Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1878)

Heft: 937-961

Artikel: Untersuchung über die Beziehungen zwischen dem spezifischen Brechungsvermögen und der Concentration von Salzlösungen

Autor: Forster, Erich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-318921

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Erich Forster.

Untersuchung über die Beziehungen zwischen dem spezifischen Brechungsvermögen und der Concentration von Salzlösungen.

In einer Abhandlung „Ueber den Einfluss der atomistischen Zusammensetzung C-, H- und O-haltiger flüssiger Verbindungen auf die Fortpflanzung des Lichtes“ (Pogg. Annal. CXXIII 595) liefert Landolt den Nachweiss, dass:

1) Dichte d und Brechungsindex n eines Körpers sich unter dem Einfluss der Temperatur in der Art ändern, dass der Werth $\frac{n-1}{d}$, der als spezifisches Brechungsvermögen bezeicknet wird, stets constant bleibt.

2) Die Beziehungen zwischen dem spezifischen Brechungsvermögen einer Mischung $\left(\frac{N-1}{D}\right)$ und denjenigen ihrer Bestandtheile $\left(\frac{n-1}{d}, \frac{n_1-1}{d_1} \ldots\right)$ ausgedruckt werden kann durch die Formel:

$$\frac{N-1}{D} P = \frac{n-1}{d} p + \frac{n_1-1}{d_1} p_1 + \frac{n_2-1}{d_2} p_2 + \ldots$$

wo p p_1 ... die Gewichtsmengen der Bestandtheile in P Gewichtstheilen der Mischung bedeuten.

Berechnet man nun, bei einer Mischung aus zwei Bestandtheilen, aus der Dichte und dem Brechungsindex das spezifische Brechungsvermögen bei irgend welcher Temperatur und kennt man ferner die entsprechenden Werthe für die beiden Bestandtheile, so kann man leicht die Gewichtsverhältnisse derselben ermitteln. Ist $P = 100$, so erhalten wir:

$$\frac{n-1}{d} p + \frac{n_1-1}{d_1} \left(100 - p\right) = \frac{N-1}{D} 100$$

oder nach p aufgelöst:

$$p = \frac{100 \left(\frac{N-1}{D} - \frac{n_1-1}{d_1}\right)}{\frac{n-1}{d} - \frac{n_1-1}{d_1}}$$

$p_1 = 100 - p$.

Auf diese Methode fussend, hat Landolt eine Anzahl optischer Analysen ausgeführt, deren wichtigste Resultate hier kurz angeführt werden mögen:

Mischungen von Amylalkohol und Aethylalkohol.

	Mischung I.	Mischung II.
Amylalkohol	48,9	79,3
Aethylalkohol	51,1	20,7
	100,0	100,0

Vermittelst der Methode gefunden:

	Mischung I.	Mischung II.
Amylalkohol	48,8	79,4
Aethylalkohol	51,2	20,6
	100,0	100,0

Mischungen von Alkohol und Wasser.

	Winkel d. kleinsten Ablenkung α	Brechungs-Winkel des Prisma φ	Brechungs-index n	Temps t	Spec. Gewicht d	Spec. Brechungs-vermögen $\frac{n-1}{d}$
Alkohol	20° 2′	49° 40′	1,3606	22°,1	0,7964	0,4528
Wasser	18° 20′	49° 33′	1,3324	20°,2	1,0000	0,3324
Mischung A	19° 20′	49° 30′	1,3500	22°,3	0,9627	0,3636
Mischung B	19° 58′	49° 30′	1,3609	22°,0	0,9168	0,3937
Mischung C	20° 7′	49° 30′	1,3635	22°,0	0,8603	0,4225

Aus diesen Zahlen ergeben sich folgende Zusammensetzungen:

Optische Analyse.	Wirkliche Zusammensetzung.	Differenz.
Mischung A.		
Alkohol 25,9 p. C.	25,6 p. C.	0,3 p. C.
Wasser 74,1 p. C.	74,4 p. C.	
Mischung B.		
Alkohol 50,9 p. C.	50,7 p. C.	0,2 p. C.
Wasser 49,1 p. C.	49,3 p. C.	
Mischung C.		
Alkohol 74,8 p. C	74,9 p. C.	0,1 p. C.
Wasser 25,2 p. C.	25,1 p. C.	

Mischung von Alkohol und Aether.

	α	φ	n	t	d	$\frac{n-1}{d}$
Alkohol	20° 2′	49° 40′	1,3606	22°,1	0,7964	0,4528
Aether	19° 24′	49° 40′	1,3498	22°,5	0,7117	0,4915
Mischung	19° 44′	49° 40′	1,3555	22°,5	0,7410	0,4798

	Optische Analyse.	Wirkliche Zusammensetzung.
Alkohol	30,2 p. C.	29,8 p. C.
Aether	69,8 p. C.	70,2 p. C.

Mischung von Alkohol und Schwefelkohlenstoff.

	α	φ	n	t	d	$\frac{n-1}{d}$
Alkohol	20° 2′	49° 40′	1,3606	22°,1	0,7964	0,4528
Schwefelkohlenstoff	36° 22′	49° 31′	1,6267	22°,0	1,2624	0,4964
Mischung A	30° 37′	49° 31′	1,5370	22°,0	1,1097	0,4839
Mischung B	21° 21′	49° 31′	1,3844	21°,5	0,8387	0,4583

	Optische Analyse.	Wirkliche Zusammensetzung.
Mischung A.		
Alkohol	28,7 p. C.	28,4 p. C.
Schwefelkohlenstoff	71,3 p. C.	71,6 p. C.
Mischung B.		
Alkohol	87,4 p. C.	87,2 p. C.
Schwefelkohlenstoff	12,6 p. C.	12,8 p. C.

Mischung von Amylalkohol und Aethylalkohol.

	α	φ	n	t	d	$\frac{n-1}{d}$
Amylalkohol	22° 43′	49° 30′	1,4076	23°,0	0,8099	0,5033
Aethylalkohol	20° 2′	49° 30′	1,3620	21°,9	0,7975	0,4539
Mischung A	20° 18′	49° 30′	1,3666	22°,0	0,7997	0,4584
Mischung B	20° 53′	49° 30′	1,3766	21°,0	0,7982	0,4718
Mischung C	22° 11′	49° 30′	1,3986	22°,0	0,8069	0,4940

	Optische Analyse.	Wirkliche Zusammenstellung.
Mischung A.		
Amylalkohol	9,1 p. C.	9,25 p. C.
Aethylalkohol	90,9 p. C.	90,75 p. C.

	Optische Analyse.	Wirkliche Zusammenstellung.
Mischung B.		
Amylalkohol	36,2 p. C.	35,9 p. C.
Aethylalkohol	63,8 p. C.	64,1 p. C.
Mischung C.		
Amylalkohol	81,2 p. C.	81,3 p. C.
Aethylalkohol	18,8 p. C.	18,7 p, C.

Mischung von Essigsäure und Buttersäure.

	α	φ	n	t	d	$\frac{n-1}{d}$
Essigsäure	20° 42′	49° 40′	1,3720	20°,0	1,0530	0,3533
Buttersäure	22° 12′	49° 40′	1,3973	20°,0	0,9608	0,4135
Mischung	21° 26′	49° 40,	1,3844	20°,2	1,0061	0,3821

	Optische Analyse.	Wirkliche Zusammensetzung.
Essigsäure	52,2 p. C.	52,15 p. C.
Buttersäure	47,8 p. C.	47,85 p. C.

	n	d	$\frac{n-1}{d}$	Gefundene Zusammensetzung	Wahre Zusammensetzung
Amylalkohol	1,4057	0,8135	0,4987	47,4	47,8
Aethylalkohol	1,3279	0,7964	0,4117	52,6	52,2
Mischung	1,3640	0,8038	0,4529	100,0	100,0
Essigsäure	1,3706	1,0518	0,3523	40,3	40,0
Buttersäure	1,3955	0,9610	0,4116	59,7	59,5
Mischung	1,3850	0,9930	0,3877	100,0	100,0
Aethylalkohol	1,3606	0,8011	0,4501	49,8	50,0
Ameisensäure	1,3693	1,2211	0,3024	50,2	50,0
Mischung	1,3610	0,9602	0,3760	100,0	100,0
Bittermandelöl	1,5391	1,0474	0,5147	69,8	69,7
Ameisensäure	1,3693	1,2211	0,3024	30,2	30;3
Mischung	1,4900	1,0876	0,4505	100,0	100,0

Man erkennt aus den mitgetheilten Zahlen, dass die Methode von Landolt auf die verschiedensten Flüssigkeitsgemische angewendet sehr gute Resultate liefert. Zur ferneren Bestätigung von Landolt's wichtiger Arbeit habe ich aus den durch van der Willigen (Fortschritte der Phys., 1869, Pag. 288) gemachten Bestimmungen der Brechungsexponenten und Dichten von Gemischen aus Alkohol mit Wasser und Glycerin mit Wasser die betreffenden spec. Brechungsvermögen und hieraus die Zusammensetzung der Gemische nach Landolt's Formel berechnet. Die Dichtigkeiten des Wassers bei den Versuchstemperaturen wurden der Arbeit von Hagen (Abhandlg. der Akademie der Wissenschaften in Berlin 1855, Pag. 26) entnommen.

Bezeichnen wir mit N den Brechungsindex, mit D Dichte der Mischung, mit n Brechungsindex und mit d Dichte des Wassers, so haben wir für Alkohol und Wasser für Linie A, D und H folgende Werthe:

Linie A.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,35700	0,79087	1,32820	0,9971470	98,9	25,25°
1,35955	0,82434	1,32842	0,9976313	86,8	22,75°
1,35729	0,90327	1,32837	0,9976313	53,9	23,30°
1,35284	0,93524	1,32799	0,9963477	38,8	27,60°

Linie D.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,36070	0,79087	1,33228	0,997147	98,9	25,25°
1,36343	0,82434	1,33250	0,9976313	86,8	22,75°
1,36127	0,90327	1,33245	0,9976313	53,9	23,30°
1,35686	0,93524	1,33207	0,9963477	38,8	27,60°

Linie H.

N	C	n	d	Proc.	Temp.
1,37193	0,79087	1,34274	0,997147	98,9	25.25°
1,37473	0,82434	1,34296	0,9976313	86,8	22,75°
1,37250	0,90327	1,34281	0,9976313	53,9	23,30°
1,36795	0,93524	1,34253	0,9963477	38,8	27,60°

Lösen wir nun die Landolt'sche Formel nach $\frac{n_1 - 1}{d_1}$ auf, so erhalten wir

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = \frac{\frac{N-1}{D} P - \frac{n-1}{d} p}{p_1}$$

Nach dieser Formel bezeichnete ich die vorhin angeführten Zahlen und kam zu folgenden Resultaten:

Linie	Mittel	% 38,8	Diff.	% 53,9	Diff.	% 86,8	Diff.	% 98,9	Diff.
A	0,4527	0,4531	+ 0,0004	0,4523	— 0,0004	0,4524	— 0,0003	0,4528	+ 0,0001
D	0,4573	0,4577	+ 0,0004	0,4570	— 0,0003	0,4572	— 0,0001	0,4574	+ 0,0001
H	0,4715	0,4717	+ 0,0002	0,4712	— 0,0003	0,4714	— 0,0001	0,4717	+ 0,0002

Aus dieser Zusammenstellung geht deutlich hervor, dass $\frac{n_1 - 1}{d_1}$ für verschiedene Concentrationen ziemlich unbedeutend ändert und in der That als constant angenommen werden kann. Setzt man nun die, für die einzelnen Linien erhaltene Mittel, für jede Concentration besonders, in die Formel

$$p = \frac{\left(\frac{N-1}{D} - \frac{n_1 - 1}{d_1}\right) 100}{\frac{n-1}{d} - \frac{n_1 - 1}{d_1}} \text{ ein,}$$

so erhalten wir folgende Zahlen:

	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.
Aus A berechnet	98,9	0,0	86,6	— 0,2	53,7	— 0,2	38,9	+ 0,1
Aus D berechnet	99,0	+ 0,1	86,8	0,0	53,8	— 0,1	38,9	+ 0,1
Aus H berechnet	99,0	+ 0,1	86,8	0,0	53,8	— 0,1	38,9	+ 0,1
Wirklicher Procent-Gehalt	98,9		86,8		53,9		38,8	

Die grösste Differenz beträgt 0,2 %.

Man sieht leicht ein, dass man vermittelst dieser Methode, wenn der Werth $\frac{n_1 - 1}{d_1}$ einmal bestimmt, nur mehr N und D zu bestimmen braucht, um in angegebener Weise den Procentgehalt der Mischung zu berechnen. Für Glycerin und Wasser habe ich ebenfalls Tabellen berechnet, die hier folgen mögen. Wie schon bemerkt, sind die Brechungsindices, die Dichten und der Procentgehalt, auch für diese Mischung, einer Arbeit, die van Willigen zu einem anderen Zwecke ausgeführt, entnommen. Für Glycerin und Wasser ergeben sich folgende Zahlen:

Linie A.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,42998	1,19286	1,32946	0,9976313	80,98	22,45°
1,41341	1,16270	1,32930	0,9980752	68,76	20,50°
1,38805	1,11463	1,32922	0,9982817	49,69	19,50°

Linie D.

N	D	r	d	Proc.	Temp.
1,43471	1,19286	1,33345	0,9976313	80,98	22,45°
1,41803	1,16270	1,33329	0,9980752	68,76	20,50°
1,39242	1,11463	1,33321	0,9982817	49,69	19,50°

Linie H.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,44780	1,19286	1,34401	0,9976313	80,98	22,45
1,43080	1,16270	1,34385	0,9980752	68,76	20,50
1,40457	1,11463	1,34377	0,9982817	49,69	19,50

Hieraus berechnete ich, nach bekannter Formel, $\frac{n_1-1}{d_1}$ und stellte folgende Tabelle zusammen.

Linie		%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.
	Mittel	49,69		68,76		80,98	
A	0,3672	0,3667	−0,0005	0,3672	0,0	0,3676	+0,0004
D	0,3711	0,3706	−0,0005	0,3712	+0,0001	0,3715	+0,0004
H	0,3822	0,3818	−0,0004	0,3823	+0,0001	0,3826	+0,0004

Die grösste Differenz zwischen dem Mittel und den einzelnen spezifischen Brechungsvermögen beträgt — 0,0005, also erst eine Abweichung in der vierten Decimale,

Betrachten wir $\frac{n_1-1}{d_1}$ auch in diesem Falle als constant, indem wir für dasselbe das Mittel aus den einzelnen spezifischen Brechungsvermögen in Rechnung ziehen, so erhalten wir, nach angegebener Formel, die Procente, wie folgende Zusammenstellung veranschaulicht:

		Diff.		Diff.		Diff.
Aus A berechnet	81,77	+0,79	68,76	0,0	49,10	−0,59
Aus D berechnet	81,82	+0,84	68,88	+0,12	48,98	−0,71
Aus H berechnet	81,84	+0,86	69,00	+0,24	49,16	−0,53
Wirklicher Procent-Gehalt	80,98		68,76		49,69	

Ergeben sich auch aus dieser Tabelle grössere Differenzen als bei Alkohol und Wasser, so erhält man dennoch wenigstens die ganzen Procente vollständig richtig, da die Abweichungen nur in den Zehntelprocenten bemerkbar werden.

Eine andere und wichtige Frage ist nun, ob $\frac{n_1-1}{d_1}$ auch bei Lösungen fester Körper, als constant betrachtet werden darf. Landolt sagt, dass ein Versuch von Gladstone über das Verhältniss des spezifischen Brechungsvermögens des Steinsalzes zu seiner wässerigen Lösung, niedergelegt in dem Journal of the Chemical Society, Mai 1865, einige Hoffnung zur Bejahung dieser Frage gegeben habe, doch möchten fernere Beobachtungen erst den entscheidenden Beweis liefern. Den von Gladstone angestellten Versuch kann ich hier nicht wiedergeben, da mir bis jetzt wenigstens, leider, die bewusste Abhandlung nicht zugänglich ist. Um nun die Sache womöglich zu entscheiden, berechnete ich in erster Linie, bei einer Anzahl von Salzen, $\frac{n_1-1}{d_1}$ und hieraus den Procentgehalt. Die hiezu nöthigen Faktoren fand ich in der schon genannten Abhandlung von van der Willigen und ich berechnete daraus $\frac{n_1-1}{d_1}$ für folgende Salze: 1) Chlorcalcium mit vier Concentrationen; 2) Chlornatrium mit sieben Concentrationen; 3) Chlorammonium mit sechs Concentrationen und schliesslich 4) Chlorzink mit vier Concentrationen. Für Chlorcalcium haben wir:

Linie A.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,36910	1,14348	1,32815	0,9968902	16,75	25,80
1,39107	1,22407	1,32841	0,9976313	24,38	22,90
1,41060	1,29697	1,32853	0,9978584	31,79	21,50
1,43722	1,39945	1,32816	0,9968902	40,64	25,65

Linie D.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,37392	1,14348	1,33223	0,9968902	16,75	25,80
1,39633	1,22407	1,33249	0,9976313	24,38	22,90
1,41611	1,29697	1,33261	0,9978584	31,79	21,50
1,44313	1,39945	1,33224	0,9968902	40,64	25,65

Linie H.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,38699	1,14348	1,34269	0,9968904	16,75	25,80
1,41059	1,22407	1,34295	0,9976313	24,38	22,90
1,43179	1,29697	1,34307	0,9978584	31,79	21,50
1,46035	1,39945	1,34270	0,9968902	40,64	25,65

Ich fand heraus durch Rechnung $\frac{n_1 - 1}{d_1}$ wie folgt:

Linie	Mittel	% 16,75	Diff.	% 24,38	Diff.	% 31,79	Diff.	% 40,64	Diff.
A	0,2894	0,2910	+0,0016	0,2894	0,0	0,2894	0,0	0,2879	−0,0015
D	0,2942	0,2959	+0,0017	0,2943	+0,0001	0,2940	−0,0002	0,2924	−0,0018
H	0,3096	0,3120	+0,0024	0,3096	0,0	0,3096	0,0	0,3073	−0,0023

Berechnet man hiernach die Procente, so erhalten wir:

	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.
Aus A berechnet	16,06	—0,69	24,39	+0,01	31,76	—0,03	42,13	+1,49
Aus D berechnet	16,03	—0,72	24,31	—0,07	31,93	+0,14	42,56	+1,92
Aus H berechnet	15,59	—1,16	24,39	+0,01	31,82	+0,03	43,37	+2,73
Wirklicher Procentgehalt	16,75		24,38		31,79		40,64	

II. Chlornatrium.

Linie A.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,34264	1,05794	1,32832	0,9973941	8,65	23,90
1,35520	1,11194	1,32854	0,9978584	15,85	21,45
1,35670	1,11745	1,32803	0,9966237	16,61	27,10
1,36398	1,15019	1,32799	0,9963477	20,73	27,55
1,36561	1,15785	1,32838	0,9976313	21,69	23,20
1,36789	1,16731	1,32794	0,9963477	22,78	28,10
1,37475	1,19845	1,32787	0,9960624	26,58	28,90

Linie D.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,34702	1,05794	1,33240	0,9973941	8,65	23,90
1,35981	1,11194	1,33262	0,9978584	15,85	21,45
1,36119	1,11745	1,33211	0,9966237	16,61	27,10
1,36873	1,15019	1,33207	0,9963477	20,73	27,55
1,37046	1,15785	1,33246	0,9976313	21,69	23,20
1,37259	1,16731	1,33202	0,9963477	22,78	28,10
1,37963	1,19845	1,33195	0,9960624	26,58	28,90

Linie H.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,35850	1,05794	1,34286	0,9973941	8,65	23,90
1,37224	1,11194	1,34308	0,9978584	15,85	21,45
1,37378	1,11745	1,34257	0,9966237	16,61	27,10
1,38180	1,15019	1,34253	0,9963477	20,73	27,55
1,38364	1,15785	1,34292	0,9976313	21,69	23,20
1,38615	1,16731	1,34248	0,9963477	22,78	28,10
1,39365	1,19845	1,34241	0,9960624	26,58	28,90

$\frac{n_1-1}{d_1}$ für **Chlornatrium** ergab sich:

Linie	Mittel	% 8,65	Diff.	% 15,85	Diff.	% 16,61	Diff.	% 20,73	Diff.	% 21,69	Diff.	% 22,78	Diff.	% 26,58	Diff.
A	0,2678	0,2679	+0,0001	0,2674	—0,0004	0,2693	+0,0015	0,2677	—0,0001	0,2674	—0,0004	0,2678	0,0	0,2672	—0,0006
D	0,2720	0,2725	+0,0005	0,2718	—0,0002	0,2730	+0,0010	0,2720	0,0	0,2720	0,0	0,2716	—0,0004	0,2712	—0,0008
H	0,2869	0,2872	+0,0003	0,2867	—0,0002	0,2881	+0,0012	0,2867	—0,0002	0,2866	—0,0003	9,2870	+0,0001	0,2862	—0,0007

Hieraus berechnen sich die Procente, wie die nächste Tabelle es zeigt:

Chlornatrium.

Berechnete Prozente.

		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.
Aus A berechnet	8,64	—0,01	15,95	+0,10	16,19	—0,42	20,75	+0,02	21,82	+0,13	22,79	+0,01	26,83	+0,25
Aus D berechnet	8,57	—0,08	15,89	+0,04	16,34	—0,27	20,73	0,0	21,71	+0,02	22,94	+0,16	26,92	+0,34
Aus H berechnet	8,60	—0,05	15,90	+0,05	16,25	—0,36	20,81	÷0,08	21,81	+0,12	22,75	—0,03	26,90	+0,32
Wirkl. Procentgehalt	8,65		15,85		16,61		20,73		21,69		22,78		26,58	

III. Chlorammonium.

Linie A.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,34669	1,02597	1,32910	0,9991513	9,72	15,25
1,35045	1,03202	1,32802	0,9966237	11,79	27,20
1,35559	1,04004	1,32834	0,9973941	14,51	23,65
1,36468	1,05364	1,32826	0,9971470	19,58	24,50
1,36500	1,05399	1,32817	0,9968902	19,68	25,50
1,37446	1,06757	1,32803	0,9966237	24,83	27,05

Linie D.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,35098	1,02597	1,33318	0,9991513	9,72	15,25
1,35495	1,03202	1,33210	0,9966237	11,79	27,20
1,36015	1,04004	1,33242	0,9973941	14,51	23,65
1,36948	1,05364	1,33234	0,9971470	19,58	24,50
1,36980	1,05399	1,33225	0,9968902	19,68	25,50
1,37947	1,06757	1,33211	0,9966237	24,83	27,05

Linie H.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,36291	1,02597	1,34364	0,9991513	9,72	15,25
1,36715	1,03202	1,34256	0,9966237	11,79	27,20
1,37273	1,04004	1,34488	0,9973941	14,51	23,65
1,38266	1,05364	1,34280	0,9971470	19,58	24,50
1,38300	1,05399	1,34271	0,9968902	19,68	25,50
1,39347	1,06757	1,34257	0,9966237	24,83	27,05

$\frac{n_1-1}{d_1}$ für **Chlorammonium** berechnet:

Linie	Mittel	% 9,72	Diff.	% 11,79	Diff.	% 14,51	Diff.	% 19,58	Diff.	% 19,68	Diff.	% 24,83	Diff.
A	0,4166	0,4172	+0,0006	0,4177	+0,0011	0,4167	+0,0001	0,4156	—0,0010	0,4161	—0,0005	0,4164	—0,0002
D	0,4228	0,4223	—0,0005	0,4241	+0,0013	0,4229	+0,0001	0,4220	+0,0008	0,4226	—0,0002	0,4227	—0,0001
H	0,4442	0,4447	+0,0005	0,4458	+0,0016	0,4444	+0,0002	0,4428	—0,0014	0,4434	—0,0008	0,4438	—0,0004

Chlorammonium.

Berechnete Procente:

		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.
Aus A berechnet	9,79	+0,07	11,94	+0,15	14,53	+0,02	19,35	—0,23	19,57	—0,11	24,76	—0,07
Aus D berechnet	9,66	—0,06	11,96	+0,17	14,52	+0,01	19,42	—0,16	19,63	—0,05	24,81	—0,02
Aus H berechnet	9,76	+0,04	11,98	+0,19	14,54	+0,03	19,32	+0,26	19,52	—0,16	24,71	—0,12
Wirklicher %-Gehalt	9,72		11,79		14,51		19,58		19,68		24,83	

IV. Chlorzink.

Linie A.

N	D	n	d	Proc..	Temp.
1,37071	1,21011	1,32840	0,9976313	23,00	23,00
1,38654	1,30021	1,32820	0,9971470	31,05	24,60
1,38755	1,30553	1,32815	0,9968902	31,50	25,80
1,39732	1,36070	1,32807	0,9966237	38,98	26,60

Linie D.

N	D	n	d	Proc.	Temp,
1,37548	1,21011	1,33248	0,9976313	23,00	23,00
1,39169	1,30021	1,33233	0,9971470	31,05	24,60
1,39273	1,30553	1,33223	0,9968902	31,50	25,80
1,40264	1,36070	1,33215	0,9966237	38,98	26,60

Linie H.

N	D	n	d	Proc.	Temp.
1,38878	1,21011	1,34294	0,9976313	23,00	23,00
1,40601	1,30021	1,34279	0,9971470	31,05	24,60
1,40716	1,30553	1,34269	0,9968902	31,50	25,80
1,41780	1,36070	1,34261	0,9966237	38,98	26,60

$\frac{n_4-1}{}$ für **Chlorzink** berechnet:

Linie	Mittel	% 23,00	Diff.	% 31,05	Diff.	% 31,50	Diff.	% 53,98	Diff.
A	0,2292	0,2299	+0,0007	0,2266	−0,0026	0,2266	−0,0026	0,2338	+0,0046
D	0,2328	0,2333	+0,0005	0,2301	−0,0027	0,2303	−0,0025	0,2374	+0,0046
H	0,2451	0,2460	+0,0009	0,2423	−0,0028	0,2425	−0,0026	0,2496	+0,0045

Die Prozente ergeben sich hieraus, wie folgt:

Chlorzink.

Berechnete Procente:

		Diff.		Diff.		Diff.		Diff.
Aus A berechnet	22,84	— 0,16	31,87	+ 0,82	32,33	+ 0,83	37,19	— 1,79
Aus D berechnet	22,87	— 0,13	31,87	+ 0,82	32,29	+ 0,79	37,19	— 1,79
Aus H berechnet	22,78	— 0,22	31,93	+ 0,88	32,32	+ 0,82	37,22	— 1,76
Wirklicher %-Gehalt	23,00		31,05		31,50		38,98	

Da die von mir berechneten Tabellen ohne weitere Erklärung verständlich sind, so gehe ich zu den weiter angestellten Versuchen über. Um die Anzahl der Tabellen zu vermehren und um, hierauf gestützt, sichere Schlüsse ziehen zu können, habe ich für eine weitere Reihe von Salzlösungen, $\frac{n_1-1}{d_1}$ bestimmt und daraus die Procente bezeichnet. Die Arbeit zerfiel in vier Theile, nämlich:

1) Herstellung und Verdünnung bei gewöhnlicher Temperatur gesättigten Lösungen,

2) Bestimmung des Procentgehaltes der Lösungen,

3) Bestimmung des specifischen Gewichtes,

4) Bestimmung der Brechungsexponenten.

Zuerst wurden die, durch mehrfaches Umkrystallisiren rein gewonnenen Salze mehrere Tage mit Wasser zusammengebracht, um durch öfteres Umrühren und Umschütteln eine möglichste Sättigung der Lösung bei gewöhnlicher Temperatur zu bewirken. Nachdem dies geschehen, wurde ein Theil der Lösung etwa auf die Hälfte verdünnt, indem man zu einer abgewogenen

Menge derselben ungefähr das gleiche Gewicht Wasser zusetzte und dann das Ganze wieder wog; das jetzt entstehende plus gab das Gewicht des zugesetzten Wassers an.

Der Procentgehalt wurde bei den verschiedenen Salzen in verschiedener Weise bestimmt; natürlich führte ich Controlversuche aus und das Mittel aus diesen nahm ich als wahren Procentgehalt an. Bei der Bromnatrium-Lösung bestimmte ich den Gehalt vermittelst Fällung mit Silbernitrot; das Chlorbarium wurde als schwefelsaurer Baryt gefällt und gewogen, das Bleinitrat durch Fällung als Bleisulfat bestimmt und das Silbernitrat als Chlorsilber gefällt. Bei den übrigen Salzlösungen wurde der Gehalt direkt durch Eindampfen zur Trockene und Erwärmen im Luftbad bis zur jeweilig entsprechenden Temperatur bestimmt. Da ich so den Gehalt der concentrirten Lösungen kannte, war es leicht, je nach der Menge des zur ursprünglichen Lösung zugesetzten Wassers auch den der verdünnten Lösungen zu berechnen.

Zur Ermittlung des specifischen Gewichts bediente ich mich bei der Alaunlösung eines 22 cc. Wasser fassenden Picnometers; für die übrigen Lösungen benutzte ich ein Picnometer von 50 cc. Rauminhalt.

Zur Bestimmung der Brechungsexponenten verwandte ich ein nach Angaben von Wild verfertigtes Universalinstrument aus der mechanischen Werkstätte von Herrmann & Pfister in Bern. Die Ablesungen geschahen an einem 9zölligen Kreis, vermittelst vierer Nonien und erlaubten eine Genauigkeit von etwa 2 bis 3 Secunden. Jede Bestimmung wurde auch hier doppelt ausgeführt und das Mittel aus beiden in Rechnung gezogen. Nachdem ich den brechenden Winkel

des Primas durch mehrmalige Versuche genau bestimmt, schritt ich zur Bestimmung der Minimalablenkungen der einzelnen Lösungen nach bekannter Methode. Die so erhaltenen Zahlen werden in die Formel $n = \frac{\sin \frac{a+\varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}}$ eingesetzt, in welcher n Brechungsindex der Flüssigkeit, a die Minimalablenkung, φ brechende Winkel des Prismas bezeichnet. Der brechende Winkel des Prismas wurde trotzdem, dass ich das Prisma auf dem Tische des Refractometers unverändert liess und es vermittelst einer mit Caoutchouckugel versehenen Pipette mit den zu untersuchenden Flüssigkeiten füllte, von Zeit zu Zeit der Sicherheit halber wieder neu bestimmt. Die Bestimmung der Dichten und Brechungsexponenten erfolgten bei derselben Temperatur und möglichst schnell hintereinander.

Zur Wägung bediente ich mich der Schwingungsmethode. Zuerst bestimmte ich die Einstellung der Waage.

Die Waage schwingt ohne Belastung frei:

				Mittel
Umkehrpunkte	16,3	16,1	16,0	16,13
	8,3	8,5		8,40
	E, = 12,27.			
				Mittel
Uk.	15,9	15,8	15,3	15,67
	8,9	9,0		8,95
	E, = 12,31.			

$$\text{Hauptmittel } \frac{E + E,}{2} = \frac{12,27 + 12,31}{2} = 12,29$$

Einstellung = 12,29.

Bestimmung der Empfindlichkeit der unbelasteten Waage.

1 Mgr. Ueberlastung.

		Mittel
Uk.	17,9 17,7 17,5	17,7
	8,1 8,2	8,05
	E = 12,93	

Differenz der Einstellung = 12,93 — 12,29 = 0,64

Empfindlichkeit = 0,64

2te Bestimmung.

		Mittel
Uk.	15,9 15,8 15,7	15,8
	10,1 10,1	10,1
	E = 12,95	

Differenz = 12,95 — 12,29 = 0,66

Empfindlichkeit = 0,66

Hauptmittel der Empfindlichkeit
= 0,65

Empfindlichkeit der belasteten Waage.

a) mit 20 Gramms.

		Mittel
Uk.	15,9 15,8 15,8	15,83
	8,1 8,2	8,15
	E = 11,99	

1 Mgrm, entfernt (durch Drehen).

		Mittel
Uk.	16,0 16,0 15,9	15,97
	9,7 9,8	9,75
	E = 12,86	

Differenz 12,86 — 11,99 = 0,87.

Belastuug 70 Gramms.

		Mittel
Uk.	16,0 15,9 15,7	15,87
	6,0 6,1	6,05
	E = 10,96	
	1 Mgrm. zugefügt:	
		Mittel
Uk.	15,0 14,9 14,8	14,9
	8,1 8,2	8,15
	E = 11,53	

Differenz = 11,53 − 10,96 = 0,57

Empfindlichkeit im Mittel 0,65
0,87
0,57
2,09

$$\frac{2{,}09}{3} = 0{,}697$$

Empfindlichkeit im Mittel
= 0,70 Theilstrich für 1 Mgrm.

Untersuchung der Waage auf Gleicharmigkeit.

Alle Ablesungen erfolgten durch ein 2 Meter entfernt aufgestelltes Fernrohr.

a) Bestimmung der Einstellung der unbelasteten Waage:

		Mittel
Uk.	15,8 15,6 15,4	15,6
	8,0 8,1	8,05
	E = 11,83	

b) Wägung mit Vertauschung der Gewichte.

Links.	Rechts.
50 Grms.	(20 + 10 + 10 + 5 + 2 + 1 + 1 + 1 Grms.)

					Mittel
Umkp.	16,1	16,0	15,9		16,0
	5,9	6,1			6,0

Einstellung 11,00.

Differenz der Einstellungen 11,83
11,00
0,83

Die Empfindlichkeit der Waage war 0,70 Theilstrich für 1 Mgrm., daher:

$\frac{0,83}{0,70}$ = 0,00118 Grms = Gewicht, welches auf der rechten Seite hinzugefügt wäre, um die Waage zum Einstellen zu veranlassen.

Links.	Rechts.
20 + 10 + 10 + 5 + 2 + 1 + 1 + 1 Grms.	50 Grms.

					Mittel
Umkp.	16,1	16,0	15,8		15,97
	6,5	6,7			6,60

Einstellung 11,29

Differenz der Einstellungen 11,83
11,29
0,54

daher $\frac{0,54}{0,70}$ = 0,00077 Grms = Gewicht, welches auf der rechten Seite hinzugefügt werden muss, um die Waage zum Einstellen zu veranlassen.

Wir haben also für Einstellung der Waage

links rechts

$$50 = P = (20 + 10 + 10 + 5 + 2 + 1 + 1 + 1) + 0,00118 = p + u_r (20 + 10 + 10 + 5 + 2 + 1 + 1 + 1) - 0,00077 = p + u_l = 50 = P.$$

Bezeichnen wir mit:

L_r = Länge des Waagebalkens rechts

L_l = Länge des Waagebalkens links,

so ist

$$L_l . P = L_r (p + u_r)$$
$$L_l (p + u_l) = L_r . P.$$

hieraus

$$\frac{L_r (p + u_r)}{L_l} = \frac{L_l (p + u_l)}{L_r}$$

$$\frac{L_r}{L_l} = \sqrt{\frac{p + u_l}{p + u_r}}$$

für diesen Ausdruck, kann mit genügender Annäherung (Kohlrausch, prakt. Phys. XX) gesetzt werden

$$\frac{L_r}{L_l} = \sqrt{1 + \frac{u_l - u_r}{p}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{u_l - u_r}{p}$$

$$\frac{L_r}{L_l} = 1 + \frac{1}{2} \frac{-0{,}00077 - 0{,}00118}{50} = 1 - 0{,}0000195$$

$$\frac{L_r}{L_l} = 0{,}9999805 ; \; L_r = L_l . 0{,}9999805$$

d. h. 10 Grms. Belastung auf der rechten Seite würden 9,999805 Grms. auf der linken Seite das Gleichgewicht halten.

Die Wägungen wurden mit Hülfe eines verificirten Gewichtssatzes des physikal. Cabinetes der Universität ausgeführt.

Da ich bei meiner Untersuchung nur mit verhältnissmässig kleinen Mengen operirt habe, so kann, wie leicht einzusehen ist, der sehr geringe Fehler der Waage unmöglich von irgend welchem Einfluss auf die erhaltenen Resultate sein, um so mehr, da bei der Dichtigkeitsbestimmung das Gewicht des Picnometers + Lösung von dem des Picnometers + Wasser, selbst

bei den concentrirtesten Lösungen, nur um einige Gramme differirte, so dass der Fehler verschwindend klein werden musste. Dies ist der Grund, warum ich es bei dieser Arbeit nicht für angemessen hielt, nach der Borda'schen Methode zu wägen. Nachdem ich nun auf die Apparate und Methoden, mit welchen die Arbeit zur Ausführung gelangte, näher eingetreten bin, kann ich gleich zu den so erhaltenen Resultaten übergehen. Ich untersuchte je zwei Concentrationen von folgenden Salzlösungen:

1) Bromnatriumlösung von 23,61 und 12,04 Proc.;
2) Glaubersalzlösung von 14,10 und 7,19 Proc.;
3) Natriumnitratlösung von 42,9 und 21,23 Proc.;
4) Boraxlösung von 2,65 und 1,34 Proc.;
5) Bittersalzlösung von 21,13 und 10,79 Proc.;
6) Chlorbariumlösung von 21,01 und 11,13 Proc.;
7) Alaunlösung von 6,29 und 3,15 Proc.;
8) Chromsaure Kalilösung von 8,44 und 8,26 Proc.;
9) Bleinitratlösung von 31,65 und 14,27 Proc.;
10) Silbernitratlösung von 57,87, von 29,01 und 15,82 Procent.

Ich will hier noch bemerken, dass für Alaun der Brechungsexponent vermittelst eines Alaunprismas, dessen Flächen jedoch nicht vollkommen eben geschliffen waren, so dass Beugungsstreifen entstanden, welche ein genaueres Einstellen sehr erschwerten, bestimmt wurde.

Für I. Bromnatrium haben wir:

Lösung (a)

Gehalt bestimmt durch Fällung mit Silbernitrat, getrocknet bei 110° C. = 23,61 %.
Dichte bei 24,8° C. = 1,2100

Minimalablenkung = 26° 26′ 25″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 0″
Brechungsexponent = 1,36908
Dichte des Wassers bei 24,8 = 0,9971470
Brechungsexponent bei 24,8 = 1,33255

Hieraus ergibt sich nach der Formel

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = \frac{\frac{N-1}{D} P - \frac{n-1}{d} p}{p_1} =$$

$$= \frac{\frac{1,36908 - 1}{1,2100} (100) - \frac{1,33255 - 1}{0,9971470} (76,39)}{23,61}$$

$$= 0,2128$$

Lösung (b).

Gehalt in früher angegebener Weise durch Verdünnung der ursprünglichen Lösung bestimmt = 12,04 %
Dichte bei 24,0° C. = 1,0982
Minimalablenkung = 24° 55′ 0″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 5″
Brechungsexponent = 1,3496
Dichte des Wassers bei 24° C. = 0,9973941
Brechungsexponent bei 24° C. = 1,33264

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = \frac{\frac{1,3496 - 1}{1,0982} (100) - \frac{1,33264 - 1}{0,9973941} (87,96)}{12,04}$$

$$= 0,2075.$$

Mittel aus beiden erhaltenen Brechungsvermögen = 0,2101.

In die Formel

$$p = \frac{\left(\frac{N-1}{D} - \frac{n-1}{d}\right) 100}{\frac{n-1}{d} - \frac{n-1}{d}}$$

eingesetzt, erhalten wir:

Brechende Procente		Wahrer Gehalt
Lösung (a)	23,08 %	23,61 %
	Differenz = — 0,53	
Lösung (b)	12,29 %	12,04 %
	Differenz = + 0,25	

Bezeichnen wir wie früher mit N Brechungsindex der Lösung, mit D Dichte derselben, mit n Brechungsindex des Wassers und mit d Dichte desselben, so haben wir für

II. Glaubersalz.

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung (a)	1,35396	1,1394	1,33273	0,9976313	14,10	23,0°
Lösung (b)	1,34373	1,0687	1,33273	0,9976313	7,19	23,2°

Lösung (a).

Der Gehalt wurde direct durch Abdampfen einer abgewogenen Menge von Lösung zur Trockene und Erhitzen im Luftbad bei 150° C. bis zu constantem Gewicht erhalten.

Minimalablenkung = 25° 15′ 25″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1713$$

Lösung (b).

Gehalt aus der Verdünnung der ursprünglichen Lösung ermittelt.

Minimalablenkung = 24° 27′ 40″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1682$$

Mittel der Brechungsvermögen
= 0,1698

Berechneter Gehalt		Wahrer Gehalt
Lösung (a)	13,96 %	14,10 %
	Differenz = — 0,13	
Lösung (b)	7,26 %	7,19 %
	Differenz = + 0,07	

III. Natrumnitrat.

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung (a)	1,38339	1,3442	1,33255	0,9971470	42,90	25,0°
Lösung (b)	1,35653	1,1519	1,33255	0,9971470	21,23	25,0°

Lösung (a).

Der Gehalt ist hier ebenfalls durch Eindampfen und Trocknen im Luftbad etc. direct bestimmt.

Minimalablenkung = 27° 34, 25″
Brechender Winkel d. Pris. = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1-1}{d_1} = 0{,}2210$$

Lösung (b).

Der Gehalt ist aus der Verdauung der concentrirten Lösung berechnet.

Minimalablenkung = 25° 27, 25″
Brechender Winkel d. Pris. = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1-1}{d_1} = 0{,}2205$$

Mittel = 0,2208

Berechneter Gehalt.		Wahrer Gehalt.
Lösung (a)	42,84 %	42,90 %
	Differenz = — 0,06.	
Lösung (b)	21,28 %	21,23 %
	Differenz = + 0,05.	

IV. Borax.

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung (a)	1,3373	1,0247	1,33264	0,997344	2,65	24,0°
Lösung (b)	1,3347	1,0105	1,33264	0,997344	1,34	2,40°

Lösung (a).

Der Gehalt wurde durch Eindampf und Erhitzen bis sämmtliches Krystallwasser entlassen, bestimmt

Minimalablenkung = 23° 57, 55″

Brechender Winkel d. Pris. = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1-1}{d_1} = 0{,}1697$$

Lösung (b).

Die ursprüngliche Lösung wurde auf etwa die Hälfte verdünnt und der Gehalt so berechnet.

Minimalablenkung = 23° 45′ 45″

Brechender Winkel d. Pris. = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1-1}{d_1} = 0{,}1628$$

Mittel aus den Brechungsvermögen

= 0,1663

	Berechneter Gehalt		Wahrer Gehalt
Lösung (a)	2,60		2,65
		Differenz = — 0,05	
Lösung (b)	1,31		1,34
		Differenz = — 0,03	

V. Bittersalz.

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung (a)	1,37000	1,2009	1,33273	0,9976313	21,13	23,0°
Lösung (b)	1,35102	1,0973	1,33264	0,9973941	10,79	24,0°

Lösung (a).

Der Gehalt ist direct durch Eindampfen und Erhitzen auf 150° ermittelt; das so erhaltene Bittersalz enthält also noch ein Mol. Wasser.

Minimalablenkung = 26° 30′ 50″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = \underline{0{,}2132}$$

Lösung (b).

Der Gehalt ist aus der Verdünnung berechnet.

Minimalablenkung = 25° 1′ 40″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = \underline{0{,}2073}$$

Mittel = 0,2102

	Berechneter Gehalt	Wahrer Gehalt
Lösung (a)	20,61 %	21,13 %
	Differenz = — 0,52.	
Lösung (b)	11,04 %	10,79 %
	Differenz = + 0,25	

VI. Chlorbarium.

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung (a)	1,36772	1,2101	1,33273	0,9976313	21,01	23,0°
Lösung (b)	1,34970	1,1061	1,33264	0,9973941	11,13	24,0°

Lösung (a).

Der Gehalt wurde durch Fällung mit Schwefelsäure bestimmt.

Minimalablenkung = 26° 20′ 5″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1817$$

Lösung (b).

Der Gehalt wurde aus der Verdünnung der Lösung (a) berechnet.

Minimalablenkung = 24° 55′ 30″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1776$$

Mittel = 0,1797

	Berechneter Gehalt		Wahrer Gehalt
Lösung (a)	20,73 %		21,01 %
		Differenz = — 0,28	
Lözung (b)	11,28 %		11,13 %
		Differenz = + 0,15	

VII. Alaun (Kali-Alaun).

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung (a)	1,3430	1,0547	1,33264	0,9973441	6,29	24,3°
Lösung (b)	1,3377	1,0279	1,33264	0,9973441	3,15	24,0°

Lösung (a).

Der Alaun wurde als wasserfreier Alaun (alumen ustum) gewogen.

Minimalablenkung = 24° 24′ 0″
Brechender Winkel des Prisma = 60° 3′ 40″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}2021$$

Lösung (b).

Die ursprüngliche Lösung wurde etwa auf die Hälfte verdünnt und hieraus der Gehalt berechnet.

Minimalablenkung = 23° 59′ 30″

Brechender Winkel des Prisma = 60° 4′ 0″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1756$$

Mittel = 0,1889

	Berechneter Gehalt	Wahrer Gehalt
Lösung (a)	5,74 %	6,29 %
	Differenz = — 0,55	
Lösung (b)	3,44 %	3,15 %
	Differenz = + 0,29	

Ich will hier gleich die für das Alaunprisma erhaltenen Zahlen folgen lassen.

Brechender Winkel des Alaunprismas = 60° 15′ 10″

Minimalablenkung = 33° 39′ 30″

Hieraus ergibt sich der Brechungsexponent

n = 1,4561

Das specifische Gewicht des Alauns wurde in Benzin bestimmt und auf Wasser zurückgerechnet; es ergab sich zu 1,7517

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}2604$$

Das Mittel der specifischen Brechungsvermögen für wasserhaltigen krystallisirten Alaun aus den Lösungen bestimmt, ist 0,2549.

Setzen wir hierfür in die bekannte Gleichung das direkt für das Alaunprisma bestimmte Brechungsvermögen 0,2604 ein, so erhalten wir:

	Wahrer Gehalt	Berechneter Gehalt
Lösung (a)	11,46 %	11,35 %
	Differenz = — 0,11	
Lösung (b)	5,74 %	6,80 %
	Differenz = + 1,06	

VIII. Kaliumbichromat.

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung (a)	1,3482	1,0601	1,33264	0,997344	8,44	24,0°
Lösung (b)	1,3474	1,0581	1,33264	0,997344	8,26	24,0°

Lösung (a).

Der Gehalt wurde durch Eindampfen einer abgewogenen Menge der Lösung bestimmt.

Minimalablenkung 24° 48′ 0″
Brechender Winkel 69° 4′ 0″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}2737$$

Lösung (b).

Gehalt ebenfalls direkt durch Abdampfen bestimmt.

Minimalablenkung 24° 44′ 45″
Brechender Winkel 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}2707$$

Mittel = 0,2722

Wahrer Gehalt		Berechneter Gehalt
Lösung (a)	8,44 %	8,24 %
	Differenz — 0,20	
Lösung (b)	8,26 %	8,46 %
	Differenz + 0,20	

IX. Bleinitrat.

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung (a)	1,3808	1,3695	1,33264	0,9973441	31,65	24,0°
Lösung (b)	1,3511	1,1400	1,33255	0,9971470	14,27	25,2°

Lösung (a).

Das Blei wurde als Bleisulfat gefällt und gewogen.

Minimalablenkung 27° 22′ 10″
Brechender Winkel 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1584$$

Lösung (b).

Die ursprüngliche Lösung wurde auf ungefähr die Hälfte verdünnt und so der Gehalt berechnet.

Minimalablenkung 25° 2′ 0″
Brechender Winkel 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1547$$

Mittel = 0,1563

Wahrer Gehalt		Berechneter Gehalt
Lösung (a)	31,65 %	31,34 %
	Differenz — 0,31 %	
Lösung (b)	14,27 %	14,42 %
	Differenz + 0,15 %	

X. Silbernitrat.

	N	D	n	d	Proc.	Temp.
Lösung a	1,43650	1,8652	1,33264	0,997344	57,87	24,0°
Lösung b	1,37044	1,3106	1,33273	0,9976313	29,01	23,0°
Lösung c	1,35093	1,1497	1,33264	0,997344	15,82	24,0°

Lösung (a).

Das Silber wurde als Chlorsilber gefällt und gewogen.

Minimalablenkung 31° 52′ 25″
Brechender Winkel 60° 4′ 5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1616$$

Lösung (b).

Gehalt aus der Verdünnung der Lösung a berechnet.

Minimalablenkung	26½°	32′	55″
Brechender Winkel	60°	4′	5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1582$$

Lösung (c).

Der Gehalt ist aus der Verdünnung der ursprünglichen Lösung berechnet.

Minimalablenkung	25°	1′	15″
Brechender Winkel	60°	4′	5″

$$\frac{n_1 - 1}{d_1} = 0{,}1548$$

Mittel = 0,1582

	Wahrer Gehalt		Berechneter Gehalt
Lösung (a)	57,87 %		56,75 %
		Differenz = — 1,12 %	
Lösung (b)	29,01 %		29,01 %
		Differenz 0,0	
Lösung (c)	15,82 %		16,13 %
		Differenz = + 0,31 %.	

Auf diese von mir ausgeführten Analysen fussend, glaube ich die im Anfang der Abhandlung gestellte Frage, ob die Landolt'sche Methode auch auf Lösungen fester Körper ausgedehnt werden könne, bejahen zu sollen. Liefert sie auch nicht die gleiche Genauigkeit, wie bei Flüssigkeitsgemischen, so ist das Resultat immerhin noch bis auf 1 Procent (im ungünstigsten Falle 1,5 Procent) genau, was in den meisten Fällen ausreichen wird; die Entscheidung der Frage ist jeden-

falls auch theoretisch nicht ohne Interesse. Hiermit glaube ich meine Untersuchung schliessen zu können.

Das Reinigen und Umkrystallisiren der Salze wurde im Universitätslaboratorium, die übrigen Arbeiten wurden im physikalischen Cabinet der Universität ausgeführt und es ist mir hier eine angenehme Pflicht, den Vorständen beider Anstalten für ihre bereitwillige Unterstützung bei dieser Untersuchung meinen besten Dank auszusprechen.

A. Lutz.

Untersuchungen über die Cladoceren der Umgebung von Bern.

Vorgetragen in der allgemeinen Sitzung, den 2. März 1878.

Veranlasst durch eine von der Universität Bern ausgeschriebene Preisfrage, unternahm ich es, die Cladocerenfauna Berns näher zu studiren. Die Resultate, die sich im Laufe eines Frühlings und Sommers gewinnen liessen, werde ich auf diesen Blättern kurz darzulegen versuchen.

Die Cladoceren sind bekanntlich Süsswasserbewohner. Am häufigsten und in der grössten Artenzahl finden sie sich in beständigen stehenden und langsam fliessenden Gewässern, in Seen, Teichen, Torfmooren und schlammigen, pflanzenreichen Wassergräben ; nur ausnahmsweise in schnellfliessenden Flüssen, in Bächen, Quellen, selbst Brunnentrögen. Sie bevorzugen soge-