

auf die wie schon oben gezeigt, irrige Voraussetzung hin, daß man keine ätznatronfreie Soda durch Erhitzen herstellen könne, den Vorschlag gemacht, als Ursubstanz Natriumbicarbonat anzuwenden, das man auf einer Nutsche bis zum Verschwinden der Chloridreaktion auswäscht. Es wird dann auf porösen Tonplatten getrocknet, gepulvert und in dünner Schicht ausgebreitet, über einer mit Wasser gefüllten Schale in einer Kohlensäureatmosphäre gehalten, bis eine Probe mit Phenolphthalein keine Rötung mehr ergibt. Diese Probe wird nur dann richtig ausfallen, wenn man in möglichst wenig kaltem Wasser auflöst, weil sonst Hydrolyse eintritt, und normales Carbonat entsteht. Dann trocknet man das Salz sofort im Exsikkator über konz. Schwefelsäure oder Phosphorpentaoxyd: im trockenen Zustande halte es sich durchaus ohne Verlust an Kohlensäure, während es im feuchten Zustande solche schnell abgibt.

Es wurde von uns eine größere Menge Bicarbonat (400 g) genau nach dieser Vorschrift hergestellt; zuerst wurde zwei Tage, dann nochmals zwei Tage getrocknet. Es stellte sich durch die Titrierungsversuche heraus, daß die erste Trocknung noch nicht genügte, aber nach 4 Tagen wirklich alles Wasser verschwunden ist. North und Blakey führen dann die Titerstellung mit Methylorange aus; wir haben sowohl dieses, als auch Phenolphthalein auf Rosa (letzteres mit allen oben angeführten Kautelen zur Abhaltung aller Kohlensäure) und dieselbe nahezu  $\frac{1}{5}$ -n. Salzsäure wie früher angewendet.

#### Ergebnisse:

I. Salz nach zwei Tagen Trocknung.				
NaHCO <sub>3</sub> g	HCl gef.	HCl ber.	Faktor	
0,8940	52,98	53,18	1,0037	Methylorange
0,7995	47,38	47,56	1,0037	desgl.
0,4481	26,48	26,65	1,0065	Phenolphthalein

II. Salz nach vier Tagen Trocknung.				
0,6007	35,72	35,73	1,0003	Methylorange
0,7623	45,31	45,34	1,0007	desgl.
0,6943	41,22	41,30	1,0019	Phenolphthalein

Wie man sieht, findet man für das Salz I viel zu hohe Säurefaktoren, aber bei Salz II stimmen die Faktoren für beide Indikatoren genügend mit dem für reine Soda gefundenen (0,0009) überein. Man kann also in der Tat das so gereinigte und trocken aufbewahrte Bicarbonat als zuverlässige Ursubstanz verwenden. Allerdings wird eben alles auf die Trocknung ankommen, und eine Kontrolle darüber, ob ein längere Zeit aufbewahrtes Salz wirklich absolut unverändert geblieben ist, läßt sich in schneller und einfacher Weise nicht ausführen, was den Wert des Bicarbonats als absolute Ursubstanz natürlich problematisch macht. Daß aber eine solche Kontrolle durchaus nötig ist, wird durch folgendes erwiesen.

Das wie oben hergestellte und gereinigte Bicarbonat, das am 18./5. so gut wie den gleichen Faktor für  $\frac{1}{5}$ -n. Salzsäure ergeben hatte, wie die nach meiner Vorschrift getrocknete Soda, wurde bis zum 3./7., also ca. 6 Wochen in drei verschiedenen Gefäßen aufbewahrt, nämlich a) im Wägegläschen mit Glasstöpsel, in einem Exsikkator liegend; b) ebenso, aber ohne Exsikkator in einem Schrank

liegend; c) in einer mit gutem Korkstopfen verschlossenen Flasche im Schrank liegend. Es wurde alsdann mit allen drei Proben eine neue Säure eingestellt, die mit frisch getrockneter Soda die Faktoren 0,9705–0,9704 zeigte. Die Ergebnisse der drei Proben von Bicarbonat waren nun:

	Ein- wage g	$\frac{1}{5}$ -n. Salz- säure ber. ccm	Salz- säure verbr. ccm	Faktor
a) Muster im Wäge- glas im Exsikk. .	0,7184	42,73	44,20	0,9668
b) dergleichen frei- liegend . . . .	0,6416	38,16	39,47	0,9669
b) dergleichen frei- liegend . . . .	1,2261	72,97	75,44	0,9667
c) Muster in ver- korkter Flasche	0,7575	45,06	46,63	0,9662
	0,8461	50,33	52,00	0,9678
	0,6972	41,47	42,86	0,9676

Alle drei Proben haben sehr merklich zu niedrige Faktoren ergeben. Dies bedeutet, daß das Bicarbonat Kohlensäure abgegeben haben muß. Im gut verkorkten Glase bewirkt dies schon einen Fehler von ca.  $\frac{1}{4}\%$ ; in den mit Glasstöpseln verschlossenen war der Verlust noch etwas größer, ca.  $\frac{1}{3}\%$ . Das ist für irgend genauere Arbeit unzulässig, und mithin ist das Bicarbonat nicht als eine zuverlässige Ursubstanz anzusprechen.

Zürich, 5. Juli 1905.

### Schwefelbestimmung in flüssigem Brennstoff und in Petroleum.

(Mitteilung aus dem chemisch-analytischen Laboratorinm Morpurgo-Goetzl, Triest.)

Von Ingen.-Gerichtschemiker ALBERTO GOETZL.

(Eingeg. d. 26.5. 1905.)

Für die Beurteilung des flüssigen Brennstoffes, „Liquid Fuel“ genannt, ist außer der Ermittlung des Brennwertes auch die Feststellung des nicht unbedeutenden Schwefelgehaltes notwendig. Auch die genaue Brennwertbestimmung durch Elementaranalyse verlangt die Kenntnis des Schwefelgehaltes dieser Substanz. Nur ist diese Schwefelbestimmung mit Schwierigkeiten verbunden.

Die Schwefelbestimmungsmethode von Eschka, welche für feste Brennmaterialien verwendet wird, ergab bei Liquid Fuel, infolge der Flüchtigkeit dieser Substanz, zu niedrige Resultate. Es ist aber auch zu schwer brennbar, als daß man seinen Schwefelgehalt, wie bei Petroleum bestimmen könnte, weil die Verbrennung des fl. Brennstoffes nur unter gewissen Bedingungen stattfindet. Selbst die Destillation ist schwer zu bewerkstelligen und kann nur mit Hilfe eines Gasstromes zum Teile durchgeführt werden. Liquid Fuel, welches aus Petroleumrückständen besteht, ist fast ausschließlich ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe. Unterwirft man es einer fraktionierten Destillation, so gehen die ersten Dämpfe erst bei einer ziemlich hohen Temperatur über. Bemerkenswert ist, daß bei dieser Destillation ununterbrochen Schwefelwasserstoffgas auftritt. Diese Schwefelwasserstoffbildung läßt auf die schwache Bindung des Schwefels im Liquid Fuel selbst schließen. Wahrscheinlich ist der Schwefel darin nicht an Sauerstoff gebunden, da dieses Element in vielen schwefelreichen Fuel-

arten, wie mit der Elementaranalyse bewiesen wurde, nicht in nennenswerter Menge enthalten ist. Wäre der Schwefel im Liquid Fuel einfach gelöst, so würde sich dieselbe Erscheinung zeigen, nämlich bei der Erhitzung der Substanz Schwefelwasserstoffgas auftreten. Analog verhält sich, wie bekannt, ein Gemisch von Paraffin und Schwefel.

Die leichten hellgelben Fraktionen von Liquid Fuel lösen Schwefel klar auf. Es wurde eine gewogene Menge Fuel von bekanntem Schwefelgehalt mit einer bestimmten Menge von reinem Schwefel versetzt und in dieser Lösung der Gesamtschwefel nach der später beschriebenen Methode bestimmt. Die Lösung zeigte sich dabei als ein entsprechend reicheres Fuel.

Eine Schwefelbestimmung durch Oxydation des bei der Destillation des fl. Brennstoffes auftretenden Schwefelwasserstoffgases erwies sich durch folgenden Versuch als nicht genau. Eine gewogene Menge davon wurde in einem Fraktionierkolben, welcher mit dem Classenschen Absorptionsrohr des Schwefelbestimmungsapparates verbunden war, so weit als möglich mit Hilfe eines Kohlensäurestromes abdestilliert. Das Absorptionsrohr war mit Bromkalilösung beschiekt. Die Dämpfe des Liquid Fuel passierten diese oxydierende Lösung, kondensierten sich dabei teilweise und bildeten eine Schicht flüssiger Kohlenwasserstoffe über der Bromkaliumlösung. Der im Fraktionierkolben zurückgebliebene Rest wurde direkt mit Salpeter geschmolzen, die Schmelze in Wasser gelöst und die Menge des Schwefels in dieser Lösung bestimmt. Derselbe war aber, im Verhältnis zu dem Schwefel, welcher dem abdestillierten Teil des Liquid Fuel entsprach, zu niedrig. Die Bildung des Schwefelwasserstoffes ist demnach bei der Destillation eines schwefelhaltigen Mineralöles der Menge des abdestillierten Teiles nicht proportional.

Der Brennstoff wurde auch mit Natrium-superoxyd erhitzt, um auf diese Weise den Schwefel zu bestimmen. In einem offenen Gefäß aber tritt bei einer gewissen Temperatur eine heftige Reaktion ein und die Masse brennt mit großer Flamme. Die Oxydation ist infolge der heftigen Reaktion mit Schwefelverlusten verknüpft. Diese Verluste wurden durch quantitative Bestimmungen ermittelt.

Dr. von Konek konnte mit Genauigkeit den Schwefel in Erdölen, sowie in Kohlen, Asphalten, usw. mit Hilfe von Natrium-superoxyd in einem geschlossenen Apparat, nämlich im Paarschen Natrium-superoxydkalorimeter, welches zur Heizwertbestimmung dieser Substanzen verwendet wird, bestimmen. Für flüssige Substanzen jedoch ist die erwähnte Schwefelbestimmungsmethode mit einigen Übelständen verbunden, die von Dr. von Konek beseitigt werden konnten. Außerdem ist die Gewichtsmenge der Substanz, welche untersucht werden kann, beschränkt und das Resultat dadurch für sehr schwefelarme Substanzen bedeutend beeinträchtigt.

An dieser Stelle muß auch die Methode der Schwefelbestimmung in Kohlen und organischen Körpern von Hempel (diese Z. 1892, 393) erwähnt werden, welche durch Dr. E. D. Graefe

(diese Z. 1904, 616) einige Änderungen erfahren hat und auch für Bestimmung des Schwefels in Ölen, bituminösen Körpern usw. erweitert wurde. Die Substanz wird nach dieser Methode in einer großen Glasflasche, welche mit Sauerstoffgas gefüllt ist, verbrannt. Die Verbrennungsgase werden in der Flasche von einer Natrium-superoxydlösung absorbiert und in dieser Lösung die Menge des Schwefels bestimmt. Analog dem Verfahren von Dr. von Konek kann auch hier nur eine beschränkte Gewichtsmenge Substanz untersucht werden und die Reaktion zwischen Substanz und Sauerstoff kann, besonders bei Ölen, sehr stürmisch vor sich gehen. Zum Gelingen der Schwefelbestimmungen nach diesem Verfahren sind weiter einige Vorsichtsmaßregeln erforderlich, welche von Dr. Graefe in seiner Originalarbeit genau beschrieben sind.

Es wurde versucht, den Schwefel im Liquid Fuel mit der Carius'schen Methode zu bestimmen, indem eine kleine Menge Fuel mit Salpetersäure in zugeschmolzenem Rohr erhitzt wurde. Es ist aber dabei fast immer Explosion eingetreten.

Eine ähnliches Verhalten zeigt das Heizöl bei der Durchführung seiner Elementaranalyse im Sauerstoffstrom, wie auch bei der Brennwertbestimmung im Kalorimeter in einer Sauerstoffatmosphäre. Im ersteren Falle tritt schon bei mäßiger Erhitzung Explosion ein, und das Verbrennungsrohr wird zertrümmert. Im Kalorimeter von Fischer ist die Verbrennung des Liquid Fuel nicht gelungen. Die Reaktion ist explosionsartig vor sich gegangen, die austretenden Gase waren sehr warm und unvollständig verbrannt. Die Temperatur im Inneren des Kalorimeters ist derart gestiegen, daß der Platindrahtkorb, welcher die Platinkapsel mit der Einwage von Fuel zu tragen hatte, teilweise verschmolzen erschien. Im Lewis-Thompson'schen Kalorimeter brennt Liquid Fuel nur unter gewissen Bedingungen. Mit dem Paarschen Natrium-superoxydkalorimeter kann die Heizwertbestimmung des fl. Brennstoffes anstandslos durchgeführt werden.

Die Verbrennung des Liquid Fuel läßt sich aber gut und gefahrlos im Rohr in einem sehr langsamen Luftstrom durchführen. Die Einwage von Fuel soll ungefähr 0,2 g betragen, und die Stelle des Verbrennungsrohrs, wo das Schiffchen mit Flüssigkeit zu liegen kommt, soll sehr gelinde und vorsichtig erhitzt werden. Zum Schluß, wenn im Schiffchen nur noch ein schwarzer Anflug zurückgeblieben ist, kann ein Sauerstoffstrom durch das Rohr geleitet werden.

Um auf einfache Weise den Schwefel im Liquid Fuel zu bestimmen, wurde versucht, denselben direkt in einem offenen Gefäß mit rauchender Salpetersäure zu oxydieren, und da diese Methode gut übereinstimmende Resultate gegeben hat und eine Verallgemeinerung für die Schwefelbestimmung in flüssigen und festen Substanzen, welche beim Erhitzen ihren ganzen Schwefel oder einen Teil abgeben, gestattet, werden wir diese Methode beschreiben.

Bevor wir zur eigentlichen Beschreibung der Methode schreiten, möchten wir auf die Wichtig-

keit einer genauen Schwefelbestimmung im Heizöl hindeuten, da man bei der Feuerungsanlage, bei welcher flüssiger Brennstoff als Heizmaterial verwendet wird, mit zwei schädlichen Faktoren dieses Stoffes zu rechnen hat, von denen der eine der Schwefel, der andere das Wasser ist. Was die Verwendung des flüssigen Brennstoffes als Heizmaterial für Schiffe und die Art der Feuerung mit demselben anbelangt, verweisen wir auf den Aufsatz von Prof. G. M o r p u r g o, welcher im Dezember 1902 in der österreichischen Chemikerzeitung erschienen ist.

Wir möchten noch vorher angeben, in welcher Weise der Wassergehalt des fl. Brennstoffes bestimmt werden konnte. Eine größere Portion davon wurde in einer verschlossenen Flasche mit ungefähr ein Fünftel seines Gewichtes grobkörnigem, scharf getrocknetem und staubfreiem Calciumchlorid geschüttelt und einige Tage stehen gelassen; nachher wurde vorsichtig mit einer Pipete etwas Fuel entnommen und hiermit die Einwage zur neuerlichen Elementaranalyse gemacht. Aus den Analysenresultaten des auf diese Weise entwässerten Fuels und aus den Analysenresultaten, welche die direkte Elementaranalyse ergeben hat, konnten wir den genauen Wassergehalt berechnen.

Die Bestimmung des Schwefels im Fuel wird folgendermaßen ausgeführt.

2—3 g des flüssigen Brennstoffes werden in einem geräumigen Platintiegel abgewogen, mit ungefähr 4 cm rauchender Salpetersäure versetzt und der Tiegel mit einem Uhrglas zugedeckt. Es tritt eine mehr oder weniger heftige Reaktion ein. Man läßt das Ganze einige Zeit stehen, eventuell über Nacht, und kann dann das Mischen der beiden Flüssigkeiten durch vorsichtiges Schwenken bewerkstelligen. Sobald in der Kälte die Masse nicht mehr reagiert, erhitzt man den bedeckten Tiegel auf einem schwach erwärmten Wasserbad. Sollte die Masse im Tiegel zu steigen beginnen, entfernt man den Tiegel für kurze Zeit vom Wasserbad. Die Erhitzung am Wasserbad wird in dieser Weise fortgesetzt. Sobald sich die Masse ruhig verhält, wird das Uhrglas vom Tiegel entfernt, und das Erhitzen am Wasserbad so lange noch fortgesetzt, bis der Inhalt des Tiegels trocken geworden ist. Die letzte Operation bedarf allerdings einiger Zeit. Das Mineralöl wird durch die Salpetersäure fest und nimmt eine hellbraune Farbe und einen aromatischen Geruch an. Nun setzt man zu der nitrierten Masse 6—8 g eines Gemisches von 10 Teilen kieselschwefelsäurefreier calcinierter Soda und 2 Teilen reinen Salpeters, mischt, nachdem die Masse am Wasserbad weich geworden ist, mit einem Platindraht, überschichtet noch mit etwas Sodasalpetergemisch und erhitzt weiter unter dem Mantelherd direkt über einem Pilzbrenner (die Berzelius'sche Lampe ist hier entbehrlich). Bei richtiger Mischung vollzieht sich die Verbrennung anfangs in einer Reihe kleiner Entflammungen. Man kann, für den Fall, daß der Inhalt des Tiegels nicht bald weiß wird, die vollständige Verbrennung durch Zusatz kleiner Mengen gepulverten Salpeters unterstützen. Nach erfolgter Verbrennung löst man die Schmelze in heißem Wasser, gießt die Lösung in ein Becherglas, setzt Salzsäure hinzu, kocht auf und fällt die Schwefelsäure mit Chlorbaryum.

Wir haben folgende Resultate erzielt:

	I. Be- stimm.	II. Kontr- bestimm.
	Schwefel	Schwefel
1. Liquid Fuel, amerikan. Pro- venienz . . . . .	1,98	1,99
2. Liquid Fuel, aus Borneo . . .	1,22	1,19
3. Liquid Fuel, galiz. Provenienz	0,56	0,58

Es wurde auch untersucht, ob bei der Oxydation des Liquid Fuels im offenen Gefäß die entweichenden Dämpfe Schwefel in irgend welcher Form mit sich genommen haben. In einem Kölbchen, welches für die Sauerstoffbestimmung in Manganerzen verwendet wird, wurde eine Menge fl. Brennstoffes abgewogen, das Kölbchen mit einer Fresenius-Volhard'schen Vorlage verbunden, welche mit Kalilauge beschickt war. Durch das Trichterrohr des Kölbchens ließ man rauchende Salpetersäure einfließen. Die Reaktion zwischen Fuel und Salpetersäure wurde später durch Wärme unterstützt und schließlich alle Dämpfe mittels eines Kohlensäurestromes durch die Vorlage getrieben. Die Flüssigkeit in der Vorlage enthielt, wie nachgewiesen wurde, keinen Schwefel.

Bei der beschriebenen Schwefelbestimmungsmethode ist versucht worden, die Verpuffung mit Soda und Salpeter zu vermeiden und zwar in der Weise, daß nach vollzogener Oxydation des Fuels in einem Becherglas mit rauchender Salpetersäure die feste Masse mit einer konzentrierten Sodaauslösung in der Wärme digeriert wurde, dann Salzsäure zugesetzt, die bituminöse Abscheidung abfiltriert und in der klaren Lösung die Schwefelsäure bestimmt. Das Analysenresultat war bei diesem Versuch zu niedrig.

Nachdem die beschriebene Methode für die Schwefelbestimmung im fl. Brennstoff verlässliche Resultate ergeben hat, ist der Schwefel auch im Petroleum in gleicher Weise bestimmt worden. Für diese Bestimmung wurde ein käufliches Beleuchtungspetroleum verwendet. Ungefähr 10 g desselben wurden in einer tiefen Platinschale abgewogen und mit einigen Kubikzentimetern rauchender Salpetersäure versetzt, stehen gelassen, von Zeit zu Zeit geschwenkt und vorsichtig am Wasserbad erhitzt. Das Petroleum verhält sich dabei analog dem flüssigen Brennstoff, nur mischt sich dasselbe schwer mit der Salpetersäure. Die Verdampfung der überschüssigen Salpetersäure dauert hier etwas länger als beim Heizöl. Es wurde dann das Gemisch von ungefähr 10 g Soda und 2 g Salpeter in der Schale mit dem verharzten Rückstand am Wasserbad verrührt, noch mit etwas Soda-Salpetergemisch überschichtet und direkt über den Pilzbrenner, unter Zusatz kleiner Portionen gepulverten Salpeters, erhitzt. Auch hier vollzieht sich die Verbrennung bei offener Schale unter Auftreten kleiner Flämmchen; zugleich bildet sich etwas Rauch, welcher aber auf das Analysenergebnis keinen Einfluß hat. Es darf keine große Flamme auflodern; ist dies jedoch der Fall, so ist dieselbe zu löschen. Die weiße Schmelze wurde dann in heißem Wasser gelöst, filtriert, mit Salzsäure zersetzt, ausgekocht und mit Chlorbaryum in der Hitze gefällt.

Eine zweite Bestimmung wurde in derselben Weise ausgeführt, nur wurde vor dem Zusatz der Soda-Salpetermischung die Schale samt Inhalt tariert

und eine zweite Portion Petroleum eingewogen, abermals rauchende Salpetersäure zugesetzt und der Vorgang, wie oben beschrieben, fortgesetzt.

Die Analysenergebnisse waren folgende:

I. Bestimmung	II. Kontrollbestimmung
Schwefel 0,049%	0,042%

Die Methode bietet den Vorteil, daß der Schwefel in einer beliebig großen Menge Petroleum bestimmt werden kann, was auch gerade bei Petroleum von Wichtigkeit ist, da es meistens nur ganz minimale Mengen dieses Stoffes enthält, deren Quantität kaum auf andere Weise mit Genauigkeit festzustellen wäre.

Es wurde dann mit derselben Methode der Schwefel in Naphta bestimmt. Die Analysenergebnisse sind auch hier günstig gewesen, was eigentlich vorauszusehen war, da Naphta als ein Gemenge von Petroleum und schwerem Mineralöl (Liquid Fuel) zu betrachten ist.

Der Schwefel läßt sich besonders gut mit der angegebenen Methode in bituminösen Kohlenarten bestimmen. Die Kohlen, welche aus Monte Promina (Dalmatien) stammen, werden stets von uns in rauchender Salpetersäure gelöst, um darin den hohen Schwefelgehalt zu bestimmen. Diese Kohlenarten enthalten sehr viele bituminöse Substanzen, Wasser und flüchtigen Schwefel. Ihr Heizwert beträgt ungefähr 4000 Kalorien.

Bei Torf, Braunkohlen und Steinkohlen ergab die Schwefelbestimmung nach dem beschriebenen Verfahren übereinstimmende Resultate mit denen der Eschka'schen Methode.

Es wurde schließlich in gleicher Art der Schwefel in anderen schwefelhaltigen mineralischen und organischen Substanzen bestimmt, wobei die Resultate mit denen auf andere Weise bestimmten oder mit dem theoretischen Schwefelgehalt übereinstimmte. Solche Substanzen sind: fette Öle, Schwefelharnstoff, Methylenblau und Ultramarin.

## Explosion einer Sauerstoffflasche.

Von E. BOSSHARD und A. HÄUPTLI,  
Winterthur.

(Eingeg. d. 15./7. 1905.)

Am Morgen des 29./4. 1905, kurz vor 8 Uhr, erfolgte im Hauptgebäude des Technikums in Winterthur eine heftige Explosion, deren Knall in der ganzen Stadt gehört wurde. Das große Gebäude wurde von einer dunklen Staubwolke erfüllt, durch die zahlreiche Schüler dem Ausgang zueilten. Ein Brand war nicht ausgebrochen, lediglich im Korridor des Erdgeschosses zeigte sich kurze Zeit hindurch ein kleines Flämmchen, das bald selbst erlosch.

Man fand, daß eine der bekannten Stahlflaschen, die zur Aufbewahrung verdichteter Gase dienen, explodiert sein mußte und zwar in dem Vorbereitungszimmer für den Physikunterricht, das im Hochparterre zwischen dem Lehrsaal für Physik und der physikalischen Sammlung liegt. Dieses Zimmer war gegen den Korridor durch eine große Glastür abgeschlossen; die Holzwand mit der Glastüre war in das Vorbereitungszimmer hineingestürzt.

Unter ihren Trümmern und anderem Schutte fand sich die Leiche des Mechanikers des physikalischen Instituts, B a l d e r e r. Der Unterkörper der Leiche war gänzlich zerstört, der eine Fuß etwa 20 m in den Korridor hinausgeschleudert, während der andere in einer Richtung etwa rechtwinklig dazu sich vorfand. Die Leiche zeigte am Kopfe und auf der Brust unerhebliche Brandwunden. In dem Zimmer selbst war alles zerstört; ein Fläschchen mit 100 cem Äther hatte wahrscheinlich das oben erwähnte Flämmchen veranlaßt.

Auch die umgebenden Räume zeigten eine schreckliche Verwüstung. Im Lehrsaal für Physik, in dem von 8 Uhr an Unterricht stattfinden sollte, wäre wohl niemand unverletzt geblieben.

In einem benachbarten Lehrzimmer wurde die Türe über die Köpfe der Schüler weggeschleudert, ihrer drei durch Holzsplinter verletzt; eine Schülerin der Kunstgewerbeschule, die vor dem Gebäude vorbeiging, trug eine Schnittwunde im Gesicht davon, durch herausfliegende Glasscherben veranlaßt.

Die Scherben einer großen Anzahl von Fensterscheiben bedeckten die Umgebung des Gebäudes.

Der Boden des Vorbereitungszimmers war nach unten gedrückt, die Holzbalken geknickt. Die Decke war ebenfalls zerstört, so daß ein Teil der darüber liegenden Bibliothek herunterstürzte.

Die Türen der Sammlungsschränke der physikalischen Sammlung waren nach außen aufgesprengt. In einem Teile des Gebäudes waren die Böden der zwei oberen Stockwerke momentan um einige Zentimeter gehoben worden.

Der Gebäude- und Mobiliarschaden wurde auf etwa 13 000 Fcs. geschätzt.

Die Verff. dieser Zeilen wurden mit der gerichtlichen Untersuchung beauftragt, worüber im nachfolgenden berichtet werden soll.

### I. Untersuchungen über die unmittelbaren Ursachen der Explosion.

Zunächst wurden die Trümmer der zersprungenen Stahlflasche sorgfältig aus dem Schutte gesammelt. Es fanden sich alle wesentlichen Stücke vor<sup>1)</sup>; der Mantel der Flasche war nur in drei Stücke zerteilt. Aus der eingepprägten Inschrift ergab sich, daß es sich um die Stahlflasche Nr. 683 handelte. Sie hatte einen Inhalt von 11,4 l und war im April 1899 auf 250 Atm. Druck geprüft. Diese Prüfung war im Juni 1902 durch die eidgenössische Materialprüfungsanstalt in Zürich wiederholt worden.

Diese Flasche war laut Frachtbrief vom 22./4. von einer Fabrik in W. auf Bestellung geliefert, gleichzeitig mit einer zweiten Flasche gleicher Art, Nr. 2609. Beide Flaschen langten am 25./4. im Technikum an. Sie sollten laut Bestellung und nach den Angaben des Frachtbriefes Sauerstoffgas enthalten. Beide Flaschen waren am Abend des 28./4. 1905 an zwei verschiedenen Orten zum Betriebe der Kalklichtlampen in Projektionsapparaten gebraucht worden.

<sup>1)</sup> Siehe Abbildung S. 1532.