

# DYNAMISCHE SPANNUNGSUNTERSUCHUNGEN AN BAUMWOLLKETTEN

M. ZILAHÍ

Lehrstuhl für Textiltechnologie der Technischen Universität, Budapest

Eingegangen am 16. Oktober 1956

## I. Einleitung

Mit der Entwicklung der Technologie des Webens und Verbreitung der automatischen Schuß- und Schützenwechsellvorrichtungen, gewinnt die Brüchigkeit der Kettfäden eine immer größere Bedeutung. Der den Webstuhl bedienende Facharbeiter war in der Vergangenheit zum großen Teile mit dem Auswechseln der Schußpulen und nur in geringem Maße mit der Behebung der Fadenbrüche beschäftigt. Am Automatenwebstuhl hat sich jedoch die Belastung des Facharbeiters immer mehr in die Richtung zur Behebung der Kettfadenbrüche verlagert.

Die Kettfadenbrüche entstehen durch Überbeanspruchung der Kettfäden zumeist an den relativ schwachen Stellen des Garnes.

Die zur Verfügung stehenden Daten [1, 2] bestätigen unsere Annahme daß der Großteil der Fadenbrüche durch den Einfluß von Zugbeanspruchungen also hinter dem Geschirre entsteht. In unseren diesbezüglichen früheren Untersuchungen haben wir schon auf die entscheidende Rolle der dynamischen Zugbeanspruchung hingewiesen [3].

Die vorliegende Abhandlung hat das Ziel — nach Analyse der dynamischen Beanspruchung der Kettfäden, die eine primäre Ursache der Fadenbrüche ist — die Zusammenhänge zwischen der, in den Kettfäden entstehenden Zugkraft (kurz: Spannung) und ihren vielzähligen Parametern festzustellen.

Die Inanspruchnahme des Garnes während des Webens, also die dynamische Spannung, hängt von vielen Parametern (Fachform, Art und Größe der Fachbildung, Charakteristik des Schwingungssystems, Bremskraft und Schußdichte usw.) ab.

Auf die irreführenden Ergebnisse der vereinfachten statischen Rechenmethoden hinweisend, ist es uns gelungen, solche Resultate aufzuweisen, aus denen die vorteilhaftesten Webebedingungen bestimmt werden können.

## II. Messen der Kettspannung

### 1. Methoden der dynamischen Spannungsmessung

Die sowohl vom wissenschaftlichen als auch vom technischen Standpunkt wichtige Rolle der Kettspannung muß mit einer Methode untersucht werden, die ein möglichst getreues Bild des sich ändernden Spannungszustandes der Kette während des Webevorganges gibt.

Die Untersuchung der am ruhenden Webstuhl meßbaren statischen Spannung ist verhältnismäßig einfach, aber wie weiter unten ausgeführt wird, sind die so erhaltenen Spannungswerte für die tatsächliche Inanspruchnahme der Kette nicht charakteristisch.

Die Methode des Messens der dynamischen Kettspannung wurde zuerst von STEIN [4] im Jahre 1926 ausgearbeitet. OWEN [5] konstruierte sein Dreirollen-Meßgerät im Jahre 1928.

Das Zentrale Forschungs-Institut für Bastfaser in der Sowjetunion und später OWZYN, KOLESNIKOW und ALEKSEJEV haben auch Dreirollen-Meßgeräte [6] konstruiert, die für dynamische Messungen geeignet sind.

Den mechanischen Meßapparaten folgte die Anwendung der elektrischen Übertragung und der elektronischen Verstärkung. Bei den elektronischen Einrichtungen ist KELLERS [7] piezo-elektrische Methode zu erwähnen. CHAMBERLAIN und SNOWDEN [8] haben kapazitive Geräte, KOLESNIKOW [6] später zwei Meßgeräte mit Widerstandsdraht verwendet. In der Zeitfolge der Methoden steht zuletzt STEINS [9] kapazitive und FRENZEL—MARTINS Widerstandsdraht-Methode [11].

Die erwähnten Methoden waren zwar bedeutende Stationen in der meßtechnischen Entwicklung der Textiluntersuchungen, doch wurde über die qualitative Beurteilung der Meßergebnisse wenig veröffentlicht.

Die Dreirollenmethode ist vorteilhafter als die KELLERSche, da bei letzterer die in den einzelnen Fachteilen auftretenden Spannungen nicht festzustellen sind und nur der momentane Mittelwert der herrschenden Spannung in den beiden Fachteilen ermittelt werden kann.

Für unsere Versuche haben wir die Dreirollen-Spannungsmessmethode gewählt, weil damit die in den Fachteilen auftretende momentane Spannung registriert werden kann. Das verwendete Dreirollen-Meßelement wird zwischen Streichbaum und Kettbaum angebracht (Abb. 1).

Das Meßelement besteht aus drei, in Kugellagern gelagerte Rollen. Die Rollen B und C sind fix gelagert und können der Kettebene genau angepaßt werden; die Rolle A wird auf die Blattfeder L fixiert.

Die Kettspannung wird mit der Blattfederdeformation gemessen. Zum Messen der Deformation der Blattfeder dient die magnetische Vorrichtung V, zur Verstärkung der übertragenen geringen elektrischen Veränderungen ein

»Vibrometer«, dessen Prinzip die Abb. 2 darstellt. Die verstärkten elektrischen Signale haben wir mit einem dreischleifigen Oszillografen, Typ Siemens, auf lichtempfindliches Papier aufgenommen.

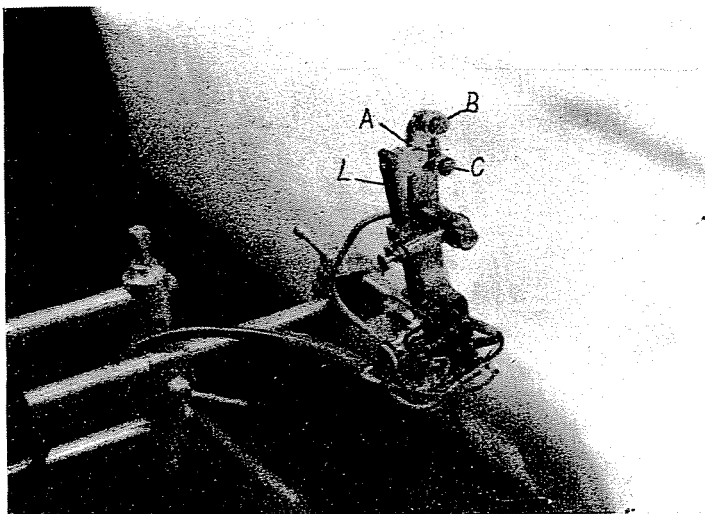


Abb. 1. Das verwendete Dreierrollen-Meßelement

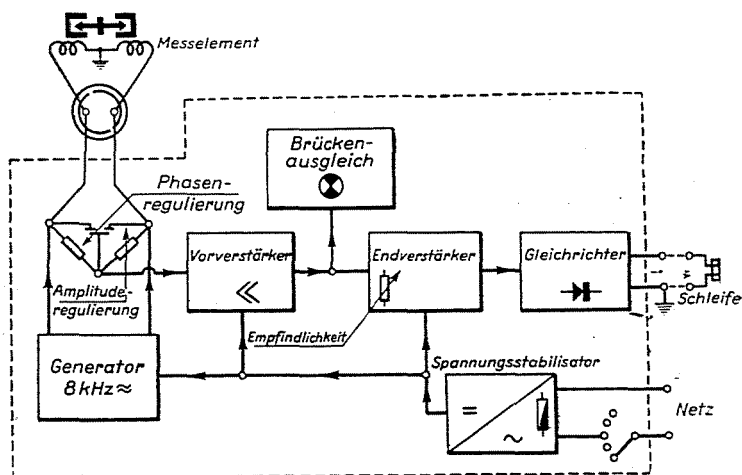


Abb. 2. Schema der elektrischen Verstärkung

## 2. Die Versuchseinrichtung

Für unsere Versuche haben wir den in der ungarischen Baumwollwebindustrie allgemein gebräuchlichen Webstuhltyp gewählt. Der in Ungarn gebaute glatte Baumwollwebstuhl hat 105 cm Blattbreite, Innentrittvorrichtung, Oberschlag und indirekten, positiven Warenbaumregulator. Die Tourenzahl des Stuhles

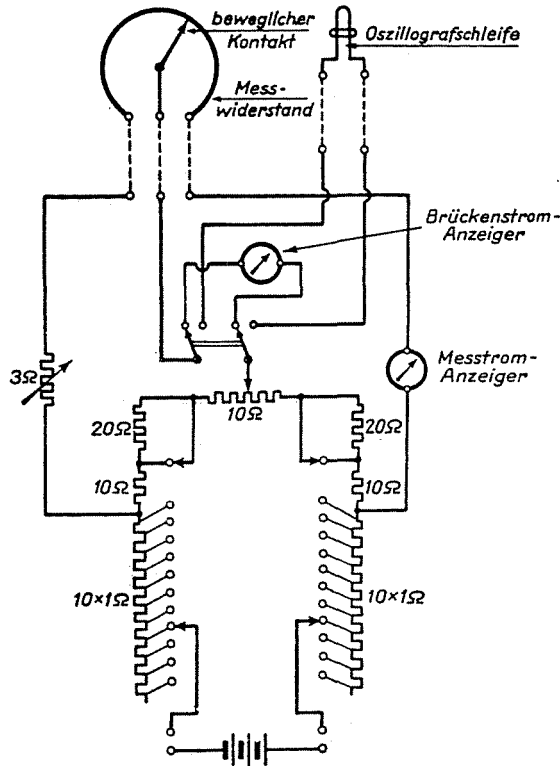


Abb. 3. Registrierung der Kettbaumbewegung

variierte bei den bei konstanter Umdrehungszahl vorgenommenen Versuchen zwischen 180–183 Umdrehungen pro Minute.

Während der Meßversuche haben wir die Bremshebel vom Webstuhl abmontiert und auf in Beton befestigte Träger gelagert, nachdem wir während unserer Vorversuche bemerkten, daß der Bremshebel den Hebelzapfen und die Stuhlwand in Biegungsschwingungen versetzt, welcher Umstand die Kettbaumbewegung bzw. die Bremshebelbewegung beeinflusst. Außerdem haben wir den Webstuhl mit einem, aus zwei in Kugellager verlegten Eisenrohren bestehenden Streichbaum und zwei neuen Bremsarmen gleicher Dimensionen, gleichem Trägheitsmoment sowie Bremsgewichten versehen.

Zum Abfühlen der Kettbaumbewegung wurde ein mit Gleichstrom gespeister auf dem Prinzip der Widerstandsänderung beruhender elektrischer Signalapparat (Abb. 3) sowie ein stufenlos veränderlicher Keilantrieb (80–250 Umdrehungen pro Min.) angebracht.

Zu den Versuchen haben wir geschlichtete Baumwollkette mit 2250 Fäden aus Nm 34/1. Baumwollgarn verwendet. Die weiteren Daten sind aus Abb. 4 ersichtlich.

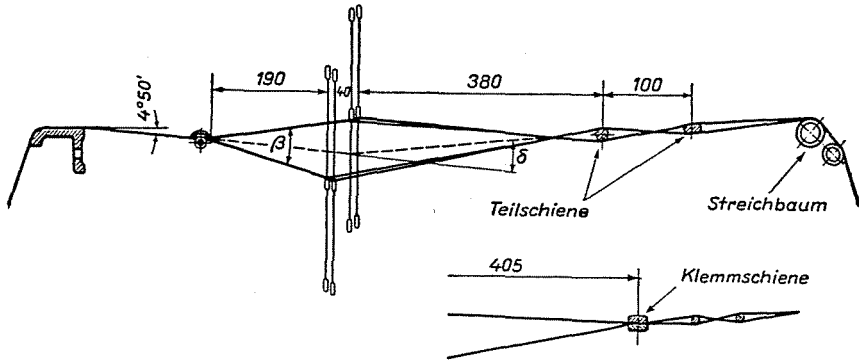


Abb. 4. Abmessungen des Gewebe- und Kettensystems

### 3. Die Analyse des Meßverfahrens

Die obige elektronische Meßmethode hat den Vorteil, daß sie die geringste Spannungsänderung der Kette genau, sofort und trägheitslos anzeigt. Durch die Dreirollenmethode wird jedoch der Spannungszustand der geprüften Fäden infolge der aus der Verschiebung der Meßrolle entstehenden Veränderungen der Fadenlänge beeinflusst. Deshalb zeigt sich während des Messens eine Abweichung zwischen der gemessenen ( $P_m$ ) und der tatsächlichen ( $P_v$ ) Kettspannung. Aus diesem Grunde haben wir die Einarbeitung der in das Meßelement eingezogenen Kettfäden und ihren Spannungsausgleich mit den übrigen Fäden der Kette geprüft und damit eine Korrektionsmethode der Meßergebnisse ausgearbeitet.

Die schußweisen Veränderungen der Einarbeitung haben wir während des Webervorganges an mit  $P = 0$  Spannung eingezogenen Kettfäden (bei 40/13,5, 185/193 eingestelltem Baumwollgewebe) mittels leicht deformierbarem Meßelement ( $c_r = 100$  cm/kg Federkonstante) geprüft.

Abb. 5 zeigt die schußweise Einarbeitung der Kettenlänge während des Webens, wobei auch die durchschnittliche Einarbeitungslänge des übrigen Gewebeteiles dargestellt wird.

Aus Abb. 6 ist die Spannungsstabilisation der Meßfäden von zwei verschiedenen eingestellten Geweben ersichtlich. Die Zunahme der Spannung im Zeitpunkt

des Blattanschlages bei 34/34, 270/252 eingestelltem Gewebe zeigt Diagramm I, während Diagramm II die Kettspannungszunahme bei 34/34, 270/110 eingestelltem Baumwollgewebe darstellt.

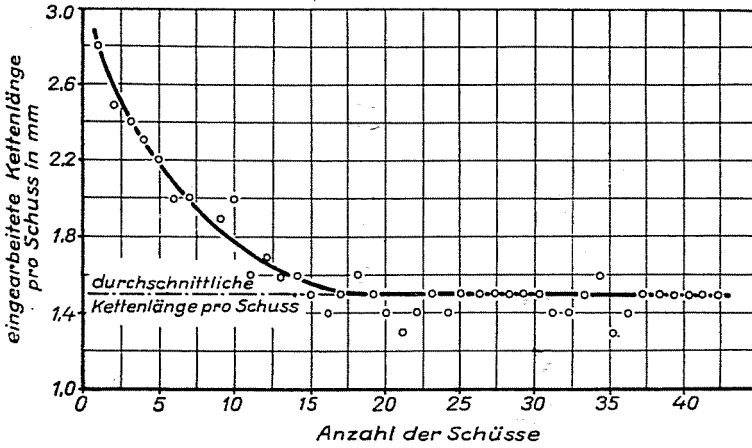


Abb. 5. Schußweise Einarbeitung des spannungsfrei eingefädelt Kettfadens

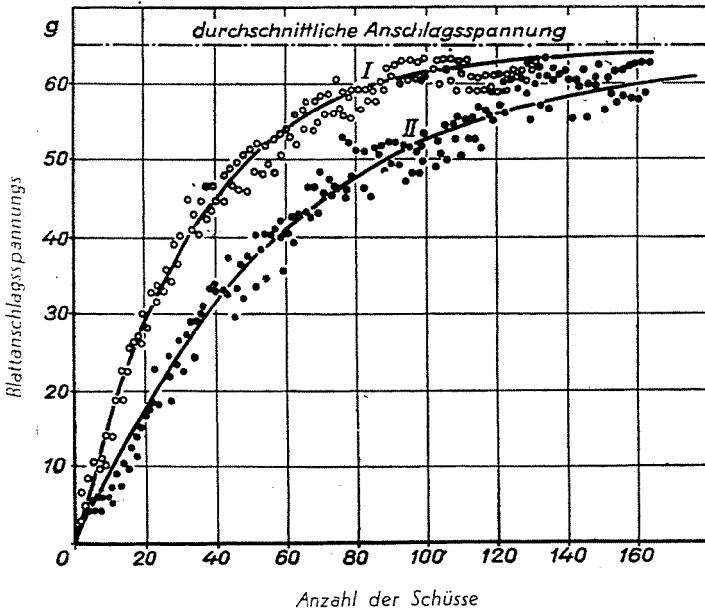


Abb. 6. Spannungszunahme des spannungsfrei eingefädelt Kettfadens

Wie aus Abb. 5 hervorgeht, ist die Spannungszunahme der mit Spannung  $P = 0$  eingezogenen Fäden während des Webens — bei gleichen Prüfbedingungen — eine Funktion der Schußdichte. Bei höherer Schußdichte tritt der Spannungsausgleich früher ein.

Die Spannungszunahme zeigt exponentielle Gesetzmäßigkeit. Der Zusammenhang zwischen Spannung und Schußdichte kann mit der Formel

$$P = P_0 \left( 1 - e^{-\frac{v}{\vartheta}} \right)$$

ausgedrückt werden, wobei  $P_0 = \text{const.}$  den Durchschnitt der ausgeglichenen Spannungen,  $\vartheta$  die in den Schüssen ausgedrückte Zeitkonstante,  $v$  die Anzahl der Schüsse bedeutet.

Im Prüfungsfalle ist bei  $P_0 = 65$  g/Faden durchschnittlicher Spannung und bei 110/10 cm Schußdichte,  $\vartheta = 60$ ; bei einer Schußdichte von 252/10 cm  $\vartheta = 33$ , woraus hervorgeht, daß die Spannung bei 110/10 Schußdichte nach  $n = 60$  Schüssen 63,21% der durchschnittlichen Spannung erreicht, während zur Erzielung von 99,75% der durchschnittlichen Spannung  $n = 360$  Schüsse erforderlich sind. Bei 252/10 cm Schußdichte sind zur Erreichung von 63,21% der durchschnittlichen Spannung  $n = 33$  und zur Erreichung von 99,75%  $n = 198$  Schüsse erforderlich.

Demnach weicht nach 200—400 Schüssen die Anschlagspannung um 0,25% weniger von der tatsächlichen Anschlagspannung, ab.

Mit Rücksicht darauf, daß die Zeitkonstante bei geringer Schußdichte am ungünstigsten ist, blieben wir bei unseren Experimenten unter der 0,25%igen Fehlergrenze, nachdem die Registrierung der Spannung über der oben erwähnten Grenze minimal nach 500 Schüssen erfolgte.

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen ebenfalls, daß nach einer bestimmten Schußzahl die von den übrigen Fäden der Kette abweichend gespannten Fäden die Einarbeitung der übrigen Fäden erreichen. Da die Einarbeitung empfindlich auf die Größe der Spannung reagiert, kann gleiche Einarbeitung nur bei vollkommen gleichgespannten Fäden erreicht werden. Demnach tritt ein vollkommener Spannungsausgleich der geprüften und der übrigen Fäden im Moment der Entwicklung des Gewebeelementes — also beim Blattanschlag — ein. Sonst zeigt sich, mit Ausnahme der Anschlagspannung  $P_B$ , die Abweichung  $\Delta P$  zwischen der gemessenen  $P_m$  und der tatsächlichen  $P_v$  Spannung.

Nach dem Spannungsausgleich  $P_m = P_v = P_B$  stimmt die Gesamtdeformation des gemessenen Fadensystems und des Meßelementes (Federkonstante  $c_f$ ) in der Fadenrichtung mit der tatsächlichen Dehnung des Kettensystems überein (Abb. 7).

$$\Delta l_v = \Delta l_m + 2f \quad (1)$$

Aus Gleichung (1) — den Zusammenhang  $\Delta P_i = \frac{\Delta l_i}{c_f}$  sowie das Herabsinken des Zapfens der Meßrolle  $f = 2 c_r \Delta P_m$  berücksichtigend — folgt:

$$\Delta P_v = \Delta P_m + 4 \frac{c_r}{c_f} \Delta P_m \quad (2)$$

Aus der Bedingung des Spannungsausgleiches beim Blattanschlag:

$$\Delta P_m = P_m - P_B \quad (3)$$

und

$$\Delta P_v = P_v - P_B .$$

So ergibt sich die tatsächliche Spannung  $P_v$  aus den Gleichungen (2) und (3).

$$P_v = P_m + 4 \frac{c_r}{c_f} (P_m - P_B) . \quad (4)$$

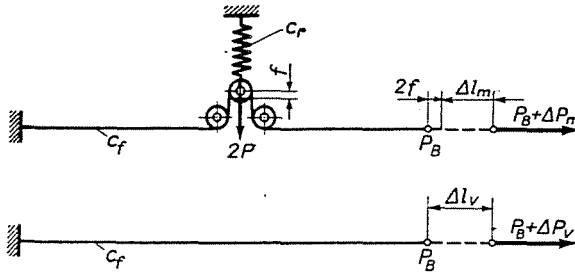


Abb. 7. Dehnungsverhältnisse eines normalen Kettfadens und des Meßfadens

Aus Gleichung (4) folgt, daß die tatsächliche Spannung  $P_v$  im Falle  $P_B = \text{const.}$  nur dann mit  $P_m$  — und bei jedem Werte desselben — identisch sein kann, wenn  $P_m = P_B$  ist, oder  $c_r = 0$ . Im Weberverlaufe, den Moment des Blattanschlages ausgenommen  $P_m \neq P_B$ . Die Bedingung  $c_r \rightarrow 0$  ist selbstverständlich nicht durchführbar.

Zwischen den Meßgrenzwerten beträgt die absolute Abweichung zwischen der wirklichen und der gemessenen Spannung ( $\Delta P$ ) im Falle  $c_r \neq 0$

$$\Delta P = P_v - P_m .$$

Mit Anwendung der Beziehung (4) :

$$\Delta P = 4 \frac{c_r}{c_f} (P_m - P_B) = \psi (P_m - P_B) . \quad (5)$$

Obiger Zusammenhang zeigt, daß die sich zwischen der tatsächlichen und der gemessenen Spannung ergebende absolute Abweichung  $\Delta P$  sowohl von der Charakteristik des Meßsystems  $\psi$ , als auch von der Anschlagsspannung  $P_B$  abhängt.

Durch den abgeleiteten Zusammenhang ist die Funktion  $\Delta P = f(P_m, P_B)$  bestimmbar, und das erhaltene Nomogramm zur Korrektur der gemessenen Kettspannung  $P_m$  verwendbar.



Bei Bestimmung des Korrekptionsdiagrammes muß jedoch beachtet werden, daß die Federkonstante der Kettfäden von der augenblicklichen Spannung abhängt; so ist beispielsweise im angegebenen Fall bei Nm 34 geschlichtetem Baumwollgarn die Federkonstante [12]

$$c_f = \frac{1}{z} (8,7 e^{-0,018 P_m} + 3),$$

wobei  $z$  = die Anzahl der gemessenen Fäden ist.

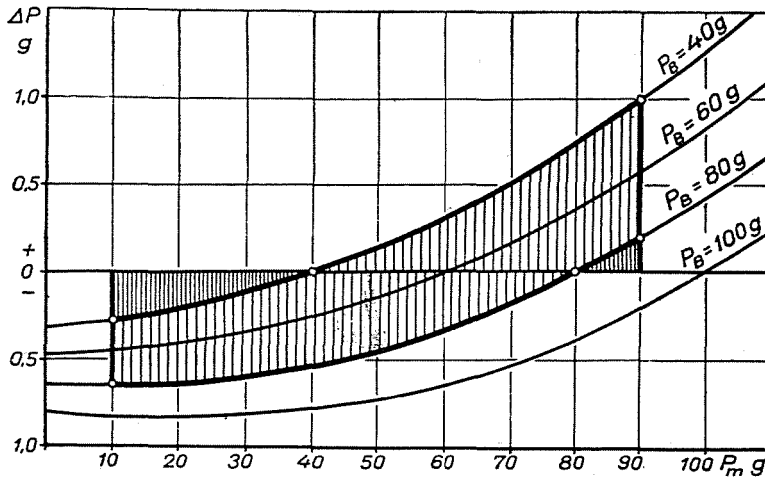


Abb. 8. Korrekptionsdiagramm

Abbildung 8 zeigt das Korrekptions-Diagramm, das unter Berücksichtigung der Federkonstante des Kettgarnes  $c_f$  und der Federkonstante des verwendeten Meßelementes  $c_r = 0,238$  cm/kg errechnet wurde.

Die aufgenommenen Oszillogramme zeigen, daß die Anschlagspannung  $P_B$  zwischen  $P_{B \min} = 40$  g/Garn und  $P_{B \max} = 80$  g/Garn, sonst jedoch zwischen  $P_{\min} = 10$  g/Garn und  $P_{\max} = 90$  g/Garn variiert. Zwischen diesen Grenzwerten — wie aus Abb. 6 feststellbar ist — ändert sich die durch Einbiegung des Meßelementes auftretende absolute Spannungsabweichung  $\Delta P$  zwischen  $-0,75$  und  $+1$  g.

Die durch die Meßgrenzwerte bestimmte obige Korrektur kann daher vernachlässigt werden. Daher haben wir bei der Auswertung der Messungen von einer systematischen Korrektur abgesehen und die Korrektur in der Form  $\pm 1$  g des methodischen Fehlers in Betracht gezogen.

Die statistische Sicherheit der Meßresultate haben wir an Hand von Filmaufnahmen von kleiner, 500—600 Perioden Filmgeschwindigkeit kontrolliert (Abb. 9). Die Stabilität der Spannungswellen war durch eine geringe absolute Streuung

gekennzeichnet. Zum Beispiel betrug die durchschnittliche absolute quadratische Streuung der mit E. 05 bezeichneten Kontrollmeßserie  $s = 1,4$  g.

Der mittlere Fehler der Mittelwerte der Meßergebnisse kann mit  $S = 95\%$  statistischer Sicherheit auf Grund der Formel

$$S\% = \frac{100 \left(\frac{n-1}{2}\right)! \int_{-t}^{+t} \frac{dt}{\sqrt{\left(1 + \frac{t^2}{n}\right)^{n+1}}}}{\sqrt{\pi n} \left(\frac{n-2}{2}\right)!}$$

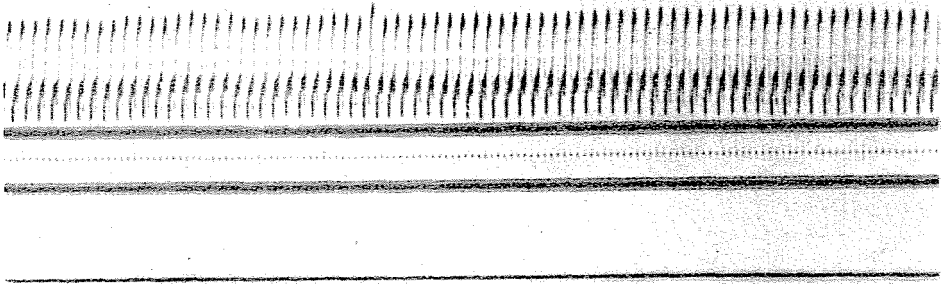


Abb. 9. Mit kleiner Filmgeschwindigkeit aufgenommenes Oszillogramm

aus der STUDENTschen » $t$ « Verteilung bestimmt werden, wobei der Freiheitsgrad  $n = N - m$  in unserem Falle  $n = N - 1$  ist.

Bei Auswertung der Meßserie erhielten wir die Durchschnittsstreuung  $s = 1,4$  g aus  $N = 160$  Messungen. Auf Grund obiger Formel ergibt sich aus den Daten der Verteilungstabelle [13] bei  $n = 159$  und  $S = 95\%$

$$t = 1,975.$$

Da die Auswertungen auf Grund  $N' = 10$  Messungen erfolgten, beträgt der mittlere Fehler des Mittelwertes

$$\pm t \frac{s}{\sqrt{N'}} \cong \pm 0,875 \text{ g.}$$

Da bei der Auswertung die oben erörterte Korrektion nicht in Betracht gezogen wurde, ergibt sich aus den Meßresultaten — unter Berücksichtigung

des mittleren Fehlers des Mittelwertes und der Vernachlässigung der maximalen Korrektur — ein Fehler von

$$h \cong \pm 1,9 \text{ g}$$

bzw. können die Meßergebnisse mit 95% Sicherheit, mit  $\pm 1,9 \text{ g}$  Fehlergrenze charakterisiert werden.

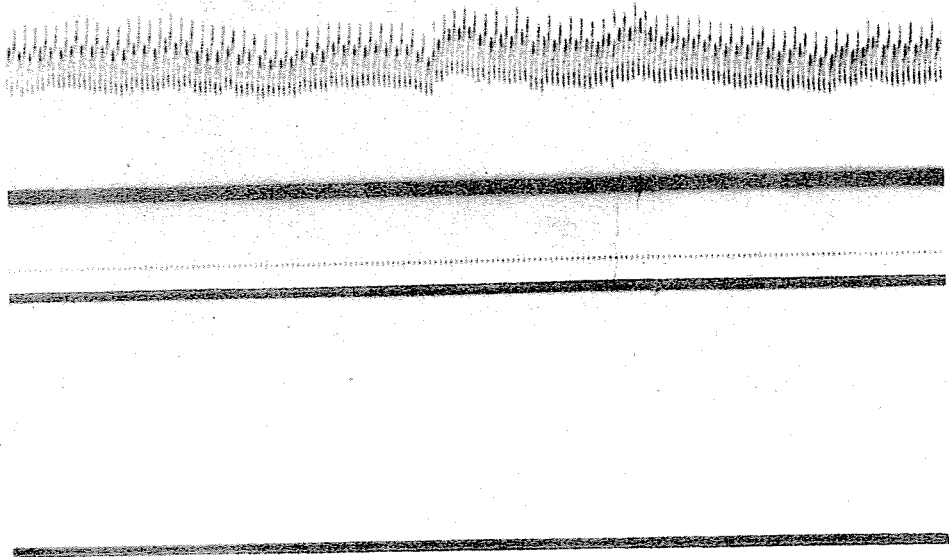


Abb. 10. Unregelmäßiges Spannungsbild verkreuzter Kettfäden

Die Kontrollmessungen haben sich zur Beurteilung des normalen oder unregelmäßigen Verhaltens des Garnes als geeignet erwiesen. Wenn die durch das Meßelement geführten Kettfäden ohne Verkreuzung in die Kettebene gelangt sind, erhalten wir ein normales, gleichmäßiges Oszillogramm (Abb. 9). Oft kommt es jedoch vor, daß beim Vorbereiten der Kette am Webstuhl die durch das Meßelement geführten Fäden miteinander oder mit den Nachbarfäden verkreuzt werden und sich deshalb ein unregelmäßiges Spannungsbild ergibt (Abb. 10). In diesem Falle haben wir die durch das Meßelement geführten Fäden abgeschnitten und den Einzug wiederholt.

Aus Abb. 10 geht klar hervor, in wie großem Maße die Verkreuzung der Fäden das flotte Weben beeinträchtigt. In diesem Falle zeigt sich den normalen Umständen gegenüber statt  $\pm 1,4 \text{ g}$  quadratischer Streuung der Spannungswerte

eine Streuung von  $\pm 4,64$  g. Die Größe der Streuung widerspiegelt jedoch nicht genügend die momentane Spitzenspannung, welche die Trennung der Fäden begleitet. So ergibt sich laut Abb. 10 bei einer maximalen Durchschnittsspannung von 77,5 g/Faden unmittelbar vor der Trennung der Fäden eine Spannung von 96,2 g, was im Verhältnis zur Durchschnittsspannung einen vorübergehenden Spannungszuwachs von 24,15% bedeutet.

Durch die Methode der Kontrollmessungen ist es gelungen, die Auswertung auf 10 Perioden statt der 60—110 Perioden herabzudrücken, ohne daß der Mit-

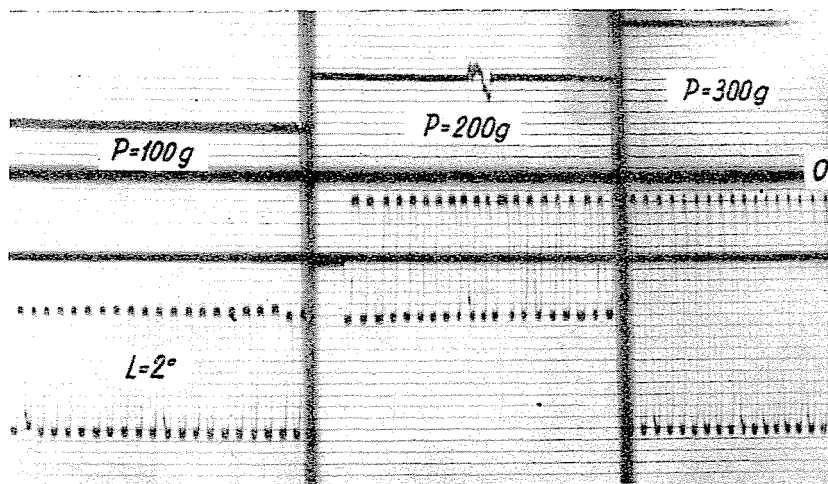


Abb. 11. Kontrollaufnahme zur Eichung

telwertfehler bei 95% statistischer Sicherheit  $\pm 1,9$  g überschritten worden wäre.

#### 4. Methodik der Auswertung

Die Auswertung der Kettspannungs-Oszillogramme erfolgte auf Grund der am Anfang und am Ende der Meßserie vorgenommenen Eichungen. Bei den Eichaufnahmen haben wir die freien Enden der Fäden mit geeichten Gewichten belastet und das die Kettbaumschwingung registrierende Potentiometer gleichzeitig —  $2^\circ$  Kettbaumumdrehung entsprechend — in Bewegung gesetzt (Abb. 11).

Während des Meßvorganges registrierten wir die Spannungen von drei sich identisch bewegenden Kettfäden. Die Spannung der einzelnen Fäden wurde aus der in Millimetern gemessenen Ordinatenlänge der Spannungs-Oszillogramme berechnet (Abb. 12). Im Oszillogramm ist  $P$  die Kettspannung,  $0$  der spannungsfreie Zustand und  $L$  die Kettbaumschwingung. Die zeitweise unterbrochene Linie  $b$  bezeichnet den Moment des Blattanschlages.

Im Spannungs-Oszillogramm zeigt Abschnitt  $N_1$  die am abgestellten Webstuhl gemessene kleinere,  $N_2$  die größere statische Spannung der einzelnen Fachteile. Abschnitt  $Z$  zeigt die in der geschlossenen Fachstellung auftretende Spannung.

Die Messung der Ordinatenhöhen der Spannungswellen wurde mit Hilfe von Rastern vorgenommen. Die Abstände der vertikalen Rasterlinien stehen in Proportion mit den auf die Hauptwelle des Webstuhles projizierten Abschnitten eines Kreisdiagrammes. Mittels des Rasters wurden außer der Blattanschlag-

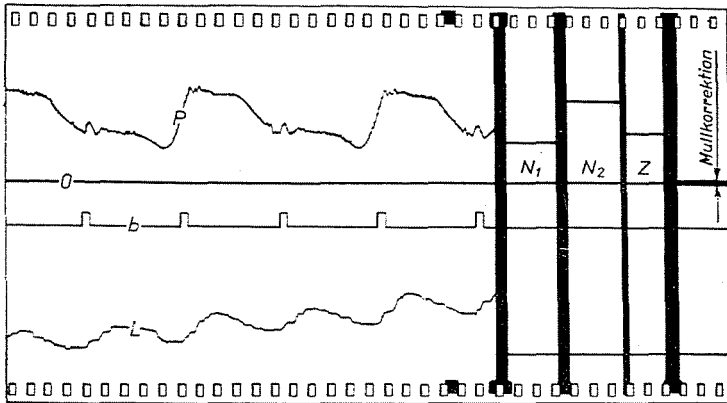


Abb. 12. Typisches Oszillogramm der Spannung und der Kettbewegung

spannung  $P_B$  auch die Spannungsmaxima  $P_s$  und Spannungsminima  $P_m$  bei der Fachbildung festgestellt.

### 5. Veränderung der dynamischen Kettspannung in den einzelnen Zonen des Webstuhles

Wie bereits erwähnt, wurde die Kettspannung im Kettenabschnitt zwischen Kettbaum und dem im Kugellager verlegten Stahlrohr-Streichbaumpaar gemessen. Die Meßeinrichtung haben wir isoliert von den Schwingungen am Webstuhl angebracht, da diese Schwingungen die Messung beeinflussen. In den übrigen Zonen des Webstuhles ist das direkte Messen der Kettspannung wegen der Fachbildung nicht möglich; daher taucht die Frage auf, inwieweit die erhaltenen Resultate vom Standpunkt der Beanspruchung der Kettfäden charakteristisch sind.

KOLESNIKOWS [14] Messungen mit Widerstandsdraht haben gezeigt, daß die Spannung der ablaufenden Kette nach den einzelnen Maschinenbestandteilen (Streichbaum, Teilschienen, Geschirr usw.) progressiv wächst. Die Reibung der Kettfäden erfolgt, vom Kettbaum angefangen, an immer mehr

Bestandteilen und nach jedem Reibungspunkt ist zur weiteren Fortbewegung der Kette eine immer größere Kettspannung erforderlich. Der Charakter der Spannungsänderungen ist in jedem Abschnitt ein und derselbe, ihre absolute Höhe steigt jedoch stufenweise.

Nach den Feststellungen KOLESNIKOWS beträgt die beim Blattanschlag entstandene Kettfadenspannungserhöhung — die Spannung zwischen Kettbaum und Streichbaum mit 100% angenommen —

|   |       |
|---|-------|
| zwischen Streichbaum und Kettfadenwächter ..... | 115%  |
| „ Kettfadenwächter und Geschirr .....           | 180%  |
| „ Geschirr und Warenende .....                  | 217%. |

STEIN [9, 10] hat die Spannung des Kettenabschnittes vor und hinter dem Streichbaum gemessen. Seine vergleichenden Messungen haben ergeben, daß sich keine nennenswerte Veränderung zwischen den Spannungen der Kettenabschnitte vor und nach dem Streichbaum zeigt.

Wir untersuchten die einander widersprechenden Resultate. Bei unseren Versuchen war die Spannung des Kettenabschnittes vor und nach dem Streichbaum beinahe gleich, was dem in Kugellager gelagerten Streichbaum zuzuschreiben ist. Außerdem wurden auch unter quasistatischen und dynamischen Umständen Kontrollversuche durchgeführt. Die Methode der quasistatischen Messungen war folgende :

Am ruhenden Webstuhl wurden drei ausgewählte Kettfäden hinter dem Streichbaum zerschnitten und einzeln mit 50 g belastet. Hierauf haben wir die ausgewählten Kettfäden mit der am Warenende angebrachten Vorrichtung bei Offenfachstellung mit einer Geschwindigkeit von  $v = 25$  cm/min vorgezogen und mit dem Meßelemente für Spannungsmessungen die in den einzelnen Zonen des Webstuhles auftretenden Spannungen gemessen.

Unsere quasistatischen Messungen in den einzelnen Zonen des Webstuhles zeigten folgende Spannungen :

|   |                 |
|---|-----------------|
| vor dem Streichbaum .....                   | 50 g (100%)     |
| zwischen Streichbaum und Teilschienen ..... | 63,5 g (127%)   |
| „ Teilschienen und Geschirr .....           | 74,4 g (148,8%) |
| „ Geschirr und Warenende .....              | 109,1 g (218%). |

Letztere Resultate zeigen gute Übereinstimmung mit den angegebenen Ergebnissen KOLESNIKOWS.

Die Ergebnisse unserer Spannungsmessungen zeigen jedoch, daß die statischen oder quasistatischen Umstände die während des Webens auftretenden tatsächlichen Verhältnisse nicht widerspiegeln. Deshalb haben wir den Zusammenhang der auftretenden Spannungen im Kettenabschnitt zwischen

Geschirr-Gewebeende bzw. Streichbaum-Kettbaum auch unter dynamischen Verhältnissen untersucht.

Bei unseren Experimenten haben wir die zur Spannungsmessung ausgewählten Kettfäden — durch angeknüpfte, über in Kugellager gelagerte Rollen geführte Fäden — mit Gewichten belastet und die Kettspannung hinter dem Streichbaum während des Webens, also dynamisch, gemessen.

Bei Auswertung der Oszillogramme (Abb. 13) haben sich folgende Ergebnisse gezeigt:

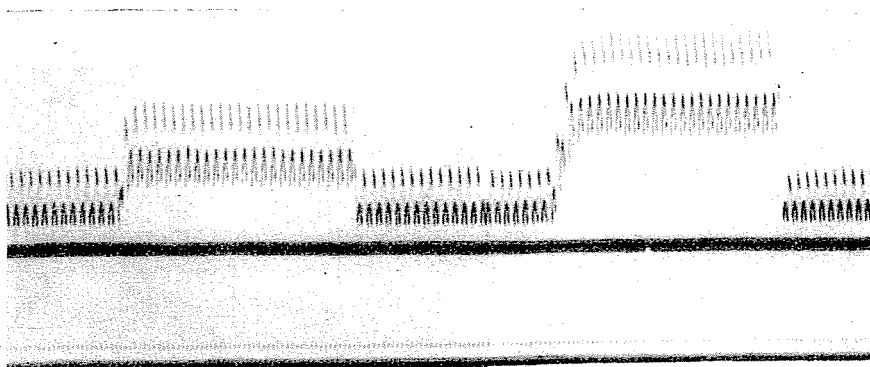


Abb. 13. Oszillogramme mit statischer Mehrbelastung

Mittelwert der zwischen Streichbaum und Kettbaum gemessenen Spannung:

|                                       |          |
|---------------------------------------|----------|
| während des normalen Webens .....     | 48,6 g   |
| + 100 g Mehrbelastung der Fäden ..... | 118,0 g  |
| + 200 g Mehrbelastung der Fäden ..... | 185,0 g. |

Die mittlere Kettspannung mit + 100 g Belastung stieg um 75,6 g, mit + 200 g Belastung jedoch um 136 g.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Spannung vor dem Streichbaum während des Webens das 0,69fache der zwischen Geschirr und Warenende aufgetretenen Plusspannung beträgt oder umgekehrt: während des normalen Webens in der Zone zwischen Geschirr und Warenende beträgt die auftretende Spannung ungefähr das 1,30fache der hinter dem Streichbaum gemessenen Spannung.

Bei unseren Messungen haben sich demnach die von KOLESNIKOW angegebenen 2,18fachen Spannungen dynamisch nicht gezeigt. Natürlich sind unsere Versuchsergebnisse nur Orientierungswerte, die sich abhängig von den einzelnen Einstellungsparametern noch einigermaßen verändern können.



### III. Gewebbildung und Kettspannung

#### 1. Eigenheiten der Gewebbildung

Die Kettspannung ist ein den webetechnologischen Vorgang begleitender, durch die Art der Gewebbildung und die konstruktiven Gegebenheiten des Webstuhles bestimmter Zustand.

Die Kettspannung muß vor allem die Ausbildung der gewünschten Gewebstruktur ermöglichen.

Während des Webens wird der in die Fachöffnung eingetragene, in der Reihenfolge letzte Schußfaden durch das Blatt zwischen den angespannten Kettfäden bis auch seinen endgültigen relativen Platz vorgeschoben. Die praktischen Erfahrungen und die mit der Gewebbildung verbundenen Forschungen weisen jedoch auch darauf hin, daß die Entwicklung des Gewebeelementes nach der Schußeintragung nicht beendet ist. Besonders bei Geweben mit größerer Schußdichte nimmt der eingetragene Schußfaden nicht sofort seinen endgültigen und festgesetzten Platz ein, sondern gelangt nur nach mehreren, einander folgenden Schüssen in der Reihenfolge des Einschlages in seine definitive Lage. Die definitive Schußdichte der Rohware bildet sich demnach nur in einer gewissen Entfernung vom Warenende aus.

Den Abschnitt des Gewebes, in dem die Verkreuzung der Kett- und Schußfäden bereits stattgefunden hat, die Schußfäden sich jedoch noch nicht auf ihrem endgültigen, relativen Platz befinden, sondern unter der Einwirkung des Blattdruckes und der Kettspannung eine oszillierende Bewegung mit abnehmender Amplitude ausführen, nennen wir »instabile Gewebzone«.

Die Bedingungen der Stabilisierung dieser instabilen Zone werden durch die Umstände der Kettspannung und der Warenaufwicklung bestimmt.

Die ergänzende Aufgabe der Kettspannung ist die reine Fachbildung. Beim Fehlen entsprechender Spannung zerrißt der Schützen die losen Kettfäden, welche den Schützen aus der vorgeschriebenen Bahn schleudern, wodurch das Weben unmöglich gemacht wird.

Der ideale Verlauf der Kettspannung ist demnach unter Anwendung von Einrichtungen zu verwirklichen, die während der Dauer des Blattanschlages eine durch die Umstände des Anschlages bestimmte Spannung — bei der Fachöffnung jedoch obige minimale Spannung — hervorbringen.

Dieses Erfordernis — eine Vorbedingung des idealen Webens — ist mit den modernen usuellen Webstuhlkonstruktionen nicht sicherzustellen. Die gebräuchlichen Kettspannungskonstruktionen, die Kettbaumbremse sowie die verschiedenen Kettnachlaßvorrichtungen sichern große Anschlagsspannung nur auf Kosten beträchtlicher Fachbildungsspannung.

Der den Gewebbildungsprozeß begleitende Spannungsverlauf wird außer durch obige Erscheinung auch durch die Bindung des Gewebes bedeutend beein-



flußt. Da sich diese Wirkung am stärksten bei Bindungen mit größerer Verkreuzung, also bei Leinwandbindung zeigt, während sie bei einem Gewebe mit geringerer Verkreuzung bedeutend kleiner ist, haben wir unsere Untersuchungen auf das Weben mit Leinwandbindung beschränkt.

## 2. Die instabile Zone und die Kettspannung

Die bekannte Erscheinung der gewebebildenden Zone hat zuerst F. STEIN [4] beschrieben. Er beobachtete, daß sich bei dichteren Waren der Kreuzungswinkel der Kettfäden während des Webens periodisch und fortlaufend ändert und seinen stabilen Wert nur in gewisser Entfernung vom Warenende erreicht.

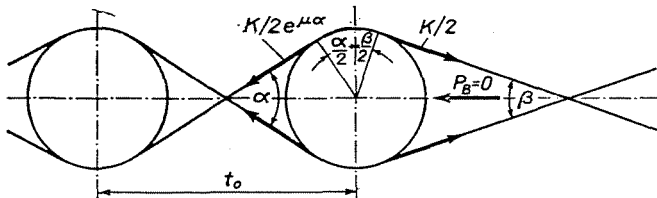


Abb. 14. Kräfteverhältnisse nach dem Blattanschlag

Wenn das Webeblatt die vordere Totpunktstellung verläßt und sich nach rückwärts bewegt, gelangen die in der Ware befindlichen Kettfäden wiederum unter den Einfluß der gesamten Kettspannung und die Schußfäden, die in der instabilen Zone liegen, wandern infolge ihrer hinausdrängenden Wirkung gegen die Fachöffnung. Das Hinausschieben des Schusses hört jedoch beim Auftreten des Gleichgewichtszustandes der äußeren Kräfte und der Reibung der Fäden auf, insbesondere dann, wenn das Weben mit Fachverschluß erfolgt.

Entstehen und Größe der instabilen Zone stehen in engem Zusammenhang mit den Verhältnissen der Schußdichte. Obzwar die Verteilung der zwischen Kette und Schuß auftretenden Reibungs- und Druck- (deformierenden) Kräfte schwer bestimmbar ist, sind die Kräfte und Bewegungsverhältnisse der instabilen Zone feststellbar.

Die Untersuchung der Verhältnisse der Fachbildungsspannungen auf dem vereinfachten und symmetrischen Fachmodell (Abb. 14) zeigt, daß mit dem Aufhören der durch das Blatt entfalteten Kräfteinwirkung die in der Kette auftretenden Spannungen den Gleichgewichtszustand des Schusses bestimmen. Die Abbildung zeigt den Moment des sich entfernenden Blattes, als die auf den Schuß wirkende Anschlagkraft  $P_B$  bereits aufgehört hat.

Es ist klar, daß sich beim Aufhören der Anschlagkraft, nachdem

$$\alpha > \beta$$

ist (wobei  $\alpha$  = den Kettkreuzungswinkel,  $\beta$  = den Fachwinkel beim Blattanschlag bedeutet), der Schuß sich solange gegen das Fach verschiebt, bis die horizontalen Komponenten der auftretenden Kräfte zwischen den zwei Schüssen und im Fache ins Gleichgewicht kommen.

Im Falle  $P_B = 0$  ist die auftretende Fadenspannung  $K/2$ , zwischen den zwei Schüssen dagegen  $K/2 e^{\mu \frac{\alpha+\beta}{2}}$ , wobei die größere Kraft der Verschiebungsrichtung entgegengesetzt ist.

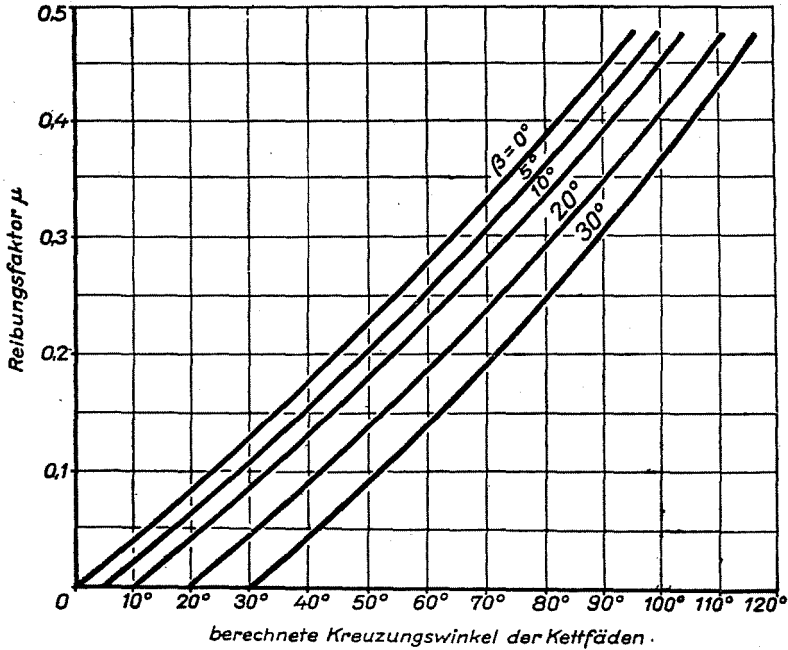


Abb. 15. Untere Grenze der instabilen Zone

Die Gleichgewichtsbedingung für das Aufhören der Hinausdrängung des Schusses ist demnach

$$K \cos \frac{\beta}{2} = K e^{\mu \frac{\alpha+\beta}{2}} \cos \frac{\alpha}{2},$$

hieraus :

$$e^{\mu \frac{\alpha+\beta}{2}} = \frac{\cos \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (6)$$

Aus letzter Gleichung ist der die Gleichgewichtslage des Schusses bestimmende Kettenkreuzungswinkel  $\alpha_0$  nicht ausdrückbar, jedoch auf  $\mu$  gelöst, erhalten wir

$$\mu = \frac{\ln \cos \frac{\beta}{2} - \ln \cos \frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha + \beta}{2}}.$$

Diesen Zusammenhang für die gegebenen Fälle des Anschlagfachwinkels zeigt Abb. 15.

In der Abszisse des Diagrammes haben wir den Kettenkreuzungswinkel  $\alpha$  dargestellt.

Die Zusammenhänge sind für den Fall von Leinwandbindung, für gleich feine Ketten- und Schußfäden gültig und für Fadendurchmesser

$$d = \frac{0,125}{\sqrt{N_m}} \text{ cm}$$

berechnet.

Aus obiger Abbildung — konstruiert aus den angegebenen Zusammenhängen — können folgende Feststellungen gemacht werden:

Das Entstehen der instabilen Zone hängt von der Schußdichte ab. Die abgeleiteten Zusammenhänge und Abb. 15 zeigen, daß falls der Anschlagswinkel  $\beta = 0^\circ$  und der Reibungsfaktor zwischen den Fäden  $\mu = 0,25$  ist, so ist die obere Einstellungsgrenze des spontan stabilisierenden Gewebes

$$\alpha_0 \cong 54^\circ.$$

Bei *spontan stabilisierenden* Geweben gibt es keinen instabilen Abschnitt. Der zuletzt eingetragene Schußfaden nimmt sofort seinen endgültigen Platz ein. Ist die Einstellung des Gewebes dichter als angegeben, so entsteht eine instabil dichte Zone, und bei Erhöhung der Einstellung durch die gesteigerte Bewegung des Schußfadens bildet sich ein dichter Anschlagstreifen (Blende), wodurch die Anschlagspannung wesentlich gesteigert wird.

Vorstehende Ausführungen unterstützen einestells die Feststellungen von F. STEIN, KELLER und WLASSOW [6] in bezug auf die in der instabilen Zone der Gewebbildung herrschenden Verhältnisse und unterstreichen die von den Verfassern hervorgehobenen schädlichen Wirkungen der Schußbewegungen in der Zone der Gewebbildung. Ferner wird auf die allgemein verbreitete unrichtige Auffassung in der Fachliteratur hingewiesen, wonach die auftretende Schußbewegung eine notwendige Begleiterscheinung jedweden Webeverlaufes ist.

Abbildung 15 weist auch auf die Möglichkeit einer Beschränkung der instabilen Zone hin. Aus der Abbildung ist festzustellen, daß bei steigender

Schußdichte die Erhöhung des vorzeitigen Fachschlusses, bzw. der  $\beta$  Anschlagfachwinkel vorteilhaft ist, weil dadurch die spontan stabilisierende Einstellungszone der Gewebe vergrößert werden kann.

### 3. Die Zusammenhänge der Gewebeeinstellung und der Kettspannung im symmetrischen Fach. Die kritische Einstellungsdichte

Die dynamische Kettspannung wird durch die auf das Kettbaum- und Bremsgewichtssystem ausgeübte Wirkung der Fachbildung und des Blattanschlag hervorgehoben.

Die Studien, welche sich mit den dynamischen Spannungen befassen, heben die Wichtigkeit der Blattanschlagspannung hervor und betrachten die Spitzenspannung des Anschlages als eine unvermeidliche Erscheinung des Webevorganges.

KELLER [7] weist nach, daß der Kettbaum unter der Einwirkung der Fachbildung zwangsweise Schwingungen vollführt, die in engem Zusammenhang mit der Kettspannung stehen. KELLER beweist mit seinen Versuchsergebnissen, daß der Blattanschlag die Kettspannung und die Bewegung des Kettbaumes während des Webens weitgehend beeinflußt und daß der Blattanschlag — abhängig vom Kettbaum und dem Kettnachlaßsystem bzw. der Fachbildung — die Kettspannung auf das Zwei- bis Dreifache steigern kann.

F. STEIN [9, 10] hebt bei der Auswertung seiner Meßergebnisse hervor, daß der Blattanschlag die größte Spannung in den Kettfäden hervorruft.

In seiner 1928 veröffentlichten Dissertation analysiert er ausführlich den Einfluß der Kettnachlaßvorrichtung auf die Kettspannung bei Seidenwebstühlen. Seine Messungen haben unerwartet hohe Werte des Anschlagsmaximums gezeigt. F. STEIN hat, die Möglichkeiten der Spannungsverminderung untersuchend, die Aufmerksamkeit auf den Anschlagsimpuls gelenkt und bewiesen, daß die Zeitdauer des Anschlages auf die Anschlagspannung einen bedeutenden Einfluß ausübt. Durch die Erhöhung der Anschlagsdauer kann die Anschlagspannung verringert werden.

WOROBJEW [16] hat an Kammgarnstoffen mit einfacher Bindung zwischen der beim Anschlage entstandenen Kettspannung und der relativen Dichte des Gewebes am handbewegten Webstuhl gemessen

$$P_B = \text{const. } K^3$$

parabolische Zusammenhänge nachgewiesen (wobei  $P_B$  die Anschlagspannung,  $K$  die relative Gewebedichte bedeutet). Er hebt hervor, daß in weniger dichten Geweben die Blattanschlagspannung geringer sein kann als die Fachbildungsspannung.

Die Feststellungen der zitierten Fachliteratur sind jedoch nicht allgemein gültig, weil dieselben nur über Einzelergebnisse der an dichten Geweben vorgenommenen Spannungsuntersuchungen berichten.

Im Laufe unserer weiteren Untersuchungen haben wir bei unverändert eingestellten Parametern (Bremskraft, Fachschluß, Fachform) des Webstuhles die Zusammenhänge zwischen der Kettspannung und der Wareneinstellung untersucht. Die Versuche haben wir auf den vorher beschriebenen Baumwollwebstühlen unter folgenden Bedingungen vorgenommen:

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Kettgarn .....                      | Nm 34 geschlichtetes Baumwollgarn                                  |
| Ketteneinstellung .....             | 270/10 cm  |
| Statisches Maximum* .....           | 45,6 g/Faden   |
| Schußgarn .....                     | Nm 34 Baumwollgarn   |
| Fachform .....                      | $\delta = 0^\circ$ symmetrisches Fach                              |
| Fachvorschluß .....                 | $\epsilon = 0^\circ$ mit dem Anschlag zusammenfallender Fachschluß |
| Bremmung .....                      | Seilbremse   |
| Bezeichnung der Versuchsserie ..... | V. 200   |

Beim konstanten Wert obiger Einstellungscharakteristik haben wir Gewebe mit verschiedener Schußdichte erzeugt und die dynamische Spannung registriert. Die einzelnen Oszillogramme der Versuchsserie V. 200 zeigt Abb. 16 (in den Oszillogrammen bedeutet  $S_v$  die Schußdichte).

Die typischen Spannungswerte des Anschlagsmaximums ( $P_B$ ) und des Fachbildungsmaximums ( $P_s$ ) in der Funktion der Schußdichte zeigt Abb. 17.

Aus den Oszillogrammen kann festgestellt werden, daß die Spannungsspitze des Anschlages keine unbedingte Begleiterscheinung des Webevorganges, sondern nur die Folge höherer Gewebedichte ist. Bei höherer Schußdichte als  $S_v = 140/10$  cm meldet sich die Anschlagsspannung in Form einer Spannungsspitze, deren Zunahme beim Weben mit symmetrischem Fach einen parabolischen Charakter hat.

Charakteristisch ist die Gestaltung der Kettbaumschwingung bei Erhöhung der Schußdichte.

Während des Webens ist der Kettabschnitt zwischen Kettbaum und Warenende, infolge der Geschirr- und Streichbaumbewegung, ständig in der Kettenrichtung sowie in vertikaler Richtung in Bewegung, während das fertige Gewebe nur während der Warenaufwicklung vorübergehend in der Längsrichtung

\* Unter dem Begriff des statischen Maximums verstehen wir die mittels des im Laufe der Versuche festgestellten Reibungsfaktors berechnete Bremskraft im Augenblick des Gleitens (auf Grund der Formel  $s_1 - s_2 = s_1 \left( 1 - \frac{1}{e^{\mu\alpha}} \right)$  berechnet) mit Berücksichtigung der entsprechenden Übersetzungsverhältnisse.

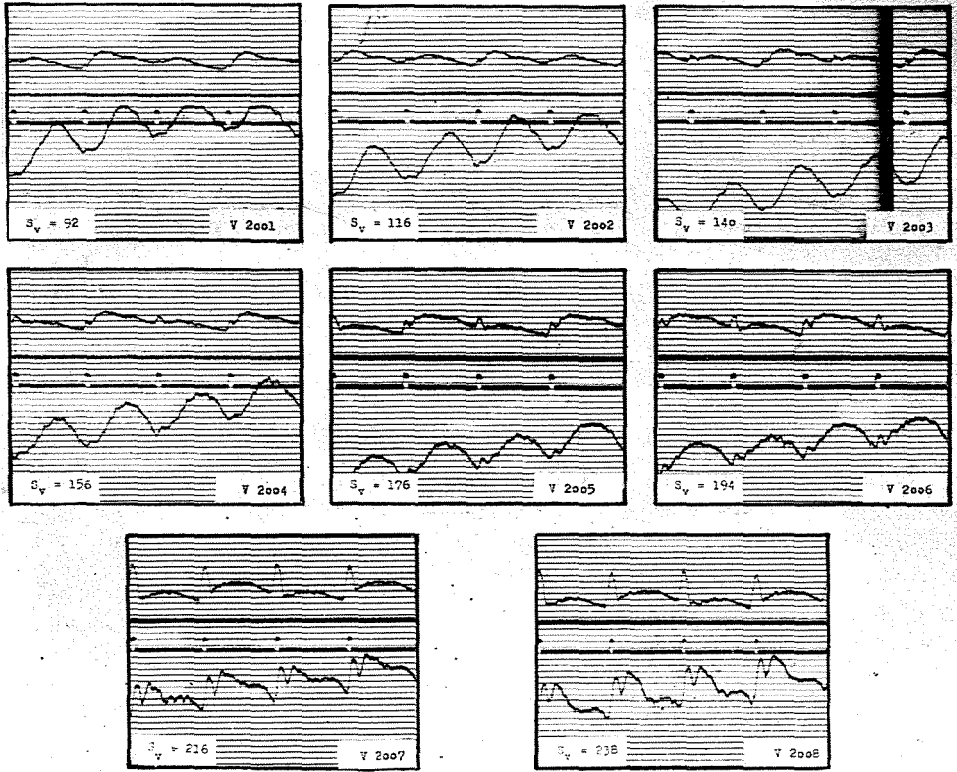


Abb. 16. Meßserie V. 200. Wirkung der veränderten Schußdichte

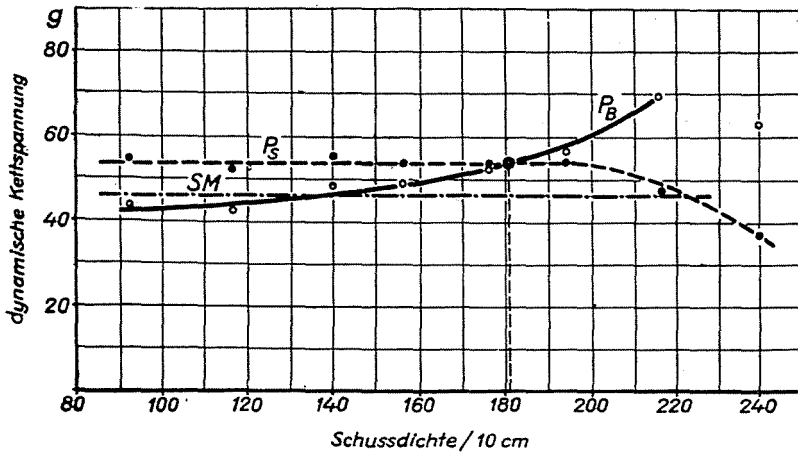


Abb. 17. Anschlagspannung und Offenfachspannung bei Veränderung der Schußdichte

in Bewegung kommt. Bei der Fachbildung auftretende Schwankungen der Kettenlänge werden durch die oszillierende Bewegung des Kettbaumes eliminiert. Die anlässlich der Fachbildung periodisch auftretenden Längenveränderungen betragen pro Umdrehung einige Millimeter, während sich das Gewebe bei der Warenaufwicklung nur mit dem Bruchteile eines Millimeters weiterbewegt. Die Kettbaumschwingung ergibt sich aus der Superposition dieser zwei Bewegungen.

Die Ursache der auftretenden Schwingungen, wie das JEDERAN [17, 18] nachgewiesen hat, ist in der Selbstsperre des Bremsstrickes zu suchen, und das Gleiten kann nur bei der Vorwärtsbewegung bzw. Vorwärtsdrehung des Kettbaumes erfolgen. Bei geringeren Einstellungsichten zeigt sich in den Oszillogrammen die Stelle des Gleitens durch die charakteristische Stelle des Schwingungsbildes zur Zeit der Fachöffnung.

Zufolge der sich bei Erhöhung der Schußdichte entwickelnden instabil dichten Gewebezone meldet sich der Blattanschlag in Form von Impulsen; mit der vorübergehenden Lockerung des fertigen Gewebes und mit der Erhöhung der Anschlagspannung kommt gleichzeitig auch die Kette in Bewegung. Der Impuls des Blattanschlages zwingt auch den Kettbaum durch das elastische Kettensystem zur Weiterdrehung. Das Entstehen einer instabilen Zone wird demnach durch das Erscheinen der bei der Fachbildung auf die Kettbaumschwingungen superponierten, durch den Anschlagsimpuls induzierten, sich rasch beruhigenden Schwingungen erwiesen.

Abbildung 17 beweist ferner, daß die Fachbildungsspannung trotz der Erhöhung des Anschlages und der Schußdichte konstant ist, u. zw. bis zu etwa  $S_v = 190-200/10$  cm Schußdichte. Die Verminderung der Fachbildungsspannung zeigt das Auftreten abnormaler Webebedingungen, nachdem sich — wie aus den Oszillogrammen feststellbar ist — im Abschnitt der Verringerung der Fachbildungsspannung die durch den Anschlagsimpuls induzierte, rasch gedämpfte Schwingung in der Kettbaumbewegung dominierend auswirkt und der Kettnachlaß sich auf den Augenblick des Anschlages verlagert. Im Versuchsfall tritt diese Erscheinung bei  $S_v = 190-200/10$  cm Schußdichte auf. Infolge der Zunahme der instabil dichten Gewebezone übersteigt in diesem Augenblick die Warenbewegung beim Anschlag die Größe der die Fachbildung begleitenden Änderung der Kettenlänge.

In diesem Falle wächst auch die Anschlagspannungsspitze in abnormaler Weise und da der Kettnachschub von der beim Anschlag vorgeschobenen Gewebelänge bestimmt wird, lockern sich während der Fachbildung die Kettfäden. Diese Erscheinung wird vom Aneinanderhaften der Kettfäden beim Fachwechsel und der Erhöhung der Kettfadenbrüche begleitet.

In Abb. 16 haben wir auch den für die Versuchsserie charakteristischen Wert  $SM = \text{const.}$  angegeben. Es kann festgestellt werden, daß bei Erhöhung der Schußdichte die Anschlagspannung das statische Maximum übertrifft.

Die höhere Spannung als das statische Maximum ist eine Folge der momentanen Beschleunigung des Kettbaumes und der Bremsgewichte — also eine dynamische Wirkung —, die durch die übrigen Parameter der Einstellung erheblich beeinflußt wird.

Aus obiger Zusammenfassung geht hervor, daß bei den gegebenen Einstellungsbedingungen der normale Webevorlauf bis zum Kettnachlaß beim Anschlag andauert. Beim Weben mit symmetrischem Fach fällt das Auftreten des Kettnachlasses mit der sogenannten *kritischen Dichte* zusammen, bei der die Anschlagspannung das Spannungsmaximum des Offenfaches erreicht (Abb. 17).

Bei dem gegebenen Kettensystem und den Einstellungsbedingungen wird die kritische Schußdichte durch das Optimum der typischen Spannungswerte charakterisiert. Bei Einstellungswerten unterhalb der kritischen Schußdichte ist der Wert des Spannungsmaximums des Offenfaches konstant und größer als die Anschlagspannung, was vom Standpunkte der Gewebebildung unnötige Überanspruchung verursacht. Zur Anwendung einer höheren als der kritischen Schußdichte sind die  $P_B > P_S$  Spannungen, die Verschiebung des Kettnachlasses von der Fachbildung auf die Stelle des Anschlages und die Abnahme des fachbildenden Spannungsmaximums charakteristisch.

#### 4. Die charakteristische Spannung. Die Zusammenhänge der statischen und dynamischen Spannung

Im Vorhergehenden haben wir bewiesen, daß bei Erhöhung der Gewebedichte die Anschlagspannung ( $P_B$ ) die Offenfachspannung ( $P_S$ ) bei der sogenannten kritischen Dichte erreicht, bei größeren Dichten dagegen dieselbe bedeutend übersteigt.

In der Praxis ist die Gewebedichte gegeben, deshalb muß das Optimum der Spannungswerte mittels der Stuhleinstellung und der Bremskraft (statisches Maximum) gesichert werden.

Wenn das Maximum der Anschlagspannung ( $P_B$ ) mit dem maximalen Wert der Fachspannung ( $P_S$ ) gleich wird, dann erfolgt das Weben unter optimalen Spannungsverhältnissen, wobei wir die Spannungswerte  $P_B = P_S$  als »charakteristische Spannung« bezeichnen.

Zur Darstellung der »charakteristischen Spannung« haben wir mit verschiedenen statischen Höchstwerten (durch Änderung der Bremshebellänge) Versuche durchgeführt. Die sonstige Einstellungscharakteristik, also die Schußdichte ( $S_v = 194/10$  cm) und die Fachasymmetrie ( $\delta = 8^\circ$ ), blieben unverändert. Die durch die Auswertung der Spannungs-Oszillogramme erhaltenen Spannungswerte zeigt Abb. 18.

Auf Grund der Meßresultate kann folgendes festgestellt werden :



Bei den gegebenen Einstellungsparametern ist das Maximum der dynamischen Spannungen mit dem SM nicht proportional. Die Änderung der Fachspannung wird durch die Funktion

$$P_S = \frac{1}{25} (SM - 20)^2 + 3$$

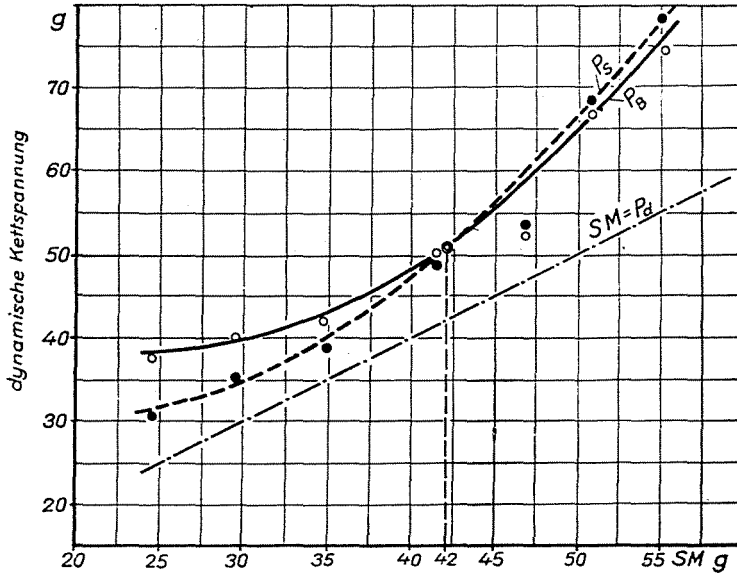


Abb. 18. Zusammenhänge der Kettenspannung und des SM Wertes

gekennzeichnet, das Anschlagmaximum jedoch im gegebenen Falle :

$$P_B = \frac{1}{23,7} (SM - 25)^2 + 38.$$

Demnach besteht zwischen der dynamischen Spannung und dem statischen Maximum ein quadratischer Zusammenhang, was auf die Masseneinwirkung der Bremsvorrichtung hinweist. Insofern wir das SM mit der gleichzeitigen Änderung beider Parameter der Bremskraft (Gewicht, Hebellänge) einstellen, ergeben die Spannungen selbstverständlich einen anderen Zusammenhang.

Aus Abb. 18 kann festgestellt werden, daß das Anschlagspannungsmaximum  $P_B$  anfangs größer, bald jedoch kleiner wird als das Spannungsmaximum  $P_S$ . Beide Spannungswerte sind bei dem vorherbestimmten Wert der »charakteristischen Spannung« identisch.

Den Webeverlauf unterhalb der »charakteristischen Spannung« kennzeichnet die sogenannte »lockere Kette«. Bei lockerer Kette — wie aus den Oszillo-

grammen der Messungen festzustellen ist — erfolgt der Kettnachlaß, infolge der vergrößerten instabilen Zone, beim Blattanschlag.

Wenn das eingestellte SM gegenüber dem zur charakteristischen Spannung gehörenden SM größer ist, so zeigen die Oszillogramme den relativen Rückgang der Anschlagspitzenspannung, und der Kettnachlaß tritt bei der Fachbildung ein. Letzteres ist der Fall der sogenannten »gespannten Kette«, weil die Beanspruchung der Kette während der Fachbildung unnötigerweise ansteigt.

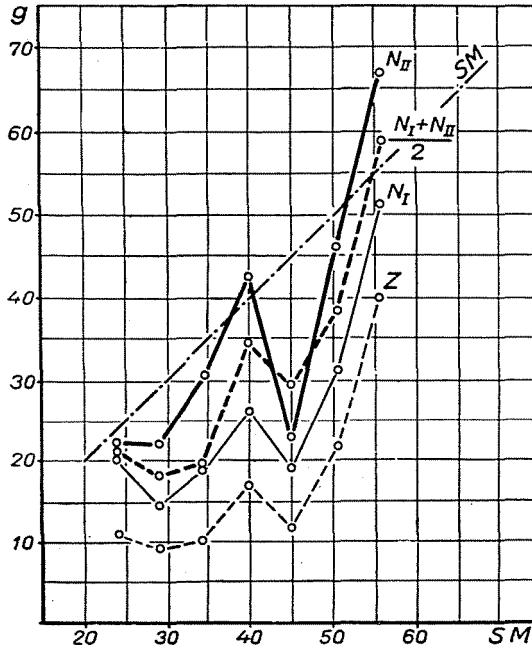


Abb. 19. Zusammenhänge der statischen Spannungen und SM

Abbildung 19 zeigt die gemessenen statischen Spannungen, die vom SM abhängen, am ruhenden Webstuhl.

Aus der Abbildung geht hervor, daß zwischen der gemessenen statischen Spannung und dem errechneten statischen Maximum die zu erwartende gute Korrelation nicht besteht.

Die gemessenen statischen Spannungen sind im allgemeinen geringer als das rechnerisch feststellbare, im Moment des Gleitens des Bremsseiles auftretende statische Maximum (SM).

Auf die Ursachen des Fehlens einer guten Korrelation zwischen dem errechneten SM und den gemessenen statischen Spannungen hat JEDERAN [18] hingewiesen. Die am ruhenden Webstuhle meßbaren statischen Spannungen bestimmen die auf den Kettbaum wirkenden Kräfte des Bremsseiles, deren Größe

davon abhängt, in welchem Zeitpunkt der Kettenschlag vor dem Moment des Stillstandes erfolgte. Infolgedessen ist die gemessene statische Spannung auch aus diesem Grunde nicht maßgebend für die wirkliche Inanspruchnahme der Kette. Die gemessene statische Spannung ist eine Folge des — beim Anhalten des Webstuhles sich bildenden — vorher unbestimmbaren Zustandes, und kann mit dem Wert SM — welcher im Grenzzustande des Kettbaumgleitens auftritt — nur zufällig übereinstimmen.

Obige Analyse der Spannungswerte weist darauf hin, daß auf Grund des SM-Wertes die auf die tatsächliche Inanspruchnahme der Kettfäden bezüglichen Folgerungen unbegründet sind und keine Orientierung bieten (da meistens dynamische Einwirkungen die Beanspruchung bestimmen). Das statische Maximum ist demnach nur ein der Fachasymmetrie und dem Fachverschlus ähnliches Einstellungsparameter und kann den Spannungszustand allein nicht bestimmen.

Deshalb betrachten wir im weiteren Verlauf der Auswertung der dynamischen Spannungen das SM nur als ein dem obigen Sinne entsprechendes Einstellungsparameter.

### 5. Die Wirkung des Fachverschlusses auf die Anschlagspannung

Die Wirkung des Fachverschlusses in Bezug auf Entwicklung und Größe der instabilen Zone haben wir bereits analysiert. Die prinzipiellen Zusammenhänge zwischen der instabilen Zone und der Schußdichte haben bewiesen, daß die spontan stabilisierende Schußdichtezone der Gewebe durch die Vergrößerung des Ausschlagsfachwinkels erweitert werden kann (Abb. 15).

Bei Herstellung dichter Gewebe verweisen die Meßergebnisse auf die ausschlaggebende dynamische Rolle des Fachverschlusses.

Zum Studium der Wirkung des Fachverschlusses haben wir Versuche am asymmetrischen Fach ( $\delta = 6^\circ$ ) mit SM = 62 g/Faden und  $S_v = 210/10$  cm Schußdichte vorgenommen. Abbildung 20 zeigt die Resultate der Meßserie in der Funktion des Fachverschlusses, Abb. 21 stellt die Oszillogramme der Meßreihe dar (wobei  $\delta$  den Fachverschlus in Graden bedeutet).

Aus den Oszillogrammen und der Gestaltung der Anschlagspannungen  $P_B$  kann folgendes festgestellt werden:

Beim asymmetrischen Fach ist das Oberfach bei Fachbildung schlaffer und  $P_B$  zeigt bei dem mit dem Anschlag zusammenfallenden Fachschluß ein übermäßiges Anschlagmaximum. Bei Vergrößerung des Fachverschlusses zeigt das Maximum  $P_B$  des schlafferen Oberfaches einen linearen Rückgang, was wir bei unseren mit symmetrischem Fach durchgeführten Versuchen ebenfalls eindeutig beobachtet haben. Im gespannteren Unterfach erreicht die auftretende Anschlagsspitze  $P_B$  nicht die Anschlagspannungswerte des schlafferen Oberfaches.

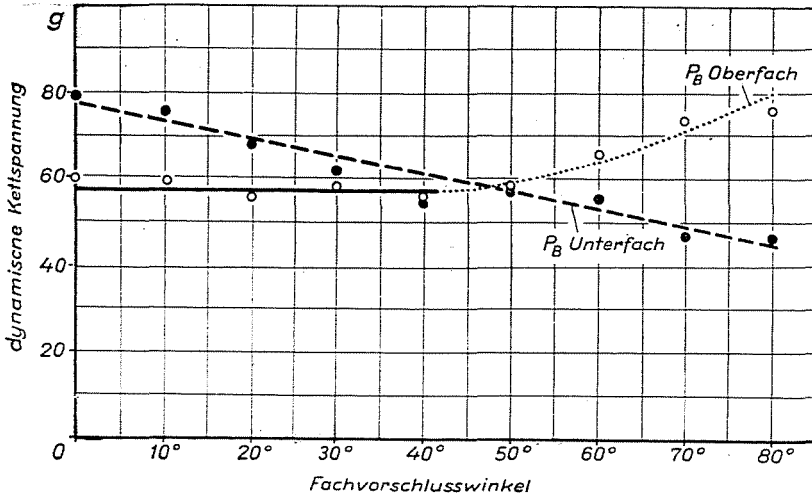


Abb. 20. Zusammenhang zwischen Anschlagspannung und Fachverschlusswinkel beim symmetrischen Fach

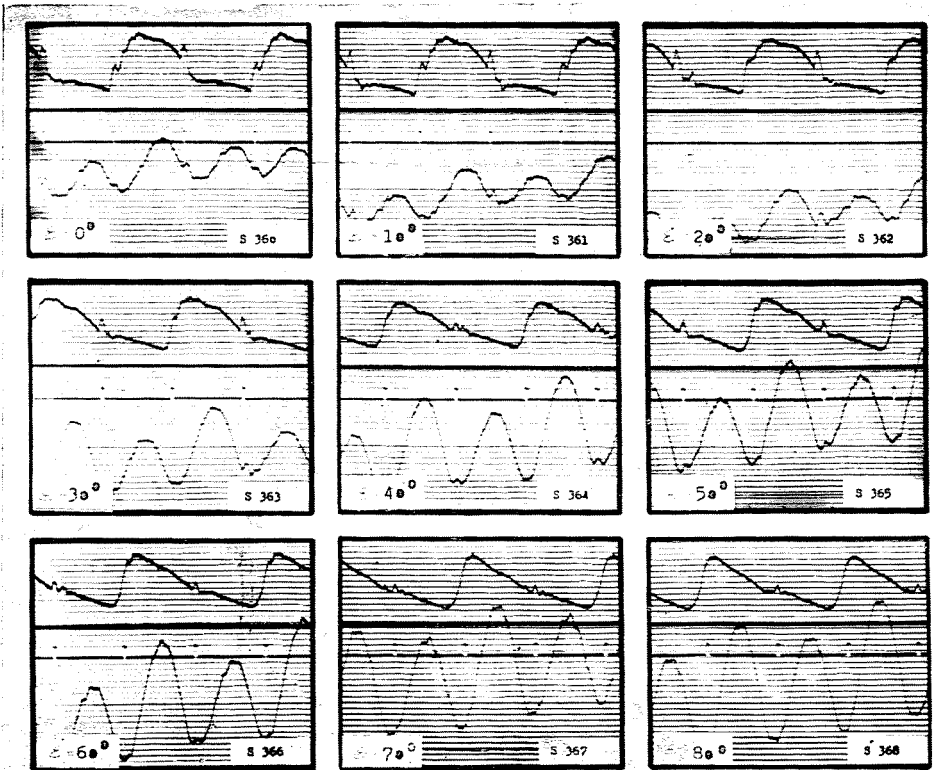


Abb. 21. Oszillogramme bei Änderung des Fachverschlusswinkels

Mit der Vergrößerung des Fachvorschlusses ist im gespannteren Fachteile die (auf die höhere Spannungswelle superponierte) Anschlagsspitze nur bis zu etwa  $40-45^\circ$  Fachverschluß bemerkbar. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß sich die Anschlagstelle mit der Vergrößerung des Fachvorschlusses vom Spannungsminimum des Geschlossenfaches fortlaufend auf die anwachsende Spannungswelle des Offenfaches verlagert. Die Anschlagspannungswerte  $P_B$  des Unterfaches sind mit der Vergrößerung des Fachvorschlusses bis zu etwa  $45^\circ$  konstant; später verschwindet die Anschlagspannungsspitze und an der Anschlagstelle zeigen sich bei den Werten des in Abb. 20 mit punktierter Linie gekennzeichneten Fachvorschlusses nur die Spannungswerte des Fachöffnens.

Auf Grund des Gesagten kann die vermindernde Wirkung der Fachverschlußerhöhung auf die Anschlagspannung festgestellt werden.

Die Ursache der Verminderung der Anschlagspannung ist die mit dem Fachverschluß proportional abnehmende Größe der instabilen Zone.

Die Vergrößerung des Fachvorschlusses, welche die Verringerung der instabilen Zone bzw. die Bewegung des Gewebes begleitet, hat auch WLASOW [5] nachgewiesen. Laut seiner Ergebnisse vermindert sich bei der Verkleinerung der instabilen Zone auch die Anzahl der Fadenbrüche, woraus auf die günstigen Webebedingungen geschlossen werden kann, die auch wir nachweisen konnten.

Das Entstehen der Gewebebewegung in Form von Anschlagspannungsimpulsen übt eine dynamische Rückwirkung auf den Kettbaum aus. Beim Fachschluß, der mit dem Blattanschlag zusammenfällt, wirkt der Anschlagspannungsimpuls in Gegenphase mit der Schwingung des Kettbaumes und ist in Abb. 21 in Form von rasch gedämpften, auf die Kettbaumbewegungen superponierten Schwingungen beobachtbar.

Bei der Vergrößerung des Fachvorschlusses verschiebt sich der Anschlagsimpuls auf die vorschwingende Halbwelle der Kettbaumbewegung und verschwindet ungefähr bei jenem Fachschlußwinkel, bei dem auch die Anschlagspannungsspitze des stärker gespannten Fachteiles verschwindet. Bei dieser Facheinstellung verringert sich die Bewegung des Warenendes und die diese Bewegung hauptsächlich hervorrufende instabile Zone auf einen derart geringen Wert, daß sich deren Wirkung in den vorhererwähnten impulsartigen, rasch abnehmenden Schwingungen des Kettbaumes nicht zeigt.

Mit der Vergrößerung des Fachvorschlusses wirkt der auf die fachöffnende Halbwelle der Kettbaumschwingung verschobene Anschlagsimpuls mit der Kettbaumschwingung gleicher Phase und erhöht die Amplitude derselben.

Unsere Versuche hinsichtlich der Veränderung des Fachvorschlusses wurden bei konstanter Warendichte durchgeführt. Auf die bedeutende Wirkung des Fachvorschlusses weisen unsere mit Veränderung der Schußdichte vorgenommenen Versuche hin. Die Untersuchungen beweisen, daß der Fachverschluß die Veränderung der, für den Webeverlauf charakteristischen Anschlag- und

Offenfach-Spannungshöchstwerte von allen Parametern am stärksten beeinflußt.

Die Wirkung des Fachvorschlusses bei verschiedenen Schußdichten haben wir durch den Vergleich der Resultate der Versuchsserie V. 160 und V 168 analysiert; die Versuche wurden mit asymmetrischem Fach ( $\delta = 6^\circ$ ) und mit dem Blattanschlag zusammenfallendem Fachvorschluß ( $\varepsilon = 0$ ), im Falle der Meßserie V. 168 jedoch bei  $\varepsilon = 80^\circ$  Fachvorschluß durchgeführt.

Die Werte  $P_B$  und  $P_S$  beider Versuchsserien sind in der Funktion der Schußdichte in Abb. 22 angegeben.

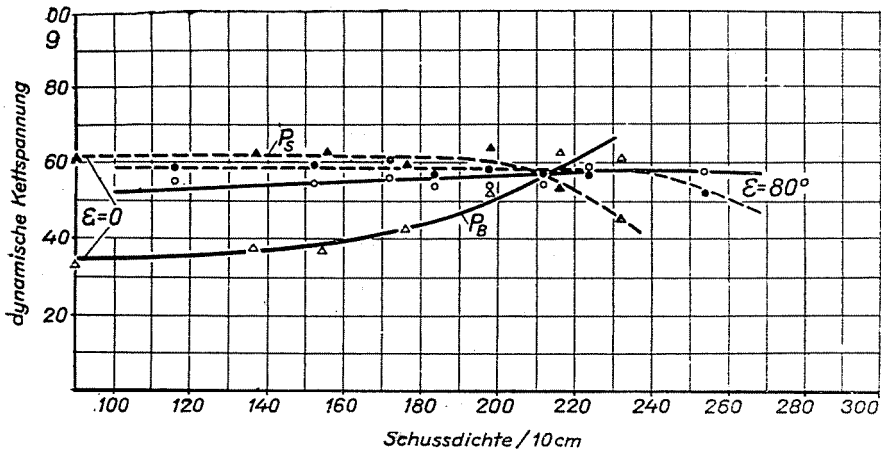


Abb. 22. Zusammenhang zwischen Spannungen und Fachvorschluß beim asymmetrischen Fach

Aus Abb. 22 kann festgestellt werden, daß bei dem mit dem Anschlag zusammenfallenden Fachschluß ( $\varepsilon = 0$ ) die maximale Spannung des Offenfaches bis zu der kritischen Dichte konstant ist. Das Anwachsen des Anschlagspannungsmaximums bei Erhöhung der Schußdichte zeigt einen parabolischen Charakter.

Beim Fachvorschluß  $\varepsilon = 80^\circ$  zeigen die fachbildenden Spannungsmaxima einen mit den  $\varepsilon = 0$  Umständen ähnlichen Zusammenhang. Im Gegensatz hierzu erreicht das Spannungsmaximum des Anschlags bei der kritischen Dichte den Höchstwert und ist bei höheren Schußdichten konstant.

Der Fachvorschluß beeinflusst demnach entscheidend den Charakter der Änderungen des Anschlagspannungsmaximums. Seine Ursache kann mit Folgendem erklärt werden:

Beim Fachvorschluß  $\varepsilon = 0$  superponiert sich der Anschlagspannungsimpuls auf das Minimum der Spannungswelle. Der Spannungsimpuls wirkt in zur Kettbaumschwingung entgegengesetzter Phase, demnach sichern die aus der vorübergehenden Beschleunigung des Kettbaumes stammenden Massenkkräfte die Anschlagspannung. Solange der Anschlagsimpuls sich nur als eine

sekundäre Erscheinung auf die Grundschwingung des Kettbaumes superponiert, beeinflußt der Anschlag die Spannungsverhältnisse der Fachbildung nicht.

Bei der Vergrößerung des Fachvorschlusses verschiebt sich der Anschlagsspannungsimpuls auf den anwachsenden Spannungsabschnitt der Spannungswelle.

Diese Erscheinung erklärt die in Abb. 22 dargestellten Verhältnisse, wonach zwischen  $S_v = 100-180/10$  cm

$$P_{B(\varepsilon=80^\circ)} > P_{B(\varepsilon=0^\circ)}$$

ist. Wenn die Schußdichte  $S_v > 210/10$  cm ist, so ist

$$P_{B(\varepsilon=0^\circ)} \gg P_{B(\varepsilon=80^\circ)},$$

was mit dem über die Verringerung der Anschlagsspannung Gesagten übereinstimmt. Der andere charakteristische Zusammenhang in der Abbildung besteht darin, daß bei  $S_v > 240/10$  cm

$$P_{B(\varepsilon=80^\circ)} \rightarrow \text{const.},$$

was damit erklärt werden kann, daß unter den gegebenen Umständen anlässlich der Erhöhung der Schußdichte die Deformationsarbeit des Anschlages zwar notwendigerweise ansteigt, die gesteigerte Vorwärtsbewegung des Warenendes jedoch auch den Weg dieser Arbeit verlängert und daher  $P_B$  nicht zunimmt.

Bei größeren Schußdichten beeinflußt die Vergrößerung des Fachvorschlusses den Charakter der Änderung des Fachbildungsmaximums nicht (Abb. 22). Das Fachbildungsmaximum ist bis zur kritischen Schußdichte konstant, sinkt aber später infolge der bereits erwähnten Erscheinung des Kettnachlasses beim Anschlag.

## 6. Die Wirkung der Fachasymmetrie auf die Kettspannung

Zwecks Feststellung der zwischen der Fachasymmetrie und der Kettspannung bestehenden Zusammenhänge haben wir Versuche bei  $\varepsilon = 80^\circ$  Fachvorschuß und mit den aus Abb. 4 ersichtlichen Fachdimensionen bei Veränderung des Bruchwinkels  $\delta$  der Kettenebene durchgeführt. Das Einstellungsparameter  $\delta$  ist die Grundlage der Schablonierung und charakteristisch für die Fachasymmetrie.

In Tab. I haben wir die Spannungswerte der bei  $S_v = 200/10$  cm Schußdichte aufgenommenen Oszillogramme des Unter- und Oberfaches dargestellt.

Tabelle I

| $\delta$ | Versuchs-<br>bezeichnung<br>Nr. | SM   | Dynamische Spannung<br>g/Faden |       |           | Spannungsamplitude |       |     |
|----------|---------------------------------|------|--------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------|-----|
|          |                                 |      | $P_B$                          | $P_S$ | $P_{min}$ | g/Faden            | %     |     |
| 0°       | V. 2085.                        | 46,0 | 62,1                           | 58,1  | 40,7      | 19,5               | 100   |     |
|          |                                 |      | 57,0                           | 50,8  | 38,2      |                    |       |     |
| 2°       | V. 2285.                        |      | 64,8                           | 65,8  | 28,9      | 40,2               | 202   |     |
|          |                                 |      | 44,8                           | 36,3  | 25,6      |                    |       |     |
| 4°       | V. 2483.                        |      | 72,0                           | 74,8  | 38,4      | 48,3               | 242   |     |
|          |                                 |      | 45,9                           | 36,9  | 26,5      |                    |       |     |
| 6°       | V. 2683.                        |      | 76,8                           | 74,0  | 31,2      | 60,6               | 305   |     |
|          |                                 |      | 37,1                           | 24,5  | 13,4      |                    |       |     |
| 0°       | V. 3086.                        |      | 62,0                           | 71,5  | 70,0      | 50,8               | 23,3  | 100 |
|          |                                 |      |                                | 66,0  | 60,8      | 46,7               |       |     |
| 2°       | V. 3286.                        | 75,5 |                                | 75,2  | 60,0      | 32,9               | 141,5 |     |
|          |                                 | 64,1 |                                | 56,6  | 41,5      |                    |       |     |
| 4°       | V. 3486.                        | 78,5 |                                | 82,5  | 49,5      | 42,8               | 183,6 |     |
|          |                                 | 62,5 |                                | 57,1  | 39,7      |                    |       |     |
| 6°       | V. 3686.                        | 85,1 |                                | 87,2  | 44,4      | 50,1               | 215   |     |
|          |                                 | 59,5 |                                | 55,4  | 37,1      |                    |       |     |

Wie aus obigen Ergebnissen festgestellt werden kann, zeigt sich die Wirkung der Fachasymmetrie vor allem in der Zunahme der dynamischen Spannungsunterschiede der beiden Fachteile. Bei zunehmender Fachasymmetrie erhöht sich die Spannungsamplitude. Der zwischen der Fachasymmetrie und Spannungsamplitude bestehende Zusammenhang ist annähernd linear. Bei den angewandten Versuchsbedingungen wächst die Fachspannungsamplitude auf die Einwirkung einer Fachasymmetrie von  $\delta = 0$  bis  $6^\circ$  — von SM abhängig — auf das Zwei- bis Dreifache.

Aus Tab. I kann auch die bedeutende, spannungserhöhende Wirkung der Fachasymmetrie festgestellt werden. Wenn wir die maximalen Fachspannungen des symmetrischen Faches als Basis nehmen, so ergeben dank der Einwirkung der Fachasymmetrie laut Tab. II die absoluten Fachspannungen folgende Ergebnisse:



Tabelle II

| SM   |    |     | $\delta = 0^\circ$ | $2^\circ$ | $4^\circ$ | $6^\circ$ |
|------|----|-----|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| 46 g | Ps | I.  | 100%               | 113,0%    | 128,6%    | 128,0%    |
|      |    | II. | 100%               | 71,5%     | 72,7%     | 48,3%     |
| 62 g | Ps | I.  | 100%               | 107,2%    | 118,0%    | 124,6%    |
|      |    | II. | 100%               | 93,2%     | 94,0%     | 91,1%     |

Aus den Daten der Tab. II ist festzustellen, daß bei unseren Versuchsbedingungen die Wirkung der Fachasymmetrie  $\delta = 6^\circ$  in der maximalen Spannung des strafferen Fachteiles (I) eine Zunahme von 25 bis 30% ergibt, während sich die maximale Spannung des lockeren Fachteiles (II), vom SM abhängig, auch um 10—50% verringern kann. *Den Grenzfall der Fachasymmetrie bestimmt die zulässige kleinste Spannung des lockeren Fachteiles ( $P_{\min}$ )*. Sie beträgt im gegebenen Falle ungefähr  $\delta = 6^\circ$ . Infolge der Spannungsverminderung und der unvollkommenen Teilung der Kettfäden steigt bei größerer Fachasymmetrie die Zahl der Fadenbrüche sprunghaft an.

Obige Ausführungen analysieren die spannungserhöhende Wirkung der Fachasymmetrie. Aus den in Tab. I angegebenen Meßergebnissen kann die die Anschlagspannung verringernde vorteilhafte Wirkung der Fachasymmetrie nicht festgestellt werden, da infolge der Versuchsbedingungen (geringe Schußdichte) die Anschlagspannung in dem stärker gespannten Fachteile nicht zu bemerken ist.

#### IV. Zusammenhänge zwischen Garneigenschaften und Einstellungsparametern

Die große Anzahl der Einstellungsparameter des Webstuhles, ferner der Mangel entsprechender Methoden und Kenntnisse über die Zusammenhänge dieser Faktoren haben bisher die theoretische Annäherung der Frage der richtigen Webstuhleinstellung nicht ermöglicht.

Im folgenden versuchen wir mit Hilfe des Begriffes »kritische Dichte« und der als die optimale Beanspruchung betrachtete »charakteristische Spannung«, die theoretischen Grundlagen der Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften des Garnes und Einstellungsparametern des Webstuhles eindeutig zu bestimmen. Die Messung der dynamischen Beanspruchungen ist eine unerläßliche Bedingung zur Klärung der Zusammenhänge obiger Parameter des Webevorganges, weil die von den Einstellungsparametern abhängige »kritische

Dichte« und »charakteristische Spannung« für die dynamischen Beanspruchungen kennzeichnend sind.

Die vom Standpunkt der Auswahl richtiger Einstellungsparameter zu berücksichtigenden Garneigenschaften sind:

1. Die zulässige, höchste Beanspruchung des Garnes, wodurch auch das anwendbare »charakteristische Spannungsmaximum« determiniert wird;

2. die durch die Oberflächenbeschaffenheit des Garnes bestimmte, während des Webens anwendbare *geringste Spannung*, welche zur Verhinderung des Aneinanderhaftens der Kettfäden beim Fachwechsel erforderlich ist.

Zur Feststellung der Zusammenhänge zwischen den Garneigenschaften haben wir viele Versuchsserien mit verschiedenen SM Werten, bei gleichzeitiger Veränderung der Fachasymmetrie ( $\delta$ ) sowie der Schußdichte ( $S_v$ ) (mit konstantem Fachvorschuß  $\varepsilon = 80^\circ$ ) durchgeführt. Aus den aufgenommenen Oszillogrammen haben wir außer den Anschlag- und Offenfach-Höchstwerten auch die niedrigsten Spannungen festgestellt.

Aus den Meßergebnissen kann die — vom Standpunkt der Webemöglichkeit — günstige Wirkung der mit Fachvorschuß gleichzeitig angewandten Fachasymmetrie festgestellt werden. Es ist ersichtlich, daß

1. sich bei bestimmten SM und Einstellungsbedingungen sowie bei Vergrößerung der Fachasymmetrie die kritische Dichte — wo die Anschlag- und Fachspannungshöchstwerte übereinstimmen — in der Richtung der größeren Dichten verschiebt, demnach bietet die Vergrößerung der Fachasymmetrie bei gleicher Webstuhleinstellung günstige Webebedingungen zur Herstellung von Geweben mit höherer Dichte. Diese Tatsache weist darauf hin, daß der Anschlagwiderstand im Verhältnis zur Fachasymmetrie zurückgeht bzw. daß sich die günstige Wirkung der in der Praxis angewandten Fachasymmetrie in der Verringerung des Anschlagwiderstandes bemerkbar macht.

2. Infolge Einwirkung der Erhöhung des SM verschiebt sich bei gleicher Fachasymmetrie die kritische Schußdichte ebenfalls nach der größeren Dichte hin.

3. Eine die Spannungsamplitude erhöhende Wirkung der Fachasymmetrie kann beobachtet werden, welche die mit der Fachasymmetrie proportionale Verringerung des Spannungsmaximums begleitet.

Die minimalen Fachspannungen beschränken jedoch die anwendbare Fachasymmetrie, da die allzu geringen Fachspannungen bei der Fachbildung die entsprechende Teilung der Kettfäden nicht sichern, besonders dann nicht, wenn die Kettenschlichtung unvollkommen ist oder bei rauherer Fadenoberfläche; in beiden Fällen steigt dann die Anzahl der Fadenbrüche.

Wir haben die Spannungswerte  $P_B, P_S, P_m$  in der Funktion verschiedener Schußdichten veranschaulicht bzw. die für die gegebenen Parameter charakteristische kritische Dichte sowie die zur kritischen Dichte gehörenden »charakteristischen« ( $P_B = P_S$ ) und »minimalen Spannungen« ( $P_m$ ) festgestellt. Die zusammengehörenden Werte zeigt Tab. III.

Tabelle III

| SM |                  | $\delta = 0^\circ$ | $2^\circ$ | $4^\circ$ | $6^\circ$ |
|----|------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| 36 | kritische Dichte | 162                | 194       | 216       | 234       |
|    | $P_S = P_B$      | 42                 | 52        | 53        | 58        |
|    | $P_m$            | 19                 | 19        | 9         | 8         |
| 46 | kritische Dichte | 176                | 260       | 225       | 240       |
|    | $P_S = P_B$      | 61                 | 66        | 72,5      | 76,5      |
|    | $P_m$            | 37                 | 28        | 22        | 12        |
| 62 | kritische Dichte | 185                | 207       | 230       | 245       |
|    | $P_S = P_B$      | 71,5               | 75,5      | 80        | 83,5      |
|    | $P_m$            | 50                 | 45        | 37        | 32        |

Auf Grund der Tabelle III haben wir zwecks weiterer Schlußfolgerungen zur Abbildung 23 die Zusammenhänge der minimalen Spannung  $P_m$  mittels der  $\delta = \text{konst.}$  und  $SM = \text{konst.}$  Kurvenschar dargestellt. In Abbildung 24 zeigt die Kurvenschar  $SM = \text{konst.}$  (isotensische) und  $\delta = \text{konst.}$  (isokline) die zwischen der charakteristischen Spannung, der kritischen Dichte und den Einstellungsparametern bestehenden Zusammenhänge.

Die isotensischen Kurven verbinden die durch die Konstante  $SM$  und die veränderliche Fachasymmetrie ( $\delta$ ), die isoklinen Diagramme jedoch die durch die konstante Fachasymmetrie und veränderlichen  $SM$  Werte bestimmten »kritischen Dichten«.

Die isotensischen und isoklinen Kurven bestimmen jedoch noch nicht eindeutig die optimalen Webebedingungen. Die in beiden Diagrammsätzen festgelegten Bedingungen würden auch bei höherer Schußdichte ein niedriges Niveau der notwendigen  $SM$  Werte gestatten, falls eine entsprechende Fachasymmetrie angewendet wird. Die Vergrößerung der Fachasymmetrie bedeutet jedoch nur dann einen Vorteil, wenn die minimale Fadenspannung größer bleibt als die obengeschilderte, von der Garnoberfläche bestimmte minimale Spannung.

Falls die minimale Fachspannung unter diesem Wert liegt, so tritt beim Fachöffnen das Aneinanderhaften der Kettfäden und eine Zunahme der Fadenbrüche ein. Die Zusammenhänge der minimalen Fachspannung der Abb. 23 benützend, können daher die gleiche minimale Fachspannung sichernden Einstellungspunkte in dem isotensischen Diagramm in der Form des  $P_m = \text{konst.}$  Kurvenscharen bestimmt werden.

Das so konstruierte, 5 Parameter zusammenfassende Diagramm ist zur Bestimmung der Einstellungsparameter geeignet.

Auf die Wichtigkeit der minimalen Fachspannung haben wir bereits hingewiesen. Die minimale Fachspannung ist von der Garnqualität abhängig.

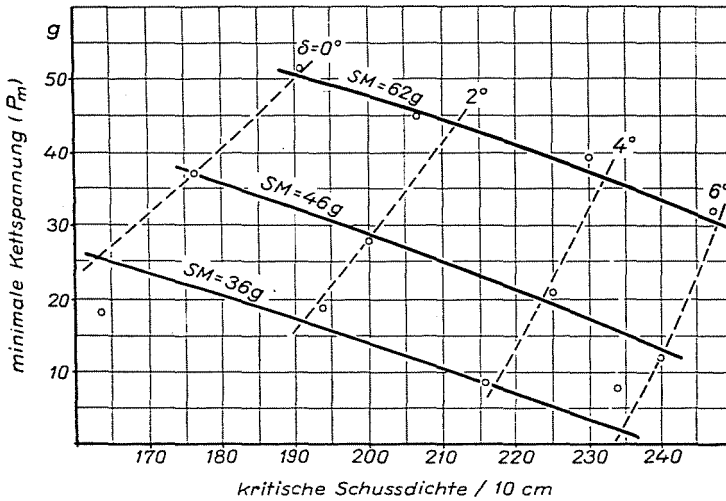


Abb. 23. Zusammenhang zwischen kritischer Dichte, Fachasymmetrie und SM

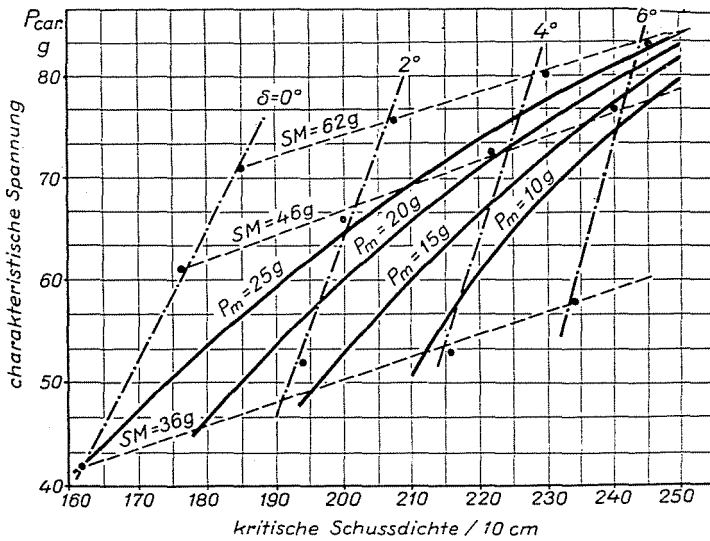


Abb. 24. Zusammenhang zwischen kritischer Dichte, Fachasymmetrie, SM, charakteristischer Spannung und geringster Spannung

Bei gut beschichtetem, gleichmäßigem Garn kann die minimale Fachspannung geringer sein als bei rauhem Garn oder bei nicht entsprechend geschlichteter Kette.

Zu obigen Überlegungen kann noch der Einfluß des Neigungswinkels des schwingenden Streichbaumes hinzugefügt werden. Es ist bekannt, daß sich bei dichten Geweben der Neigungswinkel des schwingenden Streichbaumes verringert. Die Wirkung desselben zeigt sich sowohl in der Abnahme des Kett-nachlasses als auch in der Änderung der Fachasymmetrie. Die Verringerung des Kett-nachlasses zeigt sich im Ansteigen der Spannungswerte, und das gleichzeitige Anwachsen der maximalen und minimalen Fachspannungen ermöglicht die Erzielung einer größeren kritischen Dichte bei gleicher Bremskraft oder, bei gleichen Dichteverhältnissen, die Verringerung des statischen Maximums. Die Verringerung des Neigungswinkels des Streichbaumes erweist sich jedoch nur bei dichten Geweben bzw. dort als angebracht, wo sich eine nennenswerte Anschlagspannungsspitze bemerkbar macht, weil sonst die Fachbildungs-spannungen unnötigerweise ansteigen.

### Schlußfolgerungen

1) Die Wirkung der Fachasymmetrie zeigt sich vor allem in der Zunahme der Spannungsamplitude der maximalen Fachspannungen. Bei niedrigen Anschlagspannungen ist die Fachasymmetrie schädlich, weil sie die die Fachbildung begleitenden Spannungsamplituden sowie die maximale Fachspannung unnötigerweise erhöht.

Wie bekannt, wendet man die Fachasymmetrie nicht nur bei dichten Geweben an — bei denen die Verbesserung der Anschlagsumstände dies rechtfertigt —, sondern auch bei lockeren und leichten Geweben. Besonders häufig wird die Fachasymmetrie bei der Herstellung leichter Baumwollgewebe angewendet, um die Blattstreifigkeit zu vermeiden.

Im letzten Falle ist es nicht zweckmäßig, vom symmetrischen Fach in größerem Maße als unbedingt notwendig abzuweichen, da sonst die Zahl der Fadenbrüche zunimmt.

2) Abb. 24 sowie die diesbezüglichen Erwägungen bilden grundlegende Zusammenhänge der Webereitechnologie, da es gelungen ist, die Beziehungen (mit dynamischen Messungen bestimmbare Zusammenhänge) zwischen den Eigenschaften der Garne und den Einstellungsparametern des Webstuhles (Schußdichte, Fachasymmetrie, statisches Maximum) zu bestimmen.

Mit Hilfe der Zusammenhänge der Diagramme bestimmen die Parameter des Garnes — die durch die Beschaffenheit der Garnoberfläche festgestellte minimale Spannung und das Maximum der Beanspruchungsmöglichkeit, welcher Wert gleichzeitig auch das Maximum der »charakteristischen Spannung« bildet — *die maximale Dichte, die mit diesem Garn erreichbar ist*. Beim Weben mit geringerer Dichte als der kritischen können das vom Webestandpunkt aus erreichbare günstigste statische Maximum, die Fachasymmetrie und die für die Bean-

sprechung des Garnes »charakteristische Spannung« also die Einstellungsparameter des Webstuhles festgestellt werden.

### Zusammenfassung

Durch die Analyse der Kettfadenspannung-Oszillogramme wurden neue Begriffe: »kritische Dichte«, »charakteristische Spannung« und »minimale Spannung« bestimmt. Auf Grund der erhaltenen dynamischen Kettspannungswerte sind Zusammenhänge zwischen den webtechnologischen Parametern »statisches Maximum«, »charakteristische Spannung«, »Fachvorschlufwinkel« und »Fachasymmetrie« festgestellt.

### Bezeichnungen

|               |  |
|---------------|--|
| $P_m$         | = gemessene Kettspannung   |
| $P_c$         | = tatsächliche Kettspannung  |
| $c_r$         | = Federkonstante des Meßelementes                                    |
| $P_0$         | = Durchschnitt der ausgeglichenen Spannungen                         |
| $\theta$      | = in den Schüssen ausgedrückte Zeitkonstante                         |
| $v$           | = Anzahl der Schüsse   |
| $P_B$         | = Anschlagspannung   |
| $c_f$         | = Federkonstante des Kettgarnes                                      |
| $\Delta P$    | = absolute Abweichung zwischen gemessener und tatsächlicher Spannung |
| $\psi$        | = Charakteristik des Meßsystems                                      |
| $z$           | = Anzahl der gemessenen Fäden  |
| $S$           | = statistische Sicherheit  |
| $s$           | = Durchschnittsstreuung  |
| $N$           | = statische Spannung   |
| $P$           | = Kettspannung   |
| $P_s$         | = Offenfachspannungsmaximum  |
| $P_m$         | = Offenfachspannungsminimum  |
| $K$           | = relative Gewebedichte  |
| $S_v$         | = Schußdichte  |
| $SM$          | = statisches Spannungsmaximum (berechnet aus dem Bremssystem)        |
| $\delta$      | = Fachasymmetrie   |
| $\varepsilon$ | = Fachvorschluf  |

### Schrifttum

1. KELEN, I.: Pamutfonalak irezése (Über das Schlichten von Baumwollgarnen). Manuskript. Technische Hochschule, Lehrstuhl für Textiltechnologie, Budapest.
2. SINGER, I.: A lánoszakadások elemzése (Analyse der Kettfadenbrüche). Manuskript. Betriebsforschung der Goldberger Textilwerke, Budapest.
3. ZILAHÍ, M.: A lánzfonalak dinamikus feszültsége (Dynamische Spannungen der Kettfäden). Magy. Textiltechnika, II, 334 (1953).
4. STEIN, F.: Einbindungsvorgänge in tuchbindigen Kunstseidengeweben. Diss. T. H. Stuttgart (1926).
5. OWEN, A. E.: The Tension in a Single Warp Thread During Plain Weaving. J. Text. Inst. 19, T. 365 (1928).
6. WŁASSOW, P. W.—ROSANOW, T. M. (Власов П. В.—Розанов, Т. М.): Нормализация процесса ткачества. Москва, Гизлегпром (1952).
7. KELLER, H.: Messung der Kettspannung beim Weben. Diss. ETH., Zürich (1943).
8. CHAMBERLAIN, N. H.—SNOWDEN, D. C.: Loom Study by Means of the Cathode Ray Oscillograph. J. Text. Inst. 39, T. 23 (1948).

9. Messungen am Webstuhl. I. Mitteilungen aus dem Laboratorium für textile Meßtechnik, M. Gladbach u. dem Techn. Wissenschaftl. Büro für die Bastfaserindustrie, Bielefeld. Text. Praxis, Jg. 9, S. 841 (1954).
10. Messungen am Webstuhl. II. Text. Praxis, Jg. 9, S. 934 (1954).
11. FRENZEL, W.—MARTIN, H.: Kettfadenbeanspruchungen und Schafsbewegung am Webstuhl. Faserforschung und Textiltechnik, Jg. 4, S. 319 (1953).
12. ZILAHÍ, M.: Eljárás a szálanyagok rugalmassági modulusának meghatározására (Verfahren zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls von Faserstoffen). (Im Druck.)
13. GRAF, N.—HONNING, H. J.: Statistische Methoden bei textilen Untersuchungen, Berlin—Göttingen—Heidelberg, Springer Verlag (1952).
14. KOLESNIKOW, P. A.: Vorrichtung zum Messen der Kettfadenspannung. Faserforschung u. Textiltechnik, Jg. 2, S. 58 (1951).
15. ZILAHÍ, M.: A szövés folyamatának dinamikai elemzése (Dynamische Analyse des Webvorgangs). Manuskript.
16. WOROBJEW, W. A.: Über die Zusammenhänge zwischen Kettfadenspannung auf dem Webstuhl und Gewebestruktur. Faserforschung u. Textiltechnik, Jg. 2, S. 497 (1951).
17. JEDERAN, M.: A láncadagolás hatására fellépő láncfeszültség-ingadozások okai (Ursachen der auftretenden Kettfadenspannungsschwankungen infolge des Kettennachlasses). Mérnöki Továbbképző Int. előadássorozat : 13 064. Budapest 1953.
18. JEDERAN, M.: A statikus feszültségmérések kritikája (Kritik der statischen Spannungsmessungen). Magy. Textiltechnika, S. 418, Budapest 1955.

Prof. Dr. MÁRTON ZILAHÍ, Budapest, II., Fillér u. 56., Ungarn.