

Über den Farbübertragungsprozeß in der Offset-Bogenrotationsmaschine

Wagenbauer, Kurt
(1959)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00014167>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Report

Division: 16 Department of Mechanical Engineering
16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/14167>

Über den Farbübertragungsprozess in der Offset-Bogenrotationsmaschine

Bekanntlich gibt es eine Reihe von Laboratoriumsgeräten, die den Beanspruchungsvorgang der Farbe während des Druckprozesses mehr oder weniger nachahmen. In diesem Zusammenhang sind neben den Viskosimetern das Inkometer von Reed, der Tack-Messer von Voet und der LTF-Tester hervorzuheben. Diese Prüfmethode unterliegen apparativen Einflüssen und liefern keine unmittelbaren Aussagen über das Verhalten von Offsetfarben unter Druckbedingungen. Aus diesem Grunde erscheint es zweckmäßig, Offsetfarben in der Druckmaschine zu testen.

Um unter diesen Bedingungen Offsetfarben zu untersuchen, mussten neue Wege beschritten werden. Es wurde gefunden, dass durch die interferenzmikroskopische Erfassung eingefärbter Bildelemente (Rasterpunkte) und durch die Messung des beim Farbspaltungsvorgang auftretenden Kraftverlaufs neue Erkenntnisse zu erhalten sind.

1. Interferenzmikroskopische Beurteilung von Farbschichten

a) Grundlagen

Zur Kennzeichnung dieser Meßtechnik ist es zweckmäßig auf die physikalischen Grundlagen des Verfahrens kurz einzugehen. (1)

Interferenzerscheinungen sind eine Folge der Wellennatur des Lichtes. Sie entstehen durch Überlagerung kohärenter Wellen und sind charakterisiert durch das Auftreten von Zonen ver-

ringarter und gesteigerter Lichtintensität. Solche interferenzfähigen Wellenzüge von gleicher Frequenz, die ohne oder mit konstanter Phasendifferenz schwingen, können nur durch Aufspaltung der aus e i n e r Lichtquelle stammenden Strahlung erhalten werden. Interferenzgeräte beruhen daher auf dem Prinzip der Strahlenteilung. Um Interferenzmessungen an mikroskopischen Objekten ausführen zu können, ist es erforderlich, ein Interferometer mit einem Auflichtmikroskop zu koppeln. In Interferenzmikroskopen nach dem Linnik-Prinzip wird das Interferometer nach M i c h e l - s o n verwendet (2). Es dient zur Erzeugung von Interferenzlinien mit Hilfe einer v i r t u e l l e n Parallelplatte, die dadurch gebildet wird, dass man in die Nähe einer Fläche das Spiegelbild der zweiten bringt. Die schematische Darstellung in Bild 1 veranschaulicht die Wirkungsweise. Der Lichtstrahl l wird an der halbdurchlässig verspiegelten Teilerfläche T in die Teilbündel l_1 und l_2 aufgespalten, die nach Reflexion an den Spiegeln S_1 und S_2 zur Teilerfläche zurückkehren, wo l_1 dieselbe durchsetzt und l_2 in Richtung von l_1 abgelenkt wird, so dass die beiden Teilbündel zur Interferenz kommen.

In der Grundjustierung sind S_1 und S_2 gleich weit von T entfernt und Spiegelbilder voneinander in Bezug auf die Teilerfläche. Der Gangunterschied zwischen den beiden interferierenden Teilbündeln ist Null, so dass sie sich gegenseitig verstärken. Verschiebt man nun z.B. S_2 parallel zu sich selbst, so können infolge auftretender Wegdifferenzen Interferenzen gleicher Neigung beobachtet werden. S_1 bildet nämlich jetzt mit S_2' , dem Spiegelbild von S_2 , eine virtuelle Parallelplatte der Dicke d , und es kann daher angenommen werden, dass das von S_2 herrührende Licht von S_2' kommt. Darauf beruht auch die zweckmäßige Vorstellung, dass die Luftplatte $S_1 - S_2'$ Ursache der Interferenzerscheinung ist.

Die bauliche Ausführung eines Interferenzmikroskopes nach dem Linnik-Prinzip - ein solches ist auch das für vorliegende Untersuchungen verwendete Interferenzmikroskop nach KOHAUT - geht schematisch aus Bild 2 hervor. Die Teilerfläche des Interferometers ist hier die Hypothenusenfläche eines Doppelprismas. Zwischen ihr und den beiden Spiegelflächen befindet sich je ein vollständig gleichartiges Mikroskop-Objektiv, und auf der Beobachtungsseite ist ein Fernrohr angeordnet.

Bei der Oberflächenprüfung erweist es sich jedoch nicht als zweckmäßig mit Interferenzringen zu arbeiten. Man bedient sich daher des Kunstgriffes der Parallelversetzung von Objektiv + Vergleichsspiegel in der Grundjustierung und erhält dadurch gerade, gleichmäßig scharfe Interferenzlinien von beliebiger Anzahl. Diese von R ä n t s c h publizierte Möglichkeit zur Streifenvariation ist in Bild 2 strahlengangsmässig veranschaulicht.

b) Auswertung von Interferenzbildern

Wird eine spiegelnde Oberfläche durch das Interferenzmikroskop betrachtet, so kann man die auftretenden Interferenzlinien als Verschneidungskurven deuten, die in zueinander parallelen, im Abstand von halben Lichtwellenlängen aufeinander folgenden Ebenen von wählbarer Neigung liegen.

Bild 3 veranschaulicht die bei der interferenzmikroskopischen Beurteilung eingefärbter Rasterpunkte anzuwendende Verfahrensweise. Die meßtechnische Auswertung erfolgt hier auf der Grundlage des absoluten Maßstabes der Wellenlänge des verwendeten monochromatischen Lichtes.

c) Interferenzaufnahmen von eingefärbten Rasterpunkten

Die Versuchsanordnung zur Durchführung von Interferenzaufnahmen an der Offsetmaschine zeigt Bild 4. Die Prüfapparatur besteht aus dem auf einem besonderen Stativ montierten

Interferenzmikroskop und der mikrographischen Einrichtung.

Prüfobjekte waren eingefärbte Rasterpunkte einer ALLER-Platte. Die Untersuchungen wurden bei normalen Druckbedingungen durchgeführt. Die mikrographische Aufnahme des Interferenzbildes erfolgte jeweils sofort nach dem Stillsetzen der Druckmaschine. Für vergleichende Bewertungen wurde stets derselbe Rasterpunkt verwendet. Für alle folgenden Interferenzaufnahmen ist die Höhendifferenz zweier benachbarter Interferenzlinien 0,27 und die 10 Teilstriche des den Aufnahmen beigegeführten Maßstabes entsprechen 0,1 mm.

In Bild 5 ist die Interferenzaufnahme eines farbfreien kupfernen Rasterpunktes dem eingefärbten gegenübergestellt. Die Punktform hebt sich deutlich ab von den Bereichen unregelmäßigen Interferenzlinienverlaufs der nicht ideal glatten Plattenoberfläche. Oberflächengestalt und Schichtdicke des galvanisch aufgetragenen Kupfers bzw. der Druckfarbe sind durch Form und Anzahl der Interferenzlinien bestimmt.

Die folgenden Interferenzaufnahmen des Bildes 6, welche mit verschiedenen Druckfarben eingefärbte Rasterfelder eines Stufenkeils ausschnittsweise wiedergeben, dienen zur übersichtlichen Darstellung der Einfärbungsverhältnisse auf einer ALLER-Platte und kennzeichnen die Möglichkeiten dieses Verfahrens. Diese plastisch wirkenden Mikrographien verdeutlichen, dass die Betrachtung isolierter Rasterpunkte am übersichtlichsten ist und weisen nach, dass Druckfarben im allgemeinen ein zur interferenzmikroskopischen Erfassung ausreichendes Reflexionsvermögen besitzen. Gewisse sehr transparente Farbschichten können die Beobachtbarkeit der Interferenzerscheinung beeinträchtigen. Ein optimaler Streifenkontrast wird durch die Anpassung des Reflexionsvermögens des Vergleichsspiegels an der zu prüfenden Oberfläche erreicht (4). Für Druckfarbenuntersuchungen ist es daher in speziellen Fällen vorteilhaft, anstelle des üblichen versilberten Vergleichsspiegels andere Spiegel mit abweichendem

Reflexionsvermögen zu verwenden. Als Negativmaterial wurde Agfa-Fluorapid-Film benutzt, welcher bei kurzen Belichtungszeiten auch bei diesen oft nicht einfachen Aufnahmen guten Kontrast liefert. Hinzuweisen ist noch auf den Umstand, dass an der Offsetmaschine das Objektiv des Interferenzmikroskopes nicht immer vollständig frei von Staubteilchen gehalten werden konnte, so dass eine zusätzliche Beeinträchtigung der Aufnahmequalität manchmal unvermeidbar war. Die messtechnische Erfassung der Farbverteilung auf einzelnen Rasterpunkten dient als Kriterium für das drucktechnische Verhalten der verschiedenen verfahrensbedingten Einflüssen ausgesetzter Offsetfarben. Mit dem Interferenzmikroskop wurden daher über 20 verschiedene Farben untersucht.

Die Versuchsergebnisse werden durch die folgenden charakteristischen Beispiele wiedergegeben. Beim Fehlen besonderer Angaben zeigen die Interferenzbilder einen bei normalen Druckbedingungen von den 4 Auftragswalzen eingefärbten Rasterpunkt.

Bild 7 gibt das Verhalten einer unter Verwendung von Pulverfarbstoff hergestellten Offsetfarbe bei drei verschiedenen Druckgeschwindigkeiten wieder. Die abgespaltene Farbe versucht im Gleichgewichtszustand eine Gestalt mit möglichst geringer Oberfläche anzunehmen. Der Farbpunkt ist unter der Wirkung von Grenzflächenkräften bestrebt eine tropfenförmige Gestalt (Minimaloberfläche) anzunehmen, wenn er daran nicht vom Fließwiderstand der Farbe gehindert wird. Die Form der Oberfläche wird also im wesentlichen von Kräften molekularen Ursprungs beeinflusst.

Eine tropfenförmige Farbverteilung auf dem Rasterpunkt ist drucktechnisch erwünscht. Die übertragene Farbmenge ist durch die Schichtdicke bzw. durch das planimetrisch zu ermittelnde Farbvolumen des Rasterpunktes charakterisiert. Die Beanspruchungsreaktion der Farbe bei 2000 Uph ist günstig, und die Farbübertragungseigenschaften sind als sehr gut zu bezeichnen. Bei den höheren Druckgeschwindigkeiten (4000 und 6000 Uph) weisen die Interferenzlinien eine leichte Asymmetrie auf, und das übertragene Farbvolumen wird kleiner. Es

ist daher bei höheren Trenngeschwindigkeiten eine assymetrischere Spaltung des Farbfilms sowie eine zunehmende Beeinflussung der Fadenbildung und Trennung (max. Fadlänge, Fadenkontraktion) durch geschwindigkeitsabhängige Faktoren anzunehmen. Die Druckfähigkeit der durch Bild 7 gekennzeichneten Farbe kann aber noch als gut bezeichnet werden. Im Gegensatz hierzu zeigen die nächsten Interferenz-aufnahmen (Bilder 8 und 9) Farben von schlechter Verdruckbarkeit.

Bei der durch Bild 9 wiedergegebenen Farbe ist auffallend, dass die übertragene Farbmenge stark geschwindigkeitsabhängig ist und der Interferenzverlauf zahlreiche Unregelmäßigkeiten aufweist.

Eine solche Oberflächenstruktur deutet auf Korngrösseneffekte (Vorhandensein von fließhemmenden grossen Teilchen bzw. Teilchenagglomeraten) hin. Diese ungünstige Farbzusammensetzung wirkt sich natürlich auf das Druckergebnis aus.

Bekanntlich beeinflusst außer der Bindemittelzusammensetzung auch die Grösse der Pigmentteilchen das Fließverhalten.

Die geringe Teilchengrösse und die gleichmässiger Beschaffenheit des Pigmentes in geflushten Farben wirken sich daher auf das Verhalten in der Offsetmaschine günstig aus. Die Bilder 10 und 11 kennzeichnen zwei im Flushing-Verfahren hergestellte Offsetfarben.

Obwohl bereits die durch Bild 10 charakterisierte Farbe im Vergleich zu der durch Bild 7 wiedergegebenen Pulverfarbe bei 4000 Dr/h ein besseres drucktechnisches Verhalten zeigt, ist das Pigment-Bindemittelsystem der Druckgeschwindigkeit 6000 nicht mehr ganz gewachsen. Dagegen erweist sich die folgende geflushte Farbe (Bild 11) als nahezu geschwindigkeitsunabhängig.

Bei der interferenzmikroskopischen Beurteilung der durch Bild 12 gekennzeichneten Offsetfarbe kann überraschenderweise festgestellt werden, dass dieses Pigment-Bindemittel-

system erst bei höherer Geschwindigkeit ein drucktechnisch günstiges Verhalten aufweist. Es ist daher naheliegend, die Beanspruchungsreaktion bei der niedrigeren Druckgeschwindigkeit durch einen kurzen, wenig eingeschnürten Faden zu beschreiben und bei der höheren Druckgeschwindigkeit ausgeprägtere Kontraktion und größere Fadenlänge anzunehmen. Von Offsetfarben wird verlangt, dass sie während des Auflagedruckes keine wesentlichen Qualitätsveränderungen erleiden. Unmittelbare und empfindliche Kontrollen ermöglicht die Interferenzmikroskopie. Hauptsächliche Beeinflussungsfaktoren sind die Feuchtwasserlösung und der auftretende Papierstaub.

Die Wasseraufnahme handelsüblicher Druckfarben in der Offsetmaschine ist sehr unterschiedlich und kann bis zu 40 % betragen. Über das Eindringen von Feuchtwasser in die Farbe liegt eine zusammenfassende Arbeit von Banks (5) vor. In diesem Zusammenhang interessieren nur die Auswirkungen des emulgierten Wassers auf die Fließeigenschaften. Die emulgierten Wassertröpfchen erhöhen die Plastizität der Farbe, da sie als grobdisperse Bestandteile fließhemmend wirken oder durch Orientierung an der Oberfläche wasseranziehender Pigmente die Bildung von Agglomeraten begünstigen. Eine gleichartige Veränderung der Fließeigenschaften von Offsetfarben ist auch durch Aufnahme von Papierstaub möglich.

Die bei einer anfälligen Offsetfarbe auftretende Qualitätsminderung während des Fortdruckes (Druckgeschwindigkeit 4000 Uph) aufgrund angeführter Einflüsse veranschaulicht Bild 13 in 3 Phasen. Die Interferenzaufnahme nach Druckbeginn zeigt die noch zufriedenstellenden Einfärbungsverhältnisse. Mit zunehmender Laufzeit nimmt wie die nächsten Interferenz-Aufnahmen von der Oberfläche des Farbpunktes verdeutlichen, als wahrscheinliche Folge der Plastizitätszunahme das übertragene Farbvolumen ab. Kennzeichnend hierfür ist die im Verlauf des Vorganges auftretende Abplattung des Farbpunktes infolge des Kürzerwerdens der Farbe.

Bei sich gut spaltenden Farben ist es auch möglich die pro Zylinderumdrehung vom eingefärbten Rasterpunkt an das Gummituch abgegebene Farbmenge interferenzmikroskopisch zu erfassen. Unter Fortdruckbedingungen ist dieses Farbvolumen äquivalent dem an das Papier abgegebenen Bruchteil, da im Gleichgewichtszustand die dem Gummituch zugeführte Druckfarbe gleich der abgeführten sein muss. Es genügt also, die Verhältnisse auf der Offsetplatte zu studieren und meßtechnisch auszuwerten. Im Gegensatz zur summarischen gravimetrischen Ermittlung der übertragenen Farbmenge kann das Interferenzverfahren spezifische Aussagen über diesbezügliche Verhältnisse im Bereich der Bildelemente liefern.

d) Schlußfolgerungen

Die interferenzmikroskopische Erfassung von Druckfarbenschichten auf der eingefärbten Offsetplatte erschließt neue, unmittelbare und meßtechnisch einwandfreie Beurteilungsmöglichkeiten über das Farbübertragungsverhalten. Das angewendete Verfahren ist frei von apparativen Unzulänglichkeiten und daher vorteilhaft bei der drucktechnischen Erprobung von Druckfarben einzusetzen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die auf den Deformationsmechanismus des Spaltungsvorganges wesentlichen Einfluss nehmenden Faktoren das Farbübertragungsverhalten bestimmen, und erlauben es folgende Hypothese aufzustellen:

Damit die Bildelemente der Offsetplatte gut eingefärbt werden, ist es erforderlich, dass die Druckfarbe beim Trennvorgang mit genügend langen, ausreichend kontrahiertem Faden reisst.

Aus den geometrischen Verhältnissen der durch Bild 14 wiedergegebenen Vorstellung ergibt sich nämlich bei kurzem oder kaum eingeschnürtem Faden wegen des näher zum Bildelement liegenden kleinsten Farbfadenquerschnittes eine geringere

Einfärbung als durch eine unter günstigeren Fadenverhältnissen sich spaltende Farbe. Da die Druckfarbe beim Spalten viskoelastisch reagiert, kommen als Einflussfaktoren die stoffliche Beschaffenheit des Pigment-Bindemittelsystems (Viskosität usw.) und die Druckgeschwindigkeit in Frage. Über die Einsatzmöglichkeiten der Interferenzmikroskopie in der graphischen Technik, die sich nicht nur auf dieses Anwendungsgebiet beschränken, wurde bereits früher kurz berichtet (6) (7).

2. Spannungsverlauf beim Farbspaltungsvorgang

Bei der schnellen Filmtrennung in Offsetmaschinen ist der Verlauf und die Wirkungsdauer der auftretenden Reaktionskräfte von grossem Interesse. Es wurde daher der Versuch unternommen, diesen Vorgang meßtechnisch zu erfassen. Die Messung der von einem schmalen Flächenelement aufzunehmenden kleinen und sehr kurzzeitigen Zugkräfte während des Druckvorganges ist schwierig. Ein solcher Aufnehmer muss nämlich gegensätzliche Eigenschaften besitzen, da von diesem System gefordert wird, dass es als sehr empfindliches Dynamometer die impulsartige Beanspruchung verzerrungsfrei wiedergibt, also eine sehr hohe Eigenschwingungszahl besitzt und die Erschütterungen der Druckmaschine nicht aufnimmt. Die prinzipielle Lösung dieses Meßproblems konnte auf piezoelektrischem Wege mit Hilfe eines Bariumtitanat-Aufnehmers erfolgen.

a) Piezoelektrisches Meßverfahren

ω) Piezoelektrischer Effekt

Bei gewissen kristallinen Körpern entstehen durch mechanische Beanspruchung an bestimmten Außenflächen elektrische Ladungen durch Verschiebung des Ionengitters. Die von diesen

Kraftwirkungen hervorgerufenen Ladungen sind von den Abmessungen des beanspruchten piezoelektrischen Körpers unabhängig. Zwischen der Ladung Q und der Kraft P ist Proportionalität vorhanden. Proportionalitätsfaktor ist der Piezomodul d .

Es besteht also die Gesetzmässigkeit $Q = d P$.

Diese Erscheinung nennt man den direkten piezoelektrischen Effekt. Für piezoelektrische Meßzwecke wurde bisher hauptsächlich der Quarzkristall herangezogen, neuerdings wird in zunehmendem Maße Bariumtitanat verwendet.

Während man aus Einkristallen Körper mit piezoelektrischen Eigenschaften durch orientierende Schnitte erhält, weist das synthetische polykristalline Material "Barium-Titanat" dieses Verhalten erst nach geeigneter Vorbehandlung auf. Gegenüber Quarz weist Bariumtitanat einen wesentlich grösseren piezoelektrischen Effekt auf. Aus diesem Grund eignet es sich speziell zum Messen sehr kleiner Kräfte. Von Nachteil ist lediglich sein relativ geringer Isolationswiderstand. (8)

β) Messung piezoelektrischer Spannungen

Um die Messgrösse registrieren zu können, werden die piezoelektrischen Ladungen in Spannungen umgewandelt und ausreichend verstärkt. Bei unendlich grossem Verstärkereingangswiderstand ist die Eingangsspannung $U = Q/C$.

Die Gesamtkapazität C setzt sich aus der Kapazität des Aufnehmers, der Verbindungskabel und den anderen Teilkapazitäten der Meßeinrichtung zusammen. Von Einfluss auf die Meßgrösse ist auch der parallel zum piezoelektrischen Meßelement liegende gesamte Ableitwiderstand R , und die Frequenz des Vorgangs ω , da die verzerrungsfreie Wiedergabe der Meßgrösse durch das elektrische System ausreichend gewährleistet wird, wenn der Zahlenwert von $\omega R C \gg 1$ ist (9).

b) Mechanisch-elektrisches Meßsystem

δ) Bariumtitanat-Aufnehmer

Da piezoelektrische Aufnehmer üblicher Bauart (10) für die Messung der Kräfteverteilung beim Farbspaltungsprozess konstruktionsbedingte wesentliche Nachteile aufwiesen, war es notwendig, durch ein Meßelement von einfachstem Aufbau diese Mängel auszuschalten. Eine entsprechende Möglichkeit ergab sich durch die Verwendung eines geklebten Systems (11). Die Benutzung dieses Prinzips ermöglicht wegen des Wegfalles komplizierter Bauteile (Federhülse, Verschraubung usw.) die Herstellung sehr hoch abgestimmter Systeme kleiner Maße von besonders hoher Meß- und geringer Erschütterungsempfindlichkeit.

Das geschaffene Meßelement zeigt Bild 15. Der Bariumtitanatkörper wurde durch Schleifen aus polarisierter Keramik erhalten. Die als sehr steife Feder wirkende Bariumtitanatscheibe ist mit einer vom gusseisernen Grundkörper isolierten Potential-Endklemme und dem Aufnehmerkopf, der eine Masseverbindung besitzt, welche als zweiter Pol und Abschirmung dient, verklebt. Die zu verklebenden Teile wurden, um eine dünne Schicht zu erhalten, nach dem Auftragen von Araldit-Giessharz D + Härter 951 unter Druck zusammengefügt. Das Trocknen erfolgte bei $+50^{\circ}$ C. Zur Ausschaltung von Feuchtigkeitseinflüssen wurde die Mantelfläche des Meßelementes mit einer Silikonharzlösung präpariert, die ausgezeichnete dielektrische Eigenschaften besitzt. Um zu erreichen, dass nur die kleine Meßfläche des aus einer Kupferlegierung bestehenden Aufnehmerkopfes eingefärbt wird, erhält sie eine farbabstossende Umgebung.

Bild 16 gibt den eingebauten, von einem V4A-Deckel umschlossenen Bariumtitanat-Aufnehmer wieder. Seine Mittelachse und der sie in der Meßfläche schneidende Zylinderradius schliessen einen Winkel von $\sim 2^{\circ}$ ein, um nach dem Verlassen der Druckzone

einen zur Meßfläche senkrechten Abriss des Farbfadens weitgehend zu gewährleisten. Die piezoelektrischen Ladungen werden durch ein abgeschirmtes Kabel über ein gut isoliertes Schleifringgerät dem Verstärker zugeführt. Schleifringübertragungswiderstände sind bei diesem hochohmigen Meßsystem ohne Bedeutung.

β) Elektronische Meßapparatur

Wird ein Bariumtitanat-Aufnehmer direkt an den Oszillographenverstärker angeschlossen, so besitzt dieses Meßsystem wegen des im allgemeinen nur einige Megohm betragenden Eingangswiderstandes eine kleine Zeitkonstante $\tau = CR$. Es können daher nur genügend hohe Frequenzen einwandfrei übertragen werden. Da wegen $U = Q/C$ die Spannungsempfindlichkeit mit zunehmender Kapazität des Eingangskreises abnimmt, ist es im vorliegenden Fall auch nicht sinnvoll, C zu erhöhen. Aufgrund dessen sind Kathodenverstärker (12), die hohen Eingangswiderstand und niedrigen Ausgangswiderstand aufweisen, als Bindeglied zwischen Bariumtitanat-Aufnehmer und Oszillographenverstärker vorteilhaft einzusetzen. Fleming (13) hat einen abgewandelten Zweistufen-Kathodenverstärker von 750 Megohm Eingangswiderstand beschrieben, dessen Schaltbild unter Verwendung einer moderneren Röhre für die Eingangsstufe des zu schaffenden Vorverstärkers herangezogen wurde. Dieser durch Bild 17 wiedergegebene Vorverstärker entstand in Zusammenarbeit mit der Philips-Service-Abteilung Frankfurt. Das System I der Eingangsröhre E 88 CC ist als Kathodenverstärker geschaltet und arbeitet als Impedanzwandler. System II dient als Gegenkopplungsverstärker. Hierbei erfolgt ein fast vollständiges Kompensieren des Eingangstromes. Die niederohmige Ausgangsspannung an der Kathode des Systems I wird dem Pentodenteil einer ECF 80 zugeführt. Das verstärkte Signal gelangt von der Anode zum Gitter des als Kathodenendverstärker geschalteten Triodenteils der ECF 80. Das so erhaltene niederohmige Ausgangssignal des

aus Stabilitätsgründen mit einer wirksamen Gegenkopplung versehenen Verstärkers kann nun dem Oszillographenverstärker zugeleitet werden.

Der Vorverstärker hat eine Bandbreite von ca. 10 Hz bis 300 kHz. Die obere Frequenzgrenze der elektronischen Meßapparatur wird jedoch vom 50 kHz-Oszillographenverstärker bestimmt, der eine gute Sprungcharakteristik besitzt.

Die Zeitkonstante des Systems wurde experimentell durch Entladung des Bariumtitanat-Aufnehmers nach plötzlicher Gewichtsentlastung bestimmt. Hierfür ist eine Vorrichtung (Bild 18) geschaffen worden, die auch zum Eichdienst diente.

An die Meßfläche des Aufnehmers wurde mittels eines sehr hart werdenden Klebstoffes eine Zusatzeinrichtung befestigt. Hierbei wurde zwischen zwei isolierende Baumwollfäden ein Mittelstück aus 0,02 mm dickem Konstantendraht angeordnet, der beim plötzlichen Anlegen einer Gleichspannung von 96 Volt durchbrannte und eine momentane Trennung des Belastungsgewichtes vom Aufnehmer bewirkte. Den Verlauf der Entladung nach momentaner Entlastung zeigt Bild 19. Die Zeitkonstante $\tau = CR$ des Systems, als die zum Absinken auf den ersten Teil der Ausgangsspannung notwendigen Zeitdauer, kann diesem Diagramm unmittelbar entnommen werden und beträgt $9,5 \cdot 10^{-2}$ Sekunden. Da aufgrund dieses Zahlenwertes keine statische Eichung möglich ist, wurde auf die oben beschriebene Weise dynamisch geeicht. Bei diesem Eichverfahren entspricht dem Belastungsgewicht die Sprunghöhe (s. Bild 19). Die so erhaltene linear verlaufende Eichkurve wird durch Bild 20 wiedergegeben.

Während die Zeitkonstante auf die untere Frequenzgrenze der durch die Meßeinrichtung verzerrungsfrei zu erfassenden Vorgänge Einfluss nimmt, ist die obere Frequenzgrenze von der Eigenschwingungszahl des Aufnehmers abhängig.

Obwohl die Resonanzfrequenz des Bariumtitanat-Aufnehmers relativ einfach aus Impedanzkreismessungen (14) ermittelt

werden kann, genügt für die vorliegenden Verhältnisse eine Abschätzung (15). Es kann daher die Keramikscheibe mit der Federkonstante $c \rightarrow \infty$ und die davor liegende Aufnehmerkopfmasse $m \rightarrow 0$ als Schwingungssystem aufgefaßt werden. Für die Eigenschwingungszahl $f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{c/m}$ ergibt sich somit ein sehr hoher Wert, so dass von ihr das Meßergebnis nicht beeinflusst wird.

c) Ergebnisse

Zur Bestimmung des Verlaufs der beim Farbspaltungsvorgang auftretenden Zugspannungen nimmt die $0,2 \text{ mm}^2$ grosse Meßfläche des in dem Plattenzylinder eingebauten Aufnehmers als druckendes Element am Farbübertragungsvorgang teil; sie wird also von den vier Auftragswalzen ($70, 60, 60, 70 \text{ mm } \emptyset$) eingefärbt und überträgt anschliessend einen Teil der so erhaltenen Farbe auf den Gummizylinder. Während einer Zylinderumdrehung erfährt daher der Aufnehmer fünfmal die Kraftwirkungen der sich spaltenden Druckfarbe, welche von der elektrischen Meßanlage (Bild 21) registriert werden. Gemessen wurde während des Fortdrucks bei normalen Maschinenverhältnissen. Mit Rücksicht auf die hohe Aufnehmerempfindlichkeit war die Druckanstellung zwischen Platten- und Gummizylinder niedrig, aber ausreichend.

Die pro Zylinderumdrehung registrierten Vorgänge enthält der Filmstreifen des Bildes 22. Zur bequemeren Wiedergabe dieser orientierenden Übersicht wurde nur eine zur Auflösung der Spannungsverteilungskurve gerade ausreichende Filmgeschwindigkeit gewählt. Die interessierenden Meßimpulse setzen sich aus der in diesem Zusammenhang unwesentlichen Druckverteilungskurve, deren Verlauf vom Aufnehmer wegen der Einflussnahme von Tangentialkräften usw. nur ungefähr wiedergegeben wird und dem sich unmittelbar anschliessenden Spannungsverlauf des Farbspaltungsvorgangs zusammen. Die in den nächsten Bildern dargestellten, zu verschiedenen Maschinengeschwindigkeiten gehörenden Kurvenzüge wurden mit 380 cm/s

registriert, 5-fach vergrössert und nachgezeichnet.

Bild 23 enthält für die pro Zylinderumdrehung fünfmal am Aufnehmer erfolgende Spaltung die Spannungs-Zeitkurve von 3 verschiedenen, bei 2000, 4000 und 6000 Uph beanspruchten Offsetfarben. Für insgesamt 8 Offsetfarben von unterschiedlicher plastischer Viskosität ist in Bild 24 das Spaltungsverhalten bei dem mit 2000, 4000 und 6000 Uph erfolgten Einfärben des Gummizylinders zusammengestellt.

Die angegebenen Spannungen sind definiert durch den Quotienten:

Gemessene Zugkraft / Meßfläche des Aufnehmers ($0,2 \text{ mm}^2$).

Der Vorgangsablauf ist kurzzeitig genug, um die verzerrungsfreie Wiedergabe ($\omega \tau > 1$) zu gewährleisten.

Diesen Kurven ist unmittelbar zu entnehmen:

Der maximal auftretende "Zug" (Tack),
die Geschwindigkeitsabhängigkeit des Zuges,
die Zeitdauer der Ausziehbewegung.

Die Kurvenform kennzeichnet summarisch die Einflussfaktoren des Vorganges. Auf den Verlauf des Spannungsanstiegs wirken sich vor allem elastische und plastische Beanspruchungsreaktionen der Farbe aus. Die Charakteristik des nach Überschreiten des Maximums eintretenden Spannungsabfalls lässt auf eine rasch zunehmende Verringerung des wirksamen Farbquerschnitts schliessen. Bei der Kurvendiskussion ist weiterhin hervorzuheben, dass sich die verdruckten Offsetfarben in Bezug auf die Grösse und Geschwindigkeitsabhängigkeit des maximal auftretenden Zuges sehr spezifisch verhalten. Die Zeitdauer der Ausziehbewegung ist, wie versuchsmässig belegt werden konnte, ein sehr kurzzeitiger Vorgang, sie liegt bei 6000 Uph zwischen 10^{-3} und 10^{-4} Sekunden und ist von der Höhe des Zuges abhängig. Durch die Dauer der Zugbeanspruchung kann auch die Länge einer Farbe charakterisiert und zahlenmässig mit anderen, bei derselben Druckgeschwindigkeit untersuchten Farben verglichen werden. Die

Zeitdauer der Ausziehbewegung ist nicht nur von der Druckgeschwindigkeit und Farbbeschaffenheit, sondern auch von der Farbschichtdicke abhängig. Wird die einer satten Einfärbung entsprechenden Farbschichtdicke reduziert, so verringern sich der Zug und die Beanspruchungsdauer. Auf die Höhe des Zuges wirken sich ebenfalls der auch auf die Ausbildung der Spaltform Einfluss nehmende Anpressdruck und die Beanspruchungsverhältnisse des Druckfarbenfilms in der unmittelbaren Umgebung der Meßfläche während des Spaltungsvorganges aus. Da Art und Grösse der Deformation an der Ausgangsseite des Spaltes nicht näher bekannt sind, wurden keine Spannungs-Dehnungsdiagramme aufgestellt. Das abweichende Spaltungsverhalten, welches die Systeme Auftragswalze/Plattenzylinder und Plattenzylinder/Gummizylinder aufweisen, ist u.a. auf die Verschiedenheit von Spaltform und Farbschichtdicke, sowie auf die unterschiedliche Härte von Zylinderaufzug und Walzenmasse zurückzuführen.

- (1) Räntsch, K.: Oberflächenprüfung durch Lichtinterferenz. *Feinmechanik und Präzision* 52 (1944) Nr.7/12 S.75/85
- (2) Räntsch, K.: Oberflächenprüfung durch Lichtinterferenz. *Feinmechanik und Präzision* 52 (1944) Nr.7/12 S.77
- (3) Räntsch, K.: Grundsätzliches zur Interferenzmikroskopie. *Werkstattstechnik und Maschinenbau* 42 (1952) Nr.10 S.45
- (4) Räntsch, K.: Grundsätzliches zur Interferenzmikroskopie. *Werkstattstechnik und Maschinenbau* 42 (1952) Nr.10 S.46
- (5) Banks, W.H.: The Fountain Solutions and Ink. *Penrose Annual* 50 (1956) p.146/148
- (6) Eschenbach, W.u. Wagenbauer, K.: Einsatzmöglichkeiten der Interferenzmikroskopie in der graphischen Technik. *Der Polygraph* 8 (1955) Nr.19 S.725
- (7) Wagenbauer, K.: Die interferenzmikroskopische Beurteilung von Druckfarbschichten auf nichtsaugenden Materialien. *Archiv für Druck und Papier* 4 (1958) Nr.4 S.427/436
- (8) Gohlke, W.: *Mechanisch-elektrische Meßtechnik*. Carl Hanser Verlag München (1955) S.43/49
- (9) Gohlke, W.: Der Verstärkereingang bei piezoelektrischen Meßgeräten, *Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens* 13 (1942) Nr.4 S.141
- (10) Gohlke, W.: *Mechanisch-elektrische Meßtechnik*. Carl Hanser Verlag München (1955) S.125
- (11) Jones, E.: Cemented Piezoelectric Accelerometers. *National Bureau of Standards Report* Nr. 2654 (August 1953) p.61/62
- (12) Geyger, W.: Der Katoden-Verstärker. *Funk und Ton* Nr.3 (1943) S.119/124
- (13) Fleming, L.: Cathode-Follower Design, *National Bureau of Standards Report* Nr. 2654 (August 1953) p.174/177
- (14) *Mitteilungen der Rosenthal-Isolatoren GmbH Werk III, Selb/Bayern* (1957) Nr.26 S.15
- (15) Gohlke, W.: *Mechanisch-elektrische Meßtechnik*. Carl Hanser Verlag München (1955) S.128

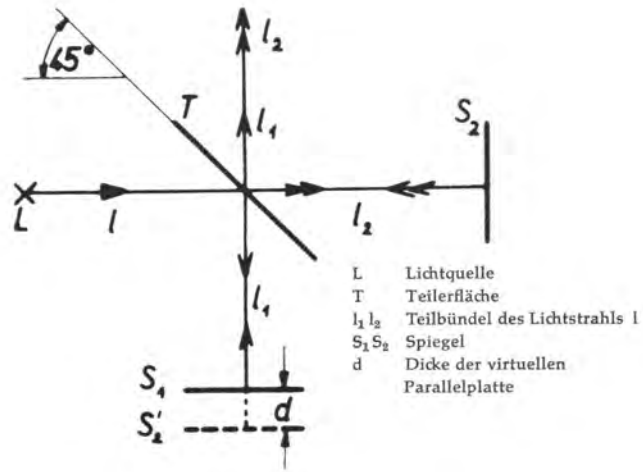


Bild 1 Michelson Interferometer

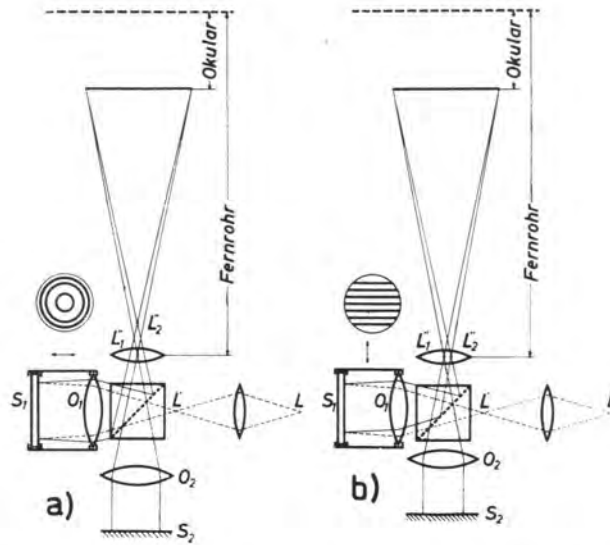


Bild 2 Strahlengang bei Interferenzmikroskopen nach dem Linnik-Prinzip

Bild 3 Schematische Darstellung des Interferenzlinienverlaufs auf kugeligen Oberflächen

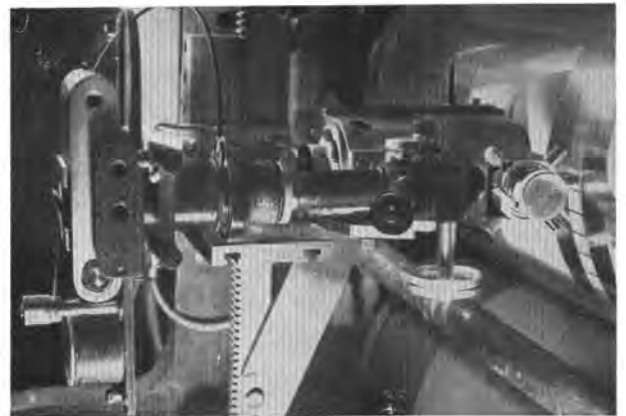
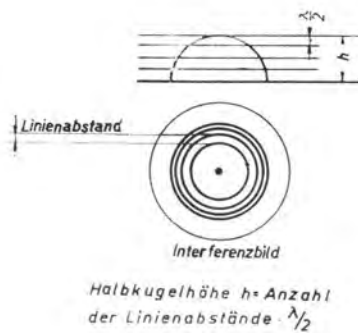


Bild 4 Anordnung des Interferenzmikroskopes

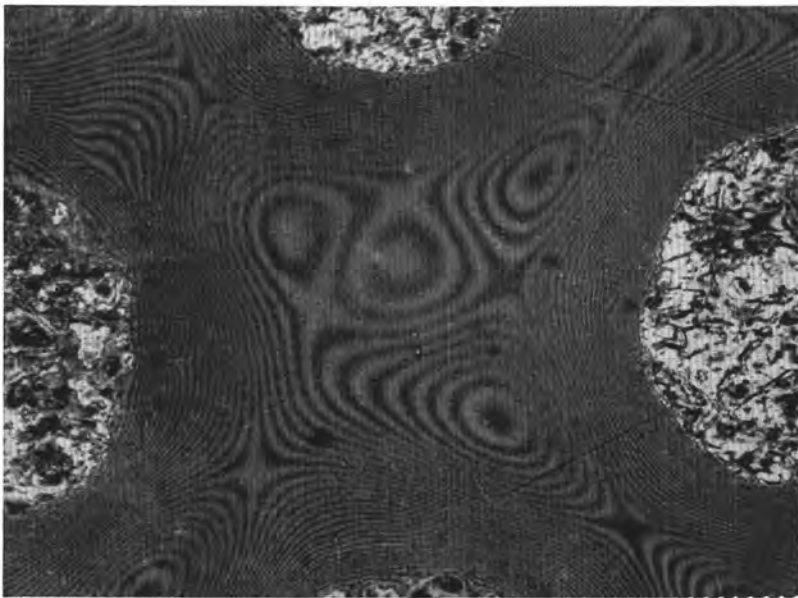
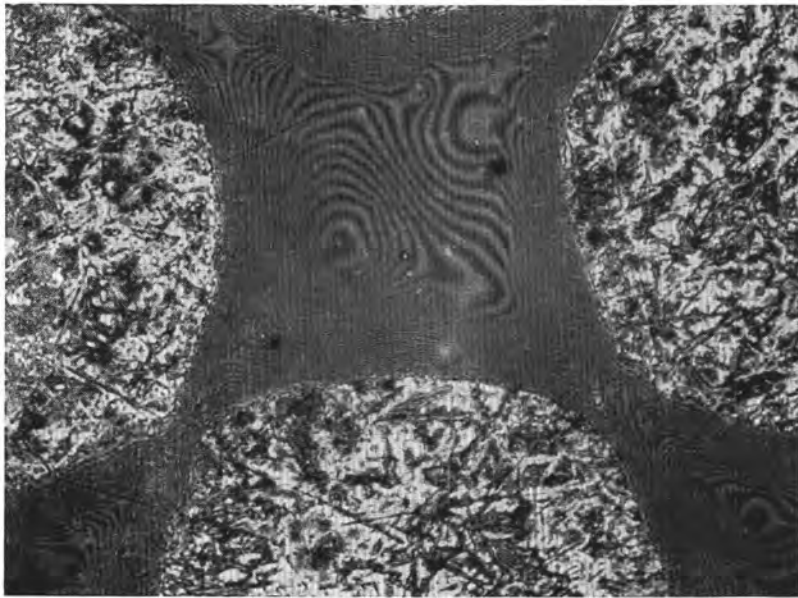
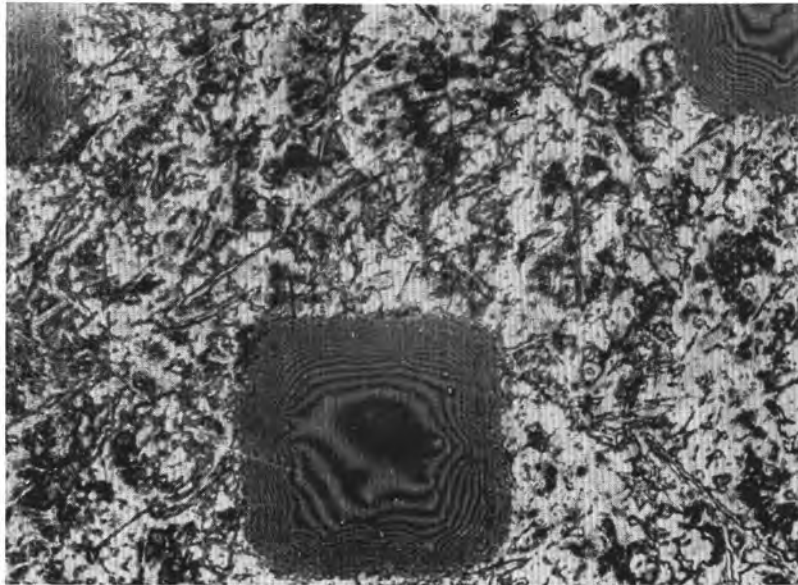
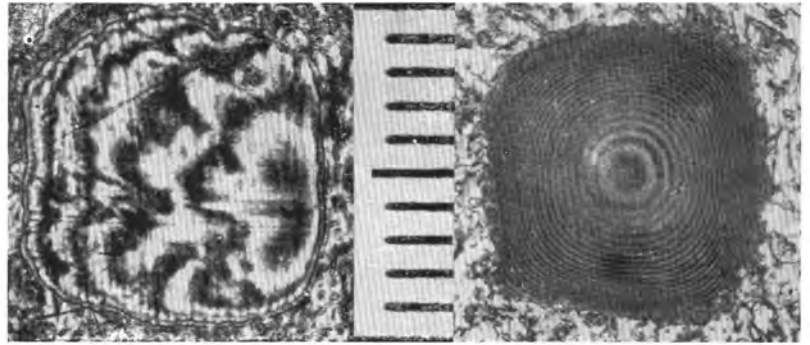


Bild 6

Bild 5

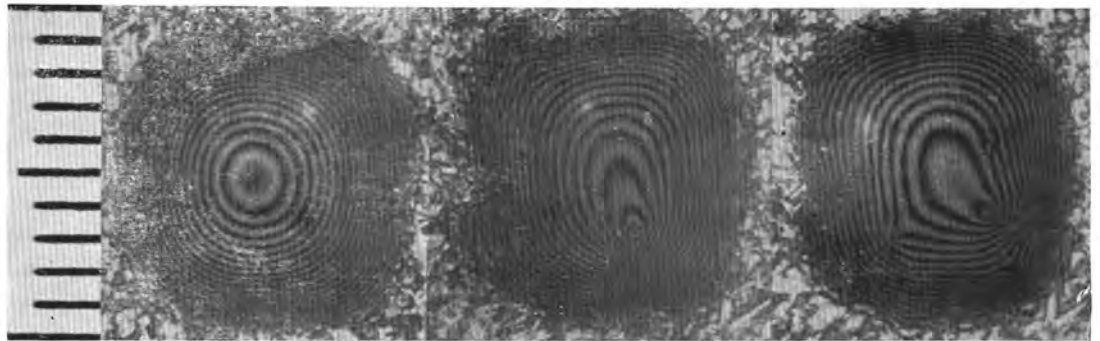


2000 Uph

4000 Uph

6000 Uph

Bild 7



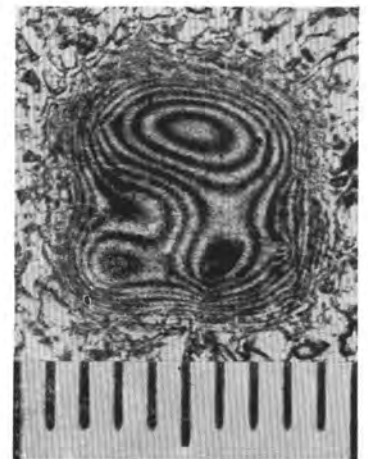
$1,6 \cdot 10^{-5} \text{mm}^3$

$1,1 \cdot 10^{-5} \text{mm}^3$

$1,0 \cdot 10^{-5} \text{mm}^3$

FARBVOLUMEN

Bild 8

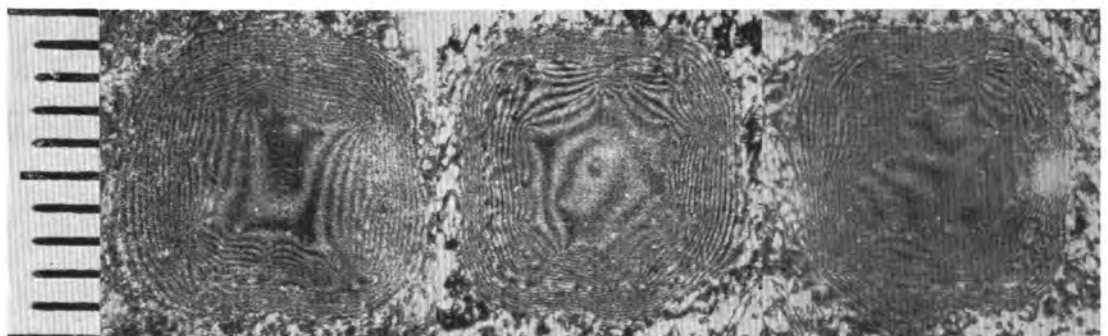


2000 Uph

4000 Uph

6000 Uph

Bild 9

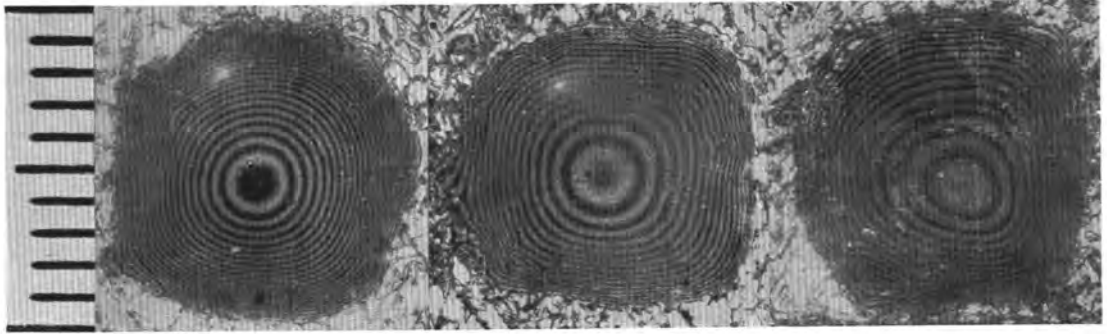


2000 Uph

4000 Uph

6000 Uph

Bild 10



2000 Uph

4000 Uph

6000 Uph

Bild 11



4000 Uph

6000 Uph

Bild 12

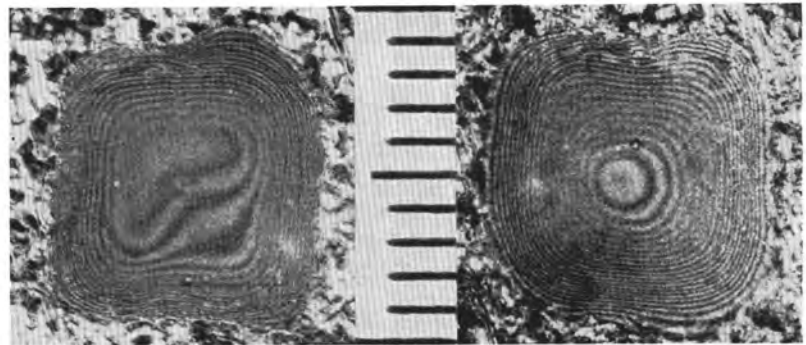
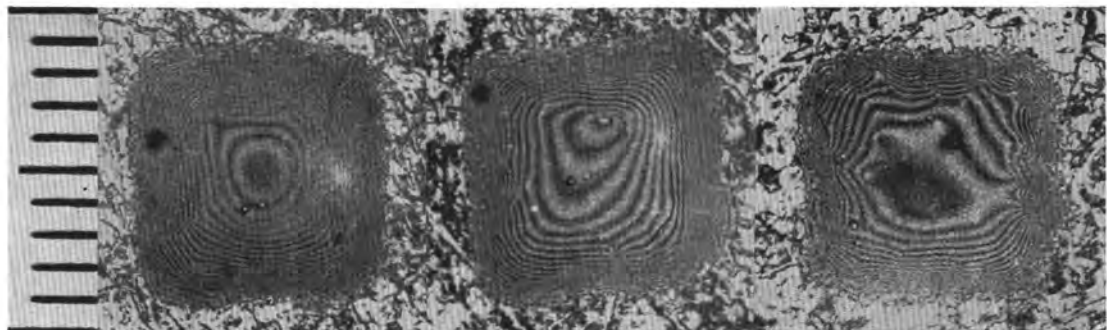


Bild 13



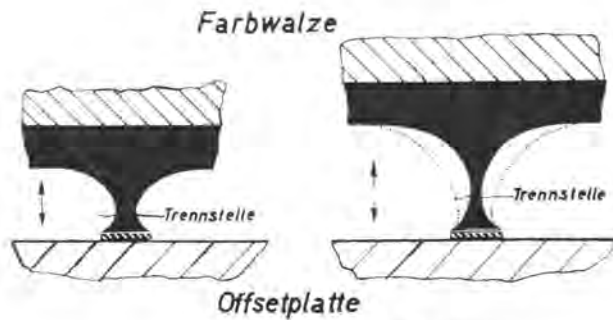


Bild 14 Trennung des Farbfadens

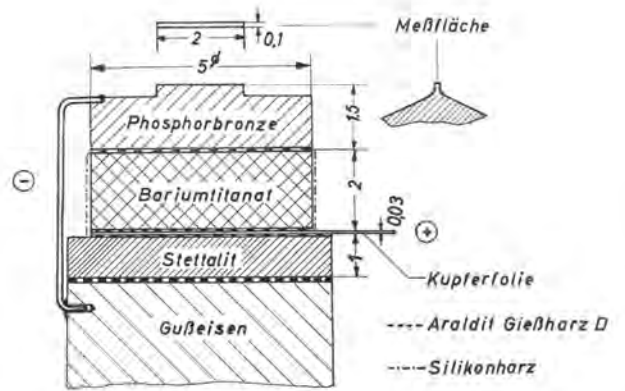


Bild 15 Bariumtitanat Aufnehmer

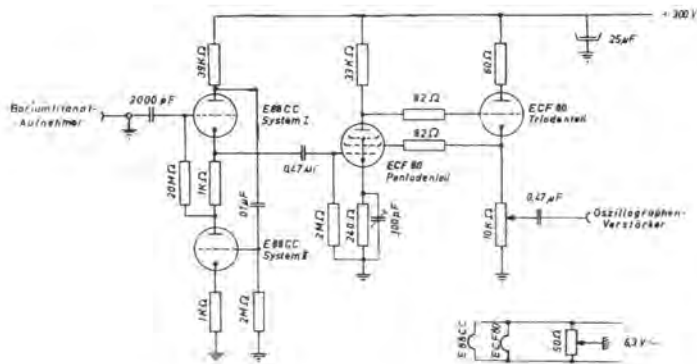


Bild 17 Vorverstärker mit hochohmigem Eingangswiderstand

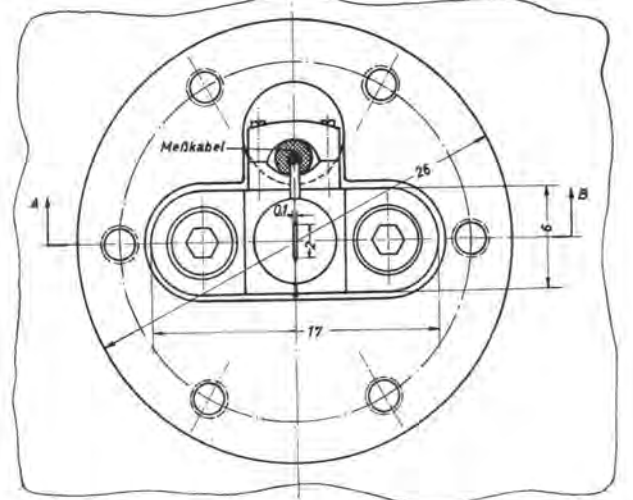
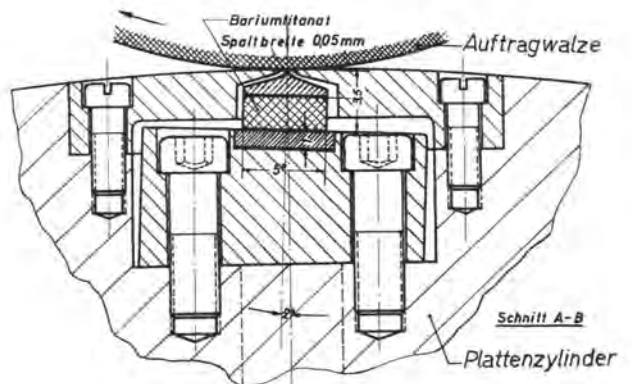


Bild 16 Eingebauter Bariumtitanat-Aufnehmer

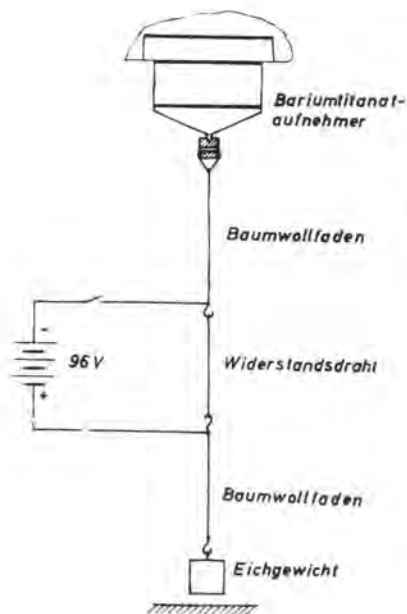


Bild 18
Vorrichtung des Bariumtitanat-Aufnehmers zur plötzlichen Gewichtsentlastung



Bild 19 Entladungsverlauf nach plötzlicher Gewichtsentlastung. Eingezeichneter Zeitmaßstab: Strichlänge = $5 \cdot 10^{-8}$ s

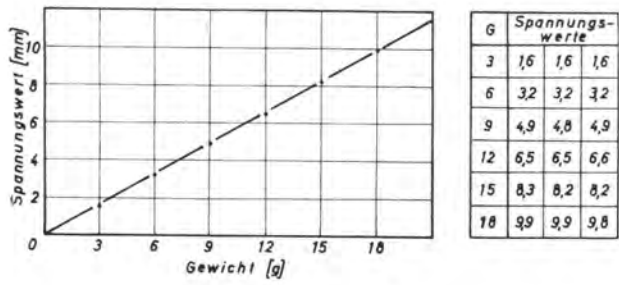


Bild 20 Eichkurve des Bariumtitanat-Aufnehmers

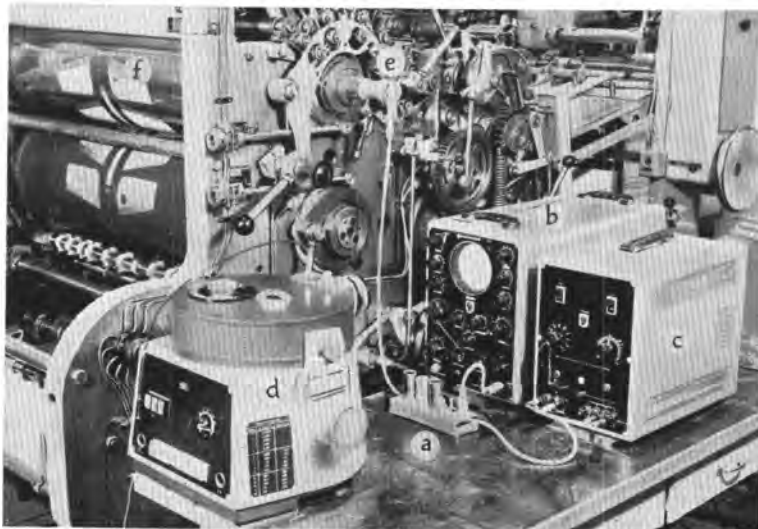


Bild 21 Meßanlage für die Farbspaltungsuntersuchungen
 a Vorverstärker
 b Gleichspannungszillograph
 c Gleichstromspeisungsgerät
 d Frequentophot
 e Schleifringgerät
 f Aufnehmer

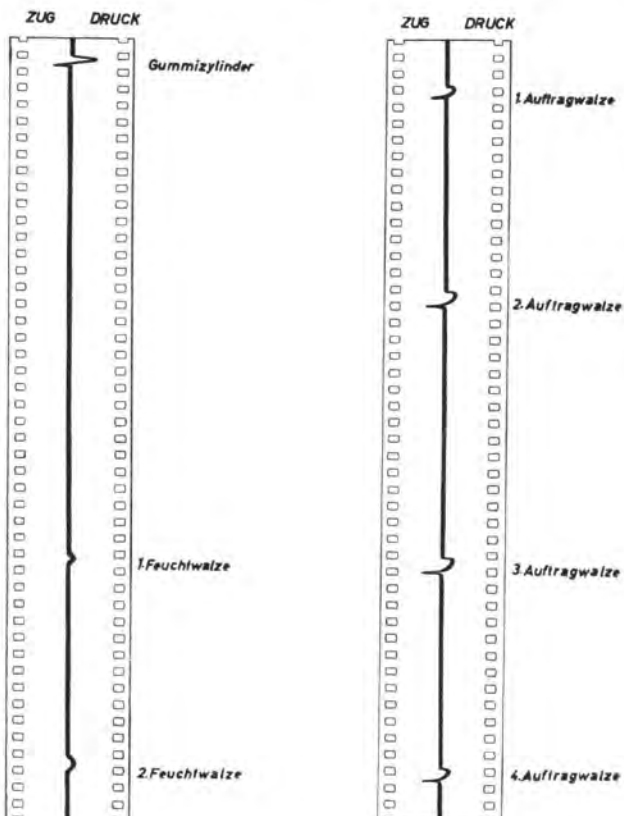
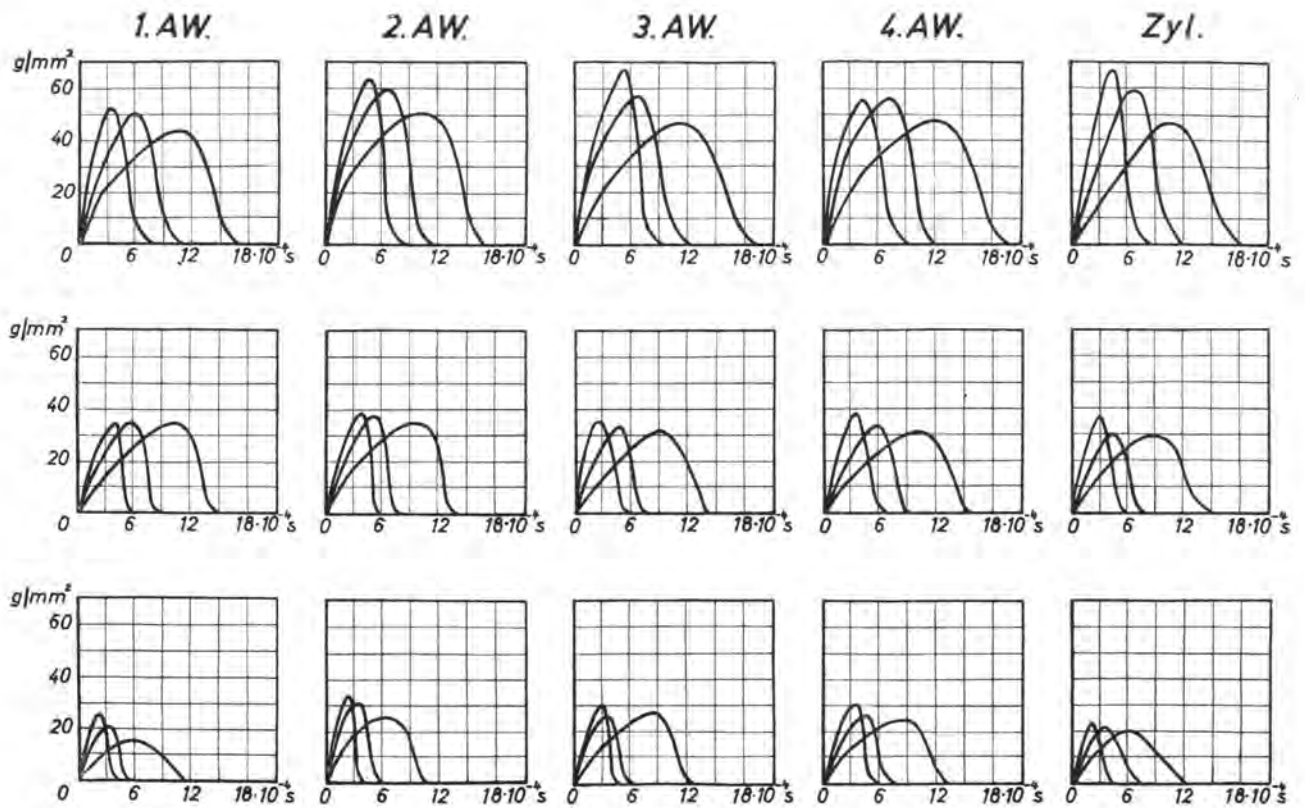


Bild 22 Bei der Farbspaltungsuntersuchung pro Umdrehung registrierte Meßvorgänge. Maschinengeschwindigkeit: 4000 Uph



**Für drei verschiedene Offsetfarben pro Zylinderumdrehung
beim Farbspaltungsvorgang registrierte Spannungsverteilung**
Maschinengeschwindigkeit: 2000, 4000 und 6000 Uph

Bild 23

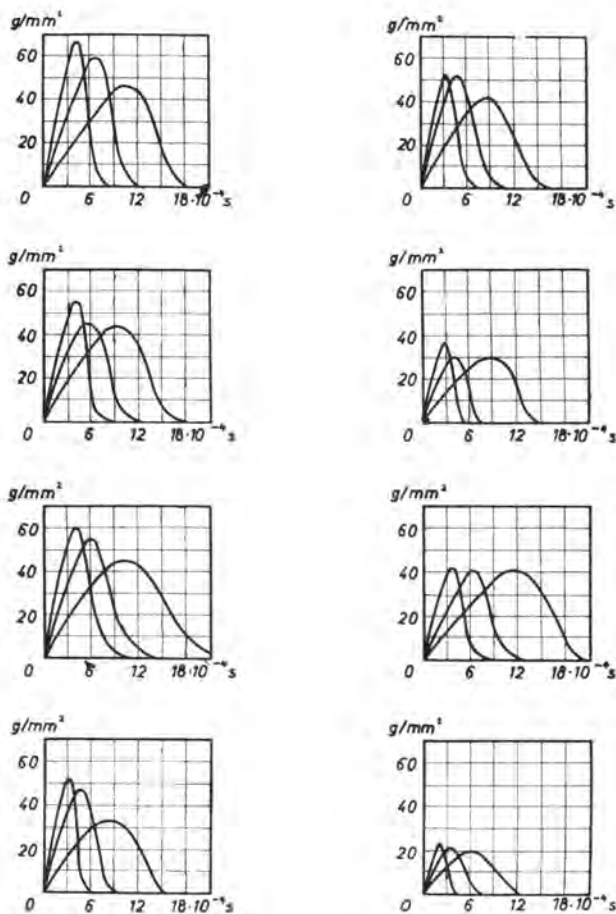


Bild 24 Spannungsverlauf beim Spaltungsvorgang für verschiedene
Offsetfarben
Farbübertragungssystem: Platten-/Gummizylinder
Maschinengeschwindigkeit: 2000, 4000 und 6000 Uph