

## Brand- und Explosionsgefahren beim Acetylen.

Von Oberreg.-Rat Dr. W. RIMARSKI, Chemisch-Technische Reichsanstalt Berlin.

(Eingeg. 29. August 1929.)

Das Brandunglück in dem der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen gehörigen Acetylenwerke Borsigwalde bei Berlin am 24. Juli d. J., bei dem zahlreiche Acetylenflaschen entweder auf dem Brandherd explosionsartig zerlegt, oder Hunderte von Metern fortgeschleudert worden sind, hat nicht nur in der Öffentlichkeit, sondern auch in den Kreisen, die gelöstes Acetylen herstellen oder verbrauchen, große Beunruhigung hervorgerufen, die durch Sensationsnachrichten in einem Teil der Tagespresse noch erheblich gesteigert worden ist. Und wenn auch nach den sofort einsetzenden Ermittlungen des wirklichen Tatbestandes die stark übertriebenen Gerüchte bald verstummt und einer ruhigeren Überlegung und Beurteilung Platz machten, so war der der betroffenen Acetylenindustrie zugefügte Schaden nun einmal da, und könnte in seinen Folgen sich vielleicht noch schlimmer auswirken als das Brandunglück selbst. Um dies zu verhüten, mußte eine schnelle und einwandfreie Klärung der Vorgänge beim Brande in Borsigwalde erfolgen, die auch möglich war, weil die Mitteilungen der beim Ausbruch des Brandes im Werk anwesenden Personen in allen für die Beurteilung wichtigen Punkten keinerlei Widersprüche ergaben, und die Vorgänge bei der Entstehung und während des Brandes nach Beendigung der Aufräumarbeiten bald rekonstruiert werden konnten.

Mit Rücksicht auf die weitgehende Anwendung des gelösten Acetylens zum Schweißen und Schneiden bis in die kleinsten Werkstätten hinein (in Deutschland sind 40 Acetylenwerke mit einem Flaschenpark von über 100 000 Flaschen und mit einer Jahresleistung von rund 4 Millionen m<sup>3</sup> Acetylen im Betrieb), dürfte es von allgemeinem Interesse sein, auf die Frage der Brand- und Explosionsgefahren bei Verwendung von Acetylen in Verbindung mit dem Unglück in Borsigwalde etwas näher einzugehen.

Es ist bekannt, daß Acetylen bei Atmosphärendruck keine Neigung zum explosionsartigen Zerfall zeigt, auch wenn starke Initialzündungen angewandt werden.

So ist es Maquenne und Dixon<sup>1)</sup> trotz Benutzung stärkster Zündmittel, wie Knallquecksilber, nicht gelungen, einen restlosen Zerfall des Acetylens zu bewirken. Es wurden immer nur Teilzersetzungen in der Nähe der Zündstelle ausgelöst, deren Wirkung nicht über eine gewisse kleine Strecke hinausging, selbst wenn 1,0 bis 1,5 g Knallquecksilber zur Initiierung angewandt wurden.

Haber<sup>2)</sup> benutzte für die Zersetzungsversuche einen elektrischen Ofen. Beim Durchleiten des Gases durch ein auf 638° bis 645° erhitztes Rohr erhielt er nur schwache Zersetzungserscheinungen unter Bildung von Kondensationsprodukten, Kohle und Wasserstoff. Wurde die Temperatur auf 770° gesteigert, so wurden rund

75 v. H. Acetylen langsam zersetzt unter Bildung von Wasserstoff und Kohlenstoff neben kleinen Mengen von Teer, Naphthalin, Methan und Olefinen.

Anders verhält sich das unter Überdruck stehende Acetylen.

Systematische Untersuchungen über den Zerfall des unter verschiedenen Drucken stehenden Acetylens wurden von Berthelot und Vieille<sup>3)</sup> durchgeführt. Sie verwendeten für eine Versuchsserie Stahlzylinder mit einem Fassungsraum von 4 l, und für die zweite eine Glasflasche mit 25 l Inhalt. Die Zündung erfolgte sowohl durch glühenden Platin- oder Eisendraht, als auch durch Knallquecksilber. Der Unterschied in der Wirkung der Initialzündungen macht sich hier deutlich bemerkbar. Eine Zerlegung des Gases mit Knallquecksilberzündung trat bei niedrigeren Drucken ein als bei Glühdrahtzündung. Es wurde außerdem festgestellt, daß Acetylen in der Stahlflasche bei etwa 1 at Überdruck zerfällt, und zwar bei Anwendung eines Glühdrahtes, wobei leider nicht gesagt ist, ob derselbe zum Durchschmelzen gebracht worden ist, was nach den späteren Ausführungen aber sehr wesentlich ist.

Der Acetylenzerfall in der großen 25-Liter-Flasche ist schon bei niedrigeren Drucken eingetreten, allerdings bei Knallquecksilberzündung, die auch im ersten Falle eine frühere Zündung des Acetylens mit entsprechender Fortpflanzung der Explosionswelle bewirkt hatte.

Diese Ergebnisse fanden eine Bestätigung durch die umfangreichen praktischen Versuche von Gerdes<sup>4)</sup>, welche bei der Firma Julius Pintsch durchgeführt worden sind. Verwendet wurden hierzu hartgelötete Behälter von 0,5 m Länge und 16 cm Durchmesser. Die Anfangsdrucke wurden von 1,2 kg/cm<sup>2</sup> allmählich auf 5,3 kg/cm<sup>2</sup> gesteigert. Die Entzündung erfolgte durch eine Wasserstoffstichflamme.

Auch die Versuchsergebnisse von Caro<sup>5)</sup> welche etwa zehn Jahre später veröffentlicht worden sind, geben wertvolle Aufschlüsse über den Acetylenzerfall, wobei die Feststellung als besonders wichtig anzusehen ist, daß die Verunreinigungen des Acetylens (Phosphorwasserstoff, Schwefelwasserstoff), welche bei der jetzigen Reinheit des Carbid's allerdings nur in ganz geringen Mengen (0,03%) vorkommen, eine explosionsfördernde Eigenschaft nicht besitzen.

Von der großen Zahl der auf diesem Gebiete vorhandenen Literaturangaben, welche J. H. Vogel<sup>6)</sup> zusammengestellt hat, sind nur einige wichtige herausgegriffen worden.

Wenn auch vollkommen eindeutige und auch gut übereinstimmende Resultate über den Acetylenzerfall vorlagen, so ist durch irgendein Mißverständnis in die

<sup>3)</sup> Berthelot und Vieille, Compt. rend. Acad. Sciences 124, 1002 [1897].

<sup>4)</sup> Gerdes, Glasers Annalen 40, 14.

<sup>5)</sup> Caro, Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes, 1906.

<sup>6)</sup> J. H. Vogel, Das Acetylen, seine Eigenschaften, seine Herstellung und Verwendung, Leipzig 1923.

<sup>1)</sup> Maquenne und Dixon, Compt. rend. Acad. Sciences 121, 424 [1895].

<sup>2)</sup> Haber, Experimentaluntersuchungen über Zersetzungen und Verbrennungen von Kohlenwasserstoffen, München 1896.

gesamte einschlägige Fachliteratur des In- und Auslandes als Mindestdruck für den Acetylenzerfall ein Wert von 2 at Überdruck hineingekommen; wahrscheinlich sind absolute Drücke und Überdrücke verwechselt worden<sup>7)</sup>.

Die Versuche in der Chemisch-Technischen Reichsanstalt, welche auf Anregung des Deutschen Acetylenvereins durchgeführt worden sind, haben die Versuchsergebnisse der obengenannten Forscher, insbesondere die Zersetzungsversuche des unter Druck stehenden Acetylen von Berthelot und Vieille, bestätigt.

Mit Rücksicht auf die Frage der Zulassung höherer Drücke für die vor wenigen Jahren erstmalig in den Verkehr gelangten Acetylen-Hochdruckapparate (in Deutschland höchstzulässiger Überdruck = 1,5 at) wurden die Versuche der Reichsanstalt auf eine breite Grundlage gestellt. Es wurden nicht nur die Drücke gemessen, die erforderlich sind, um eine Zersetzung des Gases durch eine Initialzündung einzuleiten, sondern es wurden, um die Verhältnisse in der Praxis zu erfassen, die mannigfaltigsten Versuchsbedingungen geschaffen<sup>8)</sup>. So ist der Einfluß der verschiedenen Initialzündungen und Gastemperaturen sowie verschieden großer Explosionsgefäße auf den Zerfall des Acetylen ermittelt worden. Es wurden weiter die Temperaturen des sogenannten glühenden Carbid unter den verschiedenen Bedingungen experimentell festgestellt, deren Werte mit den von anderer Seite (Dr. Mies, Hamburg) errechneten gut übereinstimmen (1050° gegenüber 1085°). Es ist nach zahlreichen negativ ausgefallenen Versuchen auch gelungen, den explosiven Zerfall von Acetylen durch glühendes Carbid bei 1,6 at Überdruck praktisch nachzuweisen.

Der ganze hier angedeutete Fragenkomplex mußte systematisch durchgearbeitet werden, um zunächst die Grundlagen für die amtliche Zulassung bestimmter Drücke für Acetylen-Hochdruckapparate zu schaffen. Die Versuchsergebnisse geben aber auch gute Anhaltspunkte für die sicherheitstechnischen Maßnahmen beim gelösten Acetylen und für ihre Überprüfung.

Faßt man zunächst die Versuchsergebnisse, welche über die Druckgrenzen beim Acetylenzerfall Aufschluß geben, kurz zusammen, so wurden die nachstehenden zusammengehörigen Wertepaare erhalten.

Der Acetylenzerfall bei Anwendung eines weiß-glühenden Platindrahtes trat ein:

bei 10°	und einem Überdruck von 0,60 at
" 50°	" " " " 0,48 "
" 100°	" " " " 0,33 "
" 140°	" " " " 0,10 "

Bei Anwendung eines zum Durchschmelzen gebrachten Platindrahtes (Lichtbogenzündung) wurden einige Druckgrenzen niedriger gefunden. Die Werte beziehen sich auf getrocknetes und gereinigtes Gas.

Wenn das Gas mit Wasserdampf gesättigt wird, wie dies z. B. im Acetylenentwickler gewöhnlich der Fall ist, so wird die Zerfallsgrenze ganz wesentlich nach oben verschoben, wobei besonders auch die Temperatur des Gases eine beachtliche Rolle spielt. Ein explosionsartiger Zerfall ist erst bei 1,4 at Überdruck beobachtet worden, wenn das Gas auf 80° vorgewärmt worden war. Glühendes Carbid (Temperatur 1055°) bewirkte den Zerfall erst bei einer Druckgrenze von

1,6 at Überdruck bei einer Gastemperatur von 80°. Für die letztgenannten, in der Reichsanstalt durchgeführten Versuche wurde ein doppelwandiger Versuchsbehälter mit einem Fassungsraum von 20 l benutzt.

Während mit diesen Arbeiten mehr der Zweck verfolgt wurde, die Druckgrenzen in Abhängigkeit von der Temperatur zu ermitteln, sollten die nachstehend beschriebenen Versuche dazu dienen, die für die Einleitung des Acetylenzerfalls erforderlichen Temperaturen unter Berücksichtigung der Strömungsgeschwindigkeit des Gases festzustellen, und zwar mittels elektrisch geheizter Rohre, wobei die ganze Oberfläche auf die gewünschte Temperatur gebracht wurde. Auf die Einzelheiten der Versuchsanordnung und der verwendeten Apparatur soll hier nicht näher eingegangen werden, sie sind in den Jahresberichten der Reichsanstalt und in der einschlägigen Fachliteratur<sup>9)</sup> zu finden.

Kurz zusammengefaßt hat sich aus den Versuchen bei der Anwendung erhitzter Oberflächen folgendes ergeben:

1. Unterhalb von 500° und bei Überdrücken bis zu 3 kg/cm<sup>2</sup> tritt kein explosiver Zerfall des Acetylen ein;
2. der erste explosive Zerfall wurde bei 510°, 2,05 kg/cm<sup>2</sup> Überdruck und einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,4 l/min. beobachtet. Von diesem Punkt an verschieben sich mit wachsender Strömungsgeschwindigkeit Temperatur- und Druckgrenze nach oben. Bei hohen Temperaturen und Strömungsgeschwindigkeiten fällt die Druckgrenze ab;
3. durch Extrapolieren auf die Geschwindigkeit 0 (bei ruhendem Gas) ergibt sich bei Temperaturen zwischen 540° und 900° die Druckgrenze zu 1,37 kg/cm<sup>2</sup> Überdruck;
4. der errechnete Druck, welcher erforderlich ist, um Acetylen durch adiabatische Kompression zum Zerfall zu bringen, beträgt rund 170 kg/cm<sup>2</sup>.

Schließlich seien noch Versuche zwecks Messung der Explosionsdrücke von reinem sowie von mit Wasser- und Acetondampf gesättigtem Acetylen erwähnt, welche in der Reichsanstalt in einer 40 l fassenden Stahlflasche vorgenommen wurden. Die Zündung erfolgte durch Platindraht, der zum Durchschmelzen gebracht wurde.

Das Ergebnis war folgendes:

1. Die Explosionsdrücke von reinem Acetylen bis zu 9 kg/cm<sup>2</sup> Anfangsdruck betragen etwa das Elfache des Anfangsdruckes;
2. die in größeren Gefäßen (40 l) gemessenen Explosionsdrücke sind nicht höher als die in älteren Literaturquellen bei Anwendung kleinerer Gefäße gefundenen;
3. Wasserdampf und Acetondampf setzen den Explosionsdruck, wenn auch nicht sehr erheblich, herab.

Weitere Versuche in 10 m langen starkwandigen Spaltrohren aus Stahl mit großem Durchmesser haben dann ergeben, daß bei Ausbildung einer Detonationswelle die Drucksteigerung außerordentlich hoch ist; sie betrug in manchen Fällen nahezu das 80fache des Anfangsdruckes.

In den Acetylenwerken, welche gelöstes Acetylen herstellen, wird das Rohacetylen in amtlich zugelassenen Gasentwicklern verschiedener Bauart entwickelt. Nach dem Reinigen wird das Gas durch Kompressoren auf einen Druck von 15 bis 20 at verdichtet und gelangt von dort über Ölabscheider und mit Chlörcalcium gefüllte

<sup>7)</sup> Rimarski, Acetylen in sicherheitstechnischer Hinsicht, Halle 1925, S. 73.

<sup>8)</sup> Jahresbericht V der Chemisch-Technischen Reichsanstalt 1926, Verlag Chemie.

<sup>9)</sup> Rimarski und Konschak, Autogene Metallbearbeitung, Halle a. d. S. 1929, Heft 10.

Hochdrucktrockner in eine auf 300 at geprüfte Ringleitung, von der aus die Verteilung des Gases auf die einzelnen Füllrampen und Flaschen erfolgt. Die auf den Füllrampen befestigten, mit poröser Masse und Aceton gefüllten Flaschen stehen also durch starkwandige, aber dünne Rohrleitungen mit der Ringleitung und durch diese auch untereinander in Verbindung. Alle Rohrleitungen können einzeln abgesperrt, auch können die Zuleitungen zu den Flaschen einzeln abgeschlossen werden. Dies ist nicht nur aus Sicherheitsgründen notwendig, sondern auch um den in mehreren Stadien vor sich gehenden Füllprozeß wirtschaftlich zu gestalten.

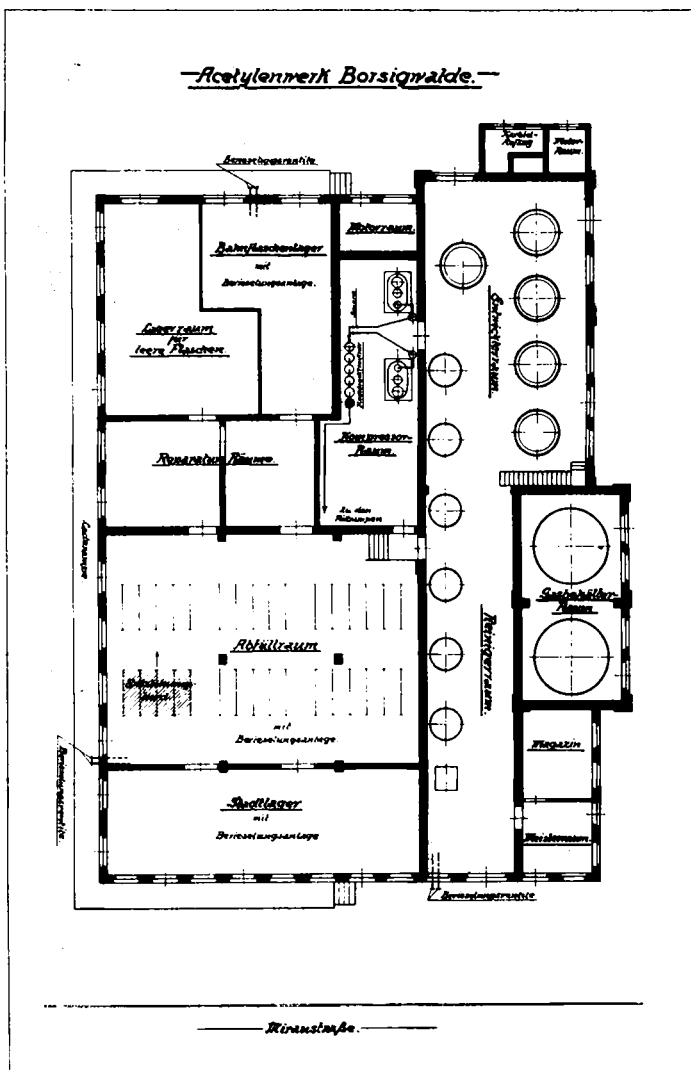
Während nach den oben angeführten Versuchsergebnissen über den Zerfall von Acetylen die explosionsartige Zersetzung des Gases in der eigentlichen Gaserzeugungsanlage (Entwickler, Reiniger, Gasbehälter) weniger zu befürchten ist und auch nur dann vorzukommen pflegt, wenn Luft in der Apparatur ist und durch Unachtsamkeit Zündungsmöglichkeiten gegeben werden, kann ein Zerfall unter ganz besonders ungünstigen Umständen in der unter 15 bis 20 at stehenden geschlossenen Druckleitung hinter dem Kompressor eintreten. Er kann durch adiabatische Kompression bei etwaiger Verstopfung des Rohres, vielleicht auch durch katalytisch wirkende Substanzen eingeleitet werden. Dieser Zerfall braucht aber keineswegs zu Zerstörungen von Gasleitungen und Flaschen oder zu Bränden zu führen, vielmehr ist ein solcher Zerfall in der Druckleitung immer ohne Schaden verlaufen, und auch nur außerordentlich selten an der stärkeren Erwärmung der Leitungen und einzelner Flaschen bemerkt worden. Eine Fortpflanzung der Explosion durch den Inhalt der Flasche bis zur Zerlegung derselben ist nie beobachtet worden. Auch am Kompressor selbst sind, soweit bekannt, keine explosionsartigen Zersetzungen vorgekommen.

Ungünstiger liegen die Verhältnisse an den Flaschenanschlüssen bzw. an den Verbindungsstellen zwischen Flasche und Zuleitungsrohr. Beim Undichtwerden der Dichtungsscheiben oder beim unvorsichtigen Aufsetzen oder Abnehmen der Anschlüsse kann das Gas unter Druck frei ausströmen und durch Reibungsfunken oder auch durch Entladungsfunken nach vorheriger elektrischer Aufladung des stark ausströmenden Gases gezündet werden. Wenn Zündungen des Gases in Füllwerken vorgekommen sind (sie sind im Laufe von Jahren immer nur vereinzelt aufgetreten), so sind sie eigentlich immer an den eben genannten Stellen beobachtet worden.

Auch das Brandunglück in Borsigwalde ist auf eine solche Initialzündung zurückzuführen. Der Brand ist nach den übereinstimmenden Aussagen der im Füllraum Beschäftigten an einer Füllrampe ausgekommen, die sich gerade im letzten Füllstadium befand (vgl. die Grundrißzeichnung). Hier wurde von den anwesenden Arbeitern zuerst ein kurzer Schlag mit darauf folgendem Zischen gehört, worauf sofort Stichflammen diesen Teil des Füllwerkes unzugänglich machten, so daß die Absperrung der anderen Füllrampen nicht möglich war. Das Feuer griff schnell auf die mitangeschlossenen Füllrampen über und zerstörte die Zuleitungen zu den Flaschen, so daß das Gas überall frei ausströmen konnte. Bald darauf trat die erste Raumexplosion ein, zerstörte Teile des Raumes und die hölzerne Dachkonstruktion und setzte die von den Angestellten vorher sachgemäß eingerückte Wasser-Berieselungsanlage im Füllraum außer Betrieb. Etwa 6 Minuten nach Beobachtung der ersten Feuererscheinungen wurde die erste schwere

Explosion gehört, sie war darauf zurückzuführen, daß infolge Zurückschlagens der Explosionswelle durch die zu den Kompressoren führende Druckleitung der starkwandige Deckel des ersten Hochdrucktrockners (in der Grundrißzeichnung besonders gekennzeichnet) abgerissen wurde. Die Explosion kam dann in der Gasverteilungsleitung vor dem Kompressor zum Stehen. Im Ölabscheider und an den Kompressoren wurde keine Kohleabscheidung mehr beobachtet.

Da nach Zerstörung der Berieselungsanlage eine andere Ablösung des Brandes nicht möglich war, mußte das Eingreifen der Feuerwehr abgewartet werden. Die Löschmannschaften, welche 20 bis 25 Minuten nach Entstehung des Feuers an der Brand-



stelle erschienen, fanden ein Feuer von großer Ausdehnung vor, dessen Brandherd so stark überhitzt war, daß die explosionsartigen Zerlegungen von Acetylenflaschen auf dem Brandherd und das Herausschleudern von Flaschen weit über diesen hinaus bereits eingesetzt hatten. Ein Vorgehen gegen den Brandherd war wegen der herausfliegenden aufgerollten Stahlflaschen und der damit verbundenen ersten Lebensgefahr nicht zugänglich. So mußte das Feuer etwa 1½ Stunden sich selbst überlassen bleiben, bis die Ablösung gelang.

Jeder Acetylenfachmann und jeder der in seinen Betrieben und Werkstätten mit Acetylen oder anderen komprimierten brennbaren Gasen zu tun hat, wird genau wissen, was es bedeutet, wenn ein derartiger Brand so lange sich selbst überlassen bleiben muß. Schnellste Ausbreitung des Feuers (genährt durch immer neue Mengen

ausströmenden Gases und heruntergefallene Dachbalken), Raumexplosionen, Fortschleudern hochohitzer Flaschen weit über den Brandherd hinaus mußten die unausbleiblichen Folgen sein.

Dank des rechtzeitigen Eingreifens des Betriebsführers und des Personals, welche die Motoren zu den Kompressoren und die Gasableitung der Gasbehälter sofort abstellten, ist die eigentliche Fabrikationsanlage bis auf Gebäudeschäden erhalten geblieben. Dagegen sind die Räume des Füllwerkes und die Lagerräume mit ihrem großen Flaschenpark durch das Feuer vernichtet worden.

Es werden umfassende Vorkehrungen getroffen, einem ähnlichen Unglücksfall in Zukunft vorzubeugen, der hier nur einen solchen Umfang annehmen konnte, weil die Berieselungsanlage vernichtet wurde und eine andere Löschmöglichkeit nicht sofort vorhanden war.

Das Vertrauen auf die Sicherheit der im Verkehr befindlichen Stahlflaschen mit gelöstem Acetylen wird durch das Brandunglück natürlich in keiner Weise berührt oder gar erschüttert. Beides hat miteinander nichts zu tun. Die Sicherheit dieser Flaschen ist nach wie vor gewährleistet, weil nur solche Flaschen in den Verkehr gebracht werden dürfen, deren „poröse Massen“ (die den stärksten Sicherheitsfaktor darstellen) nach erfolgter Prüfung in der Chemisch-Technischen Reichsanstalt vom Ministerium für Handel und Gewerbe im Einvernehmen mit dem Reichsverkehrsministerium zugelassen worden sind. Die Prüfungsbedingungen in Deutschland sind, wie das in Fachkreisen allgemein bekannt ist, schärfer als in allen anderen Ländern. Einzelheiten der Prüfung finden sich in dem

beim Verlag Chemie erschienenen Jahresbericht VI der Chemisch-Technischen Reichsanstalt.

Neben der Prüfung ist eine dauernde amtliche Kontrolle der im Verkehr befindlichen Flaschen vorgesehen. Nach dem Borsigwalder Brande sind Acetylenflaschen mit den verschiedensten porösen Massen, welche schon vorher von amtlichen Stellen wahllos aus den Betrieben entnommen worden waren, in der Reichsanstalt eingehend untersucht und auch dem sogenannten Innenzündungsversuch (Zerlegung des Acetylen mittels Lichtbogenzündung in dem künstlich geschaffenen Hohlraum am Kopf einer normal gefüllten Acetylenflasche) unterworfen worden. Sie haben sich ohne Ausnahme einwandfrei verhalten.

Aus den obigen Darlegungen dürfte hervorgehen, daß die willkürlich und ohne Kenntnis der Zusammenhänge ausgesprengten Gerüchte über das Borsigwalder Brandunglück jeder sicheren Grundlage entbehren. Sie dürfen deshalb keinesfalls als Beweis dafür herangezogen werden, daß die Herstellung des gelösten Acetylen mit besonders großen Gefahren verbunden ist, und daß die Acetylenwerke die Umgebung in weitem Umkreise gefährden. Für diese pessimistische Auffassung liegt nach der ganzen Entwicklung dieser Industrie, welche seit mehr als 25 Jahren in stetem gesunden Vorwärtsschreiten begriffen ist, und nach allen bisherigen Erfahrungen, die im In- und Auslande von ernster fachmännischer Seite gemacht worden sind, nicht der geringste Grund vor, auch bietet das Borsigwalder Brandunglück bei richtiger, sachlicher und vorurteilsfreier Betrachtung dafür keine Veranlassung.

[A. 140.]

## Konservierungsvermögen, chemischer Nachweis und Pharmakologie der p-Oxybenzoesäureester.

Von Privat-Dozent Dr. TH. SABALITSCHKA, Berlin.

Vorgetragen in der Fachgruppe für gerichtliche, soziale und Lebensmittelchemie auf der 42. Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker zu Breslau am 24. Mai 1929.

(Eingeg. 29. Mai 1929.)

Bekanntlich kommt dem Natriumbenzoat im Gegensatz zur Benzoesäure keine konservierende Wirkung zu, und daher wird die konservierende Wirkung der Benzoesäure durch die in den zu konservierenden Materialien enthaltenen, Säure bindenden Substanzen mehr oder weniger herabgesetzt oder aufgehoben. Eine solche Bindung der Benzoesäure und damit einhergehende Abschwächung ihrer Wirkung bewirken nicht nur freie Basen, Carbonate u. dgl., sondern auch die Eiweißstoffe. Daher war nach Konservierungsmitteln zu suchen, deren Wirkung nicht in solchem Maße von der Reaktion und der Zusammensetzung des zu konservierenden Materials abhängig ist wie die der Benzoesäure; diesen Stoffen mußte mindestens dieselbe Wirkung wie der Benzoesäure zukommen, sie mußten auch mindestens ebenso wenig giftig für den Menschen sein wie die Benzoesäure, falls sie für Lebensmittel Anwendung finden sollten. Als solche Konservierungsmittel erwiesen sich verschiedene Ester, so z. B. die Ester der p-Oxybenzoesäure, die neuerdings unter den Namen Nipagin, Nipazol, Nipacombin<sup>1)</sup> und Solbrol<sup>2)</sup> in steigendem Maße zur Haltbarmachung der verschiedensten Materialien Verwendung finden. Es sei die Eignung dieser Ester als Konservierungsmittel an einigen Ergebnissen praktischer Kon-

servierungsversuche gezeigt; die mikrobiologischen, chemischen und physikalisch-chemischen Untersuchungen, welche die Wirkung dieser neuen Konservierungsmittel dartaten und sie erklären sollten, sind bereits an anderen Stellen mitgeteilt<sup>3)</sup>; bei der letzten Hauptversammlung unseres Vereins wurde in der Fachgruppe für medizinisch-pharmazeutische Chemie über die Beziehung zwischen der chemischen Konstitution solcher Ester und ihrer Wirkung auf Mikroorganismen berichtet<sup>4)</sup>.

In der Tabelle sind die zur Konservierung der verschiedensten Materialien benötigten Prozentkonzentrationen der Ester angegeben, zum Vergleich die jeweils benötigten Konzentrationen der Benzoesäure, soweit diese gleichzeitig festgestellt sind. Die Angaben entstammen zum größten Teil bereits von anderer Seite oder von uns veröffentlichten Versuchen, zum kleineren Teil noch nicht veröffentlichten eigenen Versuchen.

Wir sehen, daß Gelatine-Gallerten durch einen Zusatz von 0,1% Benzoesäure noch nicht genügend konserviert werden, wohl aber je nach der Gelatinesorte bereits durch einen Zusatz von 0,03 bis 0,085% Methyl-ester der p-Oxybenzoesäure; dementsprechend genügt zur Konservierung photographischer Gelatine ein Zu-

<sup>1)</sup> Hersteller: Nahrungsmittelfabrik J. Penner, Berlin-Schöneberg.

<sup>2)</sup> Hersteller: I. G. Farbenindustrie A.-G.

<sup>3)</sup> Apoth.-Ztg. 43, 670 [1928]; Arch. Pharmaz. 267 u. Ber. Dtsch. pharmaz. Ges. 39, 272 [1929].

<sup>4)</sup> Ztschr. angew. Chem. 41, 621 [1928]; Pharmac. Acta Helv. 3, 103 [1928].