

# MESSUNG DER SCHÜTZENGESCHWINDIGKEIT AN EINER WEBMASCHINE STB

Von

M. JEDERÁN, M. TAKÁCS, G. VALÓ und L. VAS

Lehrstuhl für Textiltechnik und Leichtindustrie, Technische Universität, Budapest

Eingegangen am 21. September, 1978

Einer der wichtigsten Vorgänge des Webens ist der Schußeintrag. Durch seinen Ablauf können die Lebensdauer des Schlagmechanismus und die der zugeordneten Vorrichtungen sowie die Qualität der Ware, ferner die Produktivität des Webens wesentlich beeinflusst werden. Die Untersuchungen des Schußeintragsvorgangs und der Auswirkungen der Einstellparameter, die denselben beeinflussen, ermöglichen die Optimierung der Webbedingungen.

## 1. Verfahren zur Messung der Schützengeschwindigkeit

Die Messung der Schützengeschwindigkeit während des freien Laufes des Schützens läßt sich nur unter Verwendung kontaktlose Methoden durchführen. Diese Methoden sind die folgenden:

- 1.1 Photographische Verfahren: die im Schützen angebrachte Lichtquelle oder Reflexionsfläche erfaßt die Schützenbahnkurve. Schnellphotographieren: die Schützengeschwindigkeit wird aus den aufgenommenen Schützenpositionen ermittelt [1], [2], [4].
- 1.2 Photoelektrische Verfahren: der Schützenbahn entlang angeordnete Photo-Meßfühler tasten den gesteuerten Lichtstrahl einer in dem Schützen angebrachten Lichtquelle ab [1]; oder das Licht der sich an der Schützenbahn befindlichen Lichtquelle wird durch einen auf den Schützen aufgeklebten Reflexionsstreifen auf photoelektrische Meßfühler projiziert [2], [4], [6].
- 1.3 Unter Anwendung induktiver Meßfühler regt der im Schützen angebrachte Permanentmagnet in den an mehreren Punkten der Schützenbahn eingesetzten Spulen ein elektrisches Signal, Impulse an [3], und aus dem zeitlichen Abstand derselben kann die Schützengeschwindigkeit bestimmt werden.

Von den beschriebenen Verfahren ist das Verfahren mit Reflexionsprinzip modern, das sich besonders bei den Schützen großer Abmessung der klassischen Webmaschinen weitgehend verwenden läßt.

Abb. 1 zeigt das auf dem Reflexionsprinzip beruhende Szosland-Verfahren. Hier wird das Licht durch die auf den Schützen geklebten Reflexionsstreifen auf Photodioden projiziert.

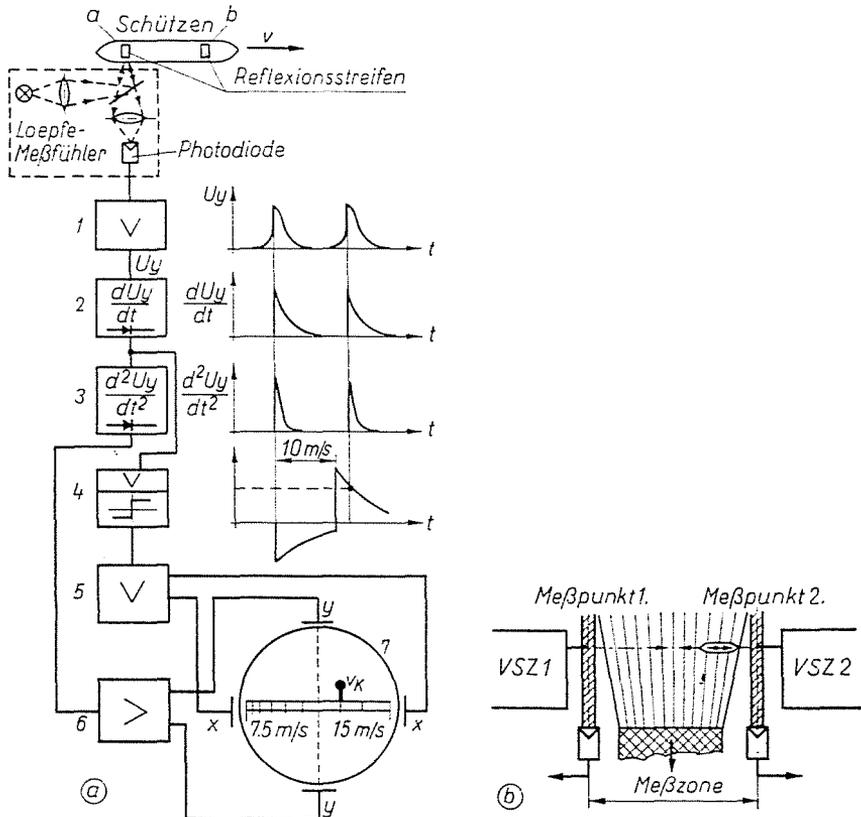


Abb. 1. Szosland-Verfahren zur Messung der Schützengeschwindigkeit

Nach Verstärkung und Differenzierung werden die Spannungsimpulse der Photodiode in Form von einpolaren Signalenteils unmittelbar dem vertikalen Verstärker des Oszilloskops 7 zugeleitet, teils lösen sie nach weiterer Verstärkung das selbsttragende Relais 4 aus. Das Relais führt dem horizontalen Verstärker 5 Spannung zu, wodurch der in Grundstellung befindliche Lichtpunkt nach links verschoben wird. Nach ungefähr 10 ms kehrt das Relais in die ursprüngliche Lage zurück. Zunächst verschiebt sich der Lichtpunkt mit einer exponentiellen Entladungskurve gemäß veränderlicher

Geschwindigkeit nach links. Gelangt während dieser Bewegung von dem zweiten Reflexionsstreifen zum Schützen ein Signal, so spricht das Relais nicht an, sondern das zweite Signal ruft eine vertikale, der Zeit zwischen den beiden Impulsen proportionale Verschiebung des Lichtpunktes hervor (Abb. 1a).

Da der Abstand der Reflexionsstreifen konstant ist, kann die mittlere Geschwindigkeit  $V_{ei}$  der zwischen den Schützenladen VSZ 1 und VSZ 2 ausgewählten Meßpunkte (Abb. 1b) von dem kalibrierten Bildschirm abgelesen werden.

Aufgrund der Szosland-Methode wurde im Industrieministerium für Automatisierung und Meßtechnik MERA-PIAP Lodz das Schützengeschwindigkeits-Meßgerät Typ M 32 C entwickelt [6], das den Zeitunterschied digital mißt und die Schützengeschwindigkeit an einem 3-Dekaden-Anzeiger angibt.

PERNER und HÄNEL haben das Reflexionsprinzip zur Messung der Schützengeschwindigkeit an einer Greiferschützenwebmaschine TEXTIMA 4405/1 verwendet. Zur Abtastung diente eine der Schützenbahn entlang angeordnete photoelektrische Meßführeihen. [2] Auf den Schützen wurden zwei voneinander um 120 mm entfernte Reflexionsstreifen mit den Abmessungen  $8 \times 3$  mm geklebt.

Abb. 2 zeigt das Schema des Meßprinzips und den zeitlichen Verlauf der Signale. Zur Messung wurden 15 photoelektrische Meßfühler verwendet.

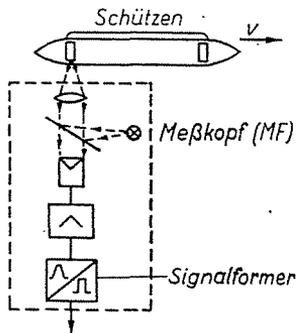


Abb. 2. Perner-Hänelsche Anordnung für die Anwendung des Reflexionsprinzips an Greiferschützenwebmaschinen

Die Erfahrungen der Verfasser mit photoelektrischen Meßfühlern an Mikroschützenwebmaschinen haben sich als ungünstig erwiesen. Als Reflexionsfläche diente bei den Untersuchungen die Spiegelfläche des Greiferschützens (Abb. 3). Das System bewährte sich bei der Schützenbewegung ohne Faden, bei normalem Arbeitsgang der Webmaschine wurde jedoch die Abtastung unsicher.

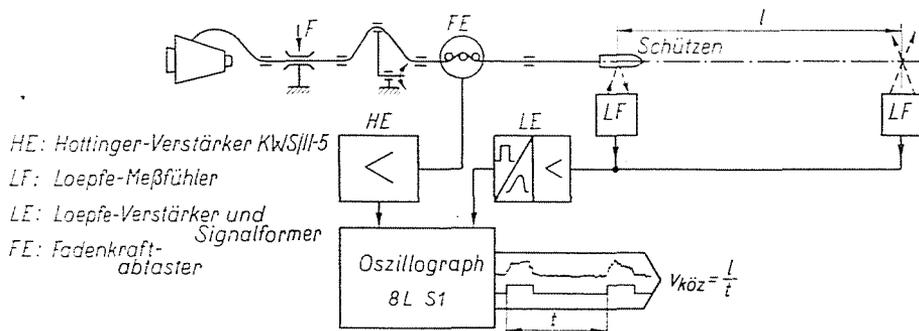


Abb. 3. Anordnung zur Messung der Schützengeschwindigkeit und Fadenspannung nach dem Reflexionsprinzip an Webmaschinen STB

## 2. Ein für die Webmaschine STB entwickeltes Verfahren zur Messung der Schützengeschwindigkeit

Der Nachteil des Reflexionsprinzips besteht darin, daß es zur Messung der Schützengeschwindigkeit nur an außerhalb der Kette liegenden oder an kettenlosen Schützenbahnabschnitten verwendet werden kann. Seine Anwendung an Webmaschinen STB wird auch dadurch gehindert, daß an den Schützen — ohne ihre Funktionen zu stören — keine Reflexionsflächen entwickelt werden können. Deshalb haben wir zur Messung der Schützengeschwindigkeit eine am Lehrstuhl für Textiltechnologie und Leichtindustrie der Technischen Universität Budapest entwickeltes spezielles induktives Meßverfahren verwendet. Die Meßanordnung ist in Abb. 4 dargestellt. Es wurden in vier voneinander in beliebigen Abständen gewählten Punkten der Lamellenreihe, die den Greiferschützen während des Schußeintrages führt, kontaktlose induktive Meßköpfe eingebaut. Abb. 5 zeigt die in dieser Weise entwickelte Meßlamelle. Die Meßfühler 1 und 4 wurden an den beiden Seiten des Faches, die Meßfühler 3 und 2 bei der Hälfte bzw. beim Viertel des Abstands  $l-4$  eingesetzt. Die Meßfühler wurden an einen handbetätigten Meßpunktwechsler angeschlossen, der die Auswahl eines beliebigen Meßfühlerpaares ermöglichte. Das gegebene Paar arbeitete in Differenzialkopplung, die eine entsprechende Empfindlichkeit bot. Der Differentialkopplung entsprechend gaben die einzelnen Meßfühler Signale entgegengesetzter Polarität, die nach Verstärkung teils einem Oszilloskop, teils einem digitalen Zeitintervall-Meßgerät zugeleitet wurden. Stellt man am Eingang des Zeitintervall-Meßgerätes die geeigneten Komparierungspegel ein, so mißt es die Zeit zwischen den zwei nacheinander ausgelösten Impulsen  $T_{ij}$  ( $i < j$ ) Indexzahlen der Meßfühler), die der im Schützenbahnabschnitt auftretenden Durchschnittsgeschwindigkeit umgekehrt proportional ist (Abb. 4a):

$$T_{ij} = \frac{l_{ij}}{v_{ij}} .$$

Die Zeit  $T_{ij}$  wird in ms am Gerät auch in Zahlenform angezeigt, und durch eine angeschlossene Steuereinheit einem Streifenlocher zugeleitet, der diese auf Lochstreifen registriert.

Gleichzeitig wurde auch der Verlauf der im Schußfaden entstehenden Zugkraft gemessen und mit einem Oszilloskop registriert.

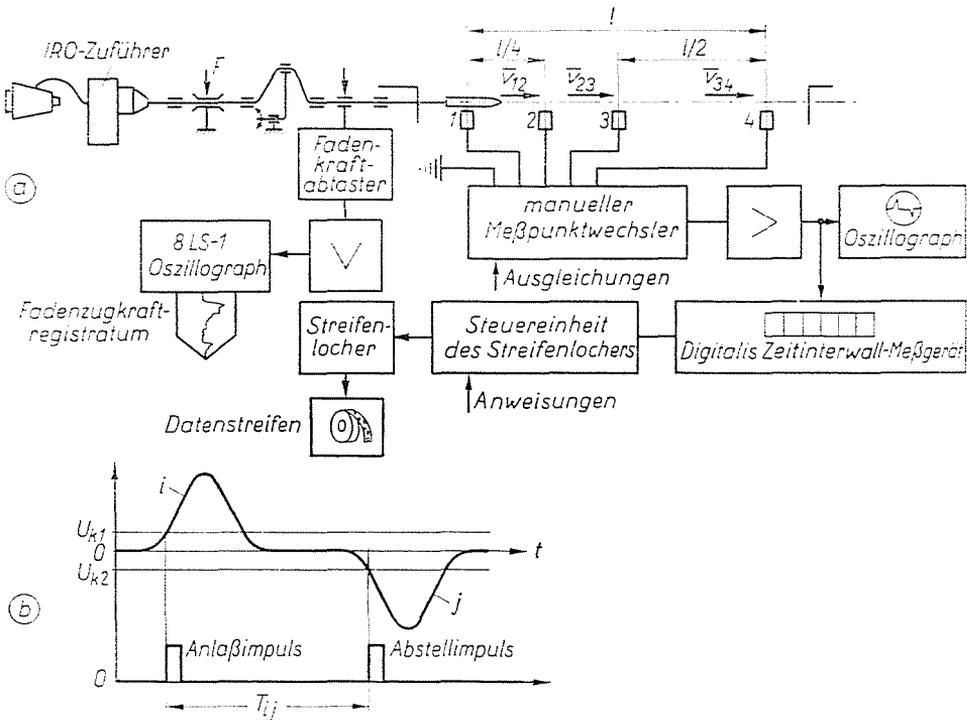


Abb. 4. Induktive Abtastungsmethode zur Messung der Schützengeschwindigkeit

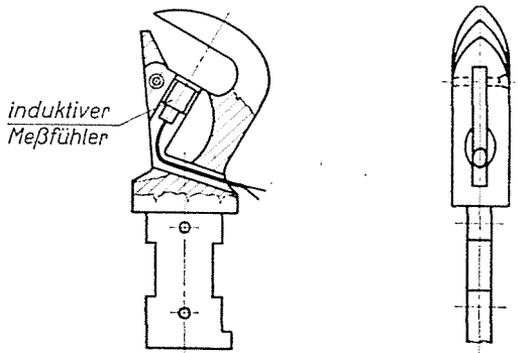


Abb. 5. Einbau eines induktiven Meßkopfes in die Meßlamelle

### 3. Der Meßfehler des Verfahrens

Abmessung und Form des Signals des in die Lamelle eingebauten Meßfühlers ändern sich in Abhängigkeit von dem Schützeinlauf und so ändern sich auch die Stellen der Schnittpunkte der gegebenen Komparierungspegel auf der Zeitachse. Daraus ergibt sich der für den Meßvorgang charakteristische Fehler.

Für die Abschätzung des Fehlers wurde der Anlauf des Signals durch eine Gerade angenähert (Abb. 6). Angenommen, daß die Übertragungseigenschaften konstant sind, ist der Anlauf des zu messenden Signals im hohem Maße von der Form des Schützens abhängig.

Aufgrund der Abb. 6 ist das gemessene Zeitintervall

$$T_m = T - (t_{k2} - t_{k1})$$

wobei

$$t_{k1} = \left( t_R + \frac{s}{V_{\max}} \right) \frac{U_{k1}}{U_{\max 1}}$$

$$t_{k2} = \left( t_R + \frac{s}{V_{\min}} \right) \frac{U_{k2}}{U_{\max 2}}$$

Dabei bedeuten:

$t_R$  = die Verzögerung des Meßsystems,  
 $V_{\max}, V_{\min}$  = die momentane Geschwindigkeit des Schützens in den Meßpunkten  $i$  bzw.  $j$ .

Der Fehler des Zeitmeßgerätes ( $\pm 1$  digit) bzw. des in demselben befindlichen Quarzgenerators wird vernachlässigt.

Im Falle  $U_{\max 1} = U_{\max 2}$  beträgt der Meßfehler

$$\begin{aligned} \Delta t &= T - T_m = t_{k2} - t_{k1} = \\ &= t_R \frac{U_{k1} - U_{k2}}{U_{\max}} + \frac{s}{U_{\max}} \left( \frac{U_{k2}}{V_{\min}} - \frac{U_{k1}}{V_{\max}} \right). \end{aligned}$$

Es ist zu sehen, daß durch Verringerung von  $U_{k1}$  und  $U_{k2}$  der Meßfehler beliebig vermindert werden kann. Die untere Grenze der Werte von  $U_{k1}$  und  $U_{k2}$  wird jedoch durch die Störungsempfindlichkeit des Systems beschränkt.

Für die Meßgenauigkeit ist die Bedingung

$$U_{k1} = U_{k2} - U_{\max}$$

in erster Näherung kennzeichnend (Abb. 6).

Da  $s_1 \approx 5$  mm und der Durchmesser des Meßfühlers 4 mm beträgt, ist  $s \approx 7$  mm.

Es seien  $V_{\max} = 24$  m/s,  $V_{\min} = 18$  m/s (für den Bahnabschnitt  $l_{14}$ ). Dann ergibt sich für den absoluten Fehler der Messung:

$$\Delta t \approx \frac{s}{V_{\min}} - \frac{s}{V_{\max}} = 0,1 \text{ s}$$

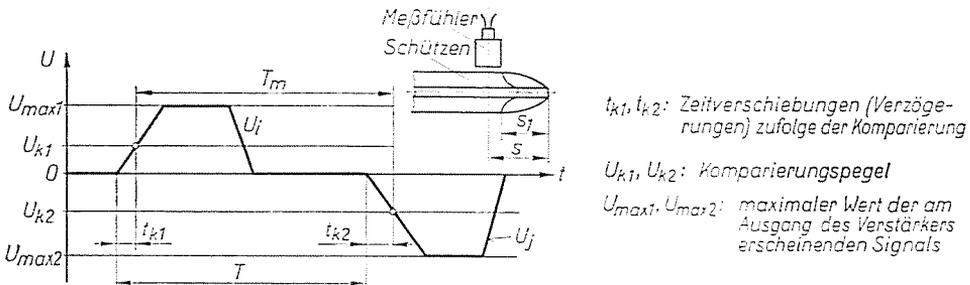


Abb. 6. Abbildung für die Erklärung der Meßfehlerabschätzung

Nachdem die Durchlaufzeit für den Schützensbahnabschnitt  $l_{14}$  etwa 90–100 ms beträgt, entspricht dies — sogar in einem ungünstigeren Fall — einem relativen Fehler von 0,11%. Daher ist der Meßvorgang für die genaue Bestimmung der Durchschnittsgeschwindigkeit von Greiferschützen als geeignet zu betrachten.

#### 4. Meßmethode und Datenverarbeitung

Die Verarbeitung der durch die Messung erhaltenen Daten und Registraten ist in Abb. 7 dargestellt. Aus den Zugkraftregistraten wurden die durchschnittlichen und maximalen Fadenzugkraftwerte durch manuelle Berechnung ermittelt.

Es wurden bei jeder Einstellung etwa 2 bis 500 Durchlaufzeitdaten auf Lochstreifen aufgetragen und auf einer Rechenanlage ODRA-1204 ausgewertet.

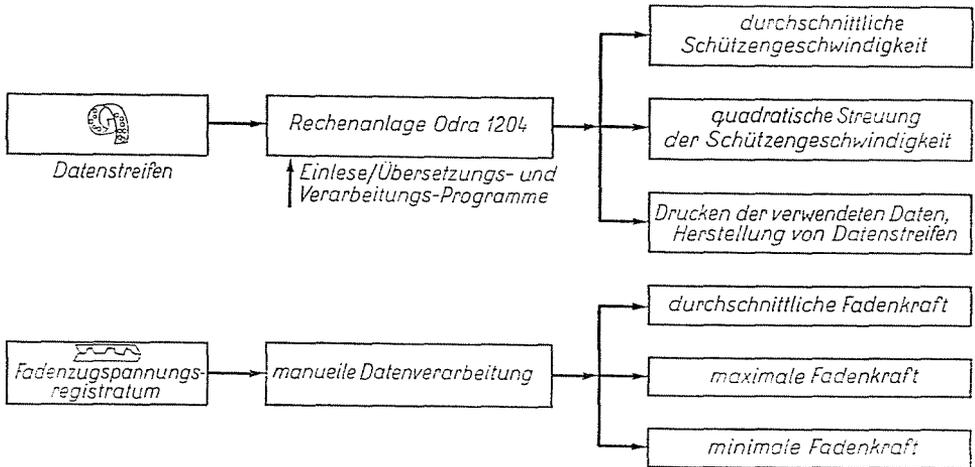


Abb. 7. Verarbeitungsschema der nach dem Meßverfahren ermittelten Angaben

Das Flußdiagramm der Datenkonverter-, Fehlernachweis- und Verarbeitungsprogramme ist in Abb. 8 dargestellt.

Für den Nachweis der Lochfehler wurde binäre Einlesung verwendet. Rekorder mit ASC-Fehler-Charakter wurden durch den Rechner ausgesucht und weggelassen. Die verwendbaren Daten wurden in das Datenfeld eingetragen. Nach Abzug der Meßdaten, die sich aus Maschinenstehzeiten und äußeren Störungen ergaben, ermittelte die Rechenanlage das arithmetische Mittel der Durchlaufzeit für den betreffenden Bahnabschnitt, korrigierte das Streuungsquadrat desselben sowie die dazugehörigen Geschwindigkeitswerte. Die geeigneten und zu verwendenden Daten wurden dann gedruckt und für den weiteren Gebrauch auf Lochstreifen gelocht.

## 5. Meßergebnisse

Von den Schußleistungsparametern wurde nach dem beschriebenen Verfahren die Auswirkung der Vorspannung des Torsionsstabes an einer Webmaschine Typ STB-216 untersucht.

Abb. 9 zeigt die bei unterschiedlicher Vorspannung des Torsionsstabes des Schlagmechanismus während des Schützenfluges erhaltene Durchschnittsgeschwindigkeit  $\bar{v}_{14}$ . Die Abbildung stellt auch die Vertrauensbereiche der Schützengeschwindigkeit dar, die unter der Voraussetzung einer Normalverteilung des Durchschnittswertes errechnet wurden.

Es ist zu sehen, daß die Vertrauensbereiche äußerst schmal sind, da die maximale Relativbreite  $\leq 0,4\%$  beträgt.

Im praktischen Intervall der Vorspannung des Torsionsstabes steigt die Durchschnittsgeschwindigkeit  $\bar{v}_{14}$  streng monoton an und ihre Änderung läßt sich mit einer Geraden gut annähern.

Die Parameter der Näherungsgeraden ergeben sich aufgrund des Prinzips der kleinsten Quadrate unter Vernachlässigung der überall kleinen Vertrauensbereiche aus folgenden Bedingungen:

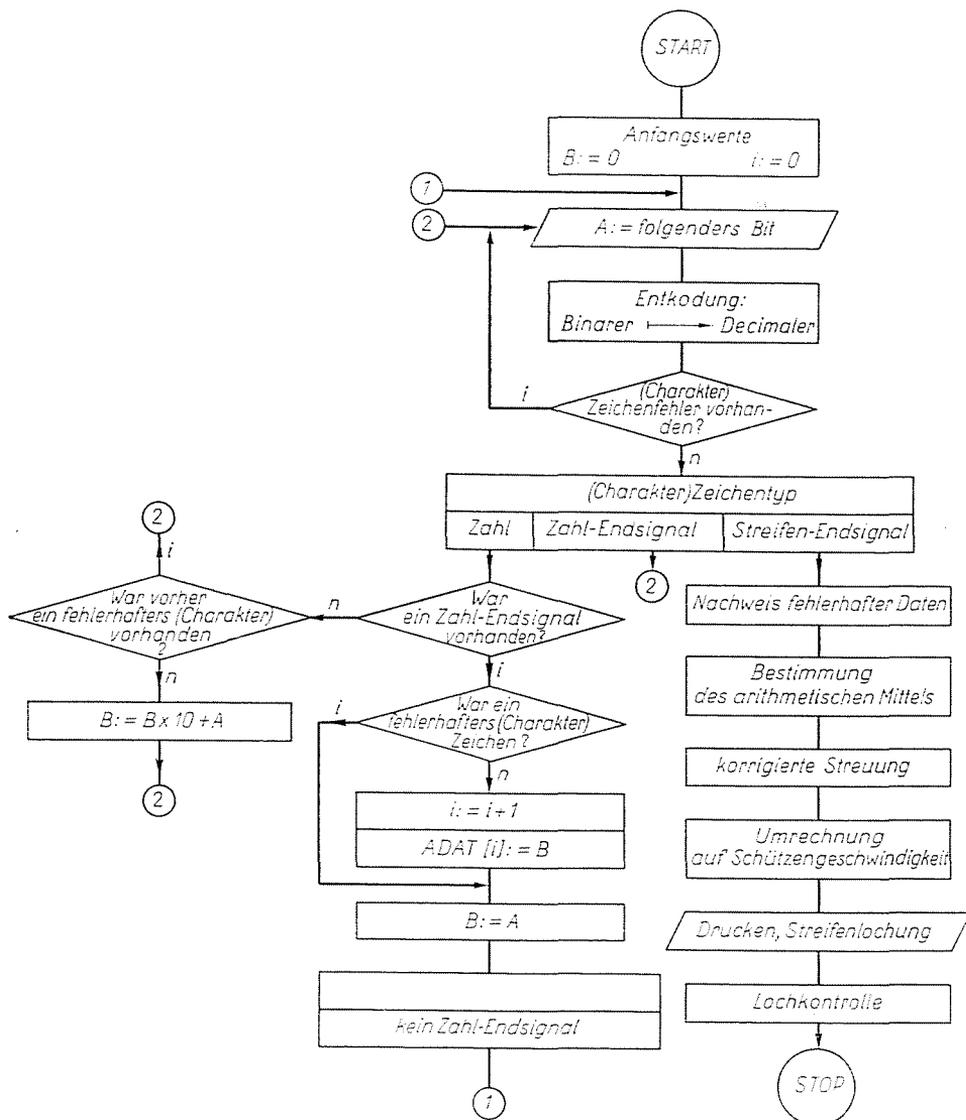


Abb. 8. Flußdiagramm der Datenkonverter-, Fehlernachweis- und Verarbeitungsprogramme

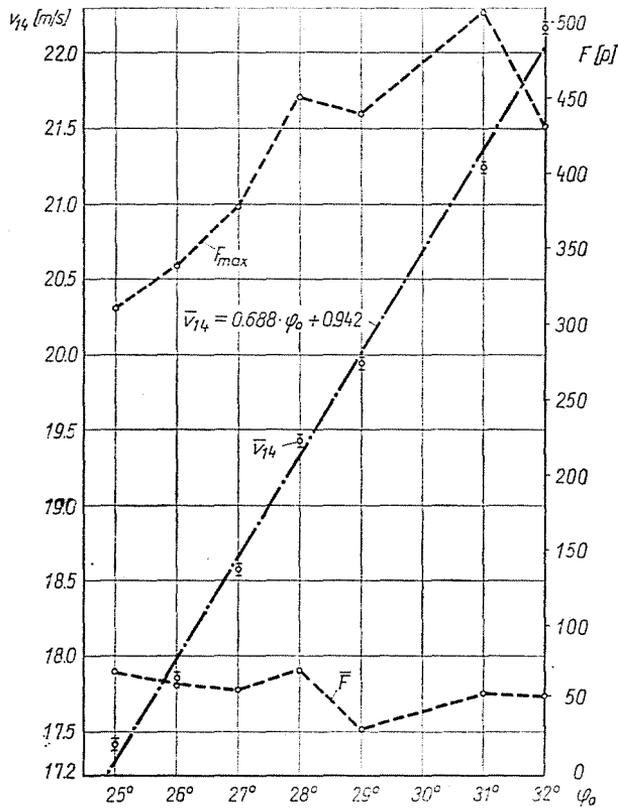


Abb. 9. Beziehung zwischen der Vorspannung des Torsionsstabes ( $\varphi_0$ ) und der Durchschnittsgeschwindigkeit  $\bar{v}_{14}$  während des Schützenfluges ( $F_{max}$  — maximale Fadenzugkraft;  $\bar{F}$  — durchschnittliche Fadenzugkraft)

Für die Näherungsgerade:

$$v_i = m\varphi_i + b$$

$$(m, b): R(m, b) = \sum_{i=1}^k (v_i - m\varphi_i - b)^2 = \min!$$

$$\frac{\partial R}{\partial m} = 0; \quad \frac{\partial R}{\partial b} = 0$$

Daraus sind (hier ist  $k = 7$ ):

$$m = 0,688 \quad b = 0,942$$

daher erhält man für die Näherungsgerade:

$$\bar{v}_{14} \approx 0,688 \varphi_e + 0,942$$

falls

$$\varphi_e \in [25^\circ, 32^\circ].$$

Die maximalen Werte der Fadenzugspannungskräfte (Spitzenwerte) steigen demnach mit zunehmender Anfangsgeschwindigkeit des Schützens tendenziell an.

## 6. Schlußfolgerungen

Wir haben ein Verfahren zur Messung der Schützengeschwindigkeit an Greiferschützenwebmaschinen STB entwickelt. Die für den Durchlauf des Abstands zwischen beliebigen Meßfühlerpaaren notwendigen Zeitwerte werden bei dem Verfahren mittels in die Schützenführungslamelle eingebauter Meßfühler auf Lochstreifen registriert. Die Auswertung der Daten kann auf einer Rechenanlage durchgeführt werden. Das Verfahren ist — ohne Aushebung des Kettfadens — zur Untersuchung der Schützengeschwindigkeit an einem beliebigen Abschnitt der Schützenbahn geeignet.

Nach diesem Verfahren wurde die Einwirkung der Vorspannung des Torsionsstabes des Schlagwerkes STB auf die Durchschnittsgeschwindigkeit des Schützens während des Fluges untersucht. Nach den Ergebnissen beträgt die maximale Relativbreite der Vertrauensbereiche der Schützengeschwindigkeit 0,4%, und im praktischen Intervall der Vorspannung des Torsionsstabes zeigt die Schützengeschwindigkeit einen linearen Zusammenhang.

## Zusammenfassung

Zur Messung der Schützengeschwindigkeit wurden in die Führungslamellen des Schützens induktive Meßfühler eingebaut. Die Durchlaufzeiten zwischen gegebenen Meßfühlerpaaren wurden auf Lochstreifen registriert und auf dem Rechner ausgewertet.

## Literatur

1. NAUMOV, W. A.: Paljetsch eselnoka na tkazkom stanke, Gislegprom, 1954, Moskwa.
2. PERNER, H.—HÄNEL, T.: Textiltechnik, 24 No. 3 (1974) pp. 171—176
3. SCHNEIDER, J.: Melliand Textilberichte, 37 No. 10 (1956) (pp. 1161—1166;  
Melliand Textilberichte, 37 No. 11 (1956) (pp. 1277—1280)  
Melliand Textilberichte, 37 No. 12 (1956) (pp. 1383—1390)
4. SZOSLAND, J.: Deutsche Textiltechnik, 10, No. 6 (1960) (pp. 303—307)
5. WIESNER, L.: Textiltechnik, 24, No. 3 (1974) (pp. 160—164)
6. S. N.: Gebrauchsanweisung für den Meßapparat zu Bewegungsgeschwindigkeit des Schützens  
Typ. M. 320. Industrieinstitut für Automatisierung und Meßtechnik MERA-PIAP,  
Lodz.

Prof Dr. Miklós JEDERÁN Menyhért TAKÁCS Gábor VALÓ László VAS	}	H-1521 Budapest
--	---	-----------------