

Bestimmung der performance-relevanten Eigenschaften Steifigkeit und Ermüdungsverhalten

ISE-Kolloquium am 02. Dezember 2015



Dr.-Ing. Thomas Wörner

Gliederung

- Definitionen, Grundlagen
- Versuchstypen
- Streckeninfos, Versuchsergebnisse
- Ausblick

Definitionen

Performance wird anhand bestimmter Eigenschaften beschrieben

Performance-Prüfung ist die versuchstechnische Bestimmung physikalischer Kenngrößen unter bekanntem und eindeutigem Beanspruchungszustand, mit denen die Bewertung der Performance-Eigenschaften möglich wird.

Performance-Anforderung, Kenngrößen, die eine Bewertung eines Asphaltmischgutes hinsichtlich Performance ermöglichen (keine umfassende Beschreibung)

Definitionen

Funktionale Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche	Performance-Eigenschaften von Asphalt
Griffigkeit	Steifigkeit
Helligkeit/Reflexion	Ermüdungswiderstand
Reifen-/Fahrbahngeräusch	Verformungswiderstand
Hydraulische Eigenschaften	Kälteflexibilität
	Dauerhaftigkeit

Prüfverfahren

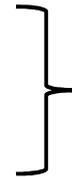
- | | |
|---|----------------------------|
| ■ Steifigkeit | EN 12697-26 |
| ■ Widerstand gegen Ermüdung | EN 12697-24 |
| ■ Widerstand gegen bleibende Verformungen | EN 12697-25 * |
| ■ Kälteverhalten | EN 12697-46 * |
| ■ Dauerhaftigkeit | kein eindeutiges Verfahren |

* Teil der TP Asphalt-StB liegt vor

Prüfverfahren

- Steifigkeit (je Variante 4 Probekörper)

- Asphaltdeckschicht
- Asphaltbinderschicht
- Asphalttragschicht



EP, MW, BK (756 PK)

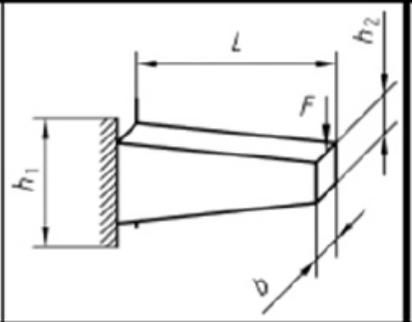
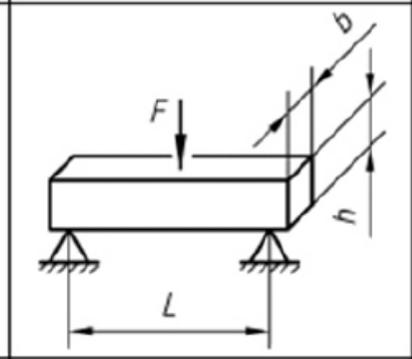
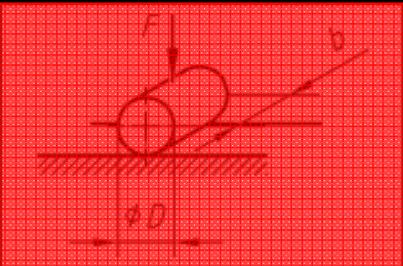
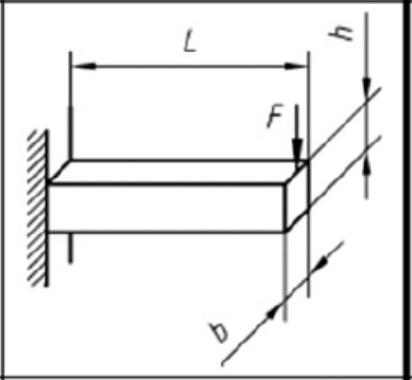
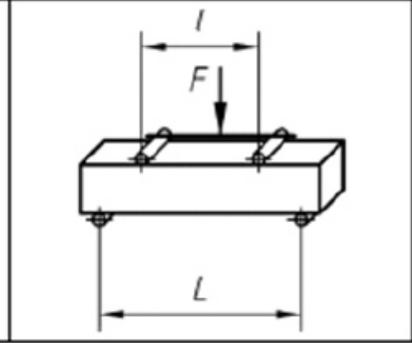
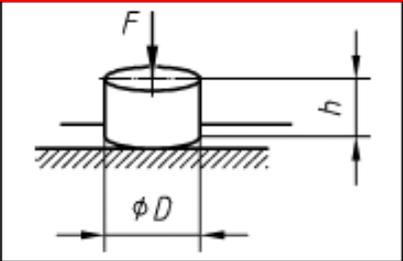
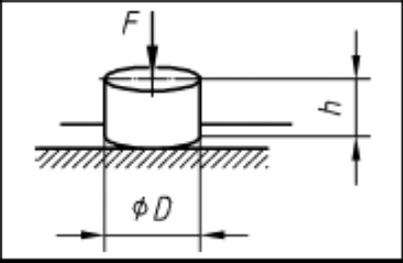
- Widerstand gegen Ermüdung (je Variante 10 Probekörper)

- Asphaltbinderschicht
- Asphalttragschicht

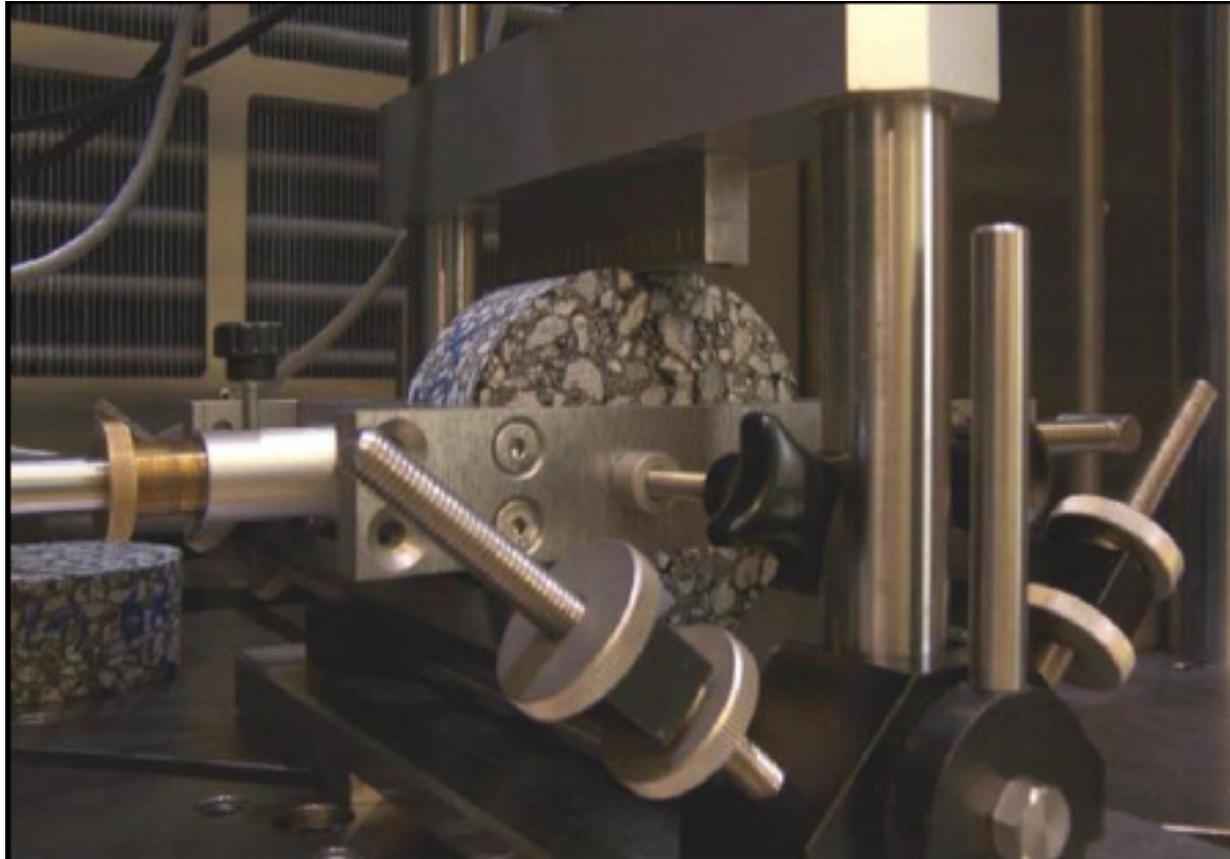


EP, MW, BK (1260 PK)

Prüfverfahren

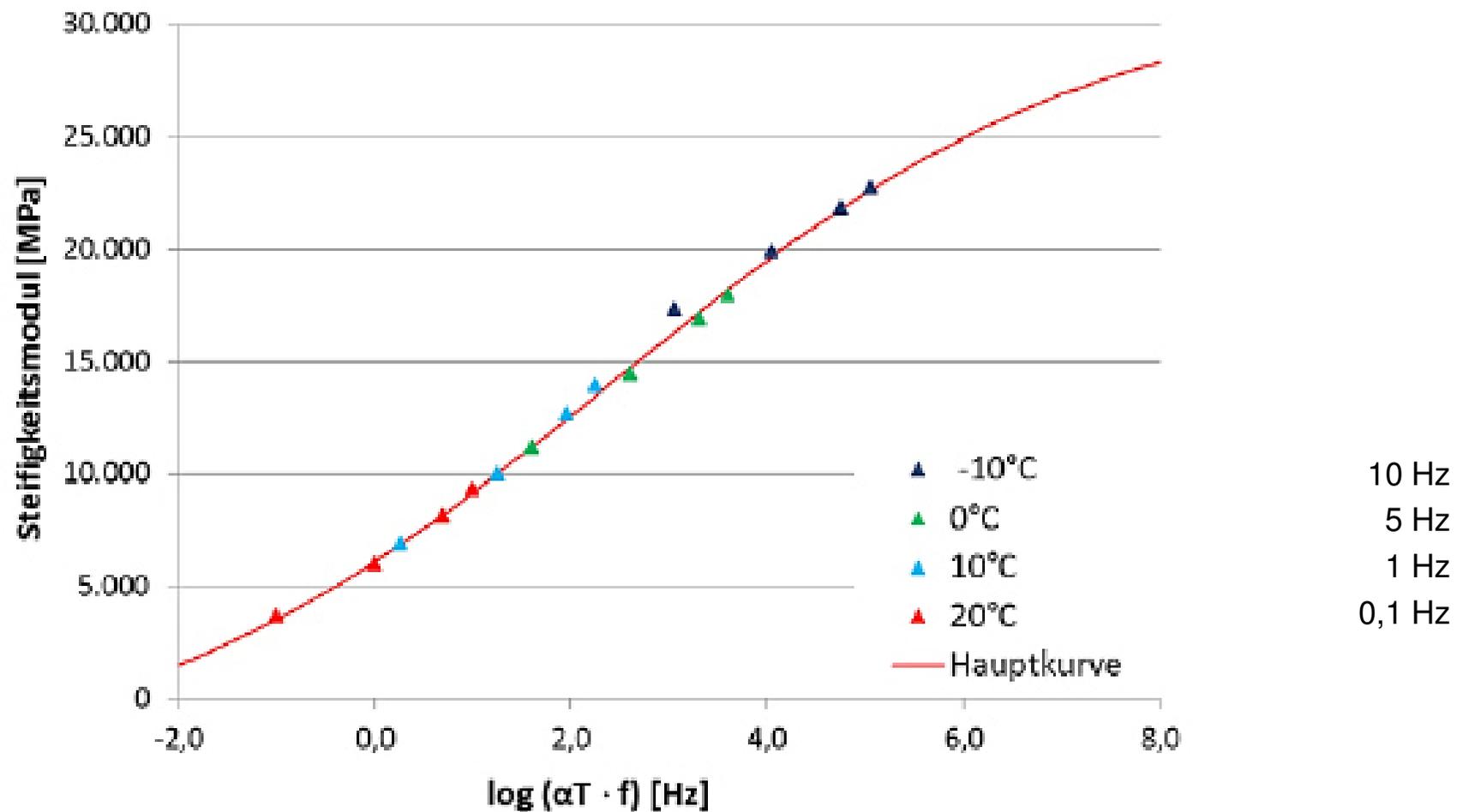
2PB-TR		3PB-PR		IT-CY CIT-CY 	
2PB-PR		4PB-PR		DTC-CY	
				DT-CY DT-PR	

Steifigkeit / Ermüdung

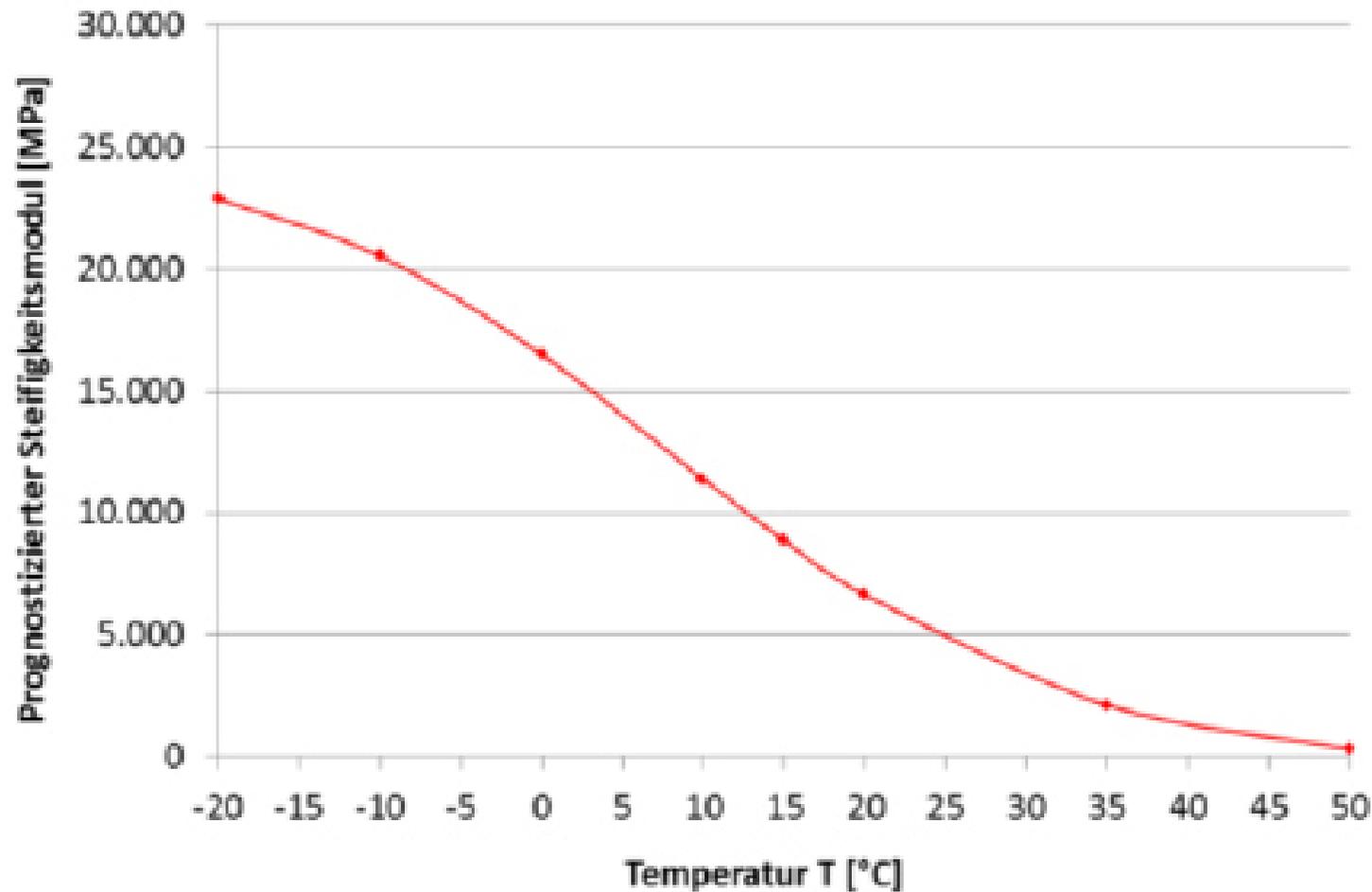


**Dynamischer
Spaltzug-
Versuch
(AL Sp-Asphalt 09)**

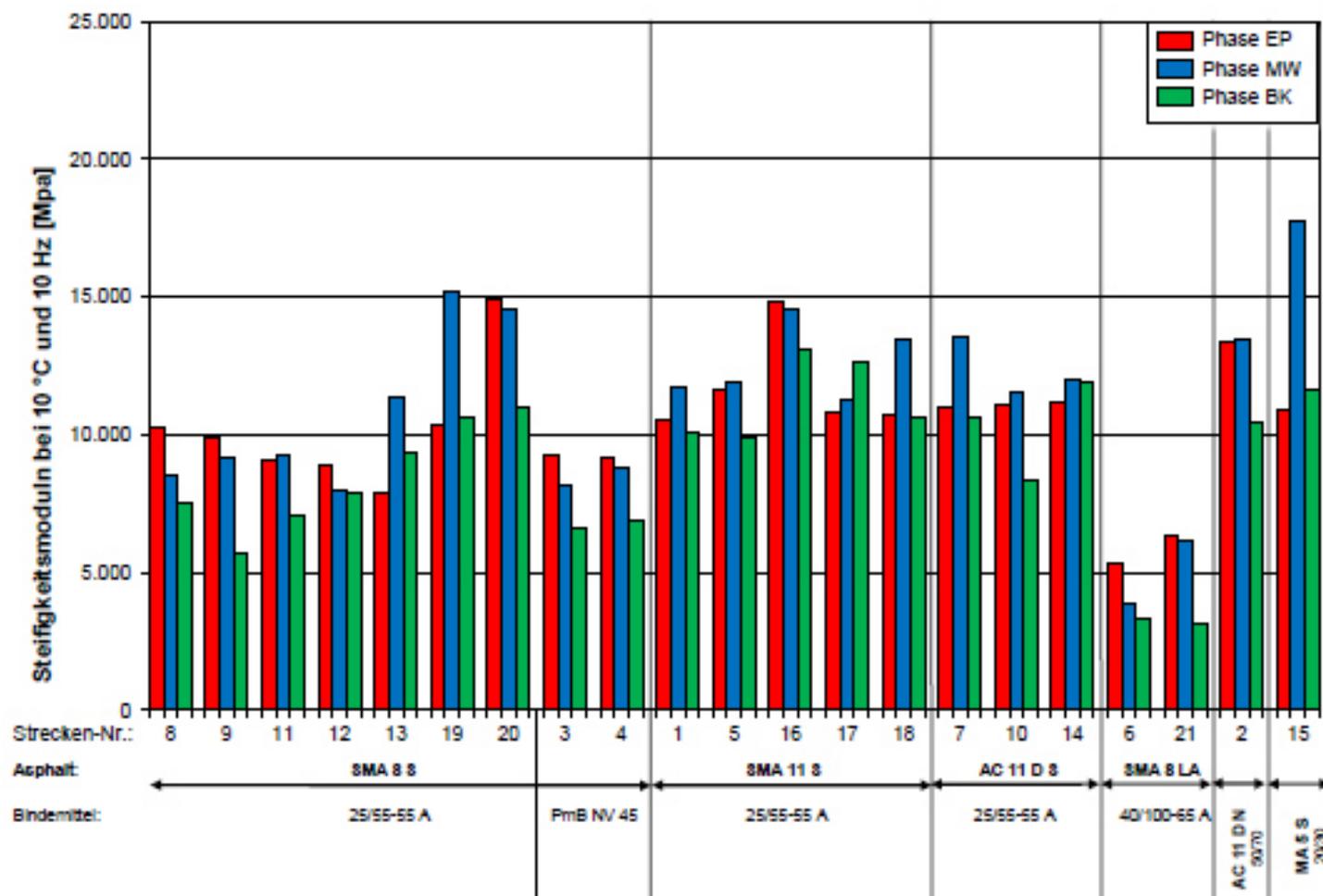
Steifigkeit / Master curve



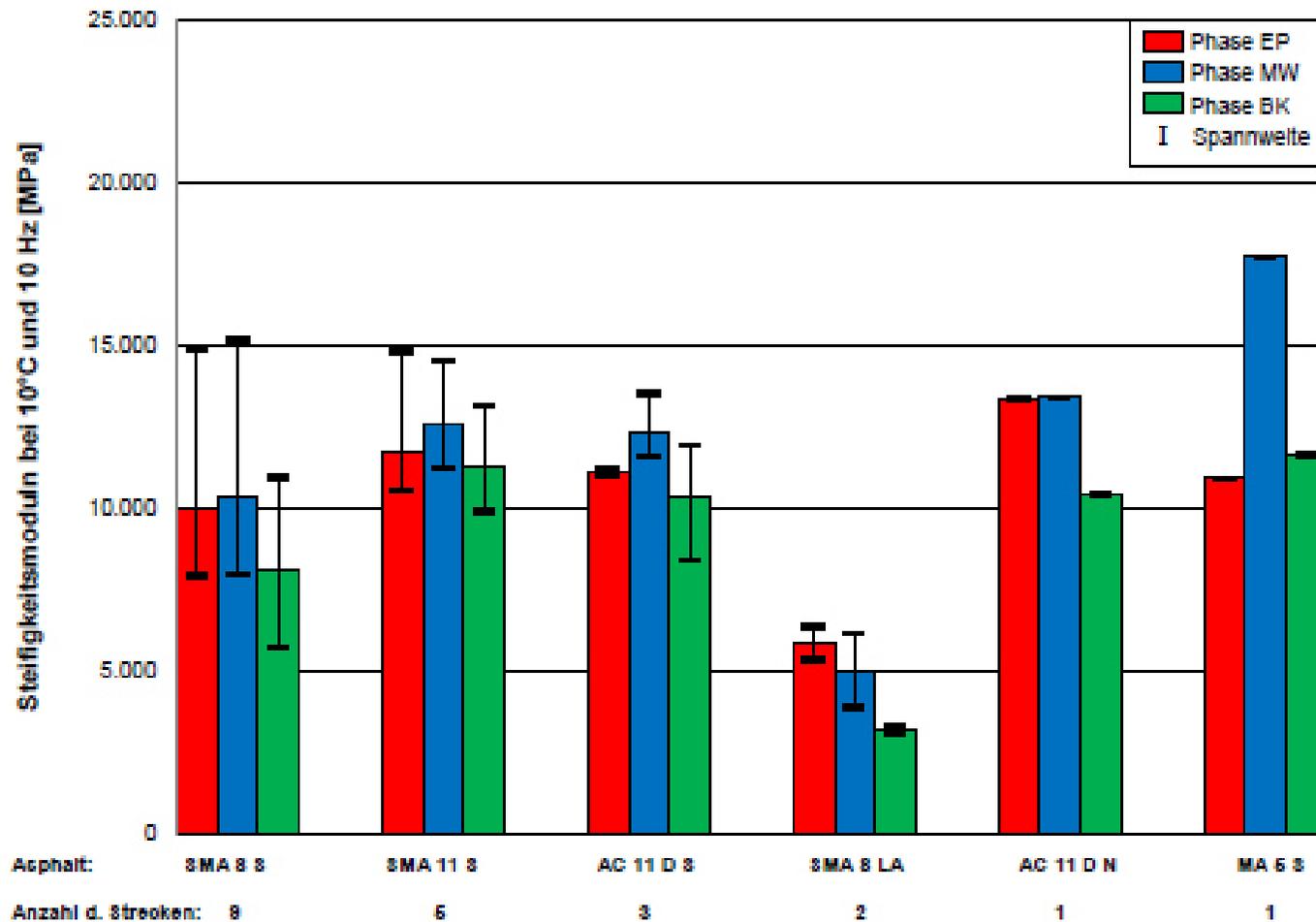
Steifigkeit / berechn. Steifigkeitsmodul



Steifigkeit - Asphaltdeckschicht



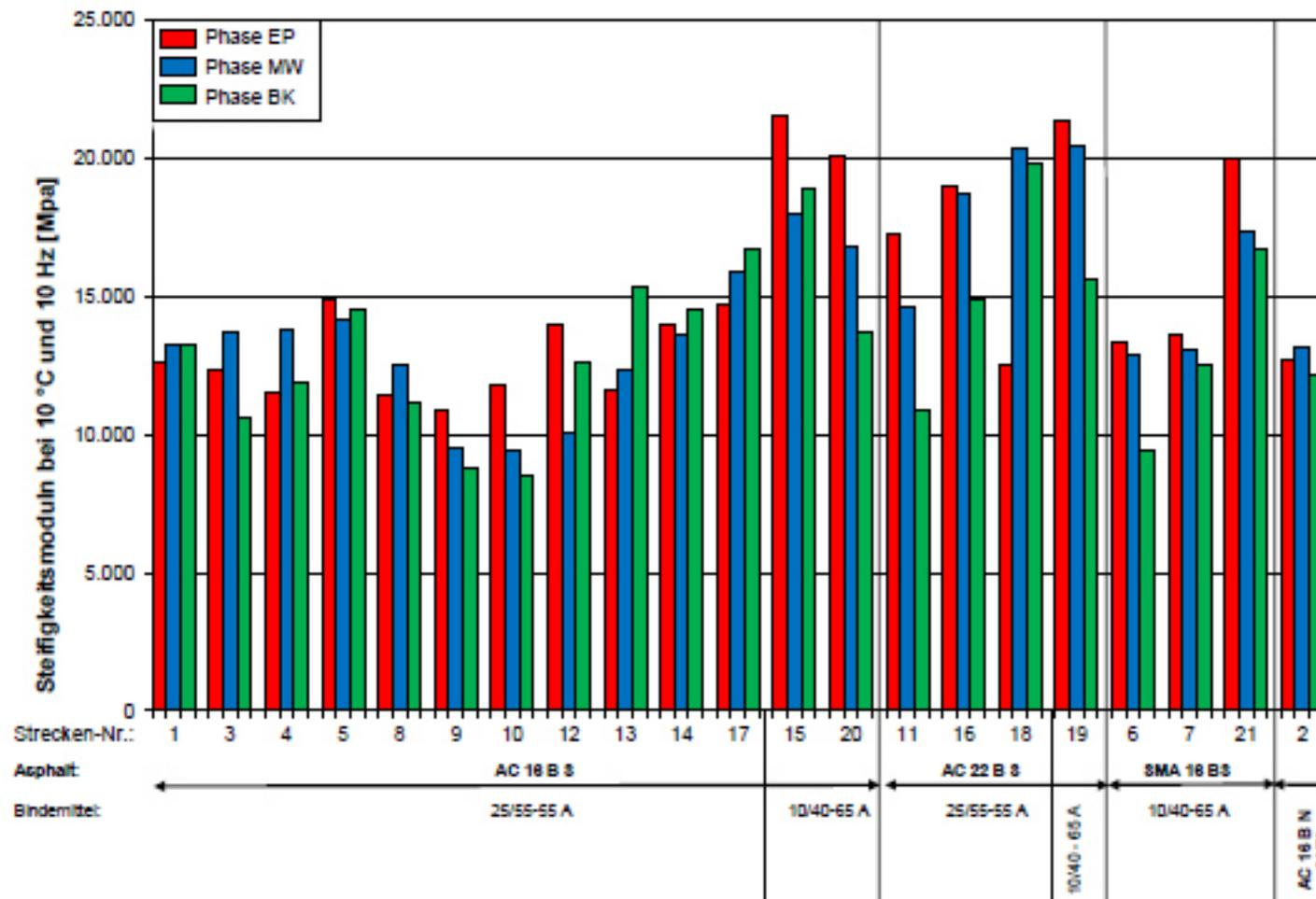
Steifigkeit - Asphaltdeckschicht



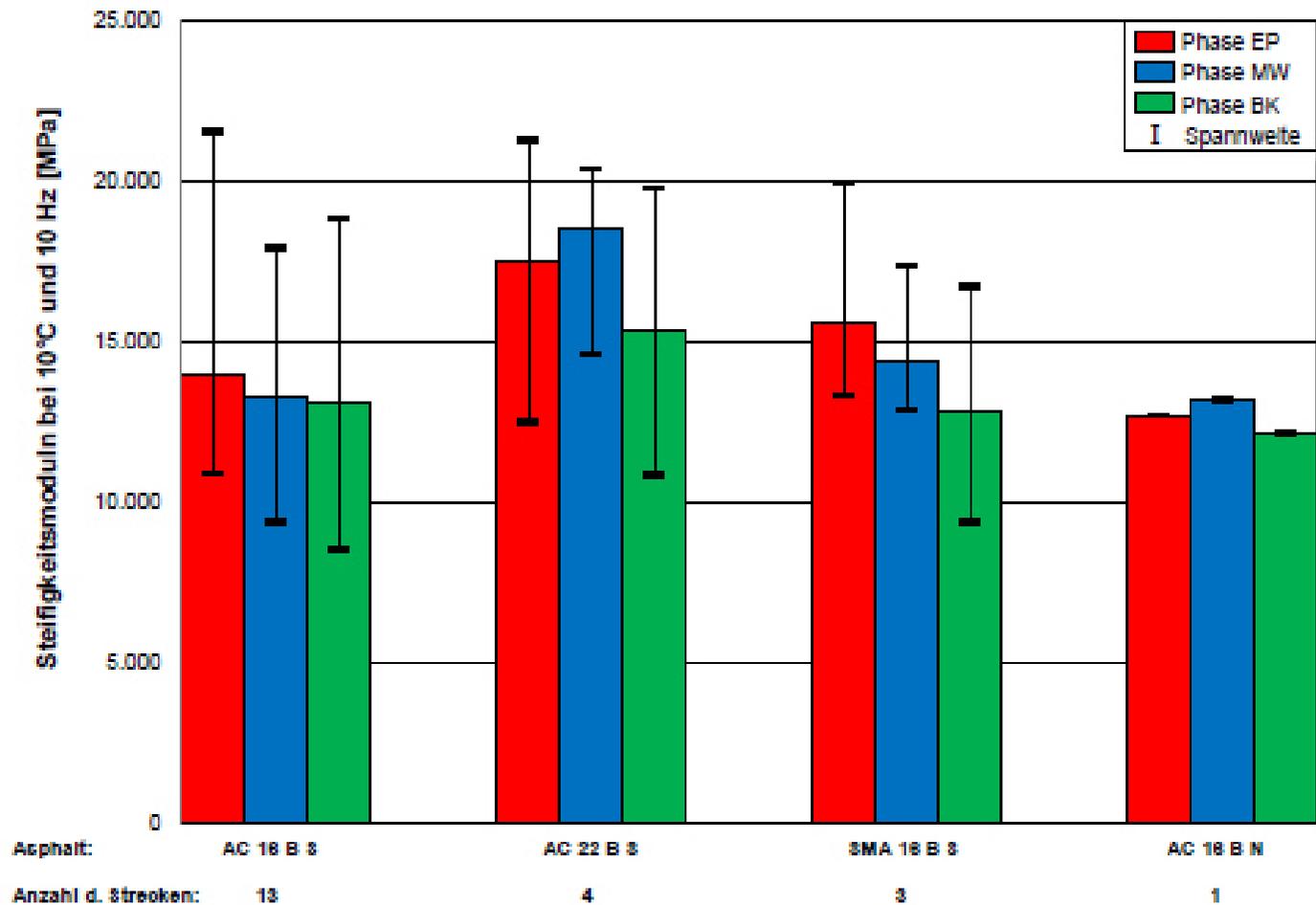
Steifigkeit - Asphaltdeckschicht

SMA 8 S			einfache Varianz- analyse	LSD-Test									multiple			multiple			
				Ranking der homogenen Gruppen			Varianzanalyse			Varianzanalyse									
			1. Gruppe			2. Gruppe			3. Gruppe			Faktor	Verwerf.	%	Faktor	Verwerf.	%		
			1. Gruppe			2. Gruppe			3. Gruppe			H0-Hypo.			H0-Hypo.				
Steifigkeit bei 10 °C; 10 Hz	8	SMA 8 S	25/55-55 A	signifi.	■			■			■			Phase	ja	20,29	Phase	ja	17,45
	9	SMA 8 S	25/55-55 A	signifi.	■	■		■						Strecke	ja	50,94	Strecke	ja	50,74
	11	SMA 8 S	25/55-55 A	signifi.	■	■		■						Phase/ Strecke	ja	25,88	Phase/ Strecke	ja	28,92
	12	SMA 8 S	25/55-55 A	signifi.	■			■	■					Fehler		2,89	Fehler		2,88
	13	SMA 8 S	25/55-55 A	signifi.	■			■			■								
	19	SMA 8 S	25/55-55 A	signifi.	■			■	■										
	20	SMA 8 S	25/55-55 A	signifi.	■	■		■											
	3	SMA 8 S	PmB NV 45	signifi.	■			■			■								
	4	SMA 8 S	PmB NV 45	signifi.	■	■		■											

Steifigkeit - Asphaltbinderschicht



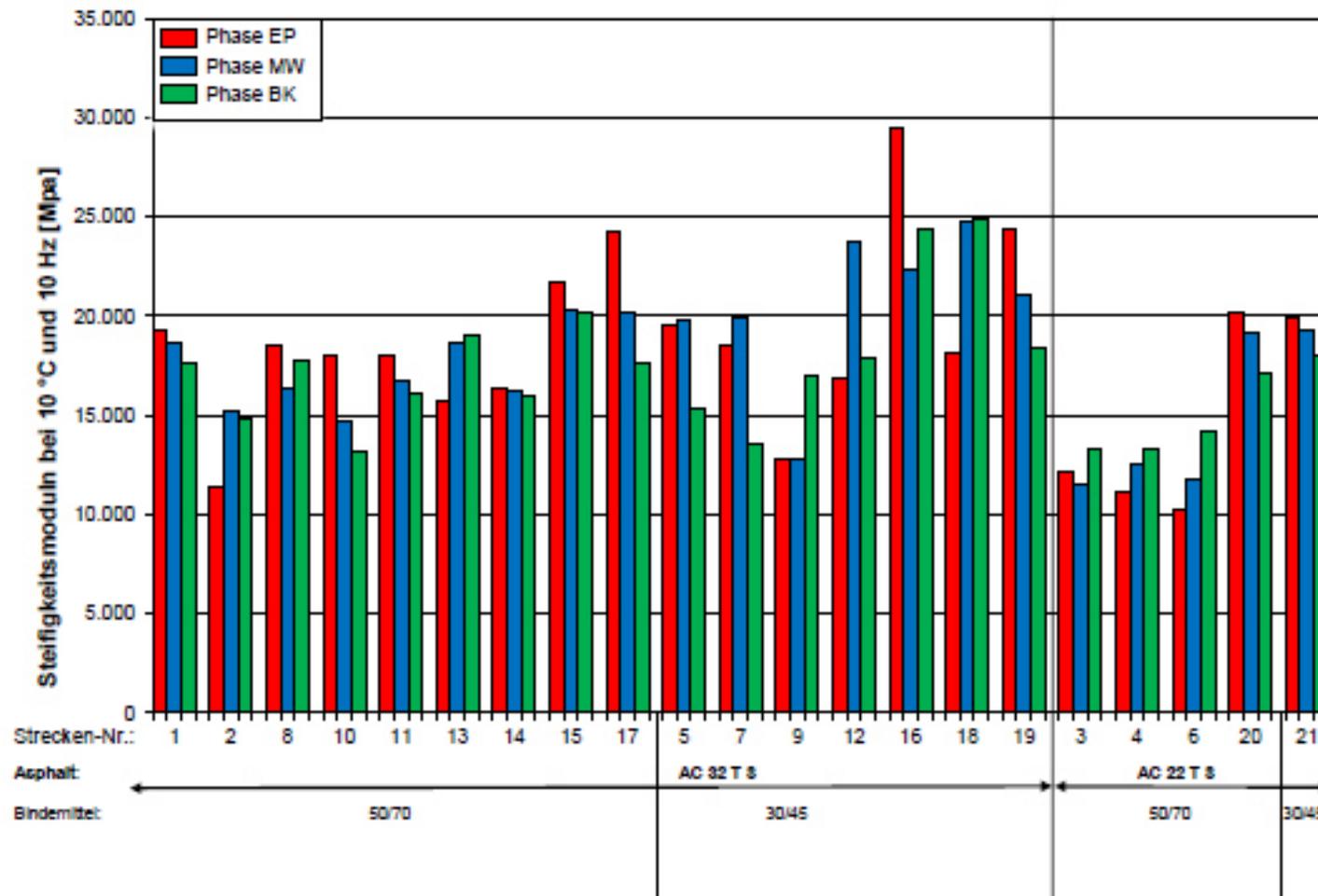
Steifigkeit - Asphaltbinderschicht



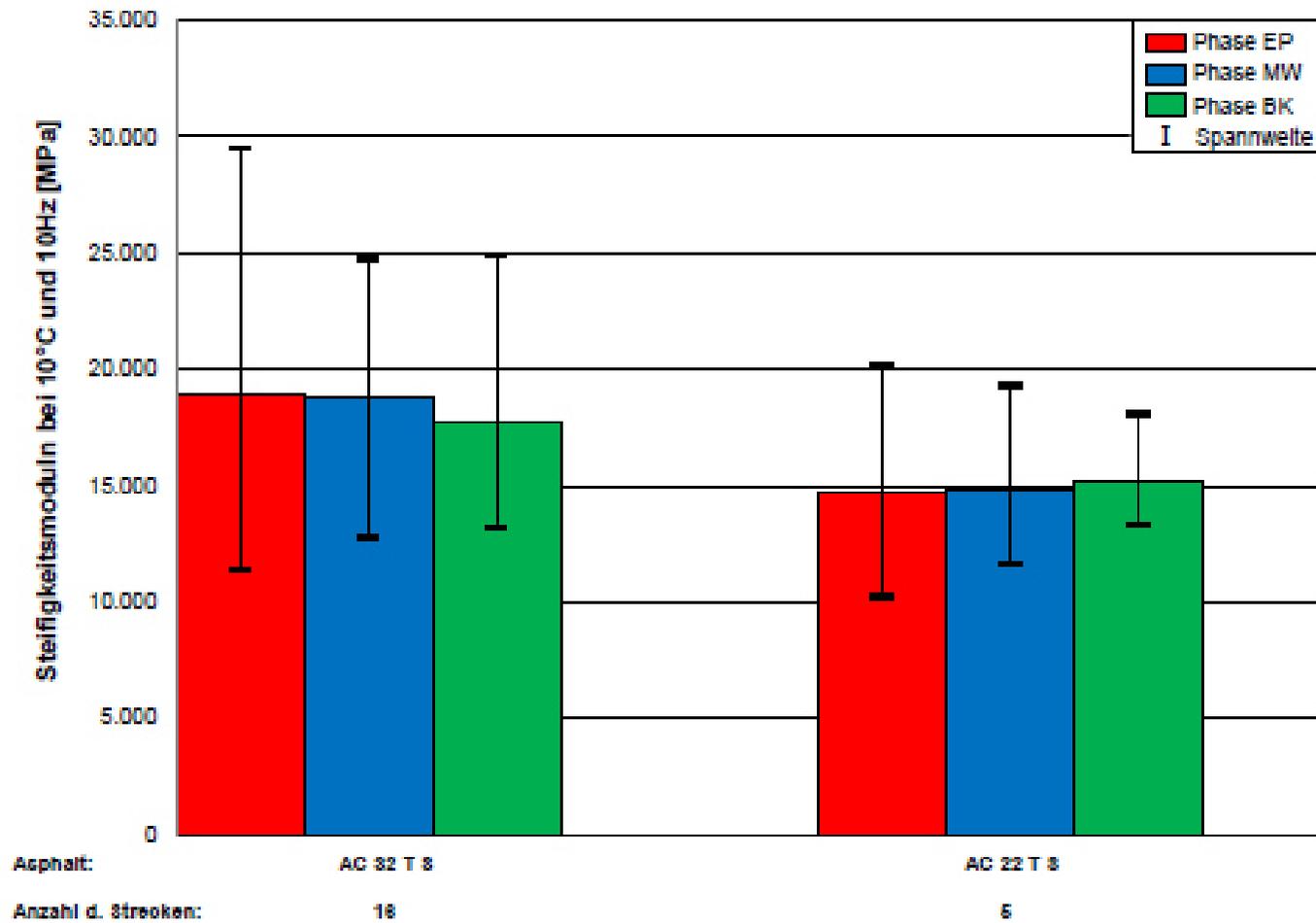
Steifigkeit - Asphaltbinderschicht

AC 16 B S				einfache Varianz- analyse	LSD-Test									multiple Varianzanalyse			multiple Varianzanalyse			
					Ranking der homogenen Gruppen			Faktor			Verwerf.			Faktor			Verwerf.			
				1. Gruppe			2. Gruppe			3. Gruppe			HO-Hypo.			HO-Hypo.				
				EP	MW	BK														
Steifigkeit bei 10 °C 10 Hz	1	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	█	█	█							Phase	ja	0,09	Phase	nein	-	
	3	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.				█			█			Strecke	ja	68,75	Strecke	ja	54,2	
	4	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.				█	█					Phase/ Strecke	ja	22,07	Phase/ Strecke	ja	29,57	
	5	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	█	█	█							Fehler		9,1	Fehler		16,23	
	8	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	█	█	█													
	9	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	█	█	█													
	10	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.	█			█	█											
	12	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.	█	█				█										
	13	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.	█							█								
	14	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	█	█	█													
	17	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	█	█	█													
	15	AC 16 B S	10/40-65 A	signifi.	█			█	█									Phase	ja	43,25
	20	AC 16 B S	10/40-65 A	signifi.	█			█				█						Strecke	ja	24,38
																	Phase/Str.	ja	20,56	
																	Fehler		11,81	

Steifigkeit - Asphalttragschicht



Steifigkeit - Asphalttragschicht

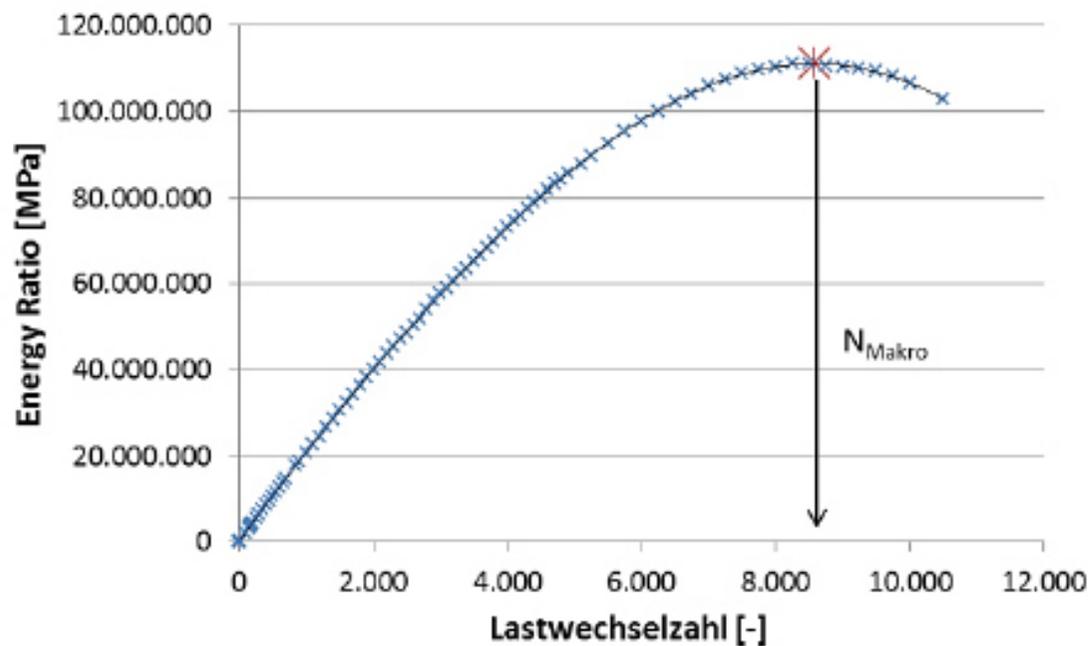


Steifigkeit - Asphalttragschicht

AC 32 TS			einfache Varianz- analyse	LSD-Test									multiple Varianzanalyse			multiple Varianzanalyse					
				EP	MW	BK	Ranking der homogenen Gruppen									Faktor	Verwerf.	%	Faktor	Verwerf.	%
				1. Gruppe			2. Gruppe			3. Gruppe			HO-Hypo.			HO-Hypo.					
Steifigkeit bei 10 °C; 10 Hz	1	AC 32 TS	50/70	n. signifi.	■	■	■									Phase	ja	0,28	Phase	ja	0,23
	2	AC 32 TS	50/70	signifi.	■	■	■	■								Strecke	ja	49,67	Strecke	ja	48,71
	8	AC 32 TS	50/70	signifi.	■	■	■									Phase/			Phase/		
	10	AC 32 TS	50/70	n. signifi.	■	■	■									Strecke	ja	38,83	Strecke	ja	28,89
	11	AC 32 TS	50/70	signifi.	■	■	■									Fehler		11,22	Fehler		22,17
	13	AC 32 TS	50/70	signifi.	■	■		■													
	14	AC 32 TS	50/70	n. signifi.	■	■	■														
	15	AC 32 TS	50/70	n. signifi.	■	■	■														
	17	AC 32 TS	50/70	n. signifi.	■	■	■														
	5	AC 32 TS	30/45	signifi.	■	■		■											Phase	ja	-
	7	AC 32 TS	30/45	signifi.	■			■				■							Strecke	ja	43,98
	9	AC 32 TS	30/45	signifi.	■			■	■										Phase/		
	12	AC 32 TS	30/45	signifi.	■			■	■										Strecke	ja	49,7
	16	AC 32 TS	30/45	signifi.	■			■	■										Fehler		6,32
	18	AC 32 TS	30/45	signifi.	■	■		■													
	19	AC 32 TS	30/45	signifi.	■			■				■									

Ermüdung

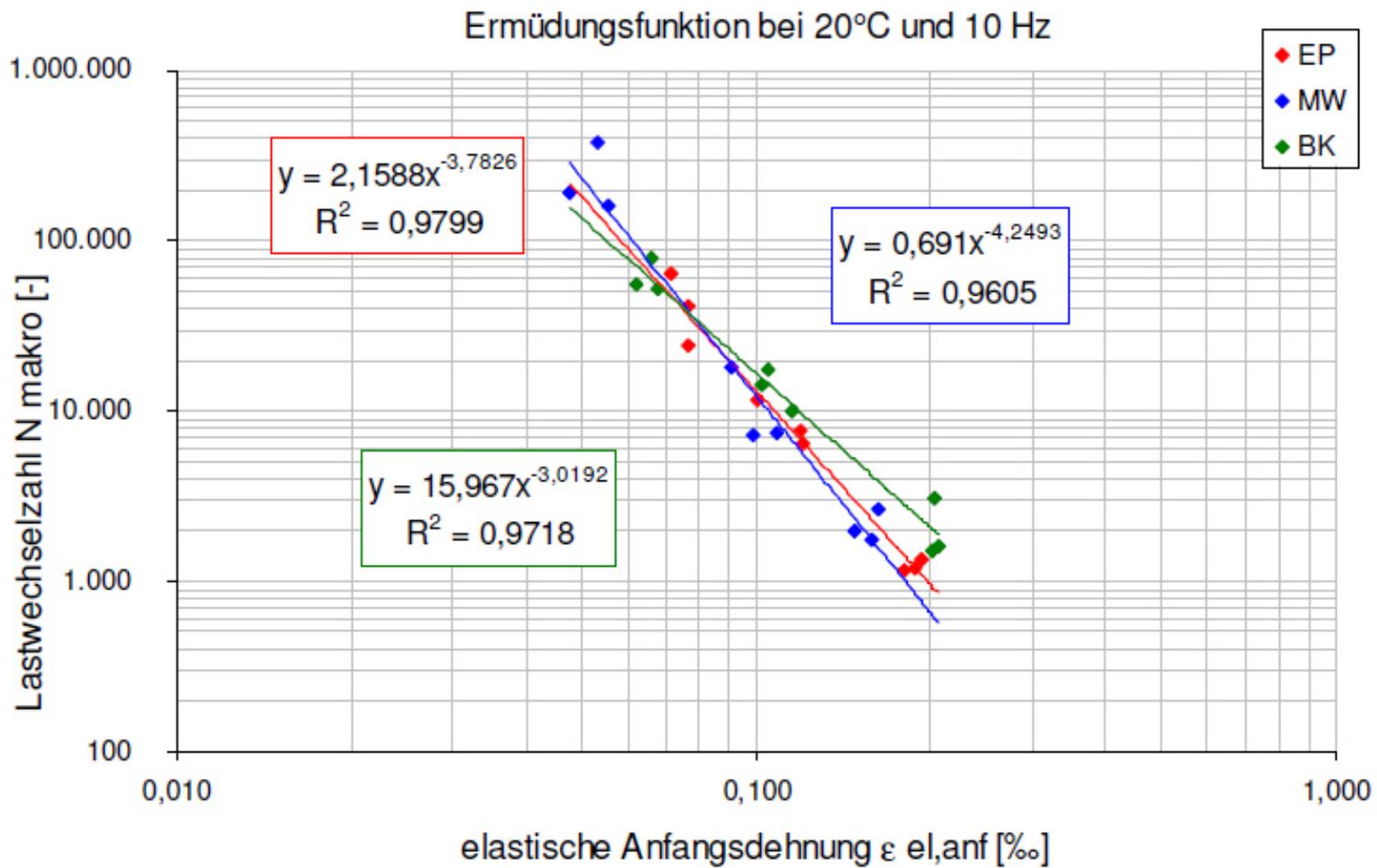
- 20 °C, 10 Hz, 3 Oberspannungen
 - Dehnungen zwischen 0,05 und 0,30 %
 - Lastwechselzahl N zwischen 1.000 und 1.000.000
- N_{Makro}



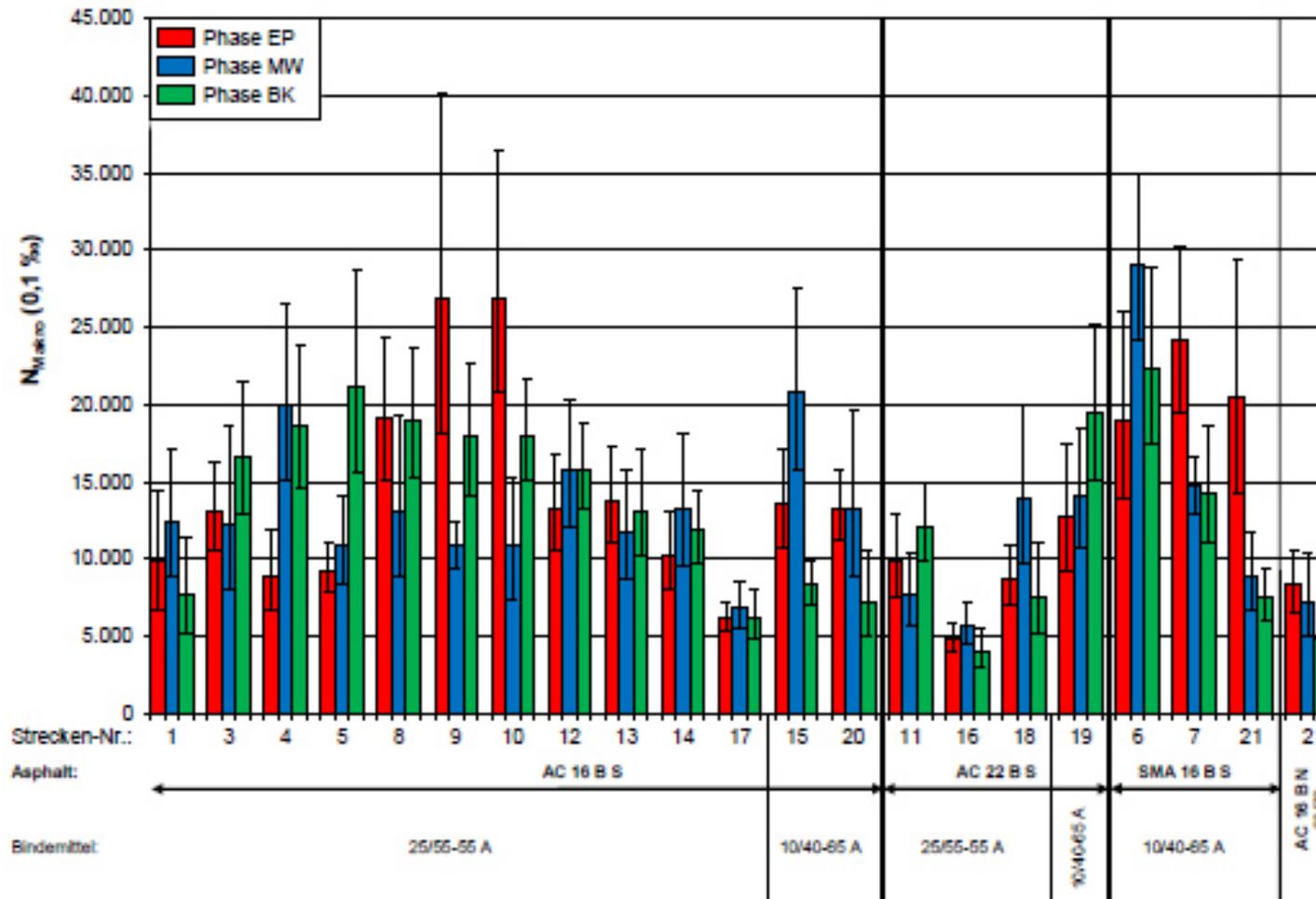
$$ER = N \cdot S$$

$$N_{\text{Makro}} = C1 \cdot \varepsilon_{\text{elast.,anf}}^{C2}$$

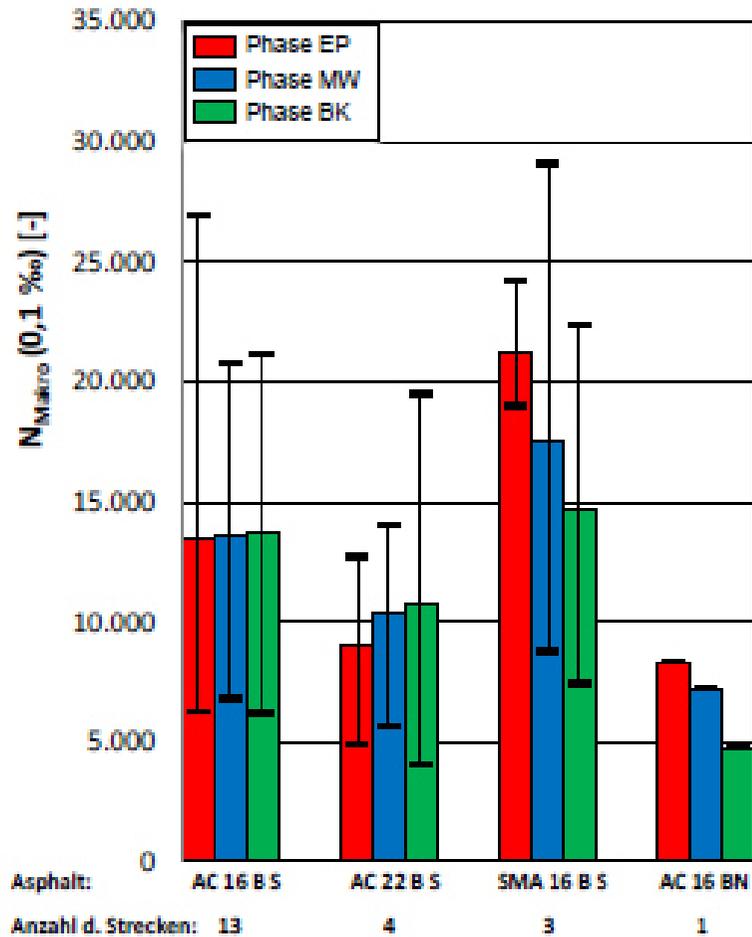
Ermüdung



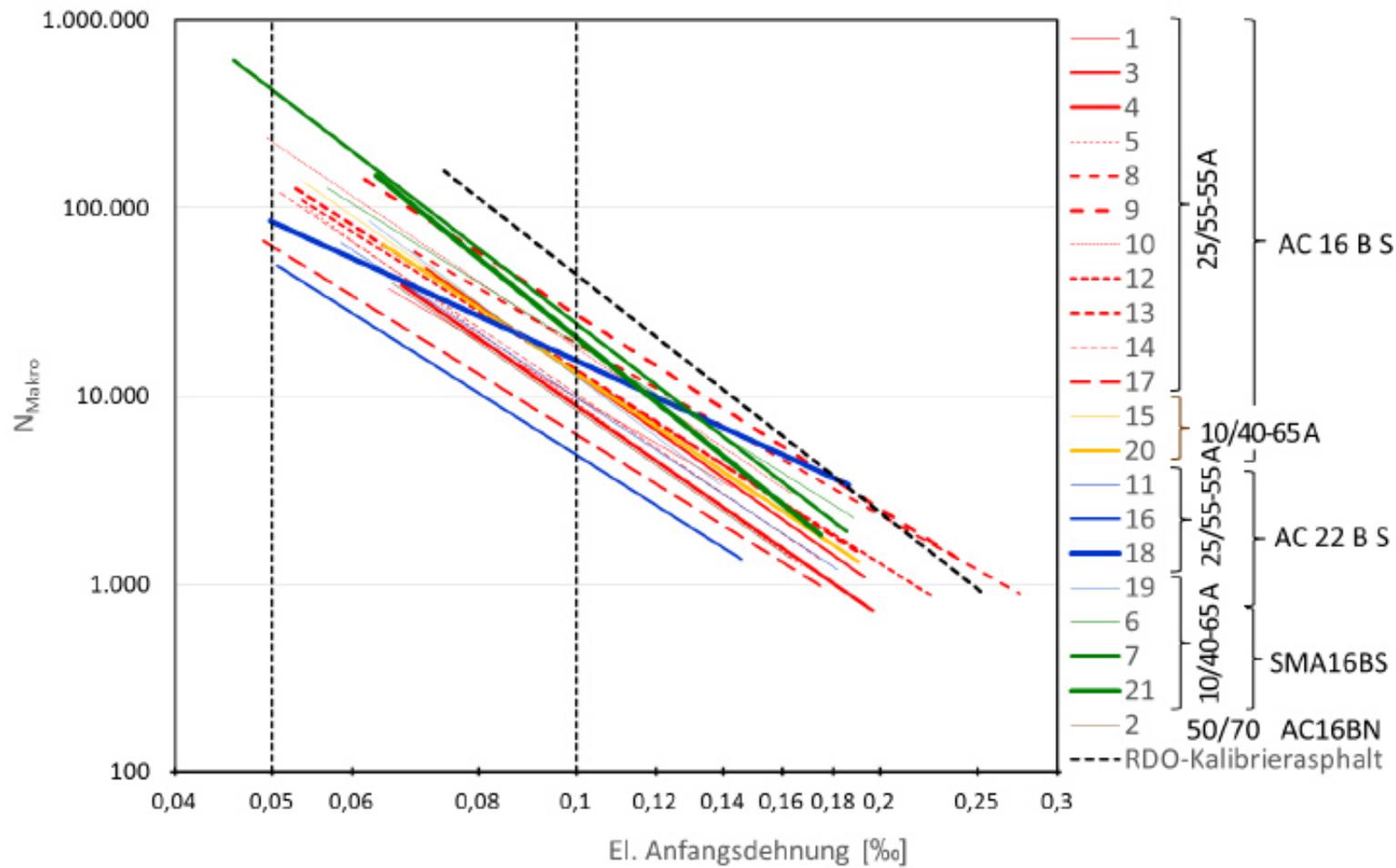
Ermüdung - Asphaltbinderschicht



Ermüdung - Asphaltbinderschicht



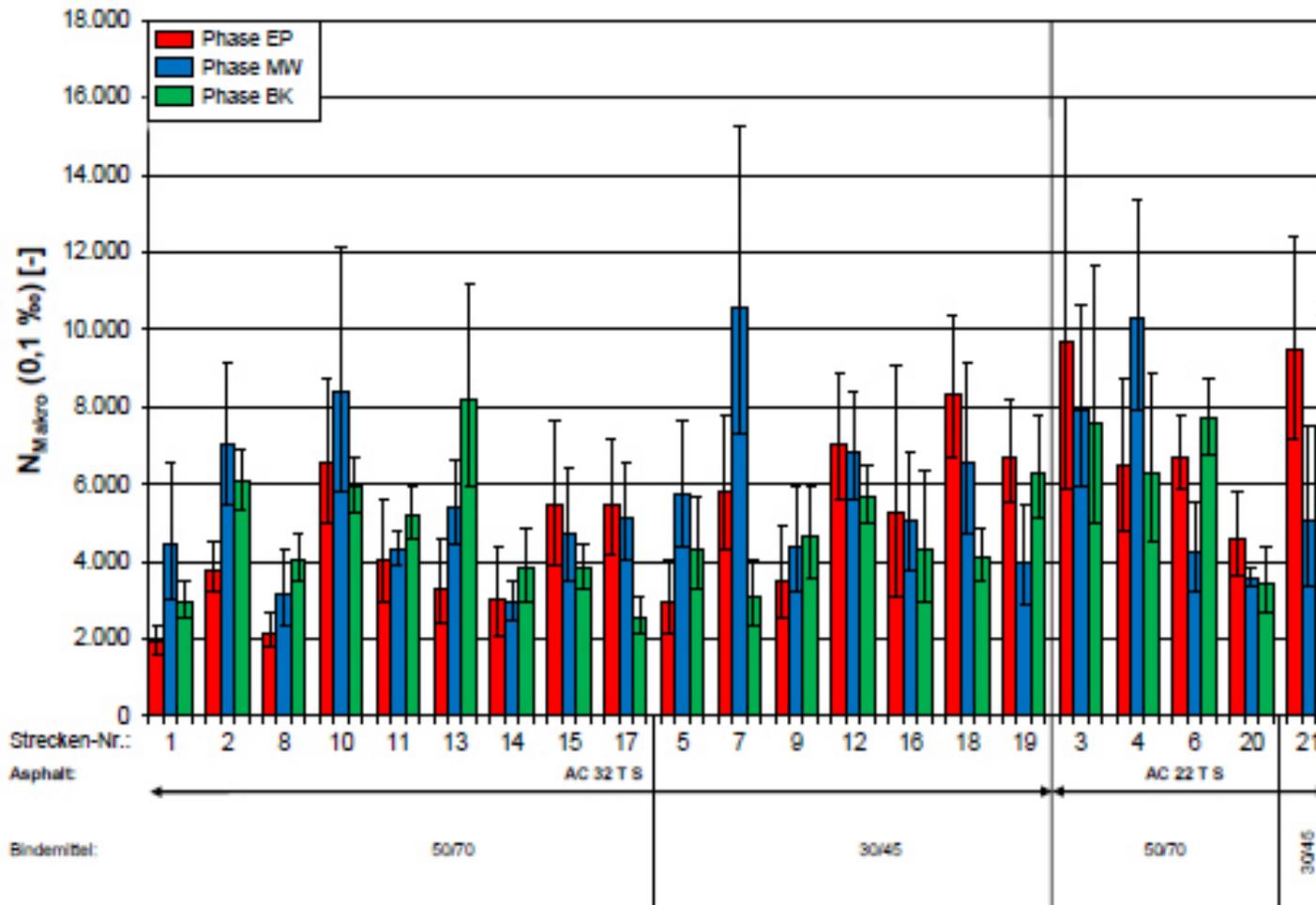
Ermüdung



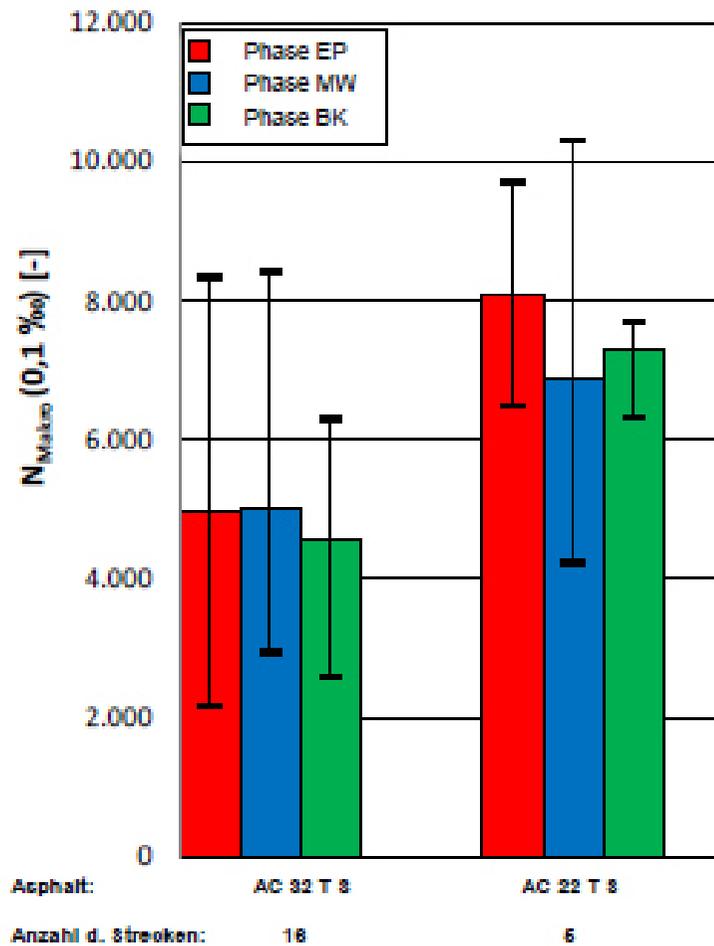
Ermüdung - Asphaltbinderschicht

AC 16 B S				einfache Varianz- analyse	LSD-Test									multiple Varianzanalyse			multiple Varianzanalyse				
					Ranking der homogenen Gruppen			Faktor	Verwerf.	%	Faktor	Verwerf.	%								
										HO-Hypo.			HO-Hypo.								
				1. Gruppe			2. Gruppe			3. Gruppe											
Niveau (0,1 %)	1	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.											Phase	nein	-	Phase	nein	-	
	3	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.											Strecke	ja	21,05	Strecke	ja	30,12	
	4	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.											Phase/ Strecke			Phase/ Strecke			
	5	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.											Strecke	ja	32,35	Strecke	ja	23,9	
	8	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.											Fehler		46,6	Fehler		46,58	
	9	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.																	
	10	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.																	
	12	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.																	
	13	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.																	
	14	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.																	
	17	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.																	
	15	AC 16 B S	10/40-65 A	10/40-65 A	signifi.														Phase	ja	57,13
	20	AC 16 B S	10/40-65 A	10/40-65 A	signifi.														Strecke	nein	5,17
																		Phase/Str.	nein	-	
																		Fehler		37,7	

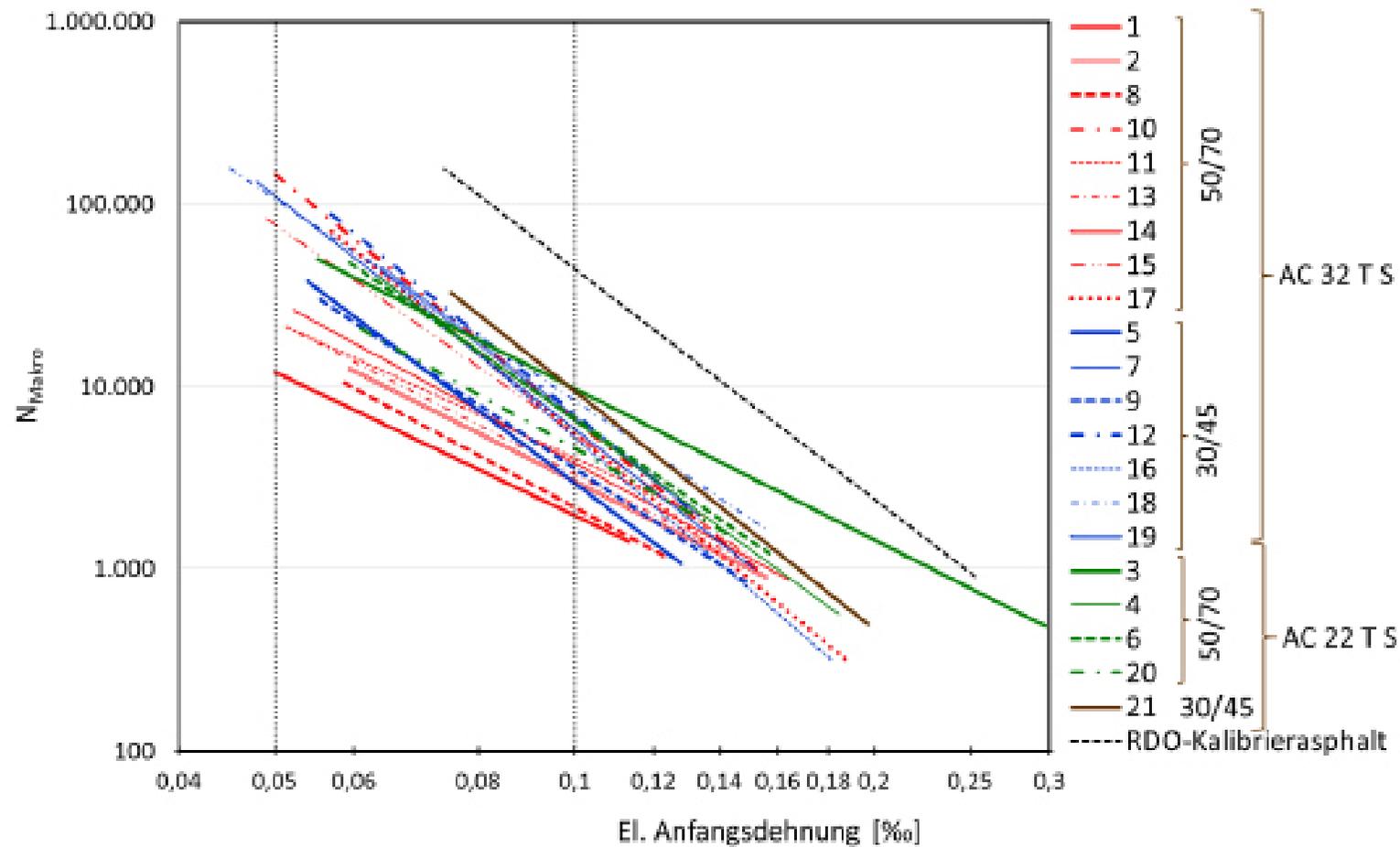
Ermüdung - Asphalttragschicht



Ermüdung - Asphalttragschicht



Ermüdung - Asphalttragschicht



Ermüdung - Asphalttragschicht

AC 32 T S			einfache Varianz- analyse	LSD-Test									multiple Varianzanalyse			multiple Varianzanalyse					
				EP	MW	BK	Ranking der homogenen Gruppen			Faktor	Verwerf.	%	Faktor	Verwerf.	%						
			1. Gruppe			2. Gruppe			3. Gruppe			H0-Hypo.			H0-Hypo.						
Niveau(0,1%)	1	AC 32 T S	50/70	signifi.												Phase	ja	2,27	Phase	ja	4,57
	2	AC 32 T S	50/70	signifi.												Strecke	ja	18,44	Strecke	ja	27,83
	8	AC 32 T S	50/70	signifi.												Phase/			Phase/		
	10	AC 32 T S	50/70	signifi.												Strecke	ja	35,23	Strecke	ja	31,12
	11	AC 32 T S	50/70	signifi.												Fehler		44,06	Fehler		36,48
	13	AC 32 T S	50/70	signifi.																	
	14	AC 32 T S	50/70	signifi.																	
	15	AC 32 T S	50/70	signifi.																	
	17	AC 32 T S	50/70	signifi.																	
	5	AC 32 T S	30/45	signifi.															Phase	ja	1,39
	7	AC 32 T S	30/45	signifi.												Strecke	ja	-			
	9	AC 32 T S	30/45	signifi.												Phase/					
	12	AC 32 T S	30/45	signifi.												Strecke	ja	40,89			
	16	AC 32 T S	30/45	signifi.												Fehler		57,72			
	18	AC 32 T S	30/45	signifi.																	
	19	AC 32 T S	30/45	signifi.																	

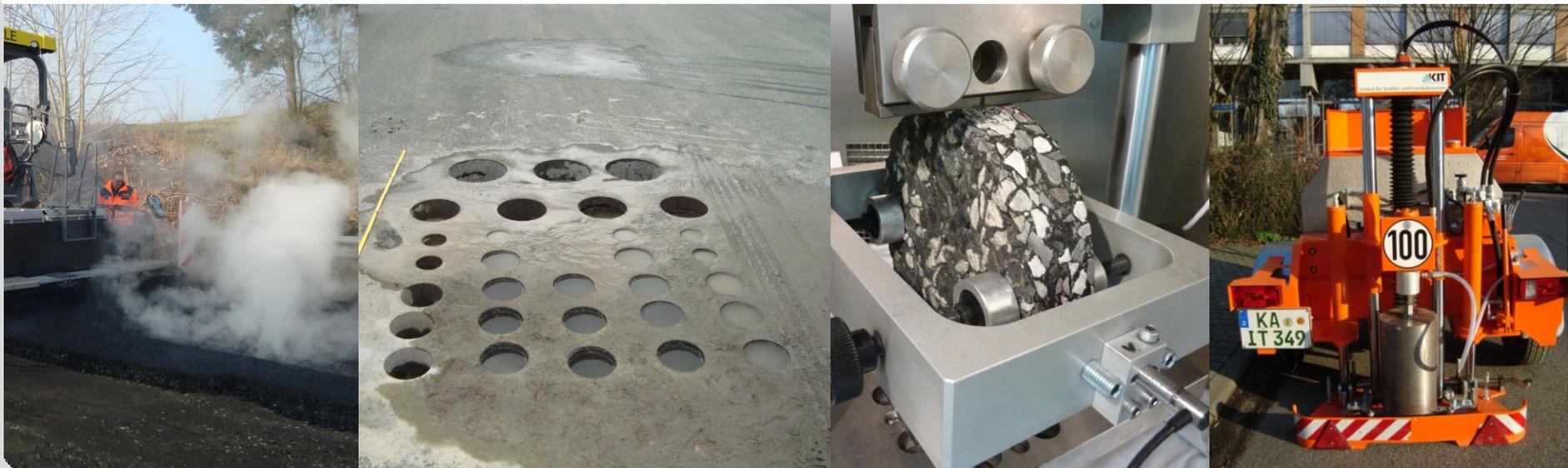
Ausblick

- Asphalte sind in der Praxis bewährt aber derzeit nicht auf Performance optimiert
- Bewertungshintergrund ist durch Untersuchung zusätzlicher Strecken zu erweitern
- Dimensionierungsverfahren sind ggf. validieren
- Erstellen von detaillierten Prüfvorschriften und Ermittlung der Präzisionsdaten für die Performance-Prüfungen ist erforderlich
- Regelungen für Audits und die Kalibrierung der Prüfanlagen sind zu erarbeiten, Schulungen sind durchführen

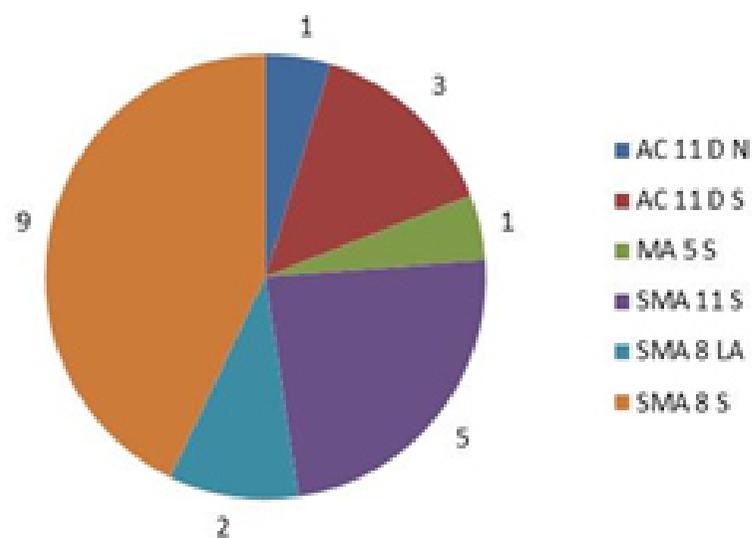
Bestimmung der performance-relevanten Eigenschaften

Steifigkeit und Ermüdungsverhalten

Vielen Dank!

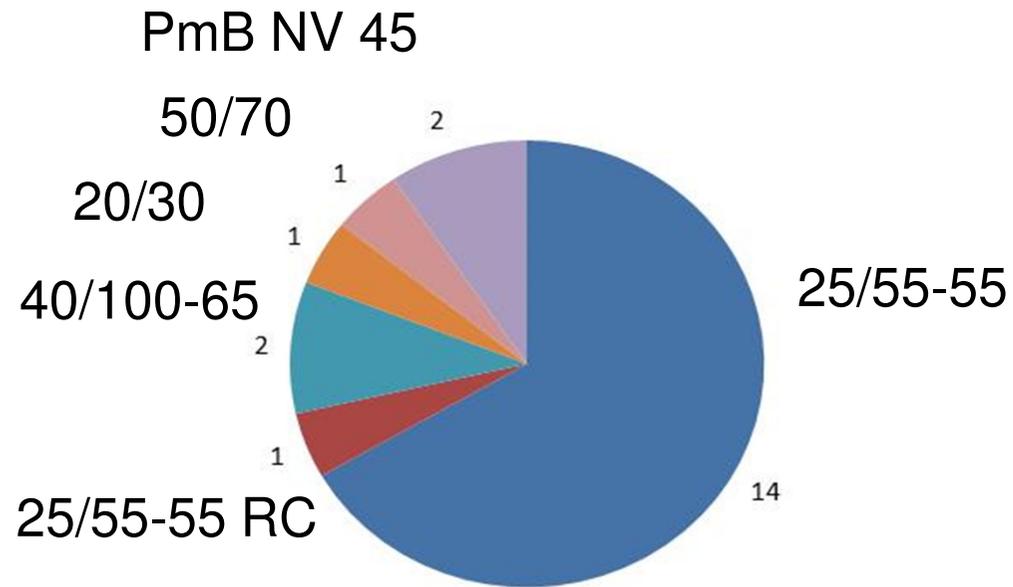


Erprobungsstrecken



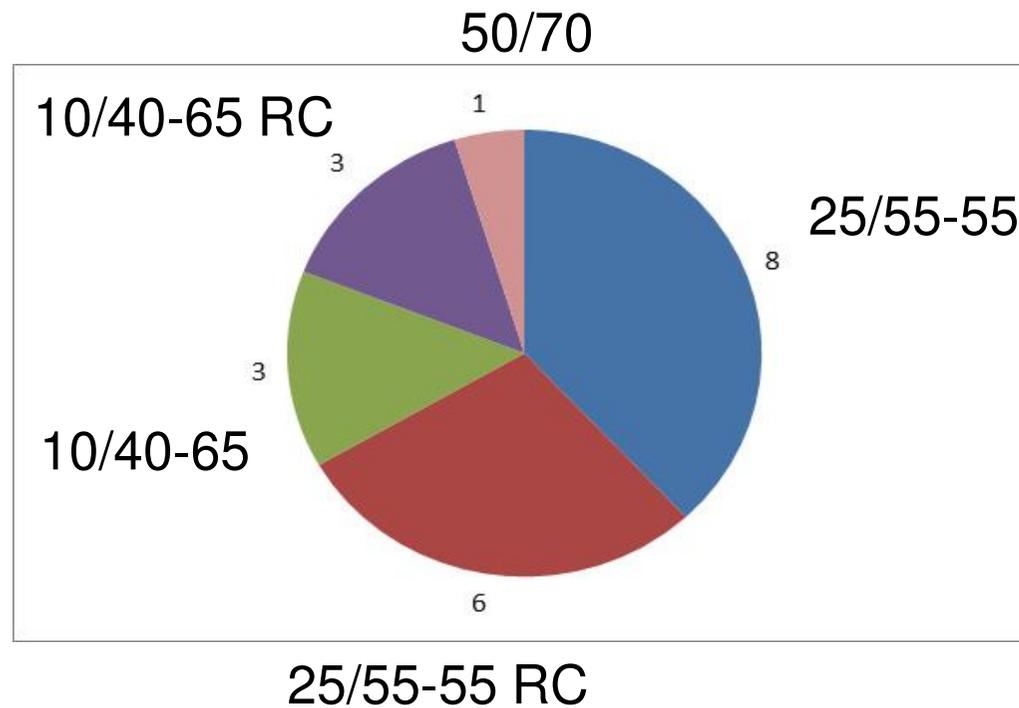
Asphaltdeckschicht

Erprobungsstrecken



Asphaltdeckschicht

Erprobungsstrecken



Asphaltbinderschicht