

pvc-recycling



Inhalt

Impressum

Herausgeber:
Arbeitsgemeinschaft
PVC und Umwelt e.V.
Am Hofgarten 1-2
53113 Bonn

Autoren:
Dipl.-Ing. Rolf Bühl
Dr. Reinhard Saffert
Dr. Wilfried Schmitt
Dipl.-Ing. Michael Vetter

In Zusammenarbeit mit:



1	Vorwort	
2	Einführung	
3	Freiwillige Verpflichtung zum nachhaltigen Wirtschaften	8
4	Abfallmengenszenario	10
5	Werkstoffliches Recycling	12
	5.1 Allgemeines	12
	5.2 Verpackungen	12
	5.3 Rohre	14
	5.4 Fenster	14
	5.5 Bodenbeläge	15
	5.6 Dachbahnen	16
	5.7 Kabel	16
	5.7.1 Lösemittel-Extraktion	17
	5.8 Planen	18
	5.9 Scheckkarten	19
	5.10 Recyclingprodukte	19
6	Rohstoffliches Recycling	20
	6.1 Allgemeines	20
	6.2 Linde-Schlackebadvergasung	20
	6.3 DOW/BSL – Drehrohrofenverwertungsanlage Schkopau	22
	6.4 Weitere Verfahren	23
7	Müllverbrennung	24
	7.1 Allgemeines	24
	7.2 Energierückgewinnung	26
	7.3 Rauchgasreinigung und Rückständeentsorgung	26
	7.4 Abfallbehandlungskosten	28
	7.5 Emissionen	29
	7.6 Fazit	29
8	Deponie	30
9	Arbeitshilfen zur Steigerung der verwerteten PVC-Abfallmengen	32
	9.1 Verwerterliste	32
	9.2 Recyclingbörse „RecyTrade“	32

der markt baut auf pvc.



1 Vorwort

In den vergangenen 50 Jahren hat Polyvinylchlorid (PVC) nicht nur in Deutschland und Europa, sondern weltweit einen wichtigen Beitrag zur wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung geleistet. PVC ist einer der wichtigsten thermoplastischen Kunststoffe.

Durch seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten, z.B. bei Fenstern, Rohren, Bodenbelägen, Dachbahnen, im medizinischen Bereich und im Automobilbau, bietet es erhebliche Vorteile. Energiesparfenster aus PVC-Kunststoff erreichen eine Lebensdauer von über 30 Jahren und müssen dabei nicht gestrichen werden. Wasserrohre setzen sich wegen ihrer glatten Oberfläche nicht zu und sind durch ihre Bruchfestigkeit besonders langlebig. Nach einer Schätzung der Zeitschrift „Kunststoffe“ vom Oktober 1998 wird der westeuropäische PVC-Markt in den nächsten Jahren um 1 bis 2 % pro Jahr weiter wachsen.

Die PVC-Produktion lag in Deutschland im Jahr 2000 bei etwa 1,6 Mio. Tonnen. Bezogen auf die verarbeitete PVC-Menge, ist die Bauwirtschaft mit ca. 60 % der größte Abnehmer von PVC.

Nach einer Schätzung des Europäischen Verbandes der Kunststoffverarbeiter (EuPC) sind in Deutschland etwa 150.000 Mitarbeiter – bei rund 19 Milliarden Euro Umsatz – mit der Herstellung und Verarbeitung von PVC befasst (einschließlich Handwerk).

Seit Anfang der 90er Jahre hat die PVC-Branche – in Deutschland auf Initiative der Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V. (AgPU) – wichtige ökologische Verbesserungen erreicht. Die Entwicklung von Recyclingsystemen stand dabei im Vordergrund.

Falls Sie weitere Informationen wünschen, zögern Sie nicht, sich an uns zu wenden, oder besuchen Sie uns auf unserer Internetseite unter www.agpu.com. Wir freuen uns auch über Kritik und Anregungen zu dieser Broschüre und hoffen, Ihnen einige interessante Informationen zum PVC-Recycling zusammengestellt zu haben.

Bonn, im Dezember 2001

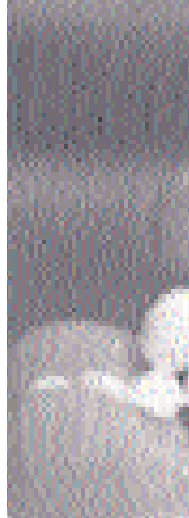
Werner Preusker
Geschäftsführer



1 Vorwort

- PVC ist einer der wichtigsten thermoplastischen Kunststoffe
- Eingesetzt wird PVC in fast allen Lebensbereichen, z.B. im Baugewerbe, in der Medizin, im Automobilbau
- Der PVC-Markt wächst weiter
- Auch die Recyclingsysteme werden ständig weiterentwickelt

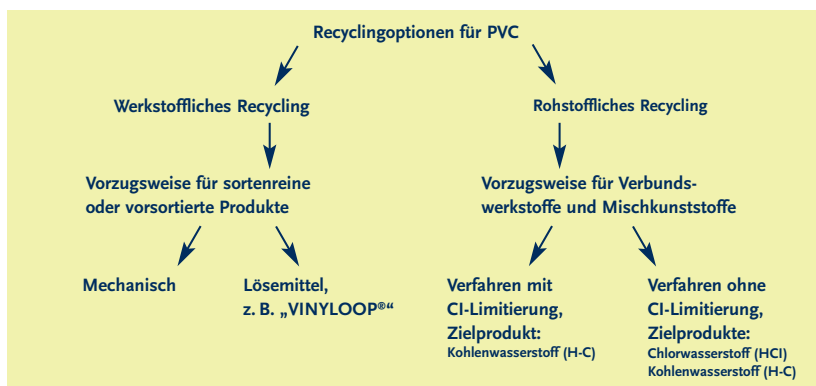
chancen ergreifen. pvc im verwertungsmix.



2 Einführung

Das Kunststoffrecycling ist heute ein fester Bestandteil der Kreislaufwirtschaft. Eine dem Abfallstrom angepasste differenzierte Verfahrensentwicklung hat eine Vielzahl von umweltfreundlichen und wirtschaftlich sinnvollen Verwertungsmöglichkeiten geschaffen. Optimierte Lösungen mit dem Ziel der Ressourcenschonung sind vorzuziehen. Ein Verwertungsmix aus werkstofflichem und rohstofflichem Recycling und der energetischen Verwertung bildet dabei die Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung. Die Recyclingoptionen für PVC orientieren sich an diesem Verwertungsmix. Zusätzlich wird beim rohstofflichen Recycling von PVC-Abfällen jedoch nach Verfahren mit und ohne Chlorlimitierung unterschieden. Nicht verwertbare Reste – das gilt für alle Abfälle – werden nach entsprechender Vorbehandlung auch zukünftig deponiert.

Recyclingoptionen für PVC



Das werkstoffliche Recycling wird vorzugsweise für sortenreine oder vorsortierte PVC-Produkte wie z. B. Fenster, Rohre, Fußbodenbeläge, Dachbahnen, Kabel und Planenstoffe angewandt. Dabei kommen trockenmechanische oder Lösemittelverfahren zum Einsatz.

Beim rohstofflichen Recycling werden hauptsächlich kontaminierte Mischkunststoffe oder Verbundwerkstoffe – die nicht werkstofflich zu verwerten sind – zu Kohlenwasserstoffverbindungen und Salzsäure verwertet. Eine Spaltung des PVC zurück zum VC-Monomer ist nicht möglich.

Die energetische Verwertung eignet sich besonders für Abfälle, die mit vernünftigen Aufwand nicht zu trennen sind. Als Zielprodukte können die thermische und elektrische Energie, aber auch Salzsäure genannt werden.

In den folgenden Kapiteln werden die wesentlichen Verfahren zur PVC-Abfallverwertung vorgestellt. Zusätzlich werden ökologische und ökonomische Aspekte betrachtet. Des Weiteren wurden aktuelle Aspekte der Diskussion auf europäischer Ebene mit berücksichtigt. Weitere Informationen zu PVC-Verwertern und den Annahmestellen für PVC-Abfälle können der AgPU-Verwerterliste entnommen werden.



2 Einführung

- Ein Teilaspekt der nachhaltigen Entwicklung ist ein PVC-Verwertungsmix aus werkstofflichem und rohstofflichem Recycling und der energetischen Verwertung
- Die PVC-Verwerterliste nennt Annahmestellen für PVC-Abfälle sowie PVC-Verwerter

effiziente pvc-verwertungs-lösungen sorgen für anschluss an die zukunft.

Aufbauend auf die Vorarbeit bei der Schaffung von Recyclinglösungen für PVC-Abfälle in Deutschland, hat die PVC-Branche (PVC-Hersteller, Additiv-Hersteller und Verarbeiter), vertreten durch ihre europäischen Verbände ECVN, ECPI, ESPA und EuPC, als eine der ersten Branchen im März 2000 eine Selbstverpflichtung zur nachhaltigen Entwicklung vorgelegt. Diese Verpflichtung wurde im September 2001 in einer neuen Fassung um zusätzliche Punkte – z. B. Recyclingziele für Bodenbeläge und Dachbahnen – erweitert („Updated version of the Voluntary Commitment“).

Die freiwillige Selbstverpflichtung basiert auf den Prinzipien des „Responsible Care“ (verantwortliches Handeln) und beschäftigt sich mit den jeweiligen Schlüsselfragen zur Herstellungs- und Nutzungsphase von PVC-Produkten, nicht zuletzt auch mit der verantwortungsbewussten Entsorgung am Ende ihrer Nutzungsdauer. Die Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V. (AgPU), Bonn, unterstützt die europäische PVC-Branche bei der Umsetzung dieser Selbstverpflichtung in Deutschland.

Die PVC-Industrie prüft derzeit, inwieweit die bereits in einigen europäischen Ländern betriebenen Verwertungssysteme auch auf andere EU-Staaten übertragen werden können. Dabei kann in Deutschland auf umfangreiche Erfahrungen mit dem Sammeln und Verwerten von PVC zurückgegriffen werden. Ein Bestandsverzeichnis bestehender PVC-Verwertungssysteme wurde für verschiedene Anwendungsbereiche wie Rohre, Fensterrahmen, Bodenbeläge, Dachbahnen und Kabel zusammengestellt.

Die AgPU hat mit ihrer Verwerterliste – die bereits seit 1990 in regelmäßigen Abständen erweitert und aktualisiert wird – wesentlich zur Steigerung der verwerteten Mengen beigetragen. Bis Ende 2002 wird die Industrie die Entstehung und die Herkunft von Abfällen aus der Verarbeitung und Montage eingehend untersuchen, um sinnvolle Verbesserungsziele festlegen zu können.

Die Broschüren „Freiwillige Verpflichtung der PVC-Industrie“ und der „Fortschrittsbericht 2001 zur Freiwilligen Selbstverpflichtung zum nachhaltigen Wirtschaften der PVC-Branche“ (deutsch/englisch) können kostenlos bei der AgPU angefordert werden.





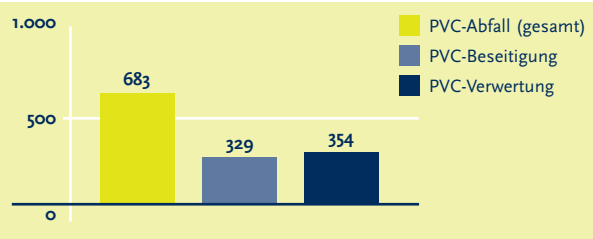
3 Freiwillige Verpflichtung zum nachhaltigen Wirtschaften

- Beachtung der Prinzipien des „Responsible Care“ durch die europäische PVC-Branche
- Verbesserungen entlang dem gesamten Lebensweg von PVC-Produkten – von der Herstellung über die Verarbeitung bis zur Verwertung oder Beseitigung

pvc steuert in richtung wachsender verwertungsquoten.

Eine im Auftrag der AgPU erstellte Schätzung der HTP Ingenieurgesellschaft für Aufbereitungstechnik und Umweltverfahrenstechnik, Aachen, kam 1998 auf der Basis einer Literaturlauswertung zu folgendem Ergebnis: Die Gesamtmenge von PVC-Produkten im Abfall in Deutschland wurde mit 683 Kilotonnen ermittelt. Davon wurden im Bezugsjahr 1995 189 Kilotonnen (entspricht einer Verwertungsquote von 27%) werkstofflich und 165 Kilotonnen (entspricht weiteren 24%) energetisch verwertet. Von den werkstofflich verwerteten Mengen stammen etwa 50 Kilotonnen aus gebrauchten Produkten („Postconsumer“ Abfälle).

PVC-Abfallmengenzenario (Produkt)



Alle Angaben in Kilotonnen;
Bezugsjahr 1995;
Quelle: HTP/Eco-Consultic/BeHaRec

In einer Studie des Umweltbundesamtes (UBA) von 1997 wurde allein für den Bereich der Kunststoffverarbeiter eine Menge an verwertetem PVC-Abfall von über 42 Kilotonnen ermittelt, wobei die Verwertungsquote beim Hart-PVC (PVC-U) bei 96% und beim Weich-PVC (PVC-P) bei 62% lag. Die analoge Angabe des UBA für die gewerblichen Endverbraucher war 46 Kilotonnen verwertetes PVC insgesamt, und davon waren 20% Hart-PVC – die dritthöchste Verwertungsquote bei Kunststoffen – und 17% Weich-PVC.

In den im April 2000 veröffentlichten Horizontalstudien der EU zu PVC ermittelte die Prognos AG, dass Deutschland heute bei der recycelten PVC-Abfallmenge in Europa führend ist. Die Studie erkennt ebenfalls an, dass über 80% des in Europa und 90% des in Deutschland anfallenden Industrieabfalls aus PVC heute werkstofflich verwertet werden. Damit ist der Beweis erbracht, dass PVC recycelbar ist und die werkstoffliche Verwertung einen wichtigen Beitrag zur Abfallverminderung leistet.

Die von der Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH im September 2000 vorgelegte Studie „Produktions- und Verbrauchsdaten für Kunststoffe in Deutschland unter Einbeziehung der Verwertung 1999“ ermittelt für PVC-Abfälle aus der Kunststoffverarbeitung eine Verwertungsquote von über 95%.



4 Abfallmengenszenario

- Von 683 Kilotonnen PVC-Produkten wurden 1995 27 % (189 Kilotonnen) stofflich und 24 % (165 Kilotonnen) energetisch verwertet
- Die Verwertungsquote bei Kunststoffverarbeitern liegt bei 95 %
- Deutschland ist bei den recycelten PVC-Abfallmengen führend in Europa

gute rahmenbedingungen für recyclingkonzepte. pvc im werkstofflichen recycling.

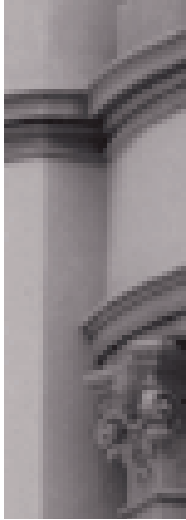
5.1 Allgemeines

Zirka 60% des jährlich produzierten PVC werden zu Bauprodukten verarbeitet. Für diese PVC-Produkte wie Fenster, Rohre, Bodenbeläge und Dachbahnen wurden Anfang der 90er Jahre Verwertungsanlagen errichtet und Sammelsysteme aufgebaut bzw. optimiert. Für einige Produkte sind diese Systeme bereits flächendeckend vorhanden.

Die Recyclingverfahren dieser Anlagen basieren auf grundsätzlich gleichen verfahrenstechnischen Prozessen und setzen sich z. B. aus Zerkleinerungstechnik einschließlich Kaltvermahlung sowie Förder- und Sortieraggregaten zusammen. Das zurückgewonnene PVC-Mahlgut wird zur Herstellung von neuen Fenstern, Bodenbelägen, Rohren sowie Dach- und Dichtungsbahnen wieder eingesetzt. Die praktische Erfahrung mit dem PVC-Recycling hat aber auch die derzeitigen ökonomischen Grenzen aufgezeigt.

5.2 Verpackungen

Im Verpackungssektor wird die PVC-Fraktion seit 1990 durch die Duales System Deutschland AG (DSD) erfasst und über den Garantiegeber DKR der Verwertung zugeführt. PVC-Verpackungen werden im Mengenstromnachweis der DSD nicht gesondert aufgeführt, sondern mit den anderen Verpackungen der Verwertung zugeführt. Die Menge der über das Duale System erfassten PVC-Verpackungsabfälle beläuft sich auf etwa 25.000 Tonnen pro Jahr.





5 Werkstoffliches Recycling

- Haupteinsatzbereich von PVC: Bauprodukte
- Für Fenster, Rohre, Bodenbeläge und Dachbahnen wurden Verwertungsanlagen errichtet und zum Teil flächendeckend Sammelsysteme aufgebaut
- Mit dem VINYLLOOP®-Verfahren gibt es für PVC-Verbunde ein neues Recyclingverfahren



5.3 Rohre

Ein wesentlicher Bestandteil der „Freiwilligen Verpflichtung der PVC-Industrie“ ist die Festschreibung von Recyclingzielen. Im Bereich des werkstofflichen Recyclings haben sich die Hersteller von Kunststoffrohren und -formstücken, vertreten durch ihren europäischen Verband TEPPFA, verpflichtet, zunehmende Mengen von PVC-Rohren und Formstücken am Ende ihrer Nutzung werkstofflich zu verwerten. Die Verpflichtung lautet konkret, bis zum Jahr 2005 mindestens 50% der gesammelten verfügbaren Menge von Abfällen aus Rohren und Formstücken zu verwerten.

In Deutschland haben der Kunststoffrohrverband (KRV), Bonn, und die Gütegemeinschaft Kunststoffrohre (GKR) durch ihr 1994 eingeführtes Sammel- und Wiederverwertungssystem (kostenlos für Handel und Kunden) gute Voraussetzungen geschaffen, diese Zielsetzung zu erreichen. Seit einiger Zeit laufen Maßnahmen, dieses Branchenangebot zu optimieren.

In Deutschland hat die Rohrrecyclinganlage ihren Standort in Westeregeln (Sachsen-Anhalt). Die gesammelten Rohrabfälle werden dort sortiert (die umfassende Kennzeichnung gütegesicherter Rohre erleichtert zusätzlich die Identifizierung), nachfolgend gereinigt und zerkleinert. Der aufbereitete Kunststoff wird in der Kunststoffrohrindustrie wieder eingesetzt (z. B. für Kabelschutzrohre, Schutzrohre und ähnliche Produkte).

5.4 Fenster

Seit Mitte 1991 existieren in Deutschland Sammelsysteme zur Rücknahme und Wiederverwertung von Fensterprofilen. Die Fenster-Recycling-Initiative (FREI) und die VEKA Umwelttechnik GmbH gewährleisten die Wiederverwertung von PVC-Fenstern, die nach Abriss oder Renovierung von Gebäuden anfallen.

Die Fenster werden in den Recyclingunternehmen nahezu vollautomatisch in die wichtigsten Bestandteile – Glas, Gummi, Metall und PVC – zerlegt. Das PVC wird wieder in der Profilerstellung eingesetzt, die anderen separierten Werkstoffe werden, soweit möglich, verwertet.

Derzeit sind sich in Behringen (Thüringen), Rahden (Westfalen) und Söllichau (Sachsen-Anhalt) drei große Fensterrecyclinganlagen in Betrieb. Weitere kleine und mittelständische Betriebe befassen sich in Deutschland mit dem PVC-Fensterrecycling. Die Anlage in Behringen verfügt über eine Jahreskapazität von ca. 20 Kilotonnen PVC-Fenstermaterial. Die Anlage in Rahden verfügt über eine maximale Kapazität von 7 bis 8 Kilotonnen und die Anlage in Söllichau über eine Kapazität von 4 Kilotonnen jährlich.

Aufgrund ihrer langen Lebensdauer fallen zurzeit noch wenig alte PVC-Fenster zur Verwertung an, da die Fenster in großem Umfang erst seit den 70er Jahren eingebaut wurden. Trotzdem ist auch bei der Verwertung von Altfenstern eine deutliche Zunahme festzustellen. So konnte im Jahr 2000 z. B. die VEKA Umwelttechnik GmbH in Behringen die verwertete Altfenstermenge auf ca. 4.800 Tonnen erhöhen, was im Vergleich zu 1997 einer Verdreifachung entspricht.

Eine ähnlich erfolgreiche Bilanz für das Recycling von Alt-PVC-Fenstern zieht auch die Fenster-Recycling-Initiative (FREI). Neben Altfenstern werden auch Profilabschnitte aufbereitet und regranuliert. Solche Regranulate erfüllen wie Neuware die Anforderungen der Güterichtlinie für Fensterprofile. Wegen möglicher Farbabweichungen werden sie aber meist an nicht sichtbaren Stellen eingesetzt bzw. mittels Coextrusion zum Kern eines neuen Profils verarbeitet, das aus optischen Gründen mit einer dünnen Schicht Neuware versehen wird.



Auch für den Bereich PVC-Fenster wurden im Rahmen der „Selbstverpflichtung zum nachhaltigen Wirtschaften“ Recyclingziele festgeschrieben. Die Hersteller von Fensterprofilen, die durch den Verband EPPA, einer Untergruppierung des Europäischen Verbandes der Kunststoffverarbeiter (EuPC), vertreten werden, verpflichten sich, zunehmende Mengen von PVC-Fensterrahmen am Ende des Lebensweges werkstofflich zu verwerten. Die Verpflichtung lautet konkret, bis zum Jahr 2005 mindestens 50% der sammelbaren verfügbaren Menge von Abfällen aus Fensterprofilen zu verwerten.

5.5 Bodenbeläge

PVC-Hersteller und führende Bodenbelaghersteller sammeln bereits seit 1990 über die Arbeitsgemeinschaft PVC-Bodenbelag-Recycling (AgPR GbR) Bodenbeläge zur Verwertung. Die Erfassung der PVC-Altbeläge erfolgt im Auftrag der AgPR bundesweit durch Entsorgungsunternehmen und Logistikpartner.

Die Recyclinganlage der AgPR wird am logistisch zentral gelegenen Standort Troisdorf bei Bonn betrieben. Das Verfahren basiert auf einer Kaltvermahlung.

Durch Einsatz von flüssigem Stickstoff wird der so genannte „Glaspunkt“ der Materialien unterschritten und ein Mahlgut mit Korngrößen von ca. 200 µm erzeugt. Die Kapazität der Anlage beträgt ca. 6 Kilotonnen pro Jahr.

Das von der AgPR produzierte Recyclat aus Alt-PVC-Belägen wird dem Wirtschaftskreislauf über die Bodenbelagsproduzenten wieder zugeführt. PVC-Recycling-Bodenbeläge werden in der mittleren wie auch in der höchsten Beanspruchungsklasse für den Objektbereich angeboten und vermarktet.

Um auf zukünftige Abfallmengenentwicklungen vorbereitet zu sein, untersucht derzeit die Europäische Gruppe für PVC-Bodenbeläge (EPFloor) verschiedene Verwertungsverfahren (z.B. Lösemittelverfahren, rohstoffliche Verwertung) und erarbeitet ein Unternehmenskonzept für die nächsten Jahre.

EPFloor hat sich zusätzlich verpflichtet, bis zum Jahr 2008 mindestens 50% der sammelbaren verfügbaren Menge von Abfällen aus Bodenbelägen zu verwerten.





5.6 Dachbahnen

Die Arbeitsgemeinschaft für PVC-Dachbahnen-Recycling (AfDR GmbH), ein Zusammenschluss von PVC-Dachbahnen-Herstellern, hat in Troisdorf eine Recyclinganlage für PVC-Dachbahnen errichtet, die im September 1994 offiziell in Betrieb genommen wurde. Diese Anlage verfügt über eine maximale Jahreskapazität von ca. 5 Kilotonnen.

Gebrauchte, aber sortenreine PVC-Dachbahnen werden über eine zentrale Logistik von der Anfallstelle abgeholt und zwischengelagert. Je nach Bedarf wird das Material von der AfDR abgerufen und nachfolgend verwertet. Die Verwertung basiert ebenfalls auf der Kaltmahltechnik.

Die Gesellschafter garantieren, dass das aufbereitete Material wieder in ihren Produkten eingesetzt wird. Die Bereitstellung des Altdachbahnenmaterials an der Baustelle erfolgt auf gekennzeichneten Europaletten ausschließlich durch Dachdecker-Fachbetriebe, also geschultes Fachpersonal. Auf europäischer Ebene hat sich die Dachbahnenbranche – vertreten durch ESWA – verpflichtet, bis zum Jahr 2005 mindestens 50 % der sammelbaren verfügbaren Menge von Abfällen aus Dachbahnen zu verwerten.

5.7 Kabel

Ein Großteil der heute anfallenden Kabelabfälle wird durch Kabelzerlegebetriebe aufbereitet. Deren Interesse galt bisher im Wesentlichen den Leitermetallen Kupfer und Aluminium, die mittels klassischer Aufbereitungsverfahren der mechanischen Verfahrenstechnik, wie z. B. Zerkleinerung durch Schneidmühlen, Verkugelung der Litzendrähte und Trennung der Isolationsstoffe durch Siebung und Windsichtung, aus den Kabelabfällen zurückgewonnen werden.

Die Recyclate, die hauptsächlich PVC, aber auch andere Materialien wie Polyethylen, Gummi und Restkupfer enthalten, sind Ausgangsstoffe für verschiedene Produkte. Von den ca. 50 Kilotonnen PVC-Isolationsstoffen, die jährlich bei der Altkabelzerlegung anfallen, werden ca. 12 Kilotonnen in Deutschland zu Produkten wie Backenfüßen, Verkehrsleitschwellen, Stallzubehör und Industrie-Bodenbelägen verarbeitet. Etwa 17 Kilotonnen werden jährlich z. B. nach England exportiert. Auch diese Mengen werden dort werkstofflich verwertet.

Für die bisher nicht verwertete Restfraktion können rohstoffliche Verwertungsverfahren und auch Löseverfahren zum Einsatz kommen.

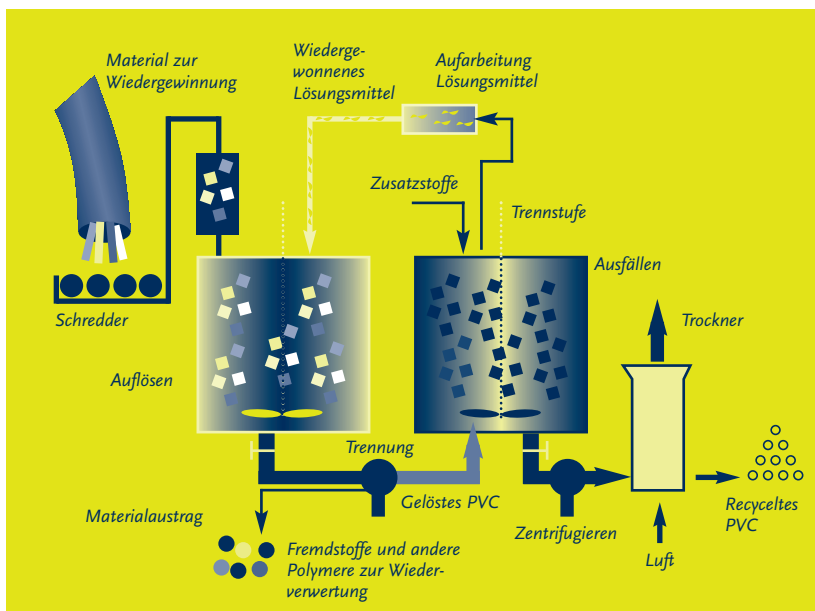


5.7.1 Lösemittel-Extraktion

Eine spezielle Eigenschaft des PVC ist seine vollständige Löslichkeit in bestimmten Lösemitteln. Auf Basis dieses Wissens wurden in der Vergangenheit verschiedene Löseverfahren für Kunststoffabfälle entwickelt.

Auch die Forscher der Solvay S.A. haben sich die Erkenntnisse der Löslichkeit von PVC zunutze gemacht und auf Basis dieser Parameter ein neues Recyclingverfahren namens VINYLOOP® entwickelt.

Trennung von PVC-Verbunden



Der Prozess läuft in einem geschlossenen Kreislauf unter Verwendung eines organischen Lösemittels, das ebenfalls vollständig recycelt wird, ab. Nach Vorzerkleinerung der Verbunde werden diese einem Lösereaktor zugeführt. Als Lösemittel verwendet man z. B. Methyläthylketon (MEK). Nach der Abtrennung der unlöslichen Bestandteile gelangt die PVC-Lösung in den Fällungsreaktor. Hier wird durch die Verwendung von Wasserdampf die Lösung als azeotropes Gemisch (eine Lösung, die einen höheren Dampfdruck als jede ihrer Reinkomponenten hat) abgetrennt. Schrittweise erhöht sich der Wassergehalt des flüssigen Mediums, und das PVC fällt mit einer Partikelgröße von im Mittel 0,4 mm aus.

Die azeotrope Mischung wird anschließend gekühlt und mittels Dekantierung (vorsichtiges Abgießen einer Flüssigkeit vom Bodensatz) in die zwei Phasen Lösemittel und Wasser getrennt. Das Lösemittel wird dann dem Prozess erneut zugeführt. Das PVC muss lediglich getrocknet werden und liegt danach als PVC-Compound vor, das keine weitere Aufbereitung benötigt. Auch die anderen Verbundkomponenten (Polyesterfasern, Metalle etc.) können einer Verwertung zugeführt werden.

Durch diese neue Form der Abfallaufbereitung wurde der Zugang zu einem bisher schwer zu behandelnden Abfallsegment geöffnet: die Trennung von PVC-Verbunden. Solche Verbunde findet man z. B. bei Planen (PVC/Polyester), Kabeln (PVC/Kupfer), Blistern (PVC/Aluminium) und Instrumententafeln von Autos (PVC/andere Kunststoffe).

Die AgPU unterstützt das VINYLOOP®-Verfahren durch die Hilfestellung bei der Beschaffung von Abfällen aus Deutschland für die geplanten Verwertungsanlagen.

Ende April 2001 wurde das VINYLOOP®-Verfahren mit dem „Tectextil-Innovationspreis 2001“ ausgezeichnet. Das Organisationskomitee des internationalen Tectextil-Symposiums setzt sich zusammen aus Fachleuten von CIRFS (Comité International de la Rayonne et des Fibres Synthétiques, Paris), des Forschungskuratoriums Textil e.V. in Eschborn, des Institut Français du Textile et de l'Habillement in Lyon, der Messe Frankfurt GmbH und des Textile Institute in Manchester.

SolVin, ein Tochterunternehmen von Solvay und BASF, und Partner u.a. aus der Kabelverarbeitungs- und Kabelverwertungsindustrie haben im Rahmen eines gemeinsamen Projektes im März 2001 den Bau einer Verwertungsanlage auf Basis der VINYLOOP®-Technologie in Ferrara, Italien, begonnen, wo auch Kabelabfälle aufbereitet werden sollen.

Die Gesamtinvestition am Standort Ferrara beträgt für die Jahre 2001 bis 2002 etwa 10 Millionen Euro, inklusive einer finanziellen Beteiligung durch die Gesellschaft der europäischen PVC-Branche, die im Rahmen der Freiwilligen Selbstverpflichtung ausgewählte Recyclingprojekte finanziell unterstützt. Ab Ende 2001 steht die Anlage zur Verfügung. Insgesamt wird die Anlage über Aufbereitungskapazitäten von ca. 10 Kilotonnen pro Jahr verfügen.

5.8 Planen

Das französische Unternehmen Ferrari, das auf die Produktion von PVC-beschichteten Stoffen (z.B. Planen, Zelte) spezialisiert ist, hat mit Solvay einen Vertrag geschlossen, um das VINYLOOP®-Verfahren für seine PVC-Produktpalette zu nutzen. Das dabei hergestellte PVC-Recyclat ist wieder für die Herstellung neuer Planen vorgesehen. Die Verwertungsanlage wird im Endausbau eine Kapazität von 10 Kilotonnen pro Jahr haben und soll 2003 in Betrieb gehen.

Insgesamt sind Investitionen von ca. 10 Millionen Euro geplant, inklusive einer finanziellen Beteiligung durch die europäische PVC-Branche.



5.9 Scheckkarten

PVC-Karten werden weltweit vielfältig und in großer Stückzahl eingesetzt. Nicht nur Kreditkarten, Girokarten oder Identifikationskarten der Krankenkassen – der Hauptanwendungsbereich von PVC-Karten –, auch Mitgliedsausweise für Bahnkunden, Videotheken oder Sportvereine, Kundenkarten für Kaufhausketten und Automobilclubs werden immer häufiger aus PVC hergestellt.

Aufgrund ihres geringen Gewichts und des damit verbundenen geringen Mengenaufkommens spielen ausgediente Scheckkarten in der Abfallwirtschaft eine untergeordnete Rolle. Trotzdem wurde für dieses Marktsegment in Zusammenarbeit mit den Banken, Sparkassen und Krankenkassen eine Wiederverwertung installiert.

Die ausgedienten Scheckkarten bzw. Produktionsabfälle werden in Bigbags oder Gitterboxen gesammelt und zur Recyclinganlage nach Gendorf gebracht. Aus Datenschutzgründen sind die Karten meist schon in den Annahmestellen der Banken, Sparkassen oder Krankenkassen zerkleinert worden. Bei Produktionsabfällen wird vor dem Transport häufig durch eine vorherige Brikettierung das Schüttgewicht optimiert.

Auf dem Werksgelände der Klöckner Pentaplast GmbH in Gendorf wird das Kartenmaterial durch den Subunternehmer MEPEX aufbereitet. Das Verfahren beinhaltet hauptsächlich eine Grobzerkleinerung mit nachfolgender Feinvermahlung. Aus dem Mahlgut werden im österreichischen Spritzgießbetrieb der MEPEX z. B. Abstandshalter für die Bauindustrie und Keile zur Fixierung von Rollen gefertigt.

Die BEKU in Beverungen fertigt aus Scheckkartenabfällen Kabelabdeckungen und Kabelschutzrohre.

5.10 Recyclingprodukte

Eine Reihe hochwertiger Recyclingprodukte ist heute bereits am Markt verfügbar. So haben sich neben Fenstern, Bodenbelägen, Rohren, Dachbahnen und Backenfüßen auch zahlreiche andere PVC-Recyclingprodukte etabliert.

Laufend kommen neue PVC-Recyclingprodukte auf den Markt, wie z. B. Verkehrsleitschwellen, Kabelschutzrohre, Kabelabdeckungen, Arbeitshandschuhe, Automatten, Stallzubehör, Pullover, deren Fasern aus gebrauchten PVC-Wasserflaschen gewonnen werden, oder ein Bodenbelag in Puzzleform, der äußerst schnell verlegt werden kann und für den gebrauchte PVC-Kabel wiederverwertet werden.

Nähere Informationen zu diesen und anderen PVC-Recyclingprodukten finden sich in der PVC-Verwerterliste oder können über die AgPU bezogen werden.

zurück zu den wichtigen verbindungen. pvc im rohstofflichen recycling.

6.1 Allgemeines

Als Ergänzung zum werkstofflichen Recycling ist das rohstoffliche Recycling insbesondere dann sinnvoll, wenn eine weitere Aufbereitung von stark vermischten und verschmutzten Abfällen sowie von Verbunden ökonomisch und ökologisch keinen Sinn mehr macht.

Für PVC-reiche Abfallfraktionen sind die Zielprodukte Salzsäure und Kohlenwasserstoffverbindungen. Die PVC-Branche hat deshalb in eigener Initiative verschiedene Projekte zum rohstofflichen Recycling der PVC-reichen Abfallfraktion gestartet. Bei PVC-Anteilen im Abfall von weniger als 10 % wird bei der rohstofflichen Verwertung das HCl aus PVC meist neutralisiert. Vorrangiges Ziel ist hier die Verwertung der Kohlenwasserstoffe.

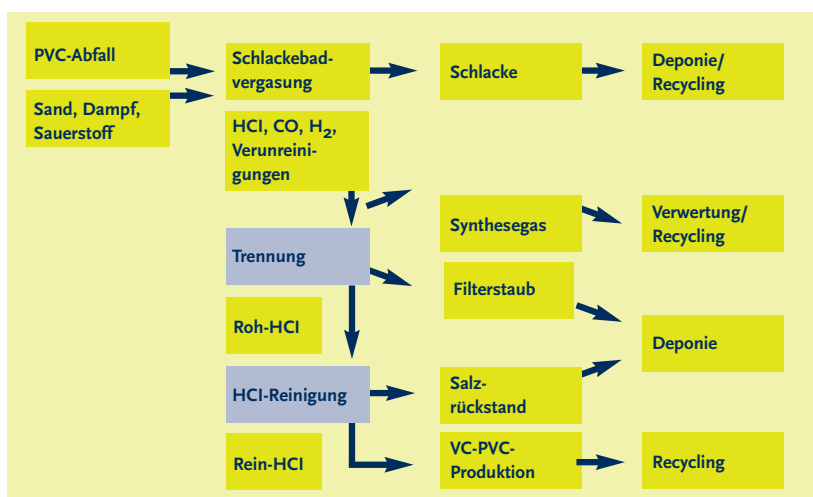
Als theoretischer Ansatz stehen die rohstofflichen Verfahren der Hydrierung, Pyrolyse, Vergasung und Verbrennung zur Verfügung. Eine Spaltung zum Monomer (VC) ist nicht möglich. Im Folgenden werden die wesentlichen Projekte der PVC-Branche zum rohstofflichen Recycling beschrieben.



6.2 Linde-Schlackebadvergasung

Eine neue Pilotanlage zur rohstofflichen Verwertung von PVC-Abfällen mit einer Gesamtkapazität von 2.000 Tonnen pro Jahr wurde Ende 2000 fertig gestellt und hat Anfang 2001 den Versuchsbetrieb in Tavaux (Frankreich) begonnen. Das von Mitarbeitern der Mitgliedsunternehmen des European Council of Vinyl Manufacturers (ECVM) erarbeitete Projekt basiert auf dem von der Linde-KCA, Dresden, entwickelten Schlackebadverfahren. Bei diesem Verwertungsprozess wird PVC in die Rohstoffe Chlorwasserstoff und Synthesegas zerlegt. Bei der Neuherstellung von PVC kommt Chlorwasserstoff wieder zum Einsatz.

Linde-Schlackebadvergasung (schematisch)





6 Rohstoffliches Recycling

- Das rohstoffliche Recycling erfasst stark vermischte und verschmutzte Abfälle mit unterschiedlichen PVC-Anteilen
- Als Verfahren stehen z. B. die Hydrolyse, Pyrolyse, Vergasung und thermische Behandlung zur Verfügung

Die im Mai 1999 getroffene Entscheidung für die Linde-Technologie beruht u. a. auf der zu erwartenden hohen Rückgewinnungsrate für HCl, der Robustheit des Verfahrens, der Qualität des anorganischen Rückstandes und der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens. ECVM und seine Partner investierten insgesamt ca. 3,3 Millionen Euro in das Projekt und dokumentieren damit die Verantwortung der PVC-Branche bei der Erarbeitung neuer Lösungen für das Recycling von PVC. Nach Abschluss der Versuche im Jahr 2002 soll die Entscheidung über den Bau einer Großanlage fallen.

Die AgPU hat durch die Präsentation des Projekts bei Veranstaltungen, Workshops und in Publikationen diese neue Technologie in Deutschland in Fachkreisen bekannt gemacht und damit einen Beitrag zur Dokumentation der zukunftsorientierten Recyclingmaßnahmen der PVC-Branche geleistet.

6.3 DOW/BSL – Drehrohrofenverwertungsanlage Schkopau

Im September 1999 wurde durch Sachsen-Anhalts damalige Umweltministerin Ingrid Häußler die Reststoffverwertungsanlage der Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH (BSL), Schkopau, heute DOW offiziell in Betrieb genommen. Insgesamt wurden etwa 50 Millionen Euro investiert und 21 Arbeitsplätze geschaffen.

Neben chlorhaltigen Abfällen in fester und flüssiger Form, die der stofflichen Verwertung zugeführt werden, können auch PVC-Abfälle verwertet werden. Die eingesetzten Abfälle werden in der Anlage bei Temperaturen oberhalb von 1.100 °C thermisch behandelt. Dabei wird unter Ausnutzung der frei werdenden Energie Chlorwasserstoff abgespalten und zu Salzsäure weiterverarbeitet. Diese Reinsäure wird am Standort der Chlorelektrolyse zugeführt. Aus dem erzeugten Chlor wird Vinylchlorid und nachfolgend Polyvinylchlorid (PVC) hergestellt. Die nach LAGA in die Klasse Z2 eingestufte Restschlacke kann zur Verwertung im Bergwerkversatz eingesetzt werden und ist außerhalb Deutschlands im Straßenbau verwendbar.



2001 wird ein Großversuch mit ca. 1.000 Tonnen unter Verwendung verschiedener PVC-Abfälle unterschiedlicher Herkunft durchgeführt, wobei der Schwerpunkt weniger auf der Technologieentwicklung, sondern auf der Gewinnung von Erfahrungen mit der Logistik liegt. Bei erfolgreichem Abschluss dieser Versuche besteht die Möglichkeit zur Erweiterung des Verwertungskontingents für PVC-Abfälle. Die AgPU ist bei der Beschaffung der Abfälle für den DOW/BSL-Versuch maßgeblich beteiligt.

6.4 Weitere Verfahren

Zusätzliche Optionen im Bereich des rohstofflichen Recyclings werden zurzeit untersucht, dazu gehören u. a. ein kombiniertes Hydrolyse-Pyrolyse-Verfahren in Dänemark (Stigsnaes), ein zweistufiges Pyrolyse-Verfahren (NKT-Watech, DK) und Versuche zur Dehydrochlorierung aus gemischten Kunststoffabfällen (REDOP, NL).

Damit hat die PVC-Branche begonnen, innovative Technologien für das Recyceln chlorreicher Abfälle zu entwickeln.

Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, dass heute schon ein Teil der PVC-Verpackungen mittels rohstofflicher Verwertungsverfahren für Kunststoffabfälle mit geringem PVC-Gehalt z. B. im Rahmen des Dualen Systems („Grüner Punkt“) mitverwertet wird.

Nach unserer Auffassung werden rohstoffliche Verwertungsverfahren zukünftig einen wichtigen Beitrag zur Verwertung von Kunststoffabfällen leisten. Diese Tatsache wird auch in verschiedenen Studien anerkannt.

So kommt die EU-Studie von TNO „Chemical Recycling of Plastics Waste (PVC and other Resins)“ zum rohstofflichen Recycling nach einer „vorsichtigen Schätzung“ zu dem Ergebnis, dass bei einer Behandlung von Abfällen mit einem hohen Chlorgehalt chemische Verwertungsverfahren Vorteile gegenüber anderen Verfahren haben.

Hinsichtlich des Emissionspotenzials von rohstofflichen Verwertungsverfahren haben Messungen an der Drehrohfenverwertungsanlage für chlorhaltige Abfälle in Schkopau im Zeitraum Januar bis März 2000 gezeigt, dass während der rohstofflichen Verwertung von PVC-reichen Abfällen die entstehenden Emissionen (einschließlich Dioxinen und Furanen) unterhalb der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte lagen. Ähnlich gute Ergebnisse erwartet man auch für die anderen vorgenannten Verfahren.

neue energie aus altprodukten. pvc in der thermischen abfallbehandlung.

7.1 Allgemeines

Schon heute leisten Müllverbrennungsanlagen einen wesentlichen Anteil zur Verwertung von Restmüll und nutzen den energetischen Inhalt der organischen Fraktion zur Gewinnung von Wärme und/oder Elektrizität (Einsparung von Brennstoffen). In den derzeit 60 Anlagen werden in Deutschland rund 13,7 Millionen Tonnen Abfälle jährlich verwertet, weitere Anlagen sind im Bau. Die TA Siedlungsabfall wird zu einem verstärkten Ausbau der Kapazitäten führen. Weitere 15 Anlagen befinden sich bereits im fortgeschrittenen Planungszustand. Fünf davon mit einer Gesamtkapazität von 1.105 Mio. Tonnen sollen 2002/2003 in Betrieb gehen, fünf weitere zwischen 2004 und 2005 (Gesamtdurchsatzmenge maximal 1.268 Millionen Tonnen).

Bei stark vermischten und verschmutzten PVC-Abfällen ist die Müllverbrennung im Vergleich zum Recycling der ökonomischere Weg der Verwertung.

Gemäß der im Juni 1993 in Kraft getretenen TA Siedlungsabfall dürfen ab 2005 nur solche Abfälle auf Deponien entsorgt werden, die nicht verwertet werden können und keine organischen Bestandteile aufweisen (Glühverlust höchstens 5%), also weitgehend mineralisiert sind. Die Erfüllung dieser Forderung ist zunächst nur über den Weg der thermischen Behandlung möglich. Das Bundeskabinett hat jedoch am 31. Januar 2001 die Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen verabschiedet. Mit der Verordnung wird die Deponierung von unbehandelten Abfällen aus Haushalten und Gewerbe ab 1. Juni 2005 verboten; als Behandlungsverfahren vor der Ablagerung sind künftig neben der Müllverbrennung auch moderne mechanisch-biologische Verfahren zulässig.

Die Abfallverbrennung ist ein hoch technisierter Vorgang, bei dem Volumen reduziert und organische Schadstoffe sicher zerstört werden. In modernen Anlagen liegen die organischen Anteile der Rückstände mit rund 1% deutlich unter den gesetzlichen Vorgaben.

Die Vorteile der thermischen Behandlung nach Stand der Technik sind eindrucksvoll:

- Das Müllgewicht wird auf 30 % verringert
- Die Energie im Müll wird genutzt
- Dioxine, Furane und andere organische Schadstoffe werden vernichtet, moderne Müllverbrennungsanlagen stellen eine Senke hinsichtlich dieser Substanzen dar
- Bestimmte anorganische Stoffe werden aus ihren Verbindungen gelöst (z. B. Schwefeltrioxid) und können wie z. B. Chlorwasserstoff einer Verwertung zugeführt werden
- Es werden verwertbare bzw. leicht deponierbare Rückstände gewonnen



12



7 Müllverbrennung

- Die thermische Behandlung von PVC verursacht keine besonderen Belastungen, die den Betrieb stören
- Die Dioxinemissionen sind vom Chlorgehalt unabhängig und liegen deutlich unter den gesetzlichen Vorgaben
- Chlorhaltige Rückstände können mit verschiedenen Verfahren wiederverwertet werden

7.2 Energierückgewinnung

In den vergangenen Jahren wurden die meisten Müllverbrennungsanlagen so konzipiert, dass die im Müll enthaltene Energie in Strom umgewandelt werden kann. Die Auskopplung von Wärme zu Heiz- oder Prozesszwecken (Kraft-Wärme-Kopplung) lässt sich dagegen in der Regel schwieriger realisieren (Ausnahmen gibt es hier allerdings in Nord- und Westeuropa, so arbeitet z. B. die Müllverwertung Rugenberger Damm in Hamburg nach diesem Prinzip).

Die „Ausbeute“ an Elektrizität von Müllverbrennungsanlagen liegt zwischen 20 und 25%. Konventionelle Kraftwerke auf Basis von Gas, Öl oder Kohle erreichen, immer bezogen auf den Energie-Input, einen Wert von 40 bis 42%.

Die im Hausmüll enthaltenen PVC-Abfälle sind zu 2% am Heizwert des Hausmülls beteiligt. Der Mischheizwert von PVC beträgt ca. 18 MJ/kg und liegt damit höher als der Heizwert mitteldeutscher Braunkohle (8-10 MJ/kg). Da der mittlere Heizwert von Müll insgesamt bei 9 bis 10 MJ/kg liegt, ist klar ersichtlich, dass PVC wie alle Kunststoffe ein Energieträger in der Verbrennung ist.

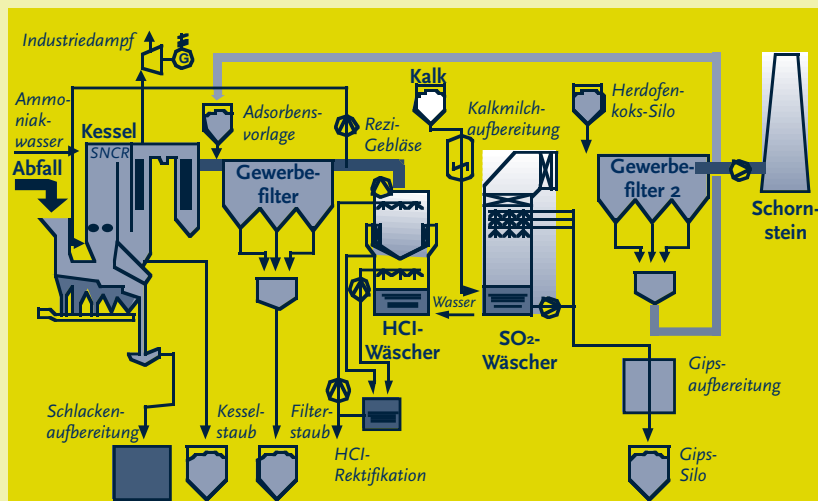
7.3 Rauchgasreinigung und Rückständeentsorgung

PVC verursacht in der Müllverbrennung keine Belastungen, die den Betrieb stören. PVC trägt zum Chlorgehalt des durchschnittlichen Hausmülls zu 40 bis 50% bei.

Aus den chlorhaltigen Stoffen des Abfalls entsteht bei der Verbrennung Chlorwasserstoff. Zur Neutralisation des Chlorwasserstoffs aus dem Rauchgas gibt es verschiedene Verfahren: Bei den trockenen oder semi-trockenen Rauchgasreinigungsverfahren mit Kalk oder Kalkmilch entsteht ein festes CaCl_2 , das deponiert werden muss. Bei der Nasswäsche mit Wasser lässt sich industriell vermarktbare Salzsäure zurückgewinnen. Dieses Verfahren wird z. B. in der Müllverwertungsanlage Rugenberger Damm (MVR) in Hamburg angewandt.

Im Rahmen eines Großversuchs der PVC-Branche wurden im Jahr 2001 größere Mengen PVC-Abfall in der MVR energetisch und stofflich verwertet.

Vereinfachtes Verfahrensschema der Müllverwertungsanlage Rugenberger Damm

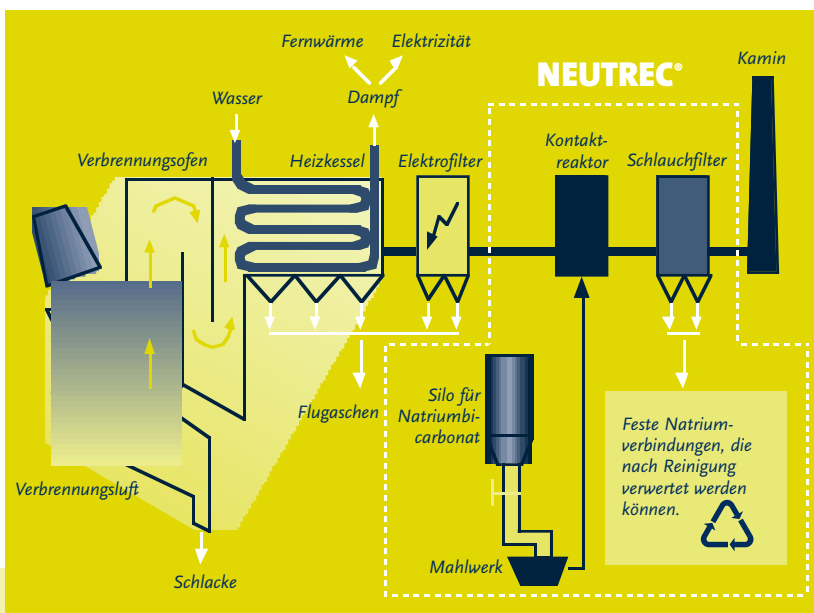


Alternativ ist die Neutralisation mit Natronlauge möglich. Bei diesem Prozess entsteht ein NaCl, das nach Aufbereitung als festes Kochsalz industriell, z. B. zur Herstellung von Soda, Borax und Ätznatron, eingesetzt werden kann, ansonsten wird auch dieses Salz deponiert.

Die Rauchgasreinigung hat eine hohe Effektivität und Zuverlässigkeit erreicht. Staub, Schwermetalle und Chlorwasserstoff werden zu ca. 99% abgeschieden. Der Dioxinemissionswert beträgt in den fortschrittlichsten Anlagen weniger als 0,05 Nanogramm pro Normkubikmeter Rauchgas und stellt die derzeitige Grenze der Messtechnik dar.

Für die zu deponierenden Rückstände aus der Rauchgasreinigung eignen sich vor allem ausgediente Salzbergwerke. Salz hat eine hohe Dichte und einen geringen Wassergehalt und bietet somit einen guten Abschluss von der Biosphäre. Des Weiteren wird die Versatzpflicht aus sicherheitstechnischen Gründen erfüllt. Nebeneffekt: Einsparung von Versatzmaterial aus nicht erneuerbaren Ressourcen (Kies, Schotter, Sand). Der Bergversatz stellt (gemäß KRW-/AbfG, § 4 Abs. 3, S. 2) eine stoffliche Verwertung dar, wenn nach einer wirtschaftlichen Betrachtung und unter Berücksichtigung der jeweiligen Abfallverunreinigung der Hauptzweck der Maßnahme in der Nutzung des Abfalls und nicht in der Beseitigung des Schadstoffpotenzials liegt.

NEUTREC®/BICAR-Verfahren



Eine weitere Möglichkeit der Behandlung der Rauchgase ist das von Solvay entwickelte NEUTREC®-Verfahren. Hier erfolgt die Neutralisation durch Natriumbicarbonat. Die dabei anfallende Menge an Rückstandssalzen ist im Vergleich zum Kalk-Kalkmilch-Verfahren niedriger.

Das ist einer der Gründe dafür, dass sich das Neutrec®-Verfahren bei einer Reihe von Müllverbrennungsanlagen – in Italien und Frankreich – bereits durchgesetzt hat. Ein weiterer Vorteil ist, dass anstelle des wertlosen Produkts CaCl_2 ein nutzbares Natriumchlorid anfällt. Solvay hat eine effiziente Aufbereitungstechnik entwickelt (RESOLEST®) und großtechnisch in seinem Werk Rosignano, Italien, verwirklicht: Das verschmutzte Salz wird gereinigt und der Chlorchemie als Rohstoff zugeführt.

7.4 Abfallbehandlungskosten

Generell hängt die Höhe der Verbrennungskosten vom gewählten Verfahren und von den damit verbundenen Investitionen, dem Auslastungsgrad der Anlage und den Folgekosten insbesondere für die Rauchgaswäsche und die Rückstandsbehandlung ab. In Europa werden überwiegend Rostfeuerungen mit nachgeschalteter Rauchgasreinigung betrieben. Dabei dominieren die Nass- und quasitrockenen Verfahren mit einem Anteil von über 60 %. Diese Prozesse haben die geringsten Rückstände und sind deshalb am preisgünstigsten. Dieser Trend wird sich in Europa fortsetzen. Mit dem NEUTREC®-Verfahren oder mit der Salzsäurerückgewinnung (siehe Kapitel 7.3) werden die zu deponierenden Rückstände reduziert und damit Kosten gesenkt.

Da PVC nicht die einzige Chlorquelle im Hausmüll ist, sind die Investitions- und Abschreibungskosten einer Müllverbrennungsanlage unabhängig vom Vorkommen von PVC in den Abfällen. Die variablen Kosten dagegen können vom PVC-Gehalt im Hausmüll beeinflusst werden, da abhängig vom eingesetzten Rauchgasreinigungssystem Kosten für Neutralisationsmittel oder die Entsorgung von Mischsalzen anfallen. Als Gutschriften sind dagegen die Erlöse für die energetische Verwertung von PVC in Form von Strom oder Dampf zu berücksichtigen, bei der Salzsäurerückgewinnung ist auch der Verkauf einer „Technischen Salzsäure“ einzurechnen.

Die im November 2000 veröffentlichte Kirrman-Studie „Incineration of PVC and other products in MSW“ hat die Kosten (werkstoffbezogene Kosten im Vergleich zu Kosten für durchschnittlichen Siedlungsabfall) verschiedener Materialien in der Müllverbrennung bei gleichen Rahmenbedingungen verglichen. Am günstigsten schneiden dabei Kompost, Glas und Papier ab. Kunststoffe nehmen einen Bereich zwischen 260 und 400 Euro pro Tonne ein. Die häufig unterstellten besonders hohen Aufwendungen für PVC werden nicht bestätigt, vielmehr liegt der Werkstoff mit 320 Euro für Weich-PVC, 340 Euro für Hart-PVC und 330 Euro für PVC allgemein im Mittelfeld der untersuchten Materialien.

Die Kosten für die Behandlung von Restmüll würden sich also nur unwesentlich reduzieren, selbst wenn PVC vollständig aus dem Restmüll eliminiert würde. Die gelegentlich behaupteten Mehrkosten von PVC-Müll rechtfertigen deshalb keine Sonderregelung für den Werkstoff. Es besteht zudem die Gefahr, dass Werkstoffe bevorzugt würden, die gleiche oder noch höhere Kosten verursachen. Selbst wenn man Mehrkosten aus der Müllverbrennung von 0,15 Euro pro Einwohner und Jahr unterstellt, müsste der Nutzen von PVC-Produkten für den Verbraucher und die Volkswirtschaft in Rechnung gebracht werden. Dieser beträgt nach verschiedenen Abschätzungen (z. B. Prognos AG, Basel, „Konversion Chlorchemie“, für das hessische Umweltministerium, 1994) rund 6 Milliarden Euro pro Jahr oder 75 Euro pro Einwohner und Jahr.

7.5 Emissionen

Die Dioxinemissionen moderner Müllverbrennungsanlagen sind gering und werden vom PVC-Gehalt des Abfalls nicht beeinflusst. Das zeigen etwa 100 Untersuchungen (u. a. des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 1999) zu Müllverbrennungsanlagen weltweit.

Gespräche mit dem Verband der Großkraftwerksbetreiber (VGB) Mitte 1998 haben gezeigt, dass eine Chloridkorrosion in praktisch allen Müllverbrennungsanlagen auftritt, diese aber nicht chlorkonzentrationsabhängig ist. Selbst bei einer völligen Separierung von PVC aus dem Abfallstrom wären keine Änderungen im Korrosionsbild zu erwarten.



7.6 Fazit

Das Thema energetische Verwertung und PVC in der Müllverbrennung ist in seinen vielfältigen Aspekten durch zahlreiche Studien sehr intensiv erforscht worden.

PVC führt in der Müllverbrennung nur zu marginalen Mehrkosten. Deshalb ist es unnötig, PVC-Abfälle aus der Müllverbrennung fern zu halten oder einen speziellen Deckungsbeitrag für PVC-Produkte zu erheben. Ob in Zukunft mehr PVC-Abfälle in die Verbrennung gelangen, bleibt abzuwarten: Zum einen steigt die Menge an rückläufigem Altmaterial, zum anderen werden werkstoffliche Recyclingverfahren insbesondere für PVC-Fractionen wie Fenster, Rohre, Bodenbeläge, Dachbahnen und Kabel immer umfassender und effektiver. Auch für gemischte PVC-Abfälle werden inzwischen rohstoffliche Recyclingmöglichkeiten entwickelt.

Die gute Datenlage lässt generell den Schluss zu, dass PVC in der Verbrennung keinen Problemstoff darstellt.

Auch angesichts des großen Nutzens, den der Werkstoff in zahlreichen Anwendungen besitzt, sollte die künftige Diskussion auf Grundlage der vorliegenden Fakten und weniger auf Basis emotionaler Überzeugungen geführt werden.

klare verhältnisse bei der sickerwasserkontrolle. pvc auf der deponie.

8.1 Deponie

Die von Mersiowsky et al. – Universität Hamburg-Harburg – in den Jahren 1999 und 2000 vorgelegten Studien zum Deponieverhalten von PVC-Produkten zeigen, dass PVC generell auf der Deponie keine signifikanten Probleme verursacht.

Eine Schwäche aller bisherigen Studien war, dass nur PVC-Produkte und kein einziger konkurrierender Werkstoff untersucht wurden.

Phthalate werden in Sickerwässern in nur sehr geringen Mengen gefunden, da sie im Deponiekörper biologisch abgebaut werden. Im Übrigen ist darauf hinzuweisen, dass diesen Fragen auch im Rahmen des EU-Risk-Assessment nachgegangen wird, dessen Ergebnisse im Laufe des Jahres 2002 vorliegen werden.

Im PVC enthaltene Schwermetalle können in das Sickerwasser gelangen. PVC-Produkte spielen aber entsprechend den o. g. Studien im Vergleich zu anderen Schwermetallquellen auf der Deponie keine wesentliche Rolle. In dem im Juni 2001 vorgelegten ergänzenden Bericht „Contribution of Post-Consumer PVC products to Lead inventory in landfilled waste“ der TuTech GmbH, Hamburg, kommt der Autor zu dem Ergebnis, dass mit Blei stabilisierte PVC-Produkte auf der Deponie keine signifikanten Umweltauswirkungen hervorrufen.

Preise oder Gebühren für Deponien hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie z. B. dem Standard der Deponie oder dem Wettbewerb zwischen den verschiedenen Entsorgungswegen. Im Allgemeinen konnte bisher kein Einfluss auf Preise und Gebühren durch das Vorhandensein von PVC im zu deponierenden kommunalen Müll festgestellt werden, und dies wird auch nicht erwartet.





8 Deponie

- Für PVC-Produkte liegen umfangreiche Untersuchungen über das Verhalten unter Deponiebedingungen vor
- Das Sickerwasser ist durch PVC-Produkte nicht signifikant belastet
- Bei der Deponierung macht PVC keine größeren Probleme als andere Werkstoffe

zugang zu mehr verwertungswissen. pvc-recycling im internet.

9.1 Verwerterliste

Die Verwerterliste mit rund 50 PVC-Verwertern wird von der AgPU seit 1990 erstellt, ergänzt und fortgeführt. Sie nennt detailliert Ansprechpartner, flächendeckend für Deutschland, wer wo welche Art von PVC-Abfällen verwertet, welche Verfahren angewandt werden und wie groß die Mindestannahmemengen sind. Mittlerweile liegt die Verwerterliste in der 7. überarbeiteten Auflage vom Januar 2000 vor. Neben der Papierform gibt es die Verwerterliste auch auf Diskette und zum Herunterladen im Internet unter www.agpu.com.

9.2 Recyclingbörse „RecyTrade“

RecyTrade ist eine Recyclingbörse der EuPC (European Plastics Converters) für alle verwertbaren Kunststoffe. Die Basis für diesen globalen Handelsplatz ist das Internet. Verwertbare Kunststoffe können sowohl angeboten als auch nachgefragt („gesucht“) werden.

Durch die benutzerfreundliche Menüführung ist man sehr schnell in der Lage, die umfangreichen Möglichkeiten der Börse zu nutzen. Wichtiges Tool ist dabei die Eingabemaske auf der RecyTrade-Homepage. Hier kann z. B. der Anbieter detaillierte Angaben zur Art des Kunststoffes, zum Verschmutzungsgrad, zur Farbe, Menge, Lieferform, Preisvorstellung etc. angeben.

Für die Beteiligung an RecyTrade reichen ein leistungsstarker PC, ein Modem bzw. ISDN-Anschluss und ein Internetzugang. RecyTrade im Internet finden Sie unter www.recytrade.com.



9 Arbeitshilfen zur Steigerung der verwer- teten PVC-Abfallmengen

- Die AgPU publiziert regelmäßig ihre aktualisierte Liste von rund 50 PVC-Verwertern in Deutschland
- Über RecyTrade, eine europäische Recyclingbörse, können wiederverwertbare Kunststoffe angeboten und nachgefragt werden

Bilderklärungen

- 1: PVC-Verwerterliste
- 2: Freiwillige Verpflichtung der PVC-Industrie zum nachhaltigen Wirtschaften
- 3: Wertstoffbox als Sammelbehälter für Kunststoffrohrmaterial
- 4: PVC-Fensterrecyclat
- 5: Aufbereitete PVC-Bodenbeläge
- 6: Vielfältige Einsatzmöglichkeiten für PVC-Planen
- 7: Herstellung von Bakenfüßen für die Straßenverkehrssicherung aus Kabelabfall
- 8: Kabelabdeckungen aus alten PVC-Scheckkarten
- 9: PVC-Karten
- 10: Pilotanlage in Tavaux
- 11: Drehrohfenverwertungsanlage Schkopau
- 12: Salzsäurerückgewinnung in der Müllverwertungsanlage Rugenberger Damm, Hamburg
- 13: Geringe Diosinmissionen – Müllverwertungsanlage Rugenberger Damm, Hamburg
- 14: Kompaktieren von Abfall auf einer Hausmüldeponie

Hergestellt mit PVC-Recyclat
100 % gebrauchte Scheckkarten



ARBEITSGEMEINSCHAFT
PVC UND UMWELT E.V.

Am Hofgarten 1-2
D-53113 Bonn
Fon 0228 91783-0
Fax 0228 5389594
agpu@agpu.com
www.agpu.com