

ERNST WEITZ†¹⁾ und MARTA GRETCHMAN^{2,3)}

Über die Rheotropie, eine Erscheinung an ternären flüssigen Systemen in der Nähe des kritischen Entmischungspunktes

Aus dem Chemischen Institut der Universität Gießen

(Eingegangen am 12. Mai 1962)

Das Verhalten ternärer flüssiger Systeme, die aus einer wäßrigen Salzlösung und aus einem mit Wasser mischbaren organischen Lösungsmittel bestehen und an der Entmischungsgrenze in zwei flüssige Phasen zerfallen, wird in der Umgebung ihres kritischen Entmischungspunktes untersucht. Es zeigt sich, daß man innerhalb eines engen Konzentrationsbereiches nach Überschreiten der Entmischungsgrenze die im Ruhezustand gebildete, undurchsichtige Emulsion durch Fließen oder Schütteln homogenisieren kann. Dieser, als *Rheotropie* bezeichnete Effekt tritt bei allen untersuchten Systemen des oben genannten Typs auf. Er wird als eine Folge der beobachteten verschwindend geringen Grenzflächenspannung in der Nähe des kritischen Entmischungspunktes gedeutet. Aus Viskositätsmessungen geht hervor, daß sich das Entstehen einer zweiten flüssigen Phase schon vor Erreichen der Entmischungsgrenze durch einen steilen Viskositätsanstieg bemerkbar macht.

Die vorliegende Arbeit knüpft an frühere Untersuchungen⁴⁾ über die Löslichkeit von Alkali- und Ammoniumsalzen in wäßrigem Aceton an. Versetzt man mit Wasser unbeschränkt mischbare Lösungsmittel, wie Aceton, Methanol, Äthanol oder n-Propanol, mit wäßrigen Salzlösungen, so treten Mischungslücken auf, deren Breite von der Temperatur, der Art und der Konzentration des Salzes abhängt. Bei der Untersuchung der Mischbarkeitsverhältnisse kann man so vorgehen, daß man wäßrige Salzlösungen steigender Konzentration so lange mit dem organischen Lösungsmittel versetzt, bis das System gerade zweiphasig wird. Für die vorliegenden Untersuchungen kommen nur solche Systeme in Betracht, bei denen kein festes Salz ausfällt, sondern zwei flüssige Schichten gebildet werden. Das Verhältnis der Volumina der bei Erreichen der Entmischungsgrenze gebildeten flüssigen Phasen hängt in bestimmter Weise von der Konzentration der verwendeten wäßrigen Salzlösung ab. Bei niedriger Salzkonzentration hat die obere, spezifisch leichtere Schicht das größere Volumen; bei hoher Salzkonzentration überwiegt das Volumen der unteren, spezifisch schwereren Schicht. Es gibt eine ganz bestimmte, nur von der Temperatur abhängige „*charakteristische Konzentration*“ für jedes Salz, bei der sich auf Zusatz des organischen Lösungsmittels an der Entmischungsgrenze zwei praktisch gleichgroße Flüssigkeits-

¹⁾ Auszugsweise vorgetragen von E. WEITZ auf der 49. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie in Stuttgart, 7.—10. Okt. 1948; vgl. das Vortragsreferat, *Angew. Chem.* 61, 301 [1949].

²⁾ Dissertat. M. GRETCHMAN, Gießen 1941.

³⁾ Herr Priv.-Doz. Dr. FR. BECKER, jetzt Saarbrücken, hat dankenswerterweise diese Mitteilung zusammengestellt.

⁴⁾ E. WEITZ und E. GROHROCK, *Ber. dtsch. chem. Ges.* 67, 1085 [1934].

volumina von nahezu identischer Zusammensetzung bilden. Man hat es hier mit einem „kritischen Entmischungspunkt“ des betreffenden ternären Systems zu tun. Tab. 1 gibt die charakteristische Salzkonzentration, Tab. 2 die Zusammensetzung der zwölf von uns untersuchten ternären Systeme am kritischen Entmischungspunkt bei 20° wieder. Wo die Zahlenangaben fehlen, bilden sich keine zwei flüssigen Schichten, sondern es fällt bei Erreichen der Löslichkeitsgrenze das feste Salz aus.

Tab. 1. Charakteristische Salzkonzentration bei 20° (g wasserfreies Salz in 100 g Lösung, vor Zusatz des organischen Lösungsmittels)

Salz	gegen Aceton	gegen Methanol	gegen Äthanol	gegen n-Propanol
Na ₂ S ₂ O ₃	16.5	—	16.6	5.8
NaCl	12.1	—	—	7.8
K ₂ CO ₃	13.1	35.7	17.8	4.2
(NH ₄) ₂ SO ₄	16.6	—	23.0	5.6

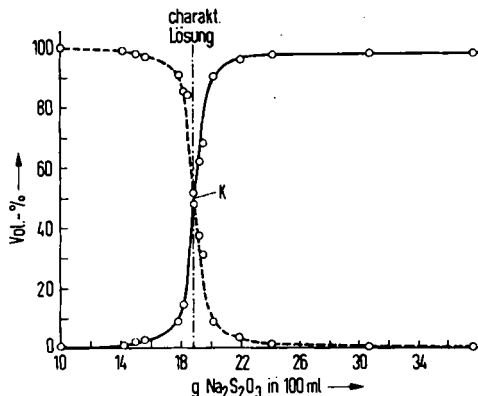
Tab. 2. Zusammensetzung der ternären Systeme am kritischen Entmischungspunkt bei 20° in Gewichtsprozenten

wasser- freies Salz	mit Aceton			mit Methanol			mit Äthanol			mit n-Propanol		
	Acet.	Salz	H ₂ O	Meth.	Salz	H ₂ O	Äth.	Salz	H ₂ O	Prop.	Salz	H ₂ O
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Na ₂ S ₂ O ₃	21.9	12.8	65.3	—	—	—	21.0	13.1	65.9	31.4	3.9	64.7
NaCl	55.1	5.4	39.5	—	—	—	—	—	—	34.3	5.1	60.6
K ₂ CO ₃	19.5	10.6	69.9	28.6	25.6	45.8	20.6	14.2	65.2	35.4	2.7	61.9
(NH ₄) ₂ SO ₄	19.5	13.4	67.1	—	—	—	22.4	17.9	59.7	35.0	3.7	61.4

Die Annäherung an den kritischen Entmischungspunkt gibt sich durch eine mehr oder weniger starke „kritische Opaleszenz“ oder „kritische Trübung“ der zunächst noch homogenen Lösung zu erkennen, die durch lokale Schwankungserscheinungen der Brechungsindices bedingt ist. Es genügt nunmehr der Zusatz einer äußerst geringen Menge des organischen Lösungsmittels, damit sich eine undurchsichtige Emulsion bildet, die sich infolge der geringen Dichteunterschiede nur ganz allmählich in nahezu gleichgroße Schichten von fast identischer Zusammensetzung trennt. Innerhalb eines engen Konzentrationsintervalls zeigt diese Emulsion die Eigentümlichkeit, daß sie beim Fließen oder Schütteln wieder homogen und — abgesehen von der kritischen Trübung — durchsichtig wird. Beim Aufhören der Bewegung kehrt sie jedoch sofort in den alten Zustand zurück. Offenbar ist die Grenzflächenspannung zwischen den beiden Phasen in der Nähe des kritischen Entmischungspunktes so gering, daß die beim Bewegen auftretenden Scher- und Reibungskräfte genügen, um die Grenzflächen zu zerstören. Die Erscheinung, daß sich ein zweiphasiges flüssiges System in unmittelbarer Nähe des kritischen Entmischungspunktes durch mechanische Bewegung homogenisieren läßt, bezeichnen wir als „Rheotropie“. Trotz der starken Temperaturabhängigkeit der kritischen Phänomene kann es sich hierbei nicht um einen durch die innere Reibung bedingten thermischen Effekt handeln, denn auch solche Emulsionen, die durch schwache Abkühlung homogen, durch Erwärmen dagegen stärker trübe werden (z. B. das System K₂CO₃/CH₃OH/H₂O), zeigen den Rheotropieeffekt.

Die Rheotropie konnte bei allen untersuchten ternären Systemen festgestellt werden, so daß man es offenbar mit einer allgemeingültigen Erscheinung zu tun hat. Ihre Beobachtbarkeit hängt jedoch davon ab, ob sich die durch die kritische Opaleszenz getrübe homogene Lösung in ihrer Durchsichtigkeit genügend stark von der durch die Entmischung gebildeten Emulsion unterscheidet. Diese Bedingung ist nicht bei allen Systemen erfüllt. So konnten wir z. B. in dem ternären System Benzol/Äthanol/Wasser, dessen kritisches Gemisch die Zusammensetzung (Gew.-% bei 20°) 8% H₂O, 33% C₂H₅OH und 59% C₆H₆ hat, eine so starke kritische Trübung feststellen, daß die Beobachtung des an sich vorhandenen Rheotropieeffektes sehr erschwert wird. Wie V. ROTHMUND⁵⁾ bereits festgestellt hat, nimmt die Stärke der kritischen Trübung bei Buttersäure/Wasser-Gemischen auf Zusatz gewisser Salze erheblich ab. Dies gilt auch für die meisten der von uns untersuchten Systeme, die somit günstige Voraussetzungen für die Beobachtung der Rheotropie bieten.

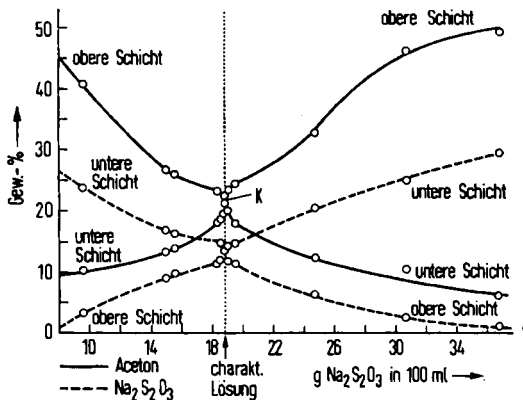
Die Erscheinung der Rheotropie beschränkt sich nicht auf das aus der charakteristischen Salzlösung erhaltene Gemisch, sondern erstreckt sich über ein gewisses Konzentrationsgebiet. So hat z. B. im System Na₂S₂O₃/Aceton/Wasser die charakteristische Salzkonzentration bei 20° den Wert 18.8 g wasserfreies Salz in 100 ccm Lösung (oder 29.5 g Na₂S₂O₃ · 5H₂O/100 ccm). Eine gute Homogenisierbarkeit der Emulsion nahe der Entmischungsgrenze ist im Bereich zwischen 18.6 g und 19.0 g Na₂S₂O₃/100 ccm festzustellen; eine schwache Andeutung des Effektes bereits zwischen 16.5 g und 23.5 g/100 ccm. Zur genauen Festlegung der charakteristischen Salzkonzentration genügt daher weder das Auftreten der kritischen Trübung, noch die Erscheinung der Rheotropie. Trägt man dagegen die Volumenanteile beider Schichten unmittelbar nach Erreichen der Entmischungsgrenze als Funktion der Konzentration der verwendeten wäßrigen Salzlösung auf (Abbild. 1), so erhält man die charakteristische Salzkonzentration aus dem Abszissenwert des Schnittpunktes der beiden Kurven. Ein



Abbild. 1. System Na₂S₂O₃/Aceton/Wasser bei 20°. Zusatz von Aceton zu wäßr. Natriumthiosulfatlösungen bis zur Erreichung der Entmischungsgrenze. Prozentanteil der konjugierten Flüssigkeitsschichten am Gesamtvolumen in Funktion der Salzkonzentration (Gramm wasserfreies Salz in 100 ccm der wäßr. Ausgangslösung). K = kritischer Entmischungspunkt. — Untere Schicht, - - - - - obere Schicht

⁵⁾ Z. physik. Chem. 63, 57 [1908].

noch genaueres Resultat liefert die Auftragung der Zusammensetzung der konjugierten Schichten an der Entmischungsgrenze als Funktion der Konzentration der Salzlösung (Abbild. 2). Im Falle des Systems $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$ kommt man



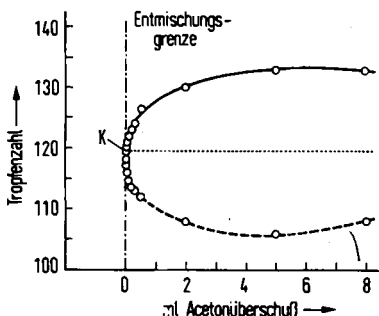
Abbild. 2. System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$ bei 20° . Zusatz von Aceton zu wäbr. Natriumthiosulfatlösungen bis zur Erreichung der Entmischungsgrenze. Gewichtsprozentanteile $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ und Aceton in den konjugierten Schichten in Funktion der Salzkonzentration (Gramm wasserfreies Salz in 100 ccm der wäbr. Ausgangslösung). K = kritischer Entmischungspunkt

der theoretisch zu erwartenden Identität in der Zusammensetzung der konjugierten Schichten bei Verwendung der charakteristischen Salzlösung bis auf eine Differenz von ca. 1% im Salz- und Acetongehalt nahe.

Zur näheren Prüfung der Auffassung, daß die Rheotropie eine Folge der äußerst geringen Grenzflächenspannung zwischen den Phasen in der Nähe des kritischen Entmischungspunktes sei, haben wir am System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$ Messungen der Steighöhe in Kapillaren durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde in einem mit Schliffstopfen versehenen Zylinder eine kurze Kapillare von 0.75 mm lichter Weite derart angebracht, daß sie nicht aus der Flüssigkeit herausragte. Das System entmischte sich dann sowohl innerhalb wie außerhalb der Kapillare. Im allgemeinen stand die Grenzfläche im Inneren der Kapillare höher als außen, da die untere, wasserreichere Schicht die höhere Oberflächenspannung besitzt. Bei Annäherung an die charakteristische Salzkonzentration wurde der Niveauunterschied immer kleiner; wenn sich die konjugierten Schichten noch um 9% im Salzgehalt und um 7% im Acetongehalt unterscheiden, ist praktisch schon keine Differenz in der Höhe der Grenzflächen mehr zu erkennen. Die Verwendung engerer Kapillaren zur Erzielung einer größeren Empfindlichkeit war nicht möglich, da in diesen keine einwandfreie Trennung der Phasen mehr erfolgte.

Ferner wurde versucht, die Grenzflächenspannung aus der Differenz der Oberflächenspannungen der konjugierten Lösungen gegen Luft zu ermitteln, wobei wir nach der Methode der Tropfenzählung mit dem Stalagmometer von TRAUBE arbeiteten. Wie aus den in Abbild. 3 wiedergegebenen Resultaten hervorgeht, werden die Tropfenzahlen der konjugierten Schichten bei Annäherung an den kritischen Entmischungspunkt einander immer ähnlicher, so daß die Grenzflächenspannung dem Wert Null zustrebt.

Zur Untersuchung der Temperaturabhängigkeit des kritischen Entmischungspunktes wurden am System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$ Messungen bei 15° , 18° , 20° , 22° und 25° durchgeführt. Analog Abbild. 2 wurden jeweils 12 Salzlösungen steigender



Abbild. 3
System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$ bei 20° . Bestimmung der Oberflächenspannung mit dem Traubeschen Stalagmometer. Tropfenzahl der beiden konjugierten Schichten in Funktion des Acetonüberschusses, ausgehend von der kritischen Mischung (= 10.4 ccm charakt. Salzlösung + 4.2064 ccm Aceton). K = kritischer Entmischungspunkt. — Untere Schicht, - - - - obere Schicht

Konzentration im Thermostaten so lange mit Aceton versetzt, bis die Entmischungsgrenze erreicht war; die entstandenen konjugierten Schichten wurden analysiert und die charakteristische Salzkonzentration graphisch ermittelt. Die Resultate zeigt Tab. 3. Man ersieht daraus, daß die Konzentration der charakteristischen Lösung mit steigender Temperatur kleiner wird und der Acetongehalt des kritischen Gemisches zunimmt.

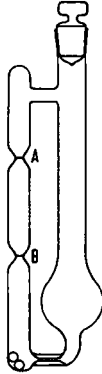
Tab. 3. System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$. Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Salzkonzentration und der Zusammensetzung des kritischen Gemisches

Temp. $^\circ\text{C}$	charakteristische Salzkonzentration (g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/100$ ccm)	kritisches Gemisch Gewichtsprozent		
		Aceton	Salz	Wasser
15	20.0	20.9	13.8	65.3
18	19.3	21.4	13.2	65.4
20	18.8	21.8	13.0	65.2
22	18.7	21.9	12.8	65.3
25	18.3	22.7	12.4	64.9

Da der Rheotropieeffekt nicht im ruhenden, sondern nur im bewegten Zustand der Flüssigkeit in Erscheinung tritt, sollten dynamische physikalische Eigenschaften, wie die Viskosität, das besondere Verhalten der von uns untersuchten ternären Systeme am kritischen Entmischungspunkt am besten zum Ausdruck bringen. Wir haben deshalb Messungen der Durchlaufzeiten in einem für diese Zwecke eigens konstruierten Viskosimeter (Abbild. 4) durchgeführt.

Das Gerät wird mit 20 ccm der Flüssigkeit gefüllt und im Thermostaten auf 20° gebracht. Man bestimmt die Zeit, die der Flüssigkeitsspiegel braucht, um von der Marke A bis zur Marke B herabzusinken. Da es nur auf Vergleichsmessungen ankam, konnten die Durchlaufzeiten als relatives Viskositätsmaß verwendet werden; sie betragen bei der benutzten Kapillare zwischen 100 und 300 sec. Das Gerät erlaubt auch eine Bestimmung der Durchlaufzeiten an Emulsionen ein kurzes Stück über die Entmischungsgrenze hinaus. Zu diesem Zweck enthält der unmittel-

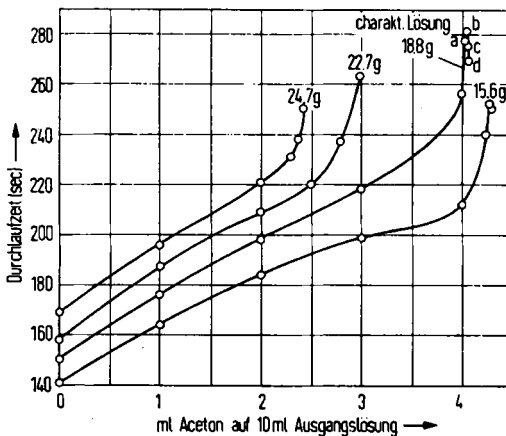
bar vor der Kapillare liegende Teil des Apparates zwei massive Glaskugeln, die beim Schütteln im Thermostaten kurz vor Beginn der Ableseungen eine genügende Durchmischung bewirken.



Abbild. 4
Viskosimeter. A, B = Marken zur Bestimmung der Durchlaufzeit

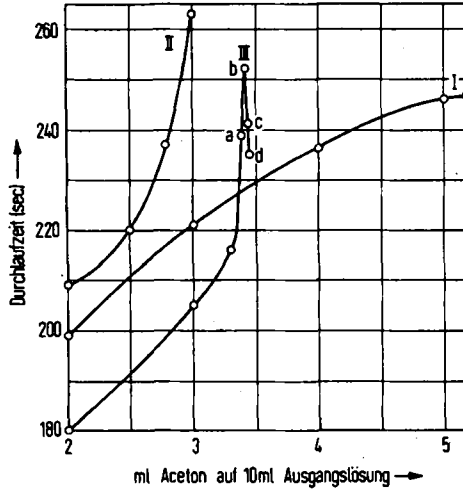
Die in Abbild. 5 gezeigten Resultate am System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$ lassen erkennen, daß die Durchlaufzeiten der Salzlösungen zunächst etwa linear mit dem zugegebenen Acetonvolumen anwachsen. Kurz vor Erreichen der Entmischungsgrenze biegen die Kurven jedoch steil nach oben ab. Das Auftreten einer neuen flüssigen Phase gibt sich also bereits im homogenen Bereich durch ein steiles Ansteigen der Viskosität zu erkennen. Die Ausscheidung einer festen Phase kündigt sich dagegen im Viskositätsverhalten nicht vorher an (vgl. Abbild. 6, Kurve I). Hier bleibt die Steigung der Kurve bis zur Ausfällung des Salzes praktisch konstant.

Bei der charakteristischen Salzkonzentration erlaubt es der Rheotropieeffekt, die im strömenden Medium vorgenommenen Viskositätsmessungen noch ein kurzes

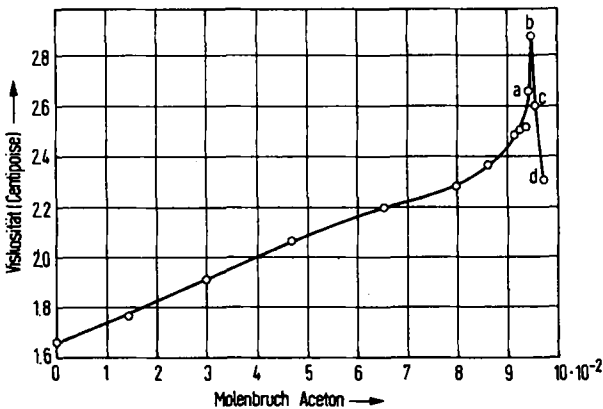


Abbild. 5. System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$ bei 20° . Mit dem Viskosimeter bestimmte Durchlaufzeiten in Funktion des zu 10 ccm der wäßr. Salzlösung gefügten Acetonvolumens für 4 verschiedene Ausgangskonzentrationen an $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Die Kurven enden mit Ausnahme der Kurve für die charakteristische Lösung an der Entmischungsgrenze. a = Gemisch mit maximaler kritischer Trübung; b = homogenisierbares Gemisch; c = Ende des Bereiches der Homogenisierbarkeit; d = nicht mehr homogenisierbare Emulsion

Stück über die Entmischungsgrenze hinaus fortzusetzen. Da die Kurve (Abbild. 6, Kurve III) nicht an der Entmischungsgrenze abbricht, setzt sich ihr Anstieg weiter fort. Das Maximum liegt dort, wo der Rheotropieeffekt, d. h. die Homogenisierbarkeit durch Bewegung, am ausgeprägtesten ist (Kurve III, Punkt b). Weiterer Acetonzusatz bewirkt einen steilen Viskositätsabfall, der sich jedoch nur ein kurzes Stück verfolgen läßt, da sich die Emulsionen immer schneller entmischen.



Abbild. 6. Mit dem Viskosimeter bestimmte Durchlaufzeiten bei 20° in Funktion des zu 10 ccm der wäßr. Salzlösung gefügten Acetonvolumens. I: System $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{CH}_3\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$. Die Kurve endet mit dem Beginn der Ausscheidung des festen Salzes ohne vorherigen Anstieg der Viskosität. II: System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$, 22.7 g Salz in der wäßrigen Ausgangslösung pro 100 ccm. Die Kurve endet an der Entmischungsgrenze nach vorherigem steilen Viskositätsanstieg. III: System $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{Aceton}/\text{Wasser}$, charakteristische Salzlösung (16.6 g/100 ccm). Homogenisierbarkeit durch Rheotropie (a, b, c, d vgl. Abbild. 5)



Abbild. 7. System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$ bei 20° . Mit dem Höppler-Viskosimeter bestimmte Viskosität in Centipoise in Funktion des Molenbruches des Acetons in der Mischung, ausgehend von der charakteristischen Salzlösung (18.8 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/100$ ccm). (a, b, c, d vgl. Abbild. 5)

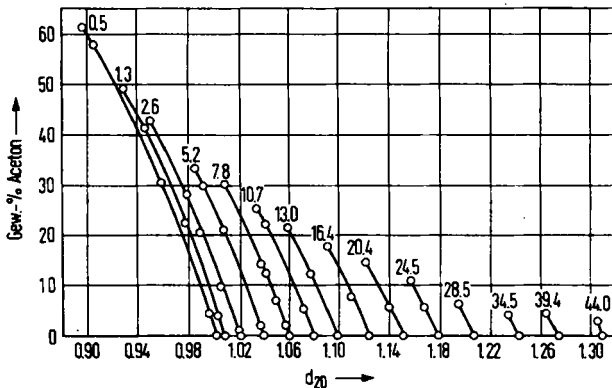
Um Absolutwerte der (dynamischen) Viskosität zu erhalten, wurden die Versuche später (ausgeführt von F. BECKER und H. D. VEECK im Institut für Physikalische Chemie der Univ. Saarbrücken, April 1962) mit einem Höppler-Viskosimeter nach der Kugelfall-Methode wiederholt. Abbild. 7 gibt den Verlauf der Viskosität bei $20.00 \pm 0.01^\circ$ in Centipoise für die charakteristische Natriumthiosulfatlösung als Funktion des Molenbruches des Acetons in der Mischung wieder. Trotz der andersartigen Meßmethode ist der Verlauf der Kurve praktisch der gleiche wie in Abbild. 5; das Maximum der Viskosität liegt mit 288 cP bei einem etwas höheren Molenbruch des Acetons ($N_{\text{Aceton}} 0.0947$, $N_{\text{Thiosulfat}} 0.0200$, $N_{\text{H}_2\text{O}} 0.8853$) als in Abbild. 5 ($N_{\text{Aceton}} 0.0932$, $N_{\text{Thiosulfat}} 0.0201$, $N_{\text{H}_2\text{O}} 0.8867$).

BESCHREIBUNG DER VERSUCHE

1. *Herstellung der Systeme mit minimalem Acetonüberschuß und Bestimmung der Schichtvolumina:* Da es hierbei auf eine äußerst feine Dosierung des Acetons ankommt, genügt eine tropfenweise Zugabe nicht. Als einfachster Weg erwies sich der folgende: Zu der in einem graduierten Zylinder von 25 oder 50 ccm Inhalt mit Schliffstopfen befindlichen wäßrigen Salzlösung wird bei 20° soviel Aceton gegeben, bis eine deutliche Entmischung eintritt. Dann wird durch vorsichtiges Abnehmen, zuletzt nur durch leichtes Lüften des Stopfens allmählich soviel von dem flüchtigen Aceton weggenommen, bis die Flüssigkeit bei der nächsten Acetonentnahme homogen wird. Nach einiger Übung läßt sich dieser Zustand am Aussehen der Flüssigkeit erkennen. Zur Trennung der Phasen läßt man das Gemisch einige Stunden im Thermostaten bei 20° stehen und liest dann die Schichtvolumina ab.

2. Bestimmung der Zusammensetzung der konjugierten Schichten

a) *Destillationsmethode:* Nach vollständiger Phasentrennung werden jeder Schicht mit der Pipette 4–5 ccm entnommen und in Schließkolben eingewogen, die etwas Wasser enthalten. Nach Auffüllen mit 50–60 ccm Wasser werden etwa 80% des Kolbeninhaltes in eine mit Eis-Kochsalzmischung gekühlte Vorlage abdestilliert. An Hand einer zu diesem Zweck aufgestellten Eichkurve für die Dichte von Aceton/Wasser-Gemischen wird der Acetongehalt im Destillat auf Grund der mit dem Pyknometer bei 20° gemessenen Dichte ermittelt. Der



Abbild. 8. Diagramm zur Bestimmung der Gewichtsprozent Aceton aus Dichtemessungen bei 20° im System $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Aceton}/\text{Wasser}$. An den einzelnen Kurven ist der Salzgehalt, ausgedrückt in g wasserfreies Salz in 100 ccm der ternären Mischung, angegeben

Gehalt an Natriumthiosulfat wird durch Titration des Destillationsrückstandes bestimmt. Der Wassergehalt ergibt sich aus der Differenz zwischen 100 und der Summe der für Aceton und Salz gefundenen Gewichtsprozente.

b) *Dichteanalyse*: Da sich die Destillationsmethode bei der großen Zahl der auszuführenden Analysen als ziemlich zeitraubend erwies, wurde das in Abbild. 8 wiedergegebene Diagramm aufgenommen, welches die Gewichtsprozente Aceton in der ternären Mischung abzulesen gestattet, sofern man deren Dichte bei 20° und ihren Salzgehalt, ausgedrückt in Gramm wasserfreies Salz pro 100 ccm der Mischung, kennt. Die einzelnen Kurvenzüge enden bei dem Acetongehalt, welcher der Entmischungsgrenze entspricht. Für Zwischenwerte im Salzgehalt ergeben sich die Gewichtsprozente des Acetons durch Interpolation, die sich bei dem im Original in großem Maßstab aufgezeichneten Diagramm mit genügender Genauigkeit durchführen ließ. Bei den acetonreichen Lösungen kann die Gefahr der Verdunstung herabgesetzt werden, indem man diese vor den Messungen mit abgewogenen Wassermengen verdünnt.