

Auswahl des richtigen Kabelbindermaterials für Ihre Anwendung



Wenn Sie diese Informationen als Leitfaden heranziehen, sind Sie in der Lage, den für den vorgesehenen Zweck langfristig am besten geeigneten Kabelbinder und das am besten geeignete Material auszuwählen.

Um eine hohe Lebensdauer und Zuverlässigkeit zu gewährleisten, sind bei der Auswahl des richtigen Kabelbinders für jede Anwendung mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Da Panduit nicht zu allen Kombinationen von möglichen Bedingungen Daten zur Verfügung stellen kann, sind die vorliegenden Informationen als Orientierungshilfe zu betrachten und Probekabelbinder unter tatsächlichen Einsatzbedingungen zu testen, um für die Anwendung den am besten geeigneten Kabelbinder zu bestimmen.

Um für eine bestimmte Anwendung den optimalen Kabelbinder auszuwählen, dient die folgende Tabelle als Schnellübersicht. Bestimmen Sie zunächst die wichtigsten Ausführungskriterien, und sehen Sie dann in der Tabelle nach, welches Material diese Kriterien am besten erfüllt (10 = am besten geeignet, 1 = am wenigsten geeignet). Gehen Sie danach in der Tabelle die anderen Kriterien in vertikaler Richtung durch, und treffen Sie so eine endgültige Entscheidung.

Ausführungskriterien	Natur Polyamid 66	Wetterbeständiges Polyamid 66	Hitzestab., schwarzes Polyamid 66	Hitzestab., natur Polyamid 66	Hitzestab., wetterbeständiges, schwarzes Polyamid 66	Flammhemmendes, schwarzes Polyamid 66	Flammhemmendes, Polyamid 66	Wetterbeständiges Polyamid 12	Natur Polypropylen	Wetterbeständiges Polypropylen	TEFZEL ■	HALAR▲	Rostfreier Edelstahl
Teilenummer nach Materialbestimmung		-0	-30	-39	-300	-60	-69	-120	-109	100	-76	-702	
Zugfestigkeit	7	7	7	7	7	7	7	6	5	5	7	5	10
Niedrigtemperatureinsatz	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	7	7	10
Hochtemperatureinsatz	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	8	7	10
Brennbarkeit	6	6	6	6	6	8	8	3	2	2	9	9	10
UV-Beständigkeit	1	6	4	1	6	1	1	7	1	6	9	9	10
Strahlungsbeständigkeit	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	9	9	10
Chemische Gesamtbeständigkeit	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	10	10	9
-Kohlenwasserstoffe	9	9	9	9	9	9	9	9	6	6	10	10	10
-Chlorierte Kohlenwasserstoffe	7	7	7	7	7	7	7	8	5	5	10	10	10
-Säuren	2	2	2	2	2	2	2	6	9	9	10	10	10
-Laugen	7	7	7	7	7	7	7	7	9	9	10	10	8
-Salze	3	3	3	3	3	3	3	8	10	10	10	10	9
Relativer Preis	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Niedrig	Niedrig	Hoch	Hoch	Hoch

Beispiel 1:

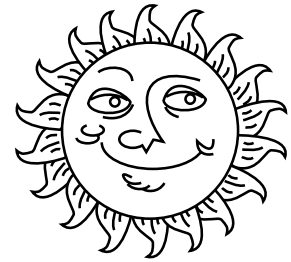
Anwendung	Auswahl
Wenn für Ihre Anwendung eine hohe Strahlungsbeständigkeit (2×10^6 rads) und eine sehr gute Beständigkeit gegen Kohlenwasserstoffe wichtig ist und der Preis nicht die größte Rolle spielt.	Die beste Auswahl ist TEFZEL oder rostfreier Edelstahl. Der Preis ist höher als für andere Materialien, doch beide besitzen hervorragende Werte für Strahlungs- und Kohlenwasserstoffbeständigkeit.

Beispiel 2:

Anwendung	Auswahl
Wenn für Ihre Anwendung ein preiswertes Material, eine gute Beständigkeit gegen UV-Strahlung und sauren Regen wichtig sind.	Ihre beste Wahl ist wetterfestes Polypropylen. Es ist preiswert, hat in der UV-Beständigkeit den Wert 6 und in der Beständigkeit gegen sauren Regen den Wert 9.

Wetterbeständigkeit

Ultraviolettes Licht (ein Bestandteil des Sonnenlichts) greift im Lauf der Zeit die meisten Kunststoffe an und verändert ihre Eigenschaften, indem es ihre Molekülketten aufricht. Diese Materialveränderung geht einher mit einer Reduzierung der Zugfestigkeit sowie mit Dehnungserscheinungen, Brüchigkeit, Farbveränderungen und matten Oberflächen.



Carbon-Black, das in PANDUIT™ Polyamid- und Polypropylen-Kabelbindern verwendet wird, ist einer der wichtigsten Stabilisatoren, die man heute kennt. Eine gleichmäßige Verteilung von Carbon-Black erzeugt eine hohe Beständigkeit gegen UV-Licht, ohne daß dadurch die übrigen physikalischen Eigenschaften beeinträchtigt werden. Durch den Zusatz von Carbon-Black oder einem beliebigen anderen UV-Lichtstabilisator wird die Lebensdauer der für Außenanwendungen eingesetzten Kunststoffe erhöht, jedoch die zerstörerische Wirkung des Lichts nicht gänzlich ausgeschaltet. Manche Kunststoffe wie TEFZEL[■] oder HALAR[▲] sind in ihrer Zusammensetzung bereits sehr beständig gegen ultraviolettes Licht und benötigen daher keine Stabilisatoren als Zusätze.

Bewitterungstests

Um die Wirkung von ultraviolettem Licht und den Effekt von UV-Stabilisatoren sichtbar werden zu lassen, führt Panduit in Übereinstimmung mit Industriestandards zwei Bewitterungstests durch: Bewitterung im Freien und beschleunigte Bewitterung.

Bewitterung im Freien

Die Bewitterung im Freien ist wohl die beste und realistischste beider Methoden. Sie wird in Übereinstimmung mit ASTM D1435 empfohlene Vorgehensweise für die Bewitterung von Kunststoffen im Freien durchgeführt und gewährleistet, daß das Material nicht nur UV-Licht, sondern auch allen anderen Umwelteinflüssen ausgesetzt ist. Zwar spiegelt diese Methode wohl am besten die tatsächlichen Einsatzbedingungen wieder, doch es bestehen zwei Nachteile. Der Zeitraum, der benötigt wird, um eine Beeinträchtigung der Eigenschaften und einen Materialausfall zu erzeugen, ist sehr groß, und es lassen sich keine unterschiedlichen chemischen Einflüsse testen.

Beschleunigte Bewitterung

In Materialprüfungen wurde die beschleunigte Bewitterung eingesetzt, um den Materialabbau mit einer Kombination aus ultraviolettem Licht, Temperatur und Feuchtigkeit zu beschleunigen. Die angewandten Verfahren liegen in Übereinstimmung mit den folgenden Normen:

- ASTM D1499, Vorrichtung zur Schaffung von Arbeitsbeleuchtung und Wasserkontakt (Karbon-Bogenlampe) für Kontakt mit Kunststoffen
- ASTM G53, Vorrichtung zur Schaffung von Arbeitsbeleuchtung und Wasserkontakt (Fluoreszierende UV-Kondensation) für nichtmetallische Materialien

Die in ASTM D1499 festgelegten Bedingungen sehen eine Karbon-Bogenlampe, mit der das natürliche Sonnenlicht simuliert wird, und ein Wasserspray vor. Die Prüfkammer wird 20 Stunden pro Tag betrieben, wobei während eines Zyklus von 2 Stunden 108 Minuten lang natürliche Sonneneinstrahlung simuliert wird und 12 Minuten lang natürliche Sonneneinstrahlung und Wasserspray einwirken. Die Temperatur eines schwarzen Körpers innerhalb der Kammer beträgt während der "ausschließlichen Sonneneinwirkung" ungefähr 63 °C. Die Feuchtigkeit in der Kammer wird nicht geregelt. Die Prüfkammer gemäß ASTM D53 verwendet fluoreszierende Sonnenlampen, um ausschließlich UV-Licht zu erzeugen. Mit einem erhitzten wassergefüllten Topf wird während eines Teils des Zyklus Kondensation erzeugt. Der tägliche Zyklus setzt sich zusammen aus 20 Stunden Lichteinstrahlung, gefolgt von 4 Stunden Kondensation. Während der Kondensation betragen die Temperaturen des schwarzen Körpers im Lichtzyklus 50 °C und 40 °C.

Panduit hat eine eigene Kammer konstruiert, mit der sich die Wirkung von saurem Regen und ultraviolettem Licht auf Kabelbindermaterialien simulieren läßt. Die Wirkung anderer üblicher Chemikalien, z.B. Streusalz, läßt sich in dieser Kammer ebenfalls prüfen.

Diese Verfahren eignen sich für eine schnelle Bestimmung der UV-Beständigkeit unterschiedlicher Kabelbindermaterialien. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß es zwischen der beschleunigten Alterung und dem echten Außenkontakt keine genauen Abhängigkeiten gibt.

Materialausfallprüfung

Der Materialabbau kann zu drei verschiedenen Ausfallarten führen: Verlust der Materialzähigkeit, Verlust der Materialfestigkeit und Änderung des Aussehens. Die kritische Ausfallart ist abhängig von der jeweiligen Anwendung sowie den Anforderungen an das Material selbst.

Der Verlust der Materialzähigkeit wird anhand von Probeexemplaren des Materials, die vor und nach der Bewitterung auf ihre Zugfestigkeitseigenschaften hin geprüft werden, kontrolliert. In dieser Prüfung wird die durch längere Bewitterung bedingte abnehmende Materialzähigkeit ermittelt.

Der Verlust der Materialfestigkeit läßt sich durch Messen von Längenänderungen sowie der Kerbschlagzähigkeit kontrollieren. Mit zunehmender UV-Einwirkung und Materialbrüchigkeit nimmt die Längenstabilität und Kerbschlagzähigkeit ab. Es wird darauf hingewiesen, daß das Material auch dann brüchig sein kann, wenn die Zugfestigkeit keinerlei Veränderung aufweist.

Zwar gehört eine Veränderung des Aussehens nicht zu den typischen Ausfallarten von Kabelbindern, doch neigt der Kunststoff nach längerer Zeit zu Verfärbungs- und Glanzverlusterscheinungen. Diese Veränderungen lassen sich durch Farbvergleiche unter Verwendung der Adams-Einheiten, die mit den Einheiten des National Bureau of Standards vergleichbar sind, messen.

Panduit verfügt über ein eigenes Programm zur Materialbewitterung, mit dem sich die zu erwartende Lebensdauer verschiedener Kabelbindermaterialien annähernd bestimmen läßt. Zu diesem Zweck werden zahlreiche gealterte Proben, die auf der ganzen Welt verteilt sind, untersucht.

In allen Fällen wird der Materialabbau mit zunehmender UV-Einwirkung größer. Die wichtigsten Anzeichen des Materialabbaus sind Brüchigkeit, Rißbildung und Glanzverlust auf der Oberfläche. Darüber hinaus wurde festgestellt, daß die Zeit bis zum Eintreten der Ausfallerscheinungen kürzer war als anhand von Industrietests an Materialproben angegeben. Diese Abweichung ist teilweise darauf zurückzuführen, daß die Kabelbinder im tatsächlichen Einsatz unter Belastung geprüft wurden, während die meisten Kunstharzlieferanten ihre Bewitterungstests an unbelasteten Prüfstreifen durchführen.

Drei Kabelbindermaterialien (TEFZEL[■], HALAR[▲] und rostfreier Edelstahl) weisen eine sehr gute UV-Beständigkeit auf. In allen bisher durchgeführten Prüfungen waren die Materialien frei von jeglichen Anzeichen eines Materialabbaus.

Die Bestimmung der Lebensdauer eines Materials im Außeneinsatz gestaltet sich schwierig, da es neben der UV-Stabilität noch weitere Faktoren zu berücksichtigen gibt. Diese Faktoren werden nachfolgend aufgeführt und sind zu berücksichtigen, bevor entsprechende Angaben für ein Kabelbindermaterial gemacht werden.

Tabelle A - Externe Faktoren, die die Lebensdauer eines Kabelbinders beeinflussen

FAKTOREN	GERINGERE LEBENSDAUER
Chemikalien	Anwendungen, in denen Chemikalien mit einbezogen sind, können die Lebensdauer verringern. Dieser Faktor trägt am meisten zur Verringerung der Lebensdauer eines Kabelbinders bei.
Bündeldurchmesser	Mit kleiner werdendem Bündeldurchmesser wird der Kabelbinder einer größeren Biegebelastung ausgesetzt. Ein dickes Band mit einem geringen Durchmesser ist einer größeren Belastung ausgesetzt.
Belastung	Ist der Kabelbinder einer hohen Belastung ausgesetzt, resultiert dies in einer größeren Spannung auf dem Kabelbinderkörper.
Dicke	Ein dünnerer Kabelbinder besitzt eine geringere Lebensdauer, da Oberflächenrisse die Dicke des Materials schneller durchdringen.
Vibrationen	Anwendungen, in denen starke Vibrationen auftreten, beschleunigen die Rißbildung auf der Materialoberfläche.
Grad der Bewitterung	Keine Abschirmung, kein Schatten, Ausrichtung nach Süden, größere Höhe über dem Meeresspiegel sowie hohe Temperaturen vermindern die Lebensdauer des Kabelbinders.
Feuchtigkeit	Trockene Umgebungen fördern die Brüchigkeit in Polyamid 6.6-Kabelbindern. Hohe Luftfeuchtigkeit plus hohe Temperaturen können durch Hydrolyse im Polyamid zu Materialabbau führen.
Galvanisierte Metalle	Saurer Regen und säurehaltige Feuchtigkeit, die auf galvanisierte Metalle einwirken, setzen Chemikalien frei, von denen bekannt ist, daß sie Polyamid 6.6 angreifen.

LEBENSERWARTUNG UNTER WITTERUNGSEINWIRKUNG	
Material (Anhang P/N)	Jahre*
Natur Polypropylen (-109)	1
Natur Polyamid 6.6	1-2
Fammhemmendes, schwarzes Polyamid 6.6 (-60)	1-2
Flammhemmendes Polyamid 6.6 (-69)	1-2
Hitzestabilisiertes, schwarzes Polyamid 6.6 (-30)	1-2
Hitzestabilisiertes, natur Polyamid 6.6 (-39)	4-5
Wetterbeständiges Polyamid 6.6 (-0 & -00)	7-9
Hitzestabilisiertes, wetterbeständiges Polyamid 6.6 (-300)	7-9
Wetterbeständiges Polypropylen (-100)	7-9
Wetterbeständiges Polyamid 12 (-120)	12-15
TEFZEL [■] (-76)	>15
HALAR [▲] (-702)	>15
Rostfreier Edelstahl (MLT vorangesellt)	>30

*Basierend auf der Annahme, daß die Belastung minimal ist, keine chemische Einwirkung und keine Stoßeinwirkung vorhanden sind.

▲ HALAR ist ein eingetragenes Warenzeichen von Ausimont Inc., Fluorpolymer.

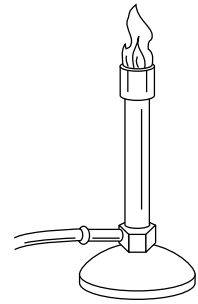
■ TEFZEL ist ein eingetragenes Warenzeichen von E. I. DuPont Co., Fluorpolymer.

Brennbarkeit

Es wurden mehrere Prüfverfahren entwickelt, mit denen sich unterschiedliche Materialien hinsichtlich ihrer Brennbarkeit bewerten und vergleichen lassen.

UL94 Vertikale Brennprüfung

Proben eines Materials mit den Abmessungen 127 mm mal 12,7 mm und der Dicke des gewünschten Endprodukts werden in ungealtertem und in "gealtertem (7 Tage bei 70 °C) Zustand" geprüft. Für die Prüfung wird eine genau geregelte Flamme 10 Sekunden lang unter eine vertikal angeordnete Probe gehalten. Dann wird die Flamme entfernt und die Brenndauer der Probe festgehalten. Wenn die Flamme erlischt, wird die Probe sofort erneut 10 Sekunden lang einer Flamme ausgesetzt und die Brenndauer der Probe erneut festgehalten. Die Brenndauer der Probe wird erneut aufgezeichnet. Unter die Probe wird ein Stück Watte gehalten. Wenn geschmolzenes Material der Probe auf die Watte tropft und diese entzündet, ist dies ebenfalls festzuhalten.



Materialien klassifiziert nach 94V-0

Materialien klassifiziert nach 94V-0 dürfen:

- keine Proben aufweisen, bei denen Flammenbrand mehr als 10 Sekunden nach Einwirkung der Prüf Flamme anhält
- für die zehn Flammeneinwirkungen für jede Gruppe aus fünf Proben einen Flammenbrand von nicht mehr als 50 Sekunden Gesamtdauer aufweisen.
- keine Proben aufweisen, die bis zur Halteklemme abbrennen oder abschwellen.
- keine Proben aufweisen, bei denen brennende Partikel herabtropfen, die trockene, absorbierende Watte entzünden, die sich 305 mm unterhalb des Prüfkörpers befindet.
- keine Proben aufweisen, bei denen ein Schwellbrand mehr als 30 Sekunden anhält, nachdem die Prüf Flamme zum zweiten Mal entfernt wurde.

Materialien klassifiziert nach 94V-1

Materialien klassifiziert nach 94V-1 dürfen:

- keine Proben aufweisen, bei denen Flammenbrand mehr als 30 Sekunden nach jeder Einwirkung der Prüf Flamme anhält.
- für die zehn Flammeneinwirkungen für jede Gruppe aus fünf Proben einen Flammenbrand von nicht mehr als 250 Sekunden Gesamtdauer aufweisen.
- keine Proben aufweisen, die bis zur Halteklemme abbrennen oder abschwellen.
- keine Proben aufweisen, bei denen brennende Partikel herabtropfen, die trockene, absorbierende Watte entzünden, die sich 305 mm unterhalb des Prüfkörpers befindet.
- dürfen keine Proben aufweisen, bei denen ein Schwellbrand mehr als 60 Sekunden anhält, nachdem die Prüf Flamme zum zweiten Mal entfernt wurde.

Materialien klassifiziert nach 94V-2

Materialien klassifiziert nach 94V-2 dürfen:

- keine Proben aufweisen, bei denen Flammenbrand mehr als 30 Sekunden nach jeder Einwirkung der Prüf Flamme anhält.
- für die zehn Flammeneinwirkungen für jede Gruppe aus fünf Proben einen Flammenbrand von nicht mehr als 250 Sekunden Gesamtdauer aufweisen.
- keine Proben aufweisen, die bis zur Halteklemme abbrennen oder abschwellen.
- Proben aufweisen, bei denen kurzzeitig brennende Partikel herabtropfen, von denen einige die trockene, absorbierende Watte entzünden, die sich 305 mm unterhalb des Prüfkörpers befindet.
- keine Proben aufweisen, bei denen ein Schwellbrand mehr als 60 Sekunden anhält, nachdem die Prüf Flamme zum zweiten Mal entfernt wurde.

ASTM D 635

Proben eines Materials mit den Abmessungen 125 mm mal 12.5 mm und der Dicke des erwünschten Endprodukts werden in unbewittertem "Neuzustand geprüft". An die Probe wird eine genau geregelte Flamme gehalten und eine Stoppuhr gestartet. Die Flamme wird 30 Sekunden lang an die Probe gehalten. Die Stoppuhr wird angehalten, sobald der Brand oder Schwelbrand aufhört oder die Flamme bis zu einer 100 mm Markierung vom freien Ende entfernt vorgeedrungen ist. Zehn Proben werden geprüft.

- Brenngeschwindigkeit

Sind zwei oder mehr Proben bis auf die 100 mm Markierung abgebrannt, dann wird als durchschnittliche Brenngeschwindigkeit (cm/min.) der Durchschnitt der Brenngeschwindigkeiten aller Proben, die bis auf die 100 mm Markierung abgebrannt sind, herangezogen.

- Durchschnittliche Brenndauer und durchschnittliches Ausmaß des Brennvorgangs

Die durchschnittliche Brenndauer und das durchschnittliche Ausmaß des Brennvorgangs der Probe wird angegeben, wenn keine von zehn Proben oder nicht mehr als eine von zwanzig Proben bis auf die 100 mm Markierung abgebrannt ist.

- Durchschnittliche Brenndauer (ATB):
- Durchschnittliches Ausmaß des Brennvorgangs (AEB):

$$ATB, s = \frac{\sum_0^{10} (t - 30s)}{\text{Anzahl der Proben}}$$

Gerundet auf die nächsten 5 Sekunden

$$AEB, mm = \frac{\sum_0^{10} (100 - \text{unverbrannte Länge})}{\text{Anzahl der Proben}}$$

Gerundet auf die nächsten 5mm

Flammbarkeitswerte

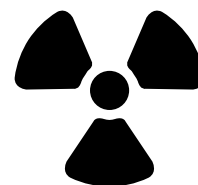
Materialien	UL94	ASTM D635
Natur Polyamid 6.6	94V-2 1.6 mm	AEB = 20 mm ATB = 5 Sekunden
Wetterbeständiges Polyamid 6.6 (-00)	94V-2 1.6 mm	AEB = 20 mm ATB = 5 Sekunden
Wetterbeständiges Polyamid 6.6 (-0) **	94V-2 1.6 mm	AEB = 20 mm** ATB = 5 Sekunden**
Hitzstabilisiertes Polyamid 6.6 (-30)	94V-2 1.6 mm	AEB = 20 mm ATB = 5 Sekunden
Hitzstabilisiertes natur Polyamid 6.6 (-39)	94V-2 1.6 mm	AEB = 20 mm ATB = 5 Sekunden
Hitzstabilisiertes wetterbeständiges Polyamid 6.6 (-300)	94V-2 1.6 mm	AEB = 20 mm ATB = 5 Sekunden
Flammhemmendes, schwarzes Polyamid 6.6 (-60)	94V-0 0.4 mm	AEB = 15 mm ATB < 5 Sekunden
Flammhemmendes Polyamid 6.6 (-69)	94V-0 0.4 mm	AEB = 15 mm ATB < 5 Sekunden
Wetterbeständiges Polyamid 12 (-120)	nicht anerkannt	Durchschn. Brenngeschwindigkeit 1.6 cm/min.
Natur Polypropylen (-109)	nicht anerkannt	Durchschn. Brenngeschwindigkeit 2 cm/min.
Wetterbeständiges Polypropylen (-100)	nicht anerkannt	Durchschn. Brenngeschwindigkeit 2 cm/min.
TEFZEL ■ (-76)	94V-0 1.6mm	AEB < 15 mm ATB < 5 Sekunden
HALAR ▲ (-702)	94V-0 1.6mm	AEB = 15 mm ATB < 5 Sekunden*
rostfrei (MLT vorangestellt)	nicht anwendbar	nicht anwendbar

*Wert basiert auf Proben mit einer Dicke von 3.2 mm.

**Spezifische Kabelbindergrößen bitte im Werk erfragen.

Radioaktive Strahlung

Installierte Kabelbinder aus unterschiedlichen Materialien wurden verschiedenen Strahlendosen ausgesetzt, um die obere Toleranzgrenze zu bestimmen. Diese Prüfungen wurden von Panduit hauptsächlich durchgeführt, um die Eignung dieser Materialien in Atomkraftwerken zu bestimmen (zugrundegelegt wurde eine Einsatzdauer von 40 Jahren). Strahlungsbeständigkeitswerte siehe Tabelle B.



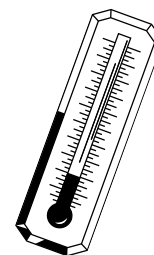
Feuchtigkeit

Viele Kunststoffe absorbieren bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit Wasser, wodurch sich die Zugfestigkeit dieser Materialien stark verändern kann. Wenn Polyamid 6.6 einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100% ausgesetzt wird, absorbiert es 8,5% Wasser, wodurch sich seine Zugfestigkeit im Vergleich mit der eines trockenen Kabelbinders um 50% reduziert. Polypropylen, HALAR[▲], Typ Polyamid 12 und TEFZEL[■] sind Stoffe mit geringer Wasserabsorption, so daß sich auch ihre Zugfestigkeit nicht wesentlich ändert. Wasseraufsaugung siehe Tabelle B.



Temperatur

Wenn Kunststoffe hohen Temperaturen ausgesetzt sind, reduziert sich in der Regel aufgrund der Oxidationserscheinungen ihre Stabilität. Die maximal zulässige Temperatur für ihren zuverlässigen Einsatz richtet sich nach dem jeweiligen Material und nach den Umgebungsbedingungen. In einer heißen Umgebung werden Kunststoffe anfänglich biegsamer und weicher. Nach längerer Zeit können Oxidationserscheinungen auftreten, die den Kunststoff brüchig werden lassen, was dazu führt, daß Kunststoff-Kabelbinder bei Stoß- oder Vibrationseinwirkung reißen können. Durch Kälteeinwirkung werden die meisten Kunststoffe ebenfalls brüchig, jedoch besitzen sie in der Regel dieselben Stabilitätseigenschaften, sobald sie wieder auf Raumtemperatur erwärmt wurden. Die Mindestdauertemperatur nach der Installation ist in Tabelle B aufgeführt.



Zugfestigkeit

Die meisten Kabelbinder werden aufgrund ihres Materials, ihrer Länge und Mindestzugfestigkeit ausgewählt. Die Mindestzugfestigkeit wurde gemäß der Militärspezifikation MIL-S-23190 ermittelt. Jeder Querschnitt eines Kabelbinders (Miniatur-M, Mittel-I, Standard-S, Groß-H und Extragroß-EH) ergibt bei der Prüfung gemäß MIL-S-23190 eine andere Zugfestigkeit.

Zunächst wird der Kabelbinder 24 Stunden einer Temperatur von 49°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 20% ausgesetzt. Dann wird der Kabelbinder an einem Spaltdorn befestigt und die Hälften des Spaltdorns mit 25.4 mm pro Minute auseinander bewegt (siehe Abbildung 1). Die Kraft, die erforderlich ist, um den Kabelbinder zu öffnen oder zu zerstören, ist die Zugfestigkeit. Die Zugfestigkeit ist zum einen von der Art des Verschlusses, zum anderen von der Zugfestigkeit des Materials abhängig. Beispiel: Die Zugfestigkeit von Polypropylen beträgt etwa 1/3 bis 1/2 der Zugfestigkeit von Polyamid 6.6.

Somit wäre die Zugfestigkeit eines Kabelbinders aus Polypropylen deutlich geringer als die eines Kabelbinders aus Polyamid 6.6 mit demselben Querschnitt. Diesen Aspekt gilt es bei der Auswahl eines geeigneten Kabelbinders ebenfalls zu berücksichtigen. Die unterschiedlichen Zugfestigkeitswerte sind in Tabelle B aufgeführt.

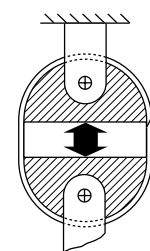


Abb. 1

Tabelle B — Physikalische Eigenschaften verschiedener Kabelbindermaterialien

Ausführungskriterien	Natur Polyamid 6.6	Wetterbeständiges Polyamid 6.6	Hitzestabilisiertes, schwarzes Polyamid 6.6	Hitzestabilisiertes, natur Polyamid 6.6	Hitzestabilisiertes, witterbeständiges Polyamid 6.6	Flammhemmendes und schwarzes Polyamid 6.6	Flammhemmendes Polyamid 6.6	Wetterbeständiges Polyamid 12	Natur Polypropylen	Wetterbeständiges Polypropylen	TEFZEL [■]	HALAR [▲]	Rostfreier Edelstahl
Zugfestigkeit 23 °C (kPA)	82,800 ¹	82,800 ¹	82,800 ¹	82,800 ¹	82,800 ¹	82,800 ¹	82,800 ¹	55,900 ¹	28,300 ¹	28,300 ¹	51,700 ¹	48,300 ¹	620,700 ²
Farbe	Natur	Schwarz	Schwarz	Natur	Schwarz	Schwarz	Elfenbein	Schwarz	Grün	Schwarz	Aqua	Braun	Rostfrei
Entflammbarkeit nach UL-Norm	Siehe <i>Seiten 60 und 61</i> .												
Sauerstoffindex	28	28	26	26	26	34	34	nicht anwendbar	nicht anwendbar	nicht anwendbar	30	60	nicht anwendbar
Gamma-Strahlungsbeständigkeit	1 x 10 ⁵ Rads	1 x 10 ⁵ Rads	1 x 10 ⁵ Rads	1 x 10 ⁵ Rads	1 x 10 ⁵ Rads	1 x 10 ⁵ Rads	1 x 10 ⁵ Rads	3.5 x 10 ⁵ Rads	1 x 10 ⁵ Rads	1 x 10 ⁵ Rads	2 x 10 ⁵ Rads	2 x 10 ⁵ Rads	2 x 10 ⁵ Rads
Wasserabsorption (24 Stunden)	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.1%	1.1%	0.3%	0.1%	0.1%	<0.03%	<0.05%	keine
UV-Beständigkeit	Gering	Gut	Mittel	Gering	Gut	Gering	Gering	Gut	Gering	Gut	Hervorragend	Hervorragend	Hervorragend
Max. Temperatur im Dauereinsatz	85 °C	85 °C	105 °C	105 °C	96 °C ³	105 °C	105 °C	80 °C	85 °C	85 °C	150 °C ⁴	140 °C ⁷	537 °C ⁵
Min. Temperatur im Dauereinsatz	-40 °C	-40 °C	-40 °C	-40 °C	-40 °C	-40 °C	-40 °C	-40 °C	-40 °C	-40 °C	-46 °C	-46 °C	-80 °C
Mind. Zugfestigkeit	Sub Min. Mittel	53N 80N 133/178N	53N 80N 133/178N	N/A 80N 133/178N	N/A 80N 133N	N/A 80N 133N	N/A 80N 178N	N/A N/A 111N	N/A 53N N/A	N/A 53N N/A	N/A 80N 111N	N/A 80N N/A	N/A N/A N/A
bei 48 °C 20% RH	Stand. Groß	222N 534/778N	222N 534/778N	222N 534/778N	222N 534N	222N 534N	222N 534N	178N 400N	133N 222N	133N 222N	222N 534N	222N N/A	445N 1112N
	EH DH	1112N	1112N	1112N	N/A	N/A	N/A	N/A	400N	400N	N/A	N/A	N/A 2669N
Intallations Werkzeug	GS2B GS2BL GS4H GS4EH STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS PPEH	GS2B GS2BL GS4H GS4EH STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS PPEH	GS2B GS2BL GS4H STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS	GS2B GS2BL GS4H STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS	GS2B GS2BL GS4H STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS	GS2B GS2BL GS4H STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS	GS2B GS2BL GS4H5 STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS	GS2B GS2BL GS4H STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS	GS2B GS3BL GS4H GS4EH STS2 STH2 ST2EH STHV PPEH PPTS	GS2B GS2BL GS4H GS4EH STS2 STH2 ST2EH STHV PPEH PPTS	GS2B GS2BL GS4H GS4EH STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS	GS2B GS2BL GS4H STS2 STH2 ST2EH STHV PPTS	GS4MT ST2MT PPTMT HTMT
Teilenummeranhang Materialbestimmung	keine	-0 und -00	-30	-39	-300	-60	-69	-120	-109	100	-76	-702	

1. ASTM D638-878
2. ASTM E8
3. Geschätzt
4. Nach der Verarbeitung
5. -321 erhöht sich auf 923 °C
6. U.L-Komponente erkannt bei 170 °C
7. U.L-Komponenten erkannt bei 125 °C

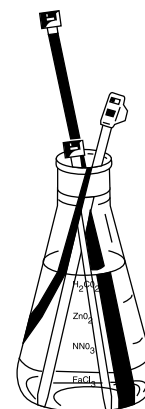
Basierend auf der Annahme, daß die Belastung minimal ist, keine chemische Einwirkung und keine Stoßeinwirkung vorhanden sind.

▲ HALAR ist ein eingetragenes Warenzeichen von Ausimont Inc. Fluoropolymer.

■ TEFZEL ist ein eingetragenes Warenzeichen von E. I. DuPont Co., Fluoropolym.

Chemische Beständigkeit

Für die Lebensdauer eines Kabelbindermaterials sind mehrere Faktoren verantwortlich. Der wichtigste hierbei ist die chemische Einwirkung. Verschiedene Chemikalien haben je nach Konzentration, Temperatur, Belastung und UV-Einwirkung unterschiedliche Auswirkungen auf Kunststoffe. Tabelle C liefert eine hervorragende Richtschnur bei der Auswahl der besten Kabelbindermaterialien. Es wird darauf hingewiesen, daß die Kontakttemperatur in dieser Tabelle der chemischen Beständigkeit 21 °C beträgt.



**Tabelle C — Beständigkeit von PANDUIT™
Kabelbindermaterialien gegen chemische Einwirkung bei 21 °C**

— = Nicht geprüft
E = Hervorragend
S = Zufriedenstellend
B = Geringe Einwirkung
U = Angegriffen

¹ = Unter manchen Bedingungen tritt Grubenbildung ein
² = Chemischer Angriff kann eintreten, wenn Schwefelsäure vorhanden ist
Aq. = wässrig
C.S. = kalt gesättigt

Chemikalie	Prozent Konzentration	* Polyamid 6.6	Polyamid 12	Polypropylen	TEFZEL [■]	HALAR [▲]	304 Rostfreier Edelstahl	316 Rostfreier Edelstahl
1, 4-Dioxan	100	—	S	B	E	E	E	—
Acetaldehyd	90	S	—	B	E	E	—	—
Aceton	100	E	E	E	E	E	E	E
Acetophenon	100	—	—	S	E	E	E	E
Acetylen	100	—	—	E	E	E	E	E
Aluminiumchlorid	10	S	E	E	E	E	U	B
Aluminiumfluorid	10	S	E	E	E	E	U	B
Aluminiumhydroxid	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E	E
Aluminiumkaliumsulfat	10	S	E	E	E	E	E ¹	E
Ameisensäure	Alle	U	U	E	E	E	E	E
Ammoniak	Alle	—	E	E	E	E	E	E
Ammoniumchlorid	10 bis 25	U	E	E	E	E	E ¹	E
Ammoniumhydroxid	10	E	—	—	E	E	—	—
Ammoniumkarbonat	1 bis 5	—	E	—	E	E	E	E
Ammoniumnitrat	100	—	E	E	E	E	E	E
Ammoniumsulfat	10	—	E	E	E	E	E ¹	E ¹
Anilin	100	—	S	E	E	E	E	E
Antimontrichlorid	Alle	U	—	E	E	E	E	E
Apfelsäure	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	E	E
Arsensäure	1 bis 80	—	—	E	E	E	E	E
Bariumcarbonat	Alle	—	E	E	E	E	E	E
Bariumchlorid	Alle	—	E	E	E	E	E ¹	E
Bariumsulfat	Alle	—	E	E	E	E	E	E
Bariumsulfid	Alle	—	E	E	E	E	E	E
Benzen	100	E	E	B	E	E	E	E
Benzin	100	E	—	B	E	E	E	E
Benzoessäure	100	U	E	E	E	E	E	E
Benzolchlorid	100	—	—	B	E	E	—	—
Benzylalkohol	100	—	—	E	E	E	—	—
Bemsteinsäure	100	—	S	E	E	E	—	—
Blausäure	Alle	—	U	E	E	E	B	B
Bleiacetat	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	E	E
Borsäure	Alle	U	E	E	E	E	S	—
Brom	100	U	U	U	E	E	U	U
Butadien	100	—	—	B	E	E	E	E
Butan	100	—	E	E	E	E	E	E
Butandiol	100	—	—	E	E	E	—	—
Buttersäure	10 bis 100	U	—	E	E	E	E	E
Butylacetat	100	—	E	B	E	E	—	—
Butylphthalat	100	—	—	E	E	E	—	—
Butyraldehyd	100	—	—	E	E	E	—	—
Calciumcarbonat	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	E	E

Tabelle C — Beständigkeit von *PANDUIT*™ Kabelbindermaterialien gegen chemische Angriffe bei 21°C (Fortsetzung)

Chemikalie	Prozent Konzentration	* Polyamid 6.6	Polyamid 12	Polypropylen	TEFZEL ■	HALAR ▲	304 Rostfreier Edelstahl	316 Rostfreier Edelstahl
Calciumchlorat	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	E	E
Calciumchlorid	5	B	E	E	E	E	E'	E'
Calciumhydroxid	50	—	—	E	E	E	E	E
Calciumhypochlorit	2	U	—	E	E	E	E'	E'
Calciumnitrat	50	—	E	E	E	E	—	—
Calciumsulfat	2	B	—	E	E	E	E	E
Cresol	100	U	U	—	E	E	E	E
Crtonaldehyd	100	—	—	E	E	E	—	—
Cyclohexan	100	—	E	B	E	E	E	—
Cyclohexanol	100	—	E	E	E	E	E	—
Cyclohexanon	100	—	E	B	E	E	E	—
Chlor	Trocken	—	U	U	E	E	B	B
Chlor	Naß	—	U	B	E	E	U	U
Chlorbenzol	100	—	B	E	E	E	—	—
Chloressigsäure	10 bis 50	U	—	E	E	E	U	B
Chloroform	100	E	B	B	E	E	E	E
Chlorschwefelsäure	10 bis 100	U	U	U	S	E	U	U
Chromsäure	10 bis 50	U	U	E	E	E	B	B
Dibutylphthalat	100	—	—	E	E	E	—	—
Dichlorethan	100	—	—	E	—	E	E	E
Dichlorethylen	100	—	—	B	E	E	—	—
Dieselmotorenöl	100	—	E	B	E	E	E	E
Diethylether	100	—	E	E	E	E	E	E
Diglycolsäure	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	—	—
Dimethylamin	100	—	—	E	E	E	—	—
Dimethylformamid	100	—	E	E	E	E	E	—
Dimethylsulfat	100	—	—	B	E	E	—	—
Diethylphthalat	100	—	—	E	E	E	E	—
Disobutylketon	100	—	—	E	E	E	—	—
Eisenchlorid	50	U	—	E	E	E	U	U
Eisenchlorid	Wäss. C.S.	U	—	E	E	E	U	B
Eisenhydroxid	Alle	—	—	E	E	E	E	E
Eisennitrat	Alle	—	—	E	E	E	E	E
Eisensulfat	10	—	—	E	E	E	E'	E
Essigamylester	100	—	—	B	E	E	E	E
Essigesther	100	E	E	S	E	E	E	E
Essigsäure	97	U	U	E	E	E	E	E
Essigsäure	10	B	S	E	E	E	E	E
Essigsäureanhydrid	90	—	S	E	E	E	E	E
Ethylalkohol	100	E	E	E	E	E	E	E
Ethylchlorid	100	—	—	B	E	E	E	E
Ethylenchlorid	100	E	B	B	E	E	E	E
Ethylenoxid	100	—	—	B	E	E	—	—
Ethylglykol	100	E	E	E	E	E	E	E
Fettsäuren	100	—	—	E	E	E	—	—
Flugzeugbenzin	100	E	—	E	E	E	E	E
Fluor (trocken)	100	—	—	U	E	—	U	U
Flußsäure	Alle	U	U	E	E	E	U	U
Formaldehyd	40	E	S	E	E	E	E'	E
Freone	100	E	—	—	E	E	—	—
Furfural	100	E	—	—	E	E	E	E
Gerbsäure	Wäss. C.S.	—	—	—	E	E	E	E
Gerbsäure	10	—	E	E	E	E	E	E
Glycerin	100	—	E	E	—	E	E	E
Glykolsäure	40	U	—	E	E	E	—	—

*SCHLIESST ALLE POLYAMIDE 6.6 MIT EIN (WETTERBESTÄNDIG, HITZESTABILISIERT UND FLAMMHEMMEND)

▲HALAR ist ein eingetragenes Warenzeichen von Ausimont Inc. Fluoropolymer.

■TEFZEL ist ein eingetragenes Warenzeichen von E. I. DuPont Co., Fluoropolymer.

Tabelle C — Beständigkeit von PANDUIT™ Kabelbindermaterialien gegen chemische Angriffe bei 21°C (Fortsetzung)

Chemikalie	Prozent Konzentration	* Polyamid 6.6	Polyamid 12	Polypropylen	TEFZEL ■	HALAR ▲	304 Rostfreier Edelstahl	316 Rostfreier Edelstahl
Heptan	100	—	E	E	E	E	E	E
Hexan	100	—	E	E	E	E	E	E
Hydrobromsäure	Alle	U	U	E	E	E	U	U
Hydrochinon	100	—	—	E	E	E	—	—
Iodoform	100	—	—	—	E	E	E	E
Isopropylalkohol	100	E	E	E	E	E	E	E
Jod	100	—	—	E	E	E	U	U
Kaliumborat	1	—	—	E	E	E	—	—
Kaliumbromid	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	E'	E'
Kaliumcarbonat	Wäss. C.S.	—	B	E	E	E	E	E
Kaliumchlorat	Wäss. C.S.	—	S	E	E	E	E	E
Kaliumchlorid	5	—	E	E	E	E	E'	E'
Kaliumdichromat	Wäss. C.S.	—	U	E	E	E	E	E
Kaliumeisencyanid	25	—	—	E	E	E	E	E
Kaliumhydroxid	30	B	—	E	E	E	B	B
Kaliumjodid	Wäss. C.S.	—	E	E	—	E	E	E
Kaliumnitrat	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E	E
Kaliumperchlorat	1	—	—	E	E	E	—	—
Kaliumpermanganat	5	U	U	E	E	E	E	E
Kaliumpersulfat	Alle	—	—	E	E	E	—	—
Kaliumsulfat	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E	E
Kaliumsulfid	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	E	E
Kieselflußsäure	30	—	U	E	E	E	U	U
Kraftstoff	100	—	E	—	E	E	E	E
Kupfercyanid	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	E	E
Kupferchlorid	1 bis 10	U	—	E	E	E	E' bis U	E' bis B'
Kupfernitrat	50	—	—	E	E	E	E	E
Lanolin	10	E	E	E	E	E	E	E
Leinsamenöl	100	E	E	E	E	E	E	E
Magnesiumcarbonat	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E	E
Magnesiumchlorid	Wäss. C.S.	B	E	E	E	E	E'	E'
Magnesiumnitrat	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E	E
Maleinsäure	100	—	—	E	E	E	—	—
Meerwasser	100	—	E	—	E	E	E'	E
Methylalkohol	100	E	E	E	E	E	E	E
Methylbromid	100	—	—	U	E	E	—	—
Methylchlorid	100	—	—	B	E	E	—	E
Methylchlorid	100	B	U	B	E	E	E	E
Methylchloroform	100	E	—	B	E	E	—	—
Methylethylketon	100	—	E	B	E	E	E	E
Methylisobutylketon	100	E	—	B	E	E	E	E
Milchsäure	10	E	S	E	E	E	E	E
N. Butylalkohol	100	—	E	E	E	E	E	E
Naphthalin	100	—	S	E	E	E	E	E
Natriumacetat	Wäss. C.S.	E	—	E	E	E	E'	E
Natriumbenzoat	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	—	—
Natriumbicarbonat	Wäss. C. S.	E	E	E	E	E	E	E
Natriumbisulfat	10	—	—	E	E	E	E	E
Natriumbisulfid	Wäss. C.S.	—	S	E	E	E	E	E
Natriumborat	Wäss. C.S.	—	—	E	E	E	E	E
Natriumcarbonat	2	E	E	E	E	E	E	E
Natriumchlorat	25	—	B	E	E	E	E	E
Natriumchlorid	10	E	E	E	E	E	E'	E'
Natriumchromat	Wäss. C.S.	U	—	E	E	E	E	E
Natriumfluorid	5	—	—	E	E	E	E'	E'

Tabelle C — Beständigkeit von *PANDUIT*™ Kabelbindermaterialien gegen chemische Angriffe bei 21°C (Fortsetzung)

Chemikalie	Prozent Konzentration	* Polyamid 6.6	Polyamid 12	Polypropylen	TEFZEL■	HALAR▲	304 Rostfreier Edelstahl	316 Rostfreier Edelstahl
Natriumhydroxid	10	E	E	E	E	E	E	E
Natriumhypochlorit	5	S	B	E	E	E	B ¹	E ¹
Natriumhyposulfit	Wäss. C.S.	—	—	—	E	E	E	E
Natriumnitrat	5	E	E	E	E	E	E	E
Natriumnitrit	Wäss. C.S.	—	B	E	E	E	E	E
Natriumperborat	Wäss. C.S.	—	S	E	E	E	—	B
Natriumperchlorat	10	—	—	—	E	E	E	E
Natriumphosphat	5	—	E	E	E	E	E	E
Natriumsulfat	5	—	E	E	E	E	E	E
Natriumsulfid	5	—	E	E	E	E	E ¹	E
Natriumthiosulfat	25	—	E	E	E	E	E ²	E ²
Nickelchlorid	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E ¹	E ¹
Nickelsulfat	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E ¹	E ¹
Nitrobenzol	100	—	B	B	E	E	E	E
Nitromethan	100	E	—	—	E	E	—	—
Ölsäure	100	—	B	E	E	E	E	E
Oxalsäure	10	—	B	E	E	E	E	E
Paraffin	100	E	E	E	E	E	E	E
Perchlorethylen	100	—	—	B	E	E	E	E
Petroleumäther	100	—	E	E	E	E	E	E
Phenol	90	U	U	E	E	E	E	E
Phosphorpentoxid	100	—	U	E	E	E	—	—
Phosphorsäure	10	U	U	E	E	E	E	E
Phosphortrichlorid	100	—	U	B	E	E	E	E
Phthalsäure	50	—	—	B	E	E	E	E
Pikrinsäure	1	—	—	E	E	E	E	E
Propansäure	50	—	—	E	E	E	—	—
Propylalkohol	100	E	—	E	E	E	E	E
Pyridin	100	—	E	B	E	E	B	B
Quecksilber	100	—	E	E	E	E	E	E
Quecksilberchlorid	Aufgelöst	—	E	E	E	E	U	U
Rohbenzin	100	—	—	E	E	E	E	E
Salpetersäure	10 bis 30	U	U	E	E	E	E	E
Salpetersäure	30 bis 68	U	U	U	S	E	E	E
Salpetrige Säure	5	—	—	—	E	E	E	E
Salzsäure	Alle	U	U	E	E	E	U	U
Sauerstoff	Alle	—	—	E	E	E	—	—
Schwefel	100	—	E	E	E	E	S	B
Schwefeldioxid	Alle	U	—	B	E	E	E	E
Schwefelwasserstoff	Trocken	—	—	E	E	E	E	E
Schwefelwasserstoff	Naß	U	—	E	E	E	B ²	E ²
Schweflige Säure	5	U	B	E	E	E	B	E
Schweflige Säure	50	U	U	E	E	E	U	B
Schweflige Säure	Konzentrat	U	U	B	E	E	B	B
Schweflige Säure	10	E	—	E	E	E	B ¹	E ¹
Silberchlorid	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	U	U
Silbemitrat	10	—	E	E	E	E	E	E
Stearinsäure	100	—	B	E	E	E	E	E
Terpenin	100	—	S	U	E	E	E	E
Tetrachlorkohlenstoff	100	E	E	U	E	E	E	E
Tetrachlorkohlenstoff	Wäss. 10	—	—	—	—	E	B ¹	E ¹
Tetramethylenoxid	100	—	B	B	E	E	E	E

*SCHLIESST ALLE POLYAMIDE 6.6 MIT EIN (WETTERBESTÄNDIG, HITZESTABILISIERT UND FLAMMHEMEND)

▲ HALAR ist ein eingetragenes Warenzeichen von Ausimont Inc. Fluorpolymer.

■ TEFZEL ist ein eingetragenes Warenzeichen von E. I. DuPont Co., Fluorpolymer.

Tabelle C — Beständigkeit von **PANDUIT™** Kabelbindermaterialien gegen chemische Angriffe bei 21°C

(Fortsetzung)

Chemikalie	Prozent Konzentration	* Polyamid 6.6	Polyamid 12	Polypropylen	TEFZEL ⁿ	HALAR ^s	304 Rostfreier Edelstahl	316 Rostfreier Edelstahl
Toluol	100	E	E	B	E	E	E	E
Trichloressigsäure	10	U	—	S	E	E	U	U
Trichlorethylen	100	—	U	B	E	E	E'	E'
Urin	50	—	E	E	E	E	—	—
Vinylacetat	100	—	—	E	E	E	—	—
Wasserstoffperoxid	30	U	S	S	E	E	S	E
Weinsäure	50	—	S	E	E	E	E	E
Xylol	100	E	—	U	E	E	E	E
Zinkchlorid	70	U	E	E	E	E	E	E
Zinknitrat	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E	E
Zinksulfat	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	E	E
Zinn(II)-chlorid	Wäss. C.S.	—	E	E	E	E	B	S
Zinnchlorid	Wäss. C.S.	U	—	E	E	E	U	B
Zitronensäure	10 bis 50	S	S	E	—	E	E	E