



# Wirtschaftlicher Straßenbau mit Schaumasphalt aus RC-Materialien

- 1866 T.G. Little erster englischer Meister **1,28 m**
- 1896 erste olymp. Spiele der Neuzeit  
E.Clark (USA) **1,91 m**
- 1912 G. Horni (USA) **2,01 m**



Quelle:  
[https://www.google.com/search?q=hochsprung+geschichte&rlz=1C1PDZP\\_deDE820DE820&sxsrf=ACYBGNSuYeRjmx3\\_3WVNABq2dgttNEws\\_A:1577710306255&tbm=isch&source=iu&ctx=1&fir=H2FhCVnqBK0iLM%253A%252Ccz33oj5E-udBPM%252C\\_&vet=1&usg=AI4\\_kQrgz7\\_pHy6dYmozMeGfAYADkIgoA&sa=X&ved=2ahUKEwizkvPytN3mAhUFZlAKHfMeA6YQ9QEwGHoECACQBg#imgrc=H2FhCVnqBK0iLM:&vet=1](https://www.google.com/search?q=hochsprung+geschichte&rlz=1C1PDZP_deDE820DE820&sxsrf=ACYBGNSuYeRjmx3_3WVNABq2dgttNEws_A:1577710306255&tbm=isch&source=iu&ctx=1&fir=H2FhCVnqBK0iLM%253A%252Ccz33oj5E-udBPM%252C_&vet=1&usg=AI4_kQrgz7_pHy6dYmozMeGfAYADkIgoA&sa=X&ved=2ahUKEwizkvPytN3mAhUFZlAKHfMeA6YQ9QEwGHoECACQBg#imgrc=H2FhCVnqBK0iLM:&vet=1)

**IBQ**

Bis 1936 musste mit den Füßen voraus gesprungen werden

- 1941 Lester Steers (USA)

**2,11 m**



Quelle:  
[https://www.google.com/search?q=lester+steers+high+jump&rlz=1C1PDZP\\_deDE820DE820&sxsrf=ACYBGNTdPHo87DdmHqcDpAUL0JknsuzOZQ:157773510974&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKew1g6GtoN\\_mAhUHU1AKHa4cD6sQ\\_AUoAXoECAsQAw&biw=1920&bih=937#imgrc=WhjCG8Xi-6SnRM:](https://www.google.com/search?q=lester+steers+high+jump&rlz=1C1PDZP_deDE820DE820&sxsrf=ACYBGNTdPHo87DdmHqcDpAUL0JknsuzOZQ:157773510974&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKew1g6GtoN_mAhUHU1AKHa4cD6sQ_AUoAXoECAsQAw&biw=1920&bih=937#imgrc=WhjCG8Xi-6SnRM:)

- 1968 Dick Fosbury (USA) 2,24 m
- 1993 Javier Sotomayor (CUB) 2,45 m



Quelle:  
<https://bnn.de/nachrichten/sport/muede-leichtathletik-helden-hochspringer-przybylko-zweiter>

**IBQ**

# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



# Schaumasphalt in England



- 1928** August Jakobi aus Darmstadt produzierte und patentierte das erste Heißbitumen-Schaum-System
- 1957** Prof. Ladis Casanyi von der Iowa State University erstes effizientes Verfahren zur Herstellung von Schaumbitumen
- 1971** Mobil Oil lässt ihr Schaumbitumensystem in Australien patentieren
- 1991** Es werden weltweit neue Schaumsysteme entwickelt
- 1994** Das finnische System Nesotec OY wird entwickelt und von Salvaco aus Schweden verwendet

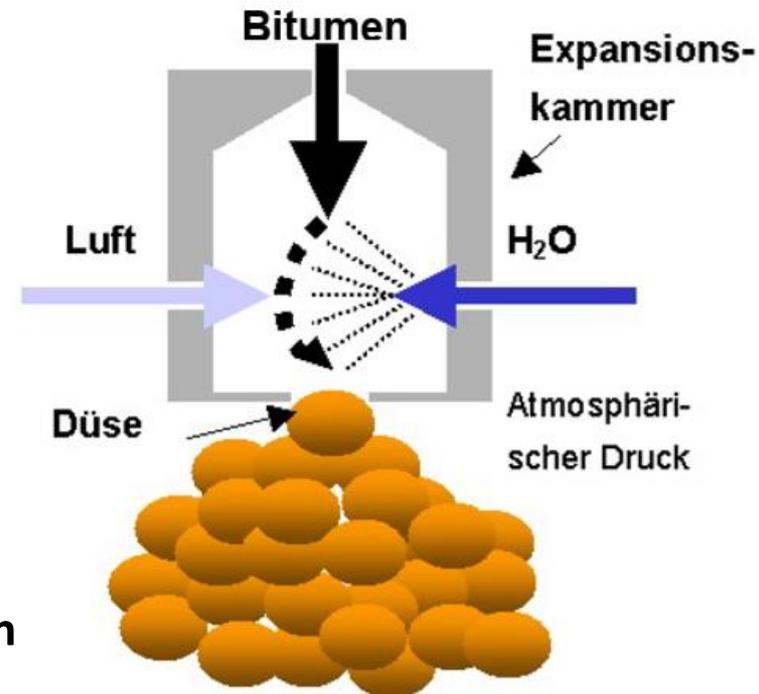
**Aktuelle Forschungen finden in Europa, Australien, Kanada, Mexiko, Südafrika und dem Nahen Osten statt.**

# Was ist Schaumasphalt



**Schaumasphalt ist eine Mischung aus Schaumbitumen und Gesteinskörnungen**

- Einspritzen von ca. 2 % Wasser in das heiße Bitumen
- Dadurch Aufschäumen des Bitumens bei gleichzeitiger Änderung der physikalischen Eigenschaften
- Wasser wird bei Kontakt mit heißem Bitumen in Dampf umgewandelt, der in Tausenden kleinen Bitumenbläschen eingeschlossen ist
- Schaum löst sich in kürzester Zeit (< 1 Minute) wieder auf und die ursprünglichen Eigenschaften des Bitumens sind wieder hergestellt
- ~~Beim Mischen des Schaumbitumens mit den Gesteinskörnungen entsteht der Schaumasphalt~~

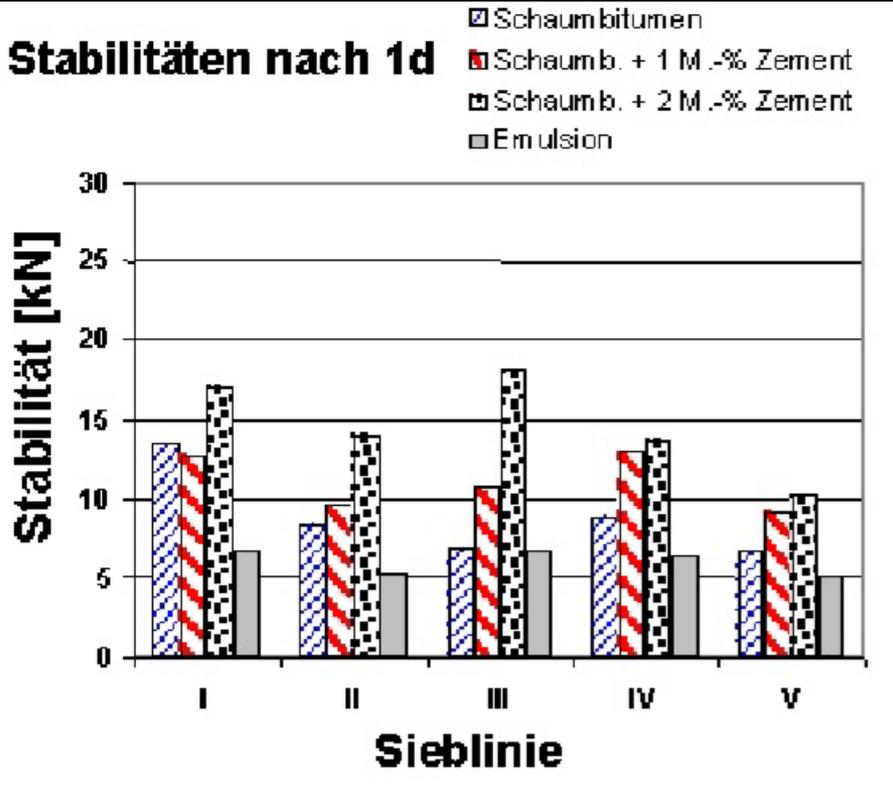


**IBQ**

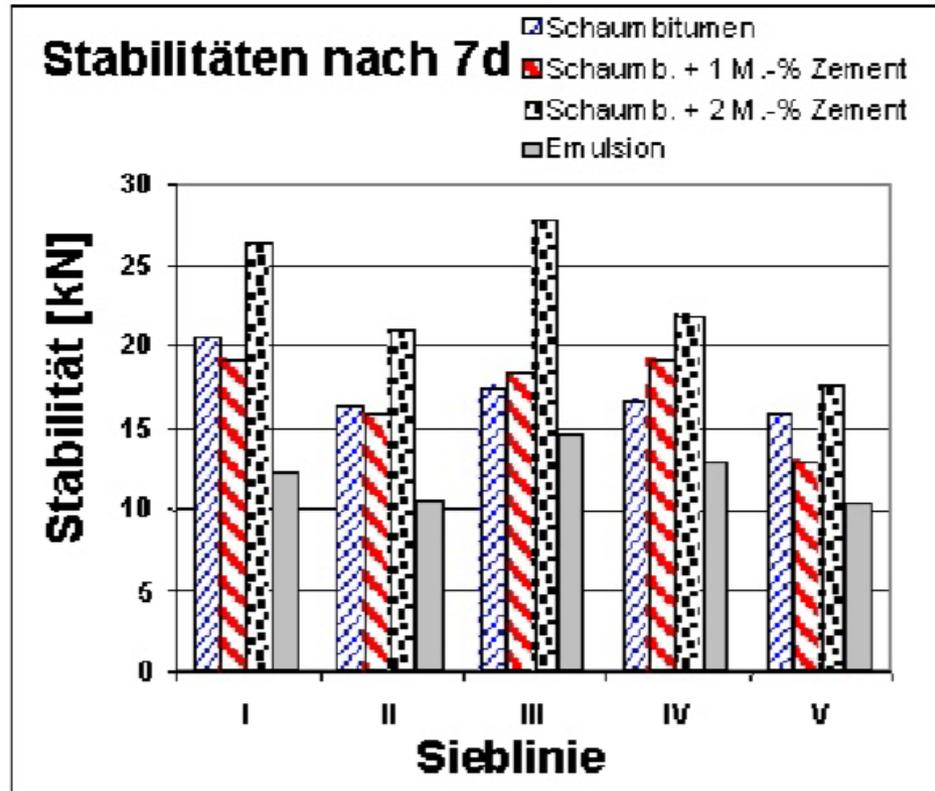
# Eigenschaften von Schaumasphalt

- Marshallstabilität an MPK's nach 1 und nach 7 Tagen Trockenlagerung

### Stabilitäten nach 1d



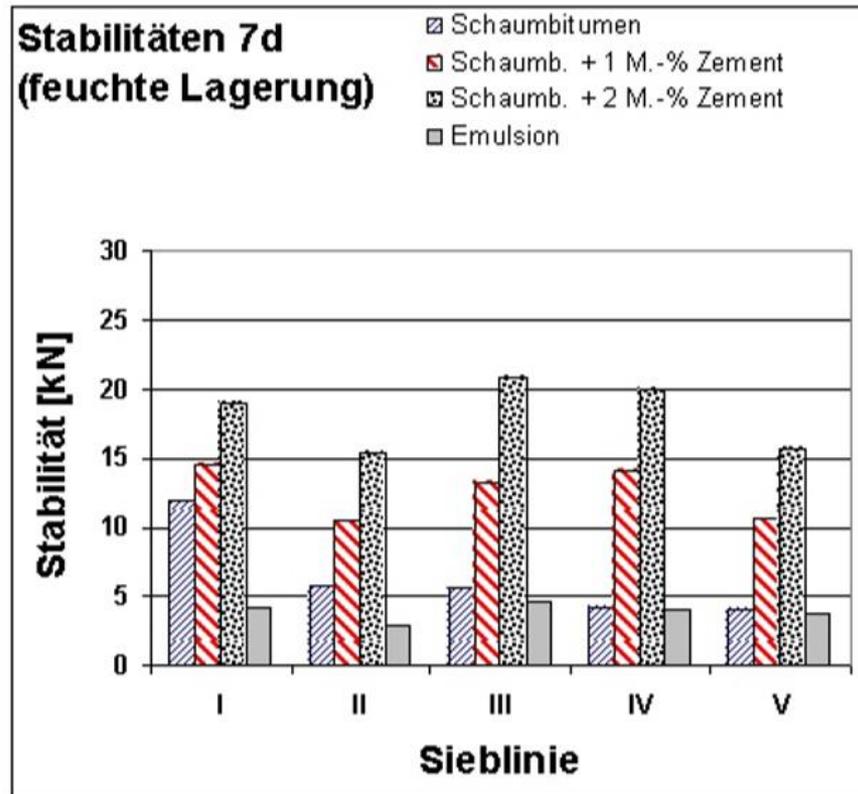
### Stabilitäten nach 7d



Quelle: Verbundprojekt: Prozess- und Verfahrenstechnik für die umweltschonende Straßensanierung durch Kaltrecycling mit Schaumbitumen

# Eigenschaften von Schaumasphalt

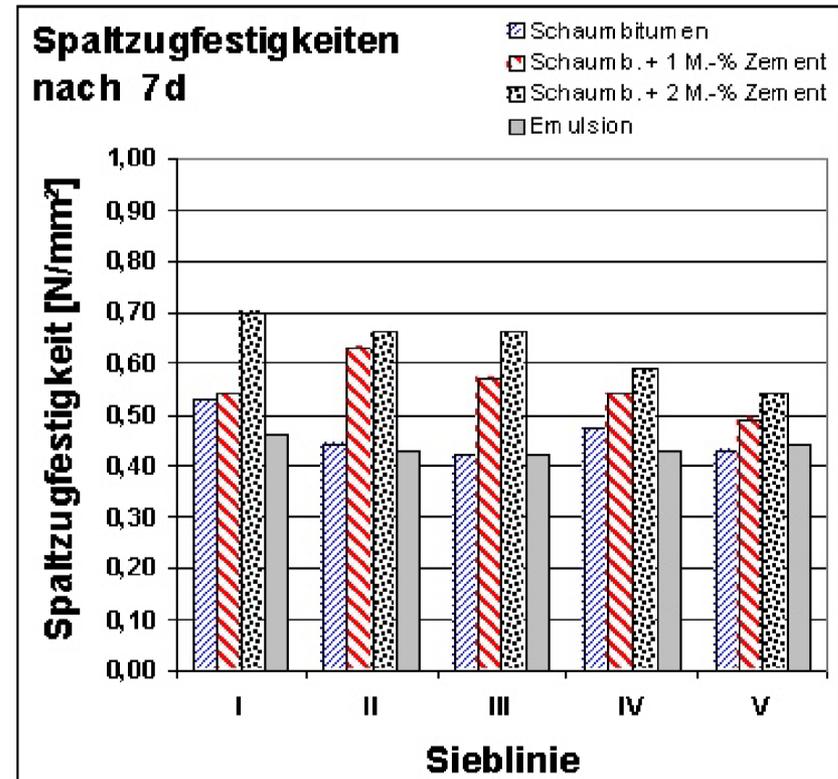
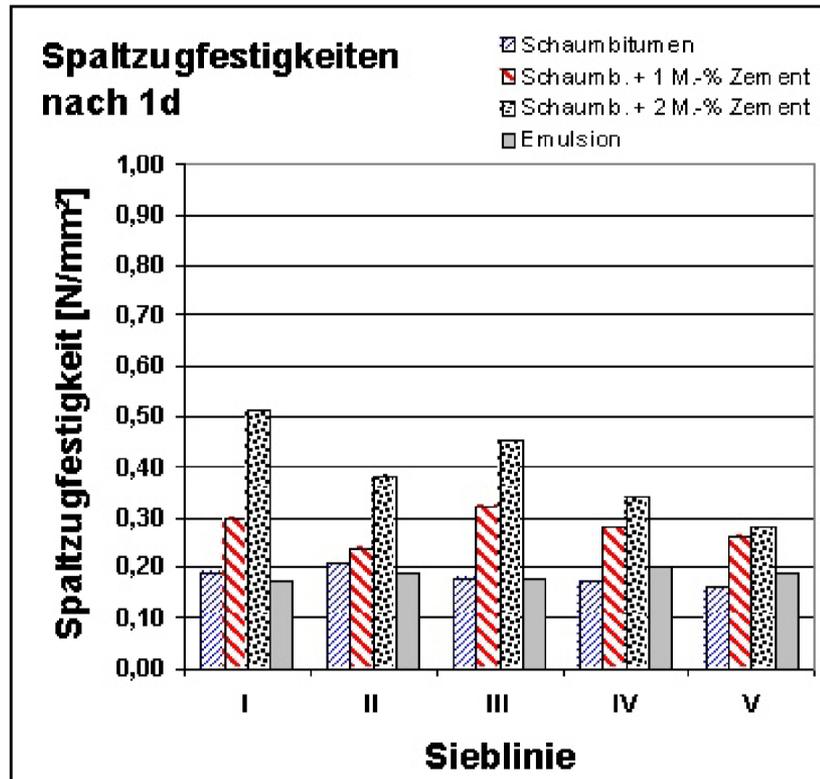
- Marshallstabilität an MPK's nach 7 Tagen Feuchtlagerung



Quelle: Verbundprojekt: Prozess- und Verfahrenstechnik für die umweltschonende Straßensanierung durch Kaltrecycling mit Schaumbitumen

# Eigenschaften von Schaumasphalt

- Spaltzugfestigkeit an MPK's nach 1 und nach 7 Tagen



Quelle: Verbundprojekt: Prozess- und Verfahrenstechnik für die umweltschonende Straßensanierung durch Kaltrecycling mit Schaumbitumen

# Gründe für Schaumasphalt



Schaumasphalt – wirtschaftlich da kalt gemischt, mit Neu- oder Recyclingmaterial

# Gründe für Schaumasphalt

- **Riesige Mengen an Ausbauasphalt an den Mischanlagen**



# Gründe für Schaumasphalt

- Gießereischlacken / Asche aus der Hausmüllverbrennung ...



# Gründe für Schaumasphalt

- **Steigende Rohstoff- und Energiepreise**



# Gründe für Schaumasphalt

- **Umweltfreundlich** weil nur geringer CO<sub>2</sub>-Ausstoß, da die Gesteinskörnungen weder getrocknet noch erhitzt werden müssen
- **Vollständige Wiederverwertung** von Asphaltaufbruch möglich



# Gründe für Schaumasphalt

- Verkürzte Bauzeiten realisierbar
- Sofort nach der Verdichtung befahrbar
- Material bleibt über 6 – 12 Wochen problemlos verarbeitbar; somit späterer Einbau möglich



**Die Zusammensetzung kann in Abhängigkeit von den gewünschten Eigenschaften gewählt werden:**

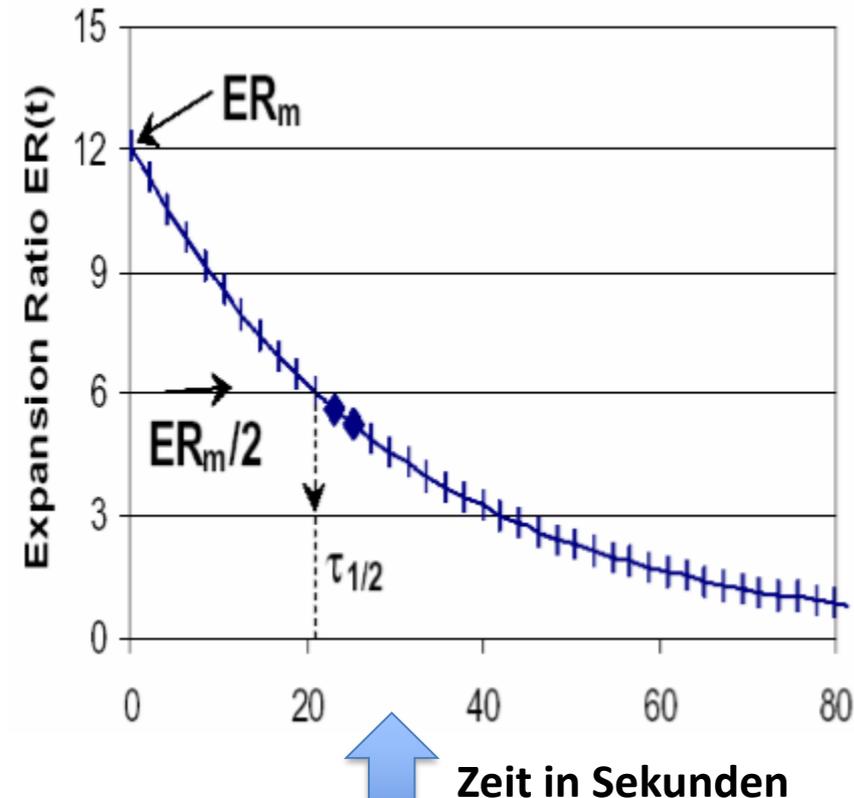
- **Erfüllung von strukturellen und funktionalen Anforderungen**
- **Beibehaltung der relevanten technischen Eigenschaften unter Umwelteinflüssen und Verkehrslasten**

## Überlegungen für eine optimale Mischgutzusammensetzung:

- Bitumeneigenschaften
- Eigenschaften der Gesteinskörnung
- Einfluss der Feuchtigkeit
- Einflüsse auf die Aushärtung
- Temperaturbedingungen
- Technische Eigenschaften

## Schaumbitumen zeichnet sich aus durch:

- **Expansionsverhältnis (expansion ratio – ER)**  
Verhältnis zwischen dem max. Schaumvolumen und dem Endvolumen des Bindemittels nach Auflösen des Schaums
- **Halbwertszeit**  
Zeit in Sekunden zwischen dem Erreichen des max. Schaumvolumens und der Zeit in der der Schaum die Hälfte des max. Volumens erreicht hat



Zerfallskurve

**IBQ**

## Zerfallskurve

- Die Zerfallskurve definiert also die Geschwindigkeit des Schaumzerfalls
- Und gibt damit einen Hinweis auf die zum Mischen verfügbare Zeit

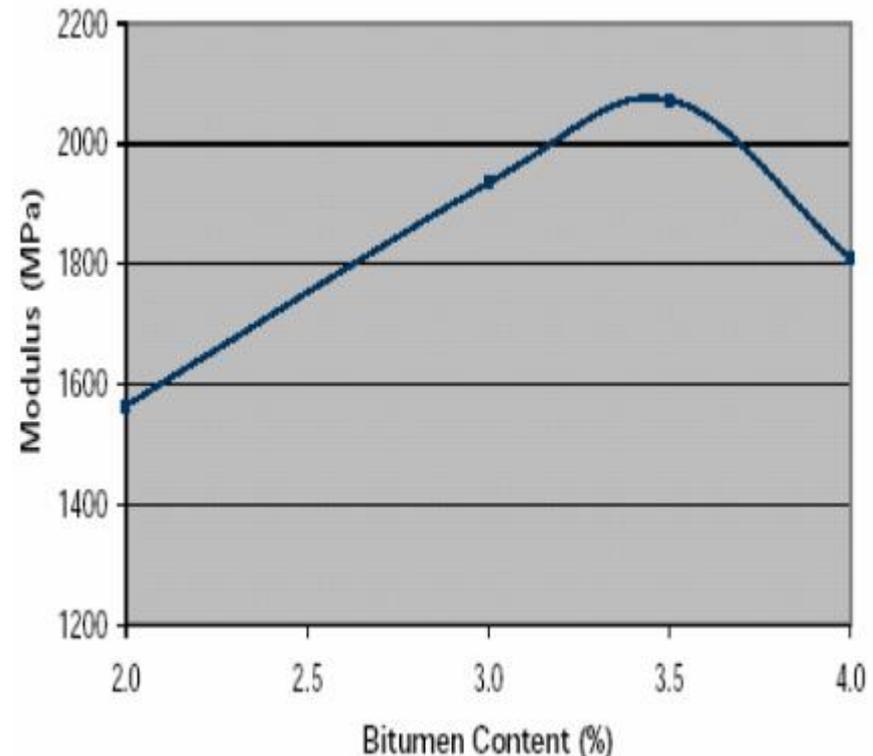
## Faktoren die den Zerfall beeinflussen

- Absenken der Dampftemperatur (durch Kontakt des Bitumenfilms mit der Umgebungsluft)
- Überschreitung der Dehnungsgrenzen (Oberflächenspannung) des Bitumenfilms
- Bitumenblasen mit unterschiedlicher Größe

- Grundsätzlich kann **jedes** Bitumen aufgeschäumt werden
- Maximierte Expansionsverhältnisse fördern die Verteilung des Bindemittels in der Mischung
- Zusätze zur Verbesserung der Affinität erhöhen das Schaumvolumen (Abel, 1978)
- Bitumentemperatur sollte zw. 160 - 185°C liegen (Abel, 1978)
- Bitumen mit niederer Viskosität schäumt leichter und hat höhere Expansionsverhältnisse und Halbwertszeiten als Bitumen mit hoher Viskosität (Abel, 1978)
- Es gibt **keine** nennenswerten Unterschiede hinsichtlich der Eigenschaften des Schaumasphaltes bei unterschiedlichen Bitumensorten (Lee, 1981)

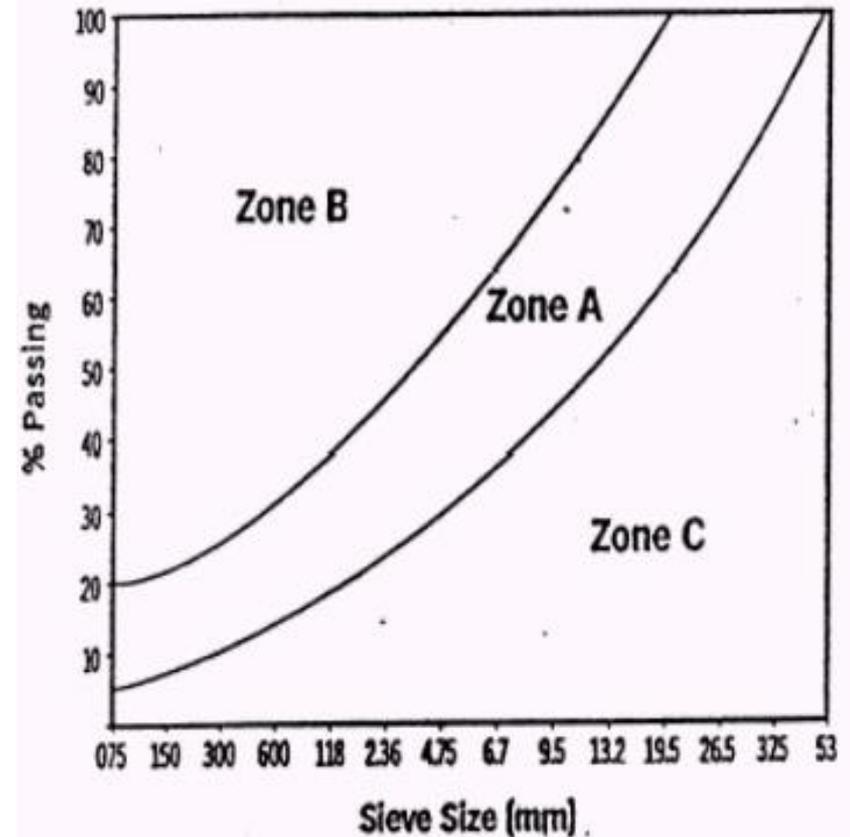
# Optimale Bitumenmenge

- Die optimale Bitumenmenge wird durch Laborversuche bestimmt
- Max. Bindemittelgehalt wird durch den Stabilitätsverlust des Gemisches bestimmt
- Min. Bindemittelgehalt wird durch die Wasserempfindlichkeit bestimmt
- Verhältnis von Bindemittel : Fülleranteil bestimmt die Viskosität des Mörtels beeinflusst damit maßgeblich die Stabilität



# Eigenschaften der Gesteinskörnungen

- Für Schaumasphalt kann eine breite Palette an Zuschlagstoffen verwendet werden
- Der Anteil an feinen Gesteinskörnungen sollte über 5 M.-% liegen
- Das Gemisch aus Bitumen und feinen Gesteinskörnungen wirkt als Mörtel zwischen den groben Zuschlagstoffen und beeinflusst damit die Festigkeit und Stabilität
- Überschüssiges Bitumen neigt dazu, als Schmiermittel zu wirken, was zu einem Verlust an Festigkeit und Stabilität führt



# Einfluss der Feuchtigkeit

- **Zu geringe Wassermengen reduzieren die Verarbeitbarkeit des Gemisches und führen zu einer unzureichenden Dispersion des Bitumens**
- **Überschüssiges Wasser verlängert die Aushärtezeit und verringert die Festigkeit des Gemisches**
- **Optimaler Feuchtigkeitsgehalt ist abhängig von den Eigenschaften des Gesteinskörnungsgemisches**
- **Optimaler Feuchtigkeitsgehalt liegt vor, wenn die Gesteinskörnung bei loser Schüttung ein max. Volumen aufweist (Mobile Oil, Australia)**
- **Je höher der Bitumengehalt, desto geringer der notwendige Gehalt an Feuchtigkeit zur Verdichtung**

# Einflüsse auf die Aushärtung

Das Aushärten ist der Prozess, bei dem der Schaumasphalt mit der Zeit allmählich an Festigkeit zunimmt, bei gleichzeitiger Reduktion des Feuchtegehalts

- Der Feuchtegehalt während der Aushärtezeit beeinflusst die Endfestigkeit des Gemisches (Ruckel et al, 1982)
- Der Aushärteprozess bis zur Endfestigkeit läuft über mehrere Monate (ähnlich wie beim Beton)
- Im Labor erfolgt eine dreitägige Ofentrocknung der Probekörper bei 60°C bis zu einem Feuchtigkeitsgehalt von ca. 0 – 4 %.
- Damit Simulation des Betriebszustandes nach ca. 1 Jahr

# Temperaturbedingungen

**Die optimale Temperatur des Gesteinskörnungsgemisches liegt in einem Bereich von 10 – 25°C**

- **Temperaturen unterhalb dieses optimalen Bereiches beeinflussen die Qualität der Gemische negativ**
- **Temperaturen oberhalb des optimalen Bereichs können durch geringfügig höhere Wasserzugabe kompensiert werden**

# Technische Eigenschaften

- Die gebräuchlichste Methode zur Auswahl des optimalen Bindemittelgehalts ist die Optimierung der Marshall-Stabilität bei gleichzeitiger Minimierung des Stabilitätsverlustes bei Wasserlagerung
- Stabilität nimmt mit zunehmendem Bindemittelgehalt bis zum Optimum zu und nimmt dann wieder ab
- Optimaler Bindemittelgehalt kann auch über den E-Modul bestimmt werden
- Gleichzeitig kann über weitere Eigenschaften das Mix Design beeinflusst und optimiert werden
  - Feuchtigkeitsaufnahme
  - Druckfestigkeit
  - Zugfestigkeit
  - Steifigkeitsmodul
  - Abriebfestigkeit
  - Ermüdungsbeständigkeit

# Mix Design

## Grundlegende Vorgehensweise bei der Erstellung von Mischrezepten

- Laboranlage für Schaumasphalt



## Grundlegende Vorgehensweise bei der Erstellung von Mischrezepten

- **Festlegung des zu verwendenden Bitumens (Eigenschaften)**
- **Ermittlung der Eigenschaften des zu verwendenden Gesteinskörnungsgemisches**
- **Festlegung des Bindemittelgehalts für Probemischungen**
- **Ermittlung des Feuchtigkeitsgehalts**
- **Mischen und Herstellung von Probekörpern**
- **MPK´s aushärten lassen und Prüfen. Optimieren des Bindemittelgehalts**

# Anwendung

Einbau als gebundene Tragschicht und Deckschichten

- Wirtschaftswege
- Geh- und Radwege
- Parkflächen
- Gemeindestraßen
- Öffentliche Verkehrsflächen

# Anwendung



Quelle: Soter

Industriepark – Schaumasphalt Tragschichten aus Recycling Material  
( gebrochener Altasphalt, gebrochener Beton und Schlacke ).

**IBQ**

# Anwendung



Schaumasphalt aus 100% Recyclingmaterial, Einbau auf der Verladefläche einer Mülldeponie

Quelle: Soter

**IBQ**



*Thank you for listening*

*Dr. Martin Haberl*

**IBQ**