

(Alphenylaminen), in Betracht gezogen zu werden, und daher sind die betreffenden Zahlen für die primären und secundären Alphenylamine in die zusammenfassende Tabelle V mit aufgenommen worden. Für die Bestimmung der Constanten des tertiären Stickstoffatoms  $N^{(-C_n-B_s)_3}$  fehlt bisher das erforderliche Beobachtungsmaterial.

#### Dichloramine.

Wenn, wie wir sahen, nicht nur die Zahl der durch Kohlenstoff vertretenen Ammoniakwasserstoffatome, sondern sogar die speciellere Beschaffenheit dieses Kohlenstoffs einen so tiefgreifenden spectrometrischen Einfluss auf den Stickstoff ausübt, so wurde es sehr wahrscheinlich, dass die Ersetzung des Ammoniakwasserstoffs durch andere Elemente ebenfalls wesentliche Aenderungen hervorbringt. Diese Vermuthung habe ich dank dem freundlichen Entgegenkommen des Hrn. Berg in Marseille an den Dichloraminen,  $RNCl_2$ , experimentell prüfen können. Aus den mir zur Verfügung gestellten drei Alkyldichloraminen ergaben sich folgende Mittelwerthe für

$-C-NCl_2$	$r_\alpha$	$r_{Na}$	$r_\gamma - r_\alpha$
	3.53	3.68	0.24.

Vergleicht man diese Werthe mit den verschiedenen Constanten der Amine, so zeigt sich, dass die Atomrefraction und -dispersion des Chloraminstickstoffs weit grösser ist als die entsprechenden Stickstoffäquivalente bei den primären, secundären oder tertiären Alkylaminen. Die Refractionswerthe nähern sich am meisten denjenigen für die secundären Phenylamine, während dagegen die Dispersion des Stickstoffatoms  $N^{(-C-)}_{B_s}$  in diesen letzteren Körpern eine weit grössere ist.

Es nimmt sonach, die gehegte Erwartung bestätigend, auch der Stickstoff in den Dichloraminen eine besondere Stellung unter den spectrometrischen Constanten dieses Elementes ein.

Heidelberg, im September 1895.

#### 478. J. W. Brühl: Spectrochemie des Stickstoffs.

(Fünfte Mittheilung.)

[Anszug aus Zeitschr. physik. Chem. 16, 512 (1895).]

(Eingeg. am 1. October; mitgetheilt in der Sitzung von Hrn. J. Traube.)

Es bildet hier begreiflicher Weise eine der interessantesten und praktisch wichtigsten Fragen, ob und in wiefern etwa die sogenannten mehrfachen Bindungen zwischen Stickstoff und Kohlenstoff das spectrometrische Verhalten der Körper beeinflussen. Wir werden bei dieser grundlegenden Untersuchung nicht von der doppelten, sondern von

der dreifachen Bindung ausgehen, wie sie in den Cyaniden oder Nitrilen angenommen wird, da sich hier die einfachsten Verhältnisse herausgestellt haben.

Die spectrometrischen Constanten des Stickstoffs in den Cyanverbindungen (Nitrilen).

In der folgenden Tabelle sind die in üblicher Weise abgeleiteten Atomrefractionen und -Dispersionen des Cyanstickstoffs in verschiedenartigen Verbindungen zusammengestellt.

Tabelle I.

Spectrometrische Constanten des Stickstoffs  $N \equiv C$  in Nitrilen.

		$r_\alpha$	$r_{Na}$	$r_\gamma - r_\alpha$
1. Cyanwasserstoffgas	CHN	—	3.08	—
2. Acetonitril	$C_2H_3N$	3.01	2.95	0.08
3. Propionitril	$C_3H_5N$	3.08	3.00	0.07
4. Capronitril	$C_6H_{11}N$	3.24	3.12	0.06
5. Milchsäurenitril	$C_3H_5O'N$	3.38	3.29	0.09
6. Cyanessigsäures Aethyl	$C_5H_7O \leq O''N$	3.14	2.96	0.09
7. Campholennitril	$C_{10}H_{15} \equiv N$	3.15	2.93	0.10
8. Methylencyanid	$C_3H_2N_2$	3.19	3.07	0.09
9. Aethylencyanid	$C_4H_4N_4$	3.22	3.10	0.09
Mittelwerthe für $N \equiv C - C$		3.176	3.056	0.084
10. Cyangas	$C_2N_2$	3.77	3.66	0.25
11. Benzonitril	$C_7H_5 \equiv_3N$	3.74	3.71	0.42
12. o-Tolunitril	$C_8H_7 \equiv_3N$	3.91	3.87	0.48
Mittelwerthe aus 11. und 12. für $N \equiv C - Bz$		3.825	3.790	0.450
13. Benzylcyanid	$C_8H_7 \equiv_3N$	2.79	2.70	0.19
14. Dipropylecyanamid	$C_7H_{14}N_2$	2.85	2.73	0.00
15. Diisoamylcyanamid	$C_{11}H_{22}N_2$	3.14	2.97	-0.01
Mittelwerthe aus 14. und 15. für $N \equiv C - N$		2.995	2.850	0.00

Vergleicht man zunächst bei den die erste Abtheilung bildenden 9 Körpern (Monocyaniden und Dicyaniden) die Einzelwerthe für  $r_\alpha$  oder  $r_{Na}$ , so ergibt sich überall eine befriedigende Constanz. Dasselbe gilt in Bezug auf die Dispersionsäquivalente  $r_\gamma - r_\alpha$ , indem auch hier die Abweichungen der Einzelwerthe unter einander und vom Mittel die möglichen Versuchsfehler wohl nirgends überschreiten. Bei diesen Substanzen, welche sämmtlich die Cyangruppe an  $CH_2$  gebunden enthalten (nur im Cyanwasserstoff an H) ist also die verschiedenartige Atomfolge oder Gruppierung jedenfalls nur von geringem und praktisch zu vernachlässigendem Einfluss auf das spectrometrische Verhalten des Stickstoffs.

Ganz anderes ergibt sich bei dem besonders angeführten Cyangas, worauf wir aber erst weiter unten eingehen werden.

Die beiden folgenden aromatischen Cyanide, das Benzonitril und das Tolunitril, zeigen nun sehr viel grössere Stickstoffconstanten als

die Alkylcyanide. Jene Nitrile, in welchen sich also die Cyan-Gruppe in Verbindung mit dem Phenylrest befindet, verhalten sich somit ganz analog wie Anilin, Toluidin und andere ungesättigte Amine, in denen die Amingruppe mit einem Phenyl oder anderweitigen ungesättigten Kohlenwasserstoffrest direct verknüpft ist.

Dagegen finden wir bei dem nächst folgenden Benzylcyanid,  $C_6H_5-CH_2-CN$ , gerade so wie bei Benzylamin, Dibenzylamin etc. gegenüber den Phenylaminen, die Stickstoffconstanten viel kleiner und in Bezug auf Refraction sogar noch unter die für Alkylnitrile geltenden Werthe herabsinkend. Hier ergibt sich also auch eine entgegengesetzte Nah- und Fernwirkung, und zwar der Phenylgruppe oder ihrer Aethylenbindungen auf die Cyangruppe, indem sich damit eine Erscheinung wiederholt, welche wir in der vorhergehenden Abhandlung in ganz analoger Weise hinsichtlich des Einflusses des Phenyls oder der Aethylenbindungen auf die Amingruppe constatirten.

Das Benzonitril und das Tolunitril sind untereinander chemisch wie physikalisch genau ebenso homolog wie etwa Aceto- und Propionitril unter einander. Dagegen ist das Benzylcyanid kein wahres Homologon jener aromatischen Nitrile, weder chemisch noch auch physikalisch; es schliesst sich viel mehr den aliphatischen Cyaniden an, was zweifellos darauf zurückzuführen ist, dass sich in diesen Verbindungen und auch im Benzylcyanid die Cyangruppe mit gesättigten Radicalen vereinigt findet.

Eine Sonderstellung nimmt nun das Cyangas ein. Es ist, wie aus der Tabelle ersichtlich, physikalisch kein Homologon des Methyl- und des Aethylencyanids, vielmehr nähern sich seine Stickstoffconstanten denjenigen der Phenylnitrile. Auch hier ist der Zusammenhang ein vollkommen durchsichtiger: Im Methyl- wie im Aethylencyanid sind beide Cyangruppen mit gesättigten Resten direct verbunden und diese Dinitrile verhalten sich demnach spectrometrisch gerade so wie die gewöhnlichen aliphatischen Mononitrile. Hingegen sind im Cyangas beide Cyangruppen, also zwei ungesättigte und daher spectrometrisch mächtig wirksame Radicale, unmittelbar mit einander verkettet, gerade so wie in den Phenylnitrilen die einflussreiche Phenylgruppe mit dem Cyanrest, und hierin liegt sicherlich die Veranlassung, dass sich das Cyangas den Phenylnitrilen in seinen spectrometrischen Eigenschaften an die Seite stellt.

Es ist nun interessant und bedeutungsvoll, dass sich der Cyanwasserstoff spectrometrisch den Alkylcyaniden beigesellt, was offenbar darin seine Erklärung findet, dass wie in diesen Körpern, so auch in jenem die Cyangruppe mit einem gesättigten Rest vereinigt ist. Die erwähnte Thatsache ist von entscheidender Bedeutung für die so oft und neuerdings wieder ventilirte Frage nach der Constitution der Blausäure. Diese Frage, welche ich schon in meiner ersten, vorläufigen Publication über die Spectrochemie des Stickstoffs gestreift

habe <sup>1)</sup>, ist jetzt gelöst, aber in einem nicht ganz erwarteten Sinne. Es war nicht vorauszusehen gewesen, was jetzt nachgewiesen ist, dass der Cyanwasserstoff sich den Alkylcyaniden vollständig ausschliesst, während im Gegentheil das Cyangas eine Sonderstellung einnimmt, welche indessen die vollkommenste Analogie im Verhalten der Phenylnitrile findet. Die Divergenz in den physikalischen Eigenschaften des Cyanwasserstoffs und Cyangases ist gegenwärtig aufgeklärt und kein Grund mehr vorhanden, an eine verschiedenartige Bindung des Stickstoffs in diesen beiden Körpern zu denken. Vielmehr bestätigt gerade das optische Verhalten des Cyanwasserstoffs die Homologie desselben mit den Alkylnitrilen, und wenn diesen letzteren Körpern die Structur  $R-C\equiv N$  zukommt, so kann die Blausäure nur als  $H-C\equiv N$  constituirte sein. Die andere, schon vor vielen Jahren discutirte und neuerdings wieder von Nef so sehr in den Vordergrund gedrängte Formel  $HN=C=$  wird durch das spectrometrische Verhalten keineswegs bestätigt.

Zu der Tabelle I zurückkehrend, finden wir an letzter Stelle noch zwei Repräsentanten einer anderen Reihe angeführt, nämlich dialkylirte Cyanamide, von der Form  $R_2N-C\equiv N$ . Bei der Berechnung der Werthe des Nitrilstickstoffs wurden hier für das zweite, aminbildende Stickstoffatom diejenigen Constanten zu Grunde gelegt, welche sich in der vorhergehenden Abhandlung aus tertiären Alkylaminen ergaben. Die auf solche Weise abgeleiteten Constanten des Nitrilstickstoffs in den Dialkylcyanamiden nähern sich nun wie ersichtlich am meisten den bei Alkylnitrilen gefundenen. Es ist dies auch leicht erklärlich, da die Constitution in beiden Reihen insofern eine analoge ist, als die Cyangruppe im einen wie im anderen Falle mit gesättigten Atomcomplexen direct vereinigt ist. Aus den Formeln  $R-C\equiv N$  und  $R_2N-C\equiv N$  ergibt sich aber auch ohne Weiteres, dass die Constanten des Cyanstickstoffs in beiden Reihen nicht absolut gleich sein müssen, wie sie es auch thatsächlich nicht sind, weil die Bindungsweise der Cyangruppe in beiden Fällen keine vollkommen identische ist.

Vergleichen wir nun schliesslich die wichtigsten der vorstehenden Stickstoffconstanten, nämlich diejenigen für die Alkylcyanide mit den Werthen für den Stickstoff in primären, secundären und tertiären Aminen, so ergibt sich Folgendes:

Tabelle II.

	$r_\alpha$	$r_{Na}$	$r_\gamma - r_\alpha$
$N\equiv C-$	3.176	3.056	0.084
$H_2N-C-$	2.311	2.446	0.074
$H_2N^{(-C)-}_2$	2.604	2.649	0.135
$N^{(-C)-}_3$	2.924	2.996	0.191

<sup>1)</sup> Diese Berichte 26, 809 (1893).

Die Atomrefraction des mit seinen drei Valenzen an ein und dasselbe Kohlenstoffatom gebundenen Stickstoffatoms ist also wesentlich grösser als die Atomrefraction des nur eine Kohlenstoffvalenz sättigenden in den primären Aminen, dagegen ist die Atomdispersion in beiden Fällen nahezu gleich. Der Nitrilstickstoff besitzt sogar eine noch etwas grössere Atomrefraction als der mit drei verschiedenen Kohlenstoffatomen verknüpfte Stickstoff der tertiären Amine, dagegen ist im letzteren Falle die Atomdispersion dieses Elements eine viel grössere, mehr als verdoppelte.

Die Acetylen- und die Nitrilbildung zeigen hiernach in den physikalischen Eigenschaften — wie in den chemischen — ausgesprochene Unterschiede. Denn während die sogenannte dreifache Bindung zwischen Kohlenstoffatomen sowohl die Refraction, als auch die Dispersion bedeutend erhöht, wird durch die dreifache Bindung zwischen Stickstoff und Kohlenstoff die Refraction zwar ebenfalls, die Dispersion aber merkwürdigerweise so gut wie garnicht erhöht im Vergleich zu primären Aminen und sogar beträchtlich herabgedrückt im Vergleich zur Stickstoffdispersion der Tertiäramine. — Einigermaassen ähnliches ergibt die Gegenüberstellung des aromatisch gebundenen Nitril- und Aminstickstoffs.

#### Spectrometrische Constanten des Stickstoffs in den Oximen und ihren Sauerstoffäthern.

In der folgenden Tabelle sind die spectrometrischen Aequivalente des an Kohlenstoff doppelt gebundenen Stickstoffatoms ( $\rightarrow$ Carbim-  
Stickstoff) in dem Complex  $R_2C:NOH$ , und zwar in einer Reihe aliphatischer Oxime zusammengestellt. Bei diesen Ableitungen wurden für Kohlenstoff und Wasserstoff die bisherigen, für Sauerstoff dagegen die von mir aus Hydroxylamin und seinen Substitutionsderivaten ermittelten Werthe <sup>1)</sup> benutzt.

Tabelle III.

		$r_\alpha$	$r_{Na}$	$r_\gamma - r_\alpha$
1. Acetaldoxim	$C_2H_5ON$	3.82	3.86	0.22
2. Propionaldoxim	$C_3H_7ON$	3.91	3.89	—
3. Isobutyraldoxim	$C_4H_9ON$	3.97	4.00	0.27
4. Isovaleraldoxim	$C_5H_{11}ON$	4.00	4.03	0.25
5. Methyläthylketoxim	$C_4H_9ON$	3.91	3.94	—
6. Diäthylketoxim	$C_5H_{11}ON$	3.82	3.84	0.24
7. Methylpropylketoxim	$C_5H_{11}ON$	3.93	3.93	—
8. Methylbutylketoxim	$C_6H_{13}ON$	3.97	3.98	—
9. Dipropylketoxim	$C_7H_{15}ON$	3.91	3.91	0.27
10. Methylisoamylketoxim	$C_7H_{15}ON$	3.79	3.81	—
11. Methylhexylketoxim	$C_8H_{17}ON$	4.10	4.10	0.26
Generalmittel für $O-N=C$		3.921	3.935	0.251

<sup>1)</sup> Diese Berichte 26, 2508.

Es ergibt sich aus der Tabelle der übrigens schon aus den Untersuchungen über Isomerie <sup>1)</sup> folgende Schluss, dass die Constanten des Stickstoffatoms in den Aldoximen und Ketoximen gleich und von der verschiedenen Atomfolge (Gruppierung) dieser Stellungsisomeren nicht wesentlich abhängig sind.

Den Oximen schliesst sich der Methyläther des Oenanthoxims vollkommen an. Der Oenanthoximmethyläther ist dem Methylhexylketoxim isomer. Die beiden Körper ergaben folgende Constanten für das Stickstoffatom:

Tabelle IV.

		Constanten für N		
		$r_\alpha$	$r_{Na}$	$r_\gamma - r_\alpha$
Oenanthoximmethyläther	$C_8H_{17}ON$	4.13	4.11	0.30
Methylhexylketoxim	$C_8H_{17}ON$	4.10	4.10	0.26

Aus der nahezu absoluten Uebereinstimmung sämmtlicher Constanten darf als wahrscheinlich geschlossen werden, dass der Sättigungszustand ein analoger ist, also wieder Stellungsisomerie vorliegt, wonach der erstere Körper sich als Sauerstoffäther,  $C_6H_{13}.CH=N.OCH_3$ , darstellt und nicht als Stickstoffäther,  $C_6H_{13}.CH-N.CH_3$  <sup>2)</sup>.



<sup>1)</sup> Spectrochemie des Stickstoffs, dritte Mittheilung; im vorliegenden Hefte.

<sup>2)</sup> Eine Bemerkung des Hrn. H. Goldschmidt im vorigen Hefte dieser Berichte, S. 2013, veranlasst mich, hier etwas näher auf den Gegenstand einzugehen, als ich es sonst für nöthig erachtet hätte. Für die oben genannten Verbindungen hatten sich u. a. folgende Experimentaldaten ergeben:

	$d_4^{20}$	$n_{Na}$	$M_\alpha$	$M_{Na}$	$M_\gamma - M_\alpha$
Oenanthoximmethyläther	0.8378	1.42431	43.34	43.55	1.24
Methylhexylketoxim	0.8853	1.45166	43.36	43.59	1.20

Also bei stark verschiedener Dichte und verschiedenem Brechungsindex fast genau identische Molekularrefraction und gleiche Molekulardispersion. Unter den hunderten von Körpern, die mir im Laufe der Jahre durch die Hände gegangen sind, ist mir noch nie ein derartiger Fall bei sättigungsisomeren Körpern vorgekommen. Auch aus der umfangreichen Literatur ist mir kein einziger Fall bekannt. Sättigungsisomere besitzen vielmehr ausnahmslos verschiedene Molekularrefractionen und erst recht verschiedene Molekulardispersion. Wenn demnach das Oenanthoximmethylat ein Stickstoffäther wäre, also mit Methylhexylketoxim sättigungsisomer, so würde hier die erste Ausnahme einer bisher ganz allgemeinen Regel vorliegen. Dieses anzunehmen sehe ich keine zwingende Veranlassung, vielmehr halte ich es für wahrscheinlicher, dass auch in diesem Falle, wie in allen bisher beobachteten, die Gleichheit von Molekularrefraction und von Molekulardispersion auf Stellungsisomerie beruht, unter welchen Umständen also der von mir dargestellte und untersuchte Oenanthoximmethyläther als Sauerstoffäther anzusprechen ist. Es soll aber hierdurch keineswegs in Abrede gestellt werden,

Wesentlich andere und, wie zu erwarten war, bedeutend erhöhte Stickstoffconstanten liefern die Oxime und ihre Sauerstoffäther aus der Reihe der aromatischen Aldehyde und Ketone. Aehnlich verhalten sich auch die Abkömmlinge des Mesityloxyds und des Camphers, wie aus dem Nachstehenden ersichtlich wird.

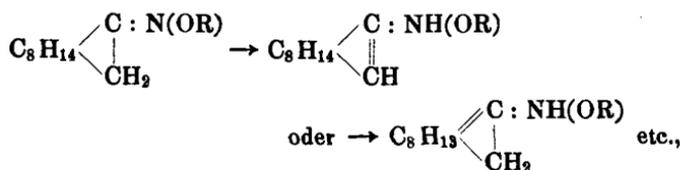
Tabelle V.

		Constante von $\text{O}=\text{N}=\text{C}$		
		$r_\alpha$	$r_{Na}$	$r_\gamma - r_\alpha$
1. $\alpha$ -Benzaldoxim (Brühl)	$\text{C}_7\text{H}_7\text{O} \text{=}_3\text{N}$	4.68	4.81	0.93
" (Trapesonjanz 1))	$\text{C}_7\text{H}_7\text{O} \text{=}_3\text{N}$	5.06	5.24	—
2. Benzaldoximäthyläther (B.)	$\text{C}_9\text{H}_{11}\text{O} \text{=}_3\text{N}$	5.86	6.02	1.26
3. Methylphenylketoximäthyläther (T.)	$\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{O} \text{=}_3\text{N}$	4.66	4.99	—
4. Mesityloxim (B.)	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O} \text{=}\text{N}$	4.80	4.90	0.65
5. Campheroximmethyläther (B.)	$\text{C}_{11}\text{H}_{19}\text{ON}$	4.85	4.59	0.35
6. Campheroximäthyläther (B.)	$\text{C}_{12}\text{H}_{21}\text{ON}$	4.95	4.67	0.37

Dass die unmittelbare Verkettung des optisch einflussreichen Restes  $\text{C}:\text{N}.\text{OH}$  oder  $\text{C}:\text{N}.\text{OR}$  mit der Phenylgruppe ein erhebliches Anwachsen der Stickstoffconstanten zur Folge hat, findet seine Analogie in dem Verhalten der Phenylnitrile und Phenylamine. Ebenso ist aber auch im Mesityloxim,  $\text{CH}_3.\text{C}.\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ , jener wirk-

## NOH

same Complex direct mit einer Aethylengruppe vereinigt. Da der Campher selbst keine Aethylenbindung enthält, so wäre für die Campheroximäther eine Erklärung vielleicht zulässig unter Annahme einer tautomeren Umwandlung des Campher radicals:



also durch die Entstehung einer Aethylenbindung.

Für eine solche Möglichkeit sprechen allerdings manche früher beobachteten Thatsachen 2).

Stellt man die in den aliphatischen Oximen und ihren Sauerstoffäthern gefundenen Constanten des Stickstoffatoms mit denjenigen zu-

dass bei der Methylierung des Oenanthoxims gleichzeitig oder unter etwas veränderten Versuchsbedingungen auch der Stickstoffäther entstehen kann und dass das Rohproduct, welches Hr. Goldschmidt allein in Händen hatte, solchen enthielt.

1) Diese Berichte 26, 1428 (1893).

2) J. W. Brühl, Journ. f. prakt. Chem. [2] 50, 209 ff. (1894); diese Berichte 27, 2392 ff. (1894).

sammen, welche im Hydroxylamin, in den aliphatischen Aminen und Nitrilen beobachtet wurden, so zeigen sich folgende sehr merkwürdige Verhältnisse.

Tabelle VI.

	$r_\alpha$	$r_{Na}$	$r_\gamma - r_\alpha$
$O-N=C$	3.921	3.935	0.251
$H_2N-O-$	2.332	2.495	0.072
$H_2N-C-$	2.311	2.446	0.074
$H_2N(-C-)_2$	2.604	2.649	0.135
$N(-C-)_3$	2.924	2.996	0.191
$N\equiv C$	3.176	3.056	0.084

Es ergibt sich also in allen Fällen ein sehr bedeutendes spectrometrisches Increment der doppelten Stickstoffkohlenstoffbindung. Die Atomrefraction des Stickstoffs  $O-N=C$  ist beinahe doppelt so gross als diejenige, welche diesem Elemente im Hydroxylamin und Ammoniak und in den Primäraminen zukommt, die Dispersion ist sogar mehr als dreimal so gross. Das merkwürdigste ist aber, dass die doppelte oder Carbimbindung auch noch viel wirksamer ist als die dreifache, die Nitrilbildung — um ca. 25 pCt. hinsichtlich der Refraction und gar um 300 pCt. hinsichtlich der Dispersion.

Dieser bedeutend grössere Einfluss der Carbimbindung gegenüber demjenigen der Nitrilbindung zeigt sich auch bei der Vergleichung der Molekularrefraction und -dispersion folgender für unsere Zwecke sehr werthvollen Isomeren:

Tabelle VII.

	$M_\alpha$	$M_{Na}$	$M_\gamma - M_\alpha$
Dipropylcarbimid $C_3H_7N=C=NC_3H_7$	39.82	40.04	1.23
Dipropylcyanamid $(C_3H_7)_2N-C\equiv N$	37.77	37.95	0.97

Es giebt also ausser den Oximen und ihren Sauerstoffäthern auch noch andere Körper, in welchen die Carbimgruppe  $C:N$ , ähnlich wie der Aethylenrest  $C:C$ , eine entscheidende spectrometrische Macht ausübt. Die Bedeutung dieses Thatbestandes für die chemische Forschung bedarf hier keiner besonderen Ausführung.

Es wird die Aufgabe einer nächsten Mittheilung sein, derartige Einflüsse auch bei Körpern, welche die Gruppen  $HN:C$ ,  $C:N:C$  in offenen und in cyclischen Gebilden, und ähnliche Complexe enthalten, im Einzelnen darzulegen. Ebenso sind die Arbeiten zur Ermittlung der spectrometrischen Eigenschaften der Nitro- und Nitroso-Gruppe und anderer wichtiger Radicale dem Abschlusse nahe.

Heidelberg, im September 1895.