

ALTERUNG VON POLYMEREN UND AUSWIRKUNGEN AUF DIE HYGIENEEIGENSCHAFTEN

Einführung

1 Einwirkung von Wasser und Feuchtigkeit auf Kunststofftransportbänder

1.1 Hydrolyse

1.2 Veränderung der Eigenschaften des Kunststoffs (Polymers) durch Hydrolyse

1.3 Quellung

2 Mikrobenwachstum

2.1 Mikrobenbeständigkeit von Beschichtungswerkstoffen

2.1.1 Polyurethan

2.1.2 PVC

2.1.3 Polyolefine

3 UV-Strahlung

3.1 UV-Beständigkeit von Kunststoffen

3.1.1 UV-Beständigkeit von Polyurethan

3.1.2 UV-Beständigkeit von PVC

3.1.3 UV-Beständigkeit von Polyolefine

3.2 Einsatz von UV-Stabilisatoren in Produkten von Forbo Movement Systems

TecInfo 08 - 1 · 06/20 · FMS ·
Nachdruck, Vervielfältigung – auch auszugs-
weise – nur mit unserer Genehmigung.
Änderungen vorbehalten.

Forbo Siegling GmbH
Lilienthalstraße 6/8, D-30179 Hannover
Telefon +49 511 6704 0
www.forbo-siegling.com, siegling@forbo.com

EINFÜHRUNG

Dauerhaft konstante oder wechselhafte Belastungen führen bei Kunststoff-transportbändern zu Veränderungen ihrer technischen Eigenschaften und können langfristig zu deren Versagen führen. Die folgenden Abbildungen zeigen Einflussfaktoren und deren Auswirkungen auf Polymerwerkstoffe.

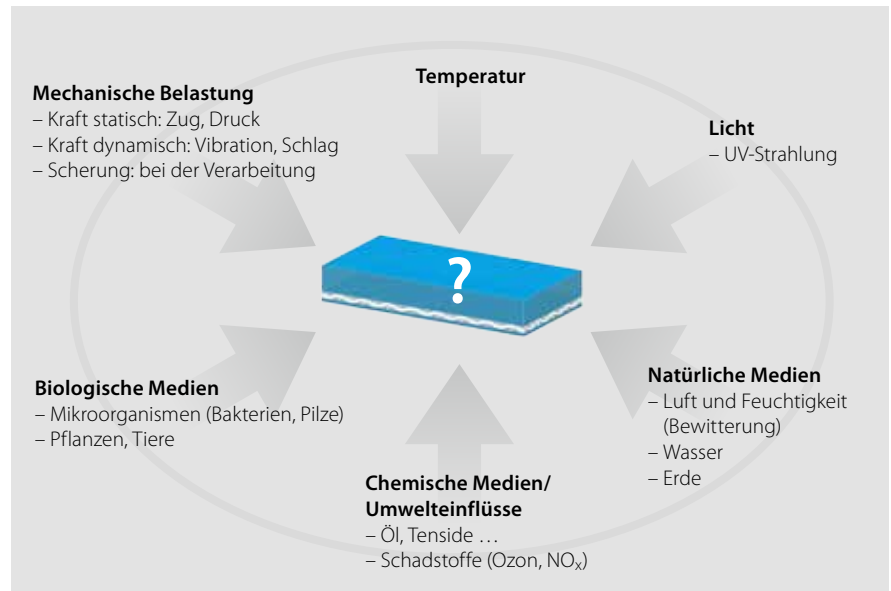


Abb. 1: Einflüsse auf Polymerwerkstoffe [1]



Abb. 2: Auswirkungen der Einflüsse auf Polymerwerkstoffe [1]

Im folgenden wird auf einige für Transportbänder relevante Einflussfaktoren näher eingegangen. Dazu zählen die Einwirkung von Wasser und Feuchtigkeit (Hydrolyse, Quellung), Befall durch Mikroben und UV-Strahlung.

1 Einwirkung von Wasser und Feuchtigkeit auf Kunststofftransportbänder

1.1 Hydrolyse

Unter Hydrolyse versteht man eine Aufspaltung bestimmter Molekülbindungen durch Reaktion mit Wasser. Sie wird hervorgerufen durch längere Lagerung in warmem Wasser, Sattdampf oder tropischem Klima (Feuchtigkeit in Verbindung mit Wärme).

Die Hydrolyse wird Säure- oder Lauge-katalysiert und durch hohe Temperaturen (Dampf) beschleunigt. Sie erfolgt bei Polyurethanen, vor allem durch Einwirkung von Laugen. Die bei dieser Reaktion entstehenden Spaltprodukte wirken wiederum katalytisch auf folgende Hydrolysereaktionen. Bei Raumtemperatur ist eine Schädigung durch hydrolytischen Abbau bei Polyurethanen kaum zu beobachten. Die Folge der Hydrolyse ist eine Abnahme der mechanischen Festigkeitseigenschaften.

Hydrolyse-empfindliche Polymere	Hydrolyse unempfindliche Polymere
Polyamid (Nylon®, Perlon®)	Polyethylen
Polyester	Polypropylen
Polyurethan	Polyvinylchlorid (PVC)

Tab.1 : Übersicht Reaktion verschiedener Polymere bei Kontakt mit Wasser.



MOVEMENT SYSTEMS

1.2 Veränderung der Eigenschaften des Kunststoffs (Polymers) durch Hydrolyse

Bei höheren Temperaturen als +40 °C zeigen sich bei Standard-Polyurethanen zunehmende Beeinträchtigungen der mechanischen Werkstoffeigenschaften (Abb. 3). Im Vergleich dazu bietet Forbo Movement Systems Produkte mit einem hydrolysebeständigen TPU an, dass in der Regel dauerhaft beständig gegen hydrolytischen Abbau ist. Die folgenden Diagramme zeigen den Einfluss der Hydrolyse auf die Zugfestigkeit und Reißdehnung im Vergleich von Standard-TPU und hydrolysebeständigem TPU bei 80 °C Wasserlagerung.

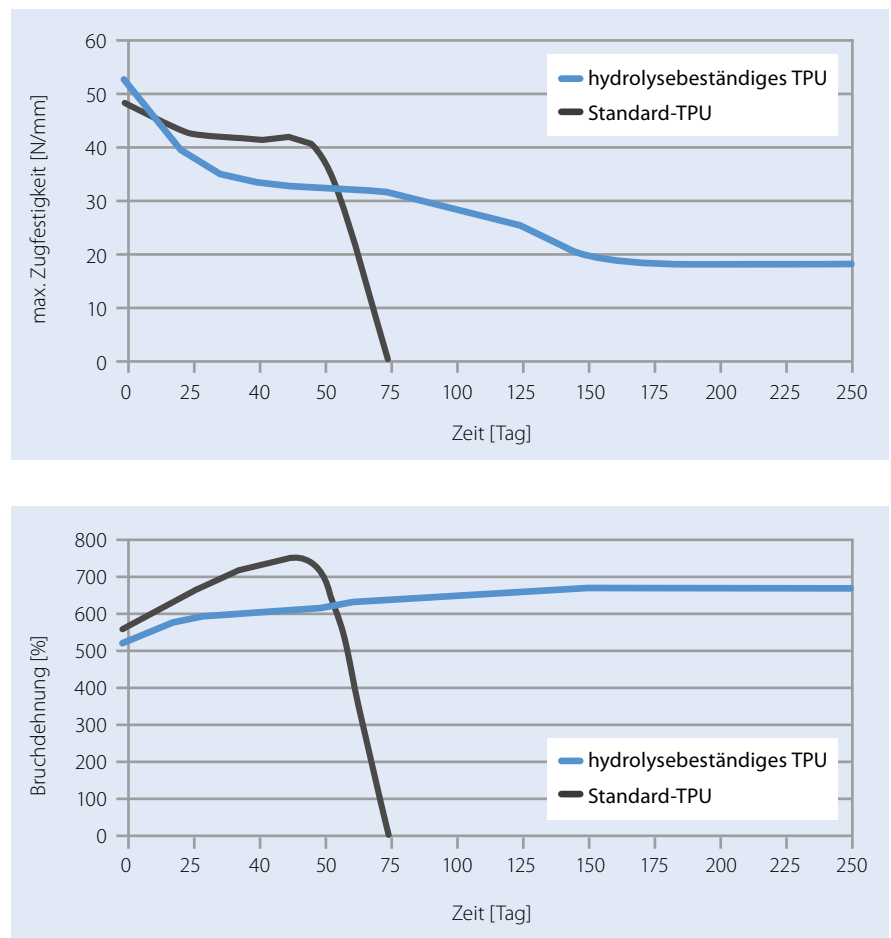


Abb. 3: Einfluss der Hydrolyse (80 °C) auf Zugfestigkeit und Bruchdehnung.

Abb. 4:
Vergleich hydrolysebeständiges TPU und
Standard-TPU nach Dauereinwirkung von Wasser,
100 °C über einen längeren Zeitraum (statisch).



In Abbildung 4 ist die Zersetzung der Beschichtung bei Dauereinwirkung von heißem Wasser nach mehreren Tagen dargestellt. Die bei Standard-Polyurethan auftretende Reaktion mit Wasser (Hydrolyse) und die damit verbundenen Änderungen der mechanischen Eigenschaften sind auch bei Polyamiden und Polyestern zu beobachten. Die von Forbo Movement Systems eingesetzten Polyamide sind gegen Hydrolyse stabilisiert.

1.3 Quellung

Neben der Spaltung von Bindungen durch Wasser (Hydrolyse) gibt es auch die Erscheinung, dass sich Wasser im Polymerwerkstoff einlagert (Quellung). Ein Beispiel hierfür sind Polyamide. Sie besitzen im Vergleich zu anderen Thermoplasten eine große Wasseraufnahmefähigkeit (bis ca. 10%), die von der Zeit und der Wasserdampfmenge abhängig ist. Entsprechend den äußeren Bedingungen stellt sich zwischen Polyamid und Wasser ein Gleichgewicht ein. Beträgt der Wassergehalt von Polyamid bei Normalklima (20/50) ca. 2 %, so nimmt dieser in deutlich trockenerer Atmosphäre ab und in feuchterer Atmosphäre zu.

In Abhängigkeit von Wassergehalt ändern sich zahlreiche Eigenschaften des Polyamids. Die Härte und die mechanische Festigkeit nehmen mit zunehmendem Wassergehalt ab, die Zähigkeit hingegen steigt stark an. Die hohe Zähigkeit stellt sich erst ein, wenn das Material eine gewisse Menge an Feuchtigkeit aufgenommen hat, so dass Artikel aus Polyamid vor dem Gebrauch einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen sollten.

2 Mikrobewachstum

Das Wachstum von Mikroorganismen auf Oberflächen ist in vieler Hinsicht ein unerwünschter Effekt. Mikroben führen zu Verderbserscheinungen, stellen ein Hygienierisiko dar und/oder beeinträchtigen den Gebrauchswert von Gegenständen. Unter ganz bestimmten Bedingungen, d.h. vorhandenes Nahrungsangebot (angreifbare chemische Bindungen, Weichmacher, ...), geeignete Umgebungsbedingungen (Temperatur, Sauerstoff, Feuchtigkeit, ...) ist eine mikrobielle Schädigung bei Polymeren möglich.

Die biogene Alterung muss nicht gleich zur Zerstörung des Transportbandes führen. Folgende Auswirkungen sind denkbar:

- Das Material ist inert
- Das Material wird bewachsen und verfärbt; keine Veränderungen der funktionalen Eigenschaften
- Das Material wird mikrobiell zersetzt, d.h. Versprödung der Beschichtung bis hin zum Zerfall.

Bei Kunststofftransportbändern, die im Bereich der unverpackten Lebensmittel eingesetzt werden, besteht neben der Beeinträchtigung der funktionalen Bandeneigenschaften auch noch zusätzlich die Gefahr der Kontamination des Lebensmittels und damit eine Gesundheitsgefährdung des Konsumenten.

Um diese störenden Begleiterscheinungen einzudämmen, werden bei Forbo Movement Systems die polymeren Oberflächen der Bänder so gestaltet, dass das Wachstum von Mikroorganismen weitgehend unterbleibt (Siegling Transilon HACCP-Typen).

2.1 Mikrobewachstum von Beschichtungswerkstoffen

2.1.1 Polyurethan

Polyurethane gelten aufgrund ihres hohen Stickstoffgehalts als attraktiv für Mikroorganismen.

Thermoplastische Standard-Polyurethane unterliegen der Gefahr, bei längerer Einwirkung durch Mikrobenbefall abgebaut zu werden. Feuchtigkeit in Verbindung mit Wärme (z. B. in nährreicher Umgebung wie z. B. Lebensmittelmüll) können diesen Prozess beschleunigen. In solchen Umgebungen vermehren sich Mikroorganismen sehr schnell. Die von ihnen freigesetzten Enzyme bewirken eine Spaltung der Esterbindungen (s. Hydrolyse) und eine Versprödung des Kunststoffes bis hin zum Zerfall. Hierbei ist zunächst ein punktueller Befall festzustellen, im Gegensatz zum hydrolytischen Abbau, der auf der gesamten Oberfläche stattfindet. Die hydrolysebeständigen TPU von Forbo Movement Systems sind weitgehend gegen eine Zersetzung durch Mikrobenbefall beständig, können jedoch andere Ablöseigenschaften besitzen als Standard-Polyurethane.



MOVEMENT SYSTEMS

2.1.2 PVC

Die Beständigkeit des PVC hängt von seiner Zusammensetzung ab. Dabei spielt vor allem die Art und Menge des verwendeten Weichmachers eine Rolle. Reines PVC bzw. Hart-PVC gilt als beständig, da es den Mikroorganismen keine Lebensgrundlage bietet.

Einige der auf dem Markt befindlichen Weichmacher für Weich-PVC sind unbeständig, so dass auch die Beständigkeit der Weich-PVC-Produkte beeinträchtigt ist. Hier stellt vor allem Befall durch Schimmelpilze ein Problem dar. Durch die Zersetzung des Weichmachers nimmt dessen Konzentration im PVC ab, wodurch auch eine Veränderung der mechanischen Eigenschaften hervorgerufen wird. Es gibt jedoch auch beständige Weichmacher, die nicht oder nur geringfügig von Mikroben angegriffen werden.

2.1.3 Polyolefine

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand ist von einer guten Beständigkeit von Polyolefine gegenüber mikrobieller Zersetzung auszugehen.



MOVEMENT SYSTEMS

3 UV-Strahlung

Kurzform von ultravioletter Strahlung. Es handelt sich um elektromagnetische Strahlung zwischen der sichtbaren Grenze des kurzwelligen Lichts der Sonnenstrahlung und dem Bereich der Röntgenstrahlung mit Wellenlängen von 100 nm bis 400 nm.

Folgende Strahlenbereiche werden unterschieden:

- UV-A 400 – 315 nm
- UV-B 315 – 280 nm
- UV-C 280 – 200 nm
- UV Vakuum < 180 nm

Insbesondere UV-C-Strahlung wird für Desinfektions- und Sterilisationsmaßnahmen und im Gesundheitswesen zur Verhütung von Infektionen eingesetzt. Die Inaktivierung der Mikroorganismen geschieht praktisch augenblicklich.

3.1 UV-Beständigkeit von Kunststoffen

Alle Kunststoffe werden, je nach Dauer und Intensität, unter Einwirkung von energiereicher Strahlung wie UV-A-, B- und C-Strahlung (Sonnenlicht) chemisch abgebaut (Alterung). UV-Licht bewirkt, dass die langen Molekülketten in kürzere Ketten aufgespalten werden und Farbveränderungen (Vergilbung) auftreten. Die Beständigkeit gegen diese Arten von Strahlung ist u. a. von der Dosierung der Strahlung, Form und Abmessung des Produktes, Klima und Atmosphäre des Einsatzortes abhängig. Normalerweise wirken hier mehrere Faktoren gleichzeitig wie z.B. Licht und Sauerstoff oder Licht und Feuchtigkeit. Durch Zusatz von Stabilisatoren (Lichtschutzmittel) kann die UV-Beständigkeit von Transportbändern erhöht werden.

3.1.1 UV-Beständigkeit von Polyurethan

Der Abbau der Polyurethane an der Atmosphäre durch UV-Strahlung ist ein sehr komplizierter Prozess, dessen Mechanismus bisher noch nicht vollständig bekannt ist. Charakteristisch für ihren Abbau ist die schon bei verhältnismäßig kurzer Bewitterung auftretende Vergilbung.

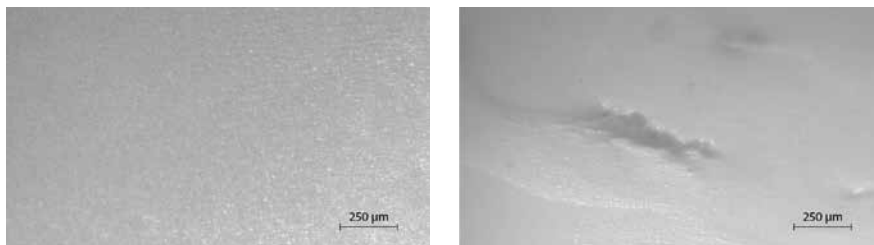
Hauptursache für Eigenschaftsänderungen von Polyurethanen ist ein photooxidativer Abbau durch Licht im Bereich der UV-A Strahlung.



MOVEMENT SYSTEMS

Auch UV-C-Strahlung, die vermehrt bei der Desinfektion zum Einsatz kommt, führt bei nicht beständigem oder nicht stabilisiertem Material zu Rissbildung (siehe Abb. 5). Neben diesen Reaktionen können bei Polyurethanen auch noch Hydrolyse-Reaktionen ablaufen. So wird die Photooxidation der Standard-Polyurethane durch Feuchtigkeit beschleunigt [2].

Abb. 5:
Vergleich UV-C-TPU (links) und Standard-TPU
(rechts) nach einer Bewitterung mit
UV-C-Strahlung über 120 Std. (Labortest).



3.1.2 UV-Beständigkeit von PVC

Hauptursache der Eigenschaftsänderungen von PVC bei Bewitterung ist UV-Licht. Es führt vor allem zur Verfärbung, Abbau der Polymermoleküle sowie Veränderungen der mechanischen Eigenschaften und Versprödung. Die Widerstandsfähigkeit ist dabei stark abhängig von der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung. Durch Verwendung geeigneter Rohstoffe und Stabilisatoren erreicht Forbo Movement Systems eine gute Beständigkeit gegen UV-Strahlung.

3.1.3 UV-Beständigkeit von Polyolefine

Polyolefine gehören zu den gegen UV-Licht am wenigsten beständigen Kunststoffen. Es treten innerhalb kurzer Zeit Abbauerscheinungen auf, die zur Veränderung der mechanischen Eigenschaften und allmählich zur vollständigen Zerstörung des Kunststoffes führen.

3.2 Einsatz von UV-Stabilisatoren in Produkten von Forbo Movement Systems

Alle Bandbeschichtungen von Forbo Movement Systems unterliegen auch in Bezug auf UV-Stabilität einer strengen Kontrolle. In den letzten Jahren wurden die Rezepturen von PVC- und TPU-Beschichtungen immer weiter verbessert. Eine vorzeitige Alterung unter dem Einfluss von UV-Strahlung (Rissbildung und Bruchneigung) wird jetzt zuverlässig verhindert. Die Bandoberfläche bleibt geschlossen, wird nicht kontaminiert, und behält ihre gute Reinigungsfähigkeit. Damit bietet sie maximale Hygienesicherheit, auch beim dauerhaften Einsatz von UV-C-Desinfektionsanlagen.

[1] Basierend auf:
Affolter, S.: Langzeitverhalten von
Thermoplasten, Interstaatliche Hochschule
für Technik NTB, Buchs, Schweiz

[2] Dolezel, B.: Die Beständigkeit
von Kunststoffen und Gummi;
Carl Hanser Verlag, München



MOVEMENT SYSTEMS