

# ANGEWANDTE CHEMIE

HERAUSGEGEBEN VON DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

63. Jahrgang · Nr. 11 · Seite 249–276 · 7. Juni 1951

FORTSETZUNG DER ZEITSCHRIFT »DIE CHEMIE«

## 50 Jahre Sprengstoffchemie

### Phokion Naoúm zum Gedächtnis

Am 13. April 1951 jährte sich der Todestag eines der bekanntesten Sprengstoffchemiker, *Phokion Naoúm*, der auf eine 40-jährige Tätigkeit bei der Dynamit-Actien-Gesellschaft zurückblicken konnte. Geboren am 12. 8. 1875, studierte er in Leipzig Chemie und promovierte dortselbst bei *Wislicenus* mit summa cum laude. Seine erste Stellung in der Industrie bei *Oehler* in Offenbach verließ er schon bald, um als Chemiker in der Rumänischen Staatspulverfabrik bei Bukarest zu arbeiten. Nach drei Jahren kam er wieder nach Deutschland zurück und trat am 1. 4. 1903 in die Dienste der Dynamit-Actien-Gesellschaft ein. Er arbeitete zuerst sechs Jahre in der Fabrik *Krümmel*, wurde dann wegen seiner hervorragenden Kenntnisse und Fähigkeiten in das Hauptbüro der Gesellschaft in Hamburg übernommen. Im Oktober 1914 wurde ihm dann die Leitung des Wissenschaftlichen Laboratoriums in der Fabrik Schlebusch übertragen und der Ausbau dieses anfänglich kleinen Fabrikatoriums zu einer Stätte wissenschaftlicher Forschung auf dem Sprengstoffgebiet war sein eigentliches Lebenswerk. Es war ihm noch vergönnt, im Ruhestand, der bis zuletzt mit schriftstellerischen Arbeiten ausgefüllt war, sein Goldenes Doktor-Jubiläum zu feiern. Manche wissenschaftlichen Erkenntnisse und technischen Fortschritte auf dem Gebiet der Bergbausprengstoffe sind unlösbar

mit seinem Namen verknüpft, und ich möchte als sein engster Mitarbeiter einen Ausschnitt aus den Fortschritten auf diesem Gebiet während der letzten 50 Jahre geben, der zugleich die beste Würdigung der Verdienste *Naoúms* ist und bei seinen zahlreichen Freunden im In- und Ausland die Erinnerung an einen rastlos vorwärtsstrebenden und vielseitig begabten Menschen wachhalten möge.

Zwei Probleme tauchten bald nach der Erfindung des Gur-dynamits und später des Gelatine-Dynamits durch *Alfred Nobel* auf und verlangten dringend nach einer Lösung. Einmal war es die Entwicklung schlagwetter- und kohlenstaubsicherer Sprengstoffe für den Kohlenbergbau und zum anderen die Herstellung ungefrierbarer und besonders handhabungssicherer Sprengstoffe.

Man hatte bei der Verwendung des Dynamits bald erkannt, daß es ebenso leicht Schlagende Wetter zündet wie Schwarzpulver und versuchte schon Mitte der 80er Jahre, diesen Mangel durch empirische Versuche abzustellen. Um die Jahrhundertwende waren durch Arbeiten von *Mallard* und *Le Chatelier* die theoretischen Grundlagen richtig erkannt worden. Die Entwicklung machte gute Fortschritte, zumal der Bergbau durch Errichtung besonderer Forschungs- und Prüfungsstätten, den Berggewerkschaftlichen Versuchsstrecken in Neunkirchen und Gelsenkirchen, später Dortmund-Derne, diese Entwicklung kräftig förderte. Von den zahlreichen Wettersprengstoffen schieden um 1920 alle diejenigen mit unvollständiger Verbrennung, die also in den Nachschwaden viel Kohlenoxyd enthielten, aus und es blieben nur einige pulverförmige Ammonsalpetersprengstoffe mit 4–12% Nitroglycerin vom Typ des Wetter-Detonit und Wetter-Siegrit und gelatinöse Sprengstoffe mit 25–30% Nitroglycerin vom Typ des Wetter-Nobelit übrig. Insbesondere das 1919 von *Naoúm* durch den Zusatz von Calciumnitrat-Lösung plastifizierte und besonders wettersicher gemachte Nobelit hat sich hervorragend bewährt und ist auch heute noch der am meisten gebrauchte Wettersprengstoff.

Vor 12 Jahren wurde von Seiten des Bergbaues infolge anderer Abbau-Methoden der Wunsch nach Sprengstoffen mit noch höherer Sicherheit laut. Man griff daher auch in Deutschland den in England und Belgien bereits verwirklichten Gedanken auf, jede Sprengpatrone mit einem Schutzmantel von flammentörenden Stoffen zu umhüllen. Während im Ausland als Umhüllung indifferente Salze in feinster Verteilung, z. B. Flußspat, Gips und vor allem Natriumbicarbonat, verwendet wurden, erwies sich nach Versuchen der Wasag bei den deutschen Sprengstoffen die Anwendung einer explosiven Mischung aus Natriumbicarbonat, Steinsalz und Nitroglycerin als vorteilhafter. Mit dieser Mischung, die als Sprengstoff so schwach ist, daß sie an der Arbeitsleistung fast gar nicht teilnimmt, konnte das altbewährte Wetter-Nobelit B allseitig umhüllt werden, ohne daß die Gefahr bestand, daß die Detonationswelle in ihrem Durchgang durch die Sprengstoffssäule gehemmt würde, wie dies bei inerten Salzen als Ummantelung vorkommen kann. Die Verwendung einer explosiven Mischung sorgt vielmehr dafür, daß eine gute Übertragung der Detonation von einer Patrone auf die andere stattfindet. Da der Mantelsprengstoff für sich allein wegen seiner niedrigen Explosionstemperatur von unter 500° bisher bei keiner Versuchsanordnung Methan/Luft-Gemisch gezündet hat, bewirkt er eine wesentliche Erhöhung der Schlagwettersicherheit des eingehüllten Sprengstoffes, indem die heiße Explosionsflamme des Kernsprengstoffes allseitig von den verhältnismäßig kühlen Schwaden des Mantelsprengstoffes umhüllt und so vor der direkten Berührung mit dem etwa vorhandenen Schlagwetter-Gemisch geschützt wird. Auch diese Sprengstoffe sind noch nicht unter allen Bedingungen, die bei unsachgemäßer Anwendung in der Praxis vorkommen können, sicher. Eine weitere Erhöhung der Sicherheit ist jedoch zwangsläufig mit einer Verminderung der Sprengkraft verbunden und es erscheint nach den heutigen Erkenntnissen zweifelhaft, ob es einen „narrensicheren“ Sprengstoff gibt, dessen Anwendung noch wirtschaftlich ist.



Privatphoto

Die zweite, nicht unwesentliche Verbesserung des Dynamits war die Beseitigung der leichten Gefrierbarkeit, die die Anzahl der Schießunfälle wesentlich herabsetzte. Nach einer englischen Unfallstatistik von 1903 sind 87% aller Unfälle in der kalten Jahreszeit entstanden und hingen mit dem hohen Gefrierpunkt des Nitroglycerins von + 13° zusammen. Gefrorenes Dynamit ist eine steinharte Masse, die im teilweise aufgetauten Zustand besonders reibungs- und schlagempfindlich ist und deshalb vor der Verwendung vorsichtig in einem Wasserbad aufgetaut werden mußte. Dieses geschah oft nicht mit der nötigen Sorgfalt, und mancher Schießmeister mußte seinen Leichtsinn oder Unverstand mit dem Leben bezahlen. Wenn auch die Erniedrigung des Gefrierpunktes von Nitroglycerin durch Zusatz von anderen Stoffen, z. B. Dinitroglycerin, aromatischen Nitro-Verbindungen u. a., schon lange bekannt war, so scheiterte die Einführung schwergefrierbarer Dynamite an der Kostenfrage oder an der Verschlechterung der sprengtechnischen Eigenschaften. 1904 führte *Naoúm* das an sich bekannte Dinitrochlorhydrin in die Praxis ein und konnte seine Herstellung so rationell und sicher gestalten, daß es bis etwa 1930 praktisch der einzige Stoff war, um Dynamit durch Ersatz von 25–30% des vorhandenen Nitroglycerins schwer gefrierbar zu machen, ohne daß seine Wirkung hierdurch nennenswert abgeschwächt worden wäre. Daneben ergab sich noch ein zweiter wesentlicher Vorteil bei Anwendung größerer Mengen Dinitrochlorhydrin in gelatinösen Sprengstoffen. Ihre Handhabungssicherheit wurde nämlich so groß, daß sie als Stückgut auf der Bahn versandt werden können,

während Dynamit nicht mit anderen Gütern in einen Waggon zusammengeladen werden darf.

Schon während des ersten Weltkrieges erwuchs dem Dinitrochlorhydrin, dank der Arbeiten *Naoúms*, ein ernsthafter Konkurrent im Nitroglykol, das jedoch aus preislichen Gründen erst 1930 das Dinitrochlorhydrin endgültig verdrängen konnte und heute ein Bestandteil fast aller Sprengstoffe ist. Das Gelatine-Donarit oder Ammon-Gelit, das bis zu 30% Nitroglykol enthält, ist heute der gelatinöse Gesteinsksprenghstoff hoher Brisanz, der das Dynamit fast vollständig verdrängt hat.

Wenn man bedenkt, daß an der Gewinnung einer Tonne Kohle, Erz oder Gestein, die geballte Kraft von 50–200 g Sprengstoff mitwirken muß und nicht durch Maschinenkraft ersetzt werden kann, erkennt man die Bedeutung dieser scheinbar nur im Kriege wichtigen Industrie und kann verstehen, daß *Naoúm* die Erforschung dieser konzentrierten Energie und ihre sichere Lenkung in bestimmte Bahnen als Lebensaufgabe reizvoll genug fand. Seine Erkenntnisse hat er in den beiden Büchern: Nitroglycerin und Nitroglycerinsprengstoffe (Verlag Julius Springer, 1924) und Schieß- und Sprengstoffe (Verlag Theodor Steinkopff, 1927) sowie zahlreichen Veröffentlichungen in Sammelwerken und Fachzeitschriften niedergelegt. Möge seine letzte Arbeit für die Chemische Technologie von *Weingärtner* und *Winnacker* das sein, als was er sie selbst bezeichnet hat, als ein Vermächtnis seiner wissenschaftlichen Erkenntnisse an die nachfolgende Generation!

A. Berthmann

[A 344]

## Die Chemotherapie der Tuberkulose

Von Direktor Dr. F. MIETZSCH, Farbenfabriken Bayer, Wuppertal-Elberfeld

Es wird eine ausführliche Übersicht über die Erfolge bei der chemotherapeutischen Bekämpfung der Tuberkulose gegeben. Neben dem Streptomycin und dem Dihydrostreptomycin haben sich besonders Thiosemicarbazone (Conteben) und p-Aminosalicylsäure für verschiedene Arten der Tuberkulose als geeignet erwiesen. Ihre Kombination in den verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten ergibt zusätzliche Behandlungsmöglichkeiten. Zahlreiche weitere Präparate wurden zur Klärung der Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution und Wirkung untersucht.

Die Tuberkulose ist nach Beendigung des zweiten Weltkrieges bemerkenswert gestiegen. In erster Linie waren davon die Länder betroffen, die ungenügenden Ernährungsverhältnissen unterworfen waren. Aber auch in Ländern mit ausreichender Ernährung, wie in der Schweiz, ist eine solche Zunahme zu verzeichnen. Zu den älteren Methoden der Tuberkuloseverhütung (*Calmette*-Impfung) und Behandlung (durch chirurgische Eingriffe und allgemein-fürsorgerische Maßnahmen) ist in den letzten Jahren die Chemotherapie hinzugereten, die sich nach ihren großen Erfolgen gegenüber anderen bakteriellen Infektionen und nach früheren im ganzen wenig befriedigenden Anläufen erneut des Tuberkuloseproblems angenommen hat und als zusätzliche Maßnahme zu den älteren bewährten Methoden nicht mehr wegzudenken ist.

### Nährböden und Testmethoden

Der späte Erfolg einer Chemotherapie der Tuberkulose ist nicht zuletzt durch die besonderen Schwierigkeiten zu erklären, die einer den klinischen Befunden entsprechenden Auswertung neuer chemischer Stoffe im Plattenversuch und am lebenden Tier gerade bei dieser Infektion entgegenstehen. Für die Züchtung der Tuberkelbazillen sind Spezialnährböden notwendig, da die meisten Tuberkulostämme auf den üblichen Bakteriennährböden nicht wachsen. Hierbei können rein synthetische Nährböden, wie der nach *Lockemann*, in denen neben anorganischen Salzen nur Asparagin und Alanin als Aminosäuren zugesetzt sind, oder Eier-haltige Nährböden nach *Hohn* oder Caseinhydrolysat-haltige Nährböden nach *Dubos*, denen außerdem das amerikanische Netzmittel Tween 80 zugesetzt ist, verwendet werden. Die Nährböden können flüssig oder fest sein, sie können mit dem Typ *humanus*, dem Typ *bovinus* oder dem Typ *gallinarceus* beimpft werden. Die zu testenden chemischen Stoffe können entweder fest oder gelöst zugegeben werden. Hiernach und nach dem flüssigen oder festen Zustand des Nährbodens richtet sich die Gleichmäßigkeit der Verteilung des chemischen Stoffes; den natürlichen Verhältnissen bei der Tabletteneinnahme

kommt am meisten die Zugabe in Pulverform nahe. Der tuberkulostatische Effekt der zu prüfenden Präparate ist naturgemäß um so geringer, je optimaler die Wachstumsbedingungen des Bazillus im Nährboden an sich sind. Durch Zusatz von Serum oder von bestimmten natürlich vorkommenden Stoffen wie zum Beispiel p-Aminobenzoësäure werden die Hemmwerte der Präparate stärkstens beeinflußt. Aus all dem geht hervor, daß auf diese Weise für einen bestimmten chemischen Stoff nicht absolute Hemmwerte ermittelt werden können, sondern daß nur in der gleichen Versuchsanordnung gegen eine Standardsubstanz ausgewertet werden kann. Als solche wurde früher vielfach das salicylsäure Natrium verwendet. Eine gleiche Vielfältigkeit herrscht bei den Tierversuchen. Als Versuchstiere werden hauptsächlich Meerschweinchen (infiziert mit Typ *humanus*) und Kaninchen (infiziert mit Typ *bovinus*) verwendet. Neuerdings werden vor allem in den angelsächsischen Ländern auch Mäuse benutzt. Die Infektion der Maus verläuft viel stürmischer als die des Meerschweinchens und Kaninchens und ist deshalb auch für den Experimentator nicht ganz ungefährlich.

Ist es nun gelungen, mit Hilfe der Platten- oder Tierteste einen aussichtsreichen Stoff zu finden, so ist noch keineswegs sicher, daß er auch in der Klinik wirkt. Bei der Auffindung der heute praktisch wichtigsten Chemotherapeutika haben Glücksfälle eine große Rolle gespielt. So suchte der schwedische Forscher *Lehmann* nach Substanzen, die den spezifischen Effekt der Salicylsäure auf Tuberkelbazillen aufzuheben vermöchten, und hoffte, in der p-Aminosalicylsäure einen hierfür geeigneten Stoff zu finden. Statt aber die tuberkulostatische Wirkung der Salicylsäure aufzuheben, erwies sich die p-Aminosalicylsäure selbst als stärkstes Tuberkulostatikum. Das Streptomycin wurde in USA zuerst im Rahmen eines Chemotherapieprogramms gegen *Brucellosen* getestet und dabei beiläufig die wachstums-