

Die Änderung des Moleculargewichtes und das Molecularrefractionsvermögen.

Zweite Folge.

Von Prof. J. V. Janovsky.

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Juni 1880.)

Die neuen Versuchsreihen, welche ich angestellt um den Zusammenhang des Molekulargewichtes, beziehungsweise der molecularen Structur mit dem Refractionsvermögen zu bestimmen, bestätigen die am Ende der vorigen Arbeit¹ aufgestellten Sätze, welche folgendermassen ausgedrückt werden können.

1. Das Refractionsvermögen der Kohlenstoffverbindungen, ist sowohl von der Anzahl als auch von der Art der Lagerung der Atome abhängig.

2. Isomere Substanzen zeigen ungleiche Refractions-exponenten.

3. Der Refractionsexponent, somit auch das Refractionsäquivalent der Elemente (in ihren Verbindungen) ist variabel und abhängig von der Qualität und Quantität der im Molekül vorhandenen Atome.

4. Bei homologen Reihen wechselt der Werth der Differenz der Brechungsexponenten und hängt derselbe von der Sättigungscapacität der Kohlenwasserstoffe ab.

Gesättigte Verbindungen der Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n+2} zeigen eine positive — die Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n-6} eine negative Differenz bei zunehmendem Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalte.

Schliesslich liesse sich noch ein Satz beizufügen, den ich aber erst in den nächsten Arbeiten, in welchen die Brechungsexponenten fester Körper behandelt werden sollen, ausführlicher besprechen kann, der aber aus vorläufig angestellten

¹ D. Berichte d. Akad. I. J., pag. 539 u. ff.

Versuchen hervorgeht. Dass das Brechungsvermögen ein und desselben Körpers im gelösten und ungelösten Zustande also in zwei Aggregatzuständen ein verschiedenes ist, dass es somit ohne Weiteres unzulässig ist, aus Lösungen den Brechungsexponenten für den festen Aggregatzustand zu berechnen. Wenn z. B. Parabrombenzol gelöst wird und theoretisch aus der gelösten Menge der Brechungsexponent bestimmt wird, so ergibt er sich niedriger als der durch das Experiment gefundene. Zugleich gibt letzterer Weg ein Mittel in die Hand, um das Refractionsvermögen in Bezug auf die Aggregatsänderung zu bestimmen.

Der erste Satz ist leicht zu beweisen, und habe ich in vorliegender Arbeit hauptsächlich auch den Beweis vor Augen gehabt — der zweite fließt dann unmittelbar aus dem ersten. Wie ich schon früher bemerkt, hat ja auch Gladstone und Dale beobachtet, dass das Refractionsvermögen sich nicht einfach aus den von Landolt für die Fettsäuren- und die Paraffinverbindungen gefundenen Constanten ableiten lässt, sondern dass das Refractionsvermögen z. B. der Benzolderivate der Olefine sich praktisch niedriger zeigt, dass also mit Beibehaltung der Landolt'schen Werthe des Refractionsäquivalente (für $C = 5$, $H = 1.3$, $O = 3$ u. s. w. oder die genauer corrigirten Zahlen) eine Gleichung resultirt, die den wahren Exponenten nur dann angibt, wenn zu dem Berechneten eine Constante addirt wird. — Ich bemerke dass auch Brühl¹ in einer ausführlichen Arbeit einer ähnlichen Ansicht ist und namentlich den Refractionscoefficienten von der Bindung der Nebenstoffatome abhängig denkt. Er kommt, da er von den Landolt'schen Constanten (resp. der von ihm corrigirten) ausgeht, zur Gleichung $M = R + nK$. Er hat aber Isomere nicht in Betracht gezogen; da nun zweifellos, wie ich noch in der Arbeit öfters nachzuweisen Gelegenheit haben werde, Isomere, selbst diejenigen, deren Bindung gleich ist, (wie Propylalkohol und Isopropylalkohol, Buttersäure und Isobuttersäure u. m. a., die doch unbestritten einfache Bindung besitzen) ungleiche Refractionsexponenten, somit auch ein ungleiches Refractionsäquivalent benützen (bez. Mol. Brechungsvermögen), so ist ersichtlich, dass die Bindung keine wesentliche Rolle spielt.

¹ Liebig's Annalen der Chemie. Band 200, Heft 1 und 2.

Ich bemerke übrigens, dass die Bindung sehr häufig doch nur angenommen ist und mitunter willkürlich gebraucht wird und deshalb auf eine so problematische Eigenschaft nicht gebaut werden darf. Ein anderes ist es mit der Sättigung. Und deshalb habe ich vorläufig den Ausdruck Bindung umgangen, weil man sich leicht durch angenommene Bindungen hinreissen lässt, etwas in die Resultate zu legen, was auch eine andere Interpretation zulässt. Ich werde wohl noch später Gelegenheit haben, eben auf die sogenannte Bindung einzugehen. Vorläufig möge das Gesagte genügen und erhellt ja aus obiger Thatsache, dass auch Körper von gleicher Bindung und gleicher Atomenzahl ungleiche Brechungsexponenten besitzen können.¹

Da die Dichten nicht in demselben Maasse genau wie der Brechungsexponent ab- und zunehmen, so habe ich noch speciell für Benzol aus Benzoes:-Calcium die Dichtebestimmungen ausgeführt und bin jetzt im Stande genaue Werthe anzuführen.

t.	Dichten
15°C.	= 0·8872
17°	= 0·8840
18°	= 0·8823
20°	= 0·8789
23°	= 0·8740
25°	= 0·8707
28°	= 0·8651
30°	= 0·8615

Für den Temperatursintervall 15°—18° ist die Differenz 0·00163 pro je 1°C.

Für den Temperatursintervall 18°—20° ist dieselbe jedoch 0·0017.

Für die Grade von 20—25 ergibt sie sich zu 0·00165 — von 25 bis 30°C. zu 0·00184. Die Differenz steigt also mit zunehmender Temperatur.

¹ Übrigens hat Brühl auch ausser dem Namen Bindung noch in Parenthese gesättigt oder ungesättigt beigefügt, und dann fallen jedenfalls unsere Schlüsse in dem Punkte zusammen.

Und deshalb wurden auch in vorliegender Arbeit Brechungs-exponenten verglichen, die bei gleicher Temperatur gemessen wurden.

Aromatische Verbindungen.

Die Untersuchung der Isomeren der Benzolgruppe bildet den schwierigsten Theil der Erforschung der Structur organischer Verbindungen; die Schwierigkeiten, die sich dem Forscher entgegenstellen, sind einmal bedingt durch die Menge der möglichen Isomeren (das dritte Glied zeigt 4, das vierte 8 u. s. w.) und durch die Verschiedenartigkeit derselben.

Wir müssen genau unterscheiden, ob die Isomerie eine eigentliche oder wie wir auch sagen, interne ist (bedingt durch die Methylgruppen) oder ob sie eine externe ist (bedingt durch die Seitenketten). — In der Seitenkette kann aber sowohl eine Metamerie als Isomerie herrschen. Das Mesitylen (3), Methyläthylbenzol (3) und Propylbenzol sind ein Beispiel dafür, das Propylbenzol ist doch nur metamer mit Methyläthylbenzol aber kann noch isomer sein mit Isopropylbenzol. Im andern Falle aber beruht die Schwierigkeit in der Zersetzung und molecularen Umlagerung der Producte.

Die Stellungsfrage wird aber noch verwickelter bei Substanzen die 3 oder 4 Seitenketten besitzen. Unsere heutige Methode, die zwar in manchen Fällen verlässlich ist, lässt uns häufig im Stich und wird mitunter sehr unsicher; sie beruht bekanntlich darauf, dass wir durch eine oft bedeutende Reihe von Metamorphosen ein Product darstellen, dessen Stellung zweifellos bekannt, oder allgemein angenommen ist. Wir schliessen dann aus der Wirkung auf die Ursache — ein im Allgemeinen richtiger Schluss, so lange wir es nur mit einer Ursache zu thun haben oder mit einigen, deren Wirkung uns bekannt sind, die somit vom Resultate eliminirt werden können; dies ist aber in der That nicht der Fall. Der Fall ist nicht nur denkbar, sondern in einigen Fällen erwiesen (z. B. bei der Umlagerung der Oxy-säuren), dass während der Operation, namentlich beim Schmelzen mit Kaliumhydroxyd, Einwirkung von Chromsäure etc., eine Umlagerung im Molekül selbst stattfindet. Dadurch, und ich würde sagen, nur dadurch ist es ja erklärlich, dass meist mehrere Iso-

mere auf einmal entstehen. Zum Beispiele beim Abbau der Nitroderivate des Toluols, bei der Bildung des Xylols etc. — Wann und unter welchen Umständen das eine oder andere entsteht, ist uns unbekannt oder doch in den wenigsten Fällen gekannt. Charakteristisch ist und das mag uns zukünftig als Schlüssel dienen, dass Ortho- und Parapräparate meist zugleich entstehen, seltener Meta- und Ortho-, oder Meta- und Parapräparate, dass somit die Entstehung der Metapräparate ganz andere Ursachen haben muss, wie die der anderen. Wesentlich für unsere Betrachtungen ist nur, dass auch zwei Isomere gebildet werden können und bisher immer nur der synthetische Weg unser Beweis war bei der Beurtheilung der Structur. Wenn nun, was ich jetzt nicht mehr bezweifle, bei eingehenden Studien die optische Methode die gesetzmässigen Beziehungen der Isomeren festzustellen gestattet, so überhebt sie einerseits den Chemiker der mühevollen Arbeit der Überführung der Körper in bekannte Isomere, andererseits schliesst sie die Gefahr der Umwandlung und Umlagerung aus.

Dass isomere Körper verschiedene Brechungsexponente haben ist ein Factum, welches schon lange wohl vorausgesetzt wurde, wenn es auch noch nicht präzise ausgesprochen ist. Ich habe in der vorigen Arbeit die verschiedenen Brechungsexponenten der Isomerie aus der Analogie und der Circularpolarisation angedeutet. Es liegt in der Natur unserer jetzigen Lichtlehre, dass sie eine Verschiedenheit in der Gruppierung des Äthers voraussetzt, — die Thatsache, dass ein und derselbe Krystall in verschiedenen Richtungen das Licht mit verschiedener Fortpflanzungsgeschwindigkeit durchlässt, beweist die Supposition, da ja bei gleichmässiger Äthervertheilung zwischen den Molekülen eine ungleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit undenkbar wäre.

Ist nun einmal die verschiedene Vertheilung zugegeben, dann muss der Brechungsexponent, der ja das Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeit zweier Medien ist, verschieden ausfallen. — Auch auf anderem Wege liesse sich die Deduction führen. Dass isomere Körper verschiedene Atomgruppen in sich schliessen, ist ein wohl durch das Experiment bewiesenes Axiom. Sind aber die Gruppen ungleich (also z. B. in der Masse ungleich) so üben sie verschiedene Anziehungen auf den Äther aus und wird

derselbe um die dichteren Atomgruppen herum dichter sein; somit ist aber wieder eine ungleiche Äthervertheilung zugegeben, die nothwendiger Weise zu dem Schlusse führt, dass die Brechungsexponenten isomerer Substanzen ungleich sein müssen.

Wenn ich hier vorläufig nur verhältnissmässig wenige Beobachtungen anführe, so geschieht dies aus dem Grunde, weil ich die meisten Präparate selbst dargestellt oder unter meiner Leitung darstellen liess, ferner auch desshalb, weil die Vergleichung der festen Präparate (und dahin fallen die meisten Paraverbindungen) erst später, bis die Beziehungen zwischen dem Brechungsindex der Körper im flüssigen und festen Zustande constatirt sind, geschehen kann.

Für interne und externe Isomeren ist ein Beispiel das

Chlortoluol (ortho) n_d	= 1.52310	$t = 21^\circ\text{C}$.
Benzylchlorid . . .	= 1.53599	
Parakresol	= 1.54200	
Benzylalkohol . . .	= 1.53875	
Paraxylo n_d	= 1.49252	$t = 18^\circ\text{C}$.
Äthylbenzol ¹ . . .	= 1.49730	
Mesitylen	= 1.49303	
Cumol	= 1.50200	

Bei den Kohlenwasserstoffen sehen wir, dass die externen Isomeren (Isomerie in der Seitenkette) einen höheren Exponenten zeigen mit Ausnahme des Parakresols, welches aber als fester Körper eigentlich nicht in Parallele zu ziehen ist aus oben angeführten Gründen. Es stimmt dies auch mit der noch später zu besprechenden Beobachtung überein, dass die Differenz in Exponenten bei Vermehrung um CH_2 am niedrigsten bei der Benzolgruppe, am höchsten bei den gesättigten Alkoholen und Säuren ist.

Auch die Isomerien im Kerne selbst zeigen verschiedene Brechungsexponenten, die aber meist nicht ohne Weiteres vergleichbar, weil erstere häufig in verschiedenen Aggregatzuständen vorkommen.

¹ In meiner früheren Arbeit d. Berichte, I. J. pag. 550, soll es heissen Äthylbenzol statt Methylbenzol, — pag. 551 für Toluol bei 15°C . $n = 1.4988$ statt 1.4985 und pag. 552 Äthylbenzol statt Äthylenbenzol.

Orthobromtoluol = 1·5544

Parabromtoluol (fest) .. = 1·5665

Wie bemerkt, kann diese Art der Isomerie erst später in der nächsten Arbeit, welche den Exponenten fester Körper behandeln wird, besprochen werden. Die Differenz der Brechungsexponenten ist, wie ersichtlich, von der Stellung abhängig und kann demnach nicht im allgemeinen Refractionsvermögen für die Gruppe CH_2 angenommen werden. Die Differenzen für je 1 CH_2 in Exponenten müssen nach der Stellung variieren.

Im Benzol und Toluol bei verschiedenen Temperaturen ergibt sich:

	21°C.	17°C.	16°C.	15°C.
C_6H_6 n_d =	1·4990	1·5030	1·5034	1·5045
C_7H_8 =	1·4934	1·4975	1·4978	1·4988
Differenz =	<u>0·0056</u>	<u>0·0055</u>	<u>0·0056</u>	<u>0·0057</u>

Auch für andere Temperaturen ergibt sich als Mittel die Differenz = 0·0056, und zwar negativ für die Zunahme der Gruppe CH_2 .

Die Differenz wiederholt sich bei reinen Derivaten der Orthostellung:

Brombenzol n_d =	1·5599	Nitrobenzol =	1·5527
o. Bromtoluol n_d =	<u>1·5544</u>	o. Nitrotoluol =	<u>1·5471</u>
Differenz =	<u>0·0055</u>		<u>0·0056</u>

Abweichend zeigt sich das Chlorbenzol und O. Chlortoluol, weil das letztere wohl immer Parapräparat führt, welches einen höheren Exponenten (wie ich bislang für alle ausgesprochenen Parapräparate fand) besitzt; Chlorbenzol und Chlortoluol zeigen die Differenz 0·0045—0·0048. Verschieden, aber wesentlich in der Differenz, was bei allen Amidoprodukten beobachtet werden kann, sind Amidobenzol und Amidotoluol.

Doch habe ich bislang nur käufliches und von mir gereinigtes O. Toluidin untersucht. Das Amidobenzol wurde aber in meinem Laboratorium aus Krystallbenzol abgebaut.

Amidobenzol	= 1.5812
Amidotoluol	= 1.5680
	0.0132

Nehmen wir die Differenz der Kohlenwasserstoffe als Mittel = 0.0056, so ergibt sich als empirische Zahl, da die Gruppe 0.0056 negativ die Quote $C_n = 0.50524$ an $H_n = (-0.25541)$.

Das spezifische Brechungsvermögen für Benzol

	21°C.	17°C.	15°C.
$C_6H_6 \frac{n-1}{d} =$	0.568	0.56903	0.5686

Das Molecularrefractionsvermögen

$M \left(\frac{n-1}{d} \right) =$	für Benzol . . . 44.38
	Toluol . . . 42.11
	Differenz + 7.73

Woraus ich das Atomrefractionsvermögen des

$$C = 7.063 = \frac{n-1}{d} \cdot A_C$$

$$H = 0.333 = \frac{n-1}{d} \cdot A_H$$

der Gruppe $CH_2 = M \left(\frac{n-1}{d} \right) = 7.729$ berechnet.

Für Orthoxytol berechnete sich theoretisch der Exponent 1.48,9 was mit dem gefundenen 1.4902 übereinstimmt.

Eine besondere Regelmässigkeit zeigen die Derivate:

Chlorbenzol = 1.5275	O. Chlortoluol = 1.5230
Benzol = 1.499	Toluol = 1.4934
Differenz 0.0285	Differenz 0.0296
Brombenzol = 1.5599	O. Bromtoluol = 1.5544
Benzol = 1.4990	Toluol = 1.4934
0.0606	0.0610

Nitrobenzol = 1·5527	O. Nitrotoluol = 1·5471
Benzol = 1·4990	Toluol = 0·4934
<u>0·0537</u>	<u>0·0537</u>

Von der mit den Toluolverbindungen parallelen Benzylreihe und den Derivaten der Seitenkettenisomeren wurden bestimmt:

Benzylchlorid	$n_d = 1·53601$	—	$C_6H_5CH_2Cl$
Benzaldehyd	$= 1·54900$		C_6H_5COH
Benzalkohol	$= 1·53875$		$C_6H_5CH_2OH$
Oxybenzaldehyd (Salicylaldehyd)	$n_d = 1·57450$		$C_6H_4(OH)·COH$
Benzoesaures Methyl	$= 1·5130$		$C_7H_5O_2·CH_3$
Benzoesaures Äthyl	$= 1·5031$		$C_7H_5O_2·C_2H_5$
Oxybenzoesaures Methyl	$= 1·5387$		$C_7H_5O_3CH_3$
Zimmtalkohol (fl.) = 1·57930 ¹			
Zimmtaldehyd . . . = 1·62010			
Quajacol = 1·53702			
Thymol (fest) . . . = 1·56610			

Differenzen zwischen Benzaldehyd und Oxybenzaldehyd ergeben sich zu

$$\left. \begin{array}{l} \text{Oxybenzaldehyd } 1·5745 = n_d - C_6H_4 \overset{OH}{COH} \\ \text{Benzaldehyd } \dots 1·5490 = n_d - C_6H_5COH \end{array} \right\} \text{Diff. } - 0$$

Differenz 0·0255

$$\left. \begin{array}{l} \text{Oxybenzoesaures Methyl} = 1·5387 - C_6H_4 \overset{OH}{COOCH_3} \\ \text{Benzoesaures Methyl } \dots = 1·5130 - C_6H_5COOCH_3 \end{array} \right\} \text{Diff. } - 0.$$

Differenz 0·0257

also nahezu gleich, wesshalb auch zu schliessen ist, dass dieselbe Differenz zwischen den Orthopräparaten der Oxybenzylreihe und Benzylreihe beruht — sie wird auch zwischen dem Benzylalkohol und Oxybenzalkohol (Saligenin), zwischen der Benzoësäure und

¹ Die feste Substanz konnte aus Mangel an geeigneten Krystallen nicht untersucht werden.

Oxybenzoesäure herrschen und entspricht dieselbe einem Zuwachs von —1. Atome Sauerstoff —0.026.

Die Differenzen zwischen Benzaldehyd und Benzylalkohol einerseits, zwischen Zimmtaldehyd und Zimmtalkohol erweisen sich ungleich, was aus dem Umstande erklärlich, dass die im Zimmtalkohol enthaltene Seitenkette ungesättigt ist, somit einem anderen Gesetze entspricht.

Benzaldehyd	= 1.5490	C_6H_5COH	}	Diff. H_2
Benzalkohol	= 1.5387	$C_6H_5CH_2OH$		
	Differenz 0.0103			
Zimmtaldehyd	= 1.6201	$C_6H_5.C_2H_2COH$	}	Diff. H_2 .
Zimmtalkohol	= 1.5793	$C_6H_5.C_2H_2CH_2OH$		
	Differenz 0.0408			

Aus diesen bislang enthaltenen Beobachtungen geht hervor, dass eine gleiche Differenz in der Formel nur dann eine analoge Differenz der Brechungsexponenten involvirt, wenn die Substanzen einer Reihe von Isomeren (entweder intern oder extern) angehören, dass somit der Kohlenstoffwerth und sein Atomrefractionsvermögen variabel ist (wie auch selbstverständlich, dass der anderen Elemente) und ferner, dass bei aromatischen Verbindungen der Refractionsexponent zunimmt, wenn die Summe der Wasserstoffatome abnimmt.

Eine genauere Präcisirung der Gesetze kann erst dann erfolgen, wenn auch die festen Präparate, namentlich der Dihydroxylderivate und Oxysäuren des Benzols genauer untersucht sind und behalte ich mir vor, in einer nächsten Arbeit die Resultate über die Ortho-, Para- und Metastellung der Seitenkette und ihren Einfluss auf das Refractionsvermögen zu veröffentlichen.

Die Refractionsexponenten der ungesättigten Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n} , beziehungsweise ihrer Derivate, sowie der Gesättigten habe ich ebenfalls bestimmt u. z. hauptsächlich diejenigen, die durch Landolt und Gladstone nicht bestimmt wurden, beziehungsweise die erst in neuerer Zeit rein dargestellt wurden. — In neuerer Zeit hat auch Brühl eine ausführliche Untersuchung gerade über zwei werthige Alkohole, dann Allyl- und Propargylderivate veröffentlicht, und stimmen viele der Zahlen mit den von mir

gefundenen überein, obzwar beide nach wesentlich verschiedenen Methoden gefunden worden.

Im Folgenden sind noch einige Brechungsexponenten der oben erwähnten Substanzen angeführt, bei denen die Differenz der Exponenten pro je 1 CH₂ wesentlich von den aromatischen Verbindungen abweicht. — Auch für diese Verbindungen gilt nicht allgemein das oben erwähnte Gesetz

$$(M_a = P \left(\frac{n-1}{d} \right) = R + \text{Konst.}^1$$

weil auch in diesen Reihen Isomere einen ungleichen Exponenten zeigen, wie aus folgender Tabelle ersichtlich:

Refractionsexponenten der Reihen C_nH_{2n} und C_nH_{2n-1} und C_nH_{2n+2}.

	n _d		t.	
Äthylalkohol *	= 1.4315	— C ₂ H ₄ (OH ₂)	15° C.	
Äthylchlorid	= 1.4470	— C ₂ H ₄ Cl ₂		
Perchloräthylen	= 1.5063	— C ₂ Cl ₄		
Äthylbromid *	= 1.5393	— C ₂ H ₄ Br ₂	14°	
Amylen *	= 1.3802	— C ₅ H ₁₀		
Chloroform	= 1.4490	— CHCl ₃		
Methanchlorid *	= 1.4641	— Cl ₄		
Bromoform	= 1.5902	— CHBr ₃		
Allylalkohol *	= 1.4138	— C ₃ H ₅ OH	15° C.	} Isomere.
Propylaldehyd *	= 1.3641	— C ₃ H ₆ O		
Aceton	= 1.3580	— C ₃ H ₆ O		
Propylalkohol *	= 1.3865	— C ₃ H ₈ O	16.5°	
Isopropylalkohol *	= 1.3780	— C ₃ H ₈ O		
Buttersäure *	= 1.4015	— C ₄ H ₈ O ₂		
Isobuttersäure *	= 1.3962	— C ₄ H ₈ O ₂		
Isobutylalkohol	= 1.3965	— C ₄ H ₁₀ O ₂		
Amylalkohol *	= 1.4090	— C ₅ H ₁₂ O		
Caprylalkohol	= 1.4240	— C ₈ H ₁₈ O		
Isobutylbromid	= 1.4335	— C ₄ H ₉ Br	15°	
Amylbromid *	= 1.4445	— C ₅ H ₁₁ Br		

¹ Es wäre dies nur bei ungleichen Exponenten der Fall, wenn die Dichten zweier Isomeren in demselben Maasse abnehmen würden, wie ihre Exponenten, was ich bis jetzt nicht beobachtet habe.

Während bei den Derivaten der Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n+2} der Refractionsexponent wächst, bei Zunahme um die Gruppe CH_2 wie aus obiger Tabelle auch noch deutlicher aus Landolt's Untersuchungen ersichtlich, so zeigen die Jodide ein abweichendes Verhalten:

Methyljodid	CH_3J	—	1.534
Äthyljodid	C_2H_5J	—	1.517
Amyljodid	$C_5H_{11}J$	—	1.491

Auch über Polymerien, wie über die Condensationen habe ich Versuche angestellt, die ich aber erst, bis dieselben vollständig sind, veröffentlichen werde. — Die mit einem Sternchen bezeichneten Stoffe habe ich synthetisch erzeugt. Da ich mich überzeugt, dass selbst die als reinst vorkommenden Präparate der Prüfung des Refractometers nicht Stand halten. — Das Amylen hatte einen Siedepunkt von $32.4^\circ C.$, bei 735^{mm} der Isopropylalkohol bei $84^\circ C.$, Propylalkohol $95.2^\circ C.$ Die Reinheit der Substanzen würde theils analytisch und synthetisch, theils physikalisch festgestellt.
