

LENZINGER BERICHTE

Folge 35

Mai 1973

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Quantitative Betrachtungen über das Schmelzspinnen Professor Dr. Hermann Mark, New York	5
Der Einfluß des Verzuges auf den Viskosefaden, insbesondere unter Kordspinnbedingungen Dozent Dr. Erich Treiber und Ing. Dag Ehrengård, Stockholm	10
Einige Probleme des Erspinnens von Polyacrylnitrilfaserstoffen Dr. S. Hartig, Dipl.-Chem. E. Peter, Dipl.-Ing. W. Dohrn, Premnitz/DDR	17
Betrachtungen zum Knitter- und Knittererholungsverhalten von Zellulosetextilien Dozent Dr. Hans Krässig, Lenzing	26
Der Einfluß der Konstruktion eines Teppichs auf dessen Komfortwert im Endgebrauch Prof. Dipl.-Ing. Wilhelm Herzog, Wien	34
Systematik und Terminologie der textilen Flächengebilde Ing. Hermann Kirchenberger und Prof. Ing. Ernst Prusa, Wien	48
Geschichtliche Ereignisse als Motive zum Bedrucken von Textilien (Schluß) Prof. Lucie Hampel, Wien	58
Inserentenverzeichnis	68

Quantitative Betrachtungen über das Schmelzspinnen

Professor Dr. Hermann Mark
Polytechnic Institute of Brooklyn, New York

Der Autor versucht physikalisch bekannte Gesetze und Gleichgewichtsbedingungen auf einzelne Prozesse beim Schmelzspinnen, dem einfachsten Verfahren zur Überführung eines flüssigen Polymer-systems in Fäden, anzuwenden. Daraus leitet er ab, daß alle dimensionellen und strukturellen Veränderungen in der sich bildenden Faser während der ersten 20 bis 25 Prozent des Spinnweges vor sich gehen und daß der größte Teil des Spinnweges zur Erzielung bestimmter günstiger struktureller Eigenschaften, wie Orientierung, Kristallisation oder Kettenbildung, ungenützt bleibt. Möglichkeiten, um vorteilhaftere Ergebnisse beim Schmelzspinnen zu erhalten, werden aus dieser Überlegung diskutiert.

The author is trying to apply known physical laws and balance conditions to individual procedures of melt-spinning, the simplest process of turning a liquid polymer system into fibers. He derives that all dimensional and structural changes in the forming fiber occur during the first 20 to 25 percent of the spinning path and the largest part thereof is not utilized for achieving certain desirable structural properties, such as orientation, crystallisation and chain-formation. This consideration in mind he discusses ways for obtaining more favourable results in melt-spinning.

Einleitung

Das Überführen eines flüssigen Polymer-systems, beispielsweise einer Schmelze, einer Lösung, einer Emulsion, einer Suspension oder einer Monomermischung, in Fäden mit typischen mechanischen und thermischen Eigenschaften bedarf weitaus mehr als allein der Formgebung. Sobald das flüssige System die Spinnöse verläßt, hat es im allgemeinen einen mehr oder weniger Nicht-Newton'schen Charakter mit einer Viskosität zwischen 100 und 2000 poise. In dem Augenblick, in dem der Faden aufgewickelt wird, ist er ein absolut festes Material mit einem Erweichungsbereich über 150°C und einer Steifheit (Elastizitätsmodul) über 20 g/den. Während der Verfestigung des Fadens treten viele wichtige Prozesse auf, die für die Struktur und die Eigenschaften des entstehenden Fadens ausschlaggebend sind.

Beim Schmelzspinnen¹ treten Kettenfaltung, Orientierung und Kristallisation der einzelnen Makromoleküle in gegenseitiger Abhängigkeit auf und bestimmen die spezifischen Eigenschaften und das Verhalten des entstehenden festen Systems. Beim Lösungsspinnen von Zelluloseacetat, Polyvinylalkohol, Polyacrylnitril oder anderen Polymeren werden die Makromoleküle zuerst gelöst und dann ausgefällt. Das Sol wird in ein Gel übergeführt, dieses orientiert, und beim langsamen Desolvatisieren entstehen mehr oder weni-

ger lateral geordnete, wahre kristalline Bereiche. Beim Spinnen von Zellulosexanthatlösung sind aber noch weitere chemische Prozesse ausschlaggebend, wie beispielsweise die Zersetzung der Xanthatgruppen und die Reaktion der Zersetzungsprodukte mit anderen Zusätzen der Spinnlösung und des Spinnbades, die wiederum die kolloiden und physiko-chemischen Vorgänge der Koagulation, Synärese, Orientierung, Vernetzung und sogar der Kristallisation beeinflussen².

Das Verspinnen von Emulsionen und Suspensionen ist hinsichtlich der Beeinflussungsfaktoren noch weniger entwickelt und analysiert; diese sind offensichtlich Fällung und Koaleszenz von Einzelteilchen, die in eine solidifizierende Matrix eingebettet sind, und ihre Ausrichtung zu einem homogenen fortlaufenden Faden. Die Bildung schließlich eines kontinuierlichen Fadens aus monomeren Mischungen durch Polymerisation und Copolymerisation ihrer Komponenten ist allerdings noch immer einem frühen Versuchsstadium sehr nahe und erfordert die Koordination der Polymerisationskinetik (Initiierung, Verzweigung, Kettenübertragung, Vernetzung und Abbruch) mit der Orientierung und der lateralen Ordnung des entstehenden Polymersystems.

Ganz offensichtlich ist das Schmelzspinnen das relativ einfachste Verfahren, und es wurde daher von verschiedenen Autoren sogar in einer mehr oder weniger rationalen und quantitativen Art analysiert¹. Aus diesem Grund möchte ich mich hier mit einer kurzen Vorstellung des Schmelzspinnmechanismus beschäftigen.

Das Schmelzspinnen

Das Tempern zylindrischer Drähte, Rohre und Leitungen, die durch eine Kühlflüssigkeit geführt werden, wurde in der Vergangenheit schon oft mit Hilfe entsprechender partieller Differentialgleichungen bis zu Schulbuchniveauabhandlungen untersucht. Diese Versuche stellen einen guten Ausgangspunkt für folgende Überlegung dar:

Angenommen, ein geschmolzenes Polymeres wird durch eine zylindrische Düsenöffnung beim Punkt $x = x_0$ zur Zeit $t = t_0$ mit dem Radius $r = r_0$ mit einer Düsengeschwindigkeit $v = v_0$ in Richtung x extrudiert, dann ist das Volumen der Schmelze, das von der Düse während einer bestimmten Zeit dt ausgestoßen wird, gegeben durch:

$$dV_0 = (v_0 r_0^2 \pi) dt \quad (1)$$

und das Gewicht gegeben durch:

$$dW_0 = (v_0 r_0^2 \pi \cdot d) dt \quad (2),$$

wobei d das spezifische Gewicht der Schmelze bedeutet. Die Temperatur bei der Spinnöse sei T_0 und die thermischen Eigenschaften gegeben durch:

- c_p = die isobare Wärmekapazität,
- h = der Koeffizient der Wärmeübertragung an der Fadenoberfläche und
- k_p = die Wärmeleitfähigkeit der Schmelze.

Wenn ein Faden dieser Art durch einen Luftstrom mit der

Temperatur T_a durch Strahlung oder Konvektion in der Entfernung x von der Düse gekühlt wird, so ist der Wärmeverlust für einen Abstand dx während der Zeit dt gegeben durch:

$$[2\pi rh(T-T_a) + 2\pi reS(T^4-T_a^4)] dx dt \quad (3),$$

wobei

- r = der Radius des Fadens in der Entfernung x von der Düse,
- e = die spezifische Strahlung der Fadenoberfläche und
- S = die Stefan-Boltzmannsche-Strahlungskonstante.

Durch diesen Wärmeverlust sinkt die Temperatur des Segments um dT , gegeben durch:

$$dT = r^2 \pi dc_p dx dT = 2r\pi[h(T-T_a) + eS(T^4-T_a^4)] dx dt \quad (4).$$

Daher ist

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial T}{\partial x}, \text{ woraus sich ergibt:}$$

$$rc_p d \frac{\partial T}{\partial t} + v \frac{\partial T}{\partial x} = 2h(T-T_a) + 2eS(T^4-T_a^4) \quad (5).$$

In dieser Gleichung sind die abhängigen Variablen r und T Funktionen von x und t , wobei c_p , d , h , e , S und T_a Parameter sind, die die physikalischen Eigenschaften des Systems bestimmen. Dabei ist

- c_p – die isobare Wärmekapazität eines bestimmten Segments,
- d – das spezifische Gewicht des Segments,
- e – die Strahlung des Segments,
- h – der Wärmeübertragungskoeffizient an der Oberfläche des Segments,
- T_a – die Temperatur der kühlenden Luft und
- S – die Stefan-Boltzmannsche-Strahlungskonstante.

Das erste Glied auf der rechten Seite ist ein Ausdruck für die Kühlung durch Konvektion, das zweite für die Kühlung durch Strahlung. Wenn und solange die Temperatur unter 500°C liegt, kann der Wärmeverlust durch Strahlung vernachlässigt werden, da er nur einige Prozent des Wärmeverlustes durch Konvektion ausmacht.

Daher kann die Beziehung für das Wärmeleichgewicht eines bewegten Fadens als

$$rc_p d \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v \frac{\partial T}{\partial x} \right) - 2h(T-T_a) = 0 \quad (6)$$

angegeben werden.

Der Abschnitt dx beim Punkt x bewegt sich unter dem Einfluß von zwei Kräften nach unten, und zwar

a) von der Kraft, die durch das eigene Gewicht verursacht wird und durch

$$\int_x^{x_w} \pi r^2 dg dx \text{ gegeben ist,}$$

wobei g die Erdbeschleunigung und x_w die Entfernung zwi-

schen der Spinndüse und der Aufwickelrolle darstellt, und b) von der Kraft F_w , die durch die Rotation der Aufwickelrolle gegeben ist und die eine Spannung von $F_w/\pi r^2$ verursacht.

Die Summe der Kräfte aus a) und b) ist gleich der Beschleunigung des bewegten Fadens, die durch

$$\pi r^2 d(v_w - v) \text{ gegeben ist,}$$

wobei v_w die Fadengeschwindigkeit bei der Aufwickelrolle darstellt. So gilt für das Gleichgewicht der Kräfte:

$$F_w + \int_x^{x_w} r^2 dg dx - \pi r^2 d(v_w - v) = 0 \quad (7).$$

Die Luftreibung wurde bisher vernachlässigt, da sie einen sehr kleinen Wert besitzt, was für das Schmelz- und Trockenspinnen berechtigt ist, aber an Bedeutung gewinnt, sobald der Faden in irgend ein Bad gesponnen wird.

Beim tatsächlichen Spinnen werden die drei Glieder der Gleichung (7) aber nicht Null, sondern sie ergeben eine Kraft F , die die Spinnspannung $F/r^2 \pi$ hervorruft. Daraus ergibt sich:

$$F = F_w + \int_x^{x_w} \pi r^2 dg dx - \pi r^2 d(v_w - v).$$

Wird der Faden der Spinnspannung $S = F/r^2 \pi$ ausgesetzt, so verringert sich der Querschnitt des Fadens $Q = r^2 \pi$ und man kann somit eine Spinnviskosität η als das Verhältnis der Spannung S und der Abnahme des Querschnitts definieren:

$$\eta = - \frac{F}{Q} \cdot \frac{1}{\Delta Q} \quad (8).$$

Daraus ergibt sich:

$$\frac{F}{Q} = - \eta \left(\frac{\partial Q}{\partial t} + v \frac{\partial Q}{\partial x} \right) = S \quad (9).$$

Die Gleichung (9) stellt somit eine Gleichgewichtsbeziehung für alle Kräfte dar.

Außerdem haben wir noch die Kontinuitätsgleichung, die besagt, daß während des Spinnprozesses kein Material gewonnen werden oder verlorengehen kann. Fließt daher in einen Zylinder mit der Länge Δx und dem Radius r beim Punkt x eine bestimmte Masse M des Polymeren in der Zeiteinheit ein, so muß offensichtlich dieselbe Masse M in der Zeiteinheit beim Punkt $(x + dx)$ mit dem Radius $(r - dr)$ oder dem Querschnitt $(Q - dQ)$ austreten. Daraus ergibt sich:

$$\frac{\partial M}{\partial x} x = - \frac{\partial(Qd)}{\partial t} \Delta x \quad (10).$$

Da $M = Qv$, kann die Gleichung als

$$v \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial t} = - Q \frac{\partial v}{\partial x} \quad (11)$$

geschrieben werden. Aus der Kombination von (9) und (11) ergibt sich daher:

$$\frac{F}{Q} = \eta \frac{\partial v}{\partial x} = S$$

oder daß die Spinnviskosität durch die Beziehung zwischen Spinnspannung und Geschwindigkeitszunahme

$$\eta = S / \frac{\partial v}{\partial x} \quad (12)$$

gegeben ist. Bei großen Aufwickelgeschwindigkeiten, ver-

nachlässigbaren Wärmeverlusten durch Strahlung und nicht komprimierbaren Schmelzen können die drei partiellen Differentialgleichungen, die das Spinnen beschreiben, in einer einfachen Form als

$$v \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{2h}{c_p dr} (T - T_a) \quad (13),$$

$$v \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial t} = -Q \frac{\partial v}{\partial x} \quad (14)$$

und $S = \eta \frac{\partial v}{\partial x} \quad (15)$

ausgedrückt werden.

Beim kontinuierlichen Schmelzspinnen können alle partiellen Glieder, die die Zeit beinhalten, vernachlässigt werden, und man kommt zu folgenden Gleichungen:

$$\frac{dT}{dx} = \frac{2h}{vc_p dr} (T - T_a) \quad (16)$$

und $\frac{dQ}{dx} = -Q \frac{S}{\eta} \quad (17).$

Beide Gleichungen können in bezug auf ihre physikalische Bedeutung sofort interpretiert werden. Betrachten wir ein zylindrisches Volumenelement beim Punkt x eines bewegten Fadens von der Länge Δx , so ist die Oberfläche dessen durch $2r\pi\Delta x$ und der gesamte Wärmehalt H durch $r^2\pi\Delta dc_p$ gegeben; natürlich wird der Wärmeabfall durch das Verhältnis A/H mal dem Wärmeoeffizienten h und dem Temperaturgradienten $(T - T_a)$ gegeben sein. Das drückt aber schon die Gleichung (16) aus. Die relative Abnahme des Querschnitts $1/Q \frac{dQ}{dz}$ beim Punkt x wird daher der Spinnspannung S proportional und der Spinnviskosität η verkehrt proportional sein.

Die Gleichungen (16) und (17) können gelöst werden, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient h und die Spinnviskosität η als Funktionen von x und t oder von x und v angegeben sind; die Spinnspannung S ist ein unbekannter Parameter, der bestimmt werden muß, um eine der Grenzbedingungen zu erfüllen, wie beispielsweise die Aufwickelgeschwindigkeit v_w an der Wickelspule.

Die Lösungen der Gleichungen (16) und (17) ergeben T und Q des Fadens als Funktionen von x und t oder von x und v und erlauben somit die Temperatur und den Querschnitt (Denier) eines bewegten Fadens bei einem bestimmten Punkt zwischen der Spinndüse und der Aufwickelspule vorauszusagen.

Messungen der Kühlgeschwindigkeit von Polyäthylen-, Polypropylen-, Saran[®]-, Nylon- und Terylen[®]-Monofilamenten haben gezeigt, daß der Wärmeübertragungskoeffizient h organischer Polymerer, die sich mit einer Geschwindigkeit zwischen 10^2 und 10^4 cm/sec bewegen und durch einen Luftstrom horizontal zur Faser mit einer Geschwindigkeit von 10^2 bis 10^3 cm/sec gekühlt werden, als

$$h \sim \frac{\text{cal}}{\text{cm sec Grad}}$$

ausgedrückt werden. Der numerische Wert liegt dabei in einem Bereich von 0,05 bis 0,5.

Die Spinnviskosität η ist für jedes Polymere eine charakteristische Funktion der Temperatur, die experimentell bestimmt werden muß; man kann aber voraussetzen, daß sie

für alle polymerischen Schmelzen einen ähnlichen algebraischen Verlauf zeigt und in derselben Art wie der Temperaturkoeffizient der Schmelzviskosität, gemessen beim Durchfließen von Kapillaren, verläuft. Die allgemeine Formulierung dafür ist

$$\log \eta = \log A - \frac{E}{RT},$$

wobei E die Aktivierungsenergie der Segmentbewegung darstellt, die notwendig ist, um einen viskosen Fluß hervorzurufen, und A von der Größe des bewegten Volumens abhängt.

Die isobare Wärmekapazität beim konstanten Druck c_p wurde an verschiedenen Polymeren gemessen. Der Wert variiert in Abhängigkeit von der chemischen Natur des Materials etwas, bleibt aber immer in den Grenzen zwischen 0,5 und 1,5 cal/g und Grad.

Betrachten wir zuerst einmal die Gleichung (17), die für konstante Werte der Zugkraft S und der Spinnviskosität η eine exponentielle Abnahme des Querschnitts bis nahe an Null gibt:

$$\frac{Q}{Q_0} = K \exp\left(-\frac{S}{\eta} \cdot x\right), \quad \frac{Q}{Q_0} = e^{-\frac{S}{\eta} \cdot x} \quad (18).$$

Dies besagt, daß der Durchmesser des Fadens ständig abnimmt, bis der Faden reißt. Unter derartigen Voraussetzungen ist ein Spinnen natürlich unmöglich. Um eine solche „Katastrophe“ zu verhindern, müssen wir versuchen, Bedingungen zu schaffen, daß entweder S mit x abnimmt oder daß η zunimmt. Die Spinnspannung S wird durch zwei Grenzparameter bestimmt, nämlich

- a) bei der Spinndüse, wo sie Null ist und die ausgestoßene Masse pro Sekunde durch $v_0 Q_0 d$ gegeben ist, und
- b) bei der Aufwickelspule, wo sie durch F_w/Q_w gegeben ist und die aufgenommene Masse dem Ausdruck $v_w Q_w d$ entspricht.

Sie nimmt entlang des Weges des frischgesponnenen Fadens zu, während Q abnimmt. Daher muß die Stabilisierung des Spinnens durch ein starkes Anwachsen der Spinnviskosität η erfolgen. Das ist selbstverständlich bei jeder Art des Spinnens der Fall - im speziellen Fall des Schmelzspinnens durch das Abkühlen des Fadens und der resultierenden Verfestigung. Diesem Effekt kann gleichzeitig eine fortschreitende Orientierung und sogar eine Kristallisation der linear strömenden Makromoleküle in der Schmelze überlagert sein.

Entwickelt man die Exponentialfunktion (18) in eine Reihe, die man nach den ersten zwei Gliedern abbricht, so erhält man für die Abnahme des Querschnitts Q mit zunehmendem Abstand x von der Spinndüse

$$Q = \frac{Q_0}{1 + S/\eta x} \quad (19).$$

Da der Querschnitt Q in der Entfernung $x = 0$ gleich Q_0 und in der Entfernung $x = W$ gleich Q_w sein muß, kann man die Gleichung auch in folgender Form anschreiben:

$$Q = \frac{Q_0}{1 + [(Q_0 - Q_w)/Q_w \cdot x_w] x} \quad (20).$$

Diese Gleichung enthält nur direkt meßbare Größen, die

sich auf das Spinnverfahren beziehen, nämlich

- Q_0 = der Querschnitt bei der Spinndüse,
- Q_w = der Querschnitt an der Aufwickelvorrichtung und
- x_w = die Entfernung zwischen der Spinndüsenplatte und der Aufwickelrolle.

Sie stellt eine hyperbolische Beziehung zwischen dem Querschnitt und dem Strömungsprofil dar und ist im allgemeinen durch Versuche gut bestätigt.

Durch Einsetzen von $1 + \frac{S}{\eta} x$ für das exponentielle Glied in (18) gelangt man zu der abgeleiteten Gleichung

$$\eta = S(\eta_0 + ax) \quad (21)$$

die eine lineare Zunahme der Spinnviskosität mit der Entfernung von der Spinndüse bei konstanter Spinnspannung angibt. Die Lösung der Gleichung (18) durch genauere Näherungen führt zu einer exakteren Beziehung zwischen η und x , die empirisch als

$$\eta = S(\eta_0 + ax^n)$$

ausgedrückt werden kann, wobei n zwischen 2 und 3 liegt. Normalerweise gibt man den Endquerschnitt Q_w in Prozent P von Q_0 an:

$$Q_w = \frac{Q_0}{100} P,$$

und damit kann man die Gleichung (20) in die Form

$$Q = \frac{Q_0}{1 + [(100 - P)/PL] x} \quad (22)$$

bringen, wobei $L = x_w$ die Länge des Weges des ersponnenen Fadens darstellt.

Vergleich mit den Experimenten

Es gibt schon eine große Anzahl von Versuchsergebnissen über das Strömungsprofil schmelzgesponnener Polymerer. Betrachten wir zuerst die, die an Nylon 6 erhalten wurden. Alle Profile zeigen deutlich eine hyperbolische Natur, obwohl die Werte für Q_0 zwischen $0,031$ bis $0,002 \text{ cm}^2$ variiert wurden. Die Aufwickelgeschwindigkeiten bewegten sich

in einem Bereich von 150 bis 1900 m/min , und die Temperaturen schwankten zwischen 255 und 285°C . Die Weglänge des ersponnenen Fadens L lag in einem Bereich von 65 bis 200 cm . Zu Beginn des Profils ist immer ein starker Abfall vorherrschend ($x = 0$), der aber innerhalb der Fehlergrenzen mit

$$\frac{dQ}{dx} x = 0 = -\frac{Q_0 (100 - P)}{PL}$$

liegt, wie es die Gleichung (13) fordert.

Die Tabellen 1, 2 und 3 enthalten Versuchsergebnisse mit Polycaprolactam (Nylon 6), wo verschiedene Parameter (Q_0 , P , L , v und T) über weite Bereiche variiert wurden, ohne die allgemeine Form des Profils, die durch Gleichung (22) gegeben ist, wesentlich zu beeinflussen. Ähnliche Angaben wurden auch noch für das Schmelzspinnen von Polyäthylenterephthalat in Tabelle 4 und für das Schmelzspinnen von isotaktischem Polypropylen in Tabelle 5 ausgearbeitet.

Tabelle 2: Stromprofil während des Spinnens von Nylon 6 mit $Q_0 = 124 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$, $P = 10 \%$, $L = 150 \text{ cm}$, $T = 265^\circ\text{C}$, $v = 300 \text{ m/min}$

Abstand x in cm:	0	25	50	75	100	125	150
Q/Q_0 beobachtet:	1,00	0,42	0,26	0,16	0,15	0,11	0,10
Q/Q_0 theoretisch:	1,00	0,40	0,25	0,18	0,14	0,117	0,10

Tabelle 4: Stromprofil während des Spinnens von Polyäthylenterephthalat mit $Q_0 = 31 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$, $P = 12 \%$, $L = 150 \text{ cm}$, $T = 295^\circ\text{C}$, $v = 400 \text{ m/min}$, Grundviskosität des Polymeren = 0,75

Abstand x in cm:	25	50	75	100	125	150
Q/Q_0 beobachtet:	1,00	0,30	0,20	0,16	0,12	0,12
Q/Q_0 theoretisch:	1,00	0,29	0,27	0,17	0,14	0,12

Tabelle 1: Stromprofil während des Spinnens von Nylon 6 mit $Q_0 = 31 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$, $P = 20 \%$, $L = 200 \text{ cm}$, $T = 265^\circ\text{C}$, $v = 400 \text{ m/min}$

Abstand x in cm:	0	25	50	75	100	125	150	175	200
Q/Q_0 beobachtet:	1,00	0,65	0,46	0,37	0,31	0,27	0,24	0,21	0,2
Q/Q_0 theoretisch:	1,00	0,67	0,50	0,40	0,33	0,28	0,25	0,22	0,2

Tabelle 5: Stromprofil während des Spinnens von Polypropylen mit $Q_0 = 124 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$, $P = 7 \%$, $L = 200 \text{ cm}$, $T = 262^\circ\text{C}$, $v = 350 \text{ m/min}$, Schmelzindex des Polymeren = 2,5

Abstand x in cm:	0	25	50	75	100	125	150	175	200
Q/Q_0 beobachtet:	1,00	0,37	0,20	0,14	0,10	0,08	0,07	0,07	0,07
Q/Q_0 theoretisch:	1,00	0,38	0,23	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07

Tabelle 3: Stromprofil während des Spinnens von Nylon 6 mit $Q_0 = 75 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$, $P = 8 \%$, $L = 100 \text{ cm}$, $T = 275^\circ\text{C}$, $v = 500 \text{ m/min}$

Abstand x in cm:	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Q/Q_0 beobachtet:	1,00	0,45	0,30	0,20	0,15	0,12	0,11	0,09	0,08	0,08	0,08
Q/Q_0 theoretisch:	1,00	0,48	0,32	0,24	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08

Zusammenfassung

Alle Versuchsergebnisse deuten auf ein sehr starkes Absinken von Q/Q_0 im ersten Stadium der Fadenbildung hin, was mit dem hyperbolischen Verlauf von Gleichung (21) übereinstimmt. Die theoretische Analyse zeigt, daß dies durch die Tatsache verursacht wird, daß die Beziehung S/η entlang des gesamten Spinnprofils konstant bleibt. Die unerwünschte Folge davon ist, daß praktisch alle dimensionellen und strukturellen Veränderungen in der sich bildenden Faser während der ersten 20 bis 25 Prozent des Spinnweges auftreten und daß der Rest des Profils im Grunde in bezug auf die Möglichkeit, bestimmte günstige strukturelle Eigenschaften, wie beispielsweise die Orientierung, die Kristallisation oder die Kettenfaltung, einzubauen, unausgenutzt bleibt.

Es ist vom Spinnen der Viskose her allgemein bekannt, daß eine Verlangsamung des faserformenden Prozesses und eine Verlängerung der Distanz, während der Koagulation und Regeneration des Fadens stattfinden, es erlaubte, sehr grundlegende Verbesserungen der Fasereigenschaften zu erzielen, was schließlich zu den modifizierten modernen Rayon- und polynosischen Fasern führte.

Dies läßt den Gedanken aufkommen, daß eine ähnliche Distanzverlängerung, entlang der beim Schmelzspinnen der Faserquerschnitt von seinem ursprünglichen auf seinen endgültigen Wert absinkt, die Struktur des ersponnenen Garns hinsichtlich seiner charakteristischen Eigenschaften im festen Zustand, das heißt seines Anteils an völlig gestreckten Ketten, des Grades der lateralen Ordnung, des Prozentsatzes an normal gefalteten Ketten sowie des Ausmaßes gänzlich ungeordneten Bereiche und der Art seiner sphärolithischen Struktur, beeinflusst.

Diese Verlängerung könnte erhalten werden, wenn die Spinnviskosität η mit x rascher zunähme, als sie dies nach Gleichung (2) tut. Man könnte dies beispielsweise in Polymersmischungen verwirklichen, wenn während des Kühlens eine Komponente ausfällt, oder in einem Polymeren, das mit feinverteilten, bei Spinn temperatur flüssigem Material gefüllt wird, das sich bei tieferen Temperaturen verfestigt. Es könnte ja möglich sein, daß Polymere mit höherem DP diesen Effekt bereits von Natur aus besitzen, da ihre Viskositätszunahme beim Kühlen größer ist als die von Polymeren mit niederem DP. Es ist aber auch möglich, daß eine rasche Vernetzungsreaktion, die während einer ganz kurzen Zeit des Faserformungsprozesses (in 10^{-2} bis 10^{-3} sec) erfolgt,

ein wesentliches Ansteigen der Viskosität bzw. der Konsistenz des Polymeren hervorrufen könnte.

Schlußbetrachtung

Es ist offensichtlich, daß eine kombinierte hydrodynamische, rheologische und thermische Analyse des Schmelzspinnprozesses ganz allgemein nicht nur zu einer vernünftigen Übereinstimmung mit beobachteten Ergebnissen führt, sondern auch bestimmte Wege aufzeigt, die in der Zukunft wünschenswerte und mögliche Verbesserungen bringen werden.

Versucht man ein korrespondierendes System von Differentialgleichungen für das Trockenspinnen, wie es beim Polyacrylnitril und beim Zelluloseacetat anzutreffen ist, aufzustellen, wird es nötig sein, ein zusätzliches Glied, das die Folgen der Lösungsmittelverdampfung (z.B. das Kühlen durch Verdampfungswärmeentzug und die Verringerung des Fadenquerschnitts, bedingt durch langsames Entfernen des Lösungsmittels sowie die Zunahme der Spinnviskosität, verursacht durch steigende Polymerkonzentration in dem sich bildenden Faden) berücksichtigt, einzuführen. Das kann auch mit nicht zu großem Aufwand ganz formell durchgeführt werden, doch wäre es ziemlich wertlos, hier Gleichungen aufzustellen, da gegenwärtig noch nicht genügend verläßliche Ergebnisse vorliegen, die es erlaubten, diese auch erfolgreich zu überprüfen.

Das Naßspinnen - wie zum Beispiel bei Viskose - erfordert die Berücksichtigung noch weiterer Einflüsse, wie z.B. des Sogs des Bades, der Diffusion der Säure in den Faden, der Koagulation des Sols zum Gel und der Zersetzung des Xanthogels zur Zellulose. Auch hier wäre eine detaillierte Analyse derzeit nur von geringem wissenschaftlichen Wert, weil experimentelle Ergebnisse, die herangezogen werden könnten, um die Gültigkeit der theoretischen Formulierungen zu bestätigen oder zu widerlegen, noch fehlen.

Literatur:

- 1) vgl. teilweise A. Ziabicki u.M.; JAPS 2, 14, 24 (1959); Koll. Z.S. 171, 52, 111 (1960); 175, 14 (1960); sowie ein ausführlicher Bericht von A. Ziabicki in der Presse
- 2) vgl. z.B. V. Elsässer; Koll. Z.S. 111, 174 (1948); 112, 120 (1949); 113, 37 (1949) und H. Puple; Koll. Z.S. 125, 171 (1952)

Der Einfluß des Verzuges auf den Viskosefaden, insbesondere unter Kordspinnbedingungen

Dozent Dr. Erich Treiber und Ing. Dag Ehrengård
Schwedisches Holzforschungsinstitut, Stockholm

Nach einer Diskussion des Begriffes „Verzug“ und einer Abschätzung der effektiven Düsenversteckung wird der Einfluß des Verzugs auf das textilmechanische Verhalten eines Reifenkordreyons bei konstantgehaltenem Fadentiter bestimmt. Die höchste OD-Reißfestigkeit wird bei Verzügen zwischen etwa 0,6 und 0,8 beobachtet. Die Ursache für die Einflußnahme auf die textilmechanischen Eigenschaften ist in einer Beeinflussung der Struktur des primären Gels zu suchen, wie dies auch eine Untersuchung der Porenstruktur des ungetrockneten Fadens mit Hilfe der *solute-exclusion*-Methode bestätigt.

After a discussion of the concept of „jet stretch“ and an estimation of the effective stretch on the gel fibre in the spin bath, an investigation of the influence of the jet stretch on the mechanical properties of tire cord rayon at constant titer is described. The maximum OD-tenacity is reached by a jet stretch between about 0.6 and 0.8. The reason for the effect on the textile mechanical properties lies in the influence of the jet stretch on the structure of the primary gel, as an investigation of the pore structure of the never dried filament using the solute exclusion technique has verified.

Einleitung

Bekanntlich beeinflusst der Verzug¹ oder „jet-stretch“ sowohl die Spinnbarkeit als auch die textilen Eigenschaften (inklusive den Fadentiter) der Viskoseregeneratfasern. Trotz dieser alten Erkenntnis haben sich bis vor kurzem verhältnismäßig wenige Arbeiten mit derartigen Problemen beschäftigt. Dies mag zum Teil auch mit der Unsicherheit in Festlegung, Beurteilung und Quantifizierung der Verzugsvorgänge zusammenhängen. Allein schon die Frage, was als reiner Verzug des Viskosestrahls und was bereits als Vorversteckung des Gelfadens zu bezeichnen ist, ist in der Praxis kaum beantwortbar.

Wenn wir daher den üblichen Definitionen folgen² und den Verzug einfach als das Verhältnis Φ der Abzugsgeschwindigkeit v_g des ersten Fadenabzugsorgans zur Viskoseaustrittsgeschwindigkeit v_a (*plug-flow*-Geschwindigkeit im Düsenkanal) definieren (scheinbarer Verzug in der „ersten Phase“ $\Phi = v_g/v_a$) - wobei wir hier noch voraussetzen wollen, daß der Faden zwischen Düse und Abzugsgalette keiner wesentlichen Bremsung ausgesetzt wird - so bleiben doch noch zwei Fragen ungeklärt:

1. Selbst wenn man ohne Umlenkrollen spinn, bewirken bereits die Badfraktion, die zunehmende „skin“-Formierung, der Durchgang durch die Phasengrenze und die

Badabschleppung eine Verlagerung des Verzugs, sodaß sich der Verzug über die hier aktuelle Fadenlänge hinweg verändert (Verzugsprofil); er wird in Düsennähe kleiner sein und in Richtung zur Galette hin zunehmen. Das jeweilige Verzugsprofil ist unbekannt. Ein grobes Schema versucht Abbildung 1, berechnet aus kinematographi-

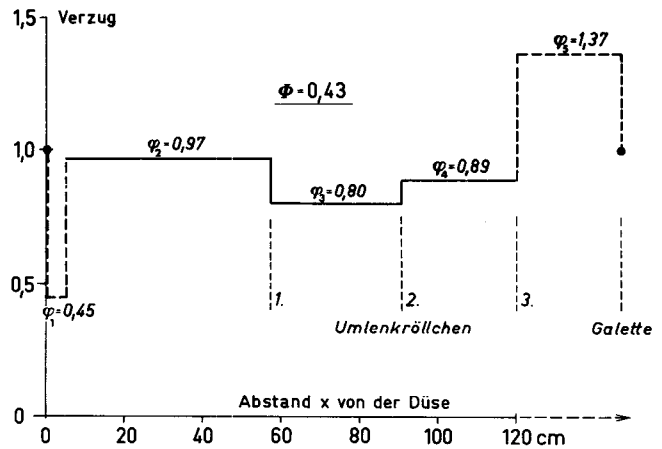


Abb. 1: Schema über die herrschenden Teilverzüge ϕ im Faden auf dem Wege von der Düse zur Galette, berechnet aus den Angaben von Barnitzke u. George³

schen Meßdaten von Barnitzke³, für einen Spezialfall (Rohrspinnen, Umlenkrollen im Bad) zu geben.

2. Selbst wenn es gelänge, so eindeutige Versuchsbedingungen zu schaffen, daß die (mechanische) Verzugsgröße über die ganze Strecke konstant bleibt, so ist trotzdem der wirkliche Verzug durch die Deformationsvorgänge am austretenden Strahl bzw. Gelfaden, die teils durch den „ballooning“-Effekt (Barus- oder Merringtoneffekt⁴) an der Düse, teils durch Diffusionsvorgänge und Schrumpfung des Fadens im Fällbad verursacht werden, nicht unmittelbar bestimmbar. Diese Beeinflussung macht es auch möglich, mit „negativem“ Verzug zu spinnen - inkorrekt oft als „Spinnen unter Stauchung“ bezeichnet -, also unter Bedingungen, unter welchen $\Phi < 1$ ist.

Es ist nämlich die „wahre“ Austrittsgeschwindigkeit („free jet“-Geschwindigkeit) der Viskose $v_a^* < v_a$:

$$v_a^* = v_a \cdot \left(\frac{D_0}{D_f}\right)^2 \approx v_a \cdot \Phi_g$$

wobei D_0 den Düsenlochdurchmesser und D_f den freien Viskosestrahldurchmesser bezeichnet, der eine Funktion des Verzuges Φ , der Größe D_0 , des Geschwindigkeitsgefälles G bzw. der Deformationsgeschwindigkeit $\dot{\gamma}^*$, der Badzusammensetzung und der Temperatur (d.h. Ge-

$$\left. \begin{aligned} \dot{\gamma}^* &= \frac{d \operatorname{tg} \alpha}{dt} ; \operatorname{tg} \alpha = \text{Scherdeformation} \frac{dx}{dy} \\ G &= \frac{dv}{dy} ; v = \frac{dx}{dt} \end{aligned} \right\} = \frac{d}{dt} \cdot \frac{dx}{dy} ; \text{somit ist } \dot{\gamma} = G.$$

schwindigkeit der "skin"-Formierung) ist; Φ_g ist der (untere) Grenzverzugswert.

Soll die scheinbare Düsenverstreckung in Prozent ausgedrückt werden, so errechnet sich⁵: $DV_{sch} = 100 \cdot (\Phi - 1)$.

Über die Aufteilung des Gesamtverzugs auf eine bloße Ausziehung des noch flüssigen Fadens, die sich offenbar lediglich im Titer auswirkt⁶, und eine Vorverstreckung des Primergels, die die Gelstruktur beeinflusst, kann - wie schon einleitend erwähnt - keine schlüssige Aussage getroffen werden.

Scheinbarer und wahrer Verzug

Ziehen wir nochmals den Spinnverzug von Barnitzke³ heran, so gibt eine Auswertung der Meßdaten eine in Abbildung 2 gezeigte Darstellung, aus der offenbar der Schluß ge-

zogen werden darf, daß die stärkste Verformung in unmittelbarer Nähe der Düse erfolgt (u. zw. innerhalb der ersten 5 bis 10 cm, was auch mit den Ergebnissen von Klarc⁷ übereinstimmt), wo der Faden noch mehr oder minder flüssig ist. In den folgenden Teilstrecken haben wir eine „negative“ Verstreckung, also einen Schrumpfung, und erst nach Verlassen des Bades auf dem Wege zur Galette erfolgt wieder eine Verstreckung.

Serikov, Segal u.a.⁵ berechnen die „wahre“ Düsenverstreckung DV_w zu

$$100 \cdot \left(\frac{v_g}{v_a} - 1 \right) \approx 100 \cdot \left(\frac{\Phi}{\Phi_g} - 1 \right);$$

demzufolge sollte bei $\Phi = 1$ (d.h. die „scheinbare“ Düsenverstreckung = 0 %) und einem üblichen Grenzverzugswert Φ_g der Größenordnung 0,25 eine wahre Düsenverstreckung von ca. 300 % mit gemessenen Elementarfadenspannungen der Größenordnung $1,1 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ herrschen.

Fließt ein zusammenhängender Viskosestrahl in ein Medium entsprechender Dichte ein, das den Viskosestrahl weder dehydratisiert noch koaguliert, und schrumpft, so würde beim Verzug Φ_g der Faden vollständig unverstreckt abgenommen werden, wobei Φ_g lediglich vom viskoelastischen Verhalten und von der Deformationsgeschwindigkeit der Viskose im Düsenkanal gesteuert wird.

Anders sind die Verhältnisse beim Spinnen in einem Spinnbad. Da auch hier

$$\left(\frac{D_o}{D_f} \right)^2 \approx \Phi_g$$

gilt, müssen alle Koagulations- und Schrumpfungsvorgänge implicit in D_f eingehen. Wünscht man Einblicke in das Ausmaß der Strahlverformung, der Gelverstreckung und der Schrumpfung zu erhalten, so muß man zunächst versuchen, den viskoelastischen Effekt abzutrennen.

Wird beispielsweise ein Hermansfaden⁸ im „Xanthat-Gelzustand“ in Spinnbäder verschiedener Zusammensetzung eingebracht, so beobachtet man Fadenverkürzungen von etwa 2 bis 7 %. Dies stimmt mit ähnlichen Versuchen von Klarc⁹ überein. Da die Energiespeicherung mit abnehmendem mittleren Geschwindigkeitsgefälle ($G_{Weissenberg}$) bzw. kleinerer Deformationsgeschwindigkeit

$$\dot{\gamma} = \frac{4Q}{r_o^3 \pi} = \frac{8v_a}{D_o}, \quad (\dot{\gamma} = G_w)^{10}$$

abnimmt, erscheinen uns zunächst Messungen an spinnenden Hermansfäden ($\dot{\gamma} \approx 25 \text{ sec}^{-1}$) geeignet, hierüber gewisse Einblicke zu liefern (Q = gefördertes Viskosevolumen [ml/sec]; r_o = Radius der Düsenkapillare).

Das in Abbildung 3 wiedergegebene Ergebnis zeigt zunächst, daß bei $\dot{\gamma} < 10$ durch den Einfluß der Schwerkraft eine Verlängerung des Fadens auftritt, das heißt also, daß schon sehr

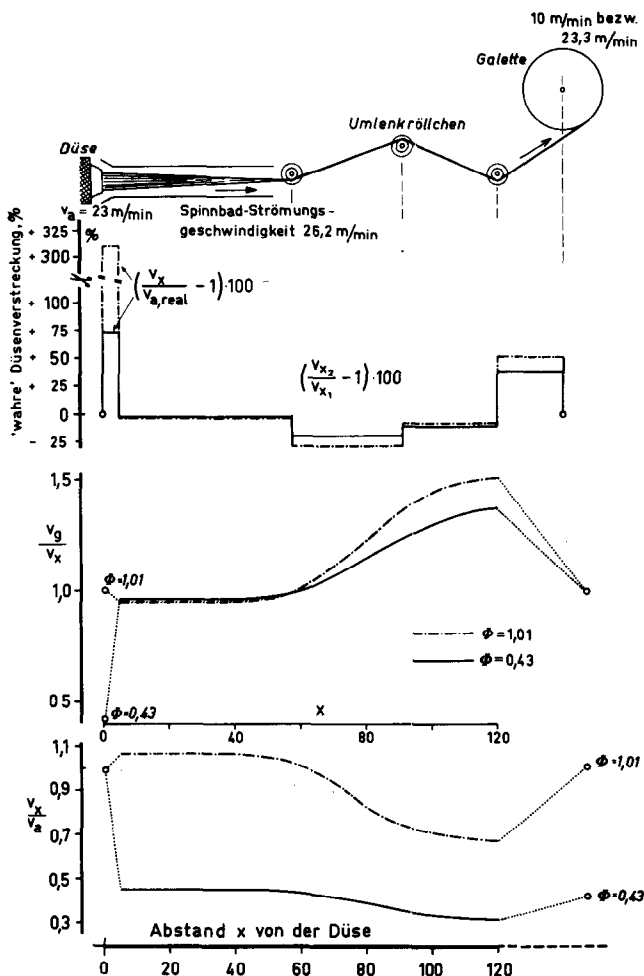


Abb. 2: Berechnung der Größen v_x/v_a , v_g/v_x sowie der Düsenverstreckung DV in Abhängigkeit vom Abstand x für die im oberen Bildteil skizzierte Spinnanordnung nach Barnitzke³ für die Verzüge $\Phi = 0,43$ und $\Phi = 1,01$ (die Umlenkrollchen führen den Faden im Spinnbad in Wirklichkeit im Zick-Zack)

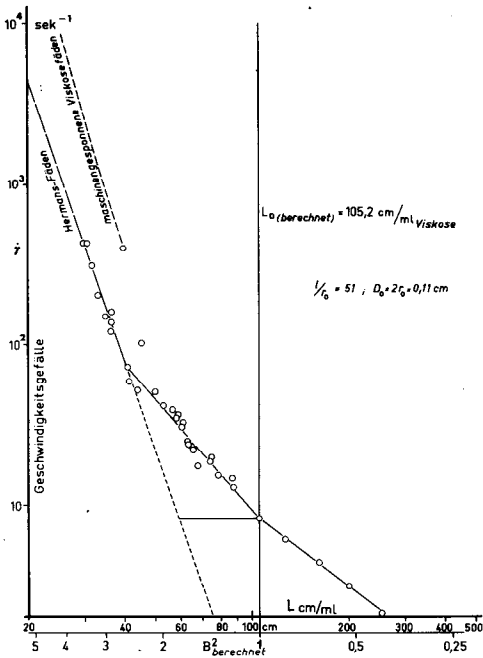


Abb. 3: Abhängigkeit der Fadenlänge vom Geschwindigkeitsgefälle $\dot{\gamma}$ in der Glaskapillare für das Spinnen von Hermansfäden

schwache Kräfte, hervorgerufen durch die (notwendige) Dichtedifferenz zwischen Viskose und Fällbad, den ausfließenden Viskosestrahl feiner ausziehen und eventuelle Schrumpfungseffekte überkompensieren. Bei $\dot{\gamma} < 10$ kommt es durch die Schrumpfungseffekte und durch die zunehmende Energiespeicherung in der viskoelastischen Viskose zu einer zunehmenden Fadenverkürzung.

Da in der Spinnbadbeeinflussung von Φ_g im praktischen Spinnprozeß natürlich eventuelle Quellungs- und Entquellungseffekte sowie Koagulationseffekte mit eingehen, ist die Auftrennung in einen rein viskoelastischen Anteil und in einen schrumpfungsbedingten Anteil kaum möglich. Dem aus Abbildung 3 abgeschätzten Schrumpfungswert von $\approx 40\%$ haftet daher größte Unsicherheit an! Immerhin würde dieser Wert besagen, daß bei einem Verzug von etwa 0,6 die Schrumpfung kompensiert wäre. Nimmt man weiterhin an, daß die restliche Verstreckung von etwa 150% hauptsächlich eine reine Ausziehung des Strahles bedingt, dann käme dem Φ -Wert von etwa 0,6 tatsächlich die Bedeutung eines weitgehend streckungslosen Zustandes zu.

Daß die Vorverstreckung des Fadens einen deutlichen Einfluß auf eine nachfolgende Verstreckung S und die so erzielbaren textilen Eigenschaften nimmt, ist bekannt, und die Verhältnisse wurden von Rauch u. Harms, Sisson u.a.^{11, 12} studiert. Auch wir haben die Verhältnisse an Textilreyonfäden bei konstanter Nachverstreckung S sowie bei konstantem Produkt $S \cdot \Phi$ (= totales Streckverhältnis) studiert¹³. Bei allen Untersuchungen zeigte es sich, daß bessere Festigkeitswerte erhalten werden, wenn bei konstantem Streckverhältnis die Aufteilung so geschieht, daß die Verstreckung weitgehend in die eigentliche (Nach-) Streckphase verlegt wird, das heißt also, wenn mit „negativem“ Verzug gesponnen wird. Negativer Verzug ergibt auch eine höhere Bruchverstreckung. Verzugswerte, größer als $\Phi = 1$ bis 1,2 senken unter allen Umständen die Reißdehnung.

Nach Rauch u. Harms¹¹ stellen sich optimale Verhältnisse bei praktischen Verzugswerten von $\Phi \approx 0,6$ ein, was durch den „Badschrumpf“ ermöglicht wird; genannte Autoren sind der Auffassung, daß unter diesen Verhältnissen der „wahre“ Verzug nicht wesentlich über 1 liegt.

Der Grenzverzugswert Φ_g

Um diese Verhältnisse besser beurteilen zu können, wurde der (untere) Grenzverzugswert Φ_g , bei dem ein Ansammeln von Fasern in der Spinnwanne erfolgt (womit ein Spinnen unmöglich gemacht wird), ermittelt. Wie Abbildung 4 zeigt,

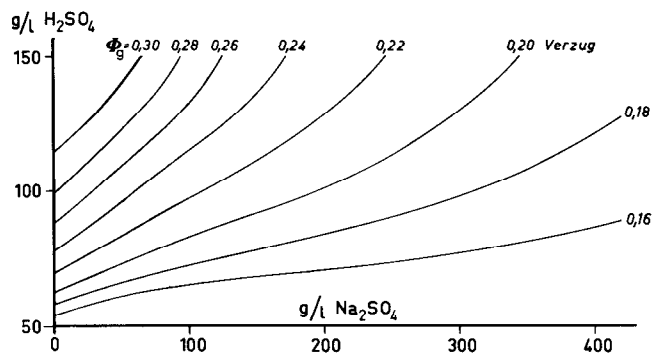


Abb. 4: Beeinflussung des Grenzverzugswertes Φ_g vom Schwefelsäure- und Glaubersalzgehalt des Spinnbades

ist Φ_g bei im übrigen konstanten Bedingungen (Badtemperatur, Viskosezusammensetzung, Viskoseförderungsgeschwindigkeit usw.) stark von der Spinnbadzusammensetzung beeinflusst. Wie man sieht, nimmt Φ_g mit steigendem Glaubersalzgehalt ab und mit höherer Säurekonzentration zu.

Der Einfluß des Zinksulfatgehalts in einem Bad mit konstantem Schwefelsäure/Natriumsulfatgehalt auf den Grenzverzugswert Φ_g zeigt Abbildung 5. Steigender Zinksulfatgehalt bis zu einem Wert von ≈ 50 g/l erhöht Φ_g . Ein interessantes Verhalten zeigt Magnesiumsulfat (Abb. 6), das zu-

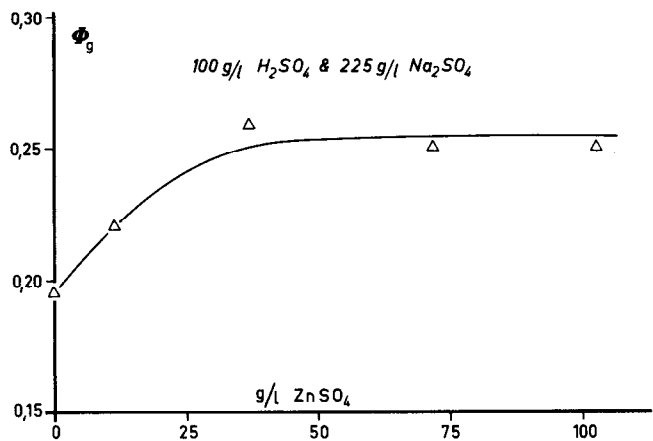
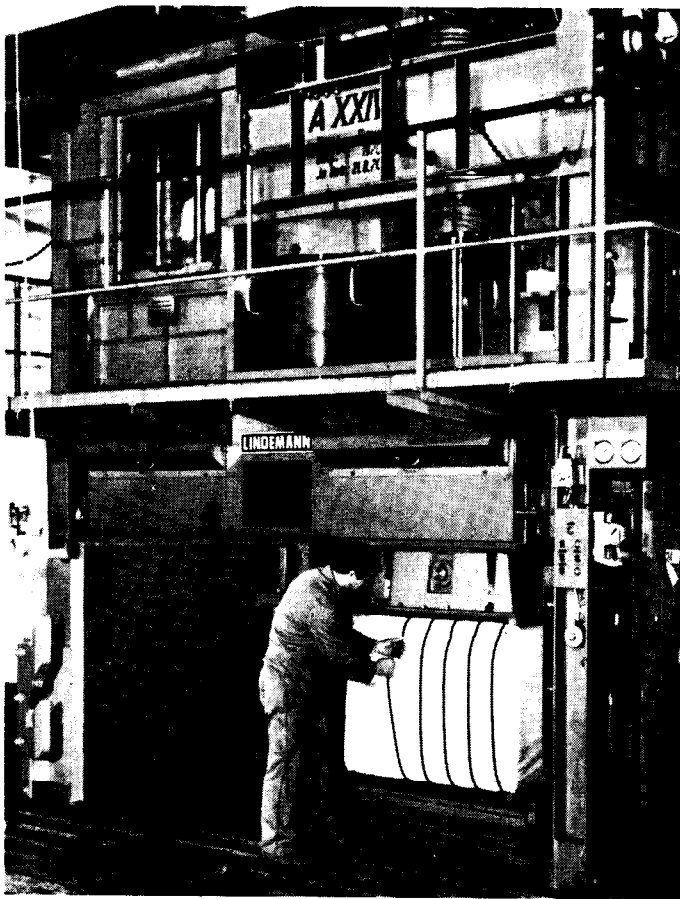


Abb. 5: Änderung des Grenzverzugswertes mit steigendem Zinksulfatzusatz zum Spinnbad ($t = 45^\circ\text{C}$)

Mit dieser Oberdruckpresse erzielen Sie erstklassige Preßergebnisse



Ballenpresse BUNIC 10

LINDEMANN Ballenpressen stellen im 24-Stunden-Betrieb Leistungsfähigkeit und Betriebsicherheit unter Beweis. Die Materialzufuhr in die Presse erfolgt durch einen mechanischen Gabelspeiser. Der Antrieb durch selbstregelnde Axialkolben-Hochdruckpumpen hat sich in der Praxis bewährt. Das LINDEMANN Ballenpressen-Programm ist nach Größe und Leistung gestaffelt. Unser Prospekt informiert Sie ausführlich.



LINDEMANN

LINDEMANN KG – HYDR. PRESSEN – DÜSSELDORF
Erkrather Str. 401, Postf. 5229, Tel.: (02 11) 2 10 51, Telex: 08581318

nächst Φ_g erhöht, bei höheren Zusätzen diesen jedoch stark erniedrigt, bis ein unteres Plateau erreicht wird. In diesem Bereich kommt es unter geeigneten Bedingungen auch zu der von uns beobachteten Bildung von Hohlfasern¹⁴.

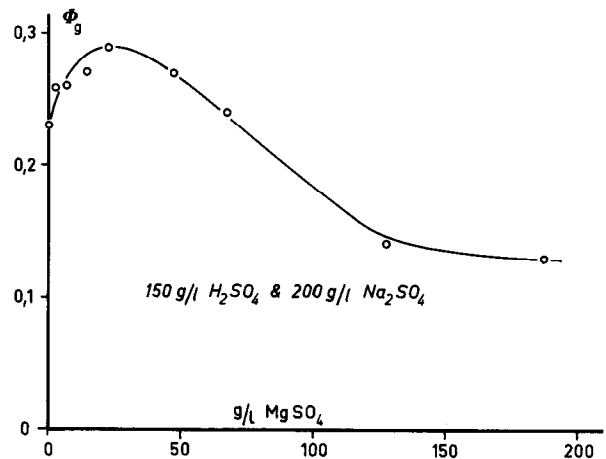


Abb. 6: Beeinflussung des Grenzverzugswertes durch steigende Magnesiumsulfatzusätze ($t = 45^\circ\text{C}$)

Der Grenzverzugswert Φ_g unter Kordspinnbedingungen

In einem weiteren Versuch wurde ermittelt, wie weit das in Abbildung 5 gezeigte Verhalten unter superkordähnlichen Spinnbedingungen zutrifft. Hierbei wurde gleichzeitig untersucht, wie Φ_g von der Austrittsgeschwindigkeit v_a des Viskosestrahls aus dem Düsenloch abhängt. In dem hier aktuellen $\dot{\gamma}$ -Bereich von etwa 10^3 bis 10^5 sec^{-1} soll die Beziehung $\Phi_g = \text{const. } \dot{\gamma}^a$ gelten.

Mit einem oberen Wert von $\dot{\gamma} \approx 10^5 \text{ sec}^{-1}$ sind wir ganz in der Nähe des Maximalwertes für die Strahlaufweitung $B^2 = 1/\Phi_g$ gekommen, ohne jedoch die nach Überschreiten von B^2 erfolgende „elastische Turbulenz“¹⁵ zu erreichen.

Abbildung 7 zeigt nun für verschiedene Austrittsgeschwin-

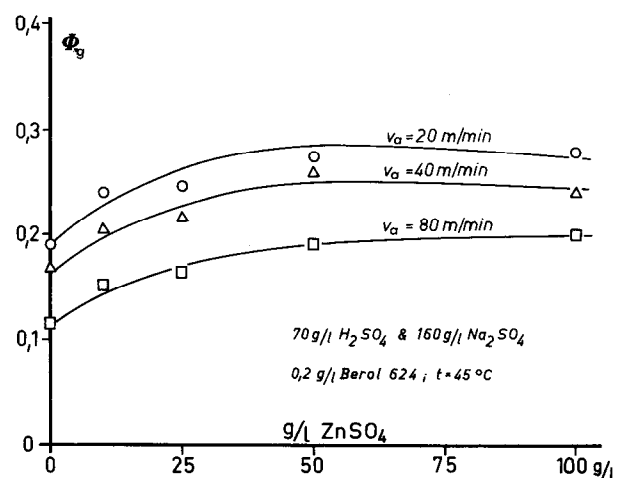


Abb. 7: Einfluß des Zinksulfatzusatzes auf den Grenzverzugswert unter superkordähnlichen Spinnbedingungen und Variation der Viskoseaustrittsgeschwindigkeit v_a (Düsenlochdurchmesser, konstant = $65 \mu\text{m}$)

digkeiten v_a den vom Zinkgehalt beeinflussten Grenzverzugs-
wert Φ_g unter superkordähnlichen Spinnverhältnissen. Wir
sehen, daß die Kurvenzüge im wesentlichen mit Abbildung 3
übereinstimmen und daß für eine technisch normale Aus-
spritzgeschwindigkeit des Viskosestrahls von 26 m/min ein
 Φ_g von $\approx 0,27$ resultiert. Nach der einleitend genannten Be-
rechnung würde dies für $\Phi = 0,65$ eine „wahre“ Düsen-
verstreckung von 136 % ergeben. Die wirkliche Deforma-
tionsverstreckung am Gelfaden dürfte jedoch gemäß den
vorhin angestellten Überlegungen wesentlich kleiner sein.

Die Vororientierung des Gelnetzes

Die in der Einleitung hervorgehobenen Einflüsse des Ver-
zugs rühren offenbar von einer Beeinflussung der Gel-
struktur im Frühstadium ihrer Entstehung her; im wesent-
lichen handelt es sich wahrscheinlich um eine Vororientie-
rung des Gelnetzes.

Einen derartigen Einfluß auf die Feinstruktur der Gelfäden
konnten auch G r ö b e und G e n s r i c h ¹⁶ im Elek-
tronenmikroskop nachweisen.

Ein anderer Weg, um Einblicke in die Gelstruktur zu erhal-
ten, ist die Bestimmung der mittleren Porengröße der Gel-
struktur durch Bestimmung des inakzessiblen Wassers mit
Hilfe der *solute-exclusion*-Methode (vgl. ¹⁷). Solche Messun-
gen wurden bei konstanter Gesamtverstreckung $S \cdot \Phi$, bei
konstantem Φ (Variation von S) und bei konstantem S (nie-
dere und hohe Verstreckung), das heißt also bei variieren-
dem Φ (im Bereich $\Phi = 0,38$ bis 1,40), durchgeführt.

Wird die Gesamtverstreckung $S \cdot \Phi$ konstant gehalten, so
ändert sich die mittlere Porengröße mit steigender Nachver-
streckung S relativ geringfügig in dem Sinne, daß eine Ver-
dichtung der Struktur eintritt ¹⁸. Eine stärkere Verdichtung
wurde nun, wie erwartet, beobachtet, wenn man bei kon-
stantem Φ die Nachverstreckung erhöht (Abb. 8).

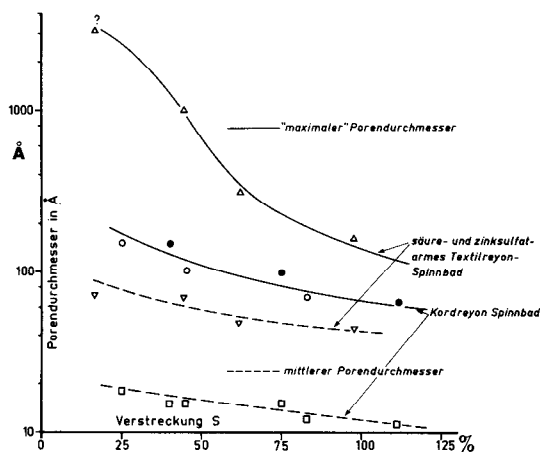


Abb. 8: Änderung des maximalen wie des mittleren Porendurch-
messers (in Å) des nichtgetrockneten Zellulosegels mit
steigender Nachverstreckung S unter Textilreyon- und
Kordreyon-Spinnbedingungen, ermittelt nach der *solute-
exclusion*-Methode mit Hilfe indifferenten Moleküle von
bekanntem hydrodynamischem Durchmesser

Die prozentuelle Abnahme des mittleren Porendurchmessers
scheint ziemlich unabhängig vom Spinnverfahren zu sein,
während der maximale Porendurchmesser natürlich viel stär-
ker im lockeren Netz eines Textilreyongels mit steigender
Verstreckung als in der dichten Netzstruktur eines Super-
kordfadens abnimmt.

Zusammenfassend können wir also feststellen, daß sich in
zinkfreien bzw. zinkarmen Spinnbädern zunächst eine sehr
lockere Gelnetzstruktur ausbildet, die sich bei steigender
Verstreckung stark verdichtet, insbesondere im Gebiet von
30 bis 75 % Verstreckung, wo man auch eine deutliche Zu-
nahme der Festigkeit und eine Abnahme der Dehnung be-
obachtet. Die mittlere Porengröße wird jedoch nur mäßig
beeinflusst, was die Deutung zuläßt, daß in der Hauptsache
die großen Hohlräume zu Spalten verzogen werden, wo-
durch deren Zugänglichkeit für die großen Moleküle stark
abnimmt. Diese Vorstellung wird auch durch die erwähnten
elektronenmikroskopischen Untersuchungen gestützt ¹⁶.

Beim Modifier-Spinnen in stark zinksulfathaltigen Bädern
ist - wie wir bereits an Regeneratfilmen nach der Glasplatten-
methode feststellen konnten ¹⁸ - die Gelstruktur von Haus
aus viel dichter, weshalb bei steigender Verstreckung auch
die Abnahme des „maximalen Porendurchmessers“ geringer
ist.

Wie schon in einer älteren Voruntersuchung ¹⁹ erwähnt, exi-
stiert offenbar noch ein mikroskopisches Porensystem, das
für Glukosemoleküle unzugänglich ist, bzw. noch Wasser,
das in amorphe Bereiche und an Kristallitgrenzflächen ge-
bunden ist. Wenngleich die Meßgenauigkeit nicht ausreicht,
um hierüber gesicherte Aussagen zu machen, so hat es doch
den Anschein, daß auch hier eine Tendenz zur Abnahme
mit steigender Verstreckung besteht.

Die Auswertung der Messungen bei variierendem Verzug im
Intervall $\Phi = 0,38$ bis 1,4 zeigten, daß auch hier sowohl die
primäre Gelquellung (Änderung des Quellwertes 6 bis 8 %) als
auch der maximale wie der mittlere Porendurchmesser mit
steigendem Verzug abnehmen (etwa um 8 bis höchstens
25 %). Somit übt der steigende Verzug, wenngleich in gerin-
gerem Ausmaß (!), einen ähnlichen Einfluß auf die Gelstruk-
tur aus wie eine steigende Nachverstreckung. Die Einfluß-
nahme rührt offenbar von jenen Verzugsanteilen her, die
eine reelle Streckung des Gelfadens bewirken. Diese Annah-
me wird auch noch dadurch gestützt, daß Indikationen vor-
liegen, daß anscheinend die Änderung des mittleren Poren-
volumens stärker ist, sobald ein Verzugswert von etwa 0,8
überschritten wird.

Der Einfluß des Verzugs auf die Kordeigenschaften

Bekanntlich kann man bei gleichgehaltenem Titer, gleicher
Abzugsgeschwindigkeit, Nachverstreckung und Viskose-
förderung den Verzug durch Änderung der Düsenlochweite
variieren. Durch Anwendung speziell gewählter und gefertig-
ter Spinndüsen ²⁰ variierten wir in einem Superkordspinn-
programm den Verzug zwischen $\Phi = 0,5$ und 1,4 unter prak-
tischer Konstanz der übrigen Parameter einschließlich des
Fadentiters.

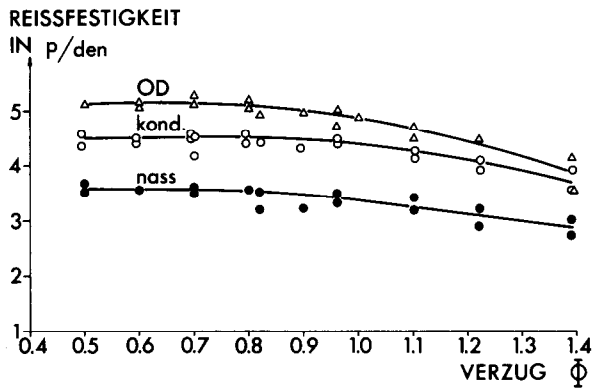


Abb. 9: Änderung der Reißfestigkeit eines Laboratoriums-Kordreyons mit Änderung des Verzugs Φ bei konstantem Titer

Das Ergebnis zeigen die Abbildungen 9 und 10. Die Reißfestigkeit ist auch hier im Bereich von $\Phi < 1$ (sog. „negativer Verzug“) am höchsten; das Maximum liegt im Bereich von $\Phi \approx 0,6$ bis $0,8$. Bei positiven Verzugs-werten ($\Phi > 1$) nimmt insbesondere die OD-Festigkeit merkbar ab. Die Trockendehnung erreicht im Bereich von $\Phi \approx 0,8$ bis $1,0$ ihren Höchstwert, während die Naßdehnung bei $\Phi \approx 0,6$ ihr Maximum erreicht.

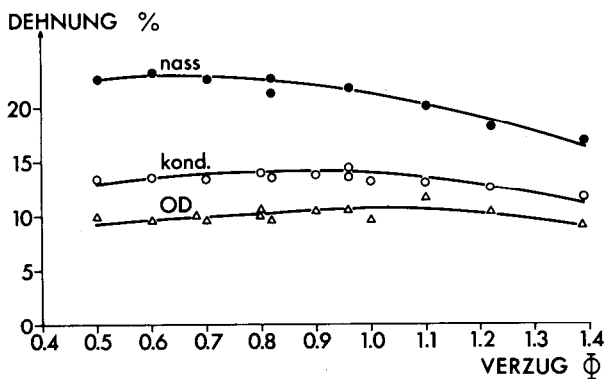


Abb. 10: Änderung der Reißdehnung eines Laboratoriums-Kordreyons mit Änderung des Verzugs Φ bei konstantem Titer

Zusammenfassung

Die bekannte Tatsache, daß der Verzug eine Reihe textiler Eigenschaften mitbestimmt, wird am Beispiel des Reifenkordreyons verifiziert. Durch Anwendung genau abgestimmter Spinn-düsen wurde der Verzug bei Konstanthaltung der übrigen Parameter variiert. Auch im Falle der Kordspinnung ergibt sich ein Verhalten, das den von Rauch u. Harms erhaltenen Ergebnissen bei Textilreyon ziemlich ähnlich ist. Für die hier gesponnenen Laboratoriumskordgarne bedeutet dies, daß die Trockenreißfestigkeit bei Verzugs-werten zwi-

schen etwa 0,6 und 0,8 ihren Höchstwert erreicht. Das Maximum der Dehnung für verschiedene Feuchtigkeitswerte liegt ebenfalls bei Φ -Werten von < 1 . Die Ursachen für den Einfluß des Verzugs sind offenbar in einer Beeinflussung der Primärgelstruktur zu suchen. Dies wird auch durch eine Untersuchung der Porenstruktur des Zellulosegels bestätigt.

Literatur:

- 1) Vgl. K. Götzke: „Chemiefasern nach dem Viskoseverfahren“; Bd. 3.A., S. 558, Springer-Verlag, Berlin 1967
- 2) A. Kämpf: Kunstseide **9**, 361, 419 (1927)
- 3) W. Barnitzke u. J. George: Faserforsch. u. Textiltechn. **14**, 294 (1963)
- 4) Vgl. F.R. Smith: Appl. Polym. Symposia **6**, 79 (1967); E. Treiber: Lenzinger Berichte, Heft 18, S. 3 (1965); K. Wulf, B. Philipp, G. Mann u. R. Kapelle: Faserforsch. u. Textiltechn. **23**, 14 (1972)
- 5) A.T. Serkov u. N.P. Kručinin: Sowjet. Beiträge zu Faserforsch. u. Textiltechn. **9**, 17 (1972); Ch.D. Han u. L. Segal: J. Appl. Polym. Sci. **14**, 2973, 2999, (1970)
- 6) H.L. Bredée: Chem. Wkbl. **30**, 51 (1933)
- 7) H. Klare u. A. Gröbe: Faserforsch. u. Textiltechn. **6**, 97 (1955)
- 8) P.H. Hermans u. A.J. de Leeuw: „Dicke isotrope Modellfäden, erhalten durch den Ausfluß von Viskose aus einer Glaskapillare in ein Ammoniumsulfatfällbad“; Kolloid-Z. **81**, 300 (1937)
- 9) H. Klare u. A. Gröbe: Faserforsch. u. Textiltechn. **8**, 310 (1957)
- 10) Vgl. J. Schurz: „Viskositätsmessungen an Hochpolymeren“; Kohlhammer-Verlag, Stuttgart 1972
- 11) H. Rauch u. J. Harms: Zellwolle, Kunstseide, Seide **47**, 282 (1942)
- 12) H. Rauch: Jentgen's Kunstseide u. Zellwolle **24**, 14 (1942) W.A. Sisson: Text. Res. J. **30**, 153 (1960)
- 13) E. Treiber: Chemiefasern **17**, 344 (1967)
- 14) E. Treiber u. D. Ehrengård: Schwed. Patentanmeldung 1272/72 vom 3. 2. 1972: siehe auch: E. Treiber u. D. Dumbleton: Das Papier **26**, 817 (1972)
- 15) A.T. Serkov u. R.V. Egorova: Sowj. Beiträge zu Faserforsch. u. Textiltechn. **9**, 241 (1972)
- 16) A. Gröbe u. H.J. Gensrich: Faserforsch. u. Textiltechn. **21**, 67 (1970)
- 17) J.E. Stone u. A.M. Scallan: Tappi **50**, 496 (1967); Pulp and Paper Mag. of Can. **69**, 288 (1968); Cellulose Chem. Technol. **3**, 342 (1968); J.E. Stone, A.M. Scallan u. B. Abrahamson: Sv. Papperstidn. **71**, 687 (1968)
- 18) E. Treiber u. B. Abrahamson: Cellulose Chemistry & Technology **4**, 137 (1970)
- 19) J.E. Stone, E. Treiber u. B. Abrahamson: Tappi **52**, 108 (1969)
- 20) Die Sonderanfertigung verdanken wir der Firma Spinn-düsen-fabrik Gröbzig, Gröbzig/Bez. Halle

Einige Probleme des Erspinnens von Polyacrylnitrilfaserstoffen

Dr. S. Hartig, Dipl.-Chem. E. Peter, Dipl.-Ing. W. Dohrn
VEB Chemiefaserwerk „Friedrich Engels“, Premnitz, DDR

In einem allgemeinen Überblick über den derzeitigen Entwicklungsstand bei der Erspinnung von Polyacrylnitrilfaserstoffen werden die Gründe für die Vielfältigkeit der einzelnen Polyacrylnitrilfaserstoff-Typen diskutiert. Die Einschätzung basiert auf den großtechnisch genutzten Polymerisations- und Spinnprinzipien unter Verwendung verschiedener Lösungsmittel.

Aus praktischer Sicht erfolgt eine Beurteilung und Wertung des Spinnverhaltens und die daraus resultierenden technologischen Konsequenzen. Die Rolle der maximalen Düsenabzugsgeschwindigkeit und die Korrelation zwischen den Spinnprozeßparametern und den Faserstoffeigenschaften werden in einigen ausgewählten Beispielen dargelegt.

Abschließend werden einige Vorstellungen über die Zukunft des Naßspinnens von Polyacrylnitrilfaserstoffen zum Ausdruck gebracht.

In a general review about the present stage of development in spinning of polyacrylonitrile fibres the reasons for the multiplicity of individual kinds of polyacrylonitrile fibres are discussed. The evaluation is based on industrially used polymerization and spinning methods using different solvents.

Estimation and valuation of the spinning behaviour and the resulting technological conclusions are given from a practical view.

In some selected examples the roll of the maximum speed of the spinneret drawing off and the correlation between spinning process parameters and fibre characteristics are explained.

lich darin begründet, daß bei den Polyacrylnitrilfaserstoffen in weit höherem Maße als bei anderen Synthesefaserstoffen die Material- und Prozeßparameter chemische und technologische Variationen erlauben bzw. erfordern, die schließlich zu etwa zwanzig voneinander unabhängigen und großtechnisch genutzten Produktionstechnologien mit einer derzeitigen Weltkapazität von nahezu 1,2 Millionen Tonnen pro Jahr führten.

So werden zum Beispiel in der Phase der Herstellung des faserbildenden Makromoleküls bereits eine Vielzahl chemischer und technologischer Varianten benutzt. Die chemische Zusammensetzung kann sowohl hinsichtlich des Anteils an einpolymerisiertem Acrylnitril als auch bezüglich Art und Menge der verwendeten Comonomeren über eine weite Skala von Möglichkeiten variiert werden. Daneben bieten die Polymerisationstechnologie - Fällungspolymerisation oder Lösungspolymerisation in verschiedenen Lösungsmitteln - sowie Polymerisationshilfs- und -zusatzstoffe, aber auch das Mischen unterschiedlicher Polymerer oder Spinnlösungen weitere in der Praxis genutzte Möglichkeiten zur Modifizierung des Herstellungsprozesses und damit der Stoffeigenschaften.

Die Spinnlösungsherstellung selbst kann direkt (Lösungspolymerisation) oder indirekt über Zwischenstufen (Fällungspolymerisation) unter Verwendung anorganischer oder organischer Lösungsmittel oder Lösungsmittelkombinationen erfolgen. Auf Basis anorganischer Lösungsmittel hergestellte Spinnlösungen enthalten geringere Polymerkonzentrationen und besitzen demzufolge im allgemeinen geringere Spinnproduktivitäten. Anorganische Lösungsmittel komplizieren in den meisten Fällen den technologischen Prozeß der Lösungsmittelrückgewinnung, erfordern korrosionsbeständige Ausrüstungen und sind für die Trockenspinntechnologie ungeeignet.

Die heute großtechnisch genutzten Polymerisations-, Spinn- und Lösungsmittelvarianten sind schematisch in Tabelle 1 dargestellt, wobei der Anteil der einzelnen Lösungsmittel an der derzeitigen Weltproduktion von Polyacrylnitrilfaserstoffen den in Tabelle 2 aufgeführten Schätzwerten nahekommen dürfte. Die historisch und technologisch bedingte führende Stellung des Dimethylformamids als universelles Lösungsmittel für die Polyacrylnitrilfaserstoffherstellung dürfte sich auch in Zukunft bestätigen. Neben den technologischen Anwendungsmöglichkeiten bei Fällungs- und Lösungspolymerisaten (Lösungspolymerisation in DMF) und der Anwendung sowohl bei der Trocken- als auch bei der

1. Allgemeiner Entwicklungsstand

Unter den drei dominierenden Synthesefaserstoffen, den Polyester-, Polyamid- und Polyacrylnitrilfaserstoffen, sind die letzteren die in sich heterogenste Kategorie. Ihre einzelnen Typen unterscheiden sich material- und prozeßbedingt teilweise beträchtlich in den objektiven (Stoff- und Verarbeitungs-) und subjektiven (Repräsentations- und Gebrauchs-)Eigenschaften. Diese Entwicklung ist hauptsäch-

Tabelle 1

Polymerisationsprinzip	Fällungspolymerisation		Lösungspolymerisation	
Spinnprinzip	trocken	naß	trocken	naß
Lösungsmittel	DMF	DMF DMA AC HNO ₃ NaSCN	DMF	DMF DMS NaSCN ZnCl ₂

- DMF - Dimethylformamid
- DMA - Dimethylacetamid
- DMS - Dimethylsulfoxid
- AC - Äthylencarbonat

Tabelle 2

org. Lösungsmittel	70 %	anorg. Lösungsmittel	30 %
davon DMF	39 %	davon NaSCN	18 %
DMA	27 %	ZnCl ₂	3 %
DMS	3 %	HNO ₃	9 %
ÄC	1 %		

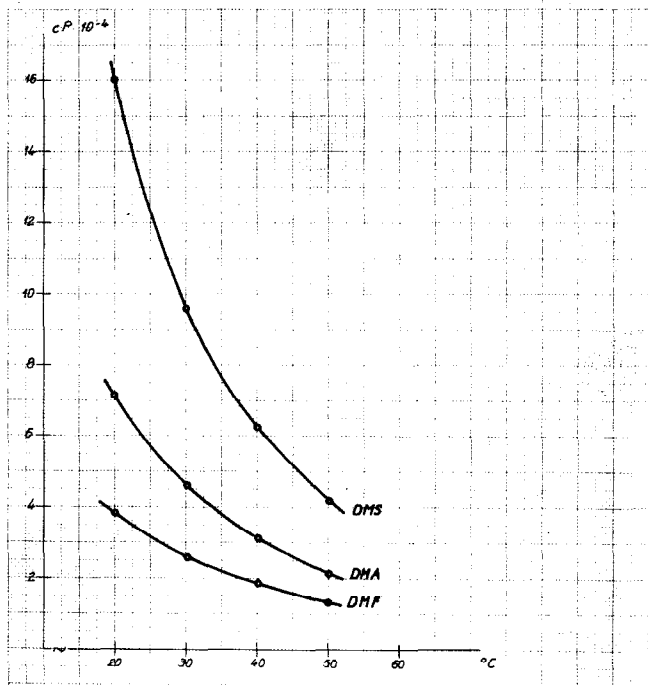


Abb. 1: Die Abhängigkeit der Spinnlösungviskosität von der Art des Lösungsmittels (c = 22,3 %; p = 50 g/cm³)

Naßspinntechnologie besitzt Dimethylformamid den technologisch beachtlichen Vorteil, daß DMF-Spinnlösungen unter vergleichbaren Bedingungen wesentlich geringere Viskositäten aufweisen als gleichkonzentrierte Lösungen in Dimethylsulfoxid oder Dimethylacetamid (Abb. 1). Außerdem ist Dimethylformamid leicht und rentabel herzustellen und zu regenerieren.

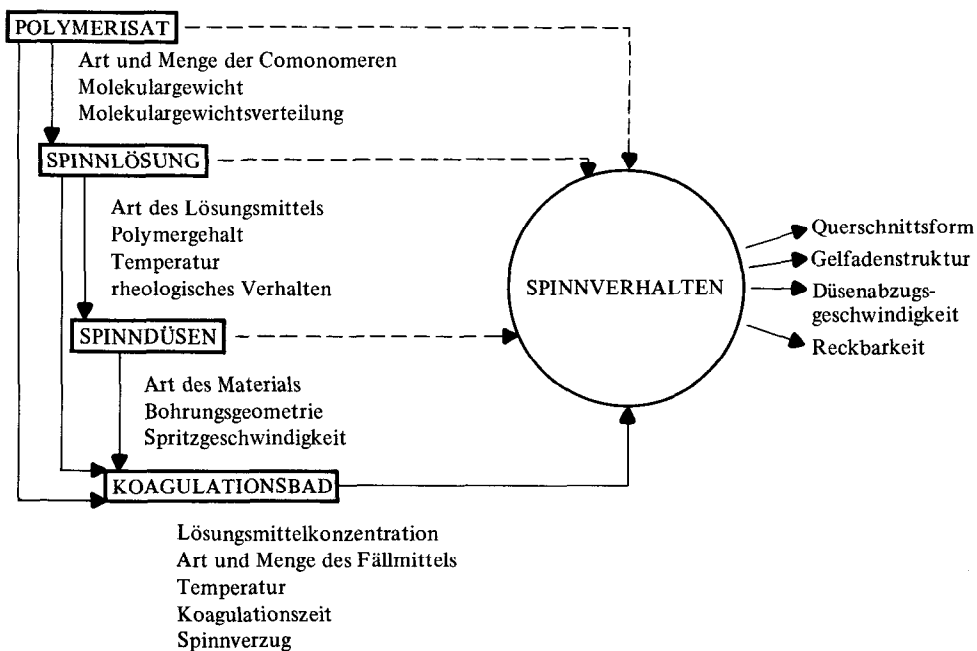
Ohne eine Wertung vornehmen zu wollen darf man bei einem Vergleich der Trocken- und Naßspinntechnologie einschätzen, daß in den letzten zehn Jahren aus den verschiedensten Gründen ein Entwicklungstrend zugunsten des Naßspinnens ersichtlich ist, unabhängig von den aus beiden Verfahren resultierenden unterschiedlichen qualitativen Faserstoffeigenschaften. Gerade das Naßspinnen, das heute bis auf ganz wenige Ausnahmen als Lösungsmittel-Wasser-Spinnverfahren angewendet wird, bietet in seinen verschiedenen technologischen Ausführungsformen zahlreiche Möglichkeiten zur Erzielung einsatzspezifischer Eigenschaften und zeichnet sich durch hohe Arbeitsproduktivitäten aus.

Im folgenden wollen wir versuchen, einige ausgewählte, insbesondere den Praktiker und Faserhersteller interessierende Probleme des Naßspinnens von Polyacrylnitrilfaserstoffen aus DMF-Lösungen zu diskutieren.

2. Das Spinnverhalten

Die Frage des Spinnverhaltens (Spinnbarkeit, Spinnigkeit) einer Lösung ist eines der Grundprobleme der Faserstoffherstellung. Während das Polymerisationsverhalten mit chemischen und physikalischen Methoden ausreichend objektiv beurteilt werden kann (kinetischer Ablauf, Charakterisierung der Qualität des Polymerisates), ist das Spinnverhalten weitgehend von der subjektiven Einschätzung des Spin-

Tabelle 3: Einfluß und Zielgrößen des Spinnverhaltens



ners mit der Feststellung eines guten, normalen oder schlechten Spinnverlaufes abhängig. Indirekt läßt sich das Spinnverhalten des Elementarfadenverbandes - mit gewissen Einschränkungen - aus dem Lauf in den nachfolgenden Prozeßstufen und aus den Qualitäten des Finalproduktes abschätzen, ohne jedoch damit konkrete Aussagen ableiten zu können.

Das Spinnverhalten selbst ist eine Funktion der Material- und Prozeßparameter der technologisch vorausgelagerten Verfahrensstufen mit zahlreichen Einflußgrößen, die für das Naßspinnverfahren in Tabelle 3 dargestellt sind. Art und Eigenschaften des Polymeren, der Spinnlösung und der Spinndüsen wirken sekundär und über die Koagulationsbedingungen primär auf das Spinnverhalten, das unter dieser Betrachtungsweise schließlich ein Koagulationsproblem darstellt. Während das Spinnverhalten bei der Trockenspinn-technologie mehr unter den technisch-technologischen Gesichtspunkten der laufenden Aufkonzentration der Spinnlösung durch das Verdampfen des Lösungsmittels während des Spinnprozesses zu sehen ist - die Art der Comonomeren für den Spinnprozeß an sich ist hier von untergeordneter Bedeutung - spielen beim Naßspinnprozeß vorwiegend physiko-chemische Prozesse (Lösungsmittel - Fällmittel - Diffusion, Solvatation usw.) eine entscheidende Rolle. Nach eigenen Erfahrungen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Querschnittsform, die Gelfadenstruktur, die Düsenabzugsgeschwindigkeit und die Reckbarkeit der koagulierten Fäden als Ziel- bzw. Charakterisierungsgrößen für das Spinnverhalten in Betracht zu ziehen. Diese Kriterien sind bei weitgehend konstanten Materialparametern - wie das bei großtechnischen Verfahren der Fall ist - ein gutes Maß für die Spinnbarkeit. Art und Menge der Comonomeren, unterschiedliche Spinnlösungskonzentrationen usw. können den Koagulationsprozeß jedoch derart beeinflussen, daß eine Fehleinschätzung des Spinnverhaltens resultiert, sofern nicht die Koagulationsbedingungen auf die vorausgehenden Einflußgrößen optimiert werden. Bekanntlich kann zum Beispiel durch den solvatisierenden Einfluß sulfonatgruppenhaltiger Comonomerer, durch den Feststoffgehalt der Lösung, durch Temperatur und Konzentration des Koagulationsbades, um nur einige Beispiele zu nennen, die Koagulationskinetik derart verändert werden, daß völlig verschiedene Faserstoffqualitäten erhalten werden. Die Polyacrylnitrilfaserstoffproduzenten, die das DMF-Wasser-Spinnverfahren anwenden, arbeiten daher mit unterschiedlichen Koagulationsbedingungen, die - oftmals empirisch ermittelt - für das jeweilige Polymere die günstigste Koagulation ermöglichen. Selbstverständlich sind hierbei auch Rentabilitätsprobleme der DMF-Rückgewinnung zu berücksichtigen.

Polyacrylnitrilfaserstoffe aus DMF-Lösungen erspinnt man im allgemeinen bei Koagulationsbadkonzentrationen von 40 bis 60 Prozent DMF und Temperaturen von 15 bis 30°C. Ein sulfonatgruppenhaltiges Lösungspolymerisat zeigt unter diesen Bedingungen ersponnen im Gelzustand den in Abbildung 2 dargestellten hohlraum- und kapillarfreien Fadenquerschnitt. Die gleiche Spinnlösung, jedoch mit geringer Polymerkonzentration und bei Koagulationsbadtemperaturen von 70°C, ergibt Fäden mit völlig poröser Struktur (Abb. 3), die in den nachfolgenden Prozeßstufen (Reckung,

Trocknung) vermindert, jedoch nicht beseitigt werden kann. Das wird eindeutig aus elektronenmikroskopischen Aufnahmen der gereckten und getrockneten Fäden ersichtlich (Abb. 2a und 3a). Dieses Beispiel soll die Schlüsselstellung des Koagulationsprozesses für die Qualitäten des Finalproduktes und die vielseitigen in Tabelle 3 dargestellten Wechselbeziehungen und -wirkungen der Einflußgrößen zum Ausdruck bringen. Als relativ einfache Untersuchungsmethoden für die Ermittlung der Gelfadenstruktur bieten sich neben licht- und elektronenmikroskopischen Prüfungen dilatometrische Porositäts- und Phenolsorptionsmessungen an.

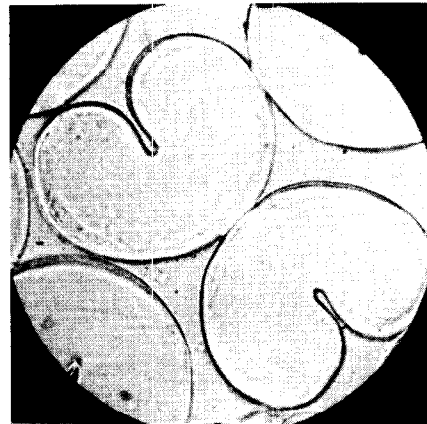


Abb. 2

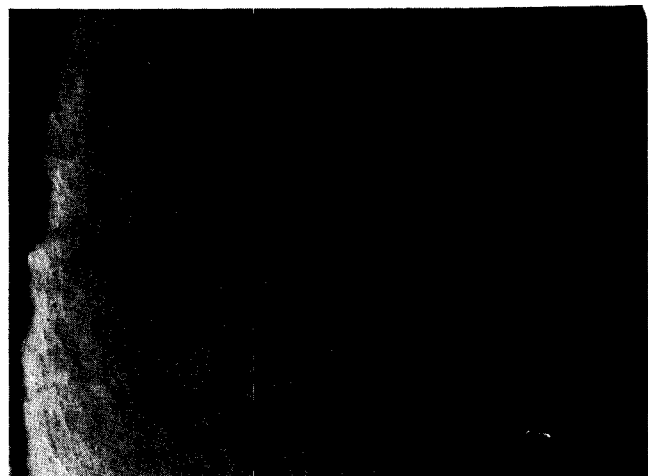


Abb. 2a

3. Die Düsenabzugsgeschwindigkeit

Die Düsenabzugsgeschwindigkeit ist sowohl ein Kriterium für das Spinnverhalten wie auch von praktischer Bedeutung für die Produktivität des Spinnprozesses und damit der Anlagenkapazität. Die Düsenabzugsgeschwindigkeiten beim DMF-Naßspinnen liegen in großtechnischen Anlagen zwischen 6 und 10 m/min bei Einsatz von Spinndüsen, deren Bohrungszahlen in Abhängigkeit vom zu erspinnenden Elementarfadentiter zwischen etwa 6000 und 60 000 liegen. Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt des Koagulationsbades

in der Lösungspolymerisations-/DMF-Wasser-Spinnanlage des Chemiefaserwerkes Premnitz, in der u.a. 60 000-Loch-Edelmetallspindüsen der VEB Spindüsenfabrik Gröbzig bei Bandstrahngeschwindigkeiten von über 55 m/min eingesetzt werden.

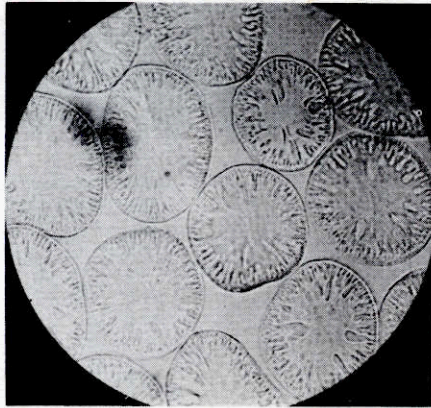


Abb. 3

Vorgänge ist in verschiedenen Publikationen eingehenden theoretischen Überlegungen unterzogen worden¹⁻⁸.

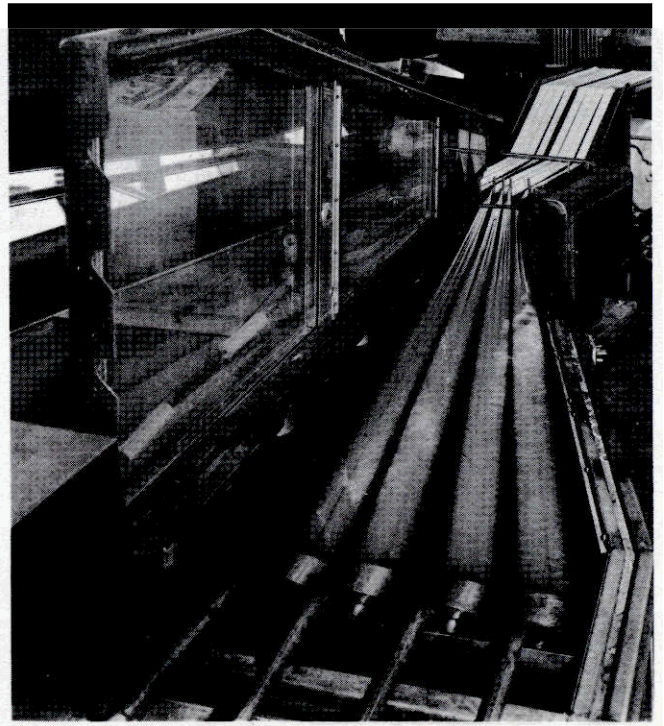


Abb. 4

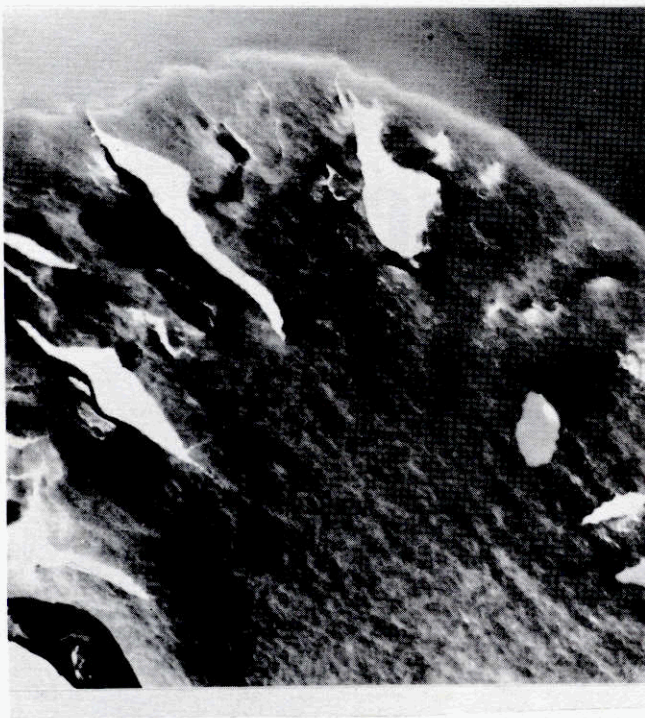


Abb. 3a

Für das Spinnverhalten ist neben dem Düsenmaterial und der Bohrungsqualität die Geometrie der Bohrungsverteilung über die Spindüsenoberfläche von Bedeutung. Eigene Untersuchungen haben ergeben, daß auch Bohrungszahlen von über 80 000 bei unveränderter Spindüsenoberfläche durch gezielte geometrische Bohrungsverteilung einen wandfreien Koagulationsprozeß ermöglichen und größtenteils mit guten Ergebnissen verwendbar sind.

Die Korrelation zwischen Art und Qualität der Spindüsenbohrungen und dem Koagulationsprozeß und der dabei zu berücksichtigenden physikalischen und physiko-chemischen

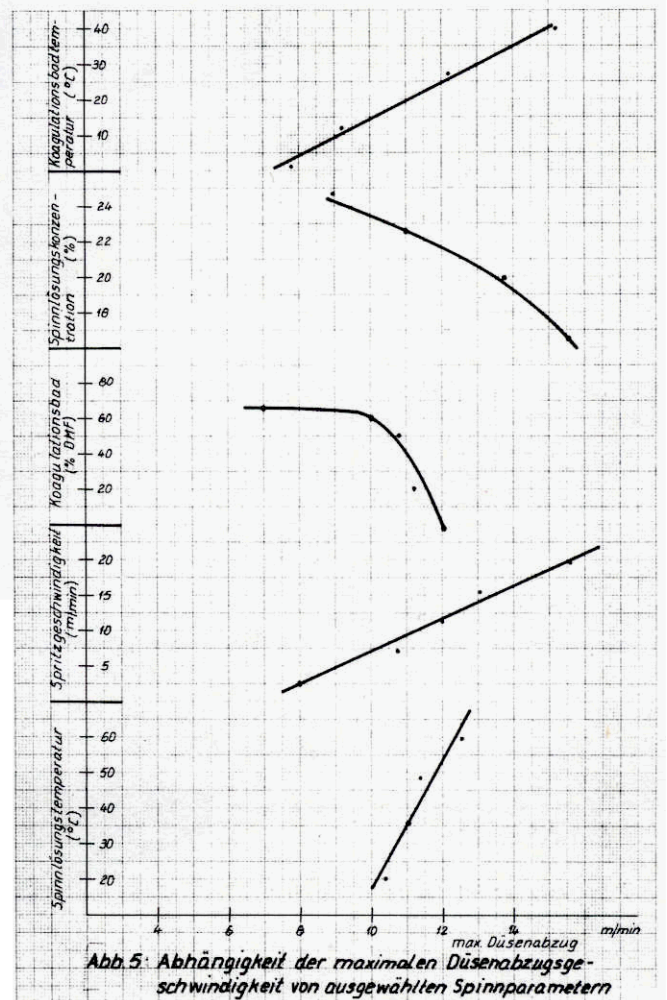


Abb. 5: Abhängigkeit der maximalen Düsenabzugsgeschwindigkeit von ausgewählten Spinnparametern

Die unter Standard-Spinnbedingungen ermittelte maximale Düsenabzugsgeschwindigkeit, die vorteilhaft an Laborspinnapparaturen mit Spinndüsen relativ geringer Bohrungszahlen geprüft wird, steigt zum Beispiel innerhalb der in der Praxis üblichen Grenzwerte mit Erhöhung der Koagulationsbadtemperatur und Erniedrigung der Spinnlösungsviskosität.

Die Problematik der Spinnbedingungen ist in zahlreichen Referaten behandelt und diskutiert worden⁹⁻²⁵.

In Abbildung 5 sind einige Tendenzen der Abhängigkeit der maximalen Düsenabzugsgeschwindigkeit von ausgewählten Spinnparametern einer DMF-Lösungspolymerisat-Spinnlösung dargestellt.

Eine interessante Variante zur entscheidenden Erhöhung des Spinndüsenabzuges ist gegeben, wenn DMF-Konzentrationen im Koagulationsbad von etwa 80 Prozent angewendet werden. Auf Grund experimenteller Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß zwischen einer DMF-Konzentration von 77 bis 82 Prozent je nach Art und Konzentration der Comonomeren im Ausgangsmaterial und Einhaltung einer Konzentrationstoleranz von $\pm 1,5$ Prozent DMF kreisrunde, völlig kompakte Fäden (Abb. 6) mit her-

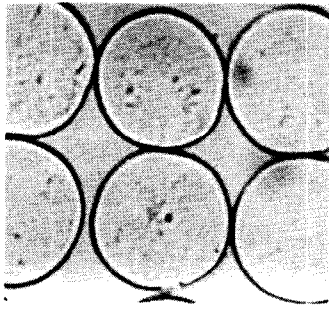


Abb. 6

vorragehenden textilphysikalischen Eigenschaften und Elementarfadenfeinheiten bis herunter zu 0,2 Denier erhalten werden. Die Ursachen dieser an sich nicht zu erwartenden Erscheinung sind in einem völlig anderen Koagulationsmechanismus gegenüber dem „klassischen“ Naßspinnen zu suchen⁹. Die erreichbaren Düsenabzugsgeschwindigkeiten liegen bis 30 m/min. Die Zukunft wird erweisen, inwieweit es gelingt, das Spinnverhalten in derartig engen Toleranzen der Konzentration zu beherrschen, um eine großtechnische Anwendung mit Spinndüsen hoher Bohrungszahlen zu ermöglichen.

4. Spinnprozeßparameter und Faserstoffeigenschaften

Die Bedeutung der Spinnprozeßparameter für den Koagulationsprozeß und die Gelfadenstruktur sowie die daraus resultierenden Konsequenzen für die nachfolgenden Prozeßstufen und die Faserstoffqualität des Finalproduktes wurden bereits erwähnt.

Aus der Vielzahl der zwischen den Spinnbedingungen und den Faserstoffeigenschaften ableitbaren Korrelationen soll nachfolgendes Beispiel herausgegriffen werden, das gleichzeitig zeigen soll, wie zielgerichtete Optimierungen mit den Methoden der statistischen Versuchsplanung möglich sind. Die in Laboruntersuchungen gefundenen (linearen) Zusammenhänge zwischen verschiedenen Einfluß- und Zielgrößen konnten als mathematisches Modell unter den Bedingungen einer Produktionsanlage bewiesen werden.

Hierbei wurden die Einflußgrößen Koagulationstemperatur (x_1), Koagulationsbadkonzentration (x_2), Spinnlösungsviskosität (x_3), Reckbadtemperatur (x_4) und Reckbadkonzentration (x_5) in praxisnahen Grenzen (oberes und unteres Niveau) unter Verwendung eines 2^{5-2} -Versuchsplanes variiert und mit einigen ausgewählten Zielgrößen die in Tabelle 4 aufgeführten Regressionsgleichungen ermittelt.

Ohne diese Methodik überbewerten zu wollen und die auftretenden Schwierigkeiten, z.B. hinsichtlich komplexer Erfassung aller Einflußgrößen, zu unterschätzen, glauben wir doch hierin Möglichkeiten und Ansatzpunkte zu sehen, um in Zukunft eine Prozeßkontrolle auf mathematischer Basis, beginnend bei den Polymerisationsrohstoffen bis hin zu den Faserstoffqualitäten, zu erreichen.

5. Modifizierung des Naßspinnverfahrens

In den letzten Jahren sind verschiedene modifizierte Technologien des Naßspinnverfahrens für Polyacrylnitrilfaserstoffe bekannt geworden, die jedoch unseres Wissens bisher noch nicht über den Versuchsmaßstab hinausgekommen sind.

Abgesehen von Koagulationsbadzusätzen zur Erreichung spezifischer Oberflächen- und/oder Struktureffekte der koagulierten Fäden und den zahlreichen technischen und technologischen Varianten der Spinndüsenart, -konstruktion und -anordnung ist in erster Linie das „Trocken-Naß“-Spinnverfahren mit einer Luft- bzw. Gasatmosphäre zwischen Spinndüse und Koagulationsbad mit dem Ziel wesentlich höherer Spinnengeschwindigkeiten zu nennen. Wir glauben jedoch, daß es in absehbarer Zeit kaum gelingen wird, die „Trocken-Naß“-Spinntechnologie auf die hochproduk-

Tabelle 4: Regressionsgleichungen $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5$

Zielgrößen y =	Koeffizienten der Einflußgrößen					
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Festigkeit	31,22	- 1,05	- 0,45	+ 0,37	+ 0,22	- 0,56
Dehnung	33,52	+ 2,4	- 1,05	+ 2,17	+ 1,62	+ 1,15
Schlingenfestigkeit	14,62	- 0,093	- 0,65	+ 0,191	+ 0,005	+ 0,36
Schlingenscheuerung	937,4	+ 43,6	- 290,6	- 6,4	+ 100,9	- 108,4
Dauerbiegung	22312,5	- 312,5	- 962,5	+ 1087,5	- 1412,5	- 637,5
Porenvolumen	0,010	- 0,0007	+ 0,002	+ 0,0007	+ 0,001	+ 0,0005
Farbstoffaufnahme	8,48	- 0,07	+ 0,42	- 0,37	+ 0,20	- 0,22

tive Stapelfaserherstellung mit hohen Bohrungsanzahlen der Spinnösen zu übertragen. Für die Erzeugung von Polyacrylnitril-Endlosfäden ist dieses Verfahren jedoch zweifellos von Interesse.

Demgegenüber wird die vom Trockenspinnverfahren her bekannte Herstellung von Polyacrylnitril-Bikomponentenfasern auch bei Naßspinnverfahren bereits praktiziert. Unseres Erachtens hat man jedoch hinsichtlich der Qualität der gewünschten stabilen, reversiblen dreidimensionalen Kräuselung noch kein Optimum erreicht. Während die chemisch-technologischen Probleme, z.B. die Auswahl geeigneter Copolymerer und die Behandlung der ersponnenen Fasern, gelöst zu sein scheinen, besteht nach wie vor die Schwierigkeit, die beiden benötigten Spinnlösungen möglichst getrennt bis an jedes einzelne Ösenloch zu transportieren - ein technisches Problem, dessen Lösung offensichtlich mit steigender Anzahl der Ösenbohrungen immer schwieriger wird. Es wurden eine Reihe von Alternativlösungen vorgeschlagen, die alle auf das Zulassen einer beschränkten Vermischung bereits vor der Ösenbohrung hinauslaufen, die damit aber auch zwangsläufig eine Verringerung des gewünschten Effektes zur Folge haben. Auf diesem Gebiet wird eine weitere intensive Bearbeitung erforderlich sein.

6. Perspektive des Naßspinnens

Die Technologie des Naßspinnens von Polyacrylnitrilfasern hat heute einen Entwicklungsstand erreicht, aus dem keine grundsätzlichen Neuerungen für die nächsten Jahre zu erwarten sind. Neben technischen Verbesserungen wird der Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten darin zu suchen sein, den Koagulationsprozeß weiter zu optimieren und technologische Voraussetzungen zur Produktion ausgewählter Spezialsortimente zu schaffen.

Unter Berücksichtigung der außerordentlich umfangreichen Patent- und Fachzeitschriftenliteratur und eigener Erfahrungen auf dem Gebiet des Naßspinnens von Polyacrylnitrilfasern lassen sich für die Zukunft folgende Entwicklungsthesen ableiten:

- weitere Erhöhung der Bohrungsanzahlen und Bohrungsqualitäten der Spinnösen, wobei sich allerdings vom gegenwärtigen Entwicklungsstand ausgehend bereits technische und technologische Grenzen abzeichnen;
- Verbesserung der Produktivität bzw. des Effektes der Bikomponentenfaserspinnung durch die Erarbeitung technischer Lösungen für Spinnösen mit hohen Bohrungsanzahlen;
- Verbesserung des Koagulationsprozesses durch Einsatz modifizierter, sauer reagierender Comonomerer;
- technisch-technologische Weiterentwicklung des „Luft-Naß“-Spinnens und Übertragung auf Spinnösen hoher Bohrungsanzahlen;
- Modifizierung des Spinnprozesses zur Erhöhung der Ösenabzugsgeschwindigkeit durch Ausnutzung gezielter Koagulationsmechanismen;
- Modifizierung der koagulierten Fäden durch Zusätze;

- Erreichung modifizierter Fadenquerschnittsformen und -strukturen.

Die Realisierung dieser Vorstellungen erfordert unseres Erachtens eine noch intensivere Zusammenarbeit der faserstoffherstellenden und -verarbeitenden Industrie unter zunehmender Integration der verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen, wobei die steigenden Bedürfnisse des Marktes und damit der Verbraucher hinsichtlich Qualität und Sortiment die jeweiligen Hauptrichtungen bestimmen sollten.

Unseren Mitarbeitern A. Peter, L. Steinert und W. Tretner danken wir für experimentelle Zuarbeiten, Herrn Dr. Müller, TU Dresden, für die Anfertigung der elektronenmikroskopischen Aufnahmen.

Literatur:

- 1) Chr. Bostwick; Text. Res. J. **32**, 819-824 (1962)
- 2) A.T. Serkov, E.V. Cerkasova; Khim. Volokna **6**, 35-36 (1965)
- 3) E.I. Sorokin, O.O. Nacinkin, K.E. Perepelkin; Sowj. Beitr. Faserforsch. Textiltech. **7**, 191-194 (1970)
- 4) A.T. Serkov, R.V. Egorova; Sowj. Beitr. Faserforsch. Textiltech. **9**, 241-243 (1972)
- 5) I. Vinogradov, V.D. Vichman, V.I. Strelces; Sowj. Beitr. Faserforsch. Textiltech. **6**, 458-460 (1969)
- 6) T.A. Serkov u. Mitarbeiter; Faserforsch. Textiltech. **19**, 129-133 (1968); **21**, 371-373 (1970)
- 7) A.P. Neverov, E.A. Paksver; Faserforsch. Textiltech. **23**, 119-122 (1972)
- 8) K.E. Perepelkin; Sowj. Beitr. Faserforsch. Textiltech. **5**, 281-292 (1968)
- 9) V. Gröbe, G. Mann; Faserforsch. Textiltech. **19**, 49-55 (1968)
- 10) M.P. Zverev, A.N. Baras; Sowj. Beitr. Faserforsch. Textiltech. **4**, 399-402 (1967)
- 11) J.P. Semenov u.a.; Sowj. Beitr. Faserforsch. Textiltech. **8**, 633-635 (1971)
- 12) S.I. Slepakova, B.E. Geller; Khim. Volokna **3**, 7-10 (1964)
- 13) M.S. Mezirov, V.A. Ovsjannikova; Sowj. Beitr. Faserforsch. Textiltech. **6**, 127-130 (1969)
- 14) T.I. Grisina, G.I. Micurina, E.A. Paksver; Khim. Volokna **4**, 13-15 (1959)
- 15) E.A. Paksver u.a.; Sowj. Beitr. Faserforsch. Textiltech. **5**, 345-349, 462-465 (1968)
- 16) V. Gröbe u. Mitarbeiter; Faserforsch. Textiltech. **10**, 214-224 (1959); **11**, 53-62 (1960); **14**, 91-96 (1963); **16**, 339-348 (1965); **17**, 142-147, 315-322 (1966); **18**, 577-584 (1967); **19**, 33-36, 49-55, 313-318, 398-400 (1968)
- 17) H. Takeda u. Mitarbeiter; J. chem. Soc. Japan **66**, 721-725 (1963); **67**, 626-629, 630-632, 1285-1289, 1670-1675 (1964)
- 18) M. Takahashi u. Mitarbeiter; J. Soc. Text. Cell. Ind. Japan **17**, 243, 557-562 (1961); Chem. High Polymers, Japan **18**, 163, 605 (1961)
- 19) J.P. Knudsen; Text. Res. J. **33**, 13-20 (1963)
- 20) S.P. Hersh, T.D. Higgins, H.W. Krause; J. appl. Polymer Sci. **7**, 411-442 (1963)
- 21) A.T. Serkov u.a.; Faserforsch. Textiltech. **20**, 125-130 (1969)
- 22) M. Larticle u.a.; Ann. Sci. textiles belges **2**, 7-22 (1968)
- 23) J.B. Craig, J.P. Knudsen, V.F. Holland; Text. Res. J. **32**, 435-448 (1962)
- 24) J.P. Bell, J.H. Dumbleton; Text. Res. J. **41**, 196-203 (1971)
- 25) D.R. Paul; J. appl. Polymer Sci. **12**, 2273-2298 (1968)

Betrachtungen zum Knitter- und Knittererholungsverhalten von Zellulosetextilien*

Dr. Hans Krässig
Chemiefaser Lenzing AG., Lenzing

In dieser Arbeit wird das Problem der „Hochveredlung“ von Zellulosetextilien, das nicht nur die Hersteller von natürlichen wie von künstlichen Zellulosefasern, sondern auch die Textilausrüster seit nahezu drei Jahrzehnten zu größten Anstrengungen veranlaßt hat, eingehend behandelt. Weiters werden vom Autor anhand von ihm selbst durchgeführten Untersuchungen sowie an solchen von Fachkollegen die heutigen Kenntnisse des Mechanismus der Knitterung bzw. der Knittererholung aufgezeigt. Abschließend wird über moderne Konzeptionen und Bemühungen berichtet, wie man den Zellulosetextilien ein die Verbraucher befriedigendes Pflegeleichtverhalten unter Verringerung der nachteiligen Effekte solcher Ausrüstungen verleiht.

This work deals with the problem of "modification" of cellulose textiles, which has caused not only the producers of natural or man-made fibers but also the textile finishers for nearly three decades to make every effort to control it. The author is also showing the present knowledge of the mechanism of creasing and of crease-recovery by means of tests carried out by himself as well as those by his colleagues. Finally a report is given on modern conceptions and efforts to make cellulose textiles easy to clean and thus reduce the adverse effects of such modification.

Die Eigenschaften natürlicher und künstlicher Zellulosefasern sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Sie weisen zahlreiche, bei der textilen Verarbeitung durchaus anforderungsgerechte und bei der textilen Verwendung geschätzte Eigenschaften auf. Ihre Festigkeit ist für die meisten Anwendungen eine durchaus genügende. Das Dehnungsverhalten entspricht den Anforderungen des textilen Gebrauches. Zellulosefasern und daraus hergestellte Artikel zeigen gute thermische Stabilität, gute Widerstandsfähigkeit gegen Lichteinstrahlung, ausgewogene Wasseradsorptions- und -desorptionseigenschaften und befriedigendes Wasch- und Reinigungsverhalten. Sie sind ohne Schwierigkeiten echt und stabil zu färben, relativ unempfindlich gegen viele Chemikalien, zeigen keine sogenannte „Pillneigung“ und wenig Tendenz zu statischer Aufladung.

Die Entwicklung der vollsynthetischen Fasern und ihre durch den stetig wachsenden Verbraucherbedarf stetig ansteigende Produktion und Verwendung hat in den letzten zwanzig Jahren die Forderungen des Verbrauchers an ein Textilmaterial um Charakteristika - wie z.B. die sogenannte

„Pflegeleichtigkeit“, das „Wash and Wear“, das „Non Ironing“, das „Permanent Press“ und wie die modernen Werbeslogans sonst noch heißen mögen - erweitert. Hinter

Tabelle 1: Eigenschaftsbewertung von Zellulosefasern

Vorteile	Nachteile
Festigkeiten - genügend für alle textilen Anwendungen	große Wasseraufnahme und Quellung
Dehnungsverhalten - für die meisten textilen Anwendungen geeignet	geringe Dimensionsstabilität
hohe thermische Stabilität	geringe Knitterresistenz und Knittererholungstendenz
gute Lichtstabilität	geringe Quer- und Abriebfestigkeit
ausgezeichnetes Wasseradsorptions- und -desorptionsvermögen	geringe Verrottungs- und Bakterienresistenz
gute Wasch- und Trockenreinigungseigenschaften	bei Regeneratfasern: Abfall der Festigkeit und des Moduls im nassen Zustand
ausgezeichnete Färbbarkeit	bei natürlichen Fasern: je nach Herkunft, Reifegrad und Vorbehandlung schwankende Qualität
genügende chemische Stabilität	
geringe Vergilbungsneigung	
keine Tendenz zur Pillbildung	
geringe Verschmutzungsneigung	
gute Reinigungsfähigkeit	
geringe Tendenz zur elektrostatischen Aufladung	

diesen Begriffen stehen die Forderungen nach guter Dimensionsstabilität, nach guter Knitterresistenz und schneller Knittererholung beim Gebrauch und im Verlauf von Wasch- und Trocknungsbehandlungen, nach schneller Trocknung und nach weitgehender Bügelfreiheit. Die Polyamid-, Polyester- und Polyacrylnitrilfasern und die aus diesen Fasern hergestellten Textilien werden diesen Forderungen in einem größeren Maße gerecht als Textilien aus natürlichen oder aus künstlichen Zellulosefasern.

Das bessere Verhalten von Textilien aus Synthefasern findet hinsichtlich der Pflegeleichteigenschaften seine Erklärung in der hydrophoben Natur der Polymeren, aus denen diese Fasern aufgebaut sind, und in der relativ größeren Stabilität der den inneren Zusammenhalt bewirkenden zwischenmolekularen Bindungen gegenüber Wasser. Bei den stark hydrophilen Zellulosefasern ist Wasser, soweit die geringere Packungsdichte in den interfibrillären Zwischenräumen ein Eindringen erlaubt, in der Lage, daselbst die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Hydroxylgruppen zu sprengen (Abb. 1). Dies begünstigt molekulares und fibrilläres Gleiten und ein Nachgeben gegenüber Deformationskräften, wodurch bei Beanspruchung nur geringe Rückstellkräfte aufgebaut werden, die der Deformation entgegenwirken bzw. diese rückgängig zu machen suchen.

Diese spezifische Eigenschaft der Zellulosefasern bedingt nicht nur ihr unbefriedigendes Knitterresistenz- und Knittererholungsverhalten, sondern auch ihr hohes Wasseraufnahmevermögen und anderes mehr. Es ist daher nicht verwunderlich, daß die Bemühungen, die Zellulosefasern gegen die Einflüsse von Wasser und anderen Quellungsmitteln resistent zu machen, sehr weit zurückreichen.

Schon in den zwanziger Jahren¹ hat man auf Grund überwiegend empirischer Überlegungen und praktischer Erfah-

* Vortrag, gehalten anlässlich der 18. Ungarischen Textiltechnischen Konferenz in Budapest, Hotel Duna-Intercontinental, vom 14. bis 20.9.1970

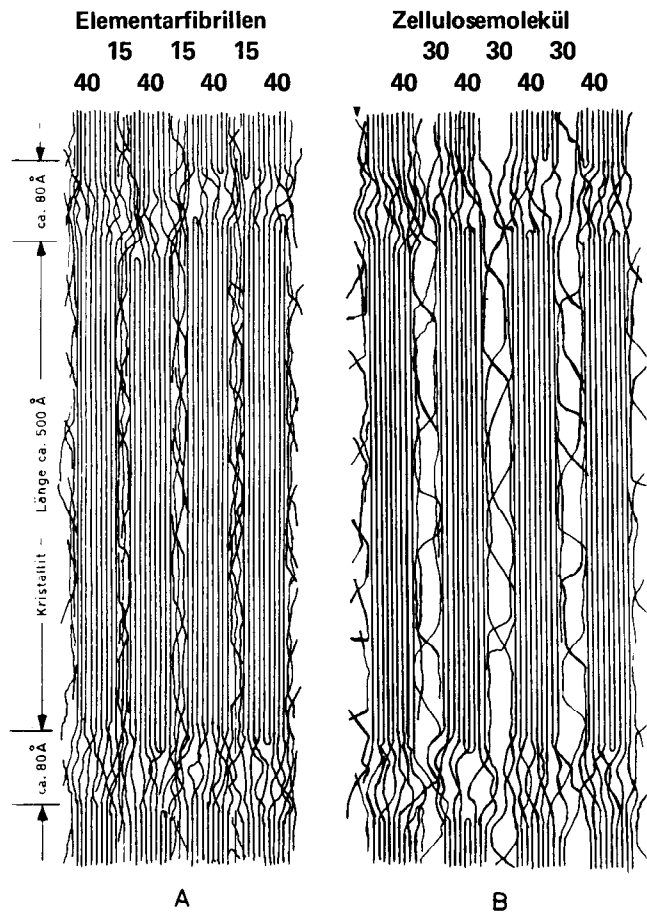
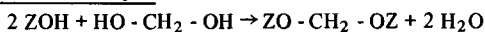


Abb. 1: Strukturzustand in den morphologischen Einheiten einer Baumwollfaser im trockenen (A) und im wasserfeuchten (B) Zustand

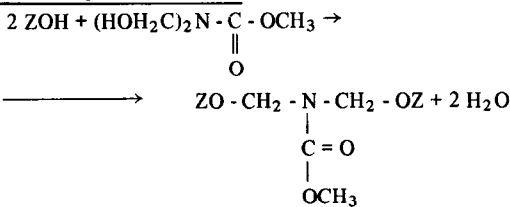
rung nach Mitteln zur Versteifung und Verfestigung vor allem der künstlichen Zellulosefasern gesucht. Man lernte schon frühzeitig, die Zellulosefasern durch Umsatz mit mehrfach funktionellen Verbindungen, deren aktive Gruppen mit den Hydroxylgruppen der Zellulose zu reagieren vermögen, gegen die Einflüsse der Quellung mit Wasser zu

Tabelle 2: Reaktionen zur Bildung hydrolysierbarer Vernetzungen (Z = Zellulose)

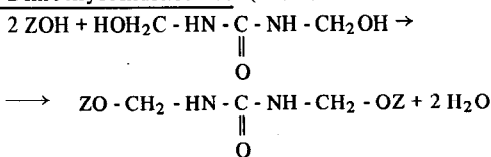
1. Formaldehyd:



2. Dimethylolcarbamate:



3. Dimethylolharnstoffe (und verwandte Verbindungen):

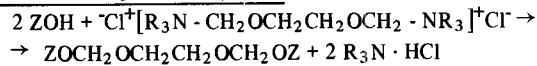


(z.B. cyclischer Äthylen-, Propylen- und Dihydroxyäthylendimethylolharnstoff sowie analoge Triazon- und Uronverbindungen sind weitere Vernetzer dieser Art.)

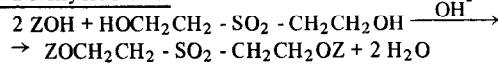
stabilisieren. Die gebräuchlichsten Reaktionen sind, wie in Tabelle 2 gezeigt, die Umsetzung mit Formaldehyd, mit Methylolcarbamaten sowie mit Methylolharnstoffen und diesen verwandten Verbindungen. Die mit diesen Reaktanten erzielten Verknüpfungen sind hydrolysenempfindlich. In neuerer Zeit hat man eine Reihe weiterer Reaktionen zur Erzielung hydrolysenbeständiger Veredlungen herangezogen, wie solche mit Methylätherderivaten von Glykolen, Divinylsulfone, Epichlorhydrine, Epoxide, Aziridinylverbindungen und Polycarbonsäuren (Tab. 3).

Tabelle 3: Reaktionen zur Bildung hydrolysenbeständiger Vernetzungen (Z = Zellulose)

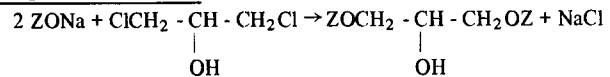
1. chlormethylierte Glykole:



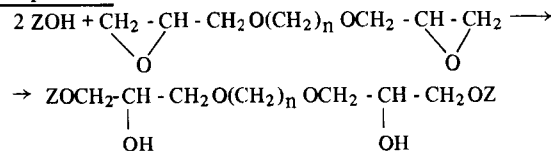
2. Divinylsulfone:



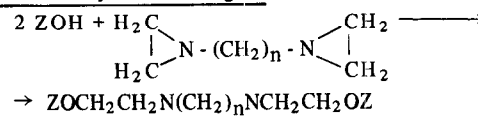
3. Epichlorhydrine:



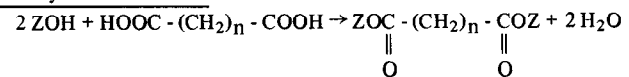
4. Epoxide:



5. Aziridinylverbindungen:



6. Polycarbonsäuren:



Es soll kurz erwähnt sein, daß man sich heute noch immer nicht allgemein darüber einig ist, inwieweit die Wirksamkeit der Behandlung von Zellulosetextilien mit derartigen, vielfach auch mit sich selbst reagierenden Reaktionspartnern auf eine reine versteifende Einlagerung oder auf eine wirkliche Substitution bzw. Vernetzung zurückzuführen ist. Erst in jüngerer Zeit mehrten sich Beiträge, die beweisführend für eine tatsächliche Reaktion zwischen der Zellulose und den Reaktanten und für das Vorliegen von Vernetzungen sind².

Eine scheinbar unausweichliche Begleiterscheinung der Knitterfrei-ausrüstung von Zellulosetextilien ist jedoch eine starke Abnahme der Reißfestigkeit und der Abriebfestigkeit (Tab. 4). Sie ist eindeutig eine Folge der Veredlungsbehandlung, denn die Festigkeitseinbußen sind bei analogen Behandlungen ohne das Vernetzungsmittel minimal.

Auch die von vielen Bearbeitern festgestellte Festigkeitsregeneration nach Abziehen der Ausrüstung oder bei Spaltung empfindlicher Bindungen in erzielten Vernetzungsbrücken beweist dies (Tab. 5). Man führt die Verringerung der Festigkeit auf die Fixierung der an sich schon für ein gleichzeitiges und gleichmäßiges Tragen einer wirkenden

Tabelle 4: Reißfestigkeitsabfall durch Säurehydrolyse mit und ohne Vernetzung

H ₂ SO ₄ + H ₂ CO ccm/l	Dauer min	Monsantozahl	Reißfestigkeit %
350 + 0	1	—	91
	2	—	91
	4	—	90
	8	—	80
350 + 150	1	1,7	83
	2	2,2	77
	4	3,5	60
	8	4,0	52

Kraft ungünstigen Lageverteilung der Faserbausteine zurück. Der bei den Veredlungsbehandlungen gleichzeitig erfolgende Dehnungsrückgang deutet auf die Richtigkeit dieser Erklärung hin. - Auf jeden Fall sind die Festigkeitseinbußen der Grund dafür, daß man das Problem der sogenannten "Wash-and-Wear"-Ausrüstung von Zellulosetextilien immer noch als ungelöst ansehen muß.

Die Beobachtung, daß bei der Reaktion der Zellulose im gequollenen Zustand mit vernetzenden Agentien eine gute Naßknittererholung ohne besondere Festigkeitsverluste zu erreichen ist, hat dazu geführt, daß Kombinationsverfahren der Quellvernetzung mit nachfolgender Thermokondensation besondere Aufmerksamkeit und verbreitete Anwendung fanden. Diese Beobachtung war auch der Ausgangspunkt für die Überlegungen vieler Bearbeiter, durch strukturöffnende Vorbehandlung die nachteiligen Effekte der vernetzenden Fixierung der Zellulosefaserstruktur aufzufangen.

So hatten K u l l m a n und Mitarbeiter³ in Amerika die strukturauflockernde Wirkung der Vormodifikation durch

Methylierung, Hydroxyäthylierung, Cyanoäthylierung und Carboxymethylierung im unteren Substitutionsbereich auf die nachfolgende Hochveredlung von Baumwollgeweben untersucht. Parallel hatten K a m o g a w a und S e k i y a⁴ in Japan den Einfluß der Aufpfropfung von Acrylamid studiert. H o w a r d und Mitarbeiter⁵ in England berichteten kürzlich über Studien, die den Einfluß der Methylierung zum Thema hatten.

Da sich die Arbeiten von Kullman nur auf relativ niedrige Substitutionsgrade beschränkten, war die erste Zielsetzung unserer eigenen Arbeiten darauf gerichtet, abzuklären, inwieweit höhere Substitutionsgrade und die damit verbundene stärkere Strukturöffnung die Möglichkeit zu einer Verbesserung des Festigkeit-Knitterwinkelverhältnisses boten. Zum anderen erwarten wir von einem Vergleich der Wirkungsweise reaktiver und zur Beteiligung an Wasserstoffbrückenbildung befähigter Substituenten und derjenigen nichtreaktiver Substituenten einen Beitrag zur Frage des Mechanismus der Knittererholung.

In dieser Arbeit wurde zunächst der Einfluß der Methylierung, der Hydroxyäthylierung und der Carbamidoäthylierung im Substitutionsgradbereich bis zu maximal einem Substituenten pro Glukosegrundeinheit auf die Eigenschaften von Baumwollgeweben untersucht. Bezüglich der experimentellen Methodik wird auf die im Jahre 1969 im Textile Research Journal veröffentlichte Arbeit verwiesen⁶.

Wie Abbildung 2 veranschaulicht, wird die Gewebereißfestigkeit im konditionierten Zustand durch die drei verschiedenen Modifikationsarten in gleicher Weise geringfügig erniedrigt. Die Einreißfestigkeit wird dagegen kaum verändert.

Die Naßknittererholung wird durch alle drei Modifikationsarten mit zunehmendem Substitutionsgrad merklich angehoben, wie aus Abbildung 3 hervorgeht. Grundsätzlich verschieden wirken sich dagegen die drei Modifikationsarten

Tabelle 5: Wiederherstellung der ursprünglichen Gewebeeigenschaften ausgerüsteter Baumwollgewebe durch Abziehen der Harzausrüstung bzw. durch Spaltung der Vernetzung

BEHANDLUNG	Knittererholungswinkel $\frac{K + S}{2}$		relative Reißfestigkeit %	Abriebwiderstand Tourenzahl
	trocken	naß		
Gewebe, unbehandelt ¹	79	—	100	2800
- 10 % DMH + 1,0 % MgCl ₂ , 80 % Aufnahme, 5 min, 160°C	153	—	54	500
- abgezogen mit 1 n HCl	95	—	98	2200
Gewebe, unbehandelt ²	50	—	100	—
- 10 % DMH + 0,25 % NH ₄ OH, 80 % Aufnahme, 5 min, 150°C	100	—	69	—
- mit 5 g/l 5,5-Dimethylcyclohexandion-1,3, pH 4,5, 3 Std., 100°C abgezogen	52	—	92	—
Gewebe, unbehandelt ³	100	100	100	—
- mit Diketen acetoacetyliert	110	110	108	—
- mit 1.6-Diaminohexan vernetzt	150	170	53	—
- Vernetzung mit verdünnter Essigsäure, gespalten	100	105	102	—

1) Gagliardi u. Gruntfest; Melliand Textilber. **31**, 704-706 (1950)

2) Bredereck u. Dolmetsch; Melliand Textilchem. **1**, 3-11 (1965)

3) Reblin; Chimia **22**, 230-233 (1968)

auf die Trockenknittererholung der ansonsten unbehandelten Gewebe aus. Die Einführung des nicht reaktiven und zur Teilnahme an Wasserstoffbrückenbindungen unfähigen Methylsubstituenten erniedrigt - wie hier gezeigt - drastisch die Trockenknittererholungstendenz. Demgegenüber verändert die Einführung der zur Beteiligung an Wasserstoffbrückenbindungen befähigten Hydroxyäthyl- und Carbamidoäthylsubstituenten die Neigung zur Trockenknittererholung kaum.

Da alle diese Modifikationsreaktionen, zumindest in dem von uns geübten Bereich, topochemisch (d.h. von den Fibrillenoberflächen nach innen zu) fortschreiten, dürfen wir annehmen, daß die Einführung der Methylgruppen die Zahl der zur interfibrillären Wasserstoffbrückenbindung an der Oberfläche der Fibrillen verfügbaren Hydroxylgruppen verringert. Dadurch wird fibrilläres Gleiten bei der Einwirkung mechanischer Kräfte erleichtert und die Entwicklung von der Knitterung entgegenwirkenden Rückstellkräften reduziert.

An den dergestalt in verschiedener Weise vormodifizierten Geweben führten wir mit verschiedenen Reaktantharzen mittels der Methodik der Imprägnierung, Trocknung und Thermofixierung in Gegenwart saurer Katalysatoren Hoch-

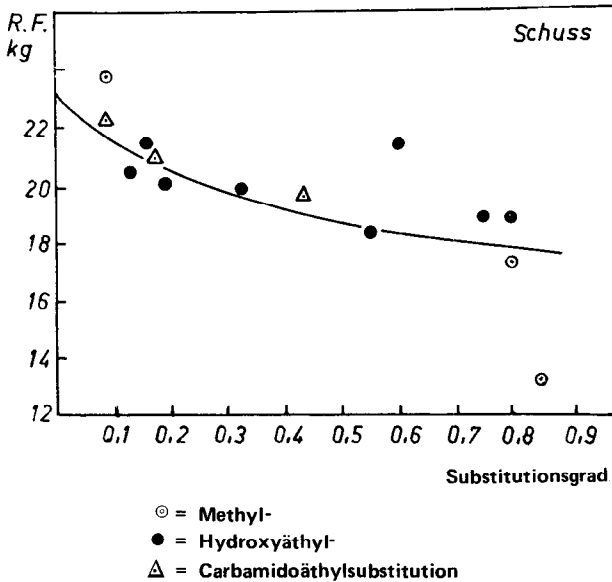


Abb. 2: Abfall der Reißfestigkeit von modifizierten Baumwollgeweben in Abhängigkeit vom Substitutionsgrad

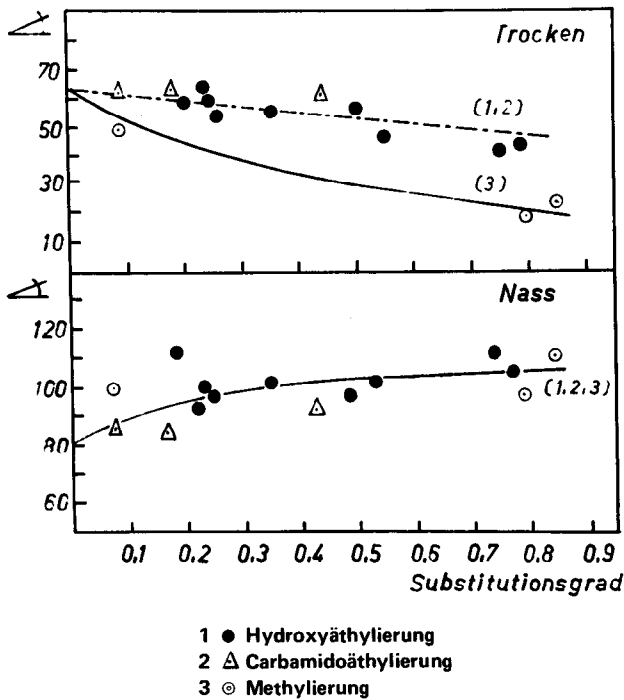


Abb. 3: Beeinflussung der Knittererholung von Baumwollgeweben durch verschiedene chemische Vormodifikation

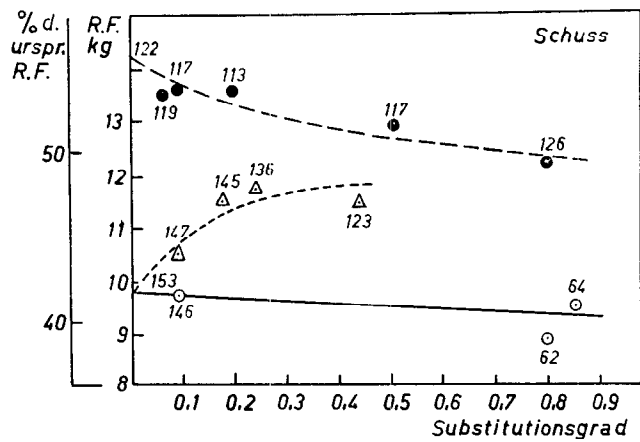


Abb. 4: Beeinflussung der Reißfestigkeit harzausgerüsteter Baumwollgewebe durch verschiedene chemische Vormodifikation (Zahlen = erreichte Trockenknitterwinkel)

veredlungen durch und untersuchten danach die mechanischen Eigenschaften und die Knittererholungscharakteristika.

Bezüglich der Gewebereißfestigkeit im konditionierten Zustand wurde - je nach der Höhe der erzielten Trockenknittererholungswinkel variierend - der übliche Abfall von 40 bis 60 Prozent festgestellt (Abb. 4). Bei etwa gleichbleibendem Trockenknittererholungswinkel wirkt sich die Hydroxyäthyl- in keiner Weise bessernd auf die Gewebereißfestigkeit nach der Hochveredlung aus. Dasselbe gilt für den Effekt der Vormethylierung, besonders wenn man bedenkt, daß hier die Trockenknittererholungstendenz stark reduziert wird. Lediglich bei den teilweise carbamidoäthylierten Proben war eine merkliche Neigung zur Verringerung des Festigkeitsverlustes zu bemerken. Diese dürfte im Bereich niedriger Substitutionsgrade nicht allein durch das geringfügige Absinken der Knittererholungswinkel bedingt sein.

Die Naßknittererholung der vormodifizierten und anschließend veredelten Gewebe ist unabhängig vom Grad der Vor-

modifikation und zeigt für alle drei untersuchten Fälle eine eher leicht ansteigende Tendenz (Abb. 5). Bezüglich der

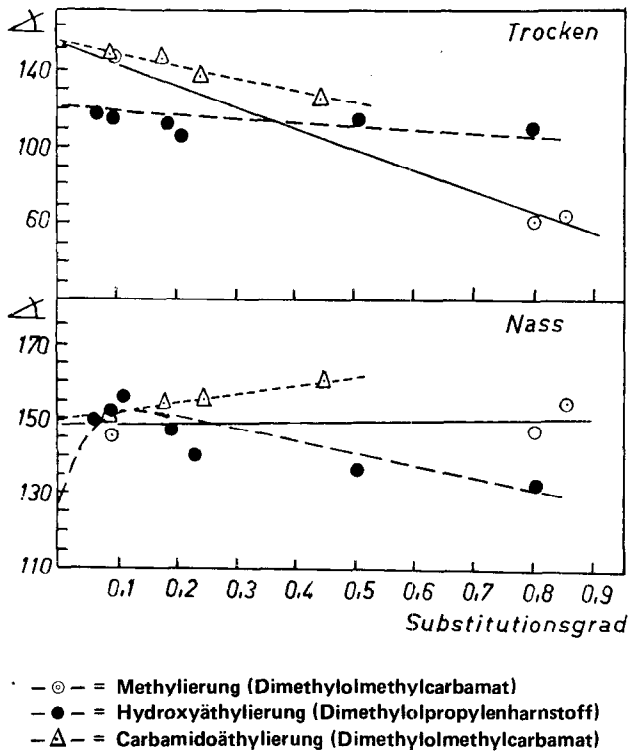


Abb. 5: Beeinflussung der Knittererholung harzausgerüsteter Baumwollgewebe durch verschiedene chemische Vormodifikation

Entwicklung guter Trockenknittererholung wirkt sich ein steigender Substitutionsgrad an Hydroxyäthylgruppen kaum störend aus. Der weniger reaktive Carbamidoäthylsubstituent und noch mehr der unreaktive Methylsubstituent hindert dagegen die Entwicklung guter Trockenknittererholung. Ihre Gegenwart an den Oberflächen der Fibrillen verringert wahrscheinlich nicht nur die Zahl der mit den Reaktanharzen reagierbaren Hydroxylgruppen, sondern führt auch zu einer Vergrößerung der interfibrillären Abstände, die der Überbrückung durch den Vernetzer entgegenwirkt.

Um einen besseren Vergleich der Wirkungsweise der drei untersuchten Vormodifikationsarten auf die nachfolgende Harzveredlung zu ermöglichen, wurde versucht, die Beeinflussung der Entwicklung der Trockenknittererholungstendenz anhand der in Abbildung 6 angeführten Formel auszudrücken. In dieser ist die Veränderung der Trockenknittererholung durch die Vormodifikation allein mitberücksichtigt. Die graphische Darstellung des Vergleichs läßt erkennen, daß der reaktive und zur Wasserstoffbrückenbildung befähigte Hydroxyäthylsubstituent die Entwicklung der Trockenknittererholung nur wenig beeinträchtigt. Demgegenüber beeinträchtigen sowohl der Carbamidoäthyl- als auch vor allem der Methylsubstituent die Möglichkeit, gute Trockenknittererholung zu erhalten.

Auf Grund dieser Ergebnisse erscheint die Schlußfolgerung als gerechtfertigt, daß für die Tendenz zur Trockenknittererholung vor allem interfibrilläre Vernetzungen, das heißt solche von Fibrillenoberfläche zu Fibrillenoberfläche, not-

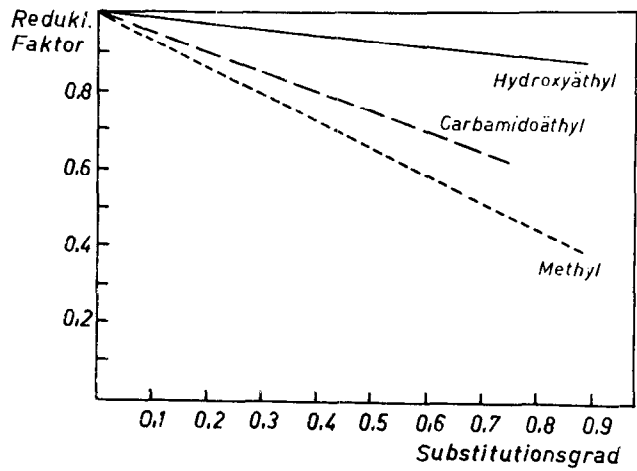


Abb. 6: Vergleich der Reduktion der Trockenknittererholung harzausgerüsteter Baumwollgewebe in Abhängigkeit von verschiedener Vormodifikation

$$\text{Reduktionsfaktor} = \frac{\text{KEW (mod. + ausger.)} - \text{KEW (mod.)}}{\text{KEW (ausgerüstet)} - \text{KEW (unbeh.)}}$$

wendig sind. Es besteht somit eine Übereinstimmung mit Rollins, Tripp und Mitarbeitern⁷, die auf Grund von Löslichkeitsstudien und elektronenmikroskopischen Untersuchungen zeigten, daß bei der altherkömmlichen Hitze-kondensation und dem Erreichen hoher Trockenknitterwinkel starke interlaminaire und interfibrilläre Verknüpfungen nachzuweisen sind.

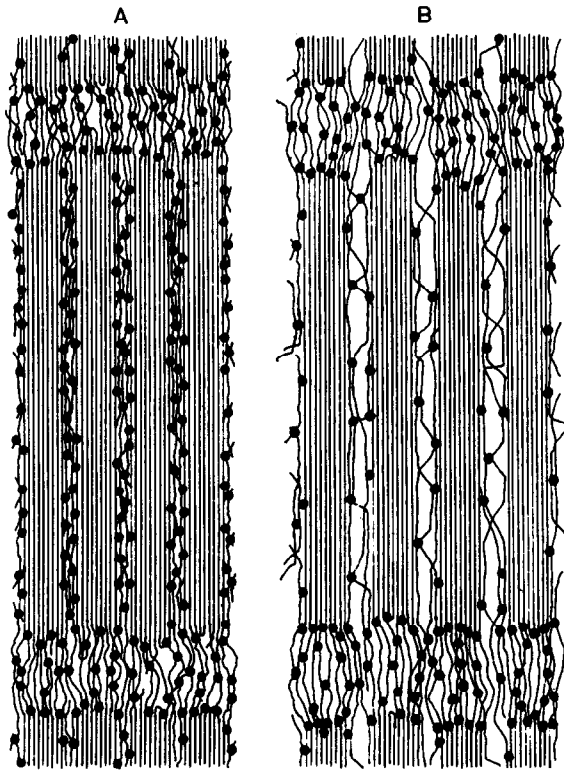
Auch die äußerst sorgfältig durchgeführten Arbeiten von Dolmetsch und Brederick⁸ führten zu ähnlichen Schlußfolgerungen, was die konventionelle Knitterfestausrüstung betrifft. Sie schließen aus ihren elektronenmikroskopischen Beobachtungen an harzbehandelten Baumwollproben und den daran ausgeführten Quellungsbehandlungen folgendes:

„Die Ausrüstchemikalien scheinen in relativ geringen Mengen sehr gleichmäßig über den quellungsfähigen Teil der Fibrillarstruktur verteilt zu sein, wobei sie gleichwohl die Quellungsfähigkeit der interelementarfibrillären Zonen entscheidend blockieren und damit die Zugänglichkeit der Faser für Wasser und deren innere Beweglichkeit in hohem Maße verringern. Dies kommt auch in der fast völligen Unterdrückung der Längsspaltbarkeit, im reduzierten Wasseraufnahmevermögen, sowie in der beschränkten Quellbarkeit und dem Verlust der Löslichkeit zum Ausdruck. Durch die überwiegende topochemische, das heißt an den Oberflächen der Fibrillen erfolgende Einführung unreaktiver Substituenten wird, ebenso wie durch die Quellung, die Ausbildung interfibrillärer Vernetzungen, die zu hoher Trockenknittererholung Anlaß geben, verhindert.“

Etwas weniger übereinstimmende Anschauungen bestehen bezüglich des Vernetzungsmechanismus, der für die Naßknittererholung verantwortlich ist. Auf Grund der vorgehend beschriebenen Untersuchungen und unter Berücksichtigung der heute gültigen Auffassungen über Feinstruktur und Morphologie der Zellulosefasern ist anzunehmen, daß die Naßknittererholung auf der Einführung intrafibrillärer Vernetzungen, das heißt von Vernetzungen in den zugänglichen Verbrückungsbereichen zwischen den Kristalliten in-

nerhalb der Fibrillen, beruht. Im gequollenen Zustand entstehen durch die Quellungsbegrenzung der Vernetzungsbereiche Spannungen, die Anlaß zur Knittererholung geben. Zur Darstellung dieser Auffassung wird das Schema in Abbildung 7 präsentiert, in dem die von Rollins, Tripp und

Mitarbeitern vorgebrachten Vorstellungen mit denen von Bredeck und Dolmetsch verbunden wurden. Es ist unsere Ansicht, daß im gequollenen Zustand Vernetzungen überall dort entstehen können, wo die Zellulosemoleküle zugänglich und gleichzeitig zu gegenseitiger Reaktion einander nahe genug bleiben. Dies wird vor allem in den zugänglichen Bereichen innerhalb der Fibrillen, aber auch in den fransenartigen Übergangsbereichen von Fibrille zu Fibrille der Fall sein.



A: Inter- und intrafibrilläre Vernetzung - gute Trocken- und Naßknittererholung
 B: Überwiegend intrafibrilläre Vernetzung - mäßige Trocken-, aber gute Naßknittererholung

Abb. 7: Verteilung der Vernetzungsstellen in Baumwollfasern bei der konventionellen Hitzekondensation (A) und bei der Feuchte-kondensation (B) von Knitterrechtsausrüstungsmitteln

Abschließend sollen diese Ausführungen mit einer kurzen Betrachtung der moderneren Bemühungen zur Lösung der Aufgabenstellung: Zellulosetextilien, ohne Beeinträchtigung ihres Gebrauchswertes pflegeleicht auszurüsten, ausklingen. Wie schon erwähnt, haben in den letzten Jahren vor allem Kombinationsverfahren der Quellvernetzung und der Trockenvernetzung besondere Aufmerksamkeit und verbreitete Anwendung gefunden. Insbesondere wurden das sogenannte „Belfast-Verfahren“ der amerikanischen Textilfirma Deering Milliken und das „Quikoton-Verfahren“ der österreichischen Textilfirma Hämmerle bekannt. Die optimale Verbindung beider Vernetzungsarten erlaubt die Erreichung hoher Naß- und Trockenknitterwinkel im Bereich von etwa 300° Knittererholungswinkel für die Summe der Erholung in Kett- und Schußrichtung bei Festigkeitsverlusten von etwa 40 Prozent und gegenüber reiner Trockenausrüstung verbessertem Abriebwiderstand.

Trotzdem muß festgestellt werden, daß auch diese Verfahren keine vollständige Lösung des gestellten Problems, sondern nur eine Annäherung von Zelluloseartikeln mit Textilien aus Synthefasern bezüglich Pflegeleichtigkeit, bei gegenüber üblicher Ausrüstung graduell verbessertem Gebrauchswert, gebracht hat. Ähnliches muß auch bezüglich des Bestrahlungsverdichtungsverfahrens der Firma Deering Milliken (wobei Methylolacrylamid mittels Bestrahlung „aufgepfropft“ und in Verbindung mit anderen Methylolverbindungen auskondensiert wird) gesagt werden.

Tabelle 6: Neuere Konzeptionen verbesserter Knitterfreiausrüstung (1. Teil)

BEHANDLUNG	Knittererholungswinkel trocken (K + S)/2	rel. Reißfestigkeit (Schuß) %	Elmendorf Einreißfestigkeit (Schuß) g	Accelerator- Abriebsverlust (3 min/3000 T)
Gewebe, merzerisiert ¹	65	100	950	2,5
- konventionelle Ausrüstung mit Dimethylol-(N-äthyl)-triazon	140	55	650	17,2
- Kernvernetzung mit Dimethylol-(N-äthyl)-triazon (nach Ammoniakdesaktivierung)	135	62	750	9,3
- „Mikrostretch“ und Kernvernetzung (wie vorstehend)	135	73	900	9,5
Gewebe, unbehandelt ²	82	100	—	—
- konventionelle Ausrüstung mit Dimethyloläthylenharnstoff	136	54	—	—
- SSX-Ausrüstung:				
a) mit Harnstoff carbamyliert (5,85 % Substitution)	92	87	—	—
b) nach a) mit 45 % Dimethyloläthylenharnstoff + Katalysator, imprägniert und hitzekondensiert	152	85	—	—

1) Lauchnauer et al.; Textile Res. J. 39, 585-603 (1969)
 2) Gagliardi u. Wehner; Textile Res. J. 37, 118-128(1967)

Als zukunftsweisend erscheinen vier Konzeptionen erwähnenswert, die in den letzten Jahren von verschiedenen Forschern vorgebracht wurden:

1. das Mikrostretch- und Kernvernetzungsverfahren,
2. das Quell-Substitutionsvernetzungsverfahren,
3. die pfpfropfende Einlagerung gummielastischer Polymerer und
4. die Einlagerung weichmachender Polymerer in geringen Mengen in Verbindung mit einer Harzausrüstung (Tab. 6 und Tab. 7).

All diesen neueren Bemühungen ist gemeinsam, daß sie dem Zellulosefasermaterial entweder einen Teil seiner Dehnungserholbarkeit zu erhalten suchen, wie dies L a u c h e n a u e r und Mitarbeiter von der Schweizer Firma Raduner mit ihrem Kernvernetzungsverfahren tun, wobei sie die Bildung von Vernetzungen in den äußeren Schichten der Zellulosefasern durch Oberflächendesaktivierung verhindern, oder aber daß sie der Zellulose durch quellende Behandlung bei Substitution und Vernetzung zusätzliche innere Beweglichkeit verleihen, wie dies G a g l i a r d i und Mitarbeiter unter ähnlichen Überlegungen, wie sie unseren Arbeiten zugrundeliegen, taten. Ihre Konzeption begründete sich in dem Bestreben, durch Quellung und Substitution den Unterschied zwischen geordneten und wenig geordneten Bereichen zu verwischen und so den fixierenden Effekt der Vernetzung auszugleichen.

P a r i s o t und Mitarbeiter vom Institut Textile de France bedienten sich zur Erreichung erhöhter Flexibilität der pfpfropfenden Einlagerung elastomerer Substanzen, nämlich von Polyisopren bzw. -butadien in Mengen von etwa 10 bis 20 Prozent, die sie durch radikalische Polymerisation in der Faser erzeugten.

P r a h l , T o v e y und U n d e r w o o d verbanden die Aufpfropfung geringer Mengen von Vinylpolymeren, insbesondere von n-Butylmethacrylat und Dimethylaminoäthylmethacrylat, mit konventioneller Harzausrüstung und erzielten bedeutende Verbesserungen des Abriebverhaltens von Baumwollgeweben bei ausgezeichneter Trocken- und Naßknittererholung. Es ist anzunehmen, daß gezielte Entwicklungsarbeiten in Anlehnung an diese Konzeptionen in nächster Zukunft bedeutende Fortschritte bringen werden.

L i t e r a t u r :

- 1) R.P. Foulds, J.T. Marsh, F.C. Wood, H. Boffey und O. Tankard (Tootal Broadhurst Lee Co., Manchester): Brit. Pat. 291.473 und 291.474 vom 1.12.1926, ausgeführt: 5.7.1928; usw.
- 2) Th. Abend, O.A. Stamm, H. Zollinger: Helv. Chim. Acta **49**, 1391 (1966)
- 3) R.M.H. Kullman, J.G. Frick jr., R.M. Reinhardt, J.D. Reid: Textile Res.J. **31**, 877 (1961)
- 4) H. Kamogawa, T. Sekiya: Textile Res.J. **31**, 585 (1961)
- 5) S. Haworth, J.G. Roberts, R.N. Robinson: Textilveredlung **2**, 361 (1967)
- 6) F. Münzel, J. Schenkel, H. Krässig: Textile Res.J. **36**, 230 (1966)
H. Krässig: Chimia **22**, 234-238 (1968)
- 7) M.L. Rollins, A.T. Moore, V.W. Tripp: Proceedings of the 44th International Conference on Electron Microscopy, Berlin 1958, Vol. 4, S. 712, 1960
V.W. Tripp, A.T. Moore, I.V. de Gruy, M.L. Rollins: Textile Res. J. **30**, 140 (1960)
V.W. Tripp, A.T. Moore, M.L. Rollins: Textile Res.J. **31**, 295 (1961)
- 8) K. Brederick, H. Dolmetsch: Melliand Textilchemie **1**, 3-11 (1965)
H. Dolmetsch u. K. Brederick: Melliand Textilber. **48**, 561-570 (1967)
K. Brederick u. H. Dolmetsch: Melliand Textilber. **48**, 599-707 (1967)

Tabelle 7: Neuere Konzeptionen verbesserter Knitterfreiausrüstung (2. Teil)

BEHANDLUNG	Knittererholungswinkel trocken (K + S)/2	rel. Reißfestigkeit (Schuß) %	rel. Berstdruckfestigkeit %	Abriebwiderstand Touren - Wäschen
Gewebe, unbehandelt ³	95	100	100	1100
- konventionelle Ausrüstung mit Dimethylolharnstoff	153	54	—	500
- einlagernde Polymerisation:				
a) von Isopren (5 % Benzoylperoxid, 24 Std., 100°C, 15 % Zufügung)	140	—	82	3000
b) von Butadien (1 % Benzoylperoxid, 24 Std., 100°C, 15 % Zufügung)	130	—	85	—
Gewebe, unbehandelt ⁴	85	100	—	81
- konventionelle Ausrüstung mit Methylolimidazolidon (Permafresh 183)	154	44	—	37
- Pfpfropf- bzw. Harzausrüstung				
a) Pfpfropfung mit 4,6 % Äthylacrylat (Persulfatinitiator)	125	84	—	—
b) detto mit Methylolimidazolidon (Permafresh 183) ausgerüstet	157	—	—	60

3) Meimoun u. Parisot; Textile Res. J. **39**, 560-567 (1969)

4) Prah, Tovey u. Underwood; Textile Res. J. **36**, 245-250 (1966)

Der Einfluß der Konstruktion eines Teppichs auf dessen Komfortwert im Endgebrauch

Prof. Dipl. Ing. Wilhelm Herzog
Österr. Teppichforschungsinstitut, Mödling bei Wien

Zum unmittelbaren Gebrauchsnutzen von textilen Fußbodenbelägen gehören Begehkomfort sowie akustischer und wärmetechnischer Komfort. Durch Rückenbeschichtung von textilen Fußbodenbelägen läßt sich ein Begehkomfort erreichen, wie er ansonsten nur durch den Einsatz großer Mengen teuren Polmaterials erreicht werden kann. Wie aus Arbeiten des Österreichischen Teppichforschungsinstitutes hervorgeht, kann auf diese Weise der Begehkomfort gezielt konstruiert werden. Es können so schalltechnische Eigenschaften, insbesondere Schallabsorptions- und Trittschalldämmungswerte erzielt werden, die ohne Rückenbeschichtung kaum erreichbar wären; vor allem bei geringen Impulsen, das heißt in einer Höhe, wie sie in der Praxis auftreten, wo die Dämmwerte besonders hoch sind.

For practical use textile floor coverings must be comfortable to walk on, sound-absorbing and warm. By providing the textile floor coverings with a backfinish the walking-comfort is achieved to a degree to which it otherwise could be gained only by the use of large quantities of expensive pile-material. As shown by the Austrian Carpet Research Institute, it is thus possible to construct a desired walking comfort. Thus acoustic qualities, especially sound-absorption and step-absorption values, have been achieved that could hardly be obtained without the backfinish, especially at low impulses, i.e. at a level suitable for practical use where the absorption values are particularly high.

In einer Zeit, in der 70 % aller Teppiche aus Chemiefasern gefertigt und 60 % nach Verfahren hergestellt werden, die vor 15 Jahren praktisch noch unbekannt waren, ist es notwendig, unsere konventionellen Vorstellungen hinsichtlich des Qualitätsbegriffes gründlich zu überprüfen und eventuell neue Vorstellungen zu erarbeiten. Hierfür erscheint es zweckmäßig, den Begriff der Qualität oder besser gesagt des Nutzwertes, der in der Waage der Kaufentscheidung dem Preis entgegengesetzt wird, zu analysieren. Man neigt dazu, die Qualität an den Kosten zu messen, die man zur Herstellung eines Produktes aufbringen muß. Daß dies auf keinen Fall der richtige Weg für eine Qualitätsanalyse ist, geht schon allein daraus hervor, daß die Verwendung hochwertiger Rohstoffe und aufwendiger Herstellungsverfahren keine Garantie dafür sind, die Bedürfnisse des Verbrauchers an einem Produkt befriedigen zu können.

Qualität muß vom Verbraucher her gesehen werden. Sie ist der Nutzen, den der Erwerb des Produktes dem Verbraucher bringt.

Diesen Nutzwert kann man als die nach einem Maßstab orientierte Summe der Ausmaße der Erfüllung jener Bedürfnisse ansehen, die dem Produkt vom Verbraucher her zugeordnet werden. Der Nutzwert oder die Qualität eines Produktes ist daher ein Begriff, der sich zwar definieren, jedoch nicht auf rationale Größen und Funktionen transformieren läßt. Man muß vielmehr die Qualität durch eine Analyse in additive Komponenten zerlegen und dann untersuchen, für welche dieser Komponenten eine rationale Darstellung möglich ist.

In der Verbrauchsforschung ist es allgemein üblich, den Nutzen, aus dem sich der Nutzwert ergibt, in einen rationalen Grund- und Zwecknutzen (den man auch den unmittelbaren Gebrauchsnutzen nennt) und in einen irrationalen psychologischen Nutzen aufzugliedern.

Den psychologischen Nutzen kann man wiederum in einen Nutzen aus der sozialen Sphäre (Geltungsnutzen) und in einen Nutzen aus der persönlichen Sphäre (Erbaunutzen) unterteilen.

Wer ist nun der Verbraucher von textilen Fußbodenbelägen und welche Bedürfnisse liegen hier vor?

Beim textilen Fußbodenbelag ist einmal zwischen dem Käufer und dem Benutzer des Produktes zu unterscheiden.

Im „privaten Bereich“ wird der Käufer im allgemeinen auch einer der wenigen Benutzer sein. Für den sogenannten „Objektbereich“ aber, das heißt für Hotels, Büros, Schulen u.ä., gehört der Käufer entweder überhaupt nicht oder nur in sehr geringfügigem Ausmaß zu den Benutzern. Als eine weitere Gruppe sind hierbei auch die beauftragten Techniker, vorwiegend Architekten und Baufachleute, anzusehen, die im Zuge einer Bauausführung den textilen Fußbodenbelag vorschlagen. In diesem Fall kann sich die Anwendung sowohl auf den „privaten Bereich“ als auch auf ein „Objekt“ beziehen. Die Verschiedenartigkeit der Käufergruppen sollte niemals darüber hinwegtäuschen, daß die Nutzung eines textilen Bodenbelages zumeist nicht vom Käufer selbst, sondern vorwiegend durch andere erfolgt. Der Käufer hat immer das Bestreben, einen Belag zu erwerben, der nicht nur ihm selbst, sondern vor allem den tatsächlichen Benutzern einen hohen Nutzwert erbringt. Daraus folgt, daß die Überlegungen hinsichtlich des Nutzwertes textiler Bodenbeläge für alle Käufergruppen und Einsatzgebiete gemeinsam vorgenommen werden sollten.

Der Unterschied zwischen den Käufer- und Anwendungsgruppen liegt in der Bewertung der einzelnen Nutzwertkomponenten, wobei naturgemäß bei bevollmächtigten und beauftragten Käufern bzw. bei dem Einsatz im Objektbereich eine höhere Bewertung der rationalen Komponenten erfolgt und wirtschaftlichen Überlegungen eine besondere Bedeutung zukommt.

In Abbildung 1 wurde eine Aufgliederung des Nutzwertes von textilen Fußbodenbelägen vorgenommen, dem die sogenannten „Bedenken“ des Käufers und schließlich der Preis in Form einer Waage gegenübergestellt werden.

Als unmittelbare Gebrauchswertkomponenten lassen sich bei textilen Fußbodenbelägen

- der Begehkomfort,

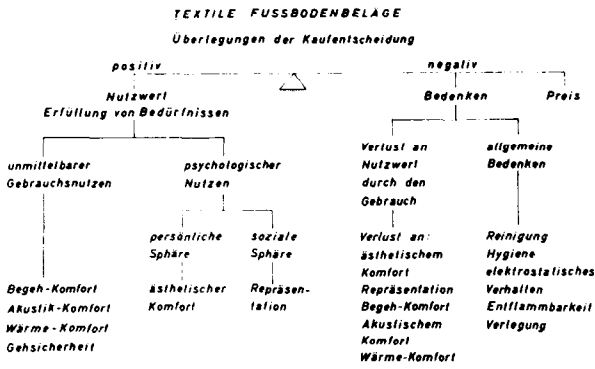


Abb. 1

- der akustische Komfort und
- der Wärmekomfort

anführen. Umfangreiche Verbraucherbefragungen haben zu diesen Feststellungen geführt. Von besonderer Bedeutung ist beim textilen Belag auch noch der psychologische Nutzen, bestehend aus dem ästhetischen Komfort und dem Repräsentationsvermögen.

Dem Nutzwert gegenüber stehen die „Bedenken“ des Käufers als Frage, wie und in welchem Ausmaß sich der Nutzwert des neuen Belages durch die Benutzung verändern wird bzw. wie es mit der Reinigung, der Hygiene, dem elektrostatischen Verhalten, der Entflammbarkeit und schließlich mit der Verlegung des Belages aussieht.

In der Prüftechnik ist es uns gelungen, die rationalen Komponenten des Nutzwertes, also den Begehkomfort sowie die wärmetechnischen Eigenschaften, von textilen Belägen meßtechnisch zu erfassen und zu beurteilen.

Durch Strapazierprüfungen verschiedenster Art ist es uns bereits möglich, meßtechnisch den Nutzwertverlust durch den Gebrauch vorauszusagen. Weiters können wir durch solche Prüfungen dem Käufer hinsichtlich Anschmutzung und Reinigung, Hygiene, elektrostatischem Verhalten, Entflammbarkeit und Verhalten bei der Verlegung genaue Anhaltspunkte geben. Die Erfassung des irrationalen psychologischen Nutzens fällt nicht in den Bereich des Technikers, denn dieser läßt sich, da er ja individuell ist, nur statistisch erfassen.

Der unmittelbare Gebrauchsnutzen

1. Der Begehkomfort

Unter Begehkomfort verstehen wir das, was man als angenehm und „weich“ empfindet, wenn man über einen textilen Belag geht oder sich in irgend einer anderen Weise auf ihm bewegt.

Wir haben uns in einer sehr umfangreichen Arbeit mit diesem Problem befaßt und hierbei auch dessen medizinische Aspekte betrachtet. Die Versuche haben gezeigt, daß der textile Belag die dämpfenden Elemente im Körper des Menschen unterstützt, welche die Aufgabe haben, die Impulse,

die beim Gehen, beim Laufen und dergleichen auftreten, so zu dämpfen, daß das psychosensorische Zentrum im Gehirn vor Kraftstößen bewahrt wird. Diese Unterstützung bewirkt, daß der Körper für die Dämpfung der Impulse weniger Energie einsetzen muß, was als angenehm empfunden wird. Kraftstöße sind eine Folge von Impulsänderungen, wie sie bei jeder Bewegung des Menschen auftreten und deren Größe sich dabei nach der Körpermasse, die an der Bewegung beteiligt ist, nach der Geschwindigkeit, mit der die Bewegung erfolgt, und nach der Größe der Beschleunigung bzw. der Verzögerung, mit der die Bewegung abläuft, richtet. Die Impulsänderungen sind daher beim langsamen Gehen anders als beim raschen Schreiten oder beim Laufen.

Die dämpfende Wirkung eines Fußbodenbelages ist für jede dieser Bewegungsarten verschieden. Ein Belag, der bei langsamen Bewegungen einen hohen Begehkomfort aufweist, kann bei schnellen Bewegungen als weniger angenehm empfunden werden und umgekehrt. Dadurch, daß der textile Belag auch nicht annähernd ein lineares Druckverformungsverhalten zeigt, unterscheidet er sich in seinem Verhalten grundlegend von anderen Fußbodenbelägen.

Abbildung 2 zeigt das Druckverformungsverhalten von drei verschiedenen Polteppichen und von einem Nadelfilzbelag. Für die dämpfende Wirkung eines jeden Belages ist die Formänderungsenergie maßgebend.

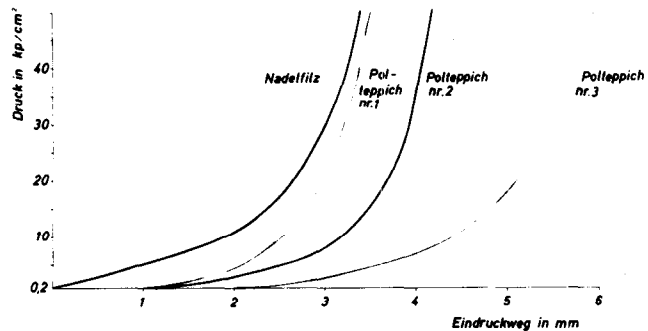


Abb. 2: Druckverformungsverhalten von drei verschiedenen Polteppichen und von einem Nadelfilzbelag

In Abbildung 3 ist die Formänderungsenergie der drei Polteppiche sowie des Nadelfilzes durch den Druck dargestellt. Jeder Druckbereich ist hierbei als gleichwertig, das heißt von gleicher Bedeutung, anzusehen. Um dies anschaulich zu machen, haben wir die Druckenergie jeweils auf den Druck bezogen und die so entstandene fiktive Größe den „wirksamen Arbeitsweg“ genannt, der für den Begehkomfort repräsentativ ist.

In Abbildung 4 ist der „wirksame Arbeitsweg“ der drei Polteppiche und des Nadelfilzbelages sowie zusätzlich der eines PVC-Fußbodenbelages dargestellt. Man sieht, daß die Polteppiche im Bereich geringer Druckstufen gegenüber anderen Belägen einen sehr hohen Begehkomfort aufweisen.

In Bereichen, wo man sich üblicherweise nur langsam bewegt, beispielsweise in Schlaf- oder in Wohnräumen, werden

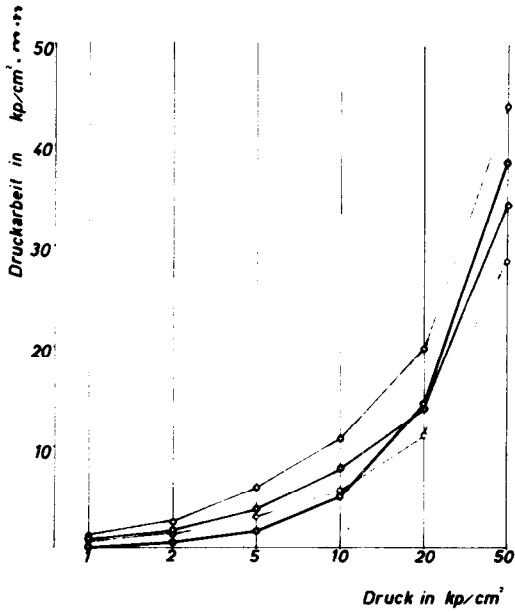


Abb. 3: Formveränderungsenergie von Polteppichen und Nadel filzbelag

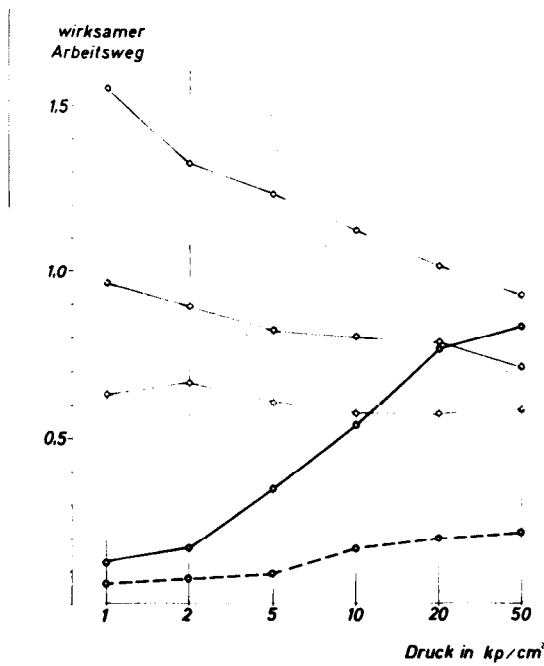


Abb. 4: „Wirksamer Arbeitsweg“ von Polteppichen, Nadel filz- und PVC-Fußbodenbelag

daher Polteppiche einen wesentlich höheren Begehkomfort bieten als andere Beläge. Der Begehkomfort ist umso höher, je mehr Polmaterial der Teppich unter sonst gleichen Verhältnissen enthält.

In Bereichen, wo man mit rascheren Bewegungen, das heißt mit schnellerem Gehen, rechnen muß (d.i. etwa im Druckbereich zwischen 5 und 20 kp/cm^2), werden die Unterschiede des Begehkomforts von Polteppichen mit verschiedenem Polgewicht und zwischen Polteppichen und Nadel filzteppichen immer geringer.

Im höchsten Beanspruchungsbereich - dies wäre etwa dann, wenn der Belag als Fußboden für eine Sportstätte diente -

ist die impulsdämpfende Wirkung des Nadel filzes jener der Polteppiche gleich, teilweise sogar bereits größer.

Betrachtet man in erster Linie den Wohnbereich, das heißt jenen Lebensbereich, in dem sich die Menschen nur langsam, also mit geringen Impulsänderungen, bewegen, so erkennen wir, welcher hohen Begehkomfort ein Polteppich bringt und daß dieser Komfort umso größer ist, je mehr Polmaterial im Teppich enthalten ist.

In diesem Zusammenhang mag es von Interesse sein zu analysieren, wieviel der Grund und wieviel der Pol eines Teppichs zum Begehkomfort beiträgt.

In Abbildung 5 ist diese Analyse an den drei bereits erwähnten Polteppichen dargestellt. Man erkennt hieraus, daß der überwiegende Anteil des Begehkomforts von der Polschicht herrührt.

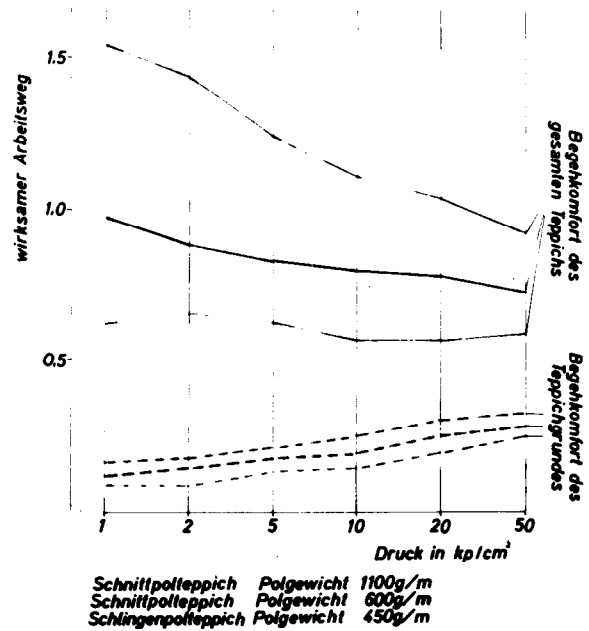


Abb. 5: Beitrag von Grund- und Polmaterial zum Begehkomfort

Man hat daher schon immer die Menge an Pol als Maß für die „Weichheit“, das heißt als Maß für den Begehkomfort und somit als Maß für die Qualität eines Teppichs, angesehen. Wollte man einen Teppich mit hohem Begehkomfort herstellen, so müßte man eine beträchtliche Menge an teurem Polmaterial einsetzen.

Eine grundsätzliche Wandlung dieser Zusammenhänge brachte die Beschichtung der textilen Bodenbeläge mit Schaumrücken. Mit einer solchen Rückenbeschichtung läßt sich auf eine wesentlich billigere Art jeder Begehkomfort erreichen, wie er sonst nur durch den Einsatz von teurem Polmaterial erzielt werden kann. Hierbei läßt sich der Begehkomfort durch Auftragsmasse, Dichte und Art der Beschichtung in beliebiger Art und dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechend gezielt gestalten.

In Abbildung 6 ist der Verlauf des „wirksamen Arbeitsweges“ über die einzelnen Druckstufen von einem Polteppich mit 450 g/m² Polgewicht und einem solchen mit 600 g/m² Polgewicht dargestellt. Beide Polteppiche sind im Rücken glatt latexiert. Der Polteppich mit 450 g/cm² Polgewicht wurde mit einer Flachschaum-Rückenbeschichtung versehen, wodurch sein Begehkomfort höher wurde als jener des Teppichs mit 600 g/m² Polgewicht.

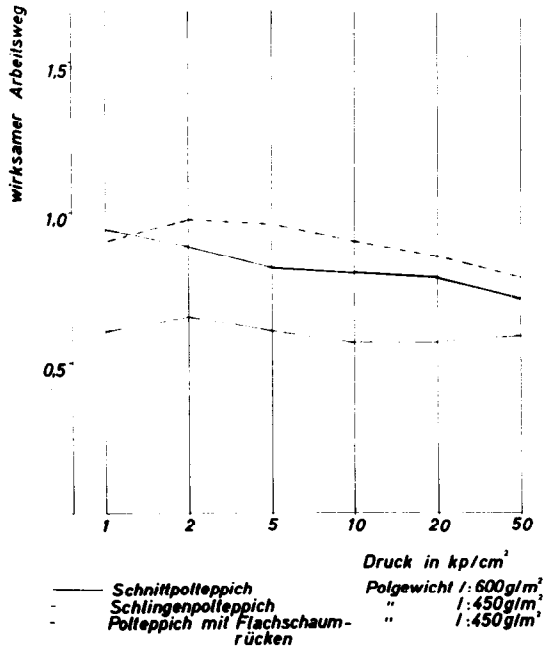


Abb. 6: Beitrag des Polmaterials zum Begehkomfort

Ein Beispiel, wie man eine Rückenbeschichtung gezielt einsetzen kann, zeigt Abbildung 7. Hier ist der „wirksame Arbeitsweg“ von zwei verschiedenen Rückenbeschichtungen (u. zw. jeweils nur der Rückenbeschichtung allein, also ohne

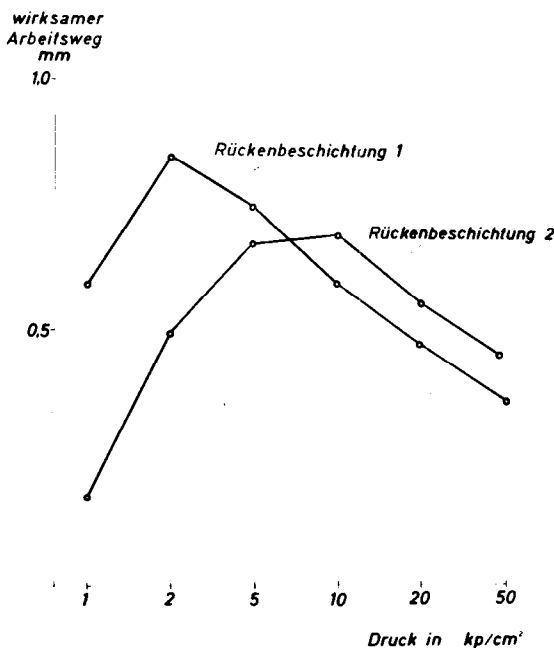


Abb. 7: Beitrag der Rückenbeschichtung zum Begehkomfort

Teppich) dargestellt. Die Applikation der Rückenbeschichtung 1 verleiht einem Teppich einen hohen zusätzlichen Begehkomfort im Bereich geringer Impulsänderungen (beispielsweise in Schlaf- und Wohnbereich). Die Rückenbeschichtung 2 dagegen verleiht einem Teppich bereits einen zusätzlichen Begehkomfort im mittleren Beanspruchungsbereich (beispielsweise im Objektbereich).

Das Bestreben, den Begehkomfort von Teppichen zu erhöhen, ist aber nicht erst durch die Rückenbeschichtung erfüllt worden. Schon früher hat man Teppiche mit Filzunterlagen verlegt, um dadurch einen höheren Begehkomfort zu erhalten.

Wie sich der Begehkomfort einer Filzunterlage zu jenem von Rückenbeschichtungen verhält, illustriert Abbildung 8.

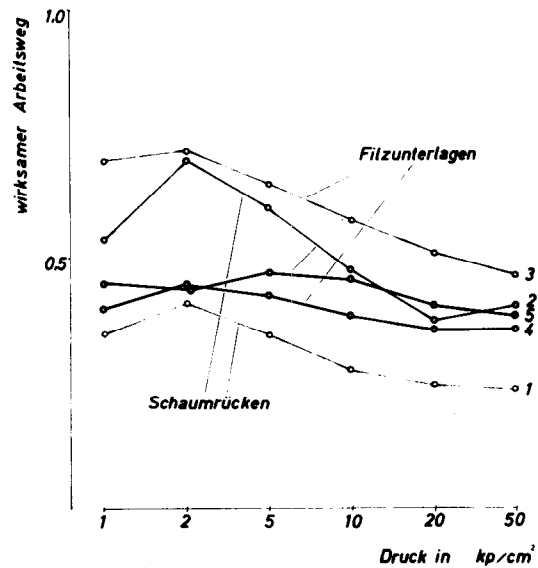


Abb. 8: Einfluß von Filzunterlagen und Rückenbeschichtungen auf den Begehkomfort

Die Kurvenzüge 1 und 2 zeigen den Begehkomfort zweier verschiedener Schaumrücken, die auf ein Jutegewebe aufgebracht worden waren. Die Kurven 3, 4 und 5 zeigen den Begehkomfort von drei Teppichfilzunterlagen verschiedener Dichte und verschiedenen Gewichts.

KORROSIONSSCHUTZ W. HÖHNEL KG.

Sandstrahl-, Flammstrahl-, mechanische Entrostung, staubfreies Sandstrahlen mit Vacu-Blast, Naßstrahlen, Schutz- und Industrieanstriche aller Art, Behälterauskleidungen mit lösungsmittelfreiem Kunststoff, Holzschutz, Isolierungen und Streichgummierungen, Metallspritzten von Zink, Aluminium und Aluminiumlegierungen, kathodischer Korrosionsschutz, Klimatisierung zur Trockenlegung von schwitzwasserfeuchten Anlageteilen.

A-4021 LINZ/DONAU, BISCHOFSTRASSE 5
Tel. 07222/22 101, 22 102, 28 174; FS 02 1469
Postfach 202, Telegrammadresse: Höhnel KG Linz
Korrosionsschutzwerk Linz, Zamenhofstraße 41

Interessehalber soll hier noch kurz auf ein Spezialgebiet, nämlich auf den Fußbodenbelag für Sportanlagen (kurz „Sportbelag“), hingewiesen werden, weil daraus hervorgeht, wie man mit Hilfe der Bestimmung des Begehkomforts gezielt einen bestimmten Belag konstruieren kann. Die schwarz gezeichneten Kurven in Abbildung 9 stellen den

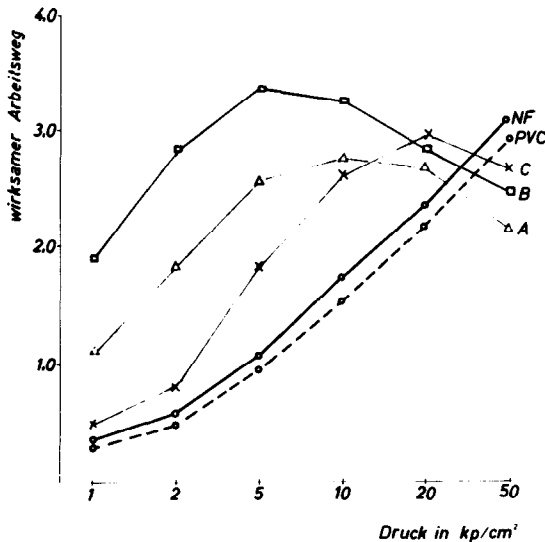


Abb. 9: Begehkomfort von Sportbelägen

„wirksamen Arbeitsweg“ zweier sehr bekannter Kunststoff-sportbeläge dar, die für einzelne Disziplinen bei den Olympischen Spielen in München 1972 erstmals Verwendung fanden.

Die Kurvenzüge A, B und C stellen Sportbeläge auf Nadel-filzbasis dar, die im „Sandwich“-Verfahren so hergestellt worden waren, daß verschiedene Schichten ihrem „wirksamen Arbeitsweg“ entsprechend kombiniert wurden. Die Verwendung dieser Beläge hat gezeigt, daß sie den Kunststoffbodenbelägen nicht nur ebenbürtig, sondern dadurch, daß sie universeller einsetzbar sind, sogar überlegen sind.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden:

Der Begehkomfort eines textilen Belages ist eine wesentliche Komponente des Grundnutzens. Durch ein Prüfverfahren läßt sich der Begehkomfort objektiv messen. Während man früher einen hohen Begehkomfort nur durch den Einsatz von teurem Polmaterial erreichen konnte, kann heute jeder beliebige Begehkomfortwert bereits durch eine entsprechende Rückenbeschichtung erzielt werden.

2. Der akustische Komfort

Die zweite Komponente des unmittelbaren Gebrauchsnutzens ist das schalltechnische Verhalten von textilen Fußbodenbelägen. Dieses kann man einerseits in dem Komfort,

den der Belag seinem Benutzer bringt, andererseits in seinen bauphysikalischen Auswirkungen sehen. Die positiven Auswirkungen des schalltechnischen Verhaltens eines textilen Belages liegen in der Schallabsorption, das heißt in einer Minderung der Entstehungsmöglichkeiten von Geräuschen, sowie in der Trittschalldämmung.

a) Die Schallabsorption

Betrachten wir zuerst den Fall, bei dem der textile Fußbodenbelag mit der Schallquelle selbst keinen unmittelbaren Kontakt hat. Am besten läßt sich das durch einen an der Decke eines Raumes mittels einer Schnur aufgehängten Lautsprechers demonstrieren.

Der vom Lautsprecher erzeugte Schall breitet sich in der Luft als „Luftschall“ aus und trifft auf die Begrenzungsflächen des Raumes sowie auf die Oberflächen der im Raum befindlichen Gegenstände und Personen. Von allen diesen Flächen wird der Schall teils absorbiert, teils reflektiert. Der Grad der Absorption bzw. Reflexion ist von der Frequenz des Schalls abhängig und wird in der Schalltechnik als „Schallabsorptionsgrad“ bezeichnet. Eine vollständige Absorption wird durch den Wert 1, eine vollständige Reflexion durch den Wert 0 angegeben.

Durch die teilweise Absorption durch die Auftreffflächen wird der Schall an seiner Ausbreitung gehindert. Eine Person im Raum nimmt einerseits den ihr durch die Luft auf direktem Weg übermittelten Schall wahr, andererseits erreicht sie aber auch der von den verschiedenen Flächen im Raum reflektierte Anteil des Schalls. Dieser reflektierte Anteil des Schalls hat zwar auf seinem längeren Weg bereits etwas an Energie verloren, ist aber doch imstande, die Schallempfindung zu verstärken. Durch den längeren Weg trifft er den Empfänger etwas verzögert, was zu einem Nachhall und im Extrem zu einem Echo führt.

Die Energie eines in einem Luftraum erzeugten Schalls nimmt mit der Zeit nach einer Exponentialfunktion ab. Diese Abnahme geht umso rascher vor sich, je größer das Schallabsorptionsvermögen des Raumes ist. Als Maß für die Schnelligkeit der Schallabnahme wird die Nachhallzeit genommen, das ist jene Zeit, die vom Abschalten der Schallquelle an verstreicht, bis der Schallpegel um 60 dB gesunken ist. Die Nachhallzeit ist natürlich auch wieder frequenzabhängig.

Das wichtigste Kriterium der Nachhallzeit ist ihr Einfluß auf die Hörverhältnisse in einem Raum. Wird die Nachhallzeit zu groß, dann wird die Verständlichkeit der Sprache abnehmen. Für das Hören von Musik will man dagegen eine etwas längere Nachhallzeit, weil dadurch die Musik einen volleren Klang erhält.

In Wohnräumen üblicher Größe gibt es keine Probleme mit der Nachhallzeit. In großen Räumen, wie z.B. in Hörsälen, Theatern, Konzertsälen, Großraumbüros u.ä., braucht man stets Flächen mit hoher Schallabsorption, um optimale Hörverhältnisse zu erhalten. Der textile Fußbodenbelag ist eine solche Fläche. Oftmals reicht schon der textile Fußbodenbelag allein aus, um in einem Großraum eine gute Akustik zu schaffen.

In Abbildung 10 ist der Schallabsorptionsgrad von sieben

verschiedenen Polteppichen ohne Schaumrückenbeschichtung dargestellt. Es sind sowohl Schlingenteppiche als auch Schnittpolteppiche dabei, und die Polgewichte (Pol über dem Grund) liegen zwischen 270 und 770 g/m². Man erkennt aus der Darstellung, daß die Schallabsorption der einzelnen Teppiche trotz deren Verschiedenheit nur in sehr geringem Maße voneinander abweicht.

KENNZEICHNENDE MERKMALE DER PRUFMUSTER

MUSTER	POLMATERIAL	POLART	POLGEWICHT g/m ²	POLROHDICHTHE g/m ³
1	PA	SCHLINGE	420	0,17
2	PA	SCHNITT	400	0,11
3	PA	SCHLINGE	270	0,09
4	PA	SCHLINGE	510	0,15
5	PA	SCHLINGE	470	0,16
6	w	SCHNITT	770	0,15
7	PAN	SCHNITT	560	0,14

PRUFERGEBNIS

F IN HZ	125	250	500	1000	2000	4000
MUSTER 1	0,01	0,02	0,08	0,16	0,39	0,38
MUSTER 2	0,01	0,04	0,12	0,26	0,55	0,51
MUSTER 3	0,01	0,04	0,13	0,23	0,42	0,48
MUSTER 4	0,02	0,02	0,08	0,18	0,47	0,44
MUSTER 5	0,01	0,02	0,10	0,23	0,40	0,42
MUSTER 6	0,01	0,04	0,13	0,23	0,49	0,50
MUSTER 7	0,01	0,04	0,14	0,31	0,50	0,54

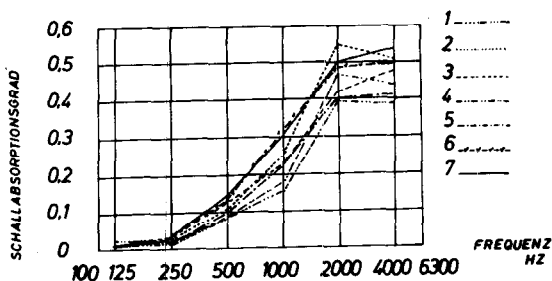


Abb. 10: Schallabsorptionsgrad α_s bei den Frequenzen der Hauptoktavreihe von sieben Polteppichen

Völlig anders ist dies, wenn man die Teppiche mit verschiedenen Rückenbeschichtungen versieht. Abbildung 11 zeigt ein und denselben Teppich glatt latexiert, mit Waffelrücken sowie mit einem 4 bzw. 5 mm dicken Flachschaumrücken.

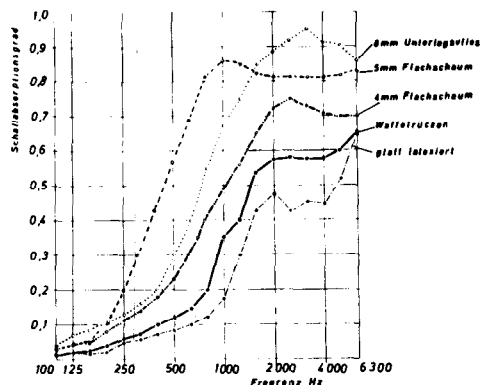


Abb. 11: Schallabsorption von Teppichen mit verschiedenen Rückenbeschichtungen

In der Abbildung ist außerdem noch die Wirkung einer Kombination Teppich/8 mm-Unterlagsvlies dargestellt. Daraus wird der starke Einfluß der Rückenbeschichtung auf den Schallabsorptionsgrad gut ersichtlich.

Mit einer bestimmten Rückenbeschichtung läßt sich aber auch ein bestimmter Schallabsorptionsgrad konstruktiv erreichen, wie er bei einem Teppich ohne Rückenbeschichtung niemals erzielt werden kann.

Ein weiterer Aspekt der Schallabsorption besteht darin, daß eine Erhöhung der Schallabsorption im Raum nicht nur zu einer Verkürzung der Nachhallzeit und damit zu einer Verbesserung der Hörverhältnisse führt, sondern daß diese auch zu einer Verminderung des Schallpegels beiträgt.

b) Herabsetzung des Entstehens von Geräuschen

Ein großer Teil der Geräusche in einem Raum kommt als „Körperschall“ durch die Kontakte mit dem Fußboden zustande. Hierzu gehören Geräusche, die durch das Gehen, Sesselrücken, Herabfallen von Gegenständen usw. entstehen. Die Lautstärke und damit die Lästigkeit eines Geräusches hängt von dessen spektraler Zusammensetzung ab. Die subjektiv empfundene Lautstärke ist dabei umso größer, je höher die Schallpegel - vor allem im Bereich höherer Frequenzen - liegen. Typisch lästige Geräusche entstehen zum Beispiel beim Gehen mit Holzpantoffeln auf einem harten Boden oder wenn feste Gegenstände auf einen harten Boden fallen.

In allen diesen Fällen wird der Hauptanteil des wahrgenommenen Schalles von dem durch den Körperschall angeregten leichteren Körper stammen, und aus Erfahrung ist bekannt, daß die Lautstärke umso größer ist, je kleiner die Masse des stoßenden Körpers und je härter sowohl der Körper als auch der Fußboden ist. Betrachtet man die Masse des Körpers und die Nachgiebigkeit von Körper und Fußboden in der Modellvorstellung als eine Art Masse-Feder-System, das erregt wird, so läßt sich feststellen, daß die Lautstärke umso geringer ist, je niedriger die Eigenfrequenz dieses Systems ist.

In Abbildung 12, Figur 1, ist ein derartiges schwingendes System als Modell dargestellt. Der feste Körper der Masse m trifft mit der Geschwindigkeit v (d.h. mit der kinetischen Energie $\frac{m v^2}{2}$) auf dem ruhenden Fußboden auf. Beim Auftreffen deformieren sich infolge der Stoßkraft beide Körper. Die kinetische Energie wird in Formänderungsarbeit umgewandelt. Bei einem harten Fußboden, beispielsweise bei einem Beton-, Stein- oder Holzfußboden, ist die Verformung relativ klein. Sie geht weitgehend in linearem Zusammenhang mit dem Druck vor sich und kann daher im Modell durch ein Federsystem (F_2), das einen sehr hohen Kompressionsmodul hat, ersetzt werden.

Die Deformation des auf den Fußboden stoßenden Körpers ist von der Form und Beschaffenheit dieses Körpers abhängig. Für viele Körper, zum Beispiel für einen herabfallenden Löffel, für einen Schuh mit hartem Absatz, für einen Eisenhammer oder für einen Kunststoffball, gilt das gleiche wie das für den harten Fußboden Gesagte. Die Deformation ist dabei relativ gering, mit dem Druck weitgehend linear und kann ebenfalls annähernd durch ein Federsystem (F_1) ersetzt werden.

Abbildung 12, Figur 2, zeigt das Druckdeformationsverhalten sowohl des Fußbodens als auch des stoßenden Körpers. Figur 3 illustriert die Summe der beiden Deformationen, während Figur 4 die Formänderungsarbeit über dem Druck und Figur 5 die Drucksteifheit über dem Druck darstellt.

Stoß eines harten festen Körpers auf die Decke mit Hartboden

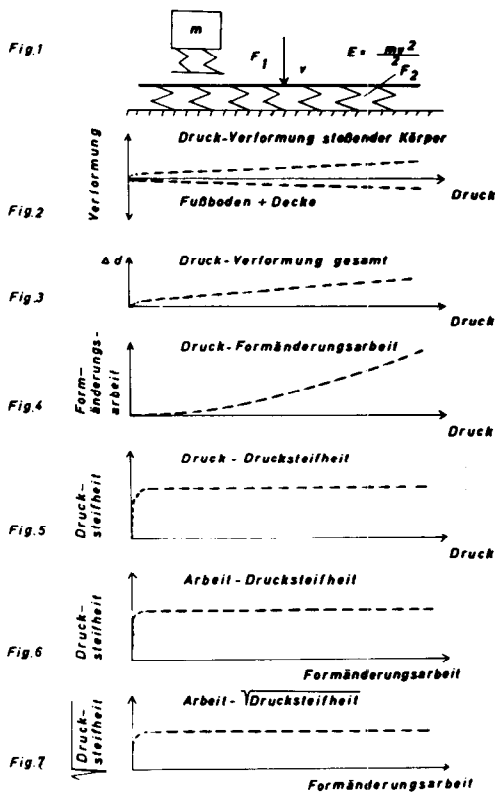


Abb. 12: Stoß eines harten festen Körpers auf die Decke mit Hartboden

Man erkennt daraus, daß die Drucksteifheit sofort einen konstanten Wert annimmt. Dies gilt auch dann, wenn man die Drucksteifheit und schließlich die Wurzel aus der Drucksteifheit über der Formänderungsarbeit aufträgt, was bedeutet, daß die Eigenfrequenz des schwingenden Systems - ausgenommen den unmittelbaren Anfangsbereich - von der Formänderungsarbeit und damit von der kinetischen Energie des stoßenden Körpers unabhängig ist. Die Eigenfrequenz wird somit nur vom Kompressionsmodul und von der Masse des stoßenden Körpers bestimmt.

In Abbildung 13 ist die Quadratwurzel der Drucksteifheit über der Formänderungsarbeit von einem Holzfußboden, einem Kunststoff-Fußbodenbelag, einem Nadelfilz und von zwei verschiedenen Polteppichen aufgetragen. Aus dieser Darstellung erkennt man, daß beim Holzfußboden die für die Schallminderung entscheidende Quadratwurzel der Drucksteifheit sofort einen konstanten hohen Wert annimmt. Auch der Kunststoffbelag nimmt sehr rasch einen konstanten Wert an, der geringer ist als jener des Holzfußbodens. Auch die textilen Fußbodenbeläge nehmen bei sehr hoher Formänderungsarbeit, wie sie mittels hoher Impulse entsteht, schließlich einen konstanten Wert an. Im Bereich ge-

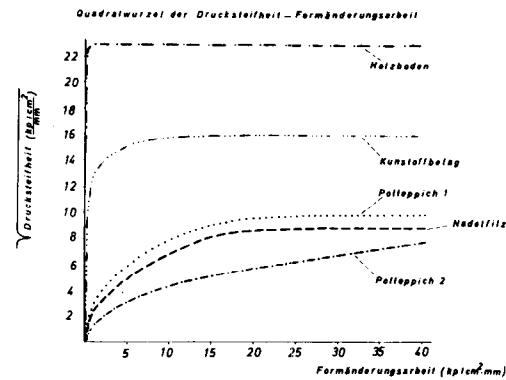


Abb. 13: Quadratwurzel der Drucksteifheit-Formänderungsarbeit

ringerer Formänderungsarbeit ist die Quadratwurzel aus der Drucksteifheit jedoch wesentlich kleiner als der letztlich bei sehr hoher Formänderungsarbeit erreichte Wert.

Die wirklich lästigen Geräusche im täglichen Leben entstehen weniger durch das Schlagen schwerer Hämmer auf den Fußboden bzw. durch hohe Impulse und die dadurch hervorgerufene Formänderungsarbeit, sondern vielmehr durch die Auswirkungen kleiner Impulse, wie sie beim langsamen Gehen, Schleifen, Sesselrücken, Herabfallen von Gegenständen u. dgl. entstehen.

Für eine Herabsetzung der Möglichkeit, daß ein Geräusch entsteht, ist daher die Drucksteifheit im Bereich geringerer Impulse entscheidend.

In Abbildung 14 ist der Oktavbandschallpegel eines Geräusches im Raum dargestellt, wie es durch ein genormtes

Hammerwerk entsteht, bei dem die Fallhöhe abwechselnd 40 bzw. 25 mm beträgt. Die Hämmer schlagen einmal auf einen Holzfußboden, einmal auf einen Teppich.

Die Darstellung zeigt deutlich, daß beim Holzfußboden praktisch der gleiche Schallpegel entsteht, wenn die Hämmer von 40 oder von 25 mm Höhe herabfallen. Beim Teppichboden dagegen ist der Schallpegel bei der kleineren Fallhöhe deutlich geringer.

Durch die Rückenbeschichtung eines Bodenbelages läßt sich die Drucksteifheit verringern und damit die Herabsetzung der Geräuschbildung in idealer Weise steuern. Hierbei kann ein Grad an Geräuschminderung erreicht werden, wie er durch einen unbeschichteten Teppich nie zu erreichen ist.

Während der Benutzer eines textilen Fußbodenbelages in erster Linie die Minderung der Geräusche in seinem Raum als komfortabel empfindet, interessieren den Baufachmann vor allem die Auswirkungen des Fußbodenbelages auf die Trittschalldämmung der Decke. Nach Untersuchungen von *C r e m e r* und *G ö s e l e*¹ ergibt sich durch den Belag oberhalb der Resonanzfrequenz des schwingenden Systems, bestehend aus der Masse des auf den Fußboden auftreffenden Körpers (z.B. die Hammermasse beim Normhammer-

werk), und der Drucksteifheit des Belages eine Trittschallminderung

$$\Delta L = 40 \cdot \log \frac{f}{f_R}$$

wobei f_R die Resonanzfrequenz ist.

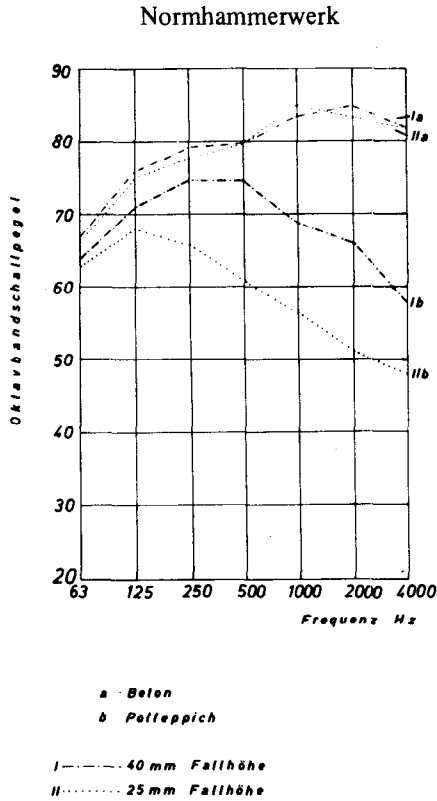


Abb. 14: Oktavbandanalyse des Geräusches im Raum über der Decke

reits relativ nahe beisammen. Die Trittschallminderung der verschiedenen Polteppich- und Nadelfilzqualitäten liegt daher in einem relativ engen Bereich.

Trittschallminderung:

$$\Delta L = 40 \log \frac{f}{f_R} \quad (f > f_R)$$

f ... Frequenz in Hz

f_R ... Resonanzfrequenz in Hz

$$f_R = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m}}$$

c ... Drucksteifheit [$kp \cdot cm^{-2}$]

c = s · F

s ... flächenbezogene Drucksteifheit [$kp \cdot cm^{-2}$]

F ... Fläche in cm^2

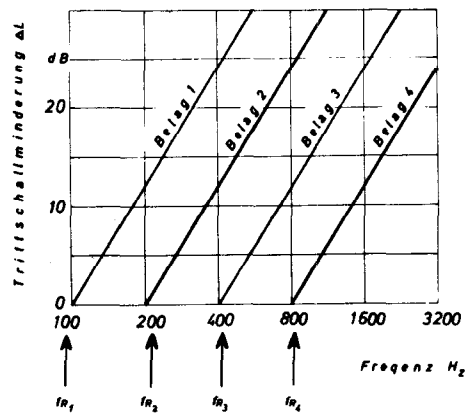


Abb. 15: Berechnung der Trittschallminderung durch einen Fußbodenbelag

Abbildung 15 zeigt die theoretisch errechnete Trittschallminderung für vier verschiedene Beläge, bezogen auf das Normhammerwerk. Oberhalb der Resonanzfrequenz f_R tritt eine Trittschallminderung ΔL von 40 dB/Dekade bzw. von 12 dB/Oktave ein. Je nach der Eigenfrequenz des Systems Hammermasse - Drucksteifheit des Belages ist diese größer oder geringer. Zieht man die Trittschallminderung vom Normtrittschallpegel einer 12 cm starken Rohbetondecke ab, so erhält man den rechnerisch ermittelten Verlauf des Normtrittschallpegels für eine Decke mit Belag (Abb. 16). In dieser Abbildung ist auch die in der Norm festgelegte Sollkurve zu sehen.

Die gute Übereinstimmung der errechneten Trittschallminderung mit der praktisch gemessenen zeigt Abbildung 17, in der die Bereiche für Nadelfilz- und Polteppiche ohne Rückenbeschichtung eingezeichnet sind.

Obwohl der Kurvenverlauf der Drucksteifheit, gegen die Formänderungsarbeit aufgetragen, bei den einzelnen Polteppich- und Nadelfilzqualitäten sehr unterschiedlich sein kann, liegen die Werte der Drucksteifheit bei einer Beanspruchung, wie sie das Normhammerwerk hervorruft, be-

denkt man nun, daß jedem Schallpegelwert ein gewisser „Vertrauensbereich“ zuzuordnen ist, so werden die Ergebnisse der Trittschallmessung bei vielen textilen Belägen nicht so signifikant differenzierbar sein. Wird ein Teppich jedoch mit einer Rückenbeschichtung versehen, so ändert sich hierdurch der Kurvenverlauf der Drucksteifheit gegen die Formänderungsarbeit sehr wesentlich. Im Beanspruchungsbereich des Normhammerwerkes wird die Drucksteifheit durch die Rückenbeschichtung kleiner, während die Eigenfrequenz niedriger und die Trittschallminderung höher wird.

Abbildung 18 zeigt den Einfluß der Rückenbeschichtung auf die Trittschallminderung. Während die Verbesserung durch den Jutedopperrücken noch relativ gering ist, zeigt der mit Waffelschaum beschichtete Teppich gegenüber dem unbeschichteten die Verbesserung bereits deutlich. Eine besonders hohe Trittschalldämpfung läßt sich durch einen Flachschaumrücken erreichen. Das Verbesserungsausmaß beträgt bei diesen Teppichen, glatt latexiert und mit Jutedopperrücken, 23 dB, mit Waffelschaumrücken 26 dB und mit Flachschaumrücken 32 dB.

Bei all diesen Tests handelt es sich um Messungen mit dem Normhammerwerk, dessen Impulse ungewöhnlich hoch sind. In der Praxis werden derartige Geräuschquellen aller-

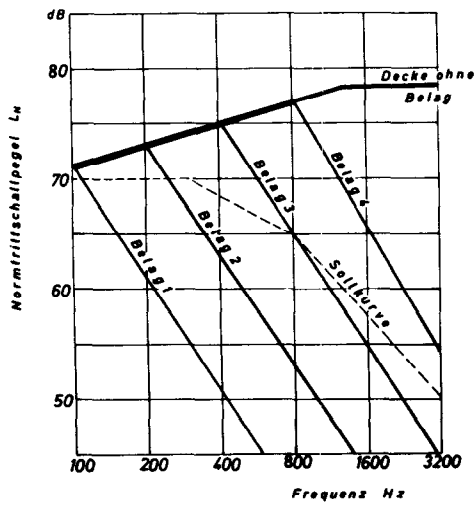


Abb. 16: Berechnung des Normtrittschallpegels einer Decke mit verschiedenen Belägen

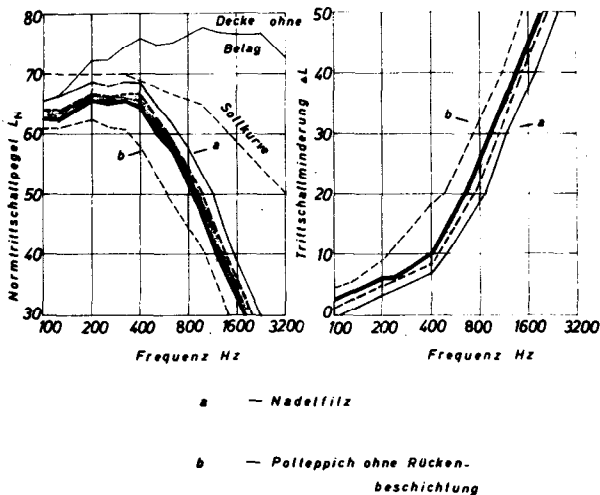


Abb. 17: Normtrittschallpegel und Trittschallminderung von Polteppichen und Nadelfilzen

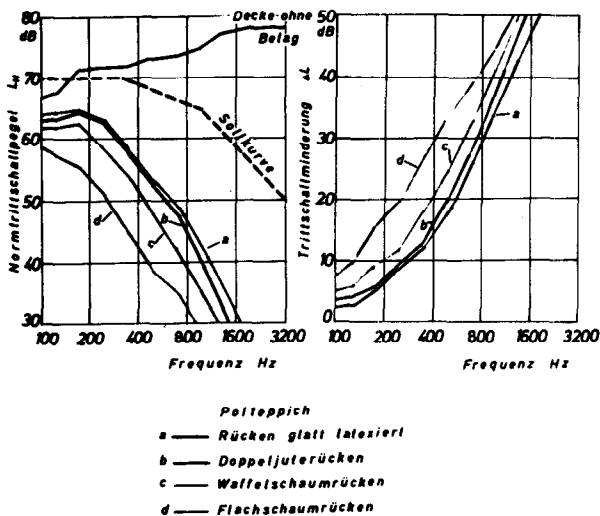


Abb. 18: Einfluß der Rückenbeschichtung auf Normtrittschallpegel und Trittschallminderung

dings selten sein. Die Belästigung erfolgt dort überwiegend durch Geräusche, wie sie durch langsames Gehen, Schleifen, Sesselrücken u. dgl. entstehen. Wie sich die Trittschallminderung bei Anregungen mit kleinen Impulsen verändert, zeigen die Abbildungen 19 und 20.

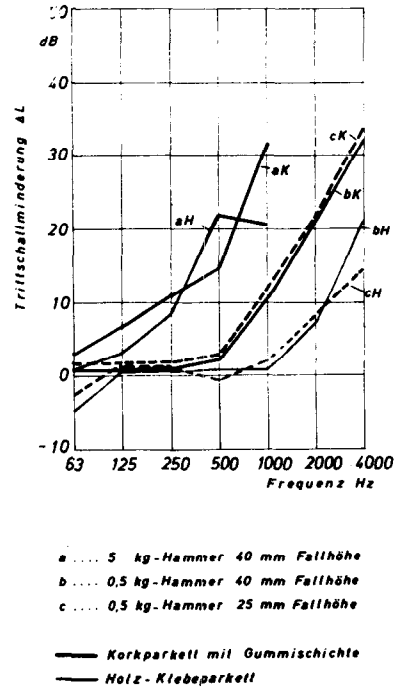


Abb. 19: Einfluß der Hammermasse und der Fallhöhe auf die Trittschallminderung

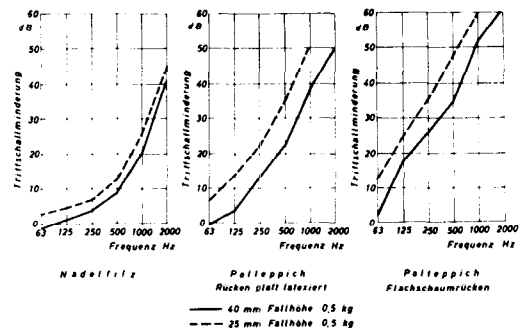


Abb. 20: Einfluß der Fallhöhe des Normhammerwerkes auf die Trittschallminderung bei textilen Fußbodenbelägen

Die Anregung erfolgte hier wieder durch das Normhammerwerk mit einer Fallhöhe der Hämmer von 40 bzw. 25 mm. Aus der Darstellung erkennt man, daß sich beim Holzfußboden die Trittschallminderung durch die Veränderung der Hammerfallhöhe nicht verändern läßt.

Bei den textilen Belägen ist die Trittschallminderung bei der kleinen Fallhöhe des Hammers noch wesentlich höher. Die höchste Trittschallminderung können wir wieder bei einem Teppich mit Flachschaumrücken feststellen.

Die Rückenbeschichtung ist somit in der Lage, die Funktion des Pols im Hinblick auf den Begehkomfort und auf die schalltechnischen Eigenschaften zu übernehmen. Hierbei können Eigenschaften erzielt werden, wie sie durch den Pol überhaupt nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand an Polmaterial und Poldichte erreicht werden können.

Für bautechnische Überlegungen leistet die Rückenbeschichtung von Fußbodenbelägen darüberhinaus noch einen Beitrag zum Wärmedurchlaßwiderstand und zur Verringerung der Wärmeableitung.

Dem Pol des Teppichs oder allgemein der Nuttschichte des textilen Belages verbleibt somit nur noch die dekorative

Wirkung durch Struktur und Musterung. Die dekorative Wirkung ist damit zum einzigen und somit zum entscheidenden Kriterium geworden, das die gewebten bzw. getufteten Polteppiche von anderen textilen Fußbodenbelägen (z.B. Nadelfilz- oder beflockte Teppiche) unterscheidet. Für die zukünftige Entwicklung der einzelnen Technologien erscheint dies von großer Bedeutung.

Literatur:

- 1) H. u. L. Cremer: „Theorie der Entstehung des Klopfschalls“; Frequenz 2 (1948)
L. Cremer: „Näherungsweise Berechnung der von einem schwimmenden Estrich zu erwartenden Verbesserung“; Fortschritt und Forschung im Bauwesen (1952), Reihe D, Heft 2
K. Gösele: „Der Schallschutz von Decken und Wänden“; Fortschritt und Forschung (1952), Reihe D, Heft 2



OLR O.Ö. LANDESREISEBÜRO SOR – SONDERREISEN

		Termine	Preis
RUND UM DIE WELT	75 Tage - Schiffsreise	5. 6.1973	S 27 700,-
KRETA	14 Tage - Flugreise mit Badeaufenthalt und Exkursionen	14. 7.1973	S 4 700,-
RUND UM SÜDAMERIKA	55 Tage - Schiffsreise	14. 7.1973	S 24 900,-
ENTLANG DES HIMALAYA (Afghanistan, Pakistan, Kaschmir, Nordindien, Nepal, Sikkim)	25 Tage - Flugreise	26. 7. und 11.10.1973	S 23 600,- S 3 400,-
SÜDAFRIKA - SÜDWESTAFRIKA - RHODESIEN (mit Mozambique, Swaziland, Zambia und Kenya)	26 Tage - Flug- und Busreise	26. 7. und 18.10.1973	S 26 900,- bzw. S 24 900,- S 2 950,-
ISLAND - GRÖNLAND	16 Tage - Flugreise Sonderleistungen	28. 7.1973	S 17 300,- S 1 900,-
ALTRUSSISCHE STÄDTE - BALTIKUM	23 Tage - Flug-, Bahn- und Busreise	28. 7.1973	S 15 800,-

SOR-Sonderreisen sind Veranstaltungen des O.Ö. Landesreisebüros mit speziellem Besichtigungsprogramm.

Verlangen Sie unser ausführliches SOR-Sonderreisenprogramm in einem der folgenden Büros des O.Ö. Landesreisebüros:

4010 LINZ,	Hauptplatz 9	Tel. 28863 (Zentrale)
4020 LINZ,	Landstraße 38 (Hypobank)	Tel. 20250
4601 WELS,	Pfarrgasse 5	Tel. 7028
5280 BRAUNAU,	Stadtplatz 33	Tel. 2718

Systematik und Terminologie der textilen Flächengebilde

Fachoberlehrer Ing. Hermann K i r c h e n b e r g e r und Oberstudienrat Prof. Ing. Ernst P r u s a , Höhere Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Textilindustrie, Wien

In dieser Arbeit werden Vorschläge zu einer einheitlichen Terminologie der verschiedenen Flächengebilde unterbreitet, die sich in Faserverbundstoffe, Fadenverbundstoffe und kombinierte Verbundstoffe aufgliedern lassen. Weiters wird darin auf die Herstellungsweise verschiedener textiler Flächengebilde näher eingegangen. Ein Kapitel ist auch den Textilmaschinen neuester Bauart sowie der Anwendungstechnik gewidmet.

In this paper suggestions are made for a uniform terminology for the various sheet materials that can be divided into fibre compound materials, thread compound materials and combined compound materials. Besides, the production processes of various types of textile sheeting are discussed in greater detail. One chapter is devoted to the latest textile machinery and to practical application.

EINLEITUNG

In den letzten zehn bis fünfzehn Jahren kamen zu den klassischen flächenbildenden Textiltechnologien für Gewebe, Maschenwaren, Geflechte, Netze und Spitzen eine Fülle neuer Verfahren hinzu, durch die der Gesamtkomplex der textilen Flächengebilde wesentlich erweitert wurde. Alle diese neuen Verfahren müssen nun ihrer Herstellungsart und ihren Eigenschaften entsprechend eingeordnet werden. Es sind dabei auf internationaler Basis viele Versuche gemacht worden - die Ansichten darüber gehen jedoch häufig auseinander, sodaß noch keine einheitliche Linie gefunden werden konnte. In dieser Abhandlung soll nun versucht werden, ein System der flächenbildenden Verfahren mit grundsätzlichen Definitionen zu erstellen, das vielleicht zu einer internationalen Einigung beitragen könnte.

In Heft 33 der „Lenzinger Berichte“ wurde im Rahmen eines anderen Themas bereits eine Zusammenstellung textiler Flächengebilde veröffentlicht, die der Verfasser schon seit einiger Zeit bei der warenkundlichen Darstellung textiler Stoffe verwendet und die sich nach seinen Erfahrungen bisher recht gut bewährt.

Die im nachstehenden angeführten technischen Begriffe sind nur als grundlegende Definitionen zu verstehen; man kann sie ihrer Materie entsprechend natürlich noch weiter ausbauen und unterteilen.

DIE ENTWICKLUNG EINER ZEITGEMÄSSEN SYSTEMATIK

Als die neuen Verfahren gegen Ende der fünfziger Jahre ständig zunahmen, begannen auch die Bemühungen, sie irgendetwie einzuordnen. Dabei wurde der Begriff „Textile Verbundstoffe“ geprägt. Unter diesem Namen faßte Professor Dr. Radko K r ě m a in seinem 1963 erschienenen Buch die neuen Verfahren zusammen. Der Terminus „Textile Verbundstoffe“ umfaßte damals alle neuen Verfahren mit Ausnahme jener zur Herstellung der klassischen Flächengebilde und von nichtgewebtem Filz. Auch andere Fachleute (z.B. H e a r l e , J ö r d e r , M e y e r und N o t t e b o h m) schlossen sich dieser Meinung an und verwendeten ebenfalls diese neue Bezeichnung.

Die textilen Verbundstoffe wurden nunmehr nach der Art ihres Rohstoffes in

Faserverbundstoffe,
Fadenverbundstoffe und
kombinierte Verbundstoffe

unterteilt. Zu dieser Zeit bestand hierfür jedoch bereits ein anderer, in den USA geprägter und nach dem Krieg von der ganzen Welt übernommener Sammelname: „Non Woven Fabrics“ („Nichtgewebte Stoffe“). Er wurde schon vor dem Zweiten Weltkrieg in den USA für adhäsiv verfestigte Faservliese eingeführt und sollte ein Flächengebilde bezeichnen, das ohne Spinn- und Webvorgang hergestellt war. Dieser Terminus ist aber nicht ganz richtig gewählt, denn „nichtgewebt“ sind ja auch Maschenstoffe, die aber in diese Definition nicht einbezogen wurden.

Heute noch versteht man unter der Bezeichnung „Nichtgewebte Stoffe“ alle nach den neuen flächenbildenden Verfahren erzeugten Textilien oder zumindest alle Faserverbundstoffe. Letztere werden heute bereits im deutschen Sprachgebrauch als „Vliesstoffe“ bezeichnet, was ihrer Herstellungsweise völlig entspricht.

Mit der Zeit war der Sammelbegriff „Textile Verbundstoffe“ in dieser seiner ursprünglichen Form für alle neuen Technologien nicht zu halten. Vor allem deshalb nicht, weil die Technik in allen Bereichen ununterbrochen fortschritt, und auch darum nicht, weil nach der Veröffentlichung von Krčma eine Flut von Berichten in den Fachzeitschriften erschien, die weitere neue Verfahren beschrieben, ohne die bereits erstellte Terminologie zu beachten oder zu kennen.

In der BRD kamen in den letzten Jahren verschiedene Normblattentwürfe heraus, wie zum Beispiel DIN 61 210 für Vliesstoffe oder DIN 61 211 für auf Nähwirkmaschinen hergestellte Flächengebilde. (Dieses Abseitsstellen von Nähwirktextilien ist technisch völlig unbegründet!) Im Gegensatz zu diesen beiden Normblattentwürfen scheinen die Nadeltechniken und die Klebeverfahren unter DIN 60 000 als eigene Gruppen auf.

Die ständig steigende Zahl von weiteren flächenbildenden Verfahren zwingt uns heute gerade dazu, die Terminologie zu überholen und die Begriffe zu fixieren. Ein strenges Trennen der konventionellen bzw. der klassischen Flächengebilde von den textilen Verbundstoffen ist bereits nicht mehr

möglich, denn auch beim Weben oder beim Maschenbilden beispielsweise werden zusätzlich Fäden eingelegt, um neue Effekte bei der Flächenbildung zu erzielen. Eine Terminologie muß aber unkompliziert, leicht verständlich und vor allem für Ergänzungen offen sein.

Eine Möglichkeit zu einer umfassenden Systematik der textilen Flächengebilde wurde vom Autor im Jahre 1970 anlässlich der Fachtagung „Malimo 70“ vorgeschlagen und von ihm seither verwendet. 1972 beruhte ein Vorschlag von Böttcher bei dem Symposium über Non-Wovens in Brünn auf sehr ähnlichen Überlegungen (Abb. 1).

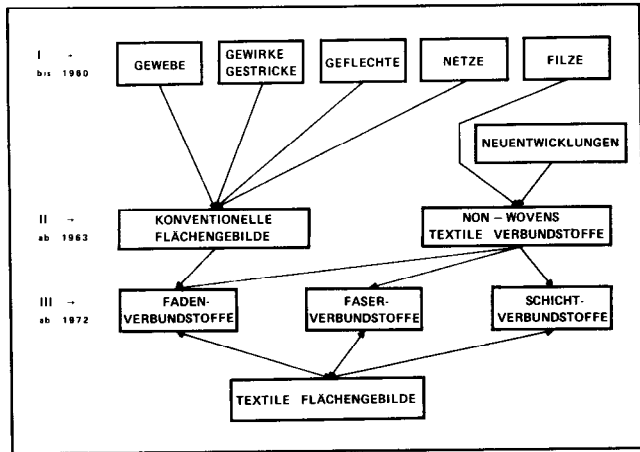


Abb. 1: Etappen der Terminologie (nach Böttcher⁶)

DER OBERBEGRIFF „TEXTILES FLÄCHENGEBILDE“

Als textiles Flächengebilde ist jede Fläche zu bezeichnen, die aus textilen Rohstoffen nach einer Textiltechnologie hergestellt wird. Als textile Rohstoffe bezeichnen wir all jene, die nach irgendeiner Textiltechnologie herzustellen oder zu verarbeiten sind (Abb. 2).

Der Ausdruck „Textile Verbundstoffe“ ist wohl richtig und zulässig, er sollte aber dennoch nicht mehr verwendet werden, um Mißverständnissen vorzubeugen.

Die Unterteilung sollte nur noch nach der Form des zu verarbeitenden Rohstoffes in drei Hauptgruppen vorgenommen werden, also nach

- Fadenverbundstoffen,
- Faserverbundstoffen,
- kombinierten Verbundstoffen und Schichtverbundstoffen.

Die Gruppierung 1 bis 3 erfolgt je nach Häufigkeit der Anwendung.

Fadenverbundstoffe

Fadenverbundstoffe sind textile Flächengebilde, die ganz oder zum überwiegenden Teil aus vorgefertigten Fäden bestehen, die wiederum mittels einer fadenverarbeitenden Technik gebildet wurden.

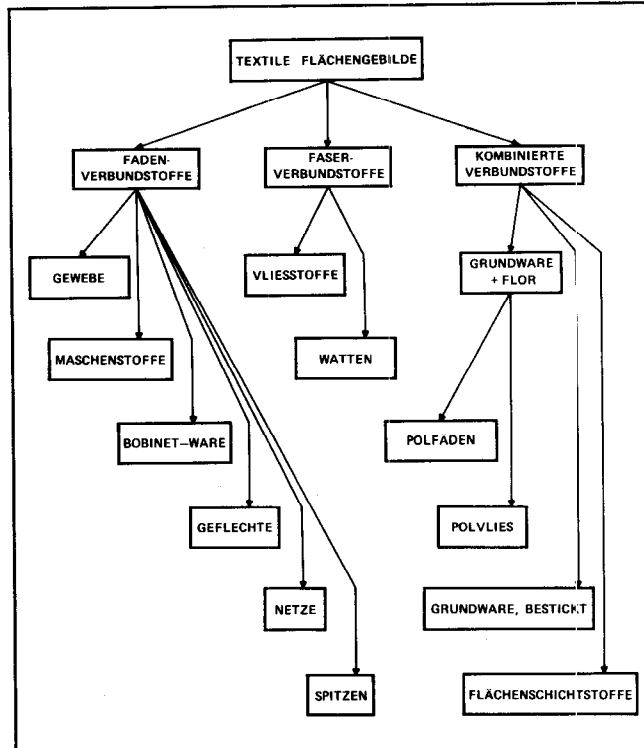


Abb. 2

Eine Ausnahme ist hier nur bei der Nähwirktechnik zu finden. Die Maschinen hierzu sind in das Gebiet der Wirkerei einzureihen. Die Varianten Nähwirk-Vliesstoffe und Vliesgewirke bestehen ja zum überwiegenden Teil bzw. ganz aus Faservliesen. Allerdings findet bei beiden ein Maschenbildungsvorgang statt. Die Varianten Polfaden-Nähgewirke und Polvlies-Nähgewirke bedürfen hingegen einer bereits vorgefertigten Grundware, wobei ebenfalls zusätzlich ein Maschenbildungsvorgang erfolgt.

A. Gewebe

Als Gewebe bezeichnet man eine textile Fläche, die aus mindestens zwei sich unter 90° verkreuzenden Fadensystemen - Kette und Schuß - besteht. Die Fäden beider Fadensysteme liegen in einer Fläche weitestgehend gestreckt sowie parallel bzw. quer zur Laufrichtung.

1. Webmaschinen

Das sind Maschinen zur Herstellung von Geweben durch Fachbildung der Kette und Eintrag des Schusses (Abb. 3). Sie besitzen alle Einrichtungen zur Durchführung des Webprozesses.

- *Flachwebmaschinen* sind solche, bei denen die Lage der Kette horizontal oder bei Ausnahmen (z.B. das Rütli-Wellenfach) vertikal, jedoch immer in einer Ebene angeordnet ist. Hierher gehören Webmaschinen mit Schußeintrag mittels Spulenschützen und solche mit Schußeintrag mittels bewegter Fadenklemmen bzw. Druckmedien (schützenlose Webmaschinen).
- *Rundwebmaschinen* sind solche, bei denen die Anordnung der Kette kreisförmig und vertikal ist, während die

Bewegung der Schußgarträger (d.h. der Schützen) zirkulär im Wellenfach verläuft.

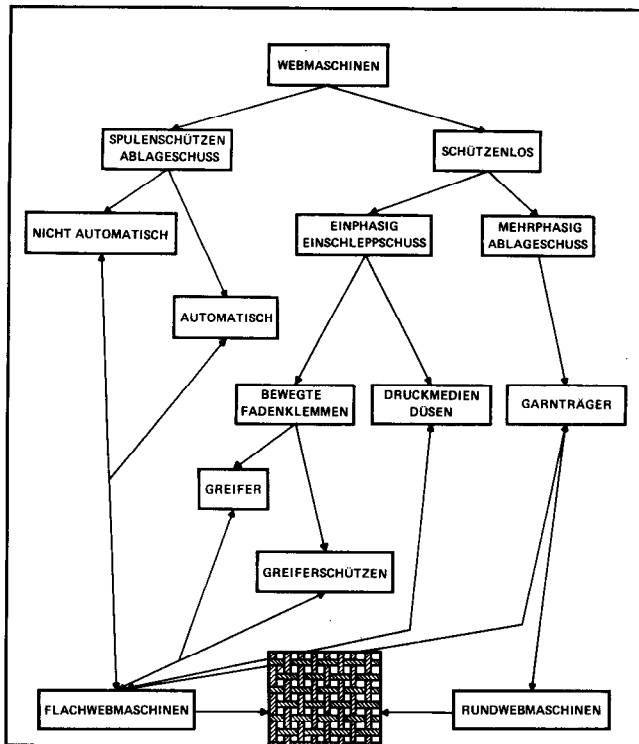


Abb. 3: Maschinen zur Herstellung textiler Flächengebilde

2. Webware

Gebrauchsfertige Gewebe werden als Webware bezeichnet. In webtechnischer Hinsicht sind sie in

- Flachgewebe, die aus einem Kett- und aus einem Schußsystem bestehen, sowie in
- Double- und Doppeltgewebe zu unterteilen, wobei die zuerst genannten aus einem Kett- und aus mindestens zwei Schußsystemen bestehen bzw. umgekehrt. Die Doppeltgewebe setzen sich jeweils aus mindestens zwei Fadensystemen von Kette und Schuß zusammen.

Weiters gibt es noch die sogenannten

- Drehtergewebe, die aus einem Schußsystem und zwei Kettensystemen bestehen, wobei sich die beiden Kettfäden jeweils zwischen den Schußfäden umschlingen; die
- Florgewebe, die an einer oder an beiden Warensseiten einen aus Fäden bestehenden Flor besitzen, der während des Webprozesses mit hergestellt wird (ausgenommen den Schußsamt); die
- Frottiergewebe, die an einer oder an beiden Warensseiten einen Schlingenflor besitzen und aus zwei Ketten und aus einem Schußsystem bestehen. Die Florbildung erfolgt durch eine Kette auf einer Spezialwebmaschine mit einer Einrichtung für zwei unterschiedliche Ladenbewegungen. Auch der
- Schußsamt gehört dazu. Dieser wird als dichtes, einschüt-

ziges Flachgewebe mit längerem Schlingenflor hergestellt, der dann bei der Ausrüstung aufgeschnitten wird, was einen kurzen Schnittflor ergibt. Weiters die

- Rutenflorgewebe, bei denen die Florbildung mittels Florlette über eingeschobene Ruten erfolgt, wobei die Florfäden gleichzeitig eingewebt werden, und schließlich die
- Doppelflorgewebe, bei denen die Florbildung während des zweiseitigen Webprozesses durch eine Florkette zwischen zwei Grundgeweben erfolgt. Die Doppelware wird anschließend auf der Webmaschine in zwei voneinander unabhängige Florgewebe zerschnitten.

B. Maschenware

Unter Maschenware versteht man textile Flächen, die aus nur einem Fadensystem (d.h. entweder nur aus der Kette oder nur aus dem Schuß) bestehen. Da Fadensysteme aus parallelliegenden Fäden keine Flächen ergeben, müssen diese Fäden „vermascht“ werden, das heißt, sie werden zu Maschen umgebildet, die dann die Verbindung zu den Nachbarfäden herstellen. Das Grundbindungselement ist dabei die Masche (Abb. 4).

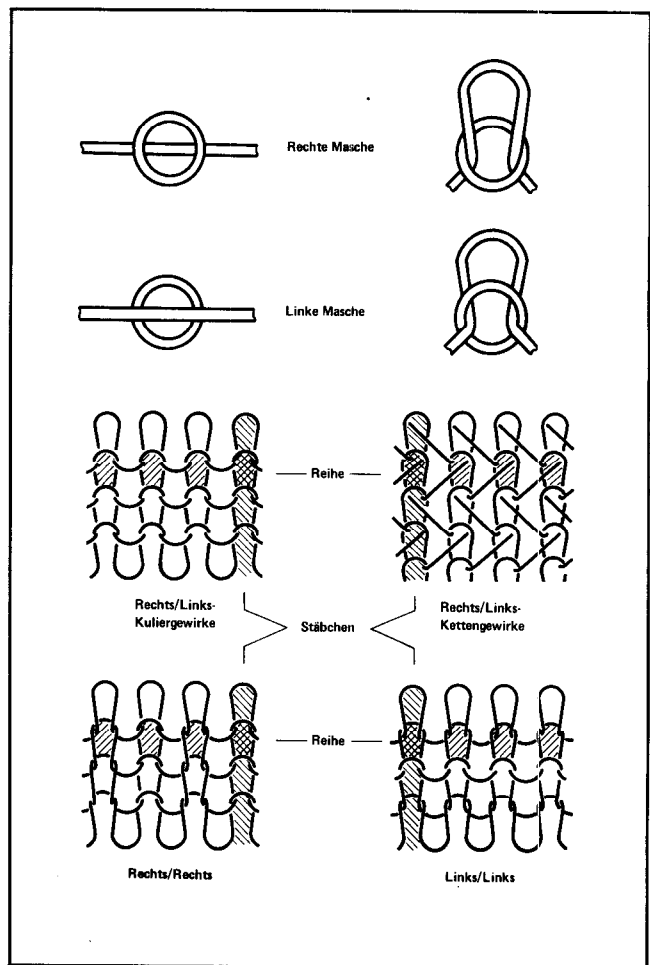


Abb. 4: Das Bindungselement „Masche“

1. Bindungselemente

Neben der Masche kommen als Bindungselemente noch Preß- oder Fanghenkel und Unterlegungen vor.

Die *Masche* besteht aus einem bestimmten Stück schleifenförmig gebogenem Faden, das durch eine vorhergehende Masche hindurchgezogen wurde. Da diese vorhergehende Masche in der Warenebene liegt, erfolgt das „Durchziehen“ rechtwinklig zur Warenebene -, und damit ergeben sich zwei Möglichkeiten, die neue Masche nach vorn oder nach hinten durchzuziehen:

- Wird die neue Schleife nach vorn durch die alte Masche gezogen und wieder in die Warenebene gebracht, so erhält man eine „rechte“ Masche.
- Wird die neue Schleife nach hinten durch die alte Masche gezogen, so erhält man eine „linke“ Masche. Bei der Handstrickarbeit werden diese Maschen als „glatt“ oder als „verkehrt“ bezeichnet.

Die Bindungselemente *Henkel* und *Unterlegungen* dienen zur Musterung und können ebenfalls als „rechte“ oder als „linke“ Henkel bzw. Unterlegungen vorkommen.

2. Kettenware und Schußware

Kommen die unter Punkt 1 angeführten Bindungselemente in einem Fadensystem, zum Beispiel nur in der Kette, vor, dann spricht man von Kettenware; treten diese aber im Schuß auf, so wird diese Ware bei uns zumeist unkorrekterweise als Strick- bzw. als Kulierware bezeichnet. Die englische Benennung ist da genauer, sie unterscheidet tatsächlich zwischen „warp knitting“ und „weft knitting“, also zwischen „Kettenware“ und „Schußware“.

3. Wirkware und Strickware

Eine weitere Differenzierung ergibt sich durch die Begriffe Wirk- und Strickware, die auf Grund der hierzu nötigen unterschiedlichen Maschinenkonstruktion entsteht.

Zur Herstellung von Maschen werden in den Maschinen als maschenbildende Elemente Nadeln verwendet. Diese müssen hierzu zeitweise offene Haken bilden, um die entstehenden Schleifen zu erfassen, und zu anderen Zeiten geschlossene Ösen formen, die die Schleifen durch die bereits gebildeten Maschen durchziehen sollen. Bei der einfachsten Lösung werden diese Nadeln in Achsenrichtung bewegt, das heißt gehoben und gesenkt, um eine Maschenreihe herzustellen. Die Art der Nadelbewegung bestimmt dabei, ob es sich um eine Wirk- oder um eine Strickmaschine handelt.

- Werden die Nadeln gemeinsam bewegt, so handelt es sich um eine *Wirkmaschine*, gleichgültig, ob eine Maschenreihe gleichzeitig oder nach und nach fertig wird.
- Sind die Nadeln einzeln beweglich angeordnet und werden sie auch einzeln zur Maschenbildung bewegt, so spricht man von einer *Strickmaschine*. In Strickmaschinen entstehen die Maschen innerhalb einer Maschenreihe immer *n a c h e i n a n d e r*.

Wirk- und Strickwaren können die gleiche Bindung bzw. Stoffstruktur aufweisen, und nur der Fachmann ist in der Lage, eine unbekannte Ware als Wirk- oder als Strickware zu

identifizieren, wobei Maschinenkenntnisse für ihn von entscheidender Bedeutung sind.

4. Wirkmaschinen und Strickmaschinen

Sowohl Wirk- als auch Strickmaschinen können prinzipiell nach dem Kettensystem oder nach dem Schußsystem arbeiten. Kettenwirkmaschinen arbeiten nach dem Kettensystem, wogegen Kettenstrickmaschinen nur sehr selten zu finden sind. Sowohl Strickmaschinen als auch Kulierwirkmaschinen arbeiten nach dem Schußsystem (Abb. 5).

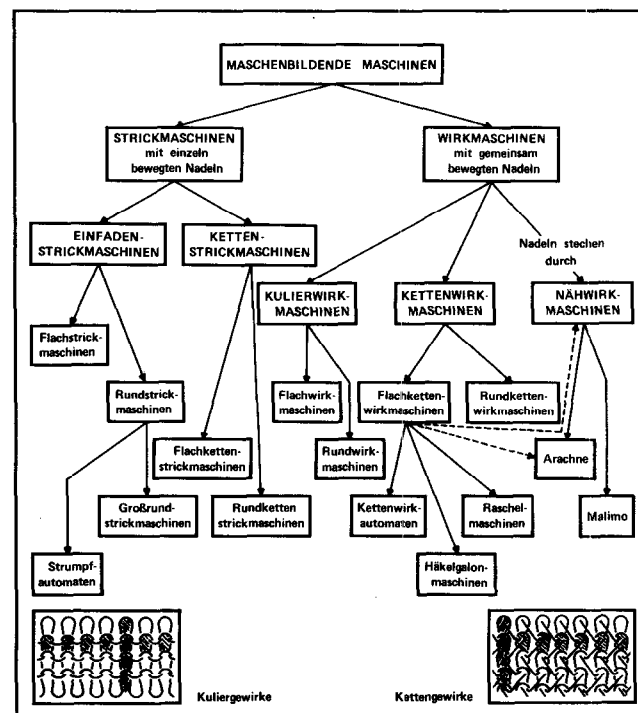


Abb. 5

5. Flachmaschinen und Rundmaschinen

Alle bisher angeführten Varianten der Strick- bzw. Wirkmaschinen werden entweder als Flachmaschinen oder als Rundmaschinen hergestellt.

- *Flachstrickmaschinen* haben als Querfadenmaschinen eine geringere Produktionsgeschwindigkeit, dafür aber die Möglichkeit, vollregulär zu arbeiten und besonders durch die Versatzmusterung konkurrenzlos spezielle Warenarten zu erzeugen.
- *Flachkettenwirkmaschinen* können wie die Webstühle nicht vollregulär arbeiten, haben aber eine derart hohe Produktionsgeschwindigkeit, daß sie wichtige Massenartikel auf allen Gebieten der Stoffherstellung liefern.
- *Flachkulierwirkmaschinen* sind besonders durch ihre Regulärarbeit wichtig, bieten aber eine etwas beschränkte Musterungsmöglichkeit.

Von den Rundmaschinen sind besonders die

- *Rundstrickmaschinen* durch ihre hohe Produktionsgeschwindigkeit von größter Bedeutung, da sie viele Stoffe

liefern, die für Wäsche, Freizeitbekleidung, Oberbekleidung usw. verwendet werden können.

- *Rundkullerwirkmaschinen* fallen durch ihre geringere Produktionsgeschwindigkeit etwas ab, ihr Vorteil liegt jedoch in der schonenden Verarbeitung des Materials, was sich dann später durch Formbeständigkeit der Stoffe auswirkt.
- *Rundkettenwirk- und -strickmaschinen* kommen selten vor; sie haben keinen bedeutenden Anteil an der Produktion von Maschenwaren.

6. Die Anzahl der Nadelreihen pro Maschine

Alle Wirk- und Strickmaschinen mit Ketten oder Schußfadensystem, in Flach- oder in Rundform können überdies mit nur einer Nadelreihe in einem Nadelträger, mit zwei Nadelreihen in zwei Nadelträgern oder mit einer „Links-links-Nadelreihe“ in zwei Nadelträgern vorkommen.

- *Maschinen mit nur einer Nadelreihe in einem Nadelträger* (Nadelbett - Strickerei, Nadelbarre - Wirkerei) können nur „Rechts-links-Waren“ herstellen, da sie die Maschen immer in der gleichen Richtung durchziehen. Dadurch entsteht ein Stoff, der auf der einen Seite „linke“ und auf der anderen Seite „rechte“ Maschen zeigt, was im Namen „Rechts-links-Ware“ betont wird.
- *Maschinen mit zwei Nadelreihen in zwei Nadelträgern* (Nadelbetten oder Nadelbarren) können zunächst unter Ausschaltung einer Nadelreihe alle „Rechts-links-Waren“ arbeiten; mit beiden Nadelreihen erhält man aber „Rechts-rechts-Waren“, das heißt, beide Stoffseiten zeigen „rechte“ Maschen. „Rechts-rechts-Waren“ sind entsprechend dicker als „Rechts-links-Waren“.
- *„Links-links-Nadeln“* haben an beiden Enden Strickköpfe und können abwechselnd im ersten oder im zweiten Nadelträger Maschen bilden. Dadurch ist es möglich, einmal im hinteren Nadelbett eine „linke“ und anschließend auf der gleichen Nadel im vorderen Nadelbett eine „rechte“ Masche zu bilden. Der auf diese Weise entstehende „Links-links-Stoff“ zeigt auf beiden Seiten charakteristische „linke“ Maschen, was seinen Namen erklärt. Wegen seiner besonderen Längendehnbarkeit wird er häufig für Baby- und Kinderartikel verwendet. Die „Links-links-Maschine“ kann aber ebenso in nur einem Nadelbett „Rechts-links-Ware“ sowie in beiden Nadelbetten ohne Nadelübertragung „Rechts-rechts-Ware“ herstellen und natürlich auch alle möglichen „Links-links-Stoffe“, bei denen die Nadeln von einem Nadelbett ins andere wechseln. Die „Links-links-Maschinen“ bieten also die größte Auswahl an Maschenstoffen jeder Stärke, Dehnbarkeit und Musterungsmöglichkeit.

7. Maschinenfeinheiten

Die oben angeführten Maschinen können nun in verschiedenen Feinheiten hergestellt werden. Leider ist es bisher noch nicht gelungen, die Vielzahl der Maschinen (Wirk-, Strick-, Ketten-, Schuß-, Flach- und Rundmaschinen) einheitlich zu numerieren; fast für jede Maschine gibt es eine eigene Numerierungsart, die jeweils die Nadelanzahl, auf eine bestimmte Länge bezogen, angibt. Als Bezugsängen werden

1, 1 1/2 oder 2 englische Zoll, 1 oder 1 1/2 französische Zoll und fallweise 1 oder 2 sächsische Zoll verwendet, je nachdem, in welchem Land die Maschine hergestellt wurde.

8. Maschinenbreiten und -durchmesser

Die Maschinenbreiten schwanken bei Flachmaschinen zwischen 10 und 260 englischen Zoll, bei Rundmaschinen zwischen 2 1/2 bis 44 englischen Zoll im Durchmesser, abhängig von der Spezialaufgabe der jeweiligen Maschine. Nebenbei ist es auch möglich, daß solche Maschinen auch mehrere Strick- oder Wirkköpfe aufweisen, das heißt, daß zuweilen gleichartige Maschinen zu größeren Einheiten zusammengebaut werden. Die entstehenden Stoffe können nun wieder, abhängig von der Breite oder dem Durchmesser, in fortlaufenden Stoffbahnen oder als Schläuche hergestellt werden; es können aber auch reguläre, also schnittgerechte Stoffstücke oder abgepaßte und reguläre Warenstücke erzeugt werden.

9. Spezialmaschinen

Eine eigene Maschinengruppe stellt beispielsweise Strumpf- und Sockenware her. Die Strumpfstrickautomaten besitzen entweder nur eine Nadelreihe in einem Nadelträger, dem sogenannten Nadelzylinder, oder sie weisen eine „Links-links-Nadelreihe“ in zwei Nadelzylindern auf. Die erste Maschinengruppe stellt Damenfeinstrümpfe, Strumpfhosen, aber auch Herren-, Damen- und Kindersocken sowie Sportstrümpfe in „Rechts-links-Ware“ her. Die zweite Maschinengruppe erzeugt gröbere Herren-, Damen- und Kindersocken sowie Sportstrümpfe in „Rechts-rechts“ oder „Links-links-Ware“. Selbstverständlich werden auch die Strumpfstrickautomaten in verschiedenen Feinheiten und Durchmessern gebaut - die Erzeugnisse reichen vom feinsten Damenstrumpf bis zu den schwersten Schisocken aus Strickfilz.

10. Zusatzeinrichtungen für Maschinen für Maschenwaren

Die kaum übersehbare Reihe der Ketten-, Schuß-, Flach-, Rund-, Wirk- und Strickmaschinen wird nun mit einer Reihe von Zusatzeinrichtungen ausgestattet, durch die jedes, aber auch wirklich jedes Problem der Herstellung textiler Flächen gelöst werden kann.

- Vom vollkommen undehnbaren, gewebeähnlichen Maschenstoff bis zum in einer oder in beiden Richtungen dehnbaren Miederstoff,
- vom schwersten Bodenbelag bis zum stärksten Netz für die Hochseefischerei,
- vom Stoff für Fallschirme, für Damen-, Herren- und Kinderoberbekleidung und -wäsche bis zu Dekorstoffen und Gardinen,
- ganz besonders auch von den vielen Stoffen für technische Zwecke (z.B. für Rollschinkenschläuche) bis zu künstlichen Aorten,
- von Moskitonetzen und Verbandstoffen bis zum Kunstpelz

ist die Maschenware in fast jeder Sparte textiler Flächen vertreten, und es würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen, wenn man nun alle Maschenwaren im einzelnen anführen wollte.

11. Die Nähwirktechnik

Zuletzt sei noch darauf hingewiesen, daß auch die Nähwirktechnik in den Bereich der Maschenwarenherstellung einbezogen werden muß. Die Grundtypen der Mali- und Arachne-maschinen gehören zu den Flachkettenwirkmaschinen, die mit einer Nadelreihe in einer Nadelbarre Maschenstoffe in „Rechts-links-Bindung“ herstellen können.

Soweit diese Maschinen Fadenketten zur Vermaschung vorgelegter Faden-, Stoff- oder Vliesflächen verwenden oder gar nur zwei Fadenketten vermaschen, ohne daß ihnen weitere textile Flächen vorgelegt werden, handelt es sich eindeutig um Kettenwirkmaschinen, deren Stoffe in ähnlicher oder gar gleicher Art auf „Rechts-links-Flachkettenwirkmaschinen“, Typ „Raschel“, hergestellt werden können. Allerdings führt die weitergehende Entwicklung der Nähwirktechnik bereits aus dem engeren Bereich der Maschenwaren hinaus, und diese Erzeugnisse werden bereits anderen textilen Flächengebilden zugeordnet.

Dieser letztgenannte Umstand führte international dazu, die Nähwirktechnik als eigenständige flächenbildende Technologie einzustufen; sie muß allerdings im Rahmen des Komplexes „Wirkerei“ bleiben. Nähwirkmaschinen, die ohne maschenbildende Kettfäden Faservliese vermaschen oder ein Faservlies in eine Grundware einarbeiten, ohne Fäden zu benötigen, sind technisch wohl Kettenwirkmaschinen, mußten aber genau definiert als „Faserwirkmaschinen“ bezeichnet werden.

Die Nähwirktechnik ist in drei Gruppen zu unterteilen, die folgende drei Hauptgruppen von textilen Flächengebilden liefert (Abb. 6):

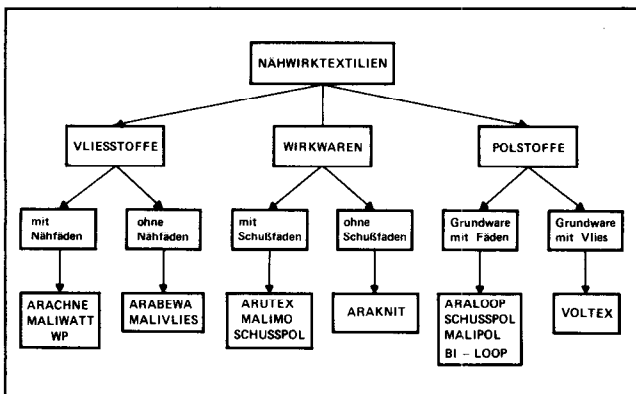


Abb. 6: Die Nähwirktechnik als Mittel zur Herstellung textiler Flächengebilde

- a) Nähwirk-Fadenverbundstoffe - Fadenlagen-Nähwirkmaschinen „Malimo Typ Malimo“,
- b) Nähwirk-Faserverbundstoffe - Faservlies-Nähwirkmaschinen „Arachne“ und „Malimo Typ Maliwatt“, sowie Faservlies-Wirkmaschinen „Arabewa“ und „Malimo Typ Malivlies“,
- c) kombinierte Nähwirkstoffe - Polfaden-Nähwirkmaschinen „Araloop“ und „Malimo Typ Malipol“ bzw. „Mali-

mo Typ Schußpol“, Polvlies-Nähwirkmaschinen „Malimo Typ Voltex“.

C. Geflechte

entstehen durch ein diagonales Verkreuzen von Garnen und durch abwechselndes Über- und Unterflechten der zur Warenkante diagonal verlaufenden Fäden. Bei *Flachgeflech-*ten wird die Warenbahn in einer Ebene gebildet, bei *Rundgeflech-*ten wird ein Schlauchgeflecht erzeugt.

D. Die Bobinet-Ware

besteht aus vertikal parallel verlaufenden Kettfäden, die von schräg verlaufenden Schußfäden umschlungen werden.

E. Netze

sind weitmaschige, flache Flächengebilde, bei denen schräg verlaufende Fadensysteme durch feste Knoten miteinander verbunden sind.

F. Adhäsiv verklebte Fadenscharen

entstehen durch Ablegen von Fäden in Wirrlage auf einer Fläche bzw. durch Abziehen der Fäden von vorgefertigten Spulen und anschließendes Verbinden mittels Kunststoffkleber oder auf thermoplastischem Weg.

Faserverbundstoffe - Vliesstoffe

Vliesstoffe sind textile Flächengebilde, die ganz oder zum überwiegenden Teil aus Fasern bzw. Faservliesen bestehen, die nach einer bestimmten Technik verfestigt sind (Abb. 7).

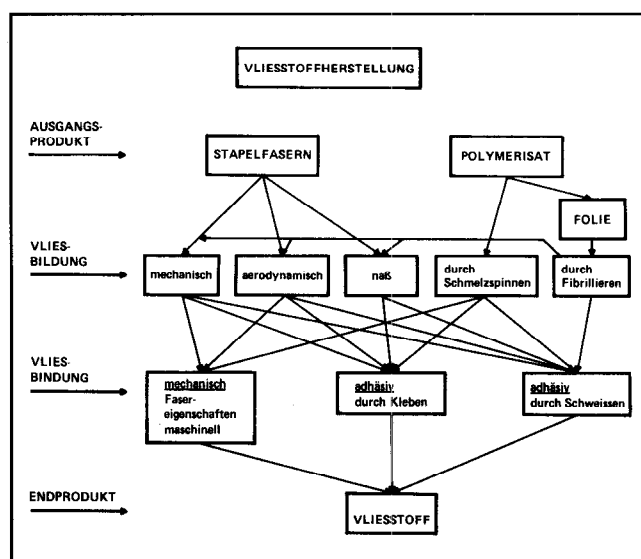


Abb. 7

Entsprechend den Herstellungsverfahren für Vliesstoffe ist zwischen der Vliesbildung und der Vliesverfestigung (Vliesbindung) zu unterscheiden.

A. Vliesbildung

Bei dieser ersten Phase der Herstellung von Vliesstoffen wird zwischen den Elementen unterschieden, aus denen das Vlies besteht, und zwar

1. Stapelfaservliese

Sie bestehen aus vorgefertigten Stapelfasern begrenzter Länge, die nach einem der drei folgenden Verfahren zum Vlies vereinigt werden:

- mechanisch auf Karden, Krempeln oder Garnetten,
- aerodynamisch im Luftstrom oder
- hydrodynamisch im Wasserstrom.

2. Polymervliese

Diese verhältnismäßig junge Gruppe von Vliesen wird unmittelbar aus faserbildenden Polymeren hergestellt. Polymervliese bestehen aus Endlosfasern in kontrollierter Wirrlage. Nach der Technik der Herstellung dieser Vliese sind zwei Varianten zu unterscheiden, und zwar

a) Spinnvliese,

wobei die aus Spinndüsen gesponnenen Fäden teils verstreckt, teils unverstreckt getrocknet und auf einem bewegten Transportband zum Vlies vereinigt werden, weiters

b) Spaltfaservliese,

die aus Kunststoffolien bzw. Folienflachfäden durch Fibrillieren oder Kapillarisieren in Form von Endlosfilamenten hergestellt werden. Sie können direkt zu Endlosfaservliesen oder durch Reißen bzw. Schneiden zu Stapelfaservliesen vereinigt werden.

B. Vliesverfestigung

Die zweite Phase der Fertigung von Vliesstoffen ist die Verfestigung der nach einem der vorstehenden Verfahren hergestellten Vliese. Einen wesentlichen Einfluß auf das Endprodukt hat neben dem Verfestigungsverfahren die Faserorientierung im Vlies. Da diese jedoch mit Ausnahme bei der mechanischen Vliesbildung verfahrensbedingt ist, wird nicht näher darauf eingegangen. Auch bei den Verfestigungsverfahren sind technisch einige Möglichkeiten zu unterteilen:

1. die mechanischen Verfahren zur Vliesverfestigung:

Bei diesen Verfahren erfolgt die Verfestigung rein maschinell, wobei bei einigen die natürlichen Eigenschaften bestimmter Faserstoffe ausgenützt werden. Demnach sind zu unterteilen:

a) die Verfestigung durch Ausnützung von Fasereigenschaften:

- Beim Walkfilz (nichtgewebter Filz) entsteht durch Verfilzen von Wollfasern auf der Filzmaschine oder bei einem Walkvorgang ein nur aus Fasern bestehendes Flächengebilde;
- Preßvliesstoffe werden aus Fasern gebildet, die durch Einwirkung verschiedener Medien quellen, wobei die

Verfestigung dann durch Schrumpfen beim Trocknen erfolgt. Auch können Hochschrumpffasern mit normalen Fasern gemischt und bei einer Heißwasserbehandlung und Pressen verfestigt werden.

b) die Verfestigung durch maschinenbedingte Techniken:

Rein technische Prozesse verfestigen die Vliese meist durch kontinuierliches Einstechen und Wiederausziehen einer Vielzahl von Nadeln. Dabei wird ohne oder mit zusätzlichen Bindemitteln gearbeitet:

- Ohne Bindemittel werden bei der **Nadelvliestechnik** Filznadeln mit Widerhaken eingesetzt, die beim Durchstechen einzelne Fasern aus der horizontalen in eine vertikale Lage versetzen und so einen Verfilzungsvorgang durchführen.
- Ohne Bindemittel arbeitet die **Vlieswirktechnik**, bei der das Vlies von Wirknadeln durchstochen wird, in die beim Nadelrückgang lange Fasern eingelegt werden. Letztere werden aus dem Vlies herausgezogen und beim Wiedereinstechen maschenförmig in das Vlies zurückgesteckt. Es entstehen dabei Längsnähte aus Fasern. Die Nähwirkmaschinen heißen „Arabewa“ (auf der Basismaschine „Arachne“) sowie „Malimo Typ Malivlies“ (auf der Basismaschine „Malimo Typ Maliwatt“).
- Mit Fäden als Bindemittel wird ein Vlies aus quergelegten Fasern durch Längsnähte verfestigt. Diese **Nähwirkvliesstoffe** werden auf den Faservlies-Nähwirkmaschinen „Arachne“ sowie „Malimo Typ Maliwatt“ gefertigt.

2. Die adhäsive Vliesverfestigung

Die zweite Gruppe von Verfestigungsverfahren beinhaltet ein Verkleben oder Verschweißen der Faservliese unter Verwendung von Bindemitteln in verschiedenen Formen, zum Beispiel

a) in Lösung oder in Dispersion (Klebevliesstoffe), wobei das Bindemittel der Fasersuspension als wässrige Dispersion beim Naßverfahren beigemischt werden kann.

Andere Möglichkeiten sind das Imprägnieren des Vlieses mit dem Bindemittel, das Besprühen oder Beschäumen des Vlieses sowie das musterartige Bedrucken desselben.

b) durch kaltkoagulierende Adhäsionsmittel, indem man auf das Vlies oder zwischen zwei Vliese Fadensysteme oder Flächengebilde, die mit einem Kleber versehen sind, auf- bzw. einlegt und bei normaler Temperatur preßt, sodaß sie festkleben;

c) durch thermoplastische Adhäsionsmittel in Form von Bindepulvern (auf das Vlies aufgestreut), von Binfäden oder -folien (zwischen zwei Vliese eingelegt), von Binfasern (unter die Fasern des Vlieses gemischt) bzw. von vliesbildenden Bikomponentenfasern als thermoplastische Polymere, die das Vlies durch Wärmeeinwirkung unter Druck verkleben.

Kombinierte Textilverbundstoffe

Bei dieser dritten Gruppe textiler Flächengebilde wird eine vorgefertigte und der eigentlichen Maschine vorgelegte Grundware mit einer weiteren textilen Schichte versehen, die die eigentliche Gebrauchsfläche bildet. Sie werden auch

als Schichtstoffe oder Schichtverbundstoffe bezeichnet. Auch hier sind unterschiedliche Verfahren auseinanderzuhalten.

A. Gestreckt liegende Querfäden

Auf Nähwirkmaschinen („Arachne“ oder „Malimo Typ Malimo“) werden Querfäden mittels eines Nähfadensystems auf eine Grundware aufgewirkt.

B. Fadenschlingen, Polfäden

Die Grundware wird mit einer Schichte von in Schlingen gelegten Fäden - den Flor- oder Polfäden - versehen. Dabei sind weiter zu unterteilen:

1. **Nach der Nadelflortechnik** werden die Polfäden auf der Nadelflormaschine in das Grundmaterial eingestochen. Die Nadeln sind Nähadeln, in deren Öhr die Polfäden eingezogen sind und dieses während des Einstichprozesses nicht verlassen.

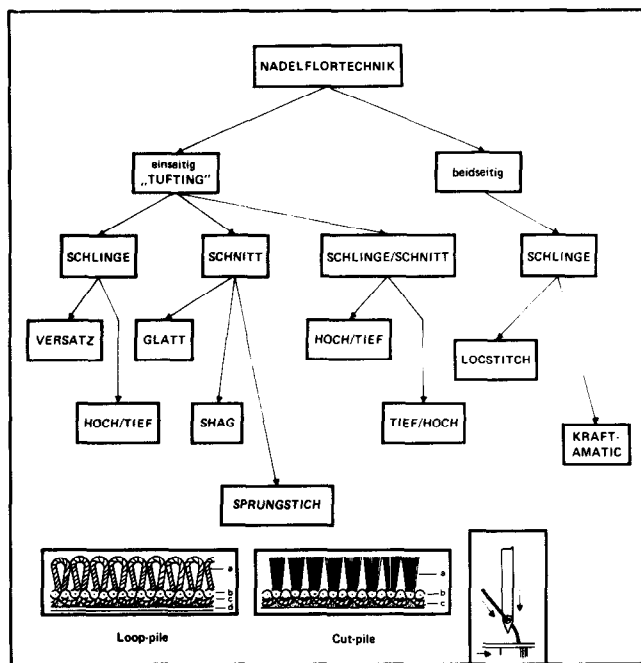


Abb. 8

- a) Auf der Tuftingmaschine werden die Fadenschlingen in die Grundware nur eingestochen, die Befestigung erfolgt in einem weiteren Arbeitsgang durch rückseitiges Beschichten.
- b) Auf modifizierten Nadelflormaschinen werden die Fadenschlingen in das Grundmaterial eingestochen und gleichzeitig durch eine Knotenbildung („Kraftamatic“-Verfahren) oder durch gegenseitiges Verschlingen („Locstitch“-Verfahren) befestigt.

Bei beiden Techniken entsteht ein beidseitiger Schlingenflor.

2. **Die Polfaden-Nähwirktechnik** wirkt die Polfäden bei gleichzeitiger rückseitiger Maschenbildung in die Grundware ein. Auf der rechten Wareenseite oder auch an beiden Wareenseiten entsteht eine Kettenwirkplüschfläche. Die Maschinen heißen „Araloop“ bzw. „Bicolor-Araloop“ (beidseitig) sowie „Malimo Typ Malipol“.

3. **Klebnoppen-Verfahren** legen die Polfäden mechanisch in Schlingen und kleben sie auf eine mit einem Kleber versehene Grundware auf. Letzteres erfolgt unter Druck (Pressen, Preßsteppiche). Es handelt sich um einige speziell entwickelte und angewendete Verfahren („Bouclé-ondulé“-Verfahren, „Bigelow-Sanford“-Verfahren, „Brandom“-Verfahren, „Bartuft“-Verfahren).

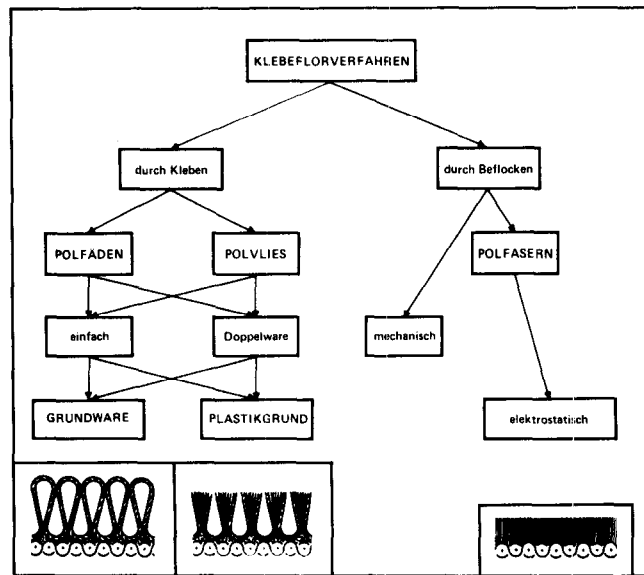


Abb. 9

Bei den meisten Techniken mit Polfäden kann sowohl ein Schlingenflor als auch ein Schnittflor erzielt werden, wobei die Fadenschlingen auf der eigentlichen Maschine aufgeschnitten werden.

C. Polvlies

Eine weitere Gruppe von kombinierten florbildenden Technologien verwendet für die Florschichte Faservliese.

- 1. **Beim Polvlies-Nähwirkverfahren** „Malimo Typ Voltex“ wird auf einer modifizierten Polfaden-Nähwirkmaschine ein längsorientiertes Vlies über Polplatinen in die Grundware eingewirkt, wobei an der Rückseite aus einzelnen Fasern Maschen gebildet werden.
- 2. **Polvlies-Klebeverfahren** arbeiten ähnlich wie die Klebnoppen-Techniken und kleben ein in Falten gelegtes Faservlies auf eine Grundware auf, wobei ebenfalls Druck angewendet wird.

D. Kurzschnittfasern

Auf eine mit einem Kleber versehene Grundware werden gleichmäßig kurz geschnittene Fasern stehend aufgeklebt. Bei diesen als **Beflockungsverfahren** bezeichneten Techniken ist zu unterscheiden zwischen dem

- *mechanischen Beflocken*, bei dem die Fasern zufallsmäßig aufgeschüttet werden und wirt festkleben, der
- *elektrostatischen Beflockung*, bei der die Fasern im elektrischen Kraftfeld parallel ausgerichtet senkrecht aufgeklebt werden, und der
- *Saugluftbeflockung*, bei der die Fasern in einen durch die Grundware wirkenden Saugluftstrom eingeschüttet und von diesem auf die Grundware aufgesaugt werden, wo sie festkleben.

E. Stickerei-Verfahren

Das Besticken von Stoffen ist keine Flächenbildung, sondern eine Veredlung textiler Flächegebilde. Die Stickerei kann nur soweit den flächenbildenden Verfahren zugeordnet werden, als die Grundware nach einem zusammenhängenden Besticken herausgetzt wird und eine nur aus Stickfäden bestehende Fläche entsteht: *Ätzstickerei*. Die Grundware bildet nur ein Hilfsmittel für den eigentlichen Prozeß.

Flächenschichtstoffe

Als Flächenschichtstoffe bezeichnet man Materialien, die durch Verbinden fertiger Warenbahnen entstehen, bzw. solche, die entweder durch nichttextile flexible bzw. steife Flächegebilde verstärkt sind (Abb. 10).

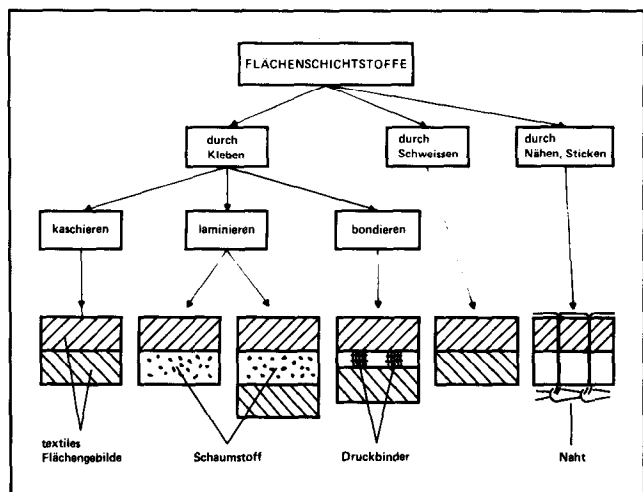


Abb. 10

A. Klebeverfahren

Dazu gehören

1. *das Kaschieren* (damit bezeichnet man das Aufeinanderkleben von zwei textilen Flächegebilden bzw. von einem textilen auf ein nichttextiles Flächegebilde),
2. *das Laminiieren* (worunter man das Verstärken eines textilen Flächegebildes mit Schaumstoff oder das Zusammenkleben von zwei gleichen bzw. zwei verschiedenen textilen Flächen mit einer Schaumstofflage versteht) sowie
3. *das Bondieren* (was soviel heißt, wie zwei textile Flächen mit Hilfe eines Klebemittels unter Druck zu verbinden).

B. Schweißverfahren

Hierdurch werden zwei textile Flächegebilde mit Hilfe thermoplastischer Haftmassen miteinander verbunden.

C. Nähen

Dabei werden zwei textile Flächen bzw. es wird eine nichttextile mit einer textilen Fläche mittels Nähfäden verbunden.

Literatur:

- 1) Albrecht: „Non-Wovens - Herstellung, Eigenschaften, Verwendung“; Chemiefasern, Heft 6 (1968)
- 2) Jörder: „Die zukünftige Rolle der nach neuen Technologien hergestellten nichtgewebten textilen Flächegebilde“; Melland Textilberichte, Heft 7 (1969)
- 3) Loy: „Eine Systematik der Methoden zur Vliesstoffherzeugung“; Melland Textilberichte, Heft 9 (1965)
- 4) Krčma: „Textile Verbundstoffe“; Fachbuchverlag Leipzig 1963
- 5) Krčma: „Handbuch der Textilverbundstoffe“; Deutscher Fachverlag 1970
- 6) Kirchenberger: „Die Nähwirktechnologien und ihre Bedeutung für die Textilwirtschaft“; Chemiefasern, Heft 12 (1964)
- 7) Kirchenberger: „Systematik und Terminologie textiler Flächegebilde“; Österr. Textil-Zeitung, Beilage Textiltechnik, Nr. 4 (1971)
- 8) Böttcher: „Probleme und Tendenzen der Systematik und Terminologie der Vliesstoffe“; Vortrag zum XI. Kolloquium über Non-Wovens, Brünn, im November 1972

**ING.
GOTTFRIED
TSCHAMLER**

POSTFACH 134
DÖBLINGER GÜRTEL 3

A-1191 WIEN
TELEFON 34 66 65

TELEX 07-5364

- TEXTILTECHNISCHES BÜRO
- SCHWEIZER TEXTILMASCHINEN

Textile Denkmäler

Geschichtliche Ereignisse als Motive zum Bedrucken von Textilien (Schluß)

Professor Lucie H a m p e l
 Modensammlungen des Historischen Museums der Stadt Wien
 im Schloß Hetzendorf, Wien

Der zweite Teil dieses Artikels befaßt sich mit verschiedenen Techniken des Bilderdrucks, angefangen vom Druck mittels Holzmodell, über den Kupferplattendruck (Kupferstich - Stahlstich) bis zu Lithographie und Photographie bzw. Photogravur. Nordamerika streifend, wird ein Überblick über diese Entwicklung in einzelnen europäischen Ländern, insbesondere in Frankreich und Österreich, gegeben.

The second part of this article deals with different printing techniques, such as block-printing with woodforms, plate printing with copper- or steel-plates, lithographic printing as well as photographic and heliogravure. Touching on North America a survey is given of the development in some European countries, especially France and Austria.

Vom Kupferplattendruck und von anderen Techniken für den Bilderdruck

1. Vorstufen: Holzschnitt und Kupferstich

Das „Journal für Fabrik, Manufaktur, Handlung und Mode“ des Jahres 1799 berichtet: „Es ist unleugbar, daß die Holzschneidekunst seit einigen Jahren in England zu einem Grade von Vollkommenheit gediehen ist, den sie noch nie hatte, und wovon man keinen Begriff hat, wenn man nicht die neuesten Proben davon selbst sieht. Aber sonderbar ist's, daß der Engl. Verfasser des vorstehenden Aufsatzes den Wald vor lauter Bäumen nicht sahe und den mächtigen Hebel nicht bemerkte, der diese Kunst jetzt auf einmal in England so hoch empor hob. Dieß sind die Englischen Baumwollen Fabriken, welche, da sie im bloßen weißen und buntgestreiften Zeuchen nicht so oft und schnell abändern und neue Modenspeculationen machen konnten, seit etwa 10 Jahren auf die Druckerey der Zeuche fielen, und zuerst die Versuche mit dem Kupferdruck machten. Da dieser aber theils beschwerlich, die Manier überdieß zu wenig kräftig war, und zu dem von den Teutschen Fabriken zu schnell nachgeahmt wurde, so fielen sie auf den Druck mit den Holzschnitten, welche, weil die Farbe auf der Höhe der Figuren steht, weit geschickter zu dieser Arbeit sind. Der gewöhnliche Cattun-Druck mit Holzstöcken war zu feinen Dessins woran schon das Auge des Käufers gewöhnt war, zu grob und zu schlecht; diese Kunst mußte also verbessert werden; und so entstunden, durch ihre Belohnung aufgemuntert, seit einigen Jahren in England Formschneider, die

wahre große Künstler sind, wie z.E. B e w i c k , und durch sie die schönen äußerst delikaten Dessins und Ausführungen die wir jetzt auf ihren neuesten feinen gedruckten Musselinen, Cattunen, Piques, Casimirs und anderen solchen Modezeuchen bewundern und gutherzig genug theuer bezahlen.“

Im selben Blatt wird ferner darauf hingewiesen, daß es auch für Deutschland sehr wichtig wäre, die Formschneidekunst durch Heranziehung junger Künstler in diesem Fach auf Kosten des Staates zu fördern: „Die Folgen davon würden für den Erwerb und Nahrungsstand, so wie für die Staats-Cassen in Folge wichtiger seyn, als man jetzt vielleicht glaubt.“ Außerdem wird darin berichtet, daß ein italienischer Abt namens L o n g h i einen „beweglichen Tisch“ für Kupferstecher erfunden hätte. Dieser Abt habe seine Erfindung dem „Professor der Kupferstecherkunst“ van G e l i s t i zu Mailand vorgeführt. Dieser nahm den Tisch sogleich in Gebrauch und fand ihn sehr bequem. Auch der kaiserlichen Akademie in Wien wurde diese Erfindung mitgeteilt, und mehrere Künstler nahmen diesen beweglichen Tisch in ihren Werkstätten auf. Hierüber wird erzählt: „Die Kupferstecherkunst, welche im Anfange nur zur Vervielfältigung der Gemälde großer Meister in der Malerkunst und

Aus unserem Fabrikationsprogramm:

- TECHNISCHE METALLGEWEBE
- METALLGEWEBE-TRANSPORTBÄNDER
- EIGENE KONFEKTION

DUROPLAN -

- Filterronden
- Filterpakete
- Filterscheiben

DUROFORM -

- Filterkörper
- Filterkerzen
- Filterplatten

HOCHDRUCK- U. FALTFILTERELEMENTE

- ORIGINAL PZ- UND MICRONIC-GEWEBE (Feinstöffnungen bis 0,003 mm)

DÜRENER METALLTUCH



SCHOELLER HOESCH & CO

516 DÜREN / BRD

Postfach 447

Fernsprecher: Düren (02421) 82021

Telegramme: DÜRENSIEB

Fernschreiber: 0833850

der Porträts berühmter Personen erfunden und benutzt ward, ist heut zu Tage ein Kunstzweig von großem Umfange, für den nun selbst die Malerkunst arbeitet, und die Erzeugerin eines Handelsartikels von großer Wichtigkeit, weil sie erst den Wert eines Stückes Papier bis ins Tausendfache, und diese Papierstücke fast ebenso hoch vermehren kann, geworden, so daß jeder polirte Staat diese Kunstart schätzt und nährt, jeder Mensch von Kultur sie liebt, jedes denkende Wesen Nutzen von ihr schöpft, wenn es will."

Der Abt Longhi war auch schon bestrebt, die Gesundheit der Künstler zu sichern. Diese sollten stehend oder sitzend arbeiten können, je nachdem dies gerade praktisch war. Um diese Bequemlichkeit zu erreichen, hatte Longhi die Kupferplatte auf einer hölzernen Scheibe befestigt, die in der Mitte der Unterseite ein Loch hatte und auf einem vertikalen Zapfen horizontal aufgesetzt war, sodaß sich die Platte leicht drehen ließ.

Im „Journal für Fabrik, Manufaktur, Handlung und Mode“ des Jahres 1803 ist vermerkt, daß gerade eine „Lichtmaschine“ erfunden worden sei, durch die das Arbeiten am Abend wesentlich erleichtert wurde, denn die feine Stechtechnik für die Kupferplatten brauchte gutes Licht. Im gleichen Journal, Jahrgang 1805, wird ferner über eine „neue Vorrichtung für Kupferstecher zur leichten und sichern Ziehung der Parallel-Linien“ berichtet. Mit Hilfe dieser Vorrichtung konnten die Linien in jeder beliebigen Weite und Breite gezogen werden. Außerdem sind in diesem Journal „Historische Notizen von der Gravierkunst“ zu finden. Es steht: „Die geringste Kenntnis von der Zeichenkunst lehrt uns den Werth und die Nützlichkeit der Gravier-Kunst. Die Buchdruckerei kann die Dienste, welche sie der Dichtkunst, der Geschichte und der Gelehrsamkeit leistet, weder der Mahlerei, der Bildhauerei und der Baukunst, noch der Naturgeschichte, der Mechanik, der Geographie und den übrigen Wissenschaften, wo zur vollkommenen Erklärung des Textes Figuren nöthig sind, für sich allein leisten; sie bedarf der Arbeit des Kupferstechers, der auf seiner Platte mit mehr oder weniger Vollkommenheit nach seinem individuellen Talent das Werk der Natur oder das des Genius, dessen Dolmetscher er ist, darstellt.“

2. Der Druck mittels Kupferplatten und Platten-Druckmaschinen

Färben und Kupferstechen - eine Kunst

In Rouen benutzten die Färber unter anderem das sogenannte „Reservedruckverfahren“. Dabei wurden die Holzmodel durch gravierte Kupferplatten ersetzt, mit denen man die „Wachsreserve“ aufdruckte. Da die Größe des Holzmodells beschränkt war, griff man eine Anregung der Buchdrucker auf und versuchte es nun mit diesen Kupferplatten, in die sich bedeutend feinere Zeichnungen eingravieren ließen als in die Holzmodel. Diese Metallplatten waren auch an keine bestimmte Größe mehr gebunden. Es wurden Bilder mit Figuren hergestellt ebenso wie Landschaften.

Im „Journal für Fabrik, Manufaktur, Handlung und Mode“ des Jahres 1805 wird berichtet: „Was die Historien-Stecherei



Ideen von
SOLVAY
sind Ideen, die sich
durchsetzen.

Unsere Vielseitigkeit verdanken wir der Vielfalt der uns gestellten Aufgaben und dem Vertrauen unserer Kunden, für neue Probleme neue Lösungen zu finden. So wurden wir groß.

Und gehören heute zu den wichtigsten Industrie-Unternehmen Österreichs. Mit erheblichen Exporten in die EWG- und COMECON-Länder.

Unsere Produkte, wie Chlor, Salzsäure, Natronlauge, leichte und schwere Soda, Gefälltes Calciumcarbonat SOCAL werden in der Glas-, Papier-, Chemie-, Textil- und Kunststoffindustrie als Grundstoffe verarbeitet. Und unsere Fertigprodukte, wie das komplette XYLAMON-Holzschutzprogramm, FIXIT-Fertigputzsystem und CIMSEC-Klebermörtel sind inländische Marktleader.

Wirkliche Ideen setzen sich eben durch.



EBENSEER SOLVAY-WERKE
Werke in Ebensee und Hallein
Direktion: 1010 Wien, Parkring 12
Telefon (0 22 2) 52 95 80

betrifft, so wurde sie in England erst zu Anfang des 18. Jahrhunderts durch Nicolas D o r i g n y, einem französischen Mahler und Kupferstecher, kultiviert. Dieser wurde von Georg I. dahin berufen, und nachdem er die Blätter von Raphael, die man zu Hamtoncourt sahe, gestochen hatte, zum Ritter gemacht."

Der Kupferplattendruck war in der Mitte des 18. Jahrhunderts in Irland aufgekommen, wo er im Jahre 1752 von Theophil T o m p s o n und Francis N i x o n in der Zeugdruckerei in Drumcondra bei Dublin angewendet wurde. Nixon brachte dann das Verfahren nach England, und bereits 1760 beherrschten verschiedene Londoner Drucker dieses Druckverfahren. Im gleichen, oben genannten Journal steht hierüber folgendes: „Der Geschmack an den Künsten fing gegen das Ende der Regierung Georg II. in England an sehr bemerkbar zu werden; aber noch reger und fast allgemein wurde er unter seinem Nachfolger Georg III., der gleich bei seiner Thronbesteigung im Jahre 1760 eine Vorliebe für alle Talente, die zum Ruhme des Englischen Namens beitragen konnten, blicken ließ."

Die damals neuen Druckmanufakturen mußten zunächst mit den Stofffarben Erfahrungen sammeln. Überall machte man Versuche. Der Pariser H e l l o t (1685-1765) erklärte den Färbeporgang so, daß beim guten Färben die Poren des zu färbenden Stoffes geöffnet und die Farbmaterialien hineingebracht und darinnen festgehalten werden müßten.* Beim Drucken auf Stoff wollte man das gleiche Ziel erreichen. Der Ölfarbindruck haftete ja bloß an der Oberfläche

der Textilien. Als die Zeugdruckmanufakturen in Europa aufblühten, konnte vorerst nur die schwarze Farbe und eine goldbraune Nuance direkt aufgedruckt werden. Für das Aufdrucken der gebräuchlichen schwarzen Farblösung mußte der Stoff zuvor mit einer Gallapfeltinktur behandelt werden. Die schwarze Farbe selbst erreichte man durch Kochen von Eisenspänen in Essigwasser. Diese Lösung mußte anschließend mit „Gummi arabicum“ verdickt werden. Daher war die Druckfarbe gelbbraun, und erst durch die Gallapfel-lösung, mit der der Stoff vorbehandelt war, erreichte man ein sattes Schwarz. Dieselbe Farbe verwendete man auch für braune Ornamente, es unterblieb dann bloß die „engallage“, so nannte man nämlich die Behandlung des Stoffes mit der Gallapfeltinktur.

Zum gleichen Zweck wurden die verschiedensten Mittel angewandt, so zum Beispiel Getreidemehl und Stärke mit einem Zusatz eines Farbholzes. Der Stoff mußte anschließend in eine Alaunlösung getaucht werden, weil sonst die Farben durch das Beifügen von Mehl und Stärke trübe blieben. Man mußte sie daher von allem Überschuß an Stärke und Mehl wieder befreien. Rot haftete auf den Geweben anfangs überhaupt nur mit Hilfe von Beizen; später gelang es jedoch, das Rot auch ohne Beize darauf aufzutragen.

Die Druckfarben blieben aber noch lange ein ungelöstes Problem. Hierzu bringt die „Allgemeine Moden-Zeitung“ 1826 eine Nachricht, die sehr interessant ist, und zwar: „Nicht selten hörte ich die Kupferdrucker darum sehr über ihre Druckfarbe klagen, weil dieselbe entweder nicht dauerhaft schwarz

BÖHLER

Im Jahre 1972 wurden von GBC nachstehende Apparate an die Chemiefaser Lenzing AG geliefert und an Ort und Stelle montiert bzw. aufgestellt.

Alle Einrichtungen wurden aus rost- und säurebeständigem Edelstahl der Marke * Antinit SAST 4 (Werkstoff Nr. 4571) gefertigt.

- 1 Blastank 400 m³, ϕ 10 000, Höhe 6000 mm, Gewicht ca. 15 t
- 2 Ablagebehälter je 133 m³, ϕ 5500, Höhe 5600 mm, Stückgewicht
1 Behälter ca. 6,5 t, 1 Behälter ca. 8,4 t
- 2 Stapeltürme je 900 m³, ϕ 7000, zylindr. Höhe 24 000 mm,
Stückgewicht ca. 33 t

**Gebr. Böhler & Co., AG, Wien I, Elisabethstraße 12, Tel. 57 35 35, Lager:
Wien XVII, Comeniusg. 11**

war, oder wenn sie auch diese Eigenschaft hatte, beym Abwaschen die Kupferplatte zu sehr angriff. Das Frankfurter oder sogenannte Weinrebenschwarz, welches aus Weinhefen, Reben und Trestern bereitet wird, ist selten rein, indem oft zufällig Sand, Erde und dergleichen Dinge hineinkommen, oder welches noch viel schlimmer ist, gewinnsüchtige Leute, welche Handel damit treiben, gemahlene schwarze Kreide untermischen. Alle diese Dinge werden bey weitem nicht so leicht als die Kohlen der Reben, Hefen und Trestern in ein unfühlbare Pulver verwandelt und haben die schädliche Eigenschaft, die Schärfe der in die Platten geätzten oder gestochenen Stiche abzustumpfen und besonders die mit der kalten Nadel gemachten Parthien nach wenig Abdrücken wegzuschleifen."

Kupferstiche ergeben, wie bereits eingangs erwähnt, einen „Tiefdruck“. Die Zeichnung wird dabei in die Druckform entweder eingestochen oder eingätzt. Die Druckfarbe wird anschließend von den erhabenen Flächen mit einem federnen Stahlmesser, Rakel genannt, entfernt und bleibt nur in den Vertiefungen erhalten. Beim nachfolgenden Druck wird das zumeist angefeuchtete, weiche Papier kräftig in die Form gepreßt, wobei es die Druckfarbe aufzieht. Viel schwerer war es natürlich, die feinen Linien auf Stoff festzuhalten. Am leichtesten ließ sich diese Druckart noch auf Baumwolle oder auf Seide bewerkstelligen. Doch war das bloße Aufpressen der Kupferplatten auf Textilien mit den Händen oder mit dem Hammer für eine große Form ungenügend. Eine solche Technik konnte keinen sauberen Abdruck ergeben. Daher konstruierte man eine „Planche-Druckmaschine“ (Plattendruckmaschine), also eine Nachahmung der einstigen Kupferstichpresse für Papier.

Im Jahre 1770 soll ein Engländer namens John Bell Model mit gravierten Mustern erzeugt und beim Stoffdruck verwendet haben. Die Leistungsfähigkeit dieses der Lithographie ähnlichen Verfahrens war allerdings noch sehr gering. Die Model wurden hiezu mit Farbe bestrichen, wobei man den Überschuß davon anschließend mit einer Rakel wieder beseitigte, sodaß die Farbe nur in den eingeritzten Linien blieb.

In Deutschland fing am 1. Juli 1759 Johann Heinrich Schüles Manufaktur zu drucken an. Dieser hatte von

Kaiser Joseph II. ein Fabriksprivilegium erhalten und war dadurch gegen „Nachpuschungen aller Art“ geschützt.

In Österreich stiftete Kaiser Joseph II. (1765-1790) Stipendien, die den ärmsten, aber besonders fleißigen und fähigen Schülern der Kupferstecher- und Malerschule als Unterstützung zuerkannt wurden. Kupferstechen war eine besondere Kunst - ein Kupferstecher mußte handwerklich und zeichnerisch sehr begabt sein. Das Talent allein genügte jedoch nicht, man brauchte für den feinen Aufdruck der sogenannten „Kupfer“ auf die Textilien auch noch hierfür besonders geeignete Farben. So wurde damals vor allem das Krapprot sehr viel verwendet.

Aus dem „Journal für Fabrik, Manufaktur, Handlung und Mode“ des Jahres 1803 erfahren wir, daß in Bautzen (Sachsen) ein Schönfärber namens A p e l die Erfindung gemacht hätte, mit Hilfe von Wasserdampf zu färben.

Um den Krappanbau war man vor allem im Elsaß sehr bemüht; so wird 1805 in dem gleichen Journal berichtet: „Unter den verschiedenen Mitteln, die die Regierung anwenden kann, um den Krappanbau mittelbarer Weise zu begünstigen, gibt es ein Leichtes, dessen Nutzen die Erfahrung schon gezeigt hat. Es besteht darin, daß man nach Hagenau und die umliegende Gegend ein oder zwei Kavallerie-Regimenter in Garnison legte, mit der Verordnung, daß der Dung vor andern an die Krapp-Pflanzer verkauft werden soll. Man könnte solches in den verschiedenen Kantons verteilen, wo es auf die Wiederbelebung des Krappanbaus ankommt. Auf diese Art ist man in Seeland besonders seit der Revolution zu schönem und überflüssigem Krapp gekommen. Gegenwärtig sind in dem Departement des Niederrheins neun Krapp-Fabriken.“

Benjamin Franklin war als Präsident der Vereinigten Staaten von Amerika zu seiner Zeit am Aufbau einer einheimischen Druckmanufaktur sehr interessiert und suchte stets nach fähigen Fachleuten aus Europa. So hatte er - wie bereits erwähnt - auch den Engländer John Hewson ermuntert, übers Meer zu kommen, um hier einen Kattundruckereibetrieb zu errichten. Hewson folgte diesem Ruf und gründete 1774 in Philadelphia eine Fabrik, der später großer Erfolg beschieden war und die viel dazu beitrug, daß sich der

rosenbauer

Fabrik für Feuerwehrgeräte und Spezial-Landmaschinen

LEONDING bei LINZ, Paschinger Straße 90

Technischer Bedarf und Sportartikel
LINZ, Spittelwiese 11

PVC-Fußbodenbeläge und Teppiche
LINZ, Herrenstraße 14

Niederlagen in Wien IX, Graz, Klagenfurt, Bregenz

Zeugdruck in Amerika im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts zu einer richtigen Industrie entwickelte.

Im Jahre 1775 hatte der französische Zeugdrucker **B o n v a l e t** in Amiens bereits eine Druckpresse zum Bedrucken von Wollstoff und Plüsch verwendet. Dieser Zeugdrucker arbeitete mit Platten, in welchen das Muster eingraviert war. Eine solche Platte lag auf dem Drucktisch, und darunter befand sich ein gemauerter Herd, durch den die mit Farbe eingeriebene Platte ständig warm gehalten werden konnte. Den zu bedruckenden Stoff legte man oben auf die Platte, darüber kamen einige Wolldecken und auf diesen fixierte man eine Preßplatte, die zuerst mit der Hand, dann mit Hilfe eines Hebels festgeschraubt wurde. Dadurch wurde die Farbe von der Kupferplatte auf den Stoff gebracht. Beim Zeugdruck mit Holzmodellen war es gerade umgekehrt gewesen: Da lag der Stoff auf dem Drucktisch und mit dem Model wurde darauf gedruckt.

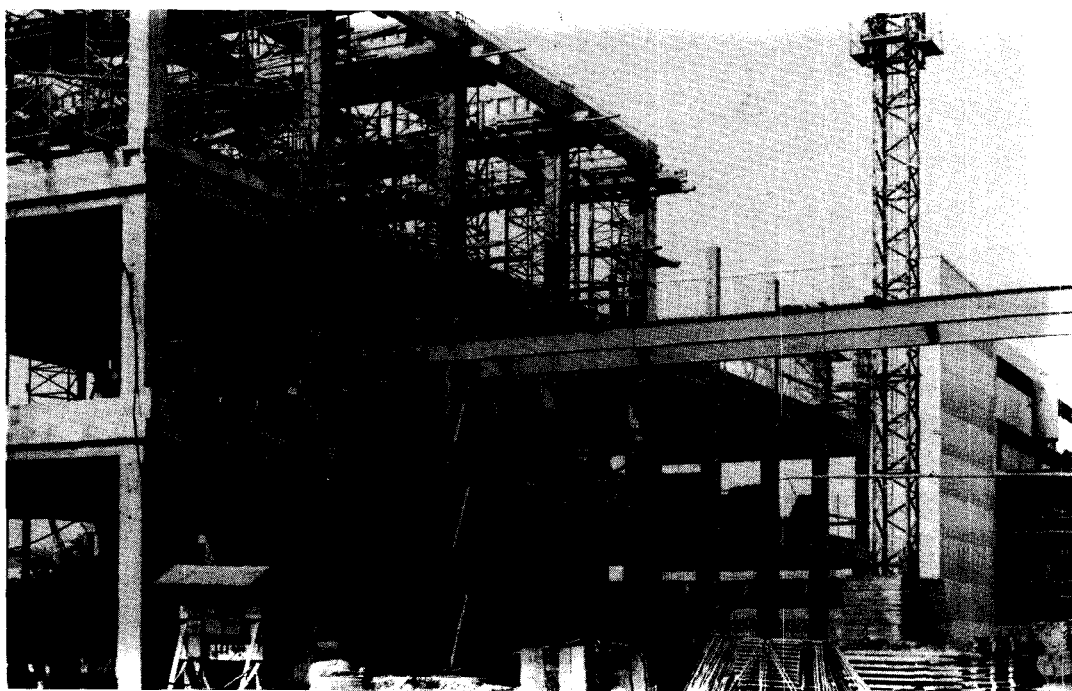
Der Drucker **Bonvalet** war durch seine technischen Neuerungen dem damals bedeutendsten französischen Zeugdrucker **Oberkampf** weit voraus. **Christoph Philipp Oberkampf** (1738-1815) war mit neunzehn Jahren aus dem Elsaß nach Paris gegangen. Im Tale von Jouy bei Versailles hatte er seine erste Fabrik errichtet. Sein Bruder **Fritz** (1740-1798) führte dort im Jahre 1781 eine Presse ein, wie sie damals auch im Buchdruck verwendet wurde. (Jener hatte nämlich diese Vorrichtung im Jahre 1780 in Murten

in der Schweiz gesehen.) Mit derartigen Kupferplatten ließ sich ein weicher, flüssiger Druck erreichen, denn gerade die dünnsten Linien konnten ja den Reiz einer Zeichnung ausmachen. Freilich erwiesen sich die gewichtigen Kupferplatten als zu schwer, um sie handhaben zu können. Man nahm daher eine Presse in Gebrauch. Die Gravur für diese "*machines à la planche plate*" (Planche-Plattendruckmaschine) erreichte die gewünschte Vollkommenheit und Schönheit bei der Wiedergabe einer Zeichnung, doch war der Aufdruck recht kompliziert durchzuführen. Bei größeren Mustern benützte man die Maschine darum oft nur zum Vordrucken der Umrisse, die weiteren Farben wurden dann mit Modellen im Handdruck eingefügt oder mit der Hand eingemalt.

Man war damals auch schon bemüht, die „*Farbenreiber*“ gesundheitlich zu schützen, denn das Einatmen des Farbstaubes war schädlich. Da immer noch mit Ölfarben auf Stoff gedruckt bzw. gemalt wurde, war ein solcher Schutz auch für die Stoffdrucker notwendig. Man suchte Farben, die staubfrei und giftfrei sein sollten.

Ein Engländer, **Thomas B e e l** mit Namen, ließ sich in den Jahren 1783 und 1784 je eine Erfindung patentieren, durch die auch der Zylinderdruck auf Baumwolle möglich wurde. Seine Erfindungen wurden rasch von den Zeugdruckmanufakturen aufgenommen, führten jedoch zum Zusammenbruch der größten Zeugdruckfirmen in Lancashire, wie **Livesey**, **Hargreaves** und **Smith** sowie **Hall** in **Money** bei **Presten**.

MAYREDER



INGENIEURE MAYREDER, KRAUS & CO.
Baugesellschaft m.b.H.
4020 Linz, Sophiengutstraße 20

Chemiefaser Lenzing AG., ACN-Anlage, Polymerisation,
Bauausführung in ARGE

Auch Philipp Oberkampff, der sich der Gunst Ludwigs XVI. erfreute, erfand fast zur gleichen Zeit (1785) eine Kattundruckmaschine mit Walzen. Doch trotz dieser industriellen Neuheit blieb der Plattendruck mittels Model (Holzplatten) bzw. mittels Kupferplatten in vielen Gewerbebetrieben noch lange erhalten.

Bei Tüchern, aber auch bei Vorhängen und Stofftapeten, die mit gravierten Kupferplatten bedruckt wurden, strebte man die Farbigkeit gar nicht an. Ein Einfügen von Farben hätte die schöne, meisterhafte Zeichnung zerstört. Man schuf die Tonunterschiede ja bereits mit der Gravur, allerdings mußte man dabei stets bei einer Farbe bleiben. Der Schwarzdruck, der Rotdruck und der Druck in Fayenceblau genügten vollauf.

Sorgen hatte man allerdings beim Bilderdruck auf Textilien. Für die gewebte Ware wird folgendes erklärt: „*Wenn man die Kattundrucke und die Tapetenpatronen auf eine in sich zurückkehrende Fläche bringen kann, so kann man mittelst eines einzigen Formstückes ein ganzes Stück Kattun oder Tapete auf ein Mal und ohne Absetzung drucken und mahlen, wodurch die Arbeit ebenso schön ausfällt, als schnell vollbracht wird.*“ (Journal für Fabrik, Manufaktur, Handlung und Mode, 1797)

3. Vom Steindruck

Im Verlauf des 18. Jahrhunderts gab es viele neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Naturwissenschaften, der Chemie und der Mikrophysik. Durch sie wurde die Erfindung des „*chemischen Steindrucks*“ möglich. Dieser stellte eine ganz neue Art der Bildervielfältigung dar, die von den bisher üblichen Verfahren, wie Holzschnitt, Kupferstich und Radierung, völlig abwich. Der Münchner Schauspieler und Theaterdichter Alois Senefelder (1771-1834) hatte nach einer einfachen und billigen Drucktechnik für seine Texte und Theaterstücke gesucht und darum auch mit dem Steindruck Versuche gemacht. (Das eigentliche „*Steindrucken*“ war damals bereits entwickelt gewesen. 1787 hatte nämlich der Münchner Hofkaplan Simon Schmid mit hochgeätzten Marmorplatten Abdrucke von bildlichen Darstellungen gemacht. Es handelte sich dabei aber um eine mechanische Hochdruckform, also um ein Verfahren, bei dem die Farbe von den erhabenen Stellen der Druckform auf Papier oder dergleichen übertragen wurde.) Der „*chemische Steindruck*“ von Alois Senefelder war jedoch etwas völlig Neues.

Im Jahre 1798 erfand er mit Hilfe von Platten aus Solnhofer Kalkschiefer außerdem noch ein **Flachdruckverfahren**. Dabei wurde die Zeichnung mit fetthaltiger Lithographentusche auf den Stein gebracht. Daraufhin überstrich man die Platte mit einer Säure, sodaß nur die bezeichneten Stellen die Farbe aufnahmen und beim Drucken dann auf das Papier übertrugen. Mit der wirtschaftlichen Auswertung dieser Erfindung war es nicht leicht. Senefelder beschäftigte sich auch mit dem Kattundruck - freilich ohne genügende Vorkenntnisse, denn das Stoffdrucken erforderte viel Erfahrung und Wissen.

In Deutschland hatte man die Bedeutung des Steindrucks frühzeitig erkannt, in Österreich waren die Künstlerkreise allerdings konservativ. Die Verwandten Senefelders wollten, da sie in das Geheimnis dieser Erfindung eingeweiht waren,

ein kaiserliches Privilegium für den Steindruck erreichen. Die Wiener Kunst- und Musikalienhändler, an der Spitze Artaria, Löschenkohl und Mollo, traten aber geschlossen gegen diese Erfindung auf, und wenn es nicht anders ginge, so wollten sie selbst den Steindruck herstellen. Schließlich gelangten auch sie in den Besitz des Geheimnisses, und am 6. März 1802 wurde der österreichischen Regierung ein lithographiertes Notenblatt vorgelegt, das der Kupferstecher Joseph Georg Mansfeld hergestellt hatte. Senefelder machte, um weiteren Intrigen zu entgehen, vor einer Kommission, an der der Chemieprofessor Jacquin und der Kupferstecher Jakob Schmutzer teilnahmen, lithographische Abdrucke auf Papier, Kattun und Leinwand. Durch diese Abdrucke, die hinsichtlich Qualität und rascher Ausführung eine Auswertung möglich erscheinen ließen, erreichte Senefelder zwar die alleinige Gewerbebefugnis, doch das zehn Jahre gültige Privilegium wurde ihm erst am 10. Mai 1803 verliehen. Wenig später wurde in der Josefstadt in Wien eine „k.k. privilegierte chemische Druckerei“, die Senefelder gehörte, eröffnet. Dort wurden Tabellen, Formulare, Zeichenschulen, aber auch kleine Druckwerke hergestellt. Mit dem Besitzer der Pottendorfer Spinnerei, dem Hofagenten Josef Hartl, Edlen von Luchsenstein, war Senefelder ebenfalls in Verbindung getreten, denn dieser Textilfabrikant beabsichtigte, lithographische Kattundrucke herzustellen. Beiden Unternehmen Senefelders blieb jedoch der finanzielle Erfolg versagt, und seine Betriebe wurden später an Sigmund Anton Steiner verkauft.

Im Jahre 1806 endete Senefelders Aufenthalt in Wien, der nur von Mißerfolgen begleitet gewesen war. In München konnte er aber doch noch einmal eine lithographische Druckerei errichten. Im „Journal des Luxus und der Moden“ des Jahres 1809 findet sich hierüber ein Beitrag: „*Nun erschienen aber von Jahresfrist aus München (wo der Erfinder der Lithographie, Herr A. Senefelder, eine königlich privilegierte Steindruckerei angelegt hat) eine Anzahl Blätter, nach mit der Feder von Albrecht Dürer gezeichneten Randverzierungen eines Gebetbuches, welches in der Bibliothek zu München aufbewahrt wird.*“

Um 1815 wollte auch eine Prager Druckerei die Lithographie für den Stoffdruck auswerten, mußte jedoch schon nach einigen Monaten aus Mangel an Aufträgen sperren. In Wien dagegen wurde in der Anstalt des Zacharias Grund der Textildruck sehr gepflegt. In erster Linie stand die Wiener Lithographie dem Noten- und dem Kattundruck zur Verfügung. Um das Jahr 1816 kam es darin sogar zu einem künstlerischen und technischen Aufschwung. Mit diesem ging jedoch der Bilderdruck auf Zeug zurück. Vor allem wegen der strengen Zensurvorschriften. Die Produkte des Steindrucks unterlagen in Österreich nämlich der kaiserlichen Verfügung von 1816, wonach sie - wie alle anderen Druckwerke auch - vorerst bei der Polizeibehörde zur Überprüfung eingereicht werden mußten. Seit 1817 wendete man die Lithographie für Spezialarbeiten beim Zeugdruck mit Erfolg an.

Die Manufakturen im Elsaß, in der Schweiz und in Augsburg bedruckten baumwollene und seidene Tücher. Der Erfinder Senefelder lieferte dazu zum Teil die Pressen. Die Konstruktion hiefür war nun aber wesentlich verbessert,

denn der Erfinder hatte inzwischen viel Erfahrung gesammelt.

In Österreich entwickelte sich die lithographische Technik seit 1816 sehr rasch; das neue Druckverfahren bot natürlich auch die Möglichkeit, daß staatsfeindliche Schriften vervielfältigt werden konnten. Daher hatte die Regierung eine gesetzliche Regelung als Voraussetzung für die Verleihung einer lithographischen Befugnis geschaffen. Nach Senefelder hatte Philipp von Phillisdorf eine solche Lithographiebefugnis erhalten und im Jahre 1817 in seiner Wohnung (Wien, Landstraße 223) eine Druckerei eingerichtet. Dort waren unter anderen Johann Christian Erhard, Johann Adam Klein, Lorenz Kohl und der Italiener Antonio Marini tätig.

Nach 1819 wandte sich Phillisdorf ebenso wie die Baumwollfabrikanten Winter und Zacharias Grund der Stoffdruckerei zu. In der lithographischen Anstalt Josef Tretsenskys in Wien erschienen damals Schattenspiele. Ähnliches wurde auch auf Stoff gedruckt. In diesem Jahr wurde die Guntramsdorfer Textildruckerei gegründet. Der „Beschreibung der Fabrikate, welche in den Fabriken, Manufakturen und Gewerben des österreichischen Kaiserstaates erzeugt werden“, im Jahre 1823 von Stephan Edlen von Keeß verfaßt, sind Hinweise auf den Stand der lithographischen Technik in Österreich beigefügt.

Die Abdrucke des Steindrucks waren allerdings nicht immer vollkommen rein ausgefallen. Keeß bemerkt dazu: „Überdies kann der Steindruck bis jetzt noch nicht dem Kupferdruck gleichgesetzt werden, wozu auch noch der Zustand hinzutritt, daß manche Platten wie z.B. Kreidezeichnungen nicht viele Abdrücke geben und schon nach dreihundert Abdrucken die feinen Tinten nicht mehr so scheinen wollen, wie sie sollen!“ Weiters wird darauf verwiesen: „Von den vielen Vortheilen der lithographischen Technik angezogen, die im Gegensatz zu Kupferstich und Radierung keine hervorragende Fähigkeit erforderte und die gleiche, schnelle und ungehemmte Zeichnung auf dem Stein wie auf dem Papier erlaubte, hatten sich schon in Wien und überall dort, wo die Lithographie eingeführt worden war, vorwiegend Dilettanten mit der neuen Druckart beschäftigt.“ - „Der Steindruck auf Baumwolle, Seidenzeug und dgl. wird nur auf besondere Bestellung gemacht und ist daher kein Gegenstand des eigentlichen Handels. Vom Ausland, besonders von München und Paris, werden noch immer lithographische Arbeiten eingeführt.“

In der „Allgemeinen Moden-Zeitung“ wurde weiters darauf hingewiesen, daß auf sogenannte „Canevas“ lithographiert wurde. Dafür konnte man aber auch jedes andere Gewebe verwenden. Auf diese Canevas lithographierte man insbesondere Stickereivorlagen, die dann mit Wolle oder mit Seide ausgenäht wurden. Dazu wird erklärt: „Diese lithographierten Zeichnungen haben noch nicht den Grad von Vollkommenheit, den sie erlangen können, allein sie sind weit wohlfeiler als die Tapetenzeichnungen, welche mit der Feder oder mit dem Pinsel ausgeführt werden.“

Den Existenzkampf, in den die Kupferstecher durch dieses neue Druckverfahren geraten waren, zeigt folgender Bericht aus dem Jahre 1809 auf: „Zwar ist darum keineswegs zu be-

sorgen, daß die Kupferstecherkunst durch diese ihre jüngere Schwester möchte verdrängt werden, denn im höheren Sinne ausgeübt, hat jene eigenthümlichen Vorzüge, welche vermuthlich auf keinem andern Wege je zu erreichen seyn werden, hingegen kann möglicher Weise auch die Lithographie in der Zukunft Manches leisten, was der Kupferstich nicht zu erzielen vermag. Ich meines Orts hege ferner noch die Hoffnung großer Vortheile, wenn, wie zu erwarten ist, nächstens die Lithographie zur Buchdruckerei angewandt, uns eine wohlfeile Art Stereotypen liefert, um damit das verhaßte Nachdenken, wo nicht zu verhindern, doch zu erschweren.“

Die „Allgemeine Moden-Zeitung“ des Jahres 1827 schreibt dazu: „Vor ein paar Wochen zeigte die Redaction der vielgelesenen Zeitschrift Pandora an, daß ihr nicht erlaubt worden sey, einen Steindruck, wie sie oft gethan, bei zu fügen. Er stellte das bevorstehende oder doch zu befürchtende Elend der Presse durch sechs Buchdruckergehilfen vor, deren einer sehr betrübt zu seyn scheint; ein Paar andere haben zum Zeichen ihrer Arbeitslosigkeit die Arme ineingeschlagen; noch ein anderes Paar trinkt miteinander und scheint Abschied von Frankreich zu nehmen, während der sechste auf einem Karren sitzt, auf dem eine auseinandergenommene Presse liegt. Andere Drucker liegen auf Papierballen, u. Die Pferde sind gegen ein Tor gerichtet, an dem ein Pfahl steht, worauf die letzte Sylbe der Stadt -les (wahrscheinlich Bruxelles) zu lesen ist, wohin die Reise geht.“ Man wollte in ein Land ziehen, welches Pressefreiheit hatte.

In Wien hatte ein Drucker namens Josef Hafner an der Akademie für angewandte Kunst eine Platte mit dem Bild Josefs II. nach Füger geschaffen, ein anderes Exemplar aus seiner Hand mit dem Zensurvermerk vom 9. Oktober 1827 ist in dem Verzeichnis der Kunstblätterpreise genannt. Im Sommer des gleichen Jahres gründete Hafner eine lithographische Druckerei in Linz, während in Wien solche Druckereien schon seit 15 oder 20 Jahren bestanden.

Der „Allgemeinen Moden-Zeitung“ des Jahres 1829 ist zu entnehmen, daß die Regierung der Lombardei bei „Strafe der Wegnahme“ den Lithographen die Anwendung giftiger Substanzen, wie beispielsweise des Arseniks, des Zinks, des Bleis und anderer mineralischer Farben, beim Bedrucken und Färben der Stoffe verboten hatte, vor allem bei Kleidungsstücken, die in irgendeiner Weise mit dem menschlichen Körper in Berührung kommen konnten. „Man will nämlich gefunden haben, daß viele Hautkrankheiten und Übel, deren Ursache bisher unbekannt gewesen ist, durch die Aufsaugung solcher giftiger Farben entstanden seyn (Nouveau Journal de Paris).“

Das Blatt berichtet ferner, daß man nun auch in Leipzig Kattune und Schleier auf lithographischen Pressen druckte. Eine neue Erfahrung wird darin ebenfalls erwähnt, und zwar: „Daß die Steindruckerei eine der vorzüglichsten Erfindungen unseres Zeitalters ist, weiß Jedermann. Man wußte aber bis jetzt noch nicht, wie man die Tinte wieder wegnehmen und die Zeichnung verbessern könne. Die Hrnn. Chevalier und Langlumé haben nun diese wichtige Entdeckung gemacht: Man wischt den Theil der Zeichnung, den man ändern will, mit Terpentinöl weg, sodann bringt

man mit einem Pinsel etwas Weinessig darauf; diesen, wenn er einige Zeit darauf gewesen, wischt man mit einem Schwamme und Wasser wieder weg. Wenn der Stein von dieser Feuchtigkeit getrocknet, so kann man wieder darauf zeichnen, wie auf einem neuen Steine. In manchen Fällen wendet man statt des Weinessigs auch das Alkali an, und nur die Erfahrung lehret, in welchen Fällen das Eine oder das Andere am besten zu gebrauchen ist."

In der „Wiener Zeitschrift für Theater, Kunst und Mode“ des Jahres 1830 ist zu lesen, daß unter den lithographischen Erzeugnissen, welche damals in Wien erschienen sind, vorzugsweise jene eines Herrn Agricola die Aufmerksamkeit des Publikums erregten. Sein Porträt des Kaisers soll diesem am ähnlichsten von allen anderen gewesen sein. Unter dem Beitrag „Erfindungen“ entdeckte man folgenden Hinweis: „Der berühmte Erfinder der Lithographie, Hr. Alois Senefelder aus München, ist zu diesem Augenblick (9. April 1830) in Stuttgart anwesend. Er soll seine neue Erfindung, mittelst einer einzigen Platte ein Ölgemälde abzudrücken und einen Kupfer- oder Steindruck in allen Nuancen zu illuminieren, auf einen so hohen Grad der Vollendung gebracht haben, daß man nächstens die überraschendsten Resultate von derselben erwarten dürfte."

Bei der „Ersten Industrie-Ausstellung in der Provinz-Hauptstadt Linz“ sah man Kattundrucke, schöne Goldstickereien, aber auch lithographische Proben. Die Institute von Hafner in Linz, von Kaiser in Grätz, von Olerer's Witwe in Salzburg, sowie der Linzer Kunsthändler Vincenz Fink und ein gewisser Baldi aus Salzburg zeigten gute Arbeiten; dies ist bemerkenswert, da der Wiener Kunstverein „die Lithographie als Erfindung der neueren Zeit“ von einer Ausstellung im Wiener Volksgarten einfach ausschloß.



Abb. 18: Porträt Friedrichs VIII., Herzog von Schleswig-Holstein, um 1848/49 (lithographiert in Schwarzbraun auf weißem Baumwollstoff, das Mittelfeld ist violettbraun; die zuletzt genannten Farben waren mittels zusätzlicher Druckplatten eingefärbt worden.)



Abb. 19: Tuch anlässlich des 80. Geburtstags Bismarcks im Jahre 1895 (im Medaillon in der Mitte sein Porträt, umrahmt von einem Lorbeerkrantz; Lithographie in Rot und Violett-schwarz auf weißem Baumwollstoff)

Die Weltausstellung des Jahres 1851 in London zeigte vielfach die Gegensätze bei den Textilien orientalischer, indischer und europäischer Herkunft auf.

4. Vom Stahlstich

Ein Auszug aus der „Allgemeinen Moden-Zeitung“ des Jahres 1829 berichtet auch noch von einer weiteren Gravurtechnik, dem „Stahlstich“. Es heißt darin: „Der durch seine herrlichen Leistungen, besonders durch seine weiblichen Köpfchen nach Ender in den Taschenbüchern, Vielliebchen, Rosen, Penelope, Vergißmeinnicht u. so rühmlich bekannte akademische Kupferstecher Franz Stöber zu Wien hat endlich die Erfindung gemacht, gleich den Engländern in Stahl zu stechen, und es wird den teutschen Künstlern in Zukunft dadurch möglich werden, jene in der Feinheit des Stichs zu erreichen. Herr Stöber ist im Begriff, auf die Platten-Erzeugung für die österreichischen Staaten ein Privileg zu nehmen.“

5. Der Vielfarbendruck

Die technisch vollendete Umwandlung des Handmodell-druckens in ein vollkommen mechanisches Druckverfahren gelang dem Pariser Mechaniker Perrot erst im Jahre 1834 durch die Konstruktion der dann nach ihm benannten Perrotine. Diese Vorrichtung ermöglichte es, daß man von einer Lithographie in zehn Stunden 3600 bis 4800 gute Abdrucke machen konnte. Bisher waren in der gleichen Zeit nur 500 bis 600 Abdrucke möglich gewesen. Einige Jahre später gelang es Perrot, auf der inzwischen verbesserten Perrotine sogar Vielfarbendrucke herzustellen.

Weiters wird im Jahre 1834 davon berichtet, daß ein italienischer Künstler eine Paste erfunden hätte, mit deren Hilfe man jeden Kupfer- oder Stahlstich vervielfältigen könne. Es

steht: „Das Verfahren beym Auftragen der Paste oder des Kittes auf das Blatt ist so einfach, daß Jeder es sehr leicht erlernen kann, auch leidet das Original nicht im geringsten dadurch, und die Abzüge werden immer reiner, je mehr deren genommen werden. Die Composition der Paste ist bisher noch ein Geheimniß, doch hofft man, den Erfinder zur Mittheilung seines wirklich unschätzbaren Arcans bestimmen zu können.“ Trotz aller Versuche und Bemühungen, solche „Schabblätter“ zu erhalten und die Herstellungskosten dafür herabzusetzen, wurde dieses Verfahren bereits um 1840 von der Lithographie fast völlig verdrängt.



Abb. 20: Ziertuch aus Baumwollstoff anlässlich der Sommerolympiade 1956 in Melbourne. Der Filmdruck bietet viele neue Möglichkeiten, nur bringt er mehr Flächen im Aufdruck als feine Linien; letztere waren dem Kupferdruck vorbehalten.

6. Die Photographie in Konkurrenz mit der Lithographie

Bald nach 1835 begann die Photographie mit der Lithographie in ernste Konkurrenz zu treten. In diesem Jahre gab es in Wien die „Allgemeine Gewerbs-Produkten-Ausstellung“. In der „Wiener Zeitschrift für Kunst, Literatur, Theater und Mode“ wird erklärt: „Die gedruckten Sitze und Kattune in der Ausstellung finden den Beyfall der Damen, die auch hierin competente Richter sind. Die Vorzüglichkeit dieser Arbeiten zeigt hinlänglich, daß es den Fabrikherren nicht an guten Zeichnern, Coloristen, Formschneidern und Druckern fehlt. Die gedruckten Baumwollzeuge stehen an Schönheit und Vorzüglichkeit denen der Engländer und Franzosen gleich, und eine ganz besondere Erwähnung verdienen die Schafwollenzeuge des bürgerlichen Webers in Wien, Josef Kniazureck, die so höchst vollendet sind, daß man sie, besonders in der Entfernung, für die schönsten Seidenstoffe hält.“

Im Jahre 1839 war die „Zweite öffentliche Gewerbs-Produkten-Ausstellung“ in Wien. In der „Wiener Zeitschrift für Kunst, Literatur, Theater und Mode“ ist hierüber vermerkt: „Die Wände der Ausstellungssäle sind mit den schönsten, feinsten und kunstvollsten Gespinsten aller Art drapiert, gleichsam als wären diese zu Ausschmückungen der Prunksäle eingesendet worden. Betrachten wir die Gegenstände nun etwas näher, so stellt sich auch diesmal die Vorzüglichkeit der Seidenzeuge wie bei der früheren Ausstellung glänzend hervor, und bey noch vollendeter Appretur werden diese Erzeugnisse den so berühmten Lyoner Seidenwaren sich bald gleichstellen können.“

Weiters wird berichtet: „Die Sitz- und Kattunfabriken lieferten ihr Contingent zu dieser Ausstellung in den schönsten Auswahlen ihrer Erzeugnisse, und sie können mit ihren Fabrikaten mit allen ähnlichen Hervorbringungen des Auslands kühn in die Schranken treten.“

Um 1850 nahm die Photographie einen ungeheuren Aufschwung und spielte schon als selbständiger Industriezweig eine Rolle; damit begannen auch die Versuche, Textilien als Material für die neue Art der Bilddarstellung heranzuziehen. Aus der k.k. Hof- und Staatsdruckerei sind **Photogravuren** aus dem Jahre 1854 erhalten. Die **Photogalvanographie** wurde von Paul P r e t s c h erfunden. Zwei Jahre später kam es zu der umwälzenden Erfindung des englischen Chemikers William Henry P e r k i n : Er entdeckte das Mauvein und gründete die erste Teerfarbenfabrik. Das Mauvein war der erste synthetische Farbstoff. Damit verloren die natürlichen Farbstoffe ihre langjährige Alleinherrschaft beim Färben von Textilien, und ein neuer Abschnitt für die Textilindustrie wurde eingeleitet.

Nachwort

Es konnten hier nur einige wenige Bilder zur Illustration gebracht werden, da die feine Zeichnung auf dem Original im Kleinformat der Aufnahme zumeist nicht mehr zu erkennen ist. Wer jedoch in die Museen geht, wird dort viele Textilien finden, die Darstellungen aus der Geschichte zeigen. Diese Darstellungen zu studieren, ist sehr interessant, weil man damit zugleich auch ein Stück Textilgeschichte vor Augen hat.

Literatur:

- 1) Else Giordani: „Die Linzer Hafner-Offizinen. Josef Hafner und seine lithographische Anstalt“; herausgegeben von der Kulturverwaltung der Stadt Linz
- 2) Louise Koronay: „Das Wiener Putzmacher- und Nähermädchen. Zur Belehrung und zum Nutzen ihrer Mitschwester“; herausgegeben von einem Wiener Putzmacher- und Nähermädchen. Vierte Auflage, Wien 1816
- 3) L. Kybalova: „Das große Bilderlexikon der Mode“; C. Bertelsmann-Verlag, 1966 Atria Prag
- 4) Renate Jacques: „Deutsche Textilkunst. Deutsche Textilkunst von ihrer Entwicklung bis zur Gegenwart“; Rembrandt-Verlag, Berlin 1942
- 5) Max von Boehn: „Das Beiwerk der Mode: Spitzen, Fächer,

- Handschuhe, Stöcke, Schirme, Schmuck"; herausgegeben von der F. Bruckmann AG., München
- 6) Max von Bochn: „Modespiegel“; herausgegeben von Georg Westermann, Braunschweig; Berlin - Braunschweig - Hamburg
- 7) Stephan von Keeß: „Darstellung des Fabriks- und Gewerbeswesens im österreichischen Kaiserstaate, vorzüglich in technischer Beziehung“, 4. Bd., Wien 1819/20
- 8) Stephan von Keeß: „Darstellung des Fabriks- und Gewerbeswesens, Wien 1823“, 2. Bd., 3. allgemeine österr. Gewerbs-Produkten-Ausstellung, Wien 1845
- 9) Hans W. Singer: „Kulturgeschichtliche Monographien: Der Kupferstich“; 1912 Bielefeld und Leipzig
- 10) Hildemarie Schwindrazheim: „Taschentücher mit Bildaufdruck“; Altonaer Museum in Hamburg - Jahrbuch 1966, 4. Band
- 11) Musée de l'Impression sur Étoffes de Mulhouse: „La toile de Jouy“ - Dessins et cartons de Jean-Baptiste Huet (1745-1811)
- 12) Gerd Spies: „Die Europäische Schaubühne im December 1812“; Städtisches Museum Braunschweig - Miszellen 1971/7
- 13) CIBA-Rundschau Nr. 10: „Die Farbhölzer“
CIBA-Rundschau Nr. 22: „Große Lehrer der Färbekunst im Frankreich des 18. Jahrhunderts“
- CIBA-Rundschau Nr. 24: „Mittelalterlicher Zeugdruck in Europa“
- CIBA-Rundschau Nr. 28: „Der französische Zeugdruck im 18. Jahrhundert“
- CIBA-Rundschau Nr. 39/40: „Aus der Frühzeit der amerikanischen Baumwolle“
- CIBA-Rundschau Nr. 82: „Frühe Textilkunst Nordamerikas. Baumwolldrucke des 18. und 19. Jahrhunderts“
- CIBA-Rundschau Nr. 94: „Das Taschentuch“
- CIBA-Rundschau Nr. 97: „Schweizerische Zeugdruckereien im 18. und 19. Jahrhundert“
- CIBA-Rundschau Nr. 120: „Damast“
- CIBA-Rundschau Nr. 147: „Textilstadt Rouen“
- CIBA-Rundschau Nr. 1/1961: „Englische Chintze“
- CIBA-Rundschau Nr. 2/1962: „Manchester und die Baumwolle“
- CIBA-Rundschau Nr. 3/1963: „Katalanische Textilindustrien“

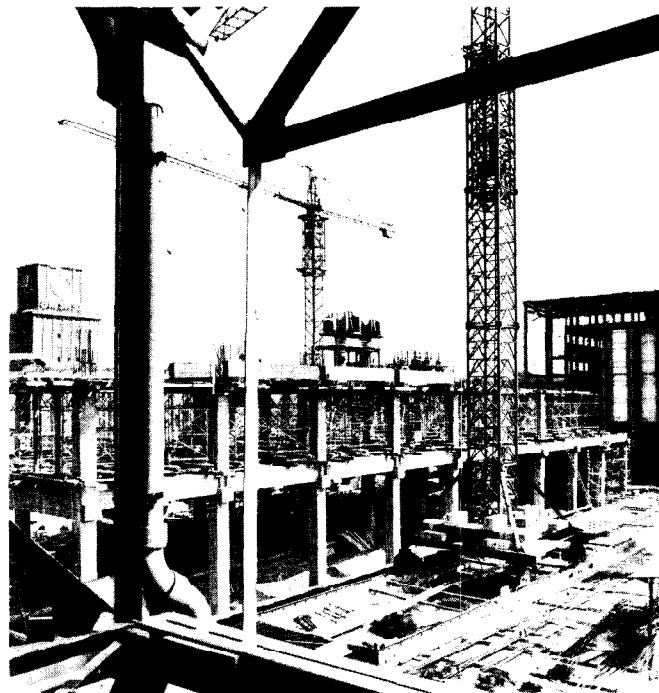
PORR

ALLGEMEINE BAUGESELLSCHAFT - A. PORR AKTIENGESELLSCHAFT

Wien - Eisenstadt - Graz - Innsbruck - Klagenfurt - Linz - Salzburg - Teheran

Fertigteilwerk Sollenau - Hotel am Parkring, - Wien - Parkgarage Badgastein

BRÜCKENBAU
BETONFERTIGTEILE
HOCHBAU
INDUSTRIEBAU
KRAFTWERKBAU
PROJEKTIERUNGEN
STRASSENBAU
STÄDTISCHER TIEFBAU
PIPELINEBAU
TUNNELABU
STOLLEN- UND
KAVERNENBAU
TALSPERRENBAU



Chemiefaser Lenzing Aktiengesellschaft, Bau der ACN-Anlage in ARGE

INSERENTENVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Allgemeine Baugesellschaft - A. Porr Aktiengesellschaft, 1031 Wien	67	Maschinenfabrik Rüti AG CH-8630 Rüti (Zürich)	37
Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG D-6700 Ludwigshafen am Rhein	33	Ingenieure Mayreder, Kraus & Co. 4021 Linz/Donau	62
Chemiefaser Lenzing AG, 4860 Lenzing Faserverkauf	11	W. Neuber KG., 1060 Wien	45
SFA/SFM	25	O.Ö. Landesreisebüro, 4020 Linz	46
Chemische Fabrik Stockhausen & Cie. D-415 Krefeld	57	Österr. Chemische Werke Ges.m.b.H. 1150 Wien	45
CIBA-GEIGY Gesellschaft m.b.H. 1231 Wien	47	K. Rosenbauer KG. 4021 Linz/Donau	61
Dürener Metalltuch Schoeller-Hoesch & Co., D-516 Düren	58	W. Schlafhorst D-405 Mönchengladbach	41
Ebenseer Solvay-Werke 1015 Wien	59	Schubert & Salzer Maschinenfabrik AG. D-8070 Ingolstadt	20/21
Gebr. Böhler & Co. AG. 1011 Wien	60	Robert Streit, Büro - Organisation 3300 Amstetten	32
Lindemann KG. D-4000 Düsseldorf	14	Ing. Gottfried Tschamler 1191 Wien	14

*Wir laden nur jene Firmen ein, in dieser Hauszeitschrift zu inserieren,
die wir auf Grund jahrelanger Zusammenarbeit mit unserem Unternehmen unseren
Freunden und Lesern gewissenhaft weiterempfehlen können.*

DIE REDAKTION