

## Beiträge zur Theorie der elektrischen Ionen Nr. 18.

## Ionenbeweglichkeit und Raumerfüllung der Arsinsäureionen.

VON RICHARD LORENZ UND ERIKA SCHMIDT.

Der Zusammenhang zwischen Ionenbeweglichkeit und molarem Leitvermögen ergibt sich eindeutig nur dann, wenn man jedesmal von der PLANCKSchen Stromleitungsgleichung ausgeht<sup>1)</sup> und mit ihrer Hilfe das molare Leitvermögen bildet. Für eine Stufendissoziation, die den hier vorliegenden Fällen entspricht, bei denen als Kation  $\text{Na}^+$  abgespalten wird und als Anion der Säurerest zurückbleibt und welche folgende Formel hat

$$\begin{aligned}\text{I} \quad R X_\sigma &= R X'_{(\sigma-1)} + X^+ \\ \text{II} \quad R X_\sigma &= R X''_{(\sigma-2)} + 2 X^+ \\ \text{III} \quad R X_\sigma &= R X'''_{(\sigma-3)} + 3 X^+ \\ &\text{usw.}\end{aligned}$$

ergeben sich dann unter der Annahme, daß das betreffende Salz stets nur in einer einzigen Dissoziationsform vorhanden sein kann, folgende Formeln für die Grenzwerte des molaren Leitvermögens der verschiedenen Stufen

$$\begin{aligned}\text{I} \quad \mu_{\infty \text{ I}} &= F\{U_1 + V_1\} \\ \text{II} \quad \mu_{\infty \text{ II}} &= 2F\{U_1 + V_2\} \\ \text{III} \quad \mu_{\infty \text{ III}} &= 3F\{U_1 + V_3\} \\ &\text{usw.}\end{aligned}$$

Hierin sind  $U_1, V_1, V_2, V_3$  die Ionenbeweglichkeiten in cm/sec unter dem Einfluß eines Spannungsgefälles von 1 Volt/cm, und ferner bezeichnet  $U_1$  die Beweglichkeit des  $X^+$ -Ions (in diesem Falle  $\text{Na}^+$ ) und weiter  $V_1$  diejenige des  $R X'_{(\sigma-1)}$ ,  $V_2$  diejenige des  $R X''_{(\sigma-2)}$ ,  $V_3$  diejenige des  $R X'''_{(\sigma-3)}$  usw.

Um auf relative Ionenbeweglichkeiten im Sinne der klassischen Theorie von KOHLRAUSCH-ARRHENIUS umzurechnen, haben wir zu setzen

$$F U_1 = u_1; \quad F V_1 = v_1; \quad F V_2 = v_2; \quad F V_3 = v_3 \dots$$

<sup>1)</sup> R. LORENZ, *Zeitschr. anorg. u. allg. Chem.* 106 (1919), 49.

Es sind dann

$$\begin{aligned}\text{I} \quad \mu_{\infty \text{ I}} &= u_1 + v_1 \\ \text{II} \quad \mu_{\infty \text{ II}} &= 2(u_1 + v_2) \\ \text{III} \quad \mu_{\infty \text{ III}} &= 3(u_1 + v_3) \\ &\text{usw.}\end{aligned}$$

Sollen aus diesen Gleichungen  $v_1 v_2 v_3 \dots$  bestimmt werden, wenn  $\mu_{\infty}$  und  $u_1$  gegeben sind, so wird

$$\begin{aligned}\text{I} \quad v_1 &= \mu_{\infty \text{ I}} - u_1 \\ \text{II} \quad v_2 &= \frac{\mu_{\infty \text{ II}}}{2} - u_1 \\ \text{III} \quad v_3 &= \frac{\mu_{\infty \text{ III}}}{3} - u_1 \\ &\text{usw.}\end{aligned}$$

Dies sind die Gleichungen, nach welchen in solchen Fällen gerechnet werden muß. Sie wurden im folgenden benutzt. Die Beweglichkeit des Na-Ions bei 25° ist nach KOHLRAUSCH 52,3. Diese Zahl wurde bei der Berechnung der Einzelbeweglichkeiten der verschiedenen Anionen zugrunde gelegt. In Tabelle 1 sind diese Berechnungen zusammengestellt. Die unter „Nr.“ verzeichneten römischen Ziffern beziehen sich auf die Formelbilder der Säuren<sup>1)</sup>, die voranstehenden gewöhnlichen Ziffern auf die Tabelle 4 der vorigen Abhandlung.<sup>2)</sup> Nach dem Namen des Ions folgt dessen Formel.  $\sigma$  bedeutet die Wertigkeit des Ions.  $\mu_{\infty}$  bezieht sich auf die  $[S_0]^{1/2}$ -Extrapolation<sup>3)</sup>,  $\frac{\mu_{\infty}}{v}$  ist das in Betracht kommende Glied der obigen letzten Formel,  $v$  ist die berechnete Beweglichkeit des Ions.  $\frac{v}{\sigma}$  ist die auf die Formel von STOKES bezügliche Beweglichkeit, worüber weiter unten berichtet wird.

### Raumerfüllung und Ionenbeweglichkeit.

Die Grundformel dieser Beziehung ist

$$u^3 = \frac{123,1^3}{\Phi} \text{ bei } 25^\circ.$$

<sup>1)</sup> Vgl. *Zeitschr. anorg. u. allg. Chem.* 111 (1920), 175.

<sup>2)</sup> Vgl. *Zeitschr. anorg. u. allg. Chem.* 112 (1920), 209.

<sup>3)</sup> Vgl. *Zeitschr. anorg. u. allg. Chem.* 112 (1920), 209.

Tabelle 1.  
Beweglichkeit der Arsinsäureionen bei 25°.

Nr.	Name des Ions	Formel	$\sigma$	$\mu_{\infty}$	$\frac{\mu_{\infty}}{\sigma}$	$\nu$	$\frac{\nu}{\sigma}$
3	III o-Phenylendiaminarsäure . . . .	$C_6H_4(NH_2)_2AsO(OH)O'$	1	75,18	75,18	22,9	22,9
1	I Arsanilsäure . . . . .	$C_6H_4 \cdot NH_2 \cdot AsO(OH)O'$	1	75,53	75,53	23,2	23,2
4	IV Dimethylaminophenylarsinsäure . .	$C_6H_4 \cdot N(CH_3)_2 \cdot AsO(OH)O'$	1	76,48	76,48	24,18	24,2
2	II o-Toluidinarsäure . . . . .	$C_6H_3 \cdot NH_2 \cdot CH_3 \cdot AsO(OH)O'$	1	76,59	76,59	24,3	24,3
15	VI 3-Nitro-4-aminophenylarsinsäure . .	$C_6H_3 \cdot NH_2 \cdot NO_2 \cdot AsO(OH)O'$	1	77,92	77,92	25,0	25,0
12	IX 3-Nitro-4-oxypheylarsinsäure . . .	$C_6H_3 \cdot OH \cdot NO_2 \cdot AsO \cdot O_2''$	2	177,55	88,77	36,47	18,3
17	XII Dinitrophenolarsinsäure . . . . .	$C_6H_3 \cdot OH(NO_2)_2 \cdot AsO \cdot O_2''$	2	189,73	94,36	42,06	21,0
14	VI 3-Nitro-4-aminophenylarsinsäure . .	$C_6H_3 \cdot NH_2 \cdot NO_2 \cdot AsO \cdot O_2''$	2	189,88	94,94	42,64	21,3
7	VIII Dibromphenolarsinsäure . . . . .	$C_6H_3 \cdot OH \cdot Br_2 \cdot AsO \cdot O_2''$	2	192,04	96,02	43,72	21,9
9	V Resorzinarsinsäure <sup>1)</sup> . . . . .	$C_6H_3(OH)_3 \cdot AsO \cdot O_2''$	2	197,18	98,59	46,29	23,3
6	VII Dichlorphenolarsinsäure . . . . .	$C_6H_3 \cdot OH \cdot Cl_2 \cdot AsO \cdot O_2''$	2	198,35	99,18	46,88	23,4
20	XI p-Phenylendiararsinsäure . . . . .	$C_6H_4(AsO)_2 \cdot OH \cdot O_2'''$	3	287,12	95,71	43,41	14,5
11	IX 3-Nitro-4-oxypheylarsinsäure . . .	$C_6H_3 \cdot NO_2 \cdot AsO \cdot O_2'''$	3	329,20	109,73	57,43	19,1
16	XII Dinitrophenolarsinsäure . . . . .	$C_6H_3(NO_2)_2 \cdot AsO \cdot O_2'''$	3	330,0	110,0	57,70	19,2
19	XI p-Phenylendiararsinsäure . . . . .	$C_6H_4(AsO)_2 \cdot O_4'''$	4	392,17	98,04	45,74	11,4

<sup>1)</sup> In der Z. anorg. u. allgem. Chem. 111 (1920), 175 auf S. 176 aufgeführten Formel der Resorzinarsäure ist durch einen Druckfehler eine OH-Gruppe ausgelassen.

Darin ist  $u$  die experimentell gefundene Ionenbeweglichkeit und  $\Phi$  der von den Ionen eingenommene Raum, das Ionenmolvolum. Weiter ist die Raumerfüllungszahl

$$\psi = \frac{\Phi}{V_0},$$

worin  $V_0$  das auf den absoluten Nullpunkt bezogene Volum des „Ionenkörpers“ ist. Die molekularkinetisch gegebenen Grenzen der Raumerfüllungszahl sind

$$0,25 < \psi < 0,74.$$

Man erhält also für die Vorausberechnung der Ionenbeweglichkeit die beiden Gleichungen

$$u_1 = \frac{195,2}{V_0^{1/4}} \quad \text{und} \quad u_2 = \frac{136,0}{V_0^{1/4}}.$$

Nach diesen Formeln wird der Vergleich von Ionenbeweglichkeit und Raumerfüllung durchgeführt. Zu seiner Ausführung ist es jedoch erforderlich, das Volum des Ionenkörpers zu kennen. Zu diesem Zwecke muß untersucht werden, ob die Arsinsäuren dem Korpschen Volumgesetz gehorchen und ihre Dichten müssen bekannt sein.

#### Bestimmung der Dichten der Arsinsäuren.

Die Dichten der Arsinsäuren waren bisher noch unbekannt. Sie wurden daher bestimmt. Es wurde die Verdrängungsmethode im Pyknometer angewandt. Als Pyknometerflüssigkeit mußte eine solche benutzt werden, in welcher diese Stoffe unlöslich waren. Nach einigen Lösungsversuchen wurde Benzol als geeignet gefunden. Reinstes thiophenfreies kristallisierbares Benzol von Merck wurde angewandt, seine Dichte ergab sich zu

$$d^{20^\circ} = 0,8790.$$

Das Pyknometer faßte 10 ccm und war mit eingeschliffenem Stöpsel und aufgeschliffener Kappe versehen. Diese Vorsichtsmaßnahmen mußten wegen der Flüchtigkeit des Benzols angewandt werden. Die zu bestimmende Substanz wurde fein gepulvert, im Pyknometer abgewogen, darauf wurde das Pyknometer bis zur Hälfte mit Benzol gefüllt. Dann wurde im Vakuum erhitzt, bis zum Sieden des Benzols, damit die Luft ganz aus dem Pulver entfernt wurde. Nach dem Abkühlen wurde das Pyknometer ganz mit Benzol gefüllt und die Wägung ausgeführt. Bezeichnet  $P_1$  das Gewicht des ganz mit Benzol gefüllten Pyknometers bei der Versuchstemperatur,  $m$  die Substanzmenge,  $P_2$  das Gewicht des mit der Substanz und Benzol

gefüllten Pyknometers bei derselben Temperatur und  $d$  das spezifische Gewicht des Benzols bei dieser Temperatur, so ist das spezifische Gewicht der Substanz

$$s_t = \frac{m d_t}{P_1 + m - P_2}.$$

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 verzeichnet. Die sich aus den Dichten ergebenden Molvolume bei 20° sind ebenfalls in die Tabelle eingetragen.

Tabelle 2.  
Dichten der freien Arsinsäuren bei 20°.

	Formel. Gew.	$d_{20^\circ}$	$V_{20^\circ}$
I Arsanilsäure . . . . .	217,0	1,9571	110,9
II o-Toluidinarsinsäure . . . . .	230,0	1,7475	131,6
III o-Phenylendiaminarsinsäure . . . . .	232,0	1,8313	126,7
IV Dimethylaminophenylarsinsäure.. . . .	244,0	1,6746	145,7
V Resorzinarsinsäure . . . . .	234,0	2,0040	116,8
VI 3-Nitro-4-aminophenylarsinsäure . . . . .	262,0	2,0359	127,7
VII Dichlorphenolarsinsäure . . . . .	286,9	2,1029	136,4
VIII Dibromphenolarsinsäure . . . . .	375,8	2,4150	155,7
IX 3-Nitro-4-oxypheylarsinsäure . . . . .	263,0	2,0314	129,47
X p-Phenylendiarsinsäure . . . . .	326,0	2,2025	143,0
XI Dinitrophenolarsinsäure . . . . .	309,0	2,0565	150,3

#### Anwendung des Koppischen Gesetzes auf Arsinsäuren.

Für die Ermittlung des Volums des Ionenkörpers der Arsinsäureionen muß die Frage entschieden werden, ob die Volume der Arsinsäuren der Regel von Kopp gehorchen. Hierbei ergaben sich einige Schwierigkeiten. Zunächst die, daß das Kopp'sche Molvolum des Benzolkerns noch nicht genügend ermittelt ist. Wir versuchten es daher zu berechnen. Die folgende Zusammenstellung enthält die Berechnungen.

#### Molvolum des Benzolkerns.

Mit drei doppelten Bindungen berechnet 82,2 ccm

Ohne doppelte Bindungen berechnet . . 70,2

Aus Molgewicht und Dichte gefunden . 68,7

Die Angaben beziehen sich auf den absoluten Nullpunkt. Sie zeigen, daß das Volum des Benzols nach Kopp berechnet zu groß ausfällt, wenn man drei doppelte Bindungen in die Rechnung einbezieht, die Berechnung ohne jede doppelte Bindung entspricht einigermaßen dem Befunde aus der Dichte des Benzols. Man könnte also die aromatischen Verbindungen hiernach einigermaßen gut nach Kopp

berechnen. Für die vorliegenden Fälle der Arsinsäuren fehlt jedoch das KOPPSche Atomvolum des Arsens. Da wir nun die Molvolume der Arsinsäure aus den Dichten bestimmt hatten, sollte die Gelegenheit benutzt werden, das Molvolum des Arsens zu ermitteln. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse.

Tabelle 3.  
Molvolum des Arsens.

Aus	Arsanilsäure . . . . .	15,2 ccm
„	o-Toluidinarsinsäure . . . . .	22,5
„	o-Phenylendiaminarsinsäure . . . . .	29,5
„	Dimethylaminophenylarsinsäure . . . . .	19,9
„	Resorzinarsinsäure . . . . .	15,6
„	3-Nitro-4-aminophenylarsinsäure . . . . .	11,2
„	Dichlorphenolarsinsäure . . . . .	16,3
„	Dibromphenolarsinsäure . . . . .	33,3
„	3-Nitro-4-oxypheylarsinsäure . . . . .	13,7
„	p-Phenylendiarsinsäure . . . . .	20,8
„	Dinitrophenolarsinsäure . . . . .	15,3

Es sind hierbei die Werte der Benzolreste, wie oben dargelegt, ohne doppelte Bindungen berechnet worden. Ferner wurden die Volume der Arsinsäuren bei 20° benutzt. Sie wurden nicht erst besonders auf den absoluten Nullpunkt extrapoliert. Das Ergebnis der vorstehenden Tabelle ist nicht sehr ermutigend. Die Werte für das Arsenvolum sind erheblich wenig konstant. Immerhin lassen sie eine gewisse gleichmäßige Größenordnung erkennen.

Es ist auch versucht worden, mit Hilfe des KOPPSchen Gesetzes die Ionenbeweglichkeiten zu berechnen. Dazu ist vom experimentell gefundenen Molvolum der Säure beim absoluten Nullpunkt das KOPPSche Atomvolum für Wasserstoff = 3,9 abgezogen worden. Das so ermittelte Ionvolum wurde dann mit den beiden Raumerfüllungszahlen multipliziert und aus dem so gefundenen Ionenraum nach der bekannten Gleichung (siehe weiter unten) die Ionenbeweglichkeit berechnet. Die so berechnete Beweglichkeit unterscheidet sich nicht viel von der nach HEYDWEILLER ermittelten Beweglichkeit.

#### Berechnung des Ionenraumes nach Heydweiller.

Nachdem sich gezeigt hatte, daß die Anwendung des KOPPSchen Gesetzes auf die Arsinverbindungen nicht ganz einwandfrei ist, ermittelten wir den Ionenraum nach der Methode von HEYDWEILLER, wie dies bereits früher von LORENZ und POSEN<sup>1)</sup> ebenfalls bei gewissen Verbindungen schon getan worden ist. Der Satz von HEYD-

<sup>1)</sup> LORENZ und POSEN, *Zeitschr. anorg. u. allg. Chem.* 96 (1916), 217.

WEILLER<sup>1)</sup> sagt aus, daß der wahre Molenraum eines Elektrolyten sich additiv zusammensetzt aus den Räumen seiner Ionen. HEYDWEILLER hat dies Resultat auf optischem Wege gefunden. In einer seiner Abhandlungen<sup>2)</sup> befinden sich Angaben über den Ionenraum der häufigsten Kationen und Anionen. Für die vorliegende Arbeit ist nur der von dem H<sup>+</sup>-Ion eingenommene Raum von Bedeutung, für welchen HEYDWEILLER den Wert

$$H^+ = 1,45 \text{ cm}^3$$

gefunden hat.

Je nachdem es sich nun um ein- oder mehrbasische Säuren handelt, muß der einfache oder mehrfache Betrag dieses Ionenraumes von dem wahren Molenraum abgezogen werden. Das Verfahren, welches in diesem Falle einzuschlagen ist, besteht also darin, daß man die aus den Dichten ermittelten Volume zunächst mit den beiden Raumerfüllungszahlen in Eigenräume verwandelt und von diesen das HEYDWEILLERSche Ionenvolum des Wasserstoffs in Abzug bringt. Diese Eigenräume, die sich auf die ganze Verbindung beziehen, verwandeln sich dadurch in Ionenvolum. Nennen wir diese  $\Phi_j$ , so ist dann die Beweglichkeit

$$v_{25} = \frac{123,1}{\sqrt[3]{\Phi_j}},$$

wobei  $\Phi_j$  für jede Grenze besonders berechnet ist und daher für  $v$  zwei Grenzwerte  $v_1$  und  $v_2$  entstehen, zwischen denen die experimentell gefundene Beweglichkeit liegen soll.

#### Vergleich der auf elektrochemischem Wege ermittelten Ionenbeweglichkeiten mit den aus Dichtebestimmungen erlangten.

Der Vergleich der elektrochemisch ermittelten Ionenbeweglichkeiten mit den aus den Dichtemessungen berechneten ist in Tabelle 4 durchgeführt. In der ersten Spalte findet sich die Formel des Ions, in der zweiten das Ionengewicht, dann die Zahl der Atome, die im betreffenden Atom vorhanden sind, das Molekularvolum der zugehörigen Verbindung beim absoluten Nullpunkt, die obere Grenze der Beweglichkeit  $v_1$ , die untere Grenze der Beweglichkeit  $v_2$  und dazwischen die experimentell ermittelte Beweglichkeit. Diese Beweglichkeitswerte beziehen sich auf die Temperatur von 25°.

<sup>1)</sup> A. HEYDWEILLER, *Ann. d. Phys.* (4) 4 (1913), 499 ff.; 42 (1913), 1273.

<sup>2)</sup> Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft XII. Jahrg. 14 (1914), 72.

Tabelle 4.

	Ionen- gew.	An- zahl d. Atome	$V_0$	$v_1$	$v$	$v_2$
Einwertige Ionen.						
1. Arsanylsäure-Ion . . . . .	216,0	18	107,7	41,8	23,2	28,2
2. Phenylendiaminarsäure-Ion . . . . .	231	20	123,0	39,1	22,9	27,5
3. Dimethylaminphenylarsinsäure-Ion . . . . .	243	24	142,1	38,5	23,4	26,3
4. 3-Nitro-4-amino-phenylarsinsäure-Ion . . . . .	261	20	125,0	39,7	25,0	27,4
5. o-Toluidinarsäure-Ion . . . . .	230	21	126,7	39,5	24,3	27,2
Zweiwertige Ionen.						
6. Dichlorphenolarsinsäure-Ion . . . . .	285	16	126,4	40,2	23,4	26,3
7. Dibromphenolarsinsäure-Ion . . . . .	374	16	151,1	37,7	21,9	25,8
8. Resorzinarsinsäure-Ion . . . . .	232	17	113,4	41,9	23,3	28,4
9. 3-Nitro-4-oxy-phenylarsinsäure-Ion . . . . .	261	18	125,7	41,0	(18,21)	27,4
10. 3-Nitro-4-amino-phenylarsinsäure-Ion . . . . .	260	19	125,0	40,4	22,3	27,5
11. Dinitrophenolarsinsäure-Ion . . . . .	308	20	145,4	41,1	21,0	26,1
Dreiwertige Ionen.						
12. 3-Nitro-4-oxy-phenylarsinsäure-Ion . . . . .	260	17	125,7	41,0	19,1	27,6
13. Dinitrophenolarsinsäure-Ion . . . . .	307	19	145,4	38,8	19,2	26,2
14. p-Phenylendiarsinsäure-Ion . . . . .	323	19	143,7	39,3	10,9	26,3
Vierwertige Ionen.						
15. p-Phenylendiarsinsäure-Ion . . . . .	322	18	143,7	39,9	11,4	26,5

Das Wichtigste an dieser Tabelle ist, daß die elektrochemisch gemessene Beweglichkeit der Ionen immer noch unter der unteren Grenze der aus der Dichte berechneten Beweglichkeiten bleibt. Da es sich aber hier in den meisten Fällen um mehrwertige organische Anionen handelt, so stimmt diese Beobachtung mit den früher <sup>1)</sup> erhaltenen Befunden an den übrigen mehrwertigen organischen Anionen überein. Diese Erscheinung, die sich also hier in völliger Regelmäßigkeit wiederholt, bedarf noch durchaus der Aufklärung.<sup>2)</sup>

Am Schlusse dieser Arbeit soll eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse der von uns mitgeteilten Untersuchungen über Arsinsäuren gegeben werden.<sup>3)</sup>

#### Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Es wurden die molaren Leitfähigkeiten und die Affinitätskonstanten einer Anzahl freier Arsinsäuren bestimmt, die sich hierbei zum Teil als erheblich starke Säuren erwiesen.

<sup>1)</sup> R. LORENZ u. I. POSEN, *Z. anorg. u. allg. Chem.* **94** (1916), 265.

<sup>2)</sup> Vgl. auch M. BORN, *Z. f. Physik* **1** (1920), 221.

<sup>3)</sup> Die vorstehend wiedergegebenen Untersuchungen bilden den Inhalt einer Inaug. Dissertation der naturw. Fakultät der Universität Frankfurt a. M.



2. Die Leitfähigkeiten und Affinitätskonstanten dieser Säuren wurden mit ihrer chemischen Konstitution verglichen und in Beziehung gebracht, wobei sich einige Abweichungen von den Formulierungen der organischen Chemie ergeben haben. Im großen ganzen verhalten sich jedoch die Arsinsäuren in dieser Hinsicht völlig normal und den Erfahrungen an anderen organischen Säuren analog.

3. Die Einzelheiten über 1 und 2 müssen im Original der Arbeiten nachgesehen werden.

4. Es wurden die Natriumsalze der Arsinsäuren hergestellt und auf ihr molares Leitvermögen geprüft. Die mehrwertigen Arsinsäuren besitzen hierbei die Fähigkeit, mehrere Reihen von Salzen zu bilden.

5. Die Einzelheiten hierüber müssen ebenfalls im Original der diesbezüglichen Arbeit nachgesehen werden.

6. Weiter wurden die Dichten der Arsinsäuren und damit im Zusammenhang ihre Molvolume ermittelt.

7. Die Prüfung der Anwendbarkeit des KOPPSchen Gesetzes auf diese Gruppe von Stoffen fiel nicht sehr zugunsten desselben aus. Das Molvolum des Arsens wird aus diesen Stoffen nicht sehr konstant, doch immerhin von gleicher Größenordnung gefunden.

8. Der LORENZsche Vergleich zwischen Raumerfüllung und Ionenbeweglichkeit wurde an den Arsinsäureionen durchgeführt, wobei die Ionenbeweglichkeiten unter Zuhilfenahme der kinetischen Grenzen und der Ionenvolumberechnung nach HEYDWEILLER voraus berechnet wurden. Das Ergebnis dieses Vergleiches ist analog demjenigen bei anderen mehrwertigen Säuren. Auch diese Arsinsäureanionen wandern beträchtlich zu langsam.

Bei der Ausführung der vorliegenden Arbeiten über Arsinsäureionen wurden wir von dem Georg Speyerhause in Frankfurt a. M. durch Geldmittel und durch Überlassung von Präparaten unterstützt. Wir sprechen hierfür und für das Interesse an dieser Arbeit insbesondere dem Leiter des Georg Speyerhauses, Herrn Geheimrat Prof. Dr. KOLLE, unseren herzlichsten Dank auch an dieser Stelle aus.

*Frankfurt a. M., Institut für physikalische Chemie der Universität und des Physikalischen Vereins.*

Bei der Redaktion eingegangen am 4. Juni 1920.