



Polyamide

Polyamide ([Kurzzeichen PA](#)) sind [Polymere](#), deren Wiederholungseinheiten als charakteristisches Merkmal die [Amidgruppe](#) besitzen. Die Amidgruppe kann als [Kondensationsprodukt](#) einer [Carbonsäure](#) und eines [Amins](#) aufgefasst werden. Die dabei entstehende Bindung nennt man Peptidbindung. Sie ist [hydrolytisch](#) wieder spaltbar.

Die Bezeichnung Polyamide wird üblicherweise als Bezeichnung für synthetische, technisch verwendbare [thermoplastische Kunststoffe](#) verwendet und grenzt diese Stoffklasse damit von den chemisch verwandten Proteinen ab. Fast alle bedeutsamen Polyamide leiten sich von primären Aminen ab, d. h. in ihren Wiederholeinheiten kommt die funktionelle Gruppe -CO-NH- vor. Daneben existieren auch Polyamide von sekundären Aminen (-CO-NR-, R = organischer Rest). Als Monomere für die Polyamide finden besonders [Aminocarbonsäuren](#), [Lactame](#) und/oder [Diamine](#) und [Dicarbonsäuren](#) Verwendung.

Polyamide wurden im Jahr 1937 erstmals synthetisiert.

Weiteres empfehlenswertes Fachwissen



[Lassen Sie sich von statischen Aufladungen nicht die Wägegenauigkeit stören.](#)



[Tägliche Sichtkontrolle der Laborwaagen](#)



[Was ist der richtige Weg, um die Wiederholbarkeit bei Waagen zu überprüfen?](#)

Polyamid	
Dichte	1150 kg/m³
Elektrische Leitfähigkeit (σ)	10^{-12} (m · Ohm) ⁻¹
Wärmeleitfähigkeit	0,25 W/(m · K)
Zug- E-Modul	2300 N/mm ²
Glasübergangstemperatur	60...75 °C

Inhaltsverzeichnis

- [1 Chemische Konstitution](#)
 - [1.1 Kurzzeichen](#)
 - [1.2 PA 6 versus PA 6.6](#)
- [2 Handelsnamen](#)
 - [2.1 Fasern](#)
 - [2.1.1 Nylon](#)
 - [2.1.2 Perlon](#)
 - [2.1.3 Dederon](#)
 - [2.2 Kompaktes Polyamid](#)
- [3 Eigenschaften](#)
 - [3.1 Erkennung](#)
 - [3.2 Färben von Polyamidfasern](#)
- [4 Verwendung](#)
- [5 Siehe auch](#)
- [6 Literatur](#)

Chemische Konstitution

Polyamide lassen sich in folgende Klassen einordnen:

a) nach der Art der Monomere

- *aliphatische Polyamide*: die Monomere leiten sich von aliphatischen Grundkörpern ab, z. B. PA aus Caprolactam (PA 6: Erklärung der Kurzzeichen siehe unten) oder aus [Hexamethyldiamin](#) und [Adipinsäure](#) (PA 66).
- *teilaromatische Polyamide*: die Monomere leiten sich zum Teil von aromatischen Grundkörpern ab, z. B. PA aus Hexamethyldiamin und [Terephthalsäure](#) (PA 6T).
- *aromatische Polyamide (Polyaramide)*: die Monomere leiten sich von rein aromatischen Grundkörpern ab, z. B. para-[Phenylendiamin](#) und [Terephthalsäure](#) (Aramid)

b) nach der Art der Monomierzusammensetzung

- *Homopolyamide*: das Polyamid leitet sich von einer Aminocarbonsäure oder einem Lactam bzw. einem Diamin und einer Dicarbonsäure ab. Solche Polyamide lassen sich durch eine einzige Wiederholeinheit beschreiben. Beispiele hierfür sind das PA aus Caprolactam $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}]_n$ (PA 6) oder das PA aus Hexamethyldiamin und Adipinsäure $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}]_n$ (PA 66).
- *Copolyamide*: das Polyamid leitet sich von mehreren unterschiedlichen Monomeren ab. Solche Polyamide lassen sich nur durch Angabe mehrerer Wiederholeinheiten beschreiben. Beispiele hierfür sind das PA aus Caprolactam, Hexamethyldiamin und Adipinsäure $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}]_n-[\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}]_m$ (PA 6/66), oder PA aus Hexamethyldiamin, Adipinsäure und [Sebacinsäure](#) $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}]_n-[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}]_m$ (PA 66/610). Zu beachten ist, dass die angegebenen Formeln lediglich die Polymerzusammensetzung beschreiben nicht aber die Abfolge der Monomereinheiten, diese sind üblicherweise statistisch über die Polymerketten verteilt.

c) nach Art des Erweichungs-/Erstarrungsverhaltens

- *teilkristalline Polyamide*: bilden beim Abkühlen aus der Schmelze [kristalline](#) Domänen ([Phasenübergang](#) 1. Ordnung). In der Regel erstarrt nicht die gesamte Schmelze kristallin, sondern es bilden sich auch [amorphe](#) Domänen (siehe unten). Das Verhältnis zwischen kristallinen und amorphen Domänen wird von der chemischen Natur des Polyamids und den Abkühlbedingungen bestimmt. Zusätzlich kann die Kristallisation durch nukleierende oder antinukleierende Additive gefördert oder behindert werden. Leicht kristallisierende Polyamide sind z. B. das PA 46 oder das PA 66, schwer kristallisierende Polyamide sind z. B. das PA mXD6 aus m-Xylyldiamin und Adipinsäure oder bestimmte Copolyamide.
- *amorphe Polyamide*: erstarren glasartig aus der Schmelze. Im festen Zustand gibt es keine Fernordnung der Wiederholungseinheiten. Der Übergang zwischen fest und flüssig wird durch die [Glasübergangstemperatur](#) ([Phasenübergang](#) 2. Ordnung) beschrieben. Beispiele sind das PA aus Hexamethyldiamin und Isophthalsäure (PA 6I) und bestimmte Copolyamide. Im Allgemeinen enthalten amorphe Polyamide Monomereinheiten, die eine regelmäßige, kristalline Anordnung der Ketten unmöglich machen. Unter extremen Abkühlbedingungen können auch ansonsten teilkristalline Polyamide amorph erstarren.

Nach diesen Klassifizierungen ist beispielsweise PA66 ein aliphatisches, teilkristallines Homopolyamid.

Kurzzeichen

Zur rationellen Bezeichnung der Polyamide existieren Kurzzeichen, die aus den Buchstaben *PA* sowie darauf folgenden Zahlen und Buchstaben bestehen. Einige wichtige Vertreter sind in der DIN EN ISO 1043-1 genormt.

Polyamide, die sich von Aminocarbonsäuren des Typs $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_x-\text{COOH}$ oder den entsprechenden Lactamen ableiten lassen, werden als PA Z gekennzeichnet, wobei Z die Anzahl der [Kohlenstoffatome](#) im Monomer bezeichnet ($Z = x + 1$).

So steht z. B. PA 6 für das Polymere aus ϵ -Caprolactam bzw. ω -Aminocapronsäure, $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}]_n$.

Polyamide, die sich von Diaminen und Dicarbonsäuren der Typen $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_x-\text{NH}_2$ und $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_y-\text{COOH}$ ableiten lassen, werden als PA Z1Z2 gekennzeichnet, wobei Z1 die Anzahl der Kohlenstoffatome im Diamin und Z2 die Anzahl der Kohlenstoffatome in der Dicarbonsäure bezeichnet ($Z1 = x$, $Z2 = y + 2$). So steht z. B. PA 66 für das Polymer aus Hexamethyldiamin und Adipinsäure, $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}]_n$.

Analog lassen sich auch [Copolyamide](#) bezeichnen. Aus den im Copolyamid vorhandenen Monomeren werden die möglichen Homopolyamidkombinationen gebildet und dann aneinander gehängt. Ein schon genanntes Beispiel ist das PA 66/610, welches aus drei Monomeren (Hexamethyldiamin, Adipinsäure, Sebacinsäure) gebildet wird. Aus diesen drei Monomeren sind die Homopolymerkombinationen PA 66 (Hexamethyldiamin und Adipinsäure) und PA610 (Hexamethyldiamin und Sebacinsäure) möglich, woraus sich PA 66/610 als Bezeichnung für das Copolyamid ergibt.

Für einige andere wichtige Monomere, insbesondere solche mit [aromatischem](#) Grundkörper, sind auch Buchstabenkürzel gebräuchlich. So steht z. B. T für Terephthalsäure und I für [Isophthalsäure](#). PA 6I ist demzufolge das Polyamid aus Hexamethyldiamin und Isophthalsäure.

Zur klareren Darstellung sind Trennsymbole nicht unüblich (. oder /), die zwischen die Monomerkürzel eingefügt werden, allerdings ist deren Gebrauch häufig nicht einheitlich. Beispielsweise können folgende Bezeichnungen synonym auftreten: PA 6/6.6 = PA 6/66 = PA 6.66 = PA 666.

Es existieren des Weiteren noch folgende Polyamide:

- PA 69 (Hexamethyldiamin/Azelainsäure)
- PA 612 (Hexamethyldiamin/Dodecandisäure)
- PA 11 (11-Aminoundecansäure)
- PA 12 (Laurinlactam oder omega -Aminodecansäure)
- PA 46 (Tetramethyldiamin/Adipinsäure)
- PA 1212 (Dodecandisäure)
- PA 6/12 (Caprolactam/Laurinlactam)

PA 6 versus PA 6.6

Die zwei technisch am häufigsten verwendeten Polyamide sind PA 6 und PA 6.6. Ihr Herstellprozess ist grundlegend verschieden:

- Polyamid 6.6 ist das Original-„Nylon“ und wird aus HMD ([Hexamethyldiamin](#)) und [Adipinsäure](#) hergestellt. Es entsteht durch eine [Polykondensation](#) unter Wasserabspaltung.
$$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 + \text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} \rightarrow (-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-)_n + 2n \text{H}_2\text{O}$$
- Polyamid 6 entsteht durch Ringöffnungs[polymerisation](#) aus ϵ -[Caprolactam](#) mit Wasser als Starter. Es entsteht $(-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-)_n$
- Bei der Variante Polyamid 6.10 wird das HMD mit der [Sebacinsäure](#) $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$ umgesetzt. Die Formel lautet: $(\text{OOC}(\text{CH}_2)_8\text{CONH}(\text{CH}_2)_6\text{NH})_n$

PA 6.6 und PA 6 sind sich dennoch chemisch und physikalisch sehr ähnlich und unterscheiden sich lediglich durch die gespiegelte Anordnung einer $-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CO}-$ Gruppe.

Handelsnamen

Fasern

- Dederon (Markenname für PA 6-Fasern aus der DDR)
- Grilon® (Markenzeichen des Schweizer Polyamid-Produzenten EMS-CHEMIE)
- Nylon (DuPont de Nemours)
- Perlon® (I. G. Farbenindustrie)
- Akulon (Markenname für PA6 der Fa. DSM)
- Timbrelle® (Markenname für PA6.6 Filamentgarne der Fa. TWD Fibres)

Weitere Handelsnamen waren oder sind: Polycaprolactam; Caprolan® ([Honeywell](#)); Kapron; Silon; Danamid; Nivion; Enka®; Hydrofil (Honeywell); Dorlon (später Bayer-Perlon); Lamigamid (Schwartz); Anjamid (J&A Plastics); FRIANYL (Frisetta Polymer)

Bekannte [synthetische](#) Vertreter der Polyamide sind unter den Namen *Nylon* (PA66), Perlon (PA6), Cordura und Kevlar im Handel. In der DDR war dieser Kunststoff als *Dederon* bekannt. Auch [Proteine](#) gehören chemisch zu den Polyamiden, auch wenn diese Benennung nicht üblich ist.

Perlon, Nylon und Dederon sind Warenzeichen für chemisch verwandte Kunstfaserprodukte. Perlon (PA 6) (auch: *Nylon 6*) wird durch Polymerisation von [Caprolactam](#) hergestellt. Es ist dem aus [Adipinsäure](#) hergestellten Nylon (PA 6.6) sehr ähnlich, nimmt jedoch leichter [Farbstoffe](#) auf und hat einen niedrigeren [Schmelzpunkt](#).

Nylon

Der Name *Nylon* wurde von der [E. I. duPont de Nemours](#) für Fasern aus Polyamid 6.6 mit dem Ziel geprägt, ihn als Synonym für „Strümpfe“ zu etablieren. Er wurde jedoch aus firmenpolitischen Gründen nicht als Warenzeichen geschützt.

Später wurde er vor allem im angelsächsischen Sprachraum als Gattungsname für lineare aliphatische Polyamide verwendet. Es wurde am 28. Februar 1935 von Dr. [Wallace Hume Carothers](#) bei E. I. du Pont de Nemours in Wilmington (Delaware, USA) patentiert. Es war damit die erste synthetische Faser, die vollständig synthetisch (aus [Kohlenstoff](#), [Wasser](#), Luft) hergestellt wurde. Nylon wurde zuerst für Zahnbürsten und nicht für Nylonstrümpfe verwendet. Es wird seit 1938 verkauft.

Etymologie

Entgegen landläufiger Meinung stammt der Name „Nylon“ nicht von „NY“ (New York) und „Lon“ (London), den ersten Orten, an denen Nylon produziert wurde. 1940 sagte John W. Eckelberry (DuPont), „nyl“ wäre eine wahllose Silbe, und „on“ wäre eine geläufige Endung für Fasern (z. B. „Cotton“). Später (*Context*, vol. 7, no. 2, 1978) erklärte DuPont, der Name sollte ursprünglich „No-Run“ (eine Anspielung auf „keine Laufmaschen“) lauten, wurde dann aber aus Furcht vor gerichtlichen Auseinandersetzungen wegen falscher Behauptungen geändert. Die Umbenennung von Norun zu Nylon ging über mehrere Zwischenschritte, darunter „Nuron“ und „Niron“. Darüber hinaus existiert als Erklärung für den Namen Nylon auch die These, der Erfinder des Materials, Wallace Carothers, hätte über den Erfolg der Faser mit dem Ausruf „Now You Lousy Old Nipponese“ (oder „Now You Look Old Nippon“) triumphiert - in Schadenfreude, endlich selbst eine Faser als Konkurrenz zur japanischen Naturseide entwickelt zu haben. Den Namen Nylon erhielt die Faser jedoch erst nach Carothers' Tod, so dass dies wohl eine Legende ist, die wahrscheinlich während des 2. Weltkriegs entstand, da es gerade zu dieser Zeit für die Alliierten besonders wichtig war, einen Seidenersatz zur Herstellung von Fallschirmen zur Verfügung zu haben.

Perlon

Perlon ist das Warenzeichen einer 1938 von [Dr. P. Schlack](#) für die [I. G.-Farbenindustrie AG](#) in Berlin, Deutschland, entwickelte [Kunststofffaser](#). Sie bestand aus Polyamid 6 und wurde als deutsche Alternative zu Nylon (Polyamid 6.6) schnell zum „kriegswichtigen Stoff“ erklärt. Während des Zweiten Weltkriegs wurde Perlon zur Herstellung von Fallschirmen, Borsten zur Reinigung von Waffen und in Flugzeugreifen verwendet. Es wurde ab 1939 unter der Bezeichnung *Perlon L* vermarktet. Erst 1943 begann die zivile Nutzung für Damenstrümpfe.

Dederon

Dederon (bzw. *DEDERON*) war der Handelsname von Polyamidfasern in der DDR. „Dederon“-Fasern wurden u. a. im VEB Chemiefaserkombinat „Wilhelm Pieck“ in Rudolstadt hergestellt.

„Dederon“ ist ein nach dem Vorbild „Perlon“ geprägtes Kunstwort, das sich aus DDR und „on“ zusammensetzt.

Besondere Bekanntheit erlangte Dederon durch die berühmten Kittelschürzen und Einkaufsbeutel; auch wurde am 12. März 1963 ein Briefmarkenblock *Chemie für Frieden und Sozialismus* aus Dederonfolie herausgegeben.

Kompaktes Polyamid

Handelsnamen für nichtfasrige Polyamide sind *Akulon* (DSM), *Anjamid* (J&A Plastics), *Dinalon* (Repol), *Durethan* ([Lanxess](#)), *Miramid*, *Dylamid*, *Schulamid* (A. Schulman GmbH), *Technyl* ([Rhodia S. A.](#)), *Ultramid* ([BASF](#)), *Unylon* (UNYLON Polymers), *Vestamid* ([Degussa](#)), *Zytel* ([DuPont](#)), *DYMIID* (Hoffmann + Voss GmbH) sowie *Sunamid* (Poly-Beek GmbH). Diese Materialien können wiederum mit Fasern, meist Glasfasern, verstärkt werden.

Polyamid-Granulate, wie *Stanyl PA46* (DSM) werden unter anderem im [Spritzguss](#) verwendet.

Eigenschaften

Die meisten technisch bedeutsamen Polyamide sind teilkristalline thermoplastische Polymere und zeichnen sich durch eine hohe [Festigkeit](#), [Steifigkeit](#) und [Zähigkeit](#) aus, besitzen eine gute [Chemikalienbeständigkeit](#) und Verarbeitbarkeit. Viele Eigenschaften der Polyamide werden weitgehend durch die Amidgruppen dominiert, die über [Wasserstoffbrückenbindungen](#) miteinander wechselwirken.

Genaue Werte für die Eigenschaften der Polyamide hängen unter anderem von deren kristallinem Gefüge und insbesondere von deren [Wassergehalt](#) ab. Polyamide reagieren auf den Feuchtegehalt der Umgebung mit reversibler Wasseraufnahme oder -abgabe. Dabei wird das Wasser in die amorphen Bereiche des Polyamids eingelagert. Ganz wesentlich hängt die Wasseraufnahme von der Konzentration der Amidgruppen ab. An Umgebungsluft nimmt z. B. PA 6 ca. 2,5-3,5 % Wasser auf, PA 12 aber nur ca. 0,2-0,5 %. Es sind Additive auf [Polyolefin](#)-Basis entwickelt worden, um auch im trockenen Zustand hohe Schlagzähigkeit zu gewährleisten. Dieser Effekt ist auch dafür verantwortlich, dass Nylonstrümpfe zumeist im fabrikneuen Zustand am leichtesten Laufmaschen bekommen, wenn sie jedoch die erste Wäsche überstanden haben, viel haltbarer sind.

Im Folgenden sind einige wichtige Eigenschaften für PA6 und PA66 aufgeführt:

	PA6	PA66
Schmelzpunkt in °C	220	260
Glastemperatur ¹⁾ in °C (trocken)	50-60	50-60
Dichte in kg/dm³		
- teilkristallin (typischer Wert)	1,130	
- kristalline Phase (α-Modifikation)	1,235	1,130
- amorphe Phase	1,084	
Feuchtigkeitsaufnahme in % (23 °C, 50 % Luftfeuchtigkeit)	2,6-3,4	2,5-3,1
Zug-Modul in MPa (trocken / luftfeucht)	2700-3500 / 900-1200	2700-3500 / 1000-1600

¹⁾ Die Glasktemperatur sinkt bei zunehmender Feuchtigkeit stark ab und kann dann auch unter 0 °C liegen

Kompakte Polyamide haben einen hohen [Verschleißwiderstand](#) und gute [Gleiteigenschaften](#). Durch Faserverbunde mit Glas- oder Kohlefasern lassen sich die mechanischen Eigenschaften weiter verbessern, so dass z. B. Festigkeiten und Schlagzähigkeit auf den Anwendungsfall abgestimmt werden können. Jedoch steigt durch Faserzugabe die Hydrolyseempfindlichkeit der Materialien, da zwischen Matrix und Faser ein mikroskopisch kleiner Spalt verbleibt, über den durch den [Kapillareffekt](#) Feuchtigkeit eingezogen wird. In Abhängigkeit zur Schlichte der Glasfaser und der damit verbundenen Anbindung zwischen Faser und Matrix fällt dieser Effekt jedoch unterschiedlich aus.

Erkennung

Polyamid lässt sich auf einfache Weise mit wenigen Hilfsmitteln identifizieren. Am einfachsten ist die [Brennprobe](#). Ein kleiner Abschnitt des zu untersuchenden Kunststoffteils wird entzündet. PA brennt mit gelblicher, etwas unruhiger Flamme, wobei das verbrennende Material etwas schäumt und braunschwarze Ränder bildet. Bläst man die Flamme aus, riecht der Rauch leicht hornartig. PA lässt sich mit [Ameisensäure](#) auflösen und damit auch kleben, abhängig vom Polyamid benötigt man unterschiedlichen Konzentrationen (z. B. PA 6 70 %, PA 66 80 %).

Färben von Polyamidfasern

Fasern kommen entweder als spinndüsengefärbtes Material oder als rohweißes Fasermaterial vor. Das rohweiße Fasermaterial kann in verschiedenen Aufmachungsstufen (Flocke, Garn, Stück) eingefärbt werden. Zur Verwendung kommen Säure- bzw. Metallkomplexfarbstoffe. Auch lässt sich Polyamid mit Dispersions- und Direktfarbstoffen färben, die erzielten Echtheiten sind aber in der Regel deutlich schlechter.

In neuerer Zeit kommen auch Reaktivfarbstoffe zum Einsatz, die die Echtheiten von Säure-, Dispers- und Direktfarbstoffen deutlich übertreffen.

Verwendung

Insgesamt wurden 2004 weltweit 6800 kt Polyamide hergestellt. Diese teilen sich wie folgt auf:

Polyamid	Menge	Anteil an Gesamtproduktion
PA6	2500 kt Fasern / 1100 kt Werkstoffe / 300 kt Folien	57 %
PA66	1600 kt Fasern / 1000 kt Werkstoffe	38 %
übrige	300 kt	5 %

Der größte Teil der Polyamidproduktion wird demnach als Synthesefaser für Textilien verwendet. Beispiele sind Angelschnur, Büstenhalter, Dessous, Kittel, künstliche [Schwämme](#), Mähfaden für Rasentrimmer, Nylonstrümpfe, Regenbekleidung, Seile jeder Größe vom Kletterseil bis zur Hochsee-Schlepper-Trosse, Spanndrähte, Sprungtücher für Trampoline, technische Gewebe (Papierherstellung), Tennissaiten, Teppichböden, Sportbekleidung (v. a. Turnhosen und Trainingsanzüge), Militärjacken (z. B. Fliegerjacken, Parka), Techno-Clubwear usw.

Außerdem findet es Verwendung zur Herstellung von unzerbrechlichen Haushaltsgegenständen und technischen Teilen, die sehr abriebfest sein müssen, wie Dübel, Schrauben, Gehäuse, Gleitlager, Isolationsteile im Bereich Elektrotechnik, Kabelbinder, Klebesockel, Knotenstücke für Sanitätszelte, Küchenutensilien (Kellen, Löffel usw.), Maschinenteile (Abdeckungen, Zahnräder, Lager, Laufrollen) und Zahnbürsten-Borsten.

Aufgrund seiner Beständigkeit gegen Schmier- und Kraftstoffe bei Temperaturen bis über 150 °C wird es auch im Fahrzeugbau für Motoranbauteile wie Ansaugsysteme, Kraftstoffleitungen, Motorabdeckungen usw. eingesetzt.

Siehe auch

- [Faserverbund](#)
- Leichtbauweise

Literatur

- Ludwig Bottenbruch, Rudolf Binsack (Hrsg.): *Polyamide, Kunststoff-Handbuch Band 3/4: Technische Thermoplaste*. Hanser, 1998, [ISBN 3-446-16486-3](#).
- Shaul M. Aharoni: *N-Nylons*. John Wiley and Sons Ltd. 1997, [ISBN 0-471-96068-3](#).
- Melvin I. Kohan: *Nylon Plastics Handbook*. Hanser, 1995, [ISBN 3-446-17048-0](#).
- Richard Vieweg, Alfred Müller (Hrsg.): *Polyamide, Kunststoff-Handbuch Band 6*. Hanser, 1966
- Hans-Georg Elias, *Makromoleküle. Bd. 2 - Technologie*. 5. Auflage. Hüthig & Wepf Verlag, 1992, [ISBN 3527299599](#).
- Otto Schwarz, *Kunststoffkunde*. Vogel Buchverlag, 1988.

Kategorien: [Kunststoff](#) | [Stoffgruppe](#) | [Trockenschmierstoff](#)

Dieser Artikel basiert auf dem Artikel [Polyamide](#) aus der freien Enzyklopädie [Wikipedia](#) und steht unter der [GNU-Lizenz für freie Dokumentation](#). In der Wikipedia ist eine [Liste der Autoren](#) verfügbar.

