

Dynal Stäbe, Rohre, Platten (1962)



Dynamit Nobel Kunststoffe

Dynal[®] Stäbe, Rohre, Platten

**Dynamit Nobel Aktiengesellschaft
Abt. Kunststoff-Verkauf
Troisdorf Bez. Köln**

INHALTSVERZEICHNIS

Allgemeines	3
Lieferformen	3
Richtwerte für DYNAL	4
Physikalische Eigenschaften	5
Mechanisches Verhalten	5
Wärmebeständigkeit	6
Feuchtigkeitsaufnahme	6
Elektrische Eigenschaften	6
Abbildungen und Tabellen	7
Chemische Beständigkeit	8
Verarbeitung von DYNAL-Halbzeug	9
Verbindungen	10
1. Mechanische Verbindungen	10
2. Schweißen	10
3. Verklebung	11
Anwendungsgebiete	12

* - eingetragenes Warenzeichen

Allgemeines Dynamit Nobel AG. liefert unter der Bezeichnung DYNAL einen Kunststoff in Form von Stäben, Platten, Blöcken und Hohlstäben, ein Halbzeug, das z. B. im Apparate- und Maschinenbau vielfach Verwendung findet. Es stellt eine wirksame Ergänzung des Programms der Dynamit Nobel an technischem Halbzeug dar.

DYNAL wird hergestellt aus dem Acetalharz *Delrin*, welches die Firma Du Pont de Nemours & Co., Arlington, USA, seit einigen Jahren in den Handel gebracht hat. Der Rohstoff ist chemisch ein lineares Polyoxymethylen, dessen Molekülketten aus einer regelmäßigen Folge von CH_2 -Gruppen bestehen, die jeweils durch ein Sauerstoffatom verbunden sind. Die für die Herstellung von Halbzeug geeignete Sorte zeichnet sich durch besonders lange Molekülketten aus.

Lieferformen Das Lieferprogramm von DYNAL-Halbzeug sieht folgende Abmessungen vor:

a) Rundstäbe

Durchmesser: 20; 30; 40; 50 mm
(später 60; 80; 100 mm)
Länge: ca. 1 000 mm

b) Platten

Dicken: 1; 1,5; 2; 3; 4; 5 mm
(später 6 und 8 mm)
Format: 500 x 500 mm

c) Blöcke

Dicken: 10; 20; 30; 40; 50; 60 mm
(später 70; 80; 100 mm)
Format: 500 x 500 mm

d) Hohlstäbe

Für die Hohlabbfertigung sind vorläufig noch keine bestimmten Dimensionen festgelegt. In Fällen, wo Hohlstäbe eingesetzt werden sollen, wird um Anfrage gebeten.

Die Durchmesser- bzw. Dickentoleranz beträgt $\pm 10\%$.

DYNAL wird normalerweise ungefärbt geliefert, d.h. in der gedeckweißen Naturfarbe. Für Anwendungen im Freien wird außerdem das Material mit Graphit- oder Rußzusatz geliefert. Es erscheint dann schwarz. Der Graphit- oder Rußzusatz wirkt in diesem Fall als Stabilisator gegenüber UV-Strahlung, die bei ungefärbtem Material zu Schädigungen führen kann.

Richtwerte für DYNAL®

(Acetalharz DELRIN® der Fa. Du Pont de Nemours)

Rohdichte	DIN 53479	g/cm ³	1,425
Grenzbiegespannung	DIN 53452	kp/cm ²	1100
Schlagzähigkeit	DIN 53453	kpcm/cm ²	> 80
Kerbschlagzähigkeit	DIN 53453	kpcm/cm ²	7
Druckfestigkeit	DIN 53454/Würfel 100 mm Kantenlänge	kp/cm ²	1150
Zugfestigkeit	DIN 53454/Proben- form 1	kp/cm ²	700
Elastizitätsmodul	Biegeversuch	kp/cm ²	32.000
Kugeleindruckhärte	DIN 53456	kp/cm ²	1400
Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens nach Vicat	DIN 53458 VDE 0302 (Luft)	°C °C	75 160
Wärmeleitfähigkeit	VDE 0304	kcal/mh °C	0,198
Lineare Wärmedehnzahl · 10 ⁶	gemessen zwischen 20 u. 50° C	1/°C	80
Brennbarkeit			brennt
Spezifischer Widerstand 4 Tage 80% rel. F.	DIN 53482 und DIN 7708 Bl. 2	Ω cm	5 · 10 ¹⁴
Oberflächenwiderstand 24 Stunden in Wasser	DIN 53482 und DIN 7708 Bl. 2	Ω	5 · 10 ¹³
Dielektrizitätskonstante 4 Tage 80% rel. F. 800 Hz. 10 ⁶ Hz.	DIN 53483 und DIN 7708 Bl. 2		3,8 3,7
Dielektrischer Verlustfaktor 4 Tage 80% rel. F. 800 Hz. 10 ⁶ Hz.	DIN 53483 und DIN 7708 Bl. 2		0,004 0,005
Durchschlagfestigkeit	DIN 53481 (Plattendicke 1 mm)	kV/cm	350
Kriechstromfestigkeit	DIN 53480	Stufe	T 5
Wasseraufnahme	DIN 53472	mg	20

® - Eingetragenes Warenzeichen der Dynamit Nobel AG.

® - Eingetragenes Warenzeichen der Fa. Du Pont

Physikalische Eigenschaften

Die wesentlichen physikalischen Eigenschaften gemessen nach den üblichen Prüfmethode n enthält Tabelle I. Für DYNAL ist eine hochkristalline Struktur typisch. Sie erklärt den geringen kalten Fluß, die hohe Zugfestigkeit und Formsteifigkeit auch bei erhöhter Temperatur. Der sogenannte „kalte Fluß“, d. h. die Formänderung eines Materials unter dauernder mechanischer Belastung, die bei anderen Werkstoffen oft eine empfindliche Grenze für die Anwendung darstellt, ist bei DYNAL ungewöhnlich niedrig. Gerade dies ist einer der besonderen Vorteile, der mitbestimmend ist für die bevorzugte Anwendung des Materials als Konstruktionswerkstoff für Maschinenelemente. Auch bei höheren Temperaturen besitzt DYNAL noch gute mechanische Werte, insbesondere Steifigkeit und Zähfestigkeit.

Der Biegemodul von DYNAL ist ebenso beachtenswert wie die Zugfestigkeit. Er bestätigt die Brauchbarkeit des Materials unter Belastung von -40° bis $+120^{\circ}$ C.

Mechanisches Verhalten

Abbildung 1 zeigt in graphischer Darstellung den Einfluß der Temperatur auf Zugfestigkeit und Dehnung, Abbildung 2 den Elastizitätsmodul bei verschiedenen Temperaturen.

Die Verschleiß- und Abriebfestigkeit von DYNAL ist im allgemeinen gut. Abgesehen davon, daß das Reibverhalten immer davon abhängt, welche Werkstoffe gegeneinander laufen, und mit welcher Belastung, Geschwindigkeit oder Schmierung zu rechnen ist, zeigt sich DYNAL in manchen Fällen ebenso gut oder sogar besser als Polyamid, in anderen Fällen weniger gut.

Tabelle II zeigt das Verhalten von DYNAL in bezug auf Abriebfestigkeit, wenigstens innerhalb eines gewissen Rahmens, der geeignet ist, Anhaltspunkte für andere Fälle zu geben.

Relativer Reibungskoeffizient Dynal/Stahl

bei Schmierung mit Öl	max. 0,1 min. 0,05
bei Schmierung mit Wasser	max. 0,2 min. 0,1
ohne Schmierung	max. 0,3 min. 0,1

Wärmebeständigkeit

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß DYNAL in einem weiten Temperaturbereich eine gute Festigkeit und Steifigkeit besitzt. Die chemische Beständigkeit ist auch bei erhöhten Temperaturen gut. Nach langfristigen Lagerungen bei 85° und 100°C ändert sich die Zugdehnung nur geringfügig. Wohl vermindert sich bei 100°C die Schlagzähigkeit. Im praktischen Gebrauch wurden Teile aus DYNAL schon Temperaturen von 120°C und mehr über mehrere Wochen hindurch ausgesetzt, ohne daß sich wesentliche Veränderungen ergaben. Bisherige Prüfungen lassen erkennen, daß die obere Grenze zulässiger Anwendungstemperaturen in Luft bei ununterbrochener Belastung mit 85°C und bei vorübergehender Belastung mit 120°C als Regel nicht überschritten werden sollte.

Wie die meisten thermoplastischen Kunststoffe hat auch DYNAL einen 5- bis 10mal höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten als die meisten Metalle. Der Wärmeausdehnungskoeffizient von DYNAL beträgt $80 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, er ist bei beweglichen, aus DYNAL gefertigten Teilen zu berücksichtigen.

Feuchtigkeitsaufnahme

Die Feuchtigkeitsaufnahme von DYNAL ist sehr gering. Dies ist neben der schon erwähnten Wärmebeständigkeit die Erklärung für die hohe Formstabilität des Materials und seine besondere Eignung für den Einsatz im technischen Apparatebau und Maschinenbau. Über die prozentuale Maßänderung in Abhängigkeit von der Wasseraufnahme und der Temperatur gibt die graphische Darstellung Abbildung 3 Aufschluß. Bei Zimmertemperatur liegt die Feuchtigkeitsaufnahme unter 0,5%; sie steigt bis zu 1,8% bei 100°C.

Elektrische Eigenschaften

Die elektrischen Werte von DYNAL sind gut und ermöglichen die Verwendung des Materials auch in der Elektrotechnik, obwohl DYNAL nicht als ausgesprochener Isolierstoff entwickelt wurde. Beachtlich ist, daß die elektrischen Eigenschaften über einen weiten Temperatur- oder Frequenzbereich auch bei hohen Feuchtigkeiten beibehalten werden.

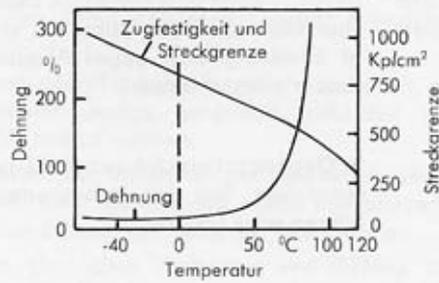


Abb. 1 Einfluß der Temperatur auf Zugfestigkeit und Dehnung von Dynal

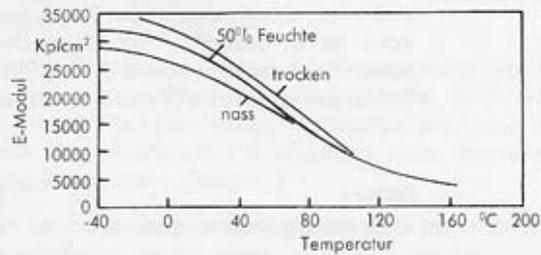


Abb. 2 Elastizitätsmodul (Biegeversuch) von Dynal bei verschiedenen Temperaturen

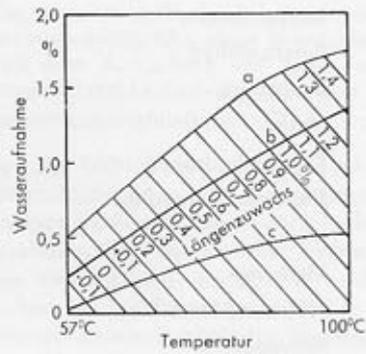


Abb. 3 Maßänderung in % (Zahlen innerhalb des Bildes) in Abhängigkeit von der Wasseraufnahme und der Temperatur
 Kurve a Proben in Wasser gelagert
 Kurve b Proben in Luft von 100% rel. Feuchte gelagert
 Kurve c Proben in Luft von 50% rel. Feuchte gelagert

**Chemische
Beständigkeit**

DYNAL besitzt gute chemische Beständigkeit, insbesondere gegenüber Lösungsmitteln, selbst bei erhöhten Temperaturen. DYNAL ist beständig auch gegen Alkohole, Äther, Kohlenwasserstoffe, Benzin und Motorenöl.

In Gegenwart von Säuren und Laugen ist DYNAL nur beschränkt einsetzbar. Das gilt insbesondere bei starken anorganischen Säuren oder Laugen.

Das Verhalten des Materials zeigt natürlich gewisse Schwankungen je nach Konzentration, Einwirkungsdauer und Temperatur der verwendeten Chemikalien. Leichte Quellungen und damit verbundene Änderungen von Gewicht, Volumen und Zugfestigkeit sind unter Umständen in der Praxis noch durchaus tragbar. Man kann daher bezüglich der chemischen Beständigkeit nur annähernde Angaben machen. In kritischen Fällen muß letzten Endes der praktische Versuch entscheiden.

DYNAL
ist beständig gegen:

Äthylacetat
Äthanol
Aceton
Benzol-Benzin
Butyraldehyd
Essigsäure
Hexan
Kalziumhydroxyd
Kaliumpermanganat
Lanolin
Methanol
Natriumchlorid
Petroleum
Terpentin
Tetrachlorkohlenstoff
Toluol
wäßrige neutrale Salzlösungen

DYNAL
ist **nicht** beständig gegen:

Ameisensäure
Ammoniak
Butylamin
Phenol
Phosphorsäure
Salpetersäure
Salzsäure
Schwefelsäure

Verarbeitung von DYNAL-Halbzeug

DYNAL läßt sich ohne Schwierigkeiten mit allen normalen Standardmaschinen und Standardwerkzeugen spanabhebend bearbeiten.

DYNAL kann gedreht, gebohrt, gefräst, gehobelt, gestoßen, gestanzt, geräumt, gesägt, gerändelt, gekordelt, geschabt, geschliffen und poliert werden.

Gewinde lassen sich maschinell und von Hand aufschneiden bzw. einschneiden. Eine saubere und glatte Bearbeitungs-Oberfläche erfordert den Einsatz von scharfen Werkzeugen.

Wegen des elastischen Verhaltens von DYNAL muß der Gewindebohrer von Handgewindeschneidwerkzeugen ein Übermaß von 0,1 mm und das Gewindeschneideisen ein Untermaß von 0,1 mm haben. Bewährt haben sich scharfe und offene Gewindeschneideisen, die also an einer Stelle getrennt sind, um ein Verändern des Gewindedurchmessers innerhalb bestimmter Grenzen zu gestatten.

Mit scharfen Werkzeugen lassen sich Genauigkeiten von 0,02 mm erzielen. Besondere Oberflächenfeinheit wird durch Schmiermittel mit Öl erreicht. Bei sehr hohen Ansprüchen wird man die Rohlinge vor der maschinellen Bearbeitung einer thermischen Behandlung unterziehen. (Tempern)

Bei der spanabhebenden Bearbeitung und bei hohen Schnittgeschwindigkeiten ist für einen einwandfreien Spanabfluß und für eine entsprechende Kühlung durch Kühl- und Schmiermittel (Wasser, Bohr-Emulsion oder Öl) zu sorgen. Da beim Sägen des Materials kleine Späne wegspritzen, ist die Verwendung einer Schutzbrille oder eine verstellbare Schutzvorrichtung an Band- oder Kreissägen notwendig. Um einer eventuellen Feuersgefahr zu begegnen, ist eine Anhäufung von Dreh- und Bohrspänen zu vermeiden. Wenn DYNAL-Späne aufbewahrt werden müssen, sind Blechkästen mit selbstschließenden Deckeln zu verwenden.

Bei Überhitzung zeigt DYNAL eine leichte bräunliche Verfärbung. Bei stärkerer Überhitzung kann man eine schwache Entwicklung von Formaldehydgas riechen, die zwar nicht gefährlich ist, aber die Nasenschleimhäute reizt. Wenn diese Erscheinungen bei der spanabhebenden Verarbeitung von DYNAL beobachtet werden, so ist es ein Zeichen für das Entstehen zu starker Reibungswärme und diese wiederum ist ein Zeichen für irgendeinen Fehler bei der Verarbeitung. Man muß dann natürlich sofort diesen Fehler festzustellen suchen und ihn beheben.

Wenn in bezug auf Maßhaltigkeit besonders hohe Ansprüche gestellt werden, wird man Konstruktionsteile aus DYNAL tempern, um auch die restlichen Spannungen, die im Materialgefüge

noch vorhanden sind, weitgehend abzubauen. Nach dem Tempern wird man die Formteile vielleicht nochmals nacharbeiten, um so die endgültigen und dann möglichst formbeständigen Maße zu erhalten. Folgende Methoden des Temperns haben sich bewährt:

- a) durch Eintauchen des Halbzeugs in raffiniertes Mineralöl, das auf rund 160°C erwärmt ist.
Die Temperdauer beträgt bei Querschnitten bis zu 25 mm Stärke etwa 30 Minuten.
- b) Starkes Material oder komplizierte Querschnitte werden bei einer Temperatur von etwa 150°C getempert.
Die Temperdauer beträgt eine Stunde pro 25 mm Materialstärke.

Das getemperte Material wird bei Raumtemperatur, die unbedingt luftzugfrei sein muß, langsam gekühlt. Eine beschleunigte Abkühlung ist zu vermeiden, damit keine neuen thermischen Spannungen an der Oberfläche des warmen Materials eintreten können.

Verbindungen 1. Mechanische Verbindungen

Konstruktionsteile aus DYNAL lassen sich mit Schrauben und Nieten fest und dauerhaft zusammenfügen. Es lassen sich aber auch aus DYNAL selbst Schrauben herstellen. Das Material hat – wie schon erwähnt – einen sehr geringen kalten Fluß, ist daher für solche Verbindungselemente besonders geeignet.

2. Schweißen

Eine besondere innige Verbindung von DYNAL-Teilen miteinander ist durch Schweißung zu erreichen. Hierbei gelangen die üblichen Schweißmethoden zur Anwendung.

a) Heißgasschweißen

unter Verwendung eines Heißluftstromes von etwa 300°C bzw. eines Stickstoffgasstromes von etwa 310°C unter Einsatz von Zusatzwerkstoff (Schweißstab) aus DYNAL von $1,2\text{ mm } \phi$.

b) **Heizelementschweißen**

mit einer aufgeheizten, möglichst teflonisierten Alu-Platte, deren Oberflächentemperatur etwa 220–250 °C beträgt.

c) **Wärmeimpulsschweißen**

mittels eines durch einen elektrischen Impuls kurzzeitig aufgeheizten Wärmeimpulsstempels.

d) **Reibungsschweißen**

wobei die zu verschweißenden Teile – meist Rotationskörper – durch Reibungswärme unter Anwendung von Druck miteinander verbunden werden.

Die Festigkeiten der Schweißstellen betragen bei ordnungsmäßiger Ausführung bis zu 90% der Festigkeit von DYNAL.

3. Verklebung

Verbindungen geringer Festigkeit lassen sich durch Verkleben erzielen. Als Kleber haben sich bewährt

Klebstoff	Harz-Grundlage	Festigkeit beim Schervers. kp/cm^2	Maximale Anwend. Temp. °C
EC-711 Fa. Minnesota Mining & Manufacture GmbH, Düsseldorf, Immermannstr. 40	Gummi	35	121
Nr. 4684 Nr. 4695 Fa. Du Pont de Nemours International S.A. 81, Route de l'Aire Genf/Schweiz	Gummi Polyester	21 28	121 93

Überlappte DYNAL-Verbindungen ergeben Scherfestigkeiten von 20–25 kp/cm^2 . Verbindungen von DYNAL und anderen Metallen mit Papier, Holz, selbst mit keramischen Materialien, sind durch Verkleben möglich.

Anwendungsgebiete Für einen neuen Werkstoff wie DYNAL, der wegen seiner besonderen Eigenschaften eine in der Kunststoff-Palette bisher offen gebliebene Lücke schließt, eröffnen sich laufend neue Einsatzgebiete. Aus DYNAL-Halbzeug hergestellte Formteile haben sich besonders im Maschinenbau sehr gut bewährt, z. B. als:

- Abstandstücke
- Achslager
- Buchsen
- Dichtungen
- Gleitbahnbeläge
- Gleitstücke
- Halterungen
- Hebel
- Keilriemenscheiben
- Klemmkeile
- Laufrollen
- Pufferstücke
- Ritzel
- Rollen
- Zahnräder
- etc.

Weitere Anwendungen sind noch in der Erprobung. Im allgemeinen läßt sich feststellen, daß DYNAL besonders da eingesetzt wird, wo der geringe kalte Fluß und die geringe Feuchtigkeitsaufnahme gefordert wird. In den Fällen, wo sich Polyamid bereits bewährte, wird man mit DYNAL kaum Vorteile erzielen. Wohl aber wird man in Fällen, wo Polyamid sich als nicht brauchbar zeigte, vielfach mit DYNAL zum Ziel kommen.

Mit dieser Druckschrift wollen wir nur unverbindlich beraten. In besonders gelagerten Fällen bitten wir um Ihre Anfrage. Wir können dann auf Ihre speziellen Probleme eingehen.