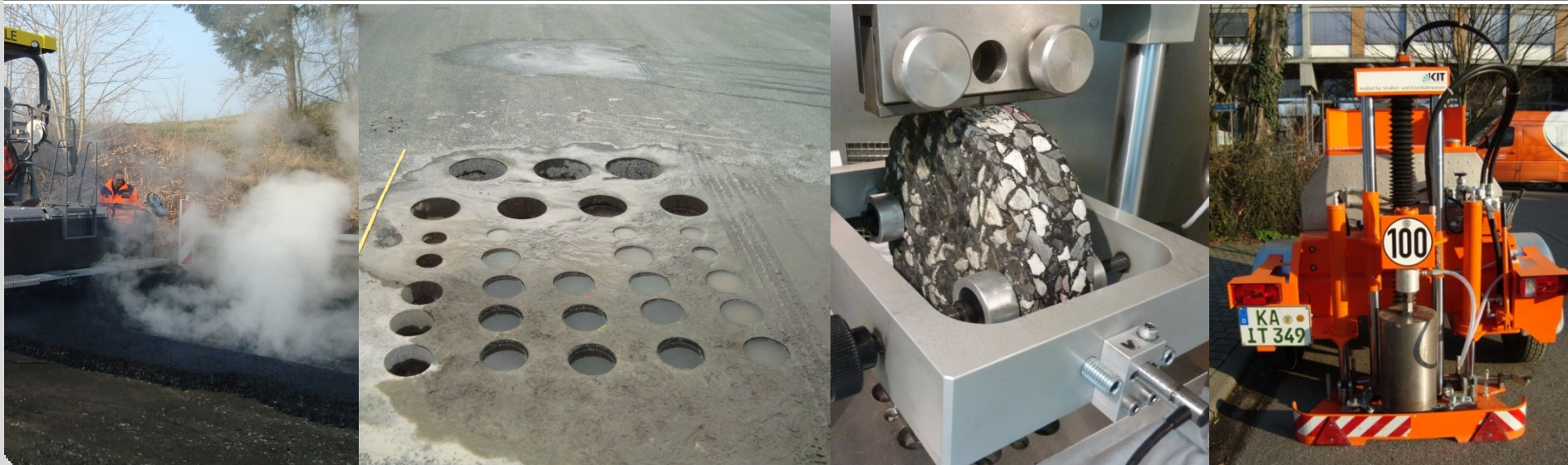


# Performance von Asphalt

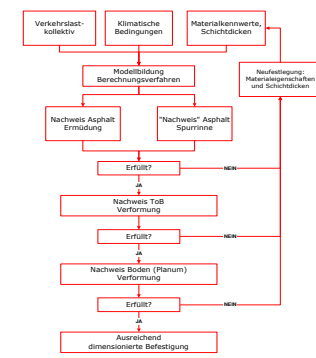
## Abschätzung der Restnutzungsdauer

ISE-Kolloquium am 02. Dezember 2015

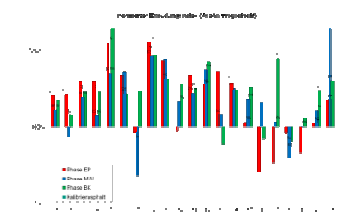


# Gliederung

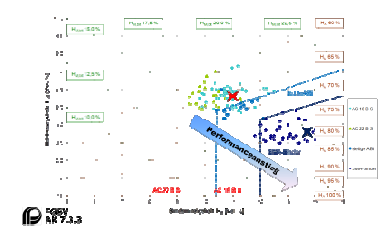
- Einleitung zum Verfahren der RDO Asphalt
  - Eingangswerte zur Abschätzung der Nutzungsdauer
  - Verwendung von Eingangswerten aus FE 07.0253



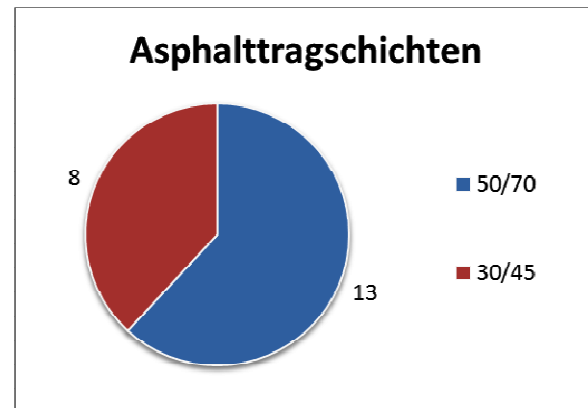
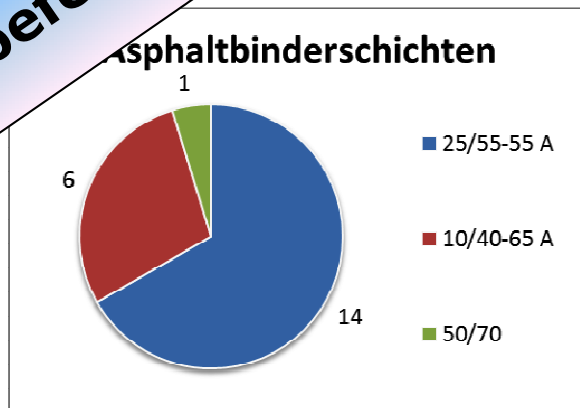
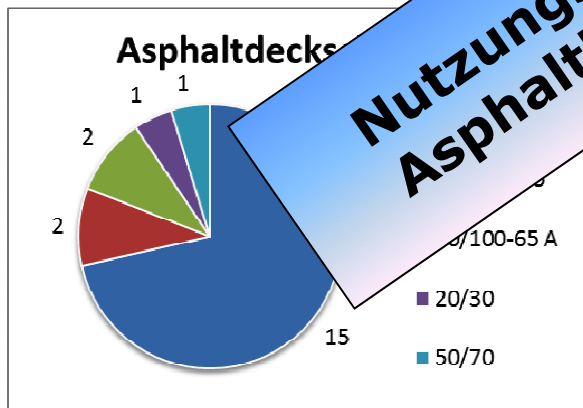
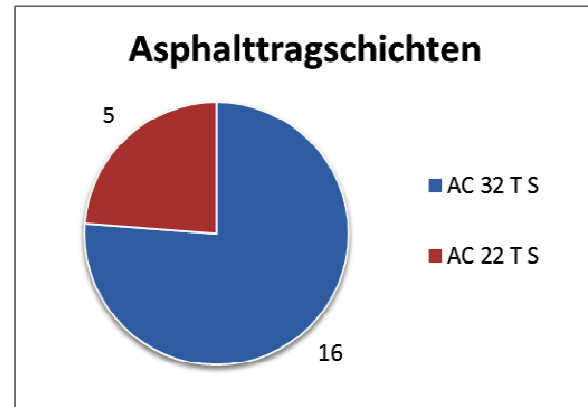
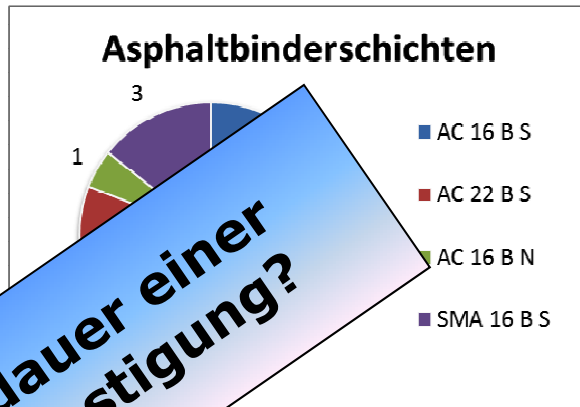
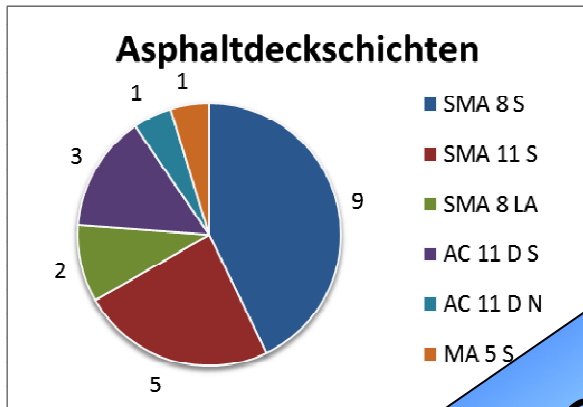
- Ergebnisse der Nutzungsdauerabschätzung
  - Ergebnisinterpretation



- Zusammenfassung und Ausblick



# Untersuchungsvarianten in FE 07.0253



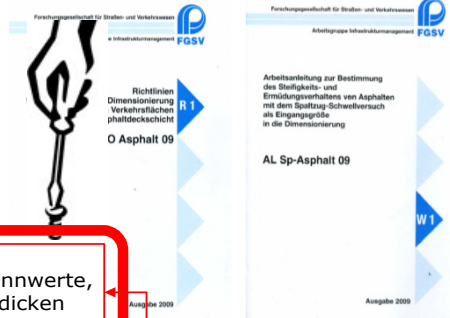
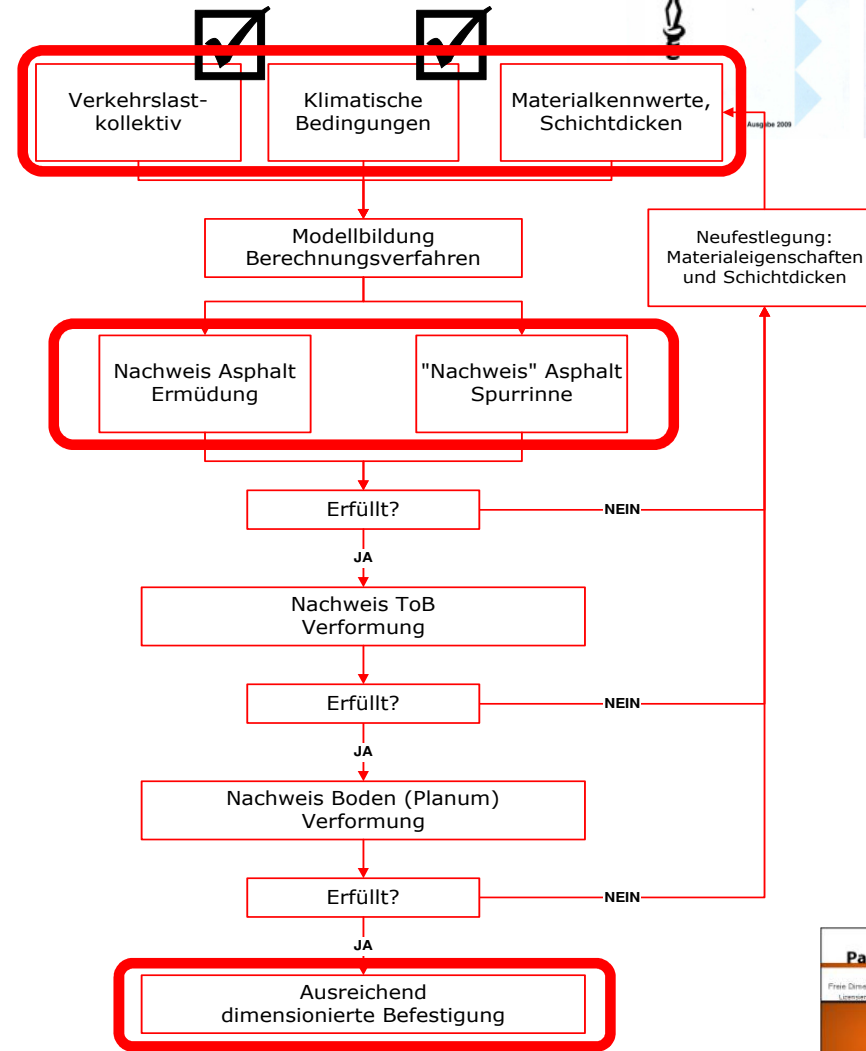
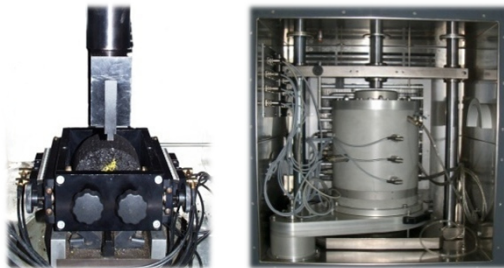
**Nutzungsdauer einer Asphaltbefestigung?**







# Rechnerische Dimensionierung



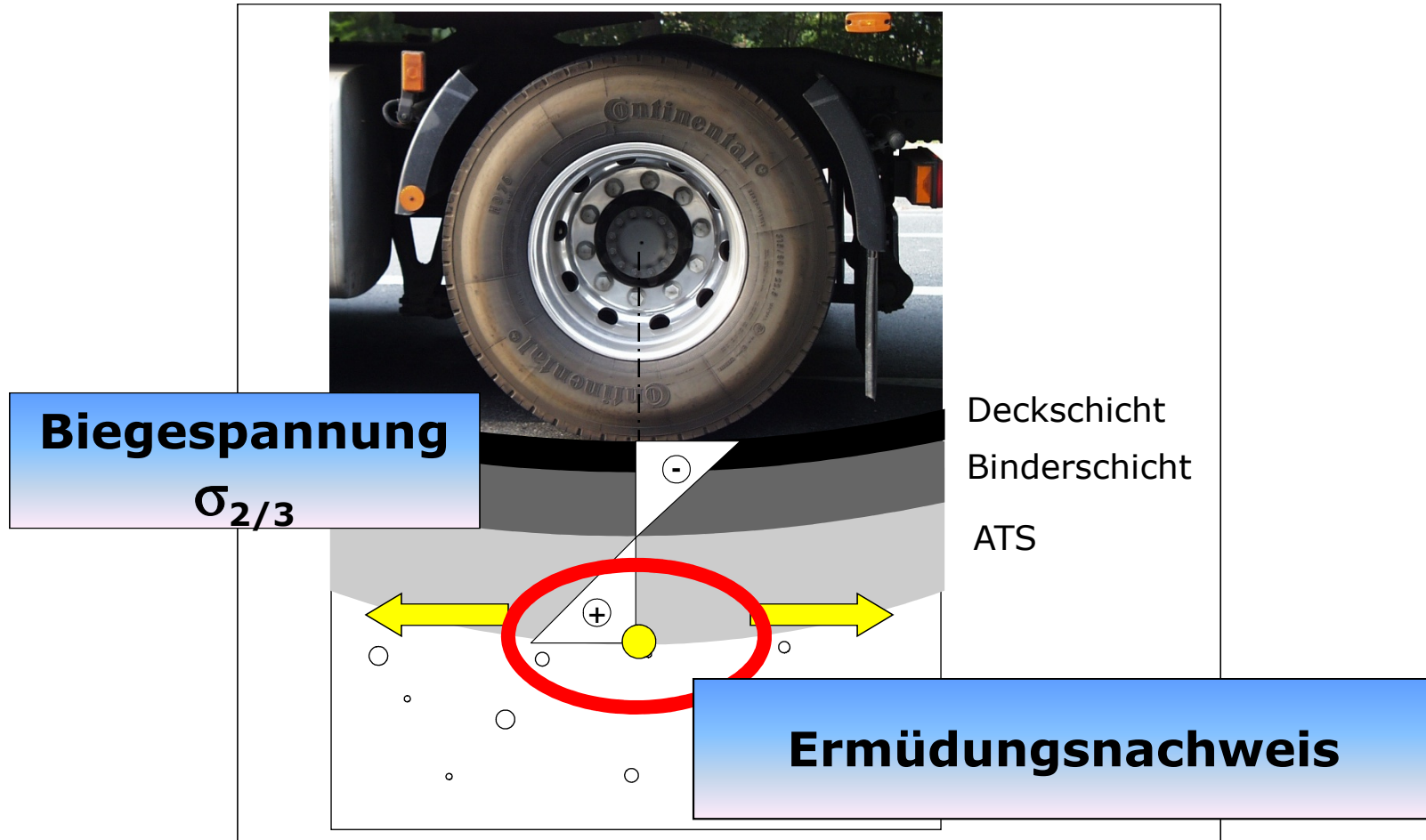
[Alexander KIEHNE]

# Rechnerische Dimensionierung



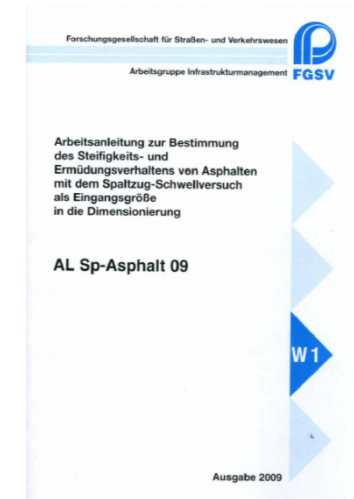
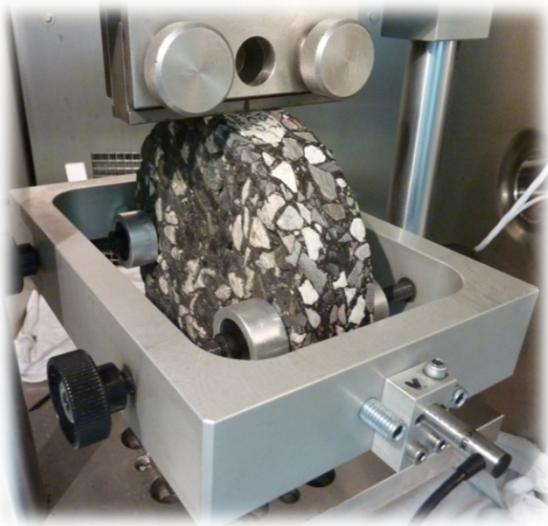
⇒ Rechnerische Modellierung der Asphaltsschichten

# Rechnerische Dimensionierung





# Materialkennwerte für die Rechnerische Dimensionierung



- **Steifigkeiten (E-Modul-Temperaturfunktion)**
- **Ermüdungsfunktionen**
- **Schichtenverbund**
  
- **Verformungsverhalten**
- **Tieftemperaturverhalten**

**Performance-  
Prüfungen**

# Einfluss der Materialqualität

## 1. Standard-Asphalte nach ZTV

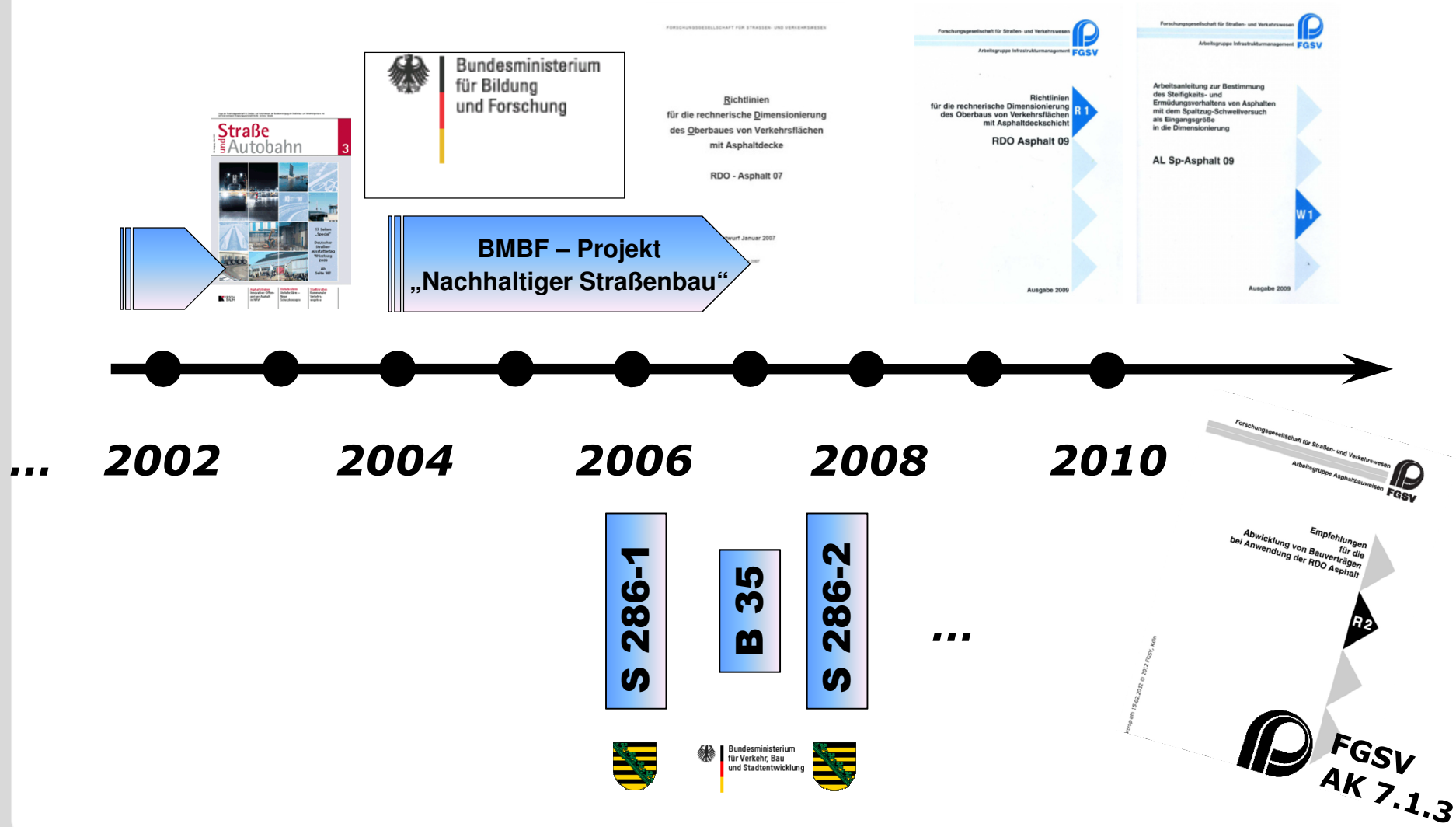
- Schichtdicken wie RStO, Tafel 1 („Kalibrierasphalte“ gemäß RDO Asphalt 09)

Zelle	Bauklasse	SV	I	II
	Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio. B	> 32	> 10 - 32	> 3 - 10
	Dicke des frostsch. Oberbaues	55   65   75   85	55   65   75   85	55   65   75   85
1	<b>Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht</b>			
	Asphaltdeckschicht	4	4	4
	Asphaltbinderschicht	8	8	8
	Asphalttragschicht	22	18	14
	Frostschuttschicht	34	30	26
	Dicke der Frostschuttschicht	31   41   51	25   35   45   55	29   39   49   59
2.1	<b>Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>			
	Asphaltdeckschicht	4	4	4
	Asphaltbinderschicht	8	8	8
	Asphalttragschicht	14	10	10
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HG1)	15	15	15
	Dicke der Frostschuttschicht	41	37	35
2.2	<b>Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>			
	Asphaltdeckschicht	4	4	4
	Asphaltbinderschicht	8	8	8
	Asphalttragschicht	14	10	10
	Verfestigung	15	15	15
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	41	37	37
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	10   20   30   40	14   24   34   44	18   28   38   48

## 2. „verbesserte“ Asphalte

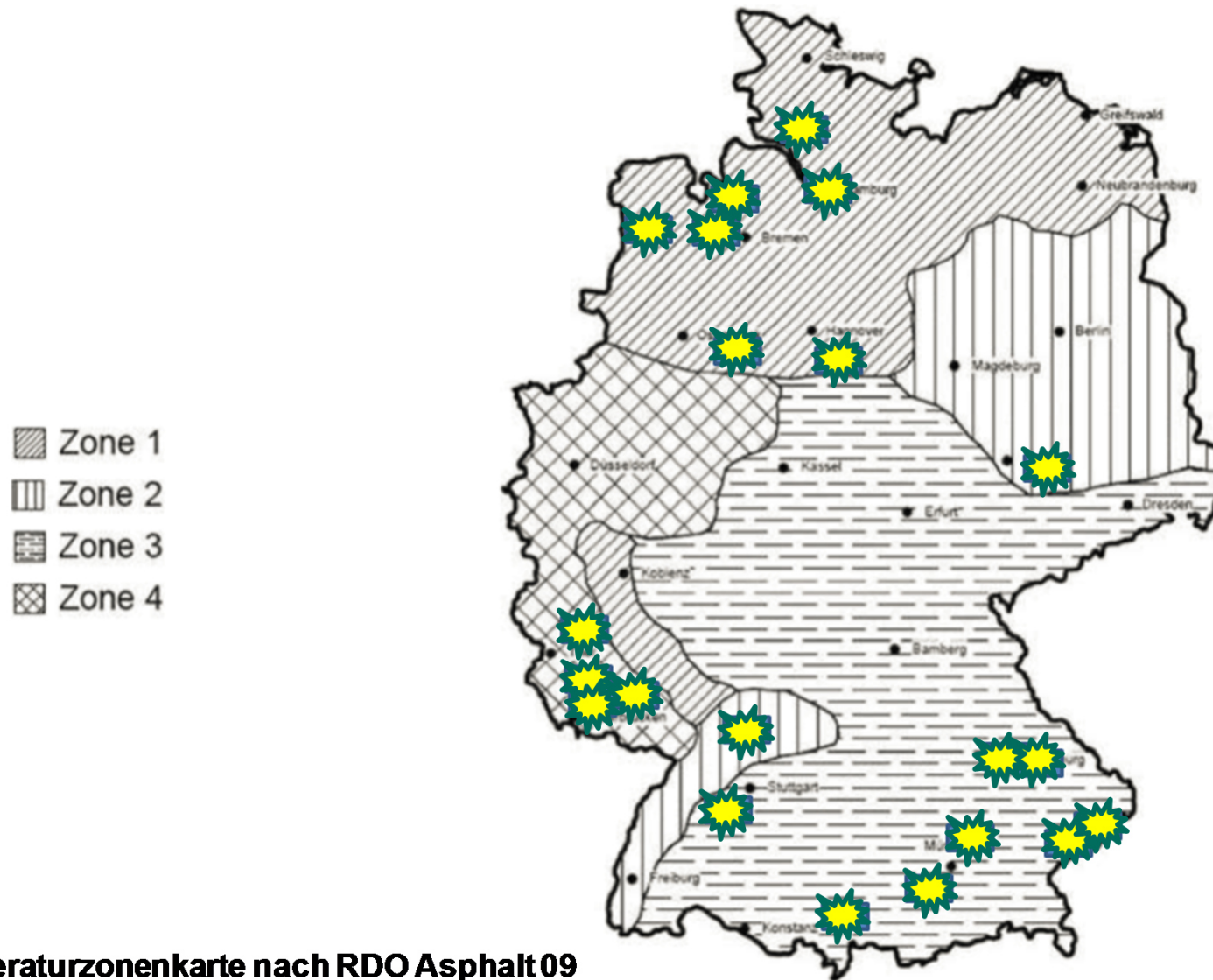
- wenn bessere Performance Eigenschaften als Standard-Asphalte
  - längere Nutzungsdauer, wenn Schichtdicke wie in RStO
  - geringere Schichtdicke, wenn Nutzungsdauer = 30 Jahre

# Rechnerische Dimensionierung





# Lage der Untersuchungsstrecken in FE 07.0253



Temperaturzonenkarte nach RDO Asphalt 09

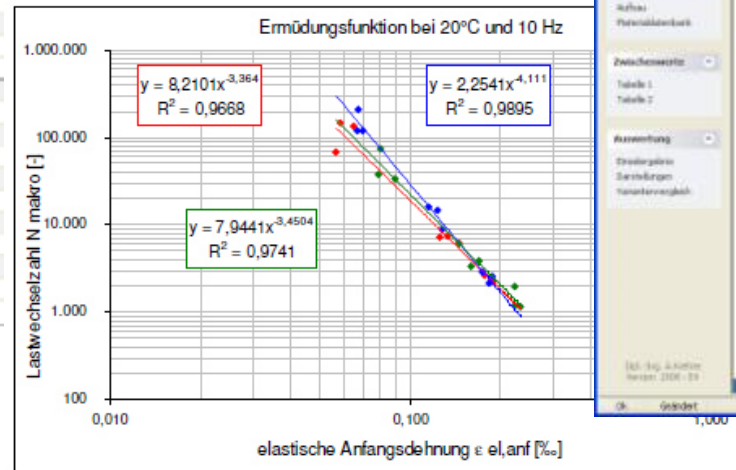
# Eingangswerte zur Abschätzung der Nutzungsdauer

## Ermüdungsverhalten

Strecke 6  
Schicht 2\_ABS

Eigenschaft	Einheit	EP	MW	BK
N Makro	[-]	148.817	2.123	1.168
N Makro	[-]	132.780	2.553	1.207
N Makro	[-]	67.298	2.912	1.972
N Makro	[-]	6.196	9.006	33.830
N Makro	[-]	7.188	15.886	37.525
N Makro	[-]	7.367	14.643	74.179
N Makro	[-]	2.301		
N Makro	[-]	2.622		
N Makro	[-]	2.317		

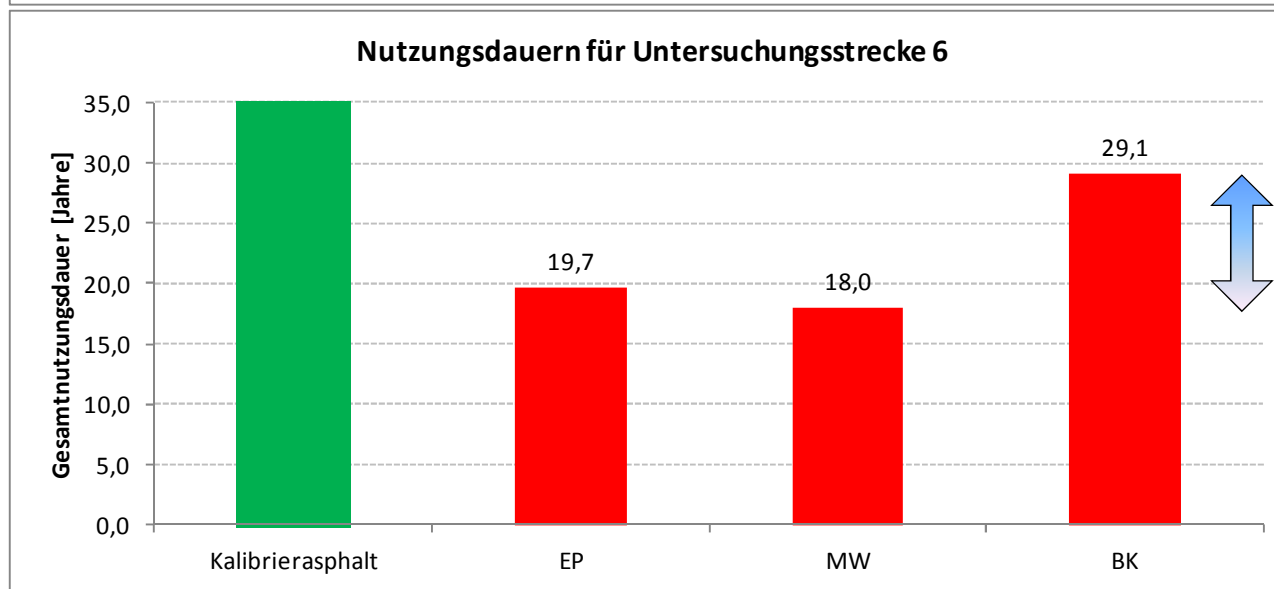
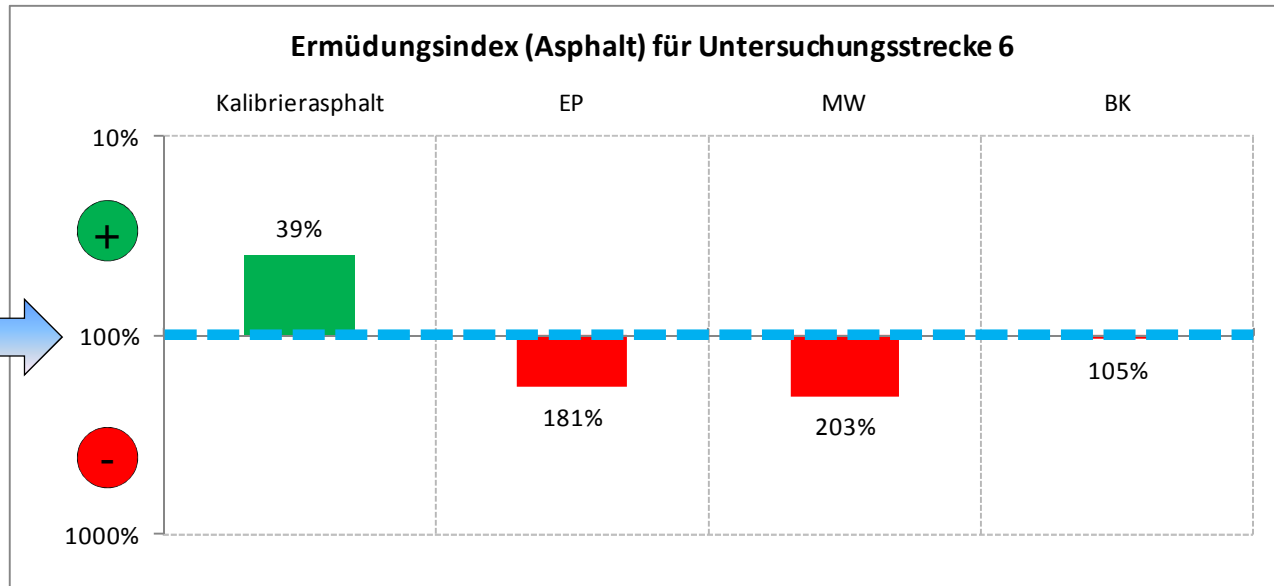
Eigenschaft	Einheit	EP
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,058
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,065
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,057
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,145
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,125
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,134
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,187
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,177
elast. Anfangsdehnung	[%]	0,189



## Nutzungsdauerabschätzung anhand von Dimensionierungsberechnungen auf Basis von Performance-Kennwerten



# Abschätzung der Nutzungsdauer

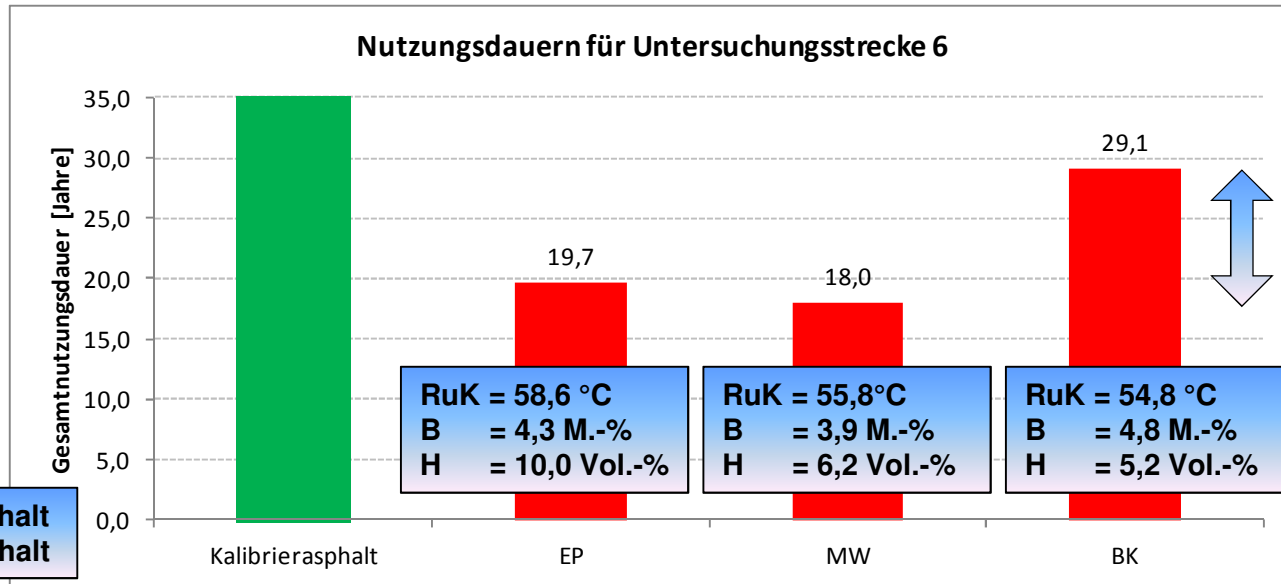
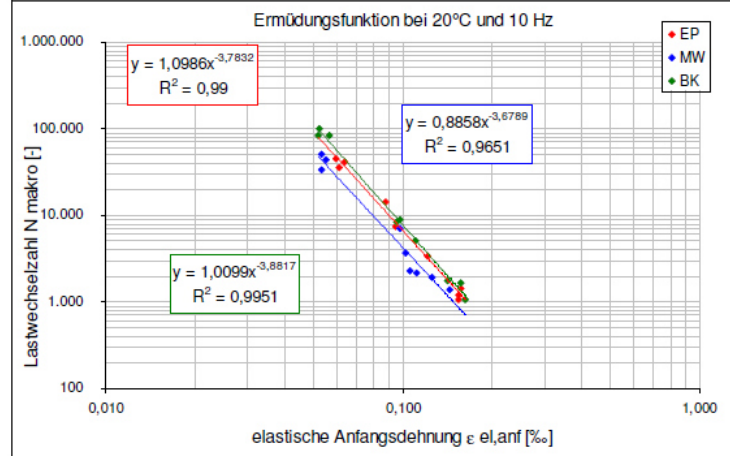
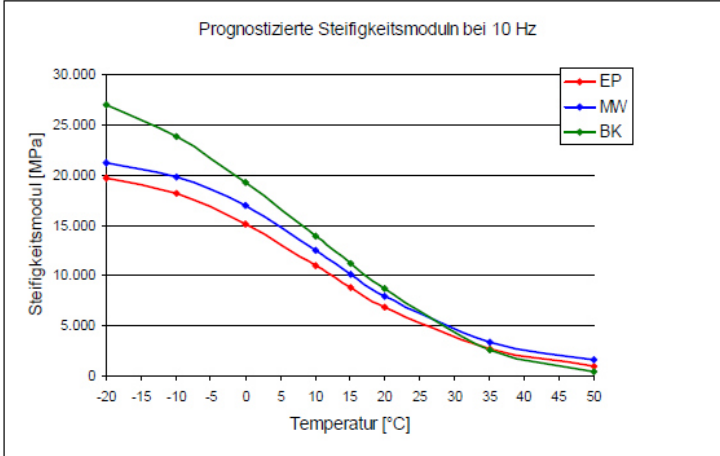




# Abschätzung der Nutzungsdauer

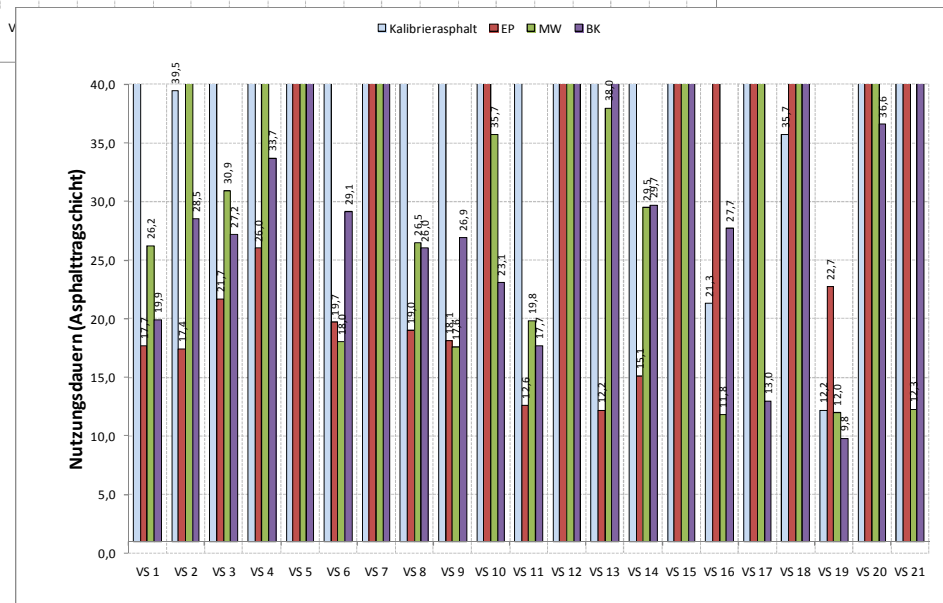
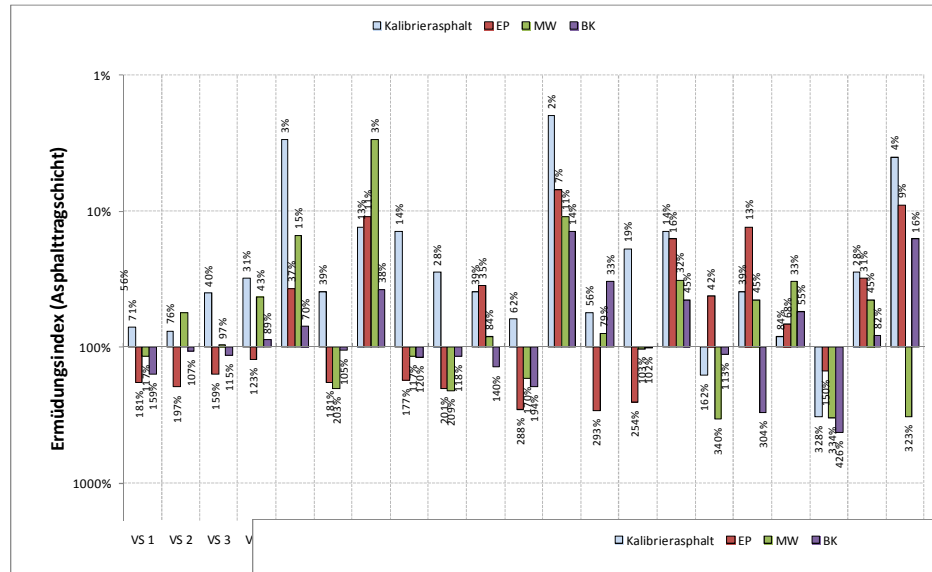


**AC 22 T S**  
(50% AG)



IST: 30 cm Asphalt  
SOLL: 30 cm Asphalt

# Abschätzung der Nutzungsdauer

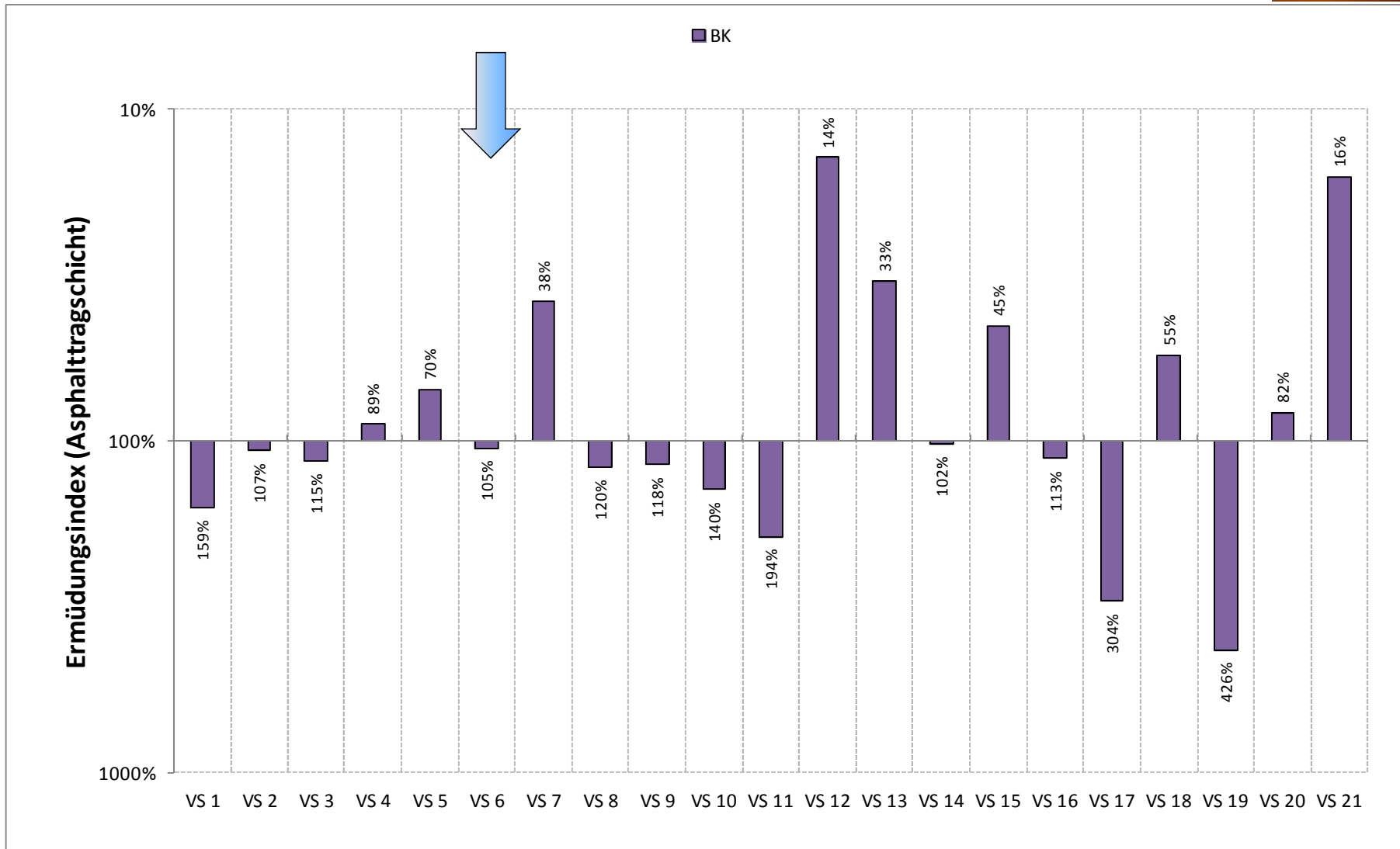


**Variantenanzahl:**

- 21 Untersuchungsstrecken
- 4 Phasen (Kali., EP, MW, BK)

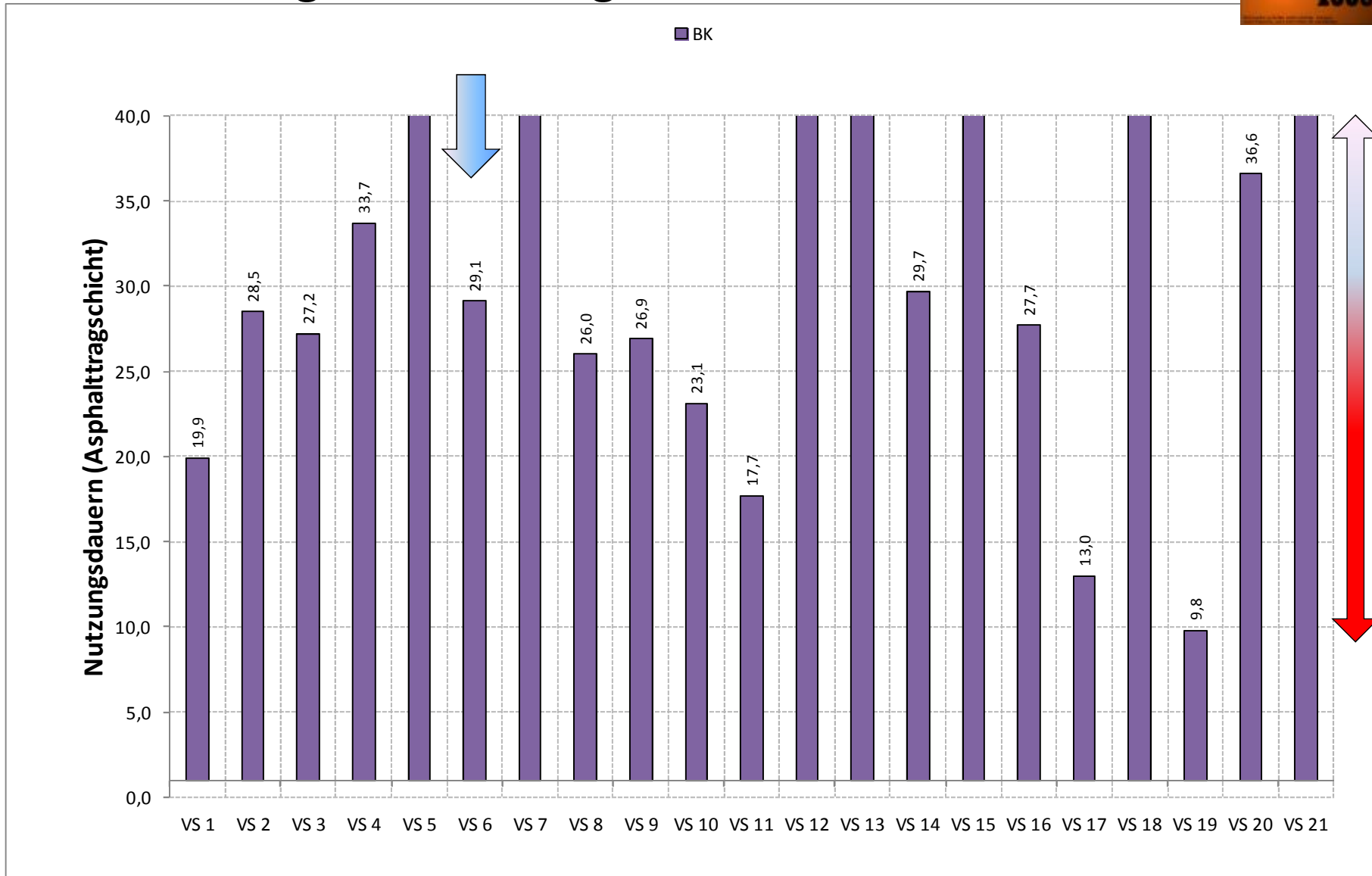
➔ **84 Nutzungsdauern**

# Abschätzung der Nutzungsdauer





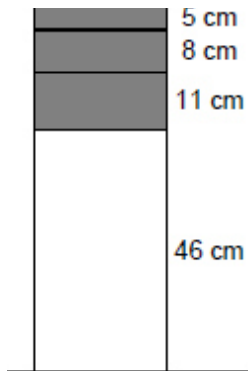
# Abschätzung der Nutzungsdauer



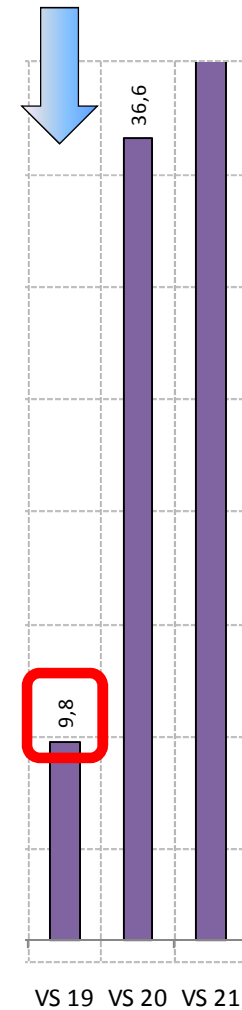
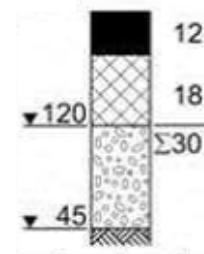
# Abschätzung der Nutzungsdauer



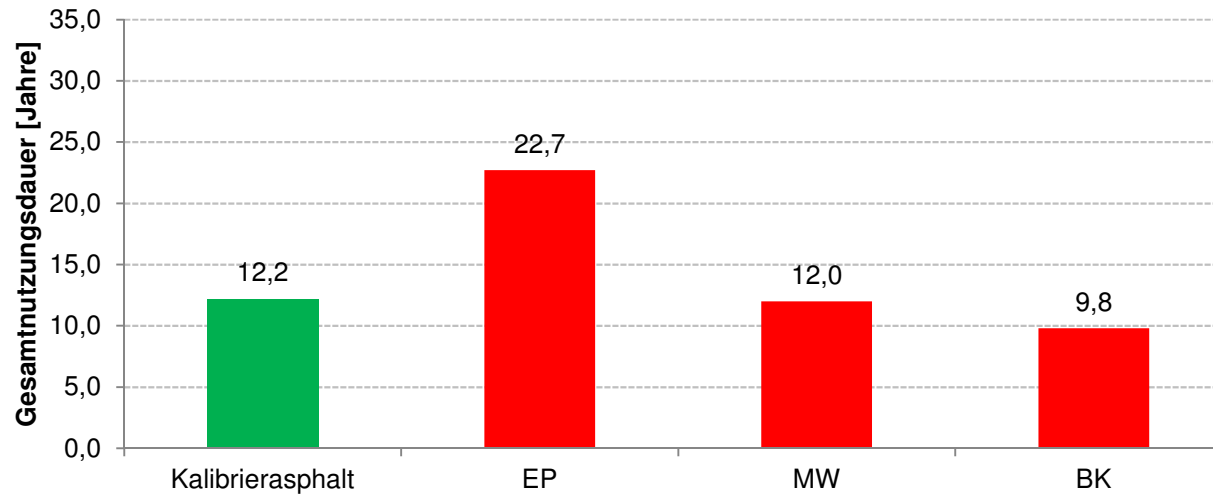
# Abschätzung der Nutzungsdauer



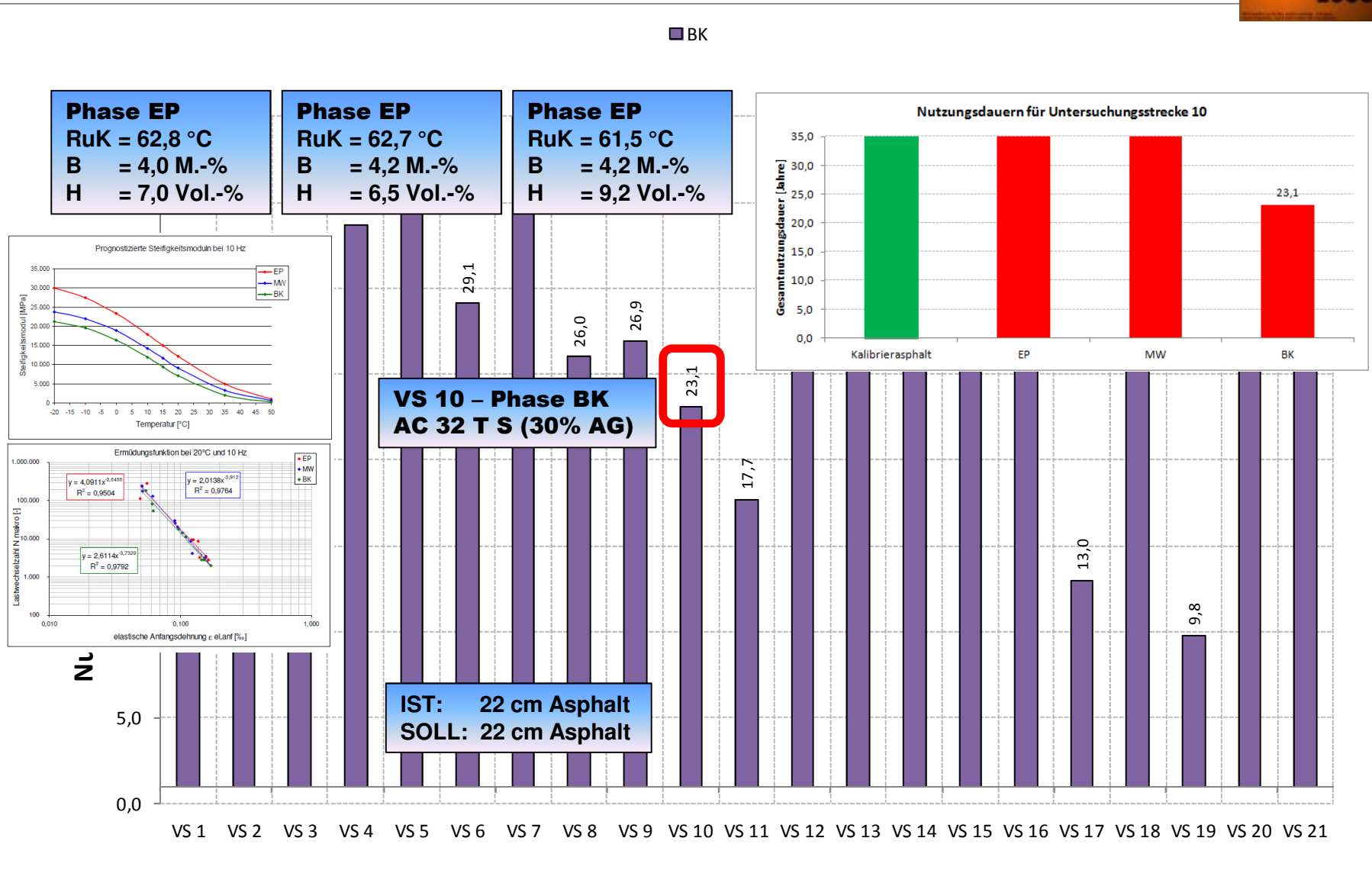
**B ~ 25 Mio. → Bk32**  
**Δ von 6 cm**



Nutzungsdauern für Untersuchungsstrecke 19

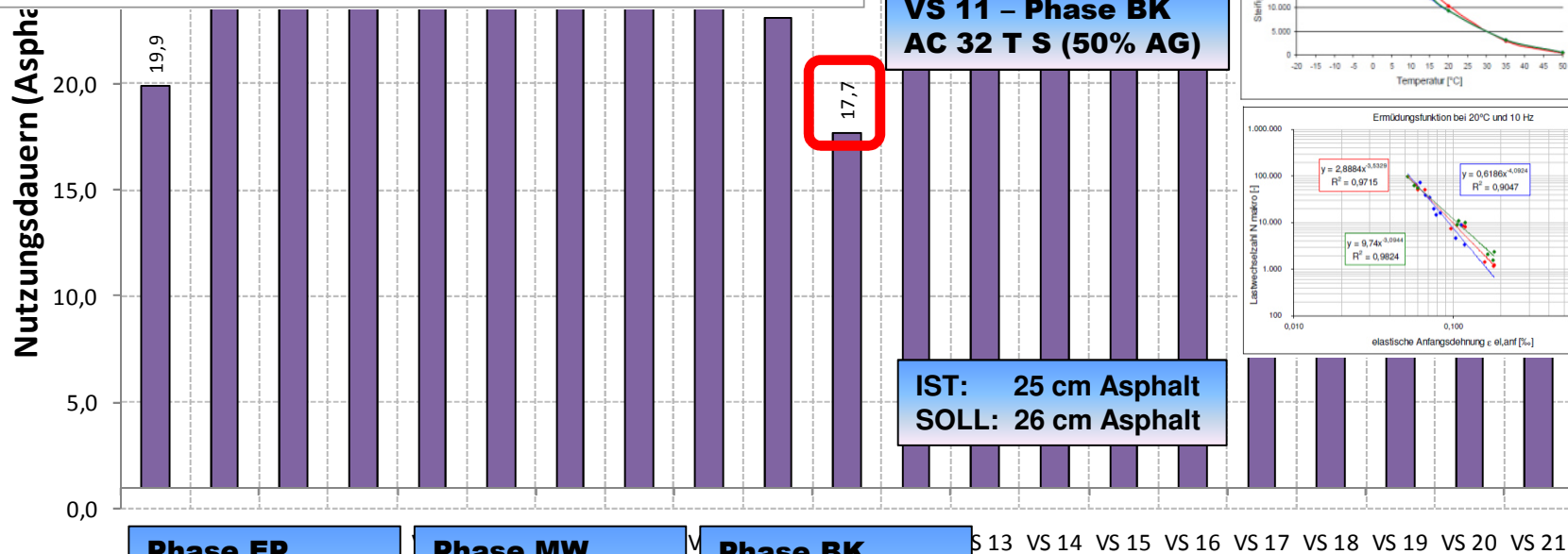
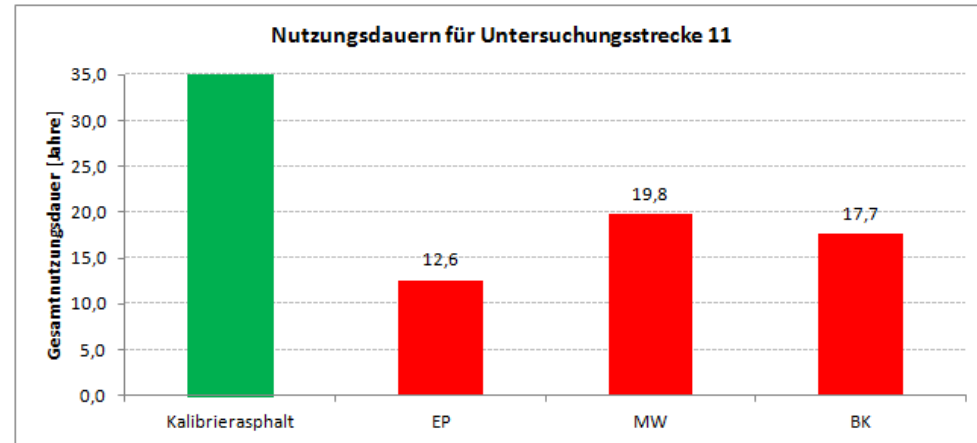


# Abschätzung der Nutzungsdauer



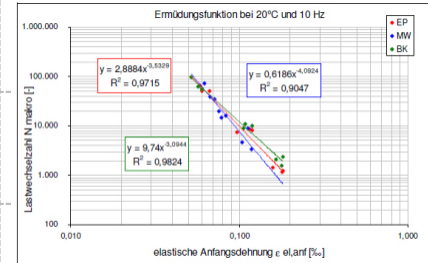
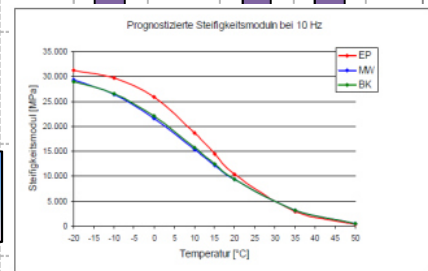


# Abschätzung der Nutzungsdauer



**VS 11 - Phase BK  
AC 32 T S (50% AG)**

**IST: 25 cm Asphalt  
SOLL: 26 cm Asphalt**



**Phase EP**  
RuK = 59,3 °C  
B = 3,9 M.-%  
H = 5,4 Vol.-%

**Phase MW**  
RuK = 59,1 °C  
B = 4,3 M.-%  
H = 3,7 Vol.-%

**Phase BK**  
RuK = 58,1 °C  
B = 4,1 M.-%  
H = 2,1 Vol.-%

Performance von Asphalt  
Abschätzung der Restnutzungsdauer

# Zusammenfassung

## ■ Steifigkeit und Ermüdung

- das vergleichsweise hohe Niveau der „Kalibrierasphalte“ nach den RDO Asphalt 09 wurde in einigen Fällen erreicht bzw. übertroffen
- Unterschiede zwischen den Phasen EP, MW und BK Werten sind nicht systematisch

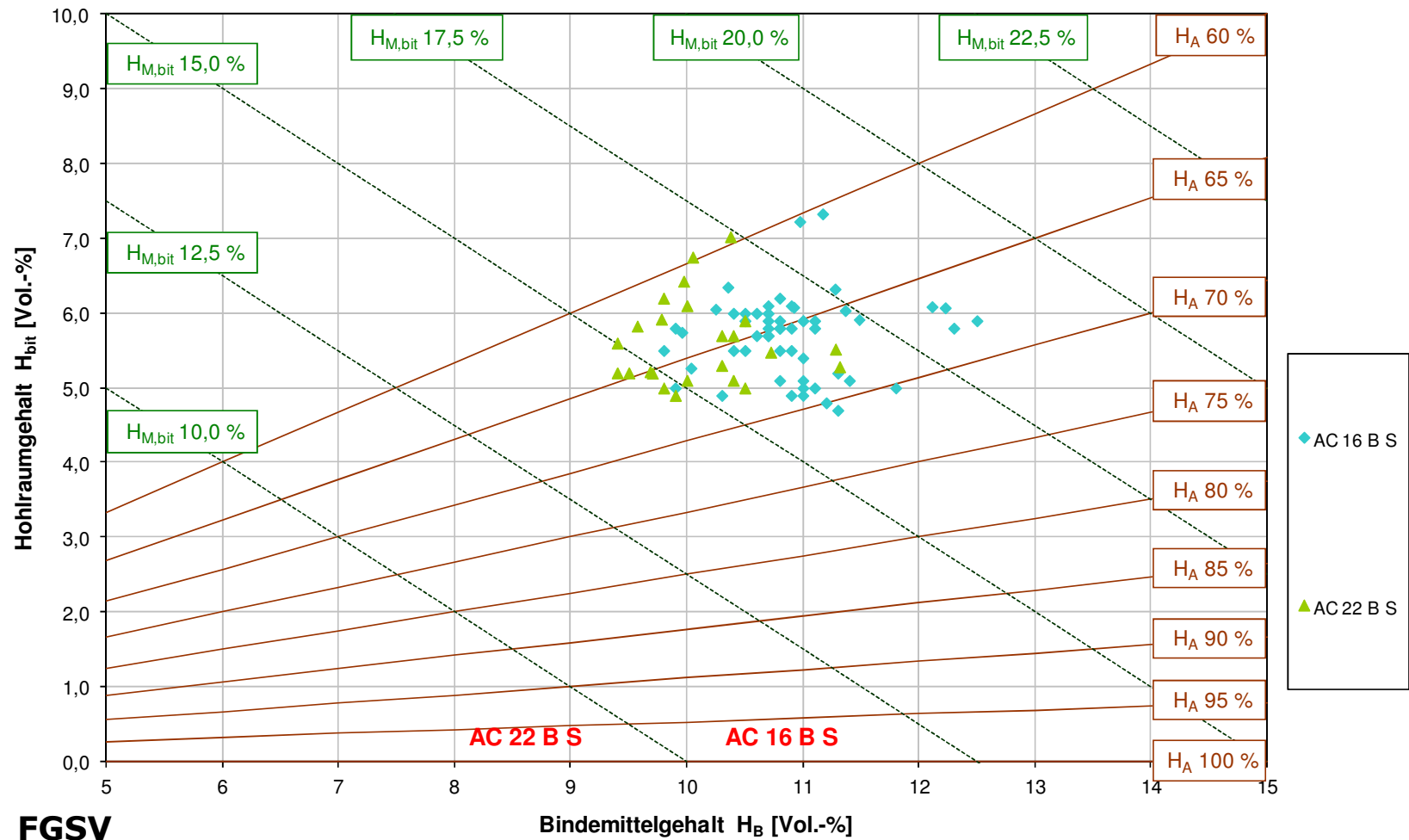
## ■ Restnutzungsdauer

- sehr unterschiedliche Ergebnisse für einzelne Phasen
- zunächst können keine statistisch abgesicherten Aussagen getroffen werden

# Zusammenfassung und Ausblick

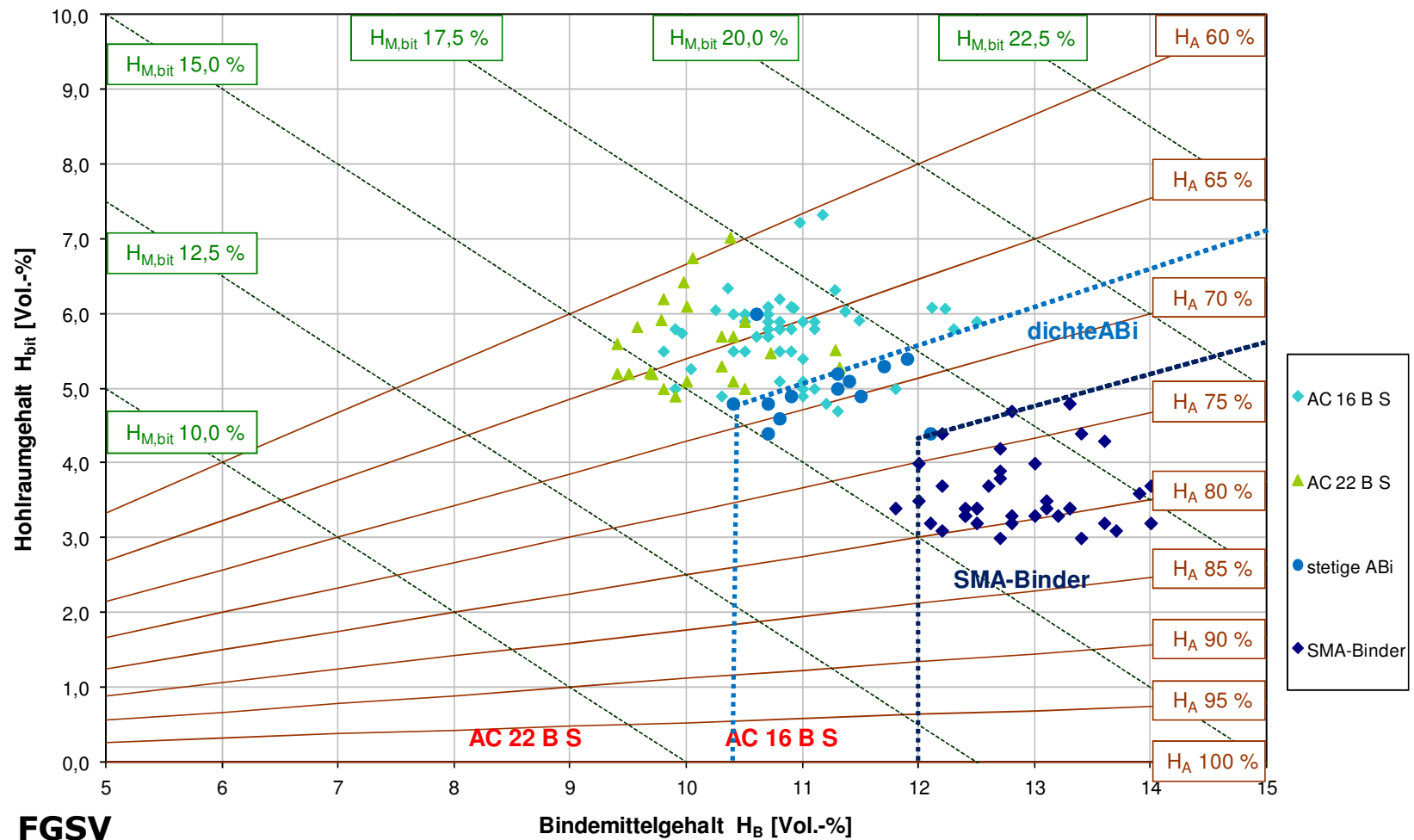
- Anhand von Performance-Kennwerte können Aussagen zur Dauerhaftigkeit von Asphaltbefestigungen abgeleitet werden
  - Gebrauchsverhalten (Ebenheit, Griffigkeit)
  - strukturelle Substanz (noch ertragbare Anzahl an Lastwechseln bis zum Versagen)
- Anhand der Untersuchungsergebnisse von FE 07.0253 sind Tendenzen zur Konzeption dauerhafter Asphalte ableitbar
  - das vergleichsweise hohe Niveau der „Kalibrierasphalte“ nach den RDO Asphalt 09 wurde in einigen Fällen erreicht bzw. übertroffen
  - vergleichsweise dichtere und bindemittelreichere Asphaltgemische haben einen positiven Einfluss auf die Ermüdungsbeständigkeit von Walzasphalten

# Ausblick

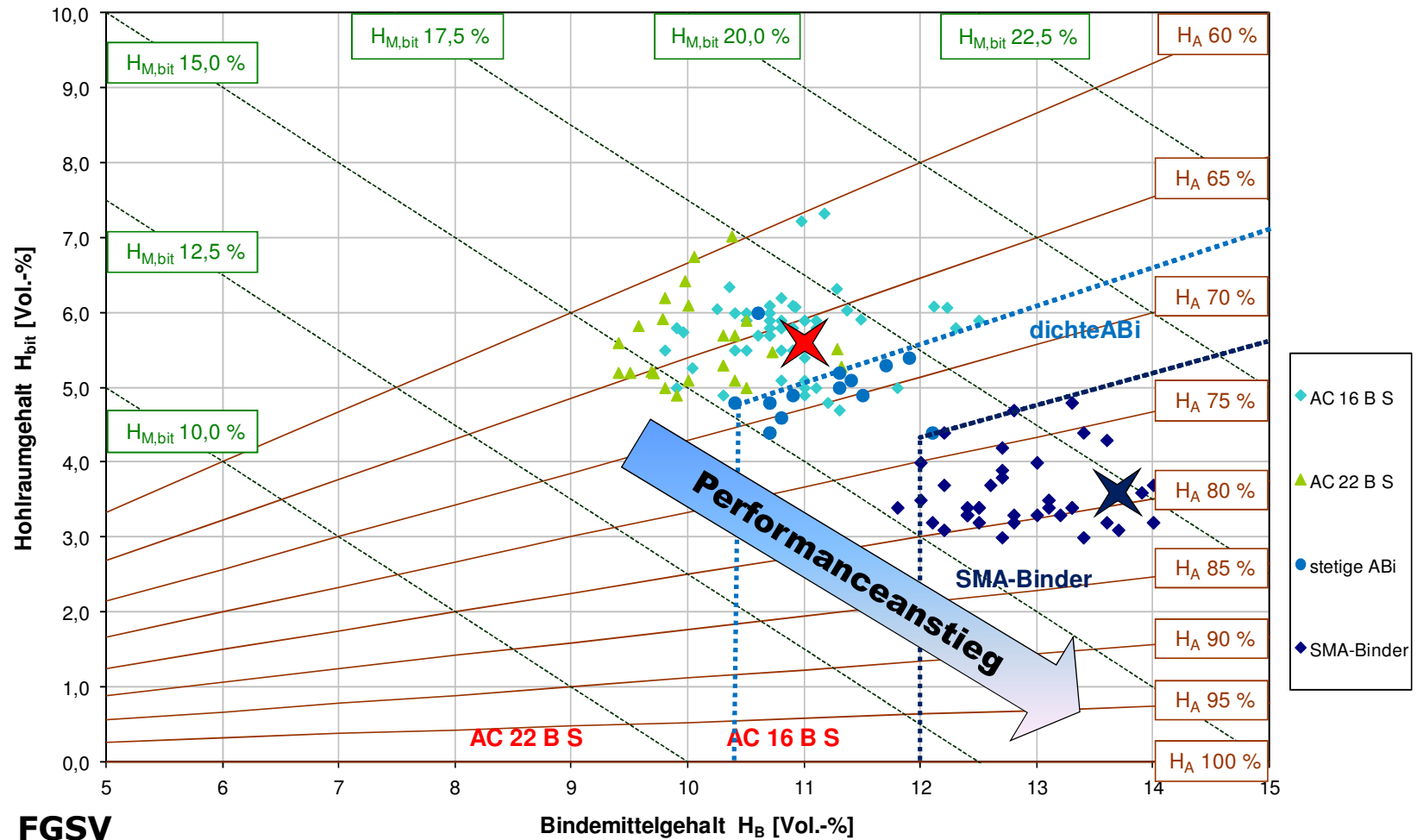




# Ausblick



# Ausblick



# Performance von Asphalt

## Abschätzung der Restnutzungsdauer

Vielen Dank!





# Performance von Asphalt

## Abschätzung der Restnutzungsdauer

Vielen Dank!

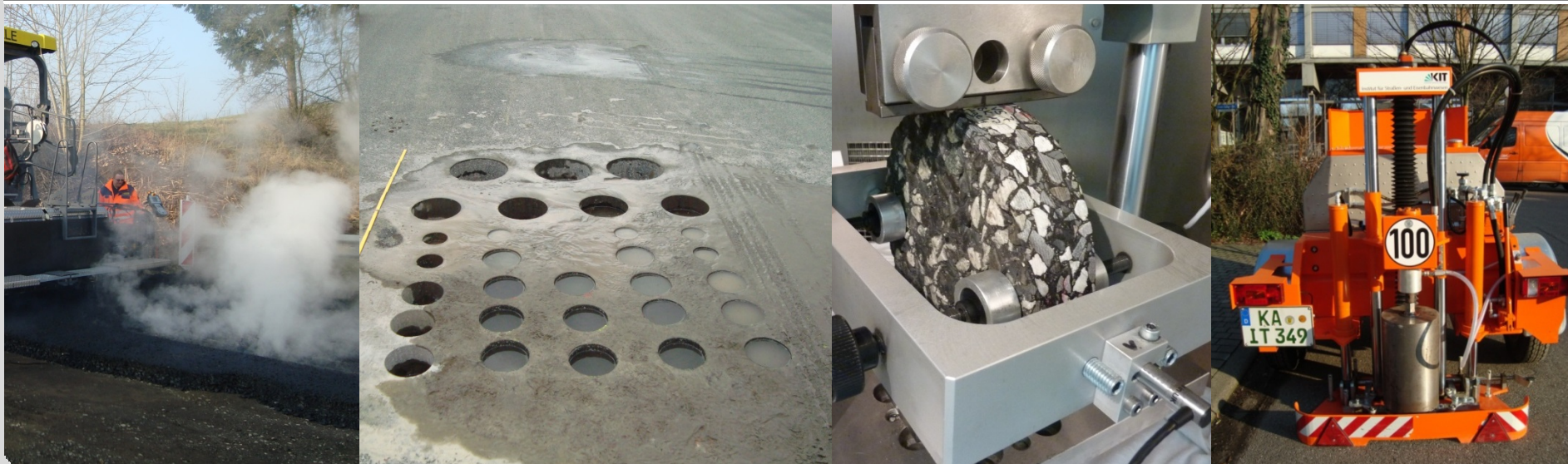




# Performance von Asphalt

## Abschätzung der Restnutzungsdauer

Vielen Dank!

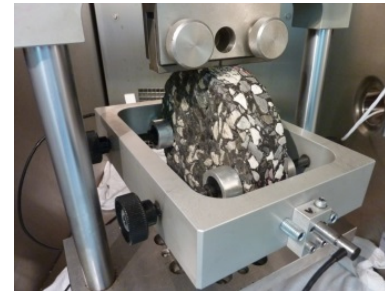
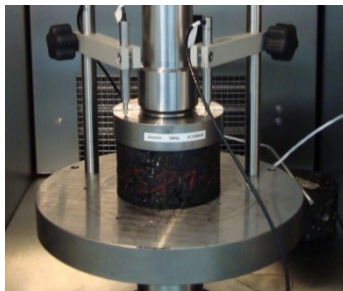


## Zielsetzung und Vorgehen

➔ An 21 Strecken für alle Schichten mittels performance-relevanter Prüfverfahren Ermittlung von:

Verformungs-, Tieftemperatur-, Steifigkeits-, Ermüdungs- und Griffigkeitseigenschaften

➔ An drei Strecken zusätzlich Messung der Tragfähigkeit und Griffigkeit in situ



## Untersuchung zu Alternativen Asphaltbinderschichten



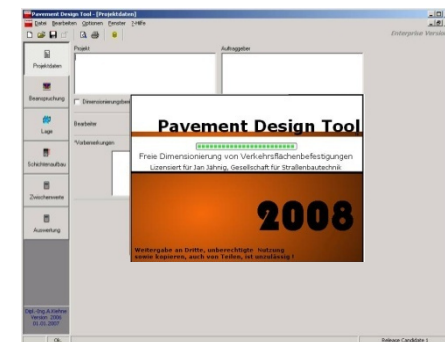
### 1. Straßenbaulabor TU Dresden

- E-Modul-Temperaturfunktionen
- Ermüdungsfunktionen
- Tieftemperaturverhalten
- Verformungswiderstand

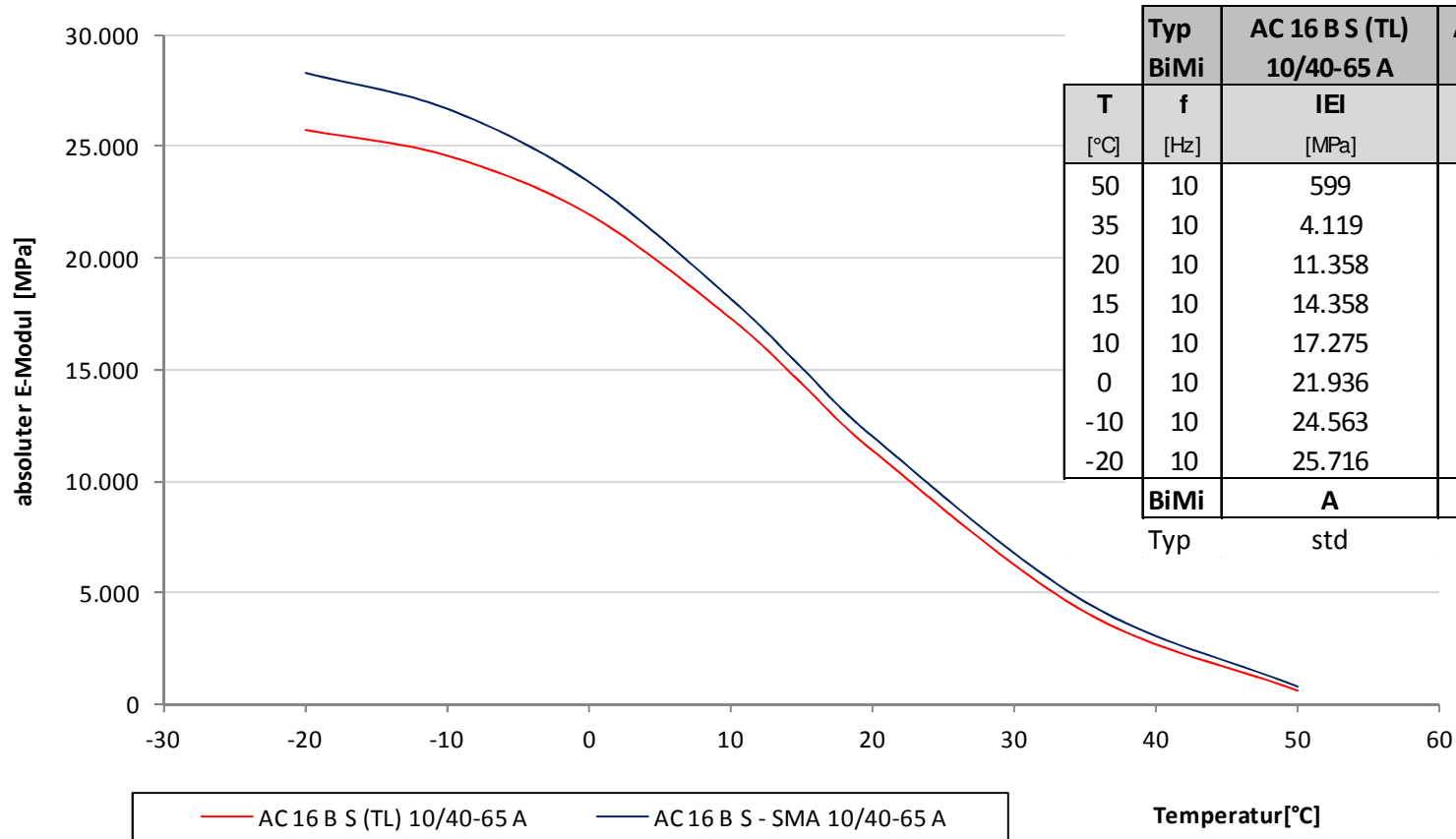
	V1	V2
<b>Typ</b>	<b>AC 16 B S (TL)</b>	<b>AC 16 B S - SMA</b>
<b>BiMi</b>	<b>10/40-65 A</b>	<b>10/40-65 A</b>
Raumdichte	2,508	2,513
B	4,5	5,6
V (MPK)	5,6%	3,5%
BV (MPK)	11,0%	13,7%
VFB	66,3%	79,6%

### 2. Nutzungsdauerprognose mit PaDesTo

- Berechnungen für die Untersuchungsvarianten

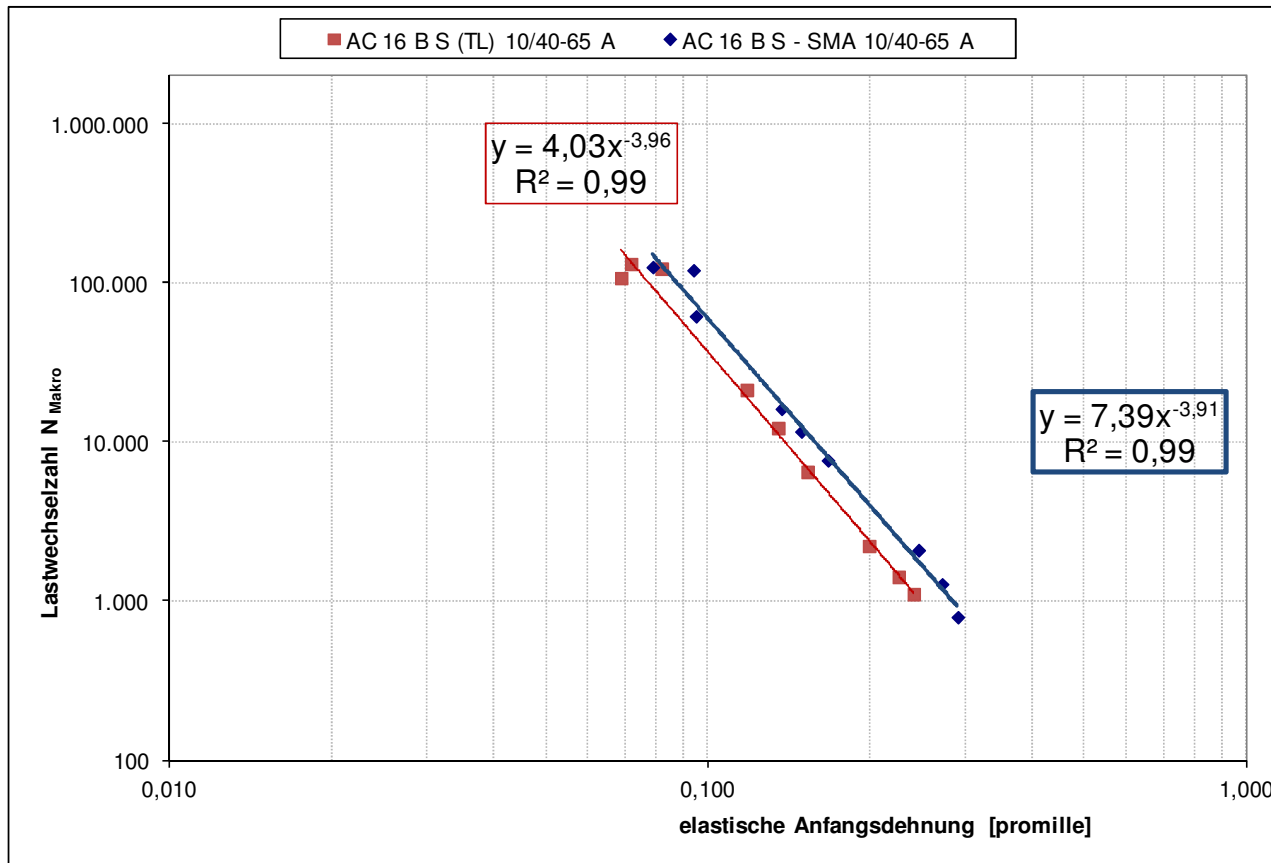


# E-Modul-Temperaturfunktionen





# Ermüdungsfunktionen



**Verbesserung der Ermüdungsbeständigkeit**

# Asphaltkonzeptionen für die RDO

## Fazit SMA LA



	V1	V3
Typ BiMi	AC 16 B S (TL) 10/40-65 A	AC 16 B S - SMA 10/40-65 A
Raumdichte	2,508	2,513
B	4,5	5,6
V (MPK)	5,6%	3,5%
BV (MPK)	11,0%	13,7%
VFB	66,3%	79,6%
Ermüd. / Steifigkeit	100,0%	> 150%
$\sigma_z$ [MPa]	3,7	4,5
T [°C]	-19,1	-19,3
PRD_Luft	2,6%	2,9%

Tendenz: AC B S - SMA

+

+

+

0

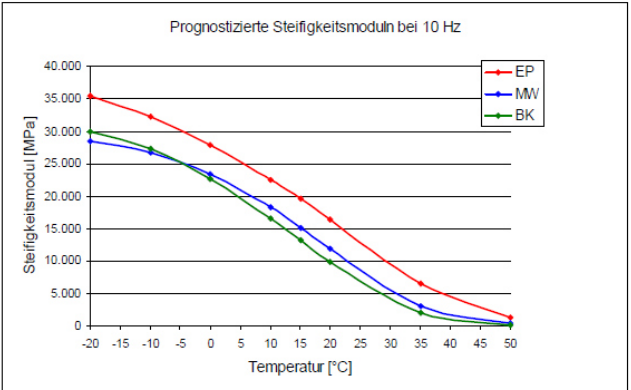
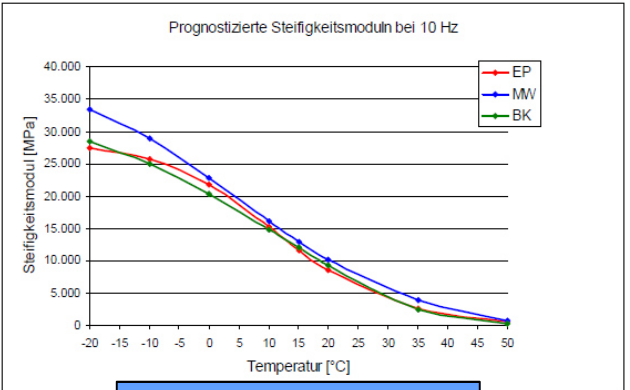
0

**RuK = 66,8 °C**  
**B = 4,6 M.-%**  
**H = 5,6 Vol.-%**

**RuK = 65,4 °C**  
**B = 4,6 M.-%**  
**H = 5,3 Vol.-%**

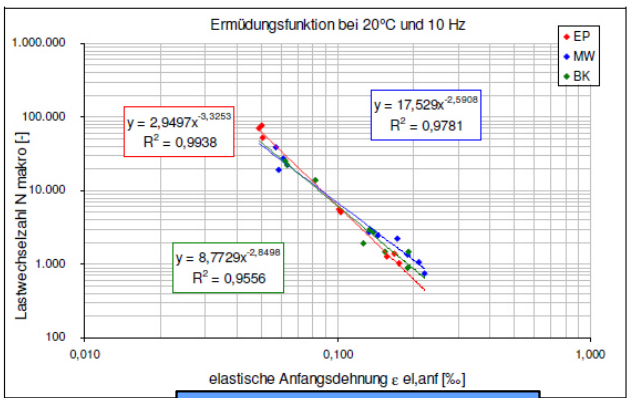
**RuK = 64,0 °C**  
**B = 4,5 M.-%**  
**H = 6,3 Vol.-%**

er



**VS 17 - Phase BK**  
**AC 16 B S (25% AG)**

**RuK = 64,4 °C**  
**B = 4,5 M.-%**  
**H = 6,3 Vol.-%**



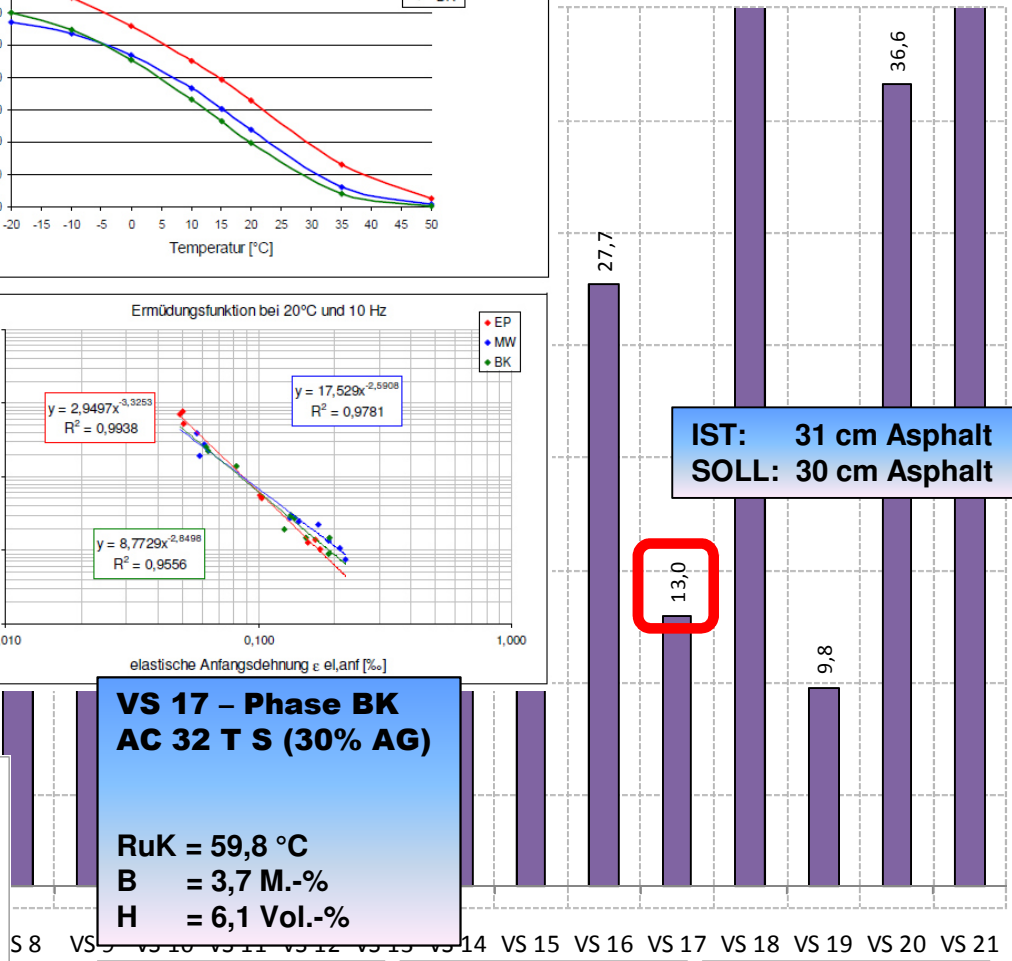
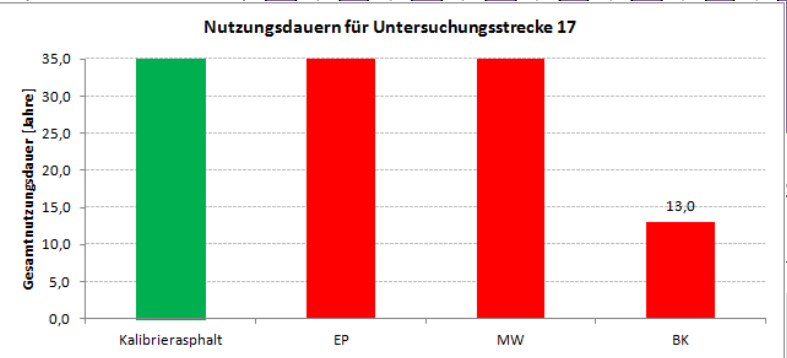
Nutzungsdauern (Asphalttrag)

15,0  
10,0

**IST: 31 cm Asphalt**  
**SOLL: 30 cm Asphalt**

**VS 17 - Phase BK**  
**AC 32 T S (30% AG)**

**RuK = 59,8 °C**  
**B = 3,7 M.-%**  
**H = 6,1 Vol.-%**



**RuK = 64,4 °C**  
**B = 3,8 M.-%**  
**H = 6,7 Vol.-%**

**RuK = 60,4 °C**  
**B = 3,8 M.-%**  
**H = 8,0 Vol.-%**

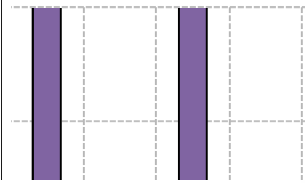
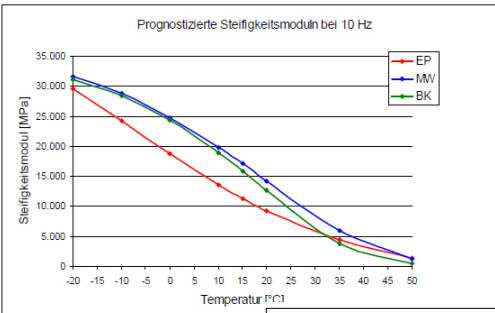
**RuK = 59,8 °C**  
**B = 3,7 M.-%**  
**H = 6,1 Vol.-%**

# Abschätzung der Nutzung



### Bitumenanalyse

Strecke	18					
Schicht	3_ATS					
EP RuK	Einheit	Angaben EP	0_AL	1_EP	2_MW	3_BK
Nadelpenetration	[°C]	56,2	47,2	54,0	59,0	57,8
Elast. Rückstellung	[0,1 mm]		71	44	21	21
Ausziehlänge	[cm]					



### Mischgutanalyse Asphalt

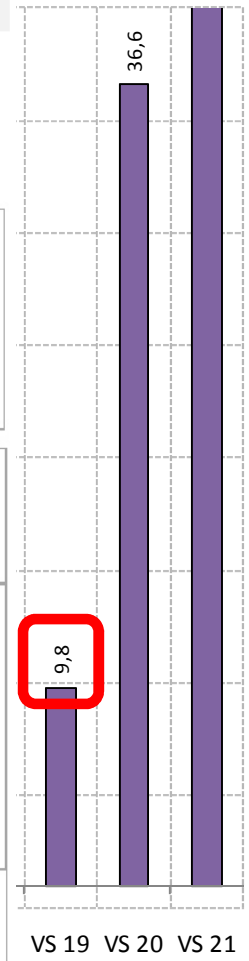
Strecke	18	
Schicht	3_ATS	
Asphaltmischgutsorte	AC 32 T S	
Resultierendes Bindemittel	30/45	
Zugabe-Bindemittel	50/70	

GK	Mischgutrezeptur nach EP	Gestein
Füller	1,6	Kalkstein
GK 0/2	3,0	Rhyolith
GK 0/2 (Sand)	6,0	Natursand
GK 22/32	13,9	Rhyolith
GK 2/11	13,4	Rhyolith
GK11/22	14,3	Rhyolith
Asphaltgranulat	50,0	22 RA 0/16

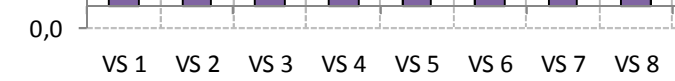
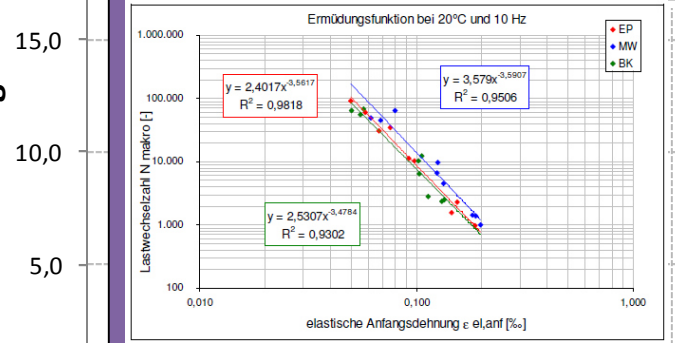
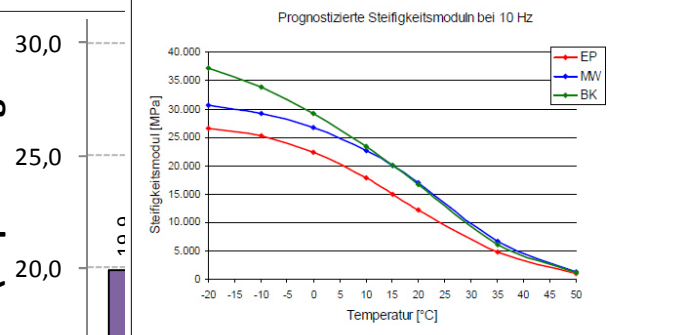
	Einheit	Angaben EP	1_EP	2_MW	3_BK
Bindemittelgehalt	[M.-%]	3,8	3,8	4,0	4,1
Aus AG / Zusätzen	[M.-%]	2,2			
Zugabebindemittel	[M.-%]	1,6			
Lösliches Bindemittel	[M.-%]		3,7	3,8	3,8
Unlösliches Bindemittel	[M.-%]		0,1	0,2	0,3

	Einheit	Angaben EP	1_EP	2_MW	3_BK
GK Gemisch > 31,5	[M.-%]	1,4			
22,4 - 31,5 mm	[M.-%]	13,0	17,7	19,4	12,7
16 - 22,4 mm	[M.-%]	11,7	5,5	9,1	7,9
11,2 - 16 mm	[M.-%]	7,9	8,7	7,5	10,8
8 - 11,2 mm	[M.-%]	11,9	13,0	11,4	10,1
5,6 - 8 mm	[M.-%]	7,3	13,7	9,1	10,3
2 - 5,6 mm	[M.-%]	15,4	12,6	12,6	14,1
1 - 2 mm	[M.-%]	4,9	3,8	5,5	5,9
0,25 - 1 mm	[M.-%]	11,9	12,2	10,8	11,4
0,125 - 0,25 mm	[M.-%]	6,2	4,6	4,4	4,6
0,063 - 0,125	[M.-%]	1,8	1,2	1,5	1,2
< 0,063 mm	[M.-%]	6,6	7,0	8,7	11,0

	Einheit	Angaben EP	1_EP	2_MW	3_BK
Rohdichte	[g/cm³]	2,518	2,475	2,540	2,490
				2,285	2,240
				10,0	10,0
				47,8	47,9

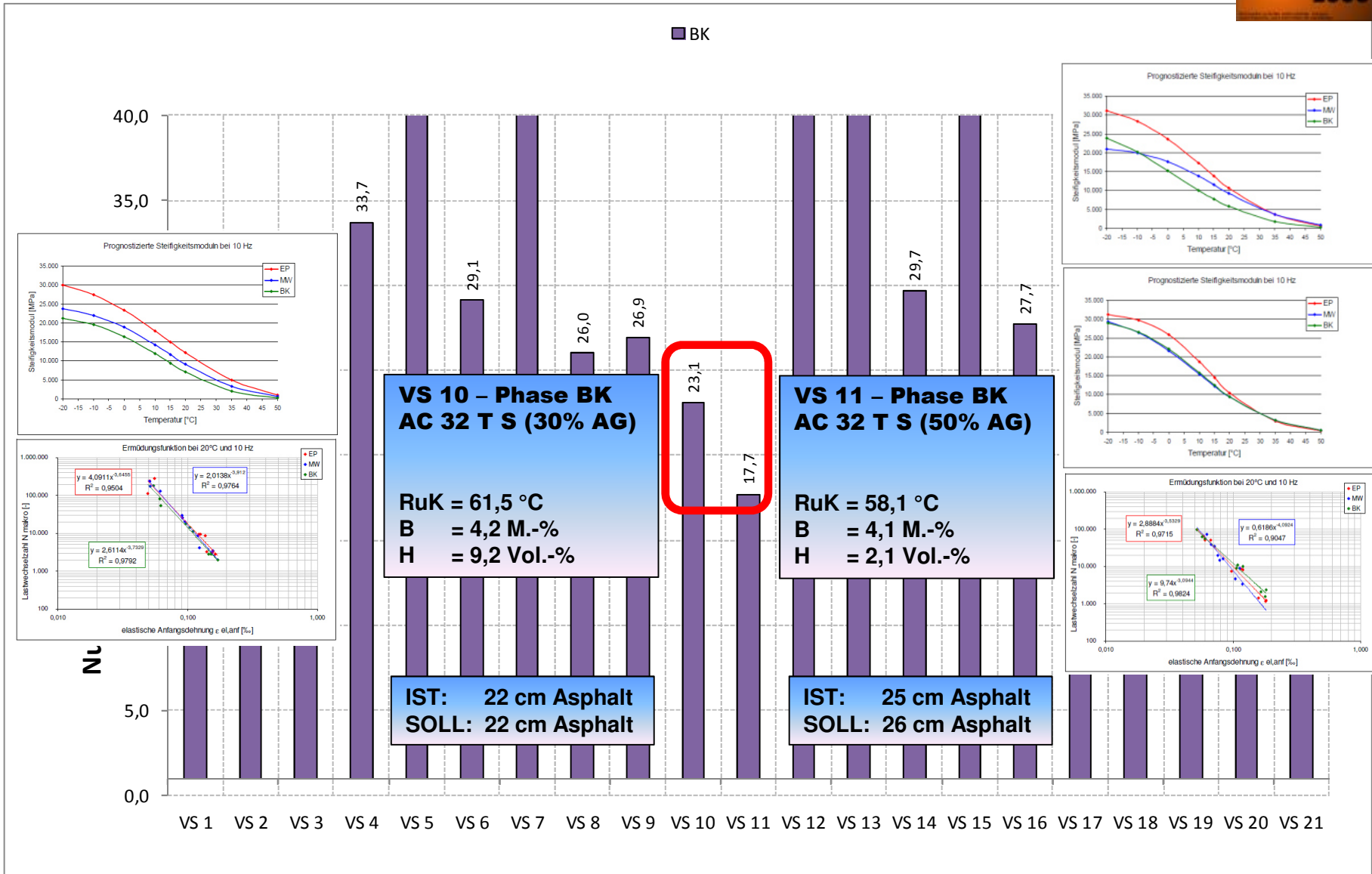


Nutzungsdauern (Asphalttragschicht)



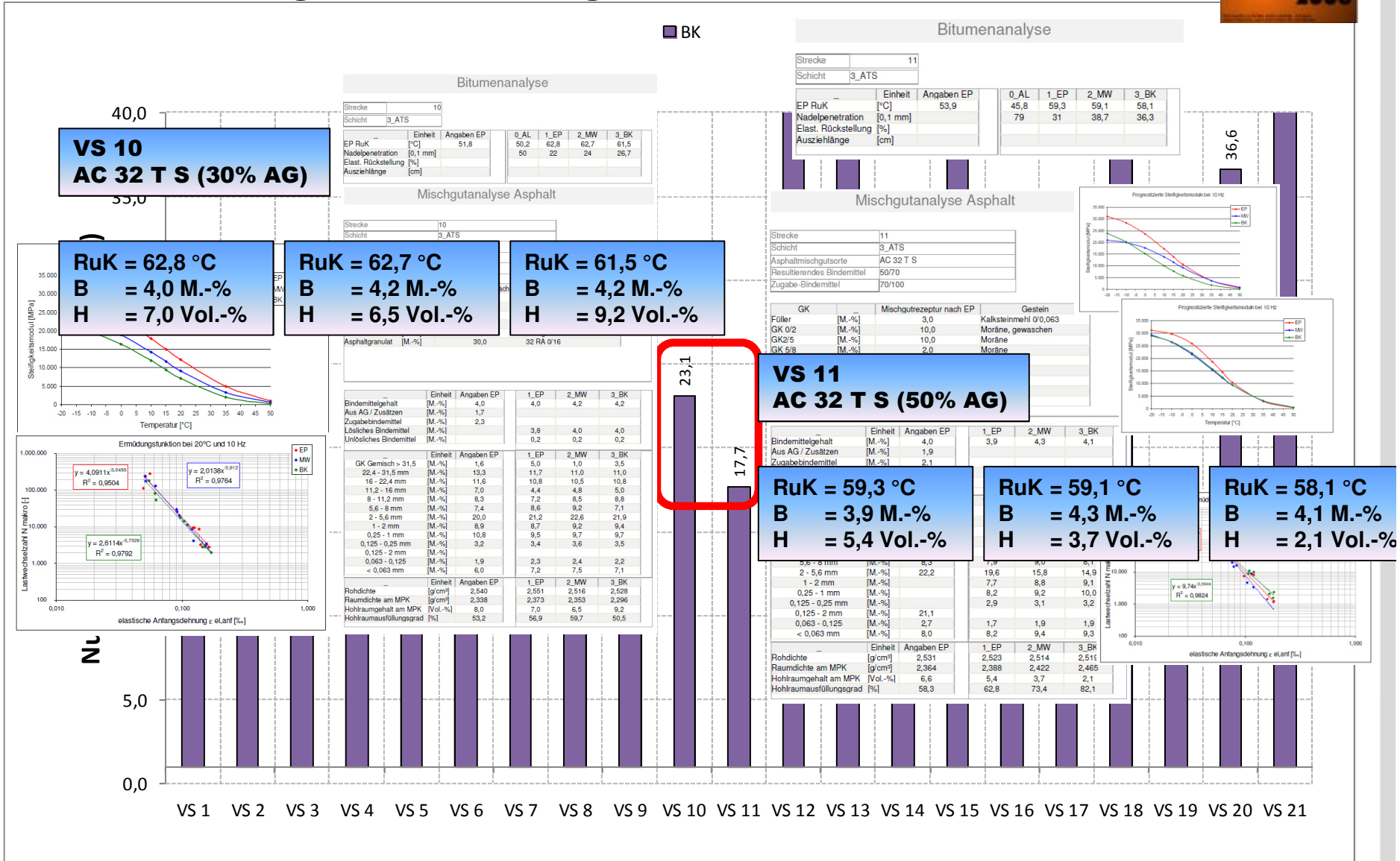
**AC 32 T S**  
(50% AG)

# Abschätzung der Nutzungsdauer

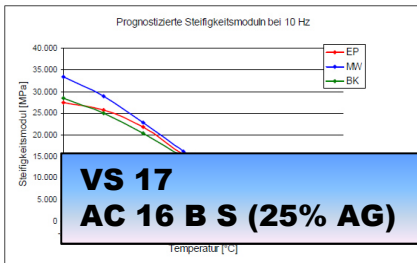




# Abschätzung der Nutzungsdauer



# Abschätzung der Nutzungsdauer



■ BK

### Bitumenanalyse

Strecke	17
Schicht	3_ATS

EP RuK	Einheit	Angaben EP	0_AL	1_EP	2_MW	3_BK
Nadelpenetration	[°C]	53,5	46,4	64,4	60,4	59,8
Elast. Rückstellung	[0,1 mm]		70	22	22	26
Ausziehlänge	[cm]					



### Bitumenanalyse

Strecke	17
Schicht	2_ABS
Asphaltmischgutsorte	AC 16 B S
Resultierendes Bindemittel	25/55-55 A
Zugabe-Bindemittel	25/55-55 A RC

EP RuK	Einheit	Angaben EP
Nadelpenet.	[°C]	66,8
Elast. Rück.	[M.-%]	4,6
Ausziehlänge	[Vol.-%]	5,6

**RuK = 66,8 °C  
B = 4,6 M.-%  
H = 5,6 Vol.-%**

EP RuK	Einheit	Angaben EP
Nadelpenet.	[°C]	65,4
Elast. Rück.	[M.-%]	4,6
Ausziehlänge	[Vol.-%]	5,3

**RuK = 65,4 °C  
B = 4,6 M.-%  
H = 5,3 Vol.-%**

EP RuK	Einheit	Angaben EP
Nadelpenet.	[°C]	64,0
Elast. Rück.	[M.-%]	4,5
Ausziehlänge	[Vol.-%]	6,3

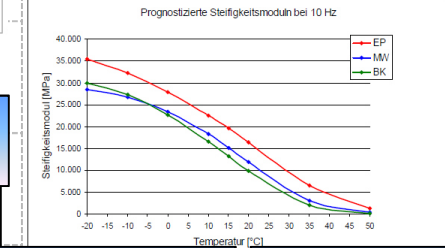
**RuK = 64,0 °C  
B = 4,5 M.-%  
H = 6,3 Vol.-%**

### Mischgutanalyse Asphalt

Strecke	17
Schicht	C 32 T S
Asphaltmischgutsorte	VS 17
Resultierendes Bindemittel	AC 32 T S (30% AG)
Zugabe-Bindemittel	

EP RuK	Einheit	Angaben EP
Nadelpenet.	[°C]	64,4
Elast. Rück.	[M.-%]	3,8
Ausziehlänge	[Vol.-%]	6,7

**RuK = 64,4 °C  
B = 3,8 M.-%  
H = 6,7 Vol.-%**



### Mischgutanalyse Asphalt

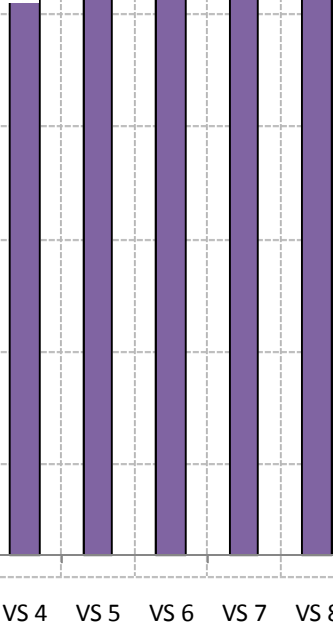
Strecke	17
Schicht	2_ABS
Asphaltmischgutsorte	AC 16 B S
Resultierendes Bindemittel	25/55-55 A
Zugabe-Bindemittel	25/55-55 A RC

Füller	[M.-%]	Mischgutrezeptur nach EP	Gestein
GK 0/2	[M.-%]	2,0	Quarzsteinhohl
GK 2/5	[M.-%]	14,0	Granodiorit
GK 5/8	[M.-%]	18,0	Granodiorit
GK 8/11	[M.-%]	9,0	Granodiorit
GK 11/16	[M.-%]	9,0	Granodiorit
Asphaltgranulat	[M.-%]	25,0	Fräspat 0'11 Werk Poyenberg

Bindemittelgehalt	[M.-%]	4,5	4,6	4,6	4,5
Aus AG / Zusätzen	[M.-%]	1,3			
Zugabebindemittel	[M.-%]	3,2			
Lösliches Bindemittel	[M.-%]		4,4	4,4	4,3
Unlösliches Bindemittel	[M.-%]		0,2	0,2	0,2

GK Gemisch > 31,5	[M.-%]	1,1	1,1	1,1	1,1
22,4 - 31,5 mm	[M.-%]	13,4	17,0	14,5	9,1
16 - 22,4 mm	[M.-%]	8,4	10,3	16,3	7,2
11,2 - 16 mm	[M.-%]	10,5	7,6	9,5	8,6
8 - 11,2 mm	[M.-%]	11,2	9,4	7,2	10,2
5,6 - 8 mm	[M.-%]	9,7	8,8	7,1	11,3
2 - 5,6 mm	[M.-%]	7,6	10,3	9,4	10,8
1 - 2 mm	[M.-%]	9,4	8,0	7,2	11,5
0,25 - 1 mm	[M.-%]	14,4	15,9	16,1	18,9
0,125 - 0,25 mm	[M.-%]	5,1	3,7	4,8	4,1
0,063 - 0,125 mm	[M.-%]	2,5	2,2	1,7	1,5
< 0,063 mm	[M.-%]	6,7	7,1	6,2	7,0

Rohdichte	[g/cm³]	2,574	2,560	2,571	2,550
Raumdicke am MPK	[g/cm³]	2,394	2,389	2,366	2,394
Hohlraumgehalt am MPK	[Vol.-%]	7,0	6,7	8,0	6,1
Hohlraumausfüllungsgrad	[%]	56,3	57,5	52,9	59,0



### Mischgutrezeptur nach EP

Strecke	17
Schicht	C 32 T S
Asphaltmischgutsorte	VS 17
Resultierendes Bindemittel	AC 32 T S (30% AG)
Zugabe-Bindemittel	

EP RuK	Einheit	Angaben EP
Nadelpenet.	[°C]	64,4
Elast. Rück.	[M.-%]	3,8
Ausziehlänge	[Vol.-%]	6,7

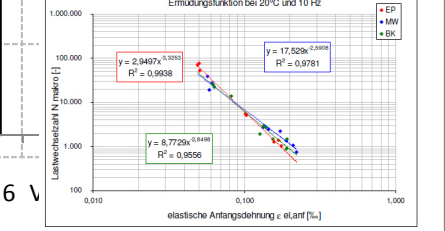
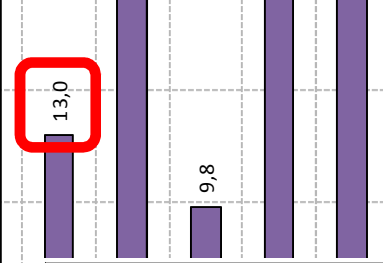
**RuK = 64,4 °C  
B = 3,8 M.-%  
H = 6,7 Vol.-%**

EP RuK	Einheit	Angaben EP
Nadelpenet.	[°C]	60,4
Elast. Rück.	[M.-%]	3,8
Ausziehlänge	[Vol.-%]	8,0

**RuK = 60,4 °C  
B = 3,8 M.-%  
H = 8,0 Vol.-%**

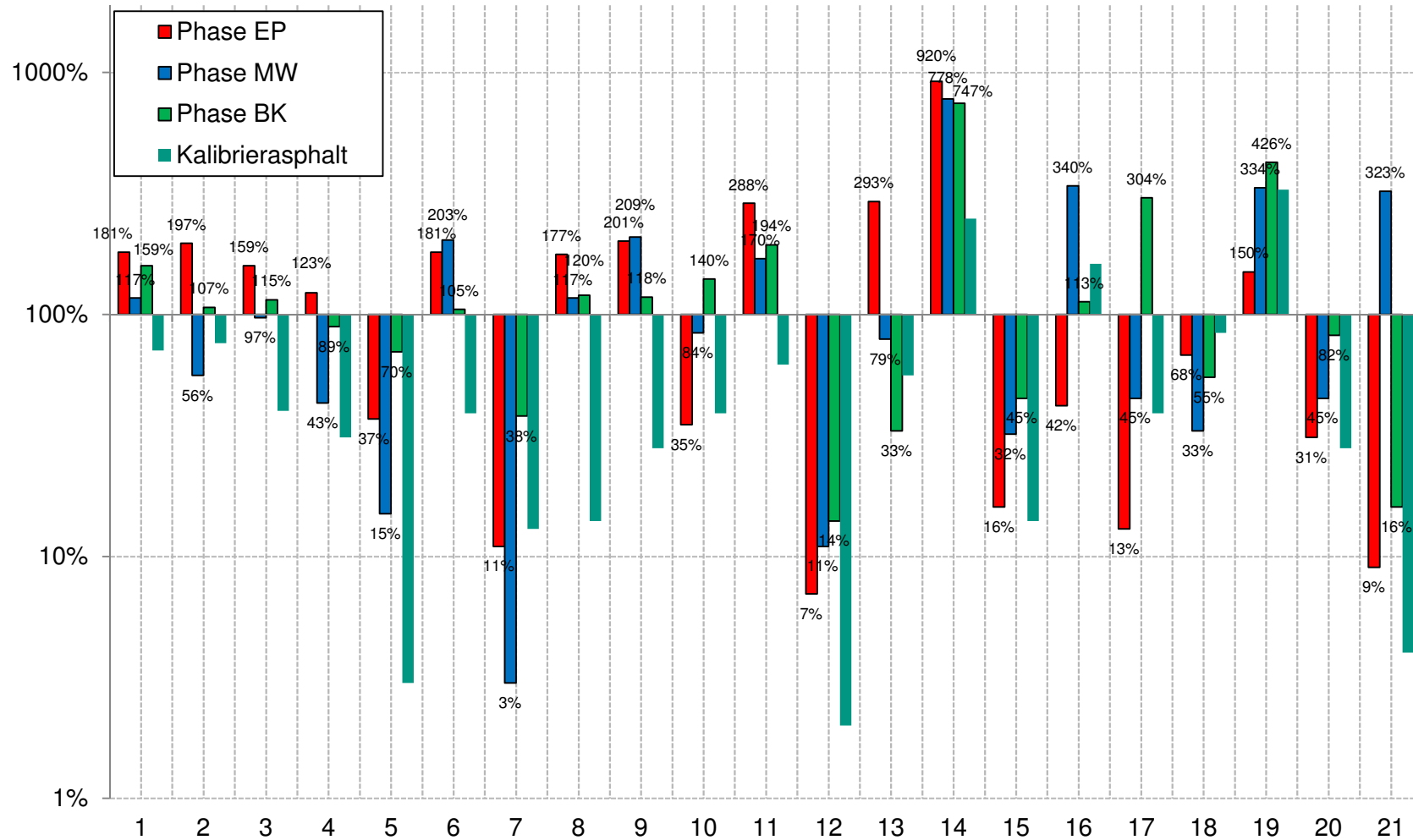
EP RuK	Einheit	Angaben EP
Nadelpenet.	[°C]	59,8
Elast. Rück.	[M.-%]	3,7
Ausziehlänge	[Vol.-%]	6,1

**RuK = 59,8 °C  
B = 3,7 M.-%  
H = 6,1 Vol.-%**



# Abschätzung der Nutzungsdauer

Ermüdungsindex (Asphalttragschicht)



# Abschätzung der Nutzungsdauer

normierter Ermüdungsindex (Asphalttragschicht)

