

# EINFLUSS DER WEBMASCHINENEINSTELLUNG AUF DIE KETTFEDERKONSTANTE UND DIE ANSCHLAGSPANNUNG

Von

M. JEDERÁN

Lehrstuhl für Textiltechnologie und Leichtindustrie, Technische Universität, Budapest

Vorgelegt von Prof. Dr. A. VÉKÁSSY

(Eingegangen am 30. Juli 1971)

Die Federkonstante der Kette ist ein Parameter, der einerseits die Federkonstante des Gewebes, andererseits die Kettspannung beim Anschlag entscheidend bestimmt, und deshalb als einer der wichtigsten technologischen Kennwerte betrachtet werden darf [3, 9]. In der Praxis wird also bei der

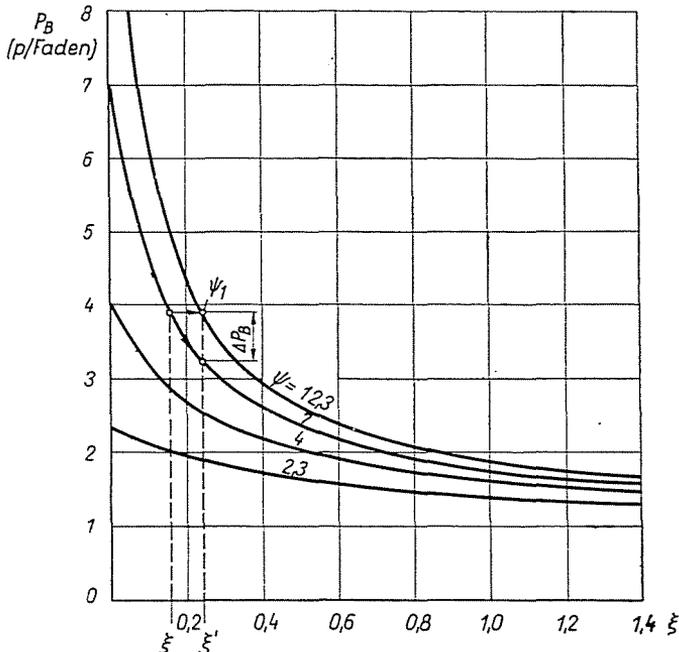


Abb. 1. Beziehung zwischen der Anschlagspannung ( $P_B$ ) und dem Strukturkoeffizienten ( $\psi$ ) sowie dem Elastizitätsquotienten ( $\xi$ )

Herstellung von Geweben verschiedener Dichte die sog. Fachverzerrung, d. h. unterschiedliche Fachteilspannungen, angewandt.

Die vorteilhafte Wirkung der Fachverzerrung, die sich in der Verringerung der Anschlagspannungen äußert, wurde unter anderen von ZILÁHI [10], ILLÉS—ALPÁR [6], BRÖCKEL [11] durch Spannungsmessungen bewiesen.

Die Anschlagspannungen werden anhand des Strukturkoeffizienten  $\psi$  und des Elastizitätsquotienten  $\xi$  bestimmt (Abb. 1). Die Fachverzerrung führt keine Änderung im Werte des Strukturkoeffizienten herbei, verringert jedoch die Federkonstante  $c_1$  des Faches, was mit der Zunahme des Elastizitätsquotienten verbunden ist. Als Folge der Fachverzerrung verringert sich also mit der Änderung des Elastizitätsquotienten die Fadenspannung beim Anschlag.

### 1. Fachabmessungen

Die Fachabmessungen (Abb. 2) werden mittels des Geweberandes ( $A$ ), des Webschaftes ( $B' - D'$ ) und des Mittelpunktes des Lamellengerätes ( $E$ ) bestimmt. Die in der Abbildung angegebenen mittleren Fachabmessungen

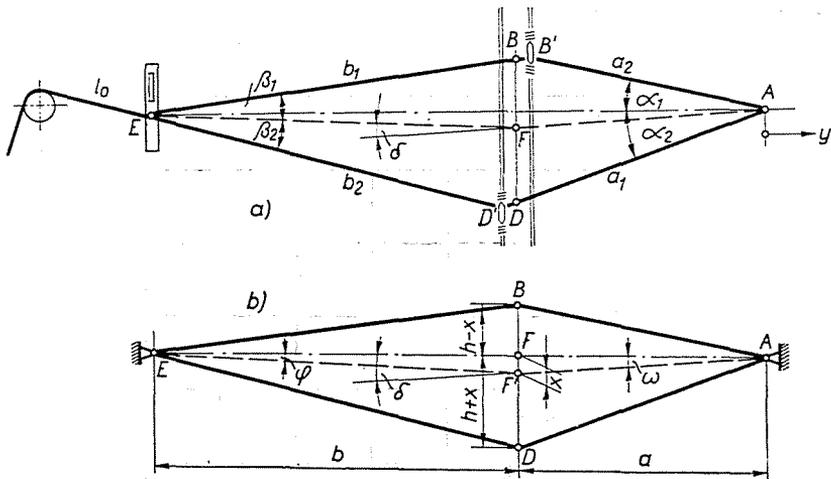


Abb. 2. Abmessungen für die Bestimmung des Faches

(Punkt  $B, D$ ) können als gute Annäherung der effektiven Fachabmessungen gelten.

Der Bruchwinkel der Kett-Grundebene  $AFE$  wird mit dem Winkel  $\delta$  gekennzeichnet, der auch in den Vorschriften für schablonenmäßige Einstellung angegeben ist. Beim Fachverschluss erfolgt die Fachschließung vor dem Blattanschlag, der Schußanschlag wird also hinter dem letzten eingeschlagenen Schuß in gekreuzter Fachlage des Vorfachwinkels  $2\alpha_0 = \alpha_1 + \alpha_2$  beendet. In dieser Fachlage läßt sich die Kette als ein Federsystem auffassen, wobei der Kettabschnitt  $l_0$  (die Feder) zwischen Kettbaum und Fach mit der resultierenden Feder des durch die Fachteile gebildeten Fadensystems in Reihe geschaltet ist. Abb. 3 stellt das Federsystem dar.

Bei der Bestimmung der resultierenden Federkonstante wird in Betracht gezogen:

a) Die spezifische Federkonstante der einzelnen Kettfäden mit  $c'_1$ , die einzelnen Abschnittslängen mit  $l_i$  bezeichnet, nehmen die Federkonstanten der Kettabschnitte für die Fäden der Anzahl  $n_i$  im gegebenen Kettabschnitt die Form an:

$$c_{1i} = \frac{c'_1}{l_i} n_i. \tag{1}$$

b) Bei der Einstellung der gebrochenen Kett-Grundebene (des Winkels  $\delta$ ) kommt Punkt  $F$  — wie dies aus Abb. 2b ersichtlich ist — in einem Abstand

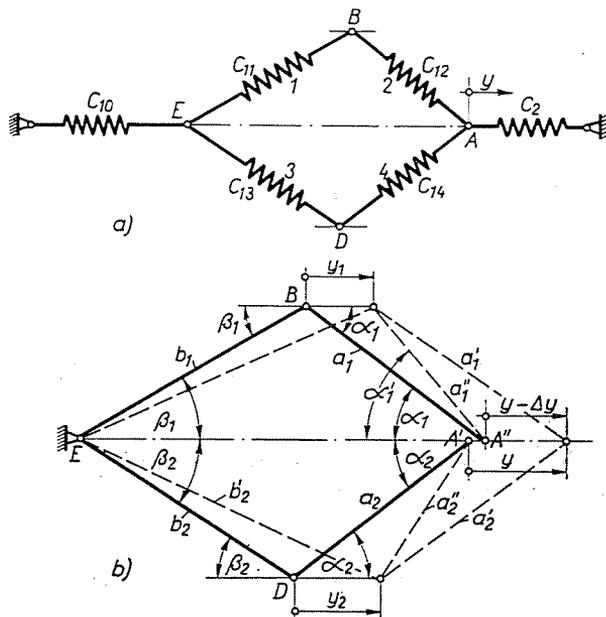


Abb. 3. Anfangsbedingungen für die Berechnung der Kettfederkonstante

$x$  unter die Gerade  $EA$  in die Lage  $F'$ . Dann ist

$$\delta = \varphi + \omega$$

und da  $\varphi < 5^\circ$  bzw.  $\omega < 5^\circ$  und  $a < b$

$$\omega \approx \text{tg } \omega = \frac{x}{a}$$

$$\varphi \approx \text{tg } \varphi = \frac{x}{b}.$$

Die Fachteilung mit  $z = b/a$  bezeichnet, ergibt sich aus obigen Beziehungen

$$x = \frac{ab}{a+b} \delta = \frac{a\delta}{1/z+1}. \tag{2}$$

c) Bei gebrochener Grundebene ist die Dehnung des oberen Fachteils  $EBA$  immer geringer als die des unteren Fachteils  $EDA$ . Die spannungsfreie Lage des oberen und des unteren Fachteils befriedigt in diesem Falle (Abb. 3) die Bedingungen  $EA = EBA = EDA$ , die Gesamtdehnung des oberen Faches läßt sich also anhand der Fachendpunktverschiebung  $y - \Delta y$ , die des unteren Fachteils aufgrund der Fachendpunktverschiebung  $y$  errechnen.

Die gesamte Verschiebung des Fachendpunktes beim Anschlag kann aus folgender Erwägung ermittelt werden. Kommt die Fadenlänge  $AE$  in spannungsfreiem Zustand in die Lage  $EB - BA''$ , so ist

$$\overline{EB} - b = b \sqrt{1 + \frac{(h-x)^2}{b^2}} - b.$$

Oder kann mit guter Näherung<sup>1</sup>

$$\overline{EB} - b = b \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{h-x}{b} \right)^2 \right] - b = \frac{(h-x)^2}{2b}$$

geschrieben werden.

Für das Dreieck  $BFA''$  ergibt sich

$$a - \frac{(h-x)^2}{2b} = \sqrt{(h-x)^2 + [a - (y + \Delta y)]^2},$$

woraus man nach Umordnen unter Vernachlässigung des Gliedes vierten Grades und die Fachteilung mit  $z$  bezeichnet,

$$(y - \Delta y)^2 - 2a(y - \Delta y) + (h-x)^2 \left( \frac{1}{z} + 1 \right) = 0$$

erhält.

Aus der Gleichung zweiten Grades gilt

$$y - \Delta y = a - \sqrt{a^2 - (h-x)^2 \left( \frac{1}{z} + 1 \right)}. \quad (3)$$

Für den unteren Fachteil ergibt sich in ähnlicher Weise:

$$y = a - \sqrt{a^2 - (h+x)^2 \left( \frac{1}{z} + 1 \right)}. \quad (4)$$

<sup>1</sup> In der Praxis gilt  $\frac{h-x}{b} < \frac{1}{4}$ , dann beträgt der genaue Wert des Quadratwurzel-Ausdrucks 1,03077, während sich unter Anwendung der Näherungsformel 1,03125 ergibt. Die Abweichung beträgt also nur 0,047%.

## 2. Die resultierende Federkonstante des Faches

Das Federsystem des Faches wird durch das Modell in Abb. 4 dargestellt. Das Modell ist von einem Freiheitsgrad; dabei können die die Fachteile bildenden Federn nicht einfach als in Reihe geschaltet betrachtet werden, da sich Punkt *A* praktisch horizontal bewegt, während sich die Anschluß-

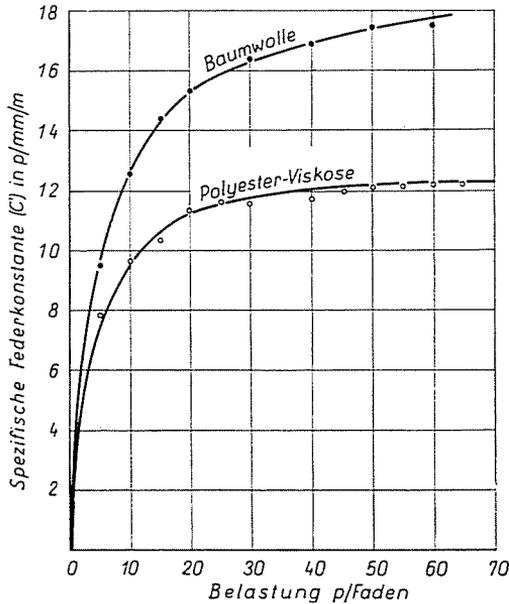


Abb. 4. Kennkurven der Federkonstanten von geschlichtetem Baumwollgarn und geschlichtetem Polyester-Viskosegarn (67/33%) der Feinheit N 60

punkte *B* und *D* der die Fachteile bildenden Federn — infolge des Ausbiegens der Litzen<sup>2</sup> — parallel zur Verschiebungsrichtung des Punktes *A* bewegen. Die Längenänderungen der einzelnen Federn sind daher der Verschiebung *y* nicht einfach proportional.

Die auf der im Vorhergehenden definierten Grundlage berechneten Fachendbewegungen und die Längenänderungen der Fachteile sind in Abb. 3b gezeigt.

Mit den Bezeichnungen in der Abbildung beträgt die Längenänderung der Feder 1 beim Anschlag

$$q_1 = b'_1 - b_1.$$

<sup>2</sup> Zum Ausbiegen der üblichen gedrehten Stahllitzen ist nur eine minimale Kraft erforderlich (z. B. beträgt die zum Ausbiegen erforderliche horizontale Belastung, beim Litzenauge gemessen, 2 p).

Aus dem Dreieck mit den Seiten  $b_1$   $y_1$   $b'_1$  erhält man

$$b'_1 = \sqrt{b_1^2 + y_1^2 + 2b_1y_1 \cos \beta_1} \quad (5)$$

um den Ort  $y_1$  0 in eine Taylor-Reihe entwickelt, und unter Berücksichtigung der ersten zwei Glieder, ergibt sich

$$b'_1 \approx b_1 + y_1 \cos \beta_1$$

und damit

$$q_1 = y_1 \cos \beta_1. \quad (6)$$

Die Längenänderung der Feder 2 beim Anschlag ist

$$q_2 = a'_1 - a_1.$$

Wird aus dem Dreieck mit der Seitenlänge  $a''_1/y - \Delta y/a'_1$ ;  $\alpha'_1 \approx \alpha_1$  benutzt (bei geringer Bewegung eine gute Näherung), so erhält man in der oben angegebenen Weise

$$a'_1 = a''_1 + (y + \Delta y) \cos \alpha_1.$$

In ähnlicher Weise erhält man aus dem Dreieck mit den Seiten  $a''_1$ ,  $y_1$ ,  $a_1$ :

$$a''_1 \approx a_2 - y_1 \cos \alpha_1.$$

Dann gilt

$$q_2 \approx [(y - \Delta y) - y_1] \cos \alpha_1. \quad (7)$$

Aus dem Kraftgleichgewicht der Anschlußpunkte  $B$  der Federn 1 und 2 folgt:

$$|q_1| c_{11} \cos \beta_1 = |q_2| c_{12} \cos \alpha_1.$$

Daraus ergibt sich mit Einsetzung von (1), (6) und (7) und nach Umordnen der Gleichung

$$y_1 = (y - \Delta y) \frac{\cos^2 \alpha_1}{1/z \cos^2 \beta_1 + \cos^2 \alpha_1}. \quad (8)$$

Hier ist:

$$\frac{b'_1}{a'_1} \approx \frac{b}{a} = z$$

die Fachteilung.

Wird (8) wieder in (6) und (7) eingesetzt, so erhält man die Längenänderung der Federn  $(y - \Delta y)$  in Form einer Funktion.

Die gesamte potentielle Energie der Federn 1 und 2 ist für den die Fachteile bildenden Faden  $n$

$$U_{1-2} = \frac{q_1^2 c_{11} n}{2} + \frac{q_2^2 c_{12} n}{2}$$

bzw. nach Einsetzung von (6), (7) und (8)

$$U_{1-2} = \frac{(y - \Delta y)^2}{2} \left[ c_{11} n \left( \frac{\cos^2 \alpha_1}{1/z \cos^2 \beta_1 + \cos^2 \alpha_1} \right)^2 \cos^2 \beta_1 + c_{12} n \left( 1 - \frac{\cos^2 \alpha_1}{1/z \cos^2 \beta_1 + \cos^2 \alpha_1} \right)^2 \cos^2 \alpha_1 \right]. \quad (9)$$

Daraus nimmt die resultierende Federkonstante  $c_{1-2}$  der in Reihe geschalteten Federn 1—2 nach Abb. 3 mit den Konstanten

$$A = n \left( \frac{\cos^2 \alpha_1}{1/z \cos^2 \beta_1 + \cos^2 \alpha_1} \right)^2 \cos^2 \beta_1 \quad (10)$$

$$B = n \left( 1 - \frac{\cos^2 \alpha_1}{1/z \cos^2 \beta_1 + \cos^2 \alpha_1} \right)^2 \cos^2 \alpha_1 \quad (11)$$

folgende Form an:

$$c_{1-2} = A c_{11}(q_1) + B c_{12}(q_2), \quad (12)$$

wobei durch die Bezeichnung  $c_{1i}(q_i)$  die Dehnungsabhängigkeit der Federkonstante hervorgehoben wurde.

Die Längenänderungen  $q_3$  und  $q_4$  der die unteren Fachteile bildenden Federn 3 und 4 in ähnlicher Weise errechnet, ergeben sich

$$q_3 \approx y_2 \cos \beta_2 \quad (13)$$

und

$$q_4 = (y - y_2) \cos \alpha_2 \quad (14)$$

bzw.

$$y_2 = y \frac{\cos^2 \alpha_2}{1/z \cos^2 \beta_2 + \cos^2 \alpha_2}. \quad (15)$$

Aus der potentiellen Energie der Federn 3—4, mit den Konstanten

$$D = n \left( \frac{\cos^2 \alpha_2}{1/z \cos^2 \beta_2 + \cos^2 \alpha_2} \right)^2 \cos^2 \alpha_2 \quad (16)$$

und

$$E = n \left( 1 - \frac{\cos^2 \alpha_2}{1/z \cos^2 \beta_2 + \cos^2 \alpha_2} \right)^2 \cos^2 \alpha_2 \quad (17)$$

erhält man die resultierende Federkonstante  $c_{3-4}$  der Federn 3—4 in ähnlicher Weise wie oben:

$$c_{3-4} = Dc_{13}(q_3) + E c_{14}(q_4). \quad (18)$$

Da die Federn 1—2 und 3—4 auch parallel geschaltet sind, nimmt schließlich die resultierende Federkonstante des Faches folgende Form an:

$$c_s = c_{1-2} + c_{3-4}. \quad (19)$$

Durch eine konkrete Analyse läßt sich feststellen, daß bei den üblichen Fachabmessungen die Näherungen

$$\begin{aligned} \cos \alpha_i &\approx 1 \\ \cos \beta_i &\approx 1 \end{aligned}$$

angewendet werden dürfen, da bei  $\alpha_i < 10'$  und  $\beta_i < \alpha_i$ ;  $\cos \alpha_i > 0,987$ . Damit betragen die Werte der Konstanten (10), (11) bzw. (16), (17) annähernd

$$A = D = \left( \frac{1}{1/z + 1} \right)^2 \quad (20)$$

$$B = E = \left( 1 - \frac{1}{1/z + 1} \right)^2 \quad (21)$$

bzw. ergibt sich die resultierende Federkonstante des Faches zu

$$c_s = A[c_{11}(q_1) + c_{13}(q_3)] + B[c_{12}(q_2) + c_{14}(q_4)]. \quad (22)$$

Die Dehnungen der einzelnen Fachteile, anhand derer aus der nicht-linearen Federcharakteristik die Federkonstante aufgrund der Beziehungen (6), (7), (8) bzw. (13), (14), (15) abgelesen werden kann, betragen:

$$q_1 = (y - \Delta y) \frac{1}{1/z + 1} \quad (23)$$

$$q_2 = (y - \Delta y) \left( 1 - \frac{1}{1/z + 1} \right) \quad (24)$$

$$q_3 = y \frac{1}{1/z + 1} \quad (25)$$

$$q_4 = y \left( 1 - \frac{1}{1/z + 1} \right). \quad (26)$$

In der Praxis ist bei der Bestimmung der Federkonstanten die Länge bis zum Kettbaum zu berücksichtigen, da die Spannung der hinteren Fachteile auch auf den Kettabschnitt zwischen Lamellengerät und Kettbaum übergreift.

### 3. Der Wert der resultierenden Federkonstante des Faches

Die Kennkurve der Kettfäden ist von sich verfestigendem Charakter. Die Form der Kurve hängt jedoch vom Garnrohstoff und dem Schlichtverfahren ab. Dies ist in Abb. 4 gezeigt, wo die Federkonstantenkurven von

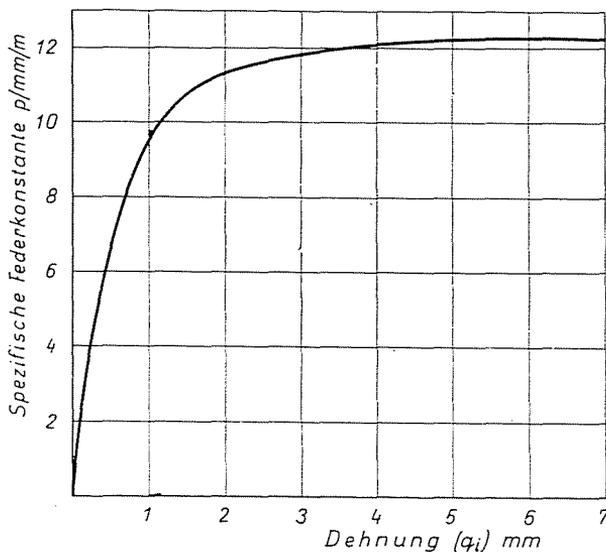


Abb. 5. Resultierende Federkonstante eines Polyester-Viskosegarns (67/35%) der Feinheit Nm 60 in Abhängigkeit von der elastischen Dehnung

geschlichteten Baumwollgarnen der Feinheit Nm 60 und geschlichteten Polyester-Viskosegarnen dargestellt sind.

Aus der Abbildung ist zu erkennen, daß die Kennkurve des Baumwollgarns viel steiler ist und dieses daher der Wirkung des Spannungsunterschieds gegenüber empfindlicher ist.

Die spezifische Federkonstante des Polyester-Viskosegarns in Abb. 4 wird in Abb. 5 auch in Abhängigkeit von der elastischen Dehnung angegeben. Diese Werte wurden zur Bestimmung der resultierenden Federkonstante des Faches benutzt.

Die berechneten Werte der resultierenden Federkonstante zeigt Abb. 6, wo die Wirkung des Kett-Grundebenenbruchs auf die resultierende Federkonstante veranschaulicht ist. Wird der Bruchwinkel der Grundebene von

$0^\circ$  auf  $6^\circ$  vergrößert, verringert sich die resultierende Federkonstante auf 64,7% des originalen Wertes.

Das Ergebnis dieser theoretischen Untersuchungen über die resultierende Federkonstante des Faches stimmt qualitativ mit den weiter unten angegebenen Meßergebnissen überein. Die theoretische Methode ist im Prinzip

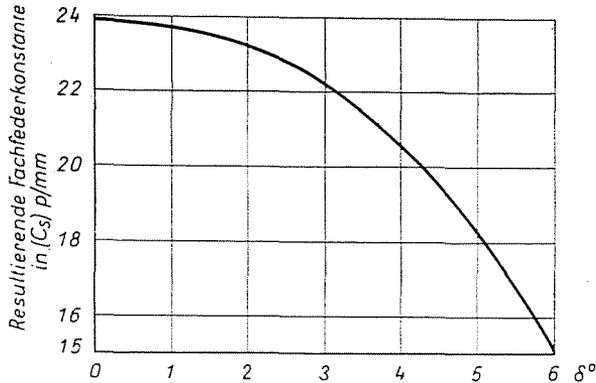


Abb. 6. Verlauf der resultierenden Federkonstante des Faches in Abhängigkeit vom Bruch der Kettgrundebene für eine geschlichtete Polyester-Viskosekette, mit den Fachabmessungen einer Webmaschine AT-100-5M

zur Bestimmung der resultierenden Federkonstante geeignet, jedoch wegen der Kompliziertheit der Dehnungsverhältnisse an der Webmaschine zu unständig. Den praktischen Ansprüchen entsprechend, haben wir daher ein Meßverfahren entwickelt.

#### 4. Messung der resultierenden Federkonstante des Faches und ihre Wirkung auf die Beanspruchungen während des Webens

Die resultierende Federkonstante des Faches wurde mit Hilfe des Gerätes [13] zur Untersuchung der Federkonstante in der die Fachöffnung in Abb. 7 wiedergebenden Anordnung gemessen.

Für die Messung wurde das Gerät mit einem Adapter versehen, der aus einem Rahmen ( $k$ ) besteht, der sich im Verhältnis zur Grundebeine  $AE$  der Kettfäden um einen bestimmten Abstand  $x$  verschieben läßt und mit Hilfe einer geradlinigen Schleife bewegt wird. An der oberen und der unteren Rahmenoberfläche liegen die zum Herausheben der Kettfäden verwendeten zylindrischen Einlagen ( $b$ ). Aus dem Abstand  $x$  und den Fachabmessungen wird der Bruchwinkel der Grundebeine der Kettfäden mit Beziehung (2) berechnet.

Abb. 7 zeigt die mit geschlichteter Polyester-Viskose-Kette der Feinheit N 60 erhaltenen resultierenden Federkonstantenwerte in Abhängigkeit vom Bruchwinkel der Grundebene und der Grundbelastung ( $P_0$ ).

Aus Abb. 7 läßt sich folgendes feststellen:

a) Mit der Vergrößerung des Bruchwinkels der Grundebene verringert sich die resultierende Federkonstante des Faches. Bis zur Lockerung des Oberfaches kann die Verminderung der Federkonstante sogar 40% erreichen,

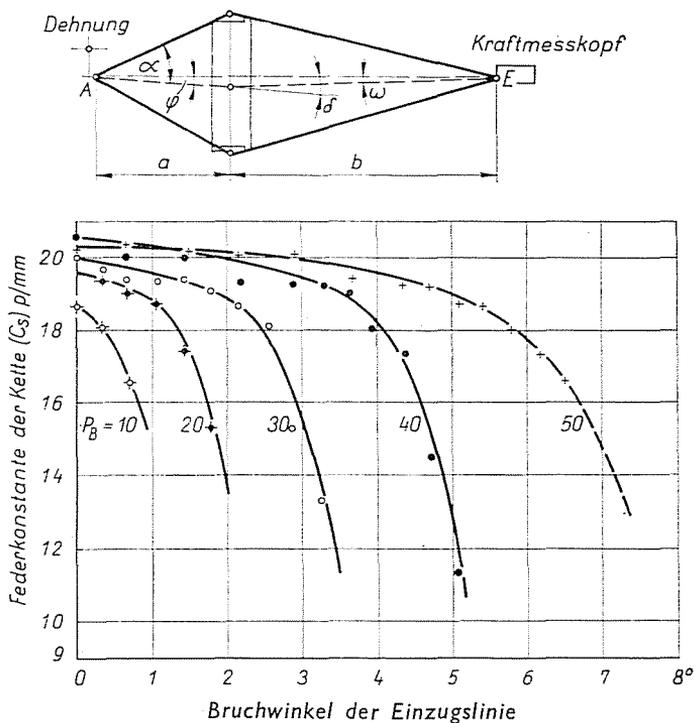


Abb. 7. Verlauf der resultierenden Federkonstante des Faches in Abhängigkeit vom Bruch der Kettgrunde Ebene und von der Grundbelastung ( $P_0$ )

b) Wegen der Lockerung des Oberfaches kann der gegebene Grunde Ebene-Bruchwinkel nur bei bestimmter Grundspannung angewendet werden. Bei einer Spannung von 20 p/Garn darf z. B. der Bruchwinkel nur etwa  $2^\circ$  erreichen, während bei einem Bruchwinkel von  $5^\circ$  die Grundspannung mindestens 40 p/Garn betragen soll.

Diese reproduzierbaren Ergebnisse beweisen eindeutig, daß mit der Vergrößerung des Bruchwinkels der Kettgrunde Ebene die resultierende Fadenkonstante des Faches abnimmt.

Unter im übrigen gleichen Verhältnissen läßt sich die Wirkung dieser Abnahme aufgrund von Abb. 1 folgenderweise deuten:

Vermindert sich die Federkonstante der Kette vom ursprünglichen Wert  $c_1$  auf  $kc_1$  — wobei  $k < 1$  —, dann ist

$$\xi' = \frac{c_2}{kc_1} = \frac{\xi}{k},$$

d. h.

$$\xi' < \xi.$$

Die Auswirkung dieses Umstands zeigt sich dann nach Abb. 1 entweder in der Verringerung der Anschlagsspannungen ( $\Delta P_B$ ) oder, unter gleichen Anschlagverhältnissen, in der Zunahme der erreichbaren Schußdichte ( $\psi_1$ ).

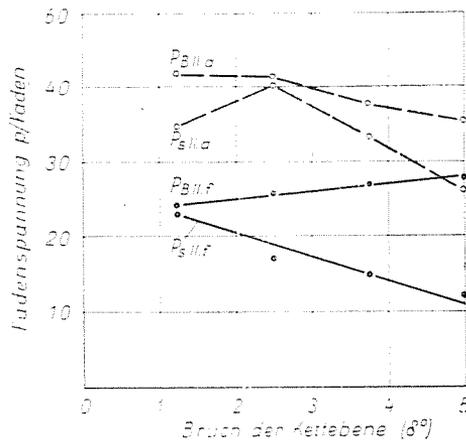


Abb. 8. Verlauf des Offenfaches ( $P_S$ ) sowie der Anschlagsspannung ( $P_B$ ) im Vorderschaft (II) wenn sich der Schaft im unteren (a) bzw. im oberen (f) Fachteil befindet (Polyester-Viskosegewebe mit der Einstellung 60/60, 400/290)

Die auf die Garnbeanspruchungen ausgeübte vorteilhafte Wirkung der Fachverzerrung, d. h. die der Vergrößerung des Bruchwinkels, wurde auch durch unsere Kettspannungsmessungen bewiesen.

Dies wird in Abb. 8 gezeigt, wo von den gleichzeitig gemessenen charakteristischen Werten der dynamischen Spannungen in den beiden Fachteilen die Werte der im Vorderschaft gemessenen Fadenspannungen für ein Polyester-Viskosegewebe der Einstellung 60/60, 400/200 angegeben sind.

Im Einklang mit der vorigen Feststellung läßt sich aus Abb. 8 folgendes entnehmen:

a) Mit der Vergrößerung des Bruches der Grundebene verringern sich die Spannungsspitzen des Anschlags ( $P_B - P_S$ ), dies ist das Ergebnis der Wertminderung der resultierenden Federkonstante in Verbindung mit der Vergrößerung des Bruches der Grundebene.

b) Die Spannungen in den Fachteilen ändern sich bei der Fachbildung in entgegengesetztem Sinne, doch dem Bruchwinkel der Grundebene proportional. Die Spannung im unteren strafferen Fachteil nimmt wegen der sich verfestigenden Charakteristik des Polyester-Viskosegarns (Abb. 4) weniger steil zu (bei höheren Spannungen nimmt die Elastizität des Garns einen ständigen Verlauf). Im oberen, lockereren Fachteil ist die Spannungsverminderung rascher, da mit abnehmenden Spannungen die Elastizität des Garns steiler zunimmt (die Federkonstante verringert sich).

### Zusammenfassung

Nach den theoretischen und experimentellen Untersuchungen des Verfassers stellt die (resultierende) Federkonstante der Kette einen die Anschlagkettspannung entscheidend bestimmenden Parameter dar. Ihr Wert wurde theoretisch in Abhängigkeit von den Fachteilspannungen experimentell als Funktion der Grundspannung untersucht. Nach den Untersuchungsergebnissen nimmt die resultierende Federkonstante mit der Vergrößerung des Bruchwinkels der Grundebene ab.

Die mit den Fachabmessungen einer Webmaschine AT 100—5M durchgeführte konkrete Analyse zeigte, daß sich der Wert der resultierenden Federkonstante sogar um 40% verringerte, als bei der Verarbeitung einer geschichteten Polyester-Viskose-Kette der Bruch der Grundebene von 0° auf 6° erhöht wurde. Durch die Verminderung der Federkonstante nimmt der Elastizitätsquotient des Gewebes zu, demzufolge verringert sich die Anschlagspannung oder kann bei gleicher Anschlagspannung die erreichbare Schußdicke erhöht werden.

### Literatur

1. JEDERÁN, M.: Der Strukturkoeffizient von Geweben (Manuskript)
2. JEDERÁN, M.: Theorie des Webens und Untersuchung der technologischen Parameter, die die Fadenbeanspruchungen während des Webens bestimmen. Dissertation, 1968.
3. JEDERÁN, M.: Periodica Polytechnica M. **10**, 368—384 (1966).
4. JEDERÁN, M.: Magy. Textiltechnika H. 3 (1968).
5. ILLÉS, I.: Moderne Technologie des Baumwollwebstuhls. Könnnyüipari Kiadó, Budapest, 1952 (in ungarischer Sprache).
6. ILLÉS, I.—ALPÁR, B.: Theorie des Webens. Schlußbericht des Ung. Textilforschungsinstituts, 1953 (in ungarischer Sprache).
7. WASSILTSCHENKO, V. N.: Tekstilnaja Promyschlennost **9**, 29—32 (1957).
8. WASSILTSCHENKO, V. N.: Textil Praxis **2**, 161—165 (1958).
9. JEDERÁN, M.: Magy. Textiltechnika **12**, 648—651 (1970).
10. ZILÁHI, M.: Dissertation, 1955.
11. BRÖCKEL, G.: Textil Praxis **8**, 784 (1961). DFT Reutlingen.
12. MONOSTORI, A.—WIELAND, R.—TÓTH, I.: Untersuchung des Ausbiegens der Litzen. Arbeit des wissenschaftlichen Studentenkreises der Technischen Universität Budapest, 1966.
13. JEDERÁN, M.: Magyar Textiltechnika **2**, 65—71 (1970).

Dr. Miklós JEDERÁN, Budapest XI., Budafoki út 8—10, Ungarn.