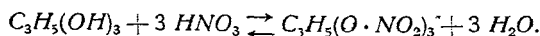


## Kapitel 5. Nitroglycerin.

Als wichtigster Bestandteil zahlreicher Sprengmittel ist das Nitroglycerin die Grundlage unserer heutigen Sprengtechnik; es ist zugleich die Basis, auf der Kulturtaten ersten Ranges, nicht zuletzt die NOBEL-Stiftung, erstehen konnten. Seiner chemischen Natur nach ist das Nitroglycerin,  $C_3H_5(O \cdot NO_2)_3$ , auch Sprengöl genannt, das Trinitrat des Glycerins, entstanden nach der zusammenfassenden Gleichung:



In Wahrheit ist der Reaktionsvorgang verwickelter. Berücksichtigt man indessen die Lehre vom chemischen Gleichgewicht, dann lassen sich aus dieser Gleichung fast alle für die Fabrikation maßgebenden Gesichtspunkte herauslesen. Durch Zusatz von Schwefelsäure, welche das Wasser bindet, sowie eines Überschusses an Salpetersäure wird das Gleichgewicht noch weiter nach der Seite der Nitroglycerinbildung verschoben, zumal da Nitroglycerin in der Nitriersäure fast unlöslich ist und sich daher unmittelbar nach der Bildung von dem Reaktionsgemisch trennt. Dagegen bleiben die niederen Nitratre des Glycerins, Mononitroglycerin und Dinitroglycerin, in der Säure gelöst; sie bilden die Zwischenstufen des Reaktionsvorganges vom Glycerin zum Trinitroglycerin und werden umsoweniger hervortreten, je konzentrierter die Nitriersäure bleibt. Von der Konzentration der einzelnen Komponenten, in erster Linie des Wassers, nach erfolgter Einstellung des Gleichgewichtes wird es im wesentlichen abhängen, wie hoch die Ausbeute an Nitroglycerin ausfällt. Es ist bekannt, daß alle diese Schlußfolgerungen schon lange zuvor in der Praxis Bestätigung gefunden haben.

Kurz zusammengefaßt, besteht das Verfahren der Gewinnung von Nitroglycerin darin, daß man möglichst wasserfreies Glycerin in einem dünnen Strahl in ein erkaltetes Gemisch von starker Schwefelsäure und Salpetersäure einfließen läßt und dazu ein Gefäß benutzt, welches eine energische Kühlung und die innige Mischung der Bestandteile gestattet, so daß die Temperatur nicht über eine gewisse Grenze steigt. Das von der Säure geschiedene Nitroglycerin wird gut ausgewaschen, zuletzt mit Hilfe dünner Sodalösung völlig entsäuert und durch Filtrieren über Kochsalz oder anderen wasserentziehenden Substanzen getrocknet.

In der Technik bedient man sich für die Nitrierung von Glycerin eines geräumigen, allseitig geschlossenen, von einem Holzmantel umgebenen Bleigefäßes (Abb. 378), das mit äußerer und innerer Kühlung *K*, Durchmischvorrichtung *M*, Einlaufrohr für Glycerin *G* und Säure *S*, Ablaufstutzen *H*, Thermometer *T* und in der Regel auch Dunstabzugsrohr *V* mit Beobachtungslaterne *L* ausgestattet ist. Der Boden des Nitrierapparates ist mit Gefälle angelegt. Sein Deckel besitzt mehrere, mit Glas überdeckte Ausschnitte *A*, durch welche man die Vorgänge im Nitrierapparat verfolgen kann. In seinem Innern befinden sich mehrere spiralig aufgerollte Bleischlangen (s. besonders Abb. 380), durch welche die Kühlflüssigkeit, kaltes Wasser oder auch auf unter  $0^\circ$  abgekühlte Chlorcalciumlauge, strömt. Auf dem Boden des Nitrierapparats sind ferner mehrere, mit feinen Öffnungen versehene Bleileitungen angeordnet, die den Zweck haben, durch Zuführung von Preßluft oder, im Falle ihres Versagens, von Kohlensäure die innige Mischung des Glycerins mit der Mischsäure sicherzustellen. Da bei diesem Umrühren mit Preßluft viel Salpetersäure aus der Mischsäure entweicht, hat man in manchen Fabriken den Nitrierapparat außerdem mit zwei senkrecht stehenden, mit Rührflügeln bewehrten eisernen Rührstangen ausgestattet und die Dunst-ableitung beseitigt. Eine vorteilhaftere Ausnutzung der Salpetersäure unter Beschränkung der Luftrührung auf außergewöhnliche Fälle kann nach *D. R. P.* 183 183 dadurch erreicht werden, daß man die innige Vermischung von Glycerin und Nitriersäure mit Hilfe von Streudüsen bewirkt. Die unter Druck

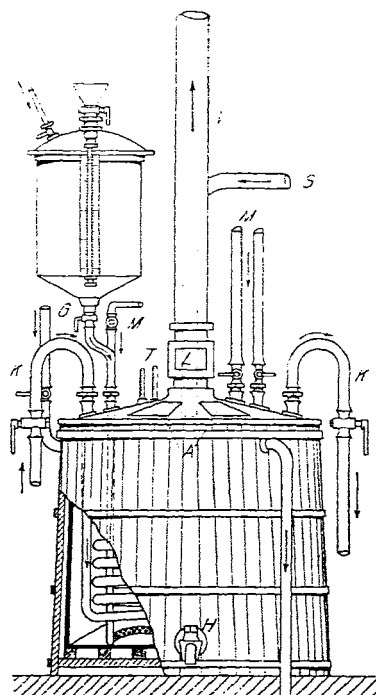


Abb. 378. Apparat zur Nitrierung von Glycerin.

stehende Nitriersäure saugt das Glycerin an; die Austrittsöffnungen der Düse sind so gestellt, daß die Strahlen der Säure auf die des Glycerins treffen und dieses zerstäuben.

All diese, auf den ersten Anblick umständlichen Einrichtungen dienen lediglich dem Zweck einer möglichst gefahrlosen Durchführung der Nitrieroperation. Unterstützend wirkt dabei in erster Linie die Verwendung guter Ausgangsstoffe. Das Glycerin muß eine Dichte von mindestens 1,262 haben. Freie Säuren, namentlich Fettsäuren, dürfen nicht in nachweisbarer Menge vorhanden sein, und die Menge der organischen und anorganischen Verunreinigungen zusammen darf nicht mehr als 0,25% betragen (*Ztschr. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen* 1, 21 [1906]; 8, 76 [1913]). Man überzeugt sich von der Brauchbarkeit des Glycerins durch eine Reihe Probenitrierungen. Die Salpetersäure hat einen Gehalt von 93–94%  $HNO_3$  und 0,5–1,0 niederen Oxyden des Stickstoffs. Als Schwefelsäure kam früher allein die 96%ige Säure in Frage; seitdem aber Schwefelsäureanhydrid sowie Oleum billig zur Verfügung stehen, ist es möglich geworden, deren Konzentration fast beliebig zu verstärken und eine Nitriersäure zu verwenden, welche nur noch 1–2% Wasser enthält. Diese Vervollkommnung der Rohstoffe in Verbindung mit der Weiterentwicklung der technischen Hilfsmittel haben die Ausbeute an Nitroglycerin wesentlich gehoben. Während ehemals, bei Verwendung von Mischsäure mit 4–5% Wasser, 215 bis höchstens 220 *Gew.-Tl.* Nitroglycerin auf 100 *Tl.* Glycerin erzielt wurden, beträgt die Ausbeute gegenwärtig 224–228 *Gew.-Tl.* (*Ztschr. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen* 5, 165 [1910]; 6, 408 [1911]). Das bessere Ergebnis ist aber auch die Folge einer sorgfältigeren Berücksichtigung der zum Teil oben erwähnten, zum Teil nachstehend noch eingehender zu besprechenden physikalisch-chemischen Reaktionsbedingungen.

Das Verhältnis von Glycerin zu Nitriersäure schwankt, je nach Konzentration der verwendeten Nitriersäure, zwischen dem 5–9fachen des Glycerins, wobei die Zusammensetzung der Nitriersäure selbst so gewählt wird, daß auf 100 *Gew.-Tl.* Glycerin 230–270 *Gew.-Tl.* Salpetersäuremonohydrat kommen. Theoretisch sollten 206 *Gew.-Tl.* Salpetersäuremonohydrat zur vollständigen Umwandlung des Glycerins in Trinitrat ausreichend sein; doch hat es sich in Übereinstimmung mit der Lehre vom Gleichgewicht als zweckmäßig erwiesen, nicht die ganze Salpetersäure auszunutzen, sondern in die Abfallsäure einen Gehalt von 5–10%  $HNO_3$  übergehen zu lassen. Für die Wahl des Mischungsverhältnisses sind übrigens nicht lediglich hohe Ausbeuten, sondern auch Fragen der Wirtschaftlichkeit maßgebend. So kommt es, daß man in manchen Fabriken noch heute das ältere Mischungsverhältnis von 270 *kg* Salpetersäure von 93–94%  $HNO_3$  und 450 *kg* Schwefelsäure von 96%  $H_2SO_4$  bevorzugt, also 720 *kg* Nitriersäure auf 100 *kg* Glycerin verwendet, obwohl mit nur 550 *kg* Nitriersäure, deren Zusammensetzung auf 56%  $H_2SO_4$ , 42%  $HNO_3$  und 2%  $H_2O$  eingestellt ist, mindestens ebenso vorteilhaft gearbeitet werden kann. Eingehende Mitteilungen über den Einfluß des Verhältnisses von Glycerin zu Nitriersäure auf die Ausbeute und Rentabilität bei der Fabrikation des Nitroglycerins macht HOFWIMMER (*Chem.-Ztg.* 35, 1229 [1911]).

Rücksichten mannigfacher Art bestimmen auch die Höhe der Nitriertemperatur. Als günstigste Nitriertemperatur gilt 25–30°; doch wird nicht selten, namentlich mit Nitriersäuren, welche verhältnismäßig reich an Salpetersäure sind, bei 20° und noch niedrigeren Temperaturen nitriert. Man läßt die auf 15° abgekühlte Nitriersäure in den Nitrierapparat einfließen, bringt sie darin in wallende Bewegung und fügt allmählich das nötigenfalls durch Erwärmen auf 25–30° dünnflüssig gemachte Glycerin hinzu. Die sofort einsetzende Reaktion ist mit beträchtlicher Wärmeentwicklung verbunden, da auf jedes Kilogramm umgewandeltes Glycerin 160 *Cal.* frei werden. Es muß daher durch sehr wirksame Kühlvorrichtungen für eine konstante Temperatur des Nitrierbades von nicht über 30° Sorge getragen werden. Rückt dennoch, infolge irgend eines Fehlers in der Apparatur oder dem Nitriergut, die Gefahr einer Über-

hitzung und Zersetzung des Nitroglycerins nahe, so entleert man den Inhalt des Nitrierapparats in einen geräumigen, mit Wasser gefüllten und mit Luftrührung ausgestatteten Sicherheitsbottich.

Die Dauer der Nitrieroperation ist naturgemäß in erster Linie von der Größe des auf einmal verarbeiteten Postens Glycerin abhängig. Während 100 kg Glycerin in etwa 15' in die Säure fließen können, bedarf es einer vollen Stunde und darüber für einen Posten von 600 und mehr kg Glycerin. In zweiter Linie übt die Beschaffenheit des Glycerins einen verzögernden Einfluß aus, wenn nämlich das entstandene Nitroglycerin sich schwierig von der spezifisch schweren Mischsäure trennt, ohne daß die analytische Prüfung des Glycerins ein solches Verhalten voraussehen ließe. Selbstverständlich spielen auch die Temperatur des Kühlwassers sowie die der Außenluft eine Rolle in der Frage der Nitriergeschwindigkeit.

Nach beendeter Nitrierung pflegt man den auf 10–15° abgekühlten Nitrierposten in den Scheidetrichter (Abb. 379) abzulassen, worin eine endgültige Scheidung des Sprengöls von der spezifisch schwereren Säure vorgenommen wird. Die Bildung zweier deutlich getrennter Schichten nimmt 10–20' in Anspruch. Manchmal wird dieser Vorgang dadurch verzögert, daß das Nitroglycerin an der Trennungfläche schleimig emulgiert bleibt. Worauf diese störende Schleimbildung beruht, ist noch nicht sicher erkannt; indessen verfügt man über eine Reihe von Mitteln, die, in geringer Menge kurz vor beendeter Nitrierung zugesetzt, eine

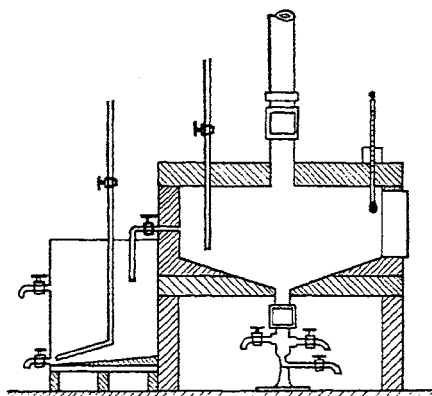


Abb. 379. Scheidetrichter für Nitroglycerin.

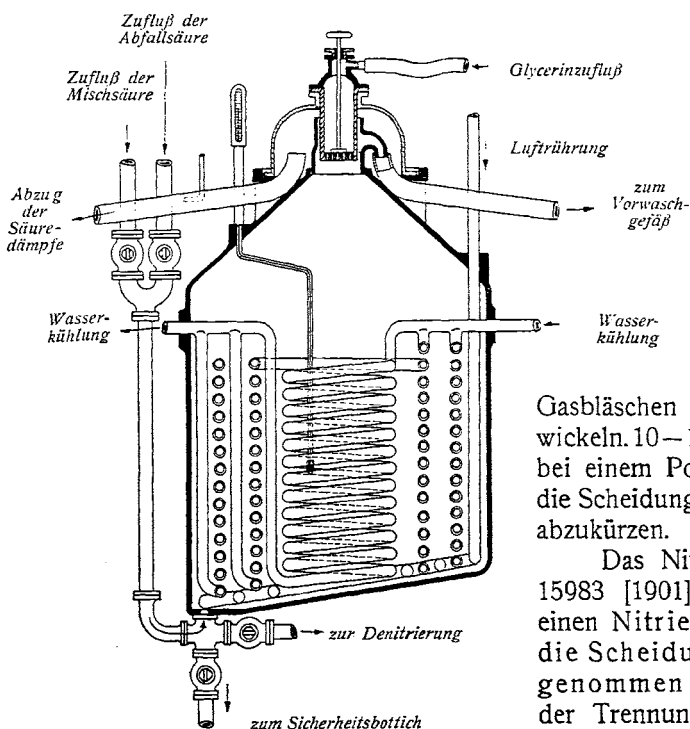


Abb. 380. Apparat zum Nitrieren von Glycerin nach E. P. 15983 [1901].

wesentliche Beschleunigung der Abscheidung des Sprengöls bewirken. Als derartige Zusatzstoffe werden empfohlen im *D. R. P.* 171 106 Paraffinöl, Vaseline, im *D. R. P.* 181 489 Fluoride der Alkalien, im *D. R. P.* 283 330 Kieselfluornatrium oder ein inniges Gemenge von Fluornatrium mit Kieselgur. Die Wirkung kommt im letztgenannten Falle dadurch zu stande, daß sich

Gasbläschen des Siliciumtetrafluorides entwickeln. 10–15 g Kieselfluornatrium genügen bei einem Posten von 100 kg Glycerin, um die Scheidungsdauer von 30–40' auf 15–20' abzukürzen.

Das Nitrierverfahren nach den *E. P.* 15983 [1901] und 3020 [1903] verwendet einen Nitrierapparat, in welchem auch die Scheidung des Nitroglycerins vorgenommen wird (Abb. 380). Nach Bildung der Trennungslinie zwischen Nitroglycerin und Mischsäure läßt man Abfallsäure von einer früheren Nitrierung langsam von unten

her in den Nitrierapparat eintreten, so daß das Reaktionsgemisch allmählich gehoben wird. Das Sprengöl läuft nach dem Vorwaschgefäß ab, wo es in der üblichen Weise weiter behandelt wird. Auch die Nachscheidung, d. h. die Trennung der letzten Anteile suspendierten Nitroglycerins von der Säure, wird durch Zusatz von etwas Wasser zur Abfallsäure umgangen. Dem vorliegenden Verfahren der Fabrikation von Nitroglycerin wird überdies nachgerühmt, daß hierbei das nicht ungefährliche Durchlaufen von Sprengöl durch Tonhähne fortfällt (*Ztschr. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen* 1, 393 [1906]).

In der Regel wird die Abfallsäure, deren durchschnittliche Zusammensetzung 73%  $H_2SO_4$ , 10%  $HNO_3$ , 17%  $H_2O$  ist, in die Nachscheidungshäuser geschickt, worin sich zur Aufnahme der großen Säuremengen geräumige ausgebleite Bottiche befinden. In diesen verweilt die Säure bei möglichst tiefer Temperatur, bis alles feinverteilte Nitroglycerin sich an der Oberfläche in einem verjüngt auslaufenden Aufsatzstück gesammelt hat und abgelassen werden kann. Es handelt sich um 1–1,5% der direkt erhaltenen Menge an Nitroglycerin, welche auf solche Weise nachträglich gewonnen werden. Das längere Stehen des noch unreinen, sauren Nitroglycerins in Berührung mit der Abfallsäure hat schon in vielen Fällen Veranlassung zu Explosionen gegeben. Wie oben mitgeteilt wurde, läßt sich diese nicht ungefährliche Operation der Nachscheidung überhaupt ganz vermeiden, indem man der Abfallsäure 2% Wasser zufügt, wodurch alles aufgeschwemmte Trinitroglycerin in lösliches und dann harmloses Dinitroglycerin übergeführt wird.

Eine Wiederverwendung der Abfallsäure ohne deren Zerlegung in ihre Komponenten, lediglich nach Regenerierung mit frischer Säure auf die ursprüngliche Zusammensetzung, wie dies in der Fabrikation von Nitrocellulose allgemein üblich ist, findet bei der Herstellung von Nitroglycerin nicht statt; die Abfallsäure wird fast ausnahmslos in Denitrieranlagen in Schwefelsäure und Salpetersäure gespalten (*Ztschr. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen* 9, 8, 30, 48 [1914]). Es kann indessen unter Umständen vorteilhaft sein, nach dem *D. R. P.* 195 231 zu verfahren, da regenerierte Nitriersäuren höhere Ausbeuten an Nitroglycerin ergeben als bei gleichem Gehalt an Salpetersäure und Schwefelsäure und gleicher Arbeitsweise die ursprüngliche Nitriersäure. Dies erklärt sich aus der Tatsache, daß in den Abfallsäuren von der Nitroglycerindarstellung nicht nur Trinitroglycerin, sondern auch Dinitroglycerin und Mononitroglycerin enthalten sind, welche letztere teilweise in Trinitroglycerin übergehen, sobald sie mit frischer Nitriersäure zusammenkommen.

Das von den verschiedenen Scheidungsoperationen herrührende Sprengöl wird sofort unter Wasser gebracht, durch Waschen mit Wasser von dem größten Teil der mitgeführten Säure befreit und hierauf mit Soda neutralisiert. Die Reinigung ist hiermit noch keineswegs beendet; vielmehr erfolgen nunmehr 5–6 Wäschen mit warmem Wasser, die nötigenfalls so lange fortgesetzt werden, bis das Öl die vorgeschriebene Wärmeprobe (s. weiter unten) aushält. Es kommt schließlich auf Filter, welche die schleimigen Bestandteile, Sodaschlamm und sonstige Verunreinigungen zurückhalten und es zugleich unter Mithilfe von Kochsalz, Natriumsulfat u. dgl. völlig entwässern.

Eigenschaften. Nitroglycerin ist eine klare, geruchlose, ölige Flüssigkeit, die nur sehr schwach gelb gefärbt zu sein pflegt. Chemisch reines Sprengöl, wie es durch Umkrystallisieren gewonnen werden kann, ist völlig farblos. Letzteres hat einen Stickstoffgehalt von 18,45–18,50%, während in der Technik nicht mehr als 18,2–18,3% erreicht werden. Die Flüssigkeit schmeckt brennend-süß, woran sie leicht erkannt werden kann, und ist giftig. In Wasser ist sie nur wenig löslich, etwa im Verhältnis 800:1, etwas mehr in Schwefelkohlenstoff, Benzin, leicht dagegen in Alkohol, Äther und vielen anderen organischen Lösungsmitteln. Eine Lösung in Methylalkohol, aus der das Sprengöl durch Wasserzusatz gefällt und wiedergewonnen werden konnte, wurde eine Zeitlang als Transportweise für Nitroglycerin in Anwendung gebracht. Mit Wasserdämpfen ist Nitroglycerin sehr flüchtig und verbreitet sich daher rasch an feuchter Luft. Es läßt sich unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln destillieren; seinen  $Kp$  hat man unter Atmosphärendruck zu etwa 220° gefunden. Bei Temperaturen unter 13° kann Nitroglycerin gefrieren und erhöht dabei seine  $D$  von 1,60 auf 1,735.

Das gefrorene Nitroglycerin tritt in zwei verschiedenen Krystallformen auf, entweder in dünnen rhombischen Blättchen mit dem  $E_p$  1,9° und dem *Schmelzp.* 2°, die dem gefrorenen Nitroglycerin ein verhältnismäßig weiches Gefüge verleihen, oder in harten, warzenförmig zusammenschließenden prismatischen Nadeln vom  $E_p$  13,0° und dem *Schmelzp.* 13,2°. Letztere Form, die stabile (Abb. 381), wird in der Regel bei gefrorenem Nitroglycerin beobachtet; erstere, die labile Form, zeigt Neigung, durch Reibung, Erschütterung und ähnliche Umstände in die stabile Form überzugehen, wobei 28,0 Cal. auf 1 g Substanz frei werden (*Journ. Amer. chem. Soc.* 35, 978 [1913]). Es ist wahrscheinlich nicht unrichtig, wenn manche unerklärliche Unfälle mit gefrorenem Nitroglycerinsprengstoffen auf eine solche, von beträchtlicher Wärmeentwicklung begleitete Krystallumwandlung zurückgeführt werden. Im übrigen ist Nitroglycerin in jeder Form empfindlich gegen plötzliche Erwärmung, wengleich nicht gerade leicht entzündlich; ebenso können heftige Schläge, Reibung, überhaupt eine allzu energische Inanspruchnahme, Detonation zur Folge haben.

Analytisches. Da für die Technik nur reines Nitroglycerin in Frage kommt, soweit es sich nicht um besondere Zusätze behufs Verhinderung des Gefrierens handelt, so kann sich die analytische Untersuchung desselben auf wenige Prüfungen beschränken. Nitroglycerin ist praktisch wasserfrei, weil es nur Spuren von Wasser zu lösen vermag; 10 g Nitroglycerin verlieren, im Exsiccator über Chlorcalcium stehend, innerhalb 24 h höchstens 0,5% an Gewicht. Hat man es auf Alkaligehalt oder Säure zu untersuchen, dann schüttelt man 20 g Nitroglycerin mit 55 cm<sup>3</sup> Wasser und titriert mit  $n_{10}$ -Schwefelsäure oder  $n_{10}$ -Alkali. Der Stickstoffgehalt des Nitroglycerins wird mit dem LUNGENschen Nitrometer nicht dem theoretischen Gehalt (18,5%) entsprechend gefunden, sondern um

mehrere Zehntelprozente niedriger, was auf eine belanglose Verunreinigung des Sprengöls mit nitrierten Polyglycerinen deutet. Die wichtigste Prüfung ist die auf chemische Stabilität; zumal seit der Verwendung von Nitroglycerin für rauchloses Pulver, von dem eine große Lagerbeständigkeit gefordert wird, ist der Frage seiner chemischen Beständigkeit gegenüber den in der Praxis vorkommenden Temperaturen erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet worden. Man weiß jetzt, daß die Zersetzung des Nitroglycerins, wenn die flüchtigen Zersetzungsprodukte dauernd abgeführt werden, ebenso gleichförmig verläuft, aber bei gleichen Temperaturgraden etwa 10mal rascher als die der Nitrocellulose von bester Beschaffenheit (*Journ. chem. Soc. London* 95, 1241 [1909]). Bei dieser

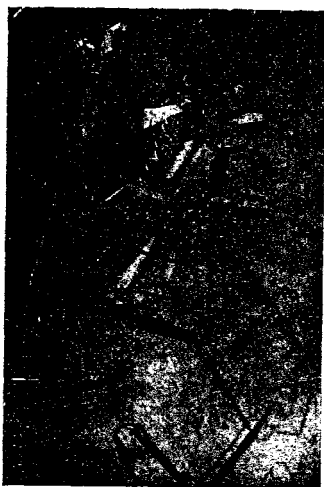


Abb. 381. Gefrorenes Nitroglycerin  
(links = stabile, rechts = labile Form).

Sachlage – und da man es mit einem chemisch einheitlichen Körper zu tun hat – genügt es, das Nitroglycerin der oben erwähnten ABEL-Probe zu unterwerfen. Von einem gut gereinigten Sprengöl verlangt man, daß es den Jodzinkstärketest bei 80° wenigstens 10' aushalte. Es kann diese Forderung allerdings nur als kompakte Ölmasse erfüllen, nicht aber in feiner Verteilung auf Substanzen von großer Oberflächenentwicklung, wie Kieselgur im Gurdynamit oder Cellulose in Cellulosedynamiten, da es für die Zeitdauer bis zum Eintritt des Reaktionsstreifens sehr wesentlich auf die Geschwindigkeit ankommt, mit welcher das testerzeugende Agens, in der Regel nitrose Gase, an das Testpapier gelangen kann.

Nitroglycerin ist Hauptbestandteil einer Gruppe von rauchlosen Schießpulvern, ferner der Dynamite, mancher schlagwettersicheren Sprengstoffe für den Kohlenbergbau und, in kleineren Mengen, ein sehr wirksamer Zusatzstoff für viele Sprengmittel anderer Art. Der Handel mit flüssigem Nitroglycerin ist seit Jahrzehnten in allen Ländern, mit alleiniger Ausnahme der Vereinigten Staaten von Nordamerika, verboten. Hier findet noch das flüssige Sprengöl Verwendung, um Öl- und Gasquellen durch Explosionen im Untergrund wieder ergiebiger zu machen; für solche Zwecke sind im Jahre 1909 in den Vereinigten Staaten etwa 13 Million. kg verbraucht worden.

Dem Nitroglycerin nahe verwandt ist das bereits erwähnte *Dinitroglycerin*,  $C_3H_5(OH)(O \cdot NO_2)_2$ . Es entsteht zugleich mit dem Nitroglycerin bei jeder Nitrierung von Glycerin in größerer oder geringerer Menge, bleibt aber fast immer in der Mischsäure gelöst, wogegen das Trinitroglycerin sich größtenteils ausscheidet. Man

gewinnt diesen Sprengstoff nach *D. R. P.* 225 377 durch allmähliches Vermischen von Glycerin mit starker Salpetersäure in der Kälte, Verdünnen des Gemisches mit Wasser und Neutralisation der überschüssigen Salpetersäure mit kohlen-sauren Erdalkalien. Das Dinitroglycerin scheidet sich alsdann ab und schwimmt auf der Lauge. Seine Eigenschaften in Beziehung zu Glycerin und Mononitroglycerin einerseits, zu Trinitroglycerin andererseits gehen aus der Zusammenstellung auf Tabelle 15 näher hervor (*B.* 41, 1107 [1907]).

Tabelle 15. Eigenschaften des Glycerins und seiner Nitrate.

Eigenschaft	Glycerin	Mononitroglycerin	Dinitroglycerin	Trinitroglycerin
$D_{15}$ . . . . .	1,27	1,40	1,51	1,60
Schmelz $p$ . <sup>o</sup> . . . . .	17	{ α-Nitrat: 58 β-Nitrat: 54	{ α-Nitrat: 26 β-Nitrat: flüssig	{ labile Form: 2,0 stabile Form: 13,2
$Kp_{15}$ . . . . .	150–160 <sup>o</sup>	{ 155–160 <sup>o</sup> (beide Isomeren)	{ etwa 145 <sup>o</sup> (beide Isomeren)	{ etwa 220 <sup>o</sup>
Wasserlöslichkeit (15 <sup>o</sup> ) %	{ unbe- grenzt }	70	7,7	0,16
Hygroskopizität % . . . .	80	50	11	0,2
Explosionswärme <i>Cal.</i> . . .	keine	keine	1250 (trocken)	1570
Verbrennungswärme (Wasser flüssig) <i>Cal.</i> . . }	4317	α-Nitrat: 2812	{ α-Nitrat: 2088 (trocken); 1986 (krystallisiert) β-Nitrat: 2055 }	1570
Stoßempfindlichkeit (2 <i>kg</i> -Fallhammer) <i>cm.</i> . }	keine	keine	{ 7–10 (trocken); 30 (krystallisiert oder mit 3% $H_2O$ ) }	unter 4
Gelatinierfähigkeit mit Nitrocellulose . . . . . }	keine	keine	{ gelatiniert jede Art Nitrocellulose }	{ gelatiniert nur eine besondere Art Nitrocellulose }

Dinitroglycerin ist ein farbloses oder schwachgelbes Öl von  $D$  1,51 und etwas geringerer Viscosität als Trinitroglycerin. Nicht nur in Alkohol und Äther, sondern auch in Wasser ist es leicht löslich, schmeckt brennend und übt auf die Kopfnerven eine ähnliche giftige Wirkung aus wie Sprengöl. Im Gegensatz zu letzterem ist es hygroskopisch. Gegen Stoß und Schlag verhält es sich etwas weniger empfindlich als Trinitroglycerin und besitzt auch geringere Sprengkraft. In trockenem Zustande zeichnet es sich durch ein hervorragendes Gelatinierungsvermögen für alle Arten Nitrocellulose aus. Da es auch schwieriger als Sprengöl in der Kälte erstarrt, so haben ihm beide Vorzüge einige Anwendung zur Herstellung von Dinitroglycerinsprengstoffen verschafft.

Die unerwünschte Eigenschaft des Gefrierens von Nitroglycerin, welche bei fast allen Nitroglycerinsprengstoffen wiederkehrt und Unbequemlichkeiten, selbst Gefahren verursacht (*Ztschr. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen* 1, 228 [1906]), gab Veranlassung zur Aufsuchung von Substanzen, welche, dem Sprengöl zugesetzt, dieses gegen die Einwirkung der Kälte weniger empfindlich machen. Nach *D. R. P.* 183 400 besitzen Monochlordinitroglycerin,  $C_3H_5Cl(O \cdot NO_2)_2$ , und nach *D. R. P.* 181 754 Tetranitrodiglycerin,  $C_6H_{10}O_5(NO_2)_4$ , diese Fähigkeit. Solche schwer gefrierenden Gemenge kann man nicht nur durch Zusatz von Monochlordinitroglycerin oder Tetranitrodiglycerin zu Nitroglycerin, sondern auch durch Nitrierung eines Gemisches von Glycerin mit Monochlorhydrin bzw. Diglycerin gewinnen. Nitrierung, Scheidung und Waschprozeß verlaufen in derselben Weise wie bei der Verarbeitung von Glycerin zu Nitroglycerin. Das Gemisch wird dann in der üblichen Weise zu Dynamiten weiterverarbeitet. Mit gutem Erfolge hat auch das durch Behandeln von Äthylenglykol mit Salpeterschwefelsäure gewonnene Nitroglykol,  $C_2H_4(O \cdot NO_2)_2$ , Anwendung als gefriererhindernder Zusatzstoff zum Nitroglycerin gefunden (s. Äthylalkohol, Bd. I, 754 sowie *Chem.-Ztg.* 1929, Fortschrittsber. S. 14).