

LfU-3/1-4272

## **Sammlung und Verwertung von Alteppichen**

**Herausgeber:** Bayerisches Landesamt für Umweltschutz  
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821/9071-0  
Fax: 0821/9071-5553

Das Amt gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen  
Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen

**Verfasserin:** K. Bayer

**Stand:** Mai 2001

Bezug kostenlos

Gedruckt auf Recyclingpapier

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Altteppiche — eine bedeutende Fraktion .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Materialien und Mengen von Teppichen.....</b>	<b>6</b>
2.1	Teppicharten .....	6
2.2	Produktionsmengen.....	8
<b>3</b>	<b>Verfahren zur Sortierung und Verwertung von Altteppichen.....</b>	<b>11</b>
3.1	Identifikation von Teppichen .....	11
3.2	Verfahren zur Verwertung.....	13
3.2.1	Polyamid-Teppichböden (PA 6, PA 66).....	13
3.2.2	Wolle und Polypropylen .....	19
3.2.3	PET-Teppichböden.....	19
3.2.4	Sortierreste .....	19
<b>4</b>	<b>Erfassung von Altteppichen und Teppichresten.....</b>	<b>21</b>
4.1	Ergebnisse aus Testsammlungen.....	21
4.2	Teppichreste aus dem Gewerbe.....	23
4.3	Altteppiche aus Haushalten .....	24
<b>5</b>	<b>Empfehlungen .....</b>	<b>27</b>
5.1	Altteppiche getrennt sammeln und verwerten.....	27
5.2	Erfassung von Altteppichen .....	27
5.3	Kauf von Teppichen.....	29
<b>6</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>30</b>
7.1	Kurzbezeichnungen .....	30
7.2	Teppichsiegel .....	30
7.3	Liste der Sammelstellen (Stand:April 2001):.....	32
7.4	Literaturverzeichnis.....	41



# 1 Altteppiche — eine bedeutende Fraktion

Gebrauchte Teppiche bilden eine der großen Einzelfraktionen des Gesamtabfalls. In Deutschland wird die anfallende Menge an Altteppichen auf 450.000 t pro Jahr geschätzt. Dies entspricht einer Verlegefläche von 280 Mio. m<sup>2</sup>, was gleichbedeutend mit einer durchgehenden Fläche von 17 km im Quadrat ist [1]. Die durchschnittliche Gebrauchsdauer eines Teppichs beträgt in Wohnhäusern 8-12 Jahre, in Bürogebäuden ca. 6 Jahre. Mehr als die Hälfte aller verwendeten Bodenbeläge sind Teppiche.

**Verteilung verbrauchter Fußbodenbelägen im Jahr 1999**  
(ausgehend von der m<sup>2</sup>-Zahl)

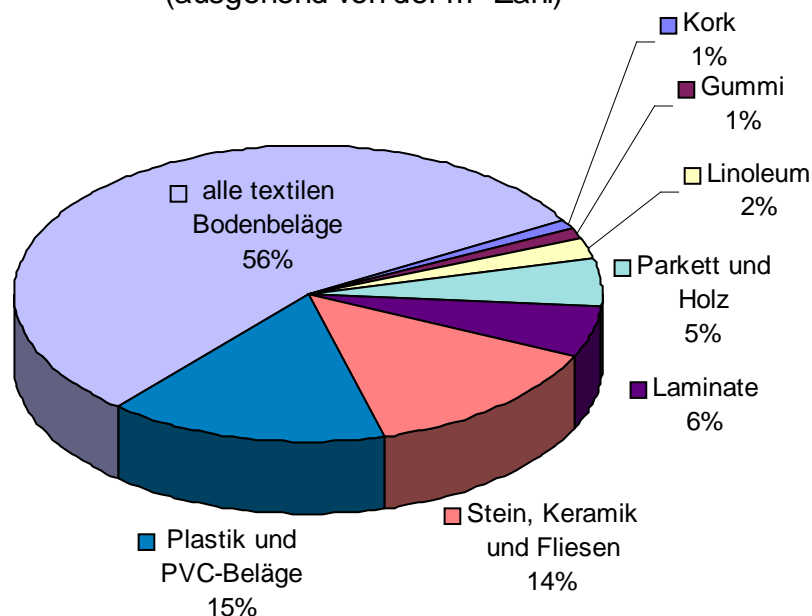


Abb. 1: Verteilung der Fußbodenbeläge in Westeuropa [2]

Zusammen mit den Produktionsabfällen (ca. 32.000 t/a) fallen in Deutschland somit rd. 5,8 kg Altteppiche pro Einwohner und Jahr an. In der Vergangenheit wurden gebrauchte Teppiche und Teppichreste meist als Sperrmüll der kommunalen Abfallentsorgung zugeführt. In den letzten Jahren sind jedoch Verfahren entwickelt worden, die eine Aufbereitung der Altteppiche und den anschließenden Einsatz der Materialien als Rohstoff ermöglichen.

Der vorliegende Bericht enthält Informationen zur Herstellung und materiellen Zusammensetzung von Teppichen, beschreibt die Verfahren zur Erfassung und Verwertung und gibt konkrete Hinweise zur Nutzung der Verwertungsmöglichkeiten in Bayern.

## 2 Materialien und Mengen von Teppichen

### 2.1 Teppicharten

Teppiche werden nach Art der Herstellung eingeteilt. Mit der Herstellungsart ist zugleich der Einsatz eines typischen Fasermaterials verbunden. Grundsätzlich gibt es vier Methoden Teppiche herzustellen.



Abb. 2: Geknüpfter Teppich [3]

#### **Knüpfen**

Die arbeitsaufwendigste und ursprünglichste Herstellungsart ist das Knüpfen eines Teppichs. Der Teppich darf nur dann als „echter Teppich“ bezeichnet werden. In Deutschland werden geknüpft

te Teppiche aus Ursprungsländern wie Indien,

China, Persien oder Marokko eingeführt. Die ver-

wendeten Materialien sind Wolle, Baumwolle, Seide und gelegentlich auch Ziegenhaar. [3]



Abb. 3: Gewebter Teppich [3]

#### **Weben**

Das Weben ist eine althergebrachte Art einen Teppich herzustellen. Beim Weben werden zwei Fadensysteme rechtwinklig verkreuzt, die längslau-

fende Kette und der querlaufende Schuss. Diese Art einen Teppich herzustellen verleiht ihm ein spezielles Aussehen und ist deshalb leicht erkenn-

bar. Als Material werden häufig Pflanzenfasern wie Sisal, Jute und Kokos, aber auch Wolle und Chemiefasern verwendet.



Abb. 4: Genadelter Teppich [3]

#### **Vliesvernadeln**

Eine heute häufige Teppichart ist der genadelte Teppich. Hier wird ein bauschiges Faservlies mit Hilfe von Nadeln, die wie Widerhaken geformt sind, mit einem Grundgewebe verbunden, ohne

dass ein Faden mit der Nadel geführt wird [4]. Der Nadelfilz bildet einen sehr starken Verbund. Das

Herstellungsverfahren von Nadelfilzteppichen ist günstiger als alle anderen Verfahren. Die Teppiche sind äußerst strapazierfähig, so dass dieses Verfahren für Teppiche im Objektbereich immer größere Bedeutung erlangt. Es stellt inzwischen das zweitwichtigste Herstel-

lungsverfahren dar [5]. Die Nadelvliesware wird als Bahnenware oder in Fliesenform angeboten. Das Faservlies besteht hauptsächlich aus Chemiefasern wie Polyamid (PA) bzw. Polypropylen (PP) oder Gemischen.



Abb. 5: Getufteter Teppich [3]

### Tuften<sup>1</sup>

Das heute am häufigsten eingesetzte Verfahren ist das Tuften von Teppichen. Hierbei werden mit einer langen Reihe von Nadeln Garne als Schlinge in ein Gewebe, eine Zwischenwebung, geschoben.

Der Vorschub transportiert das Gewebe weiter.

Die nächsten Schlingen können eingeschoben

werden. Das Polgarn wird im späteren Herstellverfahren durch eine Rückenbeschichtung verfestigt [5,6]. Wenn die Schlingen aufgeschnitten werden, entsteht ein Veloursteppich, bleibt die Schlinge erhalten, spricht man von Boucléteppichen. Das Verfahren ist schneller als die Methode des Webens und wird deshalb heute am häufigsten angewendet. 1999 waren 96 % der verbrauchten Materialien aus Chemiefasern, 2 % aus Wolle und 2 % aus anderen Spinnstoffen.

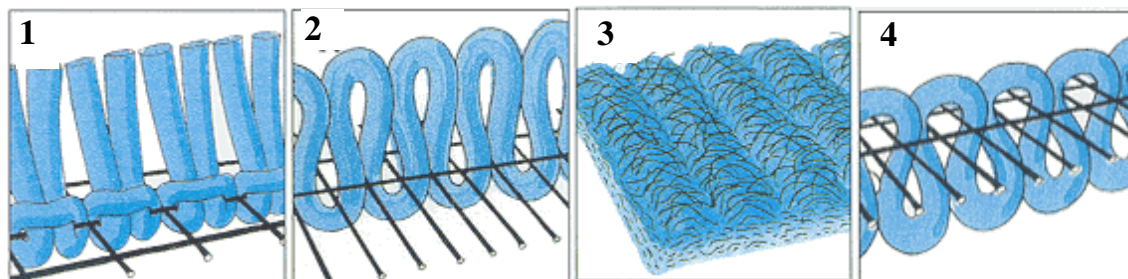


Abb. 6: Herstellarten von Teppichen  
Geknüpfter (1), gewebter (2), genadelter (3) und getufteter (4) Teppich

In der Abb. 6 ist die Garnführung der unterschiedlichen Herstellarten zu erkennen.

Abb. 7 zeigt den schematischen Querschnitt eines Teppichs. Die Teppichgewebe werden von hinten zur Verfestigung mit einem Vorstrich und danach mit einem Trägermaterial als Teppichrücken beschichtet.

<sup>1</sup> to tuft = mit Büscheln verzieren

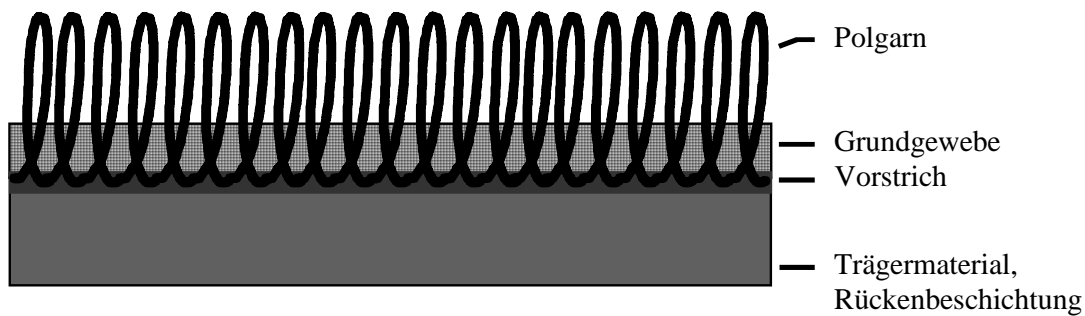


Abb. 7: Teppichquerschnitt

Die Nutzschicht des Teppichs - das Polgarn - kann, je nach Herstellungsart aus chemischen Fasern wie Polyamid (PA), Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polyethylterephthalat (PET) oder Polyacrylnitril (PAN), aus pflanzlichen Fasern wie Baumwolle, Sisal, Jute und Kokos oder aus tierischen Fasern wie Wolle und Seide oder aus Gemischen sein. Die Grundgewebe bestehen meist aus PP oder PE, da diese Kunststoffe preiswert sind, hohe Formbeständigkeit und gute Verschleißigenschaften aufweisen. Für den Vorstrich wird carboxylierter Styrol-Butadien-Kautschuk (XSBR) verwendet, für die Rückenbeschichtung wird hauptsächlich vernetztes, aufgeschäumtes Styrol-Butadien-Styrol (SBS) aber auch XSBR oder ataktisches (unregelmäßiges) Polypropylen (aPP) oder Acrylat-Kautschuk (Latex auf Basis Acrylsäureester - ACM) verwendet. Bei Teppichfliesen werden als Rückenbeschichtung amorphe Polyalpha-Olefine (APO), Bitumen, Ethylen-Vinylacetat (EVA) oder Polyvinylchlorid (PVC) benutzt. Als pflanzliche Rückenbeschichtung wird bei Webteppichen auch Jute eingesetzt.

Es ist möglich, Rohteppiche nach der Herstellung zu färben zu bedrucken oder diese noch zusätzlich auszurüsten, um zum Beispiel Antistatik-, Antischmutz-, antibakterielle oder Antiflammeigenschaften zu erhalten [5].

## 2.2 Produktionsmengen

Die produzierten Teppichmengen werden unterteilt nach Herstellungsart und Art der Nutzschicht, also des Polgarns. Die im Jahr 1999 in Bayern bzw. Deutschland produzierten Mengen ergeben sich wie folgt:



Teppichmengen 1999		ge- webt	ge- tuftet	ge- knüpft	ge- nadelt	gesamt	ge- webt	ge- tuftet	ge- knüpft	ge- nadelt	gesamt
		t	t	t	t	t	1000 m2	1000 m2	1000 m2	1000 m2	1000 m2
Bayern	aus Wolle	k.A.	k.A.	0		605*	k.A.	k.A.	0		481*
	aus Chemiefaser		3.362	0		3.362		1.798	0		1.798
	aus anderen Spinnstoffen			0		0			0		0
	Nadelfilz				17.936	17.936					12.972
<b>Gesamt</b>						<b>21.902</b>					<b>15.252</b>
BRD	aus Wolle	441	k.A.	0		2485*	228	1.750	0		1.978
	aus Chemiefaser	5.069	147.081	0		152.150	3.098	84.029	0		87.127
	aus anderen Spinnstoffen	3.494	k.A.	0	4.571	6.452*	1.064	1.408	0	1.608	4.080
	Nadelfilz				61.152	61.152					56.292
<b>Gesamt</b>						<b>222.238*</b>					<b>149.477</b>

Tab. 1: Produzierte Teppichmengen 1999 [7] (\* errechnete Angaben)

In Bayern bestehen 82 % d.h. 17.936 t der Gesamtproduktion aus Nadelfilz. Das Material Nadelfilz besteht in der Nutzschicht auch aus PA, PP oder Wolle. Es wird aufgrund der Herstellungsart von Nadelfilzteppichen in den amtlichen Statistiken derzeit nur als Produktionszahl gesamt für Nadelfilz geführt. Nadelfilz ist deshalb in Tab. 1 und Abb. 8 separat aufgeführt und kann nicht weiter in die Materialien Chemiefaser und Wolle unterschieden werden.

In Deutschland stellen Teppiche aus Chemiefasern, wie PA, PP, PE, PET und PAN den größten Anteil den produzierten Teppichmengen mit 68 %, d.h. 152.150 t dar.

### Verteilung der produzierten Teppichmengen (t) auf die Materialien in Deutschland 1999

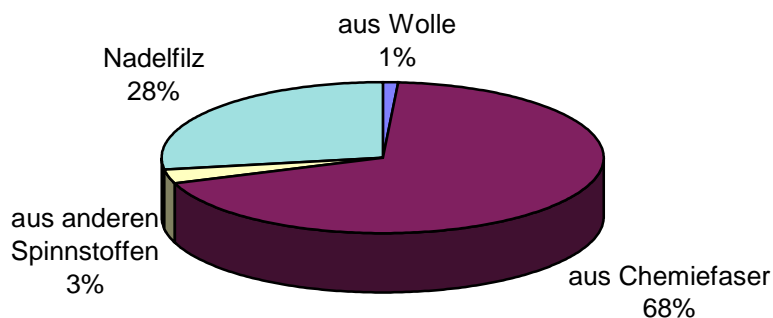


Abb. 8: Verteilung der produzierten Teppichmengen nach Materialarten

Die mit rd. 80 % am häufigsten verwendete Chemiefaser ist PA. PA wird verwendet in zwei Formen als PA 6, Perlon und als PA 66, Nylon.

Da ein reger Handel mit dem westeuropäischen Ausland besteht, entsprechen die in Deutschland produzierten Teppichmengen von 222.238 t nicht den in Deutschland verkauften bzw. verbrauchten<sup>2</sup> Teppichmengen. Die Verbrauchsmengen beliefen sich in den in Abb. 9 bezeichneten Ländern Westeuropas im Jahr 1999 insgesamt auf 886 Mio. m<sup>2</sup>, wobei Deutschland mit 30 % bzw. 257,8 Mio. m<sup>2</sup> und 412.480 t eines der drei führenden teppichverbrauchenden Länder ist. Die verbrauchte Teppichmenge von 257,8 Mio. m<sup>2</sup> ist fast doppelt so hoch wie die in Deutschland produzierte Menge.

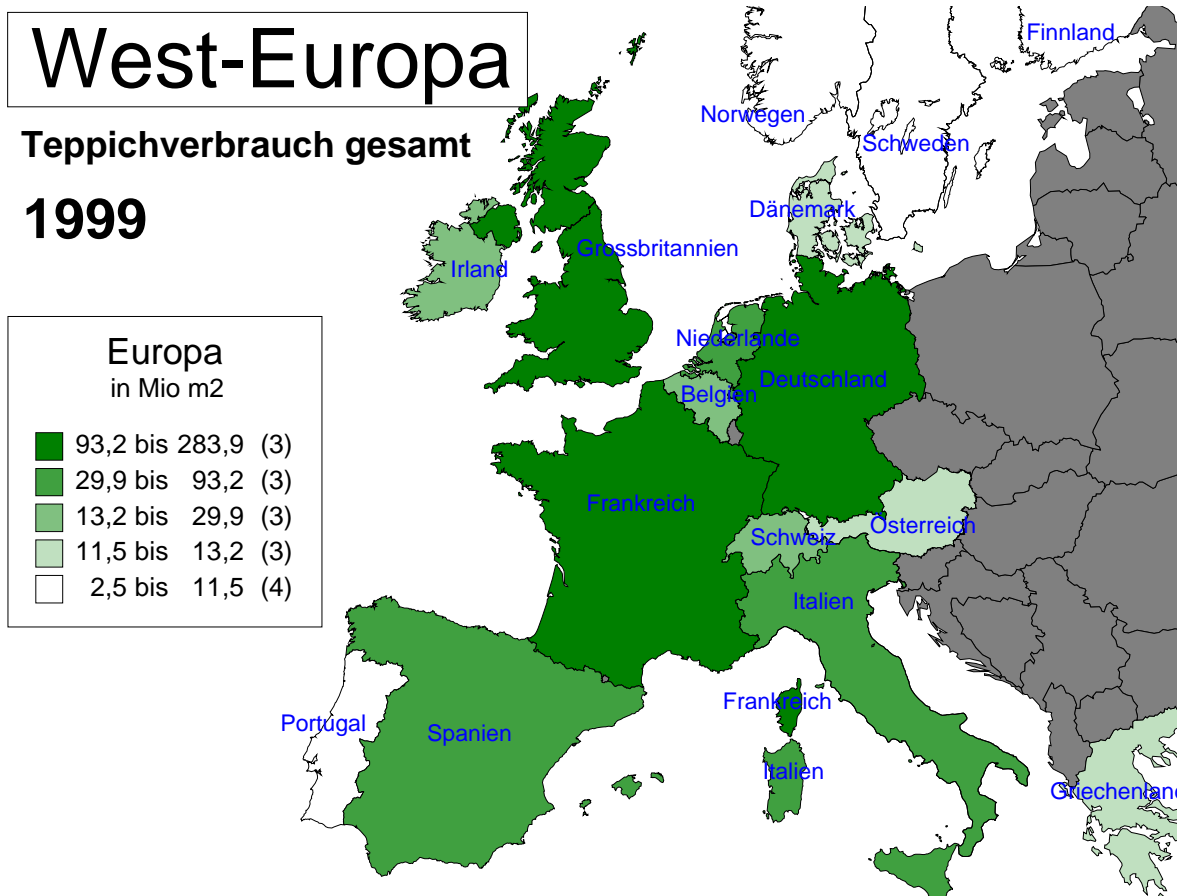


Abb. 9: Verbrauchte Teppichmengen in westeuropäischen Ländern im Jahr 1999 [2]

Rechnet man die in Deutschland verbrauchten Teppichmengen einwohnerproportional auf Bayern um, so ergibt sich für Bayern im Jahr 1999 eine verbrauchte Teppichmenge von 61.027 t. Diese Zahl ergibt einen Orientierungswert für mögliche Sammelmengen von Altteppichen, in der die Gebrauchsdauer eines Teppichs jedoch nicht berücksichtigt ist. Versuchssammlungen von Altteppichen konkretisieren die im Vergleich dazu tatsächlich erfassbaren Sammelmengen.

<sup>2</sup> Verbrauch = Produktionsmenge + Import - Export

### 3 Verfahren zur Sortierung und Verwertung von Alteppichen

Das europäische Forschungsprojekt RECAM (Recycling of Carpet Material) beschäftigte sich 1996-1999 mit sämtlichen Phasen des Teppichbodenrecyclings, von der Sammlung gebrauchter Teppichböden über die Identifikation, die Verwertung der einzelnen Fraktionen bis hin zur Herstellung neuer Teppichböden.

Innerhalb des Projektes wurde eine Pilotsammlung durchgeführt, um Mengen sowie Zusammensetzung der Teppichbodenabfälle zu ermitteln. Die Hauptmaterialströme der Teppichbodenabfälle bestanden aus PA 6, PA 66, PP, PET und Wolle. Die weniger verwendeten Fasertypen wie z.B. Baumwolle und Acryle (z.B. PAN) oder Fasermischungen wie Wolle/PP-Blends oder PA 6/PA 66-Blends kamen in der Sammlung auch in kleinen Mengen vor. Eine Aufteilung in sechs Fraktionen war für die manuelle und die automatische Sortierung der Teppichböden am besten in die Praxis umsetzbar. Innerhalb des Projektes wurde deshalb eine Technologie entwickelt, die eine Erkennung und Auftrennung in die Fraktionen PA 6, PA 66, PP, PET, Wolle und Sortierrest ermöglicht.

#### 3.1 Identifikation von Teppichen

Für die Materialerkennung wurden zwei Geräte entwickelt, ein Handgerät, das CarPID™ (Carpet Portable IDentifyer) und ein automatisches, stationäres Gerät, das CarRID™ (Carpet Rapid IDentifyer).



Das CarPID™ ist ein tragbares, batteriebetriebenes Handgerät, leichter als 3 kg, welches zur Vorsortierung oder beim Teppichhändler vor Ort eingesetzt werden kann. Eine Identifikation der jeweiligen Fraktionen erfolgt in zwei Sekunden.

Abb. 10: CarPID™ (li. Prototyp, re. Endversion) [8]

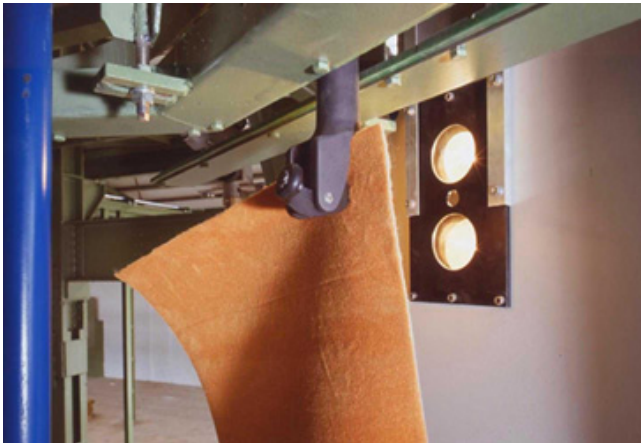


Abb. 11: CarRID™ (Prototyp) (li.) und Sortierklammern (re.) [ 8,9]



Abb. 12: Automatische Sortieranlage CRE [9]

Das CarRID™ System ist ein Gerät für die schnelle, automatische Sortierung. Eine Identifikation erfolgt in weniger als 100 ms. Die Teppiche werden an speziellen Sortierklammern aufgehängt, am CarRID™ System zur Identifikation vorbeigeführt und entsprechend der identifizierten Polgarnart in Container abgeworfen. Beide Geräte funktionieren nach dem Prinzip der Nahinfrarot-Spektroskopie. Die Technik wird durch unterschiedliche Spinnmuster, Farben und Verschmutzungen nicht übermäßig beeinträchtigt. Die jeweiligen Teppichmonofractionen können nun aufbereitet werden. Eine Sortieranlage auf der Basis dieser Technologie wird von der Carpet Recycling Europe GmbH in Mainz betrieben. Ein weiteres Identifikationsverfahren wird bei der Polyamid 2000 AG in Premnitz verwendet. Bei diesem Verfahren werden Teppiche an einer Stelle mit einem Hochdruckwasserstrahl gereinigt, danach werden Teppiche aus PA 6 und PA 66 mittels Ramanspektroskopie erkannt und in die Altteppich-Fractionen PA 6, PA 66 und sonstige aufgetrennt.

## 3.2 Verfahren zur Verwertung

### 3.2.1 Polyamid-Teppichböden (PA 6, PA 66)

Alte Teppiche oder Teppichreste aus PA können entweder rohstofflich auf chemischem Wege zu neuem Polyamid aufbereitet oder werkstofflich zu Sekundärkunststoffen weiterverarbeitet werden.

PA 6 und PA 66 gehören zu der Gruppe der Polykondensationskunststoffe. Die Polykondensationskunststoffe eignen sich aufgrund ihrer Eigenschaften zur chemischen Depolymerisation. Das Gleichgewicht Monomer/Polymer lässt sich je nach Wahl der geeigneten Bedingungen in die eine oder andere Richtung verschieben.

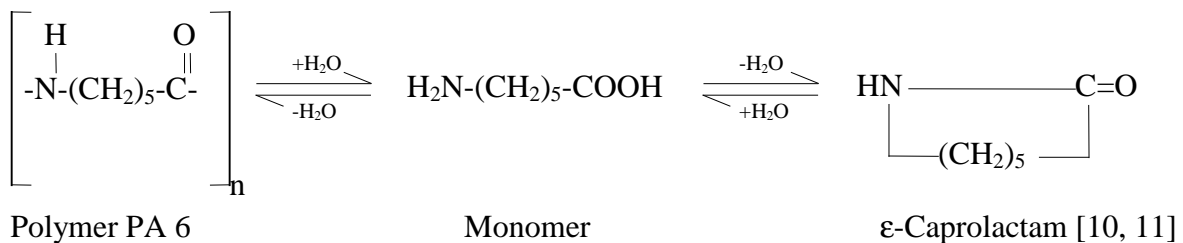


Abb. 13: Reaktionsgleichung zur Polymerisation/Depolymerisation von PA6 bzw.  $\epsilon$ -Caprolactam

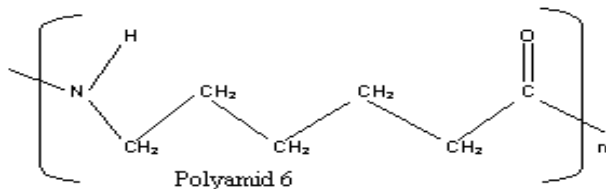


Abb. 14: Strukturformel PA 6

PA 6 entsteht durch Polymerisation von  $\epsilon$ -Caprolactam, das aus Erdöl gewonnen wird. Bei Temperaturen von rund 300 °C und einem Druck von mindestens 100 bar kann PA 6 wieder zu Caprolactam

depolymerisiert werden. Durch die nachfolgende Destillation erfolgt eine Reinigung von anderen Stoffen wie zum Beispiel Stabilisatoren und Farbstoffen. Danach liegt wieder reines Caprolactam vor, welches erneut polymerisiert werden kann.

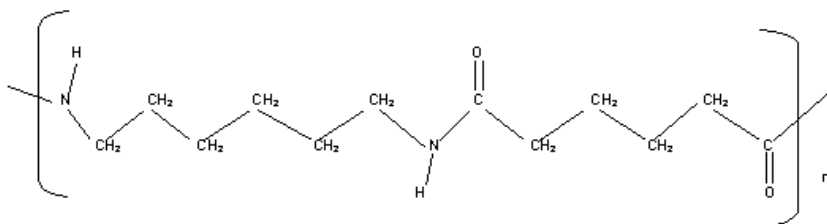


Abb. 15: Strukturformel PA 66

PA 66 wird aus AH-Salz polymerisiert, das aus **H**examethylen**d**iamin (HMD) und **A**dipinsäure erzeugt wird. Bisher gibt

es keine Anlage, die PA 66 rohstofflich aufbereitet. Jedoch wird PA 66 im Extruder aufgeschmolzen und somit werkstofflich aufbereitet. PA 66 schmilzt bei 255 °C.

## Polyamid 2000 AG

Die Polyamid 2000 AG betreibt seit Dezember 2000 in Premnitz bei Berlin eine Aufbereitungsanlage für Teppiche aus PA 6 und PA 66. In der Anlage (s. Abb. 16) werden die angelieferten Teppiche automatisch spektroskopisch identifiziert und nach der Art des Polgarns in die Fraktionen PA 6, PA 66 sowie den Sortierrest getrennt.

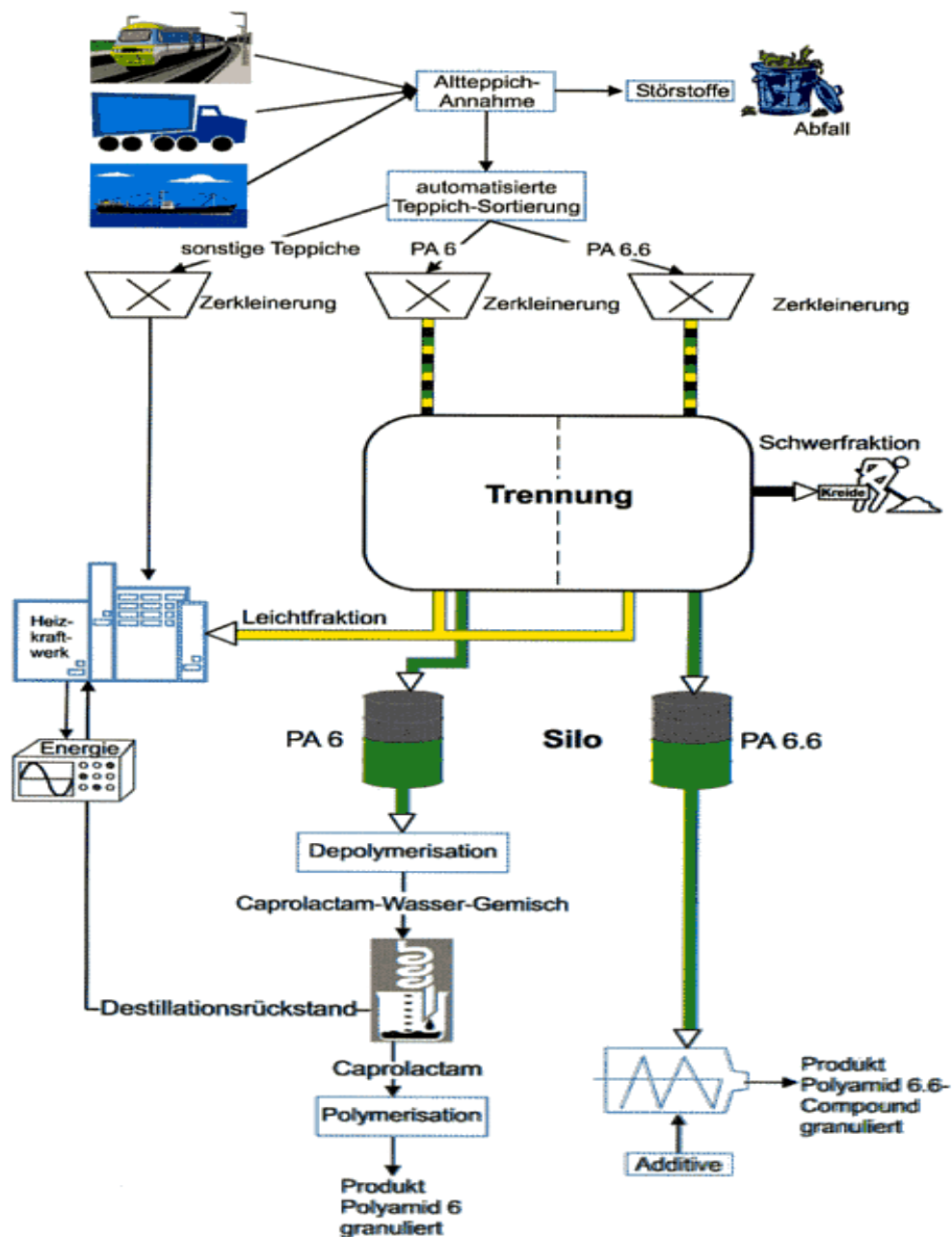


Abb. 16: Fließbild der Anlage der Polyamid 2000 AG [12]

Der Sortierrest, der kein Polyamid enthält, wird energetisch verwertet (s. 3.2.4). Teppiche die aus PA 6 und PA 66 im Polgarn bestehen, werden in zwei getrennten Linien zerkleinert und durch mehrstufige Zentrifugen in die Bestandteile Polyamidfasern, sonstige Fasern aus dem Trägermaterial und Kreide zerlegt. Die Kreide kann in Zementwerken oder Ziegeleien stofflich, das sonstige Fasermaterial energetisch verwertet werden. Zur weiteren Verarbeitung erfolgt die Agglomeration von PA 6- und PA 66-Fasern. Das PA 6-Agglomerat wird chemisch zu Caprolactam depolymerisiert, in mehreren Stufen gereinigt und erneut zu PA 6 polymerisiert.

Das aufbereitete PA 6 entspricht qualitativ dem PA 6 aus einer ersten Kondensation und wird wieder zur Herstellung von neuen Teppichen eingesetzt. Aus technologischen und wirtschaftlichen

Gründen wird in der PA 66-Linie das PA 66-Agglomerat im Extruder aufgeschmolzen, physikalisch gereinigt, mit Zuschlagsstoffen versetzt und zu einem marktfähigen PA 66-Recyclat verarbeitet, das für alle herkömmlichen Arten der Polyamidverarbeitung geeignet ist. Die Kapazität für den Rohstoffeinsatz beträgt 120.000 t/a unsortierte Altteppichböden, die Produktkapazität 10.000 t PA 6-Typware und 13.000 t PA 66-Compound.

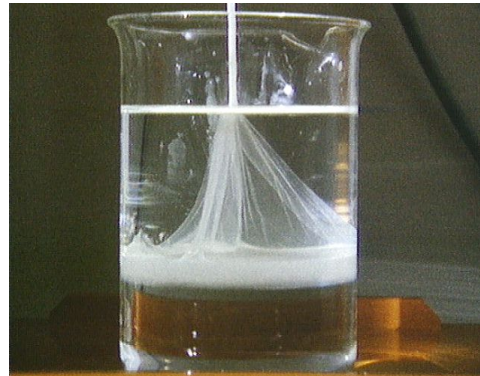


Abb. 17: Polymerisation von PA [13]

## BASF

Die BASF bereitet schon seit 30 Jahren Produktionsabfälle auf [14]. Seit 1994 wird innerhalb eines Programms mit dem Namen SixAgain in Arnprior, Ontario Kanada eine Aufbereitungsanlage für PA 6-Altteppichböden betrieben. Die Anlagentechnik besteht aus einer mechanischen Trennung der PA 6-Fasern als Kombination aus nassen und trockenen Verfahren und einer anschließenden Depolymerisation des PA 6. Die Durchsatzleistung der Anlage beträgt einige 1.000 t/a. Angenommen werden nur PA 6-Teppichböden aus dem SixAgain-Programm. Neue Teppichböden aus diesem Recyclingverfahren sind bereits seit einigen Jahren erhältlich [9].



Abb. 18: SixAgain-Programm [14]

## DuPont

Die DuPont Flooring Europe entwickelte 1995 in Chatanooga, USA ein DuPont Carpet Reclamation<sup>sm</sup> Programm, um gebrauchte Teppiche aus PA 66, Markenname Antron®, zu sammeln und wiederzuverwerten. In einem ersten Aufbereitungsverfahren wurden die PA-Fasern mechanisch getrennt und zu Sekundärkunststoffen umgeschmolzen.

## DuPont Chemical Recycling Process

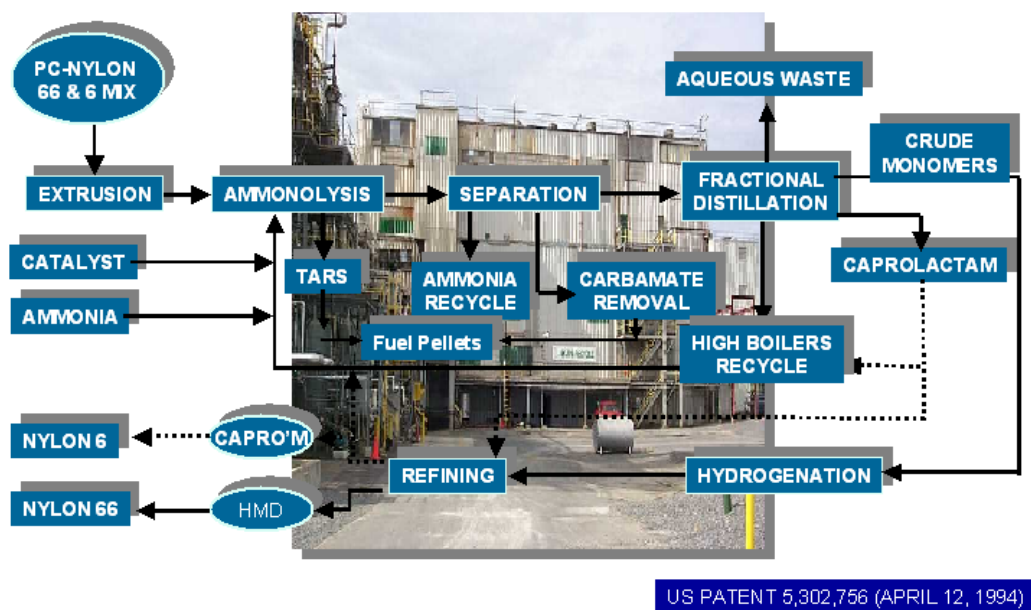


Abb. 19: Recyclingverfahren DuPont [15]

Ende 1999 wurde mit dem Bau einer chemischen Recyclinganlage in Kingston, Ontario Kanada begonnen. In der neuen Anlage soll PA 6- und PA 66-Neuware hergestellt werden [15]. Die Versuchsanlage ist geplant mit einer Durchsatzleistung von mehreren 1.000 t/a. Das Verfahren, dargestellt in Abb. 19, wird aus einer Extrusion, einer Ammonolyse, einer Separation und einer fraktionierten Destillation von Caprolactam aus dem Gemisch bestehen. Nach der Hydratisierung wird aus Caprolactam PA 6 und aus Hexamethylen-diamin (HMD) PA 66 produziert. Nach erfolgreichem Versuchsbetrieb soll das Verfahren in einer großtechnischen Anlage umgesetzt werden. [9]

## Rhodia Performance Fibres (Rhodia)

Rhodia verwendet zur Aufbereitung von Abfällen aus PA 6 ein chemisch-mechanisches Recyclingverfahren. 40.000 t/a Produktionsabfälle und sortenreine gebrauchte PA 6-



Abfälle (u.a. Fischernetze und reine Gewebe) werden in der Firma in Frankreich wieder als Caprolactam in den Produktionsprozess eingeschleust [9, 16].

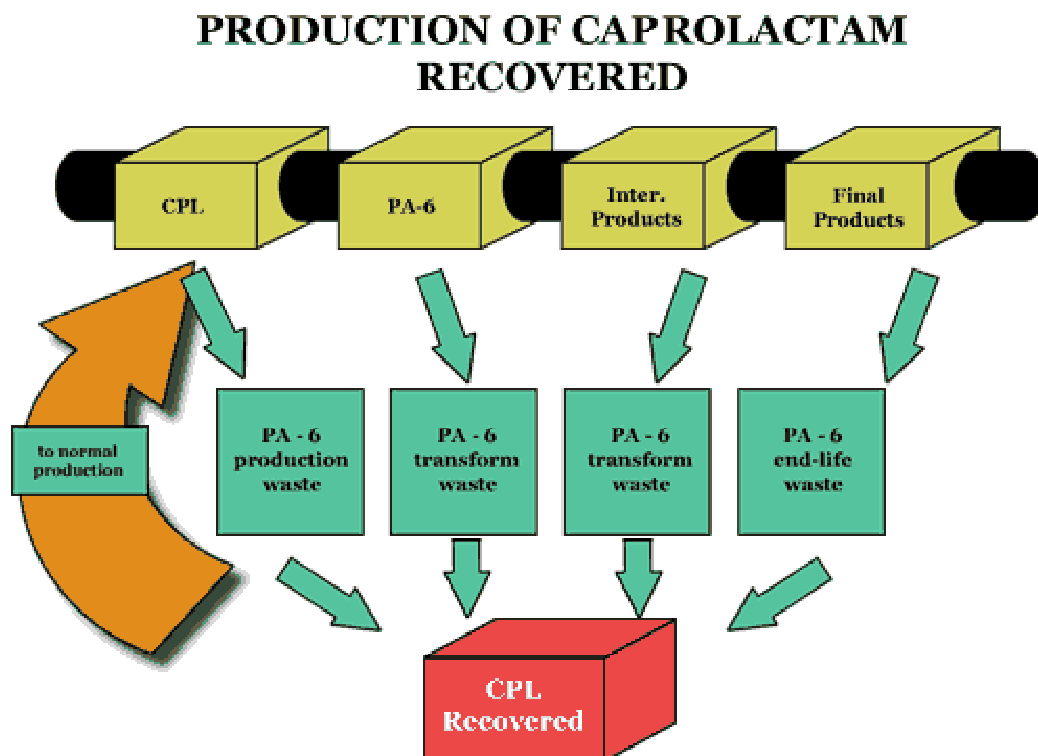


Abb. 20: Einsatz von Produktionsabfällen in der PA 6-Produktion (CPL= Caprolactam) [17]

### DSM und Honeywell

DSM und Honeywell, ehemals Allied Signal, haben zum Recycling von Nylon-Teppichen in einem Joint Venture die Firma Evergreen Nylon Recycling LLC gegründet. Seit 1997 wurde eine Pilotanlage in Richmond (USA) betrieben, in der PA 6-Teppichböden depolymerisiert werden. Seit September 1999 ist eine großtechnische Anlage in Augusta (USA) im Betrieb, die Caprolactam liefert. Ein Teil der von der Carpet Recycling Europe in Mainz sortierten Altteppiche aus PA 6 wird per Schiff zu der Anlage in Augusta zur Aufbereitung geliefert.

Der Vorteil bei diesem Verfahren ist, dass ganze PA 6-Teppichballen in die Anlage aufgegeben werden. Die Ballen werden zerkleinert und einer Schmelzanlage, einem Extruder, zugeführt. Die Schmelze wird automatisch zu Reaktoren weiterbefördert. Durch Einwirkung von Hitze und Dampf wird das Nylon aufgespalten.

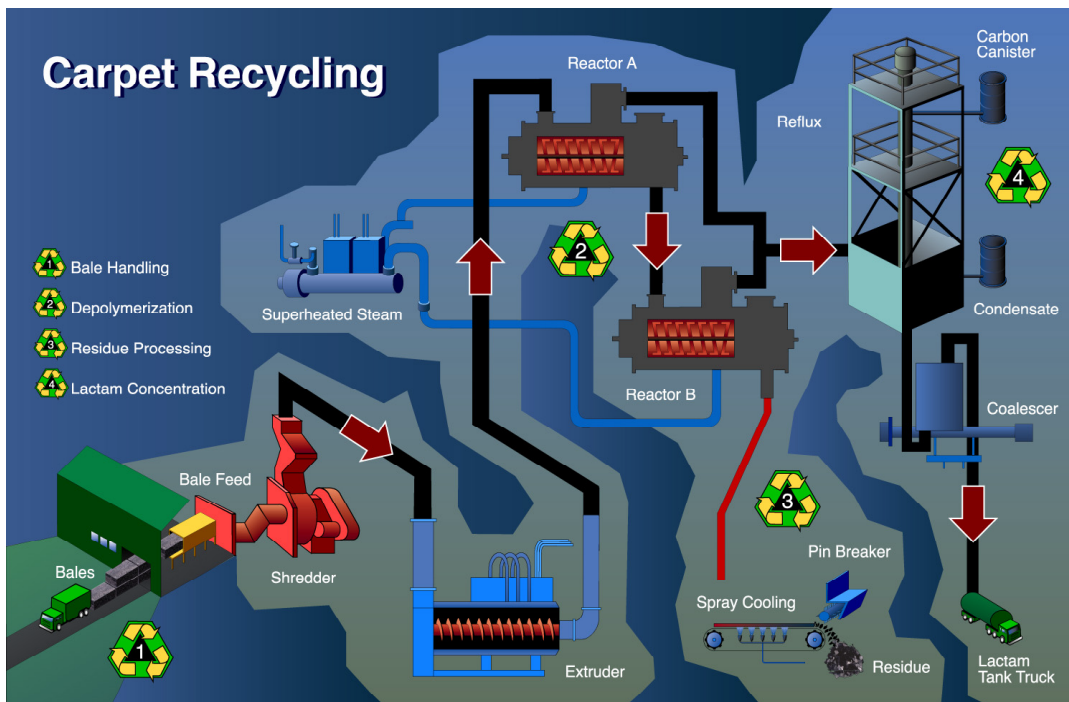


Abb. 21: Teppichrecycling Evergreen Nylon Recycling LLC<sup>3</sup> [18]

Die Druck- und Temperaturverhältnisse sind so gewählt, dass das Monomer Caprolactam flüchtig ist, jedoch nicht die Oligomere. Der Dampf wird kondensiert und von Verunreinigungen befreit. Das reine Caprolactam wird zur Polymerisationsanlage transportiert, wo es zu Granulat aus PA 6 verarbeitet wird [18]. Die Rückenmaterialien, die nicht aufgeschlossen werden, werden gekühlt und granuliert. Das Material wird an Zementfabriken weiterverkauft. Die Verarbeitungskapazität dieser Anlage beträgt ca. 25.000-45.000 t/a Caprolactam, was einer sortierten europäischen PA 6-Teppichbodenmenge von 200.000 t/a [9, 19].



Abb. 22: Anlage der Evergreen Nylon Recycling LLC in Augusta (USA)

<sup>3</sup> LLC. =Limited Liability Company, entspricht in etwa einer GmbH

### 3.2.2 Wolle und Polypropylen

Zur Aufbereitung von Wollteppichböden ist innerhalb des RECAM-Projektes ein Verfahren entwickelt worden, um zurückgewonnene Wollfasern zu Dämmstoffen zu verarbeiten. Zunächst werden Woll- und Polypropylenfasern durch sog. Reißen aus den entsprechenden Teppichbodenfraktionen wiedergewonnen. Die Fasern, Wolle und Polypropylen, werden im gewünschten Verhältnis (z.B. 80/20) gemischt. Anschließend folgt die Herstellung einer unverfestigten Dämmmatte. Die Verfestigung der Dämmmatte entsteht durch Erhitzen, wobei die Polypropylenfasern mit den Wollfasern verschmelzen (Thermobonding). Abschließend kann die Dämmmatte (z.B. mit Borsalz) zusätzlich ausgerüstet werden, um besseren Flammschutz zu gewährleisten. Mit diesem Verfahren wird ein Dämmstoff aus 100 % Recyclaten hergestellt. Durch den Einsatz von Polypropylen kann vollkommen auf chemische Verfestigungsmittel verzichtet werden. Darüber hinaus sind die Wollfasern aus Teppichböden bereits vor Motten und Käfer geschützt, so dass keine weitere Applikation von Motten- und Käferschutzmitteln, zum Beispiel durch Pyrethroide, notwendig ist [9].

### 3.2.3 PET-Teppichböden

Für Altteppiche und Teppichreste, die aus PET (z.B. Trevira, Dralon) bestehen oder PET-Bestandteile besitzen, gibt es derzeit keine rohstofflichen oder werkstofflichen Aufbereitungsverfahren. Jedoch ist der Anteil dieser Teppiche an der Gesamtfraktion gering. PET-Teppiche werden gegenwärtig mit den Sortierresten einer energetischen bzw. stofflichen Verwertung zugeführt.

### 3.2.4 Sortierreste

Altteppiche und Teppichreste, deren Polgarn nicht in den genannten Verfahren stofflich verwertet werden kann, weil die Kunststoffart gegenwärtig noch nicht aufbereitet wird oder die Qualität der gesammelten Altteppiche und Teppichreste für die stoffliche Verwertung nicht ausreichend ist, werden als Sortierrest bezeichnet.

Eine Weiterverarbeitung dieser Fraktion findet in Bayern zum Beispiel bei der Firma Reco-tex GmbH in Würzburg statt. Die Anlage hat eine Jahreskapazität von 40.000 t. In der Anlage werden nach einer visuellen Kontrolle die angelieferten Teppiche mit einem Schaufel-lader aufgegeben. Es erfolgen eine Zerkleinerung des Aufgabegutes, eine Metall- und Nichteisenmetallabscheidung und die Verpressung des zerkleinerten Materials zu rieselfähigen Pellets.



Abb. 23: EBS-Pellets aus Altteppichen in unterschiedlicher Packung [20]

Diese Pellets werden dann in Zementwerken oder Großfeuerungsanlagen als Ersatzbrennstoff (EBS) eingesetzt. Auf diese Art werden auch die Fraktionen, die bei den vorher genannten stofflichen und rohstofflichen Verwertungsverfahren als Restfraktion übrigbleiben, verwertet. Die Art der Verwertung wird als energetisch bezeichnet, da Kohle oder Öl durch die Verbrennung der Abfälle eingespart werden.

Material	Heizwert (MJ/kg)
Baumwolle	15
Wolle	20
Polyester	22
Polyacryl	29
Polypropylen	43
Braunkohle	10
Erdöl	45

Abb. 24: Vergleich der Heizwerte von Textilien mit fossilen Energieträgern [21]

In Zementwerken findet beim sogenannten Klinkerbrennen auch eine stoffliche Verwertung statt. Die organischen Anteile des Teppichs, insbesondere die Kunststoffe, werden energetisch genutzt, während die mineralischen Bestandteile, wie die Kreide in den Teppichrücken, innerhalb des Stoffumwandlungsprozesses in den Klinker mit eingebrannt werden. Der Ersatzbrennstoff wird, wie in Abb. 25 dargestellt, im Drehrohrofen aufgegeben, so dass weniger Kalk bzw. Kreide im Calcinator eingebracht werden muss.

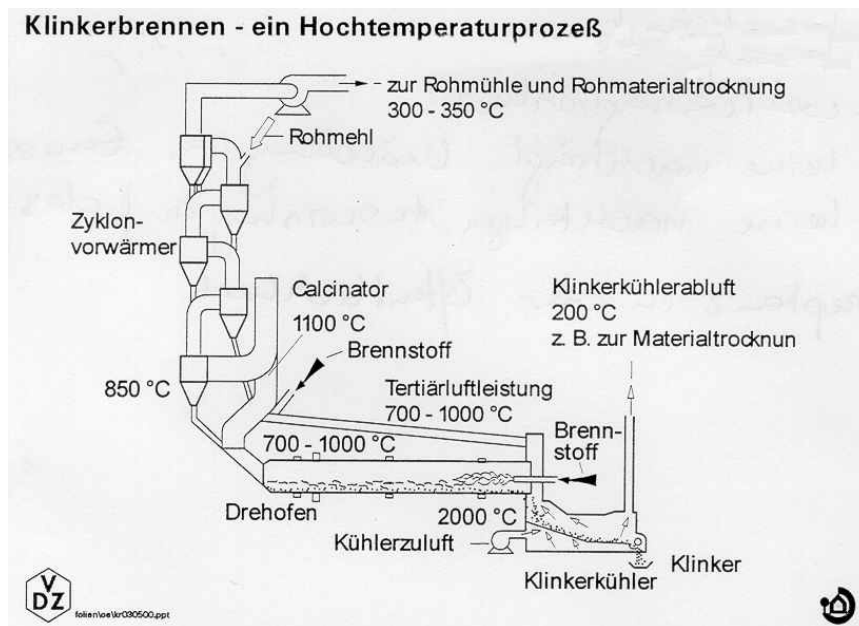


Abb. 25: Brennstoffaufgabe des EBS beim Klinkerbrennen [22]

## 4 Erfassung von Altteppichen und Teppichresten

### 4.1 Ergebnisse aus Testsammlungen

Innerhalb der letzten Jahre wurden verschiedene Testsammlungen von Altteppichen und Teppichresten durchgeführt.

So gab es 1996 innerhalb des RECAM-Projektes eine Sammelaktion der Europäischen Teppichindustrie via GUT<sup>4</sup> in Zusammenarbeit mit KABE<sup>5</sup>. In einem Jahr wurden bei diesem Pilotprojekt im Raum Frankfurt mit einer Bevölkerung von 1,6 Mio. Menschen 10.000 t Altteppiche eingesammelt. Dies entspricht einer Menge von 6,25 kg/EW a. Die effektive Bekanntmachung der Sammeltermine und der Sammelstellen bei den Bürgern und die engagierte Mitarbeit der zuständigen Behörden stellte sich bei dem Projekt als entscheidend für die Sammelmengen heraus.

1998 wurde in Bayern in Zusammenarbeit mit der Recotex GmbH, der Carpet Recycling Europe GmbH und der AVA<sup>6</sup> GmbH eine Sammelaktion beispielhaft für einen Flächenstaat durchgeführt. Innerhalb der Pilotsammlung wurden rund 20.000 t gesammelt. Bei der Sammlung ergab sich ein Sammelergebnis von 1,4-3 kg/EW a. Dies entspricht einer durch-

<sup>4</sup> Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V.

<sup>5</sup> Konzentrierte Aktion Bodenbeläge Entsorgung

<sup>6</sup> Abfallverwertung Augsburg GmbH

schnittlichen Menge von 1,8 kg/EW a. Wenn man von einem jährlichen Altteppich-Aufkommen von rund 60.000 t in Bayern ausgeht, dann wäre im optimalen Fall eine Menge von 5,0 kg/EW a erfassbar. Eine höhere Sammelmenge bis zu 3 kg/EW a ließ sich durch vermehrte Bekanntmachung der Sammelmöglichkeiten erzielen. Die Recotex GmbH hat ebenso Versuchssammlungen von Produktionsabfällen durchgeführt. Zur Sammlung wurden Container eingesetzt. Auch bei dieser Sammlung war die logistische Flexibilität von Vorteil.

Aus den Sammelaktionen ergaben sich folgende Erkenntnisse:

- Anfallstellen für Teppichreste und Altteppichböden sind Verlegebetriebe, Raumausstatter, Wohnungsräumungsdienste sowie Privatpersonen.
- Die effektive Information der Bevölkerung über die Abgabemöglichkeiten ist notwendig. Dies betrifft die Bekanntmachung der Standorte von Sammelstellen bei Handwerk und Handel, bei den Entsorgern und den kommunalen Abgabemöglichkeiten.
- Bei noch vorhandenen Holsystemen, die witterungsabhängig sind, ist die rechtzeitige Bekanntmachung und Abholung sowie eine Anweisung über die Art der Bereitstellung der Teppiche seitens der Bürger wichtig. Bei Beachtung dieser Maßnahmen werden ein hoher Wassergehalt und Verschmutzungsgrad der Altteppiche verhindert und eine stoffliche Verwertbarkeit ermöglicht.
- Bei Bringsystemen und der damit verbundenen Sammlung in Containern sind geschlossene Container zu verwenden bzw. diese niederschlagsgeschützt aufzustellen.



Abb. 26: Geschlossene Container bei der Teppichsammlung in Neuburg a. d. Donau

## 4.2 Teppichreste aus dem Gewerbe

Für die Sammlung von Altteppichen und Teppichresten aus dem Gewerbe (Verlegebetriebe, Raumausstatter, etc.) sowie aus den Haushalten gibt es mehrere Möglichkeiten. Die Carpet Recycling Europe GmbH (CRE) bietet Unternehmen aus Handel, Gewerbe und In-

### Bag-Service für Handel und Handwerk



Abb. 27: Big-Bag [23]

dustrie die Möglichkeit, einen Container-Service oder ein Big-Bag-Sammelsystem zu nutzen. Beim Container-Service wird an der Anfallstelle ein Container bereitgestellt. Je nach Entfernung, Häufigkeit des Containeraustausches und der Qualität der Teppichreste und der Altteppiche werden die Preise nach Einsenden eines Musters (5 cm x 5 cm) festgelegt. Für den Big-Bag-Service der CRE GmbH gilt grundsätzlich das gleiche Prinzip wie für die Container. Ein Big-Bag ist eine große Plastik-Sammeltasche wie in der Abb. 27 dargestellt, die etwa 80 m<sup>2</sup> Teppich fassen kann und somit eher für kleinere Mengen in Handel und Handwerk bzw. auch beim Endkunden eingesetzt werden kann. Der Service pro Big-Bag kostet rund 50.- DM<sup>7</sup> (entspricht bei einem Gewichtsflächen-Verhältnis gebrauchter Teppiche mit etwa 2 kg/m<sup>2</sup> rd. 300 DM/t). Beim Container-Service (Fassungsvermögen etwa 14,5 t) können im günstigsten Fall Preise ab 70.- DM/t für sortenreine Altteppiche zur Entsorgung angeboten werden.

Die über die CRE gesammelten Teppichreste werden nach Mainz in die Sortieranlage der Carpet Recycling Europe GmbH gebracht. Anschließend werden die sortierten Teppichreste und Altteppiche je nach Qualität vor Ort in der Meinhard Städte Reinigung GmbH zu Ersatzbrennstoff weiterverarbeitet. PA-Teppiche werden teilweise in Containern per Schiff nach Augusta, USA in die Anlage der Evergreen Nylon Recycling LLC zur Aufbereitung transportiert.

Ein ähnliches Prinzip der Sammlung wird von dem Firmenzusammenschluss TepRec

---

<sup>7</sup> Stand: 10.05.2001

durchgeführt, der aus der Trienekens AG, der ALBA-Gruppe und der Hagener Elektromark GmbH mit der 100 %igen Tochtergesellschaft Recotex GmbH besteht. Innerhalb des Firmenzusammenschlusses ist die Recotex GmbH für das Gebiet Bayern zuständig. Die Altteppiche und Teppichreste werden in Sammelcontainern von verpflichteten Entsorgungsfirmen zu Sammelstellen gebracht. Die Kosten bei der Recotex GmbH für die Sammlung über Container richten sich je nach Entfernung und logistischem Aufwand. Im Mittel belaufen sie sich auf rund 200 DM/t<sup>7</sup>.

Von Logistikfirmen werden im Auftrag der Recotex GmbH die Altteppiche je nach Qualität zur stofflichen Aufbereitung nach Premnitz, Berlin zur Polyamid 2000 AG oder nach Würzburg in die firmeneigene Aufbereitungsanlage zur Herstellung von Ersatzbrennstoff transportiert.

### **4.3 Altteppiche aus Haushalten**


Für die Bürger gibt es die Möglichkeit, alte Teppiche selbst zu entfernen und dann zu entsorgen oder von Verlegebetrieben entfernen zu lassen.

Von Teppichfachhandelsgeschäften, wie beispielsweise in den etwa 50 Filialen, der in Süddeutschland vertretenen Firma TTL Tapeten-Teppichboden-Land Handelsgesellschaft mbH, können alte Teppiche entsorgt werden, wenn vom Fachgeschäft ein neuer Teppich verlegt wird. Hier werden vom Kunden für das Entfernen eines verklebten Teppichs 5,50 DM/m<sup>2</sup> und 2,50 DM/m<sup>2</sup> (entspricht einem Preis von 500 DM/t) für die Entsorgung des Teppichs verlangt. Der Entsorgungspreis beinhaltet die Lagerung der Big-Bag-Sammeltaschen, den Transport zur Sammelstelle bzw. nach Mainz in die Sortieranlage und den Preis bei der CRE [23].

Altteppiche, die aus den Haushaltungen von Privatpersonen entfernt werden, können in einer Reihe von bayerischen Städten und Landkreisen zu den Wertstoffhöfen gebracht oder innerhalb von Holsystemen abgegeben werden. Hierbei ist meist die Abgabemenge von haushaltsüblichen Mengen frei. Zusätzliche Abgabemengen müssen außerhalb der Müllgebühren bezahlt werden. Eine Kontrolle erfolgt meist mit einem Sperrmüllkartensystem. Gesonderte Preise für die Anfahrt werden von einigen Städten und Landkreisen bei Holsystemen erhoben, bei denen vom Bürger Termine zur Abholung vereinbart werden können. Als Beispiel ist in Abb. 28 die Handhabung im Landkreis Augsburg dargestellt. Teppiche können bis 5 m<sup>3</sup> mit Sperrmüllkarte angeliefert werden. Zusätzliche Mengen müssen be-



zahlt werden. Im Landkreis Augsburg besteht zusätzlich die Möglichkeit, Altteppiche zusammen mit anderem Sperrmüll abholen zu lassen. Eine Anfahrt pro Jahr für eine Menge bis zu 5 m<sup>3</sup> ist kostenlos, weitere Anfahrten werden berechnet.

<b>DER LANDKREIS AUGSBURG</b>		
<b>Abfallberatung</b>	<b>Behördenführer</b>	

**Sperrmüll und Elektrogroßgeräte**

**Abholung auf Bestellung**

Für jedes ordnungsgemäß an die kommunale Abfallbeseitigung angeschlossene Grundstück wird **eine** kostenlose Sperrmüll- bzw. Elektrogroßgeräteabholung pro Jahr angeboten. Der Zeitpunkt kann dabei weitgehend selbst bestimmt werden, da die Abholung innerhalb weniger Wochen nach Anforderung erfolgt. Sind mehrere Haushalte vorhanden, müssen sich diese auf eine gemeinsame Aktion einigen.

**Folgende Hinweise sind zu beachten:**

- Die Anforderungskarten zur Abholung des Sperrmülls (**blaue** Doppelkarte) bzw. der Elektrogroßgeräte (**rote** Doppelkarte) sind bei der **Gemeindeverwaltung** erhältlich. Die Karten werden ausschließlich dem Grundstückseigentümer (Empfänger des Müllgebührenbescheides), Hausverwalter oder einer bevollmächtigten Person ausgehändigt und verlieren am Ende des Kalenderjahres ihre Gültigkeit.
- **Wichtig: Bei Verlust der Karte besteht kein Anspruch auf Ersatz.**
- Die vollständig ausgefüllte Doppelkarte ist in einem Briefumschlag (**Antwortkarte unbedingt frankieren!**) an das Entsorgungsunternehmen (Adresse steht auf der Karte) zu schicken.
- Der Abfuhrunternehmer stellt die eingegangenen Karten zu einer sinnvollen **Entsorgungstour** zusammen und teilt über die Antwortkarte rechtzeitig den Abholtermin mit. Dieser wird in der Regel innerhalb von **4 - 6 Wochen** nach der Anforderung liegen. Zum Jahresende kann es auch länger dauern.
- Der Sperrmüll muß am Tag der Abholung ab **7.00 Uhr** in der Grundstückszufahrt (möglichst nicht auf dem Gehsteig!) bereitstehen. Die Sperrmüllmenge darf pro Haushalt **5 m<sup>3</sup>** nicht überschreiten. Größere Teile, wie z.B. Schränke sollten in handliche Einzelteile zerlegt werden, damit eine Verladung möglich ist. Möbelstücke aus **Holz** sowie **Teppichböden** müssen **getrennt vom übrigen Sperrmüll bereitgestellt werden**, da diese Gegenstände separat abgeholt und einer Verwertung zugeführt werden. Wenn am gleichen Tag die Elektrogroßgeräte abgeholt werden, sind auch diese getrennt vom übrigen Sperrmüll zu lagern.
- Bei der Abholung sollte der Eigentümer oder eine von ihm beauftragte Person anwesend sein. Späteren Reklamationen kann nicht nachgekommen werden.
- Es besteht auch die Möglichkeit der **kostenlosen Selbstanlieferung** bei der AVA GmbH (Augsburg, Am Mittleren Moos 60, Tel. 08 21 / 74 09 - 333). Sperrmüll mit der blauen Anforderungskarte, Kühl- und Gefriergeräte sowie Bildschirme mit der roten Anforderungskarte.
- **Was gehört zum Sperrmüll?**  
Alle sperrigen Einrichtungsgegenstände aus Privathaushalten, die aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichts - selbst nach einer zumutbaren Zerkleinerung - nicht in die zugelassenen Abfallbehälter passen. Zu berücksichtigen ist, daß einzelne Gegenstände ein Gewicht von **ca. 80 kg** und ein Maß **von ca. 100 x 200 cm** nicht überschreiten dürfen.
- **Welche Möglichkeiten bieten sich noch an?**  
- **Gebrauchtwarenbörsen:**  
Steinekirch, Dorfstr. 40, jeden 4. Samstag im Monat, 10 - 12 Uhr  
Schwabmünchen, Augsburger Str. 26, jeden 1. Samstag im Monat, 10 - 13 Uhr  
- **Diakonisches Werk**, Augsburg, Tel. 08 21 / 66 67 01  
- **FairKauf**, Augsburg, Tel. 08 21 / 58 38 48  
- **Inserate**  
• Sollten die Anforderungskarten bereits verbraucht sein, gibt es noch folgende **kostenpflichtige Möglichkeiten** für die Abgabe **von Sperrmüll:**  
- Selbstanlieferung bei der AVA GmbH, Augsburg, Am Mittleren Moos 60, Tel. 08 21 / 74 09 - 333)  
- Privatrechtliche Beauftragung eines Entsorgungsunternehmens (siehe Branchenfernsprechbuch)  
- Weitere Möglichkeiten bei der Abfallberatung erfragen (Tel. 0 82 32 / 96 43 - 21 oder - 22).  
**von Elektrogroßgeräten:**  
- Selbstanlieferung bei der AVA GmbH, Augsburg, Tel. 08 21 / 74 09 - 333.  
- Schrotthandel (**keine** Kühl- und Gefriergeräte, Bildschirme)  
- Selbstanlieferung an den Wertstoffsammelstellen (kostenlos, **keine** Kühl- und Gefriergeräte, Bildschirme)
- **Noch Fragen?**  
Die Abfallberatung des Landkreises Augsburg berät Sie gerne:  
**Telefon: (0 82 32) 96 43 - 21 , - 22 oder -23**

[> Leitseite Abfallwirtschaft](#)

[> Seitenanfang](#)                      [> Leitseite Landkreis Augsburg](#)  
[> Behördenführerübersicht](#)      [> Behördenführerindex](#)

© Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Augsburg, März 2000

Abb. 28: Auszüge aus den Sammelbedingungen von Teppichen im Landkreis Augsburg (Stand: 10.05.2001)

In den Städten Aschaffenburg, Augsburg, Ingolstadt, Kaufbeuren, Landshut, Passau Schweinfurt und den Landkreisen Aichach-Friedberg, Augsburg, Bad Tölz-Wolfratshausen, Dachau, Deggendorf, Dillingen a. d. Donau, Donau-Ries, Erding, Freyung-

Grafenau, Haßberge, Kelheim, Main-Spessart, Neuburg-Schrobenhausen, Neustadt a. d. Aisch/Bad Windsheim, Passau, Regen, Schweinfurt, Starnberg, Unterallgäu, Weilheim-Schongau werden Altteppiche getrennt erfasst und einer stofflichen Verwertung zugeführt. Auf der Karte in Abb. 29 sind diese Körperschaften dunkel dargestellt.

Für den Bürger und die Betriebe gibt es darüber hinaus die Möglichkeit, über die von der Firma Recotex GmbH und der Carpet Recycling Europe verpflichteten Entsorger Altteppiche und Teppichreste zu entsorgen. Diese Gebiete sind in der Abb. 29 mit Schrägstrichen gekennzeichnet. Bei diesen Entsorgungsmöglichkeiten werden die Altteppiche vorrangig der stofflichen Verwertung zugeführt. In den weiß dargestellten Gebieten werden Teppiche vorrangig thermisch verwertet. Eine nach Landkreisen alphabetisch geordnete Liste der Sammelstellen für die stoffliche Verwertung befindet sich in 7.3 Anhang.

### Erfassung und Verwertung von Altteppichen in Bayern

Stand April 2001

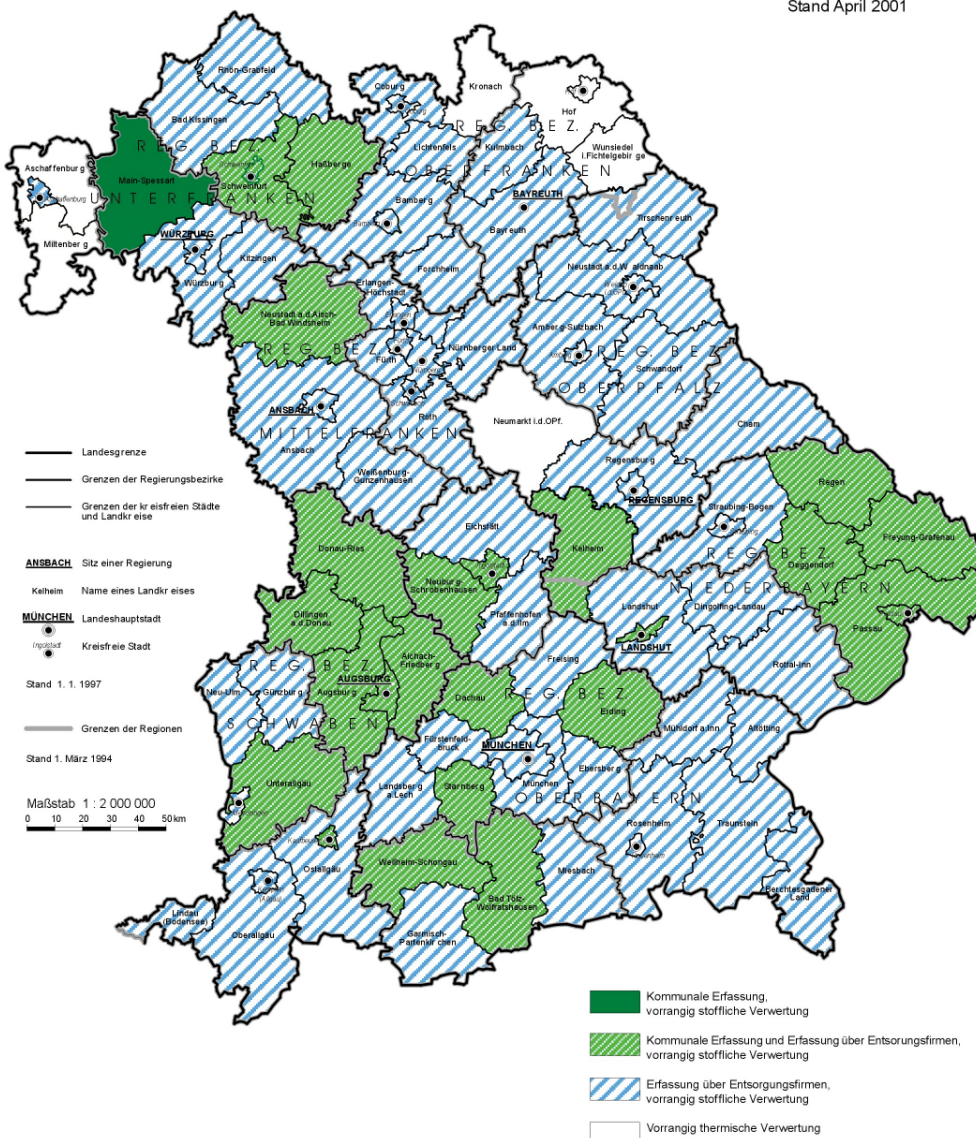


Abb. 29: Teppichsammlung in Bayern (Stand: 10.05.2001)

Die Kosten für die Abgabe von Altteppichen sind bei den einzelnen Entsorgern bzw. kreisfreien Städten, Landkreisen und im Teppichfachhandel zu erfragen. Die Firma Recotex GmbH hat sich innerhalb des Umweltpaktes verpflichtet, ein flächendeckendes Netz für die Sammlung von Teppichen bereitzustellen. Dieser Selbstverpflichtung ist die Firma nachgekommen, indem sie Entsorgerfirmen und die AVA GmbH verpflichtet hat, in den einzelnen Städten und Landkreisen Sammelcontainer bereitzustellen.

## **5 Empfehlungen**

### **5.1 Altteppiche getrennt sammeln und verwerten**

Der Bericht zeigt, dass in den letzten Jahren Verwertungsverfahren für Altteppiche entwickelt wurden und Verwertungsanlagen bundesweit zur Verfügung stehen. Es ist deshalb heute nicht mehr notwendig, die in Haushalten oder im gewerblichen Bereich anfallenden Altteppiche oder Teppichreste der Restmüllentsorgung zuzuführen. Entsprechend dem Verwertungsgebot des KrW-/AbfG bzw. des BayAbfG sollten Altteppiche und Teppichreste vielmehr getrennt gesammelt und den aufgezeigten Verwertungsverfahren zugeführt werden. Die Verwertungskosten, einschließlich Sammlung und Transport, können sich durchaus mit den üblichen Entsorgungsgebühren für Restmüll messen, bzw. es bestehen sogar unter günstigen Voraussetzungen Kostenvorteile.

Für die entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften bestehen mehrere Möglichkeiten, die Verwertung von Altteppichen und Teppichresten zu fördern. Diese reichen von der Information der Bürger und Betriebe über die Abgabe- und Verwertungsmöglichkeiten, bis hin zur Einrichtung von Sammelstellen in den vorhandenen Wertstoffhöfen und zu einem möglichen Ausschluss dieser verwertbaren Abfälle von der kommunalen Entsorgung.

### **5.2 Erfassung von Altteppichen**

#### **Bringsystem**

Unter Berücksichtigung der bayerischen Gegebenheiten, wird der günstigste und bürgernäheste Weg zur getrennten Erfassung von Altteppichen und Teppichresten aus Haushalten in der Aufstellung von Sammelcontainern in den Wertstoffhöfen gesehen. Diese Erfassungs-

weise bietet sich bei der großen Verbreitung von Wertstoffhöfen für Bayern geradezu an, da Wertstoffhöfe heute ganz allgemein im Bewusstsein der Bürger als die zentralen Abgabestellen für verwertbare Abfälle in den Gemeinden verankert sind.

In einer ganzen Reihe von entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften wird eine Erfassung von Altteppichen über Sammelcontainer in Wertstoffhöfen bereits durchgeführt.

Die aufgestellten Sammelcontainer sollten geschlossen oder niederschlagsgeschützt sein.



Abb. 30: Gutes Beispiel für Altteppichsammlung im oben verschließbaren Container [24]

Für die spätere Verwertung der Altteppiche ist es ferner günstig, wenn unterschiedliche Teppicharten einzeln zusammengerollt in den Container gegeben werden. Ebenso wichtig ist es, dass Fremdmaterialien wie z.B. PVC-Bahnen nicht eingefüllt werden. Ein gutes Beispiel für eine Sammlung in oben verschließbaren Containern ist in Abb. 30 dargestellt. Große Stücke sind für die Identifizierung des Polgarns von Vorteil, egal ob manuell oder automatisch sortiert wird.

## Holsystem

Neben der aus der Sicht des LfU vorteilhaften Erfassung von Altteppichen über die Wertstoffhöfe kann auch eine Sammlung dieser Materialien durch Randsteinsammlung bzw. Sperrmüllabholungen bestehen.

Für die Erfassung von Altteppichen im Holsystem gelten im Grundsatz die gleichen Kriterien wie bei der Erfassung über Wertstoffhöfe. Besondere Beachtung ist bei der Erfassung im Holsystem auf den Schutz der bereitgestellten Altteppiche vor Durchfeuchtung zu richten. Dies kann im Einzelfall auch eine kurzfristige Änderung der Sammeltermine erfordern.

### **5.3 Kauf von Teppichen**

Beim Kauf von Teppichen ist es sinnvoll, schon hier auf die Recyclingfähigkeit des Materials zu achten. Teppiche aus Kunststoffen, für die bereits stoffliche Verwertungsverfahren vorhanden sind, sind anderen vorzuziehen. Wie in Abschnitt 3.2 beschrieben, gibt es schon einige Teppiche aus recycelten Materialien. Hier kann der Kreislauf vom Bürgern positiv beeinflusst werden, indem diese Qualitäten speziell nachgefragt werden. Der Bürger kann so auch auf eine Auszeichnung der Teppiche als Recyclingqualität hinwirken. Eine Erklärung zu den bereits bestehenden Teppichauszeichnungen und Teppichsiegeln wird im 7.2 Anhang gegeben.

## **6 Ausblick**

Es ist zu wünschen, dass das Engagement für die Sammlung und Verwertung von Teppichen weiterhin aufrecht erhalten bleibt und die beispielhafte Lösung eines vollständigen Kreislaufs, wie für Teppiche aus PA 6, auch auf andere Branchen übergreift.

Im Zuge dieser Fortentwicklung als Nachfolge zum RECAM-Projekt gibt es ein neues Europäisches Forschungsprojekt COCARE, gefördert von BRITE Euram, das sich um Entwicklung und Einführung eines standardisierten europäischen Codes in der Teppichindustrie bemüht, um das Schließen des Recyclingkreislaufes zu verbessern und auszudehnen.

## 7 Anhang

### 7.1 Kurzbezeichnungen

ACM	Acrylat-Kautschuk (Latex auf Basis Acrylsäureester)
APO	amorphe Polyalpha-Olefine
EVA	Ethylen-Vinylacetat
PA	Polyamid
PA 6	Perlon
PA 66	Nylon
PAN	Polyacrylnitril
PE	Polyester (PE-HD = PE hoher Dichte)
PET	Polyethylenterephthalat
PP	Polypropylen
aPP	ataktisches (unregelmäßiges) Polypropylen
PVC	Polyvinylchlorid
SBS	Styrol-Butadien-Styrol
XSBR	Carboxylgruppenhaltiger Styrol-Butadien-Kautschuk-(Latex)

### 7.2 Teppichsiegel



Aus welcher Nutzschrift ein Teppich ist, aus welchem Trägermaterial er besteht und wo er am besten eingesetzt werden kann, darüber gibt das ETG-Teppichsiegel Auskunft. Es wird vom Deutschen Teppichforschungsinstitut e.V. (TFI) in Aachen vergeben und ist ein Zertifikat der Europäischen Teppichgemeinschaft für Qualitätsteppichböden [25].



Ein weiteres vom TFI vergebenes Zertifikat ist das GUT-Signet. Dieses Signet wird auch vom TFI verliehen, wenn Teppiche „unter ökologischen Gesichtspunkten hergestellt werden, den Verbraucher in seiner Gesundheit nicht negativ beeinträchtigen und darüber hinaus nach beendeter Nutzung problemlos verwertbar sind“. Dieses Signet ist Voraussetzung für die Vergabe

des vorher genannten ETG-Siegels [25]. Anzumerken ist, dass eine generelle Schadstofffreiheit nicht gewährleistet werden kann. Näheres zu Schadstoffen in Teppichen findet man unter <http://www.schadstoffberatung.de/teppich.htm>



Der UNIC-Test gibt Auskunft darüber, welche Eigenschaften ein Teppichboden hat. Mit diesem Test sollen Entscheidungshilfen beim Kauf gegeben werden, zum Beispiel: „Stuhlrollenfest. Geeignet für Räume mit Stühlen und Stuhlrolleninventar“ [3].



Das Signet des Care & Fair-Teppichhandels gegen Kinderarbeit e.V., der ein Berufsverband des europäischen Teppichhandels ist, zeigt die Mitgliedschaft des Teppichhändlers in diesem Verein an. Der Teppichhändler verpflichtet sich, ein Prozent des Wertes des importierten Teppichs in einen Fonds einzuzahlen, der als Entwicklungshilfe in die Ursprungsländer zurückfließt. Care & Fair hat vom Teppichhandel den Auftrag, z.B. Schulen und Kliniken zu bauen und Lehrer, Ärzte und Schwestern anzustellen. Es soll die Voraussetzung dafür geschaffen werden, dass die Kinder in den Knüpfungsgebieten bessere Zukunfts- und Lebenschancen haben.

### 7.3 Liste der Sammelstellen (Stand:April 2001):

Der aktuelle Stand der Liste ist über die Fa. Recotex GmbH in Würzburg zu erfragen.

LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Aichach-Friedberg	Wertstoffhof			Aichach-Friedberg
LK	Aichach-Friedberg	Sita Bayern GmbH	Hans-Martin-Schleyer Straße 7	86551	Aichach
LK	Altötting	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Am Hergraben 25	84524	Neuötting
St	Amberg	NBS Regionalzentrum Lauberg	Im Gewerbegebiet 3	92256	Hahnbach
LK	Amberg-Sulzbach	NBS Regionalzentrum Lauberg	Im Gewerbegebiet 3	92256	Hahnbach
LK	Ansbach	Durmin GmbH	Antwerpener Str. 19	90451	Nürnberg
St	Ansbach	Durmin GmbH	Antwerpener Str. 19	90451	Nürnberg
LK	Aschaffenburg	KEINE GESONDERTE ERFASSUNG UND THERM. VERWERTUNG			
St	Aschaffenburg	Wertstoffhöfe/Randsteinsammlung			Aschaffenburg
LK	Augsburg	Randsteinsammlung Sperrmüll			Augsburg
LK	Augsburg	Kunz Schrott	Feldstr. 8	86156	Augsburg
St	Augsburg	Randsteinsammlung Sperrmüll			Augsburg
St	Augsburg	Kunz Schrott	Feldstr. 8	86156	Augsburg



LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Bad Kissingen	NBS Regionalzentrum Bergtheinfeld	Richtbergstr. 3	97493	Bergtheinfeld
LK	Bad Tölz-Wolfratshausen	Wertstoffhof, Deponie			Bad Tölz-Wolfratshausen
LK	Bad Tölz-Wolfratshausen	Mannert Recycling	An den Gruben 1	82234	Weßling
LK	Bamberg	NBS Regionalzentrum Pettstadt	Ohmstr. 24	96175	Pettstadt
St	Bamberg	NBS Regionalzentrum Pettstadt	Ohmstr. 24	96175	Pettstadt
LK	Bayreuth	NBS Regionalzentrum Pegnitz	Bergwerkstr. 1	91257	Pegnitz
St	Bayreuth	NBS Regionalzentrum Pegnitz	Bergwerkstr. 1	91257	Pegnitz
LK	Berchtesgadener Land	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Hagenau 6	83308	Trostberg
LK	Cham	UWC Cham AG	Mittelberg 8	93413	Cham
LK	Coburg	NBS Regionalzentrum Rödental	Blumenroder Str. 37	96472	Rödental
St	Coburg	NBS Regionalzentrum Rödental	Blumenroder Str. 37	96472	Rödental
LK	Dachau	Wertstoffhof			Dachau
LK	Dachau	Mannert Fink Dachau	Am Kräutergarten 4	85221	Dachau
LK	Deggendorf	Wertstoffhof			Deggendorf
LK	Deggendorf	Betriebshof Rego	Gewerbepark 27	94486	Osterhofen

LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Dillingen a. d. Donau	Wertstoffhof			Dillingen a. d. Donau
LK	Dillingen a. d. Donau	Kunz Schrott	Feldstr. 8	86156	Augsburg
LK	Dingolfing-Landau	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Am Hergraben 25	84524	Neuötting
LK	Donau-Ries	Wertstoffhof			Donau-Ries
LK	Donau-Ries	Kunz Schrott	Feldstr. 8	86156	Augsburg
LK	Ebersberg	Sita Bayern GmbH	Hans-Martin-Schleyer Straße 7	86551	Aichach
LK	Eichstätt	Durmin GmbH	Antwerpener Str. 19	90451	Nürnberg
LK	Erding	Wertstoffhof, Deponie			Erding
LK	Erding	Geo Wertstoffzentrum Flugh.	Erdinger Allee 1	85445	Schwaig-Nord
St	Erlangen	NGV Nürnberger Gewerbemüll Verwertung GmbH & Co. KG	Duisburger Straße 100	90451	Nürnberg
LK	Erlangen-Höchstadt	NGV Nürnberger Gewerbemüll Verwertung GmbH & Co. KG	Duisburger Straße 100	90451	Nürnberg
LK	Forchheim	NBS Regionalzentrum Pettstadt	Ohmstr. 24	96175	Pettstadt
LK	Freising	Geo Wertstoffzentrum Flugh.	Erdinger Allee 1	85445	Schwaig-Nord
LK	Freising	Sita Bayern GmbH	Hans-Martin-Schleyer Straße 7	86551	Aichach
LK	Freyung-Grafenau	Wertstoffhof			Freyung-Grafenau

LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Freyung-Grafenau	AREG mbH	Hauptstraße 91	94127	Neuburg/Inn
LK	Fürstenfeldbruck	Mannert Fink Dachau	Am Kräutergarten 4	85221	Dachau
LK	Fürth	NGV Nürnberger Gewerbemüll Verwertung GmbH & Co. KG	Duisburger Straße 100	90451	Nürnberg
St	Fürth	NGV Nürnberger Gewerbemüll Verwertung GmbH & Co. KG	Duisburger Straße 100	90451	Nürnberg
LK	Garmisch-Partenkirchen	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Kolonie 1	86836	Obermeitingen
LK	Günzburg	Kunz Schrott	Feldstr. 8	86156	Augsburg
LK	Haßberge	Wertstoffhof			Haßberge
LK	Haßberge	NBS Regionalzentrum Berggrheinfeld	Richtbergstr. 3	97493	Berggrheinfeld
LK	Hof	KEINE GESONDERTE ERFASSUNG UND THERM. VERWERTUNG			
St	Hof	KEINE GESONDERTE ERFASSUNG UND THERM. VERWERTUNG			
St	Ingolstadt	Randsteinsammlung Sperrmüll			Ingolstadt
St	Ingolstadt	Sita Bayern GmbH	Hans-Martin-Schleyer Straße 7	86551	Aichach
St	Kaufbeuren	Wertstoffhof/Deponie			Kaufbeuren
St	Kaufbeuren	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Kolonie 1	86836	Obermeitingen
LK	Kelheim	Wertstoffhof			Kelheim

LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Kelheim	M. Pöppel	Industriestr. 6	93342	Saal
St	Kempton	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Kolonie 1	86836	Obermeitingen
LK	Kitzingen	NBS Regionalzentrum Kitzingen	Richthofenstr. 43	97318	Kitzingen
LK	Kronach	GESONDERTE ERFASSUNG UND THERM. VERWERTUNG			
LK	Kulmbach	NBS Regionalzentrum Pegnitz	Bergwerkstr. 1	91257	Pegnitz
LK	Landsberg a. Lech	Mannert Recycling	An den Gruben 1	82234	Weßling
LK	Landshut	Geo Wertstoffzentrum Flugh.	Erdinger Allee 1	85445	Schwaig-Nord
St	Landshut	Wertstoffhof			Landshut
St	Landshut	Geo Wertstoffzentrum Flugh.	Erdinger Allee 1	85445	Schwaig-Nord
LK	Lichtenfels	NBS Regionalzentrum Pettstadt	Ohmstr. 24	96175	Pettstadt
LK	Lindau	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Kolonie 1	86836	Obermeitingen
LK	Main-Spessart	Kreismülldeponie Karlstadt			Karlstadt
St	Memmingen	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Kolonie 1	86836	Obermeitingen
LK	Miesbach	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Am Hergraben 25	84524	Neuötting
LK	Miltenberg	GESONDERTE ERFASSUNG UND THERM. VERWERTUNG			

LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Mühldorf a. Inn	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Am Hergraben 25	84524	Neuötting
LK	München	Mannert Recycling	An den Gruben 1	82234	Weßling
St	München	Mannert Recycling	An den Gruben 1	82234	Weßling
LK	Neuburg-Schrobenhausen	Wertstoffhof			Neuburg-Schrobenhausen
LK	Neuburg-Schrobenhausen	Sita Bayern GmbH	Hans-Martin-Schleyer Straße 7	86551	Aichach
LK	Neumarkt i.d. OPf.	GESONDERTE ERFASSUNG UND THERM. VERWERTUNG			
LK	Neustadt a. d. Aisch/Bad Windsheim	Wertstoffhof			Neustadt a. d. Aisch/Bad Windsheim
LK	Neustadt a. d. Aisch/Bad Windsheim	Durmin GmbH	Antwerpener Str. 19	90451	Nürnberg
LK	Neustadt a. d. Waldnaab	Kraus Container	Färberstr. 3	92670	Windischeschenbach
LK	Neu-Ulm	Kunz Schrott	Feldstr. 8	86156	Augsburg
St	Nürnberg	NGV Nürnberger Gewerbemüll Verwertung GmbH & Co. KG	Duisburger Straße 100	90451	Nürnberg
LK	Nürnberger Land	NGV Nürnberger Gewerbemüll Verwertung GmbH & Co. KG	Duisburger Straße 100	90451	Nürnberg
LK	Oberallgäu	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Kolonie 1	86836	Obermeitingen
LK	Ostallgäu	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Kolonie 1	86836	Obermeitingen

LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Passau	Wertstoffhof			Passau
LK	Passau	AREG mbH	Hauptstraße 91	94127	Neuburg/Inn
St	Passau	Wertstoffhof			Passau
St	Passau	AREG mbH	Hauptstraße 91	94127	Neuburg/Inn
LK	Pfaffenhofen a. d. Ilm	Sita Bayern GmbH	Hans-Martin-Schleyer Straße 7	86551	Aichach
LK	Regen	Wertstoffhof			Regen
LK	Regen	Betriebshof Rego	Gewerbepark 27	94486	Osterhofen
LK	Regensburg	M. Pöppel	Industriestr. 6	93342	Saal
St	Regensburg	M. Pöppel	Industriestr. 6	93342	Saal
LK	Rhön-Grabfeld	Sortieranlage Recotex Würzburg	Friedrich-König-Str. 19	97080	Würzburg
LK	Rosenheim	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Am Hergraben 25	84524	Neuötting
St	Rosenheim	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Am Hergraben 25	84524	Neuötting
LK	Roth	NGV Nürnberger Gewerbemüll Verwertung GmbH & Co. KG	Duisburger Straße 100	90451	Nürnberg
LK	Rottal-Inn	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Am Hergraben 25	84524	Neuötting
St	Schwabach	NGV Nürnberger Gewerbemüll Verwertung GmbH & Co. KG	Duisburger Straße 100	90451	Nürnberg

LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Schwandorf	NBS Regionalzentrum Nabburg	Schlörstr. 5	92507	Nabburg
LK	Schweinfurt	Wertstoffhof			Schweinfurt
LK	Schweinfurt	NBS Regionalzentrum Bergrheinfeld	Richtbergstr. 3	97493	Begrheinfeld
St	Schweinfurt	Wertstoffhof			Schweinfurt
St	Schweinfurt	NBS Regionalzentrum Bergrheinfeld	Richtbergstr. 3	97493	Begrheinfeld
LK	Starnberg	Wertstoffhof			Starnberg
LK	Starnberg	Mannert Recycling	An den Gruben 1	82234	Weßling
St	Straubing	Betriebshof Rego	Gewerbepark 27	94486	Osterhofen
LK	Straubing-Bogen	Betriebshof Rego	Gewerbepark 27	94486	Osterhofen
LK	Tirschenreuth	Kraus Container	Färberstr. 3	92670	Windischeschenbach
LK	Traunstein	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Hagenau 6	83308	Trostberg
LK	Unterallgäu	Wertstoffhof			Unterallgäu
LK	Unterallgäu	Alco Süd Altvater Co. GmbH & Co. KG	Kolonie 1	86836	Obermeitingen
St	Weiden i.d. OPf.	Kraus Container	Färberstr. 3	92670	Windischeschenbach
LK	Weilheim-Schongau	Wertstoffhof			Weilheim-Schongau
LK	Weilheim-Schongau	Kunz Schrott	Feldstr. 8	86156	Augsburg

LK/St	Name	Sammelstelle	Adresse Sammelstelle	PLZ Sammelstelle	Ort Sammelstelle
LK	Weißenburg-Gunzenhausen	Durmin GmbH	Antwerpener Str. 19	90451	Nürnberg
LK	Wunsiedel	GESONDERTE ERFASSUNG UND THERM. VERWERTUNG			
LK	Würzburg	NBS Regionalzentrum Kitzingen	Richthofenstr. 43	97318	Kitzingen
St	Würzburg	NBS Regionalzentrum Kitzingen	Richthofenstr. 43	97318	Kitzingen



## 7.4 Literaturverzeichnis

- [1] Schnell, S.: Recycling von Kunststoffteppichabfall durch Umschmelzen. Dissertations Druck Darmstadt GmbH, 1996
- [2] Hoevel, B. ten, Intercontuft, International Consultant to Carpet Industry, Moorselboslaan 15, 3080 Tervuren, Belgien: Faxmitteilung vom 01.12.2000
- [3] topwert-Teppichmarkt (Hrsg.): Teppich-Vielfalt: Die vielen Arten. <http://www.topwert.de/flash/abc/06-07/index.html>, Flensburg, 01.04.1998
- [4] Teppichforschungsinstitut Aachen e.V.: Nadelvliese. [http://www.tfi-online.de/tfi/de/de\\_index.htm](http://www.tfi-online.de/tfi/de/de_index.htm), Stand: 18.10.2000
- [5] Lexikon der textilen Raumausstatter. Buch + Medien Verlag Buurman KG, Internet-Ausgabe, <http://www.buurman.de>, aktualisiert am 24.11.1999
- [6] Noack GmbH: Tufting-Teppichboden. [http://www.noack-bodenausstatter.de/produkte/prod\\_13.htm](http://www.noack-bodenausstatter.de/produkte/prod_13.htm), Hrsg. creativ-webdesign GmbH, 1998
- [7] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung: Statistische Berichte. EI5 1999 und  
Statistisches Bundesamt: Produktion im Produzierenden Gewerbe. Fachserie 4, Reihe 3.1 (Teppiche und Fußbodenbeläge), 1999
- [8] Booij, M., DSM Fibre Intermediates: Publishable Synthesis Report, Project No. BE-95-1337, Sustainable closed Loop System for Recycling of Carpet Material 01.06.1999. Veröffentlicht in TFI-online unter [http://www.tfi-online.de/pages/049mmd\\_89.htm](http://www.tfi-online.de/pages/049mmd_89.htm)
- [9] Carpet Recycling Europe: Bildmaterial. <http://www.carpet-recycling-europe.de> und  
Bohnhoff, A.: Sortierung als Schlüsseltechnologie zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft für textile Bodenbeläge. Vortrag am 3. Teppichbodenrecycling-Symposium am 10./11. Mai 2000 in Mainz
- [10] Brandrup, J., Bittner, J., Michaeli, W., Menges, G.: Die Wiederverwertung von Kunststoffen. Hanser Verlag München Wien, 1995
- [11] Wolters L.: Kunststoff-Recycling - Grundlagen Verfahren Praxisbeispiele. Hanser Verlag München Wien, 1997
- [12] Polyamid 2000 AG: Produkte, Produktion und Projektdaten. Firmenschrift der Polyamid 2000 AG, 14727 Premnitz
- [13] Moosmüller J., Huber E., BR-Online: Riesenmoleküle und Kunststoffe. <http://www.br-online.de/bildung/databrd/chemie5.htm/m2akrof7.htm>, Stand: 17.11.97

- [14] BASF: SixAgain-Programm. <http://www.basf.com/businesses/fibers/carpet/1d5.html>, Stand: 2000
- [15] Hauck P., DuPont (CH): Die Technik des Teppichrecyclings: DuPont Ansatz. Vortrag am 3. Teppichbodenrecycling-Symposium am 10./11. Mai 2000 in Mainz
- [16] Kamel V., Rhodia Europe: Polyamid Carpet Recycling. Vortrag am 3. Teppichbodenrecycling-Symposium am 10./11. Mai 2000 in Mainz
- [17] Rhodia: Internet-Veröffentlichung. [http://www.performance-fibres.rhodia.com/hs\\_frame.htm](http://www.performance-fibres.rhodia.com/hs_frame.htm), Stand: 16.02.2001
- [18] Costello, M., Evergreen Recycling (USA): Stand der Verwertung von Polyamid 6-Teppichböden. Vortrag am 3. Teppichbodenrecycling-Symposium am 10./11. Mai 2000 in Mainz
- [19] Jongeling, T., Booi M., DSM Fibre Intermediates (NL): Neue Recyclingmöglichkeiten für Polyamid 6 Teppiche in Europa - DSM schließt den Kreislauf. Vortrag am 3. Teppichbodenrecycling-Symposium am 10./11. Mai 2000 in Mainz
- [20] Recotex GmbH: BPG-Brennstoffe aus produktionsspezifischen Gewerbeabfällen. Firmenschrift der Recotex GmbH, Würzburg
- [21] Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Umweltverträgliches Stoffstrommanagement. Band 4 Anwendungsbereiche Textilien, 1995 aus <http://www.recycling-net.de/de/br%2Dq/bereichj/inhalt/brj25%2Dq.htm>
- [22] Oerter, M., Forschungsinstitut der Zementindustrie (VDZ): Qualifizierte Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen und deren Verwertung in der Zementindustrie. Vortrag am 3. Teppichbodenrecycling-Symposium am 10./11. Mai 2000 in Mainz
- [23] Kübler, H.: Teppichbodensammlung für den Handel - Erfahrungen einer großen Handelskette. Vortrag am 3. Teppichbodenrecycling-Symposium am 10./11. Mai 2000 in Mainz und telefonische Auskunft Hr. Schilling, Fa. TTL vom 05.12.2000
- [24] Abfallverwertung Augsburg GmbH: Container zur Teppichsammlung, Augsburg
- [25] Teppichforschungsinstitut Aachen e. V.: Zertifizierung. [http://www.tfi-online.de/tfi/de/de\\_index.htm](http://www.tfi-online.de/tfi/de/de_index.htm)