

NOMEX®



NOMEX® TYP 411

NOMEX® Typ 411 ist das nicht kalandrierte Vorprodukt des NOMEX® Typs 410. Das Material steht in fünf Dicken (von 0,13 bis 0,58 mm) zur Verfügung, hat eine Dichte von 0,3 und entsprechend niedrigere Werte bei den dielektrischen und mechanischen Eigenschaften. Anwendungen sind z. B. die Phasenisolation in Motoren und Füller in Transformatorenspulen, bei denen ein großes Volumen und gute Formbarkeit von ausschlaggebender Bedeutung sind. NOMEX® Typ 411 bietet im Vergleich zu NOMEX® Typ 410 eine erhöhte Tränkbarkeit und Sättigung, was es als Wickel- und Lagenisolation in Gießharzanwendungen geeignet macht.

Elektrische Eigenschaften

Tabelle I zeigt die typischen dielektrischen Eigenschaften von NOMEX® Typ 411. Die dort angegebenen Werte für die Stoßspannungsfestigkeit entsprechen den Werten, bei denen während eines Zeitraumes von 10 bis 20 Sekunden bei einer Frequenz von 60 Hz kein Durchschlag auftrat. Diese Werte unterscheiden sich von der Langzeit-Durchschlagfestigkeit. DuPont empfiehlt, mit der Dauer-Spannungsbeanspruchung in Transformatoren nicht über Werte von 1,2 kV/mm hinauszugehen, um die Gefahr von Teilentladungen (Korona) zu minimieren. Die Werte für die Vollwellenimpuls-Stoßfestigkeit in Tabelle I wurden an flachen Bögen gemessen, z.B. in Lagen- und Barriere-Anwen-

dungen. Auch die Geometrie der verwendeten Anordnung hat einen Einfluss auf die tatsächliche Impulsfestigkeit des Materials. Die Werte für die Durchschlagfestigkeit sind typische Werte, die nicht für die Auslegung benutzt werden sollten. Entsprechende Werte sind auf Anforderung verfügbar.

Der Einfluss der Temperatur auf die Durchschlagfestigkeit und die Dielektrizitätskonstante von NOMEX® Typ 410 zeigt Bild 1 des zugehörigen Datenblattes. Da NOMEX® Typ 411 in seiner chemischen Zusammensetzung identisch mit NOMEX® Typ 410 ist, reagieren seine dielektrischen Eigenschaften auch ähnlich auf Temperaturänderungen im Bereich bis einschließlich 220°C.

Die Unempfindlichkeit der Durchschlagfestigkeit von NOMEX® Papieren gegenüber Feuchtigkeit (Luftfeuchtigkeit) ist für NOMEX® Typ 410 in Tabelle II des zugehörigen Datenblattes gezeigt. Entsprechendes gilt auch für NOMEX® Typ 411. Obwohl die Papiere des NOMEX® Typs 411 bei einer sechstägigen Exposition bei 96% relativer Luftfeuchtigkeit bis zu 16% Wasser aufnehmen, behalten sie doch mindestens 85% ihrer Durchschlagfestigkeit im absolut trockenen Zustand. Dies steht im deutlichen Gegensatz zu dem Verhalten der meisten porösen Isolierstoffe.

Mechanische Eigenschaften

Die typischen Werte der mechanischen Eigenschaften von NOMEX® Typ 411 sind in Tabelle II wiedergegeben.

TECHNISCHES DATENBLATT

Der Einfluss der Temperatur auf die Zugfestigkeit und die Dehnung sind für NOMEX® Typ 410 in Bild 5 des zugehörigen Datenblattes gezeigt. Die Einflüsse einer kurzfristigen Einwirkung von Temperaturen bis einschließlich 220°C sind bei Papieren des NOMEX® Typs 411 ähnlich. Darüber hinaus kann die Zugfestigkeit von NOMEX® Typ 411 jedoch durch eine Wärmebehandlung unter bestimmten spezifischen Bedingungen deutlich erhöht werden.

Thermische Eigenschaften

Die Arrheniuskurven des thermischen Alterungsverhaltens von NOMEX® sind in den Bildern 7, 8 und 9 des Datenblattes für NOMEX® Typ 410 beispielhaft dargestellt. Das ähnliche Alterungsverhalten von NOMEX® Typ 411 bei erhöhten Temperaturen hat zu der Zulassung als 200°C-Isoliermaterial geführt.

Bitte beachten Sie:

Die in diesem Datenblatt angegebenen Eigenschaften stellen typische oder Durchschnittswerte dar, die nicht als Grenzwerte für die Spezifikation verwendet werden sollten. Sofern nicht anders angegeben, sind alle Eigenschaften in Luft unter "Norm"-Bedingungen (23°C, 50% relative Luftfeuchtigkeit) ermittelt worden. Beachten Sie, dass NOMEX® Papiere – wie andere Produkte der Papierherstellung auch – in Fertigungsrichtung (MD) etwas andere Werte aufweisen als quer zur Fertigungsrichtung (XD). In bestimmten Anwendungen (z. B. bei Nutenauskleidungen für Motoren) ist es erforderlich, das Papier in der optimalen Richtung zu orientieren, um die bestmögliche Leistung zu erreichen.

Tabelle I – TYPISCHE DIELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN

Nennstärke (mil) (mm)	5 0,13	7 0,18	10 0,25	15 0,38	23 0,58
Durchschlagfestigkeit - Wechsellastspannung- stoßbelastung ^{a)}					
(V/mil)	220	240	240	240	230
(kV/mm)	9	9	9	9	9
- Vollwellenimpuls ^{a)}					
(V/mil)	450	450	450	400	400
(kV/mm)	18	18	18	16	16
Dielektrizitätskonstante ^{a)}					
bei 60 Hz	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
bei 1 kHz	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
Verlustfaktor ^{a)}					
bei 60 Hz (x10 ⁻⁴)	3	3	3	3	3
bei 1 kHz (x10 ⁻⁴)	5	5	5	5	5

^{a)} ASTM D-149, 50-mm-Elektroden, Stoßbelastung; entsprechend IEC 243-1 Abschnitt 9.1, mit Ausnahme der gleichartigen Elektroden von 50 mm Durchmesser.

^{b)} ASTM D-3426

^{c)} ASTM D-150

STARKE LEISTUNG WENN ES HEISS HERGEHT

Chemische Beständigkeit

Die Eignung von NOMEX® Papier und Presspappe für praktisch alle Arten elektrischer Isolierlacke und Kleber (Polyimide, Silikone, Epoxide, Polyester, Acrylate, Phenole, synthetische Kautschuke usw.) sowie mit anderen Komponenten von elektrischen Geräten zeigt sich sowohl durch die vielen durch UL anerkannten Systeme, die NOMEX® enthalten, als auch auf Grund langjähriger praktischer Erfahrungen. NOMEX® Papiere sind ferner voll kompatibel (und in praktischem Gebrauch) mit Transformator-Kühlflüssigkeiten (Mineral- und Silikonöle sowie synthetische Kühlmittel) sowie mit Schmierölen und den in hermetisch gekapselten Systemen verwendeten Kältemitteln. Allgemein gebräuchliche industrielle Lösungsmittel (Alkohole, Ketone, Aceton, Toluol, Xylol) haben, ähnlich wie Wasser, eine leichte erweichende und quellende Wirkung auf NOMEX® Papier des Typs 411. Diese Einflüsse sind im wesentlichen reversibel, wenn das Lösungsmittel entfernt wird.

Der Sauerstoffgrenzwert (Limiting Oxygen Index, LOI) von NOMEX® Papier Typ 411 – 0,13 mm ist bei Raumtemperatur 28,5% und 21,8% bei 220°C. Werkstoffe mit einem LOI von mehr als 20,8% (in Umgebungsluft) sind nicht verbrennungsunterstützend. NOMEX® Typ 411 – 0,13 mm muss auf Temperaturen über 240°C erhitzt werden, ehe sein LOI unter die Entflammbarkeitsgrenze abfällt, wie in Bild 1 gezeigt wird.

NOMEX® Papier vom Typ 411 bietet aufgrund seiner offeneren Struktur eine höhere Aufnahme von Lacken und Harzen als NOMEX® Typ 410. Der exakte Betrag der Verbesserung hängt dabei von dem verwendeten Tränkmittel, dem Aufbringungsverfahren und der Produktdicke ab. Bei einem Versuch mit dem Handtauchverfahren führte dies zu einer 40 prozentigen Erhöhung der Aufnahme im Vergleich zum Typ 410, bei Vakuumimprägnierung konnten sogar Aufnahmeverbesserungen von bis zu 200% erzielt werden.

Tabelle II – TYPISCHE MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

Neendicke (mil) (mm)		5	7	10	15	23	Prüfverfahren
		0,13	0,18	0,25	0,38	0,58	
Typische Dicke ^{a)} (mil) (mm)		5,5	8,1	10,2	16,8	26,0	TAPPI-411
		0,14	0,20	0,26	0,43	0,66	
Flächengewicht (g/m ²)		42	64	82	134	205	ASTM D-646
Dichte (g/cc)		0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	
Zugfestigkeit (N/cm)	MD	18	27	35	55	71	ASTM D-828
	XD	9	14	20	33	47	
Dehnung (%)	MD	3,6	3,8	3,4	3,7	3,2	ASTM D-828
	XD	4,8	5,6	5,2	5,3	3,9	
Reißfestigkeit nach Elmendorf (N)	MD	1,1	1,6	1,9	4,1	7,4	TAPPI-414
	XD	1,5	2,5	2,5	5,8	9,4	
Einreißfestigkeit ^{b)} (N)	MD	7	10	13	21	30	ASTM D-1004
	XD	4	5	8	14	21	
Schrumpfung bei 240°C (%)	MD	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	
	XD	0,7	0,7	0,9	0,3	0,2	

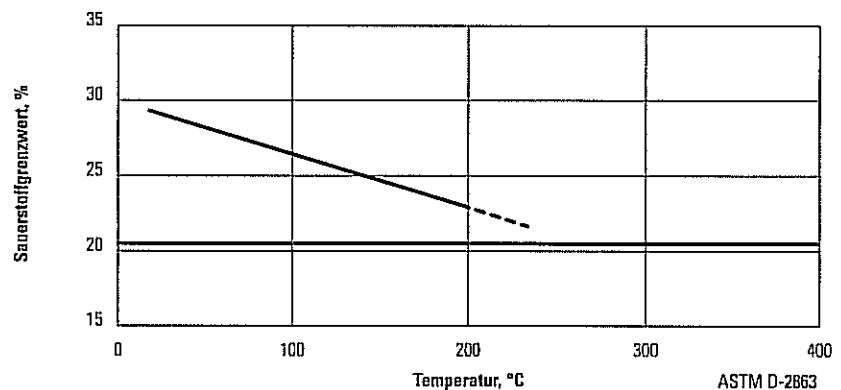
^{a)} Verfahren D; 5 N/cm²

MD = in Laufrichtung des Papiers

^{b)} Die Daten für die Einreißfestigkeit sind nach ASTM D-1004 in der Probenrichtung angegeben. Der Einriss erfolgt im Winkel von 90° zur Probenrichtung. Deshalb wird sich für Papiere mit einer höheren Einreißfestigkeit in Laufrichtung eine höhere Reißfestigkeit in Querrichtung ergaben.

XD = quer zur Laufrichtung des Papiers

Bild 1 – SAUERSTOFFGRENZWERT (LOI) VON NOMEX® TYP 411 – 0,13 MM



DuPont NOMEX®

Postfach 50
CH-1218 Le Grand Saconnex
Genf, Schweiz

Tel.: ++41 22 717 5111

Fax: ++41 22 717 6218

e-mail: info.nomex@che.dupont.com

DuPont NOMEX®

ARCO Tower
8-1, Shimomoguro I-chame
Meguro-ku, Tokyo 153

Japan

Tel.: ++81 3 5434 6609

Fax: ++81 3 5434 6605

DuPont NOMEX®

1122 New World Office Building
East Wing
24 Salisbury Road
Tsimshatsui

Kowloon

Hong Kong

Tel.: ++852 2734 5363

Fax: ++852 2734 5486

e-mail: Sulle-

S.F.Wan@HKG.dupont.com

DuPont NOMEX®

Customer Inquiry Center
5401 Jefferson Davis Highway
Richmond, VA 23234

USA

Tel.: ++1 800 453 8527

++1 804 383 4400

Fax: ++1 800 787 7086

++1 804 383 3963

e-mail: afscedt@usa.dupont.com

DuPont NOMEX®

P.O. Box 2200
Streetsville Postal Station
7070 Mississauga Road

Mississauga, Ontario, L5M 2H3

Canada

Tel.: ++1 905 821 5193

Fax: ++1 905 821 5177

www.dupont.com/nomex

Informationen über die Produktsicherheit erhalten Sie auf Anfrage. Die hier gegebenen Informationen entsprechen unserem derzeitigen Kenntnisstand auf dem beschriebenen Gebiet. Sie dienen lediglich als möglichst hilfreiche Anregungen für Ihre eigenen Versuche. Sie können keine Prüfungen ersetzen, die Sie benötigen, um die Eignung unserer Produkte für Ihre speziellen Anwendungen sicherzustellen. Diese Informationen unterliegen der Überarbeitung, sobald sich neue Erkenntnisse oder Erfahrungen ergeben. Da wir nicht alle Möglichkeiten der Verwendung voraussagen können, übernimmt DuPont keine Gewähr, Haftung oder sonstige Verantwortung im Zusammenhang mit irgend einer Nutzung dieser Informationen. Diese Veröffentlichung begründet keine Lizenz und beabsichtigt nicht die Verletzung etwa bestehender gewerblicher Schutzrechte Dritter.

L-112285-2 02/01

NOMEX®
DU PONT

STARKE LEISTUNG WENN ES HEISS HERGHT