

# RECHNERGESTÜTZTE ANALYSE DER FADENBEANSPRUCHUNGEN BEIM WEBEN<sup>1</sup>

Miklós JEDERÁN

Lehrstuhl für Polymertechnik und Textiltechnologie  
Technische Universität Budapest  
H-1521 Budapest, Ungarn

Eingegangen am 17. Oktober, 1994

## Abstract

The load of warp threads on the weaving machine is determined by the force arising during the shed formation and the weft beat up. The author describes, using computer aided modelling, the course of warp stress during these processes. The results of the modelling process and those of practical measurements match qualitatively well. Using the modelling process also circumstances of the loosening of the upper shed side at open shed can be shown. The author's research work proves that the loosening of upper shed side can be eliminated only if the basic yarn stress increases proportionally with the shed distortion.

The computer aided method of modelling, introduced in this article, neglects, in first approach, the dynamic effects, the elasticity of the fabric and, for example, the effect of the sprung back test roller. If these effects and also the parameters of weft beat up are taken into consideration, the method can be improved and can be available for the quantitative analysis of warp thread stress, too.

*Keywords:* weaving machine, stress, shed formation, computer aided modelling method.

## 1. Einleitung

Die Fadenbeanspruchungen beim Weben sind zeitabhängig. Die Grundbeanspruchungen werden durch die Fachbildung erregt und die Anschlagbelastungen addiert. Die Fadenbelastungen bei Fachbildung werden durch die Schafsbewegung erregt. Der Ort und die Größe der Anschlagbelastungen sind von der Grundspannung der Kette, von der Dichte des Gewebes und dem Fachvorschießen determiniert. Die Belastung der Kettenfäden im Laufe des Webens tritt als Funktion von zahlreichen technologischen Parametern (wie Webfachform, Art der Fachbildung, Fadenkraft beim Blattanschlag usw.) auf. Infolge der großen Menge der technologischen Parameter steht die Messung der Fadenbeanspruchungen als eine direkte analysierende- (Meß-) Methode im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit und im Vordergrund der Forschungen [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15].

---

<sup>1</sup>Unterstützt von der Ungarischen Wiss. Forschungsstiftung (OTKA) Nr. 5-722

Das rechnergestützte Modellieren der Kettenbeanspruchungen wurde nach den technologischen Abmessungen der STB-Webmaschinen Typ Sulzer durchgeführt. Die Kettenkraft wurde mittels eines Dreirollen-Meßkopfes mit Induktionsföler gemessen. Es wurde auf der Webmaschine ein Baumwollgewebe mit 10 Schäften und 6 Lamellenreihen hergestellt. Das Gewebe wurde mit einer Kettendichte von 380/10 cm, aus Ketten- und Schußgarn von 20 tex hergestellt, die Schußdichte variiert. Die Maschine hatte eine Zweitakt-Schaftmaschine von der Fa Serra [1].

## 2. Modellierung der Fadendehnungen bei Fachbildung

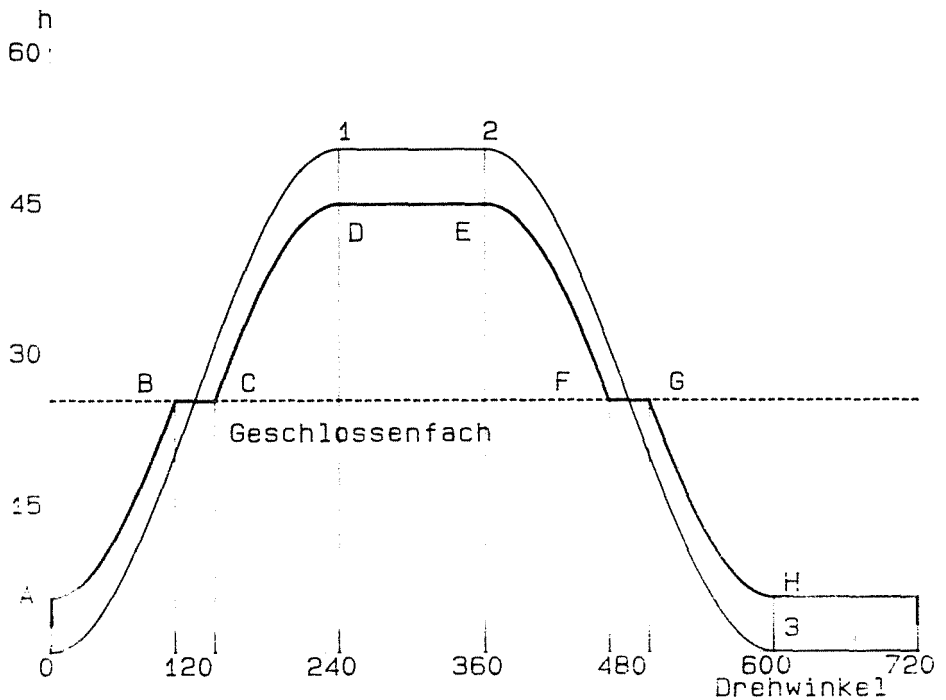


Abb. 1.

Die Fadendehnungen bei Fachbildung werden von der periodischen Schafsbewegung erregt (Abb. 1). Der Schaftrahmen bewegt sich in den Abschnitten 0 – 1 bzw. 2 – 3 und bleibt in den Abschnitten 2 – 3 und 3 – 0 stehen, wo das Fach geöffnet ist. Die Fadenpunktbewegung in der Litze weicht von der Schafsbewegung ab, weil das Umwechselln des Leerlaufes in

der Mittel- und Endöse der Weblitzen (*Abb. 1*) die Bewegung des Fadenpunktes im Punkt *A* anläuft, er ist im Abschnitt *B – C* bewegungslos und beendet sich im Punkt *D*.

Die Bewegung des Schafes wird von der Gleichung

$$h' = \{2H \sin[k(\varphi + \beta)]\}G \tag{1}$$

beschrieben. Mit Rücksicht auf den Litzeerlauf *e* und den Bruchwinkel der Fachgrundebene  $\delta$  werden die Bewegungsabschnitte des Fadenpunktes zum Geschlossenfach in transformierter Form mit der folgenden Gleichung bestimmt:

$$h_i(\varphi, \delta) = \{H \sin[k(\varphi + \beta)] - e + F\delta\}G, \tag{2}$$

wobei

$$F = \frac{a_i b_i}{a_i + b_i}. \tag{3}$$

Die Konstanten der *Gleichungen* (2), die die Bewegung des Fadenpunktes in der Weblitze für die Leinwandbindung beschreiben, sind in der *Tabelle 1* angegeben.

**Tabelle 1**

Die Konstanten der Bewegungsabschnitte von Fachbildung  
 $a = 137, b = 613, H = 25, k = \pi/240, e = 5.4, F = 1.9543$

Bewegungsabschnitt	$\beta^\circ$	$\varphi^\circ$	<i>G</i>
<i>B – C</i>	-	-	0
<i>C – D</i>	0	-	1
<i>D – E</i>	0	$\varphi = \phi = 120$	1
<i>E – F</i>	-120	-	0
<i>F – G</i>	-	-	0
<i>G – H</i>	120	-	-1
<i>H – A</i>	120	$\varphi = \phi = 480$	-1
<i>A – B</i>	-	-	-1

Die Abschnittsgrenzen *i – j* der Bewegungsabschnitte in die Gleichung

$$P(\varphi, i, j) = \{[\text{sign}(\varphi - i) + 1][\text{sign}(j - \varphi) + 1]\}/4 \tag{4}$$

eingesetzt werden die Fachhöhen bei der Fachbildung von der Gleichung

$$h(\phi, \delta) = \sum_0^{4\pi} [P(\varphi, i, j)][h_i(\varphi, \delta)], \tag{5}$$

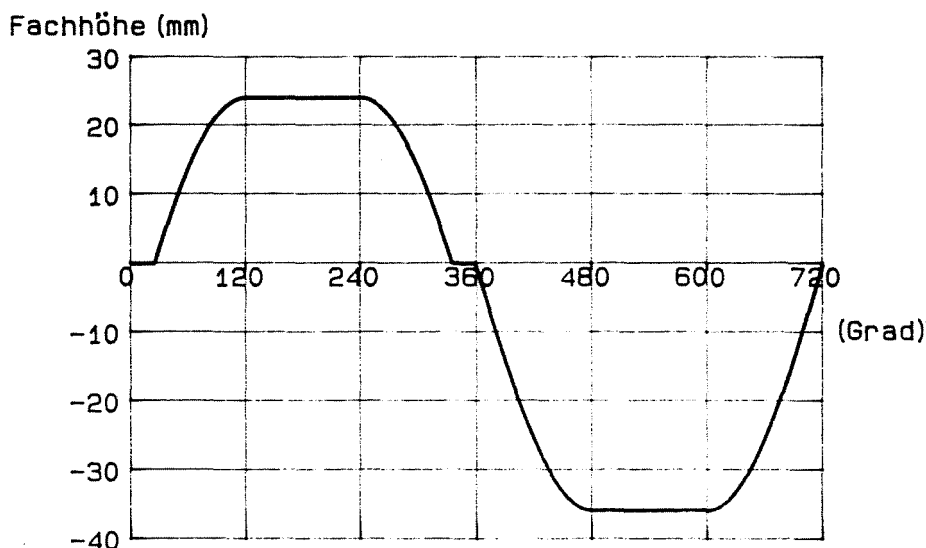


Abb. 2.

beschrieben. Abb. 2 zeigt die Fachhöhenänderungen an der STB216-Webmaschinen mit dem Bruchwinkel der Grundebene  $\delta = 3^\circ$ .

Setzt man die Gleichung (5) in den Ausdruck der Fachdehnung ein,<sup>2</sup>

$$q(\phi, \delta) = [h(\phi, \delta)]^2 \frac{a+b}{2ab}, \quad (6)$$

bekommt man die Dehnungen bei der Fachbildung (Abb. 2).

### 3. Modellierung der Kettfadendehnung beim Blattanschlag

Die Wirkung des Webblatteinschlages wird mit der aus Fachbildung kommenden Dehnung addiert. Im Ablauf dieser Wirkung ist das Bewegungsgesetz der Weblade bestimmend. Der Ablauf des Blattanschlages kann an der Bewegung des Blattpunktes beobachtet werden, der sich mit dem Schußfaden berührt (Abb. 3). Das Webblatt erreicht den Geweberand im Punkt  $K$  und der Einschlag läuft über einen Weg  $y$  ab. Die Bewegung des Geweberandes während des Einschlages ist von den technologischen Verhältnissen definiert.

<sup>2</sup>Siehe [2] Ausdruck (3)

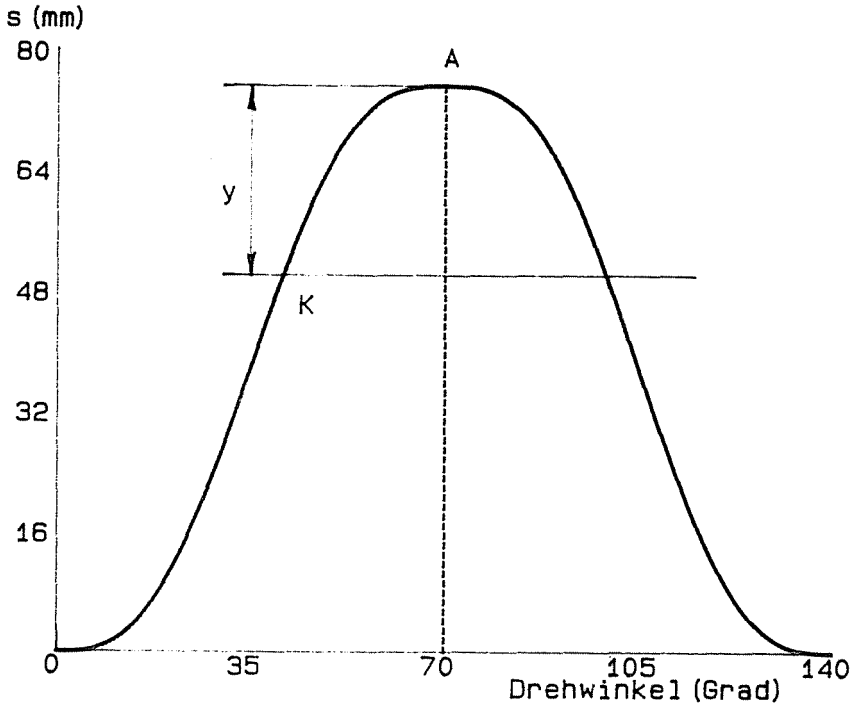


Abb. 3.

An der STB-Webmaschine werden die Bewegungsabschnitte des sich mit dem Schußfaden berührenden Webblattpunktes von dem Fachvorschiessen ( $\varepsilon$ ) und von der Position der Hauptwelle ( $\varphi$ ) abhängig durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$s(\varphi, \phi, \varepsilon) = S \left[ \frac{\varphi - (\phi + \varepsilon)}{\Delta} \right] K - \frac{S}{2\pi} \sin \left\{ \frac{2\pi}{\Delta} [\varphi - (\phi + \varepsilon)] \right\} K. \quad (7)$$

Die Konstanten der Gleichung (7) für STB216-Webmaschine sind mit den Bezeichnungen der Abb. 2 in der Tabelle 2 angegeben.

Ersetzt man den Wert  $y$  der Geweberandbewegung beim Anschlag (Abb. 3), kann man die Kettenfadendehnungen während des Webens für unterschiedliche Bruchwinkel der Fachgrundebene ( $\delta$ ) und für unterschiedliche Fachvorschiessen ( $\varepsilon$ ) mit der Superposition der Gleichungen (6) und (7) bestimmen.

Die Abb. 4 zeigt die Kettenfadendehnungen als Funktion der Position der Hauptwelle ( $\varphi$ ) für eine STB216-Webmaschine, wo die Vordehnung  $q_0 = 1$  mm, der Wert von  $\delta$  und  $\varepsilon$  bei Abb. 4a:  $\delta = 0^\circ$ ,  $\varepsilon = 0^\circ$ , Abb. 4b:  $\delta = 0^\circ$ ,  $\varepsilon = 60^\circ$ ; Abb. 4c:  $\delta = 3^\circ$ ,  $\varepsilon = 0^\circ$ ; und Abb. 4d:  $\delta = 3^\circ$ ,  $\varepsilon = 60^\circ$  sind.

**Tabelle 2**  
 Konstanten der Gleichung (7) für STB216-Webmaschine  
 $S = 75.3 \text{ mm}$ ,  $\Delta = 70^\circ$

Bewegungs- abschnitt	$\phi^\circ$	$K$
$O - A$	70	1
$A - B$	-70	-1

Man kann feststellen, daß sich die Dehnungsamplituden mit Steigerung des Bruchwinkels der Grundebene bei der Fachbildung verändern: die Dehnung des Oberfaches wird kleiner, die Dehnung des Unterfaches vergrößert sich. Die Anschlagspitzen verschieben sich in Richtung der Abszisse während sich die Fachvorschießen vergrößern.

Es ist zu betonen, da es für die weiteren Folgerungen wichtig ist, daß das Minimum der Dehnungen bei der Fachbildung immer in geschlossenem Fach auftritt, obwohl sich der Maximalwert in geöffnetem Fach ergibt.

#### 4. Neue Ergebnisse

Es ist gelungen, die Entwicklung der Fadenzugkraft beim Weben mit rechnergestützter Modellierung zu beschreiben.

In der Fachliteratur ist es allgemein angenommen, daß der geschlichtete Kettenfaden ideal elastisch ist und daß die Fadenzugkräfte  $P$  aus der Federkonstante  $c$  der Kette und der Fadendehnung  $q$  durch die Gleichung

$$P = cq \tag{8}$$

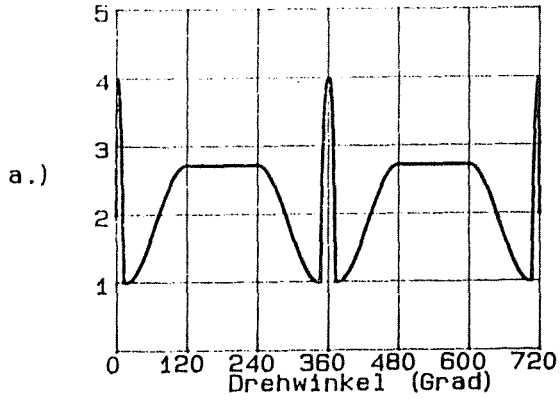
festgestellt werden können [3, 4, 5, 6, 7].

Wir haben die Kettenfadendehnungen mit den Daten einer STB216-Webmaschine für Leinwandbindung festgestellt. Die folgenden Daten wurden verwendet: Bruch der Grundebene:  $\delta = 3^\circ$ , Fachvorschießen:  $\varepsilon = 60^\circ$ , Vordehnung der Kette:  $q_0 = 1 \text{ mm}$ . Die Bewegung des Geweberandes  $y$  wurde willkürlich aufgenommen. Aus den Dehnungen der Fachzweige haben wir die theoretische Fadenzugkraft mit einer Federkonstante  $c = 20 \text{ cN/mm}$  berechnet. Das Ergebnis ist in der Abb. 5 gezeigt.

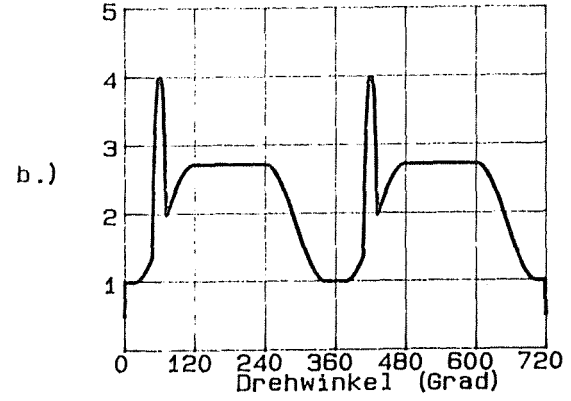
Wir haben aber aufgrund der Fadenzugkraftmessungen festgestellt, daß die effektiven Fadenzugkräfte mit dem theoretischen Ablauf nicht übereinstimmen (Abb. 6). Die wichtigsten Unterschiede sind folgend:

- Nach den theoretischen Berechnungen tritt das Minimum der Fadenbelastung beim Weben im geschlossenen, das Maximum im geöffneten Fach auf.

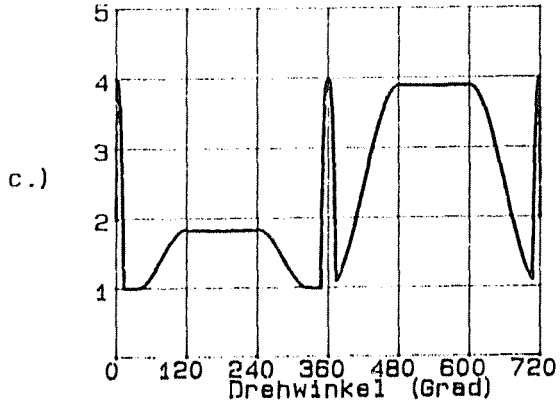
Fadendehnung (mm)



Fadendehnung (mm)



Fadendehnung (mm)



Fadendehnung (mm)

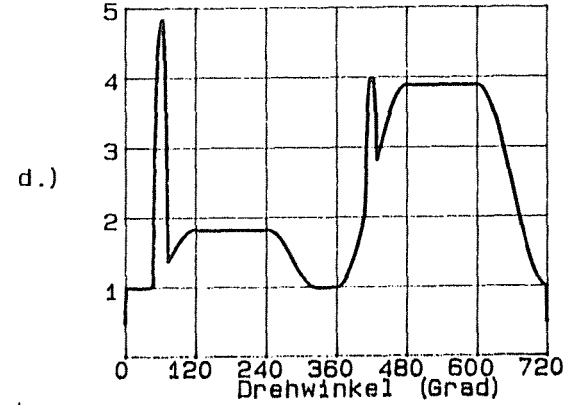


Abb. 4.

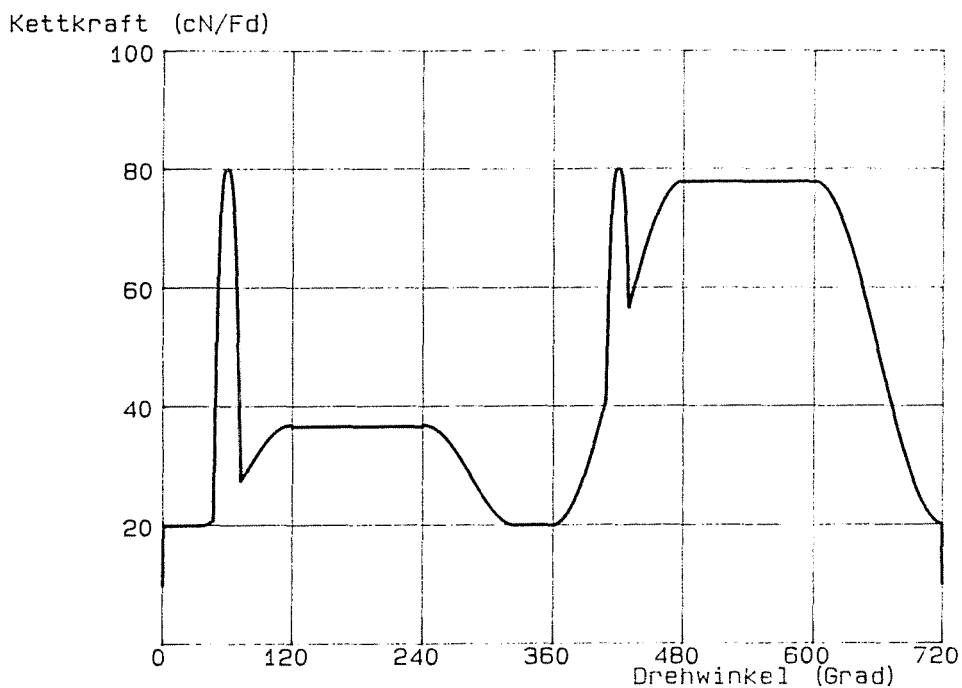


Abb. 5.

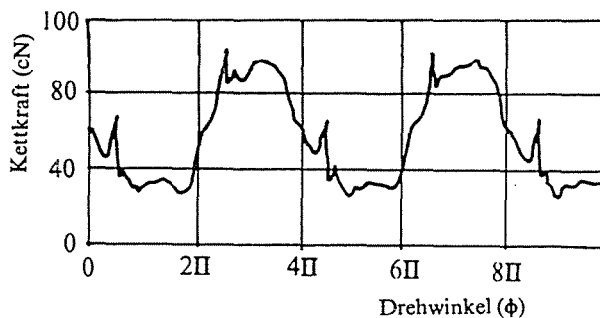


Abb. 6.

- Die praktischen Messungen haben gezeigt, daß das Minimum der Fadenzugkraft bei geöffnetem Fach im oberen Fachzweig, das Maximum bei geöffnetem Fach im unteren Fachzweig auftritt. Es kann infolgedessen vorkommen, wie es auch in der Praxis beobachtet wird, daß die Kettenfäden des oberen Fachzweiges bei größerem Bruch der Grundebene und bei zu niedriger Grundbelastung bei geöffnetem Fach



locker werden. Die Fädenzugkräfte mit dem in *Abb. 6* dargestellten Charakter wurden auch schon von ZILAHİ [4], LÜNNENSCHLOSS [8], WEISSENBERGER und FRICK [9] und KRAUSE [10] erfahren.

Der Fadenkraftcharakter, der in der *Abb. 6* vorgestellt ist, kann durch das rechnergestützte Modellieren unter den folgenden Bedingungen hergestellt werden.

Sehen wir von den dynamischen Effekten (dem Blattanschlag, der Schwingung des Streichbaumes usw.) ab. Achten wir darauf, daß die Spannung der Kettenfäden während der Arbeit der Webmaschine von einem gefederten Streichbaum zustande gebracht wird, dessen Bewegung (Senkung) zwischen Grenzen aber die Grundspannung des Kettenfadensystems nur so wenig beeinflußt, daß diese Wirkung außer acht gelassen werden kann [11]. Deshalb kann die durchschnittliche Spannung des Kettenfadensystems als konstant aufgefaßt werden. Diese durchschnittliche, konstante Fadenkraft ( $P$ ) ist die Summe der Grundspannung ( $P_0$ ) und der Fadenkräfte von Unterfach- ( $P_0$ ) und Oberfachzweigen ( $P_f$ ).

Wenn die Federkonstante der Kettenfäden  $c$ , die aus der Grundspannung stammende Dehnung  $q_0$ , die obere Fachdehnung  $q_f$ , die untere Fachdehnung  $q_a$  sind, können für die beiden Kettenfäden die folgenden Gleichungen aufgeschrieben werden:

$$2P = c[2q_0 + (q_0 + q_f)] . \quad (9)$$

Aus der Gleichung (9) kann die Grunddehnung bestimmt werden:

$$q_0 = \frac{P}{c} - \frac{q_a + q_f}{2} . \quad (10)$$

Die Kräfte des unteren ( $P_a$ ) bzw, oberen ( $P_f$ ) Fachzweiges sind:

$$P_a = c(q_0 + q_a) = P + \frac{c}{2}(q_a - q_f) , \quad (11)$$

$$P_f = c(q_0 + q_f) = P - \frac{c}{2}(q_a - q_f) . \quad (12)$$

*Abb. 7* zeigt den Ablauf der Fadenkraft, die aus den Gleichungen (11) und (12) und mit den Parametern der *Abb. 5* berechnet wurde. Dieses Diagramm zeigt denselben Charakter wie das Diagramm der gemessenen Werte in der *Abb. 6*.

Der Ablauf der Fädenzugkraft während des Webens wird vom Bruch der Grundebene und der Grundspannung beeinflußt. Die *Abb. 8* zeigt die Fadenkräfte bei der Fachbildung, die mit den Daten der STB216-Webmaschine für unterschiedliche Bruchwerte der Grundebene

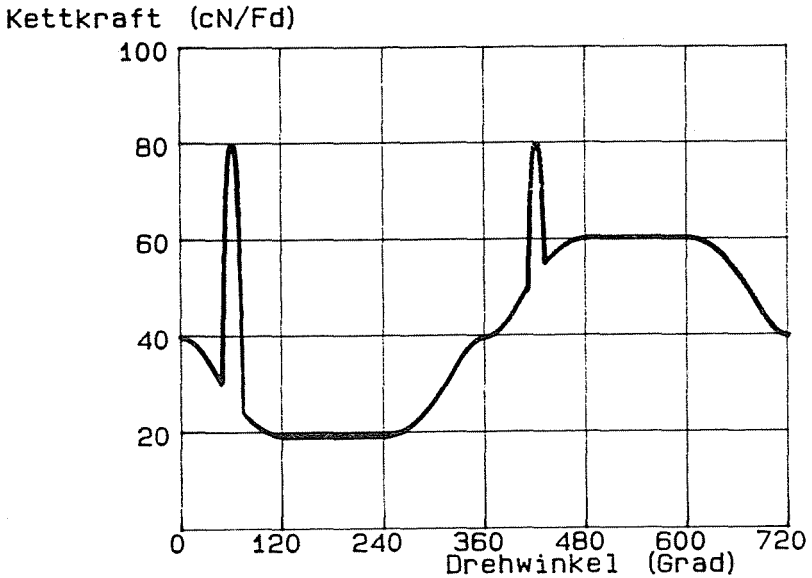


Abb. 7.

( $\delta^\circ = 1, 2, 3$ ) mittels eines Rechners kalkuliert wurden. Man kann feststellen, daß mit der Senkung des Bruchwertes der Grundebene die Amplitude der Fadenkraftänderungen kleiner wird. Sind  $\delta = 0^\circ$  und  $P = \text{konst.}$ , so zeigen die Spannungen in den Fachzweigen die gleichen und konstanten Werte auf.

Von den Änderungen der Fadenkräfte, die durch Messungen bzw. durch die rechnergestützte Analyse festgestellt wurden, kann man auch auf den notwendigen Minimalwert der Grundspannung schließen. Auch dieser Wert hängt von dem Bruch der Grundebene und der Grundspannung ab. Die Lockerung des oberen Fachzweiges ( $P_f = 0$ ) tritt bei der Grundspannung

$$P = 2AhF\delta \quad (13)$$

auf. Die Konstante  $F$  kann aus (3) und  $A$  aus der folgenden Gleichung festgestellt werden:

$$A = \frac{a+b}{2ab} \quad (14)$$

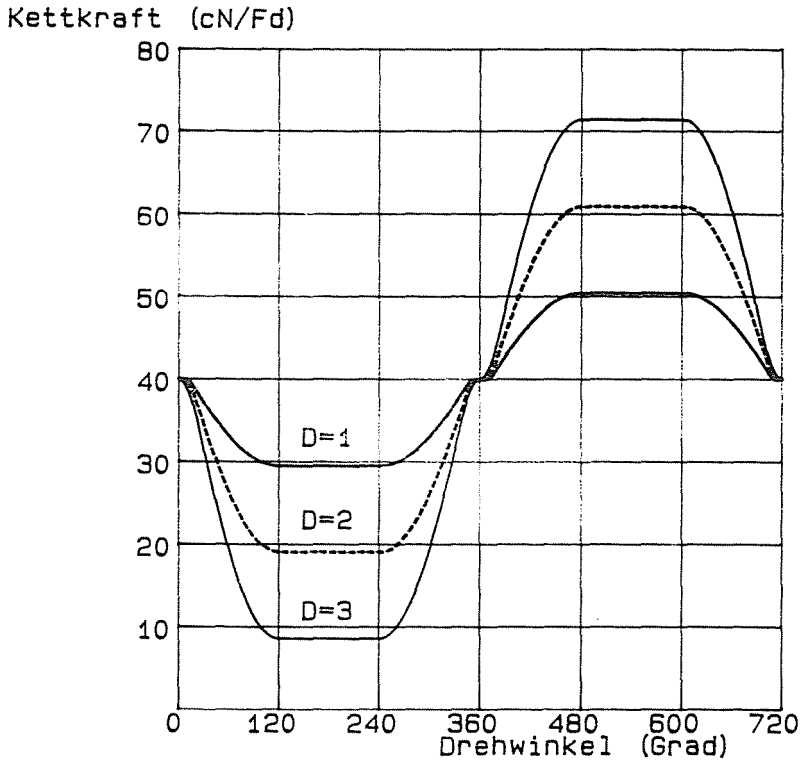


Abb. 8.

### Literatur

1. BARTALIS, L.: Serra és Stäubli 230 nyüstgépek összehasonlító elemzése. BME Diplomater, Bp. 1978.
2. JEDERÁN, M.: Optimieren der Fadenbeanspruchungen bei der Fachbildung. (Manuskript)
3. JEDERÁN, M.: Szövéstechnológia I. Egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, Bp. 1973.
4. ZILÁHI, M.: Pamutfonal láncrendszerek szövés közbeni feszültségének vizsgálata. MTA Doktori értekezés. Bp. 1956.
5. SUGÁR, GY.: SZTB szövőgépeken készült pamutipari cikkek kedvező szövéstechnológiai paraméterei. *Textilipari Kutató Intézet Közleményei* 20. Bp. 1979.
6. BACKMANN, R.: *Deutsche Textiltechnik*. Band 16, No. 1. S. 19-21. (1966).
7. KOHLHAAS, O.: *ITS-Bulletin Weberei*. No. 1 S. 69-80 (1981).
8. LÜNNENSCHLOSS, J. – SCHLICHTER, S.: *ITS-Bulletin Flächenherstellung*. 1987, No. 3. S. 56-71.
9. WEISSENBERGER, W. – FRICK, E.: *Textil Praxis International*. Band 49, No. 4, S. 241-248 (1994).

10. KRAUSE, H. W.: *Textil Praxis International*. Band 42, No. 3, S. 263–272 (1977).
11. JEDERÁN, M. – RÁCZ, P. – HUSZÁR, G.: *Magyar Textiltechnika*. XLIV, No. 3. pp. 130–135 (1991).
12. WEZEL, S. – BACKMANN, R.: *Faserforschung u. Textiltechnik*. Band 22, No. 10. S. 487–495. (1971).
13. JEDERÁN, M.: A szövet kialakulása és a szövés közbeni fonaligénybevételt meghatározó technológiai paraméterek vizsgálata. MTA Doktori Értekezés Bp. 1967.
14. BACKMANN, R.: *Faserforschung u. Textiltechnik*. Band 20, No. 12. S. 509–515 (1969).
15. GALUSZYNSZKI, S.: *Journal of the Textile Institute*. Band 72, No. 1. S. 44–49 (1981).