

Optimierung der Trockeneinrichtung für Druckmaschinen

und Untersuchung des Trockenvorganges im Hinblick auf
den Mehrfarbendruck bei Verwendung von Druckfarben,
die unter Abgabe von flüchtigen Lösemitteln trocknen

Um das Trockenverhalten der lösemittelhaltigen Druckfarben unter praxisähnlichen Bedingungen zu untersuchen, wird - wie früher berichtet - ein Infrarotspektralphotometer eingesetzt, in dessen Strahlengang eine bedruckte, laufende Papierbahn kontinuierlich abgetastet wird.

Das Verfahren, das die pro Zeiteinheit verdunstende Lösemittelmenge (z.B. Toluol) bei veränderlichen Trockenbedingungen (wie z.B. Temperatur, Luftgeschwindigkeit, Düsenteilung, Düsenabstand, Farbzusammensetzung, Art der Druckträger usw.) zu bestimmen ermöglicht, beruht in erster Linie auf den in der Infrarotspektroskopie üblicherweise angewendeten quantitativen analytischen Messungen.

Um die Restmenge des Lösemittels unmittelbar nach dem Trockner auf dem Druckträger kontinuierlich zu messen, wird von der durch das Gerät gegebenen Möglichkeit Gebrauch gemacht, bei einer ausgesuchten konstanten Wellenlänge Intensitätsänderungen in Abhängigkeit von der Zeit zu registrieren. Die diese Intensitätsänderungen bewirkende Konzentrations- bzw. Schichtdickenänderungen müssen vorher mit Hilfe der quantitativen Methoden bestimmt werden.

Im Falle der Lösemittelverdunstung ist nun eine Wellenlänge zu finden, bei der eine starke Absorptionsbande des Lösemittels existiert. Gerade bei dieser Wellenlänge aber sollen alle anderen Komponenten des gesamten Stoffes (Farbpigmente, Bindemittel, Weichmacher, Bedruckstoff usw.) eine möglichst geringe Absorption, auf keinen Fall aber eine starke Absorptionsbande, besitzen.

Mit anderen Worten ist bei dieser Wellenlänge eine möglichst grosse Lichtdurchlässigkeit der übrigen Komponenten erwünscht, damit die sog. Untergrundabsorption gegenüber der starken Absorption des Lösemittels gering bleibt. Sonst würde eine Überlappung der Absorptionsbanden der einzelnen Komponenten stattfinden, die eine Konzentrationsbestimmung der interessierenden Komponente (das Lösemittel) fast unmöglich macht.

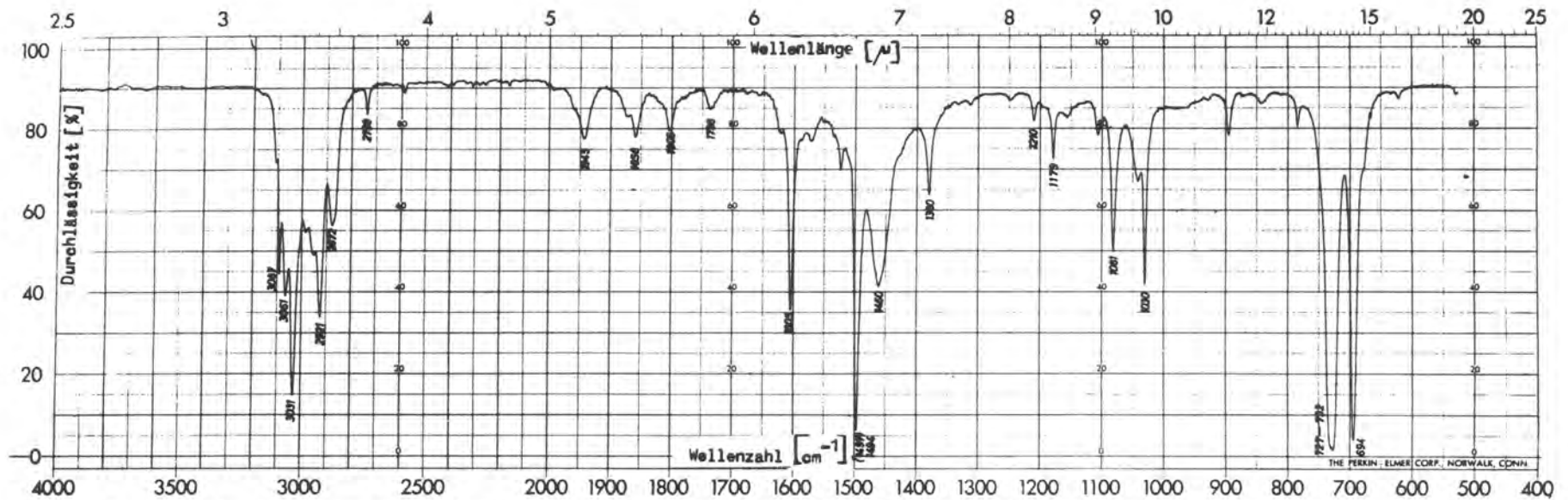


Abb. 1 Toluol, flüssig, Schichtdicke 0,017 mm in einer Flüssigkeitsküvette mit KBr-Fenster

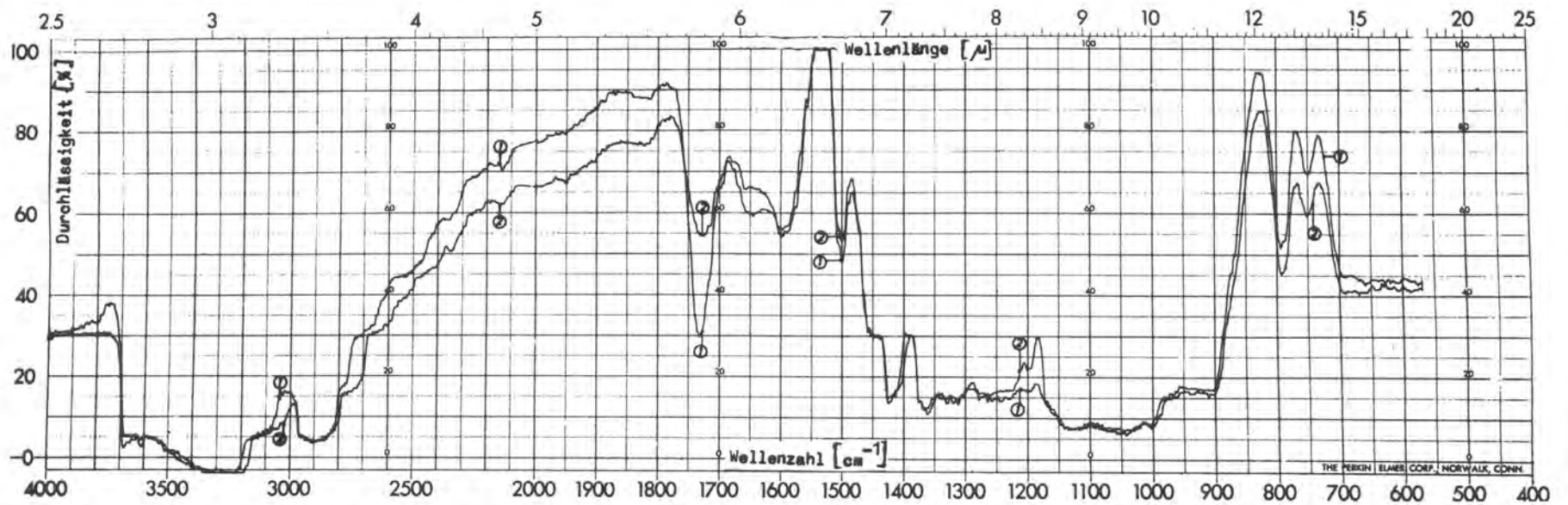


Abb. 2 Zwei verschiedene Tiefdruckpapiere, fest, Flächengewicht für beide 60 g/m² (Beide Spektren sind mit ca. 13-facher Ordinatenrückdehnung aufgenommen)

Im folgenden wird über einige Untersuchungen berichtet, die das Ziel hatten, isolierte Absorptionsbanden des Lösemittels (Toluol) in der Mehrstoffkombination - komplette Tiefdruckfarbe und Bedruckstoff - zu finden, um die Grenzen des Verfahrens zu sondieren.

Das verwendete Spektralphotometer registriert linear in der Wellenzahl, die wie folgt definiert ist:

$$\text{Wellenzahl } \nu \text{ [cm}^{-1}\text{]} = \frac{1}{\text{Wellenlänge } \lambda \text{ [cm]}} = \frac{10000}{\lambda \text{ [\mu m]}}$$

Es werden deshalb in sämtlichen Infrarotspektren, die hier abgebildet sind, immer die Wellenzahlen der wichtigen Absorptionsbanden angegeben, die am Zähler des Gerätes genauer als auf dem Registrierpapier abgelesen worden sind.

Aus dem Spektrum des Lösemittels Toluol (Abb. 1) ist zu ersehen, dass die stärkeren Absorptionsbanden bei den Wellenzahlen 3031, 1494 ca., 730 und 694 cm^{-1} sind. Ferner folgen bei den Wellenzahlen 2921, 1605, 1460, 1081 und 1030 cm^{-1} mittelstarke Banden, die u.U. auch in Frage kommen. Die stärkste Absorptionsbande liegt bei einer Wellenzahl von ca. 730 cm^{-1} .

In Abb. 2 sind zwei verschiedene unter gleichen Bedingungen aufgenommene Tiefdruckpapierspektren zu sehen. Beide Papiere haben ein Flächengewicht von 60 g/m^2 . Alle übrigen untersuchten Tiefdruckpapiere haben, abgesehen von ihren verschiedenen Durchlässigkeitswerten, immer den gleichen Kurvenverlauf gehabt, so dass hier nur zwei Papierspektren mit dem geringsten Flächengewicht von den zur Verfügung stehenden Papiersorten wiedergegeben werden. Die anderen Papiersorten haben z.T. grössere Flächengewichte und waren entsprechend insgesamt viel weniger infrarotdurchlässig.

Die Papierspektren wurden wegen der sehr starken Absorption mit ca. 13-facher Ordinatenrückdehnung und mit einer grösseren Spaltbreite (grössere Energie) gegenüber der Abb. 1 aufgenommen, um ein brauchbares Spektrum zu erhalten.

Ein Vergleich zwischen Abb. 1 und Abb. 2 zeigt, dass unter den aufgeführten Wellenzahlen der starken Toluolabsorptionsbanden beide Papiere ihre grösste Durchlässigkeit bei 730 cm^{-1} haben. Ferner sieht man, dass die Papiersorte 1 bei dieser Wellenzahl eine grössere Durchlässigkeit gegenüber der Papiersorte 2 besitzt. Eine zweite, aber etwas schlechtere Kombination ist bei der Wellenzahl 1494 cm^{-1} , bei der die drittstärkste Toluolabsorptionsbande vorhanden ist. Alle anderen Toluolabsorptionsbanden (evtl. kämen die Banden bei Wellenzahlen 1605 und 694 cm^{-1} auch noch in Frage) fallen in das Gebiet der starken Absorption des Papiers und sind somit unbrauchbar für die Verdunstungsversuche.

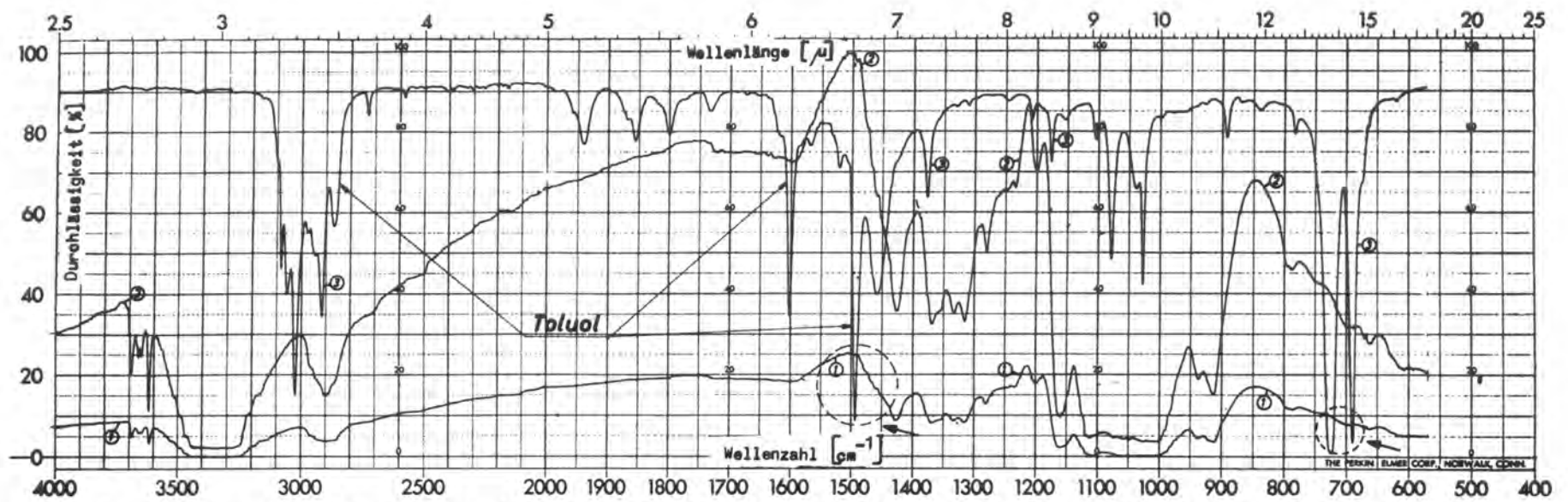


Abb. 3 Kurve 1 und 2, Bibelpapier, fest, Flächengewicht 23 g/m², (Kurve 2 mit ca. 3,3-facher Ordinatenrückdehnung aufgenommen), Kurve 3, Toluol, flüssig, Schichtdicke 0,017 mm

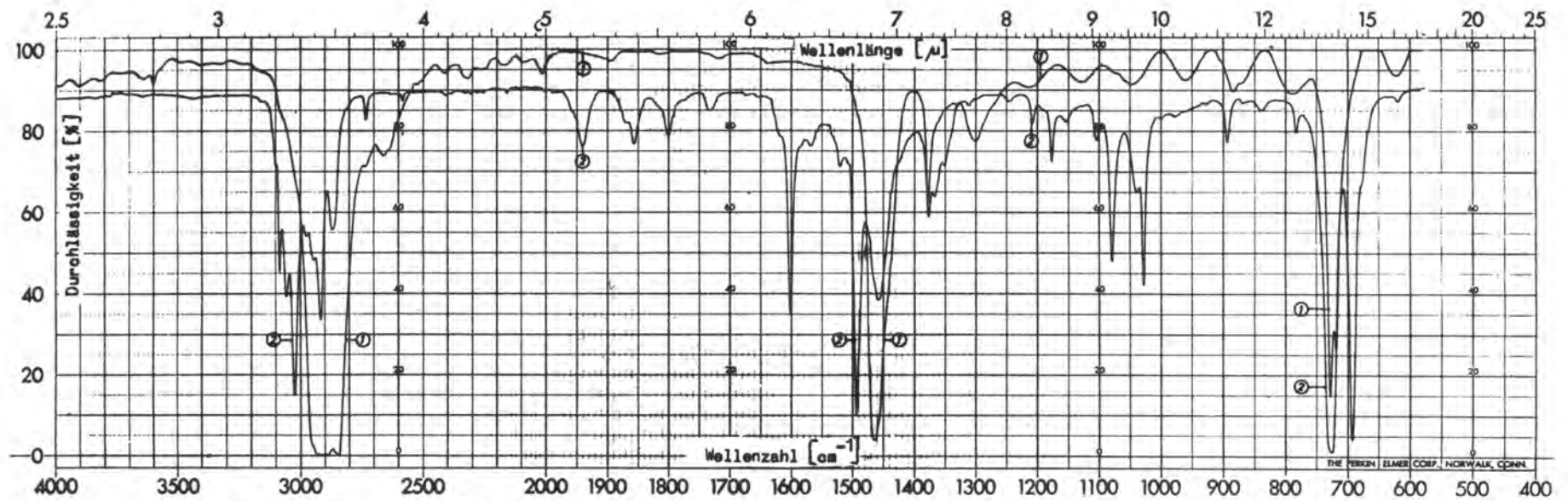


Abb. 4 Kurve 1, Hochdruck-Polyäthylenfolie Suprathen, fest, Folienstärke ca. 0,040 mm
Kurve 2, Toluol, flüssig, Schichtdicke 0,017 mm in einer Flüssigkeitsküvette mit KBr-Fenster

Es hat sich herausgestellt, dass es ratsam ist, für die Versuche als Bedruckstoff ein Tiefdruckpapier mit einem Flächengewicht von nicht mehr 60 bis 70 g/m² zu verwenden. Besser wäre ein Tiefdruckpapier mit einem Flächengewicht von 50 g/m² oder noch weniger.

Unter der Fülle verschiedener Papiersorten, die bedruckbar sind, aber nicht für das Tiefdruckverfahren verwendet werden, gibt es auch welche, die gerade für unsere Versuche günstig sind. Als Beispiel hierzu soll das Spektrum (Abb. 3) eines Bibeldruckpapiers mit einem Flächengewicht von 23 g/m² dienen. Die Kurven 1 und 2 sind Spektren des Bibeldruckpapiers, wobei 1 das normale Spektrum (0 - und 100 - % Linien in wahren Maßstab) und 2 dasselbe unter gleichen Bedingungen mit ca. 3,3-facher Ordinatenrückdehnung und 0-Linienverschiebung aufgenommen wurden, um die Feinheiten des Spektrums zu zeigen. Das normale Spektrum dieses Papiers (Kurve 1) zeigt, dass etwa bei 1500 cm⁻¹ immerhin eine 25%ige Durchlässigkeit vorhanden ist und die Toluolbande (vergl. Kurve 3) bei 1494 cm⁻¹ ausgezeichnet in dieses Gebiet der grössten Durchlässigkeit hineinpasst. Man sieht ferner, dass auch weitere Toluolbanden bei Wellenzahlen 730 und 694 cm⁻¹ nicht schlecht liegen.

Während das Papier wegen seiner starken Absorption für die Versuche einige Schwierigkeiten bereitet, sind viele Folien, die als Bedruckstoff verwendet werden können und dank ihrer sehr hohen Durchlässigkeiten in gewissen Infrarotbereichen eine fast immer gute Kombination mit Toluolbanden ermöglichen, nicht problematisch.

Als Beispiel hierfür sind in Abb. 4 und Abb. 5 Spektren von Kunststoffolien - Suprathen, Hochdruck-Polyäthylenfolie und Hart-PVC-Folie, Genotherm - zu sehen, wobei jeweils ein Toluolspektrum (Kurve 2) wegen eines besseren Vergleichs zusätzlich auf dem gleichen Papier registriert wurde. Wie man aus diesen Spektren leicht entnehmen kann, sind bei Wellenzahlen der wichtigen Toluolabsorptionsbanden hohe Durchlässigkeiten vorhanden.

Um die Brauchbarkeit der Messmethode auch in schwierigen Fällen zu demonstrieren, wurde ein maschinengestrichenes Tiefdruckpapier mit 60 g/m² Flächengewicht, das auch von der Zeitschrift DER SPIEGEL benutzt wird, mit Toluol befeuchten. Bei der konstant gehaltenen Wellenzahl 726 cm⁻¹ bei der auch die stärkste Toluolabsorptionsbande vorhanden ist, wurde dann der Verdunstungsvorgang in Abhängigkeit von der Zeit registriert. Das Ergebnis ist auf der Abb. 6 b zu sehen. Auf der Abb. 6 a sind Aufnahmen zu sehen (Kurven 1 - 8), die Absorptionen von verschiedenen Papierausschnitten unter gleichen Bedingungen darstellen. Man sieht, dass die Schichtstärke der Papierausschnitte nicht ganz konstant ist. Der dadurch hervorgerufene Messfehler ist aber nicht gross, da das Papier sowieso ständig bewegt wird und somit die Schichtdickenschwankungen ausgemittelt werden. Die ausreichende Reproduzierbarkeit der Messmethode geht aus den Aufnahmen der Probe 1 a bis 1 c hervor.

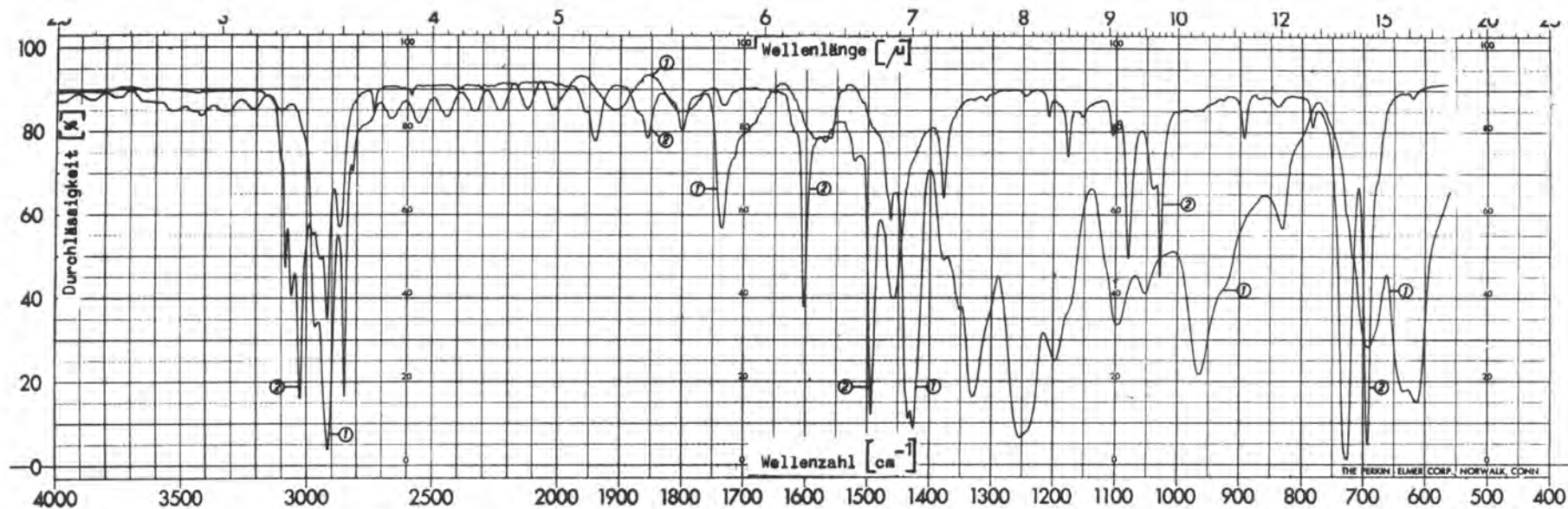
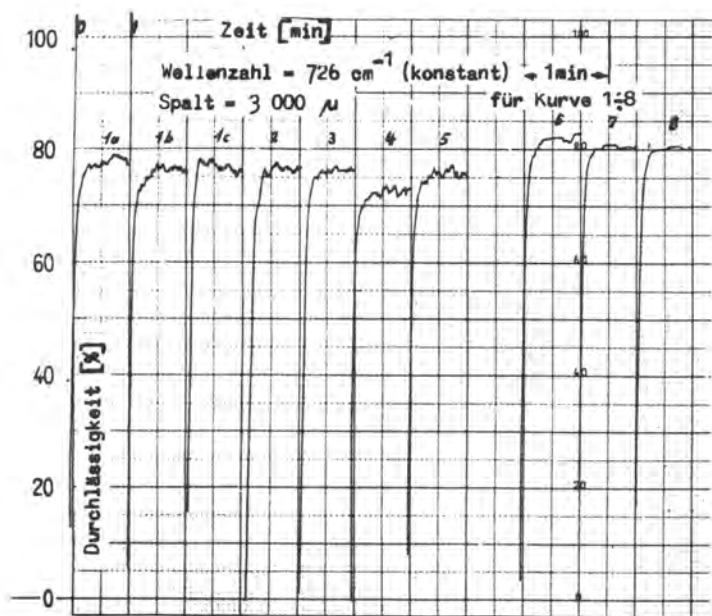


Abb. 5 Kurve 1, Hart PVC-Folie Genotherm, fest, Folienstärke ca. 0,040 mm
 Kurve 2, Toluol, flüssig, Schichtstärke 0,017 mm in einer Flüssigkeitsküvette mit KBr-Fenster



Links: Abb. 6a

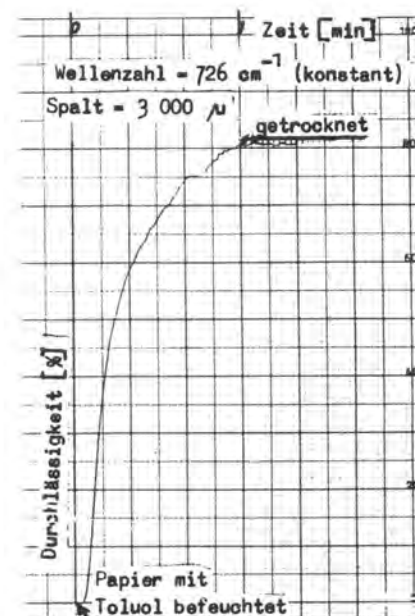
Durchlässigkeitswerte der verschiedenen Papierausschnitte
 Kurven 1 + 5 Tiefdruckpapier ca. 65

Kurven 1a + 1c gleicher Papierausschnitt, Reproduzierbarkeit

Kurven 6 + 8 maschinengestrichenes Papier 60
 "Der Spiegel"-Papier

Rechts: Abb. 6b

Verdunstungsvorgang Probe 8 aus Abb. 6a mit Toluol befeuchtet



Wie ferner aus den Kurven 1 - 8 entnommen werden kann, benötigt die Feder etwa 15 Sekunden für einen Vollausschlag. Diese Einstellzeit ist nicht kritisch, weil die Trockenbedingungen ja nicht pausenlos verändert werden, so dass - abgesehen von Anlaufvorgängen - ein quasistationärer Vorgang vorliegt. Dadurch ist die für einen Messpunkt benötigte Messzeit um ein Vielfaches der Federeinstellzeit grösser und die Feder hat reichlich Zeit, sich auf den Messpunkt einzupendeln. Die Einstellzeit kann natürlich durch die Verwendung eines leichteren Papiers weiter verkürzt werden.

Nach diesen Ausführungen konnte gezeigt werden, dass, falls ein Tiefdruckpapier als Bedruckstoff benutzt wird, als Toluolschlüsselbanden nur die Absorptionen bei 1494 cm^{-1} und bei ca. 730 cm^{-1} in Frage kommen. Somit sind auch die Bedingungen für die günstigsten Tiefdruckfarben gegeben, die für die eigentlichen Versuche herangezogen werden können. Es müssen Farben sein, die gerade bei diesen Wellenzahlen eine gute Durchlässigkeit besitzen. Unverdünnte Tiefdruckfarben enthalten bereits Toluol. Aus diesem Grunde besteht die Möglichkeit, dass die übrigen Bestandteile der Farbe - ausser dem Toluol - bei den obengenannten Schlüsselbanden mehr oder weniger auch starke Absorptionsbanden besitzen und somit Überlappungen entstehen, die eine einwandfreie Beurteilung dieser Farbe hinsichtlich der Eignung für die Versuche erschweren. Es ist demnach zweckmässiger, die einzelnen Bestandteile einer bestimmten fertigen Farbe zusätzlich zu besitzen, damit durch getrennte Spektrenaufnahmen jede Komponente erfasst werden kann. Wenn z. B. der Druckfarbenhersteller aus irgendwelchen Gründen seine Farbenzusammensetzung nicht bekanntgegeben will, so ist eine qualitative Analyse notwendig, die ziemlich viel Zeit erfordert.

Abb. 7 zeigt das Spektrum eines Blaupigmentes (Heliogenblau LBG). Man sieht, dass dieses Pigment gerade bei 731 cm^{-1} auch eine sehr starke Absorptionsbande hat. Das Spektrum einer Druckfarbe mit diesem Pigment, deren Zusammensetzung noch unbekannt ist, würde eine Überlappung der Pigmentbande mit der Toluolschlüsselbande bei 731 cm^{-1} aufweisen und eine Analyse erschweren. Dagegen wäre eine solche Farbe für die Toluolschlüsselbande bei 1494 cm^{-1} geradezu ideal, weil bei dieser Wellenzahl das Pigment "Heliogenblau LBG" eine sehr hohe Durchlässigkeit besitzt.

Aus dem Spektrum eines weiteren Pigments, Fanalblau B supra, Abb. 8 kann man entnehmen, dass das Pigment an interessierenden Wellenzahlen zwar keine hohen Durchlässigkeiten, dafür aber auch keine Absorptionsbanden besitzt, die einer bevorzugten Pigmentauswahl hinsichtlich der Versuche ernsthaft entgegen stände.

Die beste Durchlässigkeit, sowohl an den beiden Toluolschlüsselbanden als auch bei den anderen Toluolbanden, besitzt zweifellos das Pigment "Miloriblau", dessen Spektrum in Abb. 9 zu sehen ist.

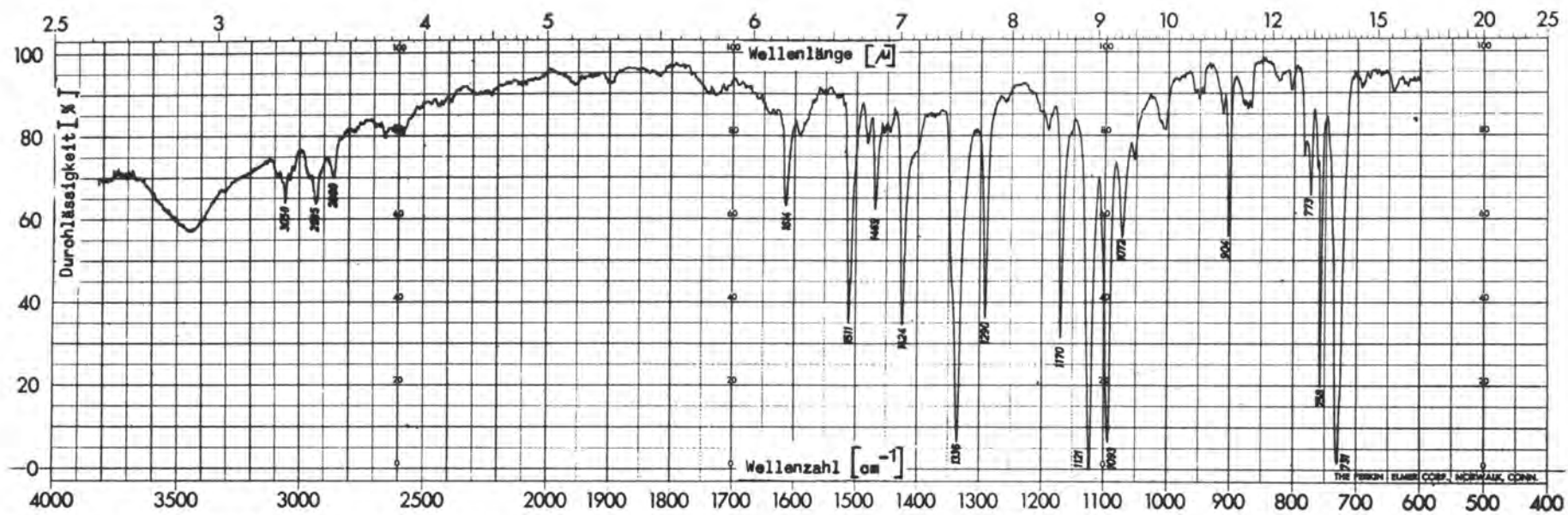


Abb. 7 Blaupigment (Heliogenblau LBG), fest, 1 mg in 13 mm ϕ Preßling mit 200 mg KBr

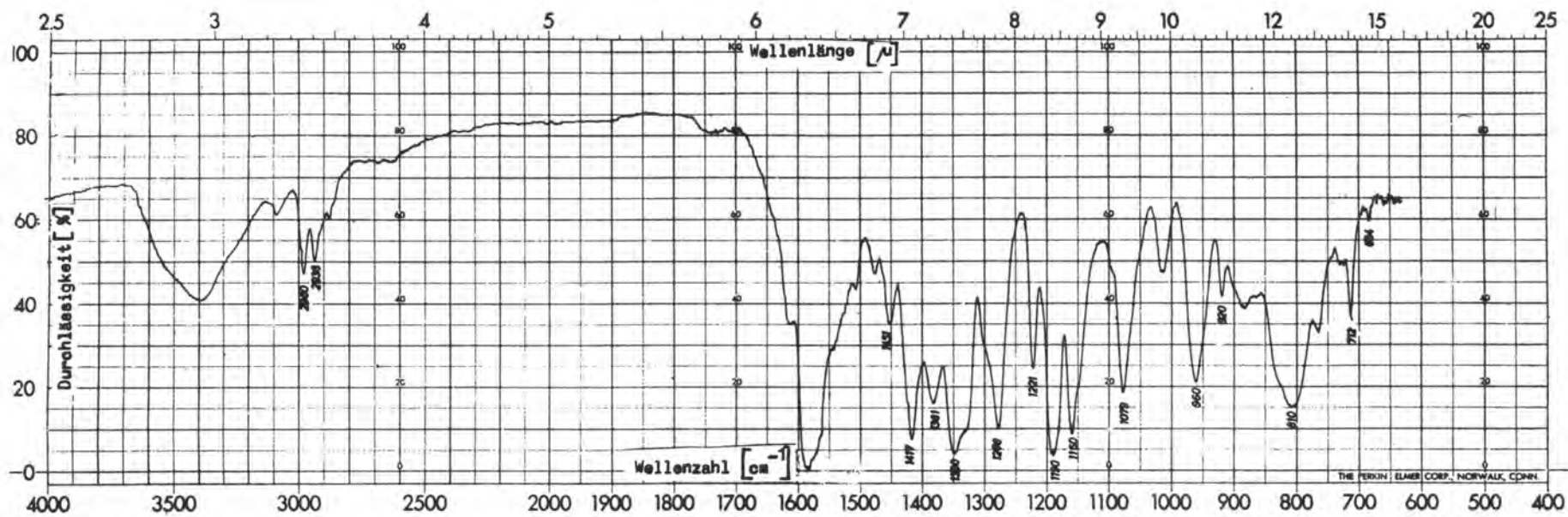


Abb. 8 Blaupigment (Fanalblau B supra), fest, 1 mg in 13 mm ϕ Preßling mit 200 mg KBr

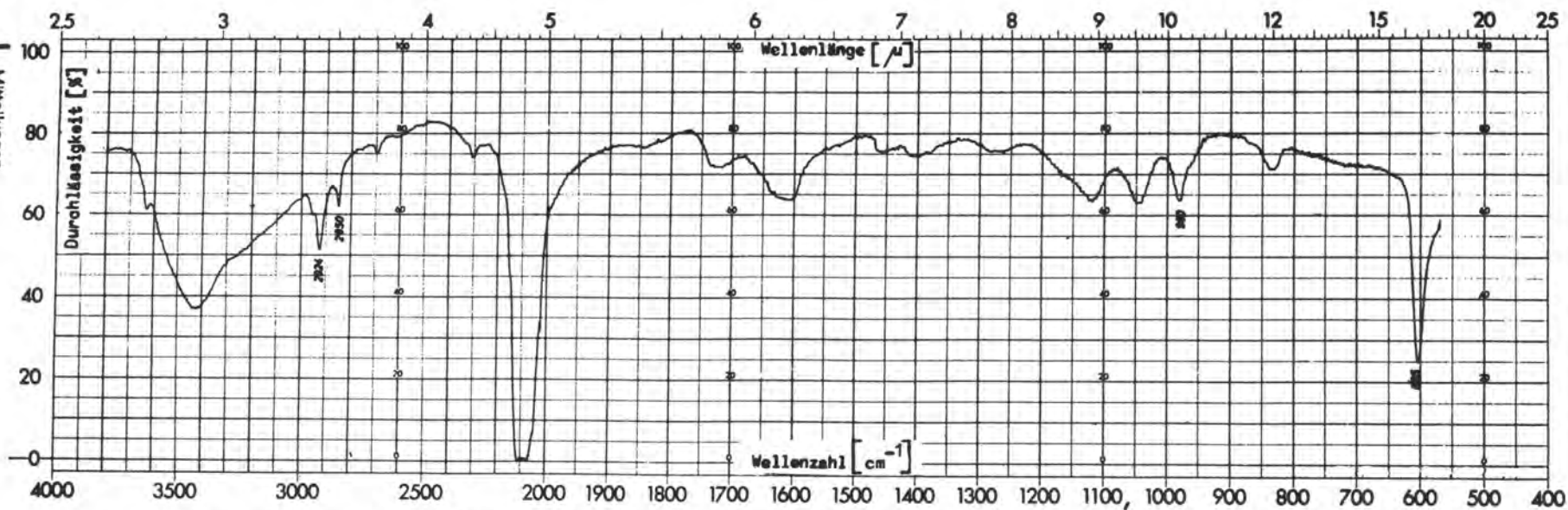


Abb. 9 Blaupigment (Miloriblauf), fest, 1 mg in 13 mm ϕ Preßling mit 200 mg KBr

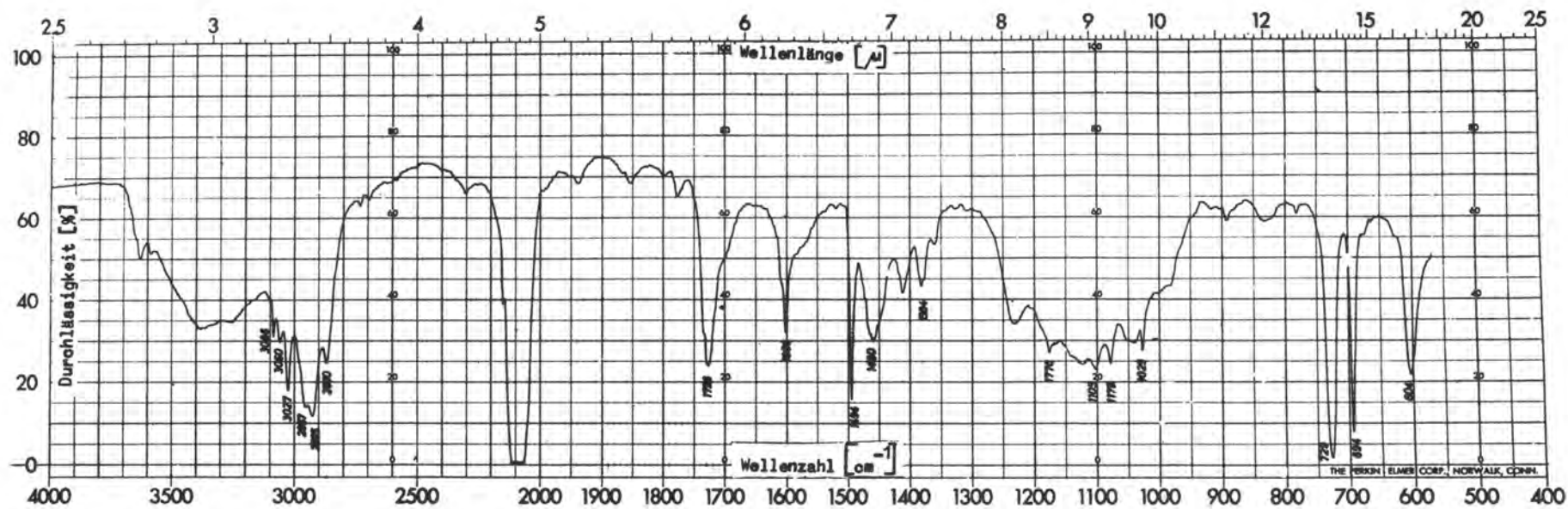


Abb. 10 Tiefdruckfarbe (Blau B), flüssig, Schichtdicke 0,015 mm in einer Flüssigkeitsküvette mit KBr-Fenster

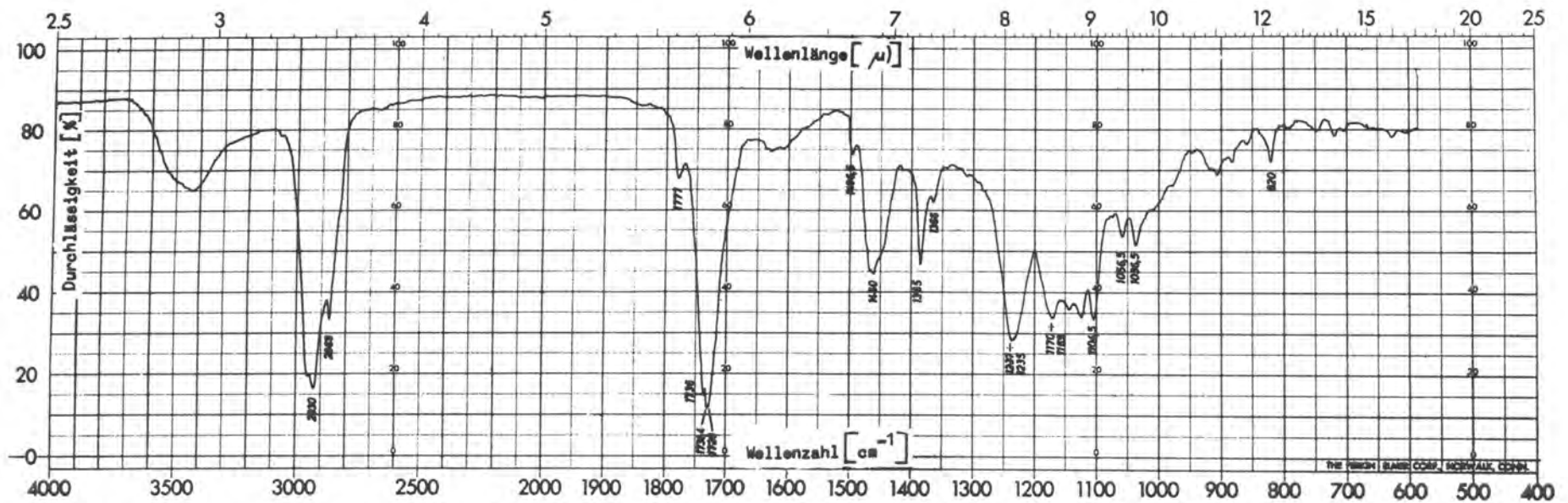


Abb. 11 Maleinatharz (Pentalyn X) fest, 1 mg in 13 mm Φ Preßling mit 200 mg KBr

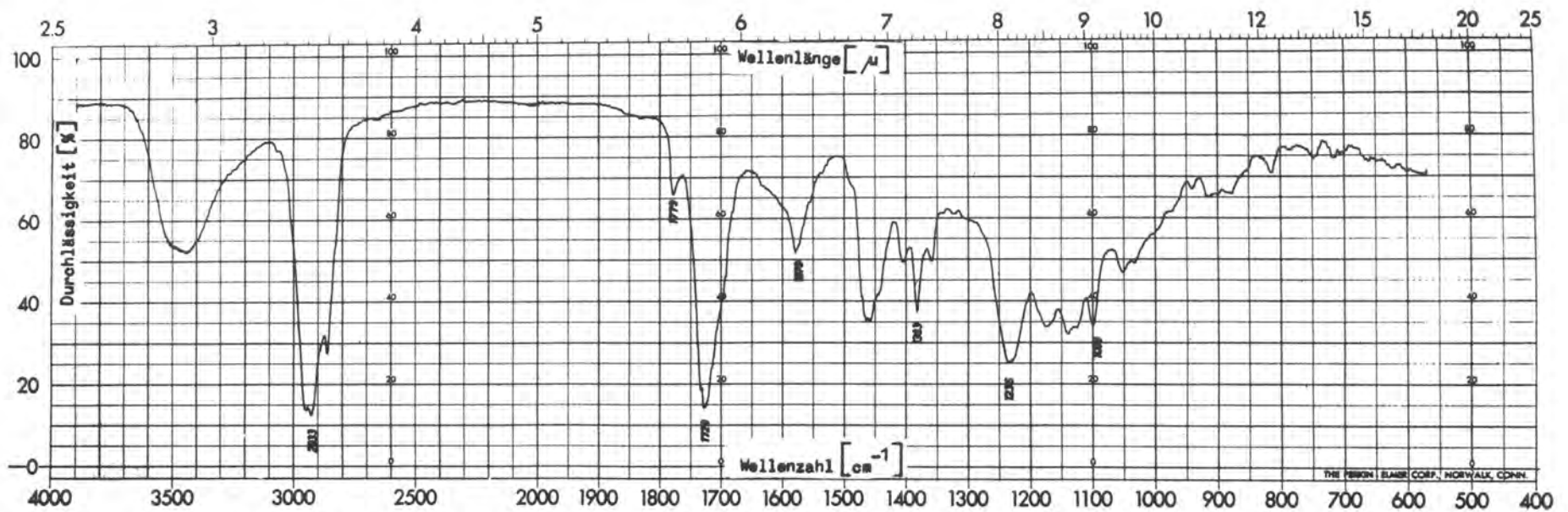


Abb. 12 Modifiziertes Phenolharz (Albertol 670 L), fest, 1 mg in 13 mm Φ Preßling mit 200 mg KBr

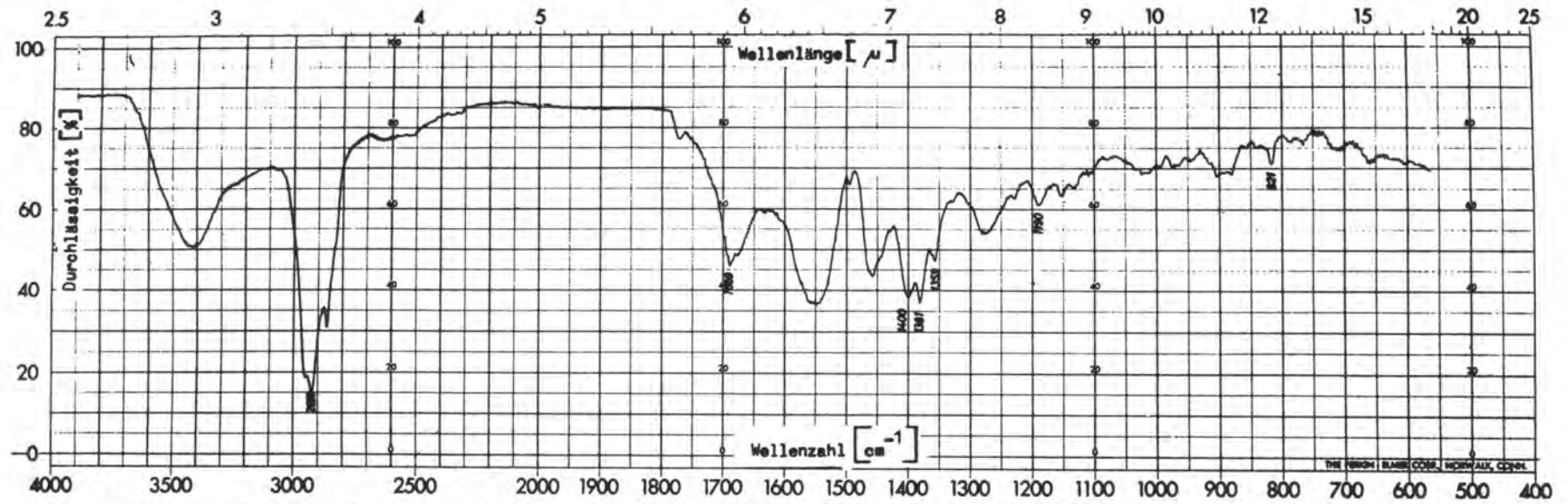


Abb. 13 Kalk-Zink-Harz, fest, 1 mg in 13 mm Φ Pressling mit 200 mg KBr

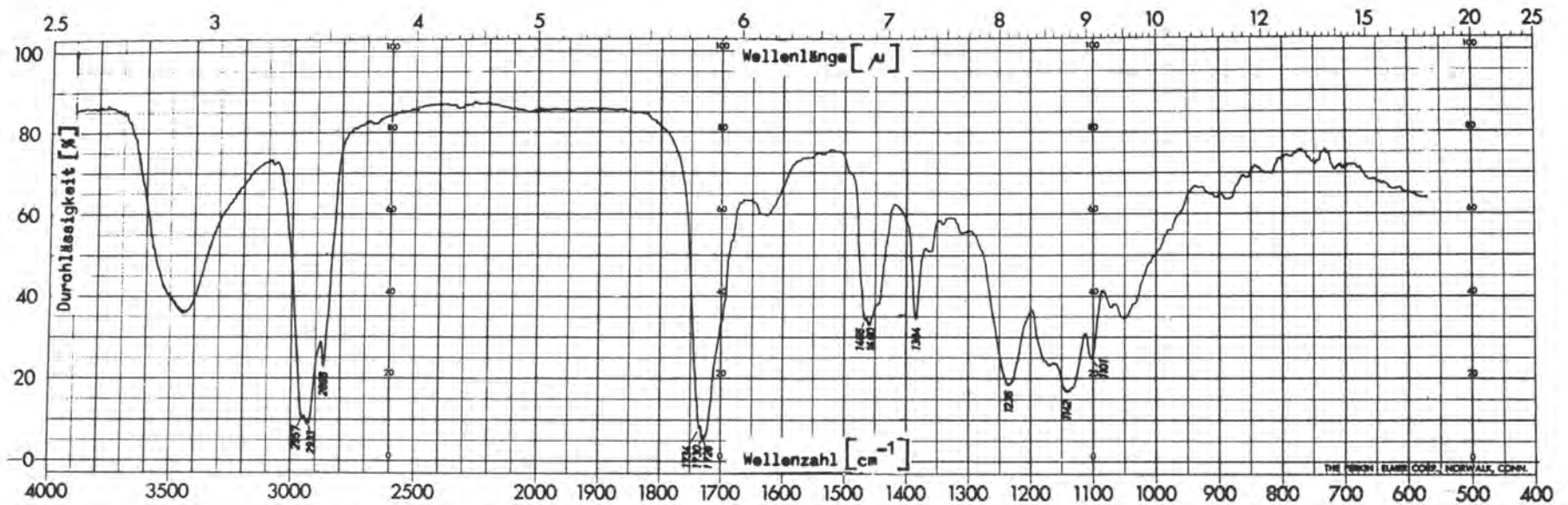


Abb. 14 Kolophoniumharz mit Acrylsäure modifiziert, fest, 1 mg in 13 mm Φ Preßling mit 200 mg KBr

In dem untersuchten Wellenlängenbereich besitzt dieses Pigment nur zwei starke Banden, etwa bei 2100 cm^{-1} eine sehr starke und breite Bande und bei 605 cm^{-1} eine weniger starke Bande, die aber mit keiner von den Toluolbanden zusammenfallen.

Aus Abb. 10 ist das Spektrum einer handelsüblichen fertigen Tiefdruckfarbe zu sehen, deren Zusammensetzung vom Hersteller nicht genannt wurde. Ein Vergleich mit Abb. 9 zeigt (vergl. der Banden bei 2100 cm^{-1} und 604 cm^{-1} auf beiden Spektren), dass diese Druckfarbe als Pigment "Miloriblauf" enthält. Ohne eine eingehende Analyse, die aus zeitlichen Gründen nicht vorgenommen werden konnte, kann die darin enthaltene Harzsorte nicht identifiziert werden. Einiges deutet darauf hin, dass es sich evtl. um ein modifiziertes Phenolharz handeln kann, das keine Absorptionsbanden an den beiden Schlüsselbanden besitzt. Immerhin konnte durch eine eindeutige Identifizierung des Pigments gezeigt werden, dass diese Druckfarbe wegen ihrer Zusammensetzung, die die Auffindung der isolierten Toluolschlüsselbanden zulässt, für unsere Versuche sehr gut geeignet ist.

In den Abb. 11, 12, 13 und 14 sind Spektren von vier Harzsorten zu sehen, die Vertreter der verschiedenen in der Tiefdruckfarbherstellung benutzten Gruppen sind. Aus diesen Spektren ist zu entnehmen, dass diese Harze bei den Toluolschlüsselbanden gute Durchlässigkeiten aufweisen und bei den für die Versuche zu verwendenden Tiefdruckfarben als Bindemittel enthalten sein dürften.

Auch unter roten, gelben und sogar schwarzen Tiefdruckfarben konnten für die Versuche günstige Farben ausfindig gemacht werden, die im Rahmen dieses Artikels nicht näher erläutert werden können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für die noch durchzuführenden Versuche zur Klärung des Trockenverhaltens des lösemittelhaltigen Druckfarben unter veränderlichen Druckbedingungen die Festlegung einiger Farbzusammensetzungen notwendig waren, weil durch das Messverfahren selbst bedingt, nicht jede beliebige Stoffkombination einer solchen Art der Messung zugänglich ist. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass durch Variation der Stoffkombination eine solche Messung fast immer durchzuführen ist.

Forschungsvorhaben der Forschungs-
gesellschaft Druckmaschinen mit
finanzieller Unterstützung des Bun-
deswirtschaftsministeriums über AIF