

Zeitschrift: Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

Band: 86 (1979)

Heft: 4

Rubrik: Energie

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: 15.01.2026

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

Energie

Heutige und zukünftige Energieprobleme in der Textilveredlungsindustrie *

Da der Preis des Erdöls seit 1973 mit einem Faktor 5 multipliziert wurde, sah sich die Industrie, schon aus wirtschaftlichen Gründen, gezwungen, den Energieverbrauch im Betrieb besser unter Kontrolle zu bringen.

In Frankreich müssen 70 % unseres Energieverbrauchs eingeführt und vor allem mit Devisen bezahlt werden; so sah sich die Regierung gezwungen, Energiesparmassnahmen zu ergreifen, um den Einfuhr- und Ausfuhrausgleich nicht zu stark aus dem Gleichgewicht zu bringen.

Schon 1974 hat sich Frankreich zum Ziel gesetzt, den Energieverbrauch von 1973 für die folgenden Jahre um 20 % zu reduzieren.

Auf dem Gebiet der Textilveredlung hat das Industrieministerium bekanntgegeben, dass für 1974 nur 80 % des 1973 verbrauchten Heizöls zum normalen Preis abgegeben werden können und dass ein höherer Verbrauch mit der Bezahlung einer Spezialsteuer abgebrems werden muss.

Mit solch einer Formulierung konnte die Industrie nicht einverstanden sein, denn jeder Betrieb hoffte für 1974 entweder höhere Mengen Ware zu behandeln als 1973 oder neue Behandlungsprozesse zu entwickeln, um der Kundschaft eine bessere Qualität liefern zu können. In beiden Fällen musste man mit einer Erhöhung des Energieverbrauchs rechnen.

Um diese Schwierigkeit zu umgehen, wurde das Institut Textile de France, also auch das dazugehörige Centre de Recherches Textiles de Mulhouse, beauftragt, in den Betrieben den spezifischen Energieverbrauch, d. h. den Energieverbrauch pro Tonne Ware, je nach Art der Behandlungsprozesse, zu messen.

Bevor Zahlen angegeben werden können, ist es notwendig, die gebräuchlichsten Energieeinheiten in Erinnerung zu rufen:

Für wissenschaftliche Zwecke und für den Physiker ist die im internationalen System genormte Einheit, das Joule.

Diese Energiemenge ist aber so klein, dass man sich zumindest in Megajoule ausdrücken muss. Sogar das Megajoule erhält man mit nur 35,6 Gramm Kohle oder mit 23,8 Gramm Erdöl.

Die Kalorie, die es erlaubt, die Temperatur von einem Gramm Wasser um ein Grad zu erhöhen, ist eine schon viel konkretere Einheit, besonders wenn man den Ausdruck «Thermie» benutzt, die es erlaubt, die Temperatur eines Kubikmeters Wasser um ein Grad zu erhöhen.

Für industrielle Zwecke ist auch diese Einheit noch sehr klein, denn sie entspricht einer Menge von 149 Gramm Kohle oder 100 Gramm Erdöl.

In diesem Exposé wird als Energieeinheit die TOE, d. h. die Tonne Erdölequivalent verwendet (auf französisch TEP = Tonne Equivalent de Pétrole).

* Vortrag anlässlich des Textiltechnischen Kolloquiums an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich am 23. November 1978

Im Grunde genommen bezahlt ja die Industrie den grössten Anteil ihres Energieverbrauchs unter dieser Form.

Im Jahre 1974 verbrauchte die französische Textilindustrie 1 Million TOE, und zwar:

- 61,6 % als Erdöl
- 26,7 % als Kohle
- 1,4 % als Gas
- 10,3 % als Elektrizität

Da in Frankreich der grösste Anteil von Elektrizität mit Kohle oder Erdöl hergestellt wird und da die thermischen Kraftwerke eine sehr schlechte Ausbeute haben, wird die Kilowattstunde mit 2,5 Thermie oder mit 250 Gramm Erdöl berechnet.

Teilen wir den Energieverbrauch der Textilindustrie durch die Tonnage der Textilware, die 1974 behandelt wurde, so finden wir einen durchschnittlichen spezifischen Energieverbrauch von 2,14 TOE pro Tonne Textilien. Der eigentliche spezifische Energieverbrauch schwankt, je nach Gewebequalität und je nach Veredlungsprozess, zwischen 1,2 und 7 TOE pro Tonne Ware. Auf dem Gebiet der Färberei oder der Druckerei stellen wir fest, dass die Stückfärberei den niedrigsten und die Garnfärberei den höchsten Energieverbrauch aufweisen. Die Druckerei liegt in der Mitte. Als durchschnittlichen spezifischen Energieverbrauch haben wir folgende Zahlen gemessen:

- 1,3 TOE/Tonne gefärbtes Gewebe
- 3,2 TOE/Tonne gedrucktes Gewebe
- 6,4 TOE/Tonne gefärbtes Garn

Betrachten wir die Fotografie des spezifischen Energieverbrauchs für eine gegebene Behandlungsstufe, so haben wir folgende Messungen gemacht:

- Eine Kontinüestrangbleichanlage verbraucht:

Behandlung	TOE/Tonne Gewebe
Sengen	0,02
Entschlichten	0,07
Abkochen	0,10
Bleichen	0,09
Trommeltrockner	0,06
Gesamt	0,34

- Verschiedene Färbmaschinen verbrauchen:

- Jigger Flottenverhältnis 1/2 = 0,19 TOE/Tonne
- Stückfärbeautoklav Flottenv. 1/10 = 0,17 TOE/Tonne
- Pad-Roll-Anlage = 0,03 TOE/Tonne

Zu dem sehr niedrigen Energieverbrauch der Pad-Roll-Anlage muss noch der Energieverbrauch, der für das Auswaschen notwendig ist, dazugerechnet werden.

Wir stellen auch fest, dass die Jiggerfärberei einen höheren Energieverbrauch aufweist als die Autoklavfärberei, trotzdem wir im letzteren Fall fünfmal mehr Wasser benutzen. Dies kommt daher, dass wir bei Kochtemperatur arbeiten und im Falle der Jiggerfärbung, auch wenn der Jigger geschlossen ist, viel Wasser verdampft.

- Der Energieverbrauch der Breitwaschmaschinen ist sehr verschieden und schwankt zwischen 0,15 und 0,60 TOE Tonne Ware.

Eine normalgefahrene sechsabteilige Breitwaschmaschine verbraucht 0,45 TOE/Tonne Ware.

Arbeiten, die vor einigen Jahren im Centre de Recherches Textiles de Mulhouse durchgeführt wurden, zeigten, dass es möglich ist, eine 60 Gramm pro Liter Natronlauge enthaltende Flüssigkeit mit nur 5 Liter Wasser pro Kilo Gewebe aus einem Gewebe gründlich auszuspülen.

Die Maschine muss mit einem Wasserdurchflussmessgerät ausgerüstet sein; sie muss vom Eingang bis zum Ausgang im Gegenstrom arbeiten, und das Wasser muss auf 95 Grad geheizt sein.

5 Liter Wasser bei 95 Grad verbrauchen weniger Energie als 100 Liter bei 60 Grad.

Eine so eingestellte vierabteilige Breitwaschmaschine verbraucht 0,08 TOE/Tonne gewaschener Ware, den zum Antrieb benötigten elektrischen Strom mit eingerechnet.

- Bei den Trocknungsanlagen ändert sich der spezifische Energieverbrauch mit der Trocknungsart.

Trocknen wir ein gut abgequetschtes Baumwollgewebe mit 60 % Wassergehalt in einem optimal geregelten Trockner, so stellen wir folgenden spezifischen Energieverbrauch fest:

Trommel-Trockner	0,06 TOE/Tonne Ware
Hot-Flue-Trockner	0,08 TOE/Tonne Ware
Spannrahmen-Trockner	0,10 TOE/Tonne Ware

Diese Aufzählung soll als Beispiel gelten, und sie ist bei weitem nicht vollständig. Die vollständigen Daten, die wir nun besitzen, erlaubten uns, den für 1974 gültigen spezifischen Energieverbrauch je nach Veredlungsart auszurechnen.

Im Jahre 1976 hat die französische Veredlungsindustrie mit dem Industrieministerium einen Vertrag unterzeichnet, in dem sie sich verpflichtet, die nötigen Investitionen vorzunehmen, um im Jahre 1980 den Energieverbrauch gegenüber dem von 1974 für eine gleiche Menge behandelter Ware von der selben Qualität um 15 % zu senken. Das heisst, dass die Veredlungsindustrie den im Jahre 1974 gemessenen spezifischen Energieverbrauch bis 1980 um 15 % senken muss. Als Gegenleistung verzichtet die Regierung bis zu diesem Zeitpunkt auf die Spezialsteuer, von der vorher die Rede war.

Für einen weiter in der Zukunft gelegenen Zeitpunkt hat die französische Industrie mit einem anderen Problem zu rechnen.

Trotz der hohen Investitionskosten von 1000 FF pro Tonne gesparten Erdöls pro Jahr hat die französische Regierung beschlossen, die mit einer dreissigprozentigen Ausbeute arbeitenden thermischen Kraftwerke durch Kernkraftwerke zu ersetzen. In diesem Zusammenhang ist es vorgesehen, dass im Jahre 1985 ein Drittel der in Frankreich verbrauchten Energie in Form von elektrischem Strom geliefert wird. Da die elektrische Energie in der heutigen Textilindustrie nur 10,3 % des gesamten Energieverbrauchs darstellt, muss bis 1985 der Elektrizitätsverbrauch verdreifacht und der Ölverbrauch dementsprechend gesenkt werden.

Es ist vielleicht von Interesse, zu wissen, dass wir in Frankreich, verglichen mit anderen Ländern, sehr kleine Stromverbraucher sind.

Im Jahre 1976 war die Verbrauchslage wie folgt (siehe Tabelle rechts oben).

Um diese Probleme — Energieeinsparung und Energieübertragung — zu bewältigen, muss die Industrie etappenweise vorgehen. Wir stellen uns diese Etappen folgendermassen vor:

- Einsparung durch Beseitigung der Verschwendungen
- Einsparung durch Prozess- und Maschinenveränderungen
- Einsparung auf dem Gebiet der Trocknung
- Einsparung durch Energierückgewinnung
- Ersetzen von Kohle und Erdöl durch elektrische Energie
- Benutzung der Sonnenbestrahlung
- Benutzung der Geothermie oder der Bodenwärme

	KWH/Einwohner
Norwegen	18 700
Canada	12 250
Schweden	10 480
USA	9 840
Schweiz	5 160
BRD	5 080
Grossbritannien	4 580
Japan	4 280
Belgien	4 180
UdSSR	4 090
Dänemark	4 030
Holland	4 020
Frankreich	3 710

Auf dem Gebiet der Verschwendungen finden wir die am einfachsten erzielbaren Einsparungen, indem man mit einer psychologischen Ausbildung des Betriebspersonals anfangen kann. Auch der Färber an der Maschine darf es wissen, dass die Energie bis zu 10 % der Gesamtkosten ausmachen kann. Dieser Kostenfaktor liegt in derselben Grössenordnung wie die Farbstoffkosten. In jedem Betrieb wird das Nötige getan, um den Farbstoff nicht zu verschwenden. Warum also nicht dasselbe tun mit der Energie? Denken wir zum Beispiel nur an die Breitwaschmaschine, für welche es selten ist, dass der Dampf abgestellt wird, wenn die Maschine momentan stillsteht.

Im Kesselhaus ist die Lage im allgemeinen zufriedenstellend; die Heizer sind fachkundig, die Brenner sind gut geregelt, und die Ausbeute, sogar bei 30 Jahre alten Dampfkesseln, liegt zwischen 85 und 90 %.

Die Verallgemeinerung der Wärmeisolierung der Dampfleitungen ist die erste Massnahme, die 1974 getroffen wurde. Auf diesem Gebiet ist heute nicht mehr viel Einsparung zu erwarten. Die Dampfverteilungsverluste liegen zwischen 8 und 10 %.

Bei der Kondenswasserzurückführung ist die Lage viel weniger zufriedenstellend. In etlichen Fällen gibt es überhaupt noch keine Rückgewinnung des Kondenswassers. Da muss schon ab morgen Abhilfe geschaffen werden. Aber auch wenn die Rückflussleitung da ist, so ist sie nicht immer isoliert. Wir sahen sogar eine Leitung im Abwasserkanal eingebaut, die ja nur das Abwasser aufwärmen konnte.

Schätzungsweise können wir durch Ausschalten der Verschwendungen im Durchschnitt 10 % des Energieverbrauchs einsparen.

Für die zweite Etappe, d. h. für die Einsparung durch Prozess- und Maschinenveränderungen, sind alle Hoffnungen erlaubt.

Als reiner, intellektueller, perfekter Thermodynamiker muss ich zugeben, dass die Enthalpie eines veredelten Gewebes und diejenige eines Rohgewebes gleich sind; deshalb sollte ein Veredlungsbetrieb überhaupt keine Energie verbrauchen.

Berücksichtigen wir noch, dass das Fixieren eines Farbstoffs eine exothermische Reaktion ist, so sollten wir mit der beim Färben entstehenden Wärme im Winter den Betrieb heizen können. — So weit sind wir noch nicht; aber Fortschritte können auf diesem Gebiet bestimmt noch gemacht werden.

Auf dem Gebiet der Vorbehandlungsprozesse wissen wir, dass man mit Wasserstoffperoxid kalt bleichen und somit

Dampf einsparen kann. Die Société Protex hat einen Aktivator entwickelt, der es erlauben soll, auch mit Chlorit kalt bleichen zu können.

Messen wir den Energieverbrauch beim Thermofixieren eines Gewebes im Spannrahmen, so stellen wir eine Energieausbeute von weniger als 5 % fest. Dies kommt daher, dass wir pro Kilo Gewebe 50 m³ heisse Luft benutzen, die nicht oder nur sehr teilweise wieder verwendet wird, um Kondensationsflecken zu vermeiden. Auf diesem Gebiet muss etwas unternommen werden, und wir arbeiten in Mulhouse, indem wir versuchen, diese Heissluft zu reinigen, um sie wieder verwenden zu können.

Auf dem Färbereigebiet muss man sich immer überlegen, ob eine Kaltfixierung des Farbstoffs, auch wenn der Farbstoff teurer ist, am Ende nicht billiger ist als eine Dampf-fixierung. So kann eine kaltfixierte Reaktivfärbung billiger als eine heissfixierte Direktfärbung sein.

Am internationalen Kongress in Venedig, im Juni 1978, wurden Arbeiten über das Kaltfixieren von Küpenfarbstoffen vorgelegt.

Für die diskontinuierlichen Färbeprozesse soll man in Apparaten mit dem kleinsten Flottenverhältnis arbeiten. Maschinen wie Haspelkufen und Jigger sollen mit einer Haube ausgerüstet sein, und diese Haube soll nicht, wie man es zu oft sieht, aus Bequemlichkeitsgründen offen bleiben.

Es ist auch ratsam, um nicht zu viel Wasser zu verdampfen, in offenen Färbemaschinen die Färbetemperatur etwas unter dem Siedepunkt einzustellen. Die Verdampfung eines Kubikmeters Wasser kostet ja 70 kg Erdöl.

Wie schon erwähnt, sollen alle Breitwaschmaschinen im totalen Gegenstrom arbeiten, und die Heisswasserzufuhr soll automatisch an die Gewebemenge, die die Maschine passiert, angepasst werden. Beachtet man diese Bedingungen, so teilt man den Energieverbrauch beim Auswaschen durch sechs.

Auf dem Gebiet der Trocknung soll man in Erinnerung behalten, dass der Trommeltrockner 40 % weniger Energie verbraucht als der Spannrahmen und 20 % weniger als die Hot-Flue. Wenn keine Migrationsgefahr besteht und wenn keine spezielle Anforderung an die Warenbreite gemacht wird, sollte man einen Trommeltrockner benutzen.

Beim Trocknen in der Hot-Flue und im Spannrahmen kann, wenn die Abluftklappe des Luftschachtes falsch geregelt ist, der Energieverbrauch leicht verdoppelt werden. Die Sättigung der abgeführten Luft muss so hoch sein wie nur möglich, um zu vermeiden, Heissluft zu vergeuden. Aber die Sättigung darf nicht zu hoch sein, um eine Kondensation im Luftschacht zu vermeiden. Eine genaue Einstellung der Abluftklappe ist sehr schwer von Hand durchzuführen, und der Ankauf eines automatischen Reglers ist durch die Energieeinsparung sehr schnell amortisiert.

Die mechanische Entfernung des Wassers, sei es durch Zentrifugieren, Abquetschen oder Absaugen, kostet mindestens 40 mal weniger Energie als das Verdampfen des Wassers in einer Trocknungsanlage.

Es ist falsch, an der mechanischen Vortrocknung zu sparen. Es ist verantwortungslos, ein ausser Betrieb gesetztes Färbefoulard als Abquetschfoulard zu benutzen. Ein Färbefoulard ist dazu gebaut, genügend Wasser auf der Ware zu lassen, um ein Fixieren des Farbstoffes zu erlauben. Ein Abquetschfoulard soll so viel Wasser wie nur möglich aus dem Gewebe herausquetschen. Quetschen wir vor einem Spannrahmen ein Baumwollgewebe auf 40 % aus, so sparen wir, gegenüber einem Abquetschen auf 80 % Wassergehalt, 90 kg Heizöl pro Stunde, oder für den gleichen Ener-

gieverbrauch können wir in einer Stunde doppelt soviel Gewebe trocknen. Auch in diesem Fall ist die Ausgabe für ein anständiges Abquetschfoulard sehr schnell amortisiert.

Die bis dahin gegebenen Ratschläge sind leicht anwendbar oder schnell amortisierbar. Dies ist nicht immer der Fall für die nächste Etappe, wo es darum geht, die Energie zurückzugewinnen.

Diese Energiezurückgewinnung kann auf zwei Wege durchgeführt werden:

1. durch Anwendung von Wärmeaustauschern
2. durch Anwendung von Wärmepumpen.

Die Wärmeaustauscher können aus heissem Wasser oder aus heisser Luft Kalorien zurückgewinnen. Diese Zurückgewinnung findet aber statt mit einem Temperaturverlust von mindestens 20—30 Grad, wenn wir nicht eine zu grosse, kaum bezahlbare Austauschoberfläche in Kauf nehmen wollen. Auf diese Weise können wir 40—50gradiges Wasser vorbereiten, anstatt vom 10—15gradigen Bodenwasser auszugehen. Die so erreichbare Energieeinsparung kann 25 % des Gesamtenergieverbrauchs erreichen.

Diese Lösung ist aber nicht allumfassend, denn, wollten wir alle Kalorien des Betriebes auf diese Weise zurückgewinnen, so müssten wir nach aussen warmes Wasser verkaufen können.

Die Anwendung von Wärmeaustauschern ist interessant, aber sie bleibt begrenzt. Wollen wir einen höheren Energiezurückgewinnungssatz, so müssen wir zu den Wärmepumpen greifen.

Die Wärmepumpe ist eine Einrichtung, die nicht nur erlaubt, Energie zurückzugewinnen, sondern die es auch ermöglicht, diese Energie bei einer höheren Temperatur wieder abzugeben.

Mit einer Wärmepumpe können wir im Verdampfer, mit einem heissen gasförmigen oder flüssigen Abfluss R, einen gasförmigen Körper auf die Temperatur T₁ aufheizen. Dieser gasförmige Körper wird in einem Kompressor C durch Kompression auf die Temperatur T₂ aufgeheizt. Im Kondenser kann dieser Körper Wasser oder Dampf auf die Temperatur T₂ aufheizen. Nach Abgabe seiner Wärme wird der Körper entspannt und abgekühlt wieder in den Verdampfer geleitet.

Dieser gasförmige Körper nimmt im Verdampfer eine Wärmemenge Q₁ auf. Diese Wärmemenge entspricht einer Entropie von:

$$dS = \frac{Q_1}{T_1}$$

Im Kondenser gibt dieser Körper eine Wärmemenge Q₂ ab, entsprechend einer Entropie von:

$$dS = \frac{Q_2}{T_2}$$

Da der Kompressor eine mechanische Arbeit leistet, so ist:

$$Q_2 > Q_1$$

und im Idealfall haben wir keine Entropieänderung, so dass:

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$$

Der Leistungskoeffizient einer Wärmepumpe ist gegeben durch:

$$P = \frac{Q_2}{Q_2 - Q_1} = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

Nehmen wir als Beispiel:

$$\begin{aligned} T_1 &= 60^\circ \text{C} = 333 \text{ K} \\ T_2 &= 110^\circ \text{C} = 383 \text{ K} \end{aligned}$$

so haben wir

$$p = 7,66$$

Dies bedeutet, dass die mechanische Energie, die geliefert werden muss, um den gasförmigen Körper von der Temperatur T_1 auf die Temperatur T_2 zu bringen, 7,66 mal kleiner ist als die thermische Energie, die dafür nötig wäre.

Dies alles natürlich im Idealfall, wenn wir keine Verluste zu verbuchen hätten.

In der Praxis haben die Wärmepumpen eine Ausbeute von 50 %, so dass wir doch noch 3,5 bis 4 mal weniger Energie verbrauchen.

Solche Wärmepumpen finden im täglichen Gebrauch in Kühlanlagen Verwendung; der Verdampfer befindet sich im Kühlschrank und der Kondenser ausserhalb. Der gasförmige Körper, von dem gesprochen wurde, ist Freon. In diesem Fall kann aber die Temperatur T_2 kaum 80—90 °C übersteigen. Wollen wir in der Textilindustrie die Wärmepumpe beim Trocknen anwenden, so brauchen wir eine Temperatur T_2 von 150 °C, um mit normalen Geschwindigkeiten trocknen zu können. Das Freongas ist dazu nicht geeignet, und auch die Kompressoren arbeiten nicht bei Temperaturen über 100 °C.

Dieses Problem wurde im Centre de Recherches Textiles de Mulhouse gelöst, indem wir für den obengenannten gasförmigen Körper überhitzten Dampf und als Kompressor eine mit einem Wasserring abgedichtete Pumpe benutzen.

In Zusammenarbeit mit dem Maschinenkonstrukteur Air-Industrie haben wir die erste mit diesem Prinzip arbeitende Hot-Flue gebaut. Die ersten Ergebnisse zeigten, dass wir, um 1 Kilo Wasser zu verdampfen, 300 Kilokalorien, also weniger als die Hälfte der theoretischen Verdampfungswärme, brauchen.

Dieser neue Trockner erfüllt die doppelte Aufgabe der Energieeinsparung und der Energieübertragung, denn die Wärmepumpe ist ja elektrisch angetrieben.

Überlegen wir nun, was wir noch tun können, um die Energieübertragung, die in etwa sieben Jahren vollendet sein sollte, zu verwirklichen.

Wir können ja die sich unter den Heizkesseln befindenden Ölbrenner durch elektrische Widerstände ersetzen; aber wir würden immer in diesem Fall mit den Energieverlusten des Dampfkessels, des Energietransportes und der Energieaustauscher, die sich in den Maschinen befinden, zu rechnen haben.

Es ist möglich, die elektrische Energie besser zu nutzen, und zwar, wie wir gesehen haben, durch Anwendung von Wärmepumpen, aber auch durch Verwandlung der Elektrizität in Bestrahlungsenergie.

Die Bestrahlungsenergie müssen wir wiederum unterteilen in:

- Infrarot-Bestrahlung
- Hochfrequenz-Bestrahlung
- Mikrowellen-Bestrahlung

Auf dem Gebiet der Infrarotbestrahlung arbeiten wir in Mulhouse seit mehreren Jahren und mussten feststellen, dass ein grosser Unterschied gemacht werden muss zwischen kurzwelligem, mittelwelligem und langwelligem Infrarot.

- Das kurzwellige Infrarot mit einer Maximalausstrahlung bei 1 Mikrometer
- Das mittelwellige Infrarot mit einer Maximalausstrahlung bei 2 Mikrometern
- Das langwellige Infrarot mit einer Maximalausstrahlung bei 3 Mikrometern.

Das langwellige Infrarot, so wie es mit Gasbrennern erzeugt wird, wird sehr rasch von einem nassen Gewebe adsorbiert. Es kann deshalb nicht tief in das Textilgut eindringen und bewirkt eine Oberflächen-Trocknung und eine Migration des nicht fixierten Farbstoffes oder Appreturmittels zu den Oberflächen des Gewebes.

Solch eine Trocknung führt zu einer scheinbaren Erhöhung der Farbstoffausbeute; aber das Gewebe ist schlecht durchfärbt. Diese Trocknungsart ist also nicht zu empfehlen, soweit sich im Gewebe noch ein nicht fixiertes Produkt befindet.

Das kurzwellige Infrarot hat ein gutes Eindringungsvermögen; aber ein grosser Teil der Energieausstrahlung befindet sich im sichtbaren Gebiet, so dass die Farbe des Gewebes einen grossen Einfluss auf die Energieadsorption hat. Da es nicht annehmbar ist, dass man das Trockengerät je nach Farbe des Gewebes neu einstellen muss und da es überhaupt nicht möglich ist, ein buntes Gewebe regelmässig zu trocknen, muss auch auf das kurzwellige Infrarot verzichtet werden.

Das mittelwellige Infrarot ist nicht farbempfindlich und dringt besser in das Innere des Gewebes ein als das langwellige.

Das Eindringungsvermögen kann noch gesteigert werden, indem man die Bestrahlungsenergie pro Flächeneinheit nicht zu hoch einstellt. Mit ausgewählten Reflektoren hat man eine gute Energieausbeute von zirka 90 %, zumal der Wassergehalt in einem Baumwollgewebe nicht unter 30 % sinkt. Das in der Faser gebundene Wasser ist schwerer zu entfernen, und unterhalb dieser 30 % sinkt die Energieausbeute sehr stark mit dem Wassergehalt ab. Aus diesem Grunde schlagen wir vor, die Infrarotbestrahlung nur für das Vortrocknen zu benutzen. Dann haben wir gegenüber der Heisslufttrocknung den Vorteil einer niedrigeren Kapitalanlage und einer grösseren Energieausbeute.

Zurzeit wird nach unseren Angaben, in Zusammenarbeit mit einem Maschinenkonstrukteur und mit einem Veredlungsbetrieb, eine solche Maschine gebaut.

Auch die Hochfrequenzbestrahlung kann eingesetzt werden, um Wasser aus den Textilien zu verdampfen.

Hängt man zwischen beide Platten eines Kondensators ein nasses Textilmaterial, so werden durch das elektrische Feld alle polaren Moleküle orientiert.

Da das Wasser eine viel höhere Polarität besitzt als die Textilfasern, so werden hauptsächlich die Wassermoleküle orientiert. Ändert man die Ladung des Kondensators mit einer sehr hohen Frequenz (13,56 — 27,12 — 40,68 Mhz), so fangen die polaren Moleküle an zu vibrieren: sie erwärmen sich, und im Falle des Wassers ist die Wärmeentwicklung so gross, dass das Wasser verdampft.

So gesehen, bemerken wir den grössten Vorteil der Hochfrequenz-trocknung: Diese Bestrahlung kann nur polare Moleküle, also Wasser, erwärmen, und nicht die Textilfaser.

Sobald kein Wasser mehr in der Faser ist, hört die Bestrahlungsadsorption auf, und die Faser kann nie über-trocknet werden. Die Faser kann auch nie die Temperatur des nassen Thermometers, d. h. zirka 80 °C, bei normalem Druck übersteigen.

Man kann auch auf sehr einfache Weise den Bestrahler so regeln, dass das in der Faser gebundene Wasser nie entfernt wird, um Baumwolle nie unter 8 % oder Wolle nie unter 18 % Wassergehalt zu trocknen.

Die Energieausbeute der Hochfrequenzbestrahlung liegt zwischen 95 und 98 % und ist also sehr gut; leider ist die



Ausbeute des Generators, der die Hochfrequenz erzeugt, noch schlecht und liegt bei 60—65 %.

Der Verlust von 35—40 % kommt daher, dass man die Triode abkühlen muss. Noch vor einigen Jahren geschah diese Abkühlung mit Luft. Heute kann man Porzellan-Trioden bauen, die wassergekühlt werden können, und deshalb sind die 35—40 % Energieverlust für den Betrieb nicht verloren, weil man sie in Form von warmem Wasser zurückgewinnen kann.

Diese Trocknungsart ist heute schon von Interesse, wenn es darum geht, Textilien in kompakter Form zu trocknen, wie zum Beispiel für das Trocknen von Kreuzspulen oder für das Trocknen von Garnsträngen.

Als kontinuierlichen Wewebetrockner haben wir noch keinen guten Strahlenapplikator gefunden; aber die Hoffnung, einen zu finden, haben wir noch nicht aufgegeben.

Die Mikrowellen (896 — 915 — 2450 Mhz) haben uns ziemlich enttäuscht in dem Sinne, dass wir hofften, mit Mikrowellen das tun zu können, was wir mit Hochfrequenz nicht schafften, so zum Beispiel das Trocknen von Gewebestoffen. Einen guten Bestrahlungsapplikator zu finden, ist noch schwieriger als bei der Hochfrequenz, und der einzige Erfolg, den wir zu verzeichnen haben, betrifft das Trocknen von Teppichgarnen.

Die Investition für einen Mikrowellengenerator ist noch viel höher als diejenige für einen Hochfrequenzgenerator, und die Ausbeute, die bei nur 40 % liegt, ist noch schlechter.

Dies waren unsere persönlichen Erfahrungen.

Vollständigkeitshalber soll noch erwähnt werden, dass in stark sonnigen Gegenden, wie in Süd-Frankreich, es möglich ist, die Sonnenenergie zu benutzen, um Wasser vorzuwärmen.

Was die Benutzung der Geothermie, d. h. der Bodenwärme, anbetrifft, so bleiben noch alle Forschungen auf diesem Gebiet zu vollbringen, und die erste industrielle Anwendung ist sehr wahrscheinlich noch nicht in nächster Zukunft zu erwarten.

Prof. René Freytag
Centre de Recherches Textiles de Mulhouse
F-Mulhouse

Separatdrucke

Autoren und Leser, die sich für Separatdrucke aus unserer «mittex», Schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie, interessieren, sind gebeten, ihre Wünsche bis spätestens zum 25. des Erscheinungsmonats der Druckerei bekanntzugeben.

Ihre «mittex»-Redaktion

Volkswirtschaft

Strukturänderungen in der Textil-, Bekleidungs- und Schuhindustrie *

Mit dem Begriff Struktur sind inzwischen schon unangenehme Assoziationen in der Textil-, Bekleidungs- und Schuhindustrie verbunden. Allzulange wurden berechnete Anliegen dieser Industriezweige mit dem Hinweis auf eine nicht näher umschriebene Strukturbereinigung abgetan, vor allem in den Jahren der Hochkonjunktur. Auch in jüngster Zeit kritisierte man zum Beispiel das bescheidene Exportförderungsprogramm für die Textil- und Bekleidungsindustrie als unerwünschte Strukturerhaltung. Es ist andererseits viel zu wenig bekannt, dass diese Industriezweige notwendigen Strukturwandlungen gegenüber ausgesprochen positiv eingestellt sind und aus eigener Kraft erstaunliche Strukturpassungen vollbrachten.

Die Textil-, Bekleidungs- und Schuhindustrie nimmt in der schweizerischen Wirtschaft mit über 80 000 Arbeitsplätzen und den entsprechenden sekundären Wirtschaftszweigen zwar nicht mehr eine vorrangige, aber eine bedeutende Stellung ein.

Zwar hat sich nun der Stellenwert dieser Industriezweige in der schweizerischen Volkswirtschaft seit den Fünfzigerjahren nicht mehr grundlegend verändert. Doch haben innerhalb dieser Industrien um so umwälzendere Strukturänderungen stattgefunden. Und diesen Veränderungen in der Branche liegen natürlich Strukturwandlungen in den Unternehmen zugrunde.

Strukturwandlungen in den Unternehmen

Die Veränderungen in den einzelnen Unternehmen sind einschneidender, als das Gesamtbild der Branche vermuten lässt. Zwei Beispiele sollen dies näher beleuchten. Ein mittleres Familienunternehmen des Baumwoll- und Synthetik-Sektors senkte von 1967 bis 1977 den Personalbestand von 330 auf 220 Mitarbeiter und erhöhte gleichzeitig den Umsatz von 20 auf 26 Mio. Franken, was bedeutet, dass der Umsatz pro Mitarbeiter von 60 000 auf 120 000 Franken stieg. In derselben Zeit stieg der Exportanteil von 45 % auf 65 %. Eine analoge Entwicklung machte ein führendes Unternehmen der Wollindustrie durch, in welchem die Zahl der Beschäftigten in den letzten 6 Jahren von 700 auf 360 sank, die Produktion von 1700 auf 2600 m Gewebe pro Kopf gesteigert wurde, und der Exportanteil von 20 auf 60 % des Umsatzes stieg. Wir können aus diesen Beispielen drei grundlegende Entwicklungen herauslesen!

Erstens ist seit den Sechzigerjahren die Wirtschaftlichkeit der Fertigung ununterbrochen und intensiv gesteigert worden durch Rationalisierung und Automatisierung, verbunden mit massiven Investitionen und höherer Kapitalintensität. Dies wiederum macht den Zwei- und Dreischichtenbetrieb unerlässlich. Die Produktivitätssteigerung ist wegen des äusserst scharfen Preiskampfes im Textil- und Bekleidungssektor eine grundlegende Bedingung des Überlebens.

* Referat an der Tagung der Parlamentarischen Gruppe für Textilwirtschaft in Bern vom 20. März 1979