinderpaars 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  $20 \mu\text{s}$  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 Glaskörnchen untergebracht und somit vor Verschmutzung durch das Faserband geschützt. Dadurch, dass sich die Glaskörnchen drehen, werden sie an der engsten Kanalstelle vom durchlaufenden Faserband selbst sauber poliert. Zudem werden die Glaskörnchen 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 impulsgesteu-

erten Mechanismus möglich, auf den wir noch zurückkommen.

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

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

Das Stellglied besteht aus zwei parallel geschalteten Magnet-eisenpulverbremsen 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 Hundertstel-millimetern Durchmesser gefüllt.

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

Die Ausgangsgrösse des Stellgliedes, d. h. die variable Dreh-zahl, 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 Rech-teckspannung konstanter Amplitude austritt, deren Nulldurch-gänge ausgewertet werden. Der Digital-Analogumsetzer lie-fert eine der Frequenz des Tachometers proportionale Gleich-spannung, welche ihrerseits proportional der Drehzahl des Stellorgans ist.

Diese Schaltung hat den Vorteil, dass mit bedeutend höherer Frequenz gearbeitet werden kann. Siebkondensatoren kön-nen knapp bemessen werden, was ein Uebertragungsverhal-ten mit kleiner Zeitkonstante ergibt und dadurch eine grös-sere 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 Charak-teristik 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 Refe-renzspannung proportionale Spannung ab.

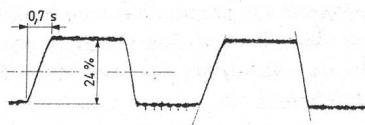
Die gewählte Art der Rückführung und des inneren Regel-kreises gestattet, die Maschine zu Einstell- und Testzwecken ohne Faseränder, d. h. leer, laufen zu lassen.

**Rieter**

Regulierstrecke

Maschine in warmem Zustand mit Material

**Sprungfunktion**  
Amplitude  $\pm 12\%$  von Nenndrehzahl  
Papiervorschub 10 mm/s



**Frequenzgang**  
Amplitude  $\pm 12\%$   
Papiervorschub 1 mm/s  
Frequenz  $0.2 \div 4$  hz

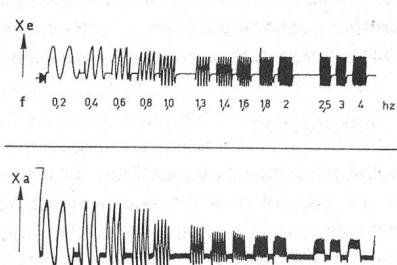


Abb. 6 Sprungfunktions- und Frequenzgangdiagramm

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 ent-spricht.

Im Betrieb besteht das Eingangssignal des Fehlerverstärkers somit aus der dem Messorgan entstammenden Führungs-grösse, welcher ein der Abweichung von der mittleren Drehzahl proportionales Tachosignal aufgeschaltet ist. Die Rück-führung gibt dem Regler ein günstiges dynamisches Verhal-ten, wie Sprungfunktions- und Frequenzgangdiagramm zei-gen (Abb. 6). Die Grenzfrequenz bei 500 m/min Ablieferungs-geschwindigkeit liegt bei ca. 0,7 Hz. Wollte man diese noch verbessern, wären die rotierenden Massen nach dem Stell-glied zu verringern, was jedoch nur mit beträchtlichem Ko-stenaufwand möglich wäre.

An die Regulierung werden sehr hohe Anforderungen be-züglich Langzeitkonstanz gestellt, da eine Automatiklinie in der Regel im 24-Stunden-Betrieb steht und das Laufmeter-gewicht des Faserbandes dauernd innerhalb  $\pm 2\%$  liegen muss, auch über Wochen und Monate gesehen.

Der Regelungsfachmann wird sich fragen, ob bei der Lauf-metergewichtsermittlung über den Umweg der Durchleuchtung des Faserbandes nicht auch schwer erfassbare Stör-grösse, welche die Langzeitstabilität beeinträchtigen, auf-treten können.

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

Vielmehr ist den möglichen Einflüssen zufolge unvermeidli-cher Inhomogenität des vorgelegten Fasermaterials, wie

- Farbnuancenschwankungen der Fasern
- Faserfeinheitsschwankungen
- Veränderung der Materialbauschigkeit, des Auflösungs-grades und des Streckungsgrades der Fasern

Rechnung zu tragen.

Die auftretenden Störgrösse — mit Ausnahme des Einflusses des Streckungsgrades der Fasern — sind langwelliger Na-tur; in der Grössenordnung von 500 kg und mehr Material-durchsatz entsprechend Zeitspannen von mehreren Stunden. Je nach Material kann der durch das Arbeiten der Regu-lierung sich ergebende unterschiedliche Streckungsgrad der Fasern eine systematische Abweichung des Messsignals hervorrufen. Diesen Einfluss haben wir mit einer Kompensa-tionsschaltung im Messorgan weitgehend unterdrückt. Hierzu wird das dem Fehlerverstärker zugeführte Rückkoppelungs-signal Tachogenerator minus Referenzspannung über einen invertierenden Verstärker auch an den Integrator des Mess-verstärkers geleitet, wo es zur Kompensation der erwähnten Abweichung benutzt wird (im Blockschema nicht eingezeichnet).

Eingehende Untersuchungen theoretischer Art über den Ein-fluss von Farbnuancenschwankungen innerhalb einer Verar-bitungsparte auf einen möglichen systematischen Regel-fehler zeigten, dass solche Bedenken unbegründet sind.

Es bleiben die Einflüsse von Faserfeinheitsschwankungen, Veränderung des Auflösungsgrades und der Materialbau-schigkeit zu diskutieren:

Bis dahin wurde davon ausgegangen, die in die Anlage ge-speiste Faserstoffmenge sei über lange Zeit von grösstmög-licher Homogenität.

Insbesondere bei der Zusammenstellung von Baumwollmis-chungen trifft dies nur angenähert zu und ist weitgehend von der hiezu angewandten Praxis der Betriebsleitung ab-hängig.

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 andererseits mittels Messzeitgeber, Schwellwertschalter, Plus/minus-Schaltstufe auf die impulssteuerte 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 impulssteuerte Sollwertverstellung ebenfalls auf die Kalibrerblende 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 eingebrochenen Metallteilen, widmeten wir unsere Aufmerksamkeit. In Zusammenarbeit mit der Firma Cerberus, Mändorf, 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.

DR 65.011.56: 677.6

### Abstract

Automation on the cotton spinning system is defined and its development traced since the Industrial Revolution. The importance of 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 Übertragung der Garnkörper.

Eine Beschreibung der Fasernanordnung in einem Kardiband 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-