

1956

Eilige Korrektur

# EIN VERFAHREN ZUR GESCHWINDIGKEITSMESSUNG BEI UNGLEICHFÖRMIGEN BEWEGUNGSVORGÄNGEN AN DRUCKMASCHINEN

## A PROCESS FOR SPEED GAUGING AT PRINTING MACHINES IN CASE OF IRREGULAR MOTIONS

VON PROF. DR. <sup>W.</sup>ESCHENBACH UND <sup>K.</sup>DIPL.-ING. WAGENBAUER, DARMSTADT

Mechanismen für ungleichförmige Bewegungsvorgänge sind ein Charakteristikum der Druckmaschinen. Die meßtechnische Erfassung ihres Geschwindigkeitsverlaufs erscheint oft wünschenswert, weil dadurch Aussagen über das dynamische Verhalten der Maschine gewonnen werden können und Rückschlüsse hinsichtlich der konstruktiven Ausführung möglich sind. Zur Ermittlung ungleichförmiger Geschwindigkeiten kann man sich unterschiedlicher Meßmethoden bedienen, die aber ganz allgemein einen erheblicheren apparativen Aufwand erfordern.

Für derartige Messungen an laufenden Druckmaschinen wurden verfügbare elektronische Meßgeräte herangezogen. Die Meßanordnung bestand aus einem Aufnehmer, der die vom bewegten Teil herrührenden mechanischen Impulse in Verbindung mit geeigneten Meßgeräten in elektrische umwandelte, so daß sie als Zeitmarken registriert werden konnten.

Zunächst wurde als Aufnehmer der elektromagnetische Schwingungsaufnehmer PR 9262 der Firma Philips vorgesehen. Dieser setzt sich im wesentlichen aus einem stabförmigen Dauermagneten mit einer Spule großer Windungszahl zusammen und ist von einer Hülse aus ferromagnetischem Material so umschlossen, daß der Stabmagnet an einer Seite etwas herausragt. Wird nun in der Nähe des offenen Magnetpols z. B. die Karrenzahnstange einer Zylinder-Flachformmaschine vorbeigeführt, so schwingt, bedingt durch die Aufeinanderfolge von Zahn und Zahnlücke, eine Eisenmasse in bezug auf den Aufnehmer. Der dadurch sich verändernde Kraftfluß in der Spule wird eine Wechselspannung induzieren, deren Scheitelwerte geeignete Zeitmarken sind.

Die Erprobung dieses Aufnehmers ergab zufriedenstellende Ergebnisse bei niedrigen Druckgeschwindigkeiten. Bei höheren Laufgeschwindigkeiten verursachen Schwingungen unzulässige Streuungen der Meß-

Mechanisms for irregular motions are a characteristic of printing machines. Often it seems desirable to ascertain by measurement their sequence of speed, because data can thus be got about the dynamic properties of the machine, and conclusions be drawn as regards construction. Diverse methods of measurement can be employed for the ascertainment of irregular speeds demanding, however, as a rule, a more considerable application of respective instruments.

For such measurements at running printing machines available electronic measuring instruments were employed. The measuring arrangement consisted of a pick-up converting the mechanical impulses, due to the moved part, in connection with suitable measuring instruments into electrical ones, in such a way that they could be recorded as time markers.

In the first instance the electromagnetic vibration pick-up PR 9262 made by Messrs. Philips G.m.b.H. was used. Essentially it is composed of a bar shaped permanent magnet with a coil consisting of a large number of windings; a shell of ferromagnetic material wraps it up in such a manner that the bar magnet projects somewhat at one side. If, for instance, the carriage-rack-bar of a cylinder flat bed printing machine is led closely past the open magnetic pole an iron mass swings in relation to the pick-up on account of the succession of tooth and gash. The magnetic flux in the coil changes thereby and will induce an alternating voltage the maxima of which are suitable time markers.

The testing of this pick-up yielded satisfactory results at low printing speeds. At higher speeds, the vibrations cause an inadmissible straying of the measured values, thus the use of PR 9262 was henceforth beyond question.

The amplitude pick-up PR 9310 of Messrs. Philips G.m.b.H. brought the desired redress. This pick-up

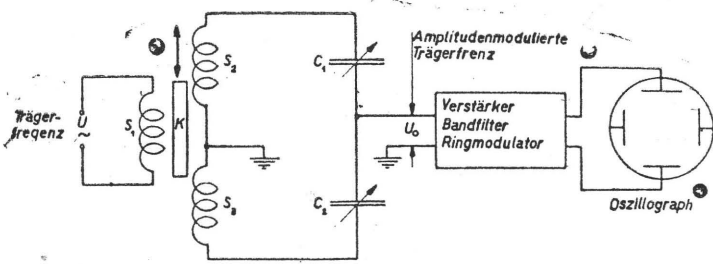


Abb. 1: Vereinfachtes Schema der Meßanordnung  
Fig. 1: Simplified scheme of the measuring arrangement

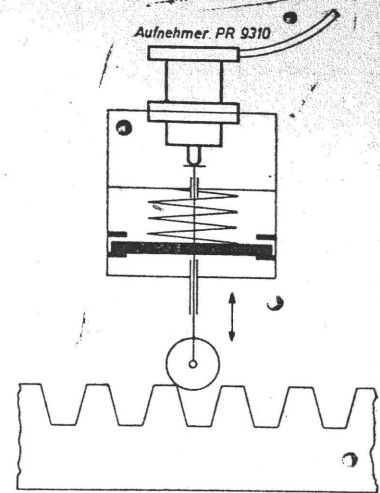


Abb. 2: Prinzipskizze der Indiziervorrichtung  
Fig. 2: Sketch giving the principle of the indicating device

werte, so daß die Verwendung von PR 9262 hierfür nicht mehr in Frage kam.

Mithilfe wurde durch den Philips-Amplitudenaufnehmer PR 9310 geschaffen. Dieser Aufnehmer ist ein Instrument zum Messen statischer und dynamischer relativer Verschiebungen. Er ist gekennzeichnet durch den aus einem Stahlgehäuse herausragenden axial beweglichen Meßstift, der innerhalb des Gehäuses einen Ferroxcube-Kern trägt. Dieser Kern bewegt sich in einem nicht magnetischen Röhrchen, auf dem eine Primär- und zwei Sekundärspulen angebracht sind. Durch eine axiale Bewegung des Kerns ändert sich die Kopplung der beiden Sekundärspulen mit der Primärspule. Es ändern sich daher auch die in den Sekundärspulen induzierten Spannungen im entgegengesetzten Sinn. Der auftretende Spannungsunterschied kann nun mit einer Meßbrücke ermittelt werden.

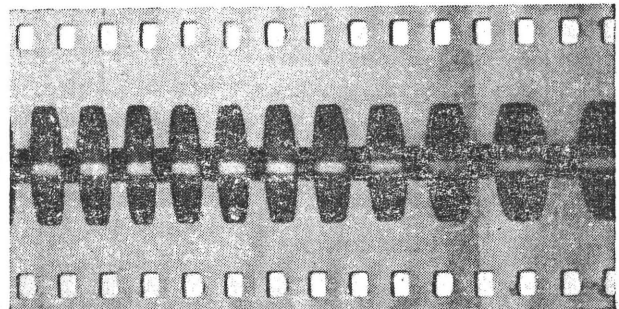
Abb. 1 zeigt diese Meßschaltung in einer Prinzipskizze. Die Primärspule  $S_1$  erhält vom Oszillator die Speisespannung, die beiden Sekundärspulen  $S_2$  und  $S_3$  bilden mit den Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  eine Brückenschaltung, deren Diagonalspannung dem Verstärkereingang zugeführt wird. Da die zu messenden Verschiebungen raschen Änderungen unterworfen sind, werden sie durch einen Oszillographen sichtbar gemacht und mit Hilfe einer Registrierkamera auf Film festgehalten.

Während der elektromagnetische Aufnehmer direkt zum Indizieren der Zahnstange herangezogen werden konnte, wurde der Amplitudenaufnehmer, wie aus Abb. 2 hervorgeht, auf geeignete Weise mit einer Abtastrolle verbunden. Bei entsprechender Justierung bewirkten nun die sich mit der Rolle in Kontakt befindlichen Zähne einer vorbeilaufenden Zahnstange

is an instrument for measuring static and dynamic relative displacements. It is characterized by the measuring pin which is moveable in an axial direction and projects from a steel casing; it is fitted with a ferroxcube core within the casing. This core moves inside a non-magnetic small tube fitted with one primary and two secondary coils. By the axial movement of the core the coupling of the two secondary coils with the primary coil is changed. Thus the voltages induced into the secondary coils are changed inversely. The potential difference caused can be ascertained by means of a resistance bridge.

Fig. 1 represents these connections for measurement by a principle sketch. The primary Coil  $S_1$  receives from the oscillator the terminal pressure, the two secondary coils  $S_2$  and  $S_3$  form, conjointly with the condensators  $C_1$  and  $C_2$ , a bridge connection the diagonal voltage of which is fed to the amplifier input. As the displacements to be measured are subjected to rapid changes, they are made visible by an oscillograph and secured on a film by means of a recording camera.

Abb. 3: Registrierte Zeitmarken  
Fig. 3: Registered time markers



eine durch die Hubbegrenzung festgelegte axiale Verschiebung des Meßstiftes. In Abb. 3 sind die so erhaltenen Zeitmarken wiedergegeben.

Zwischen zwei benachbarten Zeitmarken kann die Geschwindigkeit  $v$  als gleichförmig angenommen werden. Es ist also:

$$v \sim \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\text{Abstand zweier benachbarter Zahnmitten}}{\text{Zeitmarkenabstand / Filmgeschwindigkeit}}$$

Die so ermittelten Geschwindigkeiten dienen zur Aufstellung der folgenden Diagramme, welche Beispiele für die Brauchbarkeit des Verfahrens und für die Zweckmäßigkeit solcher Messungen sind.

Abb. 4 zeigt das Weg-Geschwindigkeitsdiagramm für eine Eintouren-Flachformmaschine. Bei der Messung wirkte der Aufnehmer auf die seitliche Karrenzahnstange und lieferte eine große Anzahl von Meßpunkten, die aus Deutlichkeitsgründen nicht alle in das Schaubild aufgenommen wurden. Die Karrengeschwindigkeit wurde auf gleicher Geschwindigkeitsstufe bei angestelltem und abgestelltem Druck gemessen. Unter Belastung zeigt die Druckmaschine einen kleinen von der Höhe der augenblicklichen Karrengeschwindigkeit abhängigen Geschwindigkeitsabfall, während sonst das Diagramm das kennzeichnende Geschwindigkeitsverhalten dieses Maschinentyps zeigt, nämlich die gleichförmige Geschwindigkeit während des Druckens und die beschleunigte Rückwärtsbewegung des Karrens.

Der Bewegungsablauf des Schwinggreifers einer Offsetbogenrotationsmaschine ist in Abb. 5 dargestellt. Der Aufnehmer indiziert hierbei ein mit der Schwinggreiferachse verbundenes Zahnrad. Es wäre im vorliegenden Fall auch möglich gewesen, die nockengeteuerte intermittierende Drehbewegung des Schwinggreifers über ein einfaches Schraubenge triebe in eine axiale, auf den Aufnehmer wirkende, oszillierende Impulsbewegung umzuformen.

Wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, stimmen während der Bogenübergabe Zylinder und Greifergeschwindigkeit vollkommen überein, da während der Bogenübergabe der Druckzylinder die Greiferbewegung steuert. Außerdem erlaubt der Kurvenzug des Geschwindigkeits-Drehwinkeldiagramms Rückschlüsse auf die Nockenkonstruktion.

Für eine Zweitouren-Maschine wurde im Rahmen der »Diplomarbeit Kärcher« geklärt, welche Unter-

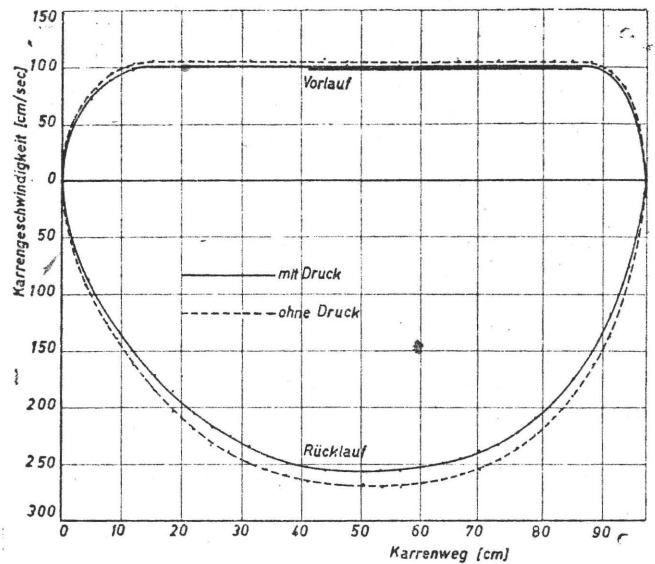


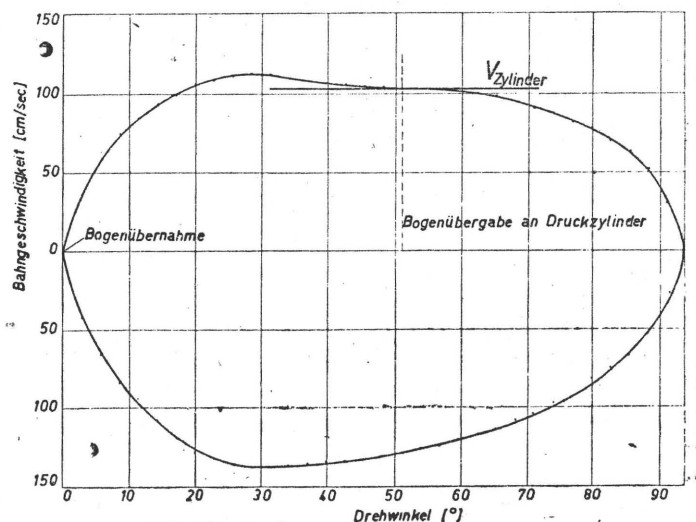
Abb. 4: Weg-Geschwindigkeitsdiagramm einer Eintouren-flachformmaschine

Fig. 4: Way-speed diagram of a one-revolution flat bed printing machine

schiede zwischen dem auf graphischem Wege ermittelten Geschwindigkeitsdiagramm und dem während des Maschinenlaufs gemessenen bestehen. Auch hierbei hat sich das angegebene Meßverfahren bewährt. Die kennzeichnenden Kurvenzüge in Abb. 6 verdeutlichen die Abweichungen. Herauszustellen ist die weitgehende Übereinstimmung zwischen der graphisch ermittelten und der gemessenen Kurve. Das etwas abweichende Verhalten der Karrengeschwindigkeit während des Druckens ist u. a. bedingt durch Massen- und Reibungskräfte.

Abb. 5: Bewegungsdiagramm des Schwinggreifers einer Offsetbogenrotationsmaschine

Fig. 5: Diagram of motion of the swing rapper of a web fed offset rotary printing machine



Whereas the electromagnetic pick-up could be employed directly for indicating the rack, the amplitude pick-up—vide Fig. 2—was connected with a scanner roll in a fit manner. When adjusted correspondingly the teeth of a passing rack being in contact with the roll caused now an axial displacement of the measuring pin determined by the limit of lift. Fig. 3 represents the so ascertained time markers.

Between two neighbouring time markers the speed  $v$  can be supposed to be uniform. Therefore it is

$$v \sim \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\text{distance between two neighbouring tooth centres}}{\text{distance of time markers / film speed}}$$

The speeds thus ascertained served to draw up the following diagrams which are instances for the aptitude of the process and for the expediency of such measurements.

Fig. 4 represents the way-speed diagram for a one-revolution flat bed machine. When measuring, the pick-up acted upon the lateral carriage-rack-bar and yielded a big number of measuring points; for reason of distinctness, however, not all points were admitted into the diagram. The carriage speed was measured at an even speed step with a turned on and a turned off printing operation. Under load the printing machine shows a small deceleration dependent on the value of the momentary carriage speed, whereas, otherwise, the diagram shows the characterizing speed properties of this type of machine, viz. the homogeneous speed during printing and the accelerated backward motion of the carriage.

The sequence of the swing rapper's motion of a web fed offset rotary printing machine is given in Fig. 5. The pick-up indicated hereby a gear wheel connected with the shaft of the swing rapper. In the case in question it would also have been possible to convert the cam controlled intermittent rotation of the swing rapper, over a simple helical gear, into an axial oscillating impulse motion acting upon the pick-up. As can be inferred from the diagram, cylinder and rapper speed are completely in phase during the sheet transfer, because the printing cylinder controls the rapper motion during the sheet transfer. Moreover, the trend line of the speed-rotation-angle diagram allows conclusions as regards the design of the cams.

For a two-revolution machine it was determined, within the compass of an examination-paper

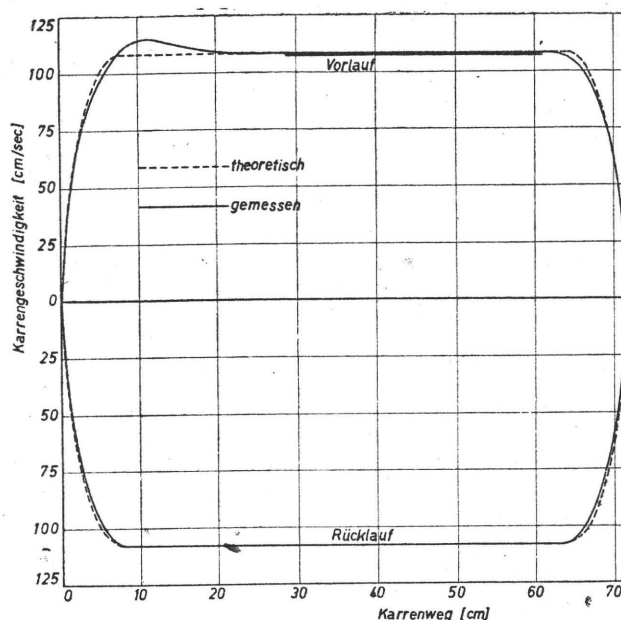


Abb. 6: Weg-Geschwindigkeitsdiagramm einer Zweitourenmaschine

Fig. 6: Way-speed diagram of a two-revolution machine

(Diplomarbeit Kärcher), what differences there are between a speed diagram taken graphically and such one taken during the run of the machine. In this case too, the above mentioned measuring method stood the test. The characteristic trend lines in Fig. 6 elucidate the deviations. Mention has to be made of the extensive conformity between the graphically taken curve and the measured one. The somewhat deviating conduct of the carriage speed during printing is, among some other reasons, conditional to forces due to inertia and friction.