

# Über ternäre flüssige Systeme. IV

Von E. LEIBNITZ, H.-G. KÖNNECKE und S. NIESE

Mit 13 Abbildungen

## Inhaltsübersicht

Es werden 2 Apparaturen beschrieben, mit denen nach der Tropfenvolumenmethode die Grenzflächenspannungen binärer und ternärer flüssiger Gemische zwischen 20 und 60° C bestimmt wurden. Ein Monogramm für Glykole enthaltene binäre Kohlenwasserstoffgemische ist angegeben. Die Koexistenzzeiten von Triglykol an der Phasengrenzschicht wurden für ein ternäres System bei 40° C bestimmt.

---

Als Grenzflächenspannung bezeichnet man die Arbeit, die geleistet werden muß, um eine Phasengrenzfläche um den Betrag  $dF$  zu vergrößern. Gibt man  $dA$  in erg und  $dF$  in  $\text{cm}^2$  an, so erhält man für die Grenzflächenspannung  $\gamma$  die Dimension dyn/cm. Die Ursache für das Zustandekommen einer Phasengrenze liegt im Vorhandensein zwischenmolekularer Kräfte. Wenn sich zwei Flüssigkeiten 1 und 2 nicht unbegrenzt miteinander mischen, besagt es, daß der Mittelwert der Molekularattraktion zwischen zwei gleichartigen Molekülen 11 oder 22 größer als zwischen 12 ist. Um die Moleküle von 1 oder 2 aus dem Inneren der flüssigen Phase an die Phasengrenze zu bringen, ist daher eine Arbeitsleistung notwendig. Diese Arbeitsleistung ist die Ursache der sich einstellenden Grenzflächenspannung  $\gamma$ . Im Fall gegenseitiger Sättigung angrenzender Phasen erhält man reproduzierbare Werte für die Grenzflächenspannung. Man kann die Selektivität eines Lösungsmittels als die Folge von Resonanzen thermischer Eigenfrequenzen betrachten<sup>1)</sup>. Die thermischen Eigenfrequenzen sind Funktionen der Grenzflächenspannungen.

Während es bei der thermodynamischen Betrachtung homogener Systeme genügt, die Enthalpie als Funktion von Druck und Temperatur darzustellen, muß man bei der Beschreibung heterogener Systeme als weitere unabhängige Größe die Oberfläche  $O$  einführen.

---

<sup>1)</sup> H. UMSTÄTTER, Der Petroleumingenieur, Springer 1951, S. 245.

$$dH = \left(\frac{dH}{dT}\right)_{p,o} dT + \left(\frac{dH}{dp}\right)_{T,o} dp + \left(\frac{dH}{dO}\right)_{p,T} dO. \quad (1)$$

Hat die Oberfläche die Dimension  $\text{cm}^2$ , so ist  $\left(\frac{dH}{dO}\right)_{p,T}$  die spezifische Oberflächenenthalpie. Die spezifische Oberflächenentropie

$$\gamma_s = \left(\frac{dS}{dO}\right)_{p,T} \quad (2)$$

ist gleich dem negativen Temperaturgradienten der Grenzflächenspannung.

$$\left(\frac{dS}{dO}\right)_{p,T} = -\left(\frac{d\gamma}{dT}\right)_{p,o}. \quad (3)$$

Durch die Gl. (4) ist der Zusammenhang zwischen der Oberflächenenthalpie und Oberflächenentropie gegeben.

$$\gamma_h = \gamma - T \left(\frac{d\gamma}{dT}\right)_{p,o}. \quad (4)$$

Die Gl. (3) entspricht der GIBBS-HELMHOLTZschen Gleichung. Sie läßt sich aus der Gleichung von CLAUSIUS-CLAPEYRON

$$\frac{dp}{dT} \Delta V = \frac{L}{T} \quad (5)$$

ableiten.

Für die zweidimensionale Grenzfläche gilt:

$$\left(\frac{d\gamma}{dT}\right) \Delta F = \frac{\gamma L}{T} = \gamma_s. \quad (6)$$

Verwendet man auf die Flächeneinheit ( $\Delta F = 1$ ) bezogene Größen, so ergibt sich aus Gl. (6) die Gl. (4).

Für die Temperaturabhängigkeit der Grenzflächenspannung folgt aus der Eötvösschen Regel

$$\frac{d\gamma \cdot V^{\frac{2}{3}}}{dT} = k \quad (7)$$

eine lineare Abhängigkeit.

Für den kritischen Mischungspunkt  $T_k$  binärer oder ternärer flüssiger Systeme fordert die Thermodynamik ein Verschwinden der Phasengrenze. Da dann kein energetischer Unterschied zwischen den beiden Phasen besteht, muß sowohl die Oberflächenarbeit als auch die Oberflächenenthalpie Null werden. Setzt man für diese beiden Rechengrößen in die Gl. (4) den Wert Null ein, so ergibt sich für die Temperaturabhängigkeit der Grenzflächenspannung ebenfalls der Wert Null<sup>2)</sup>. Dieser

<sup>2)</sup> K. SCHÄFER, Z. Elektrochem. 59, 238 (1955).

Ableitung entspricht der Kurvenverlauf der Abb. 1. Die gemessenen Temperaturabhängigkeiten der Grenzflächenspannungen zwischen zwei flüssigen Phasen zeigen beträchtliche Abweichungen von dem in Abb. 1 wiedergegebenen idealem Verhalten. Die Ursache liegt in der Temperaturabhängigkeit der Mischungswärmen binärer oder ternärer Gemische, über die später berichtet wird.

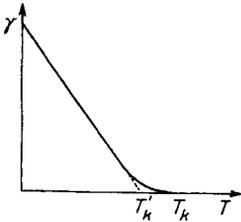


Abb. 1. Temperaturabhängigkeit der Grenzflächenspannung

Die Änderung der Grenzflächenspannung einer Lösung in Abhängigkeit von der Konzentration wird durch den GIBBSschen Satz beschrieben<sup>3)</sup>. Er läßt sich aus dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik ableiten und hat die Form:

$$-V \left( \frac{dc}{dO} \right)_V = \left( \frac{dn}{dO} \right) = C_{\text{Oberfläche}} = -\frac{C}{RT} \left( \frac{d\gamma}{dc} \right)_O \quad (8)$$

$\frac{dc}{dO}$  = Änderung der Konzentration im Innern der Flüssigkeiten bei Oberflächenvergrößerung.

$\frac{d\gamma}{dO}$  = Änderung der Grenzflächenspannung mit der Konzentration.

$dn$  = Anzahl der Mole, die aus dem Innern an die Phasengrenzfläche gehen.

Nach Gl. (8) tritt eine Anreicherung der gelösten Substanz an der Phasengrenze ein, wenn die Grenzflächenspannung mit wachsender Konzentration der Lösung abnimmt. Nimmt die Grenzflächenspannung dagegen mit wachsender Konzentration zu, so verarmt an der Phasengrenzfläche die gelöste Substanz.

Die Adsorption an Flüssigkeitsoberflächen kann durch empirische Gleichungen, die jedoch nur für bestimmte Lösungen einen engen Gültigkeitsbereich besitzen, beschrieben werden. Für kapillaraktive Lösungen gilt nach SZYSKOWSKI<sup>4)</sup>:

$$\gamma_0 - \gamma = a \log(1 + bc) \quad (9)$$

Für Salzlösungen fand BULGINSKI<sup>5)</sup>:

$$\gamma = \gamma_0 w + K(1 - w) \quad (10)$$

Für binäre Lösungen, die ohne Volumenänderung entstehen, gab RODENBECK<sup>6)</sup> die Formel

$$a^2 = u_1 a_1^2 + u_2 a_2^2 \quad (11)$$

<sup>3)</sup> A. EUCKEN, Grundriß der physik. Chem., Akad. Verl.-Ges. 1951, S. 287.

<sup>4)</sup> A. EUCKEN, Grundriß der physik. Chem., Akad. Verl.-Ges. 1951, S. 303.

<sup>5)</sup> BULGINSKI, Ann. Physik **134**, 440 (1868).

<sup>6)</sup> H. RODENBECK, Ann. Physik Beibl. **4**, 1104 (1880).

an, in der  $u$  die Gewichtsanteile der Lösungskomponenten und  $a^2 = 2 \gamma / g d$  die spezifische Kohäsion ist. Die Mittelwerte der Grenzflächenspannungen miteinander im Gleichgewicht befindlicher Phasen sind nach WHATMOUGH<sup>7)</sup> konstant.

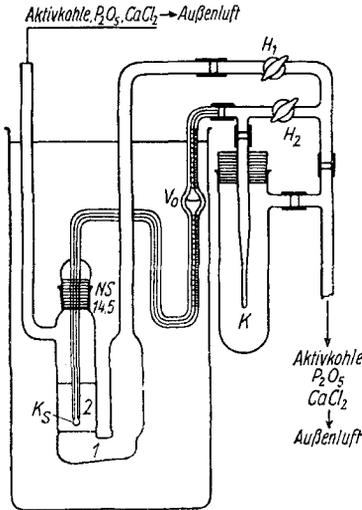


Abb. 2. Apparat zur Bestimmung der Grenzflächenspannungen

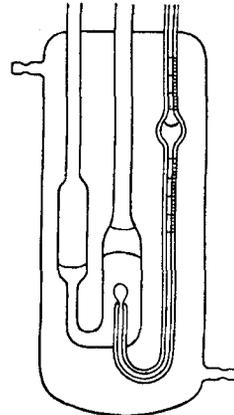


Abb. 3. Apparat zur Bestimmung der Grenzflächenspannung

Bei der Bestimmung der Grenzflächenspannung binärer und ternärer flüssiger Systeme im Temperaturbereich von 20–60° C wandten wir die Tropfenvolumenmethode an. Sie ist für Messungen von Grenzflächenspannungen besonders geeignet<sup>8)</sup> und läßt sich für Präzisionsmessungen, nachdem HARKINS<sup>9)</sup> die Korrekturfaktoren der Abtropfverhältnisse ermittelt hat, anwenden. Der Vor-

Tabelle 1  
Eichwerte der Apparaturen

Apparatur	Volumen $V_0$ (cm <sup>3</sup> )	Kapillarradius (cm)
A	0,2933 ± 0,0005	0,1041 ± 0,0002
B	6,510 ± 0,002	0,4565 ± 0,001
C	1,195 ± 0,0008	0,2125 ± 0,0025
D	0,3036 ± 0,0002	0,1525 ± 0,0015
E	0,0980 ± 0,0001	0,0684 ± 0,0007
F	0,3076 ± 0,0002	0,1525 ± 0,0015
G	0,8201 ± 0,0002	0,1955 ± 0,0004
H	1,1808 ± 0,0002	0,2240 ± 0,0005

<sup>7)</sup> J. LIVINGSTONE, J. Amer. chem. Soc. **39**, 2151 (1917).

<sup>8)</sup> A. WEISSBERGER, Technique of Org. Chemistry, Interscience Publishers, inc. N. Y. 1949, I, 1, 396.

<sup>9)</sup> W. D. HARKINS, J. Amer. chem. Soc. **38**, 1228 (1916).

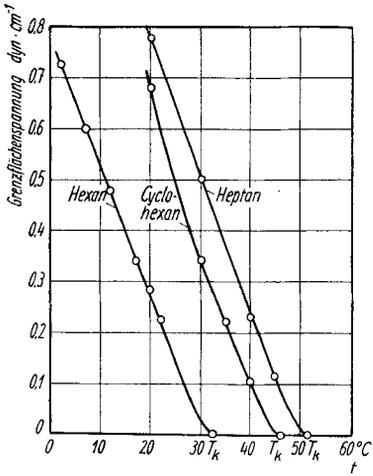


Abb. 4. Grenzflächenspannungen von Methanol gegen Kohlenwasserstoffe

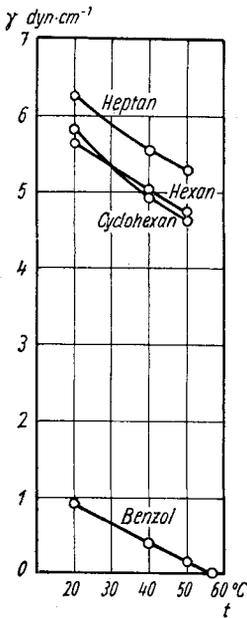


Abb. 5. Grenzflächenspannungen von Methanol (80%) gegen Kohlenwasserstoffe

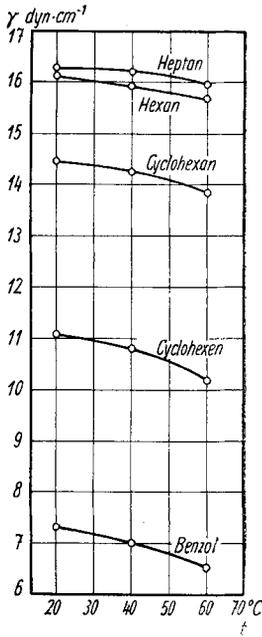


Abb. 6. Grenzflächenspannungen von Glykol gegen Kohlenwasserstoffe

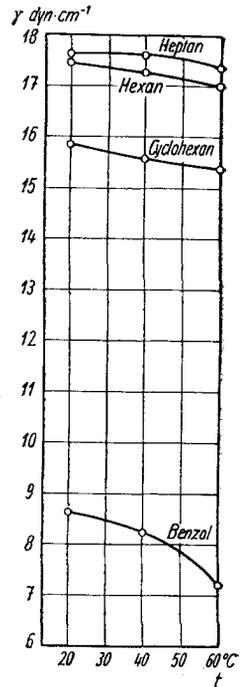


Abb. 7. Grenzflächenspannungen von Glykol (95%) gegen Kohlenwasserstoffe

teil der Tropfenvolumenmethode gegenüber der Messung von kapillaren Steighöhen besteht darin, daß die Grenzfläche ständig erneuert wird. Die Grenzflächenspannung errechnet sich nach

$$\gamma = \frac{V_0 (d_1 - d_2) g \cdot F}{r Z}$$

Z ist die Anzahl der Tropfen, die aus einem bestimmten Volumen  $V_0$  der Apparatur fließen. r ist der Radius der Kapillare und  $d_1$  bzw.  $d_2$  die Dichten der Flüssigkeiten. Die Ableitung des Faktors F hat der eine von uns (N)<sup>10)</sup> gegeben.

<sup>10)</sup> S. NIESE, Diplomarbeit 1956, Universität Leipzig.

In Abb. 2 und 3 sind die Apparaturen dargestellt, die zur Bestimmung der Grenzflächenspannungen dienten. Das Tropfgefäß (Abb. 2) wurde so hergestellt, daß es in einem Thermostat versenkt werden konnte. Da an einem Schenkel des Gefäßes ein Hahn  $H_1$  angebracht war, konnte das Niveau der Flüssigkeit in jeder beliebigen Höhe eingestellt werden. So kann man durch die Kapillarspitze  $K_s$  die Flüssigkeit der Phase 1 einsaugen oder sie zum Austropfen in die Phase 2 tauchen lassen. Tropfgefäß und Stalagmometer sind durch einen 14 NS verbunden, so daß die Stalagmometer (in der Tab. 2 als Apparat A–H gekennzeichnet) ausgewechselt werden konnten. Für die Messung des Systems Methanol (80%)/Benzol wurde die in Abb. 3 dargestellte Apparatur verwendet, da bei diesem

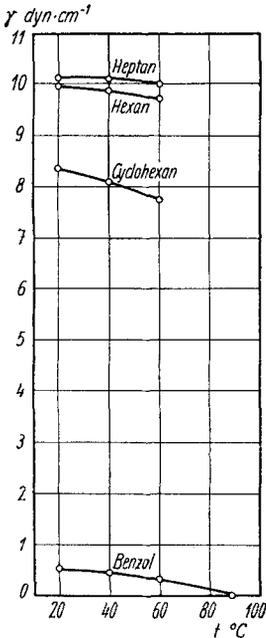


Abb. 8. Grenzflächenspannungen von Diglykol gegen Kohlenwasserstoffe

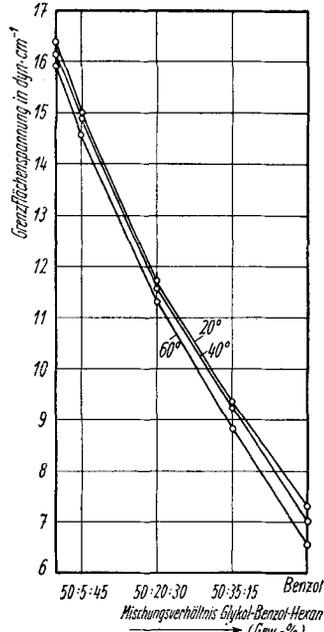


Abb. 9. Grenzflächenspannungen von Glykol gegen Benzol/Hexan-Gemische

System die Alkoholphase eine kleinere Dichte als die Kohlenwasserstoffphase besitzt. Reproduzierbare Werte für die Grenzflächenspannung erhält man nur, wenn die Austropfzeit so groß gewählt wird, daß sich das Gleichgewicht zwischen den beiden Phasen einstellen kann. Um durch konstantes Austropfen definierte Tropfzeiten zu erreichen, wurde die Glaskapillare  $K$  (Abb. 2) so gewählt, daß Luft in der erforderlichen Zeit durchströmen konnte.

Man kann aus den Abb. 4–8 entnehmen, daß bei den untersuchten binären Systemen die Grenzflächenspannung mit steigender Temperatur abnimmt.  $T_k$  in der Abb. 4 bedeutet der kritische Mischungspunkt der jeweiligen binären Systeme. Aus den Abb. 9–11, den Abhängigkeiten

der Grenzflächenspannungen ternärer Gemische von der Konzentration des Aromaten geht hervor, daß die relative Abnahme der Grenzflächenspannungen bei Erhöhung des Benzolgehaltes in Kohlenwasserstoffgemischen bei allen drei angegebenen Systemen gleich ist.

Für binäre Systeme, die Glykole (Mono-, Di- oder Triglykol) als alkoholische Komponente enthalten, ist in Abb. 12 ein Nomogramm

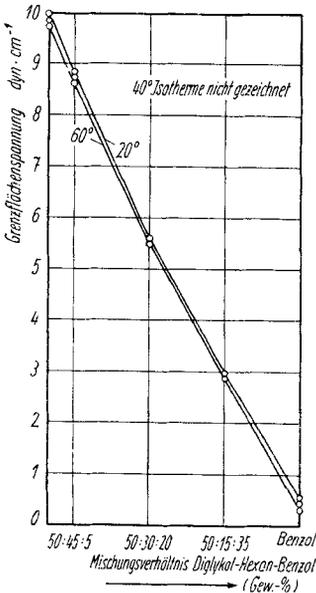


Abb. 10. Grenzflächenspannungen von Diglykol gegen Benzol/Hexan-Gemische

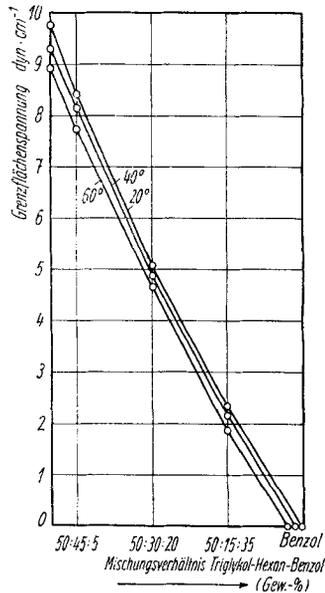


Abb. 11. Grenzflächenspannungen von Triglykol gegen Benzol/Hexan-Gemische

angegeben, aus dem man nach bekannter Art die Grenzflächenspannung gegen Kohlenwasserstoff ablesen kann.

Die Zeit zwischen dem Auftreffen eines Tropfens auf die Phasengrenzfläche und seiner Vereinigung mit der flüssigen Phase wurde für das System Triglykol/Benzol/Hexan (50:35:15 Gew.-%) bei 40°C in der App. A bestimmt. Die Fallhöhe betrug 2 cm. In Abb. 13 sind die Koexistenzzeiten von Triglykoltropfen an einer Phasengrenzschicht dargestellt.  $\frac{dN}{N}$  ist der in der Zeit  $t$  aufgelöste Anteil einer bestimmten Anzahl von Tropfen. Aus den Haltbarkeitszeiten kann man die Grenzflächenviskosität berechnen<sup>12)</sup>.

<sup>12)</sup> T. GILLESPIE, Trans. Faraday. Soc. **52**, 173 (1956).

Tabelle 2 Grenzflächenspannungen

t °C	App.	$d_2-d_1$	Grenzfl.-sp. (dyn/cm)
Methanol-Hexan			
20	A	0,0645 ± 0,0001	0,283 ± 0,0001
2	—	—	0,726
7	—	—	0,598
12	—	—	0,480 <sup>11)</sup>
17	—	—	0,340
22	—	—	0,223
32,55	—	—	—
Methanol-Heptan			
20	A	0,0689 ± 0,0001	0,777 ± 0,007
30	A	0,0613 ± 0,0001	0,499 ± 0,006
40	A	0,0495 ± 0,0001	0,232 ± 0,003
45	A	0,0425 ± 0,0003	0,114 ± 0,002
Methanol-Cyclohexan			
20	B	0,0028 ± 0,0001	0,682 ± 0,02
30	B	0,0019 ± 0,0002	0,340 ± 0,03
35	B	0,0014 ± 0,0002	0,223 ± 0,03
40	B	0,0010 ± 0,0001	0,107 ± 0,01
Methanol-Wasser-Hexan (40:10:50 Gew.-%)			
20	F	0,1803 ± 0,0003	5,619 ± 0,03
40	F	0,1791 ± 0,0001	4,961 ± 0,02
50	F	0,1795 ± 0,0003	4,715 ± 0,02
Methanol-Wasser-Heptan (40:10:50 Gew.-%)			
20	F	0,1592 ± 0,0003	6,268 ± 0,02
40	F	0,1577 ± 0,0003	5,609 ± 0,02
50	F	0,1572 ± 0,0004	5,304 ± 0,04
Methanol-Wasser-Cyclohexan (40:10:50 Gew.-%)			
20	C	0,0642 ± 0,0002	5,801 ± 0,02
40	C	0,0655 ± 0,0003	4,929 ± 0,03
50	C	0,0652 ± 0,0005	4,680 ± 0,04
Methanol-Wasser-Benzol (40:10:50 Gew.-%)			
20	H	0,0178 ± 0,0002	0,909 ± 0,01
40	H	0,0102 ± 0,0002	0,393 ± 0,01
50	H	0,0057 ± 0,0001	0,148 ± 0,02
Glykol-Heptan			
20	C	0,4272 ± 0,0004	16,279 ± 0,05
40	C	0,4305 ± 0,0004	16,174 ± 0,05
60	C	0,4331 ± 0,0006	15,927 ± 0,08

<sup>11)</sup> W. SZEMENTSCHENKOW u. E. DAWIDOWSKJA, Kolloid-Z. 68, 273 (1934).

Tabelle 2 (Fortsetzung)

t °C	App.	$d_2-d_1$	Grenzfl.-sp. (dyn/cm)
Glykol--Cyclohexan			
20	D	0,3315 ± 0,0004	14,448 ± 0,016
40	D	0,3358 ± 0,0004	14,247 ± 0,016
60	D	0,3387 ± 0,0006	13,853 ± 0,025
Glykol--Cyclohexen			
20	D	0,2949 ± 0,0002	11,038 ± 0,015
40	D	0,2978 ± 0,0001	10,809 ± 0,020
60	D	0,3006 ± 0,0003	10,189 ± 0,040
Glykol--Hexan			
20	C	0,4519 ± 0,0004	16,125 ± 0,13
40	C	0,4547 ± 0,0003	15,891 ± 0,012
60	C	0,4579 ± 0,0004	15,661 ± 0,08
Glykol--Benzol			
20	D	0,2195 ± 0,0008	7,306 ± 0,04
40	D	0,2238 ± 0,0002	7,002 ± 0,015
60	D	0,2291 ± 0,0003	6,577 ± 0,015
Glykol--Hexan--Benzol (50:45:5 Gew.-%)			
20	G	0,4351 ± 0,0005	14,900 ± 0,03
40	G	0,4380 ± 0,0002	14,891 ± 0,007
60	G	0,4414 ± 0,0004	14,553 ± 0,02
Glykol--Hexan--Benzol (50:30:20)			
20	G	0,3779 ± 0,0001	11,655 ± 0,016
40	G	0,3818 ± 0,0004	11,564 ± 0,02
60	G	0,3849 ± 0,0003	11,305 ± 0,06
Glykol--Hexan--Benzol (50:15:35)			
20	G	0,3085 ± 0,0004	9,293 ± 0,016
40	G	0,3120 ± 0,0004	9,192 ± 0,012
60	G	0,3155 ± 0,0004	8,821 ± 0,020
Glykol--Wasser--Hexan (95:5:50)			
20	C	0,4485 ± 0,0004	17,457 ± 0,33
40	C	0,4515 ± 0,0006	17,244 ± 0,086
60	C	0,4545 ± 0,0004	16,972 ± 0,065
Glykol--Wasser--Heptan (47,5:2,5:50)			
20	C	0,4246 ± 0,0002	17,620 ± 0,055
40	C	0,4283 ± 0,0002	17,625 ± 0,025
60	C	0,4305 ± 0,0002	17,356 ± 0,017

Tabelle 2 (Fortsetzung)

t °C	App.	$d_2-d_1$	Grenzfl.-sp. (dyn/cm)
Glykol-Wasser-Cyclohexan (47,5:2,5:50)			
20	C	$0,3294 \pm 0,0002$	$15,812 \pm 0,085$
40	C	$0,3330 \pm 0,0001$	$15,643 \pm 0,12$
60	C	$0,3381 \pm 0,0003$	$15,348 \pm 0,13$
Glykol-Wasser-Benzol (47,5:2,5:50)			
20	C	$0,2209 \pm 0,0002$	$8,678 \pm 0,065$
40	C	$0,2265 \pm 0,0002$	$8,278 \pm 0,050$
60	C	$0,2305 \pm 0,0004$	$7,707 \pm 0,035$
Diglykol-Heptan			
20	F	$0,4274 \pm 0,0005$	$10,126 \pm 0,11$
40	D	$0,4292 \pm 0,0003$	$10,133 \pm 0,012$
60	F	$0,4308 \pm 0,0002$	$9,961 \pm 0,030$
Diglykol-Cyclohexan			
20	F	$0,3276 \pm 0,0001$	$8,345 \pm 0,007$
40	D	$0,3307 \pm 0,0003$	$8,098 \pm 0,008$
60	F	$0,3324 \pm 0,0005$	$7,746 \pm 0,020$
Diglykol-Hexan			
40	F	$0,4508 \pm 0,0004$	$9,929 \pm 0,038$
40	D	$0,4525 \pm 0,0001$	$9,860 \pm 0,007$
60	F	$0,4551 \pm 0,0002$	$9,707 \pm 0,014$
Diglykol-Benzol			
20	E	$0,1349 \pm 0,0004$	$0,511 \pm 0,003$
40	E	$0,1342 \pm 0,0005$	$0,447 \pm 0,004$
60	E	$0,1246 \pm 0,0006$	$0,313 \pm 0,003$
Diglykol-Hexan-Benzol (50:45:5)			
20	F	$0,4317 \pm 0,0003$	$8,775 \pm 0,014$
40	F	$0,4340 \pm 0,0004$	$8,752 \pm 0,017$
60	F	$0,4358 \pm 0,0004$	$8,609 \pm 0,080$
Diglykol-Hexan-Benzol (50:30:20)			
20	A	$0,3658 \pm 0,0004$	$5,578 \pm 0,024$
40	A	$0,3694 \pm 0,0001$	$5,575 \pm 0,016$
60	A	$0,3723 \pm 0,0005$	$5,524 \pm 0,040$
Diglykol-Hexan-Benzol (50:15:35)			
20	A	$0,2822 \pm 0,0004$	$2,932 \pm 0,035$
40	A	$0,2847 \pm 0,0005$	$2,911 \pm 0,008$
60	A	$0,2870 \pm 0,0003$	$2,887 \pm 0,015$

Tabelle 2 (Fortsetzung)

t °C	App.	d <sub>2</sub> -d <sub>1</sub>	Grenzfl.-sp. (dyn/cm)
Triglykol-Hexan			
20	G	0,4556 ± 0,0001	9,759 ± 0,020
40	G	0,4556 ± 0,0001	9,334 ± 0,006
60	G	0,4546 ± 0,0003	8,902 ± 0,009
Triglykol-Hexan-Benzol (50:45:5)			
20	G	0,4361 ± 0,0003	8,420 ± 0,006
40	G	0,4359 ± 0,0003	8,144 ± 0,020
60	G	0,4361 ± 0,0004	7,775 ± 0,022
Triglykol-Hexan-Benzol (50:30:20)			
20	G	0,3695 ± 0,0003	5,066 ± 0,005
40	G	0,3694 ± 0,0003	4,906 ± 0,008
60	G	0,3690 ± 0,0003	4,662 ± 0,008
Triglykol-Hexan-Benzol (50:15:35)			
20	A	0,2807 ± 0,0003	2,296 ± 0,006
40	A	0,2785 ± 0,0001	2,177 ± 0,003
60	A	0,2731 ± 0,0002	1,851 ± 0,007

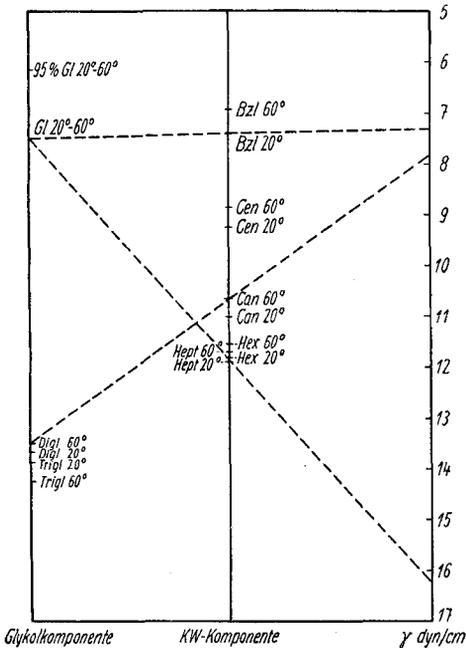


Abb. 12. Nomogramm zur Berechnung der Grenzflächenspannung binärer, Glykole enthaltender Systeme

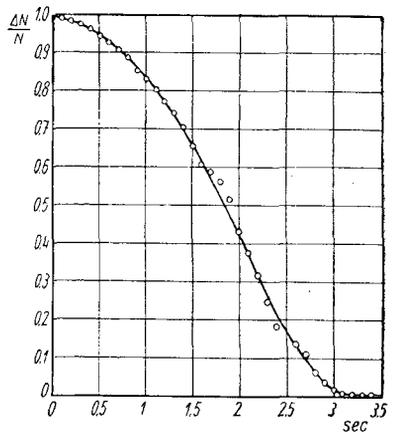


Abb. 13. Koexistenzzeiten von Triglykol an Phasengrenzflächen (T = 40° C)

### Zusammenfassung

Mit der Tropfenvolumenmethode wurden die Grenzflächenspannungen binärer und ternärer Systeme, die Alkohole (Methanol, Glykol, Diglykol, Triglykol), aliphatisch und oder aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten, gemessen. Es wurde festgestellt, daß die Grenzflächenspannungen von Glykolen gegen Kohlenwasserstoffe in der Reihenfolge: Heptan—Hexan—Cyclohexan—Cyclohexen—Benzol abnehmen. Die Grenzflächenspannung eines angegebenen Kohlenwasserstoffes gegen Glykol sinkt in der Reihenfolge: Glykol—Diglykol—Triglykol. Bei allen untersuchten Systemen nimmt die Grenzflächenspannung mit steigender Temperatur ab.

Für glykolenthaltende Systeme ist ein Nomogramm zur graphischen Bestimmung der Grenzflächenspannung im Temperaturbereich zwischen 20 und 60°C angegeben.

Es konnten für ein ternäres System (Triglykol/Benzol/Hexan) die Koexistenzzeiten von Triglykol an der Phasengrenzfläche bestimmt werden.

*Leipzig, Institut für organisch-chemische Industrie.*

Bei der Redaktion eingegangen am 3. September 1956.