

193. Rud. Weber: Ueber den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Depressionerscheinungen der Thermometer.

(Eingegangen am 14. März.)

Im Anschluss an meine der Akademie der Wissenschaften in Berlin 1883 vorgelegten Abhandlung¹⁾, in welcher ich die von mir aufgefundene, vollkommen neue Thatsache dargestellt hatte, dass die Depression der Thermometer durch die Zusammensetzung des dazu verwendeten Glases bedingt wird, mache ich folgende weitere dieses Thema betreffende Mittheilungen:

Als die wesentlichste Ursache der Depression habe ich das gleichzeitige Auftreten beider Alkalien (Kali und Natron) auf Grund zahlreicher Beispiele erkannt, von welchen ich aus der früher publicirten Tabelle die besonders maassgebenden herausgreife, nämlich No. 5 und No. 10 Natrongläser, No. 13 und No. 19 Kaligläser.

Zusammensetzung:

	No. 5	No. 10	No. 13	No. 19
Kieselerde	72.09	70.04	65.00	65.04
Thonerde	1.45	2.42	2.04	0.93
Kalkerde	11.20	8.20	13.58	13.67
Kali	1.88	1.63	19.51	19.45
Natron	13.41	15.32	0.07	0.00
	100.15	99.31	100.20	99.09

Die Ziffern für die Depression sind:

0.09	0.20	0.10	0.09
0.12	0.085 ²⁾	0.09	

Es lässt diese Tabelle erkennen, dass die Natrongläser einen geringen Betrag an Kali, die Kaligläser einen geringen Betrag an Natron einschliessen und unter solchen Umständen nur eine geringe Depression zeigen. Das Beispiel No. 19 ist ein Glas, welches ich in den Hütten von Warmbrunn & Quilitz unter Anwendung reinerer natronfreier Pottasche selbst geschmolzen habe.

Nachstehende Darlegung betrifft die Fortsetzung meiner früheren Arbeit, zu welcher ich durch die Verhandlungen des Gewerbevereins in Berlin angeregt worden bin. Zu derselben hatte ich das Material

¹⁾ Bericht der Akademie d. Wissensch. vom 29. November 1883, S. 1213.

²⁾ Veränderung nach circa 1 Jahr.

mühsam aus vielen Quellen, so auch von Langlet in Paris (1878) gesammelt.

Wie seiner Zeit die hiesige Firma Warmbrunn & Quilitz mir so freundlich Gelegenheit bot, Versuche von Glasschmelzungen auszuführen, bei denen ich gerade durch mühsame Wiederholung selbst geleiteter Schmelzungen die Nothwendigkeit der Benutzung reiner, von Natron freier Pottasche entdeckt habe, so kam mir nun in überaus grosser Freundlichkeit die rühmlichst bekannte Firma Greiner & Friedrichs in Stützerbach bei der Fortsetzung der Arbeit entgegen, und verpflichtet mich damit zu grossem Dank. Die genannte Firma betreibt neben ihrer Glashütte sehr umfangreich die Fabrication von Thermometern, und eine solche Arbeitscombination leistet diesem Bestreben einen besonders fördernden Vorschub, indem sich hier gerade Gelegenheit darbot, nicht nur die Schmelzungen auszuführen, sondern auch das Verhalten des Schmelzens bei der Herstellung der Instrumente, bei der weiteren Verarbeitung vor der Lampe in Erfahrung zu bringen.

Mit grösster Liberalität kam mir die sehr geehrte Firma mit ihren reichen, vieljährigen Erfahrungen auf das freundlichste, anerkennenswertheste entgegen.

Ich schätze diese Zuvorkommenheit um so höher, als es sich ja hier um eine in der Technik so tief wurzelnde Frage handelt, die ohne gemeinschaftliche Arbeit mit Industriellen nicht durchzuführen ist.

Die nachstehend verzeichneten Resultate sind die Ergebnisse der aus gemeinschaftlicher Arbeit hervorgegangenen Bestrebungen.

Viele Gläser wurden bei meinem mehrwöchentlichen Aufenthalt geschmolzen und gegen hundert Thermometer aus den variantesten Sätzen hergestellt.

Zur Ausführung der Schmelzen dienten einerseits die grossen Hüttenhäfen, andererseits kleinere Schmelzgeräte von 40—50 Pfund Inhalt. Es wurden als Schmelzmaterialien verwendet: Ammoniak soda, reiner böhmischer Kalkspath und zwei Sorten von Sand, nämlich der in Stützerbach und Umgegend vielfach verwendete Sand von Martinroda, viel Feldspath enthaltend, theils der bekanntlich sehr reine Hobokener Quarzsand. Die Träger von Thonerde waren einerseits der Martinroder Sand, andererseits waren es Kaolin und Thonerdehydrat, die als Zuschläge dienten.

Obleich ersterer Sand merklich Kali (Feldspath) enthält, so erschien mir seine versuchsweise Verwendung hier um deswillen von Interesse, um festzustellen, ob aus den in Thüringen vielfach angewendeten Materialien sich Thermometer herstellen lassen, welche schon eine für sehr viele Fälle genügende Zuverlässigkeit gewähren würden, wenn die namentlich in der letzten Zeit gemachten groben Verstösse

bei der Zusammensetzung der Sätze vermieden werden. Im vollsten Umfange hat sich diese Vermuthung bestätigt.

Ich suchte die Versuchsumstände so zu treffen, dass ein möglichster Anschluss an übliche Fabricationen gewonnen wird, zumal es immerhin schwer ist, die Glashütteninhaber für Betriebsänderungen zu gewinnen.

Die Zusammensetzung des Martinroder Sandes fand ich wie folgt:

Thonerde	3.82 pCt.
Kalkerde	0.14 »
Kali	2.65 »
Natron	0.29 »
Kieselsäure	93.10 »

Der verwendete sächsische Sand enthält über 99 pCt. Kieselsäure.

Die Nebenbestandtheile des Sandes sind bei der Zusammenstellung der Glassätze in Betracht zu ziehen.

Als ein für die Thermometergläser wichtiges Moment habe ich in meinen früheren Arbeiten die gute, klare, vollkommene Durchschmelzung, das Vermeiden von Schlieren, sowie auch von Blasen erkannt, deshalb soll die Glasmasse sich sehr vollkommen verflüssigen. Dies gelingt naturgemäss bei leicht schmelzbaren Sätzen leichter als bei den härter schmelzenden. Bei Benutzung zu leicht schmelzbarer Sätze genügen nun aber die Gläser nicht den Ansprüchen der erforderlichen Widerstandsfähigkeit gegen Luft, Feuchtigkeit u. s. w.¹⁾

Dieser berechtigten Anforderung entsprachen, wie so vielfach beklagt, Büretten, Pipetten, sowie Spindeln, Pyknometer und andere Instrumente wegen der Anwendung zu weicher mit Alkali übersetzter kalkarmer Gläser oft nicht.

Wirft man einen Blick auf die obenstehenden Analysen guter Thermometergläser, so tritt ein erheblicher, selbst über 2 pCt. sich beziffernder Thonerdegehalt hervor. Ich habe diesen Umstand bei meinen synthetischen Arbeiten berücksichtigt, dabei auch erwogen, dass ein gewisser Thonerdegehalt der Schmelzbarkeit Vorschub leistet.

Dieses wichtige Moment geht nicht allein aus alten Hüttenerfahrungen, sondern auch aus zahlreichen exacten Versuchen des rühmlichst bekannten Professor Seger (Königl. Porcellanmanufactur Berlin) hervor²⁾.

Durch eine grosse Reihe von Beobachtungen hat derselbe constatirt, dass ein gewisser Thonzusatz den Schmelzpunkt derartiger Silicate erniedrigt und zugleich die Neigung zum Entglasen abmindert.

¹⁾ Pogg. Ann. Bd. 4, pag. 431 (1879).

²⁾ Vergl. Thonindustrie-Zeitung zehnter Jahrgang 1886 S. 14—23.

Dem zu Folge bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass solche Gläser vor der Lampe leichter zerschmelzbar sind.

Aeltere, mit geringen Depressionsfehlern behaftete Thermometer, welche ich in Händen habe, erfüllen beide erwähnte Bedingungen. Ihr Glas hat sich unverändert gehalten, ist nicht blind geworden, während bei der billigen Grossfabrikation von Thermometern in letzterer Zeit vielfach Instrumente in den Handel gebracht werden, welche milchfarbig angelaufen sind und notorisch alkalisch reagiren. Dass es sich dabei um technische Ausschreitungen handelt, liegt ja auf der Hand. Es haben namentlich diese mit so groben Fehlern behafteten Instrumente in manchen Kreisen den Glauben erweckt, als wären zur Beseitigung dieser Uebelstände neue Entdeckungen angezeigt.

Das Bild der aus den Analysen hervorgehenden Zusammensetzung älterer, auch aus Hüttengläsern hergestellter Thermometer gab mir eine Directive bei dieser Arbeit. Eine Nachschmelzung älterer Sätze, sowie Beobachtungen über den Einfluss von Satzabänderungen wurden eingeleitet, dabei die Grösse des Einflusses studirt, welchen kleinere Mengen des zweiten Alkalis ausüben.

Bezüglich der Probethermometer bemerke ich, dass Greiner & Friedrichs höchst empfindliche Instrumente herstellten, welche auf fester, unverschiebbarer Scala nur wenige in der Eispunktregion aufgetragene in Zehntel getheilte Grade enthielt, gross genug, um daran mit der Lupe Unterabtheilungen mit Sicherheit zu schätzen. Zu den von mir fortgeführten Beobachtungen benutzte ich behufs Vermeidung parallaktischer Ablesungsfehler ein von Hrn. Bamberg der Hochschule geliefertes Kathetometer, welches ca. 1.5 m vor dem Thermometer aufgestellt war, sicher noch ein hundertstel Grad ablesen lässt.

Um den Eispunkt festzustellen, wurden die Instrumente in gestossenes, in einer hölzernen Bütte befindliches Eis bis nahe zum Nullpunkt eingesengt, die Constanz abgewartet, dabei das Schmelzwasser nach Bedürfniss entfernt.

Depressionsbestimmungen wurden die im Eisbade abgelesenen Instrumente nicht unter 15 Minuten in kochendem Wasser erhitzt, und abermals in das Eis gebracht.

Betrachten wir nun an der Hand der nachstehenden Tabelle die gewonnenen Resultate:

(Siehe Tabelle auf Seite 1090—1093)

Die Beispiele No. 1 und 2 beziehen sich auf älteres gewöhnliches, Natron und Kali enthaltendes Hüttenglas. Beobachtungen wurden ausgeführt wegen Vergleichung der Depressionsgrösse kaliärmerer Sätze, sowie auch um zu constatiren, ob das vorherige Auskühlen

	1		2		3		4		5		6	
	nicht ausgekühlt	mit Email ausgekühlt	nicht ausgekühlt	mit Email ausgekühlt	nicht ausgekühlt	mit Email ausgekühlt	nicht ausgekühlt	mit Email ausgekühlt	nicht ausgekühlt	mit Email ausgekühlt	nicht ausgekühlt	mit Email ausgekühlt
SiO ₂	69.96	69.96	67.93	67.93	67.45	67.45	67.45	67.45	67.45	67.45	67.45	66.51
Al ₂ O ₃	2.82	2.82	2.88	2.88	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	1.80
CaO	5.35	5.35	10.60	10.60	12.07	12.07	12.07	12.07	12.07	12.07	12.07	14.83
Na ₂ O	14.85	14.85	14.90	14.90	15.41	15.41	15.41	15.41	15.41	15.41	15.41	14.16
K ₂ O	7.04	7.04	3.69	3.69	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.70
Sa.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Verhältniss der Aequivalente

SiO ₂	16	16	8	8	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.2
CaO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Na ₂ O K ₂ O . . .	2.9	2.9	2.1	2.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1

Datum	vor dem Kochen		nach dem Kochen		De-pression		vor dem Kochen		nach dem Kochen		De-pression		vor dem Kochen		nach dem Kochen		De-pression	
	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14. 8. 86 . . .	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.08	0.03	0.03	0.01	0.04	0.08	0.08	0.01	0.04	0.08	0.08	0.03	0.03
16. 8. 86 . . .	0.06	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.08	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.09	0.01	0.08	0.08	0.03	0.03
18. 8. 86 . . .	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.12	0.12	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.01	0.08	0.08	0.03	0.03
19. 8. 86 . . .	0.20	0.00	0.20	0.00	0.31	0.31	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.12	0.07	0.12	0.08	0.04
10. 11. 86 . . .	0.58	0.20	0.38	0.57	0.32	0.32	0.30	0.30	0.32	0.32	0.32	0.32	0.215	0.12	0.095	0.15	0.10	0.05
18. 12. 86 . . .	0.50	0.20	0.30	0.50	0.32	0.32	0.30	0.30	0.32	0.32	0.32	0.32	0.215	0.12	0.095	0.15	0.10	0.05
16. 3. 87 . . .	0.60	0.60	0.60	0.60	0.35	0.35	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

	7	8	9	10	11	12
	Hüttenglas neue Schmelze	Unter Neunbrunn, weiss	Widder's Hütte gelb	Ueberfangenes Glas nicht ausgekühlt	Fensterglas aus Westphalen Müllensiefen	
Si O ₂	68.71	69.98	68.90		73.32	
Al ₂ O ₃	3.37	2.74	0.12	nicht	0.28	
Ca O	10.71	7.16	7.98	analysirt	13.73	
Na ₂ O	15.57	20.12	13.32		12.67	
K ₂ O	1.64	—	9.73		—	
Sa.	100.00	100.00	100.00		100.00	

Verhältniss der Aequivalente

Si O ₂	6	8.4	8.3			4.97
Ca O ₂	1	1	1			1
Na ₂ O K ₂ O	1.4	2.36	2.3			0.85
Al ₂ O ₃		0.2				
Datum	vor nach dem Kochen	De- pres- sion vor nach dem Kochen	De- pres- sion vor nach dem Kochen	De- pres- sion vor nach dem Kochen	De- pres- sion vor nach dem Kochen	De- pres- sion vor nach dem Kochen
16. 8. 86				0.01		
18. 8. 86				0.00		
19. 8. 86				0.03	0.01	
10. 11. 86		0.11	0.02	0.38	0.11	0.27
18. 12. 86	0.00	0.14	0.04	0.34	0.10	0.24
16. 3. 87	0.00	0.14	0.60	0.35	0.10	0.10
7. 5. 87	0.07	0.05	0.02			0.06
30. 6. 87	+0.05	-0.01	0.06			0.09
9. 11. 87	0.12	0.00	0.12			0.10

13 14 15 16 17

Hütenschmelzen bei Kaolinzusatz. 1887

SiO ₂	69.75	69.20	71.99
Al ₂ O ₃	1.84	3.33	1.77
CaO	10.83	8.74	9.36
Na ₂ O	16.20	17.12	16.68
K ₂ O	1.38	1.61	0.20
Sa.	100.00	100.00	100.00

Verhältniss der Aequivalente

SiO ₂	6.0	7.4	7.2
CaO ₂	1.0	1	1
Na ₂ O K ₂ O . . .	1.3	1.8	1.7
Al ₂ O ₃	0.1	0.3	0.1

Datum	vor dem Kochen		Depression		vor dem Kochen		Depression		vor dem Kochen		Depression	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
27. 9. 87 . . .	0.06		0.10		0.10		0.10		0.10		0.05	
7. 11. 87 . . .	0.06	0.01	0.09	0.05	0.04	0.04	0.11	0.08	0.10	0.04	0.06	0.03
9. 11. 87 . . .	0.06		0.13		0.13		0.13		0.12		0.11	
5. 12. 87 . . .	0.06		0.11		0.11		0.11		0.11		0.00	0.00

der Röhren einen günstigen Effect hat. No. 2 bekundet, dass dies nicht der Fall ist.

Wie zu erwarten, so gaben die folgenden wesentlich weniger Kali enthaltenden Schmelzen ungleich geringere Depressionswerthe. Ausdrücklich hebe ich hervor, dass zu den zunächst behandelten Schmelzen Martinroder, kalihaltiger Sand angewendet wurde. Es geschah dies wesentlich aus dem Grunde, weil die Fabrikanten vermeinten, diesen Sand nicht wohl umgehen zu können, indem nach jahrelangen Erfahrungen sein Schmelzeffect günstiger, er wegen des Vorkommens auch billiger wie Dresner Sand ist.

Die zahlreichen, hier vorliegenden Beispiele bieten einen Anhalt dazu, um der Frage näher zu kommen, ob

1) der Sättigungsgrad durch Kieselsäure einen besonders maassgebenden Einfluss, sowie

2) das Verhältniss von Kalk zu Alkali ausübt, welches auf die Widerstandsfähigkeit der Gläser gegen Atmosphärien wesentlich influirt. Vergl. meine Arbeit Poggendorff's Annalen, Neue Folge, Bd. 4, pag. 431 (1879).

ad 1) Ein Blick auf die Tabelle zeigt, wie schon verhältnissmässig wenig Kieselsäure, dabei aber auch die davon reicheren gute Resultate geben, der Kieselsäuregehalt daher in weiteren Grenzen variiren kann.

ad 2) Der Kalkgehalt variirt zwischen den Grenzen von 10 und 15 pCt. bei varianten Verhältnissen zum Alkali. Eine namhafte Influenz auf die Depression macht sich nicht geltend. Ersichtlich aber ist, dass weder ein grösserer »Kalk- noch Kieselsäuregehalt« den Fehler zu corrigiren vermag, den das gleichzeitige Vorhandensein von Kali und Natron hervorruft. Sehr instructiv sind die Beispiele der beiden Gläser von Unter-Neubrunn, bei welchen selbst das an Alkali so reiche, aber reine Natronglas gegenüber dem Mischglase so überraschend gute Resultate lieferte.

Was den Einfluss der Thonerde betrifft, so variirt deren Menge von der geringen Zahl 0.28 pCt. (Fensterglas von Müllensiefen) bis 4.39 pCt. (einige Schmelzung).

Der Einfluss dürfte als relevant weniger direct auf die Depression kundzugeben, wohl aber von erheblichem Nutzen sein, wegen der Beförderung der Verflüssigung, Durchschmelzung des Glassatzes.

Von besonderem Interesse war mir in dieser Beziehung das obige Beispiel von Fensterglas, mit welchem ich schon 1886 Versuche anstellte. Die Anfertigung eines Thermometers daraus bot Schwierigkeit, wegen der schweren Schmelzbarkeit des Glases. Vergleicht man das Verhalten dieses an Thonerde sehr armen Glases mit den Eigen-

schaften der älteren Thonerde-reicheren Gläsern, so tritt die oben erwähnte bekannte Wirkung recht deutlich hervor.

Die günstige Wirkung der Glashomogenität zeigt der nach Herrn Friedrichs Vorschlag ausgeführte Versuch, wonach Thermometer-röhren durch Ueberfangen mehrerer Glassorten hergestellt, einen ungünstigen Depressionseffect geben.

Was nun ein ferneres wesentliches Moment dieser fortgesetzten Arbeiten betrifft, so handelt es sich bei dieser neuen Versuchsreihe um den Einfluss der kleinen Mengen Kali auf die Depression. Ob schon nach den übersichtlichen Beispielen der Gehalt an Kali mehrfach 1.0 pCt. übersteigt, so bewegt sich doch die Depressionsgrösse in den mässigen, geringen Grenzen, wie die Tabelle sie verzeichnet.

Um zu prüfen, wie das Verhältniss bei ganz reinem Material sich stellt, habe ich in meinem Laboratorium der Hochschule vermittelst eines Seger'schen Gasofens Schmelzungen (1—2 kg Glasmasse) ausgeführt, wobei reinste Soda, reinster Quarz und cararischer Marmor benutzt wurde.

Die Resultate der neueren Versuche sind in der Tabelle verzeichnet und ergeben ein ebenso günstiges Resultat, wie die früheren Schmelzungen mit reinem Material in der Quilitz'schen Hütte.

Es geht aus diesen, von mir mit reinsten Materialien in Quilitz-Hütte bereits 1883 angestellten, durch die fortgesetzten Untersuchungen jetzt durchweg bestätigten Resultate zur Evidenz hervor, dass die Leistungen der Thermometer hinsichtlich der constanten Lage des Nullpunkts, durch den Reinheitsgrad der Alkalimaterialien, d. h. Freiheit der Potasche von Natron, Abwesenheit erheblicher Mengen von Kali in Natronglas. (Vergl. Tabelle der Berichte der Akademie bezüglich Kaliglas No. 19, natronfrei gegenüber No. 17, 15.30 Kali 3.0 Natron, ferner Natronglas No. 5 und No. 10 mit 13.41 Natron und 1.88 Kali bez. 15.32 Natron und 1.63 Kali gegenüber No. 9 mit 11.50 Natron und 5.68 Kali.)

Ein glücklicher Zufall führte früher dazu, dass gewisse Glas-schmelzen gute Thermometer lieferten. Durch meine, bereits 1883 publicirten Untersuchungen ist man von diesem Zufalle unabhängig und es ist in der Reinheit, Unvermischtheit des Alkalis das maassgebende Moment von mir erkannt worden.

Ein ferneres Ergebniss, insbesondere der fortgesetzten Untersuchungen ist es, dass Thermometergläser von einem geringen, in der Tabelle bezifferten Gehalte an dem zweiten Alkali eine, immerhin sehr geringe Depression zeigen und den Anforderungen der Praxis in sehr vielen Fällen genügen.

Damit weise ich denn aber auch alle auf dieses Moment sich beziehende später ergangenen Einmischungen gebührend zurück.

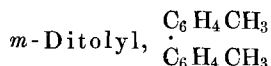
Zur Herstellung dieser Gläser sind keine dem gewöhnlichen Betriebe fernstehende Materialien anzuwenden, und bei Beachtung der dargelegten Grundsätze, bei Sorgsamkeit der Arbeit, wird es den Hütten unschwer gelingen, ihr Bedürfniss an guten Röhren, wie sie in alten bewährten Instrumenten sich befinden, aus dem eigenen Betriebe zu decken.

Charlottenburg, im März 1888. Techn. Hochschule.

194. E. Stolle: Ueber *m*-Ditolyl.

(Eingegangen am 24. März; mitgetheilt in der Sitzung von Hrn. A. Pinner.)

Das *m*-Ditolyl wurde von G. Schultz¹⁾ aus dem *o*-Tolidin erhalten, aber nicht näher untersucht. Auf Veranlassung von Hrn. Prof. Graebe habe ich diese Arbeit aufgenommen und zwar mit Zustimmung von Hrn. Dr. Schultz, dem ich auch das nöthige Ausgangsmaterial verdanke.



Vom *o*-Tolidin ausgehend habe ich das *m*-Ditolyl nach drei verschiedenen Methoden erhalten. Erstens durch Einwirkung von salpetriger Säure und Alkohol auf die Base. Diese Umwandlung liefert aber, wie schon Schultz fand, verhältnissmässig wenig Kohlenwasserstoff. Bisher überstieg die Ausbeute nicht 25 pCt. der theoretischen Menge.

Zweitens habe ich denselben Kohlenwasserstoff durch Glühen des *o*-Dikresols mit Zinkstaub dargestellt. Dieses Dikresol hatte ich durch Aufkochen einer wässrigen Lösung des Sulfates der aus dem *o*-Tolidin entstehenden Tetrazoverbindung erhalten. Da es in dem letzten Hefte der Berichte von Gerber beschrieben ist, so gehe ich auf dasselbe nicht näher ein. Die Ausbeute an Ditolyl beim Glühen des Dikresols mit Zinkstaub ist eine reichliche.

Drittens habe ich das unten beschriebene Dichlorditolyl in Ditolyl verwandelt. Der Austausch der Chloratome gegen Wasserstoff liess sich weder mit Natriumamalgam in alkoholischer oder Natrium in amyalkoholischer Lösung, noch mit Zinn und Salzsäure oder Zinkstaub und Eisessig, oder mit wässriger Jodwasserstoffsäure und Phosphor bewirken. Dagegen gelang die Reduction mittelst in Eisessig

¹⁾ Diese Berichte XVII, 468.