

RHEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN MAKROMOLEKULARER STOFFE. I.*

VERGLEICH DER EIGENSCHAFTEN VON TYPOGRAPHISCHEN STÄRKE- UND GELATINE-FARBWALZEN AUF GRUND IHRES RHEOLOGISCHEN VERHALTENS

Z. CSÚRÖS, I. GÉCZY, M. GROSZMANN und K. JUHÁSZ

Institut für Organisch-Chemische Technologie, Technische Universität, Budapest

Einleitung

Die Entwicklung der graphischen Industrie und die quantitative Produktion in diesem Industriezweig wurde unter anderem durch mehrere nachteilige Eigenschaften der Farbwalzen (Verreib- und Auftragwalzen) gehemmt. Die Farbwalzen wurden früher ausschließlich aus Gelatine als Grundmaterial gefertigt. Die Nachteile der Walzen (niedrige Erweichungstemperatur, die allmähliche Aufhebung der elastischen Eigenschaften, kleine Lösungsmittelbeständigkeit usw.) veranlaßten viele Fachleute, sich mit der Herstellung solcher Farbwalzen zu beschäftigen, die den technischen Anforderungen vollkommen entsprechen.

Auf diesem Gebiet wurden viele Versuche [1, 2, 3, 4], sowohl zur Herstellung neuer Stoffe als auch zwecks Verbesserung der Qualität der zur Zeit gebräuchlichen Rohstoffe für Druckwalzen [5, 6, 7, 8] gemacht. In der Fachliteratur finden wir nur wortkarge Angaben über die Rohstoffe der Farbwalzen und über die Untersuchung ihrer Eigenschaften (Klassifizierung).

Wir befaßten uns mit der Herstellung neuer Farbwalzen-Rohstoffe. Es ist uns gelungen, einige neue Typen zu entwickeln, die in der Praxis die an sie geknüpften Erwartungen erfüllten und sich in immer weiteren Kreisen verbreiten.

Das graphische Gewerbe arbeitet seit ungefähr 400 Jahren mit Farbwalzen, hat aber die Qualitätskontrolle bis jetzt noch nicht entwickelt.

Durch diesen Umstand wurde unsere Arbeit erschwert. Die Verwendbarkeit der von uns hergestellten neuen Stoffe konnte nämlich nur durch Vergleich mit den jetzt gebräuchlichen Walzen entschieden werden. Der Vergleich konnte nur im Betrieb durchgeführt werden, was nicht selten mehrere Monate in Anspruch nahm.

* Vortrag, gehalten am 28. September 1953 auf dem Organisch-Chemischen Kongreß in Debrecen.

Wir waren deshalb zwecks Beschleunigung der Ergebnisse unserer Versuchsarbeit zur Ausarbeitung einer Versuchsmethode gezwungen.

Trotz der durchgeführten physikalischen und physiko-chemischen Untersuchungen kamen wir der Lösung dieser Frage nicht näher. Im Verlauf der Untersuchungen haben wir die Erfahrung gemacht, daß man die Eigenheiten der Farbwalzen am einfachsten und besten auf Grund ihrer rheologischen Eigenschaften erkennen kann.

Nach gründlichen Untersuchungen kamen wir zu der Schlußfolgerung, daß die Verwendbarkeit der Farbwalzen wie auch vieler anderer Materialien (Farbstoffe, Trockenmittel, Firnisse, Klebstoffe) in der graphischen Industrie hauptsächlich von ihren rheologischen Eigenschaften bestimmt wird.

Im Rahmen dieses Artikels möchten wir von den rheologischen Untersuchungen der Stärke- und Gelatinewalzen berichten. Unser Ziel hier war nicht die Weiterentwicklung der Rheologie, sondern ihre Anwendung auf ein vernachlässigtes Gebiet, und zwar in der Typographie.

Wir haben solche rheologische Untersuchungen durchgeführt, deren Charakter mit den — bei der Anwendung der Walzen — auftretenden Beanspruchungen vergleichbar ist und die unmittelbar über das Verhalten des Stoffes Aufklärung geben.

Beschreibung des Instrumentes

Bei unseren Untersuchungen benutzten wir ein HÖPPLERSCHES Konsistometer. Sein schematisches Bild und seine Zubehöre veranschaulicht Abb. 1. Der Führungsstab (3) steht mit einer Indikatoruhr und einem Kugelstab (2) in Verbindung und bewegt sich mit Hilfe der am Hebelarm (5) angehängten Gewichte (6) innerhalb des Metall-Meßbehälters (7), der von einem Thermostatemantel umgeben ist (4). Die Messung kann mit Hilfe des Hebels (1) in Gang gesetzt werden. Die Indikatoruhr des Instrumentes und der Führungsstab ist magnetisch gekoppelt, was auch die Untersuchung der Deformationen ermöglicht, weil die magnetische Kupplung im Gegensatz zu den verschiedenen Federausführungen die Genauigkeit der Messung nicht beeinflußt.

Die auf Abb. 2 schematisch dargestellte Einrichtung dient für elastometrische Bestimmungen. Das zu untersuchende Material, auf dessen oberen Teil die Belastung einwirkt, wird zwischen einem fixen (1) und einem beweglichen Stempel (2) angebracht.

Die Konstruktion der Vorrichtung ermöglicht, daß der zu den elastometrischen Bestimmungen verwendete Metalleinsatz in den zur Viskositätsmessung dienenden Metall-Meßbehälter eingesetzt wird, der mit Hilfe eines Stabes mit der Indikatoruhr gekoppelt werden kann. Das zu untersuchende

Probestück wird zwischen den zwei Stempeln des Metalleinsatzes angebracht. Die Größe der Deformation, die unter dem Einfluß der von außen wirkenden Belastung stattfindet, kann an der Indikatoruhr abgelesen werden. Nach Auf-

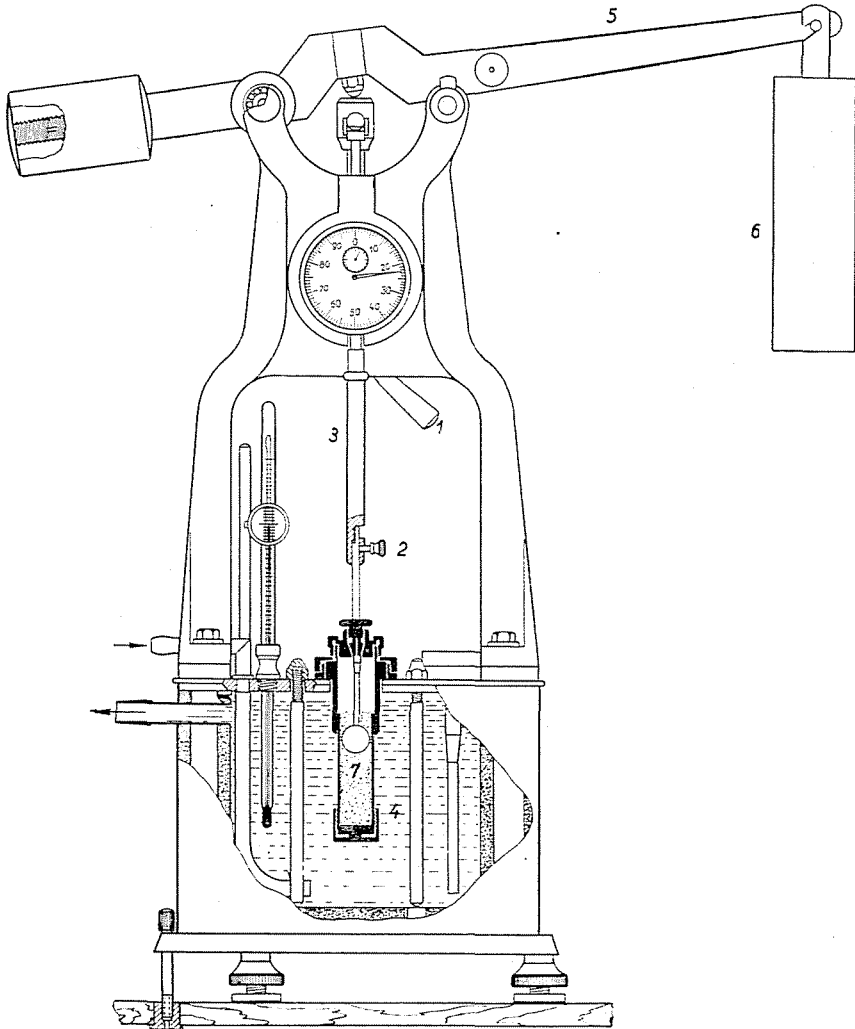


Abb. 1. Schematische Darstellung des HÖPPLERSchen Konsistometers

hebung der Belastung strebt das Material danach, seine ursprüngliche Form anzunehmen. Der zeitliche Ablauf der Rückfederung kann ebenfalls anhand der Indikatoruhr verfolgt werden.

Im Thermostatmantel des Konsistometers haben wir die Temperatur mit Hilfe eines Ultra-Thermostats nach HÖPPLER mit einer Genauigkeit von $\pm 0,04^\circ \text{C}$ eingestellt.

Fließkurven (Konsistenzkurven)

Die Eindruckgeschwindigkeit der verschiedenen Farbwalzmassen als Funktion der Belastung haben wir mit dem HÖPLERSchen Konsistometer bei verschiedenen Temperaturen gemessen. Die Form und Lage der in das Eindruckgeschwindigkeit-Belastungskoodinaten-system eingetragenen *Fließkurven* charakterisieren die rheologischen Eigenschaften des Materials.

Die Meßergebnisse der Gelatine- und Stärkemasse für Farbwalzen sind in den Tab. 1 und 2 zusammengefaßt, die Fließkurven veranschaulichen die Abb. 3 und 4.

Tabelle 1

Gelatine-Walzmassen

Belastung g/cm ²	Eindruckgeschwindigkeit, cm/sec			
	20° C	30° C	35° C	37° C
5			0,30	
10		0,30	0,60	
25	0,42	0,68	1,08	
50	0,75	0,90	1,50	2,20
125	1,00	1,22	2,20	
375	1,44	1,80	4,08	
500	1,60	2,10	4,75	
625	1,85	2,31		
750	2,00	2,60		

Tabelle 2

Stärke-Walzmassen

Belastung g/cm ²	Eindruckgeschwindigkeit, cm/sec			
	20° C	30° C	40° C	50° C
5				0,01
10				0,03
25			0,02	0,05
50		0,01	0,06	0,12
125	0,10	0,12	0,21	0,30
375	0,70	0,90	1,20	1,70
500	1,18	1,38	1,85	2,56
625	1,65	1,90	2,40	3,40
750	2,15	2,45	3,05	4,20

Beim Vergleich der Abb. 3 und 4 fällt das abweichende Verhalten der Kurven auf. Die Analyse beider Kurvenreihen zeigt aber, daß die Formel nach HERSCHEL—BULKLEY (9) für beide gültig ist :

$$\frac{\partial \gamma}{\partial t} = A (\tau - \tau_0)^n,$$

wo $\frac{\partial \gamma}{\partial t}$ — die Änderung der Deformation in der Zeit, A und n für das Material charakteristische Konstanten, τ die Schubspannung, τ_0 die untere Fließgrenze ist. Die Abweichung im Verlauf beider Kurvenreihen entsteht daraus, daß bei der Gelatine-Walzmasse $n < 1$, bei der Stärke-Walzmasse aber $n > 1$ ist.

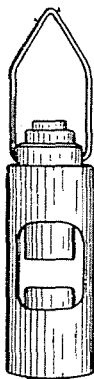


Abb. 2. Schematische Darstellung der Einrichtung für elastometrische Bestimmungen

Bei der Aufnahme von Fließkurven legten wir Schubspannungen zwischen 50—750 g/cm² an, obgleich der häufigste Wert der in der Praxis auftretenden Spannungen etwa 125 und 350 g/cm² ist. Schubspannungswerte, die kleiner und größer als die obengenannten sind, haben wir nur im Interesse einer vollständigeren Veranschaulichung aufgenommen.

Beim Vergleich der mit 1 bezeichneten Kurven auf beiden Abbildungen sehen wir, daß bei einer Belastung von 750 g/cm² der Fließpunkt der Stärke-

Tabelle 3
Eindruckgeschwindigkeit von Stärke- und Gelatine-Walzmassen bei 20° C und verschiedenen Belastungen

Belastung g/cm ²	Stärkemasse cm/sec	Gelatinemasse cm/sec
125	0,10	1,00
200	0,20	1,16
250	0,34	1,22
300	0,48	1,33
350	0,64	1,38

Walzmasse etwas größer ist als der Fließpunkt der Gelatinemasse (2,15 cm/sec bzw. 2,00 cm/sec), aber bei kleineren Belastungen — zwischen den in der Praxis gebräuchlichen Grenzen — ist die Lage umgekehrt (Tab. 3).

Aus den graphischen Darstellungen und der Tabelle 3 kann die Schlußfolgerung gezogen werden, daß der Charakter der Konsistenz der beiden Materialien verschieden ist. Namentlich zeigt die Gelatine-Walzmasse unter Einwirkung kleinerer Spannungen viel größere Veränderung als die Stärkemasse. Bei gleichen Meßzeiten verursachen kleinere Schubspannungen eine größere Deformationsgeschwindigkeit — größere Deformation — bei der Gelatinemasse. Die Änderung der Deformationsgeschwindigkeit nimmt nach Erreichen gewisser

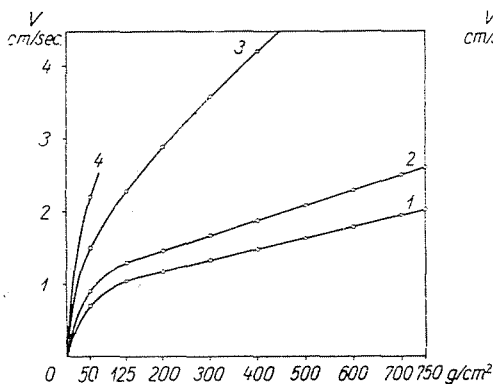


Abb. 3. Die Eindruckgeschwindigkeit von Gelatine-Farbwalzmasse als Funktion der Belastung bei verschiedenen Temperaturen

1=20° C, 2=30° C, 3=35° C, 4=37° C

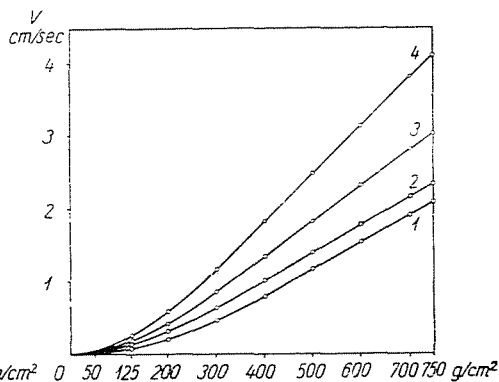


Abb. 4. Die Eindruckgeschwindigkeit von Stärke-Farbwalzmasse als Funktion der Belastung bei verschiedenen Temperaturen

1=20° C, 2=30° C, 3=40° C, 4=50° C

Spannungswerte ab und ihr Verlauf geht ins lineare über. Dagegen ist die Fließkurve der Stärke-Walzmasse anfangs flacher und der nachfolgende lineare Kurvenast verläuft steiler.

Aus den bei Zimmertemperatur ermittelten Fließkurven ist also ersichtlich, daß durch Einwirkung der bei der praktischen Anwendung auftretenden Schubspannungen die Stärke-Walzmasse weniger deformiert wird und mechanisch widerstandsfähiger ist als die Gelatinemasse.

Eine wichtige Eigenschaft der Farbwalzen ist ihre gute mechanische Widerstandsfähigkeit, aber die Praxis zeigt, daß es zumindest ebenso wichtig ist, daß sich bei einer Erhöhung der Temperatur gewisse Eigenschaften — welche die entsprechenden Vervielfältigungsbedingungen sichern — nicht wesentlich verändern. In der Praxis gehen die meisten Farbwalzen zugrunde, indem sie durch Einwirkung der Temperaturerhöhung während des Betriebs weich werden und zu fließen anfangen.

Auf Abb. 3 und 4 ist aus dem Verlauf der verschiedenen Fließkurven ersichtlich, daß die Gelatine-Walzmasse schon bei ungefähr 35° C unbrauchbar

wird, weil sie ihre Konsistenz verliert und sich durch die gebräuchlichen Schubspannungen zu schnell deformiert. Das betriebliche Temperaturbereich, wo das Material seine Konsistenz und rheologischen Eigenschaften bewahrt, ist daher bei der Gelatine-Walzmasse klein. Daher konnten keine Aufnahmen der Fließkurven von Gelatine-Walzmassen bei höheren Temperaturen als 37°C gemacht werden. Die Fließkurven der Stärke-Walzmasse hingegen waren auch bis 50°C leicht aufnehmbar.

Selbst wenn wir davon absehen, daß die Fließkurven der Stärke-Walzmasse in einem breiteren Temperaturbereich aufgenommen wurden, ist es offensichtlich, daß die Fließkurven der Gelatinemasse in einem weiteren Bereich ablaufen. Dies bedeutet, daß die Eigenschaften der Stärke-Walzmasse weniger von der Temperatur abhängen als die der Gelatinemasse.

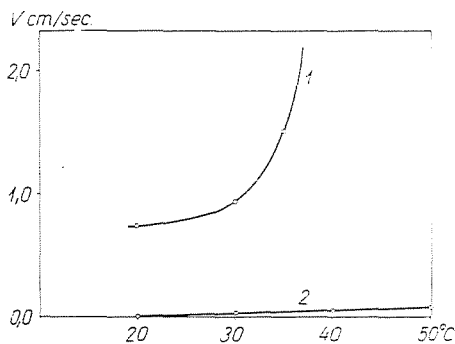


Abb. 5. Änderung der zu 50 g/cm^2 Belastung gehörenden Fließgeschwindigkeits-Werte als Funktion der Temperatur

1 = Gelatinemasse, 2 = Stärke-Walzmasse

Auf Abb. 3 ist der Sprung im Verlauf der bei 30°C und 35°C aufgenommenen (mit 2 und 3 gekennzeichneten) Kurven gut ersichtlich. Das ist das Temperaturbereich, in dem das Material — unter sonst gleichen Bedingungen — nur durch Temperatureinwirkung seine Elastizität allmählich verliert und rasch plastisch wird. Deswegen ist es unmöglich, es in Betrieb zu halten.

Aus den Fließkurven der Stärke-Walzmasse (Abb. 4) ist die Erhöhung der Eindruckgeschwindigkeit durch Temperatureinwirkung, d. h. das Weichwerden der Konsistenz, gut erkennbar. Hier wurde jedoch in dem gemessenen Temperaturbereich kein dem vorigen ähnlicher Sprung beobachtet. Die Stärke-Walzmasse zeigt noch bei 50°C — bei den gebräuchlichen Schubspannungen — solche Fließwerte, auf Grund welcher sie praktisch für brauchbar beurteilt werden kann.

Es muß bemerkt werden, daß die betriebliche Temperatur nie 50°C erreicht.

Wenn wir die in Tab. 1 angegebenen, zur 50 g/cm^2 Schubspannung gehörigen Eindruckgeschwindigkeits-Werte als Funktion der Temperatur graphisch darstellen, erhalten wir Abb. 5.

Aus der Abbildung ist gut ersichtlich, daß die Fließgeschwindigkeit der Stärke-Walzmasse unter gleichen Bedingungen weitaus unter der Fließgrenze der Gelatine-Walzmasse bleibt.

Die Fließgeschwindigkeit der Gelatine-Walzmasse beträgt bei 37° C und 50 g/cm² Schubspannung 2,2 cm/sec. Bei dieser Temperatur ergibt sich an einer Stärke-Walzmasse eine Fließgeschwindigkeit von 2,2 cm/sec bei einer Schubspannung von ungefähr 670 g/cm². Dies bedeutet, daß die Stärke-Walzmasse nur bei 13—14mal größerer Belastung solche Fließwerte liefert wie die Gelatine-masse. Dieser beträchtliche Unterschied kommt bei der praktischen Beanspruchung der beiden Stoffe — im Betrieb — zur Geltung.

Der wesentliche Vorteil der von uns hergestellten Stärke-Walzmasse kann in der Praxis gut ausgenutzt werden. Die Drehgeschwindigkeit der mit den neuen Farbwalzen ausgestatteten Maschinen kann im Verhältnis zu der Drehgeschwindigkeit von Maschinen mit Gelatinewalzen bedeutend erhöht werden.

Die Praxis hat diese Meßergebnisse und die Richtigkeit der daraus gezogenen Schlußfolgerungen vollständig bestätigt.

Die Lebensdauer — Betriebszeit — der Stärke-Farbwalzen hat selbst bei größeren Drehgeschwindigkeiten die der Gelatinewalzen bedeutend überdauert.

Zusammenfassend: auf Grund der aufgenommenen Fließkurven können die unten angeführten Schlußfolgerungen gezogen werden:

1. Bei Zimmertemperatur (20° C) und den gebräuchlichen Schubspannungen ist die mechanische Widerstandsfähigkeit der Stärke-Walzmasse größer als die der Gelatinemassen. Die Gelatine-Walzmasse ist temperaturempfindlich und das wirkt sich nachteilig auf ihre Verwendbarkeit aus.

2. Im Sommer, wenn die Betriebstemperatur in vielen Fällen 40° C erreicht, versagen die Gelatine-Farbwalzen. Dagegen sind die von uns hergestellten Stärke-Farbwalzen auch noch bei 50° C betriebssicher.

3. Im Winter aber, wenn die Betriebstemperatur oft unter 10° C ist, zeigen sich die Gelatine-Farbwalzen als harte Stoffe. Auch das ist nachteilig. Dagegen verhalten sich die Stärkewalzen auch noch bei 0° C als elastisches Material, wie wir das in einer anderen — nicht veröffentlichten — Meßreihe bekräftigten.

4. Die Stärke-Farbwalzen haben bei höherer Drehungszahl eine viel längere Lebensdauer als die Gelatine-Farbwalzen.

Die angewandte Untersuchungsmethode kann infolge ihrer Einfachheit und schneller Durchführbarkeit zur betrieblichen Kontrollmethode entwickelt werden. Mit deren Hilfe könnten für Farbwalzen bestimmt werden:

- a) die Temperatur, bei der die Walze noch betriebssicher ist;
- b) die in der Zusammensetzung des Stoffes eventuell eingetretene Änderung bzw. deren Auswirkung;

- c) Betriebszeit von Walzen gleicher Qualität an je einer Maschine;
 d) mit dieser Methode kann die Normierung der Qualität von Farbwalzen erleichtert werden.

Fließpunkte

Über die Bedeutung der Fließpunkte findet man in der Literatur viele abweichende Angaben. Wir messen dem absoluten Wert der Fließpunkte keine größere Bedeutung bei, wir behandeln sie lediglich als charakteristische Punkte der Fließkurvenform. Sind diese Fließpunkte jedoch scharf genug, können sie für das Fließen des Materials bezeichnend sein. Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen erwies sich die Möglichkeit, die oberen und unteren Fließpunkte auf graphischem Wege mit Hilfe der Fließkurven zu ermitteln.

Da die Fließkurven immer in gleicher Zeitdauer bestimmt wurden, können die Fließpunkte der beiden Stoffe verglichen werden. Die Werte sind in Tab. 4 zusammengefaßt. Im ersten Kapitel haben wir schon auf den verschiedenen Verlauf der Fließkurven hingewiesen. Die angedeuteten Abweichungen werden durch die Fließpunkte noch besser veranschaulicht. Wie aus Tab. 4 hervorgeht,

Tabelle 4

Untere und obere Fließpunkte der Gelatine- und Stärke-Walzmassen

Gelatine-Walzmasse			Stärke-Walzmasse		
Temperatur C°	unterer Fließpunkt g/cm ²	oberer Fließpunkt g/cm ²	Temperatur C°	unterer Fließpunkt g/cm ²	oberer Fließpunkt g/cm ²
20	10	100	20	50	425
30	5	75	30	38	390
35	0	25	40	5	312
37	0	0	50	0	225

liegen die Werte der Fließpunkte der Stärke-Walzmasse viel höher als die der Gelatinemasse. Außerdem ist ersichtlich, daß die Änderung der Fließpunkte bei Änderung der Temperatur ein dem vorherigen ähnliches Bild ergibt. Bei der Gelatine-Walzmasse nehmen die Fließpunkte mit Erhöhung der Temperatur schnell ab. Die Fließpunkte der Stärke-Walzmasse sind dagegen — im Verhältnis zur Gelatinemasse — weniger temperaturabhängig.

Aus den Abb. 6 und 7 ist die Abhängigkeit der oberen und unteren Fließpunkte von der Temperatur — laut den Angaben in Tab. 4 — ersichtlich.

Tab. 4 und die Abb. 6 und 7 veranschaulichen gut die Feststellung, daß die Farbwalzen auf Stärkebasis über 40° C auch verwendbar sind, da bei einer

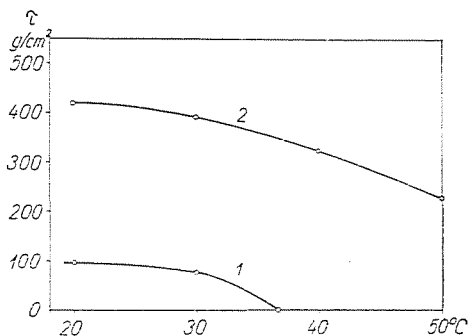


Abb. 6. Abhängigkeit der oberen Fließpunkte von der Temperatur
1 = Gelatinemasse; 2 = Stärkemasse

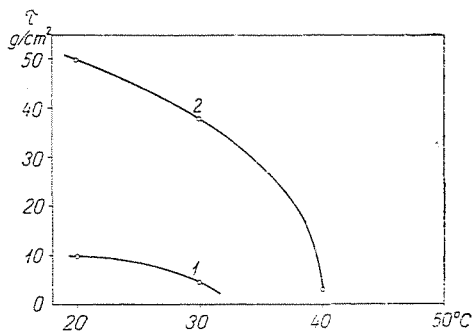


Abb. 7. Abhängigkeit der unteren Fließpunkte von der Temperatur
1 = Gelatinemasse; 2 = Stärkemasse

erheblichen Elastizität ihr Fließpunkt über dem Nullpunkt liegt. Dagegen sind die Gelatine-Farbwalzen schon bei 35 $^\circ\text{C}$ nicht mehr elastisch und ihr Fließpunkt liegt bei 0 $^\circ$.

Bestimmung der Quasiviskosität

Die Quasiviskosität der Stärke- und Gelatine-Farbwalzen wurde mit dem HÖPPLERSchen Konsistometer bestimmt. Aus den Meßergebnissen haben wir die Quasiviskosität mit Hilfe der bekannten HÖPPLERSchen Formel ausgerechnet. Die Meßergebnisse sind aus Tab. 5 und Abb. 8 ersichtlich.

In der Quasiviskosität der beiden Stoffe ist eine bedeutende Abweichung zu bemerken. Es ist auffallend, daß die Viskosität der Stärke-Walzmasse viel größer ist als die der Gelatinemasse. Ein anderer bedeutender Unterschied zwischen den beiden Stoffen besteht darin, daß die Quasiviskosität der Stärke-Walzmasse mit Erhöhung der Schubspannung bedeutend zunimmt, die der Gelatinemasse aber in geringem Maße abnimmt.

Daß die Quasiviskosität der Gelatine-Walzmasse mit Erhöhung der Schubspannung sinkt, kann ihren Fadenmolekülen zugeschrieben werden. Dieses Verhalten der Fadenmoleküle ist bekannt. Jene Erscheinungen, die wir bei den Stärke-Farbwalzen festgestellt haben, können mit der im System auftretenden Dilatation erklärt werden. Sie tritt meistens bei Doppelsystemen auf, z. B. bei Stärkemassen und ist für besonders dicke Massen charakteristisch (12). Mit Aufhebung der Kraftwirkung verschwindet diese Erscheinung. Das auftretende Festwerden steht im direkten Verhältnis zu der das Festwerden verursachenden Spannung.

Aus Tab. 5 und Abb. 8 ist außerdem ersichtlich, daß sich bei Erhöhung der Temperatur die Quasiviskosität beider Walzmasse-Typen vermindert, was

Tabelle 5

Die Werte der Quasiviskosität von Stärke- und Gelatine-Farbwalzen bei verschiedenen Belastungen und Temperaturen

Stärkemasse :

Zeitdauer sec	Weg, cm	Mittlere Fließ- geschwindigkeit V, cm/sec	Belastung G, g	η^* Poise	Temperatur C°
6	0,384	0,064	12 000	187 000	20,0
6	0,450	0,075	18 000	240 000	20,0
6	0,510	0,085	24 000	282 300	20,0
6	0,720	0,120	36 000	300 000	20,0
6	0,402	0,067	12 000	179 100	30,0
6	0,468	0,078	18 000	230 800	30,0
6	0,570	0,095	24 000	252 600	30,0
6	0,800	0,134	36 000	268 600	30,0
6	0,438	0,073	12 000	164 400	40,4
6	0,534	0,089	18 000	202 000	40,4
6	0,642	0,107	24 000	224 100	40,4
6	0,940	0,157	36 000	229 300	40,4

Gelatinemasse :

6	0,525	0,083	12 000	146 100	20,0
6	0,770	0,128	18 000	140 800	20,0
6	1,050	0,175	24 000	137 000	20,0
6	1,650	0,274	36 000	131 000	20,0
6	0,562	0,094	12 000	128 200	30,0
6	0,860	0,143	18 000	126 500	30,0
6	1,200	0,200	24 000	118 200	30,0
6	1,500	0,300	32 000	106 000	30,0
6	0,380	0,063	6 000	96 000	35,0
6	0,590	0,099	9 000	91 000	35,0
6	0,830	0,137	12 000	88 000	35,0

verständlich ist, wenn wir voraussetzen, daß bei einer Erhöhung der Temperatur — im gemessenen Bereich — im Stoff keine irreversible Umwandlung vonstatten geht.

Elastizitätsuntersuchungen

Die farbeabgebenden Eigenschaften und die Lebensdauer der Druckfarbwalzen werden zu gewissem Grad von der Elastizität der Walzen bestimmt. Es ist noch unentschieden, wie groß die Elastizität der Farbwalzen sein soll.

In der Praxis sind die elastischeren Farbwalzen beliebter, da an ihrer Oberfläche die viskose Druckfarbe besser haftet. Nach einigen Beobachtungen ist die Lebensdauer von elastischeren Walzen länger als die der weniger elastischen.

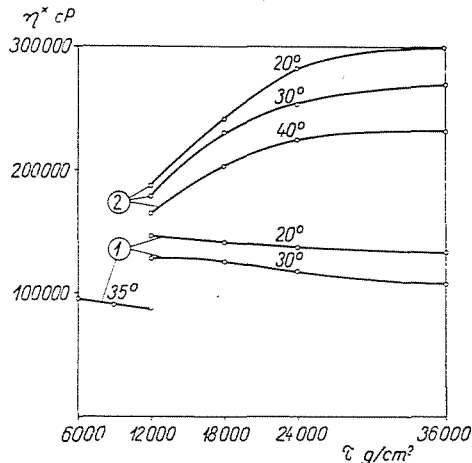


Abb. 8. Viskosität der Stärke- und Gelatine-Farbwalzen. 1 = Gelatinemasse; 2 = Stärkemasse

Zur Ergänzung möchten wir bemerken, daß lediglich die Elastizität in Betracht zu ziehen eine Vereinfachung der Frage bedeutet um so mehr, da in der Praxis die Walzen periodischen elastischen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Ein der Wirklichkeit nahes Bild könnte nur anhand einer Untersuchung beider Effekte gewonnen werden (z. B. mit Flexometer).

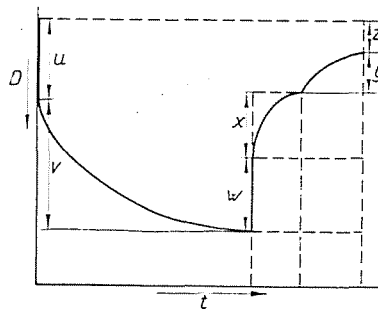


Abb. 9. Schematische Form der Elastizitätskurven. u = augenblickliche elastische Deformation; w = spontane Rückfederung; y = Thermorückfederung; v = nachwirkende elastische Deformation; x = nachwirkende Rückfederung; z = bleibende Deformation

Die Elastizität wurde mit dem oben beschriebenen Instrument geprüft. Das Prinzip der Einrichtung ist, daß das Musterstück einer Druckbeanspruchung zwischen zwei parallelen Flächen ausgesetzt wird. Die auf das Musterstück wirkende Belastung stellt direkt den elastischen oder plastischen Deformationswiderstand in kg/cm^2 dar.

Die Meßmethode ist von der Größe des Musterstücks unabhängig und die Meßergebnisse sind zwischen den Grenzen $h = d$ und $h = \frac{d}{2}$ gut reproduzierbar, wo $h =$ Höhe, $d =$ Durchmesser des Musterstücks bezeichnen.

Die schematische Form der mit der Meßmethode gewonnenen Kurven zeigt Abb. 9.

Mit dem HÖPPLERSchen Konsistometer können die u und w Werte gesondert nicht gemessen werden, lediglich die $u + v$ und die $w + x$ Werte sind als Funktionen der Zeit gut meßbar. Da $(u + v) - (w + x) = z$, ist der Wert der bleibenden Deformation auch direkt meßbar. Außerdem versuchten wir, den Wert der termischen Rückbildung (y) zu messen, doch war das am untersuchten Material unmöglich.

Die erste Meßreihe wurde auf die Weise durchgeführt, daß das Musterstück so lange belastet blieb, bis die drei letzten — von den in jeder halben Minute vorgenommenen — Messungen keine Änderung mehr zeigten. Dann entlasteten wir das Musterstück und maßen wieder in jeder halben Minute die Änderung der Deformation so lange, bis an den letzten 2—3 Messungen keine Änderung mehr festgestellt werden konnte. Die Messungen führten wir demgemäß bis zur Einstellung des Gleichgewichtes aus.

In Anbetracht dessen, daß die Farbwalzen im Betrieb weitaus nicht solchen, sondern sich in rascher Folge wiederholenden kurzfristigen Beanspruchungen ausgesetzt sind, strebten wir eine Prüfmethode an, die diesen Umständen angepaßt ist. So haben wir in der II., III. und IV. Untersuchungsreihe die Musterstücke 60, 10, 6 Sekunden lang belastet und nach Entlastung die $(w + x)$ bzw. z Werte ebenfalls nach 60, 10 und 6 Sekunden gemessen. Das entspricht natürlich weitaus nicht der in der Praxis auftretenden Beanspruchung, doch konnten wir mit dem Konsistometer der praktischen Beanspruchung besser nicht nahekommen.

Die Ergebnisse der ersten Meßreihe sind aus den Tab. 6 und 7 ersichtlich. Sie wurden inhand der in Abb. 10 und 11 dargestellten Diagramme ermittelt. In diesen vergleichen wir die Deformation der Stärke- und Gelatine-Farbwalzmassen in Abhängigkeit von der Zeit, bei gleichen Belastungen und verschiedenen Temperaturen bzw. bei gleichen Temperaturen und verschiedenen Belastungen.

Beim Vergleich der Deformationskurven von Gelatine- und Stärkemassen können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Die Deformationskurven haben bei den untersuchten Stoffen eine verschiedene Form. Zwar können die u und v Werte gesondert auf Grund der durchgeführten Messungen nicht zuverlässig festgestellt werden, doch ist aus dem Verlauf der Kurven offensichtlich, daß bei der Gelatine-Walzmasse die v nachwirkende Deformation einen viel größeren Anteil an der Gesamtdeformation ($u + v$) hat als bei der Stärke-Walzmasse. Diesen Unterschied veranschaulichen die informierenden Angaben der Tab. 8. In dieser Tabelle bezeichnen wir

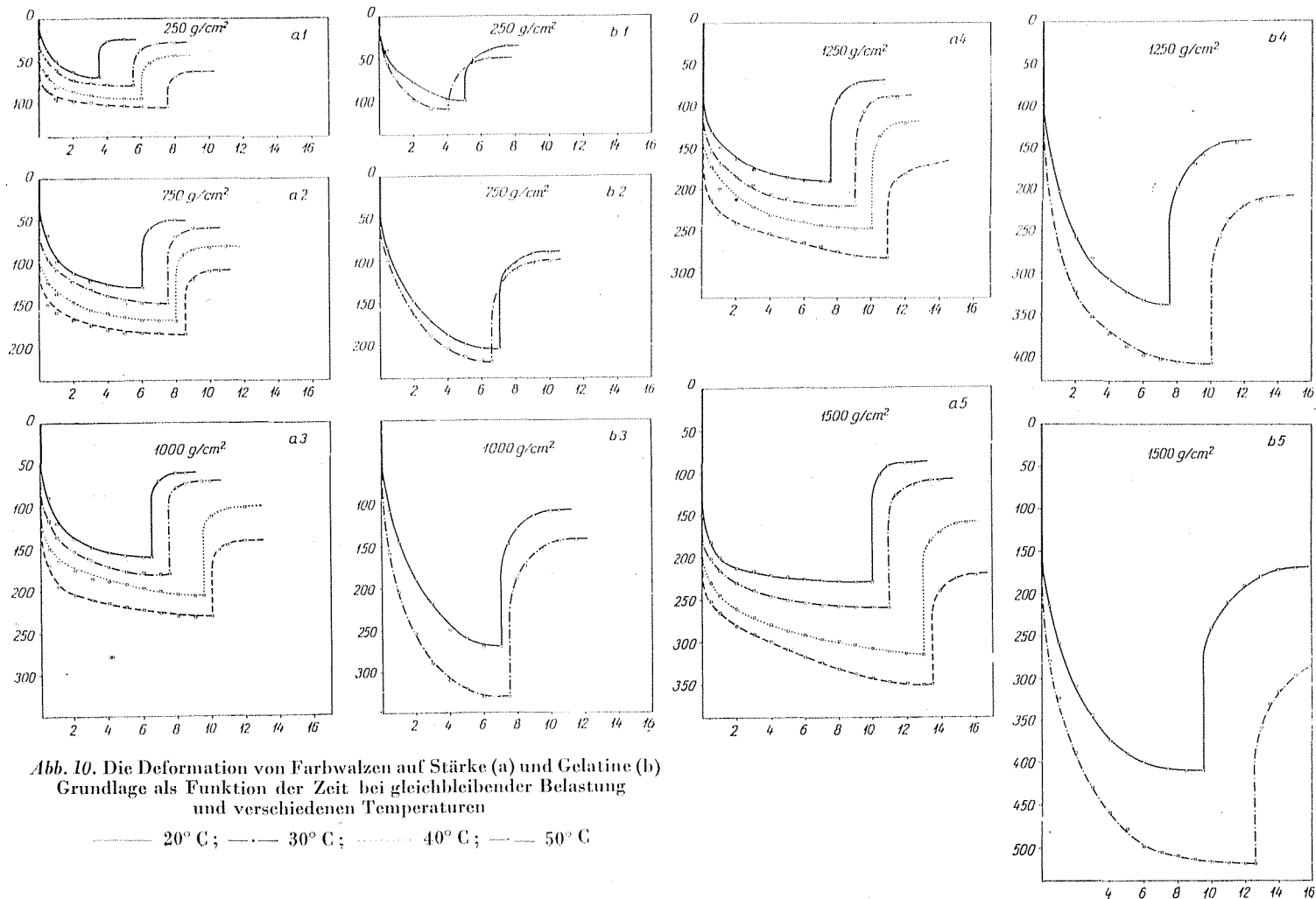


Abb. 10. Die Deformation von Farbwalzen auf Stärke (a) und Gelatine (b) Grundlage als Funktion der Zeit bei gleichbleibender Belastung und verschiedenen Temperaturen

— 20° C ; - - - 30° C ; 40° C ; - · - 50° C

willkürlich mit u die in einer halben Minute nach der Belastung gemessene Deformation, mit v den Unterschied zwischen der gesamten Gleichgewichts-Deformation ($u + v$) und u , d. h. den Unterschied zwischen der ersten und letzten Messung während der Belastung. Der u Wert ist in Wirklichkeit immer kleiner, der v Wert immer größer als die in Tab. 8 aufgenommenen Werte.

Aus Tab. 8 kann festgestellt werden, daß die augenblickliche Deformation (u) der Stärke-Walzmasse einen größeren Anteil an der Gesamtdeformation hat (68% bei 30°) als bei der Gelatinemasse (50%).

Weiterhin kann festgestellt werden, daß der relative Wert einer augenblicklichen Deformation $\left(\frac{u}{u + v}\right)$ bei zunehmender Belastung bei beiden Stoffen steigt.

2. Mit Erhöhung der Temperatur ändert sich in größerem Maße sowohl der absolute wie der in Prozenten angegebene Wert der Gelatine-Walzmasse als jener der Stärkemasse. Das ist besonders bei größeren Belastungen gut bemerkbar. Bei 37° C ist die Gelatine-Walzmasse so weich, daß keine elastischen Eigenschaften gemessen werden konnten. Wie bereits erwähnt, nimmt bei Erhöhung der Temperatur die momentane Deformation innerhalb der Gesamtdeformation bei beiden Stoffen im Verhältnis zur Gesamtdeformation zu.

3. Bei Erhöhung der Belastung und gleichbleibender Temperatur nimmt sowohl der absolute als auch der in Prozenten angegebene Wert der Gesamtdeformation beider Stoffe zu, aber bei der Gelatinemasse in größerem Maße als bei der Stärkemasse. Innerhalb dessen wächst mit Erhöhung der Belastung die momentane Deformation bei den Walzmassen im Verhältnis zu der Gesamtdeformation.

4. Sowohl bei Erhöhung der Temperatur als auch bei Erhöhung der Belastung wird bei beiden Stoffen mehr Zeit zur Gleichgewichts-Deformation benötigt. An der Gelatine-Walzmasse kann bei kleineren Belastungen in Abhängigkeit von der Temperatur [Abb. 10(b)1, 10(b)2] ein von diesem abweichendes Verhalten beobachtet werden.

Auf Grund der Tab. 6 und 7 sind die absoluten und die in Prozenten angegebenen Werte der Gesamtdeformation der bleibenden Deformation von Stärke- und Gelatine-Farbwalzen aus Tab. 9 ersichtlich.

Nach den Daten der Tab. 9 kann festgestellt werden, daß die relative Größe der bleibenden Deformation $\left(\frac{z}{u + v}\right)$ beider Walzmassen sowohl mit Erhöhung der Temperatur als auch mit Erhöhung der Belastung im allgemeinen wächst. Bei 20° C ist der Unterschied zwischen der relativen bleibenden Deformation der beiden Stoffe nicht bedeutend (im Durchschnitt 1%), bei 30° C ist sie schon beträchtlicher (im Durchschnitt 8%) und bei 40° C erreicht die Deformation der Gelatinewalze schon 100%, d. h. die Rückfederung kann nicht mehr gemessen werden. Die bleibende Deformation der Stärke-Walzmasse ist

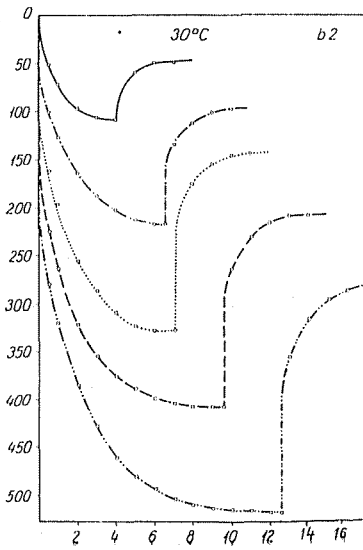
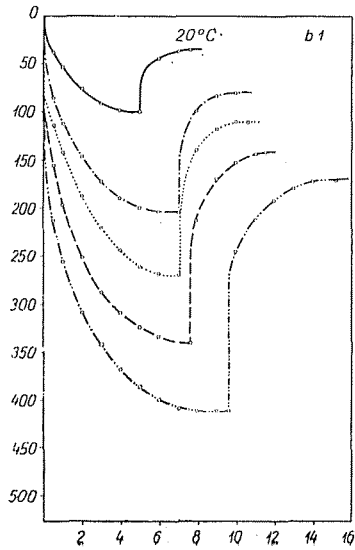
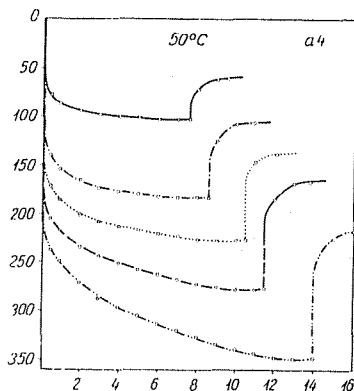
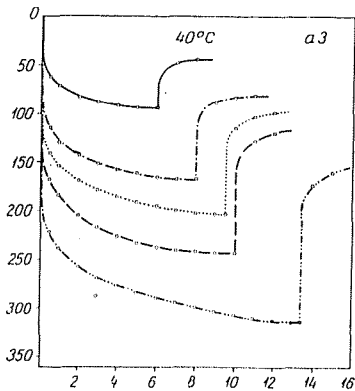
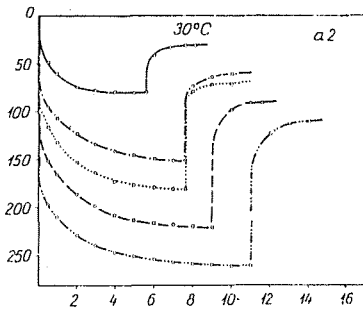
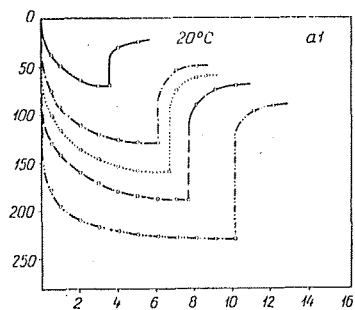


Abb. 11. Die Deformation von Farbwalzen auf Stärke (a) und Gelatine (b) Grundlage als Funktion der Zeit bei gleichbleibender Temperatur und verschiedenen Belastungen

— = 250 g/cm²; - - - = 750 g/cm²;
 ····· = 1000 g/cm²; — — — = 1250 g/cm²;
 - · - · - = 1500 g/cm² Belastung.

Tabelle 8

Orientierende Angaben zur Berechnung einer augenblicklichen und einer rückwirkenden elastischen Deformation von Stärke- und Gelatine-Walzmassen

Temperatur		30°				
Deformation		$u + v$	u	v	$\frac{u}{u+v} \cdot 100$	$\frac{v}{u+v} \cdot 100$
Belastung						
Stärkemasse	250 g	80	50	30	62	38
	750 g	150	97	53	65	35
	1000 g	180	117	63	65	35
	1250 g	220	155	65	70	30
	1500 g	260	200	60	77	23
		Durchschnittswert			68%	32%
Gelatinemasse	250 g	110	55	55	50	50
	750 g	220	100	120	45	55
	1000 g	330	160	170	48	52
	1250 g	410	220	190	54	46
	1500 g	520	280	240	54	46
		Durchschnittswert			50%	50%

bei ungefähr 40° C so groß wie die der Gelatinemasse bei 30° C (49% bzw. 48%).

Die Angaben der Tab. 9 wurden aus den Summen der ersten Meßreihe ermittelt. Wie schon erwähnt, sind die $u + v$ Werte hier die Werte der Gleichgewichts-Gesamtdeformation und die z Werte entsprechen dem Gleichgewichtszustand.

In Tab. 10 wurden die nach einer Belastungsdauer von 60 Sekunden gemessenen $u + v$ Werte und die 60 Sekunden nach der Entlastung gemessenen z Werte sowie die aus diesen berechneten $\frac{z}{u+v} \cdot 100$ relativen bleibenden

Deformationswerte als Funktionen der Belastung zusammengestellt, u. zw. für Stärkemasse zwischen 20° und 45° C, für Gelatinemasse zwischen 20° und 30° C.

In Tab. 11 wurden sowohl die nach verschiedenen Belastungszeiten (Gleichgewichtsdauer, 60 sec., 10 sec. und 6 sec.) bei 20° C und bei verschiedenen Belastungen gemessenen $u + v$ und z Werte als auch die auf Grund der berechneten relativen bleibenden Deformationswerte für Stärke- und Gelatine-Walzmassen zusammengefaßt (Angaben der Meßreihen I, II, III und IV).

Aus Tab. 10 ist ersichtlich, daß die nach 60 Sekunden Belastung und Entlastung gemessenen Werte der Deformation in der zweiten Versuchsreihe viel geringer sind als in der ersten. Die relative bleibende Deformation wächst bei steigender Temperatur sowohl bei der Stärke-Walzmasse als auch bei der Gelatinemasse, ist aber nahezu unabhängig von der Belastung.

Tabelle 9

Temperatur		Gleichgewichts-Belastungsdauer					
		20° C			30° C		
		$u + v$	z	$\frac{u}{u + v} \cdot 100$	$u + v$	z	$\frac{u}{u + v} \cdot 100$
Stärkemasse	250	70	25	36	80	30	38
	750	130	50	38	150	60	40
	1000	160	60	38	180	70	39
	1250	190	70	37	220	90	41
	1500	230	90	39	260	110	42
Durchschnittswert				38%	Durchschnittswert		40%
Gelatinemasse	250	100	37	37	110	50	46
	750	205	80	32	220	100	45
	1000	270	110	41	330	145	44
	1250	340	145	43	410	210	51
	1500	410	170	42	520	280	54
Durchschnittswert				39%	Durchschnittswert		48%
			40° C				45° C
Belastung		$u + v$	z	$\frac{z}{u + v} \cdot 100$	$u + v$	z	$\frac{z}{u + v} \cdot 100$
Stärkemasse	250	96	45	47	105	63	59
	750	170	82	48	186	110	59
	1000	205	100	49	230	140	61
	1250	245	120	49	280	170	61
	1500	315	160	51	350	220	63
Durchschnittswert				49%	Durchschnittswert		61%
Gelatinemasse	250	—	—	—	—	—	—
	750	—	—	—	—	—	—
	1000	—	—	—	—	—	—
	1250	—	—	—	—	—	—
	1500	—	—	—	—	—	—

Die Angaben der Tabelle 11 zeigen deutlich, wie die relative bleibende Deformation beider Stoffe in Abhängigkeit von der Belastungsdauer bei 20° C abnimmt. Bei Gleichgewichts-Belastungsfrist beträgt die bleibende Deformation der Stärke-Walzmasse 38%, die der Gelatinemasse 39%. Bei Belastungszeiten von 60 und 10 Sekunden steigt die Differenz der relativen bleibenden Deforma-

tion der beiden Stoffe auf 7 bzw. 10%, bei einer Belastungszeit von 6 Sekunden vermindert sie sich aber auf 4%.

Zugleich sinkt der absolute wie der relative Wert der bleibenden Deformation beider Walzmassen bei abnehmender Belastungsdauer.

In der fünften Versuchsreihe wollten wir den Teil der bleibenden Deformation der Stärke- und Gelatine-Walzmassen messen, der bei Temperatursteigerung

Tabelle 10

Bleibende Deformation in Abhängigkeit von der Temperatur. Belastungsdauer: 60 sec;
Entlastungsdauer: 60 sec.

Temperatur	Belastung	20° C			30° C			40° C			45° C		
		u + v	z	$\frac{z}{u+v}$	u + v	z	$\frac{z}{u+v}$	u + v	z	$\frac{z}{u+v}$	u + v	z	$\frac{z}{u+z}$
Stärkemasse	250	50	13	26	60	18	30	82	30	37	95	39	41
	750	100	25	25	110	32	29	138	50	36	160	65	41
	1000	120	31	26	135	42	31	165	61	37	195	80	41
	1250	150	40	27	170	53	31	198	74	37	228	95	42
	1500	200	56	28	215	69	32	245	94	38	265	110	41
		Durchschnittswert		26	Durchschnittswert		31	Durchschnittswert		37	Durchschnittswert		41
Gelatinemasse	250	80	24	30	84	30	36	—	—	—	—	—	—
	750	160	50	31	180	70	33	—	—	—	—	—	—
	1000	200	70	35	260	100	39	—	—	—	—	—	—
	1250	290	90	31	350	135	39	—	—	—	—	—	—
	1500	320	115	36	410	170	42	—	—	—	—	—	—
		Durchschnittswert		33	Durchschnittswert		39						

verschwindet (Abb. 9, mit »y« bezeichneter Teil). Wir setzten ein Musterstück von 10 mm Höhe und 1 cm² Grundfläche bei 20° C 60 Sekunden lang einer Belastung von 750 g/cm² aus, und maßen die Deformation nach der Entlastung bei steigender Temperatur als Funktion der Zeit. Die Meßergebnisse sind in Tab. 12 eingetragen.

Aus Tab. 12 geht hervor, daß die Deformation der Stärke-Walzmasse bei Erhöhung der Temperatur unverändert bleibt. Dagegen erleidet die Gelatine-masse um den Erweichungspunkt unter der Last des Führungsstabes des Konsistometers eine bleibende Deformation von 86%. Auch in diesem Falle kann keine Thermorückfederung festgestellt werden.

Tabelle 11

Änderung der bleibenden Deformation in Abhängigkeit von der Belastungsdauer.
Temperatur: 20° C

Belastungsdauer		Gleichgewichtsdauer			60 sec.			10 sec.			6 sec.		
		$u + v$	z	$\frac{z}{u + v}$	$u + v$	z	$\frac{z}{u + v}$	$u + v$	z	$\frac{z}{u + v}$	$u + v$	z	$\frac{z}{u + v}$
Stärkemasse	250	70	25	36	50	13	26	38	8	21	32	6	19
	750	130	50	38	100	25	25	70	15	21	64	11	17
	1000	160	60	38	120	31	26	85	17	20	78	15	19
	1250	190	70	37	150	40	27	108	23	21	95	17	18
	1500	230	90	39	200	56	28	145	30	21	130	21	19
		Durchschnittswert 38%			Durchschnittswert 26%			Durchschnittswert 21%			Durchschnittswert 18%		
Gelatinemasse	250	100	37	37	80	24	30	70	22	31	50	10	20
	750	205	80	32	160	50	31	145	45	31	105	25	24
	1000	270	110	41	200	70	35	200	60	30	120	25	21
	1250	340	145	43	290	90	31	220	70	32	170	37	22
	1500	410	170	42	320	115	36	250	80	32	205	45	22
		Durchschnittswert 39%			Durchschnittswert 33%			Durchschnittswert 31%			Durchschnittswert 22%		

Es soll noch bemerkt werden, daß eine Thermorückfederung durch die rasch aufeinander folgenden periodischen Beanspruchungen während des Betriebs keinerlei Einfluß hätte. Unter diesen Umständen ist die Erhöhung der bleibenden Deformation als Folge der Erwärmung während des Betriebes viel wichtiger.

Bestimmung des Kegelfließpunktes nach Höppler

Die Beschaffenheit der Walzenoberfläche ist für den Farbeauftrag von Bedeutung; sie muß glatt sein, der Farbstoff gut haften und eine entsprechende Härte aufweisen. Als Härtegrad haben wir den sogenannten Kegelfließpunkt nach HÖPPLER bestimmt. Das ist die Kraft, auf deren Wirkung der Prüfkörper zu fließen beginnt. Die Messung kann am Konsistometer mit Hilfe eines entsprechenden Kegels leicht durchgeführt werden. Der Prüfkörper wird mit der erwünschten Belastung eine Minute lang unter dem Kegel gehalten, danach wird nach einer Entlastungsdauer von 1 Minute die Stellung des Dynamo-

Tabelle 12

Untersuchung der Thermorückfederung von Stärke- und Gelatine-Walzmassen

Stärke-Walzmasse			Gelatine-Walzmasse		
Zeitdauer sec	Temperatur °C	Deformation (0,01 mm)	Zeitdauer sec	Temperatur °C	Deformation (0,01 mm)
0	20	126	0	20	165
1	20	48	1	20	75
2	20	46	2	20	72
3	21	45	3	21	71
4	22	44	4	22	71
7	25	44	7	25	70
10	28	43	10	28	70
13	31	43	13	31	75
16	34	43	15	33	92
19	37	43	17	35	145
22	40	43	18	36	204
25	43	43	19	37	315
28	46	43	20	38	538
31	49	43	20,5	38,5	857
34	52	43			
35	52	43			

meters abgelesen. So gelangen wir zur Eindringtiefe (T_1) des Kegels. Hierzu kommt 0,2 mm Korrektur der Kegelspitze. Der Kegelfließpunkt wird mit Hilfe folgender Formel ermittelt :

$$F_k = \frac{4 \cdot G}{T^2 \cdot 3,14} ,$$

wo F_k — der Kegelfließpunkt in kg/cm^2 ; G — die Belastung in kg ; T — die korrigierte Eindringtiefe in cm ist.

Die Meßergebnisse sind in Tab. 13 sowie in Abb. 12 und 13 veranschaulicht.

Die Angaben und Kurven zeigen, daß im gesamten gemessenen Temperaturbereich der Kegelfließpunkt der Stärke-Walzmasse viel höher liegt als der der Gelatinemasse. Bei 20°C z. B. beträgt der Kegelfließpunkt der Gelatinemasse bei einer Belastung von $0,05 \text{ kg}/\text{cm}^2$ $1,90 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Dieser Wert ($1,80 \text{ kg}/\text{cm}^2$) kann bei 20°C für die Stärkemasse bei einer Belastung von $0,75 \text{ kg}/\text{cm}^2$ beobachtet werden. Das bedeutet, daß im Falle der Stärkemasse bei gleicher Temperatur eine 15fache Belastung erforderlich ist, um zum gleichen Kegelfließpunkt zu gelangen. Das ist in guter Übereinstimmung mit den Schlußfolgerungen, die wir bei der Behandlung der Fließpunkte und Fließkurven aus den gemessenen Werten gezogen haben.

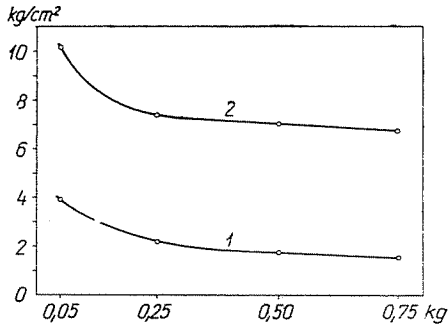


Abb. 12. Änderung des Kegelfließpunktes in Abhängigkeit von der Belastung.
Temperatur: 10° C
1 = Gelatinemasse; 2 = Stärkemasse

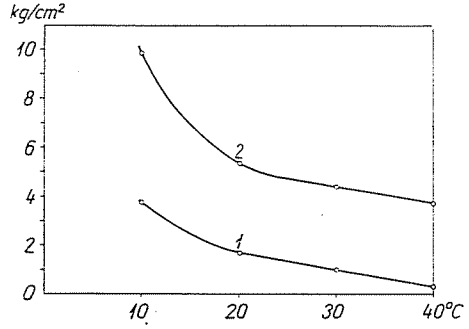


Abb. 13. Änderung des Kegelfließpunktes in Abhängigkeit von der Temperatur. Belastung: 0,05 kg
1 = Gelatinemasse; 2 = Stärkemasse

Aus der Tabelle geht ebenfalls hervor, daß der Kegelfließpunkt der Stärkemasse bei 60° C denselben Wert erreicht wie die Gelatinemasse bei 30°.

Bemerkenswert ist, daß bei einer Gelatinemasse der F_k Wert über 42° C schon nicht mehr meßbar war.

Tabelle 13

Kegelfließpunkte der Stärke- und Gelatine-Walzmassen bei verschiedenen Temperaturen und Belastungen

Stärkemasse			Temperatur °C	Gelatinemasse		
Eindringtiefe T, cm	Belastung G, kg	Kegelfließpunkt F_k kg/cm ²		Eindringtiefe T, cm	Belastung G, kg	Kegelfließpunkt F_k kg/cm ²
0,08	0,05	10,00	10	0,13	0,05	3,80
0,21	0,25	7,25	10	0,37	0,25	2,20
0,37	0,75	6,90	10	0,73	0,75	1,80
0,11	0,05	5,30	20	0,18	0,05	1,90
0,27	0,25	4,30	20	0,43	0,25	1,70
0,73	0,75	1,80	20	0,78	0,75	1,57
0,12	0,05	4,40	30	0,24	0,05	1,10
0,42	0,25	1,80	30	0,62	0,25	0,85
0,82	0,75	1,50	30	1,08	0,75	0,81
0,13	0,05	3,74	40	0,47	0,05	0,29
0,56	0,25	1,01	40	1,37	0,25	0,17
0,22	0,05	1,32	50	—	—	—
0,58	0,25	0,97	50	—	—	—
0,24	0,05	1,09	60	—	—	—
0,60	0,25	0,87	60	—	—	—

Klassifizierung der Walzmassen

Die rheologische Tabelle, die die Britische Gesellschaft für Rheologie veröffentlicht hat, bietet eine Möglichkeit zur Klassifizierung der Stoffe auf Grund ihrer rheologischen Eigenschaften. Sie behandelt getrennt die Deformation des elastischen Teils und des Fließens. Die französische Literatur bespricht die Materialien in folgender Einteilung: plastische und elastische Stoffe und NEWTONSche viskose Flüssigkeiten.

Von den untersuchten Stoffen kann die Stärkemasse unter 40° C in die Gruppe der plasto-elastischen Stoffe eingereiht werden, über dieser Temperatur verhält sie sich wie ein visko-elastisches Material. Die Gelatinemasse ist — da sie bei über 30° C keinen unteren Fließpunkt besitzt — oberhalb dieser Temperatur visko-elastisch, ihre Fließkurve beginnt beim Nullpunkt. Unter dieser Temperatur kann die Gelatinemasse ebenfalls in die Gruppe der plasto-elastischen Stoffe eingereiht werden.

Zusammenfassung

Unter den rheologischen Eigenschaften der beim Hochdruck gebräuchlichen Farbwalzenmasse wurden die Fließkurven, die auf Grund der mit dem HÖPPLERSchen Konsistometer durchgeführten Messungen ermittelt wurden, aufgenommen: die oberen und unteren Fließpunkte und die Quasiviskosität der Stoffe wurden festgestellt, die Elastizität und der Kegelfließpunkt untersucht. Auf Grund der rheologischen Untersuchungen wurden die beiden Walzmassen rheologisch klassifiziert.

Für die Fließkurven beider Stoffe ist die HERSCHEL—BULKLEYSche Formel gültig. Bei der Gelatine-Walzmasse ist $n < 1$, bei der Stärke-Walzmasse ist $n > 1$.

Die mechanische Widerstandsfähigkeit der Stärke-Walzmasse ist bei Zimmertemperatur und bei den in der Praxis auftretenden Spannungen (125—350 g/cm²) wesentlich höher als die der Gelatinemasse.

Die Konsistenz der Gelatine-Walzmasse ändert sich bei Temperaturerhöhung in viel größerem Maße als die der Stärkemasse. Die von uns verfertigten Stärkekwalzen sind noch bei 50° C betriebssicher verwendbar, während die Gelatinewalzen schon bei 35—40° C versagen.

Die Stärke-Farbwalzen können mit größeren Drehgeschwindigkeiten in Betrieb gehalten werden und auch ihre Lebensdauer ist länger als die der Gelatinewalzen.

Die Fließpunkte der Gelatine-Walzmasse nehmen bei Erhöhung der Temperatur rascher ab als die der Stärkemasse.

Beide Stoffe sind quasiviskos. Die Quasiviskosität der Stärkemasse nimmt mit Erhöhung der Schubspannung zu, die der Gelatinemasse verringert sich ein wenig. Dieses Verhalten der Stärke-Walzmasse kann mit der im System auftretenden Dilatanz erklärt werden.

Bei den Elastizitätsuntersuchungen konnten in der Elastizität der beiden Stoffe gewisse Abweichungen festgestellt werden. Die Stärkemasse verfügt im allgemeinen über eine größere augenblickliche und geringere nachwirkende Deformation als die Gelatinemasse.

Bei 20° und 30° C und gleichen Belastungen ist die Deformation der Gelatinemasse beträchtlicher als die der Stärkemasse.

Unter gleichen Umständen ist die bleibende Deformation der Stärkemasse kleiner als die der Gelatinemasse. Die bleibende Deformation der Stärkemasse erreicht bei 40° C denselben Wert wie die Gelatinemasse bei 30° C (bei Gleichgewichtsbelastung).

Bei Verkürzung der Belastungsdauer vermindert sich auch die bleibende Deformation, aber bei der Stärkemasse in größerem Maße als bei der Gelatinemasse.

Thermorückfederung konnte bei keiner der beiden Walzmassen gemessen werden.

Aus der Bestimmung des Kegelfließpunktes kann festgestellt werden, daß die Stärke-Walzmasse viel härter ist als die Gelatinemasse. Bei 20° C können erst nach ungefähr 15mal größerer Belastung die gleichen Kegelfließwerte für Stärkemasse wie für die Gelatinemasse erreicht werden. Der Kegelfließpunkt der Stärkemasse weist bei ungefähr 60° C denselben Wert auf wie die Gelatinemasse bei 30° C.

Die Stärke-Walzmasse ist unter 40° C plasto-elastisch, über 40° C visko-elastisch.

Die Gelatine-Walzmasse ist über 30° C visko-elastisch, unter 30° C plasto-elastisch.

Literatur

1. Der Polygraph 12, 449 (1955).
2. BASSIN, O.—J-VILENTSIK, M. N.: Poligr. pr. 5, 20 (1952).
3. Typogr. Monatsbl. 6—7, 391 (1955).
4. GROSMMANN, M.: Papír és Nyomdatechnika (Papier- und Druckereitechnik). 6, 169 (1953).
5. Amer. Pressman. 59, 2 (1953).
6. TIGAJ, N. M.: Poligr. pr. 3, 30 (1951).
7. KIZBER, S. A.—FIRANOVA, E.: Poligr. pr. 6, 26 (1955).
8. DUKE, A. L.: Paper & Print. 4, 453 (1955).
9. HERSCHEL, W. H.—BULKLEY, R.: Koll. Zeit. 39, 291 (1926).
10. PIGANOL, P.: Macromolecules. DUNOD. Paris 1947.

Prof. Dr. Z. CSÚRÖS

I. GÉCZY

M. GROSZMANN

K. JUHÁSZ

Budapest, XI., Budafoki út 4—6. Hungary