



# ISBS

Institut für Straßenwesen

## **Asphaltverhalten bei tiefen Temperaturen**

Asphalt material behaviour at low temperatures

M. Wistuba, C. Monismith, H.U. Bahia, P. Renken, F. Olard,  
R. Blab, K. Mollenhauer, K. Metzker, S. Büchler, J. Grönniger,  
M. Zeng & K. Nam

---

Festschrift zu Ehren des 80. Geburtstags  
von Professor Wolfgang Arand

Essays in honour of Professor Wolfgang Arand  
on the occasion of his 80<sup>th</sup> birthday

mit Grußworten von / with congratulation letters by  
C. Monismith, H.U. Bahia, J. Litzka, R. Leutner & F.S. Rostasy

2009



Heft 23  
Braunschweig 2009  
ISBN 3-932164-11-3

## Vorwort des Herausgebers

Der universitäre Beitrag in Lehre und Forschung des Instituts für Straßenwesen der TU Braunschweig (ISBS) ist die Erfassung der variablen verkehrlichen und klimabedingten Beanspruchungen auf Verkehrsbauwerke und die Beschreibung des komplexen belastungs- und zeitabhängigen Material- und Strukturverhaltens. Baustoffe und Konstruktionsprinzipien werden systematisch optimiert und neue Baumethoden und Instandhaltungsstrategien entwickelt unter besonderer Beachtung der Aspekte von Nachhaltigkeit und Dauerhaftigkeit.

Im Mittelpunkt stehen hoch belastete Oberbaustrukturen für Straßen und Flugbetriebsflächen der flexiblen Bauweise (Asphalt). Hier besteht am Institut insbesondere im Bereich der experimentellen Bitumen- und Asphaltforschung eine national wie international renommierte Forschungstradition. Für die Asphaltforschung wegweisende Entwicklungen wurden und werden in Braunschweig initiiert bzw. vorangetrieben.

Dies gilt ganz besonders auch für die Jahre 1976 bis 1994, in denen Universitätsprofessor em. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Arand das Institut für Straßenwesen der TU Braunschweig leitete. Seither ist der Name *Arand* untrennbar verbunden mit vielen Impulsen für die internationale Straßenforschung. Er lieferte wichtige Beiträge zur Beschreibung der mechanischen Eigenschaften von Asphalt, wie zum Kälteverhalten, zur Verdichtbarkeit, zum Verformungsverhalten und zu den Ermüdungseigenschaften. Ab Mitte der 1970er Jahre entwickelte er die noch heute weltweit praktizierte Prüfmethodik zur Ansprache des Verhaltens von Asphalten bei tiefen Temperaturen mit Hilfe des einaxialen zentrischen Zugversuchs. Die Zielsetzung, das Baustoffverhalten im Labor gebrauchungsverhaltensorientiert nachzubilden, war wegweisend und prägt bis heute die Herangehensweise in der Prüftechnik. Ab Mitte der 1980er Jahre weitete Arand seine Überlegungen zum Einfluss tiefer Temperaturen auch auf das Ermüdungsverhalten von Asphalten aus und bereitete mit Hilfe des zyklisch-dynamischen Zug-Schwellversuchs den heutigen Prüfstandard vor.

Wie könnte es daher anders sein, als das Thema „Asphaltverhalten bei tiefen Temperaturen“ im Rahmen einer Festschrift zu Ehren des Jubilars wieder aufzugreifen und neu zu beleuchten. Sofort haben sich die Mitarbeiter des ISBS und eine Reihe von Wissenschaftlern aus dem In- und Ausland auf den Wunsch Arands bereit erklärt, einen Beitrag zur Entstehung dieses Heftes zu leisten – Ihnen allen sei an dieser Stelle für ihre Arbeit herzlich gedankt. Und weil in einer Braunschweiger Sammelschrift zum Thema Kälteverhalten von Asphalt ein Beitrag von Arand einfach nicht fehlen sollte, freuen wir uns, dass sich auch Wolfgang Arand selbst mit einem Fachbeitrag einbringt. Vielen Dank dem Jubilar!

Diese Festschrift, die als eine Sammlung wissenschaftlicher Beiträge abwechselnd in deutscher und englischer Sprache verfasst ist, widerspiegelt den Stand des Wissens zum gewählten Thema. Einleitend wird dargestellt welche Witterungsbedingungen in Deutschland während Kaltwetterperioden zu erwarten sind (Kapitel A) – rein zufällig erlebten wir zur Zeit der Fertigstellung dieses Hefts mit Temperaturen von bis zu knapp  $-30^{\circ}\text{C}$  die kälteste Frostnacht in Deutschland seit 22 Jahren (Süddeutsche Zeitung, Ausgabe 9. Januar 2009). Danach wird in Kapitel B auf den Stand der Entwicklungen zur labortechnischen Ansprache des Kälteverhaltens von Bitumen und Asphalt eingegangen. Schließlich werden Wege der Mischgutspezifikation im Rahmen der Europäischen Normung aufgezeigt (Kapitel C) und die Möglichkeiten zur numerischen Simulation und Prognose des Verhaltens von Asphaltstraßen bei tiefen Temperaturen (Kapitel D).

Die wichtigste Voraussetzung für den Erfolg des Wissenschaftlers Wolfgang Arand war und ist bis heute – neben seiner fachlichen Kompetenz – sein großes persönliches Engagement und seine Begeisterung für die Fragestellungen der Wissenschaft. Diese „Arand’sche Begeisterung“ möge auch in Hinkunft noch viele weitere Kolleginnen und Kollegen anstecken! Lieber Wolfgang, ich wünsche Dir – ganz besonders auch im Namen aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Straßenwesen – zu Deinem runden Geburtstag alles erdenklich Gute! Auf viele weitere gesunde und glückliche Jahre, mit den besten Grüßen, Dein

Michael P. Wistuba

## Inhalt / Contents

Achtzig Jahre Wolfgang Arand / Curriculum vitae Wolfgang Arand.....	9
Grußworte / congratulation letters .....	14
<b>Fachbeiträge / technical papers</b> .....	<b>27</b>
Introduction and outline of this issue / by M. Wistuba .....	28
<b>(A) Kälteeinwirkung / low temperature exposure</b> .....	<b>37</b>
Witterungsbedingte Belastungen der Straße / von M. Wistuba .....	38
Wintertemperaturen in Deutschland / von K. Metzker und M. Wistuba.....	51
<b>(B) Prüftechnische Ansprache des Kälteverhaltens / assessment of asphalt low temperature behaviour</b> .....	<b>57</b>
Review on laboratory testing of asphalt materials / by M. Wistuba .....	58
Fracture tests used for asphalt materials / by M. Wistuba and J. Grönniger .....	107
Low temperature asphalt mix tests at ISBS / by S. Büchler and M. Wistuba .....	117
Anmerkungen zur Prüfung des Asphaltverhaltens unter Zug / von W. Arand.....	134
Low temperature behavior of hot mix asphalt: University of California, Berkeley Research, 1960-2000 / by C. Monismith .....	145
Herstellung und Konditionierung von Asphaltproben / von P. Renken .....	160
Evaluating fatigue resistance at low temperatures using uniaxial cyclic tensile stress tests (UCTST) / by K. Mollenhauer.....	172
<b>(C) Mischgutspezifikation / mix specification</b> .....	<b>183</b>
Methoden der Mischgutspezifikation im Rahmen der europäischen Normung am Beispiel Österreich / von R. Blab .....	184
Asphaltmischgutspezifikation in Deutschland / von P. Renken.....	201
<b>(D) Prognose des Asphaltverhaltens bei Kälte / prediction of asphalt low temperature behaviour</b> .....	<b>207</b>
Fundamentals of mechanics used to model asphalt materials / by M. Wistuba .....	208
Prediction of the thermal cracking resistance of bituminous binders and mixtures / by F. Olard.....	237
Towards Better Prediction of Pavement Thermal Cracking / by H.U. Bahia, M. Zeng, and K. Nam .....	254
Verzeichnis der ISBS Schriftenreihe .....	280