

Connecting**Chemistry**

STARKE
KONSTRUKTIONS-
WERKSTOFFE
ALS METALLERSATZ



POLYMERS DACH

Glasfaserverstärkte Polyamide
im feed-up-Verfahren

NYLAFORCE[®]

NYLAFORCE[®]
dynamic

www.brenntag.de



NYLAFORCE® - Metallersatz durch hoch gefüllte Compounds	5
Physikalische und mechanische Eigenschaften	6
Diagramme ausgewählter Polyamide	
Konditionierung / Bruchdehnung	8
Charpy Schlagzähigkeit / Charpy Kerbschlagzähigkeit	9
NYLAFORCE® Typen	11
Diagramme NYLAFORCE® A	
E-Modul Zug ausgewählter Polyamide / Spannungs-Dehnungs-Kurven NYLAFORCE® A 50.....	12
Spannungs-Dehnungs-Kurven NYLAFORCE® A 60 / Zugfestigkeit ausgewählter Polyamide	13
Diagramme NYLAFORCE® B	
Zugversuch NYLAFORCE® B 50 / Biegeversuch NYLAFORCE® B 50	14
Druckversuch NYLAFORCE® B 50 Z / E-Modul Zug ausgewählter NYLAFORCE® B-Typen	15
Diagramme NYLAFORCE® dynamic	
Spannungs-Dehnungs-Kurven NYLAFORCE® dynamic B 60 / NYLAFORCE® dynamic A 60	16
Vergleich NYLAFORCE® dynamic und PA 66 GF 50 / Zugversuch NYLAFORCE® dynamic B 60	17
Anwendungsbeispiele	18
Verarbeitungshinweise	19



Metallersatz durch hoch gefüllte Compounds

Die Produktgruppen NYLAFORCE® und NYLAFORCE® dynamic sind hoch glasfaserverstärkte und stabilisierte Polyamide. Hervorragende physikalische und mechanische Eigenschaften prädestinieren diese Werkstoffe für technisch anspruchsvolle Applikationen. Eine innovative Fertigungstechnologie, das feed-up-Verfahren, ermöglicht eine äußerst schonende Einarbeitung der Glasfasern in die Polymer-Matrix. Die dadurch erzielten mechanischen Eigenschaften sind einzigartig bei hochverstärkten Polyamiden.

Der E-Modul und damit die Formstabilität liegt deutlich über den Werten konventionell gefertigter Compounds. Zugfestigkeiten von bis zu 300 MPa bei nach wie vor sehr hohem Elastizitätsgrad sowie ausgezeichnete mechanische Festigkeit und Steifigkeit bei gleichzeitig hervorragender Dehnung sind Materialeigenschaften, wie sie von hochverstärkten Polyamiden bisher nicht annähernd erreicht wurden. Die Type NYLAFORCE® dyn-2 A 60 erreicht sogar eine Zugfestigkeit von 320 MPa bei einer Bruchdehnung von 2,7 %.

Aufgrund des Herstellverfahrens nimmt NYLAFORCE® nur langsam Feuchtigkeit auf. Daraus ergibt sich eine hohe Maß- und Eigenschaftsstabilität bei wechselnden Umgebungseinflüssen. In Kombination mit ausgezeichneten Verarbeitungseigenschaften und Oberflächenqualitäten sind NYLAFORCE® Werkstoffe hervorragend zur Substitution von Metallen in unterschiedlichsten Branchen und Anwendungen geeignet.

NYLAFORCE® und NYLAFORCE® dynamic Features

- Hoch glasfaserverstärkte Konstruktionswerkstoffe auf Basis PA 6 und PA 66
- Prädestiniert zur Substitution von Metallen
- Für technische Applikationen mit höchsten Ansprüchen an Festigkeit und Steifigkeit
- Hervorragende physikalische und mechanische Eigenschaften
- Kein PA 6 / PA 66 mit vergleichbaren mechanischen Werten am Markt
- Hoher E-Modul und somit hohe Formstabilität
- Hohe Zugfestigkeit von bis zu 320 MPa bei nach wie vor sehr hohem Elastizitätsgrad
- Dimensionsstabil und verzugsarm
- NYLAFORCE® dynamic speziell für dynamisch hoch belastete Anwendungen
- Bessere Verarbeitungseigenschaften als teilaromatische Polyamide
- Auch zur Extrusion geeignet
- Universelles Anwendungsprofil



Physikalische und mechanische Eigenschaften

STANDARDTYPEN NYLAFORCE®			A 50	dyn A 50	B 50	dyn B 50	A 60	dyn A 60
Glasfasergehalt	–	%	50	50	50	50	60	60
Dichte	ISO 1183	g/cm ³	1,57	1,57	1,57	1,57	1,70	1,70
Zugfestigkeit trocken 23 °C	ISO 527	MPa	260	275	250	270	270	295
Zugfestigkeit konditioniert 23 °C	ISO 527 ISO 1110	MPa	180	190	170	175	200	215
Zugfestigkeit trocken 80 °C	ISO 527	MPa	155	–	140	–	150	200
Zugfestigkeit trocken 120 °C	ISO 527	MPa	135	–	105	–	130	160
Bruchdehnung trocken 23 °C	ISO 527	%	2,9	2,9	3,2	3,3	2,5	2,6
Bruchdehnung konditioniert 23 °C	ISO 527 ISO 1110	%	4,5	4,5	5,5	5,5	3,5	3,5
Bruchdehnung trocken 80 °C	ISO 527	%	3,8	–	7,4	–	3,1	4,0
Bruchdehnung trocken 120 °C	ISO 527	%	6,2	–	7,6	–	5,2	4,3
E-Modul Zug trocken 23 °C	ISO 527	MPa	18 000	18 000	17 500	18 000	21 500	23 000
E-Modul Zug konditioniert 23 °C	ISO 527 ISO 1110	MPa	12 000	12 500	12 000	12 500	16 000	16 500
E-Modul Zug trocken 80 °C	ISO 527	MPa	12 300	–	7 600	–	15 000	14 500
E-Modul Zug trocken 120 °C	ISO 527	MPa	7 900	–	7 400	–	8 900	10 000
Charpy Schlagzähigkeit trocken 23 °C	ISO 179/1eU	kJ/m ²	96	k. B.	100	k. B.	95	100
Charpy Schlagzähigkeit konditioniert 23 °C	ISO 179/1eU ISO 1110	kJ/m ²	96	k. B.	k. B.	k. B.	95	103
Charpy Schlagzähigkeit -30 °C	ISO 179/1eU	kJ/m ²	90	k. B.	k. B.	k. B.	90	98
Charpy Kerbschlagzähigkeit trocken 23 °C	ISO 179/1eA	kJ/m ²	16	16	19	18	17	17
Charpy Kerbschlagzähigkeit konditioniert 23 °C	ISO 179/1eA ISO 1110	kJ/m ²	20	20	30	26	20	19
Charpy Kerbschlagzähigkeit -30 °C	ISO 179/1eA	kJ/m ²	14	15	16	17	16	16
Schmelztemperatur	ISO 3146 (10K/min)	°C	260	260	221	221	260	260
Formbeständigkeit HDT/A	ISO 75	°C	250	250	>200	>200	250	250
Oberflächenwiderstand	DIN IEC 60093	Ohm	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²
Durchgangswiderstand	DIN IEC 60093	Ohm*m	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²
Brennverhalten (3 mm)	UL 94	–	HB	HB	HB	HB	HB	HB
Feuchtigkeitsaufnahme	Ähnlich ISO 62	%	1,4	1,4	1,5	1,5	1,1	1,1
Wasseraufnahme	Ähnlich ISO 62	%	3,8	3,8	4,8	4,8	3,1	3,1
Schwindung Spritzguss	ISO 294 ¹⁾	%	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5

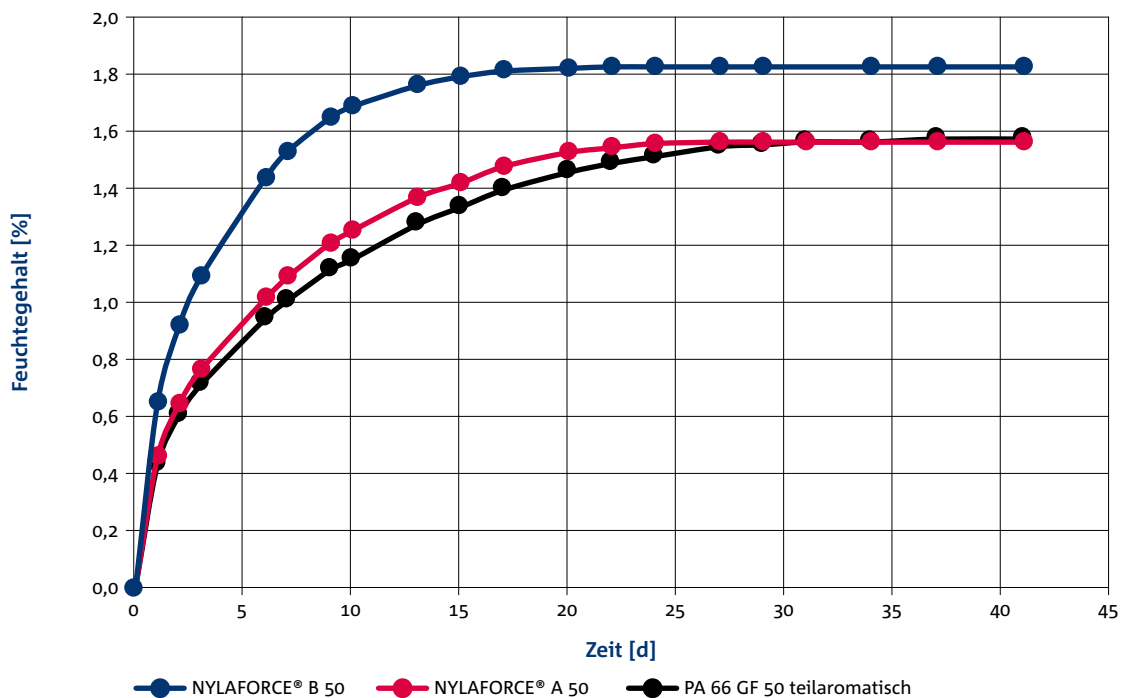
¹⁾ Internes Prüfverfahren in Anlehnung an ISO 294 (Prüfkörper 60 mm x 60 mm x 2 mm)

²⁾ Quelle: www.campusplastics.com

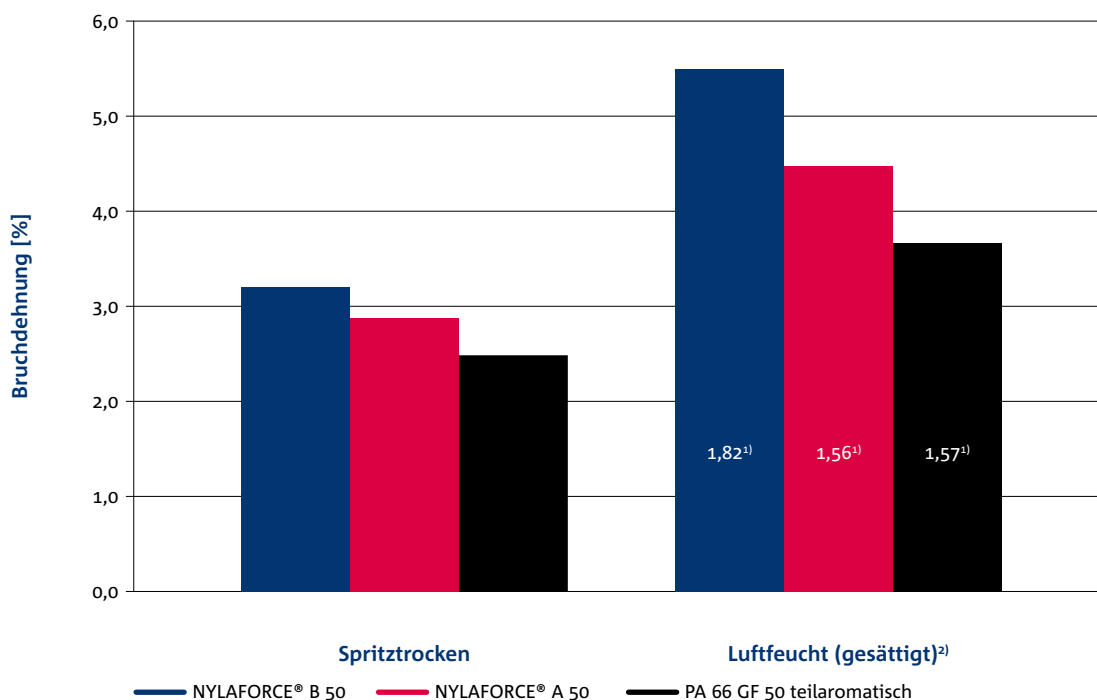
dyn-2 A 60	B 60	dyn B 60	B 70	SPEZIALTYPE A 50 SCHWARZ- 12643	SPEZIALTYPE B 50 Z SCHWARZ	SPEZIALTYPE dyn B 50 Z NATUR	STANDARD PA 66 GF 50 ²⁾	STANDARD PA 66 GF 50 TEILAROMATISCH ³⁾
60	60	60	70	50	50	50	50	50
1,74	1,70	1,70	1,85	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
320	265	285	255	240	220	265	240	250
240	185	195	180	–	150	185	180	220
–	145	175	140	–	–	–	–	–
–	110	140	100	–	–	–	–	–
2,7	2,9	3	2,5	2,5	2,6	3,1	2,5	2,5
3,5	4,5	4,5	3	–	5	4,6	3,5	2,5
–	6,4	5	4,1	–	–	–	–	–
–	5,4	5,5	3,1	–	–	–	–	–
24 000	21 000	22 000	25 000	17 500	16 500	17 500	16 800	18 000
19 500	14 000	14 500	18 000	–	11 500	12 500	12 500	17 000
–	9 800	12 100	12 100	–	–	–	–	–
–	9 600	9 100	11 600	–	–	–	–	–
100	95	k. B.	87	85	85	k. B.	95	90
95	k. B.	k. B.	90	–	86	–	100	90
–	k. B.	k. B.	–	–	–	k. B.	–	–
18	19	19	16	12	14	18	18	15
19	29	25	24	–	26	–	25	15
–	18	18	–	–	–	17	–	–
260	221	221	221	260	221	221	–	–
–	>200	>200	>200	250	>200	>200	–	–
>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	–	–
>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	>10 ¹²	–	–
HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB	–	–
1,1	1,2	1,2	–	1,4	1,5	1,5	–	–
3,1	3,8	3,8	–	3,8	4,8	4,8	–	–
0,2 - 0,5	0,1 - 0,4	0,1 - 0,4	0,1 - 0,3	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	–	–

Diagramme ausgewählter Polyamide

Konditionierung ausgewählter Polyamide (EN ISO 1110)

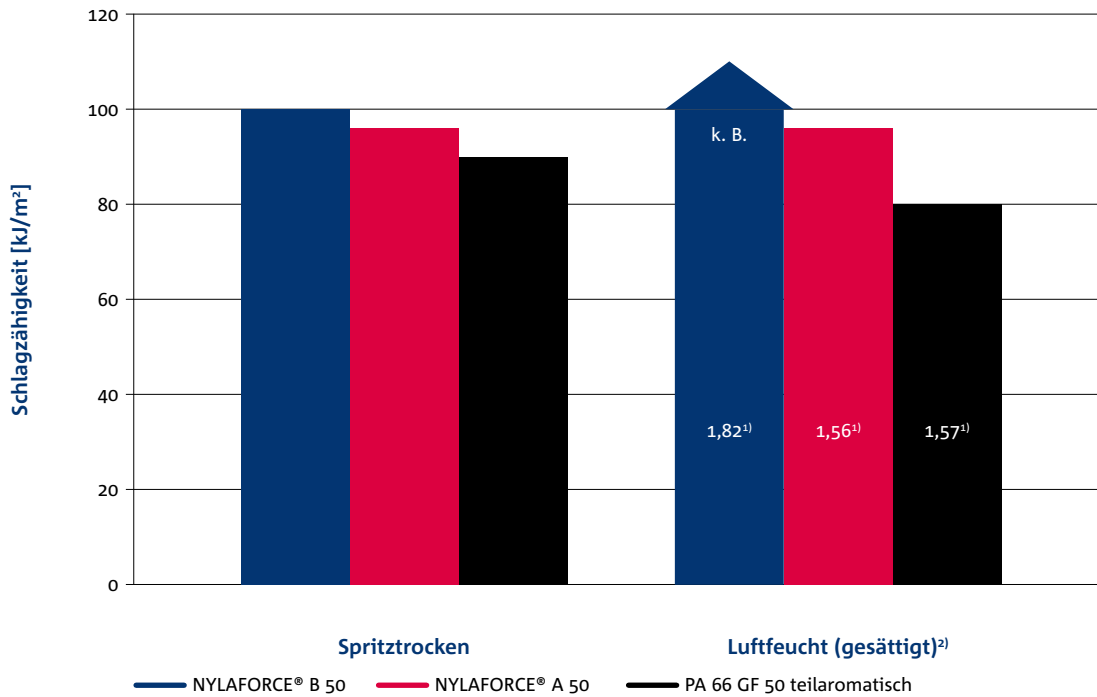


Bruchdehnung ausgewählter Polyamide (ISO 527) bei 23 °C



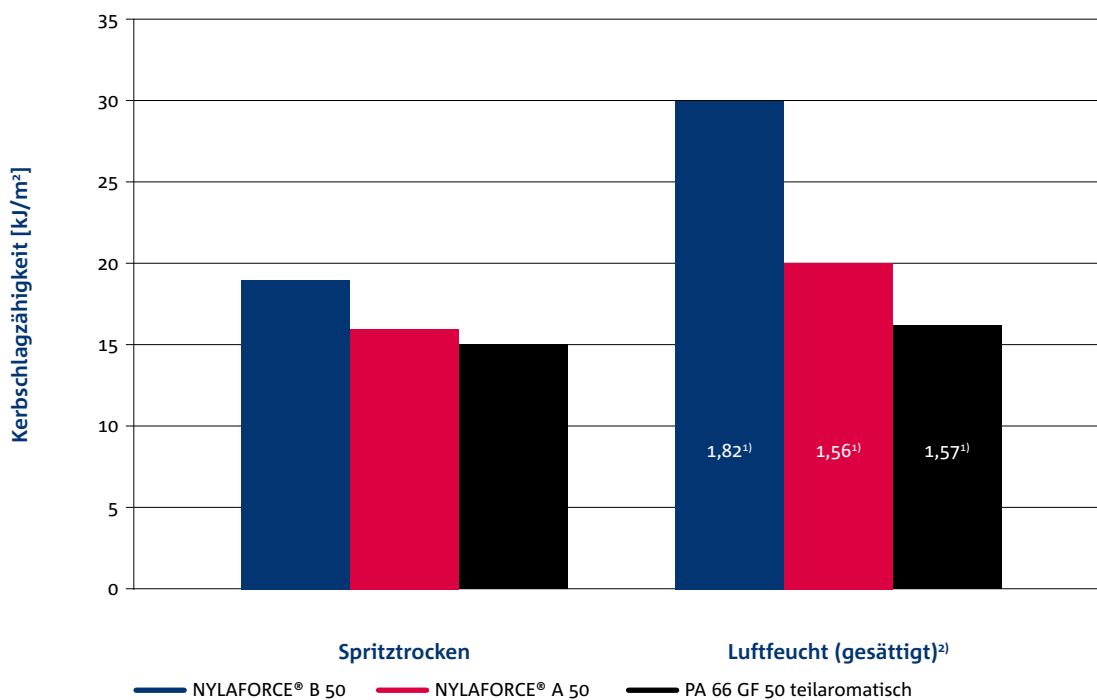
1) Feuchtegehalt
2) Probenlagerung nach EN ISO 1110

Charpy Schlagzähigkeit ausgewählter Polyamide (ISO 179/1eU) bei 23 °C



1) Feuchtegehalt
2) Probenlagerung nach EN ISO 1110

Charpy Kerbschlagzähigkeit ausgewählter Polyamide (ISO 179/1eA) bei 23 °C



1) Feuchtegehalt
2) Probenlagerung nach EN ISO 1110



NYLAFORCE® TYPEN

NYLAFORCE® A

NYLAFORCE® A-Typen auf Basis PA 66 zeichnen sich bei hohen Temperaturen durch enorme Festigkeit aus. Wärmestabilisierte Typen sind daher besonders für hochfeste Teile mit Temperaturbelastungen, z. B. im Kfz-Motorenbereich geeignet. Der Festigkeitsabfall unter Temperatureinwirkung ist bei NYLAFORCE® A deutlich geringer als etwa bei teilaromatischen Polyamiden mit gleicher Glasfaserverstärkung.

Spezialtypen

NYLAFORCE® A 50 SCHWARZ-12643 ist eine Type mit hoher Hydrolysebeständigkeit. Eine spezielle Stabilisierung verleiht dem Werkstoff zusätzlich eine effektive Beständigkeit gegen hydrolytischen Angriff. Die mechanischen Eigenschaften werden hierbei kaum beeinträchtigt.

NYLAFORCE® B

NYLAFORCE® B-Typen auf Basis PA 6 überzeugen insbesondere durch ihr exzellentes Verhalten bei dynamischer Beanspruchung. Das hohe Absorptionspotenzial von kinetischer Energie bei gleichzeitig enormen Festigkeitswerten macht diese Konstruktionswerkstoffe zu echten Alternativen zu Metallen. Eine hervorragende Oberflächenqualität der Spritzteile sowie einfache Verarbeitung sind weitere wichtige Eigenschaften.

Spezialtypen

NYLAFORCE® B 50 Z ist eine schlagzäh optimierte Spezialtype. Das besondere Verhalten dieses Werkstoffs wird erst im Einsatz, unter Einwirkung komplexer Spannungszustände deutlich.

NYLAFORCE® dynamic

NYLAFORCE® dynamic ist die zweite Generation der feed-up-Polyamide. Diese Hochleistungswerkstoffe wurden speziell für dynamisch hoch belastete Anwendungen entwickelt. Die enorme mechanische Festigkeit bei gleichzeitig hervorragender Dehnung qualifiziert NYLAFORCE® dynamic als ideale Alternative zu metallischen Werkstoffen wie z. B. Aluminium, Zink- und Messinglegierungen.

So erreicht NYLAFORCE® dyn-2 A 60 eine Zugfestigkeit von 320 MPa bei einer Bruchdehnung von 2,7 %. Die Type NYLAFORCE® dyn B 50 besteht den Schlagversuch sogar ohne Bruch, bei einer Zugfestigkeit von immerhin 270 MPa und einer Bruchdehnung von über 3 %. Werte, wie sie von Polyamiden mit 50 % Glasfaserverstärkung bisher nicht annähernd erreicht wurden.

NYLAFORCE® und NYLAFORCE® dynamic Typen

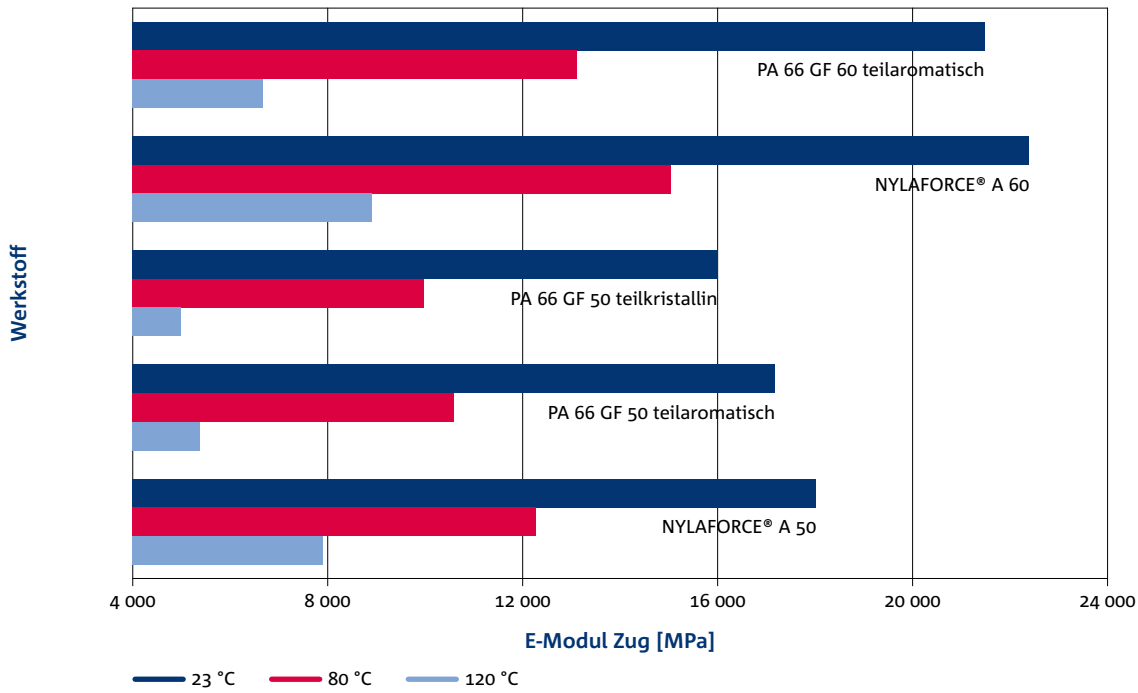
- NYLAFORCE® A 50
- NYLAFORCE® A 60
- NYLAFORCE® B 50
- NYLAFORCE® B 50 Z
- NYLAFORCE® B 60
- NYLAFORCE® B 70
- NYLAFORCE® dyn A 50
- NYLAFORCE® dyn A 60
- NYLAFORCE® dyn-2 A 60
- NYLAFORCE® dyn B 50
- NYLAFORCE® dyn B 50 Z
- NYLAFORCE® dyn A 60

Spezialtypen sind auf Anfrage erhältlich.

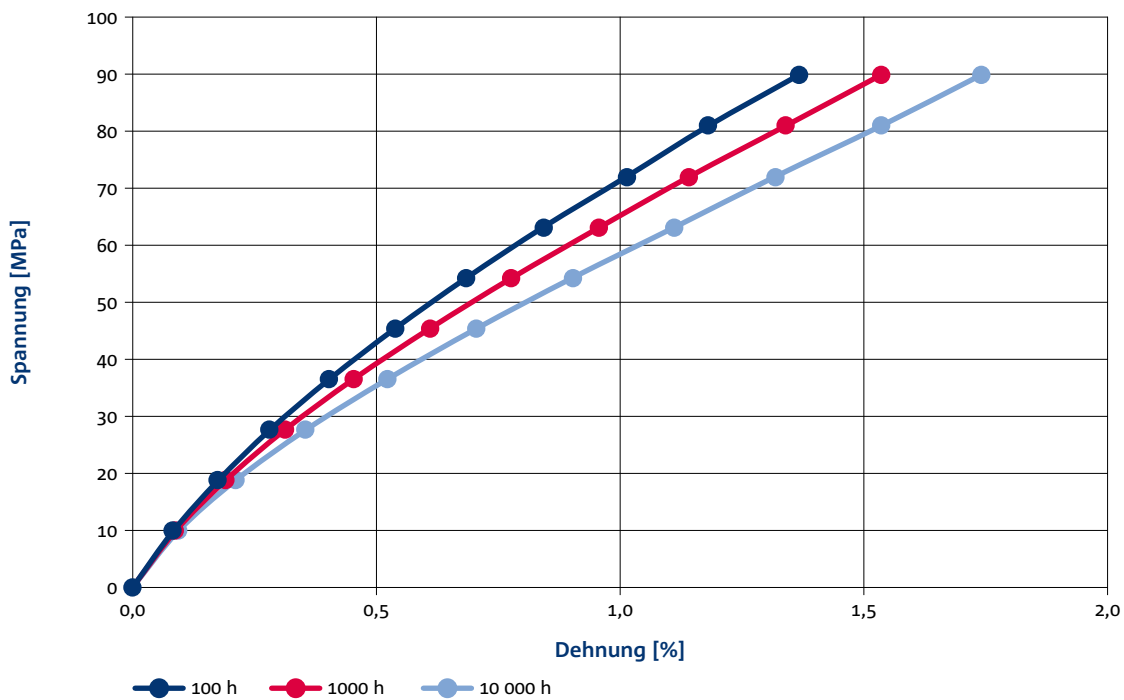


Diagramme NYLAFORCE® A

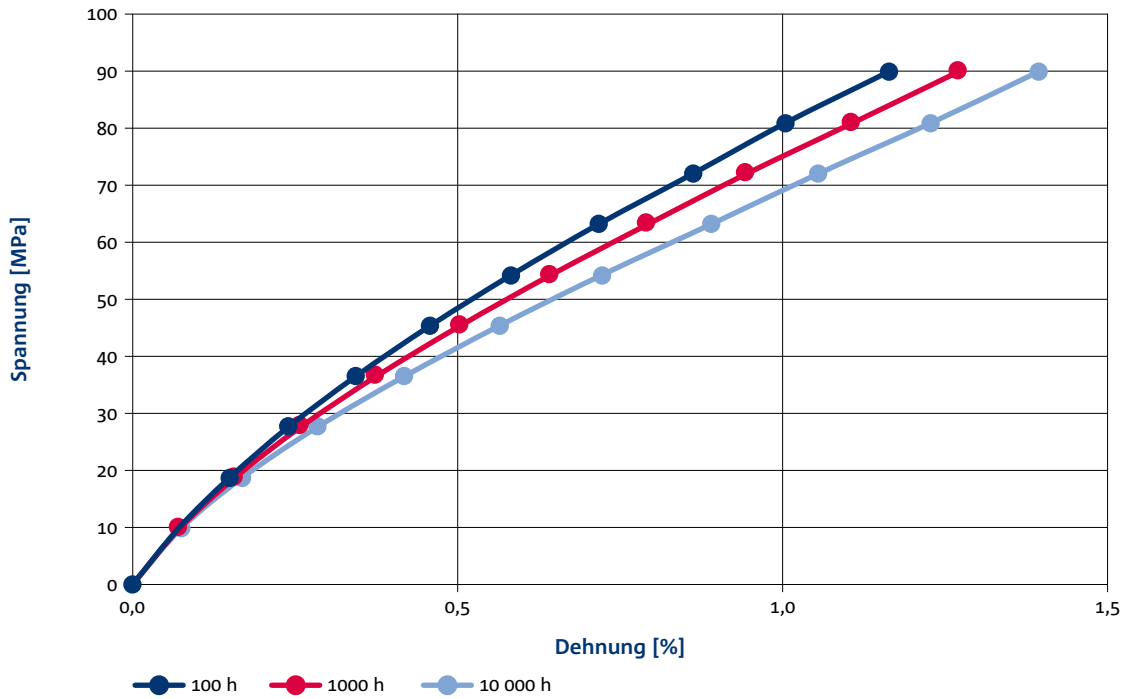
E-Modul Zug ausgewählter Polyamide (trocken)



Spannungs-Dehnungs-Kurven (isochron) NYLAFORCE® A 50 (trocken 23 °C)



Spannungs-Dehnungs-Kurven (isochron) NYLAFORCE® A 60 (trocken 23 °C)



Zugfestigkeit ausgewählter Polyamide als Funktion der Temperatur (trocken)

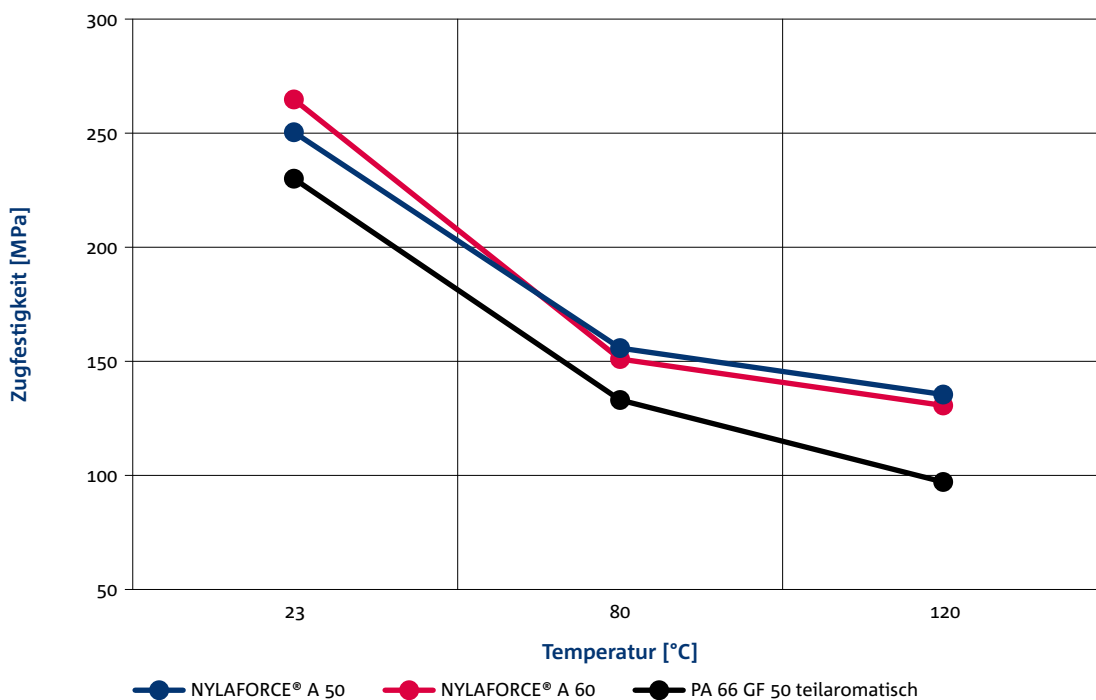
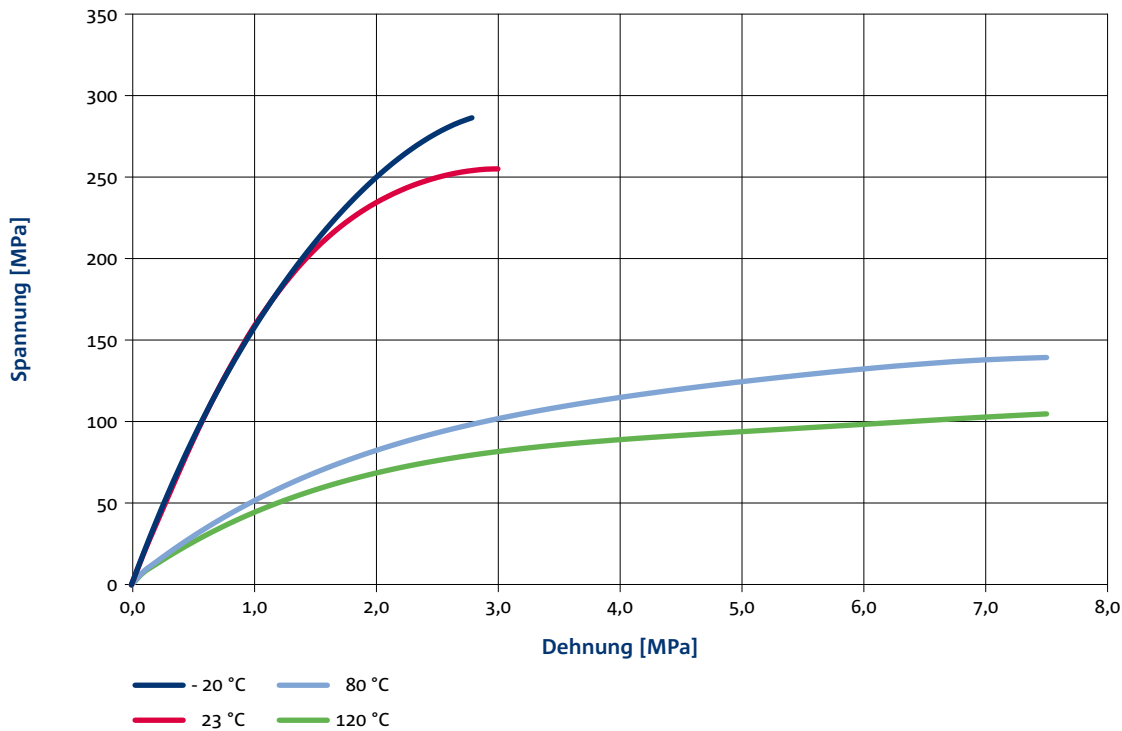
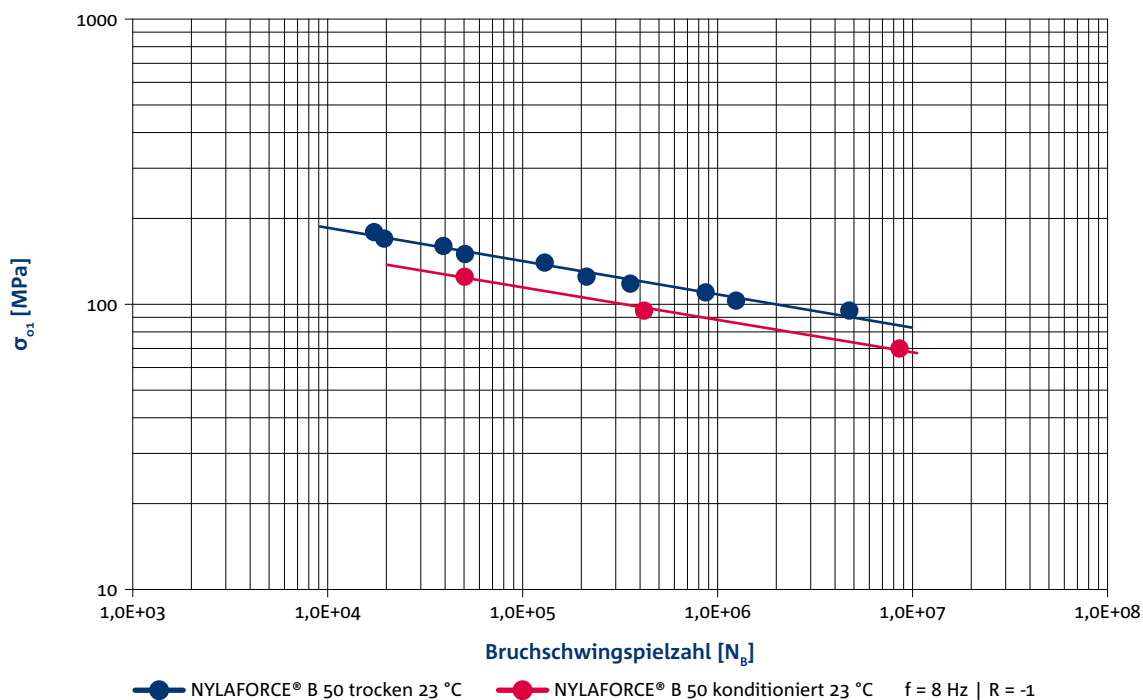


Diagramme NYLAFORCE® B

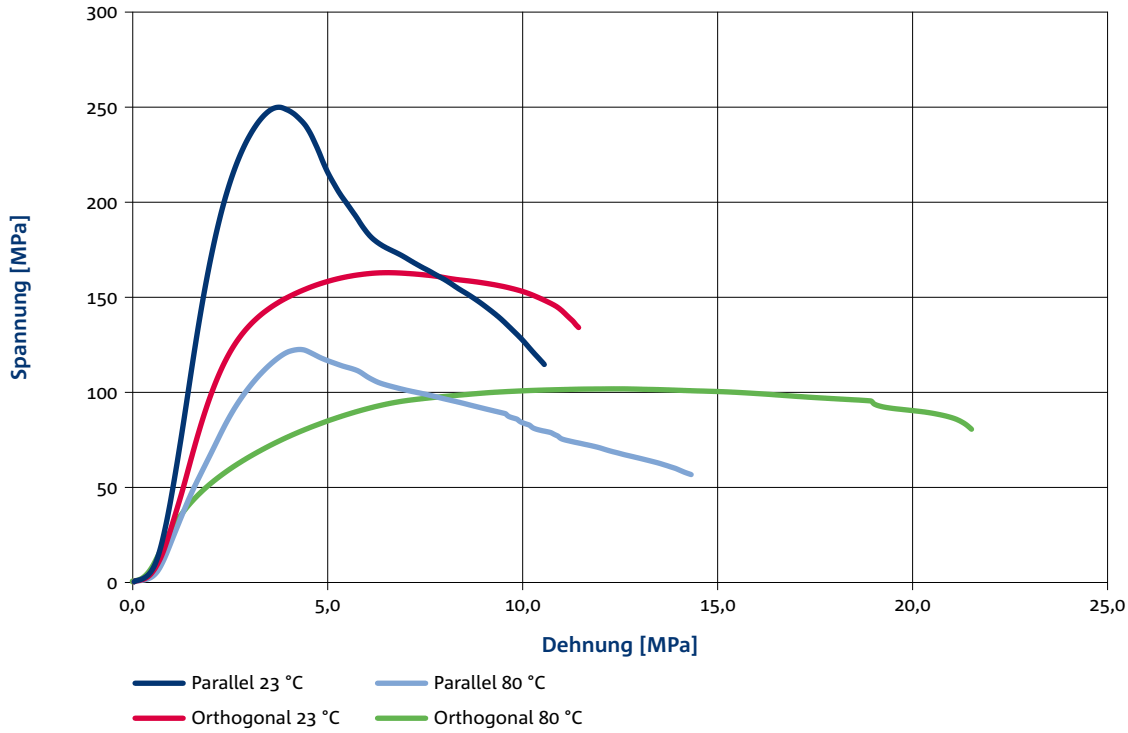
Zugversuch NYLAFORCE® B 50 (trocken)



Biegewechselversuch NYLAFORCE® B 50



Druckversuch (DIN EN ISO 604) NYLAFORCE® B 50 Z (trocken)



E-Modul Zug ausgewählter NYLAFORCE® B Typen (trocken)

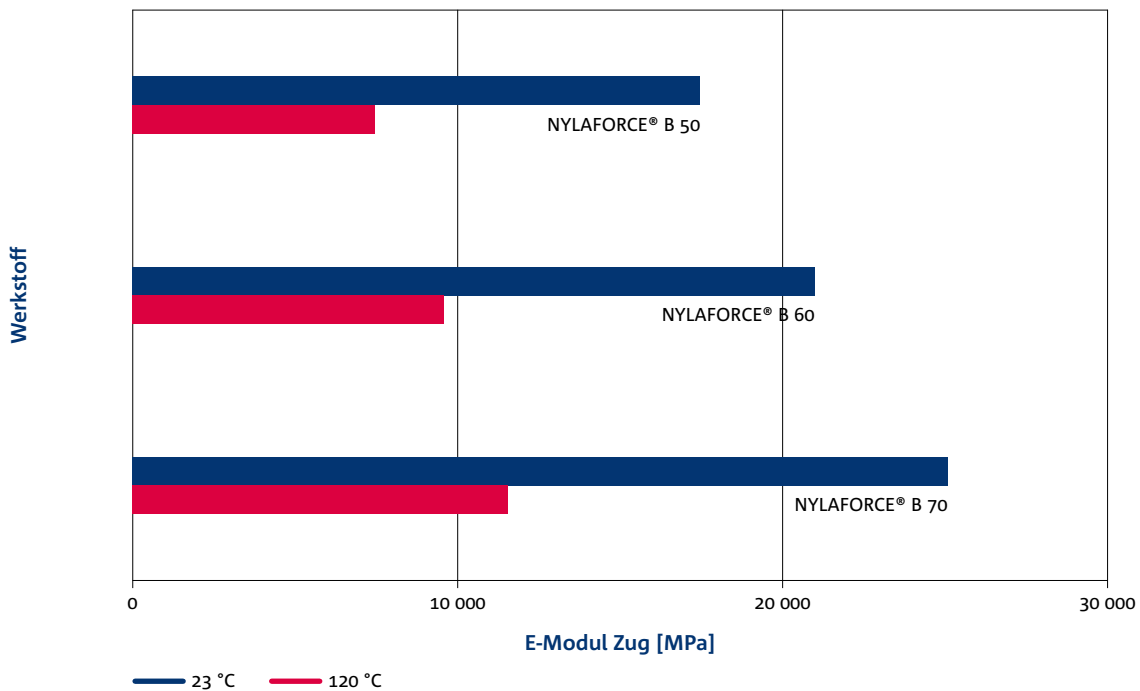
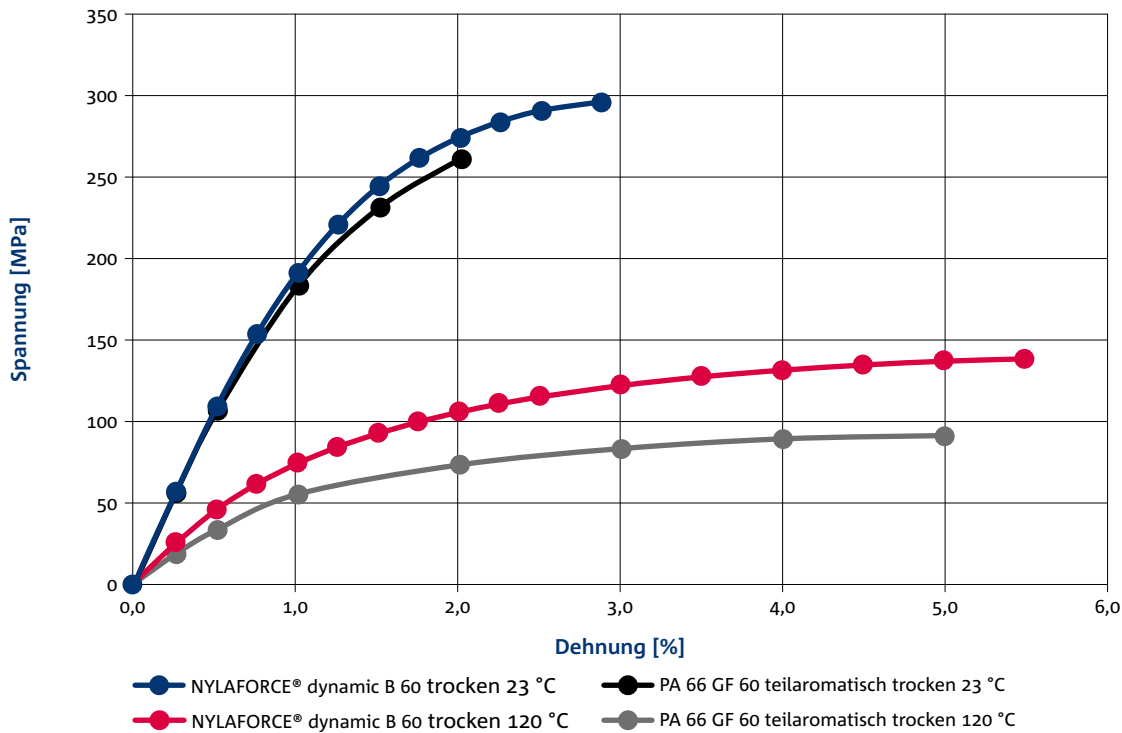
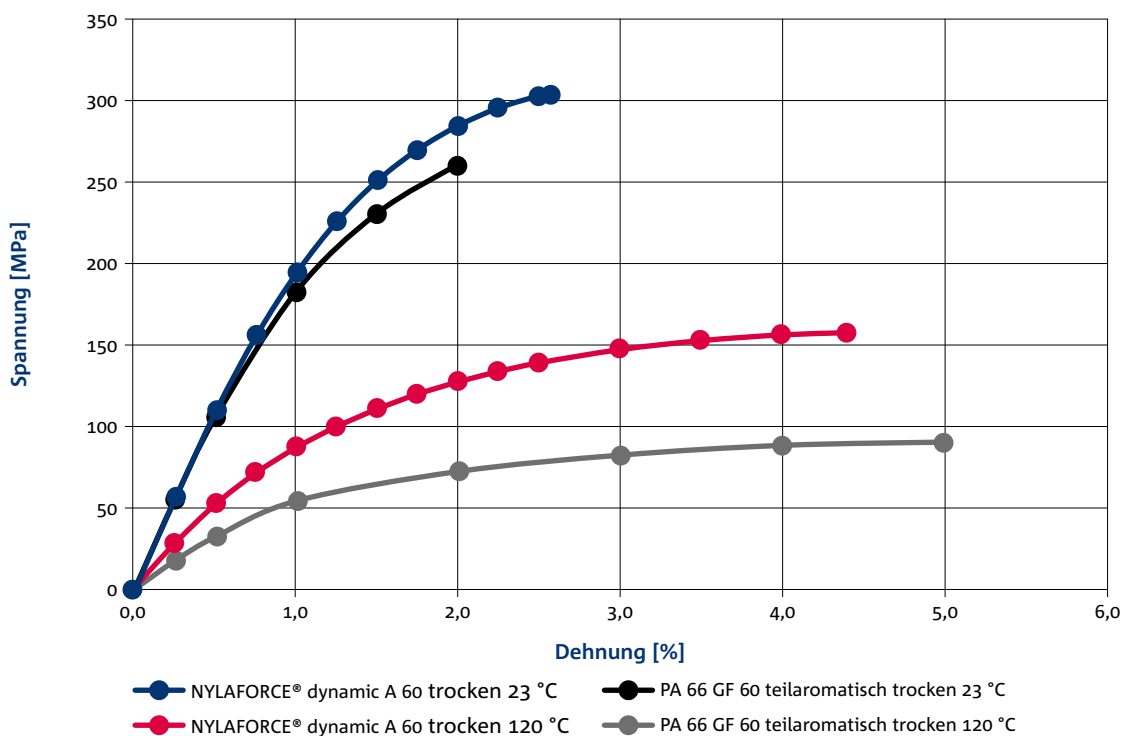


Diagramme NYLAFORCE® dynamic

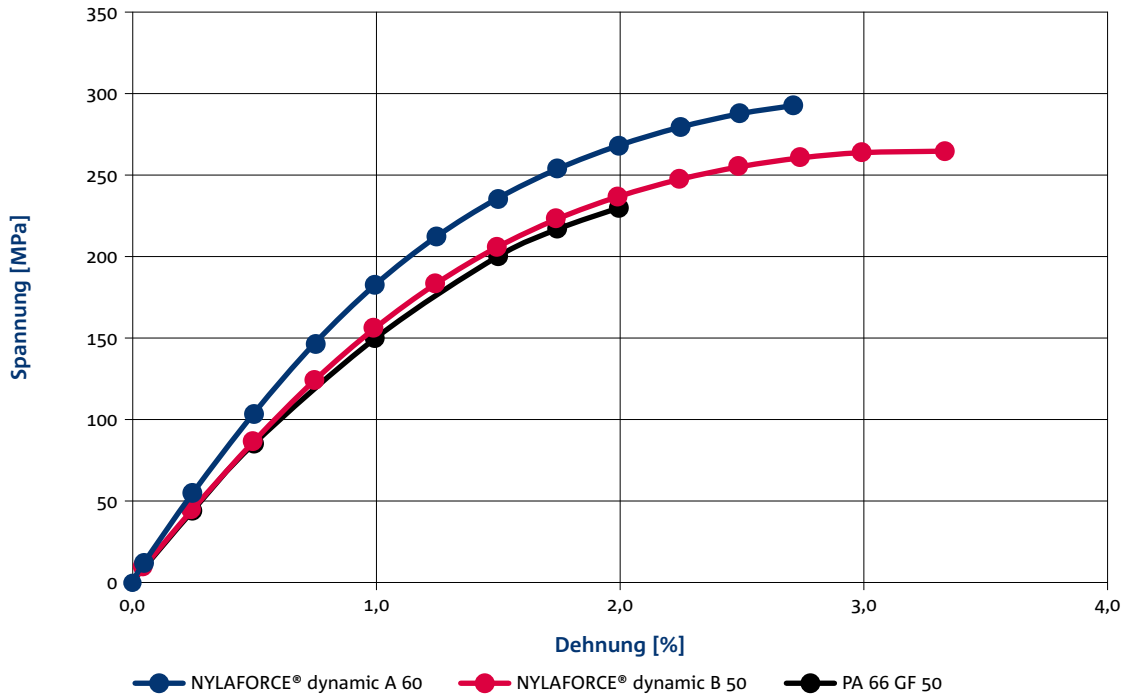
Spannungs-Dehnungs-Kurven NYLAFORCE® dynamic B 60 (unterschiedliche Temperaturen)



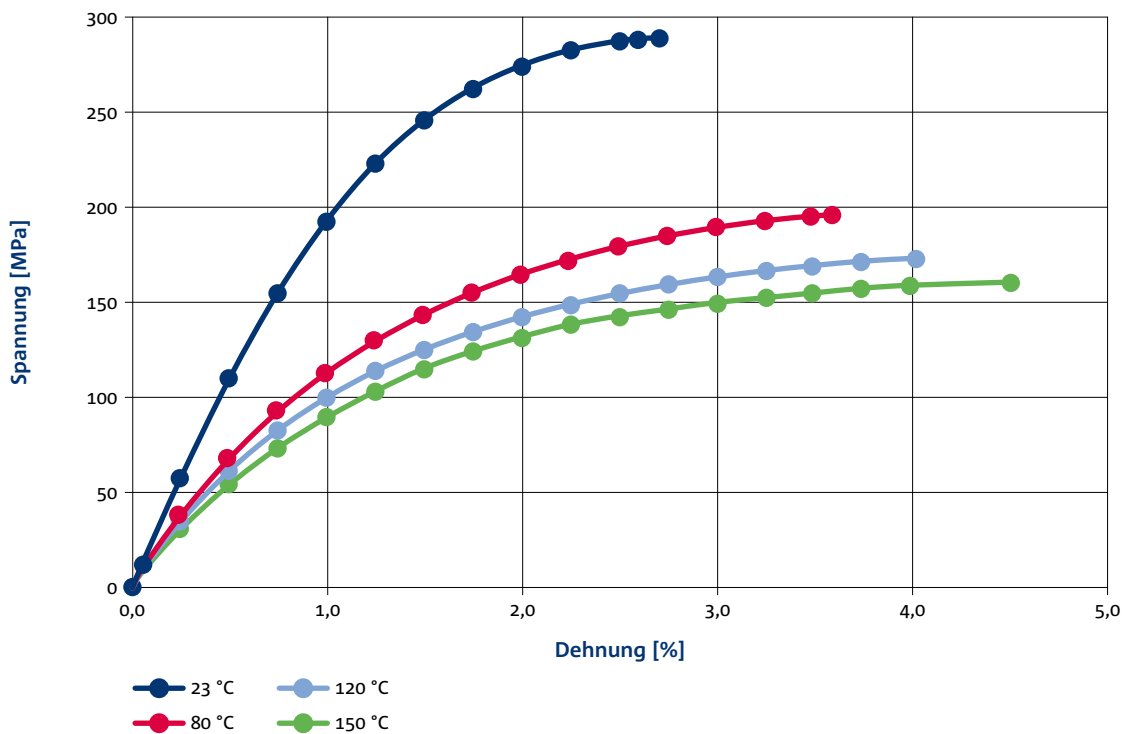
Spannungs-Dehnungs-Kurven NYLAFORCE® dynamic A 60 (unterschiedliche Temperaturen)

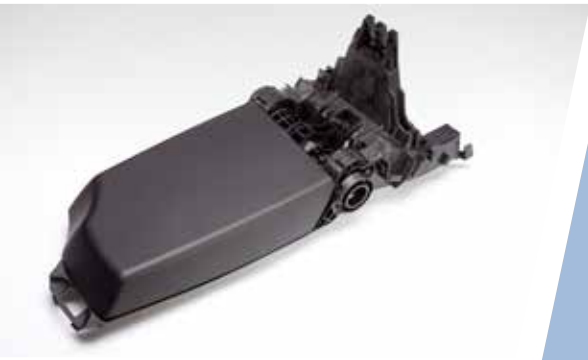
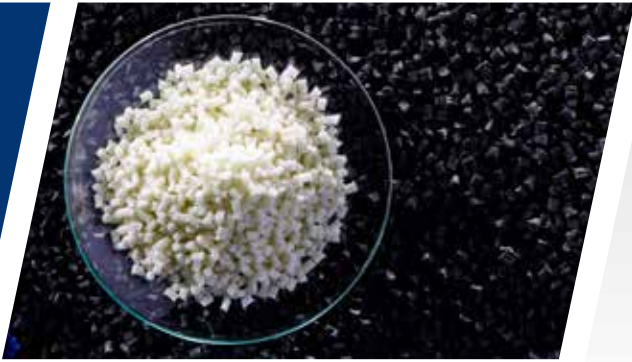


Vergleich von NYLAFORCE® dynamic und Standard PA 66 GF 50 (trocken 23 °C)



Zugversuch NYLAFORCE® dynamic B 60 (trocken)





VERARBEITUNGSHINWEISE

Allgemeine Angaben

NYLAFORCE® und NYLAFORCE® dynamic lässt sich mit den meisten gängigen Spritzgießmaschinen verarbeiten. Es gelten grundsätzlich gleiche Verarbeitungsbedingungen wie bei glasfaserverstärkten Polyamiden. Plastifizierereinheit und Heißkanalsysteme sind wegen der hohen Verarbeitungstemperaturen und Abrasivität von verstärkten Materialien aus verschleißfesten Stählen auszuführen. Offene Düsen sind Verschlussdüsen vorzuziehen. Um eine homogene Massetemperatur und konstante Teilegeometrie zu erreichen, sollten geeignete Plastifizierschnecken mit Rückstromsperre eingesetzt werden und das erforderliche Spritzvolumen zwischen 10 % und 70 % der Maschinenkapazität liegen. Zur Extrusion von NYLAFORCE® werden Standard-Dreizonenschnecken mit einer Gesamtlänge von 20 - 28D mit einer konstanten Gangleistung von 1D empfohlen. Das Gangtiefenverhältnis sollte zwischen 3:1 und 4:1 liegen. Die Gangtiefen selbst richten sich nach dem Schneckendurchmesser D sowie nach der Schmelzeviskosität. Liegt eine niedrige Schmelzeviskosität vor, so sollte die Gangtiefe in der Ausstoßzone möglichst klein sein.

Damit die Leckströmung gering bleibt, sollte das Schnecken-spiel 0,1 - 0,2 mm betragen. Für den erforderlichen Druckaufbau werden Lochscheiben empfohlen.

Materiallagerung und -trocknung

NYLAFORCE® und NYLAFORCE® dynamic verlässt das Werk verpackt in feuchtigkeitsdichten Gebinden, mit einem maximalen Feuchtigkeitsgehalt von 0,2 % und ist in diesem Zustand zur direkten Verarbeitung geeignet. Wir empfehlen eine Lagerung in trockenen Räumen. Um optimale Teilequalität zu erreichen und Verarbeitungsprobleme aufgrund von zwischenzeitlich aufgenommenen Feuchtigkeit zu vermeiden, empfehlen wir eine Vortrocknung bis zu einer Restfeuchte von ca. 0,1 %. Die Trocknung sollte in einem Trockenlufttrockner (Taupunkt kleiner - 20 °C) oder Vakuumtrockenschrank bei 80 bis 90 °C für 4 bis 8 Stunden erfolgen. Umlufttrockner sind für NYLAFORCE® und NYLAFORCE® dynamic ungeeignet. Nach der Trocknung ist das Material vor erneuter Feuchtigkeitsaufnahme aus der Umgebung zu schützen.

Empfohlene Maschinenparameter und Werkzeugtemperierung

PARAMETER SPRITZGUSS	Bereich	Empfehlung
Massetemperatur NYLAFORCE® A / NYLAFORCE® dynamic A	280 bis 310 °C	290 °C
Massetemperatur NYLAFORCE® B / NYLAFORCE® dynamic B	250 bis 320 °C	290 °C
Dosiergeschwindigkeit	10 bis 20 m/min.	15 m/min.
Staudruck	20 bis 80 bar	40 bar
Fülldruck	800 bis 1500 bar	1200 bar
Einspritzgeschwindigkeit	hoch	hoch
Werkzeugtemperatur	80 bis 140 °C	140 °C
PARAMETER EXTRUSION	Bereich	Empfehlung
Massetemperatur NYLAFORCE® A / NYLAFORCE® dynamic A	270 bis 300 °C	–
Massetemperatur NYLAFORCE® B / NYLAFORCE® dynamic B	240 bis 290 °C	–
Schneckendrehzahl	20 bis 60 U/min.	–
Massedruck	50 MPa	–
Einzug	8 bis 9 D	–
Übergang	4 bis 6 D	–
Ausstoß	8 bis 13 D	–

Die angegebenen Werte dienen nur zur Orientierung. Die tatsächlich erforderlichen Werte sind insbesondere von der Geometrie und der gewünschten Qualität des Spritzteils abhängig.

Brenntag Kunststoffe in Kürze

- Innovativer Entwicklungspartner für Ihre Projekte
- Jahrzehntelange Kunststoff Erfahrung
- Zertifiziert nach ISO 9001:2015 und ISO 14001:2015
- Mehr als 700 Produkte aus eigener Entwicklungsarbeit
- Eigene Produktionsverfahren (feed-up-Verfahren)
- Moderne Compoundieranlagen und Equipment
- Kooperationen mit weiteren, namhaften Herstellern
- Flexible Bedarfsanpassung, schnelle Reaktionszeiten
- Gut vernetzt in regionalen und globalen Märkten
- Branchenübergreifende Lösungen

Unsere Kernkompetenzen

- Compound-Entwicklung
- Individuelle Werkstofflösungen
- Metallersatz
- Wärmeleitfähige Compounds
- Compounds für die Lebensmittelindustrie
- Detektierbare Compounds
- Tribologisch optimierte Compounds
- Trinkwasser-Compounds



Kontakt

Brenntag GmbH
Material Science / Polymers
Standort Ramstein
Carl-Zeiss-Straße 2a - 4
66877 Ramstein-Miesenbach
Tel. +49 6371 9635-0
Fax +49 6371 9635-11
brenntaggbh@brenntag.de

Innendienst

Stefanie Tarantini
Tel.: +49 6371 9635-21
stefanie.tarantini@brenntag.de

Bereichsleiter Kunststoffe

Frank Dahlke
Mobil: +49 173 6780730
frank.dahlke@brenntag.de