

**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:** Regelprobleme bei textilen Wärmebehandlungsprozessen

**Autor:** Schellenberger, G.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-677599>

#### 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:** 23.01.2026

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

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 verstrecker 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 Zigarettenzigaretten, 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 Heizerober-

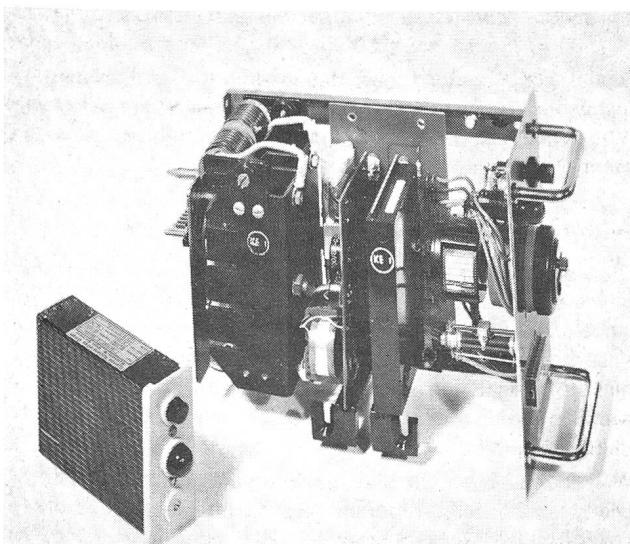


Abb. 10 Zwei Reglereinschübe der Firma Dienes, Mühlheim am Main

fläche 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 einfacher. 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.

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

*SYT 117 : 97 Cn*

### Regelprobleme bei textilen Wärmebehandlungsprozessen

Obering. G. Schellenberger

### Zusammenfassung

Die Arbeitsprozesse der Textilveredlung sind bis auf wenige Ausnahmen alle Wärmebehandlungsprozesse. 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 gezeigt 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 Sollwertabweichung 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 Übergangszeiten. 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.

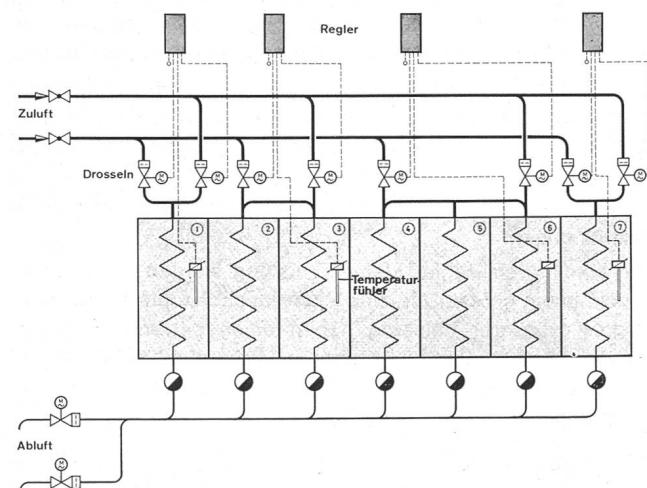


Abb. 1  
Umlufttemperaturregelung bei einem 7-Felder-Spannrahmen

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  $\pm 1-2^\circ\text{C}$  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-

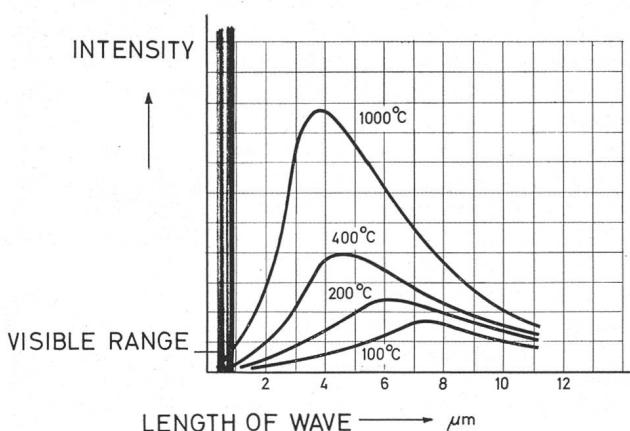


Abb. 2  
Planksches Strahlungsgesetz

luftstromes, also in der Düse, befinden, kann das umgebende Medium erheblich von der Bahntemperatur abweichen. Andererseits 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 eingehägter 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 Abstandsabhängigkeit 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).

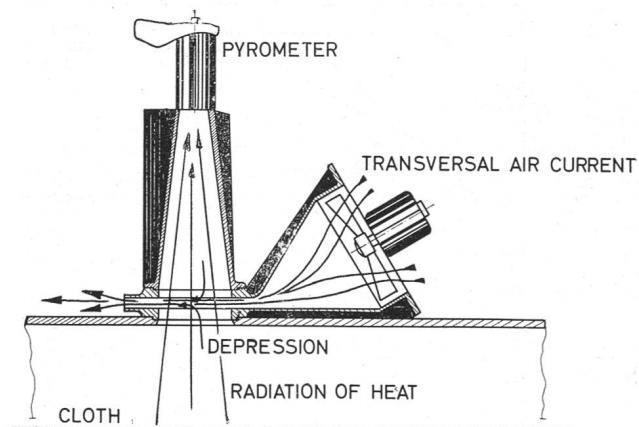


Abb. 3  
Schema eines Strahlungspyrometers mit Kühlung und Querluftsperrung

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 Thermofixierungsvorgang 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 Temperurmessstelle. 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 Fixerbereich 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).

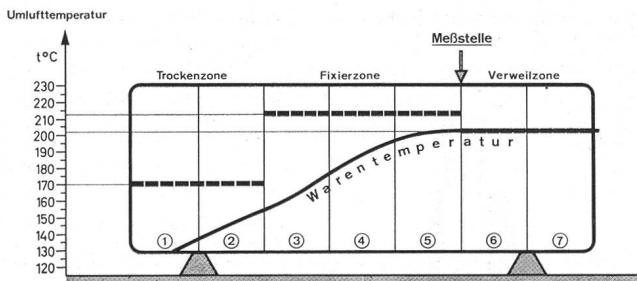


Abb. 4  
Umlufttemperatur-Verteilungsschema im Fixierrahmen

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 Fixervorgänge 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.

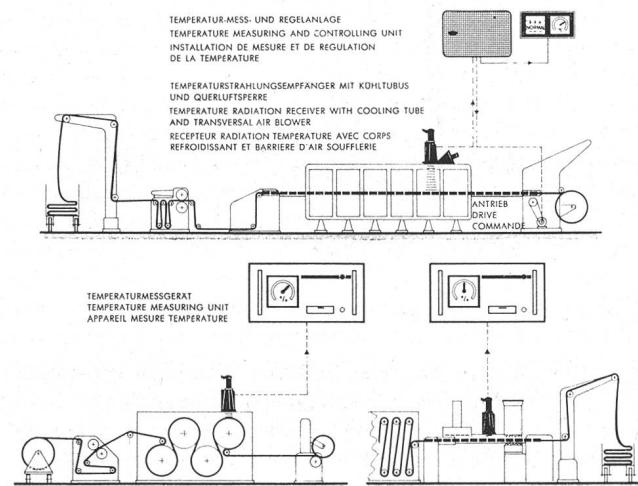


Abb. 5  
Gewebetemperaturmess- und Regelanlagen an verschiedenen Veredelungsmaschinen

Soviel zur Regelgröße «Temperatur». Auf die Ausführung des Reglers für die Maschinengeschwindigkeitsregelung darf ich im Anschluss an das nun folgende Thema der Feuchtigkeitsregelung 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 Restfeuchtbereich 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 röhrt 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 hygrokopischen 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 Sollwerteinstellung

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-

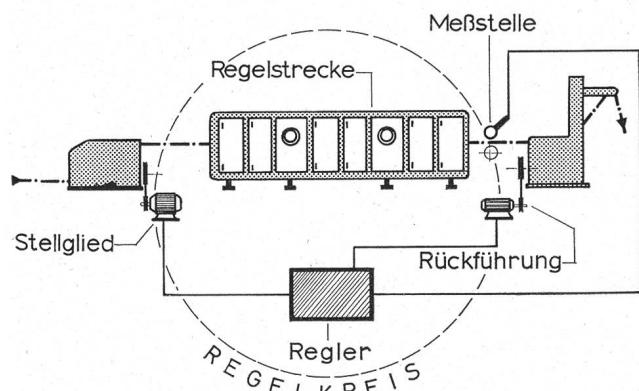


Abb. 6  
Der Textiltrockner als Regelkreis

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 Blockierung 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

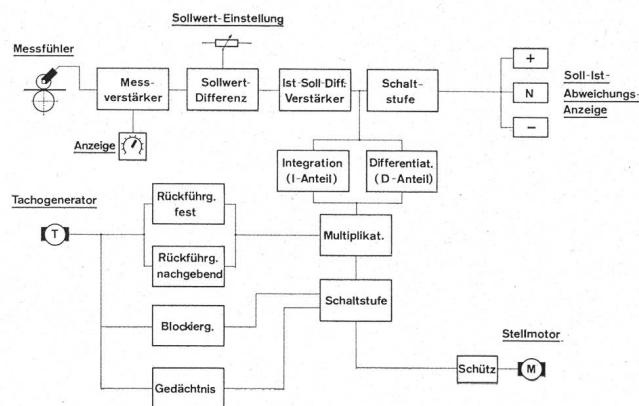


Abb. 7  
Funktionsschema eines modernen Feuchtigkeitsreglers

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 «regelungsschinesisch» verborgen 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 Änderungsgeschwindigkeit 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 Änderungsgeschwindigkeit des Istwertes sinnrichtig wirkt. Die Impulsängen 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 prozent-

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.

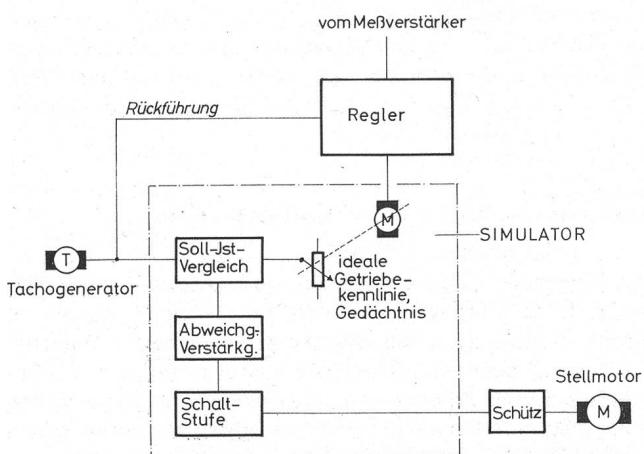


Abb. 8  
Schema einer Feuchteregelung mit Maschinengetriebesimulator

Die störenden Auswirkungen häufiger Stillstände, die insbesondere bei kurzen Stücklängen unvermeidlich sind, verhindert am besten eine Gedächtniseinrichtung des Reglers, die sich die Geschwindigkeit merkt, die vor dem jeweiligen Stillstand gefahren wurde und die Maschine nach Wiederauflauf 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.

Nach Maschinenstillständen darf die Regelung zumindest in Richtung «schneller» nicht sofort wieder einsetzen, weil ja dann zunächst über trocknete 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 Übergangsverhalten 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 Überdrocknung 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 Fixerkammern 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

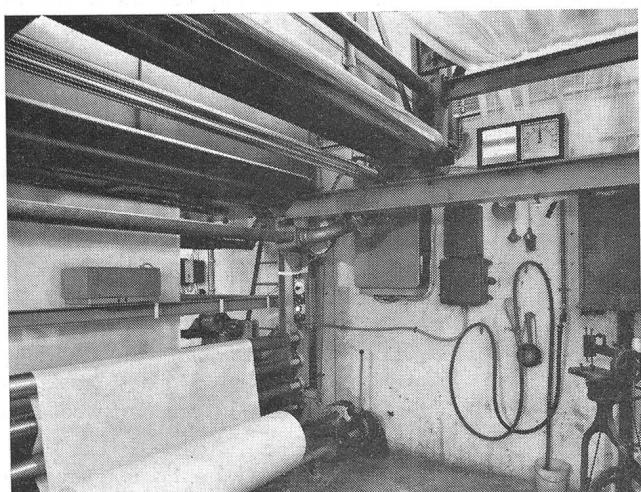


Abb. 9  
Mikrowellen-Hochfeuchtemessanlage

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 eingermassen wartungsfreie Funktion eines solchen Regelgrössenabgebenders ist schon aus rein räumlichen Gründen notwendig, denken wir nur an die Lage der Luftkanäle.

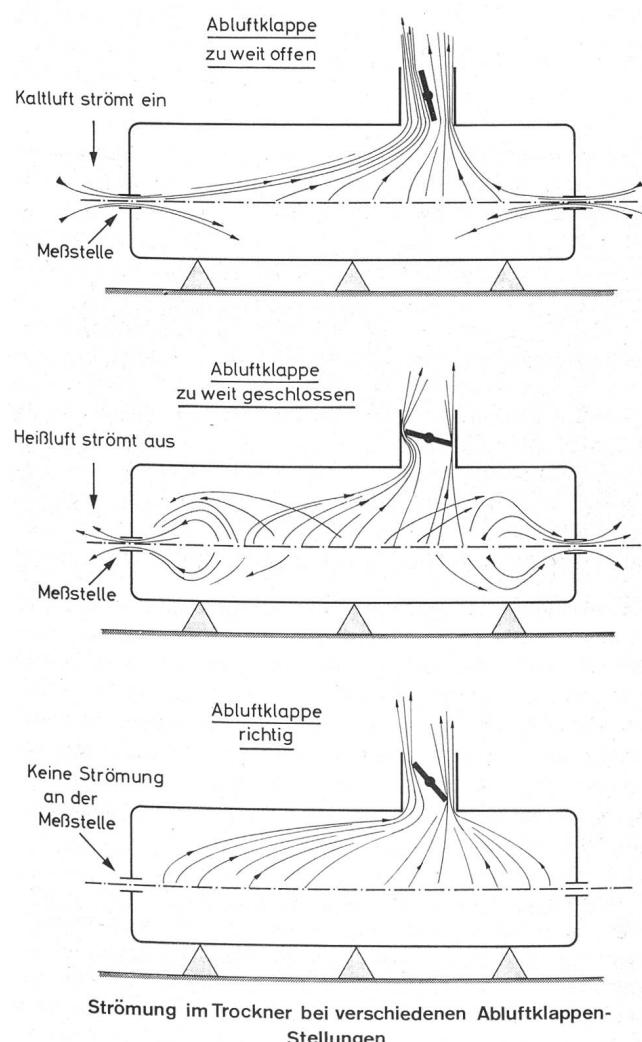


Abb. 10  
Strömung im Trockner bei verschiedenen Abluftklappenstellungen

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 Öffnung 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 Vorschlags 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 Änderung 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 gekrumpt, 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 Sanformmaschinen.

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 vorausgesetzt 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 Krumpfengang 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 Lohnausrütern – häufig eine bestimmte spezifische Maschenzahl bei der Auslieferung vorgeschrieben ist. In diesem Falle kann die Regelung des

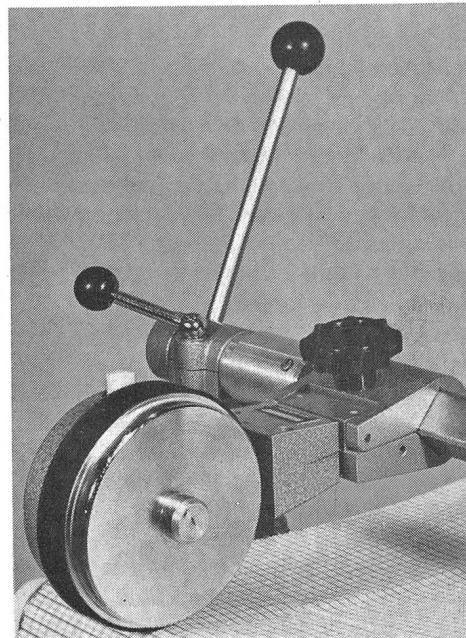


Abb. 12  
Impulsgeber eines Dehnungsmessgerätes

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 Öffnungsbefehle 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.

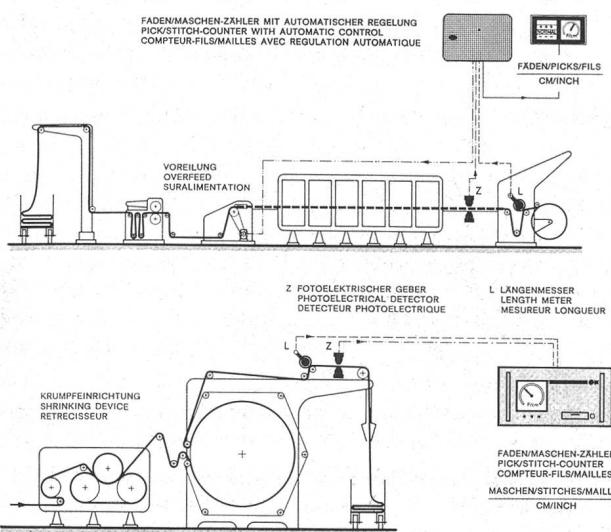


Abb. 13  
Schema der Faden- und Maschenzählung bei Krumpfung im Spannrahmen und an einer Sanforanlage

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 Anfahrungs- und Blockierungsverhältnisse sind im allgemeinen einfacher, weshalb auf gewisse Programmierungen des Reglers verzichtet werden kann.

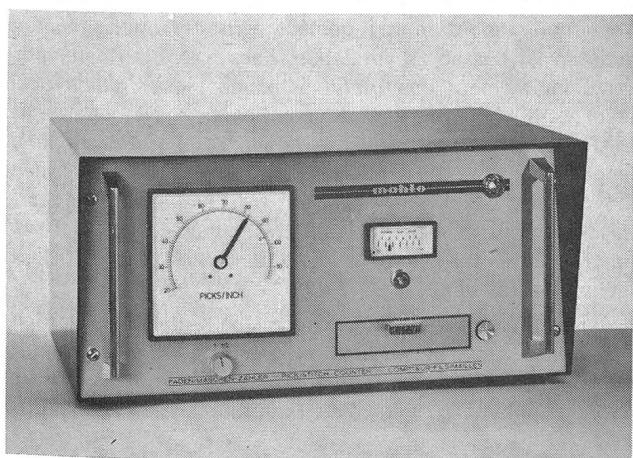


Abb. 14  
Faden- und Maschenzähler – Anzeigegerät

An der Sanformmaschine 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. Kärcher, dipl. Ing. ETH

DK 677,054,72  
6 539.319

### 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 Faden Spannung 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