

# Zur Elektrochemie nichtwässriger Lösungen

## VIII. Mitteilung

### Leitfähigkeitsmessungen an verdünnten organischen Lösungen von Silbernitrat, Silberrhodanid und Lithiumbromid

Von

Robert Müller, Viktor Raschka und Michael Wittmann

(Mit 8 Textfiguren)

Aus dem physikalisch-chemischen Institut der Universität in Graz

Vorgelegt in der Sitzung am 3. November 1927

In der VII. Mitteilung<sup>1</sup> wurde an Hand von Leitfähigkeitsmessungen von Silbernitrat in zwölf organischen Lösungsmitteln gezeigt, daß in allen Fällen bei hohen Verdünnungen als Grenzgesetz für den Anstieg der molaren Leitfähigkeit das Kohlrauschsche Quadratwurzelgesetz gilt, welches sich auch theoretisch aus dem Debye-Hückel'schen Ansatz als Grenzgesetz für hohe Verdünnungen ergibt. Wir haben in dieser Arbeit versucht, die Gültigkeit des Gesetzes an weiteren Beispielen zu prüfen. Zur Messung diente die in der oben zitierten Arbeit beschriebene Apparatur, bestehend aus der Kohlrausch'schen Brückenordnung mit Elektronenröhren als Schwingungserreger und Röhrenverstärker. Auch der Vorgang der Messung blieb derselbe.

### 1. Messung der Leitfähigkeit von $\text{AgNO}_3$ in weiteren sechs organischen Lösungsmitteln

Versuche mit V. Raschka

#### a) Reinigung der Lösungsmittel.

Auf die Reinigung und Entwässerung der Lösungsmittel wurde ganz besonders Sorgfalt verwendet und der Fortgang der Reinigung durch Messen der Eigenleitfähigkeit geprüft.

#### *O*-Toluidin.

Zur Trennung der im Merck-Präparat noch enthaltenen Homologen und Isomeren, besonders Anilin und *p*-Toluidin, wurden nach Lewy<sup>2</sup> die Hydrochloride mit der äquivalenten Menge  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  erwärmt, wobei der größte Teil des *o*-Toluidin, frei von Anilin und *p*-Toluidin, ausfällt. Beim Erkalten der warm abgegossenen Lösung krystallisieren die schwerlöslichen Phosphate des Anilins aus, gelöst bleibt saures *o*-Toluidinphosphat.

<sup>1</sup> Robert Müller, Franz Griengl und Josef Mollang, Monatshefte für Chemie, 47, 83, 1926.

<sup>2</sup> Lewy, Ber., 19, 2728/Fr. 23, 269.

Durch Destillation mit KOH wurde das Salz in die Base übergeführt und nach mehrmaliger Destillation wurde eine Fraktion von der Eigenleitfähigkeit  $\kappa = 3 \cdot 792 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm gewonnen (Sachanow  $\kappa_{25} = 1 \times 10^{-7}$  rez. Ohm) (Kp. 197).

#### Piperidin.

Das Kahlbaum'sche Präparat wurde mit geschmolzenem KOH wochenlang getrocknet. Die nach mehrmaliger Fraktionierung erreichte Eigenleitfähigkeit war  $\kappa_{25} = 3 \cdot 8 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm (Walden  $\kappa_{25} = 1 \cdot 8 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm) (Kp. 104.)

#### Azetonitril.

Dieses Präparat wurde nach Walden<sup>1</sup> aus KCN und Dimethylsulfat selbst dargestellt. Das Reaktionsprodukt wurde erst weitgehend über geglühter Pottasche getrocknet und hierauf mehrmals mit Phosphorpentoxyd destilliert. Eigenleitfähigkeit  $\kappa_{25} = 2 \cdot 198 \cdot 10^{-6}$  rez. Ohm (Kp. 81·6).

#### Methyläthylketon.

Das von Schuchardt bezogene Präparat »puriss.« (Ausgangsmenge 500 g) wurde zur Entfernung der Verunreinigungen säureartigen Charakters mit gesättigter Pottaschelösung mehrmals geschüttelt, die beiden Schichten abgetrennt, zur rohen Entwässerung zuerst destilliert, hierauf mit geglühtem Glaubersalz und entwässerter Pottasche mehrere Tage hindurch getrocknet, abgetrennt und schließlich mehrmals fraktioniert destilliert. (Versuche mit Calciumchlorid zu trocknen, scheiterten an der Bildung einer Molekülverbindung.) Das bei 80·6 bis 81° überdestillierende Präparat, ein Drittel der Ausgangsmenge, zeigte die Eigenleitfähigkeit  $\kappa_{25} = 6 \cdot 682 \times 10^{-7}$  rez. Ohm (Walden  $\kappa_{25} = 1 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm.) (Kp. 80·6).

#### Acetophenon.

Das von Merck bezogene Präparat »Für wiss. Zwecke« erwies sich nach einmaligem Destillieren als für Messungen geeignet. Eigenleitfähigkeit  $\kappa_{25} = 4 \cdot 974 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm (Walden  $\kappa_{25} = 1 \cdot 10^{-8}$  rez. Ohm) (Kp. 201·5).

#### Äthylenglykol.

Das Merck'sche Präparat mit der Bezeichnung »für wiss. Zwecke« konnte nach zweimaligem Destillieren zur Messung verwendet werden. Eigenleitfähigkeit  $\kappa_{25} = 1 \cdot 16 \cdot 10^{-6}$  rez. Ohm (Kp. 197).

### b) Löslichkeit des Silbernitrats und Messung der Leitfähigkeit.

Alle Ausgangslösungen wurden durch tagelanges Schütteln von reinstem Silbernitrat mit dem betreffenden Lösungsmittel im Thermostaten bei 25° hergestellt. Die Löslichkeit wurde dann durch vorsichtiges Abdampfen des Lösungsmittels und Bestimmung des Silbers als Chlorid ermittelt.

Bei 25° C lösen 1000 cm:

Toluidin .....	0·128 g AgNO <sub>3</sub>
Piperidin .....	40·07 g AgNO <sub>3</sub> <sup>2</sup>
Acetonitril .....	875·7 g AgNO <sub>3</sub> <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ber., 40, 32, 1915.

<sup>2</sup> Lincoln, Journ. Phys. Chem., 3 (1899), 470—478.

<sup>3</sup> Sachanow, Diss., Odessa, 39, 1916.

Methyläthylketon .....	1.72 g AgNO <sub>3</sub>
Acetophenon .....	0.0755 g AgNO <sub>3</sub>
Äthylenglykol .....	539.24 g AgNO <sub>3</sub>

Auch mit anderen Lösungsmitteln wurden Lösungsversuche angestellt, die jedoch in Hinblick auf die geplanten Leitfähigkeitsmessungen zu unbrauchbaren Ergebnissen führten:

#### Essigsäure.

Eigenleitfähigkeit  $2.5 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm.

AgNO<sub>3</sub> ist praktisch unlöslich.

#### Essigsäureanhydrid.

Eigenleitfähigkeit  $5.5 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm.

AgNO<sub>3</sub> ist nur sehr wenig löslich (0.065 g im Liter) und leitet schlecht.

#### Phenol.

Löst AgNO<sub>3</sub> bei 50° sehr gut, die Lösung wird aber nach kurzer Zeit reduziert.

#### Methylrhodanid.

Eigenleitfähigkeit  $0.34 \cdot 10^{-5}$  rez. Ohm.

Dieses Lösungsmittel reagiert mit Silbernitrat sofort unter Bildung eines schwarzen Niederschlages (wahrscheinlich Ag<sub>2</sub>S). Der Versuch, das AgNO<sub>3</sub> durch AgSCN zu ersetzen, blieb wegen mangelnder Löslichkeit des Salzes erfolglos. Versuche mit Ameisensäure und Formamid wurden aufgegeben, da sich die Eigenleitfähigkeit mit den zu unserer Verfügung stehenden Mengen nicht unter  $2 \cdot 10^{-3}$  rez. Ohm drücken ließ.

Alle Messungen wurden im Thermostaten bei 25° durchgeführt. Eine öftere Kontrolle der Leitfähigkeit des reinen Lösungsmittels sowie Nachprüfung der Kapazität ist wichtig. Die Eigenleitfähigkeit des Lösungsmittels wurde von der spezifischen Leitfähigkeit bei höheren Verdünnungen abgezogen.

Bei der fortlaufenden Steigerung der Verdünnung erreicht man ein Gebiet, in welchem die gemessenen Werte sehr rasch zunehmende Abweichungen vom linearen Verlauf zeigen. Hier dürfte jedenfalls die Grenze der unter den gegebenen Umständen möglichen Meßgenauigkeit erreicht sein, die Fehler beginnen bei weitem zu überwiegen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 bis 6 niedergelegt, sie enthalten die Verdünnungen  $v$  (Mol im Liter), den korrigierten Wert der molaren Leitfähigkeit  $\Lambda_v$  und endlich den Wert für  $\Lambda_\infty$ , welcher im Gebiete der Gültigkeit des Quadratwurzelgesetzes immer aus zwei nebeneinanderliegenden Werten nach der Formel

$$\Lambda_\infty = \frac{\Lambda_{v_2} \sqrt{v_2} - \Lambda_{v_1} \sqrt{v_1}}{\sqrt{v_2} - \sqrt{v_1}}$$

berechnet wurde. Am Ende ist als Mittel aller dieser Werte, der wahrscheinliche Grenzwert verzeichnet. Zur besseren Veranschaulichung wurden die Ergebnisse auch graphisch dargestellt, indem auf der Abszisse die Quadratwurzeln der Konzentration  $c$  sowie

die Verdünnung in Litern und auf der Ordinate die molare Leitfähigkeit aufgetragen wurde. Im Gebiete der Gültigkeit des Quadratwurzelgesetzes fallen die Punkte nahezu in eine Gerade, welche bis zur Ordinate  $c = 0$  verlängert, ebenfalls den gesuchten Grenzwert für die Konzentration Null ergibt.

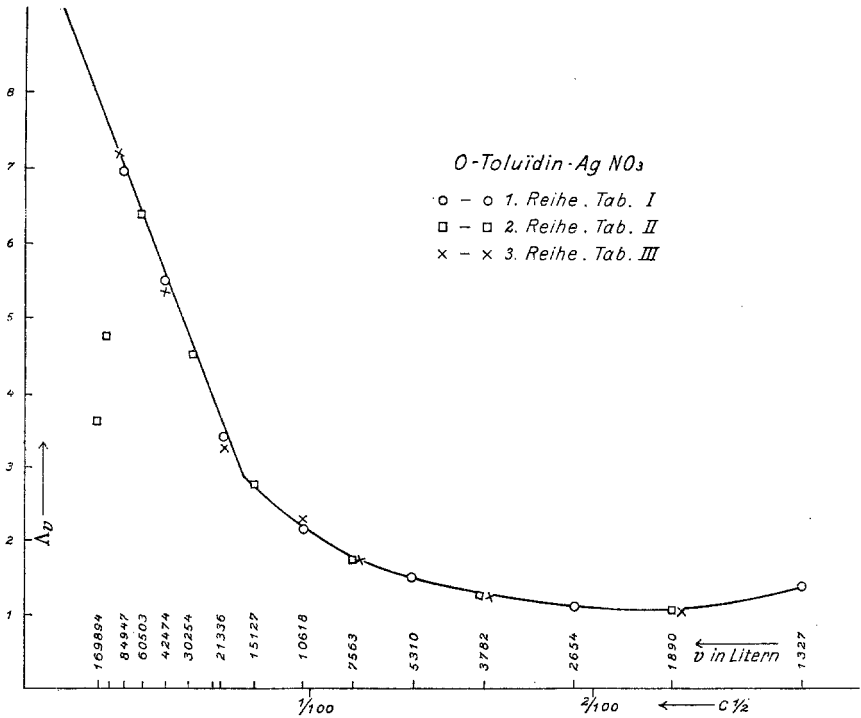


Fig. 1.

### c) Ergebnisse der Messungen.

*o*-Toluidin (DK. 6·3) die gesättigte Lösung enthält 0·128 g  $\text{AgNO}_3$  im Liter.

Wie sich aus Tab. I bis III und der Kurve (Fig. 1) ergibt, sinkt die Leitfähigkeit nach dem Punkte der gesättigten Lösung etwas, um bald wieder anzusteigen. Ein linearer Anstieg und somit die Gültigkeit des Quadratwurzelgesetzes zeigt sich von der Verdünnung 15·127 Liter an deutlich. Der wahrscheinliche Grenzwert liegt bei 11.

Tabelle I.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
1·327	1·335	
2·654	1·045	

Tabelle II.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
1·891	1·028	
3·782	1·22	

(Zu Tabelle I.)			(Zu Tabelle II.)		
$\nu$	$\Lambda_\nu$	$\Lambda_\infty$ ber.	$\nu$	$\Lambda_\nu$	$\Lambda_\infty$ ber.
5.309	1.566		7.564	1.754	
10.618	2.171		13.127	2.690	
21.336	3.311		30.254	4.432	8.647
42.473	5.483	10.74	60.509	6.299	10.80
84.047	7.110	11.03	121.018	4.635	
169.894	3.566				

Tabelle III.

$\nu$	$\Lambda_\nu$	$\Lambda_\infty$ ber.
1.327	1.416	
1.891	1.061	
3.782	1.191	
7.564	1.751	
10.618	2.294	5.135
15.127	2.757	5.476
21.237	3.18	11.04
42.474	5.483	11.04
84.947	7.112	

Piperidin.

DK. 25°, 5.8 (Schlundt).

Die gesättigte Lösung enthält 40,07 g AgNO<sub>3</sub> im Liter. (Siehe Messungen von Lincoln.)<sup>1</sup> Die molekulare Leitfähigkeit durchläuft wieder ein Minimum, von der Verdünnung 320 erfolgt der Anstieg linear, der Grenzwert liegt wahrscheinlich bei 0.24. Die dissoziierende Kraft des Piperidins ist offenbar sehr klein. (Tab. IV bis VI, Fig. 2.)

Tabelle IV.

$\nu$	$\Lambda_\nu$	$\Lambda_\infty$ ber.
10	0.14	
20	0.02	
40	0.018	
80	0.038	
160	0.044	0.1324
320	0.070	0.2714
640	0.126	0.2284
1.280	0.152	0.556
2.560	0.274	0.559
5.120	0.401	0.339
10.240	0.352	1.575
20.480	0.710	

Tabelle V.

$\nu$	$\Lambda_\nu$	$\Lambda_\infty$ ber.
15	0.035	
30	0.018	
60	0.026	
120	0.035	
240	0.059	
480	0.10	0.208
960	0.148	0.538
1.920	0.21	0.654
3.840	0.34	0.716
7.680	0.45	0.211
15.360	0.38	

<sup>1</sup> Lincoln, Journ. Phys. Chem. (1899), 470.

Tabelle VI.

$v$	$\Delta v$	$\Delta_{\infty}$ ber.
10	0.126	
20	0.022	
40	0.024	
80	0.028	
160	0.046	
320	0.089	
540	0.143	0.249
1.280	0.174	0.647
2.560	0.312	0.715
5.120	0.430	0.329
10.240	0.401	

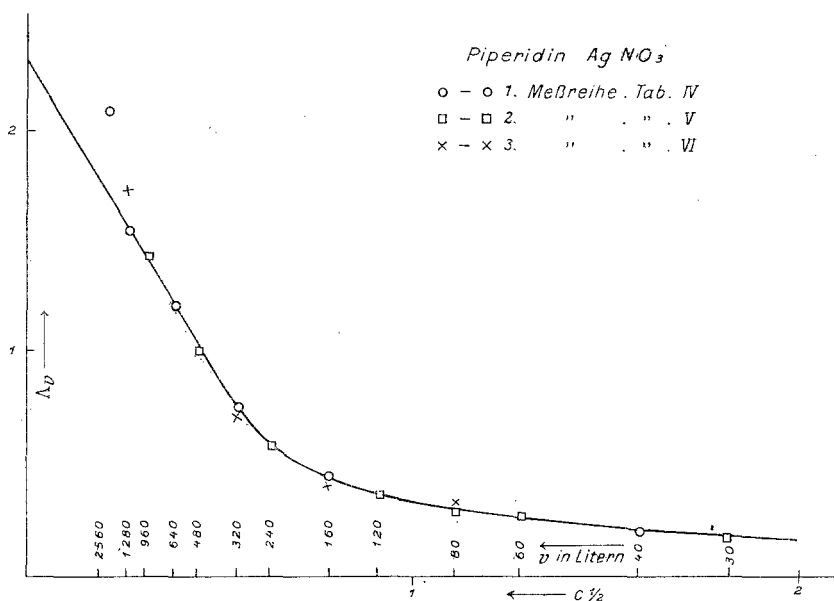


Fig. 2.

## Azetonitril.

DK. 20°, 35.8 (Walden). Eigenleitfähigkeit  $2.2 \cdot 10^{-6}$  rez. Ohm.

Die gesättigte Lösung enthält 875.7 g AgNO<sub>3</sub> im Liter. Es liegen ältere Messungen von AgNO<sub>3</sub> in diesem Lösungsmittel vor: Dutoit und Fridrich<sup>1</sup> geben für  $\Delta_{\infty}$  190 im Mittel an, Walden extrapoliert aus Messungen bis  $v = 1141.4 L$  einen Grenzwert von 203 bis 205 im Mittel.

<sup>1</sup> Dutoit und Fridrich, Bull. soc. chim., 19 (1898), 327.

Nach unseren Messungen beginnt das Gebiet der Gültigkeit des Quadratwurzelgesetzes schon sehr früh, nämlich bei 78·0 Liter. Der Grenzwert liegt bei 270. Die Dissoziationskraft ist außerordentlich groß. Wegen der großen Viskosität wurde die konzentrierte Lösung nicht gemessen. (Siehe Sacchanow.<sup>1</sup>) Tab. VII bis IX, Fig. 3.

Tabelle VII.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
14·78	47·12	
29·56	84·20	
59·13	103·4	
118·2	139·7	
236·5	165·7	212·2
473·0	183·1	227·6
946·1	196·1	234·7
1.892·3	207·2	258·0
3.784·7	221·5	262·1
7.569·4	233·8	256·2
15.138·8	240·5	

Tabelle VIII.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
9·856	36·90	
19·7	74·39	
39·4	88·16	
78·8	112·0	
157·6	144·9	
315·3	175·3	
630·6	186·2	
1.201·2	196·7	
2.522·4	210·8	
5.044·9	227·2	233·6
10.089·8	235·7	252·6
20.179·6	262·3	293·5
40.359·2	283·2	252·4
80.718·5	357·7	

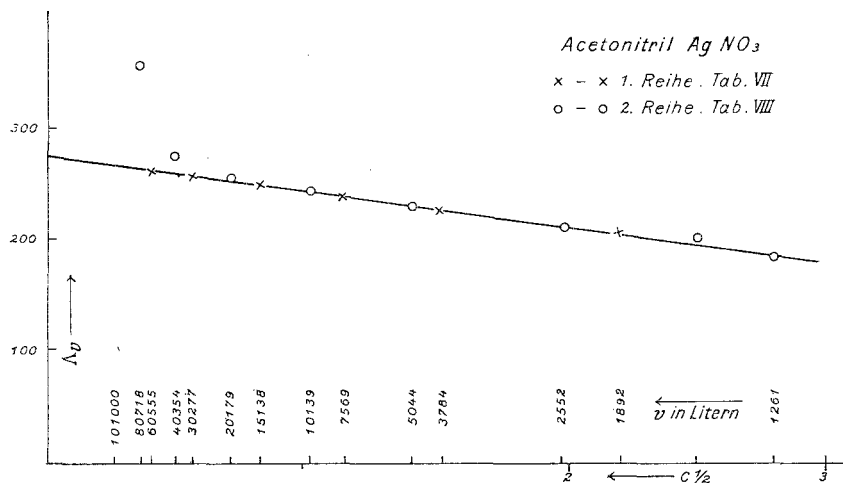


Fig. 3.

Tabelle IX.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
29·57	86·16	
59·14	103·8	

<sup>1</sup> Sacchanow, Diss., Odessa, 1916, p. 36.

(Zu Tab. IX.)

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
118·3	137·2	
236·5	163·2	
473·1	183·4	
946·2	197·7	233·6
1.892·4	207·8	252·6
3.784·7	220·9	293·5
7.569·7	232·9	252·4
15.138·8	240·5	

## Methyläthylketon.

DK. 20°, 17·8. Eigenleitfähigkeit  $6 \cdot 28 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm. 1000 g Lösungsmittel lösen 1·72 g AgNO<sub>3</sub>.

Auch hier ist der lineare Anstieg von Verdünnungen über 12.000 deutlich. Der Grenzwert liegt bei 140. (Tab. X bis XII, Fig. 4.)

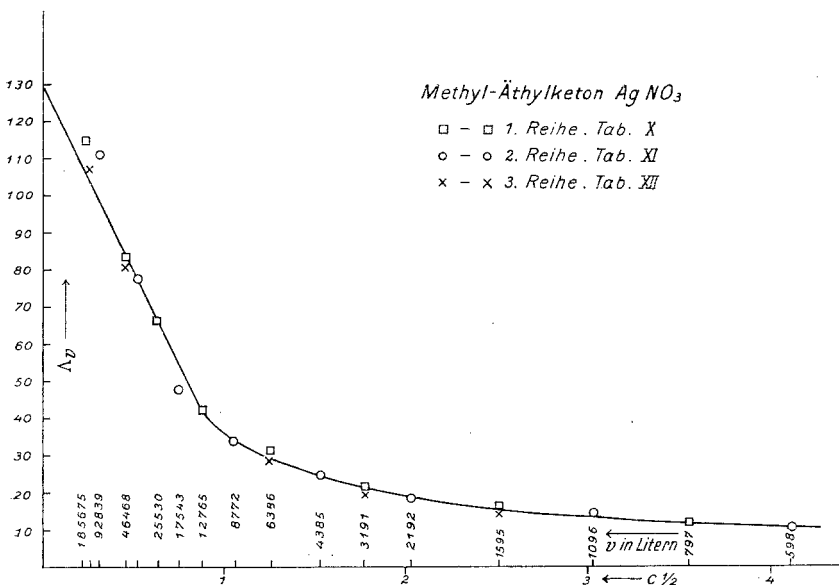


Fig. 4.

Tabelle X.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
99·728	6·99	
199·5	7·71	
398·9	9·32	
797·8	11·95	
1.595·6	15·74	
3.191·33	20·35	
6.382·6	30·03	71·19
12.765·2	42·10	123·2
25.530·0	65·82	129·8
46.418·8	82·35	195·5
92.837·7	115·5	

Tabelle XI.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
149·6	7·37	
229·1	8·89	
598·2	10·56	
1.096·5	12·58	
2.192·6	16·93	
4.385·9	24·37	48·05
8.771·9	31·30	76·56
17.543·9	44·53	149·1
140.351·5	112·1	



Tabelle XII.

$v$	$\Lambda v$	$\Lambda_{\infty}$ ber.
99.7	6.94	
109.5	7.75	
398.9	9.00	
797.8	11.95	
1.595.6	15.42	
3.191.3	20.18	
6.382.6	30.03	82.4
12.765.2	40.37	108.9
25.580.3	65.74	116.2
46.418.8	79.10	170.7
92.837.7	106.6	

Azetophenon.

DK. 18 (Walden);

» 15.6 (Trude). Eigenleitfähigkeit  $4.97 \cdot 10^{-7}$  rez. Ohm.

1000  $cm^3$  Substanz lösen 0.0755  $g$   $AgNO_3$ .

In diesem sehr schwach dissoziierenden Medium ist der lineare Anstieg zwischen  $v = 6000$  und 27.000 L. vorhanden, doch

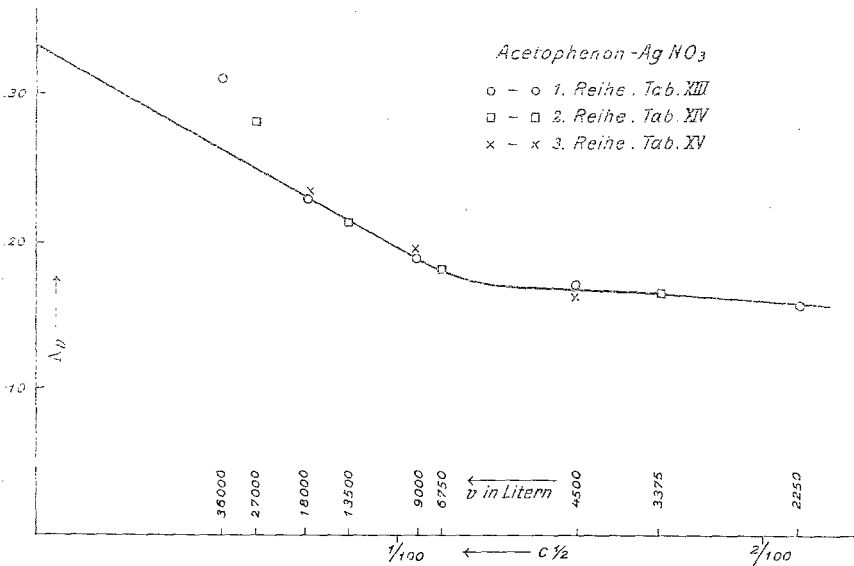


Fig. 5.

minder deutlich ausgeprägt. Der Grenzwert liegt bei 36. (Tab. XIII bis XV, Fig. 5.)

Tabelle XIII.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty}$ ber.
2.250	16·22	
4.500	18·02	
9.000	19·00	
18.000	23·00	30·86
36.000	31·25	34·50
72.000	44·21	75·53
144.000	76·03	

Tabelle XIV.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty}$ ber.
3.375	17·24	
6·750	18·3	
13.500	21·06	47·96
27.000	28·93	74·78
54.000	42·34	119·00
108.000	64·78	

Tabelle XV.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty}$ ber.
2.250	17·13	
4.500	16·98	
9.000	19·70	
18.000	23·70	30·90
36.000	32·50	35·10
72.000	45·21	76·2
144.000	78·19	

## Äthylenglykol.

DK. 34·5. Eigenleitfähigkeit  $1 \cdot 16 \cdot 10^{-6}$  rez. Ohm.1000  $cm^3$  Substanz lösen 539·24 g  $AgNO_3$ .

Trotz großem Lösungsvermögen für  $AgNO_3$  ist die Dissoziationsfähigkeit des Äthylenglykols sehr klein. Der lineare Anstieg

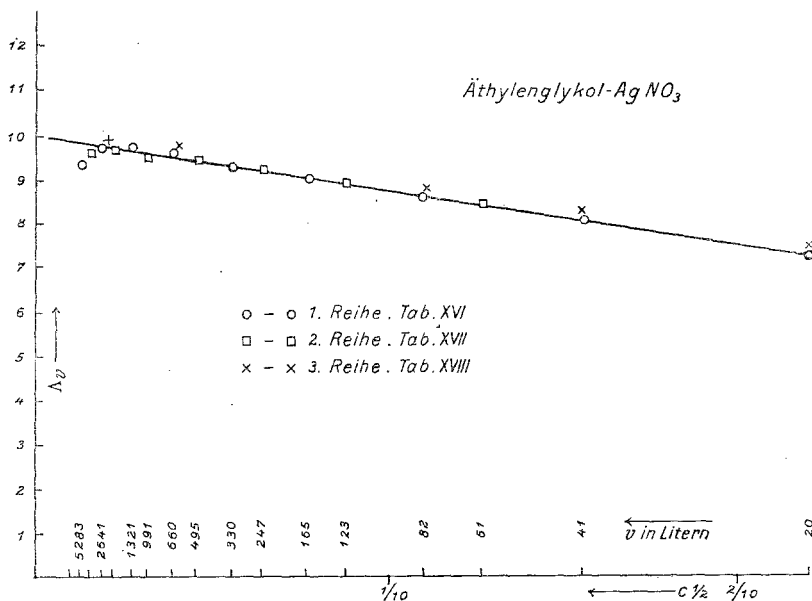


Fig. 6.

findet sich demgemäß schon bei kleinen Verdünnungen. Der Grenzwert liegt bei 10. (Tab. XVI bis XVIII, Fig. 6.)

Tabelle XVI.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty \text{ ber.}}$
20·64	7·439	
41·3	8·00	
82·6	8·644	
165·0	9·031	
330·0	9·415	
661·0	9·51	9·71
1.321·0	9·609	9·64
2·642·0	9·635	9·12
5.284·0	9·109	9·359
10.768·0	6·33	7·839
21.135·0	5·474	

Tabelle XVII.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty \text{ ber.}}$
61·9	8·477	
123·8	8·698	
247·7	9·214	
495·4	9·460	
991·0	9·54	9·73
1.981·0	9·683	9·89
3.963·0	9·951	9·91
7.926·0	9·138	9·99
15·851·0	6·674	8·74
31.703·0	4·786	

Tabelle XVIII.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty \text{ ber.}}$
20·64	7·579	
41·0	8·116	
82·0	8·718	
165·0	9·693	
330·0	9·498	
660·0	9·689	9·64
1.320·0	9·681	9·92
2.642·0	9·960	9·89
5.284·0	5·152	8·92
10.768·0	6·668	8·92
21.135·0	5·242	

## 2. Messung der Leitfähigkeit von AgSCN in Phenylsenfö. l.

Versuche mit M. Wittmann.

### a) Reinigung des Lösungsmittels und Löslichkeit des AgSCN.

Phenylsenfö. l. (DK. 11·0) wurde selbst wie folgt hergestellt: 30 g Diphenylthioharnstoff wurden in einem Kolben mit konzentrierter HCl ( $d$  1·18) am Sandbad und absteigenden Kühler destilliert. Das Destillat wurde nach Zugabe der gleichen Mengen Sodalösung ausgeschüttelt und im Scheidetrichter getrennt.

Das so hergestellte Phenylsenfö. l. wurde zuerst mit  $\text{CaCl}_2$ , dann mit geglühtem  $\text{NaSO}_4$  getrocknet und endlich wiederholt fraktioniert destilliert. Es wurde so eine Eigenleitfähigkeit von  $1\cdot517\cdot10^{-7}$  rez. Ohm erreicht. Da  $\text{AgNO}_3$  mit diesem Lösungsmittel unter Explosion reagiert und AgBr nur wenig löslich ist ( $0\cdot417$  g im Liter bei  $25^\circ$ ), wurde als Elektrolyt Silberrhodanid gewählt. Das Silberrhodanid wurde durch Fällung von  $\text{AgNO}_3$  mit KSCN hergestellt und sorgfältig getrocknet. Bei  $25^\circ$  lösten sich  $0\cdot926$  g im Liter.

## b) Messung der Leitfähigkeit.

Die Messungen erstrecken sich von der gesättigten Lösung bis über 200.000 l. Bei Verdünnungen über 100.000 l werden die Resultate unsicher. Die Kurve (Fig. 7) zeigt zuerst einen sehr

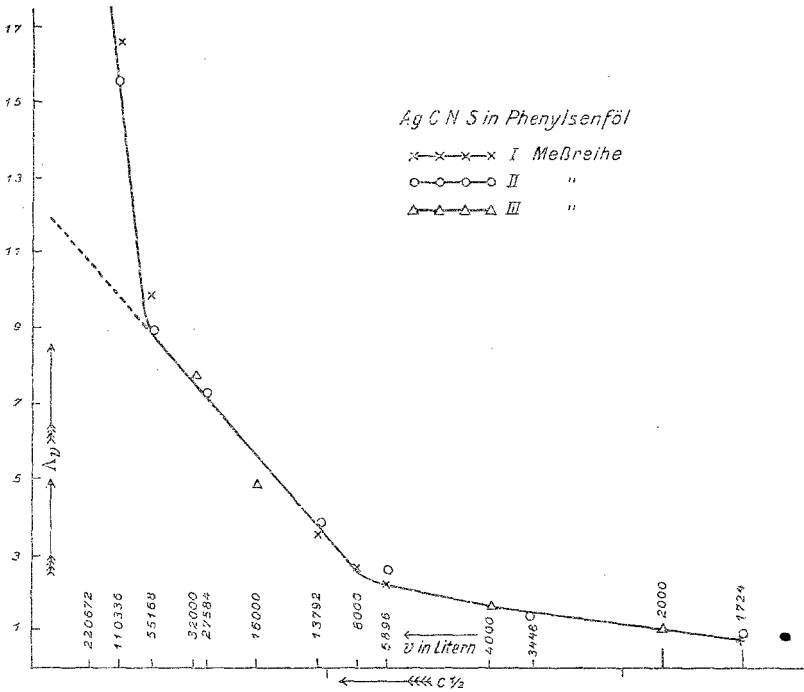


Fig. 7.

schwachen Anstieg, bei 13.000 l beginnt ein nahezu linearer Anstieg, der vielleicht als Gültigkeitsbereich des Quadratwurzelgesetzes betrachtet werden kann. Der Grenzwert beträgt im Mittel 21·5. (Tab. XIX bis XXI, Fig. 7.)

Tabelle XIX.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty}$ ber.
1.724	0·904	
3.448	1·45	
6.896	2·687	
13.792	3·929	
27.584	7·326	20·4
55.168	9·089	25·11
110.336	15·52	45·51
220.672	30·51	im Mittel 22·75

Tabelle XX.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty}$ ber.
2.000	0·99	
4.000	1·75	1·0
8.000	2·71	12·93
16.000	4·81	19·4
32.000	7·82	im Mittel 15·66

Tabelle XXI.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_\infty$ ber.
1.724	0.8487	
3.448	1.586	
6.896	2.237	
13.792	3.515	
27.584	7.438	22.54
55.168	9.908	19.19
110.336	16.503	41.73
220.672	27.74	im Mittel 20.86

### 3. Messung der Leitfähigkeit von Lithiumbromid in Benzaldehyd.

Versuche mit V. Raschka.

#### a) Reinigung des Lösungsmittels und Löslichkeit des LiBr.

Zur Reinigung wurde das Präparat mehrmals fraktioniert (KP. 171), (DK.<sub>20</sub>° 18.0).

1000 cm<sup>3</sup> Benzaldehyd lösen bei 25° 136.28 g LiBr.

#### b) Ergebnisse der Messungen.

Die Lösungen der Verdünnung 1.275 bis 40.8 l waren intensiv grüngelb gefärbt, während die konzentrierten Lösungen

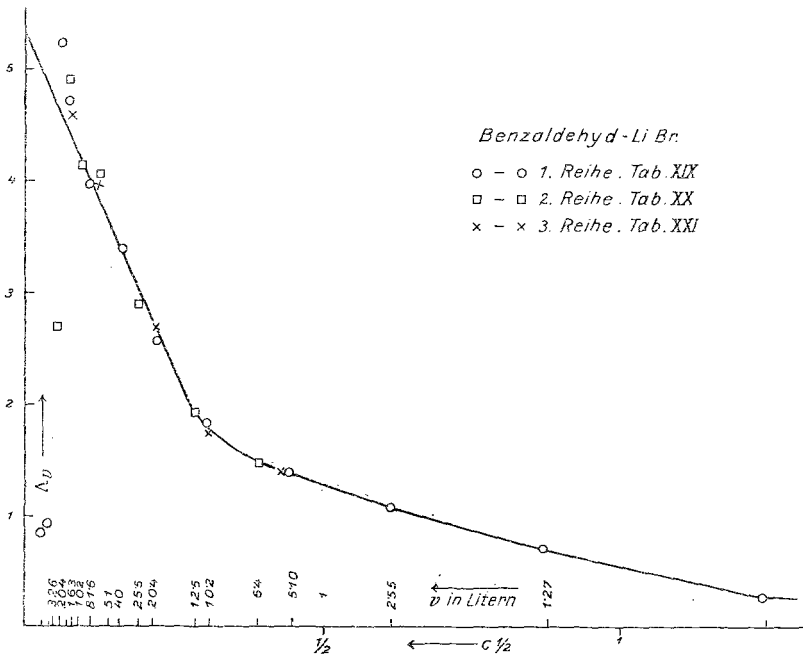


Fig. 8.

sowie die der höheren Verdünnungen farblos waren. Der Gültigkeitsbereich des Quadratwurzelgesetzes findet sich innerhalb der

Verdünnung 10 und 400 l. Der Grenzwert liegt bei 6·3. (Tab. XXII bis XXIV, Fig. 8.)

Tabelle XXII.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty \text{ ber.}}$
0·637	0·2949	
1·275	0·7109	
2·55	1·10	
5·10	1·450	3·80
10·2	1·833	4·91
20·4	2·518	4·63
40·8	3·460	5·17
81·6	3·973	5·62
163·2	4·731	
326·4	5·356	
652·8	0·9283	
1.305·6	0·804	

Tabelle XXIII.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty \text{ ber.}}$
6·373	1·521	
12·747	1·947	
25·494	2·799	
51·0	4·01	
102·0	4·138	
204·0	4·91	4·93
408·0	2·746	5·28
816·0	0·852	5·97
1.632·0	0·836	

Tabelle XXIV.

$v$	$\Lambda_v$	$\Lambda_{\infty \text{ ber.}}$
0·637	0·2938	
1·275	0·7475	
2·55	1·110	
5·10	1·478	
10·2	1·888	
20·4	2·546	
40·8	3·474	3·62
81·6	3·993	4·70
163·2	4·723	4·91
326·4	5·467	5·65
652·78	0·861	5·84
1.305·6	0·757	

### Zusammenfassung der Ergebnisse.

Es wurde neuerlich an acht organischen Lösungsmitteln von verschiedenster Natur gezeigt, daß der Verlauf der molaren Leitfähigkeitskurven bei hohen Verdünnungen der von Kohlrausch in wässrigen Lösungen empirisch gefundenen und von Debye und Hückel als Grenzesetz theoretisch abgeleiteten Formel

$$\Lambda_v - \Lambda_{\infty} = k \cdot c^{\frac{1}{2}}$$

gehörchen.