

### Über Orthosalpetersäure $N(OH)_5$ .

Von H. Erdmann.

Bereits vor 5 Jahren teilte ich über die Orthosalpetersäure  $N(OH)_5$  folgendes mit<sup>1)</sup>:

„Bei gewöhnlicher Temperatur scheint die Verbindung  $N(OH)_5$  beständig zu sein, denn wenn man durch wässrige Salpetersäure bei 15° trockene Luft durchleitet, so geht je nach der Konzentration stärkere oder schwächere Säure durch Verdunstung fort und es hinterbleibt in jedem Falle eine Säure mit 64 Proz. Salpetersäure. Für  $N(OH)_5$  berechnen sich 63,63 Proz.  $HNO_3$ .“

Da diese Auffassung auf eigenen Versuchen beruhte, habe ich sie auch für den Unterricht stets unverändert beibehalten, obwohl gewisse Zweifel, zwar nicht von chemischer Seite, aber von seiten einiger Physikochemiker dagegen laut geworden waren<sup>2)</sup>. Kürzlich habe ich aber im Anschluß an andere Veröffentlichungen auch meine älteren Versuche über diesen Gegenstand publiziert<sup>3)</sup> und meine Gegner aufgefordert, für ihre ablehnende Ansicht, falls sie bei dieser immer noch verharren, eigene Versuche beizubringen. Dieser nachgerade unabweisbar gewordenen Forderung hat wohl Herr F. W. Kuester nachkommen wollen, als er auf der diesjährigen Naturforscherversammlung „Über die Hydrate der Salpetersäure“ vortrug. Über diesen Vortrag liegen mir bisher nur zwei Auszüge vor<sup>4)</sup>, die aber bereits deutlich erkennen lassen, daß Herr F. W. Kuester sich nicht auf tatsächliche Feststellungen beschränkt, sondern sich vielmehr in einer heftigen Polemik gegen meine Experimentaluntersuchung über Orthosalpetersäure gefallen hat. Herr F. W. Kuester hat dabei selbst als Motiv seiner Handlungsweise den Wunsch ausgesprochen, daß keine falschen Angaben über die Hydrate der Salpetersäure in die chemischen Handbücher übergehen. Es erscheint daher an der Zeit, die ganz irrigen Behauptungen des Herrn Kuester zurückzuweisen.

Zum Verständnis der Situation sei vorausgeschickt, daß Herr Kuester jedesmal

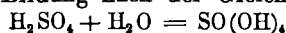
<sup>1)</sup> Erdmann, Lehrbuch der anorganischen Chemie, I. Aufl. Braunschweig 1898, S. 177.

<sup>2)</sup> Ostwald, Zeitschr. phys. Chem. 1899, XXVII, 382; Kuester, Zeitschr. anorg. Chem. 1899, XX, 74.

<sup>3)</sup> Erdmann, Über Orthosalpetersäure  $N(OH)_5$  und die durch Wasserabspaltung daraus entstehenden Verbindungen, Zeitschr. anorg. Chem. 1902, XXXII, 431.

<sup>4)</sup> Diese Zeitschr. 1903, Heft 89, S. 939; Chemiker-Zeitung 1903, No. 77, S. 938.

in einen Zustand höchster Erregung gerät, wenn ihm eine chemische Formel begegnet, die er nach seinem eigenartigen Entwicklungsgange nicht zu verstehen imstande ist. Dazu gehören selbst ganz einfache Formeln wie  $SO(OH)_4$  und  $N(OH)_5$ . Nach den meisterhaften und umfassenden Studien von R. Knietsch<sup>5)</sup> kann nun über die Existenz der ersten Säure und ihre Bildung nach der Gleichung:



nicht mehr der mindeste Zweifel sein; sogar ihre technische Darstellbarkeit durch einen einfachen Krystallisationsvorgang steht im Bedarfsfalle nach der Versicherung Knietschs außer Frage. Die ältere Gefrierpunktskurve für Schwefelsäuren verschiedener Konzentrationen von Altschul<sup>6)</sup> ist mit ihren merkwürdigen Knicken und Wendepunkten durch die Untersuchungen von Knietsch<sup>7)</sup> vollkommen bestätigt worden. Mehr noch: durch eingehende Untersuchung der übrigen physikalischen Eigenschaften, namentlich der Viskosität und der kapillaren Steighöhe von Schwefelsäuren verschiedener Konzentration hat Knietsch zeigen können, daß die diese Eigenschaften beschreibenden Kurven Gipfel- oder Wendepunkte besitzen, die genau mit den ausgezeichneten Punkten der Schmelzpunktskurve übereinstimmen<sup>8)</sup> und namentlich folgenden Verbindungen genau entsprechen:

Zusammensetzung	Konstitution	Schmelzpunkt °	Trivialname
$SO_3$	$O = \overset{\overset{O}{\parallel}}{S} = O$	+ 17,7	Anhydrid
$H_2S_2O_7$	$O < \begin{matrix} SO_2-OH \\ SO_2-OH \end{matrix}$	+ 36	Pyroschwefelsäure
$H_2SO_4$	$SO_2(OH)_2$	+ 10	Monohydrat
$H_4SO_5$	$SO(OH)_4$	+ 8	Dihydrat.

<sup>5)</sup> Über die Schwefelsäure und ihre Fabrikation nach dem Kontaktverfahren. Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1901, XXXIV, 4051—4115.

<sup>6)</sup> Zeitschr. für die gesamte Kälteindustrie, Jahrgang 1898, IV, 11. — Die Kurve Altschuls enthält nur ein kleines Versehen, welches sich aber lediglich auf die höchsten Verdünnungen bezieht und für jeden Kenner leicht ersichtlich ist; die Kurve muß hier unter der Nulllinie bleiben und sich ihr asymptotisch nähern. Die Besitzer der ersten Auflage meines Lehrbuches, in welcher auf S. 268 die Altschulsche Kurve wiedergegeben ist, bitte ich, diese Verbesserung vorzunehmen.

<sup>7)</sup> Vgl. die Schmelzpunktskurve von Knietsch (welche auch mit Auftau- und Erstarrungslinie versehen ist). Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1901, XXXIV, 4100.

<sup>8)</sup> Dasselbst S. 4092; vgl. auch Fig. II auf S. 4089.

Was also die Hydrate der Schwefelsäure anbetrifft, so ist Herr F. W. Kuester mit seiner Ansicht bereits recht gründlich ad absurdum geführt worden, und niemand wird heute mehr ohne Heiterkeit die Tiraden lesen können, mit denen Kuester, als ihm zum ersten Mal die chemisch richtige Interpretation dieser Verhältnisse entgegentrat, den Verfasser bedachte<sup>9)</sup>.

Die Altschulschen Zahlen, welche angeblich nach Kuester „allen Grundgesetzen über die Stöchiometrie der Lösungen ins Gesicht schlagen“, sind also unbedingt richtig und Herr F. W. Kuester hätte demnach allen Grund, das, was er „Grundgesetze“ nennt, einmal ein wenig zu revidieren und mit den Tatsachen in Einklang zu bringen. Aber weit entfernt von solcher weisen Einkehr, läßt er die Schwefelsäure, bei der ihm dieses Malheur passiert war, einfach fallen und versucht nun sein Glück bei der Salpetersäure.

Ich habe folgende Hydrate des Stickstoffpentoxyds beschrieben<sup>10)</sup>:

Bruttoformel	Bildung aus dem Anhydrid	Konstitutionsformel	Schmelzpunkt °	Molekulargewicht	HNO <sub>3</sub> in Proz.
HNO <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 1 H <sub>2</sub> O	$O \begin{smallmatrix} \parallel \\ \text{O} \end{smallmatrix} \text{N-OH}$	— 42	62,58	100,00
H <sub>1</sub> N <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	$O < \begin{smallmatrix} \text{NO}(\text{OH})_2 \\ \text{NO}(\text{OH})_2 \end{smallmatrix}$	— 65,2	143,04	87,52
H <sub>3</sub> NO <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 3 H <sub>2</sub> O	ON(OH) <sub>3</sub>	— 34	80,46	77,78
H <sub>5</sub> N <sub>2</sub> O <sub>9</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 4 H <sub>2</sub> O	$O < \begin{smallmatrix} \text{N}(\text{OH})_4 \\ \text{N}(\text{OH})_4 \end{smallmatrix}$	— 39	178,80	69,98
H <sub>7</sub> NO <sub>5</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 5 H <sub>2</sub> O	N(OH) <sub>5</sub>	— 35	98,34	63,63.

Zunächst macht mir nun Herr F. W. Kuester einen höchst naiven Einwand, der

<sup>9)</sup> Zeitschr. anorg. Chem. 1899, XX, 74.

<sup>10)</sup> Zeitschr. anorg. Chem. 1902, XXXII, 431.  
— Als theoretisch berechneter Prozentgehalt des Hydrats H<sub>5</sub>N<sub>2</sub>O<sub>9</sub> an Salpetersäure HNO<sub>3</sub> ist dort durch ein Versehen 68,87 Proz. notiert; in Wirklichkeit berechnet sich, wie oben angegeben, 69,98 Proz. Das ist offenbar auch die Ursache, weshalb beim Umkrystallisieren einer Säure von 68,87 Proz. HNO<sub>3</sub> der Säuregehalt auf 69,1 Proz. stieg, ein Umstand, den ich mir damals nicht erklären konnte (a. a. O. S. 434). Der Schmelzpunkt der ganz reinen Verbindung H<sub>5</sub>N<sub>2</sub>O<sub>9</sub> wird daher vielleicht noch etwas höher liegen als — 39° und ich möchte mir vorbehalten, diese meine Angabe demnächst noch einmal zu kontrollieren. Das Hydrat selbst, welches in Konstitution der krystallisierten Arsensäure (HO)<sub>4</sub>As-O-As(OH)<sub>4</sub> sowie dem von der Thomasschlacke her wohlbekannten Tetracalciumphosphat (CaO)<sub>4</sub>P-O-P(O Ca)<sub>4</sub> entspricht, ist durch seine charakteristische Form und seine hervorragende Krystallisationsfähigkeit sowohl, wie durch die Viskositätslinie sehr gut charakterisiert. Graham (Liebigs Annalen 1862, CXXIII, 95) fand für diese Verbindung eine auffallend hohe Viskosität, die uns an die sirupöse Arsensäure erinnert. In trefflicher Übereinstimmung hiermit stehen die Befunde von Knietsch, der namentlich für die hochmolekulare Pyroschwefelsäure H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub> einen schroffen Gipfelpunkt der Viskositätskurve nachwies.

aus der Feder eines Chemikers niemals kommen könnte. Die Orthosalpetersäure, sagt er, kann aus theoretischen Gründen nicht existieren, denn eine derartige Verbindung müßte „fünfbasisch“ sein, d. h. 5 Äquivalente Alkali binden. Die Borsäure kann doch keine drei Moleküle, die Kieselsäure oder Zinnsäure doch nicht etwa gar vier Moleküle Natronlauge neutralisieren! Hat aber deswegen je ein Chemiker an den rationalen Formeln B(OH)<sub>3</sub>, Si(OH)<sub>4</sub>, Sn(OH)<sub>4</sub> Anstoß genommen? Wird man künftig etwa gar nicht mehr von Orthoborsäure, Orthokohlensäure reden können, ohne den Maßanalytiker dadurch in seinen Rechnungen irre zu machen?

Dazu kommt, daß der Ausdruck „fünfbasische Salpetersäure“ eine freie Erfindung des Herrn F. W. Kuester ist, die er mir unterschieben will. Ich acceptiere diesen Ausdruck durchaus nicht, weil ich mir dabei nichts Vernünftiges denken kann. Dagegen habe ich gesprochen und werde ich auch ferner sprechen von einer dreibasischen, vierbasischen und einer achtbasischen Form der Salpetersäure und jeder Chemiker wird, hoffe ich, wissen, was damit gemeint ist. Es handelt sich natürlich bei solchen Bezeichnungen nicht um den titrimetrischen Laugenverbrauch, sondern um das Bestreben, die überraschende und vollkommene Analogie, welche zwischen diesen Formen der Salpetersäure und denjenigen der Phosphorsäure sowie der Arsensäure besteht, auch in den Namen zum sachgemäßen Ausdruck zu bringen.

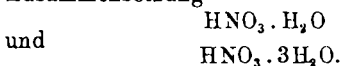
Dreibasische Form H <sub>3</sub> RO <sub>4</sub> (normale Form)	Vierbasische Form H <sub>4</sub> R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (Pyroform)	Achtbasische Form H <sub>8</sub> R <sub>2</sub> O <sub>9</sub> (Thomasschlackenform)
O P(OH) <sub>3</sub>	(HO) <sub>2</sub> PO-O-PO(OH) <sub>2</sub>	(HO) <sub>4</sub> P-O-P(OH) <sub>4</sub>
O-N(OH) <sub>3</sub>	(HO) <sub>2</sub> NO-O-NO(OH) <sub>2</sub>	(HO) <sub>4</sub> N-O-N(OH) <sub>4</sub>
O-As(OH) <sub>3</sub>	(HO) <sub>2</sub> AsO-O-AsO(OH) <sub>2</sub>	(HO) <sub>4</sub> As-O-As(OH) <sub>4</sub>

Alle diese neun Verbindungen lassen sich nachweisen, sei es in freiem Zustande, sei es in der Form von Salzen. Es ist bemerkenswert, daß von den normalen Salzen dieser Phosphor- und Arsensäuren, welche meist pyrochemischen Reaktionen entstammen, nur die in Wasser unlöslichen beständig sind, während zum Beispiel die Alkalisalze schon beim Lösen in Wasser ohne Ausnahme sich unter Abspaltung freien Alkalis zersetzen. Bei der Salpetersäure, welche unlösliche Salze überhaupt nicht bildet und pyrochemischen Reaktionen ihrer Natur nach nicht zugänglich ist, wird man daher nach analogen Salzen vergebens suchen.

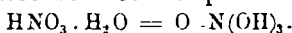
Ferner schiebt Herr F. W. Kuester mir unter, ich hätte Salpetersäure bei — 15° destilliert. Eine derartige Operation dürfte mit modernen Hilfsmitteln keinen unüber-

windlichen Schwierigkeiten begegnen und ich hoffe künftig über dahingehende Versuche berichten zu können. Aber es ist doch ein Gebaren, welches, wir dürfen das wohl ohne Selbstüberhebung sagen, unter Chemikern überhaupt nicht vorkommt, wenn Herr F. W. Kuester mir Versuche unterschiebt, die niemals angestellt worden sind, um dann gegen das lediglich in seiner Phantasie bestehende Ergebnis anzukämpfen.

Und auf welcher experimentellen Basis ruht denn diese ganze mit so großem Pomp in die Welt gesetzte Mitteilung des Herrn F. W. Kuester? Herr Kuester gibt an, 2 Hydrate der Salpetersäure entdeckt zu haben von der Zusammensetzung



Dies ist insofern falsch — ich sage absichtlich nicht „unrichtig“, denn Herr F. W. Kuester weiß genau, wie diese Verhältnisse liegen — als diese beiden krystallisierten Hydrate bereits im Jahre 1892 von Pickering<sup>11)</sup> entdeckt und beschrieben worden sind, von demselben Pickering, der eben wegen seiner Hydrattheorie von den Ionenschwärmern zum Gegenstande heftiger und zum Teil sehr ungerechter Angriffe gemacht wurde. Das erste dieser Hydrate, für welches Pickering den Schmelzpunkt — 36,8° angibt, ist identisch mit meiner dreibasischen Salpetersäure vom Schmelzpunkt — 34°:



Über das Pickering'sche Trihydrat, welches uns Herr F. W. Kuester ebenfalls als eigene neue Entdeckung auftischt, habe ich vorderhand keine Veranlassung mich zu äußern, da ich mit so verdünnten Salpetersäuren noch nicht gearbeitet habe.

Welche experimentelle Unrichtigkeit glaubt denn nun Herr F. W. Kuester mir zahlenmäßig nachweisen zu können? — Vor manchen früheren Vorträgen des Herrn F. W. Kuester hat der diesjährige in Kassel entschieden den Umstand voraus, daß der Autor diesmal in der Lage war, eine Analysenzahl anzugeben. Sehen wir, inwieweit diese Zahl für die ziemlich weitgehenden Schlüsse des Herrn F. W. Kuester einen Stützpunkt zu bieten vermag.

In seiner berühmten Arbeit „Über die Zusammensetzung der wässrigen Säuren von konstantem Siedepunkt“ hat Sir H. E. Roscoe<sup>12)</sup>, unterstützt von C. Schorlemmer, durch eine große Zahl sorgfältiger Analysen nachgewiesen, auf welche Konzentration sich eine wässrige Salpetersäure einstellt, wenn man genügend lange trockene Luft bei 100°, bei 60° und bei 13° durchleitet. Nachdem die

genannten Gelehrten den von ihnen angewandten Apparat abgebildet und beschrieben, auch die Ergebnisse von 21 verschiedenen, zum Teil recht lange fortgesetzten Versuchen einzeln mitgeteilt haben, fahren sie fort<sup>13)</sup>:

*„Diese Zahlen zeigen, daß es für jede wässrige Salpetersäure eine gewisse Temperatur gibt, bei welcher Säure und Wasser in demselben Verhältnis verdampfen, in dem sie in der Flüssigkeit enthalten sind. Für eine 66,2-proz. Säure ist diese Temperatur 100°, für eine von 64,5 Proz. 60°, während bei gewöhnlicher Temperatur (13° im Mittel) eine, die 64,0 Proz. enthält, unverändert verdampft.“*

Ich habe lediglich die Roscoeschen Versuche fortgesetzt, unter Anwendung eines modifizierten Apparates<sup>14)</sup> und bei Temperaturen bis zu — 15°. Bei dieser Temperatur fand ich die Zusammensetzung der unverändert verdampfenden Säure zu 63,75 Proz. HNO<sub>3</sub>.

Herr F. W. Kuester hat nun, so weit sich aus den bis jetzt vorliegenden Angaben entnehmen läßt, ebenfalls die Versuche von Sir H. E. Roscoe wiederholt und ist dabei für die Temperatur — 15° zu dem unglaublichen Resultate von 66,1 Proz. HNO<sub>3</sub> gelangt. Es ist schwer ersichtlich, warum Herr F. W. Kuester zur Nacharbeitung so einfacher Versuche, für welche die zweckmäßigste Versuchsanordnung bereits von andern Forschern festgestellt und durch Abbildungen erläutert worden war, „über dreihundert Zentner Kältemischung“ verbraucht hat. Sehr leicht ist dagegen für jeden Chemiker zu erschen, daß die Kuestersche Analysenzahl falsch sein muß. Ich habe aus Anlaß des Kuesterschen Angriffs meine Laboratoriumsbücher aus den Jahren 1898 und 1899 revidiert und gefunden, daß meine Angaben über Orthosalpetersäure das Ergebnis von rund vierhundert Titrationen sind. Da nun aber die Kuestersche Analyse sich nicht nur mit meinen Befunden, sondern auch mit den Ergebnissen von Roscoe und Schorlemmer im schroffsten Gegensatz befindet, so stehen der Kuesterschen Zahl insgesamt 421 andere Zahlen gegenüber. Die auf jene eine Zahl hin an die Herausgeber von Handbüchern gerichtete Forderung, ihre bisherigen Angaben über Hydrate der Salpetersäure zu Gunsten der Kuesterschen Ansichten zu verlassen, ist daher ganz ungerechtfertigt. Solange uns Herr F. W. Kuester nicht durch genaue Angabe seiner Versuchsanordnung und seiner Analysenmethode darüber aufklärt, wie er zu der merkwürdigen Zahl 66,1 Proz. für eine bei — 15° abgedampfte Salpetersäure gekommen ist, hat

<sup>11)</sup> Chemical News 1892, LXVI, 297.

<sup>12)</sup> Liebigs Annalen 1860, CXVI, 203.

<sup>13)</sup> Dasselbst S. 211.

<sup>14)</sup> Zeitschr. anorg. Chem., a. a. O. S. 433.

diese Angabe gegenüber dem entgegenstehenden erdrückenden Material gar keinen Wert.

Meine Angaben über die Orthosalpetersäure  $N(OH)_5$  und über die durch Wasserabspaltung daraus entstehenden Verbindungen halte ich daher dem ganz unbegründeten Angriffe von F. W. Kuester gegenüber in vollem Maße aufrecht.

### Über die Einrichtung und Prüfung der Meßgeräte für Maßanalyse.

Von W. Schloesser.\*)

[Schluß von S. 989.]

#### Wirkung der Ausflußzeit auf die Angaben der Bürette.

Nach der Tabelle auf Seite 987 werden die Angaben der Bürette durch die Ausfluß-

ließ man Wasser mit verschiedener Geschwindigkeit ausfließen und bestimmte aus der eingetretenen Gewichtszunahme der Röhren die Menge des an den Wandungen haften gebliebenen Wassers. Die Resultate dieser zahlreichen Versuche, wie sie sich durch graphische Interpolation auf gleiche Zeiten ergeben, enthält die folgende Tabelle.

Der Benetzungsrückstand ist hiernach eine Funktion der Ausflußgeschwindigkeit und des Durchmessers der Röhre: je kürzer die erstere und je kleiner der letztere, um so größer im Verhältnis zur abgeflossenen Menge ist der Rückstand. Wenn sich eine streng gesetzmäßige Abhängigkeit von diesen beiden Faktoren in den Zahlen nicht ausspricht, so liegt dies daran, daß die Menge des Rückstandes zum Teil durch die Adhäsion, zum Teil durch die Reibung an der Ausfluß-

Nr. d. Röhre	1		2		3		4		5	
Durchmess.	1,989 cm		1,525 cm		1,023 cm		0,663 cm		0,374 cm	
Inhalt	310,5 ccm		182,6 ccm		82,2 ccm		34,5 ccm		5,9 ccm	
	Benetzungsrückstand									
Auslaufzeit Minuten	ccm	i. Verhältnis zum Inhalt	ccm	i. Verhältnis zum Inhalt	ccm	i. Verhältnis zum Inhalt	ccm	i. Verhältnis zum Inhalt	ccm	i. Verhältnis zum Inhalt
$\frac{1}{3}$	2,197	1 : 141	1,620	1 : 113	0,963	1 : 85	0,840	1 : 41	0,480	1 : 12
$\frac{2}{3}$	1,728	180	0,902	202	0,668	123	0,568	61	0,380	16
1	1,432	217	0,538	339	0,521	158	0,460	75	0,340	17
2	0,801	388	0,385	474	0,244	337	0,396	87	0,311	19
4			0,296	617	0,242	340	0,365	95	0,244	24
7					0,228	361	0,342	101		
12					0,212	388	0,296	117		
19					0,183	449				

zeit insofern verändert, als der Nachlauf, der während der Wartezeit eintritt, mit zunehmender Auslaufzeit geringer wird. In gleicher Weise wirkt aber die Geschwindigkeit des Ausflusses auch auf die Menge der an der Wandung des Rohres haften bleibenden Flüssigkeit. Um diese Abhängigkeit

öffnung bedingt wird. Man wird deshalb aus den Versuchen nur den Schluß ziehen, daß die Angaben der Bürette mit längerer Auslaufzeit größer werden und daß diese für die Angaben um so geringere Bedeutung hat, je größer der Durchmesser des Rohres ist. Dieser Schluß wird durch die folgenden, so-

Fehler der Büretten I—V in cmm bei verschiedenen Auslaufzeiten in Sekunden

Interv.	Bürette I Auslaufz.			Differ.	In- terv.	Bürette II Auslaufz.			Differ.	In- terv.	Bürette III Auslaufz.			Differ.	In- terv.	Bürette IV Auslaufz.			Differ.	In- terv.	Bürette V Auslaufz.			Differ.									
0 bis	27	45			0 bis	33	94			0 bis	80	90			0 bis	45	110			0 bis	52,5	82,5											
10	+	9	-	1	+	10	8	-	28	-	38	+	10	15	-	25	-	5	-	20	50	-	84	-	24	-	60	10	-	16	0	-	16
20	-	26	-	24	-	2	18	-	31	-	21	-	10								50	-	36	+	22	-	58						
30	-	65	-	41	-	24	28	-	102	-	47	-	55																				
40	-	26	+	23	-	49	38	-	120	-	45	-	75																				
47,5	-	58	-	9	-	49	48	-	109	-	19	-	90																				
50	-	54	-	6	-	48	50	-	148	-	35	-	113																				

zahlengemäß zu ermitteln, wurden im Jahre 1891<sup>21)</sup> folgende Versuche angestellt. Aus Glasröhren von 1 m Länge, aber von verschiedenem Durchmesser, die an einem Ende zu einer Ausflußöffnung ausgezogen waren,

\*) Auf S. 960, Sp. 1, Abs. 1, Z. 9—15 bitte ich zu lesen: „so hat man von den Zahlen in Tafel 2 die für 720 mm und 15° angegebene Zahl (—57)

zu subtrahieren, in Tafel 1 dieselbe Zahl zu addieren. Demnach wird beispielsweise in Tafel 1 als Zulage für 20° 2642 stehen und in Tafel 2 für 760 mm und 20° + 38 zu finden sein.“

<sup>21)</sup> Ich betone das Jahr mit Rücksicht auf die Bemerkung Wagners (Seite 33 der Habilitationsschrift): wissenschaftliche Versuche über die Dauer des Abflusses seien für die Normal-Eichungs-Kommission „scheinbar“ nicht zu gewinnen gewesen.