

Sarnafil International AG, Sarnen

Juli 2002

Kunststoffdichtungsbahn Sarnafil T

Eine ökologische Beurteilung – Aktualisierung 1997

Basler & Hofmann

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Auftrag	2
1.3	Vorgehen	3
2.	Beurteilung der Teilbereiche	4
2.1	Exkurs Lebensdauer	4
2.2	Ausgangsstoffe	5
2.3	Herstellung der Dichtungsbahn	6
2.4	Montage und Unterhalt	8
2.5	Nutzung	9
2.6	Recycling	10
2.7	Entsorgung	10
3.	Quellenverzeichnis	12

Forchstrasse 395
CH-8029 Zürich
Telefon 01/387 1122
Telefax 01/387 1100

Bachweg 1
CH-8133 Esslingen
Telefon 01/387 11 22
Telefax 01/387 15 00

Sarnafil International AG
Industriestrasse
6060 Sarnen

Zürich, 16. August 1999

Lebensdauer Kunststoffdichtungsbahn Sarnafil T - Bestätigungsschreiben

Sehr geehrte Damen und Herren

Bezüglich der Lebensdauer der Kunststoffdichtungsbahn Sarnafil T nehmen wir wie folgt Stellung:

In der Studie "Kunststoffdichtungsbahn Sarnafil T - Eine ökologische Beurteilung" in der Fassung 1992 wird auf Seite 5 ausgeführt: "Aufgrund der erfolgten Untersuchungen und den bereits vorliegenden Erfahrungswerten kann angenommen werden, dass Sarnafil T unter üblichen Bedingungen eine Lebensdauer von etwa 40 Jahren erreichen kann."

Die aktualisierte Fassung von 1997 der oben genannten Studie bewertet die Lebensdauererwartung wie folgt: "Unter üblichen Einsatzbedingungen entsprechen die bewährten Sarnafil Vorgängerprodukte TG 55 und TS 75 den gesetzten Erwartungen. Vergleichende Belastungstests lassen auf eine noch höhere Lebensdauer von Sarnafil TG 66 und TS 77 schliessen."

Im Kontext der beiden Studien kann somit davon ausgegangen werden, dass Sarnafil TG 66 / TS 77 unter üblichen Bedingungen eine Lebensdauer von über 40 Jahren erreichen kann.

Mit freundlichen Grüssen

Basler & Hofmann
Ingenieure und Planer AG

Franz Günter Kari

Dr. Franz Günter Kari

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Umweltschutz und Chemische Produktion

Der Umweltschutz hat in den letzten beiden Jahrzehnten verstärkt auch im Bausektor Fuss gefasst. Immer häufiger sind sich Bauherren, Architekten, Handwerker und Gebäudenutzer bewusst, dass die Verwendung umweltverträglicher Produkte letztlich auch Lebensqualität bedeutet. Dieser Anspruch hat direkte Konsequenzen auf das Design und die Prozessführung bei der Herstellung von Baumaterialien im allgemeinen, hier bei der Produktion von Kunststoffen im speziellen.

Ökologie wird zum Auswahlkriterium

Traditionell wichtige Produkteigenschaften wie Preis/Leistungsverhältnis, Funktionalität, ästhetische Gestaltung und Benutzerfreundlichkeit sind nicht mehr die alleinigen Kriterien, nach denen ein Produkt ausgewählt wird. In den Vordergrund treten zunehmend auch Qualitätskriterien wie Vermeidung von Gefahrstoffen für die Umwelt, Schonung von Ressourcen sowie Rezyklierungs- und Entsorgungsmöglichkeiten. Neben der akuten Gesundheitsgefährdung von Angestellten und Handwerkern bei der Produktion und Verarbeitung spielt nicht zuletzt die gesundheitliche Unbedenklichkeit eines Produkts bei der langfristigen Exposition der Benutzer als Auswahlkriterium eine grosse Rolle.

Sarnafil hat Zeichen der Zeit erkannt

Mit Einführung der Kunststoffdichtungsbahn Sarnafil T anfangs der 90-er Jahre wurden die oben genannten Kriterien konsequent umgesetzt. In einer eingehenden Untersuchung der ökologischen und arbeitshygienischen Auswirkungen von Sarnafil T während des Lebenszyklus (Ausgangsstoffe bis Entsorgung) konnten keine nennenswerten Problem-bereiche aufgedeckt werden.

Sarnafil T-Produkte sind halogenfrei

Alle Erzeugnisse der Produktreihe Sarnafil T sind halogenfrei. Dies verdient deshalb besondere Erwähnung, weil zahlreiche andere Kunststoffdichtungsbahnen auf Polyolefinbasis halogenhaltige Flammschutzmittel mit einem Gewichtsanteil von über 10 % enthalten. Mit Sarnafil TS 77¹ stehen Produkte zur Verfügung, die ohne den Einsatz von halogenhaltigen Flammschutzmitteln allen relevanten Brandschutzanforderungen genügen.

¹ TS 77 und TS 77E.

Trotz ökologischer Bedenken werden in Europa jedoch noch immer über 100'000 t halogenerter Flammschutzmittel pro Jahr eingesetzt, davon über 10'000 t allein im Polyethylen- und Polypropylenbereich. Mit einem Verzicht auf halogenierte Flammschutzmittel wird von vorneherein vermieden, dass sich im Brandfall hochkorrosive Brandgase (Bromwasserstoffsäure, Salzsäure) und hochtoxische Verbrennungsprodukte (polyhalogenierte Dioxine und Furane) bilden. Dies gilt auch für die thermische Verwertung. Halogenfreiheit von Sarnafil T ist ein wesentlicher Faktor, der zu dessen vorteilhafter werkstofflicher Rezyklierbarkeit beiträgt. Überdies ist aus heutiger Sicht bekannt, dass halogenhaltige Flammschutzmittel in Polyolefinen die Lebensdauer stark beeinträchtigen.

1.2 Auftrag

Aufgabenstellung und Zielsetzung

In den Jahren 1990-1992 erstellte Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Zürich, eine Ökostudie für die damals neuentwickelte Kunststoffdichtungsbahn Sarnafil T. Untersucht wurden die Systeme TG 55 und TS 75. In den letzten Jahren gab es erhebliche Fortschritte in der Herstellung von Kunststoffen. Dadurch wurde die Weiterentwicklung zu Sarnafil TG 66 und TS 77 möglich. Aufgabe und Ziel des vorliegenden, kurzgefassten Untersuchungsberichts sind eine unabhängige Beurteilung der Kunststoffdichtungsbahnen durch externe Fachleute, die interessensmässig weder mit der wissenschaftlichen Entwicklung noch mit der Herstellung und Kommerzialisierung des Produktes verflochten sind. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen erlauben eine zuverlässige Beurteilung der betrachteten Produkte hinsichtlich ihrer ökologischen Eigenschaften.

Der Auftragnehmer

Basler & Hofmann ist die grösste unabhängige Firma beratender Ingenieure und Planer in der Schweiz. Unter den rund 200 Mitarbeitern finden sich Fachpersonen aus allen Bereichen der Ingenieur- und Naturwissenschaften. Der interdisziplinär aufgebaute Stab an Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erlaubt die eigenständige Bearbeitung auch hochkomplexer Aufgaben. Die Firma beschäftigt sich neben den klassischen Gebieten des Bauingenieurwesens vor allem auch mit Spezialproblemen in den Bereichen Umwelt, Sicherheit und Risiko sowie Energie.

Unabhängigkeit und Fachkompetenz

Basler & Hofmann vertritt die Schweiz in der Weltorganisation Beratender Ingenieure (FIDIC) und ist Mitglied der Schweizerischen Vereinigung beratender Ingenieure (ASIC). Die Firma ist damit den Grundsätzen dieser Vereinigungen verpflichtet, welche bei ihren Mitgliedern unabhängige Interessenwahrung und umfassende Fachkompetenz voraussetzen. Das verlangt ein Handeln nach bestem Wissen und Gewissen, frei von jeder Beeinflussung.

Qualitätssicherung
QS-System

Jede Projektbearbeitung untersteht bei Basler & Hofmann dem internen Qualitätssicherungssystem (QS-System). Es ist konform zur Norm ISO 9001, sinngemäss angewendet für die Qualitätssicherung bei Dienstleistungen. Das QS-System Basler & Hofmann betrifft Organisation, Verantwortlichkeiten, Abläufe, Verfahren und Mittel zur Verwirklichung der Qualitätsziele. Die Zertifizierung des QS-Systems erfolgte erstmals im Frühjahr 1994 durch ein akkreditiertes Unternehmen.

Umweltmanagementsystem

Basler & Hofmann verfügt darüber hinaus über ein Umweltmanagementsystem (UMS), das der Norm ISO 14001 entspricht. Es wurde im Dezember 1996 durch das Bureau Veritas Quality International (BVQI) zertifiziert.

1.3 Vorgehen

Festlegung der Systemgrenzen

Für die Begutachtung von Sarnafil T anfangs der 90-er Jahre wurde von Basler & Hofmann der Lebenszyklus des Kunststoffprodukts erfasst und in Form sogenannter Prozessketten strukturiert. Diese umfassen die Ausgangsstoffe, die Herstellung, die Montage, die Nutzung und die Rezyklierung sowie die Entsorgung. Innerhalb der Prozessketten wurden die ökologisch relevanten Teilbereiche ermittelt und untersucht.

Da es sich um eine Weiterentwicklung von Sarnafil TG 55 und TS 75 handelt, sind die Prozessketten und ökologischen Problembereiche dieselben wie damals.

Weiterentwicklung
Sarnafil T

Sarnafil TG 66 und TS 77 bestehen aus hochwertigen Polymeren. Waren die Vorgängerprodukte noch auf Basis des Ethylens aufgebaut, bestehen die weiterentwickelten Sarnafil T-Produkte aus flexiblem Polypropylen. Ausser in der Farbgebung hat sich an den restlichen Additiven nichts geändert.

Nahtvorbereitung Die Massnahme, den Nahtbereich vor dem Verschweissen beidseitig mit Sarnafil T Prep vorschriftsgemäss vorzubereiten, bietet die beste Voraussetzung für eine dauerhafte Dichtigkeit der Schweissnaht. Die Massnahme wurde früher lediglich empfohlen.

Detailuntersuchung Sämtliche ökologisch relevanten Teilbereiche aus den Prozessketten wurden im Detail untersucht. Oft konnte dabei auf bereits bestehende Erkenntnisse zurückgegriffen werden. Zur Beurteilung nötige Informationen bzgl. externer Prozesse wurden mittels Gesprächen mit den Herstellern und Lieferanten der Ausgangsstoffe und zugeordneter Sicherheitsdatenblätter erhoben. Für bestimmte Messungen und Analysen wurden weitere externe Fachleute beigezogen.

2. Beurteilung der Teilbereiche

2.1 Exkurs Lebensdauer

Der technologische Fortschritt bei der Herstellung von Kunststoffen führte zu einer Verbesserung der spezifischen Eigenschaften von Sarnafil T. Damit kann beispielsweise die mechanische Festigkeit der Bahn mit verringertem Materialeinsatz erreicht werden.

Dünnere Dichtungsbahnen möglich

Die Weiterentwicklung erlaubte im Vergleich zu den Vorgängerprodukten eine Reduzierung der Materialdicke bei gleichem mechanischen Widerstand. Dies bedeutet einen entsprechenden Minderverbrauch an Ressourcen von ca. 20 % bei der Herstellung der gleichen Fläche Dichtungsbahn. Die begrenzte Ressource Erdöl wird damit sowohl als Rohstoff als auch als Energieträger merklich geschont. Der damit erzielten ökologischen Effizienzsteigerung steht ein erhöhter Umweltverbrauch, bedingt durch den Einsatz von Sarnafil T Prep zur Schweissnahtvorbereitung entgegen. Insgesamt resultiert jedoch eine Verringerung des Umweltverbrauchs.

Langlebigkeit reduziert
Umweltbelastung

Die Lebensdauer eines Produktes hat einen entscheidenden Einfluss auf dessen ökologische Beurteilung.

Erfahrungsgemäss entstehen in der Produktklasse Kunststoffe die grössten Umweltbelastungen bei der Herstellung und der Entsorgung. Ausschlaggebend ist nicht allein die Summe dieser Belastungen, sondern auch die Dauer des Lebenszyklus' des Produkts, innerhalb dessen sie entsteht, d.h. die Umweltbelastung pro Zeiteinheit.

Hohe Lebensdauer von Sarnafil T

Unter üblichen Einsatzbedingungen entsprechen die bewährten Sarnafil Vorgängerprodukte TG 55 und TS 75 den gesetzten Erwartungen. Vergleichende Belastungstests lassen auf eine noch höhere Lebensdauer von Sarnafil TG 66 und TS 77 schliessen. Gegenüber weniger langlebigen Produkten, welche vergleichbare Umweltauswirkungen bei der Herstellung und Entsorgung verursachen, verringert sich die Umweltbelastung durch den Einsatz der Kunststoffdichtungsbahnen Sarnafil TG 66 und TS 77 über die Gebäudelebensdauer deutlich. Eine lange Lebensdauer trägt ausserdem zur Schonung der Ressourcen sowie zur Entlastung der Entsorgungswirtschaft (Bau und Betrieb von Anlagen) bei.

2.2 Ausgangsstoffe

Grundlage der Beurteilung

Ausgangs- und Zusatzstoffe für die Herstellung von Sarnafil T werden von externen Lieferanten zugekauft. Es kann davon ausgegangen werden, dass die zur Gewinnung oder Herstellung durchlaufenen Produktionsverfahren dem üblichen Stand der Branche entsprechen. Ob dabei umwelt- oder arbeitshygienisch kritische Belastungen auftreten, hängt oft eher von den einschlägigen Umweltvorschriften des Landes ab, in welchem der Produktionsprozess stattfindet, als von den Herstellungsverfahren per se. Die Beurteilung beschränkte sich auf die der Sarnafil zugelieferten Ausgangsstoffe. Als Grundlage dienten Produktinformationen der Hersteller, insbesondere die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter sowie Grundsatzüberlegungen aufgrund der molekularen Zusammensetzung der einzelnen Ausgangsstoffe.

Resultat

Sowohl die Polymerrohstoffe wie die Additive sind nach EG-Richtlinien und Gefahrstoffverordnung nicht kennzeichnungspflichtig. Sie gelten daher weder für Mensch noch Umwelt als Gefahrstoffe. Es handelt sich durchwegs um handelsübliche Produkte, bei denen keine unbekanntenen Risiken zu erwarten sind. Dadurch, dass alle Stoffe in Granulat- oder Pul-

verform vorliegen, ist das Risiko eines ungewollten Eintrags in die Umwelt bei Lagerung und Transport gering (kein Auslaufen von Flüssigkeiten). Toxikologisch kritische Stoffe oder halogenierte Verbindungen sind keine vorhanden.

2.3 Herstellung der Dichtungsbahn

Zwei relevante Prozessschritte

Zwei Verfahrensschritte sind bei der Herstellung der Kunststoffdichtungsbahn umweltrelevant:

1. Das Compoundieren. Dabei wird *Staub* emittiert. Durch die Trocknung des Compounds bei der Granulatherstellung fällt *Abwasser* an.
2. Die Extrusionsbeschichtung. Dabei werden *flüchtige Inhaltsstoffe* und *thermische Spaltprodukte* freigesetzt.

Messungen notwendig

Eine Vorhersage der bei den Herstellungsschritten anfallenden Emissionen (wieviel von was?) ist mit theoretischen Überlegungen nicht möglich. Dazu sind die Verhältnisse bei der Prozessführung zu komplex. Aus diesem Grund wurden die folgenden Messungen vorgenommen:

- Staubmessung im Compoundierraum (SUVA, Luzern)
- Analyse von Abwasserproben der Compoundier-Anlage (Laboratorium der Urkantone, Brunnen)
- Analyse gasförmiger Emissionen bei der Extrusion des Kunststoffs (Dr. Graf AG, Gerlafingen)

Staubmessungen, MAK-Werte

Die Feinstaubbelastung (Partikeldurchmesser 0.5-0.7 μm) und die Gesamtstaubbelastung (Partikeldurchmesser $> 0.5 \mu\text{m}$) wurden an drei verschiedenen Messorten innerhalb des Compoundierraumes bestimmt. Die gefundenen Feinstaubkonzentrationen bewegten sich zwischen 0.16-1.29 mg/m^3 , die Gesamtstaubbelastung lag zwischen 0.4-1.3 mg/m^3 . Massgebend für die Beurteilung der Staubkonzentration sind die **Maximalen Arbeitsplatz-Konzentrationswerte** (MAK-Wert). Der MAK-Wert ist die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines gas-, dampf- oder staubförmigen Arbeitsstoffes in der Luft, die nach derzeitiger Kenntnis in

der Regel bei Einwirkung während einer Arbeitszeit von 8 Stunden täglich und bis 42 Stunden pro Woche auch über längere Perioden bei der ganz stark überwiegenden Zahl der gesunden, am Arbeitsplatz Beschäftigten die Gesundheit nicht gefährdet. Die gemessenen Konzentrationen liegen damit mindestens um das Vierfache unter dem zulässigen MAK-Wert.

Die im Compoundierraum vorgefundenen Arbeitsplatzkonzentrationen sind hinsichtlich der Stäube somit als unbedenklich einzustufen.

Staubmessung Hallenabluft

Die schweizerische Luftreinhalteverordnung (LRV) begrenzt die Emission von Stäuben, die von Anlagen über die Lüftung an die Umwelt abgegeben werden dürfen. Selbst bei Zugrundelegung verschärfter Emissionsgrenzwerte (gültig für toxikologisch bedeutsame, staubförmige Stoffe) liegen die gemessenen Raumlufkonzentrationen mehr als das Zehnfache unter den zulässigen Werten. Eine Umweltbeeinträchtigung durch staubförmige Stoffe aus dem Compoundierraum kann ausgeschlossen werden.

Abwasseranalyse

Das bei der Trocknung des Compounds entstehende Abwasser wurde auf den pH-Wert, den Gehalt an gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) und die anorganischen Anteile hin analysiert. Durch diese Belastungsparameter werden alle möglicherweise kritischen Inhaltsstoffe erfasst.

Das Abwasser ist kaum belastet. Die Belastungswerte sind mit Ausnahme des DOC sogar so niedrig, dass gemäss der schweizerischen Verordnung über Abwassereinleitungen eine direkte Einleitung in ein natürliches Oberflächengewässer zulässig wäre. Das Abwasser wird einer Kläranlage zugeführt. Negative Auswirkungen auf den dortigen Anlagenbetrieb können ausgeschlossen werden.

Extrusionsbeschichtung

Bei Raumtemperatur werden von den Ausgangsstoffen praktisch keine gasförmigen Stoffe emittiert. Durch die erhöhten Temperaturen bei der Extrusionsbeschichtung wird die Freisetzung von Inhaltsstoffen und auftretenden Reaktionsprodukten begünstigt. Die Emissionen wurden direkt an der Düse (Hauptbelastungsquelle) bestimmt.

Es wurde sowohl der Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff als auch das Spektrum emittierter Einzelsubstanzen ermittelt. Dabei wurden zahlreiche, zum Teil auch giftige Substanzen festgestellt. Diese lagen jedoch in so kleinen Mengen vor, dass keine Überschreitung der MAK-Werte erfolgte.

Stickoxid- und Formaldehydemissionen wurden anhand von Drägerröhrchen ermittelt. In beiden Fällen lagen die Konzentrationen unter der

Nachweisgrenze und auch unter dem MAK-Wert. Die Dämpfe werden in der Hallenluft extrem verdünnt, sodass die bei der Extrusion entstehenden Gase sowohl für die Umwelt als auch die Gesundheit des Personals unbedenklich sind.

Extrusionsbeschichtung,
Hallenabluft

Eine Umweltgefährdung durch die Hallenabluft ist auszuschliessen, da die Stoffkonzentrationen weit unter den Grenzwerten der LRV liegen.

2.4 Montage und Unterhalt

Nahtvorbereitung

Die Montage von Sarnafil T beinhaltet neuerdings die generelle Nahtvorbereitung. Dazu wird das halogenfreie Lösungsmittelgemisch Sarnafil T Prep verwendet, dessen MAK-Wert 400 mg/m^3 beträgt. Die enthaltenen Substanzen selbst sind giftklassefrei. Pro 100 m^2 Dichtungsbahn werden rund 0.7 Liter Sarnafil T Prep verbraucht. Bei bestimmungsgemäsem Umgang sind keine Umweltbeeinträchtigungen zu erwarten. Da die Vorbereitung des Nahtbereichs unmittelbar vor dem Schweißen in der Regel im Freien erfolgt, können bei sachgemässer Verwendung auch arbeitshygienische Folgewirkungen ausgeschlossen werden.

Emissionen beim Schweißen
der Naht

Analog zur Extrusionsbeschichtung wurden auch die Emissionen beim Schweißvorgang untersucht. Die Probenahme erfolgte unmittelbar im Anschluss an die Nahtvorbereitung unter üblichen Schweißbedingungen direkt an der Heissluftdüse. Es wurden keine Substanzen gefunden, die nicht auch schon bei der Extrusionsbeschichtung identifiziert wurden. Mit einer Ausnahme lagen alle Stoffe mindestens 100-fach unter dem entsprechenden MAK-Wert.

Einzig Benzol trat in den Emissionen so deutlich auf, dass eine vorsorglich genommene Rückstellprobe quantitativ auf diese Substanz untersucht wurde. Die gemessene Benzolkonzentration liegt selbst am unmittelbaren Düsenaustritt deutlich unterhalb des MAK-Wertes. Durch die anschließende Verdünnung der Abluft in der umgebenden Atmosphäre liegt die tatsächliche Arbeitsplatzkonzentration des Benzols im kaum noch messbaren Spurenbereich.

Bei der Montage oder bei Unterhaltsarbeiten im Freien sind demnach keine spezifischen Arbeitsschutzmassnahmen notwendig.

2.5 Nutzung

Einflussfaktoren

Während der Nutzungsphase ist die Kunststoffdichtungsbahn über lange Zeit Einwirkungen von Licht, Wasser, Wärme, Mikroorganismen und mechanischer Beanspruchung ausgesetzt. Diese Faktoren können dazu führen, dass gewisse Inhaltsstoffe ausgewaschen oder an die Luft abgegeben werden. Zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen durch diese Einflussfaktoren während der Nutzungsphase sind deshalb Angaben über Art und Menge der emittierten Substanzen und die davon betroffenen Umweltkompartimente (Wasser, Boden, Luft) notwendig.

Pragmatischer Prüfungsansatz

Um den Aufwand in vertretbarem Rahmen zu halten, wurde ein pragmatischer Ansatz gewählt. Es wurden einfach zugängliche Messparameter während praxisnaher Labortests verfolgt, die unter teilweise extremen Versuchsbedingungen durchgeführt werden. Eine direkte Aufzeichnung der Emission von Einzelsubstanzen ist nur im Ausnahmefall möglich, da die Massenströme über den Versuchszeitraum im Labor zu gering sind.

Resultate

Unter extremen Bedingungen durchgeführte Alterungsprüfungen (UV-Lichtexposition, Erdeingrabung, Wasserlagerung, thermische Belastung) der Kunststoffdichtungsbahn ergaben, dass die untersuchten Materialien einerseits mikrobiell nicht angegriffen und andererseits die Inhaltsstoffe nur in geringem Masse durch Wasser ausgewaschen werden. Aufgrund bestehender Erkenntnisse lässt sich der Gewichtsverlust mit einer partiellen Auswaschung der Stabilisatoren erklären, wie das schon bei den Vorgängerprodukten mittels einschlägiger Analysen nachgewiesen werden konnte.

Herstellerangaben zufolge sind die eingesetzten Stabilisatoren biologisch kaum abbaubar. Eine ökologische Beurteilung des Eintrags von Stabilisatoren in die Umwelt hängt zusätzlich entscheidend vom Stofffluss (Menge pro Zeit) in die Umwelt ab. Während der Nutzungsphase stellt Sarnafil T ein rückhaltefähiges System dar, d.h. mögliche Stoffströme aus der Bahn sind sowohl von der Art wie der Menge unbedeutend und stellen daher weder für Mensch noch Umwelt eine Gefahr dar.

2.6 Recycling

Recycling als Alternative zur Entsorgung

Jedes Produkt führt, meist schon bei der Herstellung und Verarbeitung, spätestens aber am Ende der Lebensdauer, zu Abfällen. Bei vielen Abfällen ist jedoch an Stelle der Entsorgung ein Recycling möglich. Ökologisch sinnvoll ist ein Recycling nur dann, wenn sowohl der für den Recyclingprozess erforderliche Sammel-, Reinigungs- und Energieaufwand als auch die dabei entstehenden Emissionen (thermisch, physikalisch-chemisch) geringer sind als für eine Neuherstellung des gleichen Produkts.

Sarnafil T als thermoplastisches Material eignet sich grundsätzlich sehr gut für ein Recycling. Anfallende Abfälle können auf einfache und umweltschonende Weise wieder in Polymergranulat (Ausgangsstoff) überführt werden.

Produktionsabfälle
Baustellenabfälle

Die Produktionsabfälle (Anfahrkuchen, Randabschnitte) werden bereits heute vollständig rezykliert. Das Material wird direkt in die Produktion der Dichtungsbahn zurückgeführt und ersetzt dort Rohstoffe (kein sog. Down-Cycling). Auf gleiche Weise wird mit den Kunststoffabfällen von Baustellen verfahren.

Altmaterial

In einigen Jahrzehnten werden nach Ablauf der gewöhnlichen Lebensdauer grössere Mengen Altmaterial anfallen. Aufgrund der eingetretenen Alterungsprozesse und der unvermeidbaren Verunreinigung mit Fremdmaterialien lässt sich dieses Material nur noch teilweise als Rohstoff für neues Sarnafil T einsetzen. Alte Sarnafil T-Dichtungsbahnen können beispielsweise zur Herstellung von Schutzbahnen verwendet werden. Die technische Machbarkeit wurde geprüft und sichergestellt. Ein entsprechendes Absatzprodukt wird bereits auf dem Markt angeboten. Zu stark verschmutzte Altmaterialien, die nicht mehr als Rohstoff für die Herstellung eines hochwertigen Produkts taugen, können auf konventionellem Weg in einer Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) entsorgt werden.

2.7 Entsorgung

thermische Verwertung

Zur Beurteilung des Verhaltens von Sarnafil T bei der Verbrennung in einer KVA wurde, ausgehend von der Zusammensetzung der Kunststoffdichtungsbahn, eine Stoffflussanalyse vorgenommen. Die sich daraus erge-

benden Stoffverteilungsdiagramme zeigen auf, wie die einzelnen Stoffe bei der Verbrennung und der nachfolgenden Behandlung der Verbrennungs- und Rauchgasreinigungsrückstände auf die verschiedenen Produkte (Schlacke, Filterstaub, Reingas, Abwasser und Rauchgasreinigungsschlämme) verteilt werden.

Die Verbrennung von Sarnafil T in einer Kehrichtverbrennungsanlage, die den aktuellen Vorgaben der Umweltgesetzgebung entspricht, ist aus ökologischer Sicht als unkritisch zu beurteilen. Im wesentlichen entstehen, wie bei jeder Verbrennung, Kohlendioxid, Wasser und Wärme. Die anorganischen Zusatzstoffe verflüchtigen sich bei den üblichen Verbrennungstemperaturen kaum und verursachen somit keine relevanten Luftbelastungen. Vielmehr gehen sie in Form von Oxiden praktisch vollständig in die Schlacke über, wo sie durch eine entsprechende Behandlung immobilisiert und anschliessend in einer dafür geeigneten Deponie umweltgerecht endgelagert werden können. Im Vergleich zu durchschnittlichem Siedlungsabfall trägt Sarnafil T sogar weniger Schadstoffe in die Verbrennung ein und verursacht somit auch geringere Umweltbelastungen. Aufgrund der halogenfreien Ausgangsstoffe entstehen keine stabilen toxischen Verbindungen.

Deponierung

Aus ökologischer Sicht ist die Deponierung energiereicher Kunststoffe nicht sinnvoll und in der Schweiz darüber hinaus verboten. Vielmehr wäre zumindest eine thermische Nutzung des Energiegehaltes der in der Kunststoffdichtungsbahn enthaltenen Erdölderivate anzustreben.

Wird Sarnafil T trotzdem deponiert, können ökologische Probleme aufgrund der unbedenklichen Roh- und Zusatzstoffe mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Überdies verhält sich Sarnafil T unter Versuchsbedingungen (Erdeingrabung) weitgehend inert, d. h. es wird von Mikroorganismen nicht abgebaut. Die von Sarnafil T ausgehenden Emissionen werden mengenmässig also sehr gering sein, sich jedoch über einen sehr langen Zeitraum erstrecken.

Grundsätzlich sind einer Deponierung die umweltfreundlicheren Alternativen Recycling oder thermische Verwertung der Kunststoffdichtungsbahn-Abfälle vorzuziehen.

3. Quellenverzeichnis

- "Untersuchung der bei der Herstellung und dem Schweißen von Kunststoff-Folie auftretenden Emissionen", Dr. Graf AG, Umweltschutz und Wärmetechnik, Gerlafingen und Bern, Bericht Nr. 92.2998, Nachträge Nr. 92.2998-A und 92.2998-B, Juli-August 1997
- "Staubmessungen im Compoundierraum" SUVA Analytik, Luzern, Messbericht 97.186/1.12, August 1997
- "Wasseranalysen", Laboratorium der Urkantone, Brunnen, Prüfbericht vom 25. Juli 1997, Auftrags-Nr. 97-4869

Zusammenfassung

Gesamtbeurteilung	Bei der Untersuchung der ökologischen und arbeitshygienischen Auswirkungen von Sarnafil T während des gesamten Lebenszyklus (vom Ausgangsstoff bis zur Entsorgung) wurden die bei einem Abdichtungssystem möglichen kritischen Problembereiche untersucht. Hierbei konnten keine negativen Auswirkungen festgestellt werden. Der hohe Gewichtungswert des Aspektes Lebensdauer entspricht den Erwartungen hinsichtlich der Langlebigkeit eines zeitgemässen Produkts voll und ganz. In den einzelnen Teilbereichen hat sich folgendes Bild ergeben:
Ausgangsstoffe	Sarnafil T ist eine Kunststofflegierung auf der Basis flexibler Polyolefine (FPO-A). Sowohl die Polymerrohstoffe wie die Additive gelten aufgrund der entsprechenden Sicherheitsdatenblätter (gemäss 91/155/EWG) nicht als Gefahrstoffe und sind daher als toxikologisch und ökologisch unbedenklich zu beurteilen.
Herstellung der Dichtungsbahn	Bei der Herstellung von Sarnafil T liegen die Staubkonzentrationen bei der Compoundierung mit sicherem Abstand unter den MAK-Werten. Dies gilt auch für die gasförmigen Emissionen bei der Extrusionsbeschichtung. Durch die Raumluft in den Produktionshallen werden die staub- und gasförmigen Emissionen so stark verdünnt, dass sogar die verschärften Grenzwerte der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung um mehr als das zehnfache unterschritten werden. Das bei der Trocknung des Compounds anfallende Abwasser ist unkritisch.
Montage und Unterhalt	Beim Schweißvorgang zur Erstellung der Kunststoffnaht sind, bei bestimmungsgemässen Umgang mit den Materialien bei allen Arbeitsschritten, weder nachhaltige Umweltauswirkungen noch arbeitshygienische Folgeschäden zu erwarten. Die entsprechenden MAK-Werte und LRV-Grenzwerte wurden von allen emittierten Substanzen deutlich unterschritten.
Nutzung	Während der Nutzungsphase stellt Sarnafil T ein rückhaltefähiges System dar, d.h. mögliche Stoffströme aus der Bahn sind sowohl von der Art wie der Menge unbedeutend und stellen weder für Mensch noch Umwelt eine Gefahr dar.
Recycling	Die bei der Produktion und der Montage von Sarnafil T anfallenden Abfälle werden bereits heute vollständig in den Produktionsprozess zurückgeführt.

und ersetzen dort Rohmaterial. Im Hinblick auf das Altmaterial, das in einigen Jahrzehnten anfallen wird, wurde die Möglichkeit des werkstofflichen Recyclings geprüft und sichergestellt.

Entsorgung

Die *Verbrennung* von Sarnafil T in einer Kehrlichtverbrennungsanlage ist sowohl hinsichtlich der organischen als auch anorganischen Inhaltsstoffe ökologisch unbedenklich.

Ökologische Probleme bei einer *Deponierung* können aufgrund der Unbedenklichkeit und des inerten Verhaltens der Ausgangsstoffe mit grösster Sicherheit ausgeschlossen werden. Grundsätzlich sind aber einer Deponierung die umweltfreundlicheren Alternativen Recycling oder die thermische Verwertung der Kunststoffdichtungsbahn-Abfälle vorzuziehen.

Sarnafil – Kompetenz in Abdichtung

Sarnafil AG

Industriestrasse

CH-6060 Sarnen

Telefon 041 666 99 66

Telefax 041 666 98 17

E-Mail sarnafilag.sfch@sarna.com

Internet www.sarnafil.ch


Sarnafil Division