



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Institut für Straßen- und
Eisenbahnwesen

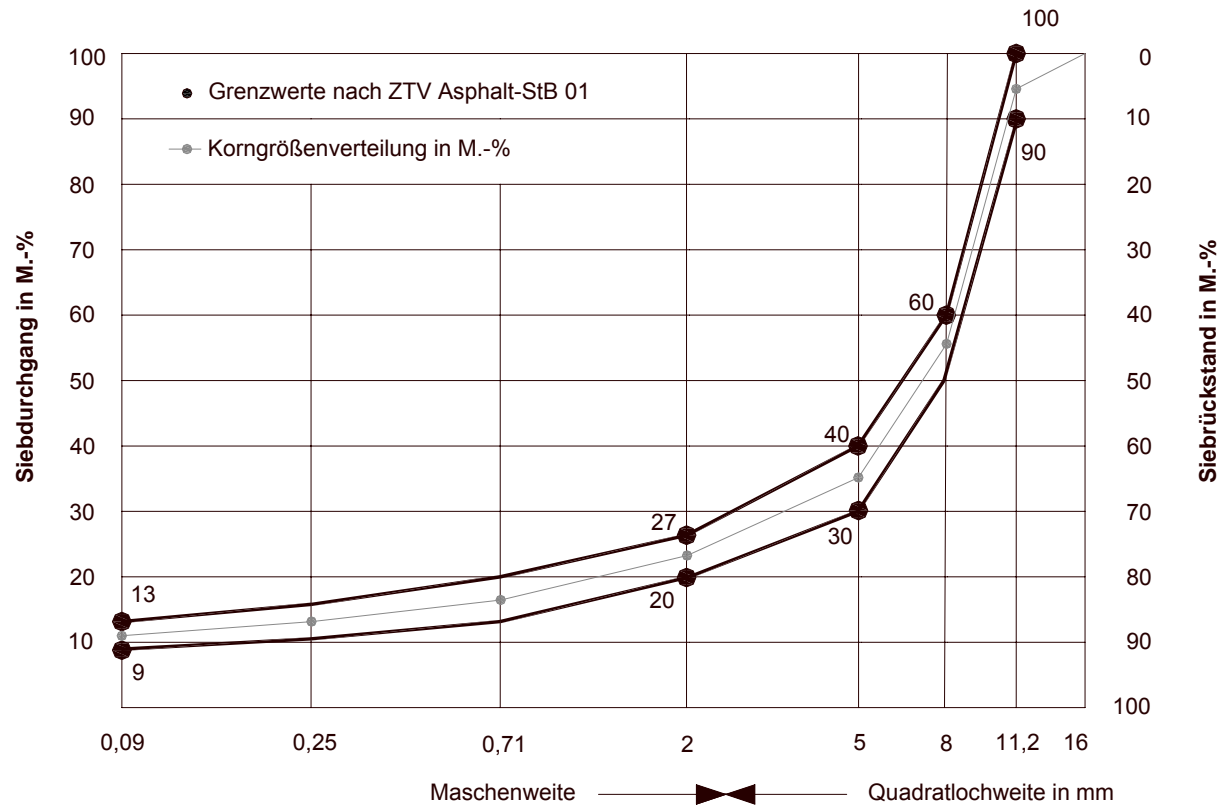
ISE

Splittmastixasphalte mit Elektroofenschlacke (EOS) zur Verbesserung des Gebrauchsverhaltens

Leyla Chakar



Besonderheiten bei der Rezeptierung von Asphalten mit EOS am Beispiel eines Splittmastixasphaltes 0/11 S



$$V_i = \frac{\frac{M_i}{\rho_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{\rho_i}} \cdot 100 \quad [\text{Vol.-%}]$$

V_i - Volumenanteil der i Kornklasse in Vol.-%

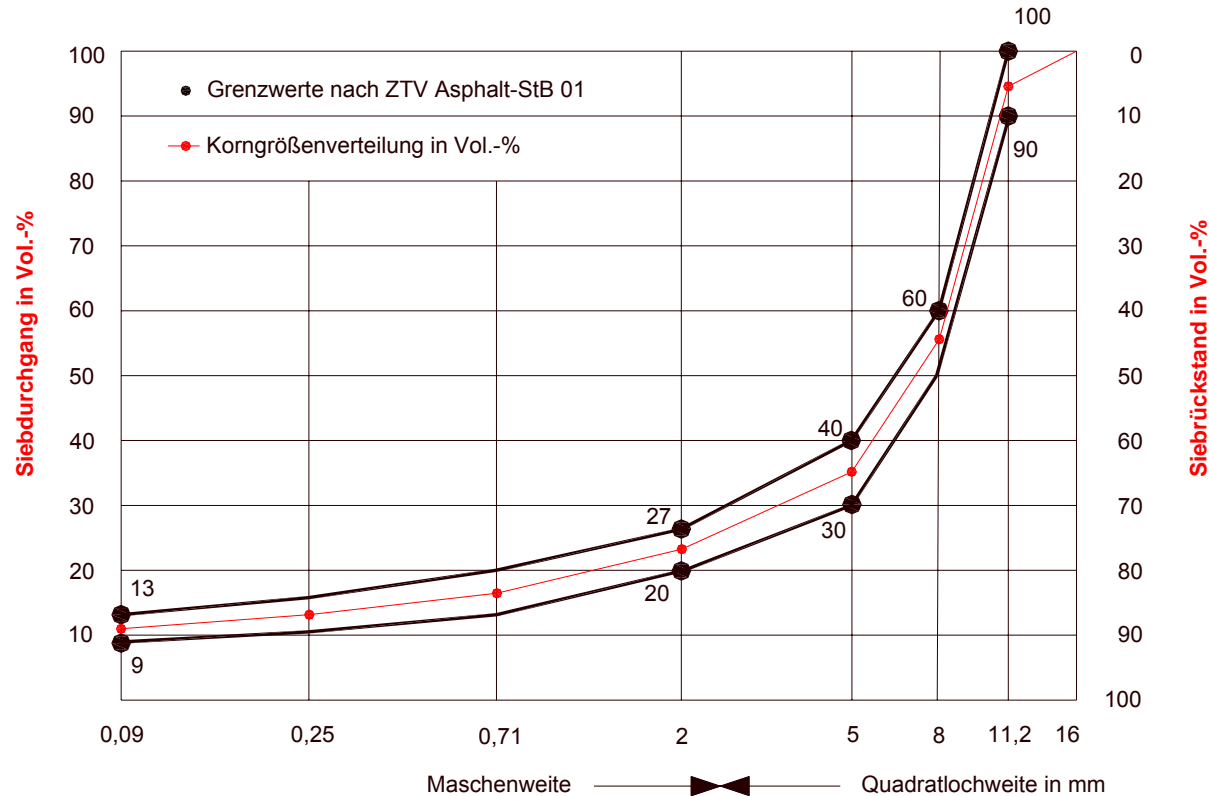
M_i - Massenanteil der Kornklasse i in M.-%

ρ_i - Rohdichte der Kornklasse i in g/cm^3

ρ_i = Konstant in g/cm^3



Besonderheiten bei der Rezeptierung von Asphalten mit EOS am Beispiel eines Splittmastixasphaltes 0/11 S



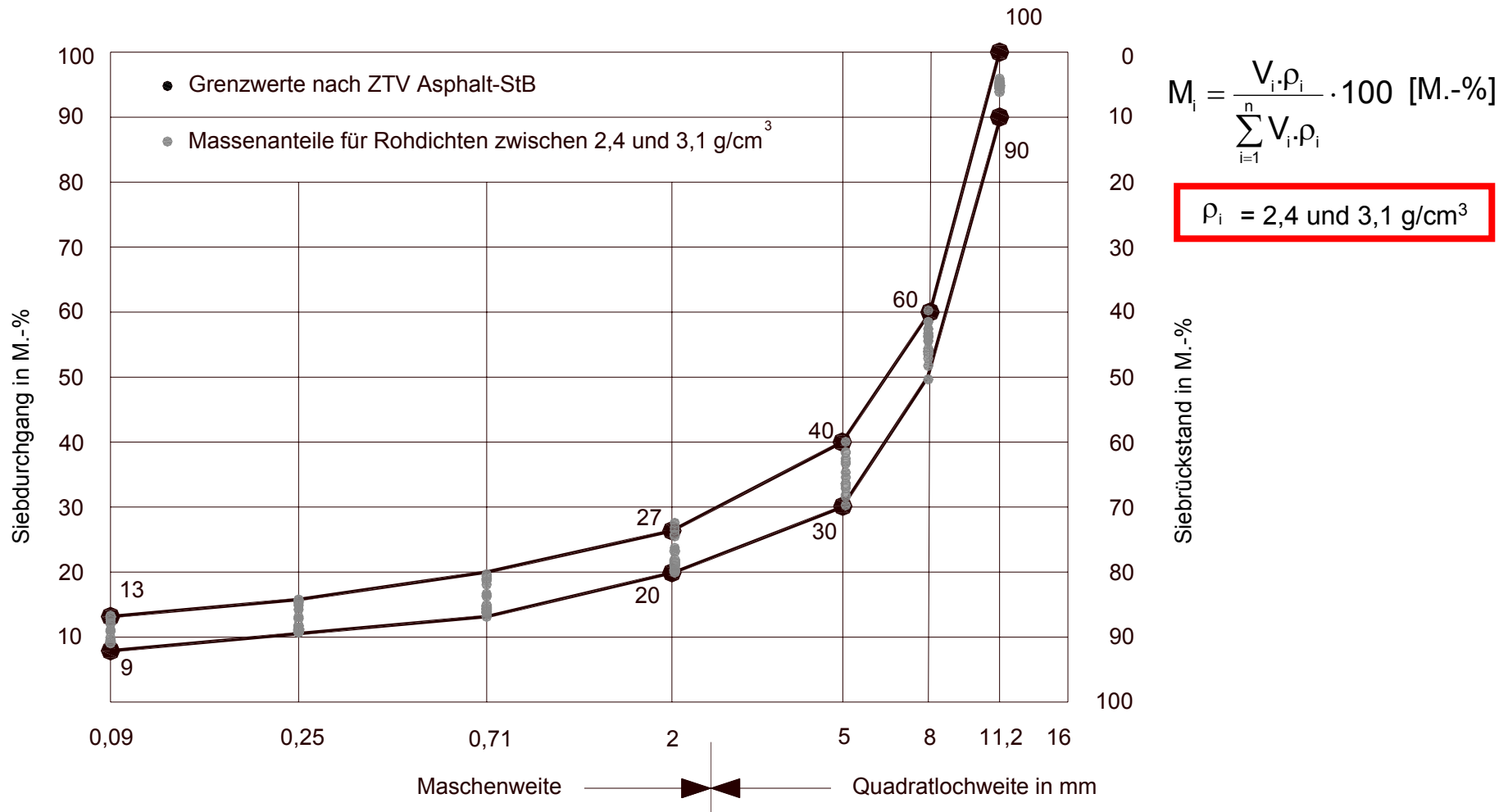
$$V_i = \frac{\frac{M_i}{\rho_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{\rho_i}} \cdot 100 \quad [\text{Vol.-%}]$$

V_i - Volumenanteil der i Kornklasse in Vol.-%
 M_i - Massenanteil der Kornklasse i in M.-%
 ρ_i - Rohdichte der Kornklasse i in g/cm³

$\rho_i = \text{Konstant in g/cm}^3$

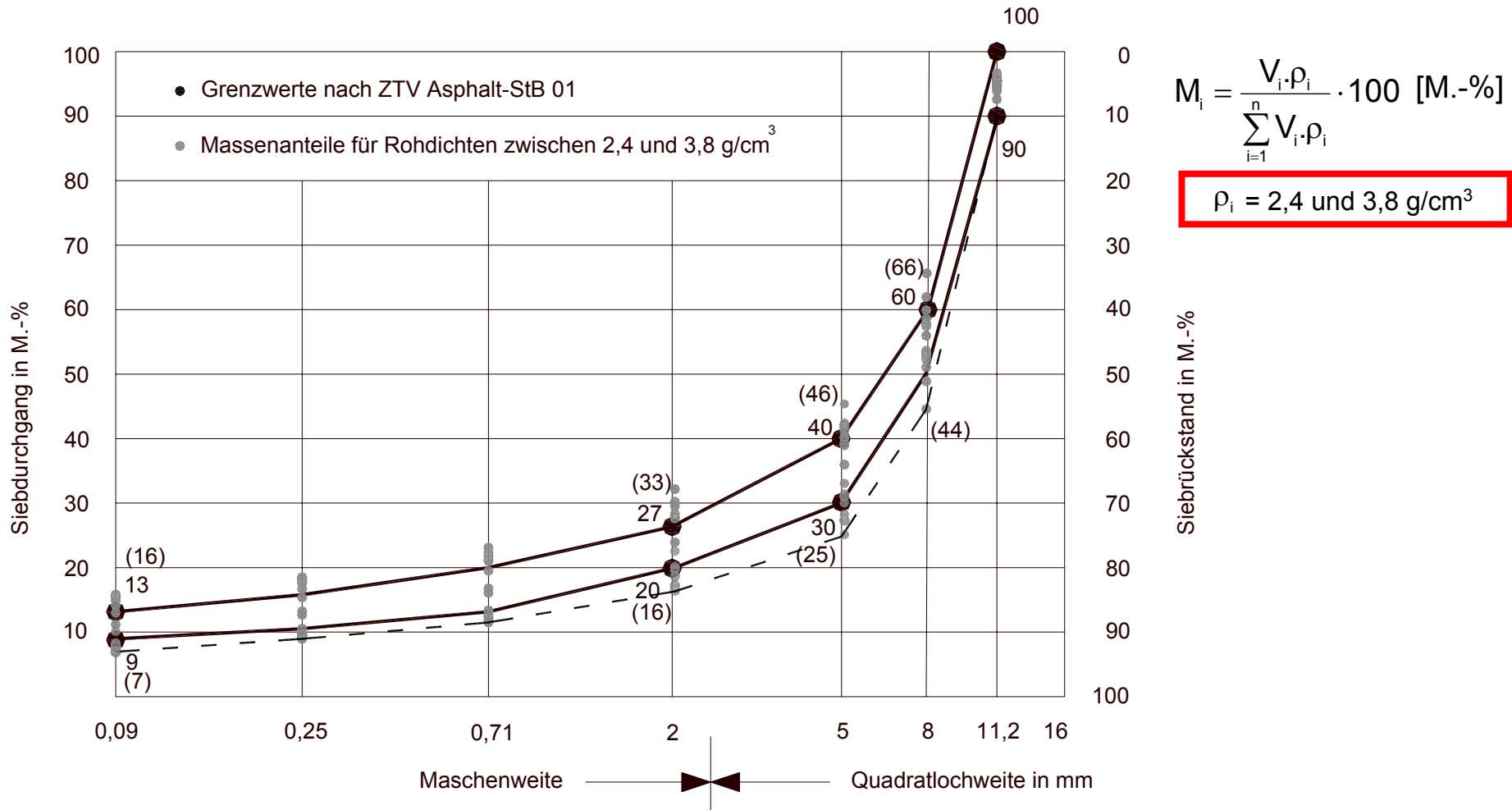


Besonderheiten bei der Rezeptierung von Asphalten mit EOS am Beispiel eines Splittmastixasphaltes 0/11 S



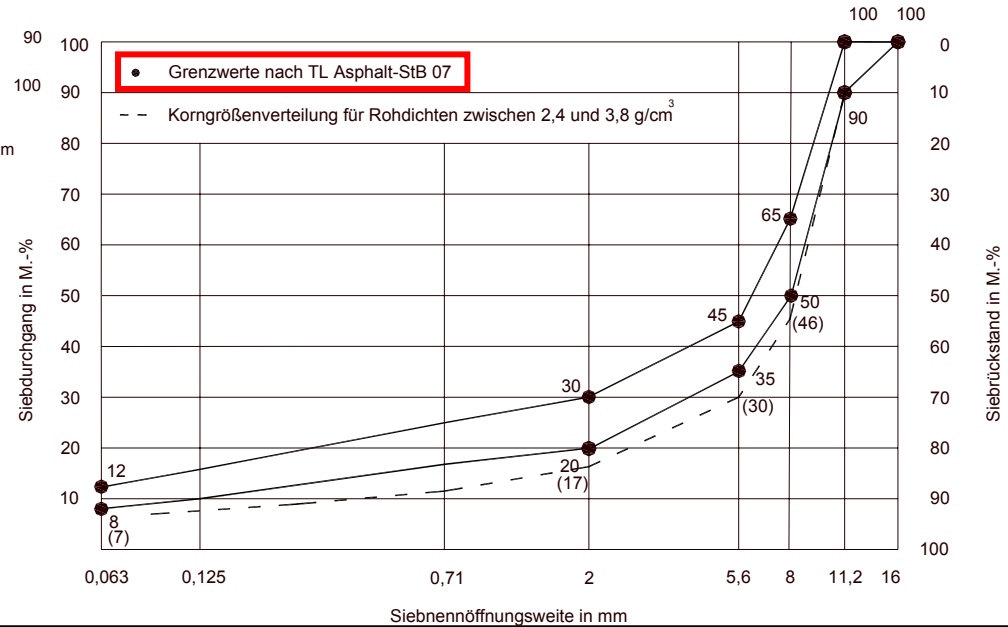
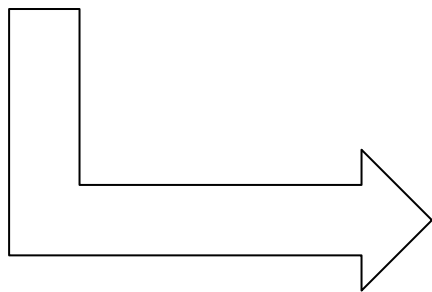
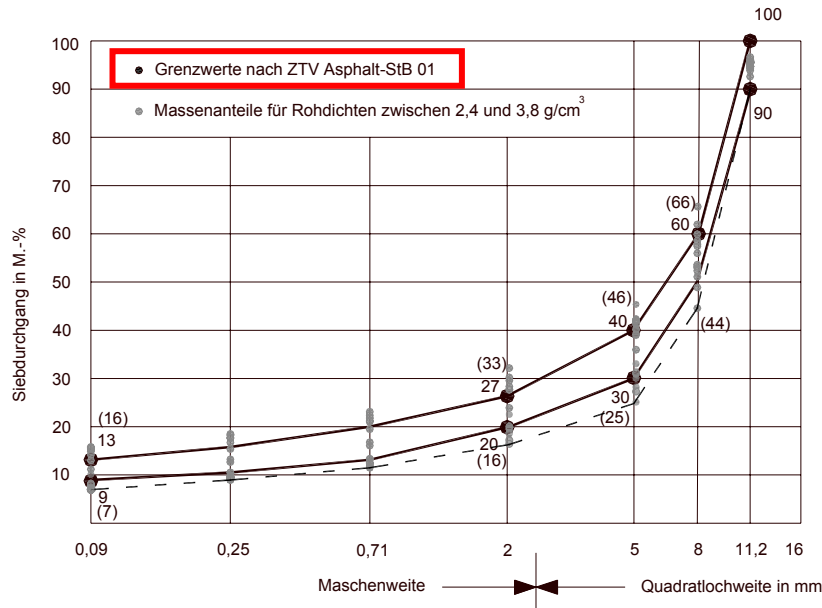


Besonderheiten bei der Rezeptierung von Asphalten mit EOS am Beispiel eines Splittmastixasphaltes 0/11 S





Besonderheiten bei der Rezeptierung von Asphalten mit EOS am Beispiel eines Splittmastixasphaltes 0/11 S





Besonderheiten bei der Rezeptierung von Asphalten mit EOS am Beispiel eines Splittmastixasphaltes 0/11 S

ISE

Anforderung an den Bindemittelgehalt

Gemäß **ZTV Asphalt-StB 01**

$$B \geq 6,5 \text{ M.-%}$$

Nach **TL Asphalt-StB 07**

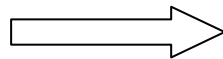
$$B \geq 6,6 \text{ M.-%}$$

$$B_{\min} = 6,6 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{2,650}{\rho_p}$$

Nach **DIN EN 13108, Teil 5**

$$\rho_P = \rho_a$$



Nach **DIN EN 1097-6**

ρ_a - scheinbare Rohdichte

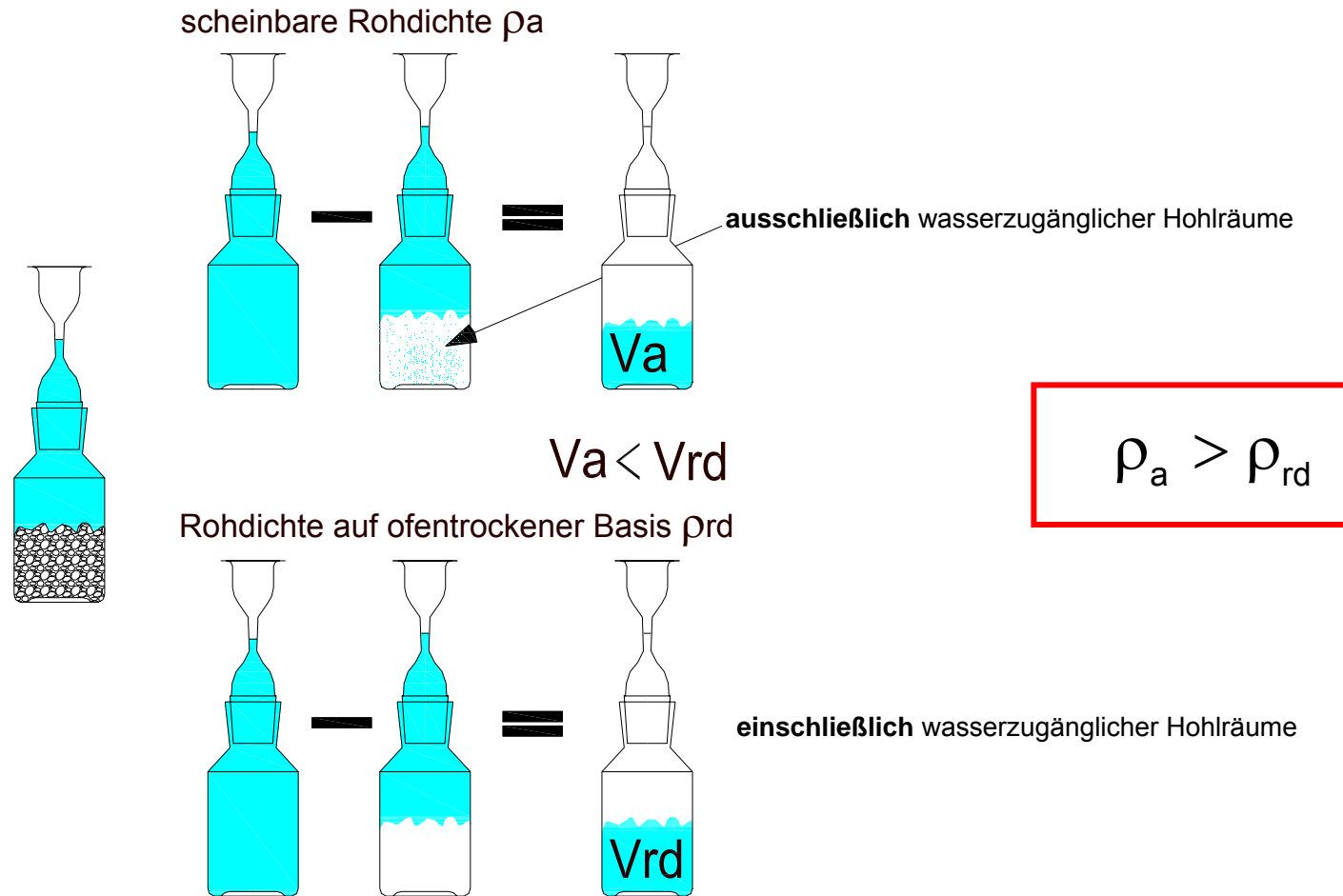
ρ_{rd} - Rohdichte auf ofentrockener Basis

ρ_{ssd} - Rohdichte auf wassergesättigter und oberflächentrockener Basis

ρ_P - Trockenrohichte



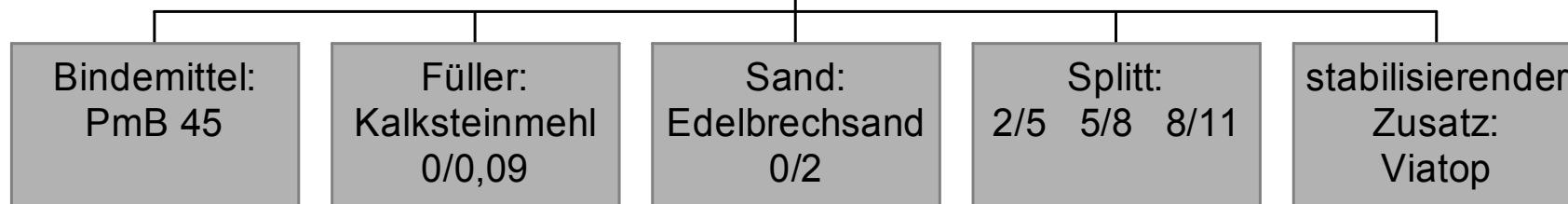
Besonderheiten bei der Rezeptierung von Asphalten mit EOS am Beispiel eines Splittmastixasphaltes 0/11 S





Zusammensetzung und Nomenklatur

Splittmastixasphalt 0/11 S



Kombinationsvarianten	Kornklasse		
	2/5	5/8	8/11
EEE	E	E	E
MMM	M	M	M
MEE	M	E	E
EEM	E	E	M
EME	E	M	E
EMM	E	M	M
MME	M	M	E
MEM	M	E	M

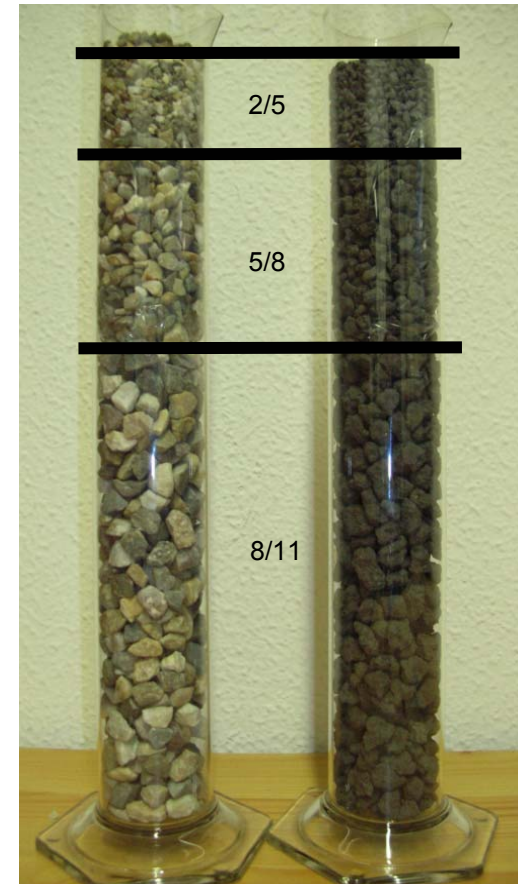




Besonderheiten bei der Rezeptierung von Asphalten mit EOS am Beispiel eines Splittmastixasphaltes 0/11 S

$$M_i^e = \frac{M_i^m \cdot \rho_i^e}{\rho_i^m}$$

- M_i^e Masse der Kornklasse i aus EOS in g
- M_i^m Masse der Kornklasse i aus Moräne in g
- ρ_i^e Rohdichte der Kornklasse i aus EOS in g/cm³
- ρ_i^m Rohdichte der Kornklasse i aus Moräne in g/cm³

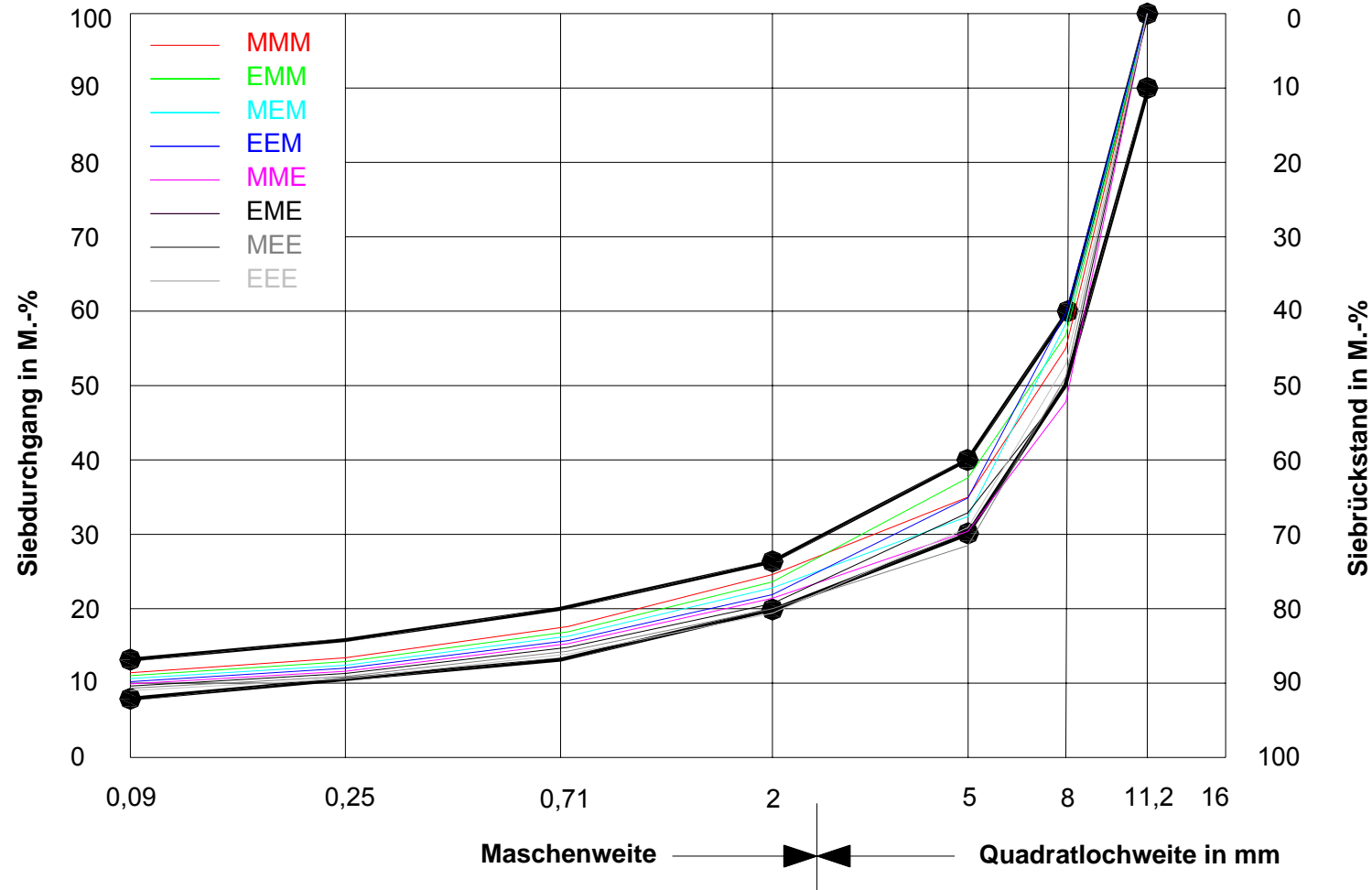


Kenngröße und Einheit		ρ_a	ρ_{rd}	
Rohdichte des Gesteinskörnungsgemisches EEE	g/cm ³	3,596	3,385	
Faktor α	-	0,74	0,78	
B_{MMM}	M.-%	6,9		„experimentell“
$B_{EEE} = B_{MMM} \cdot \alpha$	M.-%	5,1	5,4	



Korngrößenverteilung der Gesteinskörnungsgemische

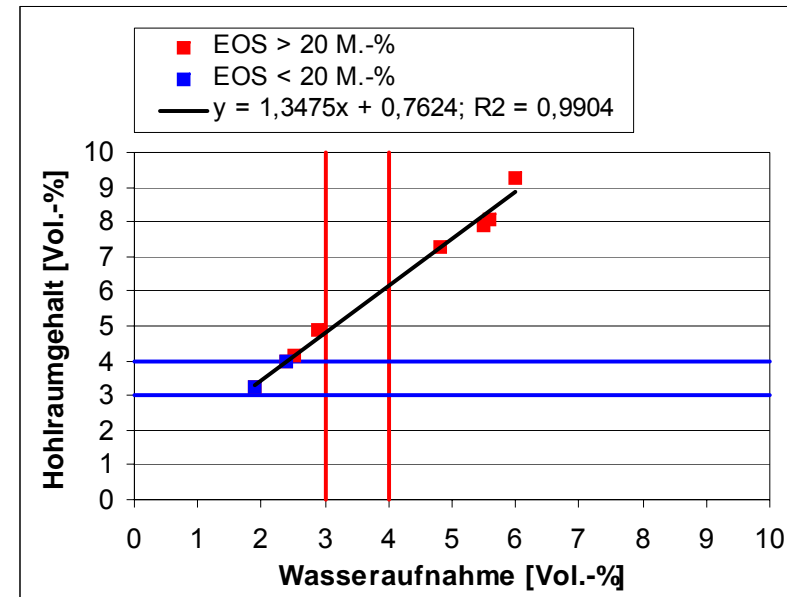
ISE





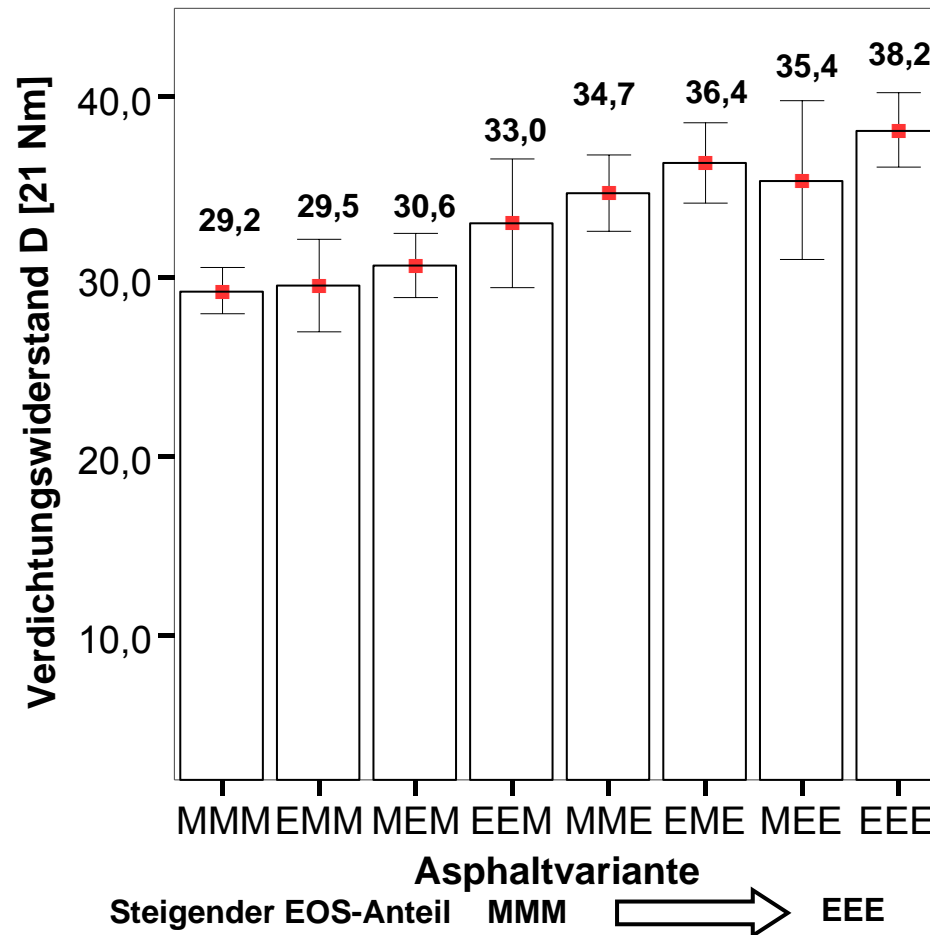
Merkmal	MMM	EMM	MEM	EEM	MME	EME	MEE	EEE
Bindemittelgehalt in M.-%	6,9	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9	5,8	5,6
Rohdichte des Gesteinskörnungsgemisches in g/cm ³ (berechnet)	2,652	2,771	2,886	3,012	3,194	3,326	3,456	3,596
Rohdichte des Asphaltmischgutes in g/cm ³ (berechnet)	2,397	2,495	2,589	2,692	2,838	2,946	3,047	3,163
Raumdichte am MPK in g/cm ³	2,319	2,396	2,482	2,561	2,632	2,708	2,807	2,870
Hohlraumgehalt in Vol.-% (berechnet)	3,3	4,0	4,1	4,9	7,2	8,1	7,9	9,3
Wasseraufnahme in Vol.-%	1,9	2,4	2,5	2,9	4,8	5,6	5,5	6,0
Bindemittelanteil in Vol.-%	15,3	15,4	15,5	15,5	15,4	15,3	15,6	15,4

Wasseraufnahme nach DIN 1996, Teil 8 und Hohlraumgehalt





Verdichtungswiderstand D





-
- **Wasserempfindlichkeit von Asphalt-Probekörpern nach DIN EN 12697-12**
 - **Verformungswiderstand nach TP Asphalt-StB**
 - **Einfluss der Temperatur auf den Verformungswiderstand**
 - **Temperaturverhalten bei künstlicher Bestrahlung**
 - **Verformungswiderstand unter besonderer Berücksichtigung des Temperaturverhaltens**



Wasserempfindlichkeit von Asphalt-Probekörpern nach DIN EN 12697-12

ITSR (Indirect Tensile Strength Ratio)

$$\text{ITSR} = 100 \cdot \frac{\text{ITS}_w}{\text{ITS}_d} \quad [\%]$$

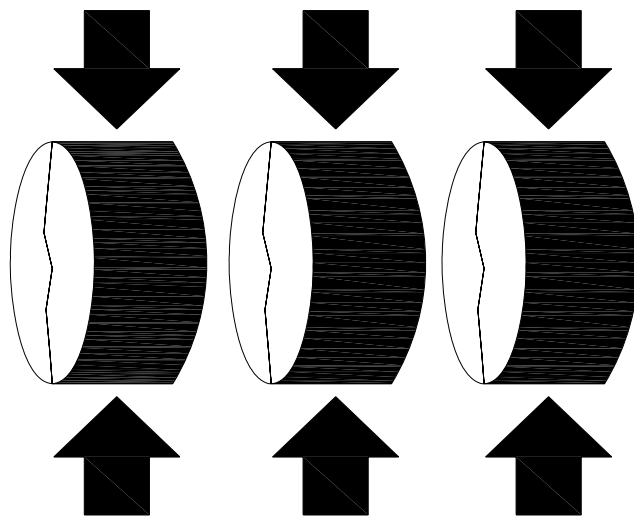
Dabei sind:

ITS_w die durchschnittliche indirekte Zugfestigkeit der wassergelagerten Teilgruppe

ITS_d die durchschnittliche indirekte Zugfestigkeit der trocken gelagerten Teilgruppe

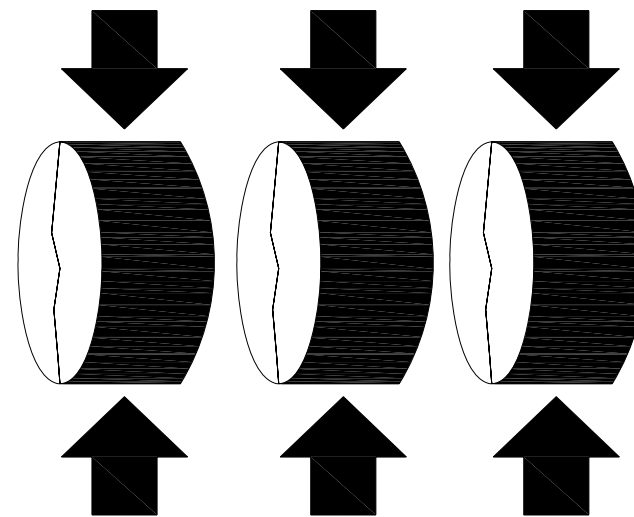


Indirekte Zugfestigkeit ITS (Indirect Tensile Strength) (MPK mit 10 °C)



MPK nach Lagerung im Wasserbad bei 40 °C
für 68 h bis 72 h

ITS_w



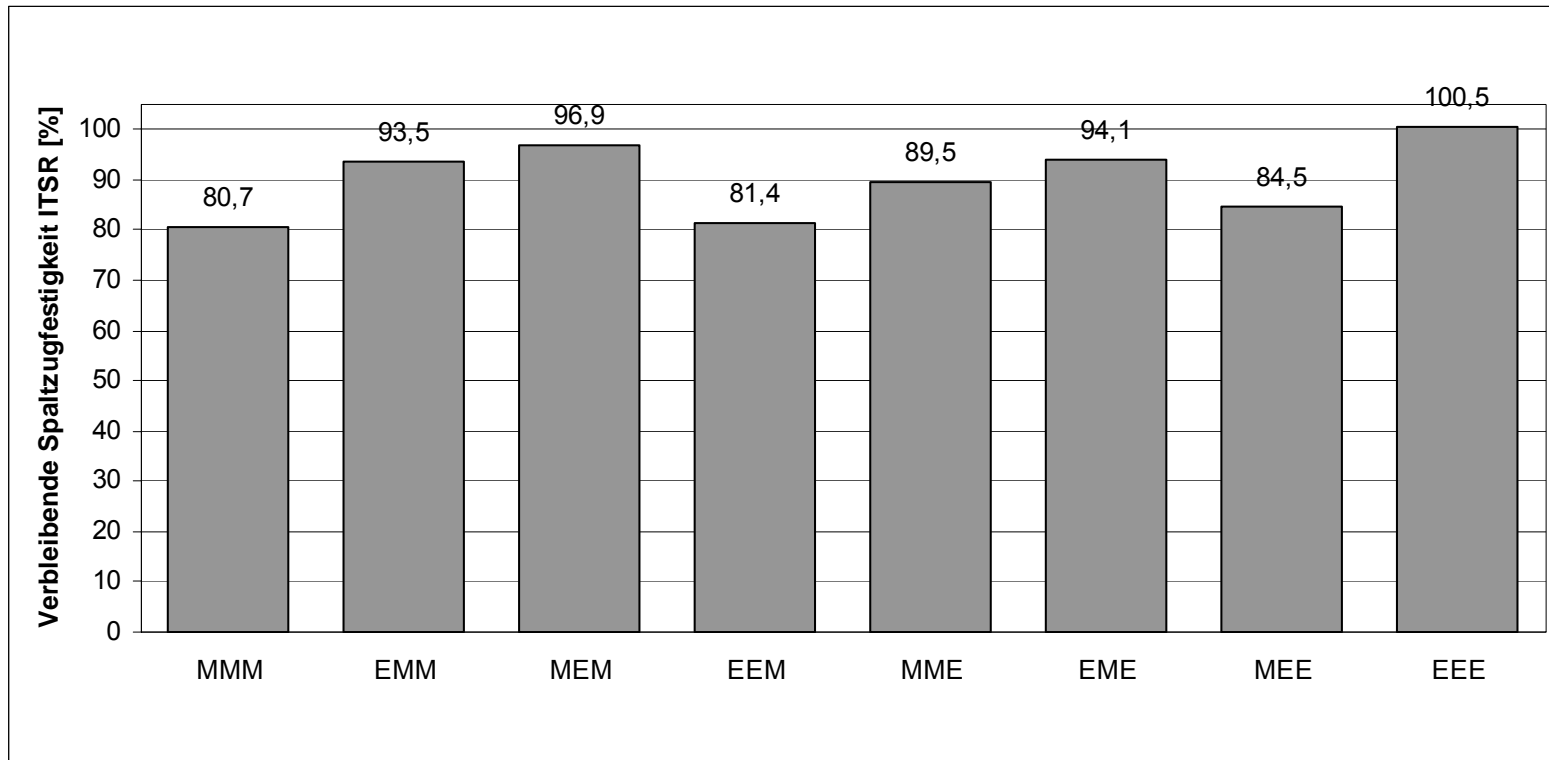
MPK nach trockener Lagerung bei Raumtemperatur
für 68 h bis 72 h

ITS_d



Wasserempfindlichkeit

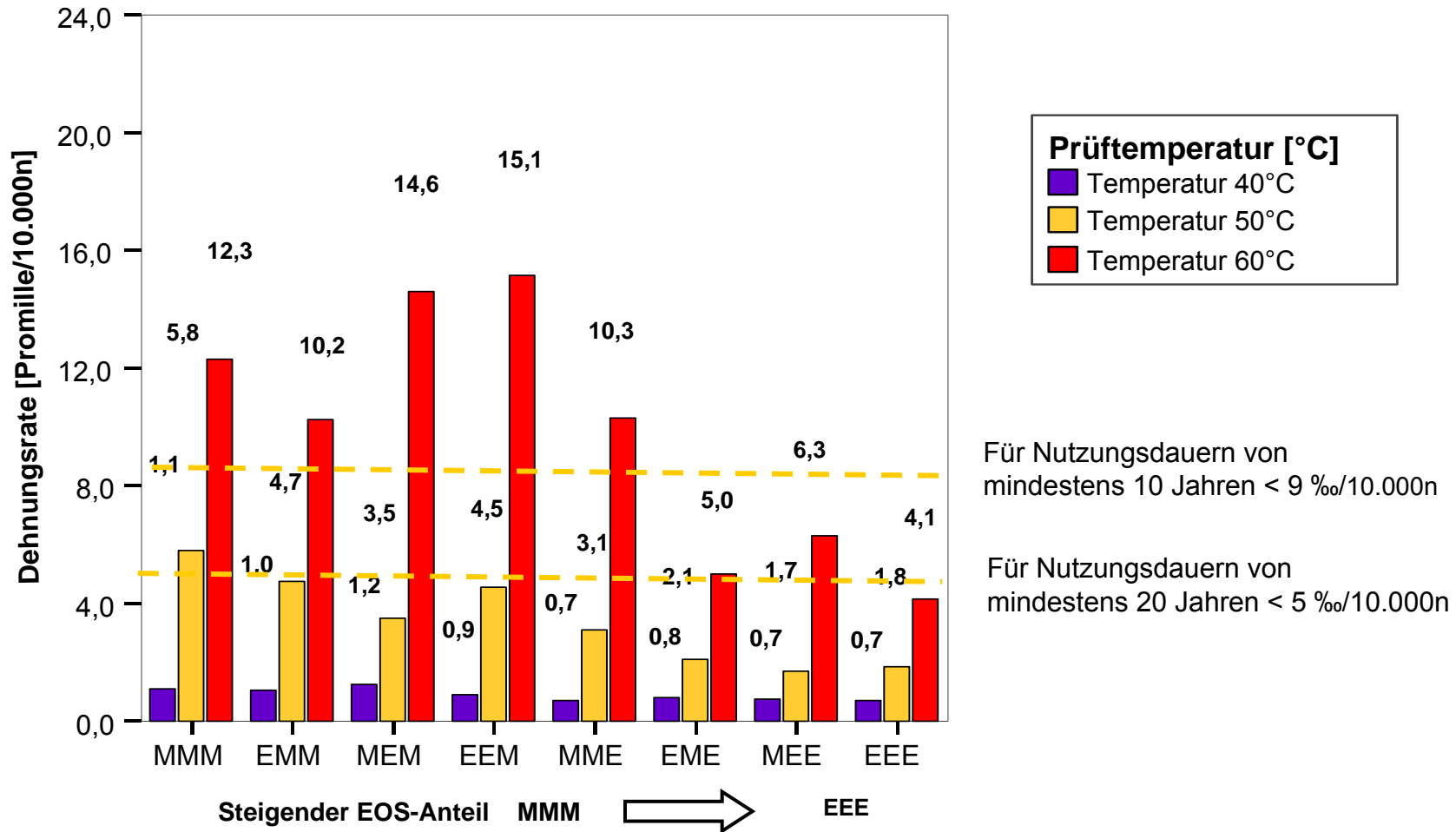
ISE



Steigender EOS-Anteil MMM  EEE

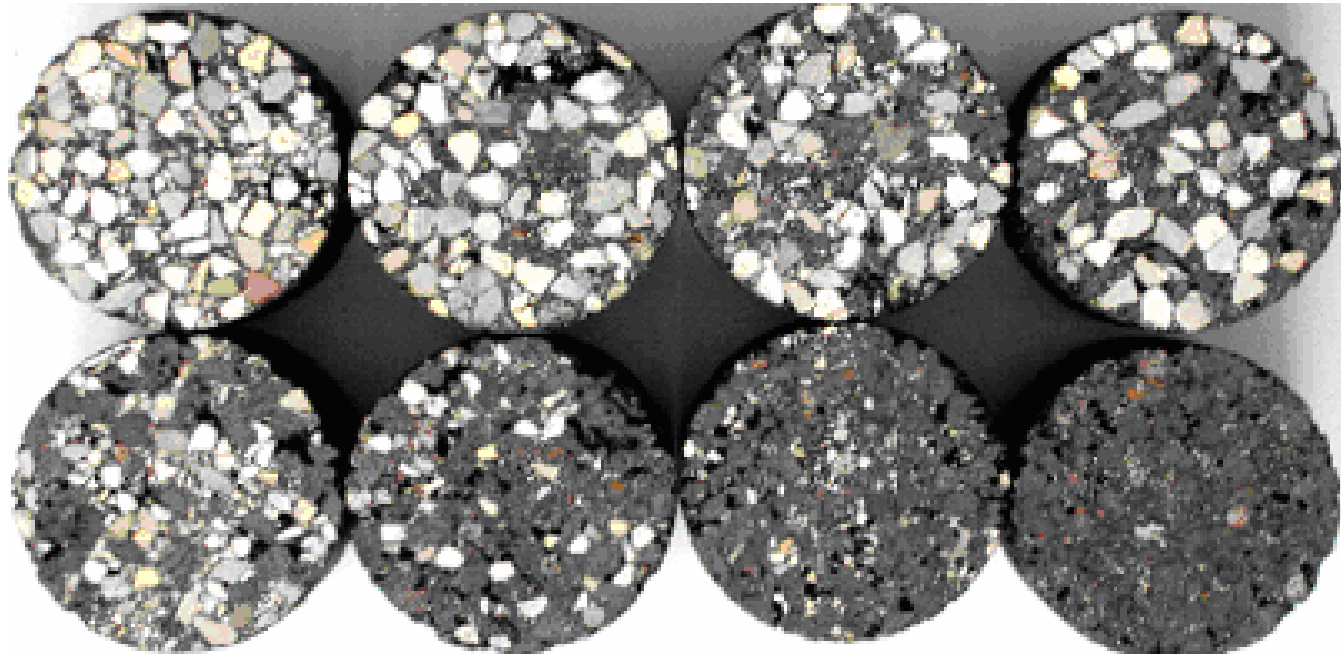


Temperaturempfindlichkeit des Verformungswiderstandes ISE





Abstufung der Helligkeit der Asphaltvarianten

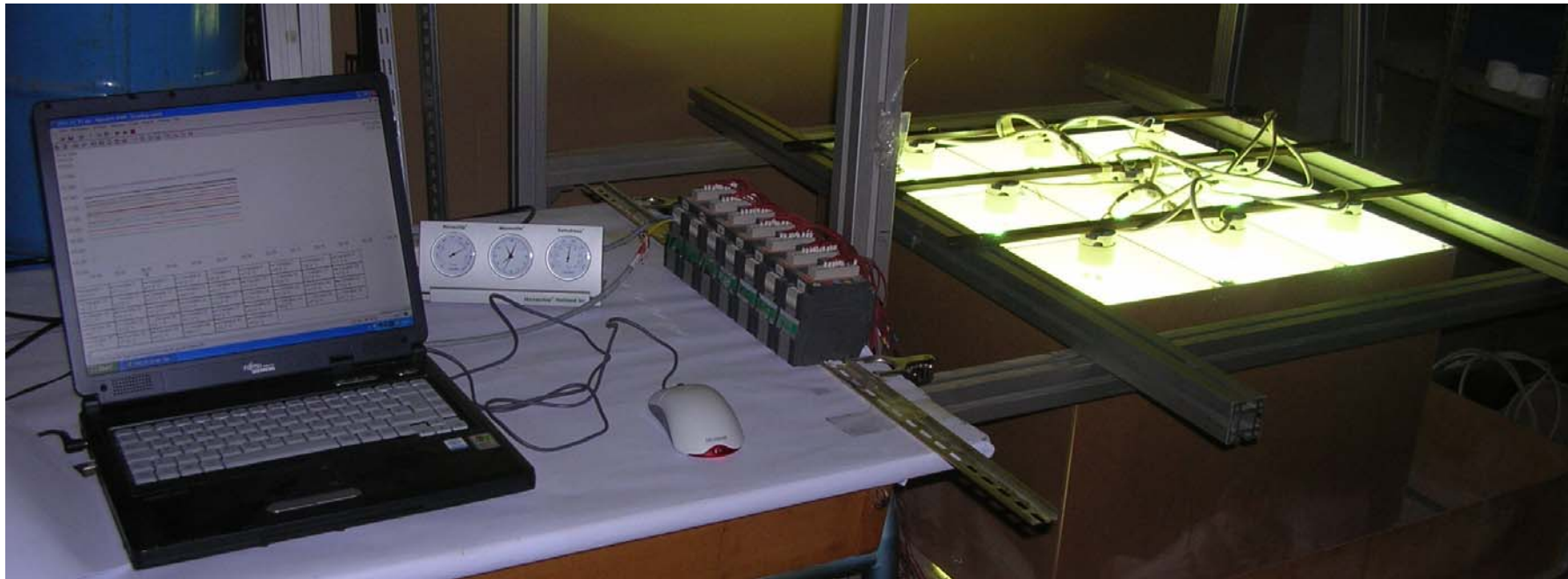


MMM	EMM	MEM	EEM
MME	EME	MEE	EEE



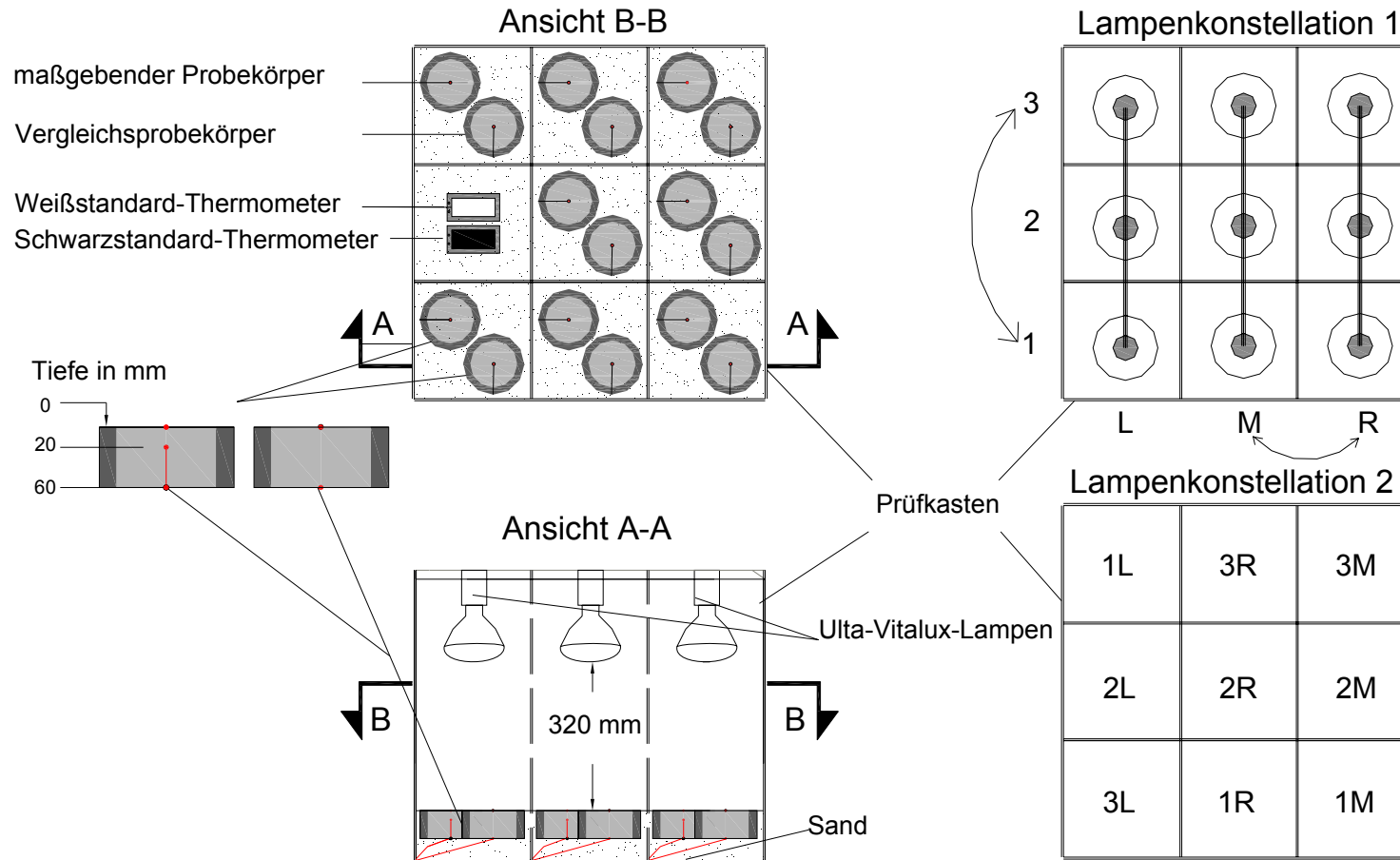
Temperaturverhaltens von Asphaltproben bei künstlicher Wärmebestrahlung

ISE



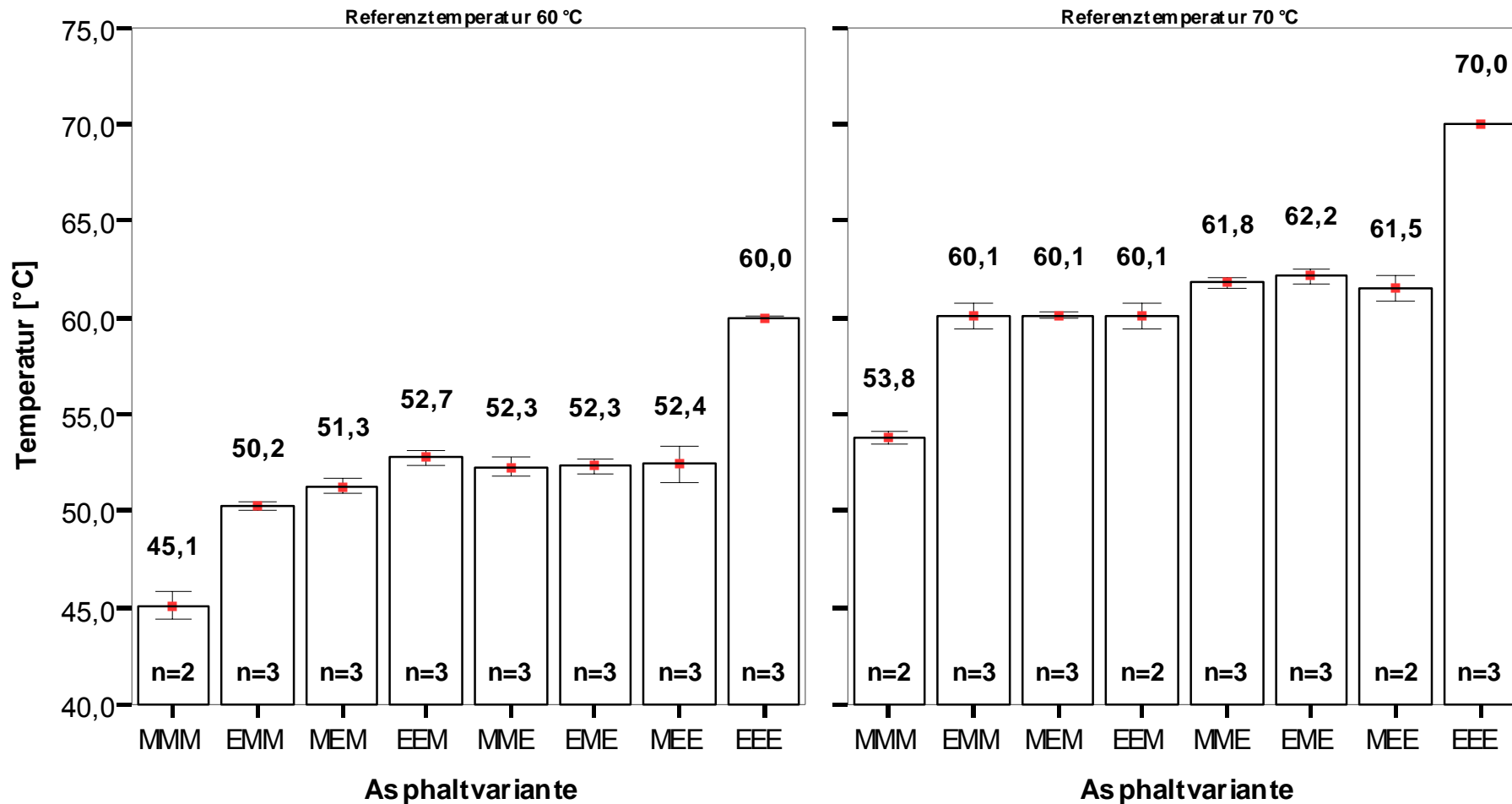


Versuchseinrichtung mit Ultra-Vitalux-Lampen und Asphaltproben





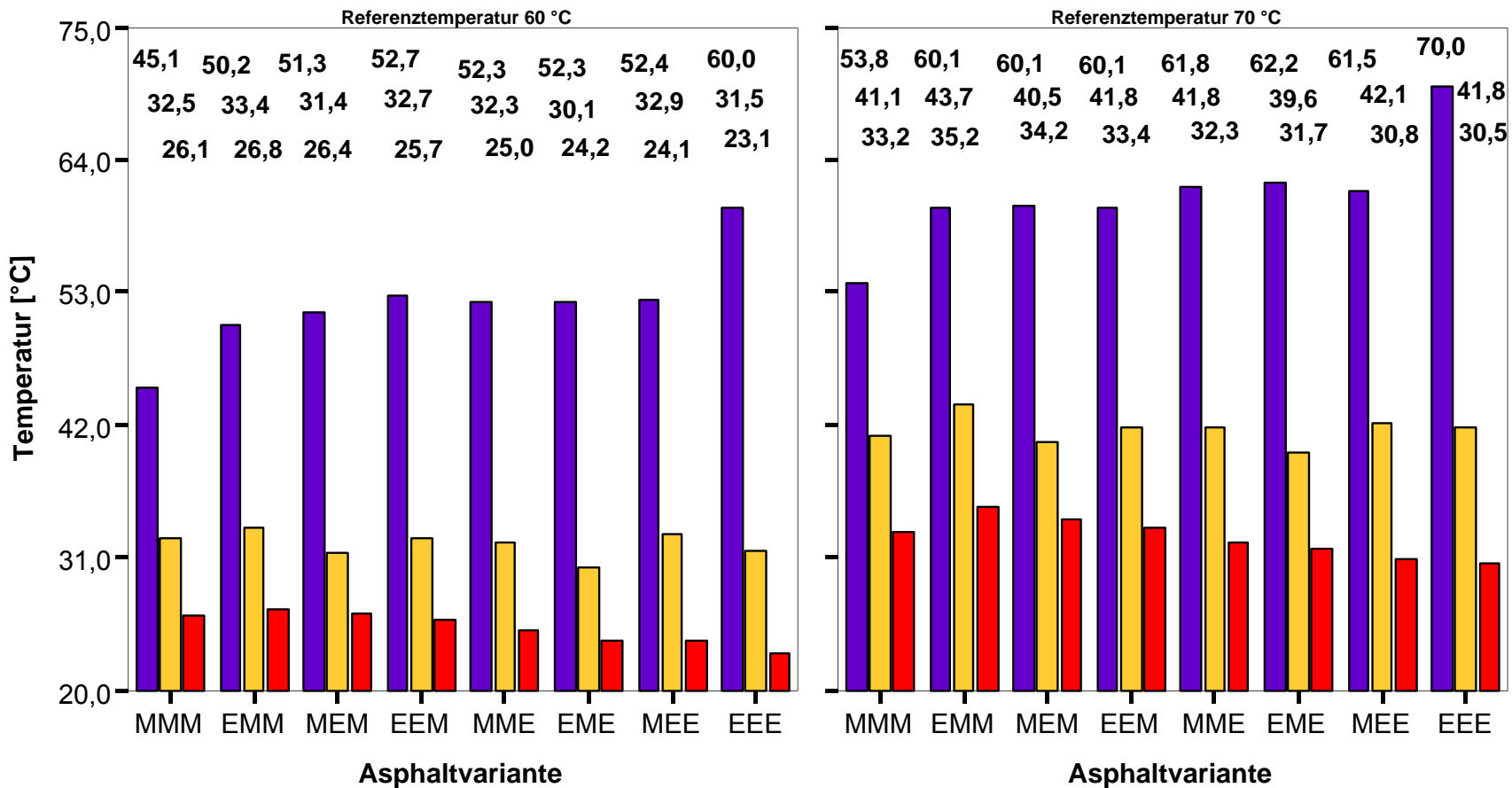
Oberflächentemperaturen der Asphaltvarianten bei Referenztemperaturen von 60 bzw. 70 °C





Temperaturzustände innerhalb der Probekörper bei einer Referenztemperatur von 60 bzw. 70 °C

Position der Messfühler
■ Oberfläche
■ 20 mm unterhalb der Oberfläche
■ Unterkante (60 mm Tiefe)

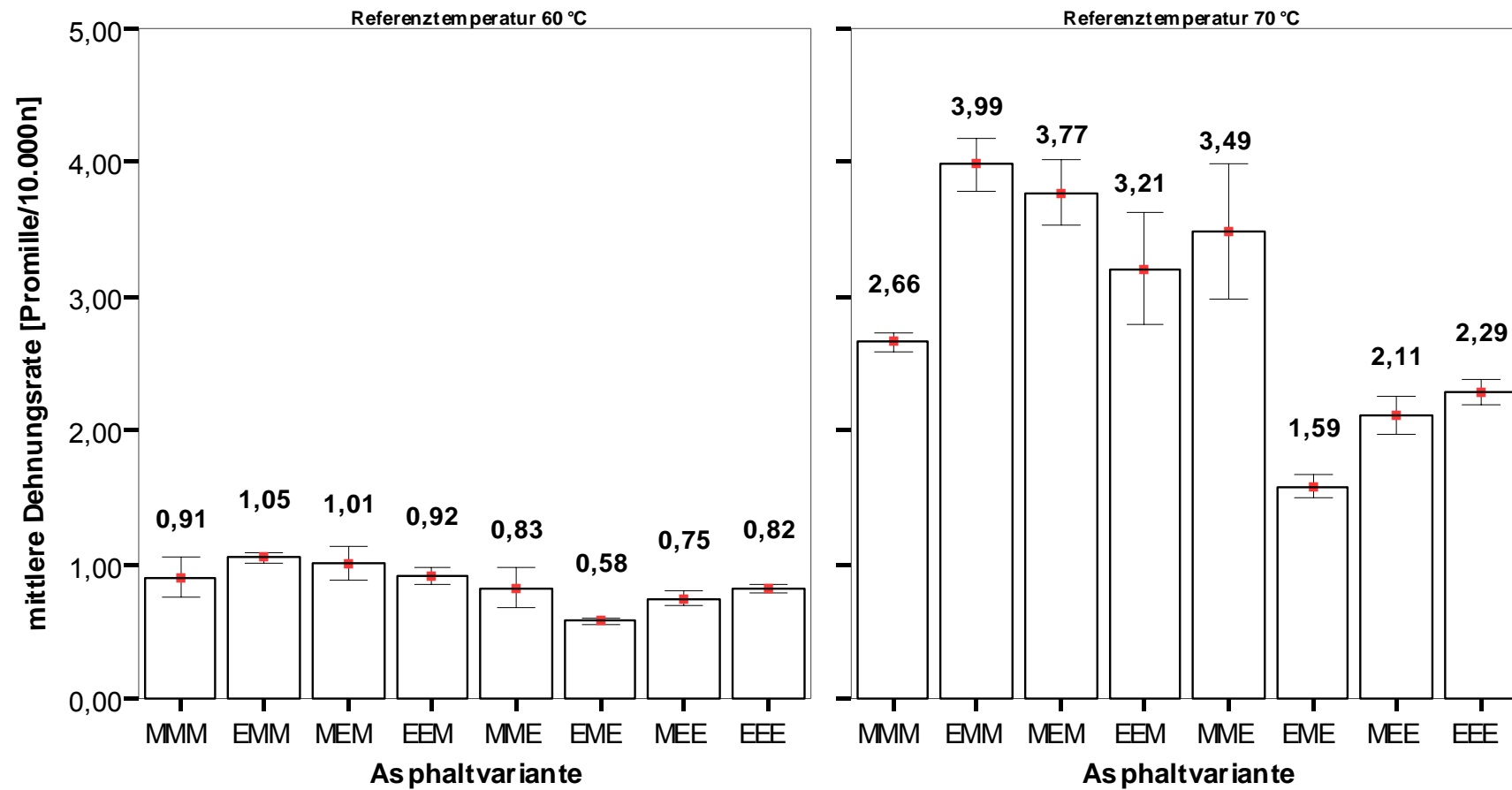




Mittlere Dehnungsraten der Asphaltvarianten

Balken zeigen Mittelwerte

Fehlerbalken zeigen Mittelwert +/- 1,0 Standardabweichungen





-
- **Besonderheiten bei der Rezeptierung von SMA mit EOS**
 - **Verbesserung der Haftfestigkeit durch Zugabe von EOS möglich**
 - **Erhöhung des Verdichtungswiderstandes**
 - **Erhöhung des Verformungswiderstandes**
 - **Verformungswiderstand unter besonderer Berücksichtigung des Temperaturverhaltens**



***Meine Damen und Herren,
ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.***