führen. O. Fischer und Troost¹⁾ oxydierten Aminbasen mit Natriumsuperoxyd in die entsprechenden Nitroverbindungen, und der eine von uns erhielt mit L. Pelet²⁾ durch Einwirkung von Chlorkalklösung auf Phenylhydrazin, Nitrobenzol, Azobenzol, Anilin und Benzol, sowie Wuster³⁾, der als Einwirkungsprodukte von Wasserstoffsuperoxyd auf Phenylhydrazin Diazobenzolimid und Benzol und als Oxydationsprodukt von Wasserstoffsuperoxyd auf Hydroylamin Salpetersäure erhielt.

Über die quantitative Bestimmung der Chlorate, Bromate, Jodate und Perjodate mittels Formaldehyd, Silbernitrat und Kaliumpersulfat;

von

Heinrich Brunner und Rudolf Mellet.

Bereits im Jahre 1904 berichtete der Eine von uns⁴⁾ über die Einwirkung organischer Substanzen (Formaldehyd, Acetaldehyd, Äthylalkohol, Methylalkohol, Glycerin, Traubenzucker, Essigsäure, Salicylsäure usw.) auf eine wäßrige Lösung von Chloraten, Bromaten und Jodaten in Gegenwart von Silbernitrat und Kaliumpersulfat und teilte, in Gemeinschaft mit G. Messow, mit, daß diese Reaktion sich vorzüglich zu einer quantitativen Bestimmung der betreffenden Salze eigne, und daß vergleichende Versuche den Formaldehyd als die geeignetste organische Verbindung für dieselbe erkennen ließen.

Die damals angewandte Methode war folgende: 0,2 g Substanz wurden in 20 ccm Wasser gelöst, mit 5 ccm Salpetersäure von 1,2 spez. Gew., 0,3 g Silbernitrat, 3 g Kaliumpersulfat versetzt, auf 80°—90° erwärmt, mit Formaldehyd bis zur völligen Ausscheidung des Halogensilbers versetzt und, um

¹⁾ Ber. **26**, 3083 (1893).

²⁾ Ber. **30**, 284 (1897).

³⁾ Ber. **20**, 2633 (1887).

⁴⁾ Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharm. **1904**, 225.

34 Brunner u. Mellet: Über die quantit. Bestimmung etc.

letztere zu erleichtern, wurden noch 5 ccm Alkohol zugefügt. Die gravimetrischen Bestimmungen ergaben:

			Gefunden: Ber.:	
0,2 g	Kaliumchlorat	gaben 0,2320 g AgCe	28,65	28,91 % Chlor.
0,1526 g	Natriumbromat	„ 0,1890 g AgBr	52,88	52,95 % Brom
0,22 g	Jodsäure	„ 0,2925 g AgJ	71,81	72,15 % Jod.

Es wurde ferner mitgeteilt, daß die gravimetrische Methode vorteilhaft durch die volumetrische nach Volhard ersetzt werden kann, indem man wie vorhergehend angezeigt arbeitet, das feste Silbernitrat durch $\frac{1}{10}$ -Normalsilbernitratlösung ersetzt, und den Überschuß des letzteren mittels einer $\frac{1}{10}$ Normalkaliumsulfoeyanatlösung und Eisenalaun als Indikator titriert. Eine Kaliumchloratbestimmung ergab 28,63 % Chlor statt 28,91 %. Selbstverständlich erlaubt die Methode, gleichzeitig die Bestimmung der Alkalichloride, Alkalibromide und Alkalijodide in Betracht zu ziehen. In diesem Falle werden natürlich in einer Probe die Chloride, Bromide und Jodide direkt mit Silbernitrat und Kaliumchromat als Indikator titriert und in einer anderen die Chlorate usw. nach der angeführten Vorschrift.

Nachstehende, von L. Frenkel ausgeführte Analysen sind ein weiterer Beweis des Wertes der Methode.

Gravimetrische Bestimmungen:

			Gefunden: Ber.:	
0,1062 g	Kaliumchlorat	gaben 0,1234 g AgCl	28,74	28,91 % Chlor.
0,1019 g	Kaliumbromat	„ 0,1146 g AgBr	47,85	47,85 % Brom.
0,1036 g	Kaliumjodat	„ 0,1140 g AgJ	59,45	59,29 % Jod.

Volumetrische Bestimmungen:

		$\frac{1}{10}$ -N.-Silber- nitratlösung:	Gef.:	Ber.:	
0,10 g	Kaliumchlorat	erforderten	8,1 ccm	28,75	28,91 % Chlor.
0,1473 g	Kaliumbromat	„	8,8 „	47,79	47,85 % Brom.
0,1036 g	Kaliumjodat	„	4,85 „	59,45	59,29 % Jod.
0,1010 g	„	„	4,7 „	59,09	59,29 % „
0,1014 g	„	„	4,75 „	59,48	59,29 % „
0,1132 g	„	„	5,3 „	59,47	59,29 % „
0,1006 g	„	„	4,7 „	59,33	59,29 % „

Gemische mit Alkalihaloiden:

		Gef.:	Ber.:
0,2196 g Kaliumbromid mit 0,2125 g Kaliumbromat:		50,63	50,82 % KBr.
0,2196 g „ „ 0,2125 g „		49,04	49,18 % KBrO ₃ .
0,2164 g Kaliumjodid „ 0,2112 g Kaliumjodat:		50,85	50,61 % KJ.
0,2164 g „ „ 0,2112 g „		49,04	49,39 % KJO ₃ .

Versuche, diese Methode auch zur Bestimmung der Perchlorate zu verwenden, schlugen fehl, — selbst bei Verwendung von Hydroxylamin und Hydrazin, — wohl aber eignet sie sich sehr gut zur Bestimmung der Perjodate, wie aus nachstehenden Beleganalysen hervorgeht:

		$\frac{1}{10}$ -N.-Silber- nitratlösung:	Gef.:	Ber.:
0,1012 g	Kaliumperjodat erforderten	4,4 ccm	55,20	55,17 % Jod.
0,1059 g	„ „	4,6 „	55,16	55,17 % „

Bei Beginn dieser Arbeit war uns diejenige entgangen, welche von B. Grützner¹⁾ unter dem Titel „Über Formaldehyd als Reduktionsmittel und über eine neue quantitative (maßanalytische) Bestimmung desselben“ erschienen war. In dieser Arbeit bestimmt Grützner zunächst den Formaldehyd mittelst Kaliumchlorat und dann umgekehrt letzteres — und auch das Kaliumbromat — mittels Formaldehyd bei Gegenwart von Silbernitrat und Salpetersäure. Wie Grützner erkannte, eignet sich seine Methode speziell zur Bestimmung der Chlorate, vorausgesetzt, daß man im geschlossenen Gefäße arbeitet, da sonst Chlorverlust eintritt; weniger leicht vollführt sich diejenige der Bromate, und die Bestimmung der Jodate versagte Grützner vollständig. Die Persulfatmethode bietet daher verschiedene Vorteile: einmal, weil sie mit größter Leichtigkeit auch die Bestimmung der Bromate und Jodate zuläßt und sodann, weil sie die Möglichkeit des Arbeitens in offenen Gefäßen bietet. Erhitzt man Chlorate mit Silbernitrat, Salpetersäure und Formaldehyd in offenen Gefäßen, so entweicht Chlor, das durch Entfärbung eines mit Fuchsinlösung getränkten Papierstreifens erkannt werden kann; versetzt man aber gleichzeitig mit Kaliumpersulfat, so wird die Chlorent-

¹⁾ Archiv der Pharmacie 1896, 634.

wicklung beseitigt. Wie Grützner nachwies, beruht die Reaktion auf der Einwirkung freigemachter Chlorsäure, da wohl bei Gegenwart von Salpetersäure, nicht aber ohne dieselbe aus Silbernitrat Chlorsilber ausgeschieden wird, so daß das Chlorat als solches nicht zur Wirkung kommt; ohne Gegenwart von Silbernitrat entweicht Chlor und Kohlendioxyd, da die Chlorsäure nicht sofort in Salzsäure zerfällt, sondern erst in niedere Oxydationsstufen, die dann durch weitere Zersetzung zur Bildung von Chlor Gelegenheit geben, das die gebildete Ameisensäure unter Bildung von Kohlendioxyd und Salzsäure zersetzt. Bei Gegenwart von Silbernitrat erfolgt nach Grützner die Reaktion nach der Gleichung:

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich die Notwendigkeit des Arbeitens in geschlossenen Gefäßen, in denen ein Teil des Chlors vielleicht noch durch die Reaktionen

und

zurückgehalten wird. Bei gleichzeitiger Verwendung von Kaliumpersulfat tritt ein Chlor- eventuell Brom- oder Jodverlust nicht ein, da das sich aus Persulfat bildende Ozon, oder wie Kämpf¹⁾ nachwies, das sich bei Gegenwart von Silbersalzen bildende Silbersuperoxyd das Chlor zu Chlorsäure oxydiert, die dann, wie weiter unten angegeben wird, mit dem Kaliumpersulfat reagiert; da nun aber Kämpf gleichfalls, wie schon früher Traube, nachwies, daß bei höherer Temperatur (70°) die Persulfate mit verdünnter Schwefelsäure eine hydrolytische Zersetzung in Schwefelsäure und Carosche Säure und weiterhin letztere in Schwefelsäure und Wasserstoffsuperoxyd erleidet, so könnte vielleicht auch letzteres die Halogenentwicklung verhindern, nach der Gleichung:

Wir sind der Frage, ob ein Eingreifen des aus Persulfat gebildeten Wasserstoffsuperoxydes anzunehmen sei, näher getreten und stellten zur Lösung derselben folgende Versuche an, zu

¹⁾ Ber. 38, 3967 (1905).

denen Jodate gewählt wurden, weil bei ihnen die Reaktion am schwierigsten erfolgt und es ohne Persulfat nicht gelingt, das sich neben dem Jodsilber bildende Silberjodat zu entfernen. Zur Erkennung und Trennung des Silberjodates vom Silberjodid verwendeten wir Ammoniakflüssigkeit, die das Jodat leicht aufnimmt. Die in nachstehenden Versuchen zur Verwendung gelangten Mengen waren:

Auf eine Lösung von 0,1 g Kaliumjodat, oder Kaliumperjodat in 10 ccm $\frac{1}{10}$ -Normalsilbernitratlösung, 10 ccm Salpetersäure von 1,4 spez. Gew., wurden 5 ccm Formaldehyd (40 prozent.), bzw. 5 ccm Wasserstoffsuperoxyd (30 prozent.) oder 2 g Kaliumpersulfat verwendet. Das Ergebnis war folgendes:

Kaliumjodat + Formaldehyd: unvollständige Umwandlung in Jodid.

Kaliumjodat + Formaldehyd + Wasserstoffsuperoxyd: es entweicht anfangs Jod und hinterbleibt viel Silberjodat und etwas Jodid.

Kaliumjodat + Wasserstoffsuperoxyd: die Reduktion vollzieht sich schneller als die vorhergehende, ist aber ebenfalls unvollständig, da viel Silberjodat zurückbleibt.

Kaliumjodat + Formaldehyd + Persulfat: vollständige Reduktion des Jodates zu Jodid.

Kaliumjodat + Persulfat: keine Reduktion zu Jodid; es bildet sich Silbersuperoxyd.

Kaliumperjodat + Formaldehyd: unvollständige Reduktion zu Jodid.

Kaliumperjodat + Formaldehyd + Persulfat: vollständige Reduktion zu Jodid.

Kaliumperjodat + Formaldehyd + Wasserstoffsuperoxyd: es entweicht Jod und hinterbleibt Silberjodat.

Kaliumperjodat + Wasserstoffsuperoxyd: die Reaktion verläuft sehr schnell, ist aber unvollständig, da Silberjodat zurückbleibt.

Wir schließen aus diesen Reaktionen, daß das Persulfat nicht infolge von Zersetzung in Wasserstoffsuperoxyd eingreift, was dadurch bestätigt wird, daß bei Verwendung von Persulfat ohne Formaldehyd weder Chlorate noch Jodate oder Perjodate reduziert werden und sich Silbersuperoxyd ausscheidet, dessen Bildung diejenige von Wasserstoffsuperoxyd ausschließt; fügt man alsdann Formaldehyd hinzu, so verschwindet das Silbersuperoxyd sofort, das gebildete Silberjodat verwandelt sich aber nicht in Jodid, woraus sich ergibt, daß Jodat und Persulfat gleichzeitig bei Gegenwart von Formaldehyd einwirken müssen, womit die Bildung von Silbersuperoxyd verhindert wird; ohne Persulfat scheint ein Gleichgewichtszustand die Reaktion zu

hemmen. Das Wasserstoffsuperoxyd reagiert demnach insofern anders als das Persulfat, als es sofort einen Teil des Jodates oder Perjodates (ohne Formaldehyd) reduziert, selbstverständlich ohne Silbersuperoxyd zu bilden; kommen aber Wasserstoffsuperoxyd und Formaldehyd gleichzeitig zur Wirkung, so findet leicht Jodverlust statt. Es ergibt sich daher, um das Gesagte nochmals zusammen zu fassen, daß eine Bildung von Wasserstoffsuperoxyd bei der hier besprochenen Reaktion nicht erfolgt, da das Persulfat Silbersuperoxyd bildet und, allein verwendet, Jodate nicht reduziert.

Eine weitere Umsetzung des Persulfates, die hier in Betracht gezogen werden mußte, ist diejenige, die es in wäßriger Lösung in Ozon und Kaliumdisulfat erleidet. Ein Versuch schien die Annahme zu rechtfertigen, daß das Kaliumdisulfat — oder die Schwefelsäure — die bei der Verwendung von Kaliumpersulfat zur Wirkung kommende Substanz sei. Nachstehende analytische Daten beweisen, daß dem nicht so ist. Bei diesen Bestimmungen kamen stets auf die betreffende, in 20 ccm Wasser gelöste Menge von Chlorat, Bromat oder Jodat 15 ccm $\frac{1}{10}$ -Normalsilbernitratlösung, 5 ccm Salpetersäure von 1,4 spez. Gew., 5 ccm Formaldehyd und wechselnde Mengen von Kaliumdisulfat oder Schwefelsäure. Die Reaktion erfolgt in einem mit einem Uhrglase bedeckten Becherglase auf einer kleinen Flamme; nach Vollendung derselben wird der Überschuß von Silbernitrat mit Kaliumsulfocyanat tritriert.

1. Versuche mit Kaliumdisulfat:

	KHSO ₄	$\frac{1}{10}$ -N.-Silber- nitratlösung:	Gef.:	Ber.:
0,1073 g Kaliumchlorat	2 g	8,5 ccm	28,08	28,91 % Chlor.
0,1024 „ „	5 „	7,95 „	27,52	28,91 „ „
0,100 „ „	10 „	7,75 „	27,47	28,91 „ „
0,10 „ Kaliumbromat	2 „	5,65 „	45,18	47,85 „ Brom.
0,10 „ „	10 „	5,5 „	43,98	47,85 „ „
0,10 „ Kaliumjodat	2 „	4,54 „	57,64	59,29 „ Jod.
0,10 „ „	10 „	4,48 „	56,88	59,29 „ „

2. Versuche mit Schwefelsäure:

	H ₂ SO ₄			
0,1041 g Kaliumchlorat	2 ccm	8,15 ccm	27,75	28,91 % Chlor.
0,10 g Kaliumbromat	2 „	5,48 „	43,82	47,85 „ Brom.
0,10 g Kaliumjodat	2 „	4,52 „	57,39	59,29 „ Jod.

3. Versuche mit Kaliumdisulfat und Schwefelsäure:

$\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ $\frac{1}{10}$ -N-Silber- nitratlösung:				Gef.:	Ber.:
0,10 g Kaliumchlorat	2 g	1 cem	7,8 cem	27,65	28,91 % Chlor.
0,10 „ „	10 „	2 „	7,77 „	27,54	28,91 „ „
0,10 „ Kaliumbromat	2 „	1 „	5,49 „	43,89	47,85 „ Brom.
0,10 „ „	10 „	2 „	5,46 „	43,66	47,85 „ „
8,10 „ Kaliumjodat	2 „	1 „	4,38 „	55,61	59,29 „ Jod.
0,10 „ „	10 „	2 „	5,72 „	54,34	59,29 „ „

Es blieb nur noch übrig, die Einwirkung von Formaldehyd allein auf Chlorate, Bromate und Jodate zu studieren. Wie schon oben angegeben, bestätigte unsere Untersuchung der Chlorate und Bromate die Beobachtungen Grützners, nicht aber diejenige der Jodate und können wir uns nicht recht Aufschluß über diese Divergenzen geben, indem nach Grützner die Jodsäure selbst beim Kochen mit Formaldehyd nicht reduziert wird.

Was die zu der Reduktion der Chlorate usw. nötige Menge Formaldehyd anbetrifft, so können die nach oben gegebener Gleichung erforderlichen 3 Teile Formaldehyd auf 4 Teile Kaliumchlorat wegen der Flüchtigkeit des Aldehydes beim Arbeiten in offenen Gefäßen der Praxis nicht entsprechen. Die Analysen wurden, wie die vorhergehenden, maßanalytisch vollzogen.

$\frac{1}{10}$ -N-Silber- nitratlösung:		Gef.:	Ber.:
0,10 g Kaliumchlorat + 5 cem Formaldehyd erforderten	7,75 cem	27,74	28,91 % Chlor.
0,10 g Kaliumbromat + 5 cem Formaldehyd erforderten	5,2 „	41,58	47,85 „ Brom.
0,20 g Kaliumjodat + 5 cem Formaldehyd erforderten	4,3 „	54,59	59,29 „ Jod.

Diese nicht befriedigenden Resultate sind, wie bei den Chloraten und Bromaten, teilweise einem Verluste an Chlor resp. Brom, teils — bei den Jodaten — einer unvollständigen Reduktion zuzuschreiben. Ein Zusatz von Persulfat verhindert beides. Jedenfalls ist ein zu großer Überschuß von Formaldehyd zu vermeiden, da in diesem Falle die Reaktion durch Einwirkung der Salpetersäure auf den Formaldehyd zu stür-

misch wird. Aus nachstehenden, bei Gegenwart von Persulfat ausgeführten Analysen

	Persulfat	Formaldehyd	$\frac{1}{10}$ -N-Silber-nitratlösung:	Gef.:	Ber.:
0,1029 g Kaliumchlorat	1 g	2 ccm	8,35 ccm	28,76	28,91 % Chlor.
0,1029 „ „	1 „	1 „	8,37 „	28,83	28,91 „ „
0,1029 „ „	1 „	0,5 „	7,85 „	27,04	28,91 „ „

ergibt sich, daß auf ungefähr 0,1 g Chlorat oder Bromat mindestens 1 ccm Formaldehyd nötig ist; theoretisch sollte diese Menge auch für Jodate genügen, da deren Reduktion jedoch schwieriger erfolgt, nimmt die Reaktionsdauer $\text{JO}_3 \rightarrow \text{J}$ längere Zeit in Anspruch und erheischt eine größeren Mengen, z. B. 5 ccm Formaldehyd auf 0,1 g Jodat oder Perjodat.

Aus Vorstehendem ergibt sich folgende Vorschrift zur maßanalytischen Bestimmung der Chlorate, Bromate, Jodate und Perjodate.

Ungefähr 0,1 g des Salzes wird in 20 ccm Wasser in einem Becherglase, das während der Reaktion mit einem Uhrglase bedeckt ist, gelöst, mit 10—20 ccm $\frac{1}{10}$ -Normalsilbernitratlösung, 5 ccm Salpetersäure von 1,4 spezifischem Gewicht, 1 g Kaliumpersulfat und 1 ccm Formaldehyd erwärmt. Für Jodate und Perjodate sind 2 g Persulfat und 5 ccm Formaldehyde erforderlich. Zur Chlorbestimmung genügt die Wärme des Wasserbades, für Bromate, Jodate und Perjodate erhitzt man über einer kleinen Flamme bis zur völligen Oxydation des Aldehyds, die am Verschwinden des Geruches erkannt wird. Man läßt erkalten, versetzt mit einigen Kubikzentimeter Eisenaunlösung und titriert das überschüssige Silbernitrat mit Kaliumsulfocyanatlösung.

Beleganalysen:

	$\frac{1}{10}$ -N-Silber-nitratlösung:	Gef.:	Ber.:
0,1041 g Kaliumchlorat erforderten	8,45 ccm	28,77	28,91 % Chlor.
0,1790 „ „	14,6 „	28,91	28,91 „ „
0,10 „ „	8,1 „	28,71	28,91 „ „
0,10 „ Kaliumbromat	5,98 „	47,81	47,85 „ Brom.
0,10 „ „	5,99 „	47,89	47,85 „ „
0,1073 „ Kaliumjodat	5,0 „	59,17	59,29 „ Jod.
0,0924 „ „	4,31 „	59,22	59,29 „ „
0,10 „ Kaliumperjodat	4,35 „	55,23	55,17 „ „

Diese Resultate lassen nichts zu wünschen übrig und die Methode ist ebenso einfach als schnell ausführbar. Welche Wirkung äußert aber bei derselben das Persulfat? Bei der Schwierigkeit, die Phasen der Reaktion zu verfolgen, und nach den angestellten Versuchen ist anzunehmen, daß nicht seine Umsetzungsprodukte Ozon, Kaliumdisulfat oder Wasserstoff-superoxyd, sondern die Überschwefelsäure, resp. ihre Salze, als solche in die Reaktion eingreift und scheint uns die einfachste Erklärung unter den möglichen die zu sein, welche Schönbein mit dem Vorgang der chemischen Polarisisation des Sauerstoffes bezeichnete, wonach er in den Ozoniden negativ, in den Antozoniden positiv polarisierten Sauerstoff annimmt. Nach Traube ist die Überschwefelsäure als ein Antozonid aufzufassen, das mit der Chlor-, Brom- und Jodsäure als Ozoniden gleichzeitig atomistischen Sauerstoff abgibt. Läßt man Persulfat, z. B. auf Jodsäure, einwirken, so erfolgt zwar keine Reduktion zu Jodid, wohl aber, wenn man Formaldehyd hinzufügt; der Sauerstoff des Ozonides oxydiert dann den Wasserstoff, derjenige des Antozonides das Carbonyl des Formaldehyds, so daß letzterer sozusagen bei seiner Oxydation die Jodsäure und Überschwefelsäure in den Oxydationsprozeß hineinzieht¹⁾, wie letzteres von Bodländer bei den Oxydationen im Organismus angenommen wird. Auch kann durch die Vermehrung der Reaktionswärme, welche die Oxydation des Aldehyds begleitet, die chemische Wirkung unterstützt werden. So erklärt es sich z. B. auch, weshalb verdünnte Schwefelsäure mit Braunstein oder Kaliumpermanganat keinen Sauerstoff entwickelt; fügt man aber Oxalsäure hinzu, so wird dieselbe sofort oxydiert, weil die Reaktionswärme um die Verbrennungswärme der Oxalsäure zunimmt. Unsere Annahme der chemischen Polarisisation des Sauerstoffs dürfte auch die außerordentlich energische Oxydationswirkung eines Gemisches von Kaliumpersulfat und Kaliumpermanganat, das von dem Einen²⁾ von uns zuerst behufs Verbrennung organischer Körper angewendet wurde, erklären. Adolf Baeyer³⁾ empfahl später in ähnlicher Weise

¹⁾ Sammlung chem. u. techn. Vorträge, Bd. III, 483.

²⁾ Brunner, Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharm. 1897, S. 280.

³⁾ Ber. 33, 2496 (1900).

ein Gemisch von Kaliumpermanganat mit Caroscher Säure und verdünnter Schwefelsäure. Eine weitere Bestätigung der ausgesprochenen Ansicht dürfte darin zu suchen sein, daß, sobald bei der hier in Betracht kommenden Reaktion sich Silbersuperoxyd — ein Ozonid — bildet, keine Reduktion des Jodats zu Jodid stattfindet. Der Umstand, daß das Wasserstoffsuperoxyd, trotzdem es ein Antozonid ist, das Persulfat nicht vorteilhaft ersetzen kann, beruht jedenfalls auf der zu energischen Wirkung desselben, wie das aus dem Freiwerden des Jods zu Beginn der Reaktion hervorgeht. Ob bei geänderten Bedingungen ein derartiger Ersatz möglich wird — was jedenfalls weniger praktisch wäre — glaubten wir nicht in den Bereich unserer Untersuchung hineinziehen zu dürfen, da dieses Gebiet bereits von Jannasch bearbeitet wird. Die hier ausgesprochene ältere Anschauung wird zwar, unter anderem, jetzt meistens vom thermochemischen Gesichtspunkt aus betrachtet und erklärt; und manche Tatsachen, z. B. die Überführung des Antozonides Bariumsuperoxyd in das Ozonid Acetylsuperoxyd widersprechen ihr, sie erscheint uns aber dennoch im gegebenen Falle als die plausibelste.