



# Straßenbindemittel im dritten Jahrtausend

## FiF-Kooperationsprojekt



### Zielsetzung

Straßen brauchen belastbare, aber preisgünstige Baustoffe. Asphalt, eine mit Bitumen gebundene Mischung aus Gesteinskörnungen, ist belastbar, gut verarbeitbar und wirtschaftlich, und damit ein nahezu idealer Baustoff für Straßen.

Das verwendete Bindemittel Bitumen, ursprünglich ein Reststoff aus der Rohölverarbeitung, war ein ideales Bindemittel mit vielfältig günstigen Eigenschaften zu einem angemessenen Preis. Derzeit entstehen zunehmend Probleme mit Qualität und Verfügbarkeit.

Ziel des vorliegenden Projekts ist es, die „Struktur-Eigenschafts-Beziehungen“ des komplexen Vielstoffgemisches Bitumen durch sinnvolle Kombination von Erkenntnissen, Methoden und Untersuchungen aus dem Bauingenieurwesen und der Chemie systematisch zu erschließen, um

- Schäden zu verstehen
- Schäden zu vermeiden
- Bitumen gezielt zu verbessern
- Komponenten bis hin zur Total-Substitution ggf. gezielt durch Ersatzstoffe zu ersetzen (z.B. durch Abfälle aus der Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen)

### Bitumen, ein komplexes Vielstoffgemisch

Bitumen besteht aus ca. 10.000 – 100.000 verschiedenen chemischen Verbindungen. Entsprechend der Löslichkeit unterscheidet man zwei Fraktionen, die unlöslichen Asphaltene und die löslichen Maltene. Die Bitumenbestandteile lassen sich damit klassifizieren in

#### ≈ 15 % Asphaltene

unlöslich in Kohlenwasserstoffen  
1.000 – 100.000 g/mol

#### ≈ 85 % Maltene

≈ 20 % Bitumenharze (elulierbar mit Toluol / Aceton)  
Moleküle mit polaren funktionellen Gruppen  
Masse ca. 500 – 50.000 g/mol

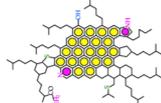
≈ 50 % aromatisch geprägte Verbindungen (elulierbar mit Toluol)

aromatische Ringe

Masse ca. 300 – 2.000 g/mol

≈ 15 % Alkane (elulierbar mit Pentan)

cyclische (Naphthene) und lineare Kohlenwasserstoffe  
Masse ca. 300 – 2.000 g/mol

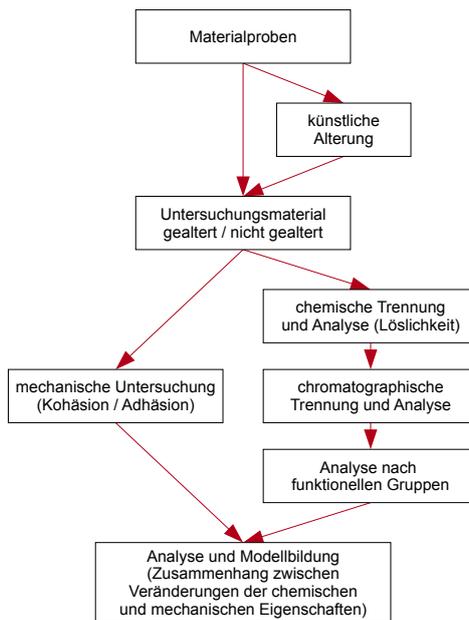


### ungefähre elementare Zusammensetzung

83 %	Kohlenstoff
10 %	Wasserstoff
5 %	Schwefel
1 %	Sauerstoff
0,5 %	Stickstoff
0,15 %	andere (Na, Fe, V, Ni, Cr .....)

Die genaue Zusammensetzung ist vor allem abhängig vom zugrundeliegenden Rohölvorkommen, der Aufbereitung (Raffination) und der bisherigen Alterung.

### Untersuchungsansatz



Der Untersuchungsansatz lautet: Inwieweit bestehen Zusammenhänge zwischen Änderungen der mechanischen und Änderungen der chemischen Eigenschaften von frischem und gealtertem Bitumen. Durch die (künstliche) Alterung des Bitumens soll erreicht werden, dass die Grundsubstanz vergleichbar ist. Dadurch wird der Einfluss der Änderungen deutlich. Die Trennung in Stoffgruppen lässt auch kleinere Unterschiede bei den funktionellen Gruppen deutlicher erkennbar werden und ist eine wesentliche Grundlage für die angestrebte Modellbildung.

### Aufgabenteilung

#### Fachgebiet Straßenwesen

Bereitstellung der Materialproben (einschl. künstlicher Alterung von Teilproben)

Bestimmung der mechanischen Eigenschaften

(Dynamisches Scher-Rheometer, Kontaktwinkelmessung)

#### Fg. Makromolekulare Chemie

Trennung nach Löslichkeit und Affinität in ca. 15 Stoffgruppen

(klassische Trennung nach Löslichkeit, Affinitätschromatographie, präparative GPC)

#### Fg. Organometalchemie und homogene Katalyse

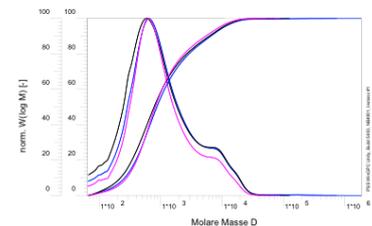
Analyse der einzelnen Stoffgruppen nach funktionellen Gruppen, ggf. Untersuchung von Bituminafilmen (IR, NMR, Elementaranalyse, Kleinwinkel-IR)

#### Alle Fachgebiete

Versuchsplanung  
vergleichende Auswertung  
ggf. ansatzweise Modellbildung

### Erste Ergebnisse (Oktober 2012)

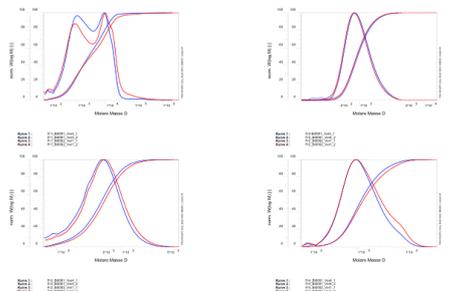
Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die gewählten Untersuchungsmethoden für die Trennung in Stoffgruppen (Löslichkeit, Affinitäts-Chromatographie, präparative GPC) auf Bitumen anwendbar sind. Die Wiederholbarkeit ist hervorragend.



Kurve 1: BI001\_1  
Kurve 2: BI001\_2  
Kurve 3: BI001\_3  
Kurve 4: BI002\_1  
Kurve 5: BI002\_2  
Kurve 6: BI002\_3

Sechs Massenverteilungen von drei Bitumensorten zeigen hervorragende Wiederholbarkeit bei gleichzeitiger Differenzierung zwischen den Bitumensorten

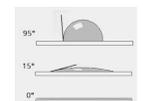
Unterschiede zwischen frischem und gealtertem Bitumen sind zu erkennen.



Massenverteilungen von frischem und gealtertem Bitumen nach Stoffgruppen



Dynamisches Scher-Rheometer (DSR)



Kontaktwinkel und Benetzbarkeit [KRÜSS 2010 nach Schön 2010]

