

# Infrarotspektroskopische Untersuchungen zum qualitativen und quantitativen Nachweis von Restlösemitteln in Tiefdrucken

Dosdoğru, Günay  
(1968)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00013965>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Article

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

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/13965>

---

## Infrarotspektroskopische Untersuchungen zum qualitativen und quantitativen Nachweis von Restlösemitteln in Tiefdrucken

Für den Trocknungsgrad eines Druckproduktes ist der im Druckprodukt vorhandene Restlösemittelgehalt verantwortlich. Eine direkte Aussage über den Trocknungsgrad kann deswegen nur durch Bestimmung des Restlösemittelgehaltes am Druckprodukt selbst erfolgen. Die Definition des Restlösemittelgehaltes  $L_G$  kann wie folgt geschehen

$$L_G = \frac{\text{Restlösemittelmenge } m_L}{\text{bedruckte Fläche } F_B} \quad \text{mg/cm}^2, \quad \text{g/m}^2 \quad (1)$$

(Bedeutung der Indices: G=Gehalt, B=bedruckt, L=Lösemittel)

Wenn die Lösemittelmenge in Volumeneinheiten angegeben wird (z.B. bei der Eichung), so errechnet sich  $m_L$  mit  $V_L$ =Lösemittelmenge in Volumeneinheit und  $\rho_L$ =Dichte des Lösemittels, wie folgt:

$$m_L = V_L \cdot \rho_L \quad \text{g, mg} \quad (2)$$

Korrekt wäre es - wie bei der Beschreibung der Trocknung von Festkörpern allgemein üblich ist - den Restlösemittelgehalt mit X zu bezeichnen, wobei X das Verhältnis der Restlösemittelmenge zur Gewichtseinheit des trockenen oder des nassen Gutes (Druckfarbe) bedeutet.

Da aber eine exakte Bestimmung der auf dem Druckprodukt vorhandenen Farbmenge nicht einfach ist, soll vorläufig Gl. (1) als Definitionsgleichung beibehalten werden.

Eine indirekte Aussage über den Restlösemittelgehalt eines Druckproduktes kann auch durch die Bestimmung der Lösemittelkonzentration in der Abluft gewonnen werden. Diese Methode erlaubt höchstens eine näherungsweise Aussage über den Trocknungsgrad, die in einigen Fällen ausreichend sein mag. Eine direkte Messung des im Druckprodukt vorhandenen Restlösemittelgehaltes, die nach Möglichkeit auch kontinuierlich an laufenden Produktionsmaschinen erfolgen soll, damit evtl. eine automatische Trocknungsregelung vorgenommen werden kann, ist bisher nicht bekannt geworden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens "Optimierung von Trockeneinrichtungen" wird in dieser Richtung ein erster Schritt unternommen,

der zunächst auf eine Labortiefdruckmaschine beschränkt ist. Über die Vorversuche zu diesem Schritt wurde in "Mitteilungen" Heft 2, 1968 berichtet. Es ist natürlich denkbar und - soweit man nach dem heutigen Stand der Forschungsarbeit beurteilen darf - möglich, daß nach dem endgültigen Abschluß des Vorhabens mit den bereits gewonnenen Erkenntnissen ein auf die Praxis zugeschnittenes Abtast-Gerät entwickelt werden kann, das nahezu bei jeglicher Stoffkombination (Druckfarbe/ Bedruckstoff) eine kontinuierliche und zerstörungsfreie Messung des Restlösemittelgehaltes an laufenden Produktionsmaschinen erlaubt. Bisher konnte man sich in der Praxis dadurch helfen, daß man mit Hilfe von bedruckten Proben - also im stationären Zustand - Abschmierversuche durchgeführt hat, die für den Mehrfarbendruck bzw. für das Endprodukt notwendigen Voraussetzungen hinsichtlich des Abschmierverhaltens des Druckes klären sollten. Solche Versuche sind für das Hochdruck - und das Offsetdruckverfahren einfach und ohne großen Zeitaufwand, beispielsweise mit Hilfe eines Probedruckgerätes, durchzuführen. Sie erlauben jedoch keine quantitativen Aussagen.

Es gibt aber Fälle bei denen die Bestimmung des Restlösemittelgehaltes notwendig ist, selbst wenn Abschmierversuche befriedigende Ergebnisse zeigen. Man denke z.B. an die Verpackungsindustrie für Lebensmittel, die jegliche Geruchs- bzw. Geschmacksänderungen durch das Druckprodukt streng kontrollieren muß. In solchen Fällen sind hochempfindliche Analysenmethoden, wie die Gaschromatographie, oder die Infrarotspektroskopie notwendig, weil die Menge des nachzuweisenden Restlösemittels meistens sehr gering ist. In einer früheren Institutsveröffentlichung wurde z.B. über solche Messungen mit Hilfe der Gaschromatographie berichtet. Hier wird nun ein Meßverfahren beschrieben, das auf der Infrarotspektroskopie beruht, und das wegen seiner Einfachheit bezüglich des apparativen Aufbaus und wegen seiner verhältnismäßig schnellen meßtechnischen Durchführung gegenüber der gaschromatographischen Methode der Restlösemittelbestimmung sehr viele Vorteile bietet. Es ist dazu ein IR-Spektralphotometer und eine heizbare Gasküvette mit einem dazugehörigen Netzanschluß- und Temperaturmeßgerät notwendig. Die heizbare Gasküvette ist je nach Fabrikat des IR-Spektralphotometers meistens vom Hersteller als Zusatzeinrichtung erhältlich. Es ist auch nicht schwierig, eine solche Küvette selbst herzustellen.

In Bild 1 ist das IR-Spektralphotometer mit der heizbaren Gasküvette im Strahlengang zu sehen. Auf der rechten Seite des Bildes ist das Netzanschluß- und Temperaturmeßgerät zu sehen, das dazu dient, die Gasküvette auf beliebige Temperaturen bis 200°C zu heizen und gleichzeitig gestattet, die eingestellte Temperatur konstant zu halten. Mit einer solchen Gasküvette können infrarottechnische Untersuchungen eines gasförmigen Mediums unter veränderlichen Gesamt- bzw. Partialdrücken oder auch unter veränderlichen Temperaturen durchgeführt werden.

Zur Prüfung der Methode wurde von mehreren frisch bedruckten Bogen einer illustrierten Zeitschrift (die Untersuchungen erfolgten innerhalb von 2 bis 3 Stunden nach dem Druckvorgang) Streifen von ca. 40 - 50 mm Breite und ca. 100 - 120 mm Länge sehr rasch herausgeschnitten und in gerolltem Zustand derart in die Gasküvette gesteckt, daß die Innenwand der Gasküvette mit dem Papier bedeckt war, so daß der Strahlengang in der Küvette nicht behindert wurde.

Zur Einbringung der Papierstreifen in den Innenraum der Gasküvette muß vorher eines der Küvettenfenster ausgebaut werden. Bild 2 zeigt die heizbare Gasküvette mit dem ausgebauten Vorderfenster (dem Strahelneingang zugekehrte Seite) und mit drei Papierlagen im gerollten Zustand im Inneren der Küvette.

Anschließend wird das Küvettenfenster wieder fest eingebaut. Das Ein- oder Ausbauen der Fenster erfordert wenig Zeit. Wenn die Gasküvette an allen nach dem Innenraum führenden Stellen (z.B. Gas Ein- und Auslaßventil, Einspritzstelle für Flüssigkeiten, die im gasförmigen Zustand untersucht werden sollen) dicht verschlossen ist, kann nun mit dem Heizvorgang der Gasküvette begonnen werden, der mit Hilfe des Temperaturmeßgerätes leicht zu überwachen ist. Die Temperatur der Gasküvette wird auf einen Wert eingestellt, der hoch genug sein muß, um das Restlösemittel des Druckproduktes im Innenraum der Küvette vollständig zum Verdunsten bringen zu können. Die Temperatur der Küvette darf aber wiederum nicht zu hoch sein, damit die schwer siedenden Bestandteile des Druckproduktes oder Zersetzungsprodukte - z.B. im Falle eines gestrichenen Papiers die Streichmasse - die Untersuchung nicht verfälschen bzw. erschweren. Es muß also in der Küvette eine Art fraktionierte Destillation durchgeführt werden. Die Untersuchungen beschränken sich zunächst auf bedruckte Tiefdruckpapiere, die der Rollenrotationsmaschine einer Druckerei entnommen wurden. Es handelte sich um Mehrfarbendrucke (Schön- und Widerdruck) die mit toluolhaltigen Tiefdruckfarben bedruckt waren. Als Küvettentemperatur wurde nach einigen Versuchen 80° C gewählt. Höhere Temperaturen z.B. 130° C (Toluolsiedetemperatur 110° C) führten bei einem gestrichenen Papier zum Zersetzen der Streichmasse (wahrscheinlich eine kaolinhaltige Streichmasse), die bei der Untersuchung der nichtbedruckten Papierproben der gleichen Sorte nachgewiesen werden konnte. In Bild 3 zeigen die Kurven 2a oder 2b in Extinktion  $E = \log \frac{I_0}{I}$  bzw. in % Durchlässigkeit  $D = \frac{I}{I_0} \cdot 100$  als Ordinate den Verlauf des Spektrums der Dämpfe, die bei einer Temperatur von 80° von einem bedruckten Tiefdruckpapier verdunsten.

- $I_0$  = vorhandene Lichtintensität ohne Probe
- $I$  = vorhandene Lichtintensität mit Probe  
bei jeweils konstanter Wellenlänge  
bzw. Wellenzahl

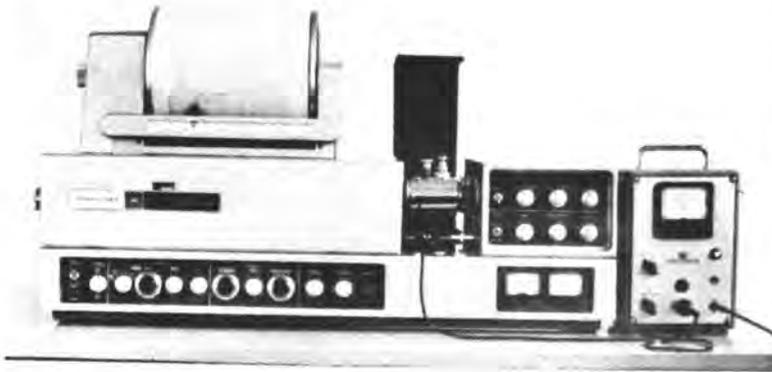
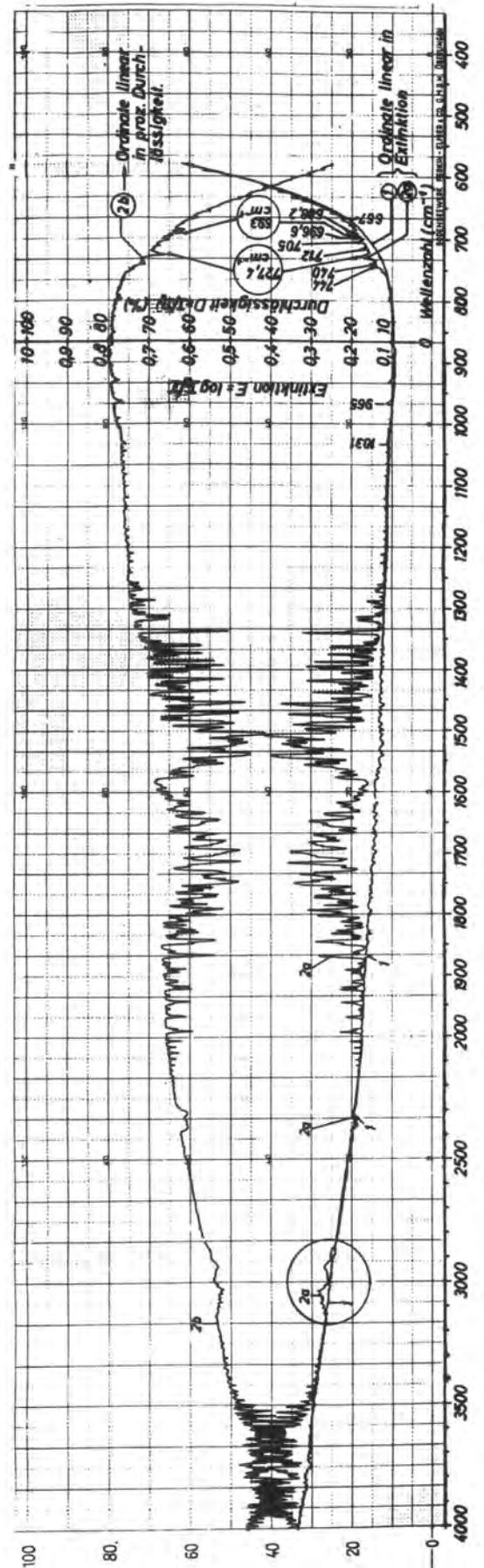
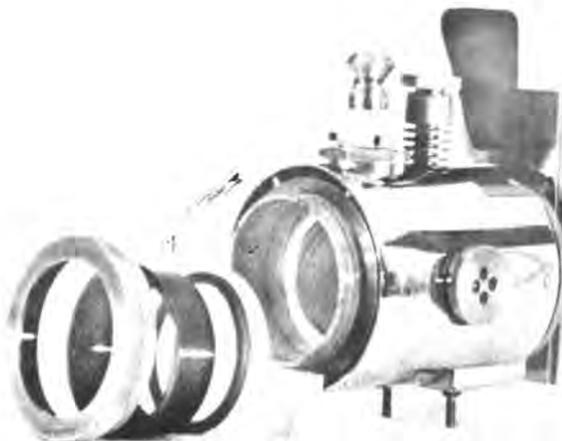


Bild 1 Infrarotspektralphotometer mit einer  
 ▲ heizbaren Gasküvette im Strahlengang.  
 Rechts das Temperaturmeßgerät

Bild 3 ▷

Kurve 1: Spektrum der leeren Gasküvette  
 mit NaCl-Fenster (Raumluftfüllung)  
 Kurve 2a und 2b: Spektrum der Dämpfe,  
 die von einer bedruckten Papierprobe  
 verdunsten. Alle Kurven wurden bei einer  
 Küvettentemperatur von 80°C aufgenommen.

Bild 2 Heizbare Gasküvette mit drei  
 ▼ Papierlagen im Innern und mit  
 ausgebautem Strahleneingangs-  
 fenster im Vordergrund



Als Abzisse ist die Wellenzahl

$$\nu [\text{cm}^{-1}] = \frac{1}{\text{Wellenlänge } \lambda [\text{cm}]} = \frac{10000}{\lambda [\mu\text{m}]} \quad (3)$$

aufgetragen. Der Wellenlängenbereich liegt zwischen  $\lambda = 2,5 \mu\text{m}$  bis ca.  $18 \mu\text{m}$ . Kurve 1 zeigt das Spektrum der leeren Gasküvette bei  $80^\circ\text{C}$  (praktisch mit Raumluft gefüllt).

Zwischen den Wellenzahlen  $4000$  bis  $3300 \text{ cm}^{-1}$  und ca.  $2100$  bis  $1250 \text{ cm}^{-1}$  sind Absorptionsbanden des Wasserdampfes zu sehen, (s. Spektrum 1 und 2, Bild 3), die bei Spektrum 1 nur von der Raumluft herrühren und bei Spektrum 2 den im Papier enthaltenen sehr starken Feuchtigkeitsgehalt auch beinhalten. Die in Bild 3 mit einem Kreis gekennzeichneten Stellen der Spektren 2a und 2b, zeigen die Absorptionsbanden des Toluoldampfes, die zum Toluolnachweis benutzt werden können. Dieser Nachweis ist auch aus Bild 4 zu ersehen, die einen Wellenlängenbereich zwischen  $12,5 \mu\text{m}$  bis ca.  $15 \mu\text{m}$  umfaßt. Hierbei zeigt die Kurve 1 das Teilspektrum der leeren Küvette (praktisch Extinktion der beiden Kochsalzfenster), Kurve 2 das Teilspektrum der Dämpfe der nicht bedruckten Papierprobe in der Küvette, Kurven 3 bis 5 die Teilspektren der Dämpfe des mit toluolhaltigen Farben bedruckten Papiers. Die Kurven 6 - 12 stellen die Teilspektren des reinen Toluoldampfes bei verschiedenen Konzentrationen dar. Aus diesen ist zu ersehen, daß die Toluolbanden im dargestellten Bereich bei Wellenzahlen von  $727,4 \text{ cm}^{-1}$  ( $13,747 \mu\text{m}$ ) bzw.  $693 \text{ cm}^{-1}$  ( $14,43 \mu\text{m}$ ) liegen. Da die Kurven 1 und 2 bei diesen Wellenzahlen keine Banden aufweisen, dagegen aber Kurven 3 bis 5 genau bei diesen Wellenzahlen Banden besitzen, ist der Nachweis erbracht, daß es sich hierbei um Toluoldampf handeln muß. Es sind natürlich in den übrigen Bereichen des gesamten vom Gerät erfassbaren Spektrums (Bild 3) noch weitere Toluolbanden vorhanden, die aber mit Wasserbanden bzw. mit Banden der Streichmasse zusammenfallen und für eine Analyse unbrauchbar sind.

Für die quantitative Analyse ist eine Eichung notwendig. Zu diesem Zweck wird unter neuer Einhaltung der Versuchsbedingungen, die bei den Versuchen mit den Papierproben herrschten, (Temperatur  $80^\circ\text{C}$ , Anfangsdruck der leeren, nicht geheizten Gasküvette gleich Atmosphärendruck, dicht verschlossene Küvette usw.) eine bestimmte Menge Toluol mit Hilfe einer geeichten Spritze (Hamiltonspritze), die ein Fassungsvermögen von insgesamt  $10 \mu\text{l}$  hat, durch den Einspritzstutzen der Gasküvette (dicht verschlossener Gummipfropfen) in den Innenraum der Gasküvette hineingespritzt. Das flüssige Toluol verdampft in der Gasküvette und verursacht - je nach

(Fortsetzung Seite 24)

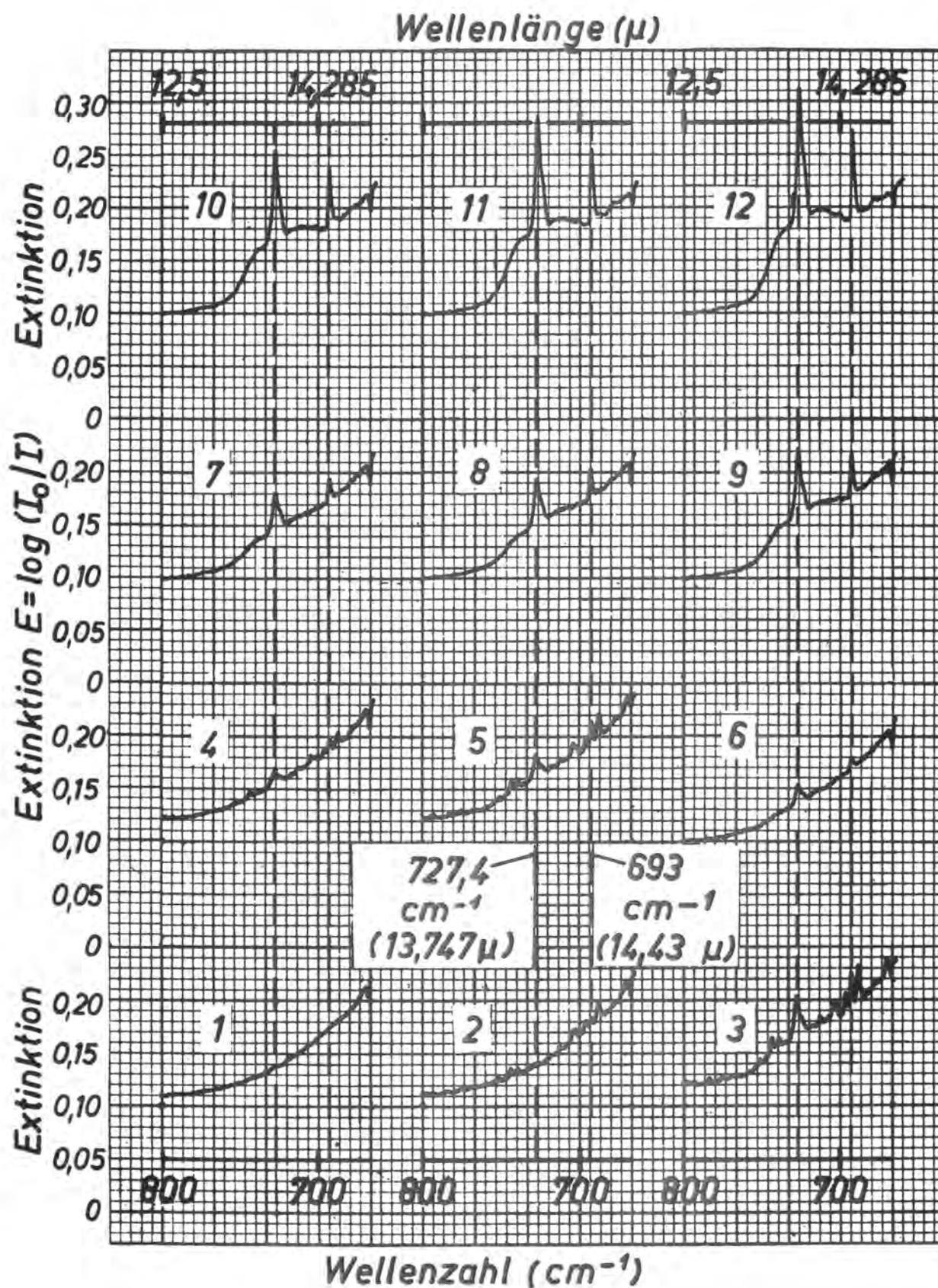


Bild 4 Teilspektren von der leeren Gasküvette (in der Küvette nur Raumluft vorhanden!), von Dämpfen der verschiedenen bedruckten und nichtbedruckten Tiefdruckpapierproben und vom reinen Toluoldampf bei verschiedenen Konzentrationen in der Küvettenluft. (Sämtliche Spektren sind bei einer Küvettemperatur von  $80^{\circ}C$  aufgenommen)

Nähere Erläuterungen zu Bild 4:

(Eine Zahl als Index bedeutet Kurvennummer)

Kurve 1: leere Gasküvette

Kurve 2: nichtbedrucktes Tiefdruckpapier mit einer Oberfläche von  $F_{B2} = 126,65 \text{ cm}^2$ , 3 Lagen

Kurve 3: bedrucktes Tiefdruckpapier,  $F_{B3} = 139,2 \text{ cm}^2$ , 3 Lagen

Kurve 4: bedrucktes Tiefdruckpapier,  $F_{B4} = 45,0 \text{ cm}^2$ , 1 Lage

Kurve 5: bedrucktes Tiefdruckpapier,  $F_{B5} = 86,0 \text{ cm}^2$ , 2 Lagen  
(sämtliche Papieroberflächen nur einseitig berücksichtigt);

Kurven 6 - 12: reiner Toluoldampf mit den jeweils eingespritzten Toluolmengen von  $V_{L6} = 0,25 \mu\text{l}$ ;  $V_{L7} = 0,75 \mu\text{l}$ ,

$V_{L8} = 1,0 \mu\text{l}$ ;  $V_{L9} = 1,5 \mu\text{l}$ ;  $V_{L10} = 2,0 \mu\text{l}$ ;  $V_{L11} = 2,5 \mu\text{l}$ ;

$V_{L12} = 3,0 \mu\text{l}$

	Extinktion der Küvettenfenster (leere Küvette) $E_0 = \log(I_0/I)$	$\Delta E = E - E_0$ bei $727,4 \text{ cm}^{-1}$	Eingespritzte Toluolmenge $V_L$ [ $\mu\text{l}$ ]							
			0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Versuch Nr. 1	0,128	$\Delta E =$	0,025	0,0375	0,055	0,0675	0,09	0,125	0,155	0,180
Versuch Nr. 2	0,132	$\Delta E =$	0,0215	0,034	0,052	0,064	0,105	0,126	0,152	0,182
Versuch Nr. 3	0,128	$\Delta E =$	0,026	0,041	0,052	0,064	0,092	0,124	0,157	0,184

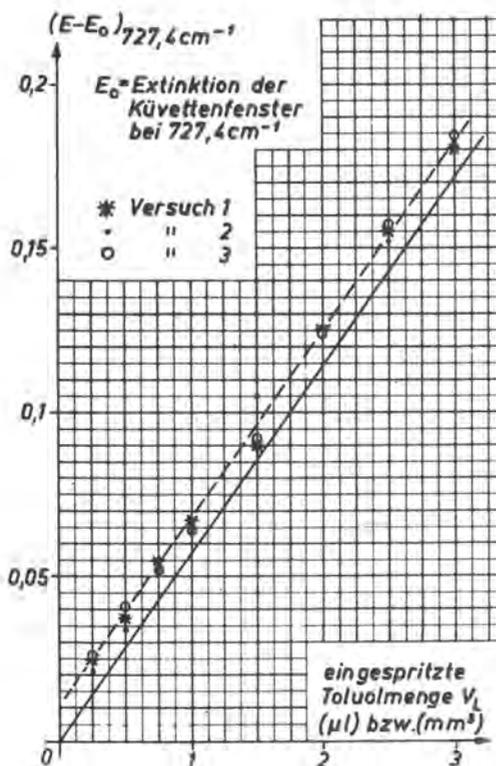


Tabelle 1  $\Delta$

$\triangleleft$   
Bild 5

Eichkurve zur Bestimmung des Restlösemittelgehaltes (Toluol) von bedruckten Papierproben (Werte aus Tabelle 1)

Gültig für  $80^\circ \text{C}$  Küvetten-temperatur und für eine Gasküvette mit NaCl-Fenstern

eingespritzter Menge - eine Absorptionsänderung. Solche Teilspektren sind in Bild 4 Kurven 6 bis 12 zu sehen. Wenn man dann die Extinktion  $E = \log(I_0/I)$  in Abhängigkeit der Probenkonzentration bzw. der eingespritzten Menge, bei konstantem Gesamtdruck- und Temperatur aufträgt, erhält man eine Eichkurve, die zur Auffindung der unbekannt Menge dient. Normalerweise wird die Ordinate von vielen Spektralphotometern in proz. Durchlässigkeit aufgezeichnet. Das verwendete Spektralphotometer besitzt aber auch eine Zusatzeinrichtung, die eine direkte lineare Aufzeichnung der Extinktion gestattet und somit die Auswertung bedeutend erleichtert. Aus diesem Grunde wurden sämtliche Spektren mit Ausnahme des Spektrums 2b in Bild 3, das nur zum Vergleich dienen soll die Extinktion über der Wellenzahl aufgetragen. Als Toluol-schlüsselbande wurde die Bande bei  $727,4 \text{ cm}^{-1}$  ( $13,747 \mu\text{m}$ ) gewählt, bei der die stärkste Absorption vorhanden ist. In Tab. 1 sind Werte von drei verschiedenen Versuchen angegeben, wobei die Kurven 6 bis 12 in Bild 4 zum Versuch Nr. 3 gehören. (Die Kurve für  $V_L = 0,5 \mu\text{l}$  Toluolmenge wurde aus Platzgründen weggelassen. Die Werte aus Tab. 1 sind in Abb. 5 graphisch dargestellt, wobei als Ordinate  $\Delta E = E - E_0$ , mit  $E$  = Extinktion am Bandenmaximum,  $E_0$  = Extinktion der leeren Küvette, beide bei der gleichen Wellenzahl ( $727,4 \text{ cm}^{-1}$ ), und als Abszisse die eingespritzte Toluolmenge  $V_L$  in  $\mu\text{l}$  aufgetragen ist. Die gestrichelte Linie stellt die Ausgleichskurve der Meßwerte dar. Man sieht, daß im dargestellten Bereich ein linearer Zusammenhang vorhanden ist, der auf die Gültigkeit des sog. Lambert-Beer'schen Gesetzes deutet. Es fällt ferner auf, daß die gestrichelte Linie nicht durch den Koordinatenursprung geht, obwohl sie strenggenommen durch den Nullpunkt gehen müßte. Auch bei zahlreichen anderen Versuchen, die hier nicht aufgeführt sind, war immer eine positive Differenz  $\Delta E$ , niemals aber eine negative Differenz  $\Delta E$ , bei einer Toluolmenge  $V_L = 0$  festzustellen.

Dieser Umstand deutet darauf hin, daß es sich hierbei um einen systematischen Fehler handelt, der beim Einspritzen entsteht. Es ist sehr naheliegend, daß beim Einspritzen ein Teil der Resttoluolmenge, die nach dem Einspritzvorgang in der Kanüle immer zurückbleibt - der Kolben geht nicht bis zur Nadelspitze - durch Verdampfung in die Gasküvette gelangt und somit in Wirklichkeit eine etwas höhere Toluolmenge eingespritzt wird als die auf dem Glaskolben der Spritze angezeigte. Vor jedem Einspritzvorgang wurde die Küvette vorsorglich evakuiert, um die noch vorhandenen Restgase vollständig zu entfernen. Anschließend wurde wieder bei richtigem Anfangsdruck und richtiger Temperatur ein Spektrum von der leeren Küvette aufgenommen, um zu sehen, ob evtl. Restgase herrührend vom vorherigen Versuch noch vorhanden sind. Erst nach diesen Maßnahmen erfolgte eine neue Einspritzung. Aus diesem Grunde kann der obengenannte Fehler nur bei diesem Vorgang entstehen. Wie aus Bild 5 zu sehen ist, handelt es sich im Durchschnitt bei jeder Einspritzung immer um die gleiche fehlende Menge Toluol. Daher ist es berechtigt, als endgültige Eichkurve, die mit der gleichen Neigung durch den Nullpunkt gehende, stark ausgezogene Linie zu wählen.

Nach Aufstellung dieser Eichkurve, die nur für einen bestimmten Anfangsgesamtdruck (Atmosphärendruck) und für eine Küvetten-temperatur von  $80^{\circ}\text{C}$  in Verbindung mit NaCl-Küvettenfenstern gültig ist, kann man die in Bild 4 dargestellten Kurven 3 bis 5 auswerten.

Mit  $E_0 = 0,150$  für die leere Küvette und den aus den Kurven 3 bis 5 (Bild 4) entnommenen E-Werten, nämlich  $E_3 = 0,200$ ;  $E_4 = 0,168$  und  $E_5 = 0,182$  erhält man jeweils  $\Delta E_3 = 0,050$ ;  $\Delta E_4 = 0,018$  und  $\Delta E_5 = 0,032$ .

Mit diesen Werten bekommt man aus der Eichkurve (Bild 5, stark ausgezogene Linie) jeweils folgende Toluolmengen:

$$V_{L3} = 0,875 \mu\text{l bzw. mm}^3$$

$$V_{L4} = 0,312 \mu\text{l bzw. mm}^3$$

$$V_{L5} = 0,563 \mu\text{l bzw. mm}^3$$

Durch Einsetzen in Gl(2) erhält man mit der Dichte  $\rho_L = 868 \text{ kg/m}^3 = 0,868 \text{ mg/mm}^3$  des Toluols bei Raumtemperaturen die Restlösemittelmenge  $m_L$ . Diese  $m_L$ -Werte mit den jeweils dazugehörigen Flächenwerten  $F_B$  aus Bild 4 in Gl. (1) eingesetzt, führen zum Restlösemittelgehalt. Es ergibt sich:

$$L_{G3} = 0,00545 \text{ mg/cm}^2 = 0,0545 \text{ g/m}^2$$

$$L_{G4} = 0,006 \text{ mg/cm}^2 = 0,060 \text{ g/m}^2$$

$$L_{G5} = 0,00568 \text{ mg/cm}^2 = 0,0568 \text{ g/m}^2$$

Man kann auch den Restlösemittelgehalt als eine gleichmäßig verteilt gedachte Toluolschichtdicke  $s_L$  auffassen. Nach der Formel (4)

$$s_L = \frac{V_L}{F_B} \quad (4)$$

erhält man:

$$s_{L3} = 0,0628 \mu\text{m}; s_{L4} = 0,0694 \mu\text{m}; s_{L5} = 0,0654 \mu\text{m}$$

Aus diesen Werten geht hervor, daß die prozentuale Abweichung zwischen den kleinsten ( $L_{G3}$  bzw.  $s_{L3}$ ) und größten Wert ( $L_{G4}$  bzw.  $s_{L4}$ ) bezogen auf den größten Wert ca. 10% beträgt. Es fällt auf, daß eine leichte Abnahme der jeweils ermittelten Restlösemittelgehalte mit zunehmender Oberfläche der untersuchten Papierproben auftritt. Muß das Papier in mehreren Lagen in die Küvette

eingebracht werden, ist eine Behinderung der Diffusion denkbar. In einem solchen Falle würde im Strahlengang eine geringere Konzentration vorliegen, auch dann, wenn alle bedruckten Proben in Wirklichkeit den gleichen Restlösemittelgehalt besitzen würden. Doch kann diese Abnahme auch durchaus zufällig sein, denn die jeweils untersuchten Papierproben wurden an verschiedenen Stellen einer illustrierten Zeitschrift herausgeschnitten, so daß immer ein anderes Druckmuster und folglich auch verschiedene Farbmengen vorlagen.

Sicher ist es nicht ratsam zuviele Lagen in der Gasküvette unterzubringen. Diese Notwendigkeit kann allerdings bei noch kleineren Restlösemittelgehalten durchaus bestehen. In solchen Fällen besteht immer noch die Möglichkeit, mit Hilfe der Ordinaten-Dehnung des Spektralphotometers die Peakhöhe bis zu einem 20-fachen Betrag der normalen Höhe zu vergrößern und somit die Nachweisempfindlichkeit zu erweitern. Eine weitere Steigerung der Nachweisempfindlichkeit kann ferner durch eine höhere Küvettentemperatur erzielt werden, allerdings nur soweit wie vom Bedruckstoff her keine Bedenken vorhanden sind. Es ist ferner denkbar, bei entsprechender Konstruktion der Gasküvette unter einem genau definierten Vakuum zu arbeiten. Die Küvettentemperatur könnte dann bei gleichbleibender Nachweisempfindlichkeit niedriger gehalten werden. Mit einer derartigen Einrichtung könnte der Restlösemittelgehalt zerstörungsfrei bestimmt werden. Bei 80°C Küvettentemperatur weisen die Papierproben nämlich nach der Messung bereits eine leichte Vergilbung auf. Dies ist bei weitem nicht so schlimm wie die totale Zerstörung des Druckproduktes als Folge des notwendigen Destillationsvorganges bei der Gaschromatographischen Bestimmung des Restlösemittelgehaltes.

#### Zusammenfassung:

Zur Bestimmung des Restlösemittelgehaltes eines beliebigen Druckproduktes ist eine mit Infrarotstrahlung arbeitende, sehr einfach und schnell durchführbare Methode entwickelt worden. Mittels eines IR-Spektralphotometers und einer dazugehörigen heizbaren Gasküvette als Zusatzgerät, wird sowohl qualitativ als auch quantitativ eine sehr hohe Nachweisempfindlichkeit erzielt, wobei die zu behandelnden Proben nach dem Meßvorgang als einzig sichtbare Strukturveränderung nur eine leichte Vergilbung aufweisen. Mit Hilfe dieser Meßmethode konnte von einer im Tiefdruckverfahren mit toluolhaltigen Farben bedruckten illustrierten Zeitschrift ca. 2 bis 3 Stunden nach dem Druckvorgang im Durchschnitt ein Restlösemittelgehalt (Toluol) von  $L_G = 0,057 \text{ g/m}^2$  nachgewiesen werden.