II. Ueber die endosmotischen Aequivalente und die endosmotische Theorie; von C. Ludwig in Marburg.

(Aus Henle und Pfeifer's Zeitschrift für rationelle Medicin VIII. Bd. 1. Heft., vom Hrn. Verfasser im Auszuge mitgetheilt).

Die bei den folgenden Diffusionsversuchen angewendete Untersuchungsmethode unterscheidet sich von der Jolly'schen nicht wesentlich ¹⁾. — Die Harnblase des Schweins wurde nach der Vorschrift gerade so auf die Röhre gebunden, und auf ähnliche Weise auch ihre Dichtigkeit geprüft; statt in die Luft, wurde das mit Wasser gefüllte Rohr in ein Gefäß mit Wasser gestellt, so daß ein Niveauunterschied von einigen Zollen blieb. Indem man biedurch die Tropfenspannung vermied, konnte man sicher seyn, daß die Ursache des langsamen Sinkens der Flüssigkeit in dem Widerstande der Membran lag. Es wurden nur solche Hautstücke gewählt, bei welchen ein mehrzölliger Druck in 24 Stunden kein merkliches Sinken veranlasste. Um dasselbe Hautstück zu recht vielen Versuchen benutzen zu können, und um es zu Beginn jedes neuen Versuchs in gleichem Zustand anzuwenden, wurde es nach jedem Versuch mit der entleerten Röhre 24 Stunden in destillirtes Wasser gehängt, und dann an der Luft getrocknet. Wenn sich die ersten Spuren oder nur der Verdacht eines faden Geruchs einstellten, wurde Rohr und Blase wiederholt in Alkohol gelegt. Durch diese Vorsichtsmaßregeln ist es gelungen 16 Membranstücke $2\frac{1}{2}$ Monat hindurch, während deren sie fortdauernd im Gebrauche waren, in allen ihren Eigenschaften und namentlich in der zu erhalten, daß sie dieselben endosmotischen Erscheinungen veranlassen.

Um die äußere Flüssigkeit zu allen Zeiten gleich zu erhalten, wurden bei destillirtem Wasser die Regeln von Jolly

1) Siehe das vorhergehende Heft dieser Annalen.

angewendet; gebrauchte man Salzlösungen als äußere Flüssigkeit, so wurde ihre Menge so bedeutend genommen, daß die Veränderung, welche in ihrer Zusammensetzung durch den jeweiligen endosmotischen Strom eintreten mußte, in die Grenzen der analytischen Fehlerquellen, d. h. in die $\tau'_{00} - \tau'_{000}$ eines Procents fielen.

In einzelnen Fällen, in welchen mit constanter innerer und äußerer Concentration gearbeitet werden sollte, wurde in das Innere der Röhre eine beträchtliche Menge von krySTALLISIRTEM Salz gelegt, und das Rohr schon eher dem endosmotischen Strom entzogen, als alles Salz gelöst war. Es leistet dieses Mittel bei den angewendeten Salzen — Na Cl u. $\text{Na S} + 10 \text{ Aq}$ — nur für Kochsalz in weitere Temperaturgränzen, für Glaubersalz nur in engeren das Verlangte. In der That wurde aber in so engen Gränzen gearbeitet, daß auch für Glaubersalz die Methode zum Ziele führte. — In allen Fällen wurde der endosmotische Strom eher unterbrochen, ehe die Zusammensetzung der äussern und innern Flüssigkeit gleich geworden war.

Um die Verdunstung zu verhüten, wurden die Röhren leicht verkorkt und dann folgendermaßen aufgestellt. Mittelst eines gerollten Papiers wurden sie in runde Löcher eines starken Bretts gehängt; dieses Brett benutzte man als Deckel des Gefäßes mit der äußeren Flüssigkeit und es konnten nun die in den Löchern verschiebbaren Röhren nach Belieben tief in die Flüssigkeit eingesenkt werden. Um die Röhren legte man auf das Brett eine dicke Lage ausgeschnittenen und täglich mehrmals befeuchteten Löschpapiers und stülpte auf dieses eine Glasglocke, so daß die Röhren mit ihren verkorkten Enden in einen fortwährend mit Wasser gesättigten Raum ragten.

Die Einflüsse der Temperatur wurden dadurch eliminirt, daß man jedesmal gleichzeitig 4 Röhren, in denen Flüssigkeiten von verschiedenen Concentrationen enthalten waren, dem Versuche unterwarf, resp. in dasselbe Brett und demnach in dieselbe äußere Flüssigkeit setzte.

Es versteht sich von selbst, daß man so oft wie möglich

den Niveauunterschied der innern und äufsern Flüssigkeit ausglich.

Die Wägungen endlich suchte ich dadurch genauer zu erhalten, dafs jedesmal vor dem Einsetzen das trockene Rohr tarirt, und jedesmal nach Beendigung des Versuchs auch das mit Löschpapier aufsen und innen wohl aber rasch getrocknete Rohr leer zurückgewogen wurde.

Die absolute Menge der zu Ende des Versuchs in der Röhre befindlichen festen Substanz wurde bei Lösungen aus dem durch Eintrocknen bestimmten Procentgehalt und bei Gegenwart von Krystallen durch Eintrocknen des wiederholt ausgewaschenen Inhalts bestimmt.

Man darf sich aber nicht verhehlen, dafs trotz aller Vorsicht der Methode und Arbeit, die Fehlergränzen für das Salz in die Mgr., für die Flüssigkeit in die Cgr. fallen. Die Fehlerquellen liegen in dem Beschlagen der Röhren, der Verdunstung von der äufseren Hautfläche beim Wiegen, in den Fehlern bei Bestimmung des Procentgehalts; namentlich bedaure ich jetzt, aus einem grofsen Vorrath käuflichen $\text{Na}\ddot{\text{S}} + 10 \text{ Aq}$ mir die Stücke zu den Versuchen mit krystallisirtem Salz ausgewählt zu haben; vier Analysen seines Wassergehalts differirten in dem $\frac{1}{10}$ der Procente, wodurch schon bedeutendere Abweichungen in der Berechnung der von mir angewendeten Mengen eintraten. Offenbar enthielten die Krystalle noch Mutterlauge. Alle diese Fehler sind aber noch nicht so bedeutend, um wesentliche Aenderungen in den wahren Resultaten zu verdecken.

Wir fügen hier sogleich unsere Beobachtungen, die auf diese Weise erhalten wurden, an.

I. Versuchsreihe mit Glaubersalz.

Rohr.	Dauer in Stund.	Tem- pera- tur nach Reau- mur.	Concentration der ur- sprüngl. Flüssigkeiten		Concen- trat. der innern Flüssigk. zu Ende des Ver- suchs.	Mengen in Gr.		
			äußere.	innere.		des ausge- treten. Salzes.	des einge- treten. Vas- sers.	Ver- hält- niss- zahl.
VII.	119	0,25°	0,920\.	2,010\.	1,120\.	0,166	2,720	1:16,3
VII.	187	2°	0,904\.	1) Na S kryst.	2,421\.	1,770	22,185	1:12,5
VII.	113	5°	0,0\.	5,084\.	0,428\.	0,587	18,743	1:31,9
VII.	138,0	6,5°	0,0\.	5,084\.	0,428\.	0,772	16,229	1:21,0
VIII.	119,0	0,25°	0,920\.	5,23\.	1,212\.	0,483	9,532	1:19,7
VIII.	187,0	2°	0,904\.	Na S kryst.	1,422\.	1,455	25,698	1:17,5
VIII.	113,0	5°	0,0\.	5,084\.	0,392\.	0,582	24,588	1:42,2
VIII.	138,0	6,5°	0,0\.	5,084\.	0,403\.	0,823	23,129	1:28,1
IX.	119,0	0,25°	0,920\.	Na S kryst.	1,308\.	0,907	12,861	1:10,0
IX.	187,0	2°	0,904\.	5,230\.	1,055\.	0,546	8,802	1:16,1
IX.	113,0	3°	0,0\.	Na S kryst.	1,125\.	1,691	36,088	1:23,2
IX.	138,0	6,5°	0,0\.	Na S kryst.	0,732\.	1,913	27,181	1:14,2
X.	124,0	0,25°	0,920\.	5,23\.	1,395\.	0,574	7,944	1:13,9
X.	188,0	2°	0,904\.	5,23\.	1,142\.	0,661	9,423	1:14,2
X.	116,0	5°	0,0\.	Na S kryst.	0,418\.	1,225	20,703	1:16,0
X.	140,5	6,5°	0,0\.	2) Na S kryst.	1,242\.	2,551	25,280	1: 9,9
XI.	186	0°	1,015\.	Na S kryst.	1,296\.	1,320	6,964	1: 5,2
XI.	160,0	6°	1,811\.	5,084\.	2,273\.	0,411	2,218	1: 5,3
XI.	287	6°	4,64\.	Na S kryst.	4,787\.	2,207	11,543	1: 5,2
XI.	89,5	6,5°	0,0\.	Na S kryst.	5,786\.	4,198	24,806	1: 5,9
XI.	111,0	8°	0,0\.	5,358\.	0,178\.	0,952	7,863	1: 8,2
XI.	120,0	8,5°	0,0\.	1,028\.	0,030\.	0,243	5,922	1:24,3
XII.	187,0	0°	1,015\.	Na S kryst.	1,313\.	0,974	5,147	1: 5,2
XII.	160,0	6°	1,811\.	5,084\.	2,265\.	0,433	2,331	1: 5,3
XII.	287	6°	4,64\.	Na S kryst.	5,067\.	2,962	15,788	1: 5,3
XII.	89,5	6,5°	0,0\.	Na S kryst.	3,225\.	4,638	25,883	1: 5,5
XII.	111,0	8°	0,0\.	5,359\.	0,218\.	1,155	9,318	1: 8,0
XII.	120,0	8,5°	0,0\.	1,028\.	0,029\.	0,254	5,980	1:23,5
XIII.	186,5	0°	1,15\.	5,230\.	1,324\.	0,535	2,901	1: 5,4

1) Bei dieser Temperatur lösen sich ungefähr 5—6% wasserfreies Na S.

2) Bei dieser Temperatur lösen sich 6—7% wasserfreies Na S.

Rohr.	Dauer in Stund.	Tem- pera- tur nach Reau- mour.	Concentration der ursprünglichen Flüssigkeiten		Concen- trat. der innern Flüssigk. zu Ende des Ver- suchs.	Mengen in Gr.		Ver- hält- niss- zahl.
			äufere.	innere.		des ausge- treten. Salzes.	des einge- treten. Wassers.	
XIII.	183,5	0°	1,212\.	Na S kryst.	1,274\.	1,664	8,777	1: 5,3
XIII.	160,0	6°	1,811\.	Na S kryst.	2,211\.	1,566	8,484	1: 5,4
XIII.	287,5	6°	4,64\.	5,358\.	4,720\.	0,091	0,398	1: 4,3
XIII.	89,5	6,5°	0,0\.	5,358\.	0,167\.	0,878	7,305	1: 8,3
XIII.	111,0	8°	0,0\.	Na S kryst.	1,807\.	5,447	37,156	1: 6,8
XIII.	120,0	8,5°	0,0\.	1,028\.	0,038\.	0,216	5,087	1:23,6
XIV.	187	0°	1,015\.	5,23\.	1,288\.	0,561	2,899	1: 5,1
XIV.	183	0°	1,212\.	Na S kryst.	1,680\.	2,422	12,309	1: 5,0
XIV.	160	6°	1,811\.	Na S kryst.	2,383\.	2,337	12,245	1: 5,2
XIV.	90,5	6,5°	0,0\.	5,358\.	0,334\.	0,874	6,535	1: 7,4
XIV.	111,0	8°	0,0\.	Na S kryst.	1,463\.	5,597	36,813	1: 6,5
XIV.	120,0	8,5°	0,0\.	1,028\.	0,031\.	0,225	4,779	1:21,2
XV.	233	0°	2,880\.	Na S kryst.	3,324\.	1,329	7,286	1: 5,4
XV.	138	4°	2,726\.	5,084\.	2,833\.	0,268	1,377	1: 5,1
XV.	116	7°	0,0\.	5,084\.	0,185\.	0,787	7,999	1:10,1
XV.	90	6°	0,0\.	Na S kryst.	3,219\.	3,039	16,979	1: 5,5
XV.	70	5°	0,0\.	Na S kryst. (6,455\.)	6,455\.	2,118	12,459	1: 5,8
XV.	112	7°	0,0\.	1,028\.	0,048\.	0,149	3,355	1:22,5
XVI.	233	0°	2,880\.	Na S kryst.	2,991\.	0,988	5,648	1: 5,7
XVI.	138	4°	2,726\.	5,084\.	2,739\.	0,282	1,512	1: 5,3
XVI.	116,5	7°	0,0\.	5,084\.	0,177\.	0,751	7,896	1:10,5
XVI.	90,0	6°	0,0\.	Na S kryst.	3,844\.	2,898	16,859	1: 5,8
XVI.	70	5°	0,0\.	1,028\.	0,162\.	0,148	3,203	1:21,6
XVI.	112	7°	0,0\.	Na S kryst.	noch Na S kryst. enthalt.	3,615	24,416	1: 6,7
XVII.	233	0°	2,880\.	5,23\.	2,950\.	0,311	1,618	1: 5,2
XVII.	138	4°	2,726\.	Na S kryst.	2,979\.	1,240	6,533	1: 5,2
XVII.	116,5	7°	0,0\.	Na S kryst.	0,564\.	3,210	19,184	1: 5,9
XVII.	90,0	6°	0,0\.	5,084\.	0,259\.	0,820	7,107	1: 8,6
XVII.	70,0	5°	0,0\.	Na S kryst.	Noch Na S kryst.	2,914	16,792	1: 5,7
XVII.	112	7°	0,0\.	1,028\.	0,066\.	0,199	4,596	1:23,1
XVIII.	233	0°	2,880\.	5,23\.	2,951\.	0,290	1,490	1: 5,1

Rohr.	Dauer in Stund.	Tem- pera- tur nach Reau- mur.	Concentration der ursprünglichen Flüssigkeiten		Concen- trat. der innern Flüssigk. zu Ende des Ver- suchs.	Mengen in Gr.		Ver- hält- niß- zahl.
			äußere.	innere.		des ausge- treten. Salzes.	des einge- treten. Wassers.	
XVIII.	138	4°	2,726\.	Na S kryst.	3,487\.	1,551	8,170	1: 5,2
XVIII.	116	7°	0,0\.	Na S kryst.	0,351\.	2,859	17,203	1: 6,0
XVIII.	190,0	6°	0,0\.	5,084\.	0,322\.	0,988	8,306	1: 8,5
XVIII.	70	5°	0,0\.	1,028\.	0,111\.	0,171	4,360	1:25,4
XVIII.	112	7°	0,0\.	Na S kryst.	Noch Na S kryst.	5,120	28,920	1: 5,6

II. Versuchsreihe mit Kochsalz.

Rohr.	Dauer in Stund.	Tem- pera- tur nach Reau- mur.	Concentration der ursprünglichen Flüssigkeiten.		Procent- gehalt d. innern Flüssigk. zu Ende des Ver- suchs.	Mengen in Gr.		Ver- hält- niß- zahl.
			innere.	äußere		des ausge- treten. Salzes.	des einge- treten. Wassers.	
VII.	234	9°	Na Cl kryst.	22,6\.	23,007\.	1,677	9,463	1:5,7
VII.	68	9,75°	Na Cl kryst.	0,0\.	1,907\.	9,133	31,733	1:3,4
VIII.	234	9°	Na Cl kryst.	22,6\.	22,934\.	2,086	13,002	1:6,2
VIII.	68	9,75°	Na Cl kryst.	0,0\.	0,842\.	8,291	33,681	1:4,0
IX.	234	9°	Na Cl kryst.	22,6\.	23,361\.	2,665	13,710	1:5,1
IX.	68	9,75°	2,006\.	0,0\.	0,358\.	0,511	1,858	1:3,6
X.	234	9°	Na Cl kryst.	22,6\.	23,135\.	1,302	9,235	1:7,0
X.	68	9,75°	2,006\.	0,0\.	0,440\.	0,589	1,864	1:3,1
XV.	141	8°	Na Cl kryst.	5,0\.	5,327\.	7,642	27,416	1:3,3
XV.	147	8,5°	10,044\.	5,0\.	5,314\.	1,128	2,811	1:2,4
XV.	114	8,75°	2 006\.	0,0\.	0,211\.	0,521	0,615	1:1,1
XVI.	141	8°	Na Cl Kryst.	5,0\.	11,924\.	7,363	27,097	1:3,6
XVI.	147	8,5°	10,044\.	5,0\.	5,343\.	1,202	3,109	1:2,5
XVI.	114	8,75°	2,006\.	0,0\.	0,235\.	0,567	0,732	1:1,1
XVII.	141	8°	10,044\.	5,0\.	5,055\.	1,008	2,573	1:2,4
XVII.	147	8,5°	Na Cl kryst.	5,0\.	5,313\.	6,671	22,605	1:3,3
XVII.	114	8,75°	Na Cl kryst.	0,0\.	0,504\.	9,899	30,297	1:3,0
XVIII.	141	8°	10,044\.	5,0\.	5,102\.	0,950	2,366	1:2,4

Rohr.	Dauer in Stund.	Tem- pera- tur nach Reau- mur.	Concentration der ursprünglichen Flüssigkeiten		Procent- gehalt der innern Flüssigk. zu Ende des Ver- suchs.	Mengen in Gr.		
			innere.	äußere.		des ausge- treten. Salzes.	des einge- treten. Wassers.	Ver- hält- niß- zahl.
XVIII.	147	8,5°	Na Cl kryst.	5,0\.	5,340\.	7,378	25,935	1:3,5
XVIII.	114	8,75°	Na Cl kryst.	0,0\.	0,543\.	6,557	23,237	1:2,5
XIX.	90	6°	Na Cl kryst.	14,329\.	15,990\.	3,608	15,210	1:4,2
XIX.	142	8°	25,066\.	14,340\.	15,077\.	1,665	4,629	1:2,7
XIX.	116	8,25°	Na Cl kryst.	0,0\.	1,780\.	9,337	30,431	1:3,2
XIX.	144	8°	4,920\.	0,0\.	0,204\.	0,884	1,291	1:1,4
XIX.	432	8°	Na Cl kryst.	22,5\.	22,809\.	4,342	21,305	1:4,9
XX.	90	6°	Na Cl kryst.	14,329\.	n. Kryst.	2,500	11,678	1:4,5
XX.	142	8°	25,066\.	14,340\.	15,266\.	1,723	5,549	1:3,2
XX.	116	8,25°	Na Cl kryst.	0,0\.	10,061\.	6,711	29,324	1:4,3
XX.	144	8°	4,920\.	0,0\.	0,275\.	0,959	1,384	1:1,4
XX.	432	8°	Na Cl kryst.	22,5\.	24,205\.	3,506	18,959	1:5,4
XXI.	90	6°	16,930\.	14,952\.	14,952\.	0,295	0,865	1:2,9
XXI.	142	8°	Na Cl kryst.	14,340\.	16,474\.	5,048	22,749	1:4,5
XXI.	116	8,25°	4,920\.	0,0\.	0,227\.	0,917	1,482	1:1,6
XXI.	144	8°	Na Cl kryst.	0,0\.	1,619\.	8,141	29,221	1:3,5
XXI.	432	8°	Na Cl kryst.	22,5\.	22,825\.	4,085	21,690	1:5,3
XXII.	90	6°	16,930\.	14,329\.	14,967\.	0,332	0,781	1:2,6
XXII.	142	8°	Na Cl kryst.	14,340\.	15,290\.	5,121	22,623	1:4,4
XXII.	116	8,25°	4,920\.	0,0\.	0,196\.	0,957	1,378	1:1,4
XXII.	144	8°	Na Cl kryst.	0,0\.	1,578\.	10,542	37,031	1:3,5
XXII.	432	8°	Na Cl kryst.	22,5\.	22,545\.	3,590	19,778	1:5,5

Die einfachste Analyse der Resultate dieser Tabelle zeigt, daß das sogenannte endosmotische Aequivalent bei gleichen Temperaturen für dieselben Stoffe keine *constante*, sondern eine *variable* Größe darstellt. Aus beiden Versuchsreihen, der mit Kochsalz sowohl, wie der mit Glaubersalz, geht ganz constant hervor, daß das endosmotische Aequivalent eine von dem Concentrationsgrad der Flüssigkeiten abhängige Größe ist. Das Gesetz dieser Abhängigkeit gestaltet sich aber für jedes Salz anders. Man ersieht dieses am besten, wenn man sich gebräuchlicher Weise das endosmotische Aequivalent als eine Curve verzeichnet denkt, die in ein Coordinatensystem getragen ist, dessen x den Procentgehalt der innern Flüssigkeit, und dessen y das endosmo-

tische Aequivalent für einen bestimmten Procentgehalt angiebt. Wir denken uns den Coordinatenanfangspunkt auf 0% gelegt. Die Curve des *Glaubersalzäquivalents* in den Gränzen der schwächsten Lösung bis zu der von 1% fällt sehr rasch ab, so daß bei einem geringen Wachsen von x das y bedeutend annimmt. In den Gränzen von 1—6% scheint sie sich dagegen, mit einigen Ausnahmen, der Achse des y annähernd parallel anzuschließen, so daß hier y als Constante betrachtet werden kann. — Von einiger, aber untergeordneter, in ihren Gründen später zu erläuternder Bedeutung erscheint auch der Concentrationsgrad der äußeren Flüssigkeit; es gestaltet sich nämlich in vielen Fällen eine etwas andere Form des Anfangsstückes der Curve, wenn man statt einer Salzlösung destillirtes Wasser als äußere Flüssigkeit anwendet; es tritt auch noch bei höherem Procentgehalt, als bei dem oben bezeichneten, eine Neigung der Curve zum Absteigen hervor. — Eine ganz andere Curve kommt für das Aequivalent des *Kochsalzes* zum Vorschein. Indem sie auch hier unverkennbar vom Concentrationsgrad abhängt, ist ihre Lage derjenigen des Glaubersalzes geradezu entgegengesetzt. Bei einer höheren Concentration der inneren Flüssigkeit treten für kleinere Salzgrößere Wassermengen über, während für eine niedere Concentration der Unterschied zwischen den ausgetauschten Gewichten mehr und mehr verschwindet. Es entfernt sich, um es mit einem Worte zu sagen, bei dem Glaubersalz mit abnehmender Concentration der Flüssigkeiten das endosmotische Verhältniß von der Einheit, während es sich beim Kochsalz ihr nähert. — Das Gesetz der Curve auf dem eingeschlagenen Wege genauer zu ermitteln, halte ich, aus später zu entwickelten Gründen, für unthunlich.

Vergleichen wir dieses Resultat mit dem von Jolly erworbenen, so bestätigt sich zunächst die Thatsache der specifischen Wirkung der einzelnen Salze, indem Flüssigkeiten von verschiedener Natur aber gleichem Procentgehalt eine durchaus andere Verhältnißzahl bieten. — Es besteht dagegen eine wesentliche Differenz in den Resultaten der

Jolly'schen Untersuchung und der meinigen darin, daß die Größe, welche Jolly für jede Zeit der Versuchsdauer constant setzte, von mir variabel gefunden wurde.

Bei der bekannten Genauigkeit Jolly's und seiner Aufmerksamkeit auf die Methodik müßte die Abweichung meiner Beobachtungen mit Mißtrauen betrachtet werden, wenn in der That seine Versuche hinreichend zahlreich und hinreichend variirt wären. Mit Glaubersalz hat er nur zwei den meinen vergleichbare Versuche angestellt, die denn auch wirklich, wenn auch nicht gerade sehr auffällig, meine Behauptungen unterstützen; es findet sich in seinem siebenten Rohr in zwei Versuchen das endosmotische Aequivalent einmal $= 12$, als er den Strom bei einer Concentration der innern Flüssigkeit von $1,18\%$ beginnen liefs und das andere Mal $= 11$, wo im Beginn der Procentgehalt der innern Flüssigkeit zwischen $4-5\%$ fiel. Eben so wenig zahlreich sind die vergleichbaren Versuche mit Kochsalz; in 2 den meinigen ähnlichen findet man allerdings das endosmotische Aequivalent gleich; es begann aber auch der eine Versuch mit einer Concentration von 27% und der andere mit einem Procentgehalt von $23,8$. Man wird zugeben, daß die Grenzen und Zahlen der Beobachtung zu gering sind um eine Einsicht in die von mir erworbenen Thatsachen zu gestatten.

Die nothwendige Folge dieser Versuche ist die Uanwendbarkeit der Jolly'schen Formel, die in einer so eleganten und scharfen Weise den wahren Ausdruck der Thatsache zu enthalten schien. Die Möglichkeit der Integration seiner Differenzialgleichung verschwindet natürlich, wenn β selbst wieder als eine nicht näher zu bestimmende Function von x erscheint. Da dieses aber in Wirklichkeit durch die obigen Fundamentalversuche erwiesen ist, so wird die Formel mit ihren Folgerungen vorerst unbrauchbar, selbst wenn man im Uebrigen ihre Richtigkeit zugäbe.

Die nächste Aufgabe bestünde also darin, das Gesetz für alle Veränderungen des β in der erwähnten Gleichung aufzuhellen, was natürlich nur durch eine Analyse der Erscheinungen, welche in der Blase vor sich gehen, möglich

ist. — Von den 4 zur Erklärung derselben aufgestellten und neuerlichst noch vertheidigten Hypothesen scheint mir nur die von Brücke ¹⁾ theoretisch unangreifbar. Indem sie zwei getrennte Schichten in einem Capillarraum annimmt, von denen die eine Wasser, die andere Wasser und Salz enthält, erklärt sie alle die Möglichkeiten, die in der That eintreten. Unverkennbar liegt aber in ihr eine andere Schwierigkeit. Es erscheint nämlich unwahrscheinlich, daß bei Gegenwart von Salzen in einer Membran eine Schicht destillirten Wassers an den Porenwandungen liegen solle. Darum ist sie trotz ihrer Genialität wohl nicht zur Geltung gekommen, und es bedurfte *neuer* Versuche zu ihrem Beweise, um so mehr da diese Brücke wohl für Oele und Glas, aber nicht für Salze, Wasser und Membranen beigebracht hatte.

Wenn in der That in den Thierblasen sich Schichten finden, welche sich mit Wasser und nicht mit Salzlösungen tränken, so müssen, wenn man in einer Lösung von bestimmtem und gleichbleibendem Procentgehalt sich eine Blase hat imbibiren lassen, im Innern derselben immer Flüssigkeiten von niedrigerer Concentration enthalten seyn, als außerhalb. Diese nächste Voraussetzung für Brücke's Hypothese ist in der That richtig.

Um den Procentgehalt der imbibirten Flüssigkeit zu bestimmen, verfährt man so, daß man das bekannte Gewicht der bei 100° C. getrockneten Haut von dem Gewicht der mit Löschpapier abgetrockneten imbibirten und der bei 100° C. getrockneten imbibirten abzieht. Man hat hierdurch alle Data. Der Ausführung dieses einfachen Gedankens bieten sich aber mancherlei Schwierigkeiten. — Zuerst kann man eine Schweinsblase nie ganz auswaschen. Legt man sie Tage lang ins Wasser, preßt sie wiederholt, trocknet sie — um die Fäulniß zu verhüten — und wäscht sie wiederum aus: immer enthält das Waschwasser noch Spuren von verbrennlicher Substanz. Sie setzt sich im feuchten Zustand fortwährend um. Recht rein und so rein, daß

1) Ann. Bd. 58. S. 77.

kein Schaden für die Versuche erwächst, erhält man sie durch mehrtägiges Auswaschen in Wasser bei darauf folgendem mehrtägigen bis mehrwöchigen Liegen in concentrirtem Alkohol, wiederholtes Auswaschen in Wasser und Pressen. — Viel schädlicher dem Versuche als die geringen Mengen ausgezogener Flüssigkeit sind die abgestoßenen Epitheliumsschuppen; sie fallen fast fortwährend und unter Umständen in so großer Menge von der Blase in die Imbibitionsflüssigkeit, daß dadurch ganz auffallende Fehler entstehen würden, wenn man sie vernachlässigte. Man muß dann durch Abdampfen Trocknen und Wägen, Verbrennen und Wägen den Gehalt der Imbibitionsflüssigkeit an organ. Substanz bestimmen und zum Gewicht der Blase addiren. Es gelingt in vielen Fällen auch dieses Abschuppen zum Unmerklichen herab zu drücken, wenn man die Blase, nachdem sie so weit wie thunlich ausgewaschen ist, mehrere Wochen anhaltend scharf trocknet; es scheint dadurch die Adhäsion des Epitheliums (wie der Elasticitätscoefficient der ganzen Membran) auffallend zu wachsen. — Das Trocknen der Blase erfordert noch besondere Aufmerksamkeit. Ehe man die ausgewaschene Blase in höherer Temperatur trocknet, muß man sie in warmer Luft oder im gesperrten Raume mit CaCl lufttrocken gemacht haben; man würde bei unmittelbarem Trocknen der feuchten Substanz in höherer Temperatur eine Leimbildung anbahnen. Da die Membran das hygroskopische Wasser sehr festhält, so muß man sie im Kochsalzbad trocknen und den mit einer aufgeschliffenen Platte bedeckten Tiegel im *leeren Raum* erkalten lassen, weil die Blasen vermöge ihrer ganz außerordentlichen Hygroskopicität dem CaCl kryst. und der engl. Schwefelsäure Wasser entziehen.

Auf diesem Wege erhielt man

I. Imbibitionsfähigkeit der Harnblase des Schweins für $\text{Na}\ddot{\text{S}}$.

1) Imbibitionslösung = 7,221% $\text{Na}\ddot{\text{S}}$

Trockene Blase = 4,123 gr.

Aufgenommene Flüssigkeit = 4,533 -

Rückstand	= 0,201 gr.
Flüssigkeit in der Membran	= 4,43\.
- 2) Imbibitionsflüssigkeit von 5,069\.
a. Trockene Blase	= 3,268 gr.
Aufgenommene Flüssigkeit	= 4,525 -
Rückstand	= 0,172 -
Flüssigkeit in der Membran	= 3,80\.
b. Trockene Blase	= 3,770 gr.
Aufgenommene Flüssigkeit	= 5,109 -
Rückstand	= 0,168 -
Flüssigkeit in der Membran	= 3,28\.
- 3) Imbibitionsflüssigkeit von 4,995\.
a. Trockene Blase	= 8,296 gr.
Aufgenommene Flüssigkeit	= 8,431 -
Rückstand	= 0,336 -
Flüssigkeit in der Membran	= 3,986\.
b. Trockene Blase	= 6,809 gr.
Aufgenommene Flüssigkeit	= 7,828 -
Rückstand	= 0,276 -
Flüssigkeit in der Membran	= 3,526\.

Zur Controle dieser Bestimmungen dürfte ein anderer Weg nicht verabsäumt werden. Wenn man noch die absolute Menge der Imbibitionsflüssigkeit vor dem Versuche, und den Procentgehalt derselben nach dem Versuche bestimmt, so kennt man die absoluten Mengen des ursprünglichen, weggenommenen und zurückbleibenden Salzes und Wassers. Diese Controle, für 3 a und b ausgeführt, ergab:

- Für 3 a. Die Menge der Imbibitionsflüssigkeit = 99,750 gr.
 Enthält (nach 4,995\.) an Na $\ddot{S}$ = 4,983 -
 Nach dem Versuche bleiben, nach
 Abzug der imbibirten Flüssigkeit = 91,319 -
 Ihr Procentgehalt beträgt nach Glühen des Rückstandes im Mittel
 5,123\ und demnach enthält sie
 Na $\ddot{S}$ = 4,678 -

Die 431 gr. imbibirter Flüssigkeit

enthalten Na S	=	0,305 -
----------------	---	---------

Demnach ihr Procentgehalt	=	3,641%
---------------------------	---	--------

Für 3 b. Menge der Imbibitionsflüssigkeit	=	115,0 gr.
---	---	-----------

Enthält (nach 4,995%) an Na S	=	5,744 -
-------------------------------	---	---------

Nach dem Versuche bleiben	=	107,172 -
---------------------------	---	-----------

Ihr Procentgehalt im Mittel 5,120%,		
-------------------------------------	--	--

demnach enthalten sie Na S	=	5,487 -
----------------------------	---	---------

Die 7,828 gr. imbibirter Flüssigkeit

enthalten Na S	=	0,257 -
----------------	---	---------

Demnach ihr Procentgehalt	=	3,309%
---------------------------	---	--------

II. Imbibitionsfähigkeit für Na. Cl.**1. Harublaste.**

a. Imbibitionsfähigkeit	=	19,03%
-------------------------	---	--------

Trockene Haut	=	1,949 gr.
---------------	---	-----------

Aufgenommene Flüssigkeit	=	2,107 -
--------------------------	---	---------

Rückstand	=	0,349 -
-----------	---	---------

Flüssigkeit in der Blase	=	16,56%
--------------------------	---	--------

b. Imbibitionsflüssigkeit	=	9,88%
---------------------------	---	-------

Trockene Haut	=	4,711 gr.
---------------	---	-----------

Aufgenommene Flüssigkeit	=	6,325 -
--------------------------	---	---------

Rückstand	=	0,445 -
-----------	---	---------

Flüssigkeit in der Blase	=	7,05%
--------------------------	---	-------

2. Membrana elastica aus der Aorta der Ochsen

Imbibitionsflüssigkeit in allen Versuchen	=	19,79.
---	---	--------

a. Trockene Haut	=	2,795 gr.
------------------	---	-----------

Aufgenommene Flüssigkeit	=	3,846 -
--------------------------	---	---------

Rückstand	=	0,619 -
-----------	---	---------

Flüssigkeit	=	16,09%
-------------	---	--------

b. Trockene Haut	=	2,648 gr.
------------------	---	-----------

Aufgenommene Flüssigkeit	=	2,671 -
--------------------------	---	---------

Rückstand	=	0,462 -
-----------	---	---------

Flüssigkeit in der Blase	=	17,22%
--------------------------	---	--------

c. Trockene Haut	=	1,280 gr.
------------------	---	-----------

Aufgenommene Flüssigkeit	=	1,319 -
--------------------------	---	---------

Rückstand	= 0,224 gr.
Flüssigkeit in der Blase	= 16,98%.

Wenn diese übereinstimmenden Zahlen noch nicht beweisend erscheinen sollten, so verweisen wir auf einen einfachen Versuch, der nur eine augenscheinliche Folge derselben ist. — Wenn man in einer *gesättigten kalten* Lösung von *chemisch reinem* Kochsalz eine *wohl ausgewaschene* und *lufttrockene* Blase sich in einem mit *eingeschliffenem Stöpsel* versehenen Glase imbibiren läßt, so vermag die Blase der Lösung so viel Wasser zu entziehen, daß bald eine bedeutende Krystallisation von Na Cl entsteht, wenn man neben das Imbibitionsglas ein gleiches mit Lösung ohne Hautstücke stellt, in welchem man dann keine Krystallisation beobachtet. Es entzieht also die Blase etwa wie Ca Cl der Salzlösung Wasser.

Diese Versuche stellen die erste Forderung von Brücke's Hypothese aus dem Bereich der Probabilität und es muß jetzt die zweite derselben, die, daß *Wasser* und *Lösung* in der Haut enthalten sey, festgestellt werden. Es gelingt das sehr leicht auf verschiedenem Wege. Zuerst durch *Filtration unter Druck*. Wenn in der That die Annahme anderer Autoren, daß die verdünnte Flüssigkeit durch die Membran gleichmäÙig vertheilt sey, richtig wäre, so würde, wenn eine Membran aus einer 20% Lösung von Na Cl nur eine 17% aufnehmen kann, auch nur eine 17% filtriren können, weil offenbar nur die in der Haut liegende Schicht aus der freien Fläche austreten kann. Der Versuch ergibt das Gegentheil. Um alle Fehler zu eliminiren wurde folgendermaßen verfahren. — Als Filtrationsmembran wurde die dichte Membrana elastica der Schweinsaorta genommen; durch die Harnblase geht die Filtration zu langsam. Aus einem Blechrohr gingen 7 Röhren ab. In eine derselben wurde das Druckrohr — das oben leicht verkorkt war, in die andern 6, Glasröhren von 1 Ctm. Durchmesser gefügt. Um das freie Ende der letzteren war ein Kautschouckröhrchen gelegt und auf dieses die Membrana elastica mittelst oft umgelegter Fäden stark festgeschnürt. Nachdem sie bei

5" Wasserdruck wie früher auf ihre Dichtigkeit geprüft waren, wurden sie gereinigt, mit Kochsalz gefüllt und in den Apparat fest eingepfropft. Ihr freies Ende wurde darauf mit Hilfe eines durchbohrten Korks in einen weiteren Glaszylinder fest aber nicht luftdicht eingebracht und der Stöpsel mit einem in Wasser getränkten Löschpapier umgeben.

Salzwasser von 19,07% in der Druckröhre.

- 1) Druck im Maximum = 0,660 M. im Minimum 240 M. M.
Versuchsdauer 23 Stunden; durchgegangene Flüssigkeit = 6,238 gr.

Mit einem Procentgehalt von 19,04%.

- 2) Druck im Maximum 1,000 M. im Minimum 0,420 M.
Versuchsdauer 20 Stunden; durchgegangene Flüssigkeitsmenge = 24,179 gr.

Mit einem Procentgehalt von 19,33%.

Ein anderer noch directerer Beweis für die Richtigkeit dieses Resultats läßt sich so geben, daß man die imbibirten Häute selbst auspresst, und die ausgepresste Flüssigkeit untersucht. Es mußte dadurch entschieden werden, ob die in der Membran homogen war. — Das Auspressen der imbibirten und zwischen Filtrirpapier abgetrockneten Membranen geschah rasch in einer blanken stählernen Handpresse zwischen zwei Messingplatten. Man erhielt in zwei Versuchen aus einer unbestimmten Menge der Membranstücke, welche aus einer Na Cl Lösung von 9,88% eine 7,05% Flüssigkeit aufgenommen hatte, folgende Thatsachen.

Imbibitionsflüssigkeit Na Cl von 10,0%.

1. Menge der ausgepressten Flüssigkeit = 3,241 mit 10,2%.
2. - - - - - = 2,437 mit 10,3%.

Der Procentgehalt der ausgepressten Flüssigkeit war durch eine geringe Menge von organischer Substanz wohl erhöht worden. Zudem fallen bei so geringen Mengen die $\frac{1}{100}$ eines Procentes in die Fehlerquellen. Daher die Abweichung.

Nach diesen Versuchen möchte es wohl keinem Zweifel unterworfen seyn, daß in einer Membran, die sich mit Salzlösung imbibirt hat, zwei Flüssigkeitsschichten vorkommen,

von denen die eine durch mechanische Mittel entfernt werden kann, während die andere der austreibenden Wirkung der Druckkräfte Widerstand leistet. Ist einmal dieses Resultat festgestellt, so erhält die genauere Beobachtung des Versuchs, bei welchem eine Membran die Krystallisation des Kochsalzes herbeiführt, besonderes Interesse.

In der ersten Zeit, in welcher das Hautstück in die Kochsalzlösung gelegt wird, bleibt es vollkommen trocken und es fließt die Lösung wie ein Oeltropfen auf befeuchteten Flächen um die Membranstücke; erst von dem Augenblicke an, wo die Krystallbildung beginnt, wo also der Lösung schon Wasser entzogen ist, beginnt die Aufeuchtung, die aber nur äußerst langsam zu einer Durchfeuchtung fortschreitet. — In Verbindung mit den früheren Beobachtungen möchte sie wohl hinreichen um den scharfen Beweis zu führen, daß in der Membran eine *wässerige Wandschicht* und eine *salzige Mittelschicht* vorkomme.

Sucht man sich aus diesen Thatfachen eine scharfe Vorstellung des Imbibitionsherganges zu bilden, so wird folgende die einfachste von denen seyn, welche der Erfahrung entsprechen. Die kleinsten Theilchen der Membran haben eine ausgesprochene Verwandtschaft zu dem Wasser, wie durch ihre Condensationskraft der Wasserdämpfe und ihre Begierde aus Salzlösungen Wasser aufzunehmen hervorgeht. Sey es nun, daß sie sich mit einer Wasserschicht umgeben, oder daß sie selbst auf einen größern Raum gebracht werden — es tritt bei der Wasseraufnahme, wie ich mich durch Versuche überzeugte, keine Verdichtung ein — so muß hiedurch immer wie bei der Gegenwart der Wärmeeratmosphären der Elasticitätscoefficient sinken. Geschieht aber dieses, so wird durch die Cohäsion der Flüssigkeiten bei gleicher Beschaffenheit, oder durch Verwandtschaft bei ungleichartiger Lösung, Flüssigkeit eindringen. Es ist darum bei den Imbibitionerscheinungen stets auf den Elasticitätscoefficienten die größte Rücksicht zu nehmen. Die innige Beziehung, welche zwischen Elasticität und Imbibition besteht, wird eine Reihe von Erscheinungen, die bisher räthselhaft

waren, erklären; so namentlich die lange Dauer die zur Beendigung der Imbibition nöthig ist — offenbar eine Reckungserscheinung — und das Zusammenfallen der Membran bei Gegenwart von Salzlösungen ¹⁾).

Kehren wir nun zu unserer ursprünglichen Aufgabe, zur Bestimmung des endosmotischen Aequivalents zurück, so können wir behaupten, daß dasselbe abhängig seyn werde von dem Verhältniß der Salzwasser- und Wasserflächen zu einander, die sich auf den Oberflächen der Membran finden. Denn es kann die Differenz der Volumina nur durch die Wandungsschicht, welche Wasser, aber kein Salz, durchdringen läßt, bedingt seyn. Es wird die Verhältnißzahl der Flächen aber nur dann die wahre des endosmotischen Aequivalents seyn, wenn in den verschiedenen Flächen dieselbe Beweglichkeit der Theilchen besteht.

Könnte man über eine physikalisch und chemisch homogene Membran gebieten, so würde man ein Mittel in der Hand haben, um sich Aufschluß über diesen letzteren Punkt zu verschaffen. — Denn da man eine der ursprünglichen Imbibitionsflüssigkeit gleich zusammengesetzte Lösung aus der Blase auspressen kann, so möchte es erlaubt seyn, alles Salz, welches man in den obigen Versuchen in der Membran fand, in gleichem Verhältniß in der Membran gelöst zu betrachten. Man würde sich unter dieser Voraussetzung die Menge des Salzwassers und des reinen Wassers durch einfache Proportionen ausrechnen können. Wäre nun die Membran ganz homogen, so hätte man auch die Zusammensetzung der Flüssigkeit in den Gränzflächen, auf die es einzig und allein ankommt. — Meine Versuche, obgleich sie, mit Ausnahme eines einzigen, gut mit dem endosmotischen Resultat stimmen, insofern sie mindestens in der Richtung, welche die Aequivalente verlangen, liegen, eignen sich bis jetzt durchaus nicht zur Entscheidung, weil ihnen eine so complicirte Membran zu Grunde liegt. — Die Verhältniß-

1) Chevreul hat in seiner von den Physiologen zu ihrem Nachtheil vergessenen Abhandlung schon viele hierher gehörige wichtige Erscheinungen erläutert. *Annales de chimie et physique* T. XIX. 1821.

zahl der Wasser- und Salzwasserflächen auf der Oberfläche ist aber begrifflich nichts Constantes, da sie eine Function sehr wechselnder Verhältnisse ist. In einer Salzlösung wird die *Wasserschicht*, welche sich um die *Membrantheilchen* legen kann, offenbar abhängig gedacht werden müssen von der Anziehung des Salzes zur Wandung, zum Wasser, und von der Menge des anwesenden Salzes. Die *mittlere Salzwasserschicht* wird aber, alles andere gleichgesetzt, von dem ursprünglichen und dem durch die Imbibition veränderten Elasticitätscoëfficienten der Membran und der Cohäsion der Flüssigkeit abhängen.

Obgleich keine dieser Bedingungen bis jetzt auch nur mit annähernder Genauigkeit angegeben werden kann und somit alle sichere Controle für das Erschöpfende unserer letzten Behauptungen fehlt, so ist es doch von Interesse, alle die Umstände zu verfolgen, die schon jetzt in Harmonie mit dieser detaillirten Anschauung gebracht werden können.

Zunächst wird es begreiflich, wie mit der Concentration das endosmotische Aequivalent sich ändert; es muß dieses geschehen, weil mit Abnahme der Salzmenge in der Membran das Wasser leichter den Anziehungen der organischen Substanz folgt; hiermit ändert sich der Elasticitätscoëfficient und zugleich die absolute Menge der eintretenden Flüssigkeit, und damit natürlich das Verhältniß der öfter erwähnten Flächen. Wie intricat sich übrigens die Verhältnisse gestalten mögen, geht aus der umgekehrten Lage der Curven der Aequivalente für Koch- und Glaubersalz hervor.

Je dichter eine Membran bei sonst bestehender gleicher chemischer Construction ausfällt, je größer ihre Cohäsion ist, um so höher wird ihr endosmotisches Aequivalent ausfallen müssen, weil in ihnen die Mittelschicht verhältnißmäßig gegen die Seitenschicht zurücktreten wird. In der That zeigten die Blasen VII—X ein auffallend hohes endosmotisches Aequivalent gegen die übrigen¹⁾; VII—X waren aber von 4 verschiedenen, sehr alten, fest getrock-

1) Das niedrigste endosmotische Aequivalent dürfte eine Porcellanplatte zeigen, welche ich mit BaCl und S, die ich abwechselnd filtrirte, dicht ge-

neten Blasen, die ich schon seit 6 bis 7 Jahren aufbewahrte, genommen, während die übrigen frisch waren. Bekanntlich wird aber durch langes Trocknen eine Blase viel steifer und verändert durch Imbibition ihre Dehnbarkeit weniger.

Die Einflüsse der Temperatur werden nun ebenfalls in Zukunft einer Beurtheilung unterliegen und nach bestimmten Richtungen geprüft werden können.

Von geringerer Bedeutung erscheint mir der zweite Theil der Hypothese von Brücke, wonach die Anziehungen nicht zwischen dünnem und dichtem Salzwasser, sondern zwischen Salz- und Wasseratom vor sich gehen sollen. So richtig dieß für Verbindungen mit atomistischer Constitution, für Niederschläge u. s. w. seyn mag: für Lösungen wird das schwerlich Geltung haben. Lösungen, welche selbst nicht nach Aequivalenten geschehen, müssen unter die adhäsiven Verbindungen, unter die Imbibitionerscheinungen gebracht werden, bei denen die Cohäsion der imbibirenden Theile sehr gering geworden ist. Nun zeigen in der That die dichten Lösungen ein eben so großes Imbibitionsvermögen in die noch krystallisirten Salze gleicher Natur, wie verdünnte, so daß unter diesem Gesichtspunkt die Annahme der Mischung von Salzlösungen mindestens ihr Abenteuerliches verliert. Ich hatte Hoffnung, durch eine Untersuchung des Gangs der Flüssigkeiten in mehreren aufeinander geschichteten Blasen, welche Glaubersalz und Wasser trennten, etwas darüber zu erfahren. Es ergab sich, daß in den Poren der Blase die Dichtigkeit in gerader Linie gegen das Wasser abnimmt ¹). Es geht also die Mischung in den

macht hatte. — Versuchsdauer = 578 Stunden. Aeußere Flüssigkeit destillirtes Wasser.

Rohr mit Na S solut. 5,358\.	= 33,852	} 11,529 mit 0,618 Gr. Na S
leer	= 22,323	
Nach E. mit Flüss. v. 0,124\.	= 34,733	} 12,501 mit 0,016 Gr. Na S
leer	= 22,232	
		Uebergetr. = 0,602 Na S.
		Eingetret. = 1,574 Wasser

1) Es wurde zwischen zwei Messingplatten, die mit einem 2□" betragenden Ausschnitt versehen waren, und von denen eine einen Kasten als

Poren wie auſerhalb vor ſich, was ſchwerlich eintreten dürfte, wenn hier bei faſt *aufgehobener* Schwere nur eine Anziehung nach Lösungsaequivalenten vorkäme. Ueberhaupt müßte das endosmotiſche und das Lösungsaequivalent in gewiſſer Beziehung ſtehen, es müßte mindestens, wie Liebig ¹⁾ richtig bemerkt, das endosmotiſche Aequivalent nicht unterhalb des niedrigſten Lösungsaequivalents zu ſtehen kommen. Dieſes beſtätigt aber weder Jolly's noch meine Unterſuchung.

endosmotiſches Rohr trug, 3 Membranen eingeſpannt. Fügte man in das Käſtchen $\text{Na}\ddot{\text{S}}$ und in ein äußeres Gefäß Waſſer, ſo hatte man eine Reihe von Schichten zur Unterſuchung, wenn man die Flüſſigkeit aus den Blaſen preßte und die zwiſchen ihnen liegende mit der Pipette aufſaugte. Um aus den Blaſen in hinreichender Menge Flüſſigkeit zu erhalten, wurde der Verſuch gleichzeitig mit drei Apparaten unternommen.

I.	1.	Procentgeh. der Flüſſigkeit im innern Raume	= 7,8%.
	2.	- - - aus den innerſten Membranen gepreßt	= 5,8
	3.	- - - aus den Räumen zwiſchen innerſten und mittleren Membranen	= 3,7
	4.	- - - aus den Räumen zwiſchen äußeren u. inneren Membranen	= 2,2
	5.	- - - aus den äußerſten Membranen gepreßt	= 1,2
II.	1.	Procentgeh. der Flüſſigkeit im innern Raume	= 6,964%.
	2.	- - - in den Räumen zwiſchen den inneren und mittleren Membranen	a. = 4,299 b. = 4,044 c. = 4,638
	3.	- - - aus den mittleren Membranen	= 3,187
	4.	- - - des Raumes zwiſchen mittleren und äußeren Membranen	a. = 2,027 b. = 1,844
	5.	- - - aus den äußeren Membranen	= 4,311

1) Liebig's Unterſuchungen über die Ursa chen der Säfebewegung. Braunschweig 1848. 43. Anm.