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

Herausgeber: Verein Ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie

Band: 69 (1962)

Heft: 4

Rubrik: Betriebswirtschaftliche Spalte

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: 13.07.2025

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

sich nach dem Anspannen das hintere Fahrzeug langsam und ruckfrei in Bewegung setzen. Im Falle der Kette ergibt sich beim Anspannen eine Spannungsspitze, die eventuell gar zu einem Bruch eines Teiles führen kann.

Da bei Futterstoffen die kleinste Ungenauigkeit in der Schaltung des Gewebes zu streifiger Ware führt, muß der Regulator sehr genau arbeiten. RÜTI verwendet darüber hinaus noch Einzieh- und Umleitwalzen mit einem besonders griffigen Belag, der die genauen Schaltungen der Mechanik ebenso genau auf das Gewebe überträgt.

Von den weiteren technischen Besonderheiten sei nur noch der Zentralschußwächter erwähnt, der im Falle eines Schußbruches die Lade vor dem Blattanschlag stillsetzt. Die Gefahr des Auftretens von Ansatzstellen im Gewebe wird so bereits im Entstehen beseitigt. Dank diesem kleinen Detail können auch Weber mit noch wenig Erfahrung erstklassige Gewebe herstellen — ein Vorteil, auf dessen Bedeutung in der heutigen Zeit der Personalknappheit nicht speziell hingewiesen werden muß.

Betriebswirtschaftliche Spalte

Grundbegriffe der Automatisierung

Von R. Menzi und G. Fust

(Schluß)

C. Grundbegriffe der Pneumatik

Wie aus Abschnitt 2 hervorgeht, läßt sich praktisch jedes Steuer- und Regelproblem pneumatisch lösen. Die folgenden Ausführungen sollen dazu beitragen, das pneumatische Prinzip näher kennenzulernen.

a) Die Luftaufbereitung

Die pneumatische Regelanlage benötigt Druckluft als Hilfsenergie. Die Erzeugung von Druckluft durch einen Kompressor und die Speicherung in einem Windkessel ist allgemein bekannt und in jedem Industriebetrieb anzutreffen. Wenn nun auf diese Art aufbereitete Luft für pneumatische Regelanlagen gebraucht wird, ist es von besonderer Bedeutung, diese für den speziellen Zweck mit Sorgfalt vorzubereiten. Nur einwandfrei gereinigte, entwässerte, ölfreie und auf konstanten Druck geregelte Luft erlaubt einen störungsfreien Betrieb.

Durch eine zweistufige Reduktion des Druckes auf den gewünschten Primär- oder Hauptdruck von 1,3—1,7 atü wird trotz relativ großen Druckschwankungen vom Kompressor her ein genauer Primärdruck erreicht. Die Reduktion eines Druckes bringt immer ein Ausscheiden von Wasser mit sich, da sich die expandierende Luft abkühlt; die Wirkung eines Abscheiders ist daher am größten, wenn er nach der Reduzierstation angeordnet ist. Bei der Wahl eines Ausscheiders sollte ein Fabrikat vorgezogen werden, das die ausgeschiedene Flüssigkeit automatisch abläßt. Die präparierte Luft wird als Betriebsdruck durch eine Ringleitung oder sogenannte Hauptleitung den verschiedenen Geräten zugeführt. Diese Geräte dosieren den Druck und geben ihn durch die Zweigleitung (Steuerleitung) als Steuer- bzw. Regelbefehl an Stellglieder und Schreiber ab. Der Unterschied zwischen Haupt- und Steuerleitung besteht also darin, daß in der Hauptleitung ein konstanter und in der Steuerleitung ein variabler Druck herrscht. Die Leitungen bestanden früher meistens aus Kupferrohr und werden in neuerer Zeit immer mehr durch Kunststoffrohre ersetzt, die sich auf einfachere Art verlegen lassen.

b) Der pneumatische Regler

Die Pneumatik wurde in den Nachkriegsjahren von den Amerikanern aufgegriffen und überall dort eingesetzt, wo explosionssichere Geräte verwendet werden mußten. Dank dem einfachen und robusten Aufbau der Pneumatik hat sie sich in der Folge auch in allen weiteren Industriezweigen gut eingeführt. Oft wird die Pneumatik in Kombination mit der Elektronik angewendet. Während sich die Elektronik vor allem auf den Meß- und Reglerteil beschränkt, wird die Pneumatik für die Betätigung des Stellgliedes verwendet. Die einfachste Form einer pneumatischen Regelanlage zeigt Figur 6 (Durchfluß-Regelung).

Druckluft von ca. 1,5 atü strömt von der Hauptleitung als Primärdruck durch die Restriktion 1 zur Hauptdüse 2 einerseits und zum pneumatischen Membranantrieb 5 des Stellgliedes andererseits. Die Düsenklappe 3, welche sich um einen Drehpunkt bewegt, wird durch das Meßorgan 7

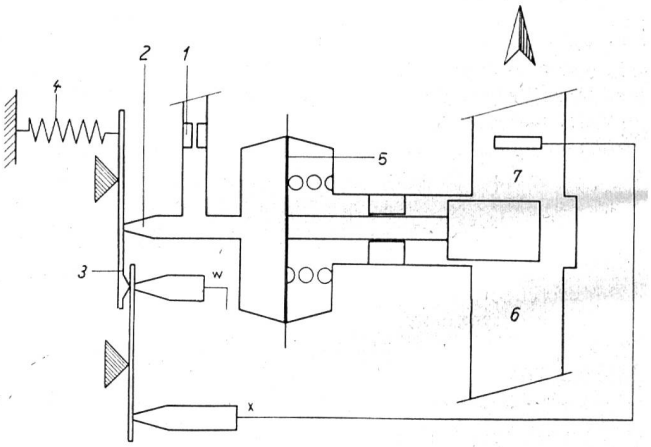

Fig. 6

resp. die Regelgröße × (Istwert) und die Führungsgröße w (Sollwert) betätigt und durch die Rückstellfeder 4 auf die Hauptdüse 2 gedrückt. Je nachdem nun der Sollwert oder der Istwert größer ist, d. h. stärker wirkt, schließt oder öffnet die Düsenklappe 3 die Hauptdüse 2. Wenn nun das Meßorgan 7 einen höheren Druck als durch die Größe w vorgeschrieben fühlt, übertrifft die Regelgröße × den Sollwert w, was ein Schließen der Düse 2 bewirkt. Die durch die Düse 1 einströmende Luft läßt den Druck im Stellglied 5 ansteigen, drückt die Gegenfeder zusammen, verringert die Durchflußöffnung und mindert damit den Mediumdruck wiederum auf den eingestellten Wert. Die ganze Funktion wirkt nicht etwa «auf — zu», sondern rein progressiv, da jedem Abstand zwischen Düsenplatte und Düse ein bestimmter Druck zugeordnet ist. Folgendes Diagramm (Fig. 7) veranschaulicht diese Abhängigkeit.

Welch enorme Kraftverstärkung bei minimaler Meßwertkraft erreicht werden kann, zeigt nachstehendes Beispiel:

Wenn die Düse 2 einen Durchmesser von 0,2 mm aufweist, besitzt sie einen Querschnitt von ca. 0,0003 cm². Sie kann also bei einem Luftdruck von 1,5 atü mit einer Kraft von 0,45 g geschlossen werden. Besitzt das Stellglied eine Membrane von nur 200 mm Durchmesser, erhält man bei 1,5 atü eine Stellkraft von 450 kg und damit eine *Verstärkung von 1 : 1 000 000.*

Pneumatische Regler in dieser einfachsten Form werden nur sehr selten verwendet. Die Regelzeiten würden wegen der kleinen Zufuhr-Restriktion zu groß. Daher werden die Regler meistens mit einem zusätzlichen Mengenverstärker ausgerüstet, der ein Vielfaches der Düsenluft zum Stellglied fördert. Besonders dort, wo der Regler nicht unmittelbar neben dem Stellglied montiert werden kann, wäre die Anlage ohne Verstärker viel zu empfindlich in bezug auf

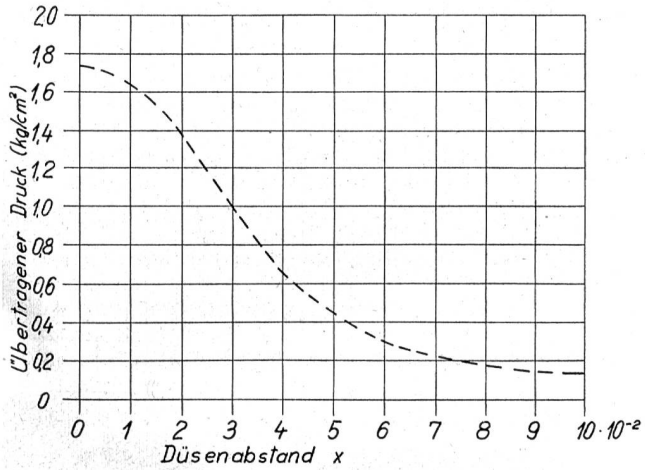

Fig. 7

Undichtheiten in den Zweigleitungen. Die Funktion der ganzen Anlage wäre von jeder einzelnen Dichtstelle abhängig, was den übrigen robusten Aufbau illusorisch machen würde.

Wie nun der Aufbau mit Mengenverstärker schematisch aussieht, soll Figur 8 zeigen.

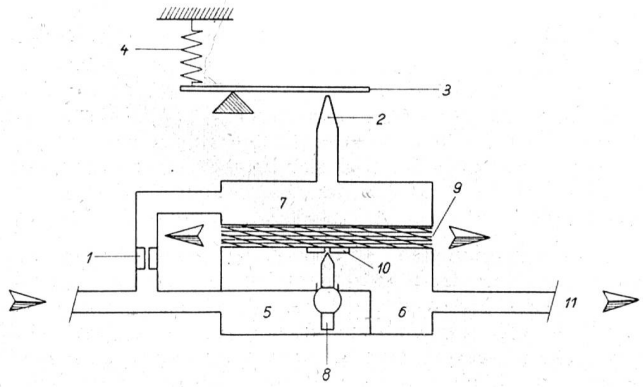

Fig. 8

Bis zu Kammer 7 und bis zur Abzweigung des Hauptdruckes in Kammer 5 bleibt die Funktion genau dieselbe wie bei Figur 6. Um eine möglichst schnelle Reaktion zu bekommen, wird die Kammer 7 mit allen Mitteln klein gehalten und kann mit der Kammer 5 in Figur 6 verglichen werden. Der Vergleich zwischen Soll- und Istwert bewirkt z. B. ein Schließen der Düse 2, was einen Druckanstieg in Kammer 7 zur Folge hat. Das kleine Volumen wird in Sekundenschnelle von der Düse 1 gespeist, und der entstandene Druck wirkt sich sofort auf die Doppelmembrane 9 aus. Diese drückt den Abblassitz 10 auf die Kugelspindel 8, die bei weiterem Druckanstieg den Durchgang von Kammer 5 zu 6 freigibt und den Druck in Kammer 6 und Steuerleitung 11 ansteigen läßt, bis er dem Druck in Kammer 7 das Gleichgewicht hält. Tritt nun das Gegenteil ein, wird die Düse 2 geöffnet und der Druck in Kammer 7 sinkt ab, der Gegendruck in Kammer 6 steigt an. Die Doppelmembrane wird somit angehoben, die Primärluft aus Kammer 5 gesperrt und der Abblassitz 10 geöffnet, so daß die Luft aus Steuerleitung und Sekundärkammer 6 zwischen der Doppelmembrane entweichen kann, bis wieder Druckgleichheit herrscht. Durch die relativ großen Sitzquerschnitte wird das Stellglied mit großen Luftmengen gespeist, was eine rasche Reaktion dieser Elemente bewirkt.

Wie aus Figur 6 hervorgeht, geschieht der Vergleich zwischen Soll- und Istwert durch mechanischen Kraftvergleich, indem die sogenannte Sollwertfeder als Gegenkraft wirkt. Als weitere Variante kennt man den Wegvergleich, d. h. der Sollwert wird auf einer bestimmten Wegstrecke verschoben, so daß der Istwert auf den gewollten Punkt nachfolgen muß. Alle diese Ausführungen und ihre Varianten nennt man *offene* Systeme im Gegensatz zu *geschlossenen* Systemen, die auch Compensic-Systeme genannt werden.

c) Das Compensic-System

Durch die absolut geschlossene Bauart dieser Regler und Transmitter (Druckwandler) wird auch bei sehr rauhem Betrieb eine einwandfreie Funktion gesichert. Staub und sogar Spritzwasser können diesen Geräten nichts anhaben. Das Grundelement eines pneumatischen Transmitters (Regler mit 100% Proportionalband) im Kompensationssystem zeigt Figur 9.

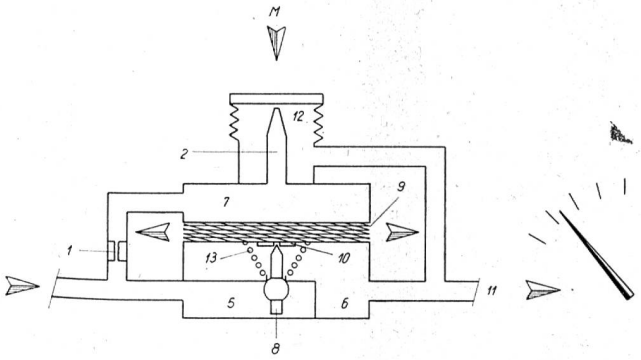

Fig. 9

Der Aufbau ist bis zu Düse 2 genau gleich wie der offene Regler. Im Gegensatz dazu strömt die Luft aus Kammer 7 nicht frei ab, sondern zurück nach Kammer 12, die als Faltenbalg ausgebildet und mit der Steuerleitung 11 verbunden ist. Durch die im Verstärker eingebaute Differentialfeder 13 besteht zwischen Kammer 7 und Steuerleitung 11 ein Druckgefälle, das bei fehlendem oder vermindernden Meßwert M eine Reduzierung des Druckes in Kammer 6 und 7 sowie in Steuerleitung 11 und in Kammer 12 zur Folge hat. Dadurch herrscht in Kammer 12 ein Druck, der über die aktive Balgfläche dem Meßwert M das Gleichgewicht hält. Wie sich das Verhältnis zwischen Druck und Meßkraft M verhält, ist durch die Balgfläche bestimmt und läßt sich wie folgt berechnen:

$$\text{Druck} \times \text{Fläche} = \text{Kraft}$$
$$\text{kg/cm}^2\ (\text{atü}) \times \text{cm}^2 = \text{kg}$$

Beispiel: Angenommen die Balgfläche sei 2 cm² und der kompensierende Druck variiere zwischen 0,2—1,2 atü (Einheitsbereich für pneumatische Transmitter). Der Grund, warum gerade dieser Druckbereich gewählt wurde, liegt darin, daß in diesem Bereich der Verlauf zwischen Düsenabstand und Druck nahezu linear ist (siehe Fig. 7). Herrscht nun in Kammer 12 ein Druck von 0,2 atü, muß die Meßkraft M 0 kg betragen, weil die Anfangskraft von 0,2 kg/cm² × 2 cm² = 0,4 kg von der Nullpunktfeder aufgebracht wird. Beträgt nun die Meßkraft 2 kg, so wird der Druck auf 1,2 atü steigen, weil der Balgfläche von 2 cm² zusammen 2,4 kg entgegenwirken. Das pneumatische Dynamometer transferiert Kraft in einen Druck, es wird daher Kraft-Transmitter genannt. Mit diesem Gerät läßt sich eine Kraft messen und deren Wert auf einem Manometer ablesen. In unserem Beispiel kann die Kraft von 0—2 kg

durch einen Druckschreiber registriert, kontrolliert und geregelt werden. Durch verschiedene Balgdurchmesser und Hebelübersetzungen können die Bereiche in großen Grenzen verschoben werden. Da die sog. Nullmatic (Kraft-Transmitter) praktisch weglos arbeitet, können relativ hohe Uebersetzungsverhältnisse angewendet werden. Damit besteht auch die Möglichkeit, sehr kleine Kräfte (einige Gramm) zu wandeln.

Ob nun diese Kräfte als variable Temperatur (Gasdruck), Rückdrehmoment, Druck, Fadenspannung, Drehzahl, Gewicht oder Federweg auftreten, ist gleichgültig. Alle diese Größen werden durch Transmitter auf den Einheitsdruck von 0,2—1,2 atü gebracht, der die Verhältnisgröße darstellt. Ist diese Umwandlung vollzogen, bedeutet es keine besondere Schwierigkeit mehr, die als Einheitsdruck dargestelle physikalische Größe auf einen konstanten Wert zu regeln. Dies geschieht im pneumatischen Einheitsregler, der mit den gleichen Elementen aufgebaut ist wie der Transmitter.

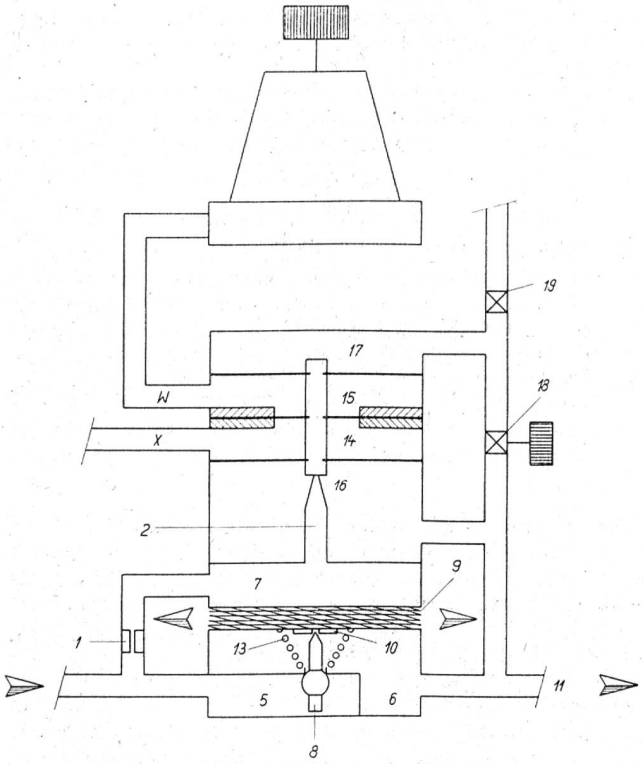

Fig. 10

Auf dem üblichen Verstärker- und Düsensystem ist ein Druckvergleichssystem aufgebaut. Die beiden Kammern 14 und 15 sind einerseits an den Meßwert × angeschlossen, der in Form von Druckluft vom Transmitter aufgegeben wird, und andererseits an die Führungsgröße w, die von Hand auf den gewünschten Wert eingestellt werden kann. Die Wirkungsweise des Reglers kann durch die Art und Weise des Meßwertanschlusses sehr einfach umgekehrt werden. Die Einstellung des Verstärkungsfaktors, d. h. des Proportionalbandes,wird durch die beiden Proportionalkammern 16 und 17 und die beiden Restriktionen 18 und 19, wovon 18 einstellbar ist, erreicht. Mit der Düse 18 kann also das Band eingestellt werden, indem bei minimalem P-Band, d. h. bei praktisch 1%, das Ventil 18 ganz offen steht. Dadurch wird durch das Ventil 18 mehr Luft zugeführt, als durch Düse 19 ins Freie abgeblasen werden kann. In den Kammern 16 und 17 ist der Druck somit ausgeglichen, und die kleinste Abweichung drückt das Vergleichspaket 14/15 auf die Düse 2 und erwirkt den vollen Ausstoß. Wird nun das Ventil 18 geschlossen, herrscht nur noch in Kammer 16 ein Druck, der vom Meßpaket 14/15 überwunden werden muß. Um nun den ganzen Ausstoß zu erwirken, wäre eine Abweichung des Meßwertes von 200% vom Bereich nötig, was in der Praxis nicht vorkommen darf. Die Düse 18 wird daher nur soweit geschlossen, daß ein Band von max. 20—25% eingestellt werden kann. Der Regler ist zwischen 1-25%iger Proportionalbandabweichung einstellbar. Kann eine solche Abweichung nicht toleriert werden, muß ein PI-Regler eingesetzt werden. Bei diesem kann das P-Band bis zu 500% eingestellt werden, weil der Integralteil rückführt und somit keine bleibende Abweichung bestehen läßt.

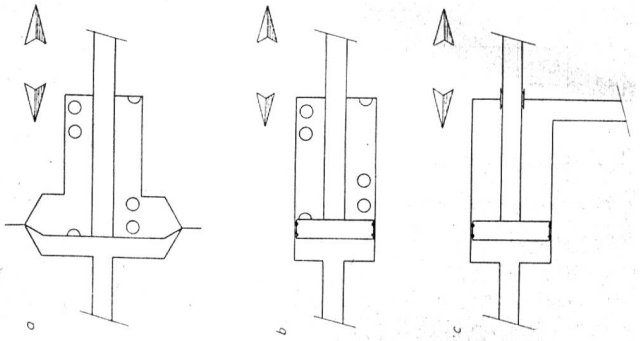

Fig. 11

Das pneumatische Stellglied ist im Aufbau und in der Wirkung sehr einfach.

a) Der Membranantrieb besteht in der Hauptsache aus Gehäuse, Membrane, Gegenfeder und Antriebsspindel. Dieses Stellglied läßt sich mit Niederdruck steuern, da relativ große Membranflächen wirksam werden. Dafür ist der Hub durch die Verformung der Feder begrenzt. Mit diesen Antrieben werden Ventile, Klappen, stufenlose Getriebe usw. betätigt. Je nach Ansprüchen muß die Position des Stellgliedes durch ein Relais kontrolliert werden. Der Reglerausstoß wird in diesem Fall nicht direkt dem Antrieb, sondern dem Stellrelais zugeführt, das einen der gewünschten Stellung entsprechenden Druck weiterleitet. In seinem Aufbau handelt es sich beim Stellrelais um einen Weg-Transmitter mit Druckkammer und Federkraftweg als Meßwert.

b) Der Kolbenantrieb mit Gegenfeder erfüllt die gleichen Funktionen wie der Membranantrieb. Der Vorteil liegt im viel größeren Stellweg, der jedoch durch höheren Steuerdruck erkauft werden muß, da die aktive Kolbenfläche meist viel kleiner als eine Membranfläche ist. Die Positionierung geschieht wie beim Membranantrieb, kann aber bei untergeordneten Funktionen weggelassen werden.

c) Der Kolbenantrieb ohne Gegenfeder hat den Vorteil, daß keinerlei Kraft für die Rückstellung des Stellgliedes gespeichert werden muß. Es ist somit über den ganzen Hubbereich die volle Kraft für die Positionierung des Antriebes frei. Dies bedingt jedoch ein relativ kompliziertes Positionierungsgerät, das sog. Doppelstellrelais. Werden lange Hübe und große Kräfte verlangt, so ist diese Antriebsart die zweckmäßigste Lösung. Es muß jedoch bedacht werden, daß bei Ausfall der Hilfsenergie der Antrieb in der momentanen Stellung stehen bleibt. Diesen Nachteil weist der elektrische Antrieb in noch stärkerem Maße auf, da in der Regel der Ausfall der Druckluft nicht plötzlich geschieht, weil stets eine Reservemenge im Windkessel die Funktion der pneumatischen Regler eine gewisse Zeit aufrecht erhält.

Wenn im Rahmen dieses Aufsatzes versucht wurde, einige Grundbegriffe der Automatisierung zu erläutern, so geschah es aus der Ueberzeugung heraus, daß Regel- und Steuerprobleme auch in der Textilindustrie immer mehr an Bedeutung gewinnen werden.