

Die Überföhrungszahl des Chromiions in violetten Chloridlösungen

Von

Karl Hopfgartner

Aus dem Chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Jänner 1919)

In Weiterführung der Versuche über die Überföhrungszahlen dreiwertiger anorganischer Kationen¹ wurde die Überföhrungszahl des Chromiions in violetten Chloridlösungen nach dem Hittorf'schen Verfahren bei drei Stärken der Lösung bestimmt, bei 0·075, 0·32 und 1 Grammäquivalentgewicht in 1000 g Lösung.

Chromchlorid wird wie Ferrichlorid beim Auflösen in Wasser zum Teil unter Abtrennung von Chlorwasserstoff hydrolytisch gespalten.² Über die Hydrolysenkonstante finden sich mehrere Angaben von Niels Bjerrum³ und von Denham,⁴ die untereinander ziemlich übereinstimmen und wonach man in der verdünntesten dieser Lösungen immerhin mehr als zwei Hundertteile der vorhandenen Moleküle als hydrolysiert betrachten müßte. Daher wurden auch bei den Versuchen mit Chromchlorid die Lösungen von vornherein mit einem kleinen Überschuß von Salzsäure hergestellt, um sicher bekannte Konzentrationen in bezug auf diese zu haben und außerdem noch die Hydrolyse zurückzudrängen. Die Berechnung der Überföhrungszahlen aus den Ergebnissen der Analysen geschah ganz ähnlich wie beim Ferri-

¹ Wien. Sitzber. 124, 369 und Mon. 36, 751 (1915).

² Weinland u. Koch, Z. anorg. Chem., 39, 299.

³ Z. phys. Chem., 59, 341 (1907).

⁴ J. chem. soc., 93, 51 (1908), auch C., 1908, I. 788.

chlorid¹ und auch der benützte Apparat war der gleiche. Analytisch verfolgt wurde die Konzentrationsänderung in der Umgebung der Anode, die aus amalgamiertem Kadmium bestand. Die durch den Elektrolyten geflossene Elektrizitätsmenge ergab sich aus den in einem eingeschalteten Silbercoulometer abgeschiedenen Silbermengen.²

Das Chromchlorid wurde in der Form des grünen Salzes des Dichlorotetraquochromichlorids nach der Vorschrift von Werner und Gubser³ dargestellt und abgewogene Mengen davon in Wasser mit dem gewünschten kleinen Zusatz von Salzsäure aufgelöst. Durch Erwärmen der Flüssigkeit auf dem Wasserbad und nachfolgendes mehrwöchiges Stehenlassen wurde das grüne Salz in das violette umgewandelt. Dabei war zu erwägen, ob diese Umwandlung hinreichend vollständig erfolgt sein konnte, daß die erhaltene Lösung sich als eine solche des violetten (oder blauen) Chlorids betrachten ließ. Nach Reccoura⁴ sowie Werner und Gubser⁵ ist das in verdünnten Lösungen der Fall; nach Olie⁶ erreichen Chromchloridlösungen in Wasser, gleichgültig, ob man ursprünglich von grünem oder violetterm Salz ausging, endlich einen Gleichgewichtszustand zwischen beiden Formen, der aber in verdünnteren Lösungen sehr weit zugunsten des violetten Chlorids verschoben ist, so daß selbst noch in Lösungen mit 9·22% Salz keine nachweisbare Menge von grünem Salz gefunden wird. Da nun selbst die stärkste untersuchte Lösung diesen Gehalt nicht erreicht, so hätte man annehmen können, daß sicher keine das Ergebnis beeinflussenden Mengen von grünem Chlorid mehr darin vorhanden waren. Nach späteren Versuchen von Bjerrum⁷ sowie Weinland und Schumann⁸ liegen allerdings die Verhältnisse nicht ganz so günstig, indem bei der Umwandlung des grünen Dichlorochromichlorids in das violette (oder blaue) Salz sich noch das Monochlorochromichlorid einschleibt, das wenigstens in stärkeren Lösungen beim Gleichgewicht in nennenswerten Mengen erhalten bleibt, während das Dichlorochromichlorid ganz zurücktritt. Nach Bjerrum wären in einer 1·06-molaren Lösung des grünen Salzes bei 25° schließlich ungefähr 85% blaues Salz, 13% Monochlorochlorid und nur Spuren von Dichlorochlorid vorhanden; in verdünnteren, z. B. 0·01-molaren ist aber die Umwandlung in violettes Chlorid praktisch vollständig.

Da die stärkste im Folgenden untersuchte Lösung nicht ein Mol, sondern nur ein Grammäquivalentgewicht in 1000 g enthielt, konnte aber selbst

¹ Wien. Sitzber., 124, 369 und Mon., 36, 751 (1915).

² Das dabei erforderliche, jetzt schwer zu beschaffende Feinsilber verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. W. Duregger, hier, der es mir aus seinem Privatbesitz zur Verfügung stellte.

³ Ber., 34, 1594 (1901).

⁴ C. r., 102, 515, 548 (1886).

⁵ Ber., 34, 1579 (1901).

⁶ Z. anorg. Chem., 51, 41 (1906).

⁷ Z. phys. Chem., 59, 359, 581 (1907).

⁸ Ber. 40, 2091 (1907).

nach den Bjerrum'schen Zahlen nicht mehr viel Monochlorid neben dem violetten Salz vorhanden sein, und für die beiden schwächeren Lösungen gilt dies noch in höherem Grade. Die Arbeit von Heydweiller¹ über die Geschwindigkeit dieser Umwandlungen läßt annehmen, daß der Übergang des grünen Dichlorosalzes in das (ebenfalls grüne) Monochlorochlorid schon bei 18° rasch, die weitere in violettes Salz dann langsam, aber doch nahezu vollständig erfolgt, selbst in einer Lösung von 20⁰/₁₀ Gehalt. Allerdings wirken auch größere Zusätze von Salzsäure anscheinend auf die Lage des Gleichgewichtes zwischen den verschiedenen Formen und auf die Geschwindigkeit ein, mit der es erreicht wird (Olie, Bjerrum), aber von den kleinen von mir angewendeten Zusätzen von höchstens 0·1 Mol auf 1000g war dies nicht in erheblichem Grade zu erwarten.

Die Analyse der Lösungen vor und nach dem Stromdurchgang lieferte unmittelbar den Gesamtgehalt an Chlor nach dem Verfahren von Volhard und den Gehalt an Chrom jodometrisch nach Überführung in Chromat. Der Unterschied beider Bestimmungen ergab den Gehalt an Wasserstoffion. Wegen der blaugrauen Färbung der Lösungen war es zur scharfen Erkennung der Endreaktion nach Volhard notwendig stark zu verdünnen. Das jodometrische Bestimmungsverfahren für das Chrom konnte umso eher gewählt werden, als die Arbeiten von Bruhns² die Bedenken zerstreuen, die dagegen längere Zeit bestanden und es sich in meinem Falle überdies nur um die Feststellung von Gehaltsunterschieden handelte.

Die Chromchloridlösung wurde zu diesem Zweck mit reiner Natronlauge alkalisch gemacht, mit reiner Wasserstoffsperoxydlösung (Perhydrol) in der Wärme oxydiert und dann durch längeres Kochen der Überschuß an Oxydationsmittel wieder zerstört. Bei der Analyse der Anodenlösungen, die ja Kadmium enthielten, ging das zuerst nicht glatt, offenbar weil sich Kadmiumsuperoxyd bildete, das durch Kochen nicht mehr zersetzbar war, beim Ansäuern aber auf Chromsäure unter Bildung von blauer Überchromsäure und Sauerstoffentwicklung einwirkte und deshalb eine zu geringe Jodabscheidung aus dem nachher zugesetzten Kaliumjodid verursachte.

Um dieses Superoxyd vollständig zu zerstören, wurde schließlich in die oxydierte alkalische Lösung Kohlendioxyd eingeleitet, in Kjeldahlkolben langsam zur Trockene eingedampft und der Rückstand vorsichtig erhitzt, bis er sich infolge der Bildung von Kadmiumoxyd bräunte. Nach dem Erkalten wurde mit Wasser übergossen, mit Salzsäure schwach angesäuert und Kaliumjodid zugesetzt. Aus Gründen der Gleichartigkeit wurden auch die ursprünglichen kadmiumfreien Lösungen ebenso behandelt. Von jeder Art von Lösung wurden mehrere Analysen ausgeführt und die gut übereinstimmenden Werte zu Mittelwerten vereinigt. Als Überführungszahl des Wasserstoffes, die in die Rechnungen eingeht, wurde der Wert 0·830 benützt.

¹ Z. anorg. Chem., 91, 66 (1915).

² J. pr. Chem. [2], 93, 73, 312 (1916).

Die Ergebnisse der Versuche sind in den Tabellen 1, 2 und 3 zusammengestellt, deren einzelne Spalten aus ihren Überschriften ohne weiteres verständlich sind.

Aus den 10 Versuchen der Tabelle 1 ergibt sich der Mittelwert der Überführungszahl des Chroms in der violetten salzsäurehaltigen Lösung des Chlorids

$$1 - n_2 = 0.414 \pm 0.005$$

bei einer Stärke von rund 0.075 Äquivalenten in 1000 g Lösung. Der Säuregehalt wechselte zwischen 0.072 und 0.1 Äquivalenten.

Die 9 Versuche der Tabelle 2 liefern den Mittelwert

$$1 - n_2 = 0.357 \pm 0.003$$

bei einer mittleren Stärke der Lösung von 0.32 Äquivalenten Chrom in 1000 g und 0.009 bis 0.06 Molen Salzsäure.

Aus den 10 Versuchen der Tabelle 3 endlich folgt der Wert

$$1 - n_2 = 0.318 \pm 0.005$$

bei einem Gehalt von rund 1 Äquivalent Chrom und 0.005 bis 0.08 Molen Salzsäure in 1000 g.

Trägt man die Mittelwerte der Überführungszahlen in ein Koordinatensystem ein als Funktion der Chromkonzentration, so zeigt sich ein starkes Ansteigen mit zunehmender Verdünnung (Fig. 1). Dies macht es schwer, mit einiger Sicherheit auf die Überführungszahl bei unendlicher Verdünnung zu extrapolieren. Dem Linienzug folgend gelangt man etwa zum Wert 0.446. Das hat aber zur Voraussetzung, daß die Zahlen mit noch weitergehender Verdünnung in der gleichen Stärke weiter ansteigen, was doch der Wahrnehmung widerspricht, daß bei höheren Verdünnungen im allgemeinen keine sehr starken Änderungen der Überführungszahlen mehr eintreten. Versucht man dagegen von den Werten bei den Konzentrationen 0.32 und 0.075 geradlinig zu extrapolieren, so liefert das eine beträchtlich kleinere Ziffer, 0.430, für die Überführungszahl bei großer Verdünnung; und endlich kommt doch auch noch die Annahme in Betracht, es sei bei der Konzentration 0.075 der Endwert im wesentlichen schon erreicht.

Je nach diesen drei verschiedenen Voraussetzungen berechnet sich unter Benützung des Wertes von 65.5 für die Beweglichkeit des Chlorions bei 18° eine Beweglichkeit des violetten Chromions von $u = 52.7$ (für $1 - n_2 = 0.446$) oder

von $w' = 49.5$ (für $1 - n_2 = 0.430$) oder endlich von $w'' = 46.3$ (für $1 - n_2 = 0.414$).

Nun hat Heydweiller¹ kürzlich aus Leitfähigkeitsbestimmungen an ziemlich konzentrierten Lösungen durch ein graphisches Extrapolationsverfahren zunächst die Endwerte der Äquivalentleitfähigkeiten bei der Konzentration Null abgeleitet und daraus sowie aus den bekannten Anionenbeweglichkeiten die Beweglichkeiten für Cr^{+++} , Fe^{+++} und Fe^{++} berechnet.

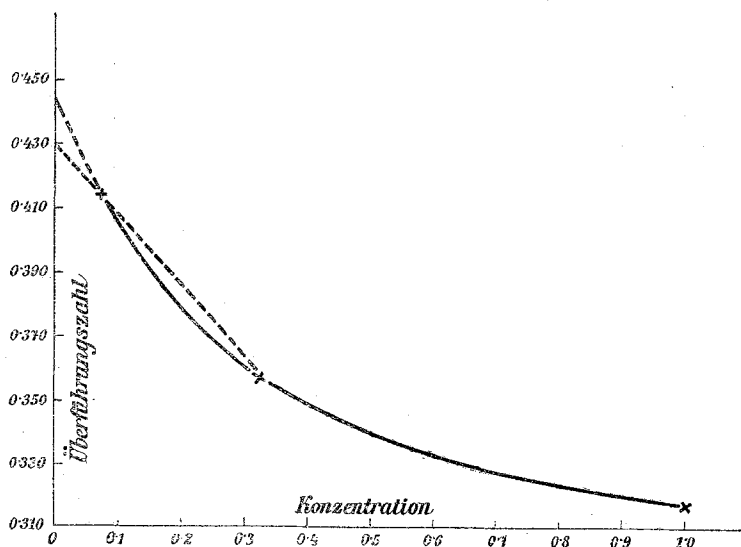


Fig. 1.

Stellt man die so gefundenen Werte Heydweiller's mit den von mir und Frau Marinković² auf Grund der Überführungszahlen geschätzten Beweglichkeiten zusammen, so ergibt sich folgende Übersicht:

Beweglichkeit des	Cr^{+++}	Fe^{+++}	Fe^{++}
aus Leitfähigkeit (Heydweiller)	44.9	61.2	45.3
aus Überführungsversuchen.....	52.7, 49.5, 46.3	43, 39	46, 39

Berücksichtigt man den Umstand, daß alle diese Zahlen eigentlich nur Schätzungen sind und daß außerdem der Wert 52.7 für Cr fast sicher zu groß ist, so ist nur der Unterschied bei Fe^{+++} auffallend groß und es scheint mir doch erwägenswert, ob hier nicht infolge der bekannt starken

¹ Z. phys. Chem., 89, 281 (1915).

² Wien. Sitzber., 124, 439 und Mon., 36, 831.

Tabelle 1.
Überführungszahl des Chromions in violettem CrCl₃.
 Konzentration zirka 0.075 Äquivalente auf 1000 g Lösung mit wechselndem Säureüberschuß.

Versuch Nr.	Dauer des Versuches in Minuten	Mittlere Temperatur	Die Lösung enthielt vor der Elektrolyse in 100 Teilen Äquivalente			Im Coulometer ab- geschiedene Äqui- valente	Die Lösung in der Umgebung der Anode nach der Elektrolyse			enthielt Cd gelöst in g	Die Mittelschicht enthielt Cl	Überführungszahl des $\frac{\text{Cr} \cdots}{3}$	
			Cl	Cr	H		wog g	enthielt Äquivalente	Cl				Cr
1	1023	19.3°	0.01475	0.00759	0.00716	0.00346	70.172	0.01121	0.00500	0.00275	0.190	0.01471	0.419
2	1020	19.0°	0.01475	0.00759	0.00716	0.00358	69.340	0.01110	0.00493	0.00259	0.210	0.01473	0.419
3	980	19.2°	0.01475	0.00759	0.00716	0.00337	71.664	0.01140	0.00513	0.00290	0.193	0.01472	0.420
4	1046	17.5°	0.01475	0.00759	0.00716	0.00353	70.708	0.01130	0.00504	0.00273	0.201	0.01466	0.425
5	902	16.1°	0.01758	0.00752	0.01006	0.00391	75.309	0.01409	0.00540	0.00478	0.224	0.01753	0.421
6	870	15.2°	0.01758	0.00752	0.01006	0.00327	74.737	0.01383	0.00543	0.00513	0.186	0.01759	0.415
7	1006	15.4°	0.01758	0.00752	0.01006	0.00359	72.604	0.01353	0.00522	0.00472	0.210	0.01760	0.431
8	1024	13.1°	0.01581	0.00728	0.00853	0.00302	74.391	0.01242	0.00525	0.00415	0.170	0.01582	0.385
9	960	11.6°	0.01581	0.00728	0.00853	0.00269	74.069	0.01232	0.00519	0.00444	0.151	0.01577	0.422
10	1022	12.0°	0.01581	0.00728	0.00853	0.00338	71.930	0.01219	0.00498	0.00383	0.190	0.01571	0.387

Tabelle 2.
Überführungszahl des Chromions in violetterm CrCl_3 .

Konzentration zirka 0.32 Äquivalente auf 1000 g Lösung mit wechselndem Säureüberschuß.

Versuch Nr.	Dauer des Versuches in Minuten	Mittlere Temperatur	Die Lösung enthält vor der Elektrolyse in 100 Teilen Äquivalente			Im Coulometer ab- geschickene Äqui- valente	Die Lösung in der Umgebung der Anode nach der Elektrolyse				enthält Cd gelöst in g	Die Mittelschicht enthält Cl	Überführungszahl des $\frac{\text{Cr}}{\dots}$
			Cl	Cr	H		enthält Äquivalente						
							wog g	Cl	Cr	H			
1	902	15.5°	0.03291	0.03201	0.00090	0.00258	0.02458	0.02180	0.00020	0.145	0.03299	0.350	
2	1030	18.0°	0.03291	0.03201	0.00090	0.00335	0.02423	0.02087	0.00001	0.188	0.03293	0.353	
3	937	19.5°	0.03291	0.03201	0.00090	0.00316	0.02372	0.02043	0.00013	0.185	0.03292	0.355	
4	907	19.3°	0.03800	0.03195	0.00605	0.00448	0.02785	0.02101	0.00236	0.257	0.03800	0.363	
5	816	17.8°	0.03800	0.03195	0.00605	0.00469	0.02831	0.02137	0.00225	0.268	0.03799	0.360	
6	886	17.8°	0.03800	0.03195	0.00605	0.00496	0.02843	0.02127	0.00220	0.286	0.03796	0.370	
7	960	18.0°	0.03800	0.03195	0.00605	0.00541	0.02872	0.02132	0.00199	0.302	0.03788	0.355	
8	920	19.0°	0.03800	0.03195	0.00605	0.00521	0.02815	0.02099	0.00195	0.296	0.03799	0.341	
9	900	20.9°	0.03800	0.03195	0.00605	0.00547	0.02799	0.02033	0.00199	0.316	0.03804	0.366	

Tabelle 3.

Überführungszahl des Chromions in violetterm Cr₂.
 Konzentration zirka 1 Äquivalent auf 1000 g Lösung mit wechselndem Säureüberschuss.

Versuch Nr.	Dauer des Versuches in Minuten	Mittlere Temperatur	Die Lösung enthielt vor der Elektrolyse in 100 Teilen Äquivalente			Im Coulometer ab- geschiedene Äqui- valente	Die Lösung in der Umgebung der Anode nach der Elektrolyse			enthielt Cd- gelöst in g	Die Mittelschicht enthielt Cl	Überführungszahl des $\frac{Cr^{+++}}{3}$	
			Cl	Cr	H		wog g	Cl	Cr				H
1	870	14.0°	0.09941	0.09891	0.00050	0.00558	72.115	0.07483	0.06918	0.00007	0.346	0.09930	0.327
2	902	15.0°	0.10100	0.09975	0.00125	0.00578	77.131	0.08107	0.07493	0.00036	0.364	0.10121	0.304
3	914	14.5°	0.10100	0.09975	0.00125	0.00642	76.521	0.08067	0.07404	0.00021	0.361	0.10096	0.331
4	926	14.5°	0.10100	0.09975	0.00125	0.00664	77.034	0.08156	0.07466	0.00026	0.412	0.10093	0.285
5	980	14.7°	0.10100	0.09975	0.00125	0.00737	75.112	0.07996	0.07237	0.00022	0.432	0.10096	0.305
6	853	16.2°	0.10806	0.10003	0.00803	0.00728	73.037	0.08226	0.07079	0.00419	0.420	0.10798	0.327
7	872	17.3°	0.10806	0.10003	0.00803	0.00742	75.813	0.08531	0.07356	0.00433	0.427	0.10791	0.324
8	850	16.8°	0.10806	0.10003	0.00803	0.00743	75.806	0.08518	0.07354	0.00421	0.422	0.10797	0.336
9	905	16.5°	0.10806	0.10003	0.00803	0.00767	77.264	0.08691	0.07305	0.00419	0.436	0.10835	0.318
10	883	16.9°	0.10806	0.10003	0.00803	0.00784	74.079	0.08351	0.07176	0.00391	0.486		0.318

Hydrolyse, die Quartaroli¹ bei einer 0·068-molaren Lösung schon zu 5·8% bestimmte, die Kurve der Äquivalentleitfähigkeiten etwas zu steil verläuft und deshalb eine zu große Endleitfähigkeit und Beweglichkeit gefunden wird. Die Überführungszahlen liefern eine deutlich größere Beweglichkeit des Chromiions als das Ferriion besitzt, während die aus der Leitfähigkeit gewonnenen Zahlen sich entgegengesetzt verhalten.

Die große Veränderlichkeit der Überführungszahl des Chroms mit der Verdünnung läßt gemäß den Ableitungen von Riesenfeld und Reinhold² auch eine starke Wassermitführung durch die Ionen erwarten. Dabei muß aber auch der von Remy³ scharf hervorgehobene Unterschied zwischen chemisch gebundenen Hydrat- und bloß adhärrierenden Wassermolekülen beachtet werden. Denn nach der großen Verschiedenheit im Verhalten der grünen Abänderungen und des violetten Chromochlorids darf man wohl die auf den Werner'schen Anschauungen fußende Formel $Cr(OH_2)_6^{3+}$ für das Kation des letzteren als gesichert betrachten und hat also nach der Remy'schen Bezeichnungsweise 6 Wassermoleküle als Hydratwasser anzusehen. Daneben kann noch eine Hülle aus adhärrierenden Wassermolekülen vorhanden sein. Die Anwendung der älteren Formeln von Riesenfeld und Reinhold unterliegt nach Remy dem Bedenken, daß man vorläufig kaum beurteilen kann, von welcher Verdünnung an die Größe der Wasserhüllen der Ionen von der Konzentration hinreichend unabhängig wird. Wenn ich sie trotzdem zu einer Abschätzung der Wasserhüllen verwende, so geschieht dies hauptsächlich, um die Ergebnisse mit den bei Ferrichlorid seinerzeit nach eben diesen Formeln berechneten zu vergleichen. Je nach dem Extrapolationsverfahren, das die Überführungszahl bei unendlicher Verdünnung liefern soll, werden natürlich verschiedene Zahlen erhalten, die in der Tabelle 4 zusammengestellt sind.

Die Zahlen der ersten und dritten Spalte sind unwahrscheinlich groß. Dagegen sind die der zweiten und vierten, die auf Grund der linearen Extrapolation der Überführungszahlen erhalten wurden, nicht ohne Analogien unter den seinerzeit von Riesenfeld und Reinhold berechneten Wasserhüllen. Verglichen mit den seinerzeit bei Ferrichlorid gefundenen Werten $A = 6$ und $K = 21$ sind die Wasserhüllen beider Ionen beim Chromchlorid aber auch dann noch groß.

Remy hat noch auf anderen Wegen bei zahlreichen Ionen die Wasserhüllen berechnet. Einer davon, der auch in unserem Falle gangbar ist, geht aus von der Beweglichkeit, ermittelt unter Benützung der Formel von Stokes den Halbmesser und das Volumen des Ions samt Wasserhülle, zieht davon das Atomvolumen ab und schätzt aus diesem Unterschied mit Zuhilfenahme von Hilfshypothesen die Zahl der Wassermoleküle ab. Setzt man demgemäß unter Beibehaltung der Remy'schen Grundwerte, $R_H = 1·09$ für den Halb-

¹ Gazz. chim. ital., 45, I, 146 (1915).

² Z. phys. Chem., 66, 672 (1909).

³ Z. phys. Chem., 89, 467, 529 (1915).

messer des H-Ions und $U_H = 315$ für dessen Beweglichkeit bei 18° , die Beweglichkeit des Chromiions nacheinander zu 53, 49·5, 46·3 oder nach Heydweiller zu 45, sowie das Atomvolumen des Chroms selbst zu 7·2 an, so ergeben sich als Anzahl der mit dem Cr verbundenen Wassermoleküle entsprechend die Werte $K = 32, 39, 47, 51$. Davon wären 6 Moleküle als Hydrat-, die übrigen als adhärierendes Wasser aufzufassen. Die Zahlen sind kleiner als die nach Riesenfeld und Reinhold berechneten, aber von der gleichen Größenordnung.

Tabelle 4.

	Konzentration 0·075 Äquivalente, d. h. 1 Äquivalent Salz auf 738 Mole Wasser		Konzentration 0·32 Äquivalente, d. h. 1 Äquivalent Salz auf 156 Mole Wasser	
	Übfzl. des Anions extrapol. zu $n_2 = 0·554$	Übfzl. des Anions extrapol. zu $n_2 = 0·570$	Übfzl. des Anions extrapol. zu 0·554	Übfzl. des Anions extrapol. zu 0·570
Wasserüberführung	— 33·6	— 11·8	— 13·9	— 11·4
Wasserhülle des Anions A	111	28	46	27
Wasserhülle des Kations K	214	64	88	62

Es liegt nahe, in diesem Zusammenhang auch die Frage nach der Überföhrungszahl der beiden grünen Formen des Chromiions aufzuwerfen, des Dichlorotetraquoehlorids und des Monochloropentaquoehlorids, die nach der Werner'schen Theorie zu schreiben wären $[\text{Cr}(\text{OH}_2)_4\text{Cl}_2]$ und $[\text{Cr}(\text{OH}_2)_5\text{Cl}]_2\text{Cl}_2$. Versuche, die zu diesem Zweck angestellt wurden, haben aber noch nicht zu verwertbaren Ergebnissen geföhrt. Während der verhältnismäßig langen Dauer eines Überföhrungsversuches erleiden die dem Gleichgewichtszustand zustrebenden Lösungen des grünen Satzes offenbar dauernd Veränderungen, und aus diesem Grunde waren bisher keine brauchbaren Zahlen zu erlangen.

Zusammenfassung.

1. Die Hittorf'sche Überföhrungszahl des Chromiions in violetten Chloridlösungen wurde bei drei Konzentrationen, und zwar immer in Gegenwart von Salzsäure bestimmt. Die gefundenen Mittelwerte sind:

Konzentration	$1-n_2$ (Überföhrungszahl des Kations)
1 Äquivalent	0.318 ± 0.005
0.32 Äquivalente	0.357 ± 0.003
0.075 »	0.414 ± 0.005
<hr/>	
Extrapoliert 0	0.446
Linear extrapoliert 0	0.430

2. Aus den Versuchsdaten und den durch Extrapolation abgeleiteten Werten läßt sich die Beweglichkeit des violetten Chromiions zu 53, 49.5, 46.3 schätzen je nach der Art, wie man extrapoliert. Dabei ist der erste Wert wahrscheinlich zu hoch.

3. Das Chromiion besitzt vermutlich eine ziemlich große Wasserhülle, doch schwanken die nach verschiedenen Berechnungsarten hierfür erhaltenen Zahlen.