

SACHSTANDS- BERICHT 2006

Gesprächskreis



BITUMEN

Impressum

Autoren:

Gesprächskreis BITUMEN
www.gisbau.de/bitumen.html

Redaktion:

Reinhold Rühl

Auflage XXXXX**Gesamtherstellung:**

Heinrich Lauck GmbH
DAS MEDIENHAUS
Artelbrückstraße 7
65439 Flörsheim am Main

Juni 2006

überarbeitete Auflage 2001

Dieser Sachstandsbericht stellt den Gesprächskreis BITUMEN vor, erläutert dessen Ziele, gibt einen Überblick über die bisherigen Arbeiten und fasst den Kenntnisstand über Bitumen zusammen. Dabei werden die vielfältigen Anwendungen von Bitumen sowie die jeweils damit verbundenen Expositionen dargestellt.

Ein besonderes Anliegen ist es zudem, deutlich zu machen, dass Teer und Bitumen trotz gleicher Farbe deutlich unterschiedliche toxikologische Eigenschaften haben und Teer nicht mehr verwendet wird – weder beim Heißeinbau von Asphalt noch beim Einsatz von Dachbahnen.

Mit diesem Sachstandsbericht soll die Basis geschaffen werden für eine sachliche Darstellung des Ein-

satzes von Bitumen und bitumenhaltigen Produkten und den damit verbundenen Gefährdungen. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf dem Einsatz von Asphalt bei abgesenkten Temperaturen. Diese Einbauweise verringert die Belastung der Beschäftigten und der Umwelt.

Der Sachstandsbericht erlaubt einen Einblick in die Vielfalt der Anwendungen, Arbeitstechniken und möglichen Expositionen sowie die vielen vom Gesprächskreis begleiteten Untersuchungen. Für tiefergehendes Interesse wird immer wieder auf die Webseite des Gesprächskreises BITUMEN verwiesen: www.gisbau.de/bitumen.html. Dort sind aktuelle Ergebnisse, vor allem aber in der Regel die vollständigen Berichte zu den verschiedenen Studien einzusehen.

Inhaltsverzeichnis

Der Gesprächskreis BITUMEN	2
Bitumen – was ist das?	2
Bitumensorten	3
Bitumen und Teer	3
Verwendung von Bitumen	4
Emissionen, Expositionen, Grenzwerte	
Emissionen aus Bitumen	5
Expositionen beim Verarbeiten von Bitumen	7
Grenzwerte für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung	8
Umgang mit heißem Bitumen	
Herstellen und Transport von Bitumen	10
Herstellen und Transport von Asphalt	10
Einbau von Walzasphalt	10
Einbau von Gussasphalt	11
Fugenverguss mit Heißbitumen	12
Herstellen von Bitumendämpfungsfolien	12
Herstellen von Bitumen-Dach- und -dichtungsbahnen	12
Dachdeckerarbeiten	12
Einbau von Bitumenbahnen	12
Einsatz von Heißbitumen	13
Verbrennungen durch heißes Bitumen	13
Absenkung der Einbautemperatur von Asphalt	14
Kaltverarbeitbare Bitumenprodukte	20
Studien	
Studie zur Krebshäufigkeit bei Bitumenarbeitern	22
Inhalationsstudie	23
Dermale Resorption von Emissionen aus heißem Bitumen	24
Dermale Resorption bei Kontakt mit kaltem Bitumen	25
Arbeitsmedizinische Betreuung der Gussasphaltarbeiter	26
Humanstudie Bitumen	27
Weiteres zu Bitumen	
Bitumen in der Umwelt	30
Bitumen in Räumen	30
Wassergefährdung	30
Transport	30
Anhang	31
Literatur	32
Ansprechpartner	33



Der Gesprächskreis BITUMEN

Der Gesprächskreis BITUMEN ermittelt mögliche Gefahren und die notwendigen Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Bitumen und bitumenhaltigen Produkten. Im Gesprächskreis sind alle Institutionen und Verbände vertreten, die selbst oder deren Mitgliedsunternehmen für den Umgang mit Bitumen und bitumenhaltigen Materialien verantwortlich sind (Adressen und Ansprechpartner s. letzte Seite). Damit ist zum einen die vollständige Bearbeitung der Thematik gewährleistet, zum anderen ist der Gesprächskreis BITUMEN der kom-

petente Ansprechpartner zu allen Fragen des Gesundheitsschutzes beim Umgang mit Bitumen und bitumenhaltigen Materialien.

Der Gesprächskreis BITUMEN wurde 1997 auf Anregung des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung gegründet. Er initiiert und koordiniert umfassende Untersuchungen über Expositionen, mögliche Gefährdungen durch Bitumen bzw. Dämpfe und Aerosole aus Bitumen und die notwendigen Schutzmaßnahmen. Mit diesem Sachstandsbericht werden die bisher vorliegenden Ergebnisse der Arbeiten des Gesprächskreises mit oft nur Fachleuten bekannten Fakten zu Bitumen zusammengefasst und der interessierten Öffentlichkeit zu Verfügung gestellt.

Darüber hinaus werden die laufenden Arbeiten dargestellt und die noch zu erledigenden Aufgaben aufgezeigt.

Der Gesprächskreis BITUMEN ist inzwischen national und interna-

tional anerkannt. Die europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz hat 2003 den Gesprächskreis mit einem „Good Practice Commendation“ ausgezeichnet.

Bitumen – was ist das?

Bitumen kommt in der Natur als Bestandteil von Asphalt (tritt z.B. auf der Insel Trinidad als natürlicher Rohstoff in Form des bekannten Asphaltsees an die Erdoberfläche) und Asphaltgesteinen vor, die sich in langen geologischen Zeiträumen durch Verdunsten der leichter siedenden Anteile des Erdöls gebildet haben. Aufgrund seiner Herkunft besteht Bitumen hauptsächlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff.

Der weitaus größte Teil des industriell eingesetzten Bitumens fällt bei der Mineralölverarbeitung an. Es ist die Fraktion des Erdöls, die nach dem Abdestillieren der verdampfbaren Anteile zurückbleibt. Je nach Herstellungsverfahren unterscheidet man Destillationsbitumen, Hochvakuumbitumen, Oxidationsbitumen oder polymermodifiziertes Bitumen. Im Straßenbau wird zu geringen Teilen auch Naturasphalt eingesetzt.

Bitumen ist nicht mit Teer zu verwechseln, der als Pyrolyseprodukt (Verkokungsprodukt) bei der thermischen Behandlung von Stein- oder Braunkohle bei 700 bis 1200 °C entsteht.



Bitumensorten

Die unterschiedlichen Bitumensorten und die wesentlichen bitumenhaltigen Produkte werden in der DIN EN 12597 definiert und begrifflich beschrieben. Der mit Abstand größte Teil des Bitumens wird im Straßenbau eingesetzt. Hierfür werden fünf Sorten Destillationsbitumen gemäß DIN EN 12591 eingesetzt. (Tabelle 1).

Die Zahlenwerte geben den Bereich der Härte des Bitumens an. Die Zahlen bedeuten, dass die Penetration einer Bitumensorte zwischen diesen festgelegten Grenzwerten z.B. 160 und 220 liegen muss. Die Penetration ist die Eindringtiefe in 1/10 mm einer 2,5 g schweren Nadel nach 5 sec bei 25°C in eine Bitumenprobe.

Destillationsbitumen erhält man durch Destillation von Erdöl unter vermindertem Druck bei ca. 360°C. Hochvakuum- und Hartbitumen entstehen bei der Weiterbehandlung von Destillationsbitumen. Sie sind härter als Destillationsbitumen.

DIN 1995 Teil 1	DIN EN 12 591
B 200	160/220
B 80	70/100
B 65	50/70
B 45	30/45
B 25	20/30

Tabelle 1:
Bitumensorten nach DIN

Oxidationsbitumen werden durch Einblasen von Luft bei ca. 250°C hergestellt. Sie werden mit zwei Zahlenangaben bezeichnet, von denen die erste den mittleren Erweichungspunkt (Ring- und Kugelverfahren DIN EN 1427) und die zweite die mittlere Penetration (DIN EN 1426) innerhalb festgelegter Grenzen angibt. Z.B. Oxidationsbitumen 85/25: Erweichungspunkt 80 bis 90°C, Penetration 20 bis 30 1/10 mm.

Polymermodifizierte Bitumen (PmB) erhält man durch chemische Vernetzung von Destillationsbitumen mit Polymeren.

Beim maschinellen Einbau von Gussasphalt kann ein Teil des Bitu-

mens durch Naturasphalt ersetzt werden. Der in Deutschland am häufigsten eingesetzte Trinidad-Asphalt wird im Tagebau aus dem „Pitch Lake“ in Trinidad abgebaut. Bei 170°C wird das aus Bitumen, mineralischen und flüchtigen Anteilen bestehende Abbauprodukt verflüssigt. Dabei gibt es etwa 30 % ab. Verschifft und im Asphaltbau eingesetzt wird Trinidad-Epuré, das aus Mineralstoffen sowie zu etwa 55 % aus Bitumen besteht.

Bitumen und Teer

Bitumen und Teer werden immer noch verwechselt und es wird vielfach kein Unterschied zwischen diesen beiden Stoffen gesehen (Glet, 1996). Alles was schwarz ist wird als Teer, oder, wenn die Substanz flüssig ist, als Pech bezeichnet. Dies führte und führt noch immer dazu, dass Gefahren beim Umgang mit Bitumen gesehen werden, die nachweislich nur beim

	Teer, Pech	Bitumen
Farbe	schwarz	schwarz
Herkunft	Kohle	Erdöl
Herstellung	Pyrolyse	Destillation (nicht pyrolytisch)
BaP-Gehalt	ca. 5.000 mg/kg (nach IARC bis 1,4 %!)	max. 5 mg/kg
Phototoxische Reaktionen	Teer kann in Verbindung mit Sonnenstrahlung Hauterkrankungen und -verfärbungen verursachen	bei Bitumen nicht bekannt
Hautkrebs	teerverursachte Hautkrebskrankungen werden als Berufskrankheit anerkannt	bei Bitumen nicht bekannt

Tabelle 2:
Teer und Bitumen im Vergleich



Abfüllen von Gussasphalt

Umgang mit Pech oder Teer auftreten. Insbesondere gilt dies für den Gehalt an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, sowie deren Leitsubstanz, dem Benzo[a]pyren (BaP).

Seit 1983 wird Bitumen begrifflich strikt von Teer getrennt. Die DIN EN 12 597 beschreibt nur noch Bitumen und bitumenhaltige Produkte.

Tabelle 2 listet die (optischen) Gemeinsamkeiten sowie vor allem die wesentlichen Unterschiede zwischen Teer und Bitumen auf.

Auch die BaP-Konzentrationen bei Ausbrucharbeiten von Teerklebern (50 bis deutlich über 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und dem bitumenhaltigen Guss-

asphalt (0,099 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) machen die Unterschiede von Teer und Bitumen deutlich.

Verwendung von Bitumen

Bitumen ist ein sehr alter Baustoff. Schon die Sumerer, Babylonier und Assyrer benutzten es mit Sand gemischt für die verschiedensten Anwendungen. Der industrielle Einsatz von Bitumen begann im 19. Jahrhundert mit der Zunahme des motorisierten Verkehrs. Die Einsatzbereiche von Bitumen können grundsätzlich unterschieden werden in Heiß- und Kaltverarbeitung. Bei der Kaltverarbeitung wird Bitumen in Lösemitteln gelöst oder als Emulsion verarbeitet.

Bei der Heißverarbeitung wird – z.B. bei der Herstellung von Bitumenbahnen – in stationären Anlagen erhitztes Bitumen auf ein Trägermaterial aufgebracht. Diese Bitumenbahnen können auf Baustellen u.a. durch Schweißen mittels Gasbrenner oder durch Einlegen in Heißbitumen verarbeitet werden. Heißflüssige Massen auf Bitumenbasis werden auch zum Vergießen von Fugen oder zum Verkleben von Dämmstoffen verwendet.

Die mit Abstand größte Menge des Bitumens geht in den Asphalt-Straßenbau (Tabelle 3). Walzasphalt enthält ca. 5 % Bitumen als Bindemittel und 95 % Mineralstoffe. Neben Walzasphalt wird auch Gussasphalt eingesetzt, z.B. als Bestandteil der Abdichtung, als Deckschicht im Straßen- und Brückenbau oder als Estrich im Wohn- und Industriebau. Gussasphalt hat einen höheren Bitumenanteil (6,5–8 %).

Vor allem beim maschinell eingebauten Gussasphalt kann ein Teil des Bitumens durch Trinidad-Asphalt ersetzt werden.

	1998		2005	
	tonnen	prozent	tonnen	prozent
Walzasphalt	2.500.000	74,5 %	2.387.000	79,2 %
Bitumenbahnen	700.000	20,9 %	429.000	14,2 %
Kaltbitumen	100.000	3,0 %	98.000	3,3 %
Gußasphalt, Handeinbau	32.000	1,0 %	18.000	0,6 %
Gußasphalt, maschineller Einbau	17.000	0,5 %	16.000	0,5 %
Heißbitumen	4.000	0,1 %	–	–
sonstige Industriebereiche			66.000	2,2 %
gesamt	3.353.000	100,0 %	3.040.000	100,0 %

Tabelle 3:
Einsatzgebiete von Bitumen in Deutschland (Tonnen pro Jahr bzw. Prozent)

2-Ringsysteme

Naphthalin
Acenaphthen
Acenaphthylen
1-Benzothiophen*

3-Ringsysteme

Anthracen
Dibenzothiophen*
Fluoren
Phenanthren

4-Ringsysteme

Benzo[a]anthracen
Benzo[b]naphtho-[2,1-d]-
thiophen*
Fluoranthen
Chrysen

5-Ringsysteme

Benzo[a]pyren (BaP)
Benzo[e]pyren
Benzo[b + k]fluoranthen
Dibenz[a,h]anthracen
Pyren

6-Ringsysteme

Benzo[g, h, i]perylen
Indo[1, 2, 3-cd]pyren



Asphaltemischanlage

Emissionen aus Bitumen

Bitumen besteht aus vielen hundert Stoffen, einem Gemisch höherer Kohlenwasserstoffe und heterocyclischer Verbindungen (Kohlenwasserstoffe mit anderen Atomen wie Schwefel, Stickstoff oder Sauerstoff). Neben Kohlenstoff und Wasserstoff sind daher auch Schwefel (bis zu 8 Massen %), Stickstoff (etwa 0,5 Massen %) und Sauerstoff (1-2 Massen %) Bestandteile des Bitumens.

Diskutiert wird meist der Anteil an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK; Abb. 1).

Daher wurden die Gehalte an PAK sowie einiger schwefelhaltiger bzw. stickstoffhaltiger PAK (S-PAK und N-PAK) in den in Deutschland verwendeten Bitumen sowie in Trinidad-Epuré ermittelt.

Die untersuchten PAK entsprechen der von der amerikanischen Umweltbehörde EPA getroffenen Auswahl und werden weltweit als Leitsubstanzen dieser Gruppe angesehen (EPA-PAK).

Tabelle 4 gibt die Gehalte üblicherweise in Deutschland eingesetzter Bitumensorten an PAK sowie einiger S-PAK an. Die stickstoffhaltigen N-PAK Acridin, Benzo[h]chinolin, Benzo[c]chinolin und 2-Naphthyl-

Abbildung 1:
Untersuchte PAK und S-PAK* in
Bitumen und Trinidad-Epuré

Bitumensorte (neue Bezeichnung in Klammern)	Gehalt (mg/kg)		Emissionen (bei 180 °C)		
	EPA-PAK	BaP	Gesamt (mg/h)	EPA-PAK (µg/h)	BaP (µg/h)
HB 90/100 (Hartbit 90/100)	30,0	1,2	6,6	26,3	0,1
B 45 (B 30/45)	29,8	2,1	13,0	22,7	0,1
B 65 (B 50/70)	26,7	1,7	2,2	3,7	nn
B 80 (B 70/100)	25,6	1,4	3,5	6,6	nn
B 200 (B 160/220)	32,1	1,8	7,0	4,1	nn
B 85/25 (Ox Bit 85/25)	52,2	1,7	25,1	52,9	0,2
B 95/35 (Ox Bit 95/35)	93,5	2,7	37,2	79,0	0,3
Trinidad-Epuré	33,8	2,0	42,6	10,3	0,1

Tabelle 4:
Gehalte und Emissionen (180 °C) der PAK und S-PAK der Abbildung 1 in verschiedenen Bitumensorten sowie Trinidad Epuré bei Laborversuchen aus einer 100 g Probe (nn: nicht nachweisbar)

amin konnten in keiner Probe nachgewiesen werden.

Bei Temperaturen unter 80°C traten praktisch keine Emissionen aus Bitumen auf, auch bei 150°C liegen die Emissionen nur bei ca. 1 mg/h. Bei 180°C wurden merkliche Emissionen festgestellt. Die Emissionsraten der PAK und S-PAK bei 180°C für 100 g Probe sind ebenfalls Tabelle 2 zu entnehmen. Bei 250°C (Einbautemperatur von Gussasphalt) traten höhere Emissionen auf. Die Untersuchungsberichte sind auf der Webseite des Gesprächskreises zu finden.

Bitumendämpfungsfolien

In Kraftfahrzeugen werden bitumenhaltige (20-30 % Bitumen) Folien eingebaut, um die Schwingungen der Karosserie zu dämpfen. Die Emissionen aus diesen Bitumendämpfungsfolien wurden bei praxisorientierten Temperaturen untersucht.

Die PAK-Luftmessungen erfolgten unter standardisierten Bedingungen in einem geschlossenen Umluftwärmeschrank von 3,64 m³ Rauminhalt bei Ofentemperaturen von 60, 80, 100 und 120°C über eine Zeitspanne von 4 Stunden. Es wurde jeweils ein kompletter Satz Dämpfungsfolien von 12,02 kg, der serienmäßig im Fahrgastraum eines PKW eingebaut wird, den einzelnen Temperaturen unterworfen.

Die gemessenen PAK-Konzentrationen rangieren in den meisten Fällen im Bereich der Nachweisgrenze von ca. 10 ng/m³ bzw. geringfügig darüber. Von Benzo[a]pyren (BaP) wurden im Bereich von 80-120°C Ofentemperatur 0,05-0,09 µg/m³ gemessen. Dibenz[a,h]anthracen, die Komponente mit dem höchsten krebserzeugenden Potential, konnte selbst bei der Temperatur von 120°C lediglich in der Aerosolphase im Bereich der Nachweisgrenze ermittelt werden. Im Falle von Naphthalin betragen die höchsten bei 120°C gemessenen Konzentrationen 16,5 µg/m³.

Der Bericht zu der von der CWW-Gerko-Akustik GmbH in Auftrag gegebenen Studie ist auf der Webseite des Gesprächskreises zu finden.

In einer weiteren Untersuchung wurden die Emissionsverhältnisse beim Heißeinbau von Bitumenschmelzfolien in einem Wärmetrockenschrank nach drei vorgegebenen Prüfabläufen simuliert. Den Versuchsreihen lagen die Temperaturen und Zeiten zugrunde, die im PKW-Werk praktiziert werden. Die Maximaltemperatur während einer Probenahmezeit von 240 min betrug 190°C.

Die Untersuchungen zeigen, dass bei den vorgegebenen Temperaturprofilen PAK bereits ab 125°C emittiert werden. Dabei haben Temperierungszeiten von 25 bis 100 min keinen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Konzentrationen. Merklich gesteigerte PAK-Emissio-

nen können bei 240 min festgestellt werden, die vorwiegend durch die leichter flüchtigen PAK hervorgerufen werden, insbesondere Naphthalin. Die schwerer flüchtigen PAK wie BaP lassen sich nicht oder nur im Bereich der Nachweisgrenze bestimmen.

Wie erwartet ändert der Temperatursprung von 125°C auf 190°C bei einer Temperierungszeit von nur 25 min das PAK-Emissionsverhalten deutlich. So resultiert beispielsweise eine um ca. 170 % gesteigerte Konzentration aller aufsummierten PAK.

Die zur Überprüfung des zeitabhängigen Emissionsverlaufs bei konstanter Temperatur von 125°C durchgeführten Messungen zeigen im Fall der PAK-Gesamtemission bzw. des Naphthalins eine lineare Abhängigkeit (Abb. 2). Die Benzo[a]pyren-Emissionen folgen dieser Linearität insofern nicht, da bei der o. g. Temperatur die Verdampfungstendenz dieser Komponente unbedeutend ist. Die Konzentrationen liegen im Bereich der Nach-

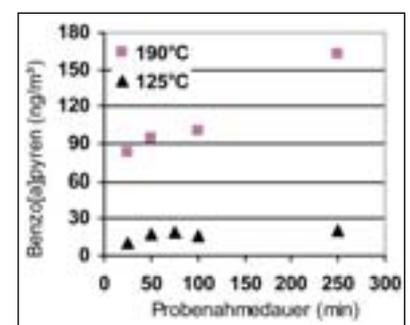


Abbildung 2:
BaP-Emissionen aus Bitumendämpfungsfolien

weisgrenze und sind daher starken Schwankungen unterworfen.

Einen vergleichbaren linearen Verlauf mit jedoch wesentlich höheren Emissionen zeigen die konstant bei max. 190 °C vorgenommenen Emissionsversuche. Auch in diesem Prüfablauf ist eine Linearität der emittierten PAK-Komponenten von der Temperierungszeit festzustellen, die in diesem Fall Benzo[a]pyren einschließt (Abb. 2). Bei einer Probenahmezeit von 240 min beträgt die Naphthalin-Konzentration ca. 54 µg/m³, die entsprechende Benzo[a]pyren-Konzentration liegt bei 164 ng/m³.

Der vollständige Bericht zu dieser von der Daimler Chrysler AG finanzierten Studie ist auf der Webseite des Gesprächskreises zu finden.

Expositionen beim Verarbeiten von Bitumen

Die beim Verarbeiten von Bitumen oder bitumenhaltigen Produkten auftretenden Expositionen gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen hängen vom Verfahren ab.

Da unterhalb 80 °C keine messbaren Emissionen auftreten, ist bei der Kaltverarbeitung nicht mit Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen zu rechnen. Hier besteht lediglich die Möglichkeit, dass es durch Verschmutzungen zu Hautkontakt mit dem in Lösemitteln ge-

lösten oder in Wasser dispergierten Bitumen kommt.

Bei der Heißverarbeitung wird Bitumen erhitzt, so dass Dämpfe und

Aerosole auftreten. Die Höhe der Emissionen ist abhängig von der Verarbeitungstemperatur, die bei Walzasphalt bis 180 °C und beim Gussasphalt bis 250 °C beträgt.

Arbeitsverfahren	Anzahl	95%-Wert
Herstellen von Bitumen	17	2,6 mg/m ³
Herstellen von Asphalt		
Leitstand	8	0,8 mg/m ³
Außenbereich	6	0,7 mg/m ³
In der Anlage	52	30,7 mg/m ³
Transport von Asphalt	14	4,3 mg/m ³
Walzasphalt		
Fertigerfahrer	115	6,5 mg/m ³
Bohlenführer	141	10,4 mg/m ³
Walzenfahrer	42	2,6 mg/m ³
Fugenverguss mit Heißbitumen	40	4,1 mg/m ³
Gussasphaltarbeiten, händisch		
Abfüllen im Freien	50	14,6 mg/m ³
Abfüllen im Raum	49	24,1 mg/m ³
Transport mit Karre im Raum	73	49,6 mg/m ³
Transport mit Eimer im Raum	75	7,7 mg/m ³
Glätten im Raum	227	34,0 mg/m ³
Glätten im Freien	20	8,1 mg/m ³
Gussasphaltarbeiten, maschinell		
Zapfer, im Freien	64	57,8 mg/m ³
Zapfer, im Raum	9	22,9 mg/m ³
Bohlenführer, im Freien	90	38,2 mg/m ³
Bohlenführer, im Raum	22	40,2 mg/m ³
Splittstreuer im Freien	6	3,9 mg/m ³
Glätter, im Freien	46	10,0 mg/m ³
Glätter, im Raum	17	6,5 mg/m ³
Herstellen von Bitumendämpfungsfolien	10	5,4 mg/m ³
Herstellen von Bitumenbahnen	37	4,3 mg/m ³
Dachdeckerarbeiten		
Heißverschweißen von Bitumenbahnen	80	8,8 mg/m ³
Heißvergießen von Bitumen	102	9,8 mg/m ³

Tabelle 5:
Expositionen gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen bei der Heißverarbeitung (95-Perzentile und Anzahl der Messungen)

Über tausend Messungen an Arbeitsplätzen haben die in Tabelle 5 angegebenen Expositionen ergeben. Die Messungen erfolgten mit dem GGP-System. Bei einer Durchflussrate von 3,5 l/min werden die Aerosole in einem 37 mm Glasfaser-Filter gesammelt, die Dämpfe in 3 g Amberlite™ XAD-2 adsorbiert. Filter und XAD-2 werden mit Tetrachlorethylen extrahiert und mit IR analysiert.

Die in der Tabelle aufgeführten Expositionen sind als Maximalwerte anzusehen, da das Messverfahren auch andere Kohlenwasserstoffe erfasst (z.B. aus dem Straßenverkehr).

Die in Einzelfällen durchgeführten Untersuchungen zur Exposition gegenüber polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen ergaben Werte von maximal 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Benzo[a]pyren.

Bei Walz- und insbesondere Gussasphaltarbeiten können die Expositionen durch Einbau bei abgesenkten Temperaturen deutlich verrin-

gert werden (s. Kapitel „Absenkung der Einbautemperatur von Asphalt“).

Grenzwerte für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen

Im Herbst 1996 wurden in Deutschland erstmals Luftgrenzwerte für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung festgelegt: für die Verarbeitung in Innenräumen 20 mg/m^3 und für alle übrigen Arbeiten 15 mg/m^3 .

Da die zur Festlegung der Grenzwerte herangezogene Datenbasis kurzfristig geschaffen und zum Teil sehr dürftig war, hat der Gesprächskreis BITUMEN Arbeitsplatzmessungen koordiniert, die Grundlage für ein umfassendes Bild der Expositionen gegenüber mit Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen bei der Heißverarbeitung bilden.

Die Ergebnisse der Messungen werden in elf Expositionsbeschreibungen dokumentiert (Tabelle 6).

Die in den Expositionsbeschreibungen dargestellten Verhältnisse zeigen, dass die Aufteilung des Grenzwertes auf Innen- und Außenarbeiten nicht gerechtfertigt ist. Es wird deutlich, dass die Expositionen an fast allen Bitumen-Arbeitsplätzen unter 10 mg/m^3 liegen, außer bei Gussasphaltarbeiten (Tabelle 5).

Anhand dieser Messergebnisse hat der Ausschuss für Gefahrstoffe auf Vorschlag des Gesprächskreises im Mai 2000 10 mg/m^3 als neuen Grenzwert für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung festgelegt. In der Erläuterung zum Grenzwert heißt es

Der Luftgrenzwert für Gussasphaltarbeiten wird vorläufig ausgesetzt. Im Herbst 2002 wird der UA V des AGS erneut über diesen Luftgrenzwert beraten. Neue Messergebnisse zu Gussasphaltarbeiten sind der Geschäftsstelle des AGS bis zum 30. Juni 2002 mitzuteilen. Bei den Fertigerfah-

Fertiger mit Fertigerfahrer und Bohlenführer



Herstellen von Bitumendämpfungsfolien
Fugenverguss mit Heißbitumen
Heißverarbeiten von Bitumen im Gießverfahren
Schweißen von Bitumenbahnen
Herstellung und Transport von Bitumen
Herstellung und Beförderung von Asphalt
Verarbeiten von Walzasphalt im Straßenbau
Verarbeiten von Gussasphalt von Hand im Wohn- und Industriebau
Maschinelles Verarbeiten von Gussasphalt
Herstellen von Bitumendach- und -dichtungsbahnen

*Tabelle 6:
Beschreibung der Expositionen gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen (auf der Webseite des Gesprächskreises abrufbar)*

ren bzw. Kolonnenführern im Straßenbau werden auf Grund von witterungsbedingten starken Schwankungen im Einzelfall Konzentrationen bis zu 12 mg/m^3 (Stand der Technik) erreicht. Den Aufsichtsbehörden wird empfohlen, in diesen Fällen Messergebnisse beim Fertigerfahrer bzw. Kolonnenführer bis zu 12 mg/m^3 zu tolerieren.

Der Ausschuss für Gefahrstoffe hatte damit anerkannt, dass damals niedrigere Expositionen bei Gussasphaltarbeiten nicht zu erreichen waren.

Wesentliche Gründe für den Ausschuss für Gefahrstoffe, die relativ hohen Expositionen der Gussasphaltarbeiter zu tolerieren waren die Zusage, diese Beschäftigten besonders intensiv zu betreuen (s. „Untersuchungen der Gussasphaltarbeiter“ und „Humanstudie Bitumen“) sowie die Aussicht, in absehbarer Zeit deutliche Expositionsminderungen bei diesen Arbeiten durch den Einbau von Asphalt bei

abgesenkten Temperaturen (s. „Absenkung der Einbautemperatur von Asphalt“) erwarten zu können.

Auf Antrag des Gesprächskreises hat der Ausschuss für Gefahrstoffe 2002 eine Verlängerung des Aussetzens des Grenzwertes bis 2007 beschlossen. Ab 2008 müssen die Expositionen gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen auch bei Gussasphaltarbeiten in der Größenordnung der bei den anderen Arbeiten mit heißem Bitumen vorherrschenden Werte liegen.

Diese Luftgrenzwerte für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung waren technisch begründet (TRK-Werte), d.h. sie orientierten sich am Stand der Technik. Für solche Stoffe gilt das Minimierungsgebot, da nicht klar ist, ob bei Einhaltung solcher Grenzwerte nicht doch gesundheitliche Probleme bei den betroffenen Beschäftigten auftreten.

Mit der neuen Gefahrstoffverordnung wurden am 1. Januar 2005

alle technisch bedingten Grenzwerte ausgesetzt, auch der Grenzwert für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung.

Der Gesprächskreis hat daraufhin alle Expositionsbeschreibungen der neuen Gesetzeslage angepasst. Im Wesentlichen wurde (außer bei Gussasphaltarbeiten) festgestellt, dass ohne weitere Schutzmaßnahmen gearbeitet werden kann. In den Expositionsbeschreibungen für Gussasphaltarbeiten heißt es, dass die Expositionen zu hoch sind und der Einbau bei abgesenkten Temperaturen erfolgen sollte.

Die Expositionsbeschreibungen sind auf der Webseite des Gesprächskreises in deutscher und englischer Sprache verfügbar. Mit diesen Beschreibungen ist der Arbeitgeber in der Lage, ohne weitere Messungen eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.

Diese Vorgehensweise wurde von Dr. Rainer Arndt von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ausdrücklich begrüßt: „Es ist erfreulich, dass der Gesprächskreis BITUMEN so schnell die Intension der neuen Gefahrstoffverordnung aufgegriffen hat. Mit diesen Expositionsbeschreibungen werden Aussagen zu Expositionen eines Stoffes ohne Grenzwert und zu den Schutzmaßnahmen getroffen. Damit hat der Unternehmer Hilfen an der Hand, die Gefährdung der Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit zu verringern. Positiv ist auch, dass weiterhin Wert auf den Einsatz der Niedrigtemperatur-Asphalte gelegt wird.“



Einbau von Walzasphalt

Herstellen und Transport von Bitumen

Bitumen wird in Deutschland in ca. 9 Raffinerien hergestellt. Die Herstellung von Bitumen erfolgt in geschlossenen Anlagen, auch die Verladung geschieht bis zum Austritt aus dem Verladerohr in einer geschlossenen Anlage. Eine Exposition ist lediglich bei der Probenahme (drei Proben pro Schicht) und beim Öffnen des Kesselwagens bzw. eines anderen Fahrzeugs und der Einführung des Füllrohres möglich.

Bitumen wird über geschlossene Systeme in Straßentankwagen gefüllt und unterhalb seines Flammpunktes transportiert (bei ca. 200 °C). Beim Verarbeiter wird das Bitumen ebenfalls über geschlossene Leitungssysteme in den Lagertank gepumpt.

Herstellen und Transport von Asphalt

Asphalt wird in überwiegend stationären Asphaltmischwerken her-

gestellt (in Deutschland gibt es etwa 700 Asphaltmischwerke, in der Regel mittelständische Betriebe).

Die Gesteinskörnungen – ausgenommen Steinmehl – werden in Trockentrommeln getrocknet und auf bzw. etwas über Verarbeitungstemperatur des herzustellenden Mischgutes erhitzt (190 bis 300 °C). Die erhitzten Gesteinskörnungen werden auf Körnungen abgesiebt, in Silos über dem Mischer zwischengelagert und dann entsprechend der Sollzusammensetzung für die einzelnen Chargen in den Mischer dosiert. Die Temperatur der Gesteinskörnungen muss etwas über der Verarbeitungstemperatur liegen, da das Steinmehl kalt – in Einzelfällen auf etwa 80 bis 100 °C vorerwärmt – zugegeben wird. Die unterschiedlichen Bitumensorten lagern heißflüssig (bei Temperaturen unter 200 °C) in Lagertanks und werden in den Mischer dosiert.

Walzasphalte werden heiß entweder in geschlossenen Thermofahrzeugen oder auf mit Planen abgedeckten LKW-Ladeflächen zur Einbaustelle transportiert.

Gussasphalt wird direkt nach der Herstellung in beheizte Rührwerks-

kessel übernommen und zur Einbaustelle gefahren. Die Rührwerkskessel sind mit thermostatgesteuerten Heizeinrichtungen versehen. Die Fahrer haben darauf zu achten, dass die Temperatur des Gussasphaltes die optimale Verarbeitungstemperatur nicht übersteigt. Diese ist abhängig von der Härte des eingesetzten Bitumens und der vom Anwendungsfall abhängigen Härteklasse des Gussasphaltes. Die optimalen Verarbeitungstemperaturen liegen zwischen 230 °C für Gussasphalte mit Bitumen 30/45 (für den Straßenbau oder generell den Einbau im Freien) und 250 °C für Gussasphalte mit Hartbitumen (für den Einsatz als Estrich).

Einbau von Walzasphalt

Walzasphalt – der klassische Straßenbaustoff – wird in Deutschland von ca. 3000, meist mittelständischen Firmen eingebaut. Walzasphalte (Einbautemperatur bis 180 °C) werden überwiegend im Freien und hier überwiegend maschinell auf Straßen, Wegen, Plätzen, Flugpisten und im Wasserbau zum Küstenschutz, auf Staudämmen und in Pumpspeicherbecken sowie zur Abdichtung von Deponien verarbeitet. Gelegentlich werden Walzasphalte auch in großen Hallen eingebaut.

Der Asphalt wird vom LKW direkt in den Kübel des Fertigers gegeben.

Mit dem Fertiger wird der Asphalt mittels einer in der Regel beheizten

Bohle auf der Fahrbahn verteilt und vorverdichtet. Nach dem Einbau wird die Asphaltsschicht durch Straßenwalzen verdichtet.

Der Fertiger wird von einer über der Bohle offen liegenden Bühne durch den Fahrer gesteuert. Die Exposition des Fertigerfahrers ist vor allem abhängig von Windstärke und -richtung und unterliegt daher starken Schwankungen. Bestrebungen, den Fertigerfahrer durch Kabinen oder andere Maßnahmen vor den Expositionen durch Dämpfe und Aerosole aus Bitumen zu schützen, waren in Deutschland nicht erfolgreich. Da eine permanente Kontrolle der Bewegungen des Fertigers notwendig ist, muss der Fertigerfahrer über ausreichend Bewegungsfreiheit und Übersicht verfügen. Dies ist durch Kabinen nicht zu gewährleisten, es sei denn, sie würden über den Fertiger hinausragen. Dann allerdings wäre die Bewegungsfreiheit des Fertigers sehr eingeschränkt. Zudem verschmutzen Fenster sehr schnell, so dass der Fertigerfahrer keine Sicht mehr u.a. auf die Bohle hat. Der Einbau von Kabinen wäre nach einer entsprechenden Entwicklungszeit ohnehin nur bei neuen Fertigern möglich. Der Bestand der über ca. 4.000 Fertiger ist nicht nachzurüsten, eventuelle Kabinen würden daher nur einen Bruchteil der Fertigerfahrer schützen.

Die Konzentrationen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen beim Verarbeiten von Walzasphalt sind stark wetterabhängig, insbesondere Windrichtung und -stärke sind maßgeblich für die Belastung der

Beschäftigten. Fertigerfahrer und Kolonnenführer sind am stärksten exponiert. Die Exposition des Walzenfahrers ist deutlich niedriger (unter 3 mg/m^3), da der Asphalt zum Zeitpunkt des Verdichtens etwas abgekühlt ist.

Einbau von Gussasphalt

Gussasphaltestriche werden für Bodenbeläge in Werkhallen, auf Parkdecks und in Wohnungen verwendet. Gussasphaltarbeiten werden von etwa 100 überwiegend klein- und mittelständischen Betrieben durchgeführt. Der Transport des Gussasphalts vom Asphaltmischwerk an die Baustelle erfolgt in beheizten Rührwerkskesseln.

Beim Einbau von Hand wird der Gussasphalt vom Rührwerkskessel entweder in Holzeimern, in beheizten Dumpfern (dieselgetriebene

Kleintransporter) oder mit Schubkarren zur Einbaustelle transportiert. Die Eimer werden zur Einbaustelle getragen und dort entleert. Die Dumper fahren möglichst nahe an die Einbaustelle heran, wo der Gussasphalt ggf. mit Schubkarren weiter transportiert wird. Der Gussasphalt wird von Hand verteilt und mit dem Streichbrett geglättet.

Beim maschinellen Einbau wird der Gussasphalt vom Rührwerkskessel direkt vor den Fertiger gegeben. Der Einbau erfolgt mit Einbaubohlen.

Die Konzentrationen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen beim Verarbeiten von Gussasphalt sind auf Grund der hohen Einbautemperatur von ca. 250°C höher als beim Walzasphalt. Beim Abfüllen vom Rührwerkskessel für den manuellen Einbau sowie beim Transport mit dem Eimer liegen die Expositionen bei 10 mg/m^3 .

Glätten von Gussasphalt



Das Abfüllen vom Dumper in Räumen (ca. 30 mg/m³) ist ebenso wie der Transport mit Schubkarren (über 50 mg/m³) mit deutlich höheren Expositionen verbunden.

Beim Glätten in Räumen liegen die Expositionen bei etwa 35 mg/m³, beim Glätten im Freien unter 10 mg/m³. Neben den Lüftungsverhältnissen spielen die Verarbeitungstemperatur sowie ggf. Beeinflussungen durch Trennmittel beim manuellen Einbau von Gussasphalt eine wichtige Rolle.

Beim maschinellen Einbau führt die relativ große Menge von Gussasphalt und die hohe Einbautemperatur zu noch höheren Expositionen an Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen (bis 60 mg/m³).

Fugenverguss mit Heißbitumen

Fugen zwischen Betonflächen werden mit Heißbitumen ausgegossen um eine elastische Verbindung zu schaffen. Das Bitumen wird hierzu aus einem Heizkessel über eine Schlauchleitung zu einer Düse geführt und direkt in die Fuge gesprüht.

Die Bitumentemperatur beträgt zwischen 160 und 170° C. Beim Fugenverguss mit Heißbitumen besteht eine geringe Exposition mit Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen (ca. 4 mg/m³).

Herstellen von Bitumendämpfungsfolien

Bitumendämpfungsfolien werden in Kraftfahrzeugen zur Dämpfung von Schwingungen der Karosserie eingebaut. Die Dämpfungsfolien werden in teilgekapselten abgesaugten Fertigungsstraßen hergestellt.

Das Bitumen wird hierzu mit Zuschlagsstoffen bei etwa 160°C vermischt und das Gemisch bei etwa 130°C zu Folien auskalandriert, mit Kleber und Versiegelung ausgerüstet und gestanzt. Die Expositionen der Beschäftigten bei diesen Fertigungen sind sehr niedrig (ca. 5 mg/m³).



Bitumenfolien für Pkw

Herstellen von Bitumenbahnen

Für die Herstellung von Dach- und Dichtungsbahnen aus Bitumen und polymermodifiziertem Bitumen (im folgenden Bitumen-

bahnen genannt) wird nach dem Straßenbau die zweitgrößte Menge Bitumen verwendet. Bitumenbahnen werden in etwa 25 mittelständischen Firmen in teilgekapselten, abgesaugten Fertigungsstraßen hergestellt.

Das Bitumen wird hierzu mit Zuschlagsstoffen bei etwa 160°C vermischt und das Gemisch bei etwa 180-190°C auf die Trägereinlage aufgebracht. Die fertige Bahn wird in einem Abkühlungsgehänge abgekühlt und konfektioniert. Die Expositionen der Beschäftigten bei diesen Fertigungen sind sehr niedrig (ca. 4 mg/m³).

Dachdeckerarbeiten

Bitumenbahnen werden vor allem von Dachdeckern eingesetzt (dem Dachdeckerhandwerk gehören ca. 13.000 Betriebe an, die Mehrzahl der Betriebe hat weniger als 10 Beschäftigte). Die Bitumenbahnen werden heutzutage überwiegend im Schweißverfahren verarbeitet, daneben auch im Kaltselbstklebe- oder Gießverfahren.

Schweißen von Bitumenbahnen

Beim Schweißverfahren werden die Bitumenbahnen mit einem Propangasbrenner (Handbrenner oder maschineller Schweißautomat, Verarbeitungstemperatur ca. 200°C) angeschmolzen und mit dem Untergrund verklebt. Die Expositionen liegen bei etwa 9 mg/m³.

Beim Kaltselfstklebverfahren und bei mechanischen Befestigungsverfahren wie Nageln erfolgt keine Erwärmung; Dämpfe oder Aerosole aus Bitumen entstehen nicht.

Einsatz von Heißbitumen im Gießverfahren

Beim Gießverfahren wird Bitumen mit einer Temperatur von ca. 200°C auf die zu schützende Fläche gegossen. Die Bitumenbahn wird in die heiße Masse gelegt.

Ähnlich wie Bitumenbahnen im Gießverfahren werden auch Dämmstoffe, z.B. aus Schaumglas, mit heißflüssigem Bitumen verklebt (ca. 4.000 t Bitumen pro Jahr). Dabei wird das heiße Bitumen mit Gießkannen ausgegossen und die Schaumglas-Blöcke in das flüssige Bitumen gelegt.



Schweißen von Bitumenbahnen

Die Messungen für Bitumenbahnen und Dämmstoffe zeigen für das Gießverfahren mittels Gießkannen im Freien Expositionen von etwa 10 mg/m³. Dabei sind hier die Aerosol-Anteile deutlich höher als beim Schweißverfahren.

Der früher häufiger durchgeführte Bürstenanstrich mit Heißbitumen als Dichtanstrich hat heute als Abdichtungsmaßnahme kaum noch Bedeutung.

Verbrennungen durch heißes Bitumen

Bitumen ist einer der wenigen Baustoffe, die heiß verarbeitet werden. Natürlich ist bekannt, dass man sich sowohl am Kocher als auch an heißem Bitumen verbrennen kann. Trotzdem geschieht das immer wieder. Abbildung 3 zeigt einen Überblick über die Verbrennungen durch Bitumen in den Jahren 2000 und 2001 (gesamt 386 Fälle). Die mit Abstand meisten Verbrennungen dieser Art erfolgen im Dachdeckergewerbe.

Dachdecker setzen beim Verschweißen von Bitumenbahnen offene Gasbrenner ein oder sie verwenden heißes Bitumen. Das flüssige Bitumen wird vom Kocher in Gießkannen oder Eimern zur Einbaustelle transportiert.

Aufgeführt sind hier nur Verbrennungen, die mindestens drei Tage Arbeitsunfähigkeit zur Folge haben. Die vielen tagtäglich vorkommenden kleinen Verletzungen durch heißes Bitumen sind in diesen Zahlen nicht enthalten.

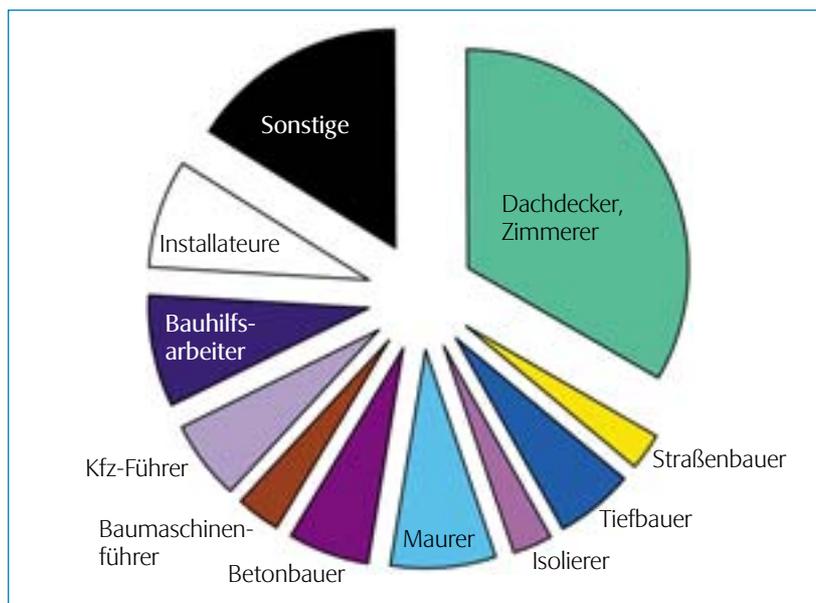


Abbildung 3:
Verteilung der Verbrennungen durch Bitumen auf Berufe

Absenkung der Einbautemperatur von Asphalt

Der Einbau von Asphalt bei abgesenkten Temperaturen ist das Ergebnis konsequenter Weiterentwicklung des als Straßen- oder Brückenbelag sowie als Estrich bekannten Baustoffes. Ein geringer Zusatz ermöglicht Einbautemperaturen, die um 20 bis 40°C niedriger liegen als bei herkömmlichem Walz- oder Gussasphalt. Die Absenkung der Einbautemperatur bedeutet Einsparung von Energie und damit Reduzierung der CO₂-Produktion, weniger Verschleiß an den Mischanlagen und weniger Alterung des Bitumens sowie vor allem eine Verringerung der Exposition der Beschäftigten beim Einbau von Asphalt.

Die Einbautemperatur von Asphalt kann auf verschiedene Weise abgesenkt werden. So kann die Einbautemperatur von Walzasphalt durch die Zugabe von Zeolith abgesenkt werden. Eingesetzt wird ein Zeolith, der in großen Mengen als Phosphatersatzstoff in Waschmitteln Verwendung findet. Zeolithe geben zwischen 100°C und 200°C Wasserdampf ab. Dies führt zu einem Aufschäumeffekt, der die Geschmeidigkeit des Mischgutes verbessert. Auf diese Weise wird die Verarbeitung deutlich (ca. 30°C) unter den üblicherweise verwendeten Temperaturen möglich.

Andere Wege zur Verringerung der Einbautemperaturen erfolgen durch Zugabe organischer Zusätze wie Amid-Wachse oder Paraffine. Diese Methode ist nicht nur bei Walzasphalt, sondern auch bei Gussasphalt einsetzbar, der damit bei Temperaturen bis unter 210°C verarbeitbar bleibt.

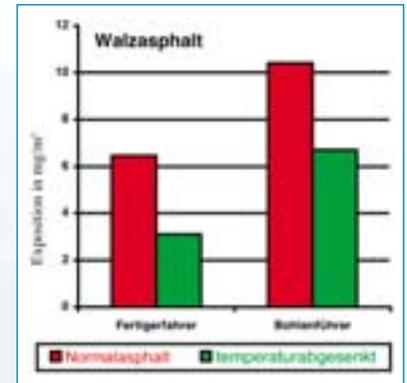
Auf den Baustellen gibt es beim Einbau von Asphalten bei abgesenkten Temperaturen keinen „blue smoke“ mehr, trotzdem lassen sich die Asphalte gut verarbeiten.

Vorteile des Einbaus bei abgesenkten Temperaturen

Der Gesprächskreis BITUMEN sieht als wichtigste Aufgabe die Entwicklung und den Einbau von Asphalt bei abgesenkten Temperaturen zu fördern. Die Asphaltindustrie verspricht sich von dieser Entwicklung

- weniger Dämpfe und Aerosole beim Einbau;
- weniger Emissionen an der Mischanlage;
- geringeren Energieverbrauch;
- geringeren Anlagenverschleiß;
- Reduzierung der CO₂-Produktion;
- Kaum Alterung des Bindemittels bei Produktion und Einbau;
- Verbesserung der Gebrauchseigenschaften des Asphaltes.

Der Einbau von Asphalt bei abgesenkten Temperaturen ist somit nicht nur der Königsweg für den Arbeitsschutz, sondern die Innovation für den Einsatz von Asphalt überhaupt.



Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (www.fgsv.de) hat im Frühjahr 2006 das Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt herausgegeben. Mit diesem Merkblatt hat die Auftragsverwaltung (z.B. Straßenbauämter) die Möglichkeit, diese Asphalte gezielt auszuschreiben. Das Merkblatt wird im Anhang beschrieben.

Deutlich geringere Belastungen der Beschäftigten

Walzasphalte können bei ca. 130°C (statt ca. 160°C) und Gussasphalte bei bis unter 210°C (statt ca. 250°C) eingebaut werden. Diese Einbautemperaturen führen zu deutlich geringeren Belastungen der Beschäftigten (die Abbildungen illustrieren dies anhand der jeweiligen 95-Perzentil-Werte vieler Messungen). Beim Walzasphalt werden die bereits bisher unter 10 mg/m³ liegenden Expositionen noch einmal deutlich abgesenkt.

Beim Gussasphalt sind die Verbesserungen derart drastisch, wie sie noch vor wenigen Jahren undenkbar schienen. Der Ausschuss für

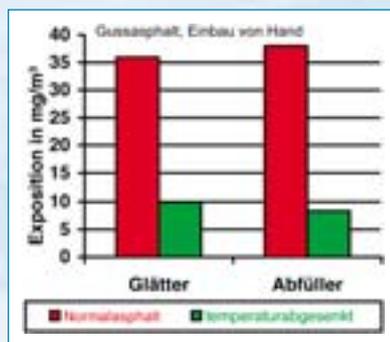


Gefahrstoffe hatte für diese Arbeiten den Grenzwert ausgesetzt, da weder Absaugungen noch persönliche Schutzmaßnahmen wie Atemschutz oder fremdbelüftete Helme wirksam eingesetzt werden können. Mit abgesenkten Temperaturen werden jetzt Expositionen unter 10 mg/m^3 erreicht.

Aus Sicht des Arbeitsschutzes ist der Einbau bei abgesenkten Temperaturen der Königsweg für den Schutz der Beschäftigten beim Umgang mit heißem Asphalt. Dies sieht auch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit so und hat daher die Firmen Mitteldeutsche Hartstein Industrie AG sowie Wilh. Schütz GmbH & Co. KG im Herbst 2002 bei der Verleihung des Deutschen Gefahrstoffschutz-Preises für ihre Entwicklungen auf dem Gebiet der bei abgesenkten Temperaturen eingebauten Asphalte ausgezeichnet.

Weniger Verschleiß

Bitumen ist die letzte Fraktion bei der Erdöldestillation. Diese Destillation verläuft schonend, so dass das Bitumen nicht verändert („gecrackt“) wird. Auch bei der As-



phaltherstellung sollte das Bitumen nicht zu hoch erhitzt werden, damit es nicht „altert“ und seine Eigenschaften erhalten bleiben. Dies ist bei Asphalt, der bei abgesenkten Temperaturen eingebaut wird, gewährleistet. Selbstverständlich werden auch die Asphaltmischanlagen durch geringere Mischtemperaturen weniger beansprucht.

Energieeinsparung und weniger Abgase

Der Energiebedarf kann sich durch Absenken der Mischtemperatur um 30 bis 35°C um 0,8 Liter Heizöl/t Asphalt reduzieren. Bei 60 Mio t Asphalt in Deutschland bedeutet dies ein Energiesparpotential von jährlich fast 50 Mio Liter Heizöl.

Damit liegt auch ein enormes Potential zur Reduzierung der CO₂-Produktion vor. Bei 60 Mio t Asphalt in Deutschland werden jährlich 1,5 Mio t CO₂ produziert; der Einbau bei abgesenkten Temperaturen würde somit pro Jahr zu etwa 125.000 t weniger CO₂ führen.

Verbesserung der Gebrauchseigenschaften

Erfreulicherweise haben bei abgesenkten Temperaturen eingebaute Asphalte verbesserte Gebrauchseigenschaften. Neben einer hohen Verdichtungswilligkeit beim Einbau zeichnen sich einige Asphalte im Gebrauchsverhalten durch eine erhöhte Verformungsresistenz aus,



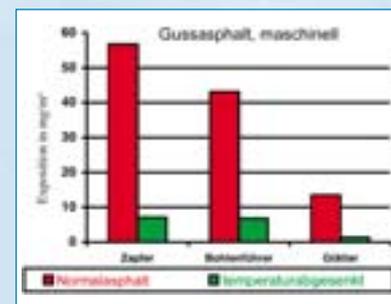
Verleihung des Deutschen Gefahrstoffschutzpreises 2002 an Walter Barthel (Fa. MHI) und Ottmar W. Schütz (Fa. Schütz) durch Frau Dr. Cornelia Fischer, Abteilungsleiterin des BMWA.

bei Gussasphalt wird die Standfestigkeit erheblich gesteigert.

Nachteile durch abgesenkte Temperaturen?

Asphalte, die bei abgesenkten Temperaturen eingebaut werden, kosten etwa 5% mehr als herkömmliche Asphalte. Berücksichtigt man die Energie-Einsparungen, die Schonung der Anlagen und die verbesserten Gebrauchseigenschaften, dürften diese Mehrkosten zumindest teilweise wieder aufgefangen werden.

Die deutlich niedrigere Belastung der Beschäftigten durch die geringeren Emissionen äußern sich weniger durch finanzielle Aspekte als durch größere „Arbeitszufriedenheit“.



Beispiele für den Einbau von Asph

Die folgenden Baustellen sollen die Möglichkeiten des Einbaues von Asphalt bei abgesenkten Temperaturen demonstrieren. Ansprechpartner sowie weitere Informationen zu diesen Baustellen sind auf der Webseite des Gesprächskreises zu finden.

Asphalt hält Container stand

Container-Stellplätze müssen enormen statischen Belastungen standhalten, vor allem, wenn mehrere Container aufeinander gestapelt werden. Asphalt, der bei abgesenkten Temperaturen eingebaut wurde, hat neben vielen anderen positiven Eigenschaften einen höheren Widerstand gegen Verformungen.

Daher wurde schon 1997 Asphalt auf einem Containerumschlagplatz im Industriepark Hoechst bei abgesenkten Temperaturen eingebaut. Auch nach neun Jahren erfüllt der Asphalt die enormen Anforderungen an den Belag auf einem Umschlagplatz zur vollsten Zufriedenheit.



Asphalt hält Container stand



Brückenbeschichtungen werden durch abgesenkte Temperatur geschont

Abgesenkte Temperaturen schonen Brückenbeschichtungen

Im August 2001 wurde die Autobahn A4 auf der Rodenkirchener Brücke bei Köln saniert. Da die Brücke mit einer temperaturempfindlichen Beschichtung versehen ist, mussten die Einbau-Temperaturen des Fahrbahnbelages möglichst gering sein. Dies gelang mit einem Gussasphalt, der bei 220-230 °C eingebaut werden konnte. Alle während der Einbauarbeiten vorgenommenen Arbeitsplatzmessungen ergaben Expositionen der Gussasphaltarbeiter unter 10 mg/m³. Diese Werte sind erheblich niedriger als die beim Einsatz von herkömmlichem Gussasphalt festgestellten Werte (bis über 50 mg/m³).

Bei diesen Sanierungsarbeiten der Rodenkirchener Brücke konnte man sich auf Erfahrungen von 1997 stützen, als Gussasphalt bereits auf der Grünwaldbücke der A 59 bei abgesenkten Temperaturen eingebaut wurde, ebenfalls wegen einer temperaturempfindlichen Beschichtung.

Temperaturabgesenkte Asphalte in Frankreich

Asphalt wird nicht allein in Deutschland bei abgesenkten Temperaturen eingebaut, auch im Ausland setzt man auf diese Technik. So wurde in Orly bei Paris parallel Asphalt bei üblichen (160 °C) und bei abgesenkten Temperaturen eingebaut. Trotz Regen und 11 °C Außentemperatur ließ sich der As-

alt bei abgesenkten Temperaturen

phalt bei 140°C gut einbauen. Die Exposition war an den Arbeitsplätzen beim Einbau bei niedrigeren Temperaturen deutlich geringer.

Dänische Bauern lassen Gussasphalt bei abgesenkten Temperaturen einbauen

Seit acht Jahren wird in Dänemark säurefester Gussasphalt als Industrieestrich in „Laufställen“ und „Melkständen“ bei abgesenkter Temperatur verlegt. Der Gussasphalt wird in Hamburg produziert und in Gussasphaltkochern über mehr als hundert Kilometer bis zu den Baustellen nach Dänemark – einschließlich der Dänischen Inseln (z.B. Fanø) – transportiert.

Die rheologischen Eigenschaften der im Asphalt enthaltenen Bindemittel verändern sich trotz des stundenlangen Transportes nur

wenig, die Gussasphalt-Masse lässt sich einwandfrei verarbeiten.

Die höheren Materialkosten für diese Gussasphalte werden durch Energieeinsparungen und geringeren Verschleiß an den Transportkochern größtenteils kompensiert.

Fernpass wird mit temperaturabgesenktem Asphalt saniert

Das Straßenbauamt der Tiroler Landesregierung forderte 2003 in einer Ausschreibung für die Sanierung mehrerer Teilstrecken des Fernpasses ausdrücklich Bitumen „Niedertemperatur“. Den Asphalt lieferte ein bayrisches Asphalt-Mischwerk nach Österreich.

Die sanierten Teilstrecken des Fernpasses liegen über 1.800 Meter hoch. Der Einbau erfolgte bei einer Temperatur von 128-135°C. Die



Einbau bei abgesenkten Temperaturen am Fernpass

neu verlegte Asphaltstrecke konnte schon 20 Minuten nach Einbau wieder dem Verkehr übergeben werden.

Einbau bei abgesenkten Temperaturen auch in Frankreich



Landebahnen nur mit abgesenkter Temperatur zu sanieren

Der Flughafen Frankfurt hat seine teilweise über 35 Jahre alte Start- und Landebahn Nord grundlegend

Beispiele für den Einbau von Asph



Frankfurter Landebahn wird bei abgesenkter Temperatur saniert

erneuert. Die vier Kilometer lange und 60 Meter breite Piste hat jährlich rund 200.000 Starts und Landungen zu verkraften. Die Flugzeuge starten und landen jeden Morgen ab sechs Uhr. Zu dieser Zeit muss die neue Asphaltdecke daher bereits auf mindestens 80°C abgekühlt sein. Das war nur mit abgesenkten Temperaturen zu schaffen (120 bis 130°C).

In rund 300 Einzelabschnitten wurde die Landebahn neu gebaut, mit einer Stärke der Asphaltdecke von 60 Zentimetern. Die Arbeitszeit auf der Baustelle begann um 22.30 Uhr und endete um sechs Uhr morgens. Tagsüber herrschte regulärer Start- und Landebetrieb.

Das neue Verfahren wird inzwischen auch von anderen Flughäfen eingesetzt. 2004 wurde bei 135°C die Start- und Landebahn des Airbus Flughafens Hamburg-Finken-

werder saniert. Die Arbeiten fanden am ersten Oktober-Wochenende statt, fünf Mischanlagen lieferten den Asphalt.

Abgesenkte Temperatur stiftet Frieden

In einer Bonner Tiefgarage beschwerten sich die Beschäftigten anderer Gewerke über die bei Gussasphaltarbeiten freiwerdenden Dämpfe. Daher mussten im April 2003 die Gussasphaltarbeiten eingestellt werden.

Das Problem konnte durch den Einbau eines Gussasphaltes bei abgesenkten Temperaturen gelöst werden. Niemand fühlte sich mehr belästigt. Obwohl die Temperatur nur wenig abgesenkt war (240 statt 250°C), lagen die Expositionen alle unter 13 mg/m³.

Niedrigere Einbautemperaturen in den USA

Eine Delegation der National Asphalt Paving Association (NAPA) und des National Institut of Occupational Safety and Health aus den USA hat sich im August 2002 im Gespräch mit Vertretern des Deutschen Asphalt Verbandes sowie des Gesprächskreises BITUMEN über den Einbau von Asphalt bei abgesenkten Temperaturen informiert.

Auf der 48. Mitgliederversammlung des amerikanischen Asphaltverbandes im Januar 2003 wurde



Weniger Emissionen durch abgesenkte Temperaturen

alt bei abgesenkten Temperaturen

von mehreren deutschen Referenten über „Warm Asphalt Mix“ (WAM) berichtet. So heißt dort der Asphalt, der bei abgesenkten Temperaturen eingebaut wird, im Gegensatz zu den normalen Hot Mix Asphaltes.

Die US Federal Highway Administration berichtet auf ihrer Webseite über WAM (www.fhwa.dot.gov/pavement/wma.htm).

Auch die Fachzeitschriften in den USA haben sich dieser Thematik angenommen. So heißt es „Will North America Love Warm Mix?“ in Better Roads (www.better-roads.com/articles/jun04e.htm) und in der Southeast Construction „Warm-Mixasphalt heats up“ (http://southeast.construction.com/features/archive/0507_feature5.asp).

Slowenien baut ebenfalls abgesenkt ein

Im Oktober 2005 wurde in Slowenien Walzasphalt parallel bei normalen und abgesenkten Temperaturen eingebaut. Beim Einbau des konventionellen Asphaltes (168 °C) ergaben sich für den Fertigerfahrer 3,8 mg/m³ und für den Bohlenführer 9,4 und 2,7 mg/m³. Beim Einbau bei 143 °C lagen die entsprechenden Expositionen bei 2,8 und 5,1 bzw. 2,7 mg/m³.



Asphalteinbau bei abgesenkten Temperaturen in Slowenien

BAST begleitet Einbau bei abgesenkten Temperaturen

Im Mai und September 2004 wurden auf der A 7 und der B 106 Versuchsstrecken mit Walzasphalt bei abgesenkten Temperaturen einge-

baut. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) und der Gesprächskreis begleiteten diesen Einbau.

Die Expositionen lagen auf der A 7 unter 2 mg/m³, auf der B 106 bei max. 5 mg/m³. Die Einbautemperaturen lagen unter 140 °C.

Einbau mit abgesenkten Temperaturen auf der A 7



Kaltverarbeitbare Bitumenprodukte

Neben einigen Anwendungen im Straßenbau werden kaltverarbeitbare Bitumenprodukte insbesondere zu Abdichtung und Schutz von Bauwerken eingesetzt. Sie können durch Spachteln, Streichen, Rollen oder Spritzen im Freien wie in Räumen angewendet werden.

Dabei handelt es sich um wässrige Bitumenemulsionen, teilweise mit hydraulischer Pulverkomponente, oder um lösemittelhaltige Bitumen-Produkte. In Deutschland wurden 1997 ca. 100.000 m³ kaltverarbeitbare Bitumenprodukte eingesetzt, überwiegend die aus Sicht des Arbeitsschutzes zu bevorzugenden lösemittelfreien Bitumenemulsionen (etwa 85 %).

Ein Beispiel für den Einsatz kaltverarbeitbarer Bitumenprodukte ist



Bitumenkaltkleber

die Abdichtung von Kelleraußenwänden mit Bitumendickbeschichtungen, die vor allem im Wohnungsbau häufig erfolgt. Oftmals werden Bitumenvoranstriche zur Haftverbesserung vor dem Aufbringen von Bitumenbahnen aufgetragen; Bitumenkaltkleber werden zum Verkleben von Dachbahnen, Dämmstoffplatten, usw. eingesetzt.

Eine Exposition gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen spielt bei der Kaltverarbeitung von bitumenhaltigen Produkten keine Rolle, bei den lösemittelhaltigen Produkten ist aber die Lösemittelexposition zu beachten.

GISCODE

Ein GISCODE teilt die kaltverarbeitbaren Produkte für die Bauwerksabdichtung nach Gehalt an Lösemitteln bzw. aromatischen Lösemitteln in Gruppen ein (Tabelle 7). Der GISCODE ist auf Gebinden, Sicherheitsdatenblättern und technischen Merkblättern aufgeführt, WINGIS (www.gisbau.de) liefert Informationen zum sicheren Umgang.

BBP 10	Bitumenemulsionen
BBP 20	Bitumenmassen, aromatenarm, lösemittelhaltig
BBP 30	Bitumenmassen, aromatenarm, lösemittelreich
BBP 40	Bitumenmassen, aromatenarm, gesundheitsschädlich, lösemittelhaltig
BBP 50	Bitumenmassen, aromatenarm, gesundheitsschädlich, lösemittelreich
BBP 60	Bitumenmassen, aromatenreich, gesundheitsschädlich, lösemittelhaltig
BBP 70	Bitumenmassen, aromatenreich, gesundheitsschädlich, lösemittelreich

*Tabelle 7:
GISCODE für kaltverarbeitbare Bitumenprodukte in der Bauwerksabdichtung*

Schutzhandschuhe

Auf Anregung des Gesprächskreises BITUMEN hat der Industriever-

band Deutsche Bauchemie e.V. die beim Einsatz von lösemittelhaltigen Bitumen-Produkten sowie von Bitumenemulsionen zu verwendenden Schutzhandschuhe ermitteln lassen. Für den Umgang mit kaltverarbeitbaren lösemittelhaltigen Bitumen-Produkten sind die Handschuhe Best Nitri-Solve 730 und KCL Camatril velours 730 geeignet, für den Umgang mit kaltverarbeitbaren Bitumenemulsionen Ansell Edmont Sol-Knit 39-222, Best Nitri-Solve 730 und KCL Camatril velours 730. Die vollständigen Prüfberichte sind auf der Webseite des Gesprächskreises verfügbar.

Lösemittel- explosionen

Beim Einsatz lösemittelhaltiger Bitumenvoranstriche in Räumen und dem darauf folgenden Versuch, mit dem Brenner Bitumenbahnen zu verschweißen, haben sich schwere Unfälle ereignet, z.T. mit Todesfolge.

Selbst dem Laien müsste klar sein, dass brennbare Produkte nicht in Räumen eingesetzt werden können, vor allem aber, dass man keine Folgearbeiten mit der offenen Flamme durchführen darf.

Nach dem Auftragen lösemittelhaltiger Bitumen-Produkte in Räumen liegen die Konzentrationen der Lösemittel für längere Zeit deutlich über den zulässigen Arbeitsplatzgrenzwerten. Zudem liegt in der Luft ein explosionsfähiges Gemisch vor. Messungen haben gezeigt,

dass sich selbst nach entsprechenden Explosionen wieder eine Ex-Atmosphäre gebildet hat!

Für diese Anwendungen gibt es ungefährliche Bitumenemulsionen, die zumindest in Räumen ausschließlich eingesetzt werden sollten. Der Einsatz lösemittelhaltiger Produkte ist daher nicht nur lebensgefährlich, sondern technisch nicht notwendig und schließlich auch unwirtschaftlich. Denn es müssten die Lösemittelkonzentrationen ermittelt werden, Absaugungen installiert und vermutlich Atemschutz getragen werden. Ob lösemittelhaltige Siloanstriche, die für das Innere eines Silos gedacht sind, unter diesem Aspekt noch angeboten werden sollten, müssen die Hersteller entscheiden.

Welche Folgen auch ein nicht tödlicher Unfall für Beschäftigte und Betrieb haben kann, macht der folgende Fall deutlich.

■ Im Sommer 2001 brachte der Geschäftsführer einer Dachdeckerfirma seinen Mitarbeiter gegen 13 Uhr zu einer Baustelle und wollte ihn am späten Nachmittag wieder abholen. Ein 15 m² großer fensterloser Kellerraum sollte mit Bitumenvoranstrich versehen und anschließend Bitumenbahnen verschweißt werden. Zuerst wurde ein lösemittelhaltiger Bitumenvoranstrich auf den Boden und etwa 15 cm hoch an den Wänden angebracht. Nach einer Trockenzeit von 1 Stunde wurde das Flammengerät im Freien in Betrieb genom-



Kaltverarbeitbare Bitumenprodukte; GISCODE

men und damit in den Raum gegangen. Dabei erfolgte eine Verpuffung. Die Berufsgenossenschaft sah hier eine grob fahrlässige Vorgehensweise des Geschäftsführers und forderte die Behandlungskosten (ca. 53.000 €) vom Unternehmen zurück. Das Landgericht Hanau gab der Klage der Berufsgenossenschaft statt. Das Oberlandesgericht Frankfurt am Main wies die Berufung des Unternehmers gegen das erstinstanzliche Urteil zurück. Beide Gerichte haben u.a. ausgeführt, dass die Firma „jegliche Unfallverhütung in Bezug auf das verwendete Mittel unterlassen hat“ und, dass der Verunfallte einem enormen zeitlichen Druck ausgesetzt war (da die Arbeit innerhalb kürzester Zeit hätte beendet werden sollen).

Studie zur Krebshäufig- keit bei Asphalt- arbeitern

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) in Lyon, Frankreich, betreut seit 1992 die Durchführung der Internationalen Bitumen-Kohortenstudie. An dieser Studie sind Frankreich, Niederlande, Finnland, Norwegen, Dänemark und Israel beteiligt (Abb. 4). Für Deutschland sind die Universität Bremen und das Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS) für die Durchführung der Studie verantwortlich, welche von Prof. Dr. Ahrens betreut wird (www.bips.uni-bremen.de/projekte.php?cat=abt&projID=181; Ansprechpartner Dr. Behrens). Die Studie wird in enger Zusammenarbeit mit den deutschen Verbänden und Betrieben der Asphaltindustrie durchgeführt und von verschiedenen internationalen Asphaltorganisationen unterstützt.

In die Studienpopulation eingeschlossen wurden Männer, die in einem Asphalt verarbeitenden Betrieb tätig sind oder tätig waren. Im ersten Follow-up der Kohortenstudie bis zum Jahr 1999 wurde ein leicht erhöhtes Auftreten von Lungenkrebsfällen bei Arbeitern in Asphalt verarbeitenden Betrieben beobachtet. Es wurde kein eindeutiger Zusammenhang mit beruflichen Belastungen bei der Arbeit mit Bitumen festge-

stellt. Insbesondere lässt sich aus den vorliegenden Daten nicht ableiten, ob die erhöhte Sterblichkeit durch eine Aufnahme von Dämpfen und Aerosolen aus oder durch den Hautkontakt mit Bitumen hervorgerufen wurde, oder ob nicht vielmehr ein früherer Kontakt mit teerhaltigen Produkten, Belastungen aus anderen Berufstätigkeiten außerhalb der Asphaltindustrie, das Einatmen von Dieselsabgasen oder der Konsum von Zigaretten für den Mortalitätsanstieg verantwortlich zeichnen.

Um weitere Lungenkrebsfälle zu identifizieren, wurde das Mortalitäts-Follow-up in einer zweiten Erhebung bis zum Jahr 2004 ausgedehnt.

An das Mortalitäts-Follow-up schließt sich eine „eingebettete Fall-Kontrollstudie“ an. Diese Untersu-

chung wird genauer sein und detaillierte Angaben zu Hygienemaßnahmen und Arbeitsbedingungen beim Umgang mit Bitumen durch Interview der Kohortenmitglieder erfassen.

Um ein Confounding durch vorangegangene berufliche Tätigkeiten oder bestimmte Nebenerwerbstätigkeiten auszuschließen, müssen berufliche Faktoren auch außerhalb der Tätigkeit in der Asphalt verarbeitenden Industrie ermittelt werden. Dies erfolgt über die Erhebung einer vollständigen Berufsvorgeschichte bei allen Studienteilnehmern, bei der detaillierte Angaben zu den jeweiligen Tätigkeiten ermittelt werden. Als verhaltensbedingter Einfluss kommt zusätzlich die individuelle Belastung durch das Rauchen als Auslöser oder Co-Faktor eines Lungenkrebses in Betracht, welche im Interview detail-

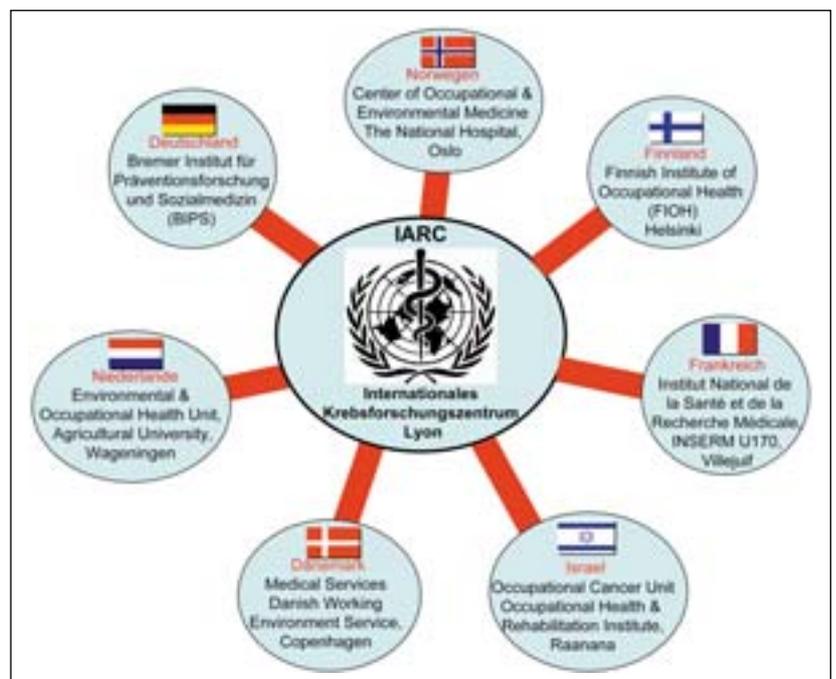


Abbildung 4:
Verbund der an der IARC-Studie beteiligten Institute

liert für verschiedene Tabaksorten erfasst wird.

Bei verstorbenen Personen werden Angehörige interviewt. Zusätzlich zu den Angehörigen werden Kollegen befragt, die am selben Arbeitsplatz wie die verstorbenen Fälle und Kontrollen tätig waren, um valide Angaben zu Expositionen am Arbeitsplatz zu erhalten. Aus möglichen Unterschieden in zurückliegenden Gefahrstoffwirkungen zwischen diesen beiden Gruppen kann auf mögliche Ursachen für Lungenkrebs geschlossen werden.

In der abschließenden Analyse werden dann die an Lungenkrebs verstorbenen Asphaltarbeiter („Fälle“) mit einer Gruppe von zufällig ausgewählten Beschäftigten ohne diese Erkrankung verglichen („Kontrollen“). Die Ergebnisse der Fall-Kontrollstudie können u.U. dazu beitragen, dass mögliche Gesundheitsgefahren in der Asphalt- und Tiefbaubranche besser erkannt werden, und helfen bei der zukünftigen Gestaltung von Arbeitsplätzen und der Vermeidung von Gesundheitsgefahren zum Nutzen der dort tätigen Arbeitnehmer. Die Studie dient somit sowohl den Beschäftigten und den Unternehmen als auch den Berufsgenossenschaften.

Inhalationsstudie

Das Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin (ITEM) in Hannover (Leitung Prof. Heinrich) hat eine Langzeitinhalationsstudie durchgeführt, die Aufschluss über das kanzerogene Potential von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen nach inhalativer Aufnahme geben soll. Dies erfolgt durch eine zweijährige Exposition von Ratten gegenüber unterschiedlichen Konzentrationen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen und der Messung geeigneter biologischer Endpunkte. Die Expositionsatmosphäre war dabei in ihrer chemischen Zusammensetzung, insbesondere hinsichtlich der hochsiedenden polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, mit derjenigen an typischen Arbeitsplätzen im Straßenbau vergleichbar.

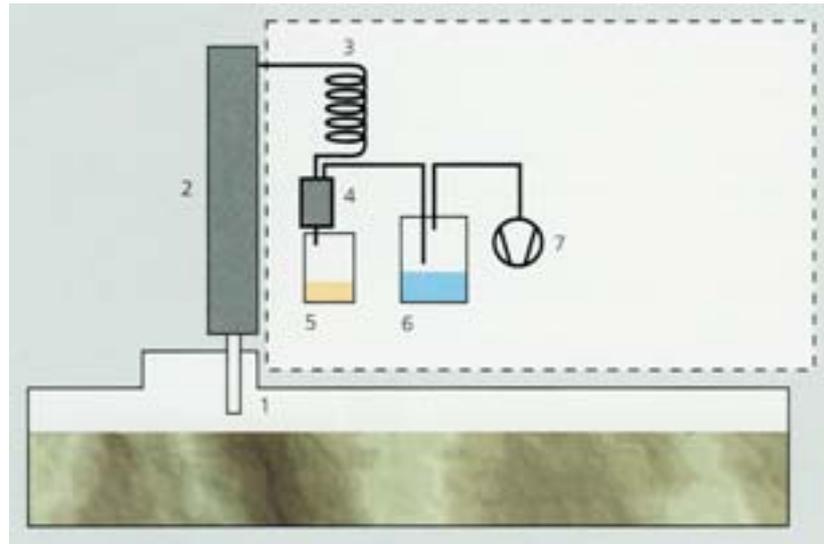


Abbildung 5:
Sammelapparatur für Kondensat aus Bitumen. Das Dampf-Aerosol-Gemisch wird aus dem geheizten (180 °C) Bitumentank (!) durch ein beheiztes Rohr (2) und eine Edelstahlspirale (3) in einen Kühler (4) und in einem Gefäß (5) aufgefangen. Ein weiteres Gefäß (6) dient als Wasserfalle und schützt die Pumpe (7).

tionsstudie durchgeführt, die Aufschluss über das kanzerogene Potential von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen nach inhalativer Aufnahme geben soll. Dies erfolgt durch eine zweijährige Exposition von Ratten gegenüber unterschiedlichen Konzentrationen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen und der Messung geeigneter biologischer Endpunkte. Die Expositionsatmosphäre war dabei in ihrer chemischen Zusammensetzung, insbesondere hinsichtlich der hochsiedenden polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, mit derjenigen an typischen Arbeitsplätzen im Straßenbau vergleichbar.

Die Untersuchungen unterteilten sich in

- eine technische Vorstudie,
- eine Studie zur akuten Toxizität,

- eine 14-Tage und eine 90-Tage Dosisfindungsstudie und
- die 24-Monats-Kanzerogenitätsstudie.

In der technischen Vorstudie wurde ein Verfahren zur Generation der Expositionsatmosphäre entwickelt und validiert. Die Dämpfe und Aerosole aus Bitumen wurden dabei aus dem Gasraum eines großen Lagertanks gesammelt und auskondensiert (Abb. 5). Für die Applikation im Tierversuch können aus diesen Kondensaten mittels eines speziell entwickelten Generationssystems wieder unterschiedliche Konzentrationen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen hergestellt werden (Pohlmann et al., 2006).

Mit der 24-Monats-Kanzerogenitätsstudie an Ratten wurde im

März 2003 begonnen. Die Studie wurde mit vier Gruppen durchgeführt, die gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen (4, 20, 100 mg/m³ Gesamtkohlenwasserstoffe) exponiert wurden. Zusätzlich zu den histopathologischen Gewebeuntersuchungen am Ende der Studie wurden nach 7 und 90 Tagen sowie 12 Monaten Untersuchungen der Lungenspülflüssigkeit sowie Untersuchungen zur Zellproliferation des Nasen- und Lungenepithels durchgeführt.

In einer zweiten Studie wurden Dämpfe und Aerosole aus Bitumen auf ihre molekultoxikologischen Wirkungen in einer Inhalationsstudie an Ratten in einem Studiendesign mit 3 Dosisstufen (4, 20 und 100 mg/m³) und 4 Zeitpunkten (5 Tage, 1, 3 und 12 Monate) untersucht. Es wurde gezielt nach genotoxischen Wirkungen durch Bestimmung von stabilen DNA Addukten (³²P-Postlabelling, Mikrokerne und quantitative Erfassung des 8-OHdG-Adduktes) in Geweben der Atemwege (Lunge, Alveolarepithel, respiratorisches Epithel der Nase) sowie lymphozytäre DNA gesucht. Des Weiteren wurden 14 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie deren metabolische Abbauprodukte in Urinproben exponierter Tiere mittels HPLC-MS untersucht. Genomweite Genchipanalysen an drei Monate exponierten Tieren ermöglichte die Findung regulierter Gene. Die ca. 20 meist regulierten Gene wurden hinsichtlich ihrer dosis- und zeitabhängigen Expression in Lunge und Nasenepithel sowie Blutzellen mittels RT-PCR analysiert.

Das wichtigste Ergebnis dieser Studien hat die Arbeitsgemeinschaft der Bitumenindustrie folgendermaßen zusammengefasst: „Die Inhalation von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen über einen Zeitraum von zwei Jahren hat bei den Versuchstieren (Ratten) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die nur reine Luft eingeatmet hat, nicht zu einem statistisch relevanten Anstieg in der Krebsrate geführt, weder insgesamt noch in spezifischen Organen. Aufgrund dieser Ergebnisse können Dämpfe und Aerosole aus Bitumen nicht als krebserregend für Ratten angesehen werden. Vereinzelt wurden in Nasengängen und Lunge Reizungserscheinungen festgestellt, die auf die Wirkung der Dämpfe zurückzuführen sind.“

Weitere Informationen sind auf der Webseite des Gesprächskreises zu finden.

Dermale Resorption von Emissionen aus heißem Bitumen

Am Institut und der Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin des Universitätsklinikums Gießen und Marburg wurde eine Studie mit dem Ziel durchgeführt, die Datenlage bezüglich einer möglichen dermalen Resorption von Bitumen-Emissionen zu verbessern.

Das Projekt gliederte sich in zwei experimentelle Versuchsabläufe, und zwar zunächst die reproduzierbare Generierung der Bitumen-Emissionen bei ca. 200 °C mit der Evaluierung der entsprechenden Qualitätskriterien in einer Versuchskammer. In dieser Kammer erfolg-

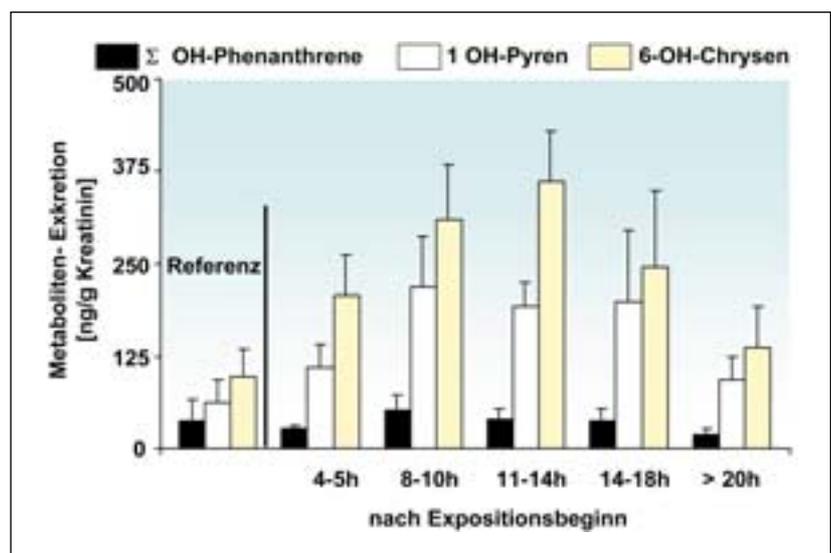


Abbildung 6: Konzentration dreier PAK-Metabolite von 10 Atemschutz tragenden Probanden vor, während und nach Exposition gegenüber Bitumen-Emissionen von 20 mg/m³

ten im zweiten Teilprojekt standardisierte Expositionen von insgesamt 10 Probanden gegenüber dem damals für Innenräume vorgegebenen Grenzwert von 20 mg/m³ Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen erfolgten. Für die Erzeugung dieser Emissionen wurde das am häufigsten in der Praxis eingesetzte Bitumen B 65 verwendet.

Der Versuchsablauf berücksichtigte praxisrelevante Gegebenheiten am Arbeitsplatz wie z.B. jeweils insgesamt 8-stündige Expositionszeiten oder Aufenthalt in der Versuchskammer mit unbedecktem Oberkörper. Gewährleistet werden konnte außerdem eine nahezu gleichmäßige Zusammensetzung der Emissionen über die gesamte Expositionszeit. Zum Abschluss einer Inhalation trugen die Probanden eine gebläseunterstützte Atemschutzmaske. Zur Bilanzierung einer dermalen und kombinierten inhalativ/dermalen Inkorporation wurden in einer weiteren Untersuchung zwei der zehn Probanden ohne Atemschutz unter den gleichen Versuchsbedingungen exponiert. Die Quantifizierung der resorbierten Bitumen-Emissionen orientierte sich am Biomonitoring der Metabolite der in den Emissionen vorliegenden polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) Pyren, Chrysen und Phenanthren im Harn.

Die Abbildung 6 zeigt eine deutliche dermale Resorption der in den Bitumen-Emissionen vorhandenen PAK. Eine Bilanzierung anhand der bei den beiden mit und ohne Atemschutz exponierten Pro-

banden ermittelten PAK-Harnkonzentration ergab einen über die Haut resorbierten Anteil im Falle von Chrysen, Phenanthren und Pyren von 50–60 % der insgesamt inkorporierten Menge.

Dermale Resorption bei Kontakt mit kaltem Bitumen?

Es wurden 134 Beschäftigte eines Bitumendämpfungsfolien herstellenden Betriebes hinsichtlich äußerer und innerer PAK-Belastung untersucht. Dabei lag die Temperatur des Bitumens, mit dem die Beschäftigten in Kontakt kamen,

überwiegend unter 50 °C. Die äußere Exposition wurde mithilfe personengebundener Luftmessungen bestimmt (16 EPA-PAK).

Zur Erfassung der inneren PAK-Belastung wurden die Metabolite 1-Hydroxypyren; 1-, (2+9)-, 3- und 4-Hydroxyphenanthren sowie 1- und 2-Naphthol im Urin bestimmt. Als Kontrollkollektiv wurden 64 beruflich nicht PAK-exponierte Personen untersucht (Tabelle 8).

Unter den Nichtrauchern ließ sich ein signifikanter Unterschied zwischen bitumenexponierten Arbeitern und den Kontrollen nur bei der 1-Hydroxypyren-Ausscheidung feststellen. Alle im Urin gemessenen Konzentrationen der PAK-Metaboliten lagen im Bereich der Basisausscheidung der Allgemeinbevölkerung. Es ist daher davon

	Raucher		Nichtraucher	
	n	µg/Kreatinin	n	µg/Kreatinin
Kontrollen				
Bürotätigkeit	24	0,16	40	0,05
Exponierte				
Staplerfahrer	8	0,26	7	0,11
Kalenderführer	6	0,23	2	0,14
Anlagenfahrer	4	0,23	4	0,08
Chargierbetrieb	6	0,18	6	0,05
Instandhaltung	8	0,19	9	0,07
Abnehmer	14	0,13	17	0,09
Sonstige	18	0,23	25	0,07

Tabelle 8:
Medianwerte der 1-Hydroxypyren-Konzentration [µg/Kreatinin]



Gussasphalteinbau

auszugehen, dass bei der hier untersuchten Form der Bitumenverarbeitung das zusätzliche Gesundheitsrisiko durch PAK-Exposition unter Berücksichtigung der bestimmten Parameter vernachlässigt werden kann.

Raucher wiesen generell höhere Werte für alle im Urin untersuchten PAK-Metaboliten auf. Dies gilt für Bitumenexponierte und Kontrollen.

Die Raucher des Kontrollkollektivs hatten höhere PAK-Ausscheidungen als die nicht rauchenden bitumenexponierten Personen.

Arbeitsmedizinische Betreuung der Gussasphalt-Arbeiter

Der Ausschuss für Gefahrstoffe hat 2000 mit der Aussetzung des Grenzwertes für Gussasphaltarbeiten gefordert, die Gussasphalt-

arbeiter besonders intensiv arbeitsmedizinisch zu betreuen. Es sollte ermittelt werden, ob diese Tätigkeit aufgrund der relativ hohen Expositionen durch Dämpfe und Aerosole aus Bitumen die Atemwege besonders belastet.

Hierzu wurde mit Hilfe der Beratungsstelle für Gussasphaltanwendung (bga) alle erreichbaren Gussasphalt verarbeitende Betriebe aufgefordert, ihre Arbeitnehmer untersuchen zu lassen. Die Untersuchung wurde vom Arbeitsmedizinischen Dienst der BG BAU im Erhebungszeitraum August 1999 bis Januar 2004 durchgeführt.

165 Betriebe, alle Mitgliedsbetriebe der bga, sowie Betriebe, von denen angenommen wurde, dass sie Gussasphaltarbeiten ausführen, wurden angesprochen. 52 Betriebe führten keine Gussasphaltarbeiten aus oder waren in den 77 Betrieben aufgegangen, von denen insgesamt 859 Gussasphaltarbeiter untersucht wurden.

Telefonisch wurde Anfang 2006 bei den verbleibenden Firmen 200

Gussasphaltarbeiter in 25 Firmen ermittelt. Damit ergibt sich ein Gesamtkollektiv von etwa 1100 Gussasphaltarbeitern in Deutschland. Den 859 untersuchten Gussasphaltarbeitern wurde ein Vergleichskollektiv mit 517 Kontrollen gegenübergestellt.

Für die Erfassung der Untersuchung wurde ein Erhebungsbogen konzipiert, der Beschwerden der Arbeitnehmer im Hinblick auf die Haut und Atemwege erfragte. Der Fragebogen wurde durch ein abschließendes Urteil des untersuchenden Arbeitsmediziners ergänzt.

Im Ergebnis sind die erfragten Beschwerden bei den Gussasphaltarbeitern deutlich höher. Von den Exponierten gaben 24,5 % mindestens eine Beschwerde an gegenüber 5,8 % bei den Kontrollen. Am häufigsten waren Atembeschwerden vermerkt (Abb. 7). Die Anzahl der Klagen steigt mit dem zeitlichen Ausmaß der Gussasphalttätigkeit. In der ärztlichen Beurteilung zur Fortführung der Tätigkeit am Arbeitsplatz wurden signifikant

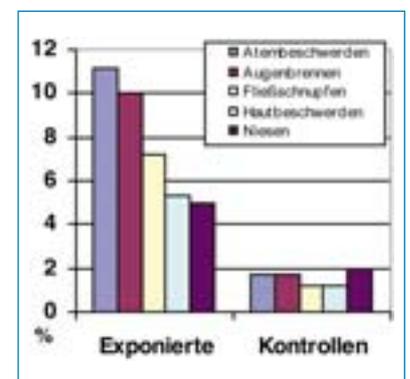


Abbildung 7: Einzelbeschwerden

häufiger Einschränkungen bei den Exponierten ausgesprochen. Der Umgang mit Epoxydharzen und die Exposition gegenüber Dieselmotoremissionen wurden mehrfach als zusätzlich belastend genannt.

Humanstudie Bitumen

Mit der Aussetzung des Grenzwertes für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung für Gussasphaltarbeiten im Mai 2000 hat der Ausschuss für Gefahrstoffe auch intensive Vor- und Nachsichtuntersuchungen dieser Berufsgruppe angeregt. Im Berufsgenossenschaftlichen Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin (BGFA), Institut der Ruhr-Universität in Bochum, wurde ein Forschungsprojekt mit dem Ziel initiiert, die möglichen chemisch-irritativen Wirkungen von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen auf die Atemwege zu untersuchen – die Gussasphalterstudie.

Gussasphalterstudie

Gemeinsam mit ärztlichen und technischen Mitarbeitern der Bau-Berufsgenossenschaften wurden Gussasphaltarbeiter hinsichtlich der besonderen Belastung durch Dämpfe und Aerosole aus Bitumen, die bei der Heißverarbeitung freigesetzt werden, vor und nach einer Arbeitsschicht (Cross-shift) untersucht. Ein nichtexponiertes

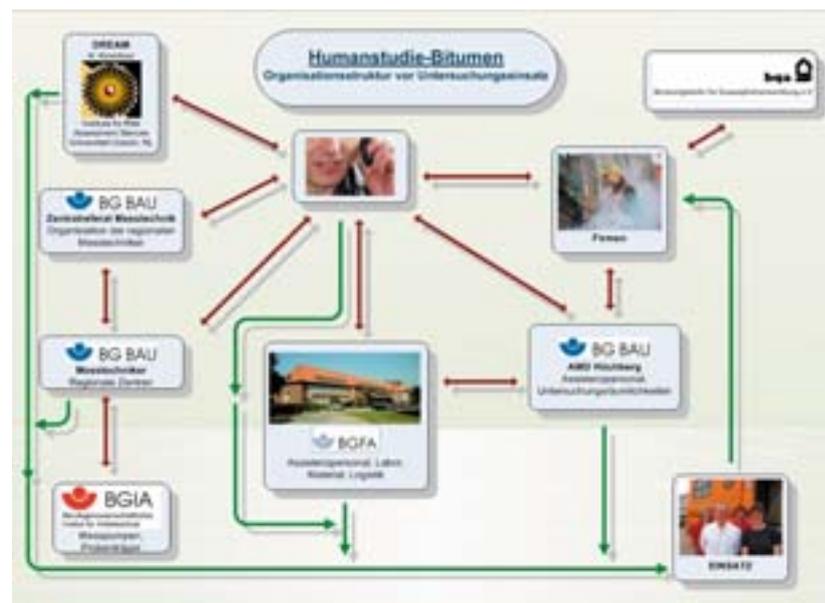
Vergleichskollektiv gleicher Größe diente als Kontrollkollektiv. Dieser arbeitsmedizinisch-epidemiologische Ansatz umfasst neben der Erfassung von tätigkeits- und krankheitsbezogenen Daten die Erhebung von Lungenfunktionsparametern vor und nach der Schicht.

Untersuchungsmaterialien wie Blut, Nasallavagen, induzierte Sputen und Urin wurden ebenfalls gesammelt und untersucht. Neben der Analyse der Metabolite der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) im Urin erfolgten personen- und umgebungsbezogene Expositionsmessungen (Ambient Monitoring). Im Mai 2001 wurde mit den Untersuchungen begonnen und bis Ende 2004 Beschäftigte auf 14 unterschiedlichen Baustellen untersucht.

Insgesamt konnten 66 Beschäftigte mit Bitumenexposition sowie 49 Beschäftigte ohne Bitumen-Exposition, die im Straßenbau tätig waren, als Kontrollpersonen in die Untersuchung mit einbezogen werden.

Ausgehend von 10 mg/m³ als bis Ende 2004 gültigen Grenzwert für Dämpfe und Aerosole aus Bitumen bei der Heißverarbeitung wurden für die jeweiligen Auswertungen die personengetragenen „Ambient Monitoring“-Daten zugrunde gelegt und zwei Gruppen gebildet, so dass 38 Beschäftigte während ihrer Arbeitsschicht niedrigexponiert waren (unter 10 mg/m³). Für die übrigen 28 Beschäftigten lag die Belastung über 10 mg/m³ (Hochexponierte).

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten einen eindeutigen



Organisation der Untersuchungen im Rahmen der Humanstudie Bitumen.

Dosis-Wirkungszusammenhang bei den Ausscheidungen der PAK-Metabolite nach der Schicht. Je höher die äußere Exposition mit Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen war, umso höher waren die 1-Hydroxypyren- und die Hydroxyphenanthren-Konzentrationen im Nachschicht-Urin. Atemwegsbeschwerden wurden von den hochexponierten Gussasphalterern häufiger genannt. Das Abfallen der Lungenfunktionswerte nach der Schicht bei den Exponierten zeigte einen akuten Einfluss der Dämpfe und Aerosole im Schichtverlauf.

Dass die Vorschicht-Lungenfunktionswerte in der niedrigexponierten Gruppe am höchsten waren und sich signifikant von der Referenzgruppe unterschieden, könnte auf einen „Healthy-Worker-Effekt“ hindeuten. Entzündliche Veränderungen bei den Hochexponierten waren am deutlichsten in den tieferen Atemwegen zu beobachten und weisen auf eine chemisch-irritative Wirkung der Dämpfe und Aerosole aus Bitumen hin (Raulf-Heimsoth et al., 2006). Auch Genotoxische Parameter wie DNA-Adduktraten zeigen einen Zusammenhang zur Exposition gegenüber Dämpfen und Aerosolen (Marczynski et al., 2006).

Da insgesamt bei den biologischen Parametern die Streubreite – wie zu erwarten – relativ groß war, sind größere Kollektive für eine valide statistische Auswertung und eine gesicherte Aussage notwendig.

Daher wurden diese Untersuchungen in einem erweiterten Kollektiv

im Rahmen der „Humanstudie Bitumen“ fortgesetzt.

Gussasphalter mit Mischexposition

Im Rahmen der Gussasphalterstudie wurden bei sieben Beschäftigten deutlich erhöhte Konzentrationen der PAK-Metabolite im Nachschicht-Urin im Vergleich zu den anderen Gussasphaltpersonen gemessen (Schott et al., 2004).

Ursache hierfür war ein Unterboden aus Steinkohleerpechplatten, aus dem der heiße Gussasphalt die PAK freigesetzt hatte (Abb. 8). In den Steinkohleerpechplatten wurde eine Benzo[a]pyren-Konzentration von 768 mg/kg ermittelt, in der Gussasphaltschicht weniger als 0,3 mg/kg.

Da die erhöhte PAK-Belastung ihre Ursache außerhalb des Bitumens hatte, wurde diese Kolonne aus

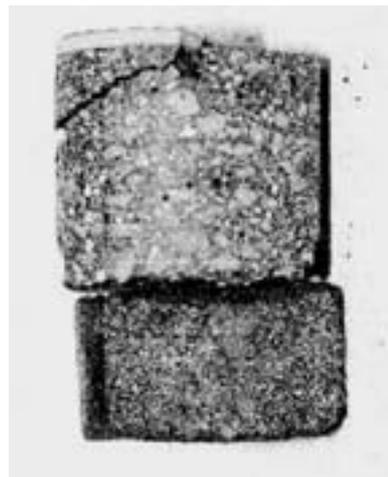


Abbildung 8:
Bohrkern des Bodens der Schwelmer Kolonne; oben Teppichboden, in der Mitte der Gussasphalt, unten Steinkohleerpechplatte

der weiteren Betrachtung herausgenommen.

Humanstudie Bitumen

Seit Januar 2005 führt das Berufsgenossenschaftliche Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin (BGFA), Institut der Ruhr-Universität Bochum, gemeinsam mit der BG BAU die Humanstudie Bitumen durch (Leitung Frau PD Dr. Raulf-Heimsoth). Das Ziel dieser Studie liegt in der Abklärung der möglichen chemisch-irritativen bzw. genotoxischen Wirkung von Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen auf die Atemwege. Hierzu muss ein genügend großes Kollektiv von entsprechend exponierten Beschäftigten und ein vergleichbares Referenzkollektiv unter Berücksichtigung von Dosis-Wirkungsbeziehungen untersucht werden.

Die Humanstudie Bitumen, die sowohl vom Ausschuss für Gefahrstoffe als auch von der MAK-Kommission unterstützt wird, basiert auf den Ergebnissen der Gussasphalter-Studie. Das dort verwendete Cross-shift Untersuchungs-Design mit definierten Endpunkten des Ambient Monitorings zur Expositionsbestimmung, die ärztliche Untersuchung und der Einsatz eines tätigkeits- und krankheitsbezogenen Fragebogens, Lungenfunktionsuntersuchungen, Bestimmungen von Metaboliten der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) im Urin, die Gewinnung und Analyse von Zellmaterial und löslichen Entzün-

dungsmediatoren der Nasenschleimhaut und des tieferen Respirationstraktes, die genotoxischen sowie die Untersuchungen relevanter Enzym polymorphismen werden auch in der Humanstudie Bitumen fortgeführt.

Insgesamt 600 Personen sollen im Rahmen der Humanstudie Bitumen wie o.g. untersucht werden, dabei sollen 450 Personen, die gegen Dämpfe und Aerosole aus Bitumen exponiert sind und 150 Beschäftigte ohne Bitumenexposition einbezogen werden.

Bei der Humanstudie Bitumen handelt es sich um eine multizentrische Studie (Abb. 9), die sowohl von allen fünf Kompetenz-Zentren des BGFA als auch von externen Kooperationspartnern getragen wird. Das biologische Monitoring erfolgt durch die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Angerer vom Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin (IPASUM) in Erlangen und das Ambient Monitoring durch das BGIA. Letzteres wird ergänzt durch die Untersuchungen der 16 EPA-PAKs, die durch die BG BAU initiiert wurden und in der Arbeitsgruppe von PD Dr. Knecht an der Universität Gießen durchgeführt werden.

Darüber hinaus finden im Rahmen dieser Studie Untersuchungen am Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin (ITEM) in Hannover statt. Dabei geht es u.a. um die Bestimmung von globalen Transkriptionsanalysen zur Identifizierung veränderter Gen-

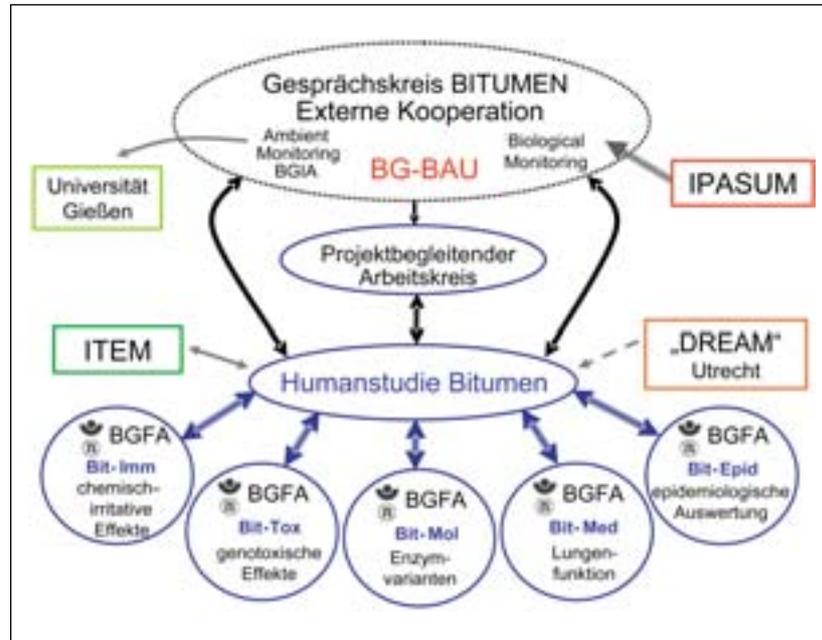


Abbildung 9: Strukturierung der Humanstudie Bitumen. Neben dem BGFA sind das Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg (IPASUM), das Fraunhofer-Institut in Hannover (ITEM) und die Universität Gießen beteiligt. Das DREAM-Modul der Universität Utrecht wurde implementiert

expressionsprofile. Zusätzlich werden ergänzende Untersuchungen hinsichtlich genotoxischer Parameter vorgenommen. Für diese Untersuchung werden dem ITEM von den Beschäftigten Blutproben vor und nach der Schicht zur Verfügung gestellt.

Ergänzend wurde mit Votum des Gesprächskreises BITUMEN das so genannte DREAM-Modul (DeRmal Exposure Assessment Method) von Dr. Kromhout (IRAS, Universität Utrecht) in die Humanstudie Bitumen aufgenommen. Dieses Modul dient zur semiquantitativen Erfassung der Exposition gegen Dämpfe und Aerosole von Bitumen und zur Abschätzung der dermalen Expositi-

tion. Neben den personengetragenen und stationären Expositionserfassungen sollen die Expositionen zukünftig durch geschulte Beobachter an einigen ausgewählten Baustellen erfasst werden. Das DREAM-Modul kommt europaweit in einem Teilkollektiv der IARC-Studie bei Asphaltarbeitern zum Einsatz.

Neben dem Hauptverband der Berufsgenossenschaften, der den überwiegenden Teil der Kosten für dieses Projekt trägt, ist auch die BG BAU am Projekt beteiligt. Darüber hinaus konnten insbesondere durch den Einsatz des Gesprächskreises BITUMEN Industrievertreter gewonnen werden, die Teilaspekte der Studie mitfinanzieren.

Bitumen in der Umwelt

Im Freien werden nur an sehr heißen Tagen Asphalttemperaturen auf den Straßen von maximal 80 °C erreicht sowie auf Dächern Temperaturen der Dachbahnen bis zu 100 °C, so dass hier keine Emissionen aus Bitumen auftreten. Zudem verhärtet Bitumen durch UV- und Luftsauerstoffbeanspruchung an der Oberfläche und macht „dicht“, ein weiterer Grund dafür, dass keine Emissionen bei eingebauten Bitumenprodukten auftreten.

Wasser eluiert keine Stoffe aus Bitumen und Asphalt. Daher werden bitumenhaltige Abdichtungen bevorzugt in Bereichen eingesetzt, die zur Speicherung oder Rückhaltung von Trinkwasser dienen. Bitumen wird von Pflanzen oder Organismen nicht abgebaut.

Bitumen in Räumen

Nach dem Einbau fällt die Konzentration der Emissionen schnell auf ein sehr niedriges Niveau ab. Ist der Gussasphaltestrich auf unter 100 °C abgekühlt, treten keine Emissionen mehr auf. Daher besteht bei dem üblichen zeitlichen Abstand zwischen Einbau und Nutzung der Räume keine Beeinträchtigung der Bewohner.

Auch die als Abdichtung verwendeten Bitumenprodukte geben

nach dem Einbau keine Bitumeninhaltsstoffe ab.

Wassergefährdung

Bitumen ist nicht wasserlöslich. Auch werden aus Bitumen keine Stoffe durch Wasser herausgelöst. Daher ist Bitumen im Anhang 1 der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) nicht als wassergefährdender Stoff aufgeführt.

Bitumen und Asphalt werden im Bereich der Trinkwassererzeugung seit Jahrzehnten eingesetzt, insbesondere bei der Abdichtung und Befestigung von Talsperren.

Transport

Als Transportgut fällt Bitumen seit Januar 1997 in die Gefahrgutklas-

se 9 (Erwärmte Stoffe) der internationalen Gefahrgut-Transportvorschriften (ADR). Dabei wird eine Gefahr ausschließlich in der für den Transport erforderlichen Temperatur von über 100 °C gesehen, die für die Erhaltung der Pumpfähigkeit erforderlich ist.

Für den Transport von Walz- und Gussasphalt gelten folgende Regelungen:

Walzasphalt ist kein flüssiger Stoff und infolge Temperaturen < 240 °C kein Gefahrgut im Sinne der GGvSE.

Für Gussasphalt gibt es in der ADR eine Sondervorschrift (Nr. 643) in der es heißt „Gussasphalt unterliegt nicht den für die Klasse 9 geltenden Vorschriften“.

Das bedeutet eine völlige Freistellung der Gussasphaltbeförderung von den Gefahrguttransportvorschriften (z.B. im Rührwerkskessel).



Trinkwassertalsperre – mit Asphalt abgedichtet

Anhang: Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt

Mit dem Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt (M TA), veröffentlicht durch die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV), hat diese neue Bauweise Zugang zum Technischen Regelwerk für Straßenbau gefunden.

Neben der Reduzierung der CO₂-Emissionen als Beitrag zum Klimaschutz sind mit der Temperaturabsenkung bei der Herstellung und Verarbeitung von Asphalt zwei weitere Ziele verbunden: Energieeinsparung unter dem Aspekt der Ressourcenschonung und eine Verminderung der Emissionen unter dem Aspekt des Arbeitsschutzes.

Das zunehmende Angebot von Zusätzen und Sonderbindemitteln für temperaturabgesenkte Asphalte machte es erforderlich, diese Bauweise mit einem Regelwerk handhabbar zu machen.

Das Merkblatt gibt Hinweise und Erläuterungen zu den Besonderheiten bei der Herstellung und Verarbeitung von temperaturabgesenkten Asphalten. Es werden zwei zielführende Möglichkeiten zur Temperaturabsenkung beschrieben; die Verwendung von

- mineralischen Zusätze (Zeolithen), sowie
- von viskositätsverändernden organischen Zusätzen (Fettsäureamide, Fischer-Tropsch-Wachse und Montanwachse).

Der Anwendungsbereich umfasst grundsätzlich alle Asphalte im Heißeinbau. Eine abschließende Beurtei-

lung der technischen Eigenschaften von Asphalten, die mit viskositätsverändernden Zusätzen bei abgesenkten Temperaturen hergestellt und verarbeitet werden, kann erst nach einer erwarteten Nutzungszeit von ca. 15 Jahren erfolgen. Dies ist für die zur Zeit auf dem Markt verfügbaren Produkte noch nicht möglich.



Die bis heute vorliegenden Erkenntnisse werden von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in einer „Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt“ veröffentlicht. In dem Merkblatt der FGSV wird auf diese Erfahrungssammlung verwiesen.

Als Voraussetzung für die Aufnahme eines Produktes in die Erfahrungssammlung wurden positive Erfahrungen über einen längeren Beobachtungszeitraum (mindestens 5 Jahre) festgelegt. Die erste Ausgabe der Erfahrungssammlung, (März 2006), beruht auf Nachuntersuchungen an Erprobungsstrecken.

An diesen Erprobungsstrecken mit einer Nutzungsdauer von bis zu 7

Jahren und zum Teil hoher Verkehrsbelastung wurden – neben der visuellen Beurteilung der Strecken – labortechnische Nachuntersuchungen zur Bindemittelalterung, zum Haftverhalten, zum Kälteverhalten und zur chemischen Zusammensetzung durchgeführt. Das Ergebnis der Nachuntersuchungen zeigt, dass zur Temperaturabsenkung von Walzasphalten die Produkte Smb 35, Sübit VR 45, Sasobit und Asphamin verwendet werden können.

Die vorliegende Erfahrungssammlung wird bei Bedarf aktualisiert. Sie enthält derzeit nur Produkte für Walzasphalt. Für Gussasphalt werden erste Ergebnisse von Nachuntersuchungen Ende 2006 bzw. 2007 erwartet.

Zur Aufnahme in die Erfahrungssammlung sind für weitere auf dem Markt befindliche oder neu entwickelte Produkte zur Temperaturabsenkung von Asphalt positive Erfahrungen in gleicher Weise nachzuweisen, wie bei den bisher untersuchten Erprobungsstrecken.

Die Beurteilung selbst erfolgt im Zusammenwirken der BASt mit einer Beratergruppe, bestehend aus Vertretern aus der Bau- und Asphaltindustrie, der Straßenbauverwaltung, der Bitumenindustrie, der Prüfinstitute und der Wissenschaft.

Mit dem M TA und der Erfahrungssammlung der BASt wird den Straßenbauverwaltungen eine Grundlage für die Ausschreibung, dieser bisher noch nicht im Regelwerk verankerten Bauweise, gegeben.

Literatur

1. DIN 1995 Bitumen und Steinkohlenteerpech, Anforderungen an die Bindemittel, Teil 1 Straßenbaubitumen (1989)
2. DIN EN 12 591 Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel, Anforderungen an Straßenbaubitumen, Deutsche Fassung 1999
3. DIN 55 946 Bitumen und Steinkohlenteerpech, Teil 1 Begriffe für Bitumen und Zubereitungen aus Bitumen. Teil 2 Begriffe für Steinkohlenteerpech und Zubereitungen aus Steinkohlenteer-Spezialpech (1983)
4. Glet, W. Aspekte zu den Emissionen aus Bitumen, Asphalt und alten Straßenausbaustoffen, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 58 (1996) Nr. 10
5. Knecht, U., Stahl, S. und Woitowitz, H.-J.: Handelsübliche Bitumensorten: PAH-Massengehalte und temperaturabhängiges Emissionsverhalten unter standardisierten Bedingungen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 59 (1999) 429-434
6. Marczynski, B.; Raulf-Heimsoth, M.; Preuss, R.; Kappler, M.; Schott, K.; Pesch, B.; Zoubek, G.; Hahn, JU.; Mensing, T.; Angerer, J.; Käfferlein, HU.; Brüning, T.: Assessment of DNA damage in white blood cells of workers occupationally exposed to fumes and aerosols of bitumen. Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention, 15 (2006) 645-651
7. Pohlmann, G.; Preiß, A.; Levsen, K.; Raabe, M.; Koch, W.: Collection, Validation and Generation of Bitumen Fumes for Inhalation Studies in Rats; Part 2: Collection of Bitumen Fumes from Storage Tanks. Annals of Occ. Hyg. 2006, in print
8. Pohlmann, G.; Preiß, A.; Koch, W.; Kock, H.; Elend, M.; Raabe, M.: Collection, Validation and Generation of Bitumen Fumes for Inhalation Studies in Rats; Part 3: Regeneration of Bitumen Fumes, Inhalation Setup and Validation. Annals of Occ. Hyg. 2006, in print
9. Preiss, A.; Koch, W.; Kock, H.; Elend, M.; Raabe, M.; Pohlmann, G.: Collection, Validation and Generation of Bitumen Fumes for Inhalation Studies in Rats; Part 1: Workplace Samples and Validation Criteria. Annals of Occ. Hyg. 2006, in print
10. Preuss, R.; Rossbach, B.; Korinth, G.; Müller, J.; Drexler, H.; Angerer, J.: Innere und äußere Belastung mit polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bei Beschäftigten eines Bitumen verarbeitenden Betriebes. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 63 (2003) 461-467
11. Raulf-Heimsoth, M.; Pesch, B.; Schott, K.; Kappler, M.; Preuss, R.; Marczynski, B.; Anger, J.; Rihs, HP.; Hahn, JU.; Merget, R.; Brüning, T.: Irritative Effects of Fumes and Aerosols of Bitumen on the Airways – Results of a Cross-shift Study. Arch Toxicology 2006, in print
12. Schott, K.; Raulf-Heimsoth, M.; Angerer, J.; Hahn, JU.; Heger, M.; Preuss, R.; Rohde, P.; Rühl, R.; Zoubek, G.; Brüning, T.: Auffälligkeiten bei einer Gussasphaltkolonne – Ursachenklärung einer erhöhten PAK-Belastung. Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin – ASU, 38 (2003) 594-597
13. Schott, K.; Zoubek, G.; Rumler, R.; Schicker, H.-J.; Rühl, R.; Brüning, Th.; Raulf-Heimsoth, M.: Chemisch-irritative Wirkung von Gussasphaltdämpfen und -aerosolen auf Atemwege bei Heißverarbeitung. Tiefbau 10/2004, 668-673
14. Rühl, R.; Musanke, U.; Kolmsee, K.; Prieß, R.; Zoubek, G. and Breuer, D.: Vapours and Aerosols of Bitumen – Exposure-Data ascertained by the German BITUMEN Forum. Annals Occup. Hygiene, 2006, in print
15. Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS vom 17. Mai 1999



Weiterführende Informationen, u.a. die Abschlussberichte vieler Studien, sind auf der Webseite des Gesprächskreises BITUMEN zu finden: www.gisbau.de/bitumen.html.

Ausführlich beschrieben werden die Arbeiten des Gesprächskreises, insbesondere zum Einsatz von bitumenhaltigen Produkten wie Walz- und Gussasphalt im Handbuch Bau-Chemikalien (http://www.ecomed-sicherheit.de/sicherheit/shop/artikeldetail.php?isbn=3-609-75300&order_nr=750300), in dem auch die Expositionsbeschreibungen für alle Bitumenanwendungen aufgeführt sind.

Ihre Ansprechpartner wenn Sie direkt mit einem Fachmann sprechen wollen:

Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-
Industrie e.V. (ARBIT)
Herr Günter Höltken (0 40/280 29 39)
Steindamm 55, 20099 Hamburg
hoeltken@arbit.de

Beratungsstelle für Gussasphalt-
anwendung e.V. (bga)
Herr Dipl.-Ing. Peter Rode
(02 28/23 98 99)
Dottendorfer Straße 86, 53129 Bonn
prode@gussasphalt.de

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und
Arbeitsmedizin
Frau Dr. Eva Lechtenberg-Auffarth
(02 31/9071-25 90)
Friedrich-Henkel-Weg 1-25
44149 Dortmund
eva.lechtenberg@baua.bund.de

Bundesanstalt für Straßenwesen
Dipl.-Ing. Franz Bommert
(0 22 04/4 37 71, Fax 0 22 04/4 36 73)
Brüderstraße 53
51427 Bergisch Gladbach
bommert@bast.de

Deutsche Bauchemie e.V.
Dipl.-Ing. Martin Glöckner
(0 69/25 56-16 33, Fax /25 16 09)
Karlsraße 21, 60329 Frankfurt/Main
gloeckner@vci.de

Deutscher Asphalt Verband e.V. (DAV)
Herr Jürgen Reifig
(02 28/9 79 65-0; Fax -11)
Schieffelingsweg 6, 53115 Bonn
reifig@asphalt.de

Hauptverband der Deutschen
Bauindustrie e.V.
Obering. Ulrich Habermann
(0 30/212 86-0)
Kurfürstenstraße 129, 10785 Berlin
verkehrswegebau@bauindustrie.de

Industriegewerkschaft Bergbau,
Chemie, Energie (IG BCE)
Herr Stefan Weis (05 11/76 31-3 40)
Königsworther Platz 6, 30167 Hannover
stefan.weis@igbce.de

Industriegewerkschaft Bauen –
Agrar – Umwelt (IG BAU)
Herr Dipl.-Ing. Bernd Eisenbach
(0 69/9 57 37-0)
Olof-Palme-Straße 19
60439 Frankfurt/Main
b.eisenbach@igbau.de

Industrieverband Bitumen-Dach- und
Dichtungsbahnen e.V. (vdd)
Dr. Rainer Henseleit
(0 69/25 56-13 15; Fax -16 02)
Karlsraße 21, 60329 Frankfurt
henseleit@vci.de

Länderausschuß für Arbeitsschutz und
Sicherheitstechnik (LASI)
Herr Dipl. Chem. Friedhelm Pohl
(05 11/120-34 84)
Niedersächsisches Umweltministerium
Archivstraße 2
30169 Hannover
friedhelm.pohl@mu.niedersachsen.de

Zentralverband des Deutschen
Baugewerbes e.V.
Herr Dipl.-Ing. Helmut Schgeiner
(0 30/20 314-0)
Kronenstraße 55
10117 Berlin
schgeiner@zdb.de

Zentralverband des Deutschen
Dachdeckerhandwerks e.V.
Herr Dipl.-Ing. Detlev Stauch
(0 221/39 80 38 31)
Fritz-Reuter-Str. 1
50968 Köln
dstauch@dachdecker.de

Bundesbildungszentrum des
Deutschen Dachdeckerhandwerks
Herr Kurt Michels (0 26 51/9 87 30)
Kelberger Str. 43-59
56727 Mayen
kmichels@bbz-dachdecker.de

Humanstudie Bitumen

Dr. habil. Monika Raulf-Heimsoth
(02 34/30 24-5 82)
Berufsgenossenschaftliches Forschungs-
institut für Arbeitsmedizin (BGFA)
Institutsdirektor Prof. Brüning
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1
44789 Bochum, raulf@bgfa.de

Inhalationsstudie

Prof. Dr. Uwe Heinrich (05 11/53 50-120)
Fraunhofer-Institut für Toxikologie und
Experimentelle Medizin (ITEM)
Nikolai-Fuchs-Str. 1, 30625 Hannover
heinrich@item.fraunhofer.de

Inhaltsstoffe von Bitumen sowie Studie zur dermalen Exposition

Priv. Doz. Dr. Dr. Udo Knecht
(06 41/99-413 20)
Universität Gießen-Marburg
Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
Aulweg 129/III, 35392 Gießen
udo.knecht@arbmed.med.uni-giessen.de

Epidemiologische Studie

Prof. Wolfgang Ahrens
(04 21/59 596-57)
Bremer Institut für Präventionsfor-
schung und Sozialmedizin
Linzer Str. 10, 28359 Bremen
ahrens@bips.uni-bremen.de

Dermale Exposition an kaltem Bitumen

Prof. Jürgen Angerer
(0 91 31/8 52-23 74)
Institut und Poliklinik für Arbeits-,
Sozial- und Umweltmedizin (IPASUM)
Schillerstraße 25, 91054 Erlangen
angerer@asumed.med.uni-erlangen.de

Untersuchung der Gussasphalt- arbeiter

Dr. Richard Rumler (09 31/4 06 83-0)
BG BAU – Berufsgenossenschaft
der Bauwirtschaft
Arbeitsmedizinischer Dienst
Max-Planck-Str. 12, 97204 Höchberg
richard.rumler@bgbau.de

Arbeitskreis Temperatur- absenkung in der FGSV

Prof. Dr.-Ing. Martin Radenberg
(02 34/3 22 84 37)
Lehrstuhl für Verkehrswegebau
Ruhr-Universität Bochum
Gebäude ICFW 02/625
44780 Bochum
verkehrswegebau@rub.de

Gesprächskreis BITUMEN

www.gisbau.de/bitumen.html
Dr. Reinhold Rühl
(0 69/47 05-213)
Dr. Uwe Musanke
(0 69/47 05-283)
BG BAU – Berufsgenossenschaft
der Bauwirtschaft
Hungener Straße 6, 60389 Frankfurt
reinhold.ruehl@bgbau.de
uwe.musanke@bgbau.de



bast

vdd
Industrieverband Bitumen-
Dach- und Dichtungsbahnen e.V.



BITUMEN

dai



ZENTRALVERBAND
DEUTSCHES
BAUWERBE **ZDB**

LASI



DIE DEUTSCHE
BAUINDUSTRIE

Gesprächskreis



Industriegewerkschaft
Bauen-Agrar-Umwelt

bgfa

Beratungsstelle für Gußasphaltanwendung e.V.

BAuA

dav

Zentralverband
des Deutschen
Dachdeckerhandwerks



DEUTSCHE BAUCHEMIE e.V.