

# **Einfluss der chemischen, rheologischen und physikalischen Grundeigenschaften von Straßenbaubitumen auf das Adhäsionsverhalten unterschiedlicher Gesteinsarten**

## **3. Forschungsziel / Ergebnisse / Lösungsweg**

### **3.1 Forschungsziel**

#### **3.1.1 Angestrebtes Forschungsziel**

Die umfangreichen Ausführungen in Kapitel 2 machen deutlich, dass die Entwicklung oder Weiterentwicklung eines Prüfverfahrens zur Ansprache des Haftverhaltens alleine nicht Ziel führend sein kann. Vielmehr müssen zunächst die chemischen Bedingungen der Baustoffkomponente Bitumen, die Zusammensetzung der wesentlichen Stoffgruppen und deren Schwankungen, quantifiziert werden. Hieraus werden die Einflüsse auf die physikalischen und rheologischen Grundeigenschaften und deren Folgen auf das Affinitätsverhalten sortengleicher Bitumen abgeleitet. Dazu werden eine Vielzahl bekannter Prüfverfahren verwendet und ggf. modifiziert, es werden aber auch neue Ansätze (z.B. zyklische Belastung in Wasser gelagerter Proben) erprobt. Die detaillierte Erfassung der stofflichen Zusammensetzung der Bitumen war ohne die moderne chemische Analytik bisher nicht oder nur mit sehr großem Aufwand möglich. Erst in Kenntnis der über einen definierten Produktionszeitraum auftretenden stofflichen Schwankungen der Bitumenzusammensetzung können deren Auswirkungen auf das Adhäsionsverhalten mit geeigneten Prüfverfahren erfasst und bewertet werden.

### **3.2 Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels**

An einer in Deutschland repräsentativen Auswahl von Herstellern und Produktionsstätten werden die vier wesentlichen Straßenbaubitumen gemäß DIN EN 12591 über einen Zeitraum von 7 bis 9 Monaten beprobt und untersucht.

Die Positionen 3.2.1 und 3.2.2 des nachfolgend aufgeführten Untersuchungsprogramms werden an allen beprobten Straßenbaubitumen durchgeführt, während für die Position 3.2.2.3 nur eine Auswahl von ca. 18 Bitumen verwendet wird. Die Auswahl wird dabei so getroffen, dass das gesamte Spektrum der chemisch-physikalischen Eigenschaften der Bitumen und Bitumensorten abgedeckt ist.

### 3.2.1 Probenahmen repräsentativer Baustoffe

Mit den Untersuchungen soll nicht nur der Einfluss der stofflichen Zusammensetzung der Bitumen auf das Gebrauchsverhalten (Adhäsion) untersucht werden. Vielmehr kann gleichzeitig auch die Bandbreite der Bitumenzusammensetzung innerhalb einer Bausaison und an verschiedenen Produktionsstätten ermittelt werden. Um dies zu erreichen, erstrecken sich die Probenahmen über einen Zeitraum von etwa 7 bis 9 Monaten und erfolgt ausschließlich an Asphaltmischanlagen. Beprobte werden die in Deutschland verwendeten Straßenbaubitumen der Sorten 70/100, 50/70, 30/45 und 20/30.

Da die Sorten 50/70 und 30/45 etwas häufiger Verwendung finden, werden für diese Sorten jeweils fünf Produktionsstätten abgedeckt, während von den Sorten 20/30 und 70/100 jeweils vier Produktionsstätten in das Untersuchungsprogramm einbezogen werden.

Bei fünf über den Betrachtungszeitraum verteilten Probenahmen ergeben sich insgesamt 90 Bitumenproben (siehe Tabelle 8).

**Tabelle 8:** Probenahmen der Bitumen

<b>Bitumensorte</b>	<b>70/100</b>	<b>50/70</b>	<b>30/45</b>	<b>20/30</b>	
Anzahl an Produktionsstätten	4	5	5	4	
Anzahl an Probenahmen	5	5	5	5	
<b>Summe an Proben</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>90</b>

Für die Adhäsionsversuche werden insgesamt sieben Gesteinssorten ausgewählt und in entsprechender Menge beschafft. Der Hauptuntersuchungsblock (Adhäsionsverhalten) wird jedoch nur an einem als haftkritisch und an einem als haftunkritisch eingestuften Gestein durchgeführt. Die weiteren Gesteinssorten sollen einen neutralen Charakter aufweisen und nur für einige ausgewählte Untersuchungen, die sich als besonders geeignet herausgestellt haben, Verwendung finden.

### 3.2.2 Labortechnische Untersuchungen

#### 3.2.2.1 Materialspezifische Eigenschaften der Bitumen und der Gesteine

An den insgesamt 90 Bitumenproben werden die physikalischen Grundeigenschaften sowie chemische Parameter zur eindeutigen Charakterisierung der stofflichen Zusammensetzung durchgeführt.

Die physikalischen Untersuchungen beinhalten:

- Nadelpenetration
- EP Ring und Kugel
- Paraffingehalt
- Brechpunkt nach Fraaß
- Kurzzeitalterung
- Kraftduktilität
- Viskositäten bei 5 Temperaturen
- Komplexer Schubmodul
- Phasenverschiebungswinkel
- Steifigkeit bei -16 °C (BBR)

Zur Charakterisierung der chemischen Eigenschaften der Bitumen werden folgende Untersuchungen an den 90 Proben durchgeführt:

- Glassäulenchromatographie
  - Asphaltengehalt
  - Gehalt an aliphatischen Kohlenwasserstoffen (KW)
  - Gehalt an aromatischen KW (Mono-, Di- und Poly-AKW)
  - Gehalt an polaren KW
- Asphaltstatus nach ZENKE (leicht-, mittel und schwerlösliche Asphaltene)

Exemplarisch werden an 20 ausgewählten Bitumen die Siedeanalysen des gesamten Bindemittels und der fünf mittels Glassäulenchromatographie abgetrennten Maltengruppen untersucht.

- Gaschromatographie
  - Siedeanalyse der Bitumen
  - Siedeanalyse der Maltengruppen

An den sieben Gesteinssorten werden die nachfolgend aufgeführten Kenndaten zur Einstufung der Oberflächenaktivität untersucht.

- mineralogisch-petrografische Analyse
- spezifische Oberfläche der Körnung 8/11 mm
- Porosität
- Beurteilung der Oberflächengeometrie mittel Digital-Mikroskopie

### **3.2.2.2 Modifizierung ausgewählter Bitumen**

Mit einem Straßenbaubitumen der Sorte 50/70 werden jeweils drei Varianten elastomermodifizierte Bitumen und drei Varianten thermoplastmodifizierte Bitumen in einem Hochschermischer für die weiteren Untersuchungen hergestellt.

### 3.2.2.3 Untersuchungen zum Adhäsionsverhalten

Anhand der Ergebnisse der chemischen und physikalischen Bitumenuntersuchungen werden je Bitumensorte drei bis vier Proben ausgewählt, an denen Untersuchungen zum Adhäsionsverhalten durchgeführt werden. Die Auswahl wird so getroffen, dass die gesamte Bandbreite der Ergebnisse, insbesondere der stofflichen Zusammensetzungen abgedeckt wird. Die nachfolgend aufgeführten Adhäsionsversuche werden folglich mit etwa 12 bis 15 Proben der Straßenbaubitumen und 6 polymermodifizierten Bitumenproben durchgeführt. Dabei kommen für die Adhäsionsversuche zunächst nur zwei Gesteinssorten (36 bis 44 Untersuchungen je Prüfmethode) zum Einsatz. Für Prüfmethode, bei denen Wasser eingesetzt werden muss, wird der pH-Wert angegeben und für alle weiteren Prüfungen konstant gehalten.

- Rolling-Bottle-Test

Dokumentation der Prüfergebnisse nach 6, 24, 48 und 72 Stunden Prüfdauer (Auswertung ggf. nach den Erkenntnissen des FA 07.209 „Adhäsion von Bitumen am Gestein (Haftverhalten)“ der TU Braunschweig im Auftrag der BAST)

- Kontaktwinkelverfahren

Bestimmung der Grenzflächenspannung z.B. gegen Glas sowie des Kontaktwinkels bei haftkritischer und haftunkritischer Oberfläche.

- Schüttelabriebversuch

Bestimmung des Masseverlustes nach 3stündiger Prüfung (Ggf. Ergänzende Untersuchungen an Asphaltproben gemäß eines Forschungsvorhabens des IFB Gauer, Regenstauf).

- Statische und dynamische Spaltzugversuche

Bestimmung der statischen Spaltzugfestigkeit vor und nach Wasserlagerung sowie Veränderung des Ermüdungsverhaltens durch Wasserlagerung im dynamischen Spaltzugversuch.

Nachdem die Ergebnisse mit den beiden Gesteinssorten (haftkritisch und haftunkritisch) vorliegen, werden mit ausgewählten Bindemitteln (Eingrenzung auf 5 bis 6 Bitumen) und besonders geeignete Untersuchungsmethoden weitere Adhäsionsversuche mit den beiden als neutral eingestuften Gesteinssorten durchgeführt.

### 3.2.3 Schlussbericht

Im Anschluss an die experimentellen Untersuchungen im Labor werden die Ergebnisse, die Schlussfolgerungen und die Empfehlungen in einem Schlussbericht zusammengefasst. Dabei wird darauf geachtet, dass durch die anonymisierte Angabe der Hersteller und Mischanlagen keine Zuordnung der Erkenntnisse auf die Herkunft der Proben ermöglicht wird. Zudem werden Empfehlungen für zukünftige qualitätssichernde Maßnahmen auf Basis der Ergebnisse formuliert.

## 3.3 Zeitplan über die Arbeitsschritte und Personaleinsatz

### Arbeitsschritte

#### 1. *Vorbereitungen und Auswahl der Baustoffe*

Die Probenahme der sieben Gesteinskörnungen erfolgt nach deren Auswahl durch das Laborpersonal der Ruhr-Universität Bochum.

#### 2. *Probenahmen der Baustoffe*

Die Probenahme der sieben Gesteinskörnungen erfolgt nach deren Auswahl durch das Laborpersonal der Ruhr-Universität Bochum.

Die Bitumenproben werden an ausgewählten, über das Bundesgebiet verteilt liegenden Asphaltmischanlagen vorgenommen. Die insgesamt 90 Probenahmen können aufgrund des unverhältnismäßig hohen Reiseaufwandes nicht ausschließlich von eigenem Personal durchgeführt werden. Für die weiter entfernt liegenden Anlagen wird das dortige Laborpersonal in die besonderen Randbedingungen der Probenahme der Bitumenproben vor Ort eingewiesen, so dass hierfür nur Versandkosten entstehen.

#### 3. *Bestimmung der Grundeigenschaften der Bitumen*

Die chemischen Grundeigenschaften werden extern vergeben (siehe Angebot der IFTA GmbH)

#### 4. *Bestimmung der Grundeigenschaften der Gesteine*

#### 5. *Modifizierung ausgewählter Bitumen*

#### 6. *Untersuchungen zum Adhäsionsverhalten*

#### 7. *Auswertung der Untersuchungsergebnisse*