



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=ACYBGNSuYeRjmx_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:

- 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

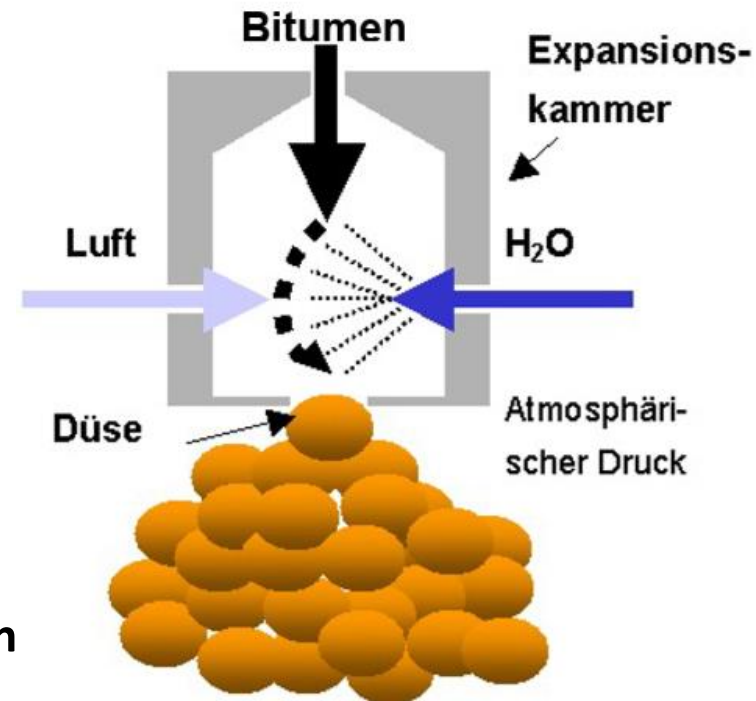
Aktuelle Forschungen finden in Europa, Australien, Kanada, Mexiko, Südafrika und dem Nahen Osten statt.

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~~

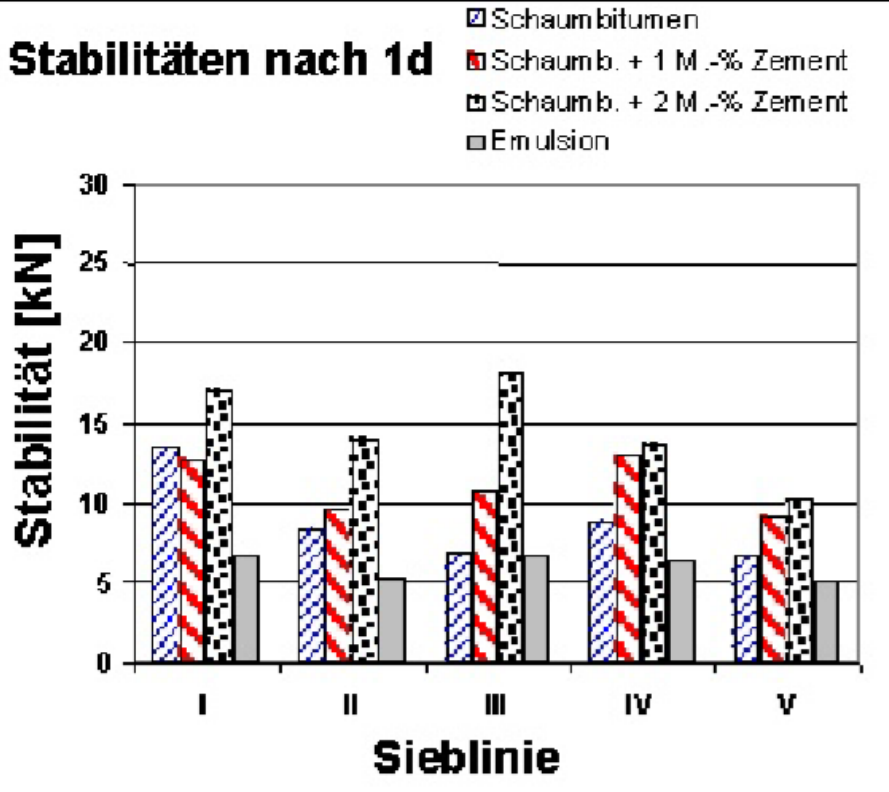


IBQ

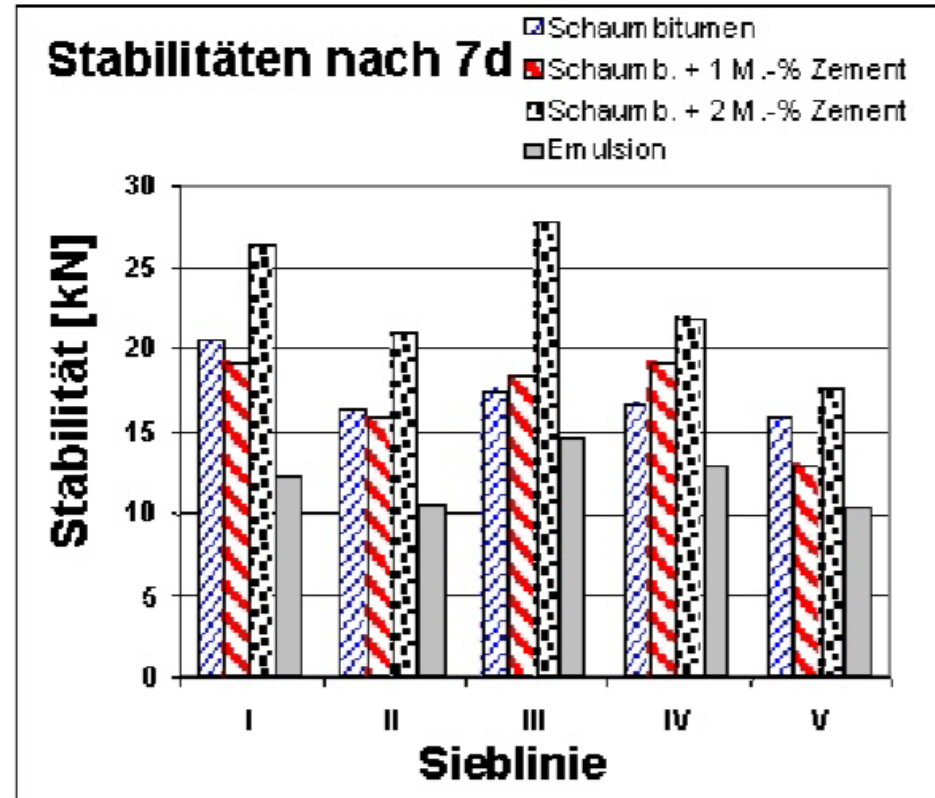
Eigenschaften von Schaumasphalt

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

Stabilitäten nach 1d



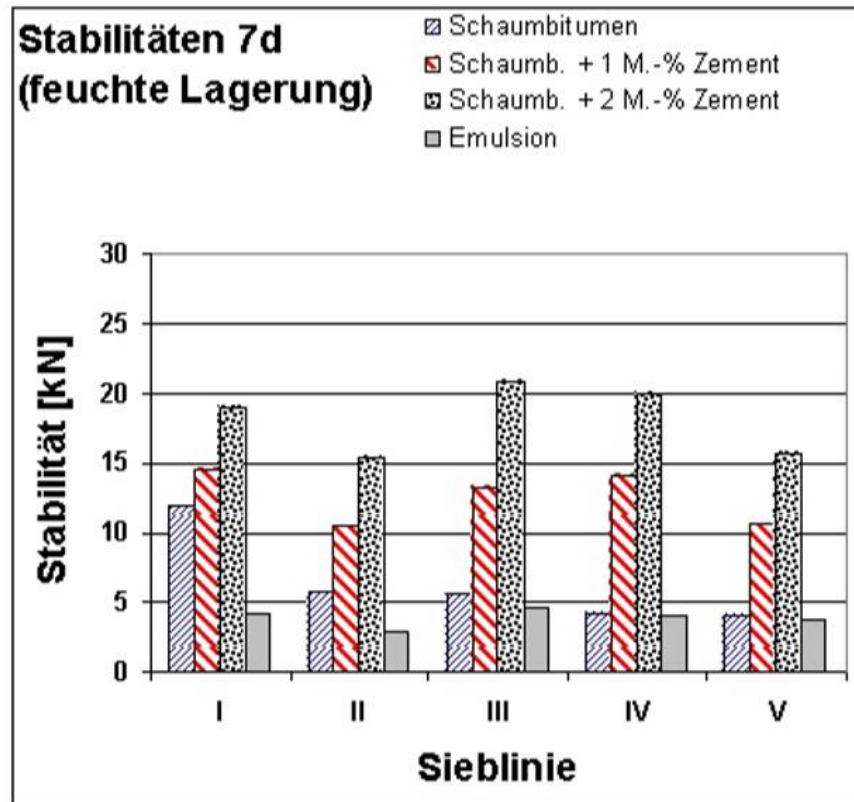
Stabilitäten nach 7d



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

Eigenschaften von Schaumasphalt

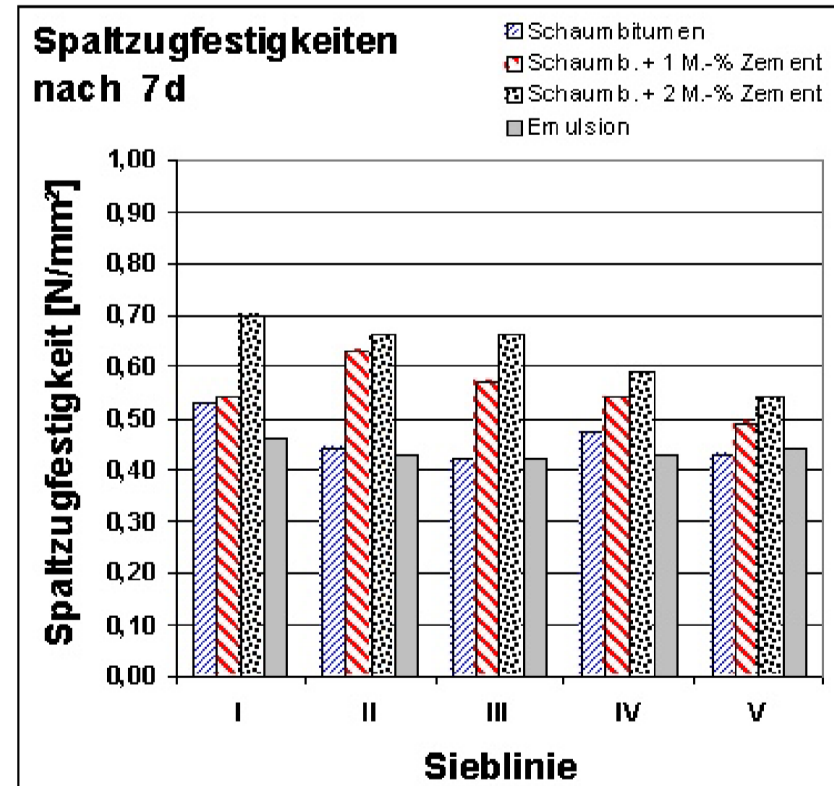
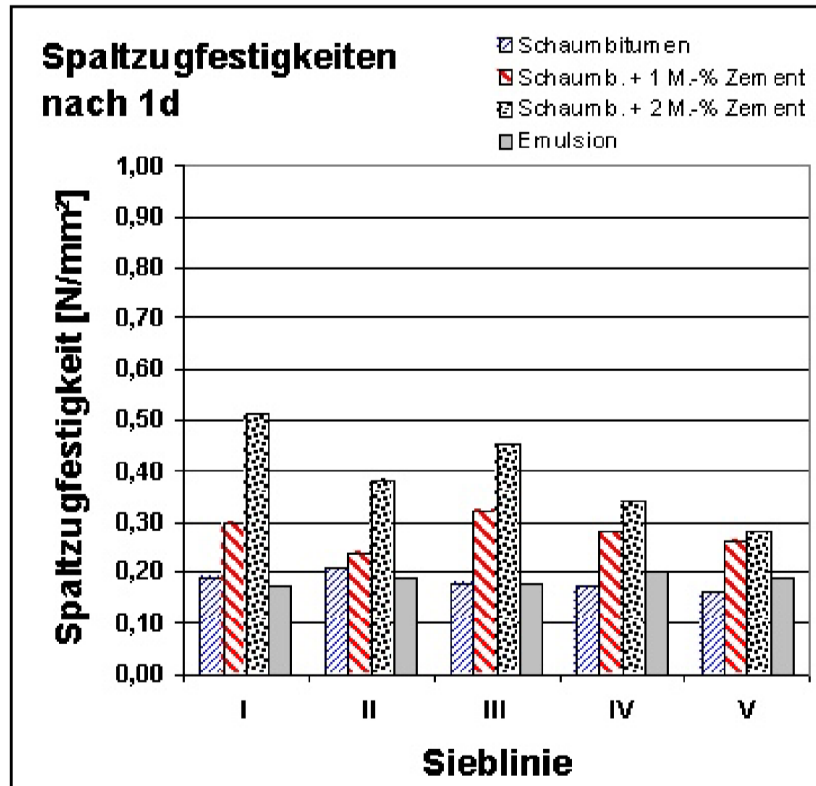
- Marshallstabilität an MPK's nach 7 Tagen Feuchtlagerung



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 CO₂-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:

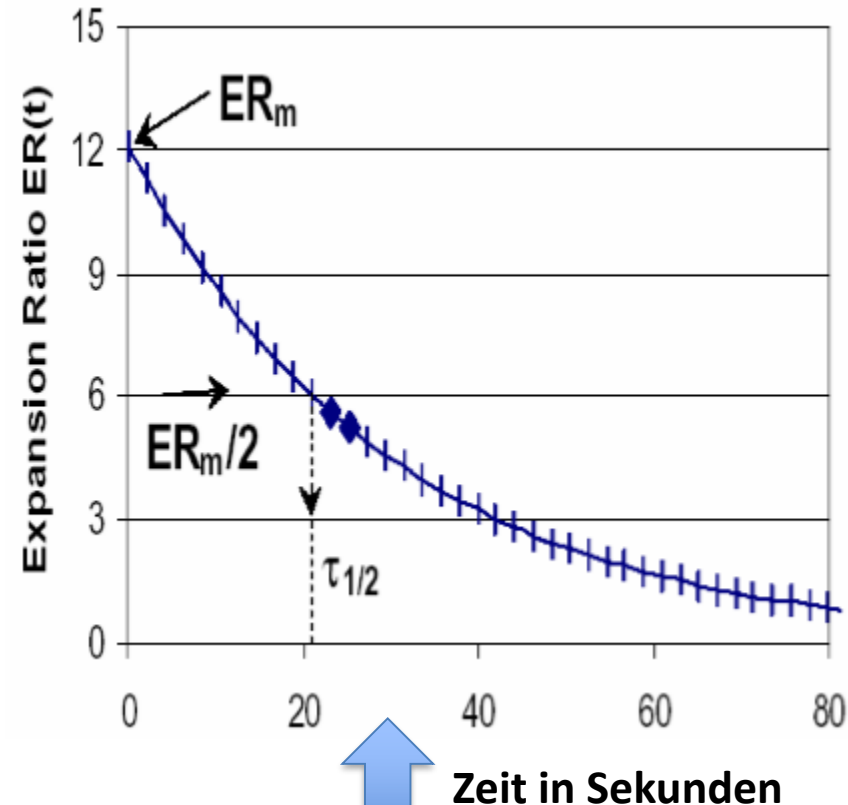
- **Erfüllung von strukturellen und funktionalen Anforderungen**
- **Beibehaltung der relevanten technischen Eigenschaften unter Umwelteinflüssen und Verkehrslasten**

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

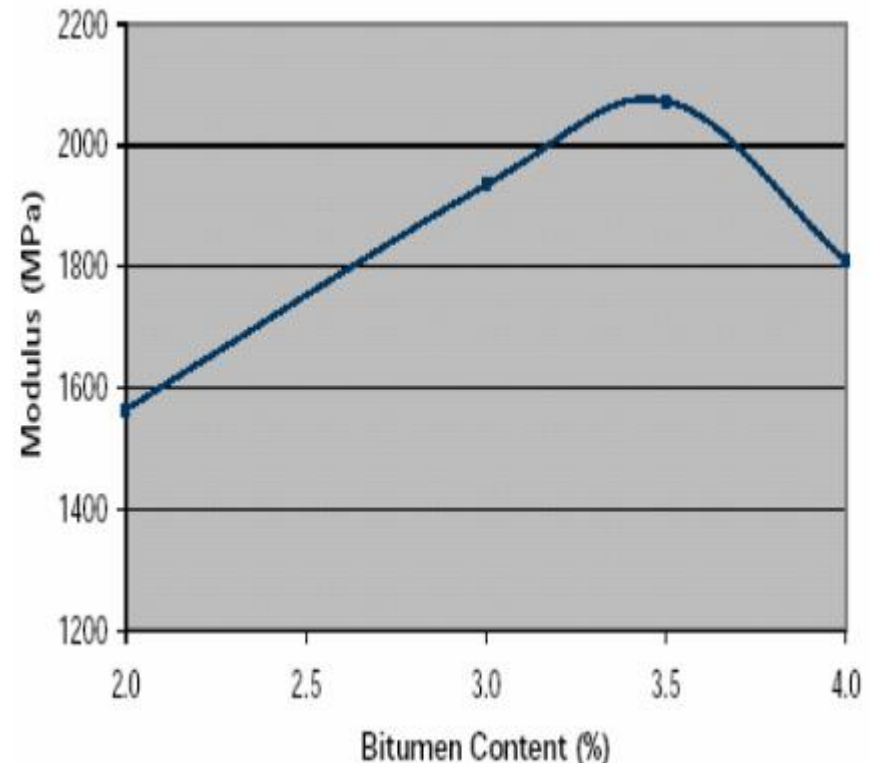
Faktoren die den Zerfall beeinflussen

- 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)

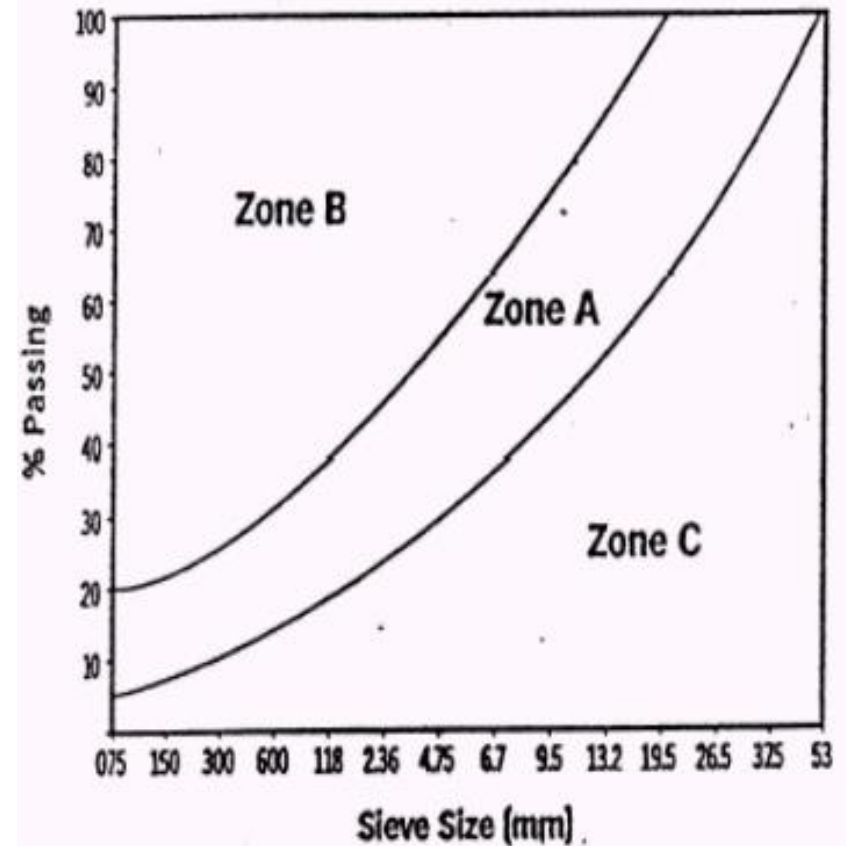
Optimale Bitumenmenge

- 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).

Anwendung



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

Quelle: Soter

IBQ



Thank you for listening

Dr. Martin Haberl

IBQ