

## Zweistrahl-Auflichtmeßverfahren zur Bestimmung von Farbschichtdicken in Walzenfarbwerken

Scheuter, Karl R.; Rodriguez-Giles, Jorge M.; Wiesner, Reiner  
(1980)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00014154>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Book

Division: 16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/14154>

---

# Zweistrahl-Auflichtmeßverfahren zur Bestimmung von Farbschichtdicken in Walzenfarbwerken

Jorge M. Rodriguez-Giles, Karl R. Scheuter und Reiner Wiesner

B41F33/00



# Zweistrahlauflichtmeßverfahren zur Bestimmung von Farbschichtdicken in Walzenfarbwerken

## 1. Einleitung

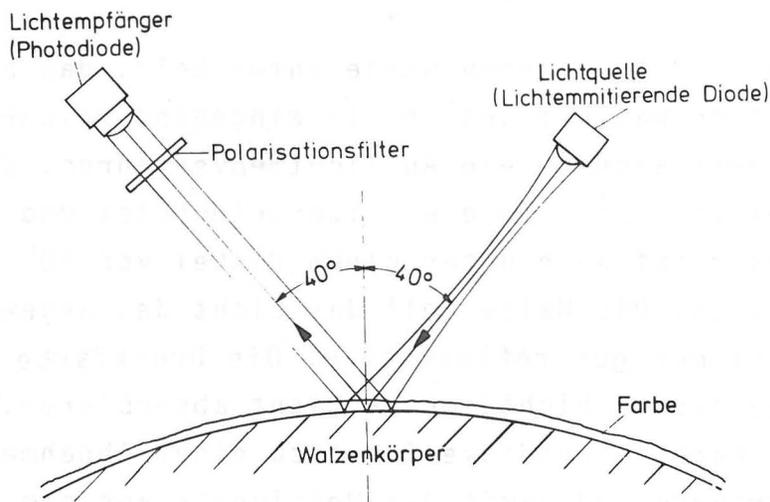
Im Zuge der Vorbereitung des Forschungsvorhabens "Farbspaltung, AIF Nr. 6168, war die Aufgabe zu lösen, ein Meßverfahren für die experimentelle Bestimmung von Farbschichtdicken in laufenden Offsetdruckmaschinen zu entwickeln. Das Verfahren sollte es erlauben, die Farbschichtdicke berührungslos und ohne Unterbrechung oder Beeinträchtigung des Druckprozesses zu messen. Das Haupthindernis dabei ist die Tatsache, daß die Farbfilmoberfläche wegen der Natur des Spaltungsvorganges an den Walzenspalten sehr unregelmäßig ist, was hohe Anforderungen an das Meßverfahren stellt. Diese Oberflächenrauigkeit ist von mehreren Parametern abhängig, insbesondere von der Umfangsgeschwindigkeit der Walzenoberfläche.

Ein geeignetes Meßverfahren wurde entwickelt, das auf reiner Lichtabsorption basiert und in /1/ eingehend beschrieben ist. Es handelt sich um ein Auflichtmeßverfahren. Unter einem Winkel von  $40^{\circ}$  wird die Walze beleuchtet und der Lichtempfänger ist auch unter einem Winkel von  $40^{\circ}$  angeordnet (Bild 1). Die Walze soll das Licht des angewandten Spektralbereiches gut reflektieren. Die Druckfarbe soll dagegen - je nach Schichtdicke - Licht absorbieren. Ein Anstieg der Farbschichtdicke führt zu einer Abnahme der Lichtrückstreuung und damit des Meßsignals aus dem Photoempfänger. Der Zusammenhang zwischen Farbschichtdicke  $s$  und Meßsignal  $U$  ist von dem Typ

$$U(s) = U_{\infty} + U_0 e^{-\frac{s}{\sigma}} \quad (1)$$

$\sigma$  ist eine Konstante, die von der Meßgeometrie und den Lichtabsorptionseigenschaften der Druckfarbe abhängt.  $U_{\infty}$  ist das Meßsignal für  $s \gg \sigma$  und  $U_{\infty} + U_0$  das Meßsignal für  $s=0$ , also für die farbfreie Walze.

Da im Absorptionsbereich einer Farbe (z.B. roter Spektralbereich bei Cyan oder gesamtes Spektrum bei rußpigmentierten Schwarzfarben) wenige  $\mu\text{m}$  Schichtdicke für eine vollständige Lichtabsorption reichen, ist es für Messungen in einem größeren Schichtdickenbereich notwendig, die lichtabsorbierende Farbe bzw. das lichtabsorbierende Pigment optisch zu verdünnen. Nur so kann ein Schichtdickenbereich von 0 bis ca. 20  $\mu\text{m}$  erfaßt werden. Damit die Untersuchung der Farbverteilung jedoch praxisgerecht ist, muß sie mit einer Druckfarbe erfolgen, die sich von der praxisüblichen bezüglich ihrer rheologischen und grenzflächenphysikalischen Eigenschaften nicht unterscheidet. Dies trifft dann zu, wenn man beispielsweise die lichtabsorbierende Farbe Cyan mit gelber Farbe verschneidet. In diesem Fall kann dann die elektrooptische Schichtdickenmessung im roten Spektralbereich erfolgen.



**Bild 1** Optoelektronische Meßanordnung zur berührungslosen Bestimmung von Farbschichtdicken auf Walzen. Das Licht wird von der Walzenoberfläche diffus reflektiert. Es wird im Absorptionsspektralbereich der Druckfarbe gemessen. Mit steigender Farbschichtdicke nimmt der Photostrom ab. Das Polarisationsfilter dient zur Unterdrückung des Glanzlichtes.

Bei Anwendung diffus reflektierender Walzen schien das Verfahren den Erfordernissen von "on line"-Messungen in Farbwerken zu genügen. Die Anwendung des Verfahrens konnte als problemlos eingestuft werden und die Reproduzierbarkeit war zufriedenstellend. Die unterschiedliche Oberflächenrauigkeit des Farbfilmes bei verschiedenen Maschinengeschwindigkeiten zeigte keinen ausschlaggebenden Einfluß auf den Meßwert. Bei eingehenden Meßversuchen an Offsetdruckmaschinen wurde jedoch festgestellt, daß die Anwesenheit von Wasser in bzw. auf der Farbschicht zu Verfälschungen des Meßergebnisses führte. Da dieser Effekt nicht reproduzierbar war und ausgerechnet die Untersuchung von Offsetfarbwerken von besonderem Interesse ist, mußte ein Weg gesucht werden, um den unerwünschten Einfluß des Feuchtwassers auf das Meßergebnis zu unterbinden. Das in /1/ beschriebene Meßverfahren, das den Vorteil der Einfachheit hat, ist damit nicht wertlos geworden. Sein Anwendungsbereich ist jedoch auf feuchtmittelfreie Druckfarben beschränkt.

## 2. Das Zweistrahlmeßverfahren

Als Ausweg bietet sich ein Zweistrahlmeßverfahren an. Voraussetzung für ein solches Verfahren ist eine Farbe, welche neben Absorptionsbereichen mindestens einen Transparenzbereich aufweist. Dies ist bei den Buntfarben stets der Fall. Bild 2 zeigt schematisch die Meßanordnung.

Als Lichtquelle wird eine Glühlampe benutzt: Sie emittiert Licht im gesamten sichtbaren Spektrum. Zwei Photoempfänger mit vorgeschaltetem Farbfilter passender Transparenz liefern Signale, die proportional der Lichtstrahlung im Absorptions- bzw. im Transparenzbereich der Druckfarbe sind. Sollte z.B. die Schichtdicke von Magenta-Farbe gemessen werden, dann werden ein Rotfilter für den Transparenzbereich und ein Grünfilter für den Absorptionsbereich angewandt. Das Meßsignal  $U_G$ , das der Photoempfänger mit vorgeschaltetem Grünfilter abgibt, ist nicht nur von der Farbschichtdicke abhängig, sondern auch von

der winkelmäßig großen Streuung des Lichtes durch die Wassertröpfchen und die Oberflächenrauigkeit des Farbfilmes. Ist der Anteil des dem Photoempfänger durch diese Streuung verlorengegangenen Lichtes  $S_W$ , so gelangt nur noch der Anteil  $1-S_W$  auf den Empfänger. Es gilt dann für das Meßsignal

$$U_G(s, S_W) = (U_\infty + U_0 e^{-\frac{s}{\sigma}}) (1-S_W)$$

Da die Brechungsindices von Wasser und Firnis innerhalb des sichtbaren Spektralbereiches annähernd wellenlängenunabhängig sind, ist ein ähnlich großer weggestreuter Anteil sowohl für die rote als auch für die grüne Lichtstrahlung zu erwarten. Da das rote Licht praktisch von der Magentafarbe nicht absorbiert wird, reagiert der Photoempfänger mit vorgeschaltetem Rotfilter nur auf die Streuung durch die Wassertröpfchen und die Oberflächenrauigkeit, nicht aber auf die Farbschichtdicke. Sein Meßsignal  $U_R$  würde also dem Ausdruck

$$U_R(S_W) = U_{00}(1-S_W)$$

genügen, wobei  $U_{00} = U_\infty + U_0$  das Signal für eine farbfreie Walze wäre. Der Quotient  $U_G/U_R$  hat nach dem Kürzen mit  $(1-S_W)$  den Wert:

$$\frac{U_G(s, S_W)}{U_R(s, S_W)} = \frac{U_\infty}{U_{00}} + \frac{U_0}{U_{00}} e^{-\frac{s}{\sigma}} \quad (2)$$

Das rote Licht würde also nur einen Vergleichswert liefern. Der Quotient wäre, falls die vorherigen Annahmen stimmen würden, von der Anwesenheit von Wischwasser nicht beeinflusst. Die vorherige Gleichung könnte auch in der bisherigen Form wie folgt geschrieben werden:

$$U(s) = U_{00} \frac{U_G(s, S_W)}{U_R(s, S_W)} = U_\infty + U_0 e^{-\frac{s}{\sigma}} \quad (2.1)$$

$U_{00}$  ist gemäß Definition eine Konstante mit der Einheit Volt.

Sie entspricht dem Spannungskoeffizienten des für die Auswertung benutzten analogen Quotientenbildners.

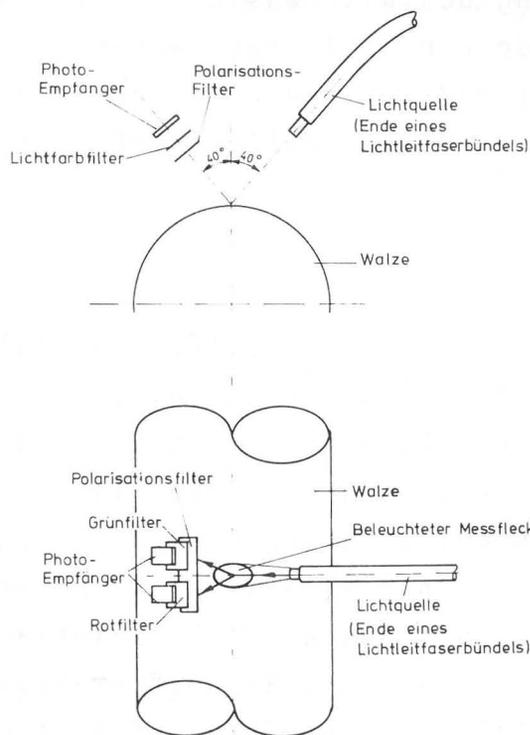


Bild 2 Zweistrahlverfahren. Die Walzenoberfläche ist spiegel- oder diffus reflektierend. Die Druckfarbe absorbiert nur eine der angewendeten Lichtfarben, die andere dient für eine Vergleichsmessung, um unerwünschte Auswirkungen auf das Meßsignal zu kompensieren. Es wurde mit Magenta-Farbe gemessen, die Hauptmessung wurde im grünen Spektralbereich durchgeführt, die Vergleichsmessung im roten Spektralbereich.

Das Zweistrahlverfahren hat zudem den Vorteil, daß auch Schwankungen der Leistung der Glühlampe weitgehend kompensiert werden. Im Prinzip hätten reine Leistungsschwankungen keine Wirkung auf den Wert des Quotienten. Änderungen der Leistung bedeuten aber Änderungen der Betriebstemperatur des Glühfadens und damit des Emissionsspektrums. Da aber die gesamte Strahlungsleistung von der vierten Potenz der Temperatur abhängt und das Emissionsspektrum (Verschiebung der Wellenlänge des Emissionsmaximums) bei mäßigen Leistungsänderungen sich nur mit der ersten Potenz der Glühfadentemperatur ändert, darf jedoch angenommen werden, daß

die spektrale Verteilung der Lichtemission praktisch erhalten bleibt.

Für die Bestimmung des Wischwasseranteiles an Offsetdruckfarbenschieden wurde ein ähnliches Verfahren mit Erfolg eingesetzt /2/. Sowohl Meß- als auch Referenzstrahl liegen in diesem Falle allerdings im mittelwelligen Infrarot.

### 3. Meßanordnung

Als Lichtquelle kam ein Lichtleitfaserbündel, das an eine Kaltlichtquelle angeschlossen wurde, zur Anwendung. Die Kaltlichtquelle erlaubt eine intensive Beleuchtung ohne die Nachteile, die eine leistungsstarke Glühlampe in dem knappen Raum zwischen den Walzen bringen würde. Hinzu kommt, daß Licht aus der Kaltlichtquelle wesentlich weniger IR-Strahlung enthält als jenes aus einfachen Glühlampen (Bild 3). Kaltlichtquellen enthalten zwar Wolfram-Halogen-Lampen, aber die Bündelung erfolgt durch einen infrarotdurchlässigen

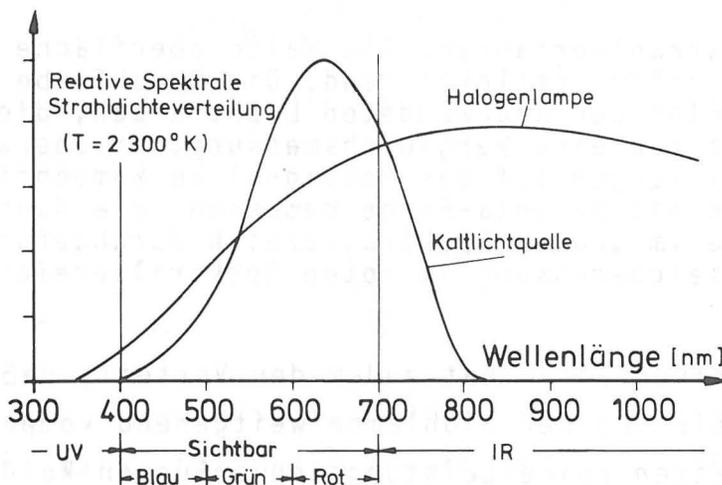


Bild 3 Spektrale Strahldichte-Verteilung einer Wolfram-Halogen-Glühlampe und einer Kaltlichtquelle. Die Kaltlichtquelle enthält zwar auch eine Wolfram-Halogenlampe, aber die Bündelung erfaßt hauptsächlich sichtbare Strahlung. Die Bündelung erfolgt mittels eines Interferenzsammelspiegels, der nur im sichtbaren Spektralbereich einen hohen Reflexionskoeffizienten aufweist.

Sammelspiegel. Infrarotstrahlung kann störend wirken, weil im Infrarot die in jeder Hinsicht vorteilhaften Silizium-

Photoempfänger das Maximum an Empfindlichkeit zeigen. Für die Messungen kommt in der Tat ausschließlich der sichtbare Spektralbereich in Frage, weil nur hier von einer ausreichenden und reproduzierbaren Lichtabsorption der Druckfarben ausgegangen werden kann.

Bild 4 zeigt schematisch den angewendeten Meßaufbau. Um die Wirkung des Glanzlichtes und anderer Störeffekte zu unterdrücken, wurde unter  $40^\circ$  beleuchtet und gemessen, und zwar mit in der Einstrahlebene polarisiertem Licht /1/. Es wurde sowohl auf Walzen mit weißer, diffus reflektierender als auch mit spiegelnder Oberfläche gemessen. Ein infrarotabschneidendes Filter vom Typ BG 18 wurde vor dem Lichtleitstab angeordnet. Bild 5a zeigt die spektrale Durchlässigkeit dieses Filters.

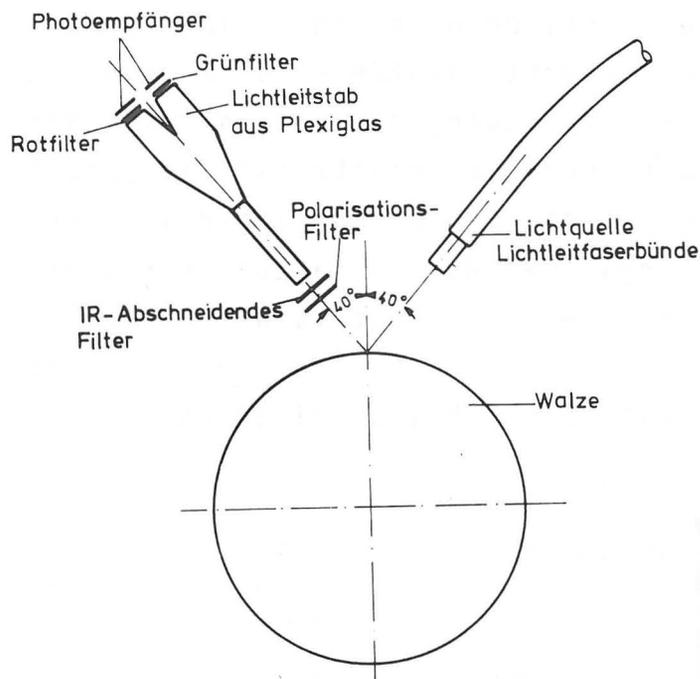


Bild 4 Meßaufbau zur Erprobung des Zweistrahlmeßverfahrens. Beide Photodioden liegen am Ende desselben Lichtleitstabes. Daher liegen beide Photoempfänger in Bezug auf die Meßgeometrie an derselben Stelle. Es wird an Magenta-Farbe gemessen. Die Hauptmessung erfolgt im grünen Spektralbereich, die Vergleichsmessung im roten Spektralbereich. Da beide Lichtfarbfilter infrarotdurchlässig sind, muß ein IR-abscheidendes Filter vorgeschaltet werden. Das Polarisationsfilter dient zur Unterdrückung des Glanzlichtes.

Der Lichtnachweis erfolgt über zwei Lichtempfänger mit vorgeschalteten Farbfiltern.

Nur wenn während der Messung beide Photoempfänger ihre Lage bezogen auf die Einstrahlebene genau beibehalten, ist die Kompensation durch Quotientenbildung möglich. Schon bei den ersten Vorversuchen konnte festgestellt werden, daß mit ortgetrennten Photoempfängern diese Bedingung nur sehr schwer eingehalten werden kann. Die mechanische Justierung erwies sich als schwierig und die Meßanordnung als sehr empfindlich gegenüber Schwingungen und kleinsten Veränderungen der Meßgeometrie. Als eleganteste Lösung dieses Problems bot sich an, beide Lichtempfänger in Bezug auf die Meßgeometrie an derselben Stelle zu montieren. Um beide Photoempfänger in Bezug auf die Meßgeometrie an derselben Stelle zu montieren, wurden sie am Ende eines gemeinsamen Lichtleiterstabes angeordnet. Längs eines Lichtleiterstabes erfolgt ein Verlust jeder Korrelation zwischen Ort und Beleuchtungsstärke. Dies bedeutet, daß die Beleuchtungsstärke am Ausgang des ersten, zylindrischen Teils gleichbleibend über den Querschnitt ist und jede Änderung sich im gleichen Maße auf beide Lichtempfänger auswirkt. Bedingung dafür ist allerdings, daß das Verhältnis Länge zu Durchmesser dieses ersten Teils des Lichtleiters ausreichend groß gewählt wird (etwa 10 oder mehr). Die nachfolgende kegelförmige Ausweitung des Lichtleiters führt zu einer Parallelisierung des Lichtbündels.

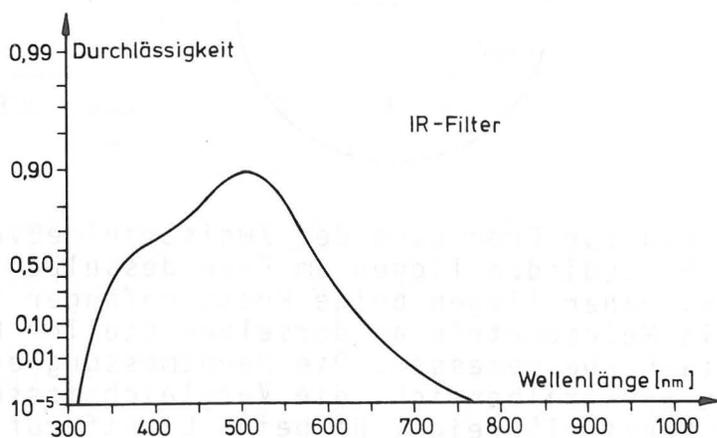


Bild 5a Spektrale Durchlässigkeit des infrarotabscheidenden Filters BG 18.

Es kamen zwei Silizium-Photoelemente als Photoempfänger zur Anwendung. Bild 5b zeigt ihre relative spektrale Empfindlichkeit.

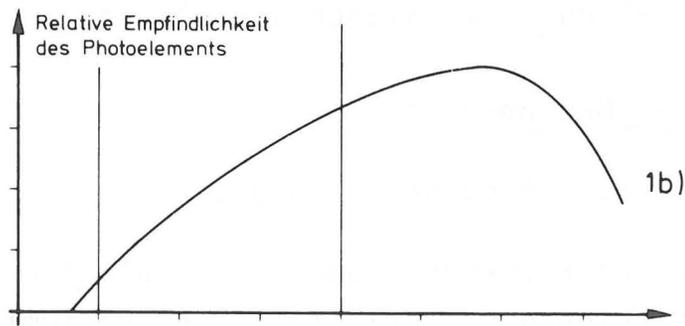


Bild 5b Relative spektrale Empfindlichkeit des Si-Photoelementes.

In Bild 6 ist ein vereinfachtes Schaltbild der zur Quotientenbildung angewendeten Schaltung zu sehen. Beide Photoelemente liefern einen Strom  $I_G$  bzw.  $I_R$ , der jeweils proportional zur Lichteinstrahlung ist /3/. Zwei Operationsverstärker mit Gegenkopplung wandeln die beiden Stromsignale in je ein Spannungssignal um. Für diese Schaltung gilt /4/:

$$U_G = R_G \cdot I_G$$

und

$$U_R = R_R \cdot I_R$$

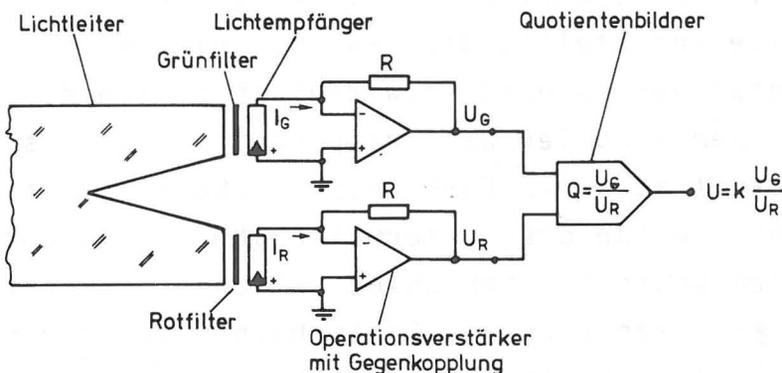


Bild 6 Schaltung zur Bildung des Quotienten Hauptsignal durch Vergleichssignal. Der Quotient hängt nur von der Farbschichtdicke ab. Es wird an Magenta-Farbe gemessen; die Hauptmessung erfolgt im grünen, die Vergleichsmessung im roten Spektralbereich.

Der Quotientenbildner empfängt das Meßstrahl- und das Vergleichsstrahlensignal  $U_G$  bzw.  $U_R$  als Eingangssignale und liefert die Ausgangsspannung  $U$ , die proportional zum Quotienten Meßsignal durch Vergleichssignal ist.

#### 4. Erprobung der Meßanordnung

##### a) Methode zur Erstellung der Eichkurven

Zur Erstellung der Eichkurven bzw. für Kontrollmessungen wurde die Farbschichtdicke gravimetrisch bestimmt /1/. Daher wurde das Verfahren an Reiterwalzen erprobt, die gegen die Farbwerkswalzen einer Offsetmaschine angestellt wurden und die sich schnell abmontieren ließen um gewogen zu werden. Bild 7 zeigt im Schnitt das Farbwerk und die Stellen, an denen die Messungen durchgeführt wurden. Für Messungen ohne Farbfluß wurde an der Stelle I gemessen, und zwar mit abgestellter Heberwalze und nach Entfernung der mit dem Buchstaben A gekennzeichneten Walze. Messungen mit Farbfluß, also bei Druckbetrieb, wurden an den Stellen I und II durchgeführt. Größere Farbschichtdicken konnten in I erreicht werden; an der Stelle II konnte das Verfahren bei Anwesenheit von Wischwasser getestet werden.

Jeder Punkt der Eichkurve Meßsignal versus Farbschichtdicke wurde wie folgt bestimmt: Die Reiterwalze wurde an die Farbwerkswalze angestellt, die Druckmaschine wurde in Betrieb gesetzt und es wurde gewartet, bis sich das Meßsignal bei einem stabilen Wert einpendelte. Als das Meßsignal und damit auch die Farbschichtdicke einen stabilen Wert erreichte, wurde die Reiterwalze abmontiert und gewogen. Aus dem Gewichtsunterschied zwischen eingefärbter und farbfreier Walze kann die Farbschichtdicke berechnet werden. Solch eine gravimetrische Schichtdickenbestimmung kann als eine absolute Messung angesehen werden.

Wenn bei der gravimetrischen Bestimmung von Farbschichtdicken die Anwesenheit von Wischwasser in oder auf der

Druckwalzenschicht möglich ist, darf die Reiterwalze erst nach einer Wartezeit von etwa 15 min gewogen werden. Während dieser Zeit verdunstet sowohl das Oberflächen- wie das dispergierte Wasser praktisch restlos /2/. Um mögliche Fehler durch gleichzeitige Verdunstung von Lösungsmitteln zu vermeiden, wurden auch Kontrollmessungen mit abgeschaltetem Feuchtwerk durchgeführt. Es zeigte sich, daß die Lösungsmittelverdunstung vernachlässigt werden darf.

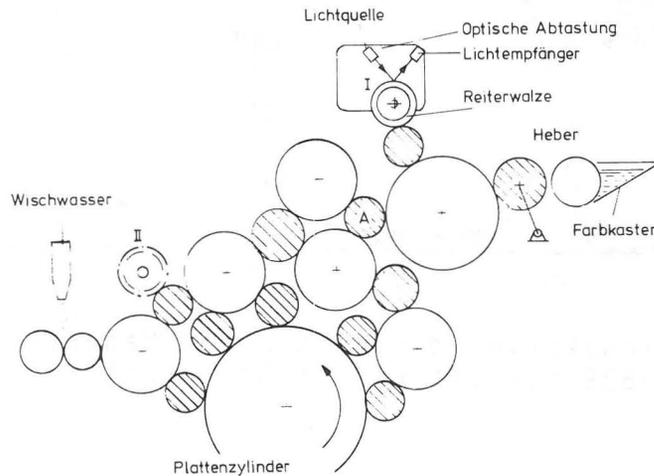


Bild 7 Schnitt des Offsetfarbwerkes, an dem das elektrooptische Meßverfahren erprobt wurde. Messungen ohne Farbfluß wurden an der Stelle I durchgeführt, wobei die Heberwalzenbewegung abgestellt und die mit "A" gekennzeichnete Walze entfernt wurde. Messungen mit Farbfluß wurden sowohl an der Stelle I als auch an der Stelle II durchgeführt. An der Stelle II konnte das Verfahren bei Anwesenheit von Wasser im Farbfilm getestet werden.

## b) Erprobungsbedingungen

Die Meßanordnung wurde mit einer Mischung aus Magenta und gelber Druckfarbe erprobt. Dabei wurde das Absorptionsspektrum der Magenta-Pigmente genutzt (Bild 8). Die gelbe Farbe diente lediglich dazu, die Magenta-Farbe unter Beibehaltung der rheologischen und grenzflächenphysikalischen Eigenschaften der praxisüblichen Druckfarben optisch zu verdünnen. Mit reiner Magenta-Farbe können wegen der sehr starken Absorption von Druckfarbe im grünen Spektralbereich bestenfalls Farbschichtdicken bis zu  $1 \mu$  erfaßt werden. Es

wurde eine Mischung mit einem Teil Magenta und rund 40 Teilen Gelb benutzt. Mit dieser Mischung konnten Schichtdicken zwischen 0 und 20  $\mu$  erfaßt werden. Es wurden marktübliche oxydativ trocknende Offsetfarben gemischt. Die Hauptmessung erfolgte im grünen, die Referenzmessung im roten Spektralbe-

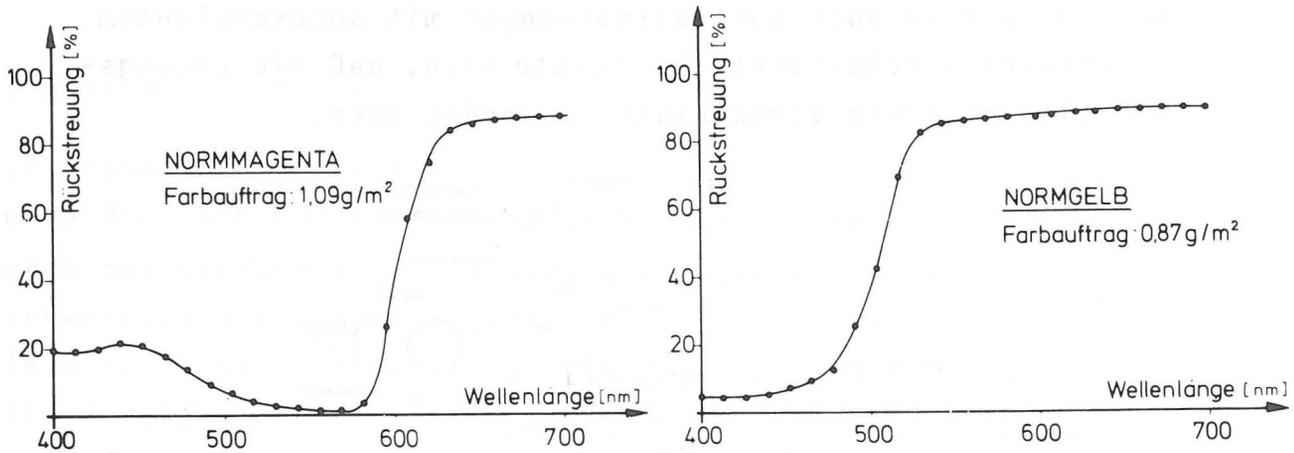


Bild 8 Remissionskurven der Buntfarben Magenta und Gelb nach DIN 16-539 für Offset auf Normkunstdruckpapier gemessen.

reich. Bild 9 zeigt die spektrale Durchlässigkeit der benutzten Gelatine-Farbfiler. Das Verfahren wurde an Walzen mit diffus- und mit spiegelreflektierenden Oberflächen erprobt. Im Falle der diffus reflektierenden Oberfläche handelte es sich um eine mit Titanoxyd pigmentierte Beschichtung. Als spiegelreflektierende Oberfläche wurde poliertes Messing benutzt.

Die Erprobung erfolgte bei laufender Druckmaschine, und zwar bei Bahngeschwindigkeiten bzw. bei Walzenumfangsgeschwindigkeiten zwischen 0,25 m/s und 2,5 m/s.

Die Eichkurven wurden an der Stelle I (Bild 7) ohne Farbfluß erstellt. Auf diese Weise ließen sich beliebig hohe Farbschichtdicken erreichen. Diese Eichkurven wurden mit Messungen mit Farbfluß an den Stellen I und II vervollständigt. Bei Messungen mit Farbfluß ließen sich Farbschichtdicken über 8  $\mu$  an der Stelle II bzw. über 12  $\mu$  an der Stelle I nur schwer erreichen, da sie zu hohen Farbschichtdicken auf dem

Papier führten und dadurch Schwierigkeiten bei der Einstellung des Farb-Wasser-Gleichgewichts entstanden.

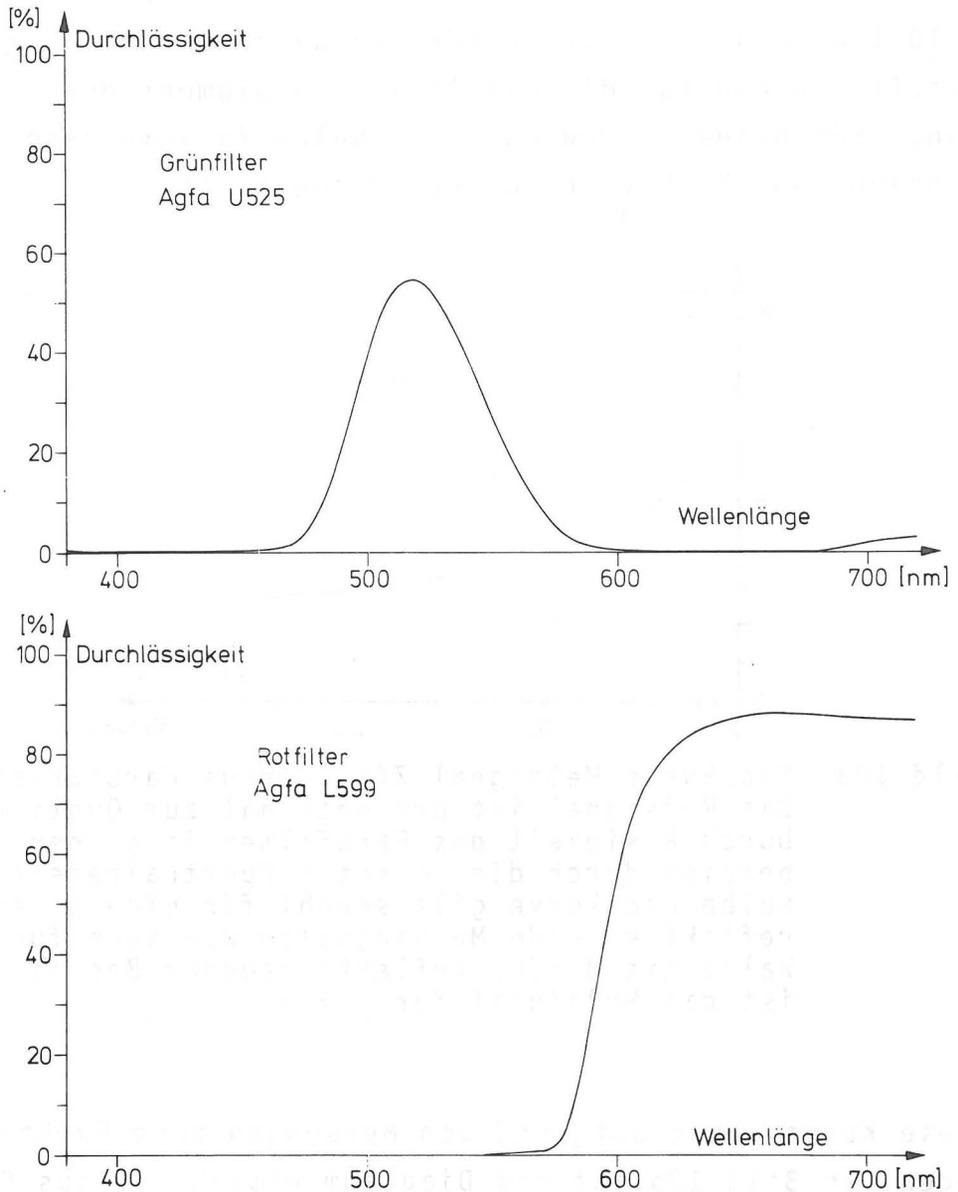


Bild 9 Spektrale Durchlässigkeit des vor dem Photoempfänger angeordneten Grün- und Rotfilters.

### c) Ergebnisse

Die erhofften Unabhängigkeiten des Meßsignales von der Umfangsgeschwindigkeit (also von der Oberflächenrauigkeit des Farbfilmes) und die erhoffte Unempfindlichkeit gegenüber Wischwasser in oder auf der Farbschicht konnten bestätigt

werden. Damit erwies sich die Annahme, daß der Quotient  $U_G$  durch Referenzsignal  $U_R$  nur von der Farbschichtdicke abhängen würde, als richtig.

Bild 10a zeigt Eichkurven für die Walze mit polierter Messingoberfläche und für die mit Titanoxyd pigmentierte Beschichtung. Für beide Walzen wurde derselbe Zusammenhang zwischen Quotient und Farbschichtdicke festgestellt.

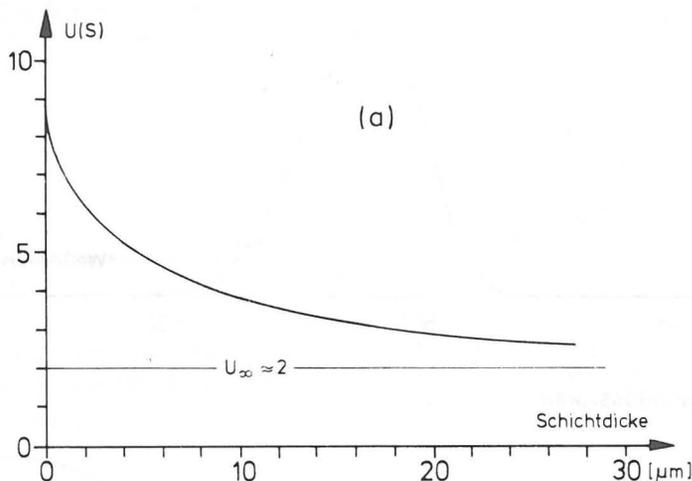


Bild 10a Eichkurve Meßsignal  $Z(s)$  versus Farbschichtdicke. Das Meßsignal ist proportional zum Quotienten der Durchlässigkeit des Farbfilmes im grünen Spektralbereich durch die im roten Spektralbereich. Dieselbe Eichkurve gilt sowohl für eine spiegelreflektierende Messingwalze wie auch für eine Walze mit diffus reflektierender Beschichtung.  $U_\infty$  ist das Meßsignal für  $s = \infty$ .

Diese Kurve wurde aufgrund von Messungen ohne Farbfluß gezogen. In Bild 10b ist das Diagramm  $U(s)-U_\infty$  versus Farbschichtdicke auf logarithmisches Papier aufgetragen. Auf diesem Diagramm sind außerdem einzelne Meßpunkte zu sehen, die mit Farbfluß bei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten aufgenommen wurden, und zwar sowohl mit als auch ohne Wischwasser in der Druckfarbe. Man kann sehen, daß die Eichkurve nur in erster Näherung den von Gleichung (2) geforderten linearen Verlauf zeigt. Die Abweichungen vom linearen Verlauf können auf die Tatsache zurückgeführt werden, daß hier ein relativ breiter Spektralbereich für die Messungen benutzt wurde. Die

Gleichung (2) ist aber nur im Falle von Messungen mit monochromatischer Strahlung streng gültig.

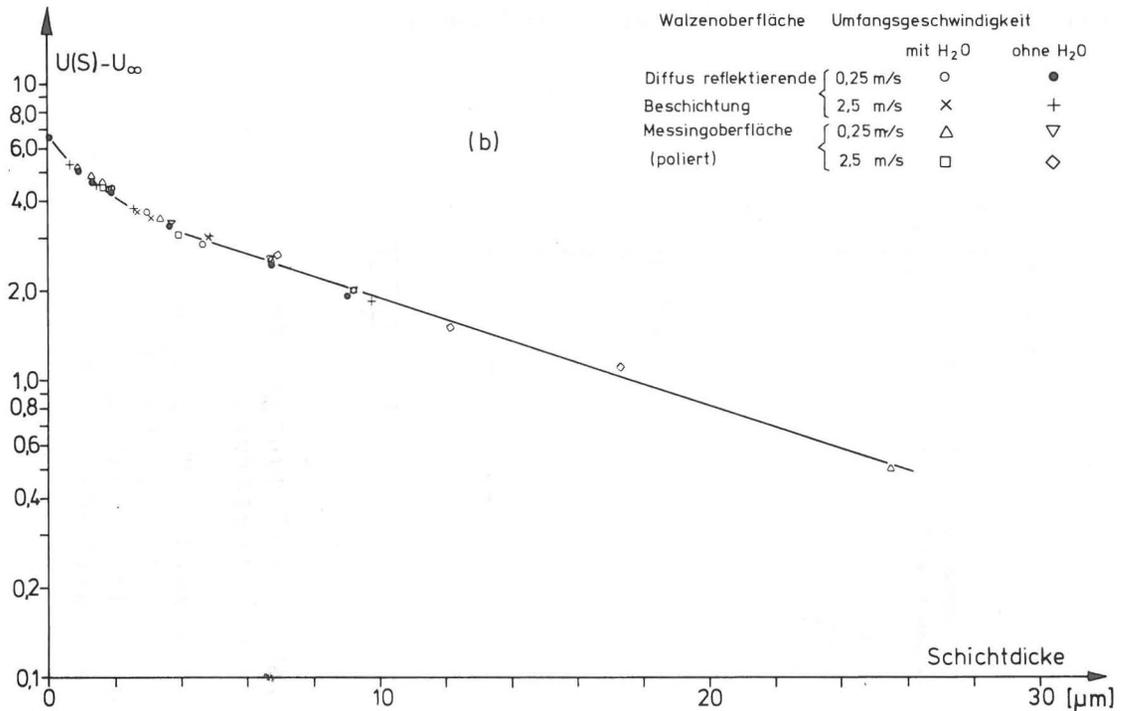


Bild 10b  $U(s)-U_{\infty}$  versus Farbschichtdicke halblogarithmisch aufgetragen. Dazu einzelne Meßpunkte, die mit Farbfluß gemessen wurden. Diese Messungen mit Farbfluß erfolgten bei zwei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten, zum Teil wurden sie bei Anwesenheit von Wischwasser in der Farbe durchgeführt. Man kann feststellen, daß weder die von der Umfangsgeschwindigkeit abhängige Oberflächenrauigkeit des Farbfilmes noch die Wassertröpfchen das Meßsignal beeinflussen.

Das Verfahren zeigt ausreichende Reproduzierbarkeit, die Messungen mit einem Fehler kleiner als  $\pm 5\%$  der gemessenen Farbschichtdicke zwischen  $0,5 \mu$  und  $18 \mu$  erlaubt. Die durch Wischwasser oder Oberflächenrauigkeit verursachten Fehler sind in der vorherigen Fehlerbreite beinhaltet.

Bild 11 zeigt ein Beispiel des Farbschichtdickenverlaufes an der Stelle II (Bild 7). Damit die Wirkung des Wischwassers auf die Farbführung über das Farbspaltungsverhältnis

besser sichtbar wird, wurde eine Druckplatte mit 90% Flächen-  
 deckung angewendet und das Feuchtwerk aus und wieder einge-  
 schaltet. Es wurde außerdem sowohl die Farbgebung als auch  
 die Maschinengeschwindigkeit geändert.

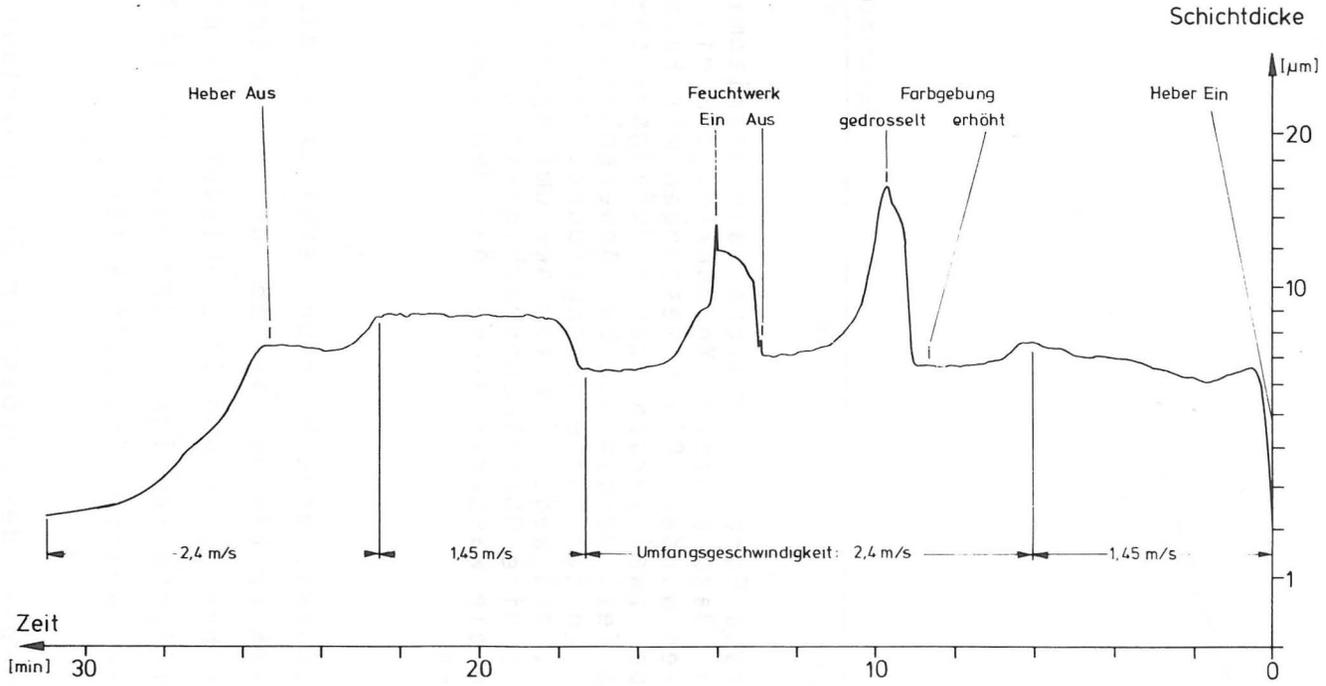


Bild 11 Verlauf der Farbschichtdicke an der Verbindungswalze  
 zwischen Feucht- und Farbwerk einer Offsetdruck-  
 maschine (in Bild 7 Stelle II).  
 Während des Versuches wurden die Parameter Maschinent-  
 geschwindigkeit und Farbgebung variiert. Das Feucht-  
 werk wurde aus- und wieder eingeschaltet. Da die  
 Flächendeckung 90% betrug, war der Farbbedarf mit  
 und ohne Wischwasser vergleichbar.

## 5. Abschluß

Nach den vorliegenden Tests eignet sich das Verfahren zur Untersuchung der Farbverteilung und der Farbspaltung in einer Offsetdruckmaschine. Die Vorbedingung, daß die Walzen gut reflektieren, stellt keine schwerwiegende Einschränkung dar. Da die Beimischung von weißen, rückstreuenden Pigmenten in elastomere Walzenbeläge und in Kunststoffbeschichtungen von Metallwalzen problemlos ist, ist das Verfahren grundsätzlich an allen Walzen eines Farbwerks anwendbar. Auch auf Walzen mit metallisch polierter Oberfläche kann das Verfahren angewendet werden. Allerdings darf die Metalloberfläche durch chemische Einwirkungen während des Betriebes seine Färbung nicht ändern. Aus diesem Grund ist bei Anwendung des hier beschriebenen Farbschichtdickenmeßverfahrens z.B. auf verkupferten Walzen Vorsicht geboten.

Einige problemlose Änderungen an der Meßanordnung, die in Bild 12 skizziert werden, wären von Vorteil. Um den Einbau des voluminösen Lichtleitstabes samt Photozellen und Filtern zwischen den Walzen der Druckmaschine zu vermeiden, wären Lichtleitfaserbündel von der Meßstelle bis zu den in einem Kasten zusammengefaßten Lichtleiterstäben zu verlegen.

Da Lichtleitfaserbündel, die notwendigerweise parallel zu den Walzenachsen verlegt werden müssen, wenig biegsam sind, wäre der Einsatz von Totalreflexionsprismen von Vorteil /5/. Es könnte sowohl mit der Walzenachse senkrecht zur Einstrahlebene /5/ wie auch mit der Walzenachse in der Einstrahlebene gemessen werden. Die zweite Geometrie erlaubt eine bessere Platzausnutzung.

Erst in dem Kasten außerhalb der Druckmaschine würde man Meß- und Vergleichsstrahl voneinander trennen. Die Operationsverstärker in der Schaltung von Bild 6 zeigen eine sehr hohe Spannungsverstärkung. Trotz der sehr niedrigen Eingangsimpedanz dieser Schaltung könnten induzierte Störspannungen am Eingang sich auf den Ausgang einwirken. Daher sollte man die

Leitungen zwischen Photoempfänger und Verstärker möglichst kurz halten und die elektrischen Schaltungen in demselben Kasten mit den Lichtleiterstäben zusammen montieren.

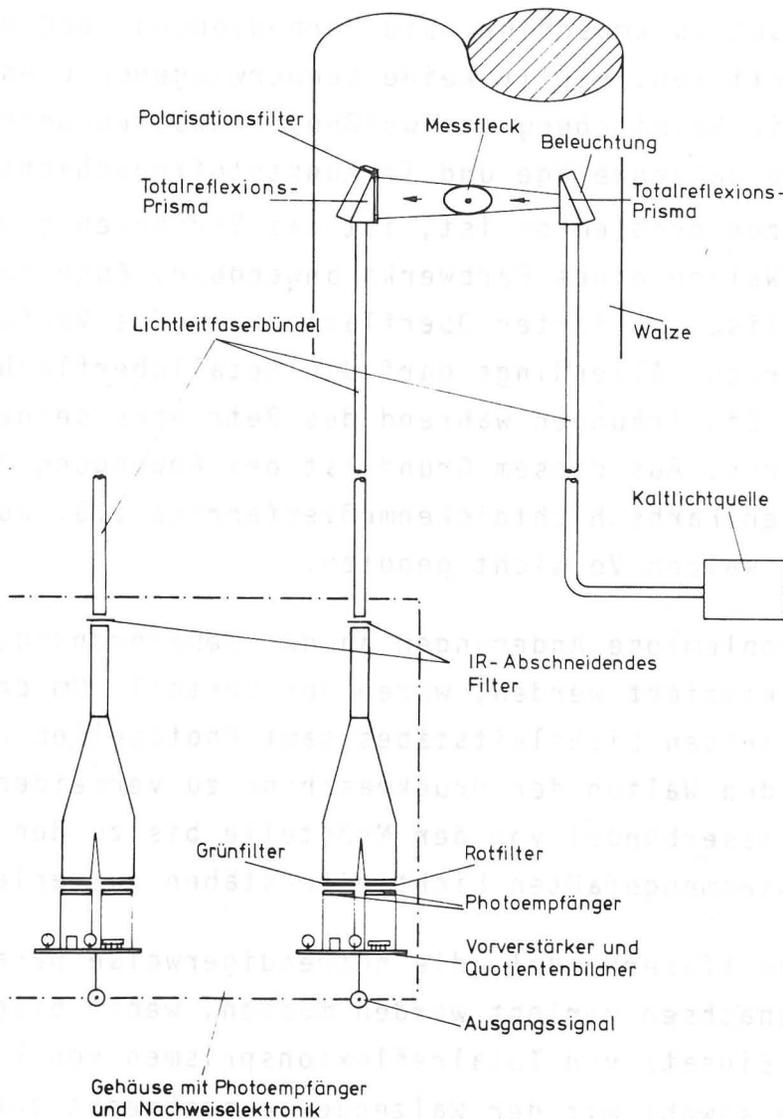


Bild 12 Abänderungen der Meßanordnung zum Einsatz in einem Farbwerk. Die Anwendung von Totalreflexionsprismen mit angeschlossenem Lichtleitfaserbündel erlaubt es, den Raumbedarf des Meßkopfes erheblich zu senken. Die Aufteilung der Lichtstrahlung auf zwei Photoempfänger mit einem Lichtleitstab erfolgt außerhalb der Druckmaschine, die Auswertungselektronik kann daher dicht an dem Photoempfänger angeordnet werden.

Die Linearisierung der Meßwerte könnte z.B. softwaremäßig erfolgen. Da die Gleichung (2) nicht genau eingehalten wird, verlangt sie eine Eichkurve. Solange keine Verfärbung der

Walzenoberfläche bzw. eine Verschmutzung der Optik mit Druckfarbe vorliegt, bleibt die Eichkurve selbst bei mäßiger Änderung der Beleuchtungsleistung oder bei mäßiger Verschmutzung z.B. durch Papierstaub gültig.

## LITERATURVERZEICHNIS

- /1/ RODRIGUEZ-GILES, J., Einstrahlverfahren
- /2/ PYLIOTIS, D., "Wechselwirkung zwischen Druckfarbe und Feuchtmittel beim Offsetverfahren", FOGRA-Forschungsbericht S. 205, München 1978
- /3/ BLEICHER, M., "Halbleiter Optoelektronik", Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg, 1976
- /4/ ZIRPEL, M., "Operationsverstärker", Franzis-Verlag GmbH, München, 1976
- /5/ RECH, H., "Beiträge zur experimentellen und rechnerischen Untersuchung des Farbtransportes in Walzenfarbwerken von Druckmaschinen" (Dissertation) Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Hochschule Darmstadt.