

# DYNAMIT NOBEL

TROISDORF

## Zündmittel



DYNAMIT NOBEL AKTIENGESELLSCHAFT · TROISDORF BEZ. KÖLN

100  
JAHRE  
DYNAMIT NOBEL

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorwort	5-6
<b>Sprengkapseln</b>	7-16
Aufbau	11-13
Verpackung	13
Hinweise für die Anwendung	13-16
<b>Elektrische Zünder</b>	17-50
Wirkungsweise	21
Zündpille	21-22
Zünderdrähte	22
Momentzünder	23
Seismische Zünder	24-26
Momentzünder für hohen Druck und hohe Temperaturen	26
Zeitzünder	
(Millisekundenzünder und Halbsekundenzünder)	27-31
Schlagwettersichere Zünder	33
U-Zünder	34
HU-Zünder	35-37
Übersicht der elektrischen Zünder	35, 38-43
Hinweise für die Anwendung elektrischer Zünder	45-49
Allgemeines	45-47
Verpackung	48
Zündmaschinen	49
Zusammenschuß verschiedener Zündertypen	50
Schießleitungen	50
<b>Sprengschnur Dynacord</b>	51-58
Aufbau und Wirkungsweise	55-56
Hinweise für die Anwendung	56-58
Detonationsverzögerer	58-59
Anwendung und Wirkungsweise	59
Verbindungskapseln für Unterwassersprengungen	59-60

Erfolg und Sicherheit bei der Schießarbeit hängen in großem Maße von dem Zündmittel und dessen sachgemäßer Anwendung ab. Daher ist die Auswahl des Zündmittels ebenso wichtig wie die Wahl des für die jeweiligen Verhältnisse am besten geeigneten Sprengstoffs. Während zum Beispiel eine Explosion von Schwarzpulver schon durch den aussprühenden Funken einer Schwarzpulverzündschnur ausgelöst werden kann, benötigen alle brisanten Sprengstoffe zur Einleitung der Detonation einen kräftigen Initialstoß, entweder von einer Sprengkapsel oder von einer Sprengschnur. Die Zündung der Sprengschnur kann nur durch eine Sprengkapsel eingeleitet werden, wogegen die Zündung der Sprengkapsel sowohl mittels einer Schwarzpulverzündschnur als auch eines offenen elektrischen Zünders möglich ist.

Sprengkapseln, elektrische Zünder und Sprengschnur von DYNAMIT NOBEL sind Zündmittel, die allen Anforderungen der modernen Sprengtechnik gerecht werden. Sie sind das Ergebnis jahrzehntelanger intensiver Forschungsarbeit und bieten bei ihrer Anwendung ein hohes Maß von Wirkung bei größtmöglicher Handhabungssicherheit.

Die hier geleistete Entwicklungsarbeit wird durch die nachstehend genannten Erzeugnisse, die den Weltruf der Troisdorfer Zündmittel begründet haben, gekennzeichnet:

- Zündpillen,
- elektrische Momentzünder,
- elektrische Halbsekundenzünder,
- elektrische Millisekundenzünder,
- Aluminium-Sprengkapseln,
- Nitropenta-Sprengschnur,
- Detonationsverzögerer.

Die Zündpille als Bauelement des elektrischen Zünders wurde erstmals von der zu unserer Gesellschaft gehörenden „Fabrik elektrischer Zünder“ gefertigt. Mit dieser Zündpille wurde es möglich, elektrische Zünder von bis dahin unerreichter Zündsicherheit und Zündgleichmäßigkeit im großen herzustellen.

Ebenso wurden in Troisdorf erstmalig Zeitzünder hergestellt, bei denen anstelle der früher üblichen Zündschnur ein genau abgestimmtes Verzögerungsmittel fabrikmäßig in die Sprengkapsel eingebaut wurde. Hierdurch konnten alle Nachteile ausgeschaltet werden, die sich bei den an der Arbeitsstätte gefertigten Zündschnur-Zeitzündern gezeigt hatten, z. B. unregelmäßige Brenndauer, Versager, Rauchschwaden, Zeitverlust usw.

Die in Troisdorf entwickelten Zünd- und Verzögerungssätze brennen fast ohne Gasentwicklung ab und gestatten



es, auch den Zeitzünder hermetisch abzuschließen, so daß das sichere Funktionieren dieses Zünders auch bei Verwendung unter Wasser gewährleistet ist.

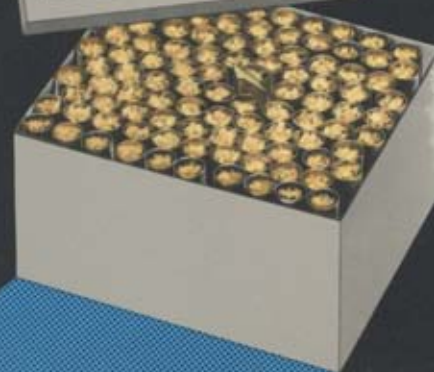
Die Verwendung von Aluminium als Hülsenmaterial für Sprengkapseln wurde möglich, nachdem es in Troisdorf erstmalig gelungen war, Bleiazid großtechnisch herzustellen, das sich, mit Bleitrimnitroresorzinat gemischt, als eine weitgehend feuchtigkeitsunempfindliche Primärladung von hoher Anzündempfindlichkeit erwiesen hat.

Ferner wurde in Troisdorf eine handhabungssichere und feuchtigkeitsunempfindliche Sprengschnur entwickelt, deren Detonationsgeschwindigkeit etwa 7000 m/s beträgt und bei der erstmals Pentaerythrittetranitrat (Nitropenta) verwendet worden ist.

DYNAMIT NOBEL fertigt alle Zündmittel nach neuzeitlichen Arbeitsverfahren bei ständiger, sorgfältiger Überwachung der Rohstoffe, der einzelnen Arbeitsgänge, der Zwischenerzeugnisse und der fertigen Zündmittel durch erfahrene und bewährte Fachkräfte. Daneben ist ein ausgesuchter Stab von Physikern, Chemikern und Ingenieuren laufend damit beschäftigt, die in Wissenschaft und Praxis gesammelten Erkenntnisse neben den eigenen Betriebserfahrungen für die Fertigung nutzbar zu machen, wobei ihnen Laboratorien zur Verfügung stehen, die mit den modernsten Hilfsmitteln ausgestattet sind.

In den folgenden Abschnitten werden die Zündmittel von DYNAMIT NOBEL im einzelnen beschrieben und außerdem kurze Hinweise für die Anwendung gegeben.

Aufbau Seite 11-13  
Verpackung Seite 13  
Hinweise für die Anwendung Seite 13-16



## Aufbau

Eine Sprengkapsel besteht aus einer zylindrischen Metallhülse, in die eine Primär- und eine Sekundärladung eines hochbrisanten Sprengstoffes eingepreßt sind. Die Primärladung besitzt eine hohe Anzündempfindlichkeit. Sie wird durch den Feuerstrahl einer Schwarzpulverzündschnur oder eines offenen elektrischen Zünders zur Detonation gebracht und initiiert die Sekundärladung. Durch diesen Initialstoß wird der die Sprengkapsel umgebende Sprengstoff oder die anliegende Sprengschnur initiiert.

Die für die Fertigung der Sprengkapselhülsen zur Verwendung kommenden Legierungen werden im eigenen Metallwerk hergestellt und zu Bändern ausgewalzt. Die Herstellung der Hülsen erfolgt auf von uns entwickelten Spezialmaschinen. Durch modernste Fabrikations- und Prüfmethode wird ein Höchstmaß an Qualität erreicht.

Die Aluminium-Sprengkapseln enthalten eine Primärladung, die aus einer Mischung von Bleiazid und Bleitri-nitrosorzinat besteht. Diese Primärladung hat den Vorteil, daß sie eine hohe Anzündempfindlichkeit besitzt und wenig feuchtigkeitsempfindlich ist. Die Sekundärladung besteht aus Tetryl, Nitropenta oder Hexogen.

Abb. 1



- 1 – Primär-Ladung
- 2 – Sekundär-Ladung
- 3 – Innenhütchen
- 4 – Aluminiumhölle

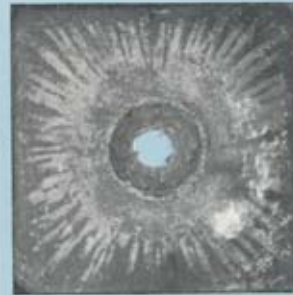
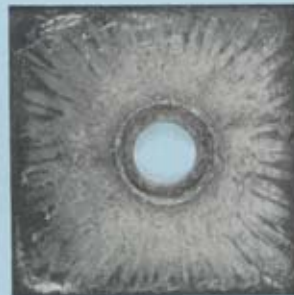
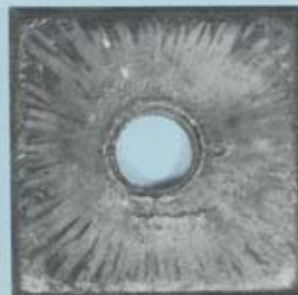
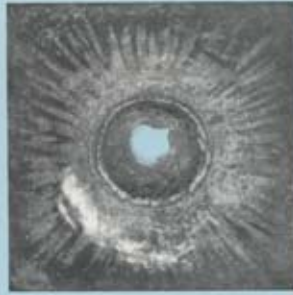
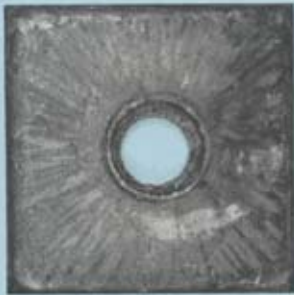
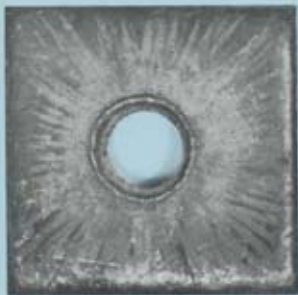
In Abbildung 1 wird eine Troisdorfer Sprengkapsel gezeigt. Im Inland haben die Sprengkapseln einen Flachboden; die für das Ausland gelieferten Sprengkapseln haben zur Steigerung der Brisanzwirkung einen Spezialhohlboden und werden als „Briska-Sprengkapseln“ bezeichnet.

Infolge ihrer geringen Feuchtigkeitsempfindlichkeit können die Sprengkapseln von DYNAMIT NOBEL auch unter klimatischen Bedingungen verwendet werden, wie sie in den Tropen auftreten.

Bezeichnung	Durchmesser		Länge L mm	Leerraum l mm	Primär- Sekundär- Ladung	
	D <sub>a</sub> mm	D <sub>i</sub> mm			g	g
Aluminium-Sprengkapsel Nr. 6	6,50	6,00	35	15	0,25	0,55
Aluminium-Sprengkapsel Nr. 8	6,85	6,30	40,5	15	0,30	0,80

Direkter Bleiplattenbeschuß

Aluminium-  
BRISKA-Sprengkapsel Nr. 6



Aluminium-  
BRISKA-Sprengkapsel Nr. 8

Bleiplattenstärke: 5 mm

6 mm

7 mm

Aus der Tabelle auf Seite 11 sind die wichtigsten Abmessungen der fast ausschließlich verwendeten Sprengkapseln Nr. 6 und Nr. 8 und deren Ladungen ersichtlich. Laufende Fertigungskontrollen gewährleisten, daß nur einwandfreie Sprengkapseln zur Auslieferung gelangen. Diese Kontrollen erstrecken sich auf die Ladung und die Abmessungen der Sprengkapseln, auf die Prüfung der Anzündempfindlichkeit und der Brisanz unter erschwerten Bedingungen. Die Prüfung auf Anzündempfindlichkeit erfolgt sowohl mittels einer Schwarzpulverzündschnur als auch mittels eines offenen elektrischen Zünders. Außerdem werden die Sprengkapseln direkt auf Bleiplatten geschossen, die auf einer gelochten Unterlage liegen. Durch Art und Größe der in die Bleiplatten geschlagenen Löcher wird die Gleichmäßigkeit der Leistung und die Wirksamkeit der Sprengkapsel ermittelt.

### Verpackung

Die Sprengkapseln von DYNAMIT NOBEL werden in Blechdosen zu je 100 Stück geliefert. Zur Erhöhung der Transportsicherheit und zum Schutz der Sprengkapselladung vor atmosphärischer Feuchtigkeit ist der freie Raum sowohl in den Sprengkapseln als auch in den Blechdosen mit trockenem Sägemehl ausgefüllt. Um die Entnahme der ersten Sprengkapsel aus der Verpackung zu erleichtern, ist eine Sprengkapsel in jeder Blechdose mit einem Bastbändchen versehen. Je 5 gefüllte Blechdosen sind zu einem Paket vereinigt, bis zu 20 Pakete – 10.000 Sprengkapseln werden in einer Holzkiste mit Uberkiste verpackt.

### Hinweise für die Anwendung

Um bei der Zündung mit Sprengkapseln die größtmögliche Sicherheit zu erzielen, ist es unbedingt erforderlich, die folgenden Grundsätze zu beachten:







- 1 ■ Das im Leerraum der Sprengkapsel befindliche Sägemehl muß durch Ausklopfen restlos entfernt werden. Sprengkapseln mit festsitzenden Sägemehlresten dürfen nicht verwendet werden, weil sie Zündversager verursachen.
- 2 ■ Wird zur Zündung eine Schwarzpulverzündschnur verwendet, so muß diese senkrecht zur Pulverseele abgeschnitten werden. Es ist unbedingt darauf zu achten, daß das Messer, mit dem die Schnur abgeschnitten wird, voll-

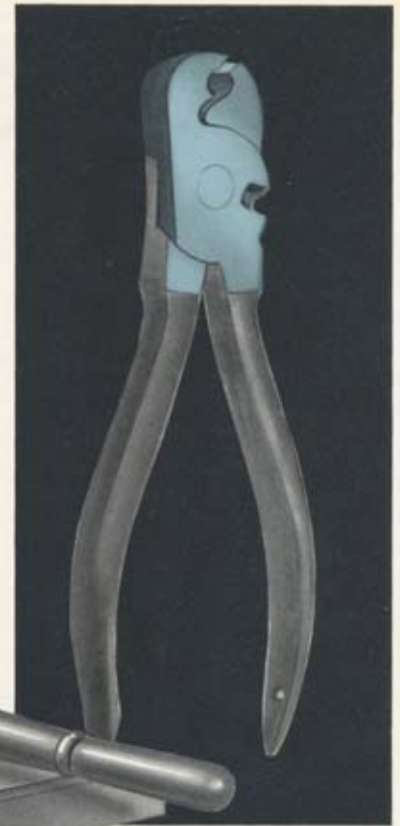


kommen sauber ist. Teerreste auf dem Messer können zu Zündversagern führen. Das in die Sprengkapsel einzuführende Zündschnurende ist vor Feuchtigkeit und Verschmutzung zu schützen. Es ist darauf zu achten, daß die Pulverseele nicht ausrieselt.

- 3 ■ Die Zündschnur muß bis zur Zündfläche der Sprengkapsel eingeführt werden, wobei jegliche drehende Bewegung zu vermeiden ist.



Schußfester Anwürgapparat



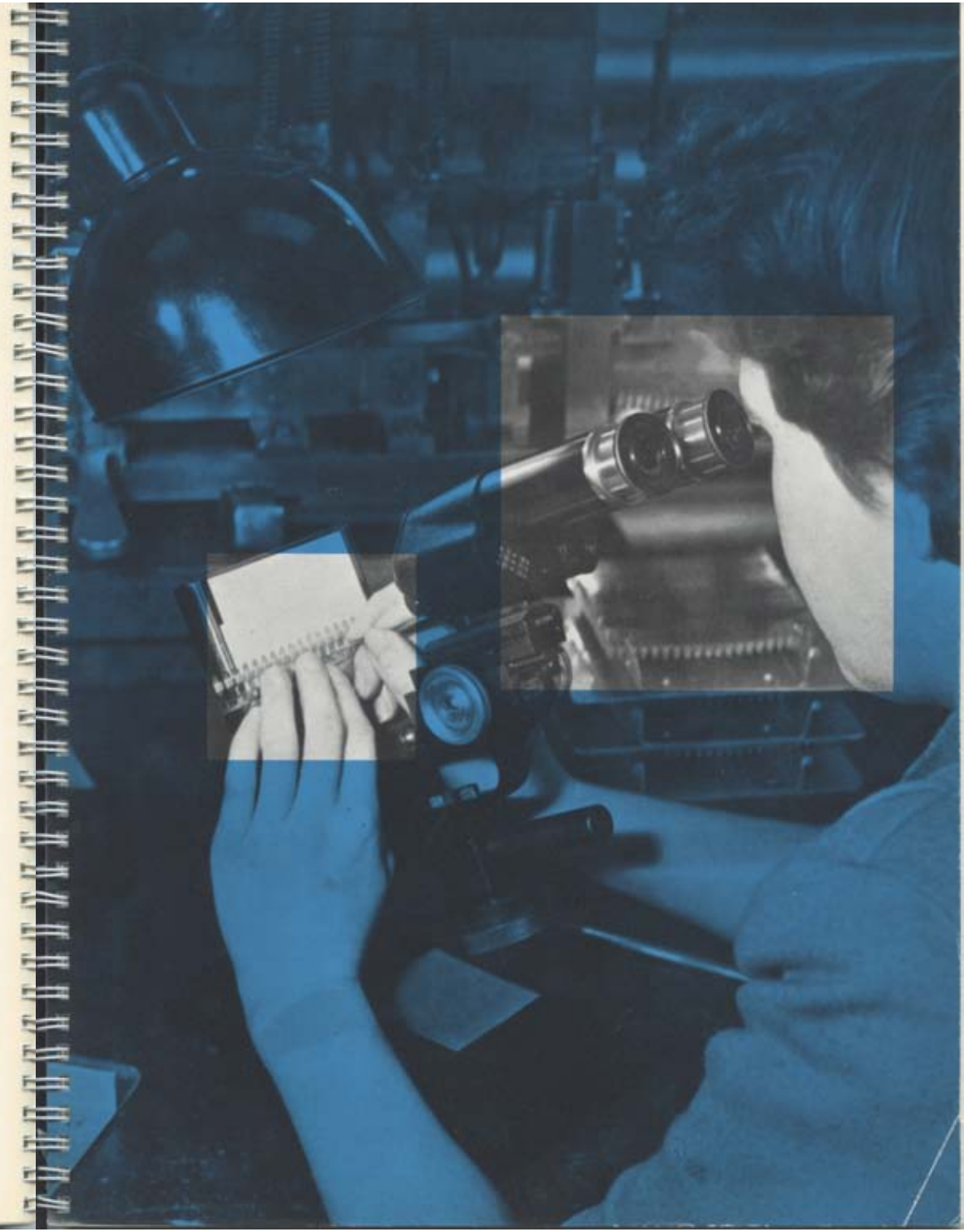
- 4 ■ Die Befestigung der Sprengkapsel auf der Zündschnur darf nur mit einer besonderen Anwürgzange vorgenommen werden.

Für Großverbraucher von Sprengkapseln empfiehlt sich die Verwendung eines schußfesten Anwürgapparates, wie er oben dargestellt ist.

Die Verbindung muß fest sein. Es ist darauf zu achten, daß die Anwürgung nicht zu dicht ist, weil dadurch das Anzündvermögen der Schwarzpulverzündschnur herabgesetzt wird und eventuell sogar ein Erlöschen der Zündschnur an der Anwürgstelle eintreten kann.

- 5 ■ Wird zur Zündung der Sprengkapsel ein offener elektrischer Zünder verwendet, so ist darauf zu achten, daß die Sprengkapsel saugend in die Zünderhülse paßt.

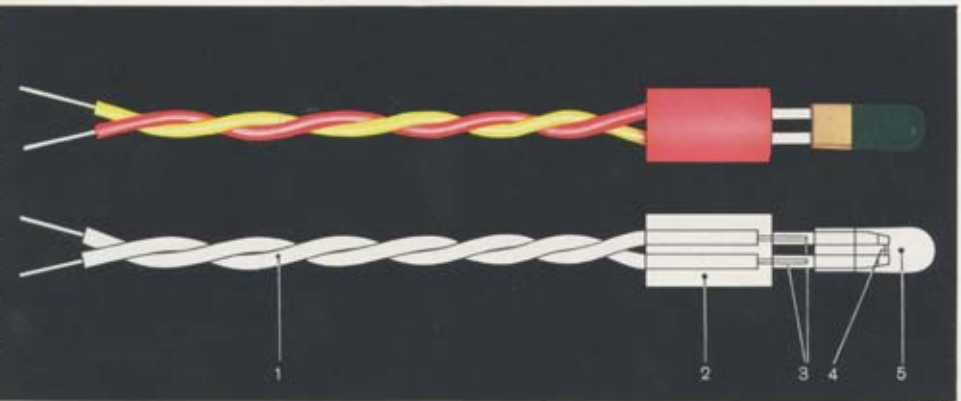
Wirkungsweise Seite 21  
Zündpille Seite 21-22  
Zünderdrähte Seite 22  
Momentzünder Seite 23  
Seismische Zünder Seite 24-26  
Momentzünder für hohen Druck und hohe Temperaturen Seite 26  
Zeitzünder  
(Millisekundenzünder und Halbsekundenzünder) Seite 27-31  
Schlagwettersichere Zünder Seite 33  
U-Zünder Seite 34  
HU-Zünder Seite 35-37  
Übersicht der elektrischen Zünder Seite 35, 38-43  
Hinweise für die Anwendung elektrischer Zünder Seite 44-49  
Allgemeines Seite 45-47  
Verpackung Seite 48  
Zündmaschinen Seite 49  
Zusammenschuß verschiedener Zündertypen Seite 50  
Schießleitungen Seite 50



## Wirkungsweise

Der elektrische Zünder besteht im Prinzip aus einer mit zwei Zuleitungsdrähten versehenen elektrischen Zündpille, die in eine Sprengkapsel eingebaut ist. An die beiden Zünderdrähte wird eine Stromquelle angelegt, die über die Zünderdrähte und Glühbrücke der Zündpille einen Strom fließen läßt. Dieser Strom heizt die Glühbrücke so weit auf, daß der sie umgebende Zündsatz entzündet wird und die Primär- und Sekundärladung zur Detonation bringt. Soll diese Detonation nicht sofort erfolgen, sondern verzögert, so wird zwischen Zündpille und Primärladung ein Verzögerungselement eingebaut. In diesem Falle entzündet die Stichflamme der Zündpille den Verzögerungssatz, der nach der vorgesehenen Verzögerungszeit die Primärladung zündet. Die Primärladung initiiert dann die Sekundärladung.

Abb. 2



- 1 - Zünderdraht
- 2 - Stopfen
- 3 - Lamellen
- 4 - Glühbrücke
- 5 - Zündsatz

Zündpille

## Zündpille

DYNAMIT NOBEL-Zündpillen (Abb. 2) bestehen aus zwei nebeneinanderliegenden Kontaktlamellen, die durch eine Kunststoffisolierung in voneinander getrennter Lage festgehalten werden. An dem einen Ende dieser Lamellen befindet sich die aus einem Chromnickel-Glühdraht bestehende Glühbrücke, die von einem leicht entflammaren Zündsatz umgeben ist; an das andere Ende der Kontaktlamellen sind die Zünderdrähte angeschweißt.

Die Herstellung der Zündpillen erfolgt wegen der großen Bedeutung dieses Teils für die sichere Wirkung des Zünders mit aller erdenklichen Sorgfalt. Jeder Arbeitsvorgang unterliegt einer genauen Kontrolle, wobei alle Teile ausgesondert werden, die auch nur die geringsten Unregelmäßigkeiten aufweisen. Nach dem letzten Arbeitsgang, d. h. nach dem Aufbringen des Zündsatzes, wird bei sämtlichen Zündpillen der Brückenwiderstand mittels Spezialautomaten gemessen und eine genaue Sortierung nach

Widerstandsgruppen derart vorgenommen, daß die Brückenwiderstände innerhalb einer Widerstandsgruppe sich um nicht mehr als 0,2 Ohm unterscheiden.

### Zünderdrähte

Als Zünderdrähte gelangen sowohl Stahl- als auch Kupferdrähte von 0,6 mm Durchmesser, die mit thermoplastischem Kunststoff gleichmäßig umpreßt sind, zur Verwendung. Diese Art der Isolierung hat einen hohen elektrischen Isolationswert und ist sehr widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchung; außerdem ist sie schwer entflammbar und unempfindlich gegen Feuchtigkeit und gegen chemische Einwirkungen. Zur Kennzeichnung der einzelnen Zünderarten ist die Isolation der Drähte in verschiedenen Farben gehalten.

Seismische Sprengung in der Wüste



Abb. 3  
Offener Momentzünder

- 1 - Vergußmasse
- 2 - Zündpille
- 3 - Metallhülle



### Momentzünder

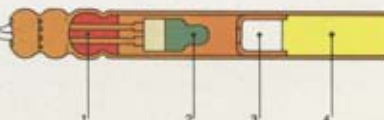
Die einfachste Zünderausführung ist der **offene Momentzünder** (ohne Sprengkapsel) (Abb. 3). Er besteht aus einer Zündpille mit angeschweißten Zünderdrähten, die in eine Metallhülle fest eingesetzt ist. Das offene Ende der Metallhülle dient zur Aufnahme einer Sprengkapsel und ist zu diesem Zweck leicht konisch ausgebildet. Vor Gebrauch des Zünders wird die Sprengkapsel in die Hülle eingeschoben.

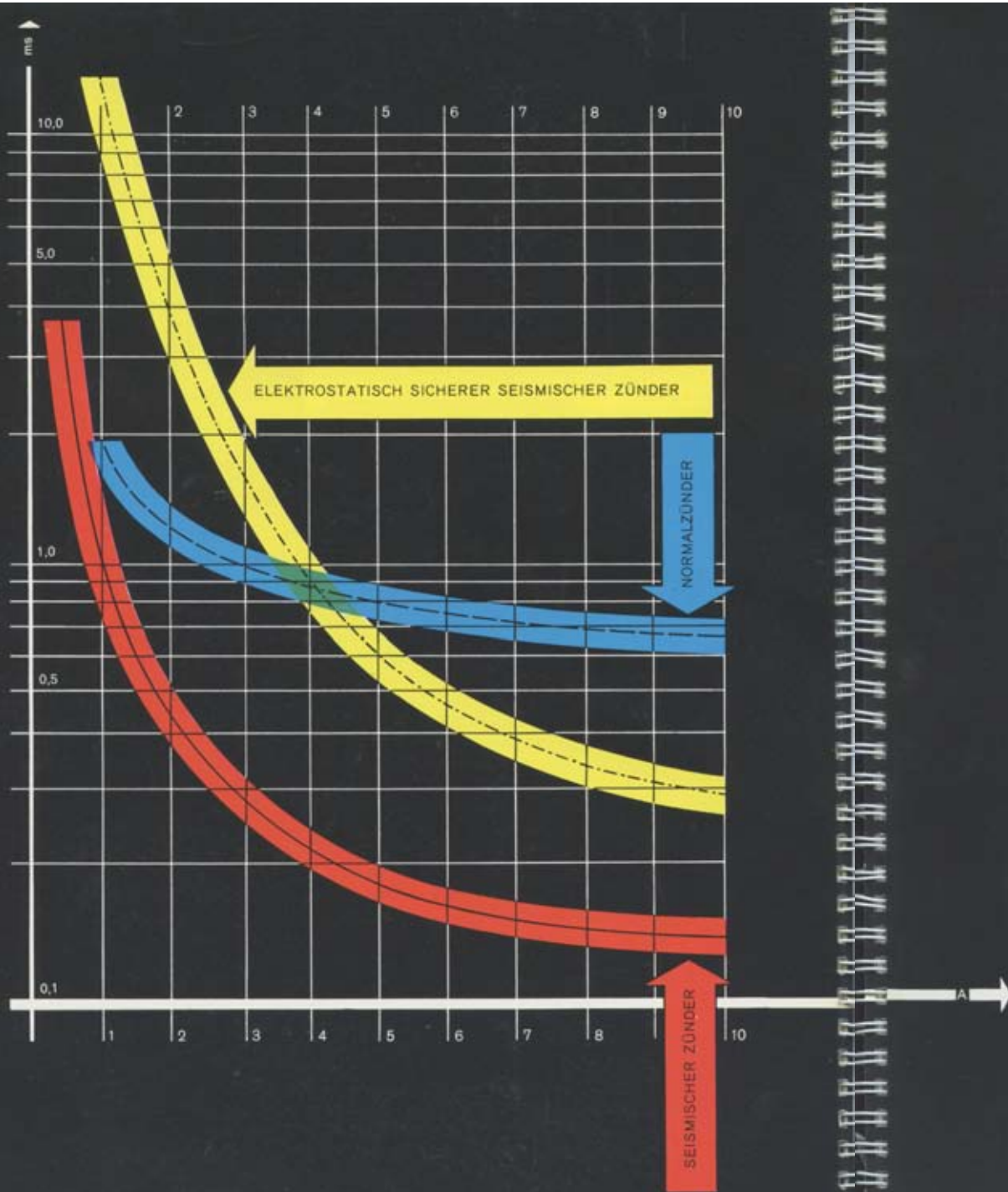
Die Abbildung 4 zeigt den **scharfen Momentzünder** (mit Sprengkapsel). Der eigentliche Zünder, bestehend aus den isolierten Zünderdrähten mit aufgespritztem elastischem Verschlussstopfen aus thermoplastischem Kunststoff und angeschweißter Zündpille, ist hier unmittelbar in eine Kupfer- oder Aluminium-Sprengkapsel Nr. 8 eingesetzt und durch mehrfache Anwürgung unverrückbar festgelegt.

Durch diese Art der Befestigung des Stopfens auf den Zünderdrähten und in der Sprengkapselhülle ist jeder Zünder dicht abgeschlossen. Er stellt ein Zündmittel dar, das einfach zu handhaben und sicher im Gebrauch ist. Der vorerwähnte dichte Verschluss erlaubt auch bei Kupfer-Sprengkapseln die Verwendung von Bleiazid - einem Initialsprengstoff, der viele Vorteile bietet - als Primärladung. Drahtfarben: weiß - weiß.

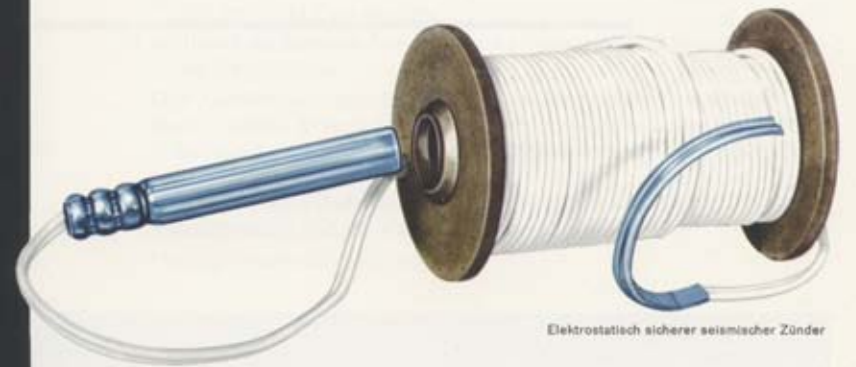
Abb. 4  
Scharfer Momentzünder

- 1 - Stopfen
- 2 - Zündpille
- 3 - Primär-Ladung
- 4 - Sekundär-Ladung





Reaktionszeit der Normalzunder, der seismischen Zunder und der elektrostat. sicheren seismischen Zunder als Funktion der Stromstärke



### Seismische Zünder

Für seismische Sprengungen hat DYNAMIT NOBEL einen speziellen Momentzunder entwickelt, dessen Hauptmerkmal seine äußerst kurze Reaktionszeit ist. Dieser Zunder entspricht in seinem Aufbau - bis auf den Zündsatz der Zündpille - der normalen Ausführung. Durch eine besondere Zündpille wird erreicht, daß die Reaktionszeit geringer ist als 1 Millisekunde; der Zündstrom muß in diesem

Fälle mindestens 1,5 A betragen. Diese Stromstärke reicht auch zum Zusammenschuß dieser Zünder aus.

Seismische Zünder werden auch mit Verbunddrähten geliefert. Dadurch lassen sich die oft sehr langen Drähte einfacher handhaben. Außerdem ist die Gefahr des Abgreifens gefährlicher Spannungen verringert.

Für seismische Sprengungen in Gebieten, wo die Gefahr elektrostatischer Aufladungen besteht, wird der seismische Zünder in einer besonderen Ausführung geliefert, die gegen ungewollte Zündung durch solche Einflüsse sicher ist. Die Drähte des elektrostatisch sicheren seismischen Zünders sind durch eine Metallhülse kurzgeschlossen. Zum Erreichen einer Reaktionszeit von weniger als 1 Millisekunde ist eine Mindeststromstärke von 5 A bei Zusammenschuß beliebig vieler Zünder erforderlich.

#### **DW-Zünder (Momentzünder für hohen Druck und hohe Temperatur)**

Für die Zündung in sehr großen Tiefen, wo auch oft verhältnismäßig hohe Temperaturen herrschen, hat DYNAMIT NOBEL einen besonderen Zünder geschaffen.

Dieser Zünder hält Drücke bis zu 1000 atü und Temperaturen bis zu 150°C für die Dauer von 2 Stunden aus.

#### **Zeitzünder**

Der Aufbau der DYNAMIT NOBEL-Zeitzünder entspricht im Prinzip demjenigen der Momentzünder, nur sind zwischen Zündpille und Sprengkapselladung Verzögerungsröhrchen eingeschaltet (Abb. 5).

Diese Verzögerungsröhrchen sind in die Sprengkapselhüllen eingepreßt und enthalten Verzögerungssätze, die fast ohne Gasentwicklung abbrennen.

#### **Millisekundenzünder und Halbsekundenzünder**

DYNAMIT NOBEL stellt Zeitzünder in folgenden Ausführungen her:

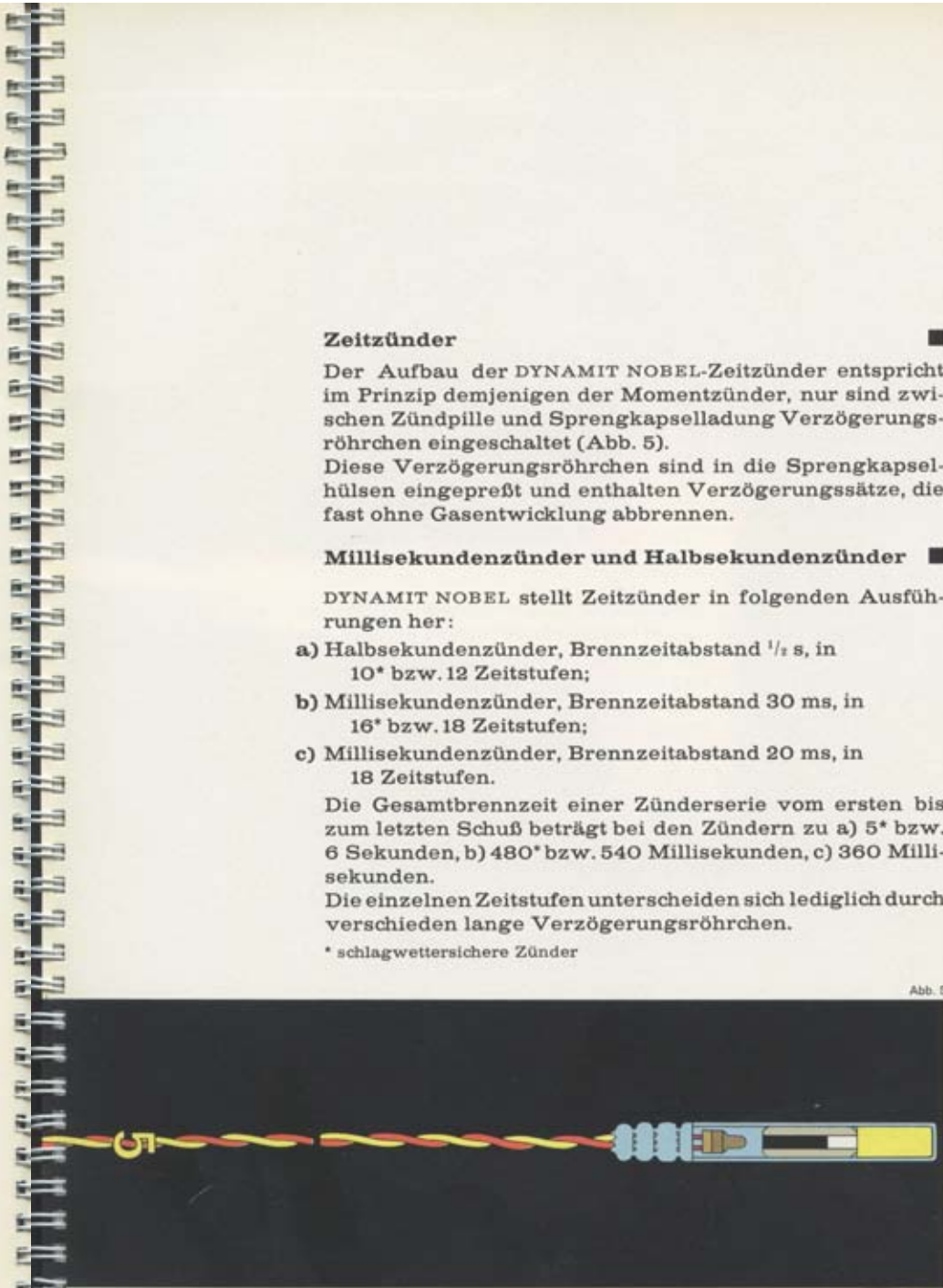
- a) Halbsekundenzünder, Brennzeitabstand  $\frac{1}{2}$  s, in 10\* bzw. 12 Zeitstufen;
- b) Millisekundenzünder, Brennzeitabstand 30 ms, in 16\* bzw. 18 Zeitstufen;
- c) Millisekundenzünder, Brennzeitabstand 20 ms, in 18 Zeitstufen.

Die Gesamtbrennzeit einer Zünderserie vom ersten bis zum letzten Schuß beträgt bei den Zündern zu a) 5\* bzw. 6 Sekunden, b) 480\* bzw. 540 Millisekunden, c) 360 Millisekunden.

Die einzelnen Zeitstufen unterscheiden sich lediglich durch verschieden lange Verzögerungsröhrchen.

\* schlagwettersichere Zünder

Abb. 5





#### Drahtfarben der Millisekundenzünder (Normalausführung)

Zeitstufe 0 - weiß - weiß

Zeitstufen 1 - 3 - grün - weiß

Zeitstufen 4 - 18 - grün - rot

Ein hervorstechendes Merkmal der DYNAMIT NOBEL-Zeitzünder ist die Gleichheit des Brennzeitabstandes bei allen Ausführungsarten von der ersten bis zur letzten Zeitstufe. Die in der Praxis auftretenden Abweichungen von der Sollbrennzeit sind so gering, daß ein Überschneiden benachbarter Zeitstufen nicht eintreten kann; damit ist die richtige Schußfolge in jedem Falle gesichert. Zu jeder Ausführungsart werden auch Momentzünder als Zeitstufe 0 geliefert.

**Millisekundenzünder** werden hauptsächlich dort eingesetzt, wo gleichmäßige Kleinstückigkeit des Haufwerks und Minderung der Erschütterungswirkung erwünscht sind, außerdem bei den Arbeiten im Bergbau, wo auf Schonung von Firste und Stoß geachtet werden muß. Wesentliche Bedeutung bei der Planung eines Betriebspunktes der Aus- und Vorrichtung im Bergbau kommt der Böschung des Haufwerks zu. Ein besonderes Merkmal eines Abschlages mit Millisekundenzündern ist die flache Böschung des Haufwerks, die den Einsatz von Schrapfern besonders wirtschaftlich macht. Will man aber die Vorteile der Millisekundenzündung auch beim Einsatz von Wurf-schaufelladern ausnützen, so ist es durchaus möglich, eine steilere Böschung zu erreichen. Dabei ist aber die Wahl eines geeigneten Einbruchs, sorgfältige Bohrarbeit und gut durchdachte Verteilung der Zeitstufen und Lademengen notwendig. In jedem Fall dürfte die gleichmäßige Körnung des Haufwerks die Wirtschaftlichkeit der Ladearbeit erhöhen.





Sprengung einer Stahlbetonbrücke mit Millisekündenzündern

Vorbereitung zur Sprengung

Nach der Sprengung (im Hintergrund die neue Brücke)



Ein weiterer beträchtlicher Vorteil der Millisekündenzünder besteht darin, daß - im Gegensatz zu den einzeln wirkenden Halbsekündenzündern - durch die extreme Kürze der Verzögerungsintervalle eine günstige gegenseitige Beeinflussung benachbarter Schüsse zustandekommt, die die Sprengwirkung erhöht. Bei sachgemäßer Anwendung kann man also die Sprengstoffkosten senken und den kostenmäßig beachtlichen Arbeitszeitaufwand für Bohren, Laden und Besetzen vermindern.

**Halbsekündenzünder** werden in der Praxis immer noch gebraucht, doch sind sie durch die Millisekündenzünder in vielen Anwendungsgebieten, z. B. im Steinkohlenbergbau, fast ganz verdrängt worden; in anderen Bereichen ist ihre Verwendung zumindest stark zurückgegangen. Sinnvoll ist ihr Einsatz heute in der Regel nur noch unter besonderen Verhältnissen, besonders wenn unter Tage sehr große Räume in einem Abschlag geschossen werden sollen und die Zeitstufenzahl der Millisekündenzünder nicht ausreicht. In diesem Fall kann durch Kombination der verschiedenen Zeitstufen\* die Zeitstufenzahl auf 36 erhöht werden. Solche Abschläge sind z. B. im Tunnelbau sehr häufig. Auch im Kammer-Pfeilerbau und in Teilen des Kalibergbaus werden erhöhte Zeitstufenzahlen - z. B. beim Fächerschießen - benötigt. Im Kalibergbau werden beim Streckenvortrieb mit Großbohrloch als Einbruch Abschlagstiefen von 5 - 6 m erreicht. Hier sind Halbsekündenzünder erforderlich, weil bei Millisekündenzündung das hereingeschossene Gut nicht schnell genug aus dem Abschlag herauskommt. Durch die folgenden Schüsse wird es aufeinander geschlagen, und es entsteht infolge seiner Plastizität eine fest zusammenbackende, nicht förderfähige Masse.

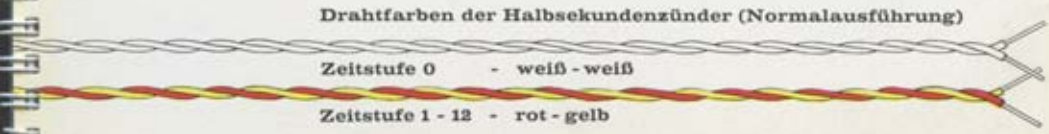
\* Bei entsprechender Kombination von nichtschlagwettersicheren Moment-, 20 ms-, 30 ms- und Halbsekündenzündern kann man bis zu 36 Zeitstufen erreichen:

Stückzahl	Zünderart	Zeitstufen	Brennzeiten [ms]
1	Momentzünder	0	0
18	20 ms-Zünder	1-18	20- 360
6	30 ms-Zünder	13-18	390- 540
11	Halbsekundenz.	2-12	1000-6000
36			

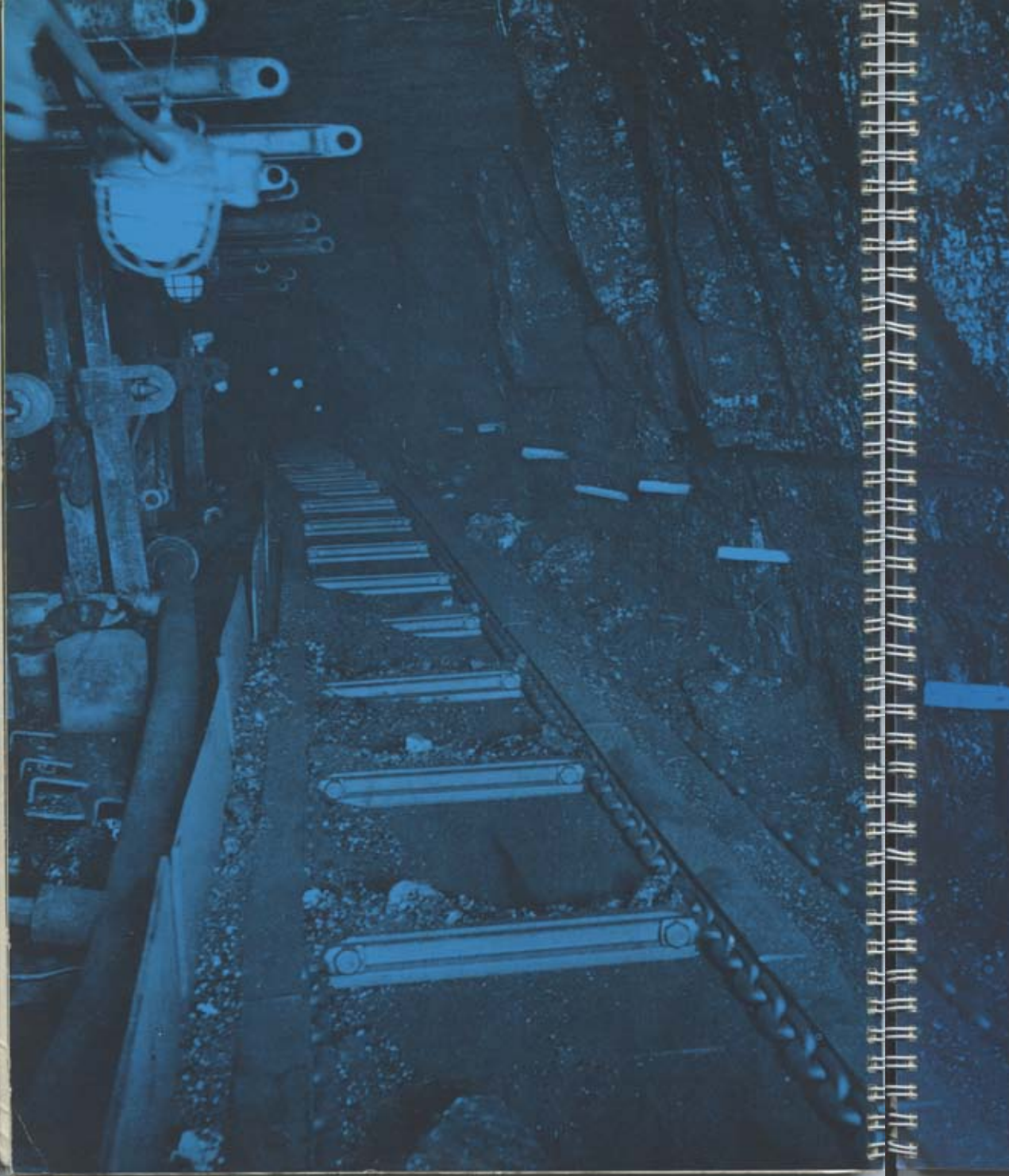
**Drahtfarben der Halbsekündenzünder (Normalausführung)**

Zeitstufe 0 - weiß - weiß

Zeitstufe 1 - 12 - rot - gelb







Alle in Troisdorf hergestellten Zünder, die nicht für schlagwettergefährdete Betriebe bestimmt sind, haben eine Aluminium-Sprengkapsel, mit Ausnahme des DW-Zünder.

#### **Schlagwettersichere Zünder** ■

Wie aus zahlreichen Versuchen und Erprobungen unter betriebsnahen Verhältnissen eindeutig hervorgeht, werden Grubengas-Luft-Gemische (Schlagwetter) durch die Detonation von Zündern mit Aluminium-Sprengkapseln fast regelmäßig gezündet. Bei Verwendung von Kupfer-Sprengkapseln trifft dies nicht zu, was in unserem Laboratorium durch umfangreiche fotografische Aufnahmen mit Bildfrequenzen bis zu 10000 Bildern je Sekunde bestätigt wurde. Alle in Troisdorf hergestellten schlagwettersicheren Zünder haben aus diesem Grunde eine Sprengkapsel mit Kupferhülse.

Von ebenso großer Bedeutung für die Schlagwettersicherheit eines Zünder ist die Verwendung von Zündpillen und Verzögerungssätzen, die aufgrund ihrer Zusammensetzung und der Art ihres Einbaus im Zünder schlagwettersicher sind.

Als schlagwettersichere Zünder werden in einer normal- (Typ A) und einer unempfindlichen (Typ U) Ausführung geliefert:

**Momentzünder**

**Millisekundenzünder 30 ms, 16 Zeitstufen**

**Halbsekundenzünder 10 Zeitstufen**

Die Wirkungsweise der Millisekundenzünder bedingt übrigens noch eine zusätzliche Schlagwettersicherheit: Einmal wird durch das kurze Intervall von 30 ms die Gefahr des vorzeitigen Wegreißen benachbarter Vorgaben sehr weitgehend verringert und dadurch die hinsichtlich der Schlagwetterzündung gefährliche Kantenschußbildung praktisch beseitigt; zum anderen wird die Möglichkeit der Bildung zündgefährlicher Schlagwettergemische während des Sprengvorgangs durch die außerordentlich kurzzeitige Aufeinanderfolge der Schüsse stark herabgesetzt.

### U-Zünder (Unempfindliche Zünder)

Die Gefahr ungewollter Zündungen ist durch die technische Entwicklung beträchtlich angewachsen. Besonders durch die Verwendung elektrostatisch leicht aufladbarer Kunststoffe treten Ladungen auf, die unter ungünstigen Umständen einen normalen Zünder zur Zündung bringen können. Die Verwendung von Druckluft im Bergbau bedingt in Verbindung mit aufgewirbeltem und mitgerissem Staub die Entstehung elektrischer Ladungen. Auspuffgase von Maschinen aller Art können in gleicher Weise zündgefährliche Aufladungen erzeugen.

Erfahrungsgemäß liegen auch in luftelektrischen Erscheinungen verschiedener Art Gefahrenquellen, die Frühzündungen verursachen können.

Die üblichen Lang-, Kurz- und Ultrakurzwellensender sind, wie durch ausgedehnte theoretische und praktische Versuche festgestellt wurde, für unsere normalen Zünder weitgehend ungefährlich. Trotzdem ließ es jedoch die ständig wachsende Leistungssteigerung der Sender, insbesondere der Radarsender, wünschenswert erscheinen, einen unempfindlicheren Zünder einsetzen zu können.

DYNAMIT NOBEL hat deshalb einen Zünder entwickelt, der zur Zündung etwa 10mal soviel Energie benötigt wie der normale Zünder. Es dürfte verständlich sein, daß diese U-Zünder, die aufgrund ihrer höheren Sicherheit ein Mehrfaches der Energie von Normalzündern benötigen, auch andere Energiequellen verlangen als Normalzündern. Zu diesem Zweck sind neue Kondensatorzündmaschinen entwickelt worden.

Wir weisen besonders darauf hin, daß die U-Zünder gegenüber den Normalzündern auch eine erhöhte Sicherheit gegen Streuströme besitzen.



### HU-Zünder (Hochunempfindliche Zünder)

In ständiger enger Zusammenarbeit mit international anerkannten Experten auf dem Gebiet der Gewitter- und Blitzforschung hat DYNAMIT NOBEL einen elektrischen Zünder entwickelt, der gegen Zündung durch Blitzelektrizität weitgehend sicher ist. Dieser Zünder hat die Bezeichnung HU-Zünder (HU steht für hochunempfindlich).

Zündertyp	Verzögerung ms	elektr. Empfindlichkeit	Beständigkeit gegen Druck	Beständigkeit gegen Temperaturen
Seismischer Zünder	-	AS, USE	0,2 atü,	100° C, 15 Min.
Momentzünder	-	A, U, HU	entsprechend	
Millisekundenzünder	20	A, U, HU	der	
Millisekundenzünder	30	A, U, HU	behördlichen	
Halbsekundenzünder	500	A, U, HU	Forderung	
Momentzünder für hohen Druck und hohe Temperatur (DW-Zünder)	-	A	1 000 atü	150° C, 2 h

Zündertyp	Kurzzeichen	Besondere Sicherheit gegen	Zündimpuls		Stromstärke		Reaktionszeit < 1 ms ab
			keine Zündung bis	sichere Zündung ab	keine Zündung bis	sichere Zündung bei Serienschaltg.	
Normalempfindlicher Zünder	A		0,8 mWs/Ω	3 mWs/Ω	0,18 A	0,8 A	
Seismischer Zünder	AS		0,8 mWs/Ω	3 mWs/Ω	0,18 A		1,5 A
Unempfindlicher Zünder	U	elektrostatische Aufladungen	8 mWs/Ω	16 mWs/Ω	0,45 A	1,5 A	
Seismischer Zünder elektrostatisch sicher	USE	elektrostatische Aufladungen	8 mWs/Ω	16 mWs/Ω	0,45 A		5,0 A
Hochunempfindlicher Zünder	HU	Blitzelektrizität, Streuströme, elektrost. Aufl.	1100 mWs/Ω	2500 mWs/Ω	ca. 4 A	25 A	

Zum Zünden der HU-Zünder ist etwa 1000mal mehr Energie/Ohm erforderlich als zum Zünden von normalen elektrischen Zündern. HU-Zünder benötigen zur sicheren Zündung etwa 2500 mWs/Ohm. Die Gesamtenergie, bis zu der ein Zünder sicher ist, hängt von dem Gesamtwiderstand des Zünders ab (Zündpillenwiderstand + Widerstand der Zünderdrähte). Die Länge der Zünderdrähte übt also einen gewissen Einfluß aus. Es seien hier zwei Berechnungsbeispiele angegeben:

Zünderwiderstand bei 3,5 m langen Drähten = 0,55 Ohm  
 Keine Zündung bei 1100 mWs/Ohm  
 Sichere Zündung bei 2500 mWs/Ohm

**1. Keine Zündung bis**

$$1100 \text{ mWs/Ohm} \cdot 0,55 \text{ Ohm} \sim 600 \text{ mWs} = 0,60 \text{ Ws}$$

**2. Sichere Zündung ab**

$$2500 \text{ mWs/Ohm} \cdot 0,55 \text{ Ohm} \sim 1380 \text{ mWs} = 1,38 \text{ Ws}$$

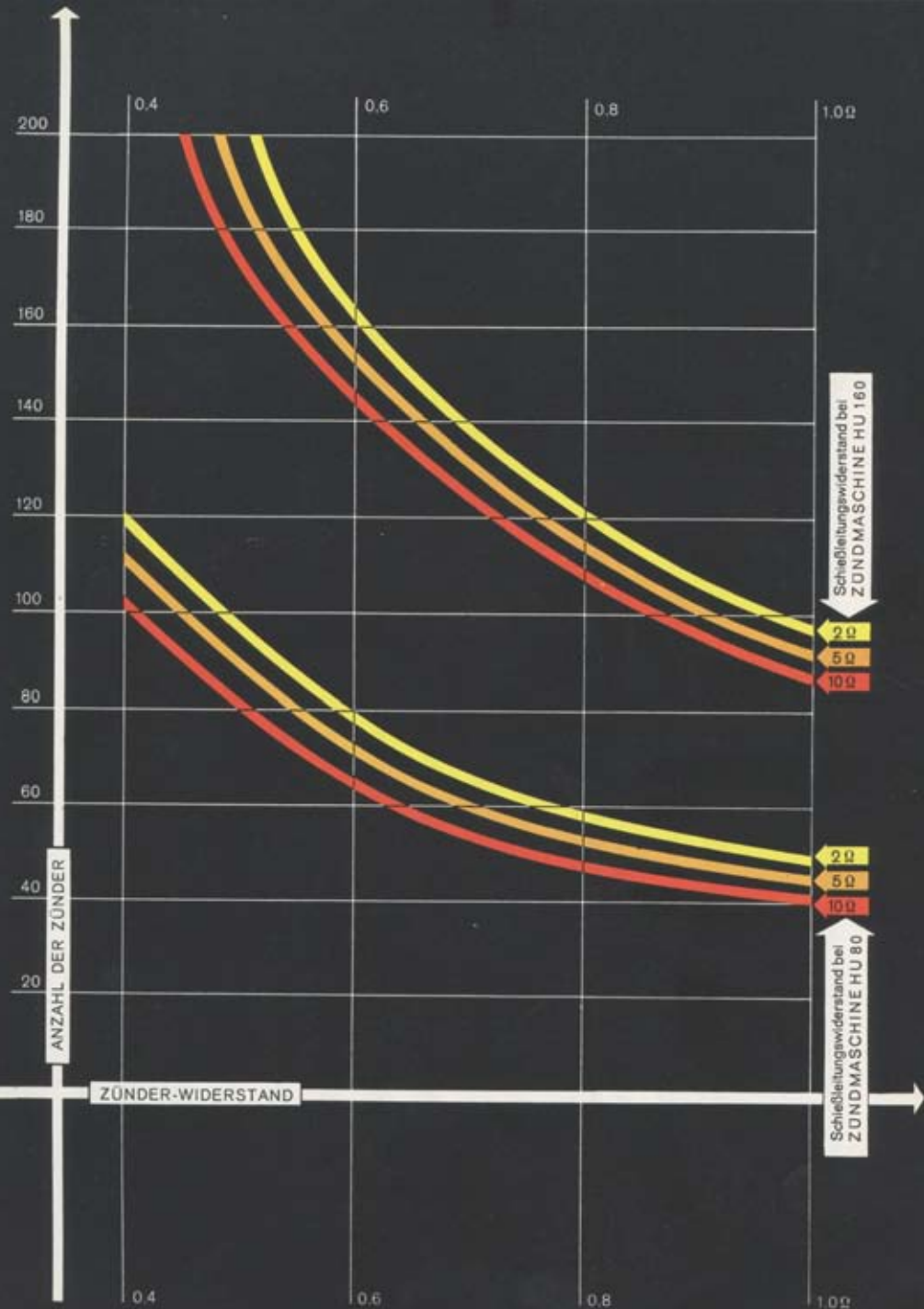
**Drahtfarben der HU-Zünder**

HU-Momentzünder: dunkelblau - weiß

HU-Halbsekundenzünder: dunkelblau - rot

HU-30-ms-Zünder: dunkelblau - grün

Zusammenschluß von HU-Zündern  
 bei verschiedenen Zünder-  
 und Schießleitungswiderständen



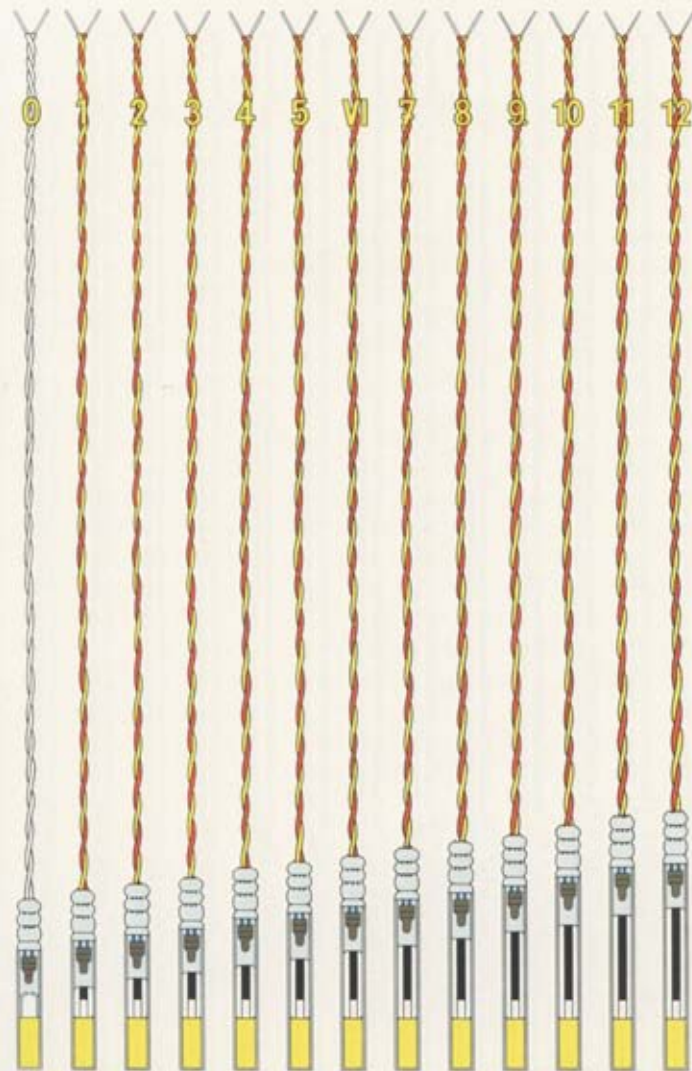
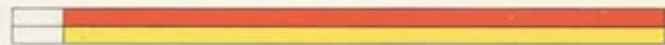


**Momentzünder**



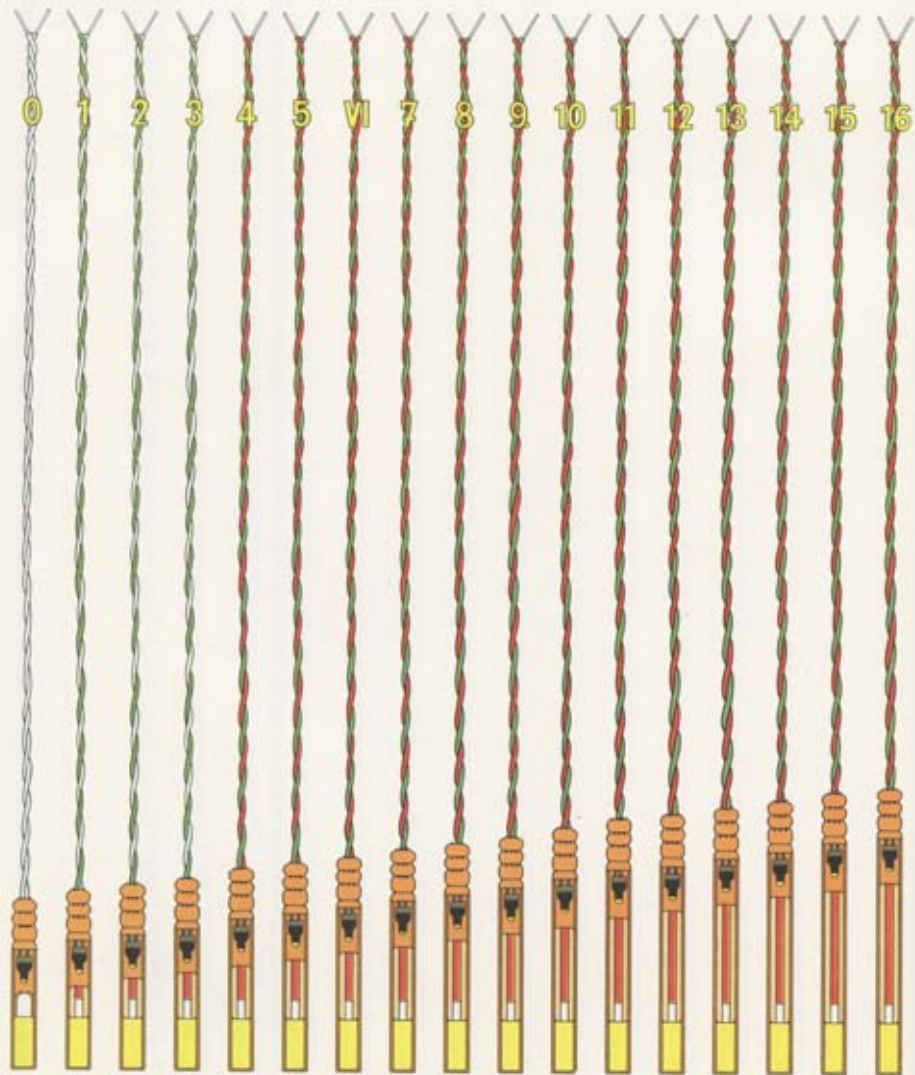
**Halbsekundenzünder, schlagwettersicher**

Intervall: 1/2 Sekunde  
Zeitstufen: 0-10  
Drahtfarben: Zeitstufe 0 = weiß. Zeitstufen 1-10 = rot-gelb



**Halbsekundenzünder**

Intervall: 1/2 Sekunde  
Zeitstufen: 0-12  
Drahtfarben: Zeitstufe 0 = weiß. Zeitstufen 1-12 = rot-gelb

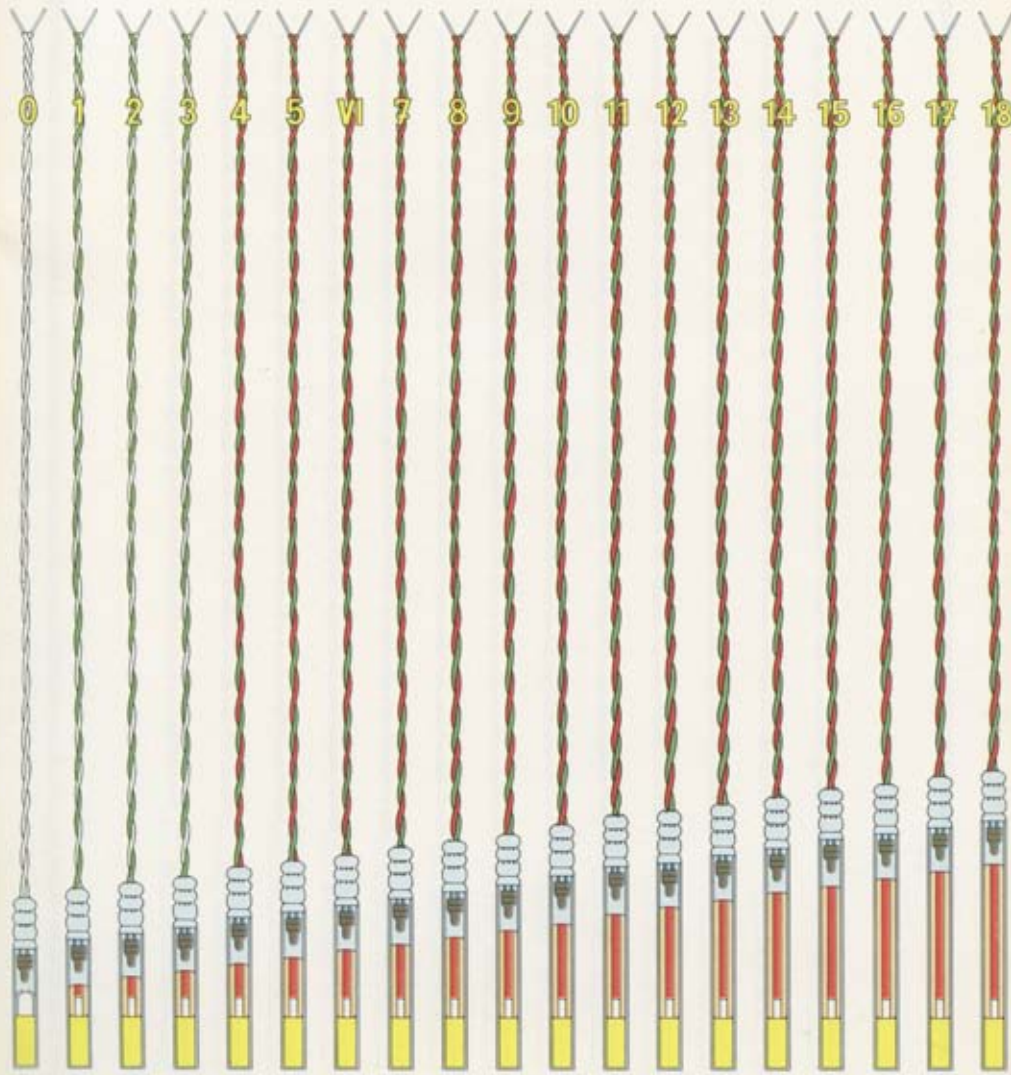


**Millisekündenzünder, schlagwettersicher**

Intervall: 30 Millisekunden

Zeitstufen: 0-16

Drahtfarben: Zeitstufe 0 = weiß; Zeitstufen 1-3 = grün-weiß; Zeitstufen 4-16 = grün-rot



**Millisekündenzünder**

Intervall: 30 Millisekunden

Zeitstufen: 0-18

Drahtfarben: Zeitstufe 0 = weiß; Zeitstufen 1-3 = grün-weiß; Zeitstufen 4-18 = grün-rot

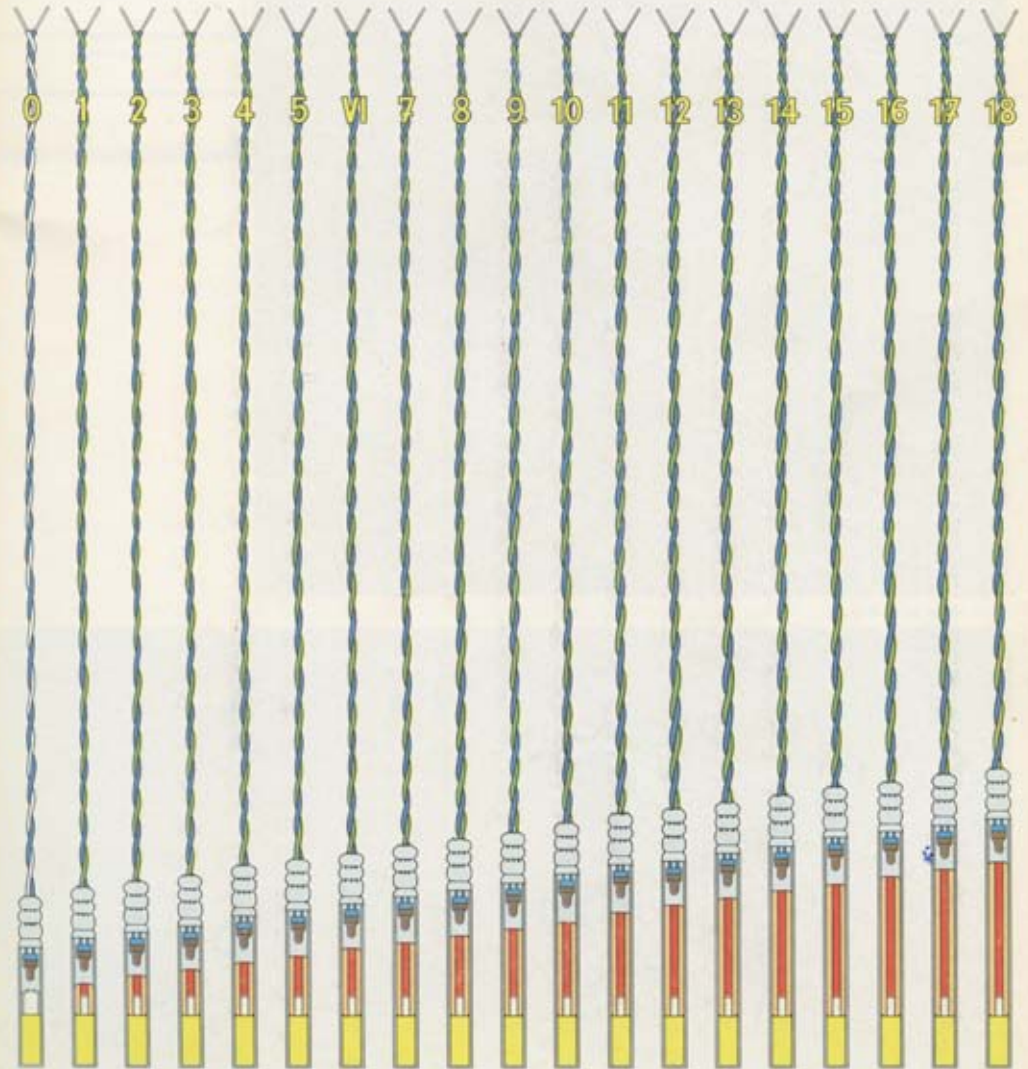


**HU-Halbschulzender**

Intervall: 1/2 Sekunde

Zeitstufen: 0-12

Drahtfarben: Zeitstufe 0 = dunkelblau-weiB; Zeitstufen 1-12 = dunkelblau-rot



**HU-Millisekundenzünder**

Intervall: 30 Millisekunden

Zeitstufen: 0-18

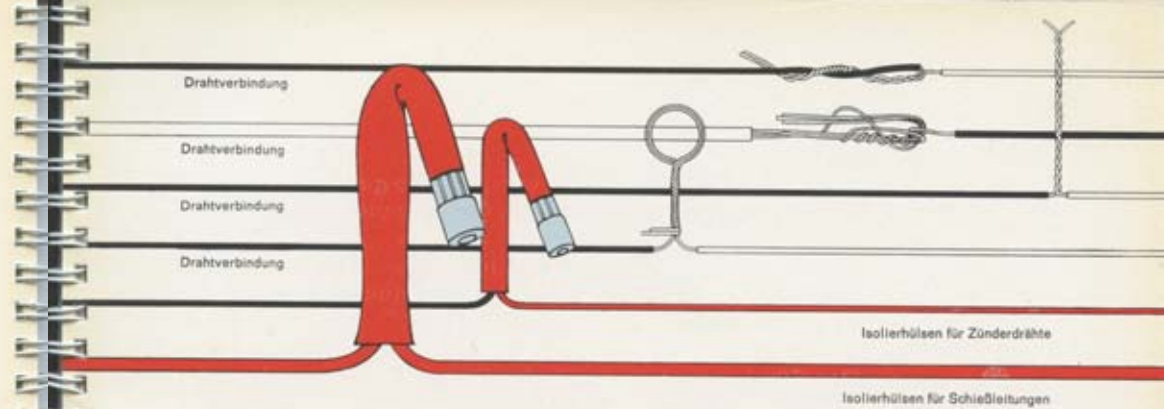
Drahtfarben: Zeitstufe 0 = dunkelblau-weiB; Zeitstufen 1-18 = dunkelblau-grün



Vorbereitung zur Sprengung



Sprengung



### Hinweise für die Anwendung elektrischer Zünder

#### Allgemeines

Bei der Anwendung von elektrischen Zündern ist die Beachtung folgender Hinweise zur Gewährleistung der Sicherheit und zum Erreichen eines sicheren Sprengerfolges unerlässlich:

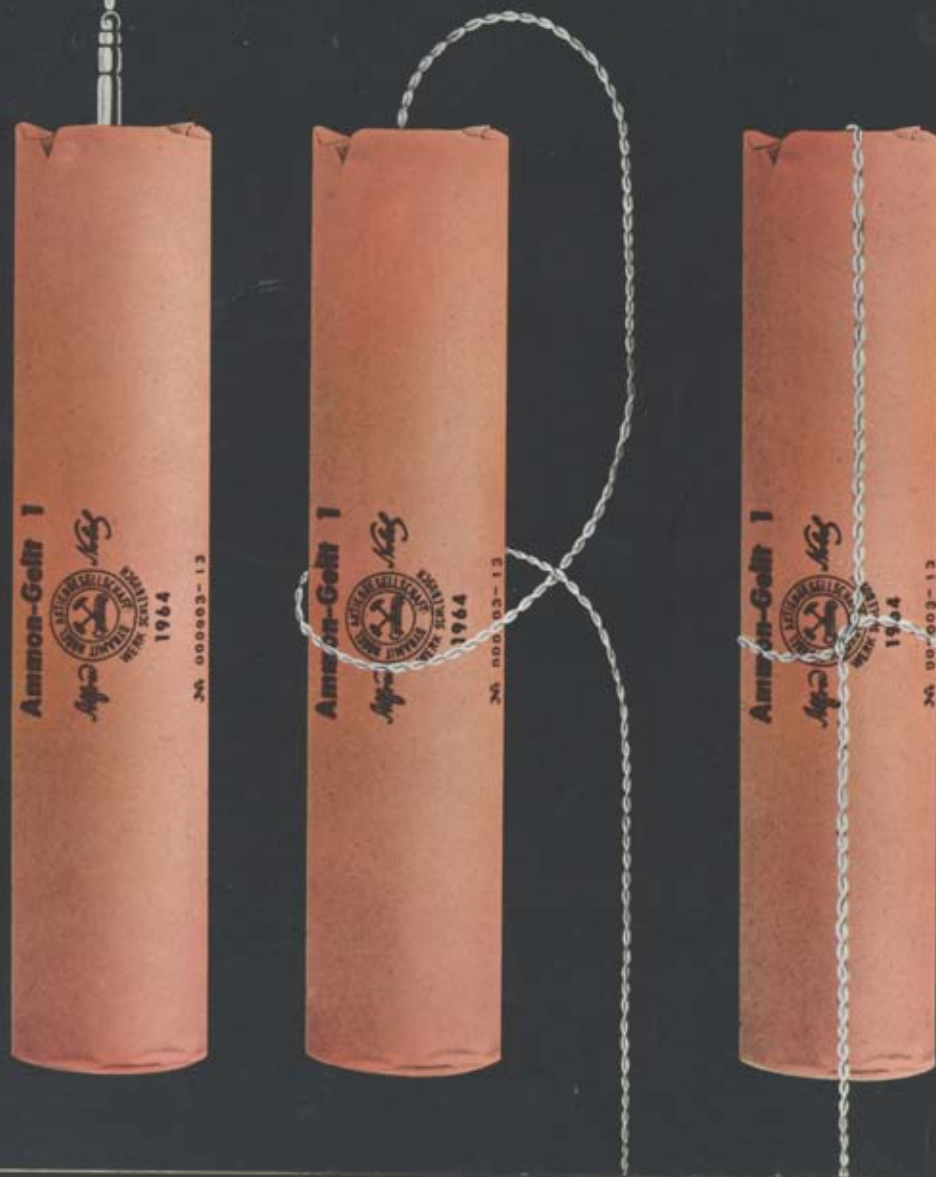


Nach der Sprengung



1. Die Zünder müssen vor Schlag und Stoß geschützt werden und sind mit Vorsicht und Sorgfalt zu handhaben.
2. Die zusammengelegten Zünderdrähte sind vorsichtig auseinanderzunehmen, damit sich keine Schlaufen bilden.
3. Der Zünder muß fest mit der Schlagpatrone verbunden werden, damit er beim Einbringen der Schlagpatrone in das Bohrloch nicht herausgerissen wird. Hierzu sind die Drähte des vollständig in die Schlagpatrone eingesetzten Zünders mittels einer Schlaufe quer um die Patrone zu legen und zu befestigen.
4. Bei der Verwendung von Zeitzündern ist darauf zu achten, daß die einzelnen Zeitstufen in der richtigen Reihenfolge (0, 1, 2, 3 usw.) eingesetzt werden.
5. Die Verbindung der Zünder untereinander und mit der Schießleitung muß einwandfrei sein. Die Drahtenden sind vorher von der Isolation zu befreien und blank zu machen. An feuchten Orten empfiehlt es sich, die Verbindung mittels Isolierband zu isolieren oder Isolierhülsen (Schnellverbinder) zu verwenden.
6. Vor dem Anschließen des Zündkreises an die Zündmaschine ist zu empfehlen, seinen Gesamtwiderstand mit einem Ohmmeter zu prüfen. Der dabei gemessene Wert soll mit dem errechneten Wert in etwa übereinstimmen und darf den auf dem Leistungsschild der Zündmaschine angegebenen Höchstwiderstand nicht überschreiten. Aus Sicherheitsgründen darf diese Widerstandsmessung in der Regel nur in sicherer Entfernung von der Zündstelle aus erfolgen. Wenn jedoch ein Prüfgerät vorhanden ist, dessen Aufbau volle Gewähr dafür bietet, daß eine ungewollte Zündung nicht möglich ist, wie z. B. bei dem im deutschen Bergbau amtlich zugelassenen Zündkreisprüfer ZEB/VO\*, so kann auch vor Ort gefahrlos geprüft werden.

\*VO – vor Ort





**DYNAMIT NOBEL**  
AKTIENGESELLSCHAFT  
Zündhütchenfabrik Troisdorf

**Schlagwettresicher**

**100 Stück**  
**Millisekundenzünder**  
mit Brückenzündpille

**Zeitstufe 1**

ca. 30 Millisekunden Verzögerung  
Kupfer-Sprengkapsel Nr. 8  
2,5 m mopolamisolierte Stahlleitung  
3,4 - 4,4 Ohm Gesamtwiderstand  
1,4 - 1,6 Ohm Brückenwiderstand  
Fertigungsdatum: August 1965

Kom.

**Verpackung**

Die elektrischen Zünder werden in Bündeln zu 10 Stück verpackt. Je 10 Bündel = 100 Zünder werden zu einem Paket vereinigt und mit starkem Packpapier umhüllt oder in Pappschachteln verpackt, 10 solcher Pakete = 1000 Zünder werden in einer Holzkiste, deren Wandstärke mindestens 18 mm beträgt, verpackt. Bei Seetransport erhält die Holzkiste zusätzlich eine wasserdicht verlötete Zinkinnenkiste. Jedes Zünderpaket ist mit einem Inhaltzettel versehen. Dieser enthält Angaben über Anzahl und Art der Zünder, den Zünderdraht, den Brückenwiderstand, den Gesamtwiderstand sowie Monat und Jahr der Herstellung. Der Inhaltzettel muß etwaigen Beanstandungen beigelegt werden.

**Zündmaschinen**

Jede Zündmaschine ist für einen bestimmten höchstzulässigen Zündkreiswiderstand bzw. für eine bestimmte Energieabgabe gebaut. Dieser Widerstand ist meist auf dem Typenschild angegeben. Wichtig ist also nicht die Zünderzahl, sondern der Gesamtwiderstand, der sich aus den Widerständen der Zünder, der Verlängerungsdrähte und der Schießleitung zusammensetzt. Wird dieser höchstzulässige Widerstand überschritten, so besteht die Gefahr von Versagern. Besonders wichtig ist es, möglichst wenig Verlängerungsdrähte und Schonenden zu verwenden, weil diese dünnen Drähte den Gesamtwiderstand stark erhöhen.

Neben dem Gesamtwiderstand ist auch die von der Zündmaschine abgegebene elektrische Energie [mWs] für das sichere Abtun elektrischer Zünder zu beachten. Deshalb können U- und HU-Zünder auch nicht mehr mit den bisher gebräuchlichen elektro-dynamischen Zündmaschinen gezündet werden. Dafür sind am besten die neuentwickelten Kondensatorzündmaschinen (Typen CA bzw. CU und HU) geeignet. Es ist hier nicht möglich, alle auf dem Markt befindlichen Zündmaschinen aufzuzählen. Deshalb beschränken wir uns auf die in der untenstehenden Tabelle aufgeführten Maschinen, die in Deutschland hergestellt werden. Wenn andere Zündmaschinen vorhanden sind, so stehen wir gern zur Beratung zur Verfügung.

ZÜNDMASCHINEN GEEIGNET FÜR	NORMAL (A)-ZÜNDER	U-ZÜNDER	HU-ZÜNDER
ZEB/A 20 K	■		
ZEBF/A 50 K	■		
ZEBD/A 50 K	■		
ZEB/A 80 K	■		
ZEB/A 80 K/C = U 50 K/C	■	■	
ZEB/CA 30 K = CU 10 K	■	■	
ZEB/CA 30 = CU 10	■	■	
ZEB/CA 50 K = CU 30 K	■	■	
ZEB/CA 50 = CU 20	■	■	
ZEB/CA 100 K = CU 50 K	■	■	
ZEB/CA 100 = CU 50	■	■	
ZEB/CA 160 K = CU 80 K	■	■	
ZEB/CA 160 = CU 80	■	■	
ZEB/HU 80	■	■	■
ZEB/HU 160	■	■	■

Obersicht über die in Deutschland verwendeten Zündmaschinen (bei Verwendung anderer Zündmaschinen oder anderer Stromquellen beraten wir gerne).

K = schlagwettresichere Ausführung

■ In Deutschland z. Zt. nur mit Sondergenehmigung der zuständigen Behörden

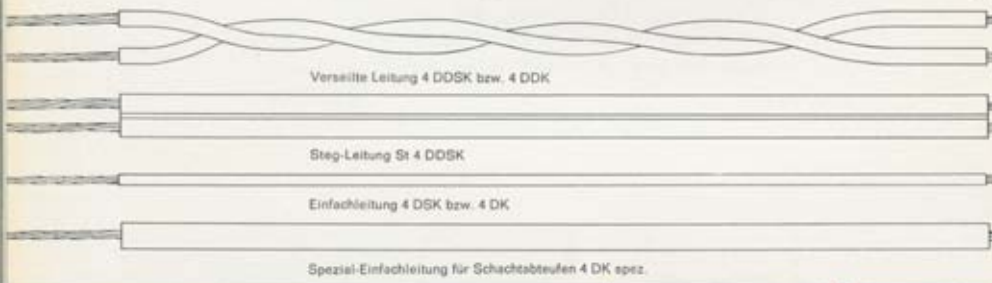
**Zusammenschuß verschiedener Zündertypen** ■

Zündertypen, die zu ihrer Zündung verschieden hohe Mengen elektrischer Energie erfordern, dürfen in keinem Fall zusammen im gleichen Zündkreis verwendet werden. Das betrifft die sich unterscheidenden A-, U- und HU-Zünder und die Zünder verschiedener Hersteller. Bei einem solchen Zusammenschuß würde in jedem Fall der elektrisch empfindlichere Zünder detonieren und damit den Zündstromkreis unterbrechen, bevor der elektrisch unempfindlichere Zünder genügend Zündenergie erhalten hat. Die Folge davon wären Versager.

Die normalempfindlichen A-Zünder von DYNAMIT NOBEL werden in ausgewählten Widerstandsgruppen geliefert, deren Brückenwiderstände sich um nicht mehr als 0,2 Ohm unterscheiden.

Momentzünder, Millisekundenzünder und Halbsekundenzünder können ohne weiteres zusammen verwendet werden, wenn sie gleichen oder benachbarten Widerstandsgruppen angehören. Der Brückenwiderstand, bzw. die Widerstandsgruppe ist neben dem Gesamtwiderstand des Zünders auf jedem Zünderpaket vermerkt.

**Schießleitungen** ■



Schießleitungen	Stahldrahtlitze		Kupferdrahtlitze	
	Typenbezeichnung	Widerstand Ohm/100 m	Typenbezeichnung	Widerstand Ohm/100 m
<b>Einfachleitung</b> in Rollen von 100 oder 500 m Länge Aufbau: 3 Stahldrähte und 1 Kupferdraht von je 0,6 mm Durchmesser, etwa 1,5 mm Litzendurchmesser, mit Mipolam-Isolierung etwa 2,5 mm Außendurchmesser	4 DSK	4,5	4 DK	1,5
<b>Verseilte Leitung</b> (Doppelleitung) in Rollen von 100 m Länge Aufbau: wie Pos. 1, jedoch 2 Einfachleitungen miteinander verseilt	4 DDSK	9	4 DDK	3,0
<b>Stegleitung</b> in Rollen von 100 m Länge Aufbau: wie Pos. 1, jedoch 2 Einfachleitungen durch Mipolam-Steg miteinander verbunden	St 4 DDSK	9	-	-
<b>Spezial-Einfachleitung für Schachtabteufen und Zünden mit hoher Spannung</b> in Rollen von 100 m Länge Aufbau: wie Pos. 1, mit verstärkter Mipolam-Isolierung, etwa 5 mm Außendurchmesser	-	-	4DKspez.	1,5
<b>Verlängerungsdraht</b> in Rollen von 100 m oder 1000 m Länge, 0,6 mm Drahtdurchmesser mit Mipolam-Isolierung	VS	50	VK	6,1

Sprengschnur Dynacord Seite 51-58

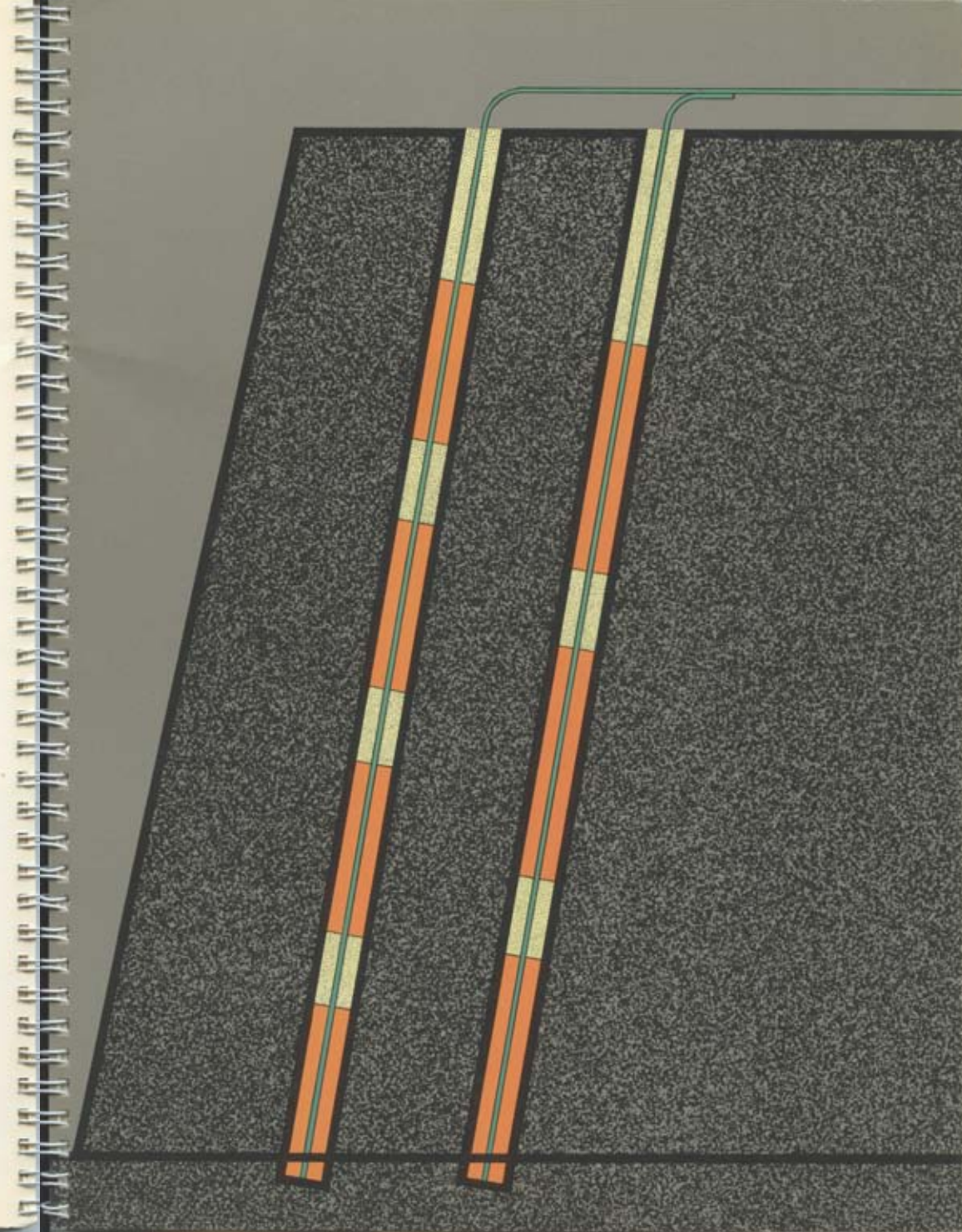
Aufbau und Wirkungsweise Seite 55-56

Hinweise für die Anwendung Seite 56-58

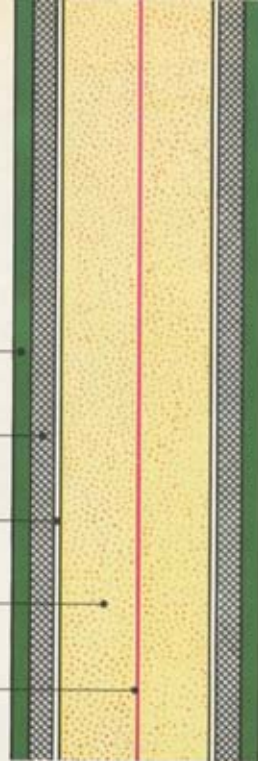
Detonationsverzögerer Seite 58-59

Anwendung und Wirkungsweise Seite 59

Verbindungskapseln für Unterwassersprengungen Seite 59-60



MIPOLAM-HÜLLE ●  
 UMSPINNUNG ●  
 KUNSTSTOFF-FOLIE ○  
 SPRENGSTOFFSEELE ●  
 MARKENFADEN ●



#### Aufbau und Wirkungsweise

Die von DYNAMIT NOBEL hergestellte Sprengschnur ähnelt in ihrem Aufbau der Schwarzpulverzündschnur. Sie enthält jedoch statt einer Schwarzpulverseele das hochbrisante Pentaerythrittetranitrat – Nitropenta. Die Sprengstoffseele ist von einer Kunststoffolie umgeben, die wiederum in mehreren Lagen mit Hanf- und Baumwollgarn umspinnen ist. Diese Umspinnung ist mit thermoplastischem Kunststoff ummantelt. Die Umhüllung gibt dem Sprengstoff einen guten Einschluß und macht die Sprengschnur unempfindlich gegen mechanische Beanspruchungen sowie gegen Feuchtigkeit.

Sprengschnur benötigt zu ihrer Zündung den Detonationsstoß einer Sprengkapsel bzw. eines scharfen elektrischen Zünders, um auf ihrer ganzen Länge das Initiiervermögen einer Sprengkapsel zu erhalten. Die Detonationsgeschwindigkeit beträgt dann etwa 7.000 m/s. Die Sprengschnur initiiert nicht nur den Sprengstoff, sondern löst auch die Detonation einer oder mehrerer dicht angelegter Sprengschnüre aus. Mit unserer Sprengschnur kann eine beliebig große Anzahl von Sprengschüssen in einem Zündgang gleichzeitig abgetan werden. Das ausgezeichnete Initiiervermögen macht die Sprengschnur von DYNAMIT NOBEL besonders geeignet für Kammer- und Großbohrloch-Sprengungen. Die wasserdichte Umhüllung der Sprengschnur gestattet ihre Verwendung auch bei allen Spreng-

arbeiten unter Wasser. Die Verwendung von Sprengschnur bietet einige wichtige Vorteile. Vor allem ist die Initiierung von langen Ladesäulen und von durch Zwischenbesatz getrennten Ladesäulen möglich, ohne mehrere Zünder im Bohrloch zu benutzen. Außerdem können bei Großsprengungen, bei denen das Laden der Bohrlöcher sehr lange Zeit in Anspruch nimmt, alle Bohrlöcher geladen werden, ohne daß sich auch nur ein einziger Zünder in einem Bohrloch befindet.

## Hinweise für die Anwendung

### 1. Schneiden von Sprengschnur

Die jeweils benötigte Sprengschnurlänge wird mit einem scharfen Messer auf einer Holzunterlage senkrecht zur Längsachse abgeschnitten.

Um ein Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, wird die Schnittstelle mit Isolierband oder einer besonderen Aluminiumkappe abgedichtet.

### 2. Verbindung von Sprengschnur mit dem Zünder

Zur Zündung von Sprengschnur ist ein scharfer elektrischer Zünder bzw. eine Sprengkapsel erforderlich. Zünder oder Sprengkapsel sollen in ihrer ganzen Länge an der Sprengschnur anliegen, wobei der Sprengkapselboden in Richtung des Detonationsverlaufs zeigen muß.

Der Zünder muß so befestigt werden, daß er nicht durch Ziehen an den Zünderdrähten gelöst werden kann. Als Hilfsmittel empfehlen wir dazu Isolierband. Außerdem kann auch eine Verbinderhülse verwendet werden.

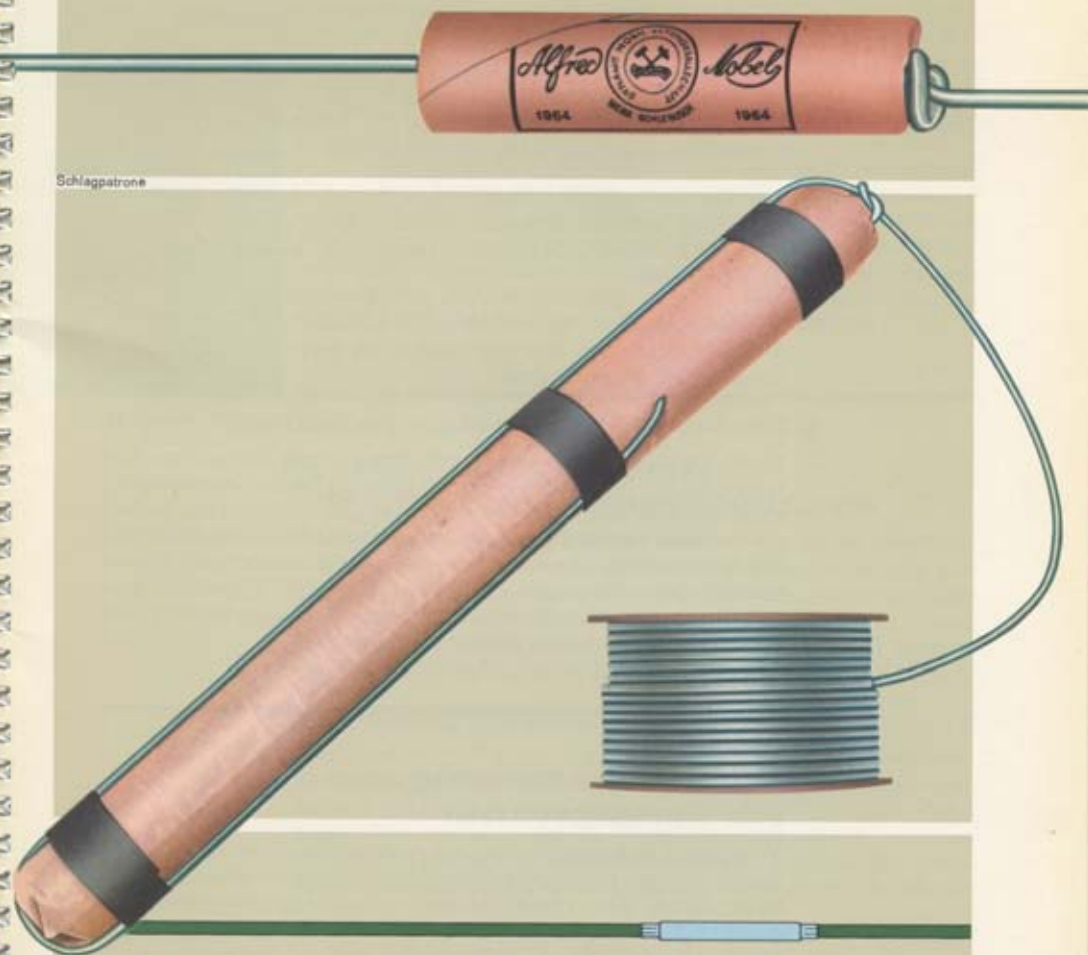
### 3. Sprengschnurverbindungen

Es wird sich oft nicht vermeiden lassen, daß Sprengschnurstücke miteinander verbunden werden müssen. Bei allen Sprengschnurverbindungen ist darauf zu achten, daß sie außerhalb des Bohrloches bleiben. Im anderen Fall ist es leicht möglich, daß die Verbindung bei der Ladearbeit zerrissen wird.

Die Verbindung ist auf mindestens 20 cm Länge herzustellen. Zur Befestigung der Enden ist Isolierband zu empfehlen. Damit können auch gleichzeitig die Schnittstellen abgedichtet werden.

Verbindung der Sprengschnur mit dem Zünder

Schlagpatrone



Sprengschnurverbindungen



#### 4. Sprengschnurabzweigungen

Abzweigungen müssen mindestens auf 10 cm Länge dicht an der Hauptleitung liegen.

Die Abzweigungen müssen unbedingt von der Hauptsprengschnur (Leitschnur) in die Richtung des Detonationsverlaufs zeigen, da sonst die Detonationsübertragung nicht gewährleistet ist.

Zur Herstellung der Verbindung empfehlen wir die Verwendung von Isolierband. Knicke, Schlingen und Überkreuzungen der Sprengschnur sind unter allen Umständen zu vermeiden.

Werden mehrere Sprengschnüre parallel geführt, so muß der Abstand von Sprengschnur zu Sprengschnur mindestens 20 cm betragen.

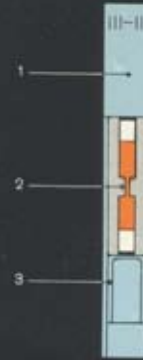
#### 5. Einführen der Sprengschnur ins Bohrloch

Es ist zu empfehlen, die Sprengschnur mit der ersten Patrone bis ins Bohrlochtiefe zu führen. Dadurch ist sichergestellt, daß alle Teile der Ladesäule detonieren, selbst wenn beim Laden Patronen im oberen Teil des Bohrloches steckenbleiben, ohne mit den bereits im Bohrlochtiefe befindlichen Patronen Kontakt zu haben. Verschiedene Möglichkeiten zur Herstellung von Schlagpatronen mit Sprengschnur zeigen die Abbildungen.

### Detonationsverzögerer für Sprengschnur

Werden bei einer Sprengschnur-Zündanlage alle Bohrlocher direkt durch die Hauptsprengschnur (Leitschnur) bzw. durch die verschiedenen Abzweigsprengschnüre gezündet, so kann man diese Art der Zündung als Momentzündung bezeichnen. Infolge der hohen Detonationsgeschwindigkeit der Sprengschnur tritt keine wahrnehmbare Verzögerung zwischen den verschiedenen Bohrlochern oder Bohrlochreihen ein. Wenn eine Verzögerung erforderlich ist, kann die Sprengschnur eines jeden Bohrlochs mit einem besonderen Zünder initiiert werden. Dafür kommen in erster Linie Millisekundenzünder in Frage.

Außerdem stellt DYNAMIT NOBEL für diesen Zweck auch besondere Detonationsverzögerer her, die ebenfalls die volle Ausnutzung der Vorteile der Millisekundenzündung gestatten. Diese symmetrisch aufgebauten Verzögerungskörper werden mit Brennzeiten von 20 und 50 Millisekunden geliefert. Die Abbildung zeigt einen Schnitt durch einen Detonationsverzögerer.



Detonationsverzögerer  
1 - Außenhülse  
2 - Verzögerungskörper  
3 - Innenhülse

#### Anwendung und Wirkungsweise

Die Sprengschnur wird an der gewünschten Stelle rechtwinklig zu ihrer Längsachse durchgeschnitten. Beide Enden werden bis zum Anschlag von beiden Seiten in die Aluminiumhülse eingeführt. Diese Aluminiumhülse wird an beiden Enden mit einer Sprengkapsel-Anwürgzange angewürgt.

Die von einer Seite ankommende Detonationsfront schlägt durch den Boden der ersten Schutzhülse und zündet die erste Initialladung, die den Verzögerungssatz entzündet. Nachdem der Verzögerungssatz ca. 20 bzw. ca. 50 Millisekunden gebrannt hat, entzündet er die zweite Initialladung, die den Boden der zweiten Schutzhülse durchschlägt und die abgehende Sprengschnur zündet.

### Verbindungskapseln für Unterwassersprengungen

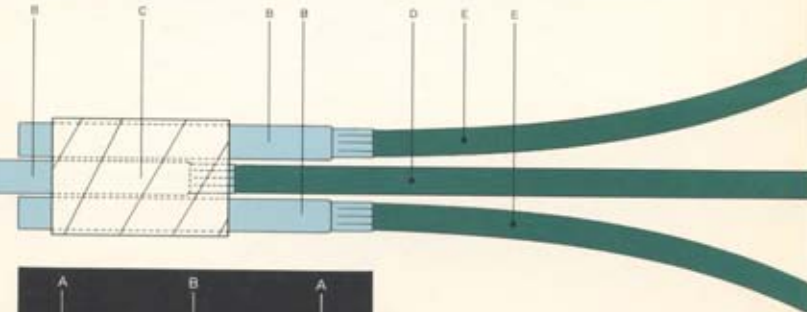
Abzweigungen unter Wasser müssen mit Hilfe von Verbindungskapseln hergestellt werden. Diese bestehen aus einer beiderseits offenen Aluminiumhülse, in deren Mitte ein brisanter Sprengstoff eingepreßt ist, der die Übertragung der Detonation auch bei mehrtägigem Liegen der Zündanlage unter Wasser gewährleistet.

#### Anwendung und Wirkungsweise

Die rechtwinklig zu ihrer Längsachse abgeschnittene Sprengschnur wird bis auf die Ladung in die Verbindungskapsel eingeführt und mittels einer Anwürgzange befestigt. Die verschiedenen Verbindungskapseln werden zweckmäßigerweise durch Isolierband aneinander befestigt. An der Zuführungsseite darf jeweils nur eine Schnur

Sprengschnurverbindung unter Wasser

- A - ankommende Sprengschnur
- B - Verbindungskapseln
- C - Isolierband
- D - abgehende Sprengschnur
- E - Abzweigungen



Übertragungskapseln

- A - Leerraum
- B - Ladung



an die Abzweigstelle herangeführt werden. Die anderen, der Zuführungsseite zugekehrten Enden der Verbindungskapsel bleiben leer.

Bei Sprengarbeiten unter Wasser oder in nassen Bohrlöchern muß die Verbindung des Zünders bzw. der Sprengkapsel mit der Sprengschnur immer über Wasser liegen. Die im Wasser liegenden Sprengschnurenden müssen durch eine Aluminiumkappe abgedichtet werden, um das Eindringen von Wasser in die Sprengschnur von der Schnittfläche her zu verhindern. Die Hülse ist jeweils auf das Ende der Sprengschnur aufzustecken und sorgfältig anzuwürgen.

---