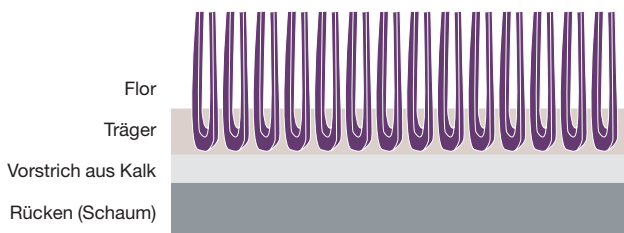


Teppichbodenrecycling: Aus Alt mach Neu

ALI NIKZAD
SULZER CHEMTECH

Allein in Deutschland werden jährlich rund 400 000 t alte Teppichböden verbrannt oder auf Deponien entsorgt. Nachdem Methoden zum Recycling von Polyamiden entwickelt worden sind, entsteht momentan in Premnitz (DE) die erste Recyclinganlage der Welt für Teppichböden mit beliebigem Flormaterial. Ein entscheidender Verarbeitungsschritt ist die Fallfilmkristallisation von Sulzer Chemtech.



1 Der Flor von rund 60% aller Spannteppiche besteht aus den Polyamiden Perlon und Nylon. Ein neues Verfahren ermöglicht das Recycling des Perlon-Monomers Caprolactam.

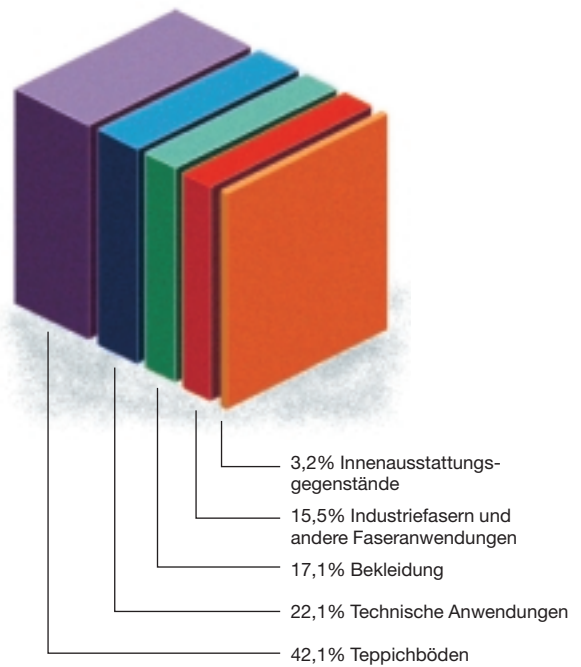
Teppichböden werden aus einem Verbund verschiedener Materialien hergestellt (Bild 1[■]); bei einem Großteil davon besteht der Flor jedoch ausschließlich aus Polyamid 6 (Perlon) oder Polyamid 6.6 (Nylon), zwei sehr verbreiteten Polyamiden. Jährlich werden weltweit über 5 Mio. t Polyamide hergestellt, die in den verschiedensten Bereichen eingesetzt werden (Bild 2[■]). Über die Hälfte davon wird zu Fasern für die Teppich- und die Bekleidungsindustrie versponnen. Industrielle Anwendungen sind Monofilamente und Borsten, Folien und Bänder, dazu massive Halbfabrikate und Spritzgussprodukte wie z. B. Zahnräder (Engineering Plastics). Polyamid 6 (PA6) entsteht durch Polymerisation von ϵ -Amino-Caprolactam (Caprolactam), das aus Erdöl, also aus einem nicht erneuerbaren Rohstoff, synthetisiert wird. Der Produktionsprozess ist aufwändig und belastet die Umwelt durch organische Nebenprodukte und, bei vielen Anlagen, große Mengen an Ammoniumsulfat. Ökologische, aber auch wirt-

schaftliche Gründe sprachen deshalb dafür, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem Caprolactam aus Altteppichböden, die sonst auf Deponien und in Müllverbrennungsanlagen landen, zurückgewonnen werden kann. Das Recycling von Kunststoffmonomeren ist in der chemischen Verfahrenstechnik seit Jahren bekannt; aus Altteppichböden konnte bis jetzt jedoch nur ein minderwertiges Monomer gewonnen werden, das nicht mehr für Tuftingteppichböden eingesetzt werden konnte.

HOCHREINES CAPROLACTAM AUS TEPPICHBÖDEN

Die Firma Lurgi-Zimmer hat zusammen mit weiteren Lurgi-Gesellschaften (LLE für die Sortierung und LLB für die Verbrennung) eine Caprolactam-Rückgewinnungsanlage entwickelt, die es ermöglicht, eine wirtschaftliche Lösung für die Verwertung von Altteppichböden mit PA6-Flor anzubieten. Ein entscheidender Verarbeitungsschritt ist die Fallfilmkristallisation (vgl. Kasten S. 21), die es erlaubt, das rückgewonnene

2[■] Die Spannteppichindustrie ist mit rund 42% der Gesamtmenge die wichtigste Abnehmerin für Polyamide.



Caprolactam in einer Qualität zu reinigen, wie sie die Industrie sonst nur aus Erdölprodukten herstellen kann. Die Fallfilmkristallisation wurde seit den 70er-Jahren bei Sulzer Chemtech entwickelt und eignet sich hervorragend für die Erzeugung von hochreinen Ausgangsstoffen für die Kunststoffherstellung. Eine entsprechende Anlage für die Herstellung von Paraxylol, dem Grundprodukt für verschiedene Polyesterfasern, lieferte Sulzer Chemtech nach Spanien (vgl. STR 4/96, S. 39). Im Vergleich zu anderen Technologien liegen die Hauptvorteile der Fallfilmkristallisation beim relativ geringen Wartungsaufwand, dem kleineren Platzbedarf und den tieferen Betriebskosten.

In Premnitz (DE), rund 80 km westlich von Berlin gelegen, wird für insgesamt 350 Mio. DEM die erste Recyclinganlage mit dem beschriebenen Verfahren realisiert (Bild 3[■]). Das Werk soll jährlich aus 120 000 t Altteppichen über 20 000 t Polyamide zurückgewinnen. Der Auftraggeber ist die Polyamid 2000 AG; die Produktionsaufnahme ist auf Ende 2000 geplant.

ALLE KOMPONENTEN DER TEPPICHE VERWERTET

Nach der Anlieferung im Recyclingwerk werden die Spannteppiche nach ihrem Flormaterial sortiert (Bild 4[■]). Teppiche, die kein Polyamid enthalten, werden zur Energieerzeugung verbrannt. Nylon- und Perlon-Teppiche werden

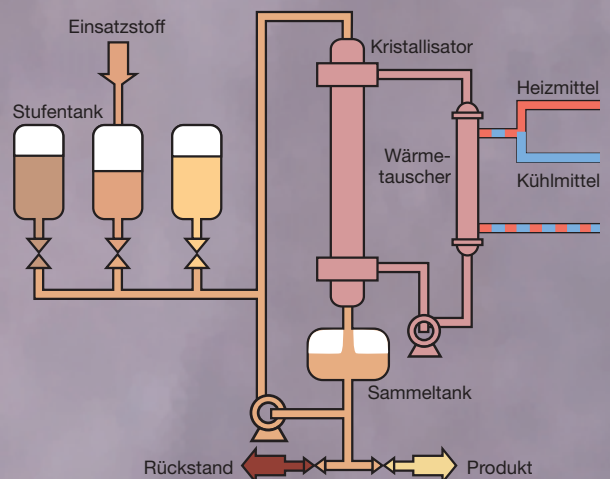
mechanisch in ihre Bestandteile zerlegt und diese weiter verarbeitet: Die Kreide aus Vorstrich und Schaumrücken wird aus dem System ausgetragen und kann bei Dritten wiederverwertet werden; das Trägermaterial gelangt ins Heizkraftwerk zur Verbrennung; die Aufbereitung der PA6- und PA6.6-Fasern erfolgt in getrennten Linien.

PRINZIP DER FALLFILMKRISTALLISATION

Drei verschiedene Arbeitsphasen kennzeichnen die Fallfilmkristallisation: Zu Beginn der ersten Phase wird der Sammel-tank mit geschmolzenem Einsatzstoff gefüllt, die Pumpen für Produkt und Wärmeträger werden in Betrieb gesetzt. Im Kristallisator bildet sich eine Kristallschicht, wobei das Niveau im Sammel-tank mit zunehmender Schichtdicke absinkt. Beim Erreichen eines festgelegten Niveaus wird der Kristallisationsprozess unterbrochen und die im Sammel-tank verbliebene Flüssigkeit entfernt oder wieder in einen Stufentank gepumpt. In

der zweiten Phase wird die Kristallschicht temperiert, um Verunreinigungen, die an ihr anhaften oder darin eingeschlossen sind, abtropfen zu lassen. Diese Flüssigkeit, auch partielle Schmelze genannt, wird im Sammel-tank aufgefangen und beim Erreichen einer vorgegebenen Menge direkt abgelassen oder in einen Stufentank gepumpt. In der dritten Phase wird die restliche Kristallschicht schließlich vollständig abgeschmolzen. Diese Schmelze ist entweder das gewünschte Reinprodukt oder ein Zwischenstrom, der in der folgenden Stufe nochmals kristallisiert wird.

Der Kristallisator ist die Schlüsselkomponente des Verfahrens; je nach Phase wird er gekühlt oder beheizt.





3[■] In Premnitz (DE) entsteht das erste Recyclingwerk der Welt für Spannteppiche mit beliebigem Flormaterial. Ende 2000 wird es seinen Betrieb aufnehmen.

Das PA6 wird zu Caprolactam depolymerisiert. Hier folgt nun der wichtigste Schritt des Recycling-Prozesses: Das Caprolactam-Wasser-Gemisch aus der Depolymerisierung wird in einer dreistufigen Destillation und einer anschließenden Fallfilmkristallisation aufbereitet; Endprodukt ist hochreines Caprolactam, das wieder zu PA6 mit einstellbaren Eigenschaften polymerisiert werden kann. Sowohl die strukturierten Packungen für die Destillation wie auch der Kristallisator stammen von Sulzer Chemtech.

ÖKOEFFIZIENZ BEIM POLYAMID-RECYCLING

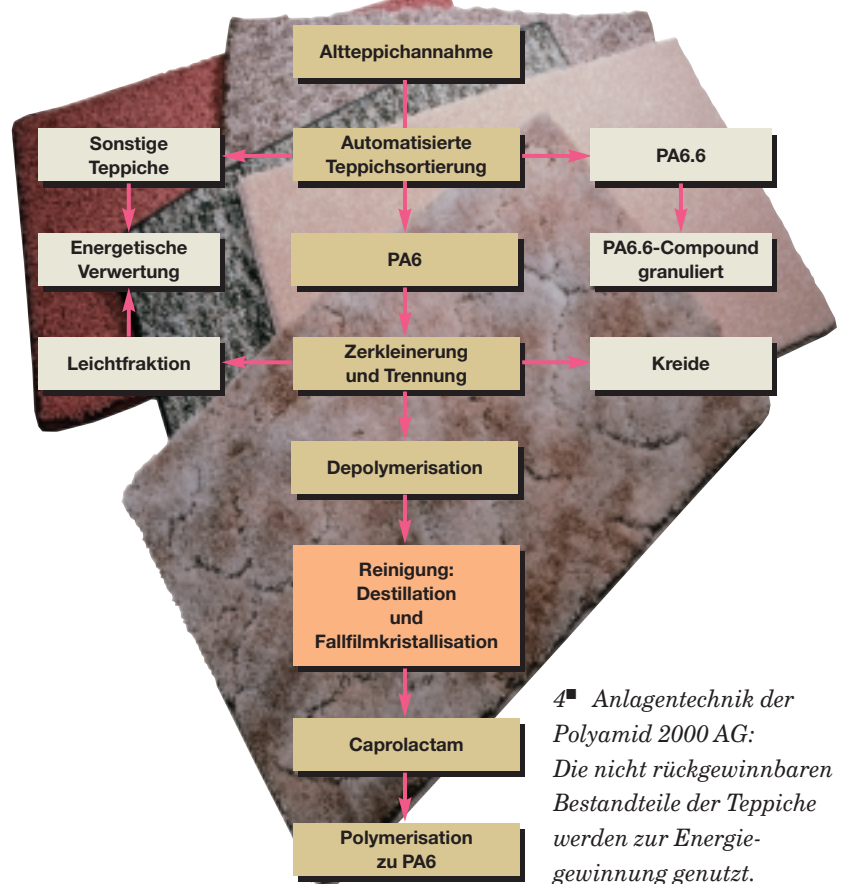
Das Recyclingverfahren muss sich finanziell lohnen. Bei der Anlage in Premnitz tragen verschiedene Faktoren dazu bei. Zum einen ist die Energiebilanz günstiger als bei der Produktion von Caprolactam aus Erdöl, da die Verbrennung der Reststoffe und Rückstände die Energie fürs Recycling liefert (Heizdampf für die Depolymerisation; überschüssiger Dampf wird in einem benachbarten Kraftwerk in elektrische Energie umgewandelt). Zudem müssen keine Nebenprodukte wie Lösemittel und Schwefelverbindungen entsorgt werden. Das Recycling findet in

einem geschlossenen Kreislauf und unter Vorkehrung modernster Umweltschutzmaßnahmen statt; es besteht keine Verunreinigungsgefahr für Luft und Gewässer. Aus den 120 000 t Altteppichen, die pro Jahr in Premnitz verarbeitet werden sollen, entstehen 10 000 t PA6-Granulat für textile Anwendungen, 13 000 t PA6.6-Compound für technische Anwendungen sowie 48 MWh Energie aus der Verbrennung. Der Preis für Polyamide in hoher Qualität ist auf dem Weltmarkt relativ hoch: Rund 2 Mrd. DEM beträgt der Markt-

wert für die 600 000 t Polyamide, welche beim Recycling aller weltweit anfallenden Alt-Spannteppiche zurückgewonnen werden könnten. Ω

INFO DIRECT

Sulzer Chemtech AG
 Ali Nikzad
 Postfach
 CH-9470 Buchs
 Schweiz
 Telefon +41 (0)81-755 45 31
 Telefax +41 (0)81-755 45 00
 E-Mail ali.nikzad@sulzer.com



4[■] Anlagentechnik der Polyamid 2000 AG: Die nicht rückgewinnbaren Bestandteile der Teppiche werden zur Energiegewinnung genutzt.