

Pech und Schwefel

Bei der Entsorgung teerhaltiger Asphalte setzen die Niederlande auf eine thermische Lösung

Von Willem Willart und Barbara Zeschmar-Lahl

Im Straßenbau wurde Teer sehr lange als Bindemittel verwendet. So wurde in den Niederlanden seit etwa 1960 Kohlenteer in Trag- und Deckschichten beim Straßenbau eingesetzt. Teer gilt als krebserregend, insbesondere aufgrund seines Gehaltes an krebserzeugenden Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK, auch PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons). Aufgrund des Krebsrisikos für die Beschäftigten wurde das Arbeiten mit Teer in den Niederlanden im Jahre 1991, in Deutschland 1993 verboten. Da der Einsatz von Teer weitestgehend verboten ist, stellt er heute in erster Linie ein Altlastenproblem dar. Unter gewissen Bedingungen war es (und ist es in Deutschland noch immer) gestattet, Straßenaufbrüche mit teerhaltigem Asphalt wieder zu verwenden. Dieser Teer ist noch immer im Straßenbestand vorhanden und wird bei Sanierungsmaßnahmen auch wieder verbaut. In den Niederlanden wurde eine Lösung gefunden, wie der krebserregende Teer zerstört und zugleich wertvolle mineralische Ressourcen einer erneuten Nutzung zugeführt werden können.

In den Niederlanden wurde Teer seit etwa 1960 als Kohlenteer in Trag- und Deckschichten beim Straßenbau eingesetzt. Beim Ersteintritt wurde Teer nur in dünnen Schichten verarbeitet. Bei Reparatur- und Erneuerungsmaßnahmen wurde die dünne Schicht allerdings beim Fräsen und Aufbrechen des Asphalts mit Bitumen vermischt. Dieser mit Teer kontaminierte Asphalt wurde dann unter Zugabe von Zement und Sand kalt verarbeitet und erneut in Trag-schichten eingebaut. Wegen der Zuführung frischer Rohstoffe hat die ursprünglich eher geringe Menge teerhaltigen Materials – in der Vergangenheit sind in den Niederlanden „nur“ rund 0,3 Millionen Megagramm

(Mg) an reinem Teer im Straßenbau verarbeitet worden – sehr stark zugenommen. Untersuchungen des VROM (niederländisches Umweltministerium) im Jahr 2000 ergaben, dass bis dahin insgesamt circa 50 Millionen Mg Asphalt, der mit Teer kontaminiert war, im Straßenbau der Niederlande verbaut worden war. Hiervon kamen jedes Jahr etwa 1 Million Mg durch Aufbruch frei und ermöglichten es Schadstoffen, die im Teer enthalten waren, wieder in die Umwelt einzutreten.

Aufgrund des erforderlichen Schutzes der Beschäftigten und der Umwelt war die Wiederverwendung von Teerasphalt in den Niederlanden spätestens seit Anfang der 90er Jahre nicht mehr erwünscht. Allerdings fürchteten die Eigentümer des öffentlichen Straßennetzes die hohen Kosten einer Ablagerung des gesamten teerhaltigen Asphalts auf Deponien. Auf der anderen Seite besteht Teerasphalt zu rund 95 Prozent aus wertvollen Mineralien, die nach einer Dekontamination wieder genutzt werden könnten. In den Niederlanden wurde daraufhin eine Lösung gefunden, wie der krebserregende Teer zerstört und zugleich wertvolle mineralische Ressourcen einer erneuten Nutzung zugeführt werden können.

Teer und Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe – Gesundheits- und Umweltprobleme

■ Schutz der Beschäftigten gegen krebserzeugende PAK

Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und ihre Leitsubstanz Benzo[a]pyren (BaP) gelten als krebserregend. Die größte Gefährdung für die Beschäftigten stellt die Aufnahme von PAK als Aerosol über die Atemwege sowie über die

Haut dar. Dieses Risiko ist auch beim Recycling teerhaltigen Asphalts gegeben. Aufgrund des Krebsrisikos für die Beschäftigten ist das Arbeiten mit Teer in den Niederlanden seit 1991 verboten. Lediglich das Kaltverarbeiten von Aufbruchmaterial war noch zugelassen und wurde erst im Jahr 2001 untersagt¹. In Deutschland ist dagegen die Wiederverwendung von Straßenbelägen, die Steinkohlenteerpech, Braunkohlenteerpech, Karbobitumen oder sonstige Bindemittel mit einem Gehalt an Benzo[a]pyren von 50 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg) und mehr enthalten, auch heute noch zulässig, sofern die speziellen technischen Maßnah-

Begriffsbestimmungen

Asphalt: Gemisch aus Gesteinskörnungen und Bitumen

Bitumen: nicht flüchtiges, nicht wasserlösliches, klebriges, aus Erdöl destilliertes Produkt mit temperaturabhängigem elastoviskosem Verhalten, wird als Bindemittel oder zur Abdichtung eingesetzt

Pech: schwarze, teerartige, superzähe Flüssigkeit, fällt an als Rückstand bei der Destillation von Pyrolyseprodukten wie Braun- oder Steinkohlenteer

Teer: ein bräunliches bis schwarzes, zähflüssiges Gemisch organischer Verbindungen, das durch Pyrolyse organischer Stoffe wie Holz, Braun- oder Steinkohle gewonnen wird

Kokereiteer: (Hochtemperaturteer) entsteht bei der Verkokung von Steinkohle; dieser wird wegen seiner großen Klebkraft und Wasserundurchlässigkeit als Dichtmasse auf Flachdächer und in dünnen Schichten als Bindemittel im Straßenbau verwendet.

men in Nummer 5.2.4 der TRGS 551, zuletzt geändert 2003, eingehalten werden². Dagegen gibt das Bayerische Landesamt für Umwelt, Infozentrum Umwelt Wirtschaft (IZU), an, dass bei der Verwertung von Straßenaufbruch zur Unterscheidung von Asphalt und Ausbaustoffen mit beziehungsweise teertypischen Bestandteilen bislang ein Grenzwert von 25 mg/kg PAK angewendet wurde. Dieser Grenzwert soll sich aus den im Arbeitsrecht geltenden Grenzen für Benzo[a]pyren errechnen³. Die EG-Richtlinie 2004/37/EG *Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit* (6. Einzelrichtlinie zur Arbeitsschutz-Rahmenrichtlinie) ist in den Niederlanden im „Arbodesluit“⁴, in Deutschland mit der Novelle der Gefahrstoffverordnung vom Januar 2007⁵ in nationales Recht umgesetzt worden. Sie verpflichtet den Arbeitgeber, die Verwendung eines Karzinogens oder Mutagens am Arbeitsplatz zu verringern, insbesondere indem er es, soweit dies technisch möglich ist, durch Stoffe, Zubereitungen oder Verfahren ersetzt, die bei ihrer Verwendung beziehungsweise Anwendung für die Gesundheit und gegebenenfalls für die Sicherheit der Arbeitnehmer nicht oder weniger gefährlich sind. Inwieweit die Substitutionspflicht auch Auswirkungen auf das Recycling von Steinkohlenteerpech-, Braunkohlenteerpech- oder Karbobitumenhaltigem Material im Straßenbau haben wird, bleibt abzuwarten.

■ Umweltproblem teerhaltige Asphalte

Teer, insbesondere Kokereiteer, weist einen hohen Gehalt an PAK auf. Einige PAK sind anerkannte Krebserzeuger; ihr Einsatz ist daher zum Schutz der Beschäftigten weitestgehend verboten. PAK stellen darüber hinaus auch ein Umweltproblem dar. Sie sind sehr stabil und werden im Boden kaum abgebaut. Einmal eingebracht, sind sie nur

PAK	Kürzel	EPA (= PAK16)	10NL	Carcinogen nach IARC
Naphthalin		X		
Acenaphthylene		X		
Acenaphthen		X		
Fluoren		X		
Phenanthren		X		
Anthracen		X		
Fluoranthen	FLU	X	X	
Pyren	PYR	X	X	
Benz[a]anthracen	BaA	X	X	X
Chrysen	CHR	X	X	
Benzo[a]pyren	BaP	X	X	X
Benzo[b]fluoranthen	BbF	X	X	X
Benzo[k]fluoranthen	BkF	X	X	X
Dibenz[a,h]anthracen	DBaA	X	X	X
Indeno[1,2,3-cd]pyren	IcdP	X	X	X
Benzo[ghi]perylene	BghiP	X	X	

Tabelle 1: Liste der EPA-PAK (USA) und der 10NL-PAK (Niederlande)

schwer wieder zu entfernen beziehungsweise zu zerstören. Sie können hingegen von Pflanzen aufgenommen werden und so zurück in die Nahrungskette gelangen. Aufgrund des fehlenden Abbaus im Boden verändert sich die Gefährdung der Umwelt durch verbaute teerhaltige Asphalte über die Zeit nicht. Die Risiken einer weiteren Ausbreitung sind groß, insbesondere wenn ein direkter Kontakt des Bodens mit PAK-haltigen Materialien wie etwa mit Baustoffen besteht.

Nach Untersuchungen des VROM enthält der im Straßenbau verwendete reine Teer (Kokereiteer) 8 bis 20 Gewichtsprozent an PAK, wobei der Gehalt an der PAK-Leitsubstanz Benzo[a]pyren dabei 5.000 bis 10.000 mg/kg beträgt, das entspricht 0,5 bis 1 Gewichtsprozent. PAK stellen eine Verbindungsklasse mit einer großen Anzahl von Substanzen dar. Zur analytischen Be-

stimmung wird zumeist die Liste der amerikanischen Umweltbehörde EPA verwendet, die 16 PAK umfasst. Die Niederländischen Behörden verwenden dagegen eine Auswahl von 10 Einzelsubstanzen aus der EPA-PAK-Liste. Aus Untersuchungen der Schweizer EMPA geht hervor, dass die NL-PAK der niederländischen Liste etwa 70 Prozent vom Wert der 16 EPA-PAK ausmachen⁶. Die oben genannten Prozentangaben sind daher noch mit Faktor 1,4 zu multiplizieren, um sie – eine gleiche Verteilung der PAK im Teer vorausgesetzt – mit EPA-Werten vergleichen zu können.

Beim Straßenaufbruch liegt fast immer ein Gemisch von Teer und Bitumenasphalt vor. Der PAK-Gehalt in diesem gemischten Teer-asphalt bewegt sich nach Messungen in den Niederlanden in der Größenordnung von 100 bis 3.000 mg NL-PAK/kg (ppm). Diese PAK-Konzentrationen überschreiten die Grenzwerte des niederländischen Baustoffeslasses (Bouwstoffenbesluit bodem) von 1995 bei weitem⁷. Dort beträgt der Grenzwert für PAK in Baustoffen 50 mg NL-PAK/kg – mit einer Ausnahme: Für PAK in Recyclinggranulat wurde ein Grenzwert von 75 mg NL-PAK/kg festgesetzt, der auch heute noch gilt⁸. Bei einem durchschnittlichen Bindemittelgehalt von 5 Prozent im Granulat ergibt dies einen Wert von rund 1.500 mg/kg NL-PAK *nur im Bindemittel*⁹. Für teerhaltigen Asphalt, der den PAK-Grenzwert in der Praxis deutlich überschritt, wurde eine bis zum 1. Januar 2000 begrenzte besondere Kategorie eingeführt, um in der Zwischenzeit Möglichkeiten zur Zerstörung von PAK in Asphalt zu entwickeln (siehe unten).

Nationale und internationale Regelungen betreffend PAK

■ Teerhaltiger Asphalt in Deutschland

In der Vergangenheit – bis in die 1970er Jahre – wurde auch in Deutschland als Bindemittel für den Straßenbau Teer eingesetzt, man sprach damals bildlich vom „Teeren

TRGS 551 – 5.2.4 Straßenbau

„(1) Aufgrund des geringen Massenanteils an Benzo[a]pyren beim Umgang mit rein petrostämmigen Bindemitteln wie Bitumen und Asphalt im Straßenbau reichen in der Regel die allgemeinen Schutzmaßnahmen nach Nummer 5.1 dieser TRGS aus. Auf das Verwendungsverbot von Steinkohlenteerpech, Braunkohlenteerpech und Karbobitumen als Bindemittel im Straßenbau sowie von PAH-haltigen Fugenvergussmassen im Straßen- und Flughafenbau wird hingewiesen (s. Nummer 4 Abs. 1 und 2).

(2) Bei Baumaßnahmen an alten Straßenbelägen ist zunächst durch die zuständige Straßenbauverwaltung zu prüfen, ob Steinkohlenteerpech-, Braunkohlenteerpech- oder Karbobitumenhaltiges Material im Straßenoberbau verwendet wurde. Ein Recycling dieses Materials durch Kalfräsen oder Aufnehmen alter Steinkohlenteerpech-, Braun-

kohlenteerpech- oder Karbobitumenhaltiges Material mit Presslufthammer oder Bagger mit anschließendem kalten Wiedereinbau ist zulässig, sofern die Voraussetzungen nach Absatz 3 erfüllt werden.

(3) Bei der Entfernung alter Steinkohlenteerpech-, Braunkohlenteerpech- oder Karbobitumenhaltiger Straßenbeläge ist auf eine Reduktion der Staubentwicklung durch Berieselung der Flächen oder des Aufbruchmaterials mit Wasser zu achten. Weiterhin sollten die verwendeten Baumaschinen geschlossene Bedienungsstände, die mit ausreichend gereinigter Luft versorgt werden, besitzen. Auf die Vorschriften nach Nummer 5.1 dieser TRGS wird verwiesen.

(4) Durch diese Technologie ist sichergestellt, dass PAH und BaP nicht eluiert werden können.“

der Straßen". Seit den 1970er Jahren wurde Teer zunehmend und mittlerweile gänzlich durch Bitumen ersetzt. Teer ist heute wegen seiner krebserregenden (karzinogenen) Wirkung für den Bereich öffentlicher Auftraggeber verboten. Ein generelles Verbot für Teer ist vom Gesetzgeber nicht erlassen. So dürfen pechhaltige Ausbaustoffe unter bestimmten Voraussetzungen, die in den „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau“ (RuVA-StB, Ausgabe 2001/Fassung 2005) aufgeführt sind, im Straßenbau recycelt werden. Dazu die EMPA¹⁰:

„Gemäß RuVA¹¹ kann Ausbauasphalt bis zu 25 ppm ohne Auflagen verwendet werden. Ausbauasphalt mit höherem PAK-Gehalt darf nicht heiß verwendet werden, kann aber im Kaltmischverfahren (mit Emulsionen oder Zement) eingesetzt werden, wenn im Eluat der PAK-Gehalt $\leq 0,03$ mg/l und der Phenolindex²⁹ $\leq 0,1$ mg/l beträgt. Allerdings müssen dann zusätzliche Einschränkungen wie beispielsweise eine wasserundurchlässige Deckschicht berücksichtigt werden^{12, 13}.“

Nach Angaben der Initiative der ARBIT – Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-Industrie e.V., Hamburg, und des dav – Deutscher Asphaltverband e.V., Bonn¹⁴ kann pechhaltiges Material generell durch Kaltfräsen recycelt und anschließend wieder eingebaut werden. Allerdings müssen, damit beim Ausbau die Staubeentwicklung reduziert wird, die Flächen und das Aufbruchmaterial mit Wasser berieselt werden. „In der Regel ist der Wiedereinbau pechhaltiger Ausbaustoffe nur zulässig, wenn Grundwasser und Boden nicht durch Wasserzutritt beeinträchtigt werden. In Wasserschutzgebieten, Wasservorranggebieten, Karstgebieten sowie in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen dürfen pechhaltige Materialien nur mit einer zusätzlichen Deckschicht eingebaut werden. Darüber hinaus müssen die Straßenbauer eine Reihe weiterer Vorsichtsmaßnahmen treffen: Um die belastete Fläche klein zu halten, sollten die pechhaltigen Ausbaustoffe möglichst nicht mit anderen Baustoffen vermischt werden. Zur Erzielung einer möglichst dichten Struktur bis zu 15 Masseprozent – bezogen auf das Baustoffgemisch der Ausgangsstoffe – dürfen jedoch Gesteinskörnungen und Zusatzstoffe zugegeben werden. ... Alle Straßenflächen, die mit pechhaltigen Ausbaustoffen hergestellt werden, müssen darüber hinaus erfasst und dokumentiert werden.“¹⁵.

Schadstoffbegrenzung und Einordnung nach Abfallverzeichnis

Bei der Verwertung von Straßenaufbruch wurde, um Asphalt und Ausbaustoffe mit pech- beziehungsweise teertypischen Bestandteilen zu unterscheiden, bislang ein Grenzwert von 25 mg/kg PAK angewendet. Dieser Grenzwert entscheidet über das Verfahren, das für die Verwertung eingesetzt wird, und errechnet sich aus den im Arbeitsrecht geltenden Grenzen für Benzo[a]pyren⁴. An anderer Stelle wird die

Grenze bei 20 mg/kg EPA-PAK gezogen¹⁵. Unabhängig davon gilt eine Empfehlung des Bundesumweltministeriums (BMU) für die Einordnung als gefährlicher Abfall. So ist teerhaltiger Straßenaufbruch mit Inkrafttreten der Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses (AVV) zum 1. Januar 2002 als gefährlicher Abfall 17 03 01* einzustufen. Zwecks Abgrenzung gegenüber teerfreiem Straßenaufbruch („Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01* fallen“) ist der Teergehalt (PAK) heranzuziehen. Nach BMU¹⁶ sind Abfälle, hier pechhaltiger Straßenaufbruch, als gefährlicher Abfall einzustufen, wenn der Gehalt an den für Pech maßgeblichen PAK 0,1 Prozent oder 1.000 mg/kg, bei Benzo[a]pyren 0,005 Prozent oder 50 mg/kg übersteigt. Wird keiner der beiden Werte erreicht, ist der Abfallschlüssel 17 03 02 zu verwenden, der für einen nicht gefährlichen Abfall steht. Gefährlicher Abfall 17 03 01* darf nur mit einer Transportgenehmigung eingesammelt und befördert werden. Anlagen zur Aufbereitung und auch nur zur Lagerung unterliegen in der Regel einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigungspflicht.

Daten zu Verwertung und Beseitigung

Konkret geht es um den Verbleib der Ausbaustoffe mit pech- beziehungsweise teertypischen Bestandteilen mit einer PAK-Belastung zwischen 25 mg/kg (darunter: Ausbauasphalt) und 1.000 mg/kg PAK (ab da: gefährlicher Abfall 17 03 01*). Diese Ausbaustoffe wurden bislang zumeist im Kaltmischverfahren mit Bindemittel (Bitumenemulsion und/oder hydraulischen Bindemitteln) versetzt und entsprechend den Anforderungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) – wie erforderlicher Grundwasserabstand, Versiegelung der Seitenflächen mit Bitumenemulsion – am Ort der Entstehung oder auch andernorts zumeist unter einer wasserundurchlässigen Schicht wieder eingebaut. In Bayern etwa wird für den Zeitraum 1995 bis 2004 ein jährliches Aufkommen von 100.000 bis 160.000 Mg an pechhaltigem Straßenaufbruch angegeben, der zu beinahe 100 Prozent recycelt wurde, und zwar in Form des Wiedereinbaus nach konkreten Vorgaben¹⁷. Eine Mineralisierung der in den Abfällen enthaltenen PAK war und ist damit aber nicht verbunden.

Laut dem 5. Monitoring-Bericht Bauabfälle für 2004¹⁸ wurden von den 19,7 Millionen Mg Straßenaufbruch (ASN 17 03 02), die im Jahr 2004 angefallen waren, rund 18,4 Millionen Mg (93,4 Prozent) als Recyclingbaustoffe verwertet. Die Verwertung von 0,7 Millionen Mg (3,6 Prozent) durch die öffentliche Hand, von 0,3 Millionen Mg (1,5 Prozent) im übertägigen Bergbau und von 0,1 Millionen Mg (0,5 Prozent) im Deponiebau spielen bei der Verwertung des Straßenaufbruchs nur eine geringe Rolle. Lediglich 0,2 Millionen Mg (1,0 Prozent) des verwertbaren Materials wurden im Jahr 2004 deponiert.

Der 5. Monitoring-Bericht Bauabfälle bezieht sich nur auf die nicht gefährlichen Ab-

fallarten. Allein in Bayern gelangten im Jahr 2004 rund 47.000 Mg gefährliche Abfälle der Schlüsselnummer 17 03 10* auf Deponien der Deponieklasse I und II¹⁸. Bundesweite Zahlen liegen nicht vor. In der Praxis dürfte aber auch dieser gefährliche Abfall einer Verwertung zugeführt werden, wie zahlreiche Anbieter im Internet nahelegen.

Qualitätsanforderungen

Für Verwertungsprodukte gab es bislang unterschiedliche Qualitätsanforderungen. In der Vergangenheit haben die Länder von Bundesland zu Bundesland variierende Anforderungen an die Standards von Recyclingbaustoffen gestellt, die auch immer noch gelten; eine Linkliste bietet die LAGA auf ihrer Webseite¹⁹.

- In Bayern etwa betragen die Grenzwerte für Recyclingbaustoffe RW1 (offener Einbau) 5 mg PAK EPA/kg und für RW2 (Einbau nur mit technischen Sicherungsmaßnahmen) 20 mg PAK EPA/kg.
- In Bremen dagegen gilt²⁰: „PAK nach EPA Z 1.1 [entspricht RC-1, s.u.]: 5 mg/kg; Z 1.2 [entspricht RC-2]: 15 mg/kg; Z 2 [entspricht RC-3]: 75 mg/kg“.

Ersatzbaustoffverordnung

Derzeit liegt der Entwurf einer Verordnung vor, die bundesweit einheitliche Standards für die Verwertung mineralischer Abfälle sicherstellen soll²¹. Die Ersatzbaustoffverordnung enthält grundsätzliche Anforderungen und spezielle Anforderungen an den Einbau in technischen Bauwerken, und soll gelten für

- Erzeuger und Besitzer von mineralischen Ersatzbaustoffen,
- Betreiber von Anlagen zur Aufbereitung von mineralischen Ersatzbaustoffen,
- Träger von Baumaßnahmen mit mineralischen Ersatzbaustoffen.

Nach § 5 Abs. (6) sind die „für den jeweiligen Einbau zulässigen stofflichen Eigenschaften ... im unvermischten Ersatzbaustoff einzuhalten. Dieses gilt unabhängig davon, ob der Ersatzbaustoff allein oder gemeinsam mit anderen Materialien als Gemisch eingebaut werden soll.“ Weiterhin heißt es in § 7 Gemische: „(1) Die für den jeweils zulässigen Einbau maßgeblichen Schadstoffkonzentrationen und -gehalte dürfen weder durch die Zugabe von geringer belastetem Ersatzbaustoff gleicher Herkunft noch durch Vermischung mit anderen geringer belasteten Materialien eingestellt werden (Verdünnungsverbot).“

Die für den jeweils zulässigen Einbau maßgeblichen Schadstoffkonzentrationen umfassen insbesondere Salze, Metalle und persistente organische Schadstoffe wie PAK. Für PAK sind neben der vorgesehenen Begrenzung im Eluat auch übergangsweise Begrenzungen im Feststoff des Recyclingbaustoffs vorgesehen, vgl. Tabelle 2.

Recyclingbaustoffe (RC) dürfen je nach Einstufung in eine Klasse für unterschiedliche Zwecke als Ersatzbaustoff verwertet werden, wobei RC-1 die größten Einsatzmöglichkeiten aufweist.

eine europaweit einheitliche Vorgehensweise möglich ist.“

Aarhus-Protokoll und POP-Verordnung

Im Aarhus-Protokoll von 1998 haben sich die Unterzeichnerstaaten verpflichtet, Maßnahmen zur Emissionsminderung persistenter organischer Schadstoffe (POP) zu treffen. Im Hinblick unter anderem auf polyzyklische Aromate (PAK) verpflichten sich die Unterzeichner, Maßnahmen zur Emissionsminderung dieser Stoffe aus den wichtigsten Quellen nach den besten verfügbaren Techniken zu ergreifen. Die Umweltrisiken, die von PAK ausgehen, haben die EU dazu bewogen, in ihrer Verordnung über persistente organische Schadstoffe [persistent organic pollutants, POP-Verordnung²⁶] von 2004 eine Verpflichtung für ihre Mitgliedsstaaten einzuführen, wonach diese innerhalb von zwei Jahren nach Inkrafttreten dieser Verordnung Verzeichnisse über die Freisetzung ausgewählter POP, darunter auch PAK {hier Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthene, Benzo[k]fluoranthene und Indeno[1,2,3-cd]pyren} in Luft, Gewässer und Boden aufzustellen sowie Aktionspläne zur Minimierung der Emissionen zu entwickeln haben. PAK zählen allerdings nicht zur Liste der POP, die Abfallwirtschaftsbestimmungen gemäß Artikel 7 unterliegen.

Abfallverbringung

Nebenprodukte oder Sekundärstoffe aus Herstellungs- und Recyclingprozessen, die dem Abfallrecht unterliegen, können – im Falle von Andienungspflichten *müssen* – in dafür zugelassenen Anlagen im eigenen Land oder aber in anderen Mitgliedsstaaten beseitigt werden. Im Falle einer grenzüberschreitenden Verbringung greifen die Vorschriften der Verordnung EG/1013/2006 über die Verbringung von Abfällen (VVA) vom 14. Juni 2006 (Abfallverbringungsverordnung). Hier sind Informationspflichten und Notifizierungserfordernisse zu beachten.

Die niederländische Lösung

Die teerhaltigen Straßenbeläge waren vor allem ein Problem der Straßenbaubehörden. Diese hatten wenig Geld, dafür aber politischen Einfluss. Aufgrund des wachsenden Entsorgungsdrucks entwickelten vier Bauunternehmen in den 90er Jahren eine Methode, um Teer aus dem Asphalt selektiv abzutrennen. Die Extraktion des Teers mittels organischer Lösemittel, um ihn anschließend zu zerstören und gereinigte Baustoffe (Kies, Sand) zurück zu gewinnen, gelang unter Laborbedingungen erfolgreich. Allerdings erwiesen sich die Kosten für die anschließende Zerstörung des extrahierten Teers als sehr hoch, so dass sich dieses Verfahren in der Praxis als nicht wirtschaftlich erwies.

Im Jahre 1999 entwickelten die vier Bauunternehmer eine neue thermische Methode mit dem sogenannten „TORBED-Reaktor“, einem Wirbelschichtofen. In diesem wird der gebrochene Asphalt bei Temperaturen oberhalb von 600 Grad Celsius thermisch

		RC-1	RC-2	RC-3
PAK15* im Eluat	µg/l	3	4,5**	15
PAK-Gehalt im Feststoff, alternativ bis 31.12.2019	mg/kg	5	15	30

* Welche 15 der PAK16 – siehe Tabelle 1 – erfasst werden sollen, ist nicht angegeben (ggf. Schreibfehler?).
** bei bestimmten Einbauweisen Überschreitungen bis 15 µg/l zulässig, s. Anhang 2-2.

Tabelle 2: PAK-Begrenzungen, vorgesehen im Arbeitsentwurf der Ersatzbaustoffverordnung, Stand 13.11.2007, RC = RC-Baustoff (aufbereiteter Bauschutt, aufbereiteter hydraulisch gebundener Straßenaufbruch)

Die in der Ersatzbaustoffverordnung vorgesehenen Begrenzungen sind nicht unumstritten. Hierzu von Peter Doetsch von der RWTH Aachen ein Plädoyer für eine Begrenzung:

„Zwar ist die Freisetzung von PAK aus Recyclingbaustoffen deutlich geringer als die Emissionen aus Verkehr, Industrie und Kleinf Feuerungsanlagen; im Mittel muss aber davon ausgegangen werden, dass durch Recyclingbaustoffe jährlich 150 bis 200 Tonnen PAK nicht ausgeschleust, sondern gezielt in die Umwelt eingebracht werden, wenn man die derzeitige Recyclingquote sowie die mittlere PAK-Belastung (circa 4,0 – 5,0 mg/kg TS) ansetzt. Da schon bei deutlich geringeren Emissionen, beispielsweise bei abgeschätzten 6 bis 18 t PAK jährlich durch Reifenabrieb, Anwendungsbegrenzungen für die verursachenden Weichmacheröle (1 mg/kg BaP, 10 mg/kg PAK; Richtlinie 2005/69/EG) verordnet wurden, dürfte der Ansatz ..., die PAK-Gehalte in Recyclingbaustoffen in Übertragung der Vorsorgewerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung zu begrenzen, vernünftig, angemessen und erforderlich sein, um dem Gebot der Freisetzungsminderung nachzukommen.“²²

Zudem hält ein Großteil der gütüberwachten Recyclingbaustoffe diese neuen Grenzwerte bereits jetzt ein. Nach Doetsch²³ können immerhin 40 Prozent der gütüberwachten Recyclingbaustoffe in Baden-Württemberg den RC-1-Zuordnungswert (3 mg/kg TS) einhalten, rund 85 Prozent liegen unter 9 Milligramm pro Kilogramm Trockensubstanz (mg/kg TS), und sogar die Datenauswertung des Öko-Institutes dokumentiert ein 90-Perzentil in Höhe von 11 mg/kg TS für PAK.

Interessant ist die Frage nach Aufkommen und Verbleib der Recyclingbaustoffe, die bislang keiner Gütesicherung unterworfen wurden. Zukünftig sollen alle Ersatzbaustoffe einer regelmäßigen Güteüberwachung bestehend aus dem Eignungsnachweis, der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und der Fremdüberwachung unterworfen werden. Bei Überschreiten der Grenzwerte für den Einsatz als Recyclingbaustoff ist eine Verwertung von PAK-haltigem Material zukünftig nicht mehr zulässig – Vollzugsdefizite seien hier einmal ausgeklammert. Das heißt, dieses Material muss einer ordnungsgemäßen und schadlosen Beseitigung zugeführt werden und unterliegt dem Nachweis- und Überwachungsverfahren des Abfallrechts. Ob eine Deponierung möglich ist, entscheidet sich anhand der Kriterien der Abfallablagerversordnung (Abf-AbIV) und der Deponieverordnung (DepV),

nicht nur im Hinblick auf den Gehalt an PAK, sondern auch an abbaubarer Organik, Metallen und Salzen. Bei Nichterfüllung der Ablagerungskriterien verbleibt nur die thermische Behandlung beziehungsweise energetische Verwertung in dafür zugelassenen Anlagen.

Regelungen auf EU-Ebene

PAK-haltige Materialien unterfallen aufgrund ihres Schadstoffgehaltes verschiedenen europäischen Verordnungen, die direktes anwendbares Recht in den Mitgliedsstaaten sind und daher auch den deutschen Recyclingbaustoffbereich betreffen.

REACH-Verordnung

Entsprechend der europäischen Chemikalienverordnung REACH²³ müssen Nebenprodukte oder Sekundärstoffe aus Herstellungs- und Recyclingprozessen, die nicht mehr dem Abfallrecht unterliegen, die vollen Anforderungen der REACH-Verordnung erfüllen. So muss jeder Hersteller oder Importeur einer Chemikalie der Europäischen Chemikalienagentur melden, ob er eine Registrierung zum Beispiel seines Stoffes respektive seines Recyclingprodukts plant. Versäumt er dies, gilt ansonsten das Prinzip des Artikel 5 „Ohne Daten kein Markt“, das die Chemikalie als „neu“ behandelt und eine Vermarktung erst nach der Registrierung erlaubt²⁴. Ein Problem ist dabei insbesondere der Informationsfluss von den Herstellern zu den Recyclern. Letztgenannte benötigen detaillierte Informationen zur chemischen Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien, um ihre Pflichten nach REACH für zurückgewonnene Materialien erfüllen zu können.

Das Umweltbundesamt (UBA) hat in seinem „Bericht zu den Auswirkungen von REACH auf Recycling/ Verwertung“²⁵ auch die Problematik der Recyclingbaustoffe angerissen: „Von REACH betroffen sind diejenigen Recyclingbaustoffe, die das Ende der Abfalleigenschaft erreicht haben. Zurzeit ist dies in Deutschland nicht einheitlich geregelt – vielmehr wurde auf Landesebene (zum Beispiel in Nordrhein-Westfalen, Saarland, Baden-Württemberg) einer bestimmten Fraktion, den sogenannten RC 1 Recyclingbaustoffen, der Produktstatus zugestanden. Die Einstufung erfolgt vorrangig anhand von im Eluat gemessenen Parametern wie zum Beispiel Schwermetallgehalte, Sulfate und PAK. Für die Registrierung unter REACH sind jedoch die Inhaltsstoffe von Relevanz. Unklar ist außerdem, ob es sich bei diesen Materialien um Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse im Sinne der REACH-VO handelt. Ebenfalls unklar ist, ob und wie

behandelt. Dabei werden alle organischen Stoffe mineralisiert. Die Innovation bestand darin, dass dieser Reaktor in eine Asphaltmischanlage integriert wurde und so neuer, von PAK weitestgehend freier Asphalt hergestellt wird. Damit erfüllte dieses Verfahren gleich mehrere Anforderungen:

1. Schutz der Beschäftigten gegenüber einer PAK-Exposition,
2. Schutz des Bodens vor weiterer Schadstoffdissipation und
3. Ressourcenschonung durch Rückgewinnung eines im Straßenbau wieder einsetzbaren Materials.

Die Kosten waren allerdings beträchtlich. Es war absehbar, dass diese neue Technik ohne politische Unterstützung auf dem Markt keine Chance haben würde. Daher nahm das Umweltministerium die Entwicklung des TORBED-Reaktors zum Anlass, eine neue Initiative zur Bewältigung des Teer-Problems zu ergreifen und rief im Jahre 1999 alle betroffenen Parteien zusammen, um eine gemeinsame Lösung zu finden. Beteiligt waren – neben dem Umweltministerium – das Verkehrsministerium, die Provinzen, die Gemeinden, Bauunternehmer sowie Betreiber von Bauschuttbrechereien. Es zeigte sich jedoch, dass alle Beteiligten unterschiedliche Interessen hatten: Schutz der Umwelt und der Beschäftigten, Sorge vor erhöhten Kostenbelastungen oder Angst vor Umsatzrückgängen. Zwar sah man auch die Chancen einer innovativen Technik, aber niemand war bereit zu investieren, wenn nicht gleichzeitig das weitaus kostengünstigere Kalterarbeiten von Teerasphalt verboten werden würde.

Das Errichten neuer Anlagen und insbesondere die Umweltgenehmigung kosten viel Zeit. Viele Bauunternehmen und Brechereien verfügten zur damaligen Zeit auch noch über große Vorräte an Teerasphalt. Die beteiligten Parteien einigten sich schließlich darauf, das Verbot des Kalterarbeitens von Teerasphalt zum Januar 2001 einzuführen. So hatten alle Parteien ein Jahr Zeit, um ihre Vorräte abzubauen, die Genehmigungsverfahren für den Bau von Anlagen durchzuführen und den Bau zu beginnen. Die Parteien vereinbarten regelmäßige Treffen, um die Entwicklungen zu verfolgen und eventuell auftretende Probleme zu lösen. Da die Errichtung neuer Anlagen mehr als ein Jahr dauern würde, wurde vereinbart, in dieser Zeit neu freiwerdenden Teerasphalt zu lagern, bis ausreichende Kapazität für dessen Behandlung vorhanden wäre.

Im Niederländischen Landesabfallplan 2002 – 2012 (Landelijk afvalbeheerplan, LAP) wurde schließlich festgeschrieben, dass Materialien mit einer PAK-Belastung von mehr als 75 mg/kg thermisch behandelt werden müssen, wobei die PAK zerstört werden. Ohne diese Behandlung darf das Material nicht wieder verwendet werden. Nach der obligatorischen Reinigung muss das Material wieder als Baustoff eingesetzt werden, eine Ablagerung ist – zur Schonung der Flächennutzung (Kiesabbau) und der knappen Deponieressourcen in den Niederlanden – nicht erlaubt. Um fest-

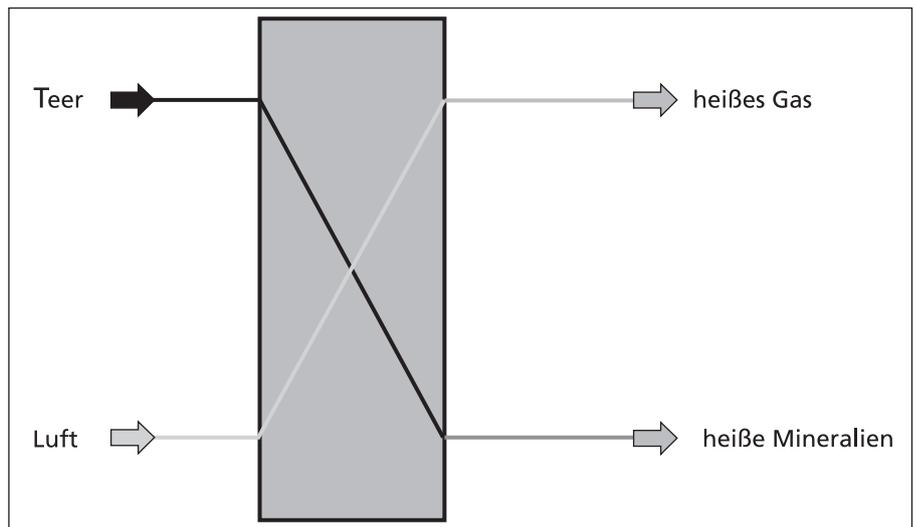


Abbildung 1: Schema des TORBED-Prozesses

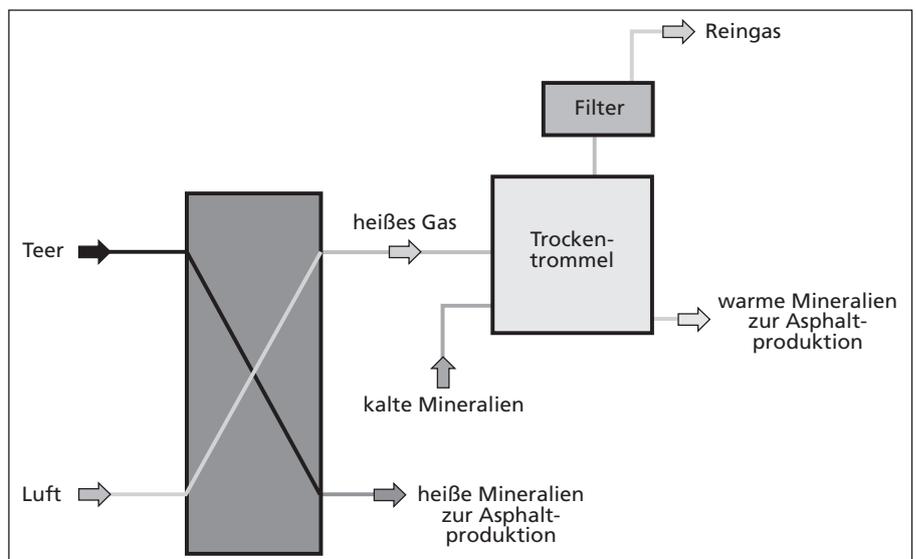


Abbildung 2: Verfahrenschema der CTV-Demonstrationsanlage

zustellen, wie hoch die Belastung von Asphalt mit Teer beziehungsweise PAK ist, müssen vor dem Straßenaufbruch Untersuchungen durchgeführt werden. Mittels eines Spraytests wird vorläufig festgestellt, ob PAK-belasteter Teer (> 250 ppm PAK) im Asphalt enthalten ist. Bei positivem Befund werden Proben für die PAK-Bestimmung im Labor entnommen. Anhand des Ergebnisses wird die Wahl des weiteren Verbleibs – Recycling oder thermische Behandlung – festgelegt.

Anlagen zur Behandlung teerhaltiger Abfälle

Anfang 1999 gab es in den Niederlanden nur den TORBED-Prozess (CTV-Anlage, siehe unten) zur Reinigung von Teerasphalt. Sobald sich das Verbot der Wiederverwendung von PAK-belasteten Recyclinggranulat abzeichnete, wuchs auch das Interesse an neuen Initiativen. So gab es Unternehmen, die ihre bislang für die Reinigung von kontaminierten Böden eingesetzten Drehrohrofen für die Teerasphaltbehandlung umrüsten wollten. Beispielsweise entwickelte die Firma BRC eine Installation, um Teerasphalt

zu reinigen und damit Kies, Sand und Füllstoffe zurückzugewinnen. Die Genehmigung und der Bau von thermischen Behandlungseinrichtungen dauerten deutlich länger als vorgesehen. Mittlerweile ist jedoch mehr Behandlungskapazität am Markt verfügbar als für den jährlichen Straßenaufbruch benötigt wird. Darüber hinaus werden in Kürze zwei weitere Anlagen ihren Betrieb aufnehmen. Inzwischen werden die Teerasphalt-Zwischenlager abgebaut.

■ Demonstrationsanlage CTV

Der Verband CTV (Combinatie Teer Verwerking) bestand ursprünglich aus vier (und mittlerweile nur noch aus den beiden erstgenannten) Bauunternehmen:

- Heijmans Infrastructuur en Milieu B. V., P.O. Box 380, 5240 AJ Rosmalen
- Rasenberg Wegenbouw B. V.
- Koninklijke Wegenbouw Stevin B. V.
- NBM Amstelland Infrastructuur en Milieu B. V.

Die Demonstrationsanlage, eine Kombination von einem Torbed-Reaktor und einer Asphaltmischanlage, wurde in Roosendaal erbaut und auf eine Kapazität von 15.000 –



Abbildung 3: Anlage Afvalstoffen Terminal Moerdijk



Abbildung 4: Anlage Bentum Recycling Combinatie, Pernis

20.000 Megagramm pro Jahr (Mg/a) ausgelegt. Abbildung 2 zeigt ein vereinfachtes Verfahrensschema der CTV-Demonstrationsanlage.

Der Teerasphalt wird in den Torbed-Reaktor geführt. Hier werden die teerhaltigen Bindemittel inklusive der PAK vollständig verbrannt. Der Reaktor ist direkt mit einem Asphaltmischwerk gekoppelt. Die heißen Mineralien gelangen nach dem thermischen Prozess noch heiß in die Asphaltmischtrommel, wo sie direkt und unter Nutzung ihrer Wärmeenergie zu neuem Asphalt weiter verarbeitet werden können. Zusätzlich wird die Energie, die bei der Verbrennung des PAK-haltigen Bindemittels frei wird, für die Erhitzung der Mineralstoffe in der Mischanlage genutzt. Die Abgase aus dem Reaktor werden über die Filter (Staubfilter) der Asphaltmischanlage mit gereinigt und gelangen in die Atmosphäre. Die Emissionen der Anlage erfüllen gemäß Angaben von CTV, so die EMPA¹⁰, die heutigen niederländischen Emissionsrichtlinien NER (Nederlandse Emissie Richtlijnen).

Mit dem Verfahren sollen nach Betreiberangaben NL-PAK-Gehalte von < 15 ppm (ent-

spricht circa 20 ppm EPA-PAK) erreicht werden. Daher können die Materialien wie Primärstoffe verwendet werden, da der Grenzwert von 75 ppm NL-PAK sicher unterschritten wird. Die EMPA¹⁰ weist jedoch darauf hin, dass bislang (Stand 2002) diesbezüglich keine Untersuchungsergebnisse von unabhängiger Seite vorliegen. Aus technischen Gründen werden neuem Mischgut aber nur maximal 15 Prozent Recyclingmineralstoffe zugemischt, für die restlichen 85 Prozent werden immer noch primäre Mineralstoffe eingesetzt. Die Kosten beliefen sich im Jahr 2002 auf ungefähr 41 Euro pro Megagramm, ohne Transport, Lagerung oder gegebenenfalls erforderliche weitere Zerkleinerung (bei Korngrößen > 16 Millimeter erforderlich).

Als Vorzüge sind zu nennen:

- Die im Bindemittel enthaltenen PAK werden sicher zerstört.
- Die Mineralstoffe werden für neuen Asphalt genutzt.
- Die bei der thermischen Behandlung entbundene Energie wird in der Asphaltmischanlage genutzt und reduziert damit den dortigen Brennstoffbedarf.

- Der Staub wird im Filter abgeschieden und wieder als Füllstoff eingesetzt.
- Die Anlagenintegration führt zu einer Kostenersparnis durch das gemeinsame Nutzen von Anlagen, Geräten und Personal.
- Es fällt kein Sekundärabfall an.
- Das teerhaltige Recyclinggranulat muss nicht über große Distanzen transportiert werden. Dadurch können die Transportkosten und die Umweltbelastung erheblich reduziert werden.

Ein Nachteil dieser Konfiguration besteht darin, dass der Verbundbetrieb von Verbrennungsanlage und Asphaltmischanlage im Winter eingestellt werden muss, da wegen der tiefen Temperaturen keine Straßenbeläge eingebaut werden. Die Anlage läuft nur 1.200 bis 1.600 Arbeitsstunden pro Jahr. Obwohl die Anlage gut funktioniert, ist sie von den Betriebskosten her teurer als kontinuierlich arbeitende Installationen. CTV hat die Torbed-Anlage daher derzeit stillgelegt.

■ Anlage Afvalstoffen Terminal Moerdijk

Die Anlage Afvalstoffen Terminal am Standort Moerdijk ist eine modifizierte Bodenreinigungsanlage. Der Teerasphalt wird, wenn erforderlich, auf eine Größe von maximal 60 mm gebrochen. Das Material wird in einen Trommelofen eingebracht und erhitzt. Teer und Bitumen werden bei 450 bis 550 Grad Celsius in die Dampfphase überführt und in einer Nachverbrennungsanlage mineralisiert. Die entstehenden Abgase werden gereinigt. Die anfallenden Mineralien (90 bis 95 Prozent des Eingangsmaterials) entsprechen den Qualitätsbedingungen für Auffüllmaterial im Straßenbau. Die Verbrennung des Teerasphalts liefert viel thermische Energie, was den Durchsatz der Anlage beschränkt. Die überschüssige Energie kann für die Reinigung kontaminierten Bodenmaterials genutzt werden. Erste Versuche mit der Behandlung von Gemischen aus Teerasphalt und Bodenmaterial zeigten gute Resultate. Zukünftig sollen diese Materialien gemeinsam behandelt werden, um Energie einzusparen und die maximale Kapazität von 1 Million Mg/a zu erreichen.

■ Die BRC Anlage in Vondelingenplaat, Rotterdam

BRC verfügt über zwei thermische Behandlungsanlagen – eine in Utrecht (200.000 Mg/a) und eine in Rotterdam (750.000 Mg/a). Bei der Anlage Bentum Recycling Combinatie am Standort Rotterdam – Vondelingenplaat handelt es sich um drei speziell entwickelte Drehtrommelöfen, die parallel geschaltet sind.

Die Trommelöfen haben einen Durchmesser von 4,5 Metern und eine Länge von 16 Metern. Das Prinzip ist die direkte Verbrennung des Teeres bei 850 Grad Celsius. Bei dieser Temperatur werden alle PAK vernichtet. In der Nachverbrennungsanlage werden alle Verbrennungsgase mindestens zwei Sekunden auf 850 Grad Celsius erhitzt. Die heiße Luft wird in einen Dampfkessel geführt, dessen Dampf für die Bereitstellung von Strom (5 bis 7 Megawatt) genutzt wird.

Das Abgasreinigungssystem besteht aus einem Staubfilter, DeNO_x und einem Gaswäscher. Letztgenannter produziert Gips für Bauprodukte. Die gereinigten Prozessgase erfüllen beim Austritt die niederländischen Emissionsrichtwerte. Die Anlage ist qualitätskontrolliert und liefert Kies, Sand und Füllstoff. Die Produkte sind zertifiziert für Beton und Asphalt.

Die Kapazität der Anlage beträgt 750.000 Mg/a für Teer-Asphalt-Granulat (TAG) 0-40 mm. Die Anlage ist seit 2006 in Betrieb. Eine Vergrößerung der Anlage wird vorbereitet. Die Kosten für die Reinigung des Asphaltgranulats liegen – so EMPA¹⁰ – bei 50 Euro pro Megagramm (Stand 2002).

■ Anlage Theo Pouw Secundaire Bouwstoffen B.V.

Die Anlage Theo Pouw Secundaire Bouwstoffen B.V. wird derzeit in Eemshaven gebaut. Die Inbetriebnahme ist für Mai/Juni 2008 vorgesehen. Es handelt sich um eine neue Anlage im Verbund mit einer Anlage für die thermische Bodenreinigung. Die neue Anlage besteht aus einem Trommelofen mit direkter und indirekter Heizung. Der Teer wird bei 475 Grad Celsius ausgeglüht. Nach Entstaubung in einem Multizyklon werden die Abgase zu einem Nachbrenner geführt und bei 850 Grad Celsius verbrannt. Die überschüssige Energie wird in der angeschlossenen Bodenreinigungsanlage genutzt. Die Abgase werden anschließend in einem Gaswäscher gereinigt und durch einen Schornstein emittiert.

Die Kapazität für die Teeranlage beträgt 250.000 Mg/a, die Produktion an Baumaterialien für Beton und Asphalt liegt bei 230.000 Mg/a. Die Bodenreinigungsanlage verfügt über die gleiche Kapazität. Als Vorteil des Verbundbetriebs beider Anlagen ist die gemeinsame Nutzung von Aggregaten wie die Gaswäsche und die Kontrollkammer zu nennen. Die Teeranlage liefert zudem Energie für die Bodenreinigungsanlage.

■ Fazit zu den Teerbehandlungsanlagen in den Niederlanden

Die thermische Behandlung PAK-kontaminierter Asphalts in den Niederlanden ist etabliert. Die zur Verfügung stehenden Behandlungskapazitäten sind nicht nur ausreichend, sondern es sind mittlerweile mehr Behandlungskapazitäten am Markt verfügbar als für den jährlichen Straßenaufbruch in den Niederlanden benötigt werden. Dennoch werden die Kapazitäten weiter ausgebaut. So werden in Kürze zwei weitere Anlagen ihren Betrieb aufnehmen.

Schlussfolgerungen für die Politik und die Abfallwirtschaft in Deutschland

Der Straßenbau ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in Europa. Rund 19,5 Milliarden Euro – das entspricht etwa acht Prozent der jährlichen Gesamtausgaben des Bundes – entfielen in Deutschland im Jahre 2004 auf Erhalt und Ausbau der Verkehrsinfrastruktur.

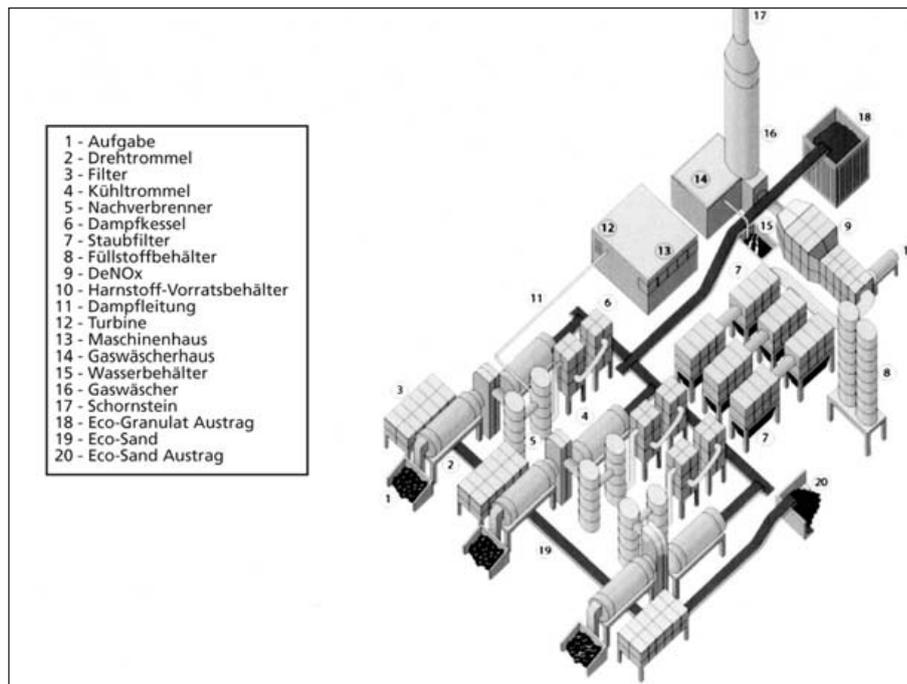


Abbildung 5: Komponenten der Anlage Bentum Recycling

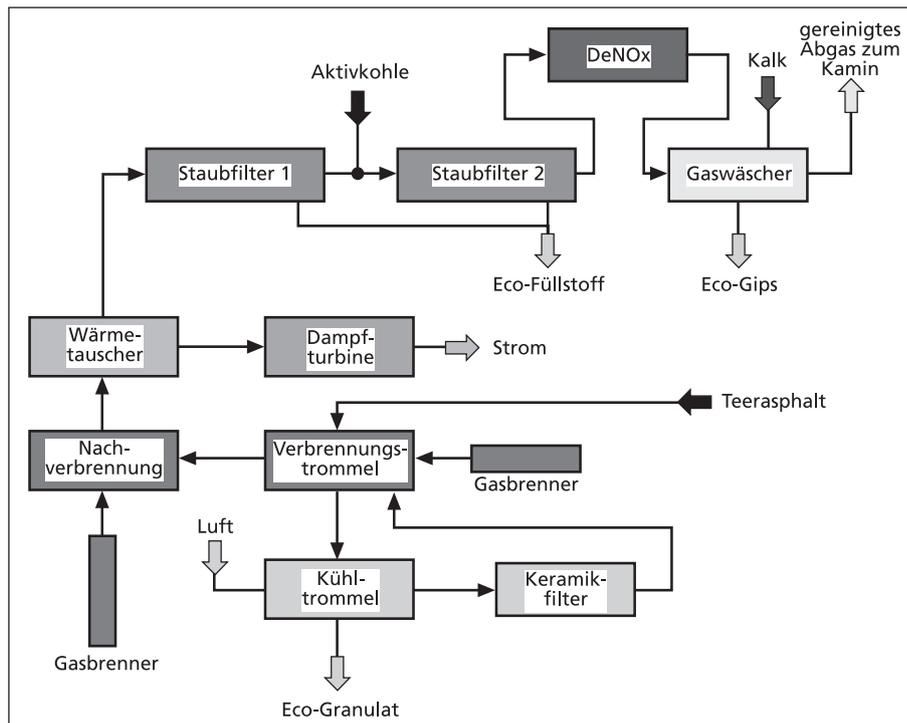


Abbildung 6: Verfahrensfließschema der Anlage Bentum Recycling in Vondelingenplaat, Rotterdam²⁷

frastruktur. Von diesen wurden 5,8 Milliarden Euro (30 Prozent) für den Bundesfernstraßenbau aufgewendet²⁹.

In Deutschland wurden in den vergangenen Jahrzehnten Ausbaustoffe mit pech- oder teertypischen Bestandteilen (> 25 mg/kg PAK) in großem Umfang wiederverwendet. Sie wurden dabei zumeist im Kaltmischverfahren mit Bindemittel (Bitumenemulsion und/oder hydraulischen Bindemitteln) versetzt und entsprechend den Anforderungen der LAGA – wie erforderlicher Grundwasserabstand, Versiegelung der Seitenflächen mit Bitumenemulsion – am Ort der Entstehung oder auch andernorts zumeist unter ei-

ner wasserundurchlässigen Schicht wieder eingebaut. Eine Mineralisierung der in den Abfällen enthaltenen PAK war und ist damit aber nicht verbunden.

Der Eintrag in die Umwelt wird auf 150 bis 200 Mg PAK pro Jahr geschätzt, wobei die zu Grunde gelegten mittleren PAK-Gehalte eher niedrig angesetzt sind. Dies zeigen nicht nur die niederländischen Daten zu Teer-asphaltgemischen (mehrere 100 ppm PAK), sondern auch die Tatsache, dass allein in Bayern im Jahr 2004 über 47.000 Mg Abfälle der Schlüsselnummer 17 03 10* (> 1.000 mg/kg PAK) deponiert wurden. Es ist nicht zu erwarten, dass im Bereich

100 – 1.000 mg/kg PAK kein Material anfällt. Zahlen liegen aber für Deutschland nicht vor.

Die Bundesregierung will zukünftig die Qualitätsanforderungen an Recyclingbaustoffe vereinheitlichen und hat dafür Ende 2007 den Entwurf einer Ersatzbaustoffverordnung vorgelegt. Darin ist unter anderem der PAK-Gehalt in Recyclingbaustoffen und deren Eluat begrenzt. Für Baustoffe der Kategorie RC-3 gilt ein Wert von 30 mg/kg PAK. Ausbaustoffe mit pech- oder teertypischen Bestandteilen weisen PAK-Gehalte oberhalb von 25 mg/kg (darunter: „Ausbauspalt“) auf und dürfen in der Mehrzahl der Fälle den RC-3-Wert nicht einhalten können. Dieser gilt nur für „aufbereiteten hydraulisch gebundenen Straßenaufbruch“; ob damit der reine Ausbaustoff oder das Produkt aus Ausbaustoff und Bindemittel (Bitumenemulsion und/oder hydraulisches Bindemittel) gemeint ist, bedarf noch der Klärung. In § 5 und 7 Ersatzbaustoffverordnung ist klar festgelegt, dass die Einhaltung der Materialwerte nicht durch Vermischen erreicht werden darf. Zudem bezieht sich der Materialwert auf den mineralischen Ersatzbaustoff, und Bitumen, ein Erdöldestillat, erfüllt dieses Kriterium nicht. Die Begründung zum Verordnungsentwurf liefert hier auch keine Klarstellung.

Die Festlegung der Materialwerte ist umstritten, sowohl von der Methodik wie von der Höhe der Werte her. Allerdings sollen weite Teile gütegesicherter RC-Baustoffe diese neuen Vorgaben, die am Schutz von Boden und Grundwasser orientiert sind, bereits einhalten können. Die Hersteller dieser Materialien haben derzeit andere Probleme – Stichwort REACH. Viele RC-1-Baustoffe haben bereits den Produktstatus erreicht und sind damit dem Abfallregime nicht mehr unterworfen. Sie fallen nun aber unter REACH und müssen registriert werden. Die Recyclingwirtschaft bemüht sich gegenwärtig um die Aufnahme der Recycling-Baustoffe in Anhang V von REACH und damit in die Liste der Stoffe, die von der Registrierungspflicht ausgenommen sind (...da eine Registrierung für diese Stoffe für unzumutbar oder unnötig gehalten wird und deren Ausnahme von diesen Titeln die Ziele dieser Verordnung nicht beeinträchtigt.). Der Ausgang dieser Diskussion ist noch offen. Ausbaumaterialien, die die Materialwerte der Ersatzbaustoffverordnung nicht (ohne Vermischung) einhalten können, müssen zukünftig ordnungsgemäß und schadlos beseitigt werden. Die Deponierung, so sie denn nach den Anforderungen von AbfAbV und DepV überhaupt noch möglich ist, stellt hier das weniger geeignete Verfahren dar, denn die PAK werden hier nicht zerstört, sondern können langfristig wieder remobilisiert werden. Dies widerspricht der Zielsetzung der POP-Verordnung, die von den Mitgliedsstaaten Aktionspläne zur Minimierung auch der PAK-Emissionen verlangt.

Es verbleibt die Möglichkeit, die Ausbaustoffe, die pech- oder teertypische Bestandteile enthalten, thermisch zu behandeln. Hier stellen sich Fragen nach Anlagenkapazitäten, Transport- und Behandlungskosten

und nach der Energie- und Stoffbilanz dieser Verfahren. Die Niederlande haben sich angesichts ihrer knappen Ressourcen (Flächeninanspruchnahme durch Kiesabbau und Deponieraum) und bedrohten natürlichen Lebensgrundlage (irreversible Schadstoffverteilung in Boden und Grundwasser) für eine vorsorgeorientierte Umweltpolitik (Baustoffeinsatz) und langfristige Abfallwirtschaftsplanung entschieden. Indem die Niederlande politische Randbedingungen setzten – auch im Dialog mit den Beteiligten – ermöglichten sie die Entwicklung innovativer technischer Lösungen. Das sollte eigentlich auch in Deutschland möglich sein. ♦

Literatur und Anmerkungen

- 1 **VROM Inspectie:** Weg met TAG – Rapport ketenhandhaving Teerhoudend Asfalt Granulaat (TAG); 2004, 72
- 2 Technische Regel für Gefahrstoffe 551: Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material (TRGS 551). Ausgabe: Juli 1999, mit Änderungen und Ergänzungen. BArbBl. Heft 6/2003 http://www.baua.de/nn_16752/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-551.pdf
- 3 **Bayerisches Landesamt für Umwelt, Infozentrum UmweltWirtschaft (IZU):** Wann ist pech- bzw. teerhaltiger Straßenaufbruch ein gefährlicher Abfall mit dem AVV-Schlüssel 17 03 01? http://www.izu.bayern.de/faq/detail_faq.php?ID=49&kat=5&th=0&sub=1&sub_sub=1
- 4 Arbeidsomstandighedenbesluit – Besluit van 15 januari 1997, houdende regels in het belang van de veiligheid, de gezondheid en het welzijn in verband met de arbeid <http://www.wetten.nl/arbobesluit>
- 5 „Gefahrstoffverordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758, 3759)“, zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261)“
- 6 **Aalbers, T.G., et al.:** in Bouwstoffen nader bekeken: milieuhygiënische kwaliteit en toepasbaarheid van bouwstoffen in relatie tot het Bouwstoffenbesluit. 1998, Eburon: Delft (NL). p. 216; zit. nach EMPA Bauwstoffenbesluit bodem – en oppervlaktewaterenbescherming. In: Staatsblad 567, Hague 1995. Übersetzung: Building Materials Decree. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 1995, 567. Inkl: Ministerial Decision on the Building Materials Decree (Building materials decree executional instructions), 1999
- 8 Besluit bodemkwaliteit. In Kraft seit 1. Juli 2007, ersetzt den Bouwstoffenbesluit. http://www.senternovem.nl/mmfiles/regelingbodemkwaliteit_sepember_tcm24-198151.pdf
- 9 **EMPA:** Elimination teerhaltiger Straßenbeläge in den Niederlanden. EMPA Bericht 421'429 im Auftrag des BUWAL, Abteilung Luftreinhaltung, Dübendorf, 16. Oktober 2002
- 10 **EMPA:** Prüfauftrag: Auftrag zu einer Zusammenstellung von Daten zum Thema teerhaltige Beläge. Bericht Nr. 443861, Dübendorf, 1. November 2006. Im Internet: http://www.kvu.ch/files/nxt_projects/20_06_2007_04_52_17-EMPA-GutachtenPAK-Belaage.pdf
- 11 **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstrassen:** Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauspalt im Straßenbau. RuVA-SB 01, 2001, zit. nach EMPA 2006
- 12 **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstrassen:** Merkblatt für die Verwendung von Ausbauspalt und pechhaltigem Straßenaufbruch in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln. FGSV 826, zit. nach EMPA 2006
- 13 **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen:** Merkblatt für die Wiederverwendung pechhaltiger Ausbaustoffe im Straßenbau unter Verwendung von Bitumenemulsionen. FGSV 755, zit. nach EMPA 2006
- 14 **Asphalt+Bitumen Beratung** (Initiative der ARBIT – Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-Industrie e.V., Hamburg, und des dav – Deutscher Asphaltverband e.V., Bonn): Pechhaltige Straßenausbaustoffe. Im Internet: <http://www.asphaltberatung.de/pwelba/index.htm?l=115dc09831d3a4&masterid=179&id=380>
- 15 **Arbeitskreis Straßenaufbrüche Rheinland-Pfalz:** Leitfaden für die Behandlung von Ausbauspalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen. Leitfaden für den Geschäftsbereich des Landesbetriebes Straßen und Verkehr. September 2003, 1. Auflage. Im Internet: http://www.mufv.rlp.de/uploads/tx_RBDDownloadSystem/1074_VV_AKStrasse_Leitfaden.pdf
- 16 **BMU:** Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-

nis-Verordnung vom 10. Dezember 2001, BGBl. I S. 3379. Im Internet: http://www.bmu.de/files/abfallwirtschaft/downloads/application/pdf/avv_erlaeueterungen.pdf

- 17 **Bayerisches Landesamt für Umwelt:** Abfallratgeber Bayern: Pechhaltiger Straßenaufbruch. November 2006. Im Internet: [http://www.abfallratgeber-bayern.de/arba/abfallinfo.nsf/wabinfos/C2FBC47F2C43E187C1256D49005CE2F2F/\\$file/strassenaufbruch.pdf](http://www.abfallratgeber-bayern.de/arba/abfallinfo.nsf/wabinfos/C2FBC47F2C43E187C1256D49005CE2F2F/$file/strassenaufbruch.pdf)
- 18 **Arbeitsgemeinschaft KREISLAUFWIRTSCHAFTSTRÄGER BAU** (www.arge-kwb.de): 5. Monitoring-Bericht Bauabfälle – Erhebung 2004, 28. Februar 2007. Im Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/5_monitoring_bericht_kwb.pdf
- 19 **Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall:** Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen (LAGA M20). Im Internet: http://laga-online.de/laganeu/index.php?option=com_content&task=view&id=122&Itemid=58
- 20 **Der Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa, Bremen:** Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen. Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Umgang mit den Teilen I, II und III im Land Bremen. Im Internet: <http://www.umwelt.bremen.de/buisy05/de/detail.php?gsid=bremen02.c.3600.de>
- 21 **BMU:** Arbeitsentwurf Ersatzbaustoffverordnung – Verordnung zur Regelung des Einbaus von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken und zur Änderung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Stand: 13. November 2007. Im Internet: <http://www.recyclingbaustoffe.de/pdf/ArbeitsentwurfProzent20ArtikelverordnungProzent2013Prozent2011Prozent2007.pdf>
- 22 **Doetsch, P.:** Qualitätsanforderungen an Recyclingbaustoffe – Das Zerren um die Bundesverwertungsverordnung. In: alllasten spektrum 1/2007, 1-3
- 23 Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH)
- 24 **Umwelbundesamt:** <http://www.reach-info.de/>
- 25 **Umwelbundesamt:** Bericht zu den Auswirkungen von REACH auf Recycling/Verwertung. Im Internet: http://www.reach-info.de/dokumente/Bericht_REACH_und_Recycling.pdf
- 26 Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG vom 29. April 2004
- 27 **BRC Bentum Recycling Centrale:** http://www.bentumrecycling.nl/uk/brc_tagreiningproces.htm
- 28 Für den Phenolindex werden die folgenden 15 Verbindungen verwendet: Phenol, o-, m-, p-Kresol, 2,4-, 2,6-, 2,5-, 2,3-, 3,5- und 3,4-Xylenol, o-, m-, p-Ethylphenol, 1- und 2-Naphthol.

Dipl.-Ing. Willem Willart, vormals Koordinator der Hauptabteilung Abfall (i.R.) im Niederländischen Umweltministerium (VROM), Generaldirektion Umweltschutz, Abteilung für Chemikalien, Abfall und Strahlenschutz. Private Adresse: Raadhuisstraat 79, NL-2406 AA Alphen aan den Rijn, Niederlande, Tel. 0031.172 493031; eMail: cenwillart@zonnet.nl.

Dr. Barbara Zeschmar-Lahl ist Geschäftsführerin der BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH. Adresse: Lindenstr. 33, D-28876 Oyten, Tel. 04207.91763 10, eMail: bz1@bz1-gmbh.de, Internet: www.bz1.info.

Anzeige

Das Kompostforum Schweiz und die IGA Kompostforum Schweiz suchen eine(n) neue(n) **Geschäftsführer(in)**.
Bewerbungsfristen bis 4. August bzw. bis 6. Juli 2008.
Ausschreibungsunterlagen:
http://www.kompost.ch/kompostforum/xmedia/Stellenauss_kofo.pdf
http://www.kompost.ch/kompostforum/xmedia/Stellenausschreibung_iga.pdf

Geschäftsstelle Kompostforum Schweiz
Mohrhaldenstrasse 131, CH-4125 Riehen
eMail: forum@kompost.ch