

Aktuelle Entwicklungen zur Umsetzung von Performance im Regelwerk

**Straßenbau aktuell
5. Februar 2018**

So schlecht sind Straßen und Brücken

Deutschland ist ein Land der Sanierungsfälle.



Um die Straßen der deutschen Bundesländer ist es katastrophal bestellt.

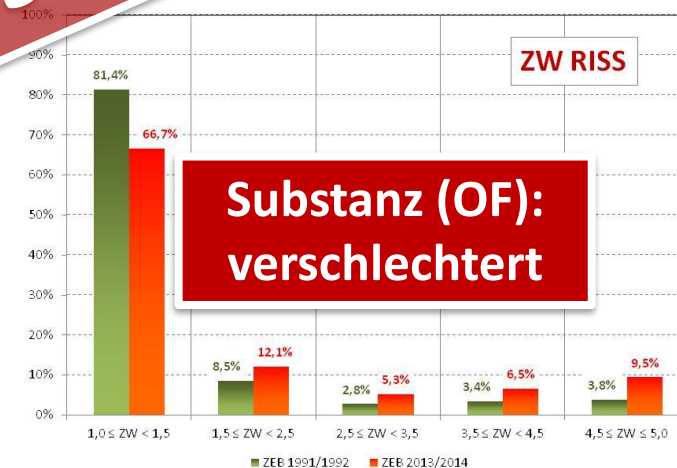
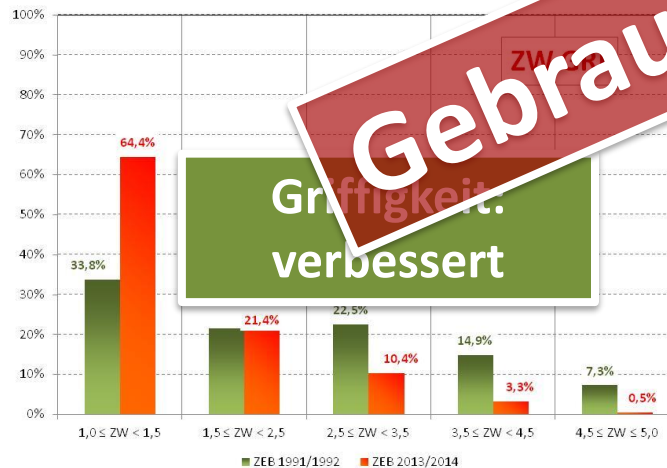
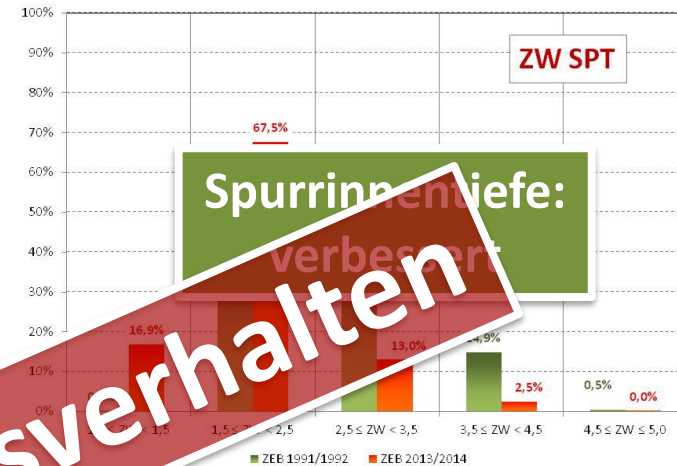
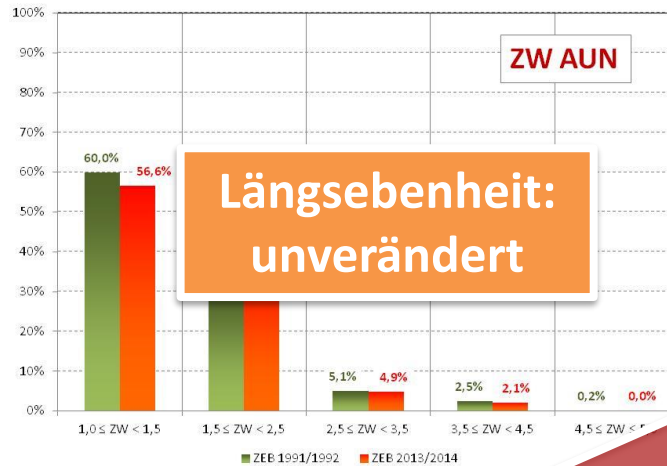
[<https://www.welt.de/politik/deutschland/gallery127502510/So-schlecht-sind-Strassen-und-Bruecken.html>]

So schlecht sind Straßen und Brücken



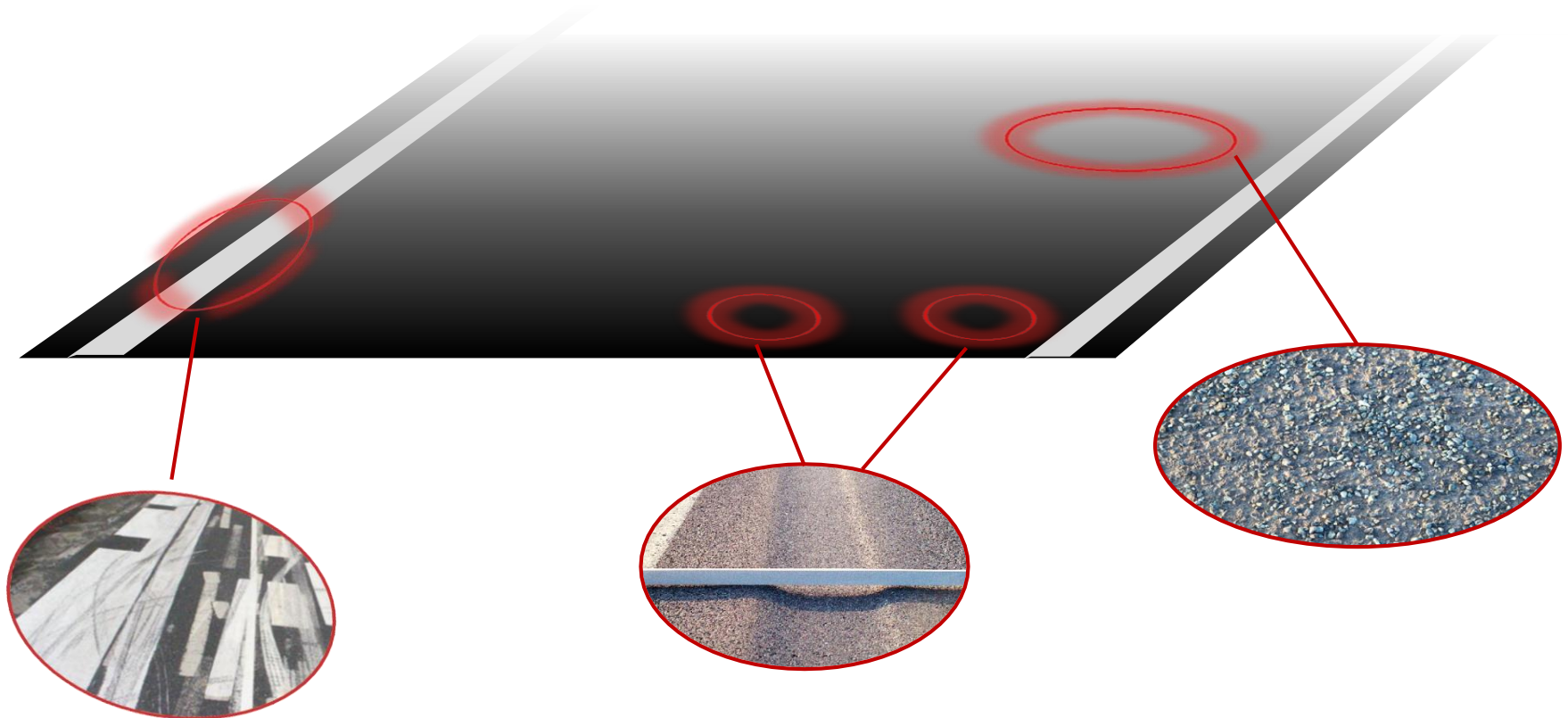
[<https://www.mz-web.de/panorama/a20-abgesackt-das-grosse-bangen-vor-der-urlaubssaison-2018-28600530>]

vor 25 Jahren ... und heute



Gebrauchsverhalten

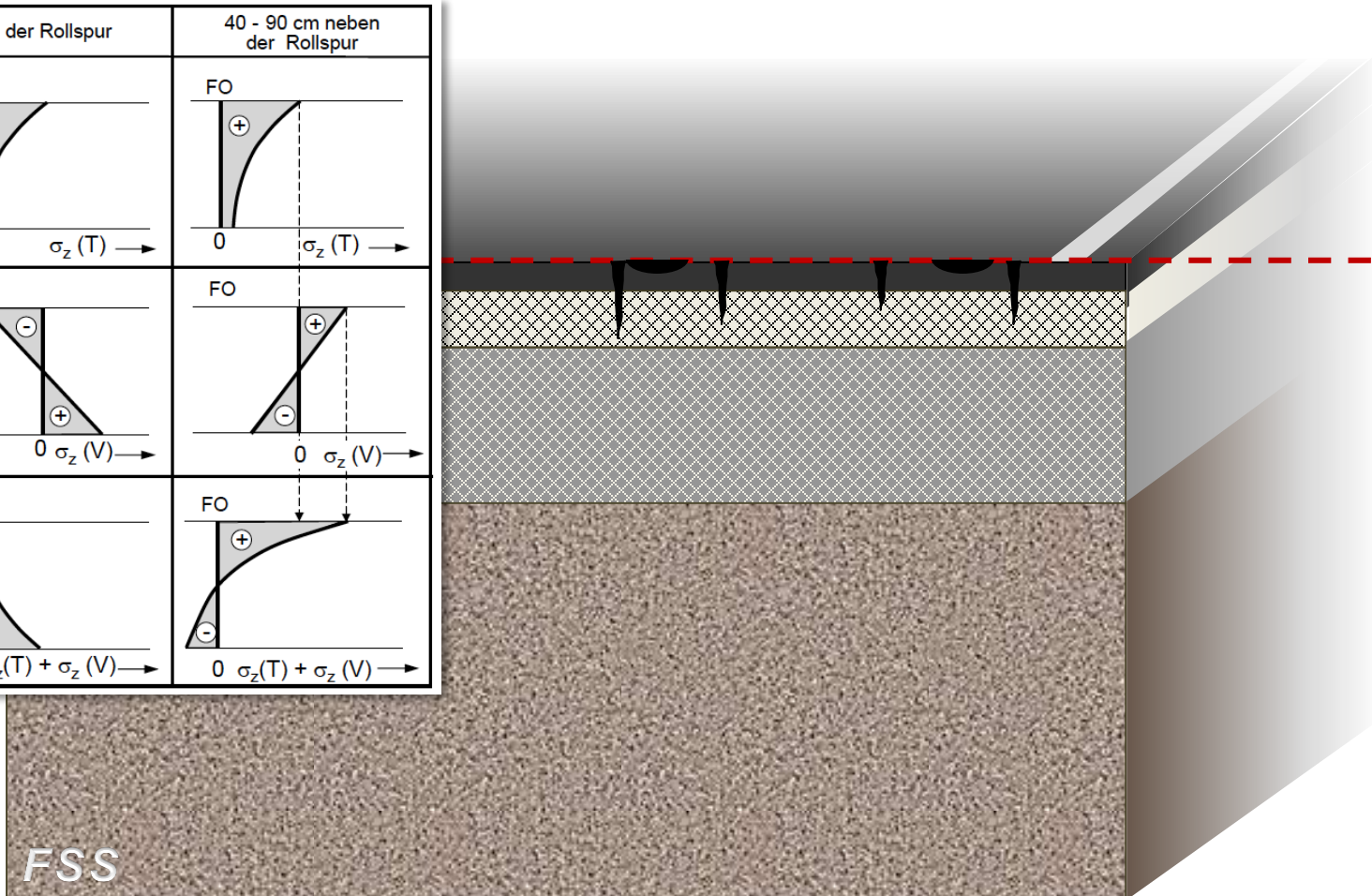
Performance für den Nutzer



Performance gewährleistet Verkehrssicherheit und Fahrkomfort

Performance für den Straßenbauingenieur

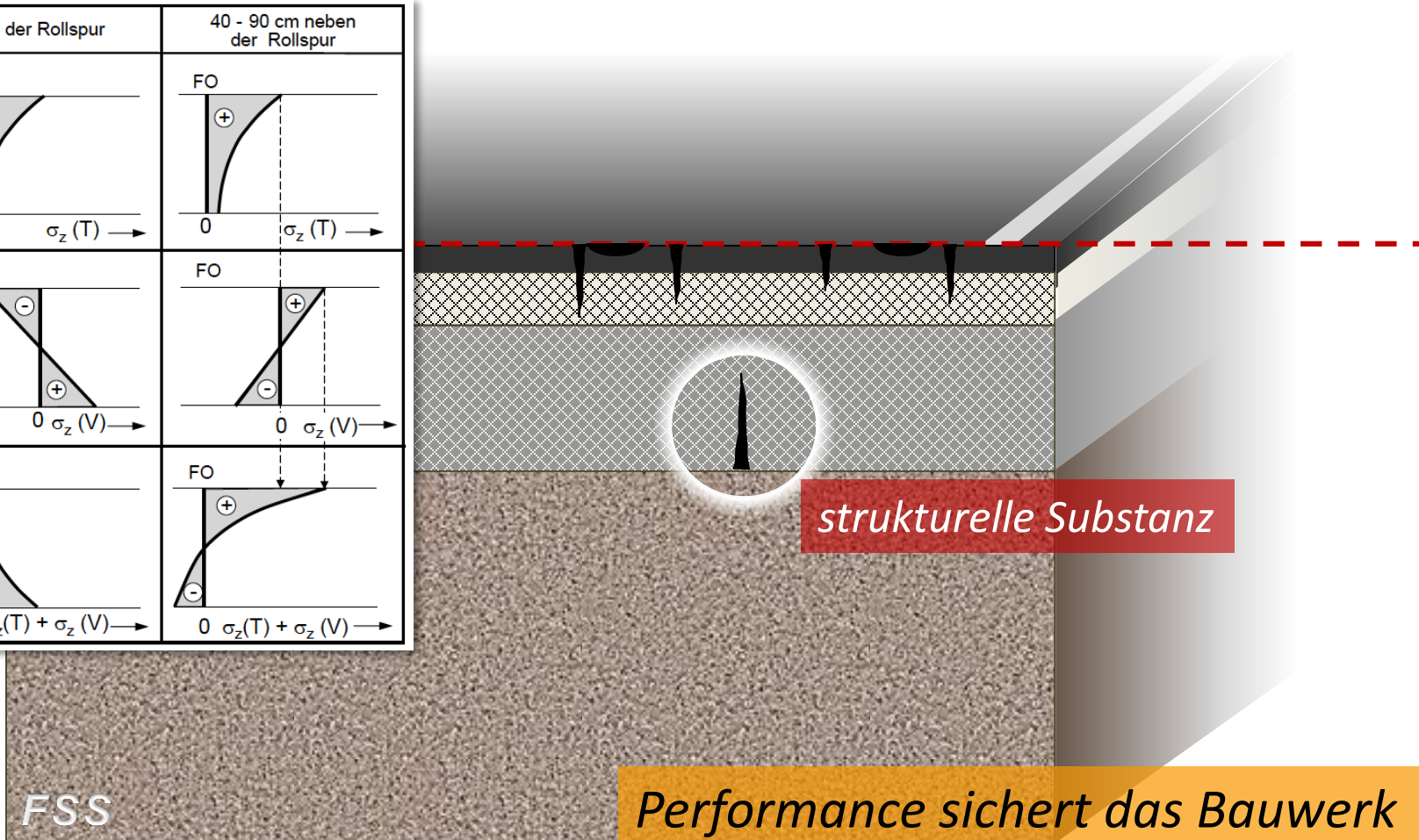
Fall	In der Rollspur	40 - 90 cm neben der Rollspur
(1) Kryogene Zugspannung $\sigma_z(T)$ [Mpa]	FO + 0 $\sigma_z(T)$ →	FO + 0 $\sigma_z(T)$ →
(2) Verkehrslast- bedingte Zugspannung $\sigma_z(V)$ [Mpa]	FO - + 0 $\sigma_z(V)$ →	FO + - 0 $\sigma_z(V)$ →
(3) Superposition $\sigma_z(T) + \sigma_z(V)$ [Mpa]	FO + 0 $\sigma_z(T) + \sigma_z(V)$ →	FO + - 0 $\sigma_z(T) + \sigma_z(V)$ →



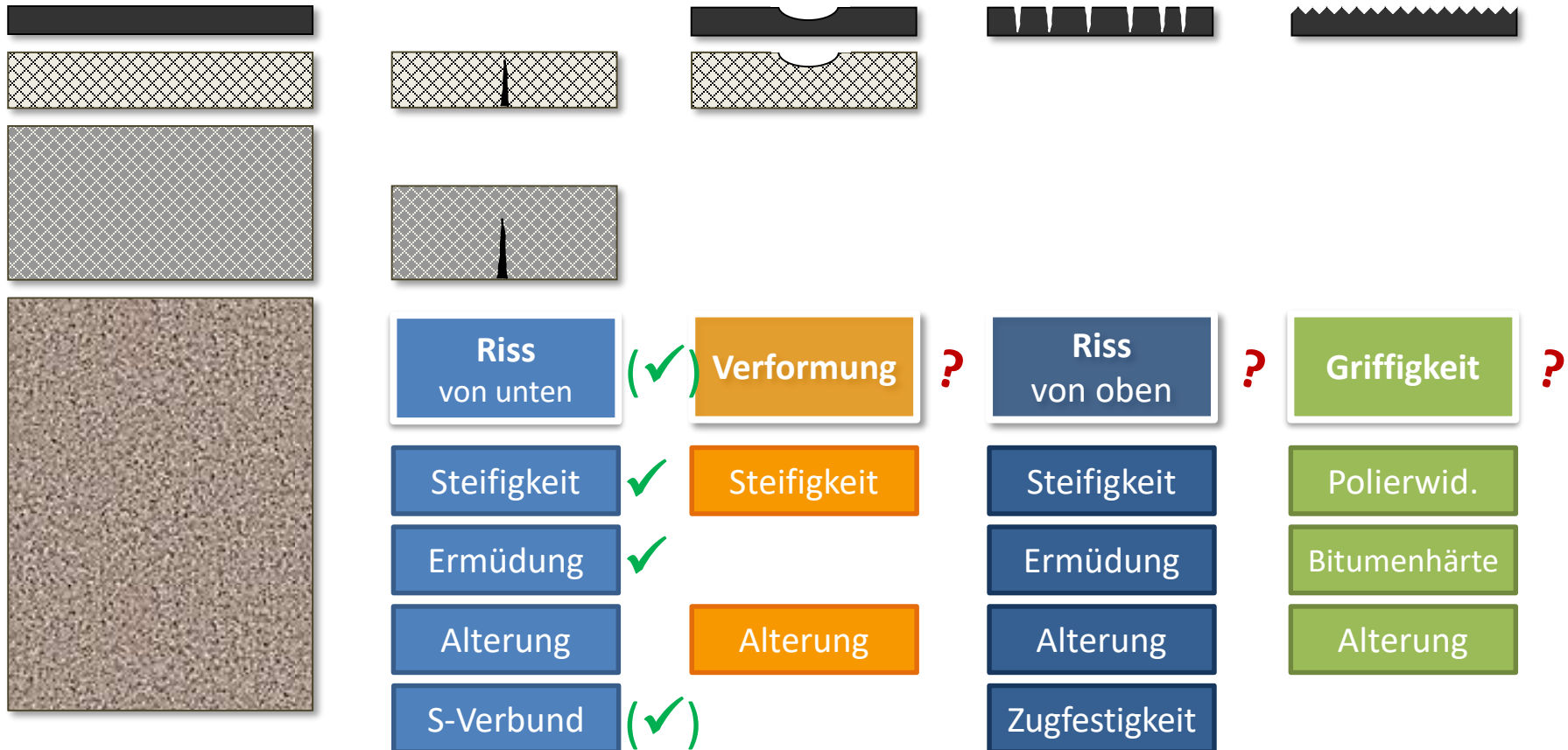


Performance für den Straßenbauingenieur

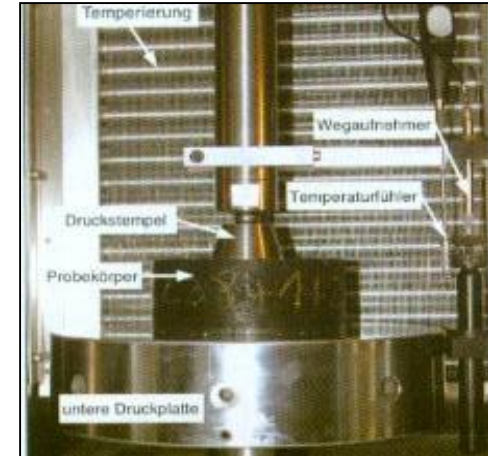
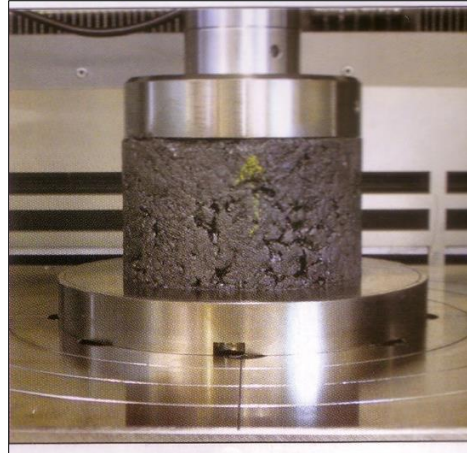
Fall	In der Rollspur	40 - 90 cm neben der Rollspur
(1) Kryogene Zugspannung $\sigma_z(T)$ [Mpa]	FO + 0 $\sigma_z(T)$ →	FO + 0 $\sigma_z(T)$ →
(2) Verkehrslast- bedingte Zugspannung $\sigma_z(V)$ [Mpa]	FO - + 0 $\sigma_z(V)$ →	FO + - 0 $\sigma_z(V)$ →
(3) Superposition $\sigma_z(T) + \sigma_z(V)$ [Mpa]	FO + 0 $\sigma_z(T) + \sigma_z(V)$ →	FO + - 0 $\sigma_z(T) + \sigma_z(V)$ →



Performance für den Straßenbauingenieur



aus meinem Studium vor 30 Jahren...



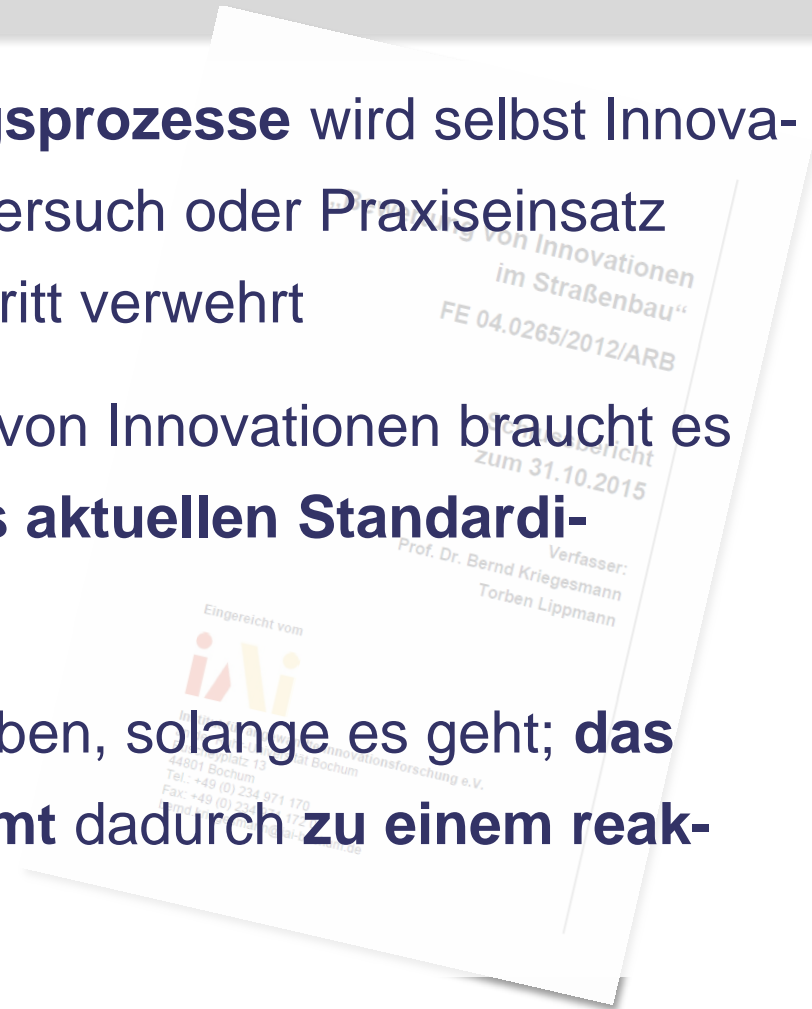
Der Blick auf uns...

Vergabe und Durchführung eines
Projekts zur Entwicklung von
Grundzügen eines Vorgehens bei
der Bewertung von Innovationen



Der Blick auf uns...

- durch jahrelange **Standardisierungsprozesse** wird selbst Innovationen, die ihren Nutzwert im Großversuch oder Praxiseinsatz nachgewiesen haben, der Markteintritt verwehrt
- für eine effiziente breite Einführung von Innovationen braucht es eine **deutliche Verschlankung des aktuellen Standardisierungsprozesses**
- echte Innovationen werden verschoben, solange es geht; **das Innovationsmanagement verkommt dadurch zu einem reaktiven Krisenmanagement**

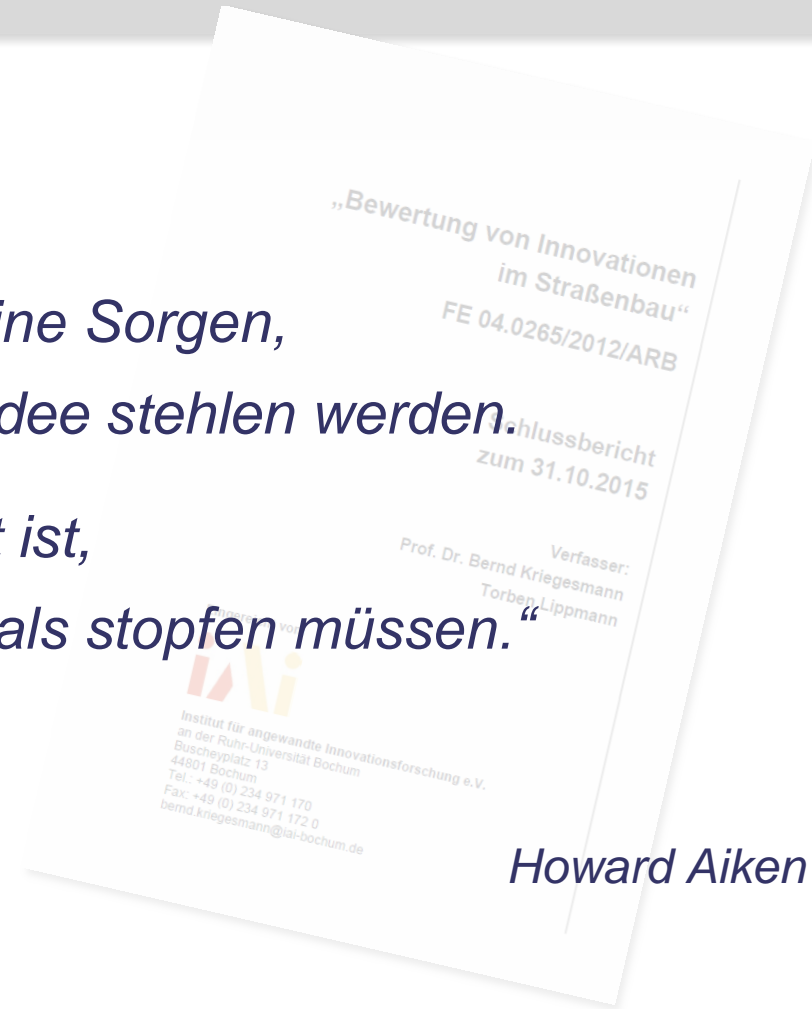


Der Blick auf uns...

*„Machen Sie sich keine Sorgen,
dass andere Menschen Ihre Idee stehlen werden.*

*Wenn sie gut ist,
werden Sie sie ihnen in den Hals stopfen müssen.“*

Howard Aiken



Ist „weiter so“ der richtige Weg?

Tabelle 1: Dimensionierungsrelevante Beanspruchung und zugeordnete Belastungsklasse
(siehe auch Anhang 1)

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.	Belastungs- klasse
über 32 ¹⁾	Bk100
über 10 bis 32	Bk32
über 3,2 bis 10	Bk10
über 1,8 bis 3,2	Bk3,2
über 1,0 bis 1,8	Bk1,8
über 0,3 bis 1,0	Bk1,0
bis 0,3	Bk0,3

¹⁾ Bei einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung größer 100 Mio. sollte der Oberbau mit Hilfe der RDO dimensioniert werden.

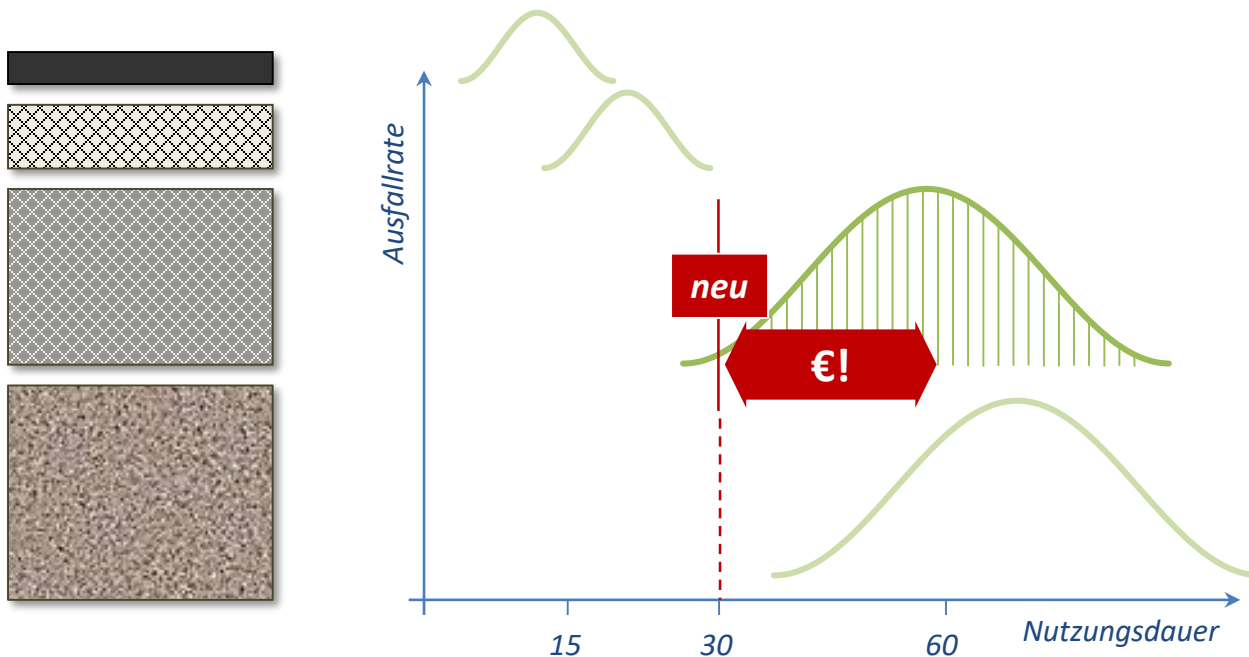
Ist „weiter so“ der richtige Weg?

- „... unsere Straßenbefestigungen haben doch bislang auch mindestens 30 Jahr lang gehalten ... da ist genug Sicherheit drin!“
- ... wäre der kölnner Ring (BAB A3) nach den RStO exakt so dimensioniert worden, dass die heutige (2017) Verkehrsbelastung von **171.000 Fz/d** (FR Süd: 89.843 Fz/d) prognostiziert worden wäre ...
- ... hätte die damalige Verkehrsbelastung gerade mal **72.500 Fz/d** betragen (FR Süd: 38.125 Fz/d)

Ist „weiter so“ der richtige Weg?

	damals: 1987	heute: 2018
DTV [Fz/d]	38.100	89.800
SV-Anteil	12,8 %	12,8
p	3,0 %	3,0 %
q_{BM}/f_A	0,26/4,2	0,33/4,5
B-Zahl	74 Mio.	237 Mio.
Nutzungs- dauer	30 Jahre	< 15 Jahre

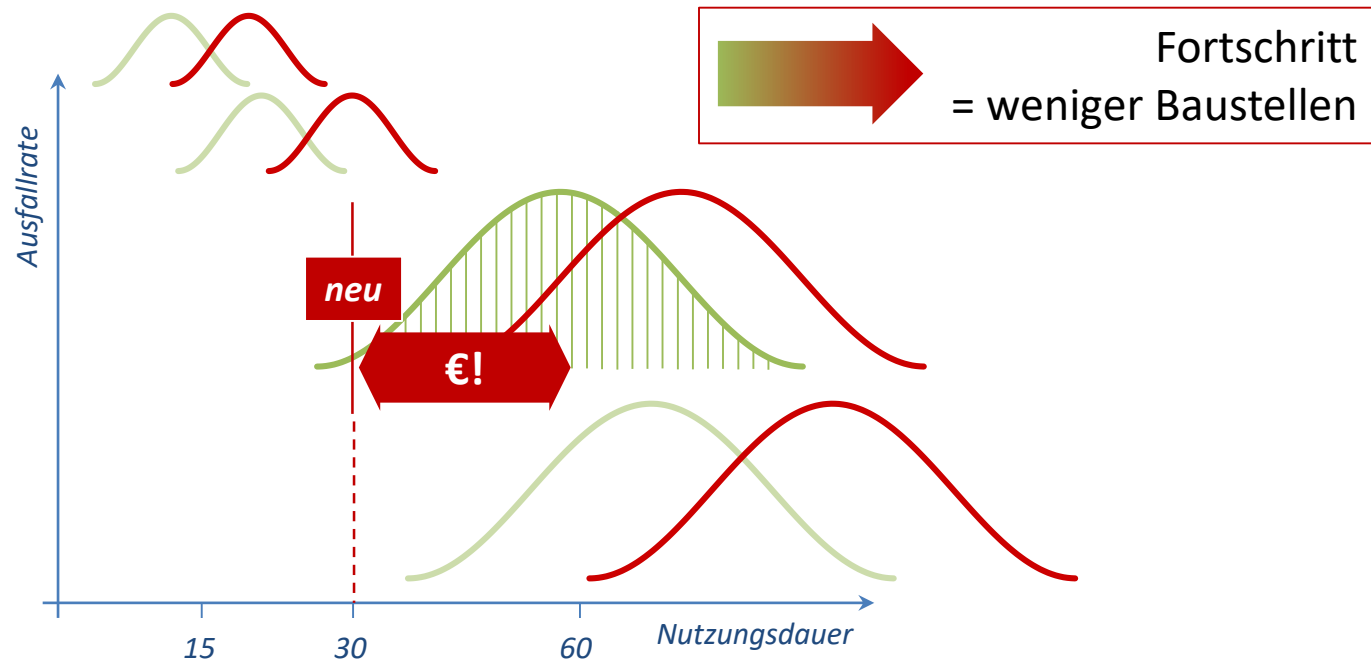
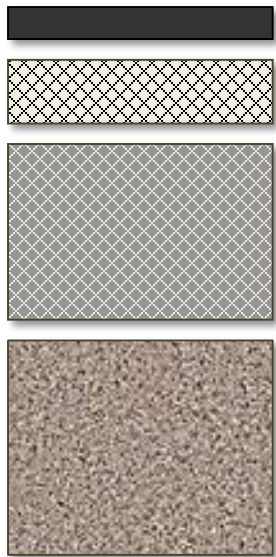
Erhaltungsplanung



- ⇒ Erhaltungsplanung: minimaler Aufwand
- ⇒ Wirtschaftlichkeit: maximale Kosten

**baupraktische
Realität!**

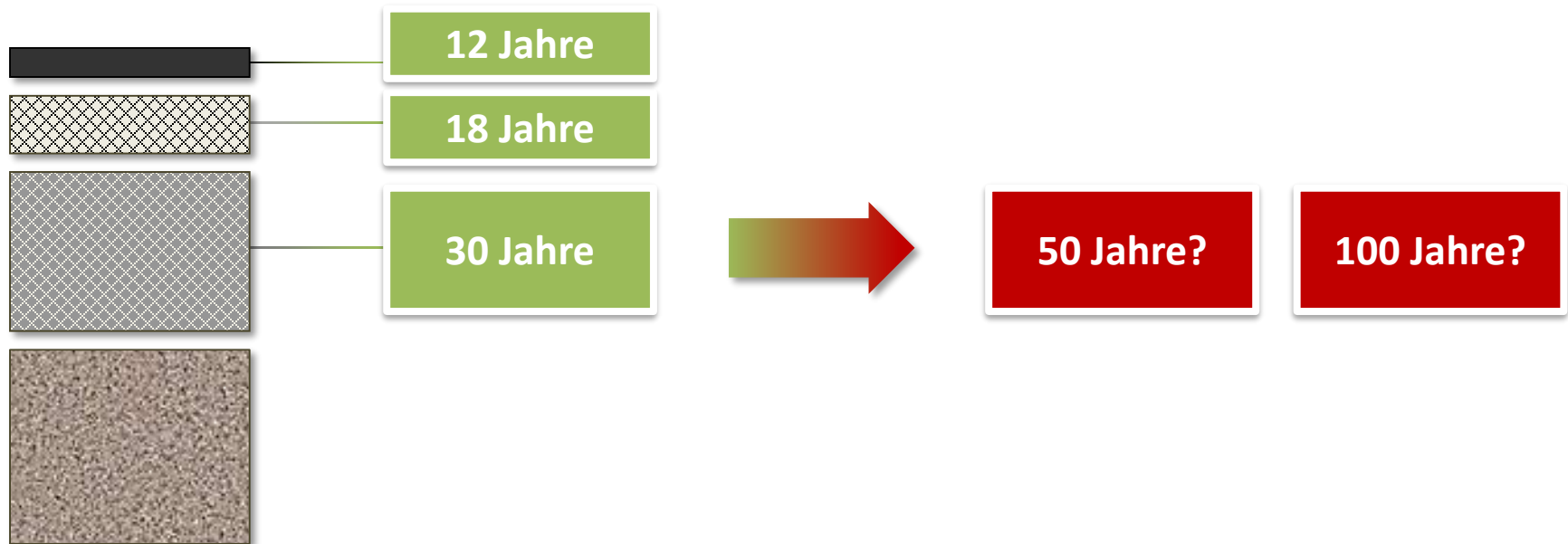
Erhaltungsplanung



- ⇒ Erhaltungsplanung: minimaler Aufwand
- ⇒ Wirtschaftlichkeit: maximale Kosten

**baupraktische
Realität!**

Erhöhung von Nutzungsdauern



⇒ Vision „Ewigkeitsstraße“

vordringlich für die Hauptverkehrsachsen
grundsätzlich rechnerisch zu dimensionieren

Erhöhung von Nutzungsdauern

B-Zahl		50 Mio.		200 Mio.	
Kalibrierasphalt auf FSS ($E_{v2} = 120 \text{ MPa}$)		53 %		214 %	
erf. Dicke	Δ	32 cm	-2 cm	38 cm	+4 cm

längst üblich, innerhalb
der Anwendung der RStO

mittlerweile möglich, außerhalb
der Anwendung der RStO

Erhöhung von Nutzungsdauern

50 Jahre
 \triangleq 300 Mio.

100 Jahre
 \triangleq 800 Mio.



B-Zahl		50 Mio.		200 Mio.		600 Mio.		900 Mio.	
Kalibrierasphalt auf FSS ($E_{V2} = 120$ MPa)		53 %		214 %		641 %		962 %	
erf. Dicke	Δ	32 cm	-2 cm	38 cm	+4 cm	43 cm	+9 cm	45 cm	+11 cm

ca. +10 cm

längst üblich, innerhalb
 der Anwendung der RStO

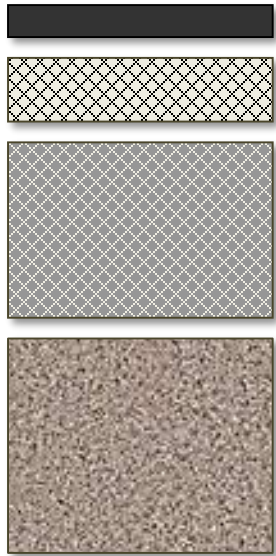
mittlerweile möglich, außerhalb
 der Anwendung der RStO

Erhöhung von Nutzungsdauern



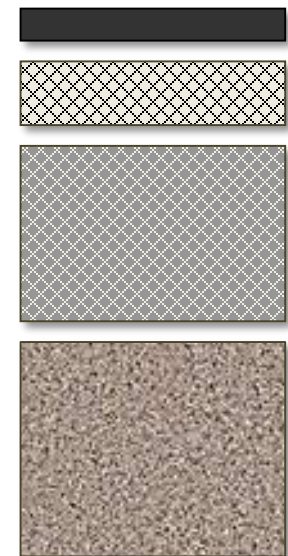
https://de.wikipedia.org/wiki/Hochhaus%C3%A4user_in_Z%C3%BCrich

Erhöhung von Nutzungsdauern



30 Jahre

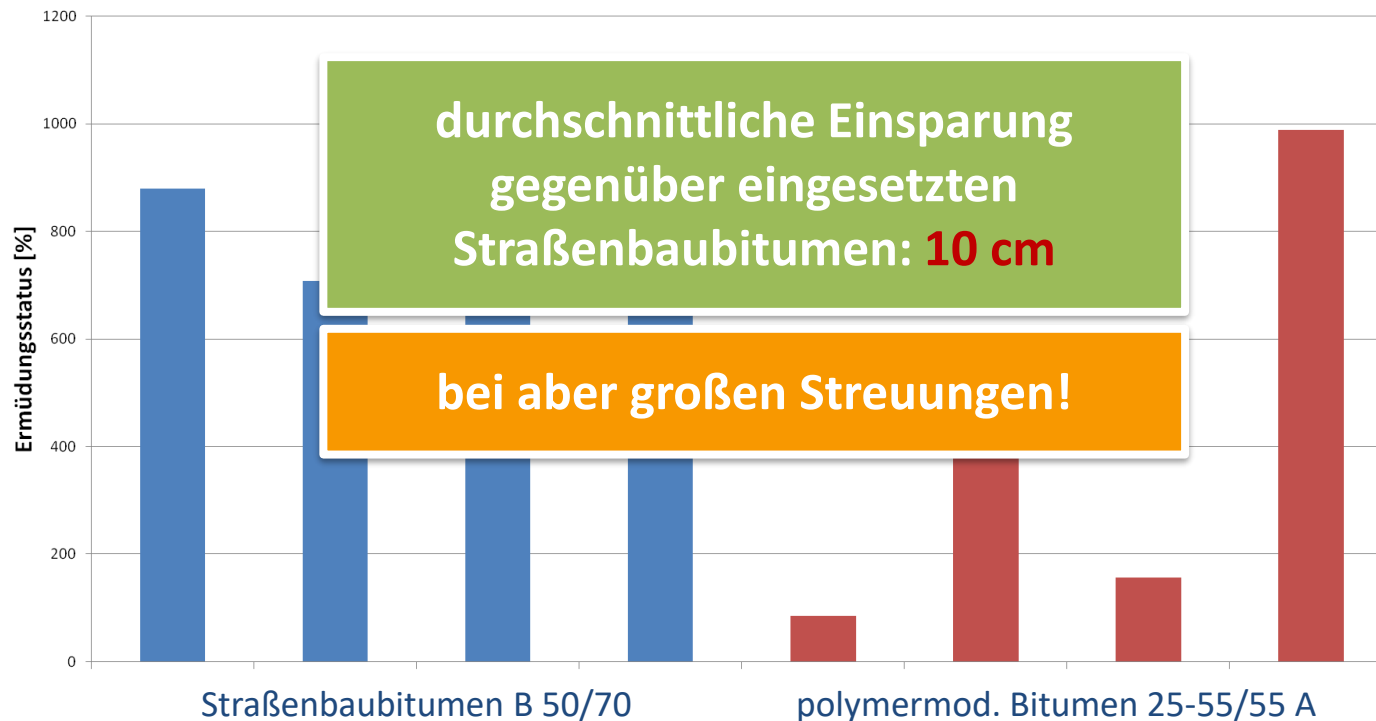
⇒ mehr Bitumen in ATS
⇒ PmB in ATS



≥ 50 Jahre

Erhöhung von Nutzungsdauern

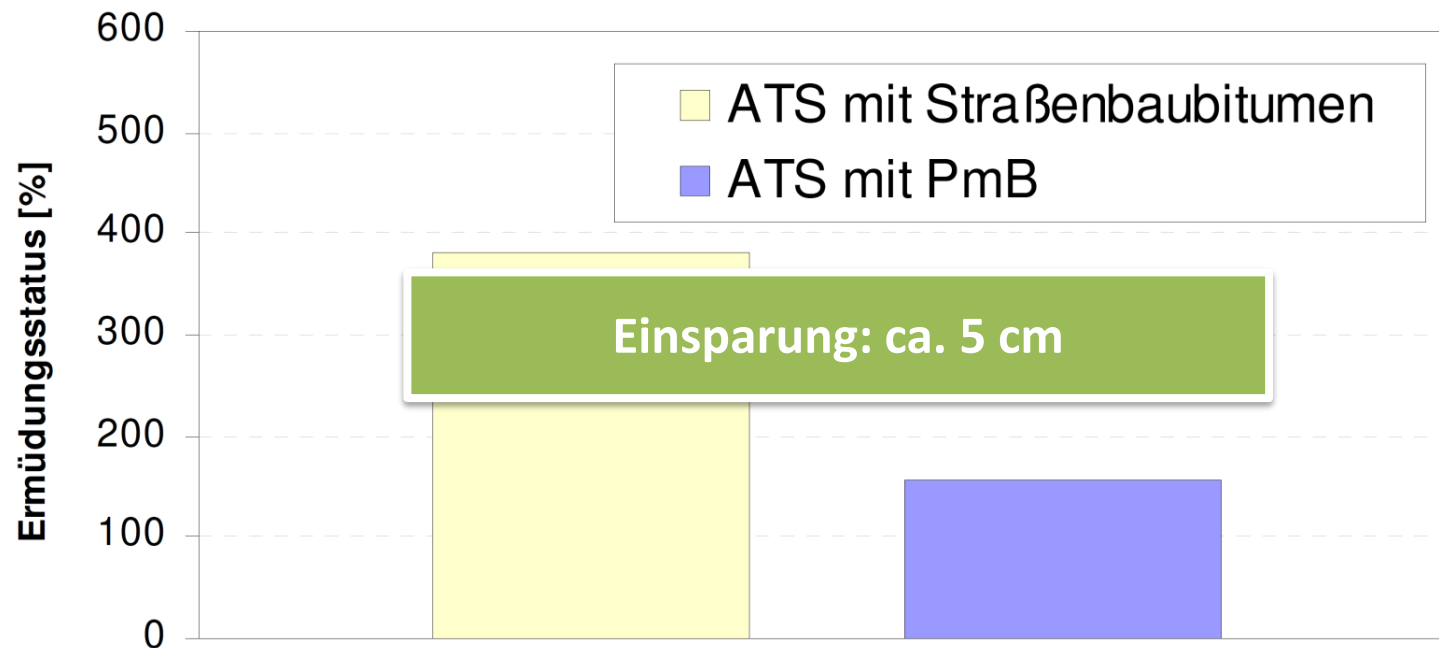
FE 07.0235/2009/BGB: Dimensionierungsrechnungen ohne und mit PmB in der ATS (2 Verdichtungsgrade, 2 Hersteller)



Bezug: Bk100
Bauweise nach
Tafel 1, Zeile 1

Erhöhung von Nutzungsdauern

FE 04.202/2005/AGB: Steifigkeits-, Ermüdungs- und Kälteverhalten ohne und mit PmB in der ATS



Bezug: Bk100
Bauweise nach
Tafel 1, Zeile 1

Erhöhung von Nutzungsdauern

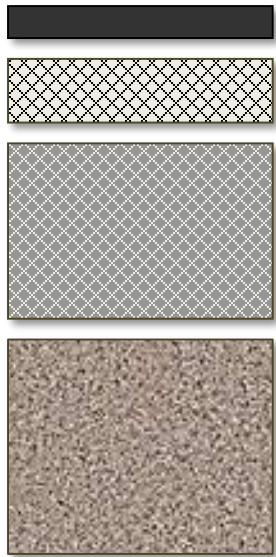
De Jonghe et al., 2000, UK: The selection of the optimum modified binder for a heavy duty pavement

- Untersuchungen an 25 ATS-Mischgütern mit jeweils 25 polymer-modifizierten Bindemitteln – Vergleich Straßenbaubitumen mit PmB
- Ergebnis:
Verbesserung des Ermüdungswiderstands bei 16 polymermodifizierten Bindemitteln gegenüber Straßenbaubitumen bis zum 15-fachen Wert

Erhöhung von Nutzungsdauern

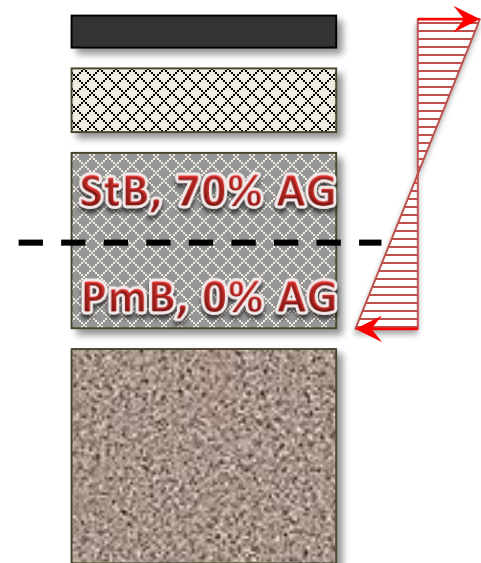
- ➔ durch Verwendung von PmB in Asphalttragschichten scheint eine **Erhöhung der Nutzungsdauer um 100 %** erreichbar
- ➔ **verschiedene polymermodifizierte Bindemittel** führen wiederum zu großen **Unterschieden in der Nutzungsdauer von 100 %**
- ➔ der **finanzielle Mehraufwand** gegenüber der Bauweise mit Straßenbaubitumen in der Asphalttragschicht beträgt **geschätzt 5 %**
- ➔ dies stellt allerdings die **Verwendung von Asphaltgranulat** ein Stück weit in Frage

Erhöhung von Nutzungsdauern



30 Jahre

- ⇒ mehr Bitumen in ATS
- ⇒ PmB in ATS



≥ 50 Jahre

Erhöhung von Nutzungsdauern

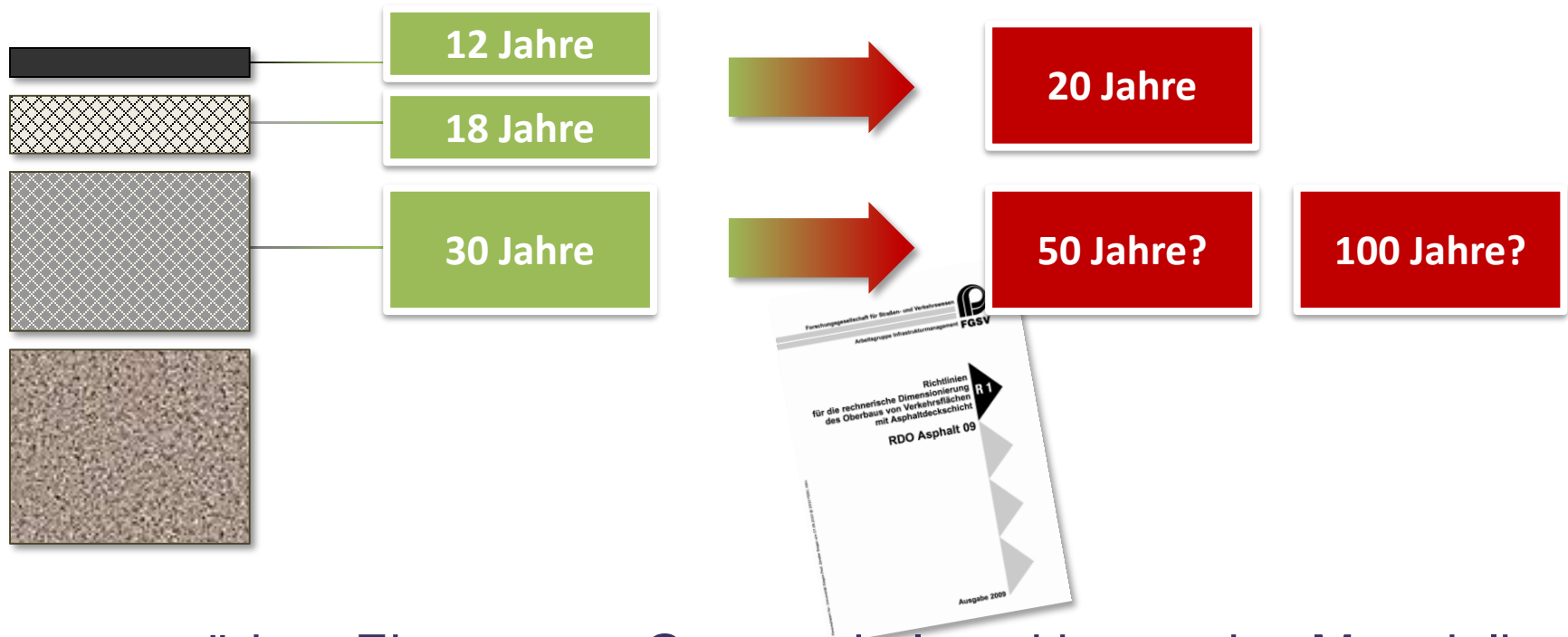
Zeile	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10				Bk3,2				Bk1,8				Bk1,0				Bk0,3			
	B [Mio]	> 32 - 100				> 10 - 32				> 3,2 - 10				> 1,8 - 3,2				> 1,0 - 1,8				> 0,3 - 1,0				≤ 0,3			
	Dicke des frostsich. Oberbaues ¹⁾	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65
Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht																													
1	Asphaltdecke	12				12				12				10				4				4				4			
	Asphalttragschicht	22				18				14				12				16				14				10			
	Frostschutzschicht	Σ34				Σ30				Σ26				Σ22				Σ20				Σ18				Σ14			
	Dicke der Frostschutzschicht	-	31 ²⁾	41	51	25 ³⁾	35	45	55	29 ³⁾	39	49	59	-	33 ²⁾	43	53	25 ³⁾	35	45	55	27	37	47	57	21 ³⁾	31	41	51
Asphalttragschicht mit hydraulischem Bindemittel																													

Erhöhung von Nutzungsdauern

Bk500	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
500	> 32 - 100	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3
55 65 75 85	55 65 75 85	55 65 75 85	55 65 75 85	45 55 65 75 85	45 55 65 75 85	45 55 65 75 85	35 45 55 65
Frostschuttschicht							
- 31 21 4	51 - 31 21 41 51 25 35 45 55 29 39	51 - 31 21 41 51 25 35 45 55 29 39	51 - 31 21 41 51 25 35 45 55 29 39	51 - 31 21 41 51 25 35 45 55 29 39	51 - 31 21 41 51 25 35 45 55 29 39	51 - 31 21 41 51 25 35 45 55 29 39	51 - 31 21 41 51 25 35 45 55 29 39

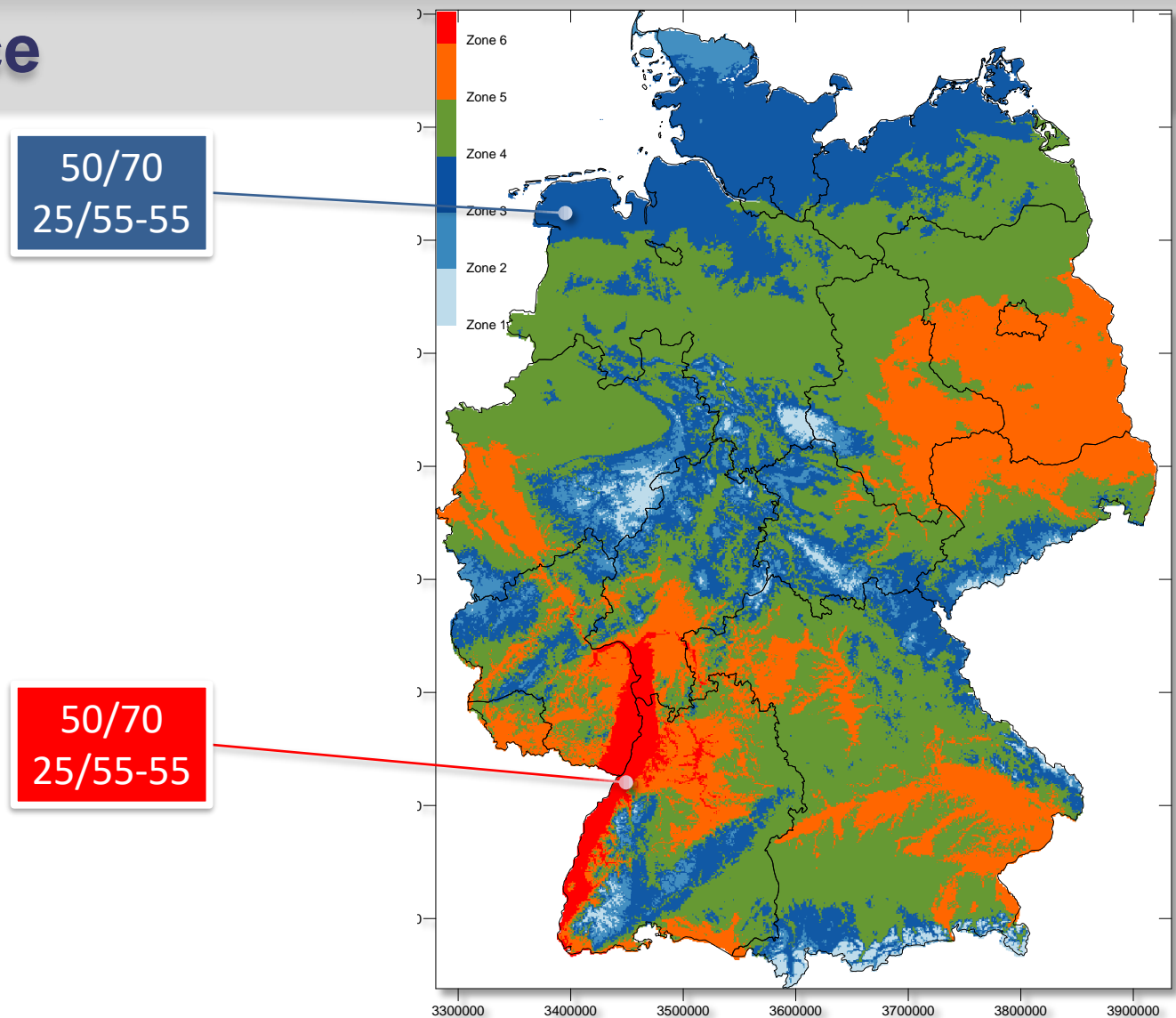
- ➔ „Ewigkeitsstraße“ für höchstbelastete Autobahnabschnitte
 - ➔ rechnerisch dimensioniert
 - ➔ Nachweis der Wirksamkeit von PmB

Erhöhung von Nutzungsdauern



- ⇒ verstärkter Einsatz von Gussasphalt und innovative Materialien
- ⇒ Qualitätssteigerung durch Bauprozessoptimierung
- ⇒ Verfahren zur rechnerischen Potenzialermittlung

Performance



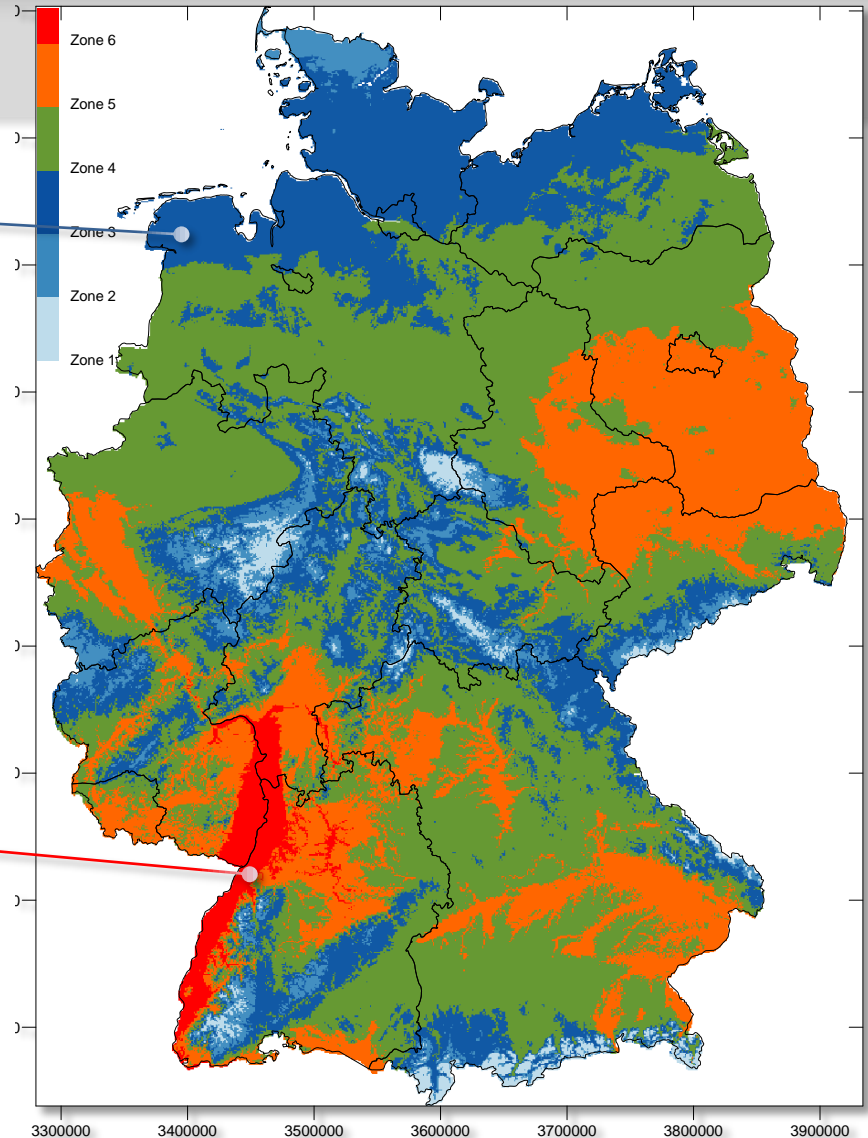
Performance

50/70
25/55-55

- ➔ überall das gleiche Bindemittel?
- ➔ ausgewählt anhand von EP und Pen?
- ➔ Mischgut getestet auf Verformungswiderstand allein bei 50 °C?

50/70
25/55-55

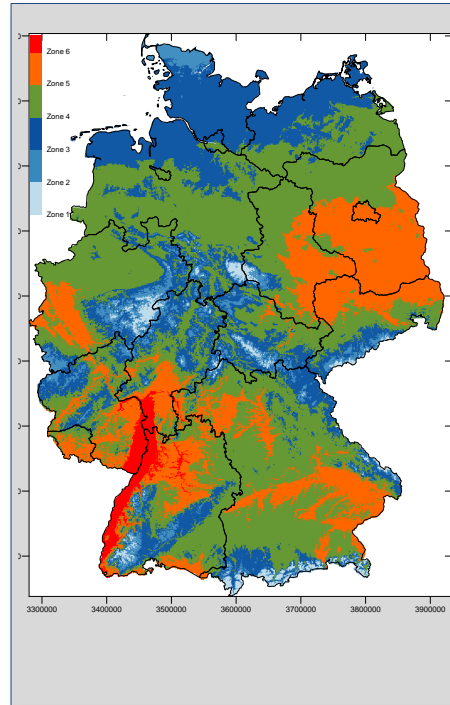
- ➔ Zielwert: relative Nutzungsdauer unter Randbedingungen vor Ort



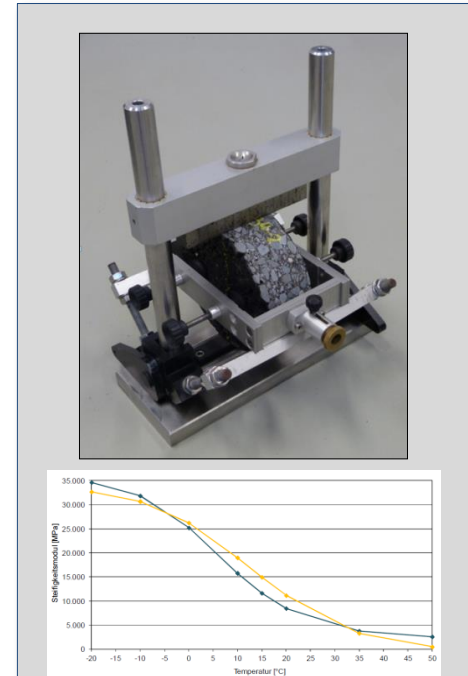
Rechnerische Dimensionierung/Substanzbewertung



**Abgleich
Theorie – Wirklichkeit**



**detaillierte
Wetterdaten**



**lastfallspezifische
Materialansprache**

Rechnerische Dimensionierung/Substanzbewertung

Kalibrierasphalte

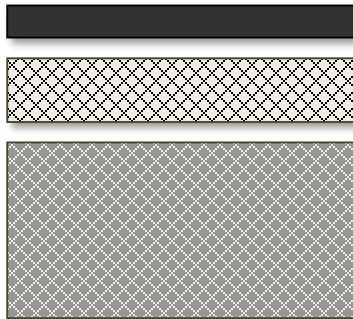


Tabelle A 6.3: Zuordnung Steifigkeitsmodul – Temperatur für den Kalibrierasphalt der Deckschicht [Kiehne 2007]

Temperatur [°C]	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Steifigkeitsmodul [MPa]	26.319	24.664	22.196	19.172	16.255	13.443	10.729	8.111	5.581	3.425	2.119	1.332	850	550	360

Tabelle A 6.2: Zuordnung Steifigkeitsmodul – Temperatur für den Kalibrierasphalt der Binderschicht [Kiehne 2007]

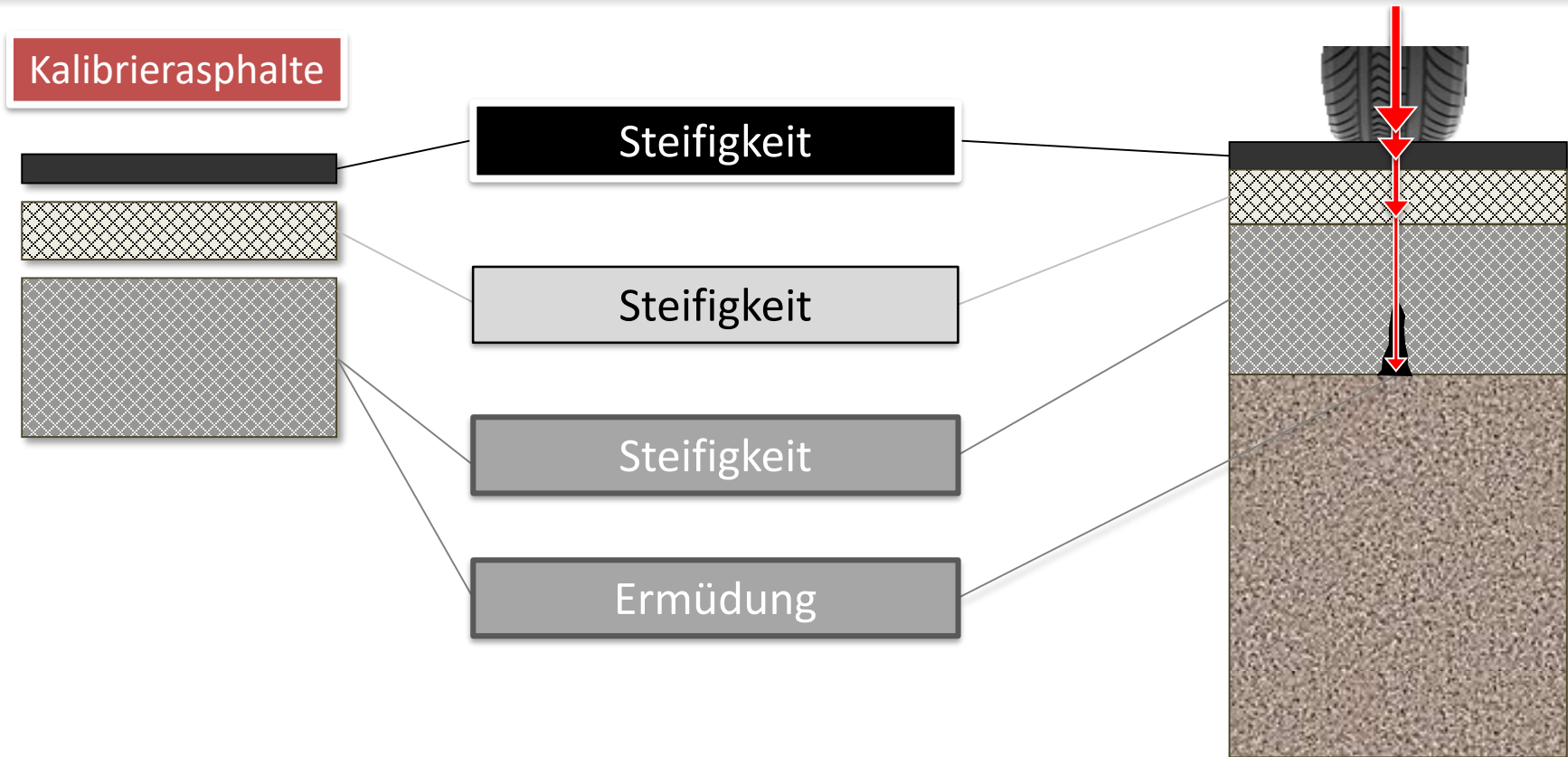
Temperatur [°C]	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Steifigkeitsmodul [MPa]	30.473	29.449	27.876	25.502	22.214	18.913	15.729	12.655	9.686	6.817	4.124	2.402	1.424	858	525

Tabelle A 6.1: Zuordnung Steifigkeitsmodul – Temperatur für den Kalibrierasphalt der Tragschicht [Kiehne 2007]

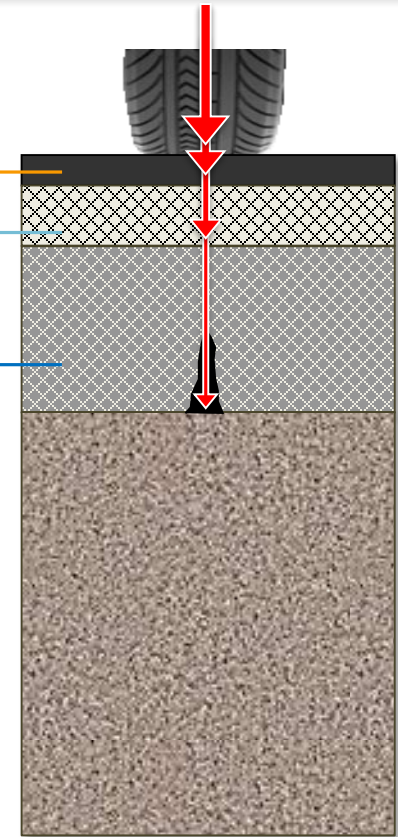
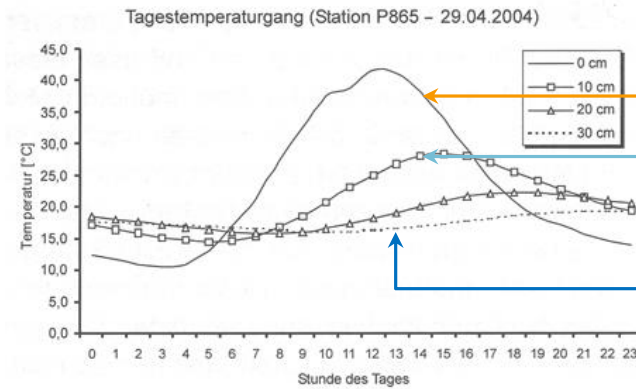
Temperatur [°C]	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Steifigkeitsmodul [MPa]	26.720	24.464	21.103	17.853	15.109	12.811	10.725	8.637	6.481	4.377	2.592	1.425	1.011	1.003	327

$$\text{zul } N = 2,8283 \cdot \epsilon^{-4,194}$$

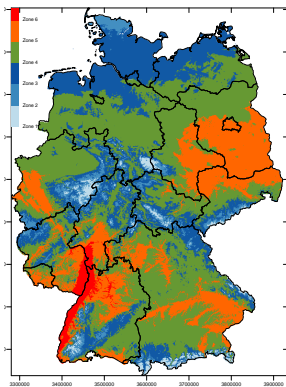
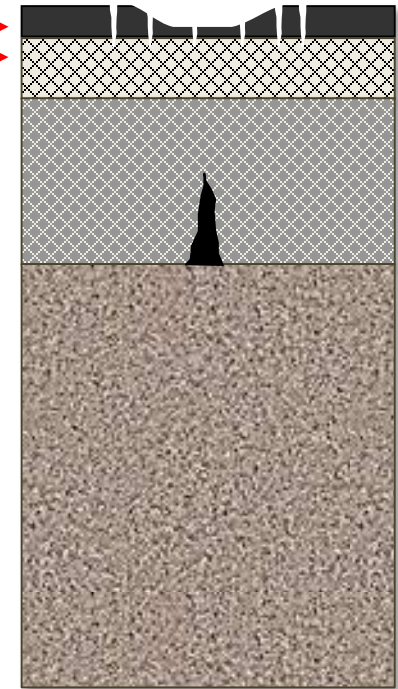
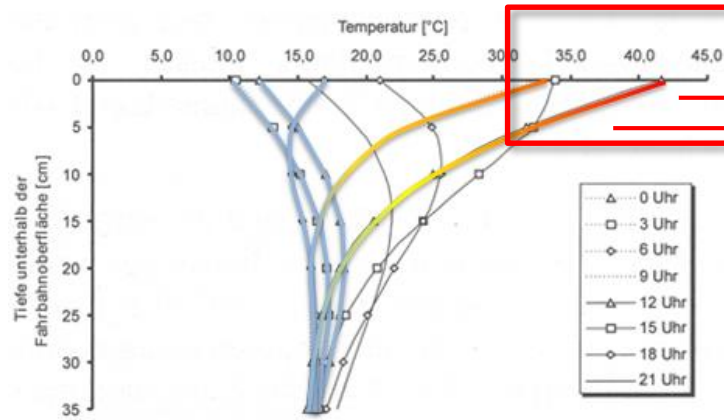
Rechnerische Dimensionierung/Substanzbewertung



Rechnerische Dimensionierung/Substanzbewertung



Rechnerische Dimensionierung/Substanzbewertung



Rechnerische Dimensionierung/Substanzbewertung

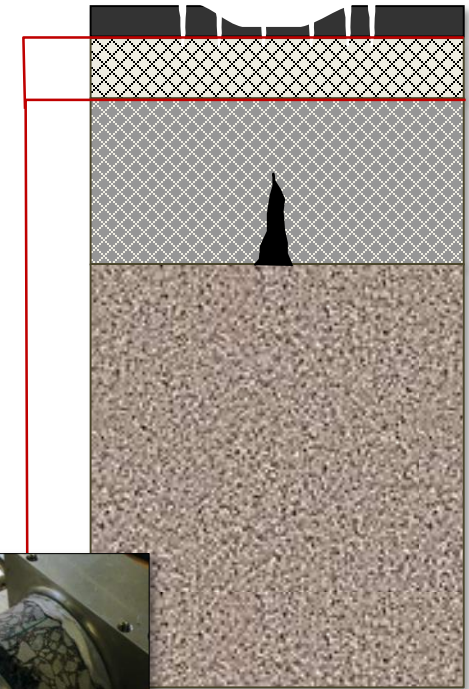
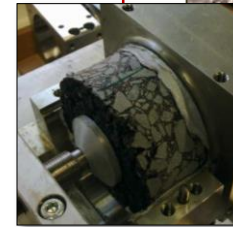
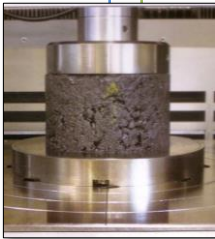
hoher Verformungswiderstand, gutes Ermüdungsverhalten,
gutes Tieftemperaturverhalten, hohe Verdichtung



hoher Verformungswiderstand



gutes Ermüdungsverhalten, hohe Verdichtung



rechnerische Verfahren

- ➔ alle eingesetzten Anlagen müssen vergleichbare Ergebnisse liefern
- ➔ das eingesetzte Personal muss vergleichbare Ergebnisse liefern
- ➔ Kalibrierungen der Anlagen und Schulung des Personals sind stets zu gewährleisten
- ➔ bislang vor allem Komponenten, später Systemprüfungen



Ergebnisse aktueller Vergleichsmessungen

PVC Ø100 mm

PK [-]													
Prüffrequenz [Hz]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Steifigkeit [Mpa]	3.642	3.572	4.149	3.644	3.740	3.836	3.596	3.645	3.584	3.975	3.869	3.791	3.677
elastische Dehnung [%]	0,1206	0,1137	0,0971	0,1042	0,1061	0,1056	0,1136	0,1123	0,1126	0,0965	0,1037	0,1077	0,1063
Abw. z. Median [Mpa]	-35	-105	472	-33	63	159	81	-32	-93	298	192	114	0
Rel.-Abw. z. Median (Betrag)	1%	3%	13%	1%	2%	Ø 4%		1%	3%	8%	5%	3%	0%
Prüffrequenz [Hz]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Steifigkeit [Mpa]	3.585	3.946	4.015	3.695	3.827	3.858	3.658	3.749	3.647	3.811	3.924	3.895	3.884
elastische Dehnung [%]	0,1386	0,1409	0,1362	0,1421	0,1459	0,1435	0,1511	0,1512	0,1495	0,1542	0,1383	0,1409	0,1559
Abw. z. Median [Mpa]	-242	119	188	-132	0	81	-169	-78	-180	-16	97	68	57
Rel.-Abw. z. Median (Betrag)	6%	3%	5%	3%	0%	Ø 3%		2%	5%	0%	3%	2%	0%

PVC Ø150 mm

PK [-]													
Prüffrequenz [Hz]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Steifigkeit [Mpa]	3.441	3.571	3.549	3.453	3.904	3.622	3.569	3.545	3.481	5.224	3.528	3.776	3.663
elastische Dehnung [%]	0,0516	0,0476	0,0475	0,0484	0,0420	0,0469	0,0477	0,0485	0,0485	0,0288	0,0478	0,0452	0,0458
Abw. z. Median [Mpa]	-118	12	-10	-106	345	62	10	-14	-78	1.665	-31	217	104
Rel.-Abw. z. Median (Betrag)	3%	0%	0%	3%	10%	Ø 6%		0%	2%	47%	1%	6%	3%
Prüffrequenz [Hz]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Steifigkeit [Mpa]	3.471	3.871	3.706	3.475	3.921	3.669	3.599	3.602	3.535	4.100	3.597	3.722	3.445
elastische Dehnung [%]	0,0553	0,0564	0,0577	0,0615	0,0563	0,0599	0,0605	0,0619	0,0608	0,0568	0,0601	0,0586	0,0807
Abw. z. Median [Mpa]	-131	269	104	-127	319	67	2	0	-67	498	-5	120	-157
Rel.-Abw. z. Median (Betrag)	4%	7%	3%	4%	9%	Ø 4%		0%	2%	14%	0%	3%	4%

rechnerische Potenzialermittlung

Verkehrslast-
kollektiv

klimatische
Bedingungen

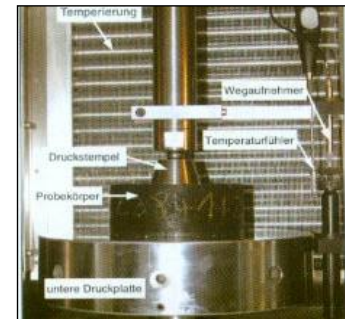
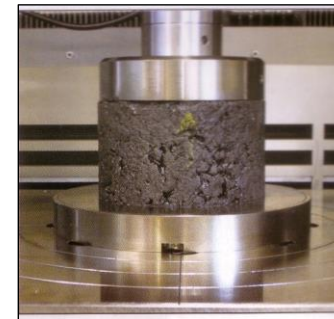
Material-
kennwerte,
Schichtdicken

**Berechnungsverfahren
Beanspruchungen**

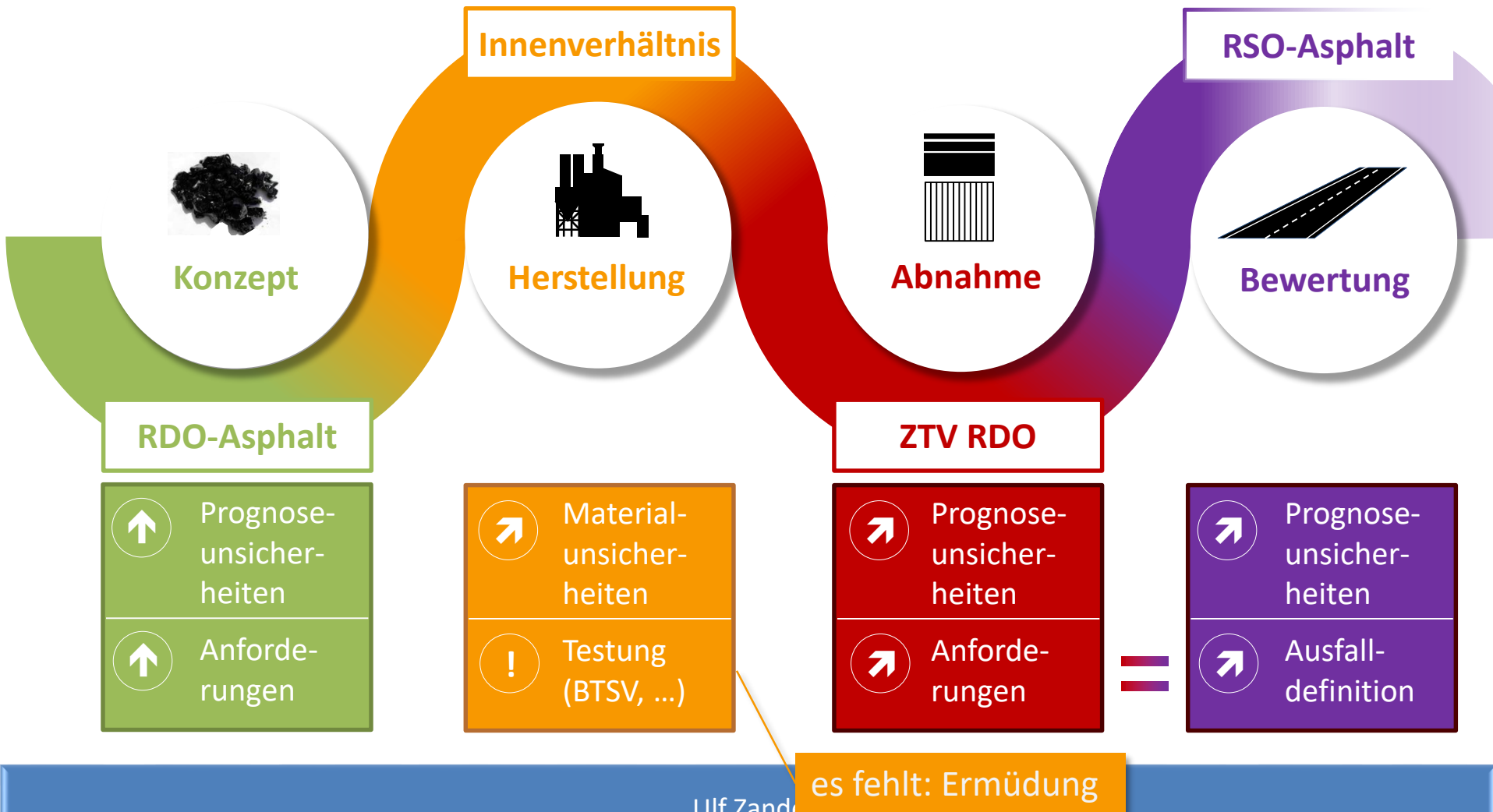
- Schädigungsanteile nur im relevanten Belastungs- und Temperaturbereich
- in gleicher Weise für Rissbildungen in Deckschichten
- vergleichsweise einfache Validierung

- nur einen Materialkennwert?
- aber bei allen relev. Temperaturen
- bei allen Nachverdichtungs niveaus?

Steifigkeit?



Performance im Regelwerk – Substanz



aktuelle Entwicklung

lfd Nr.	Bundesland	BAB/B	Position
1	B.-Württemberg	A 81	Lehrensteinsfeld
2	B.-Württemberg	K 1071	Unterjettingen
3	Bayern	A 3	Kirchroth
4	Bayern	A 6	AS Alfeld - AS Altdorf
5	Bayern	A 6	Arnberg-West/Arnberg-Süd
6	Bayern	A 62	Rosenhof
7	Bayern	A 72	Hochfranken/Hof-Töpen
8	Bayern	A 94	Malching
9	Bayern	B 12	Simbach am Inn
10	Bayern	B 309	Sulzbrunn
11	Bayern	B 388a	Ismaning
12	Bayern	B 472	Hohenpreißenberg
13	Hessen	A 3	LGR HE/Limburg-Nord
14	Hessen	A 3	Wiesb.-Niedernh./WB-Kreuz

lfd Nr.	Bundesland	BAB/B	Position
15	Niedersachsen	A 7	AS Bockenem
16	Niedersachsen	A 7	südl. Hamburg
17	Niedersachsen	A 27	Hagen – Stotel
18	Niedersachsen	A 28	Hude – Hatten
19	Niedersachsen	A 31	AS Papenburg
20	NRW	A 4	
21	NRW	A 30	
22	NRW	A 31	FBV
23	NRW	A 44	
24	NRW	B 9	Wehze
25	Rheinland-Pfalz	B 48	Winnweiler
26	Saarland	A 1	Braunshausen
27	Saarland	A 62	Türkismühle
28	Sachsen	A 4	AS Wilsdruff-AS/DD-Altstadt
29	Sachsen	S 24	Dahlen – Lupp
30	Sachsen	S 38	Mülsen 4 Abschnitte
31	Schleswig-Holstein	A 23	AS Iztelhoe Süd

aktuelle Entwicklung

- ➔ zur Ermittlung eines **Erfahrungshintergrunds** werden eine Reihe von Strecken mit
 - unterschiedlichen Baumaßnahmen
 - verschiedenen Befestigungsaufbauten
 - variiert bereits ertragener Verkehrsbelastung/Nutzungsdauerhinsichtlich ihrer strukturellen Substanz bewertet
- ➔ Ziel ist es dabei
 - den **Aufwand** zur Durchführung des Verfahrens abzuschätzen
 - die **Verständlichkeit** des Verfahrens zu validieren

aktuelle Entwicklung

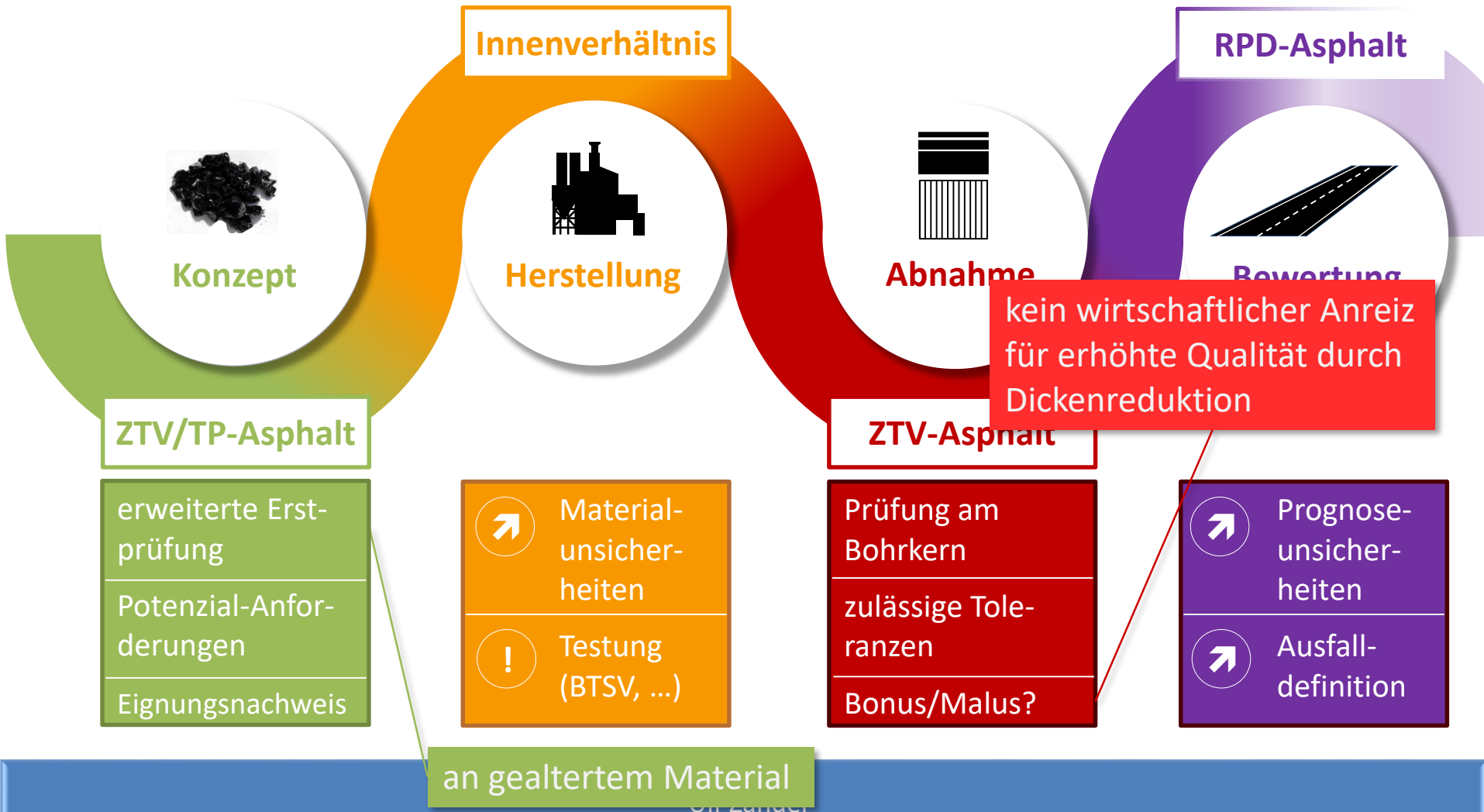
Bundesland	Bayern	Bayern	Brandenburg	Brandenburg	Hessen	Hessen
Strecke	A 3	A 92	B 167	B 273	B 3	A 480
nächster Ort	Nürnberg	München	Seelow	Wandlitz	Gießen	Gießen
Länge [km]	4,95	4,416	1,2	3,5	4,5	6,7
Belastungsklasse	Bk 32	Bk 3,2	Bk 1,8 / Bk 3,2	BK 3,2	Bk 100	Bk 10
bereits ertragene Belastung (B-Zahl)	53,5	27	0,9			
bish. Nutzungsdauer	47	39	10	9	23	

Bundesland	Niedersachsen	NRW	NRW	NRW	NRW	DEGES
Strecke	B 6	A 2	A 52	A 42	A 540	A 10
nächster Ort	Goslar	Dortmund	Marl	Gelsenkirchen	Grevenbroich	Potsdam
Länge [km]	5,8	6	6	5	5	4,8
Belastungsklasse	Bk 32	Bk 100	Bk 100	Bk 100	Bk 32	Bk 100
bereits ertragene Belastung (B-Zahl)	10,1	30	31	44	11	
bish. Nutzungsdauer	17	11	48	47	41	0

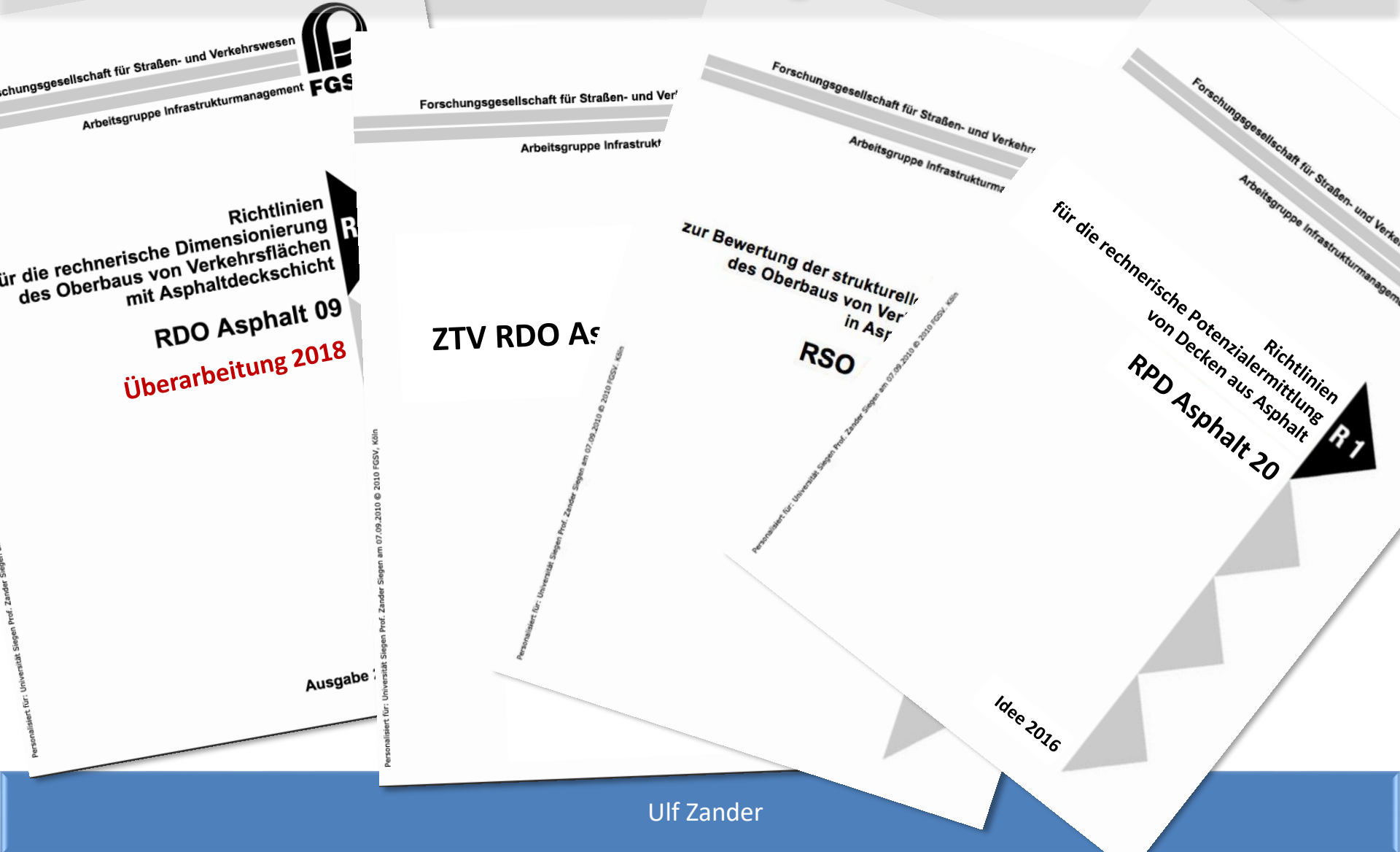
aktuelle Entwicklung

- ➔ an allen Strecken werden
 - die Befestigungsdicken mittel Georadar
 - die Tragfähigkeiten mittels Falling Weight Deflectometer bestimmt
- ➔ anhand dieser Kenngrößen sowie weiterer Eingangsdaten (z.B. Verkehrsbelastung) wird die Einteilung in strukturell homogene Abschnitte vollzogen
- ➔ bis zu 50 strukturell homogene Abschnitte werden hinsichtlich der strukturellen Substanz bewertet

Performance im Regelwerk – Potenzial

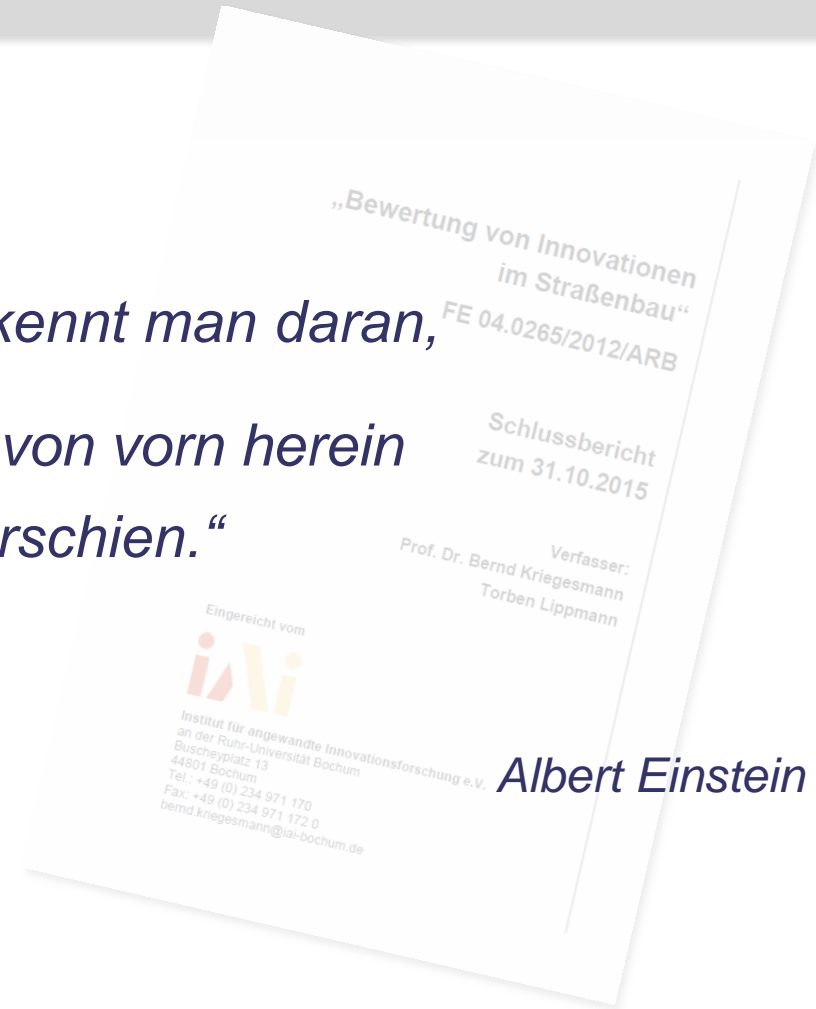


Rechnerische Dimensionierung/Substanzbewertung



Der Blick auf uns...

*„Eine wirklich gute Idee erkennt man daran,
dass ihre Verwirklichung von vorn herein
ausgeschlossen erschien.“*



Albert Einstein

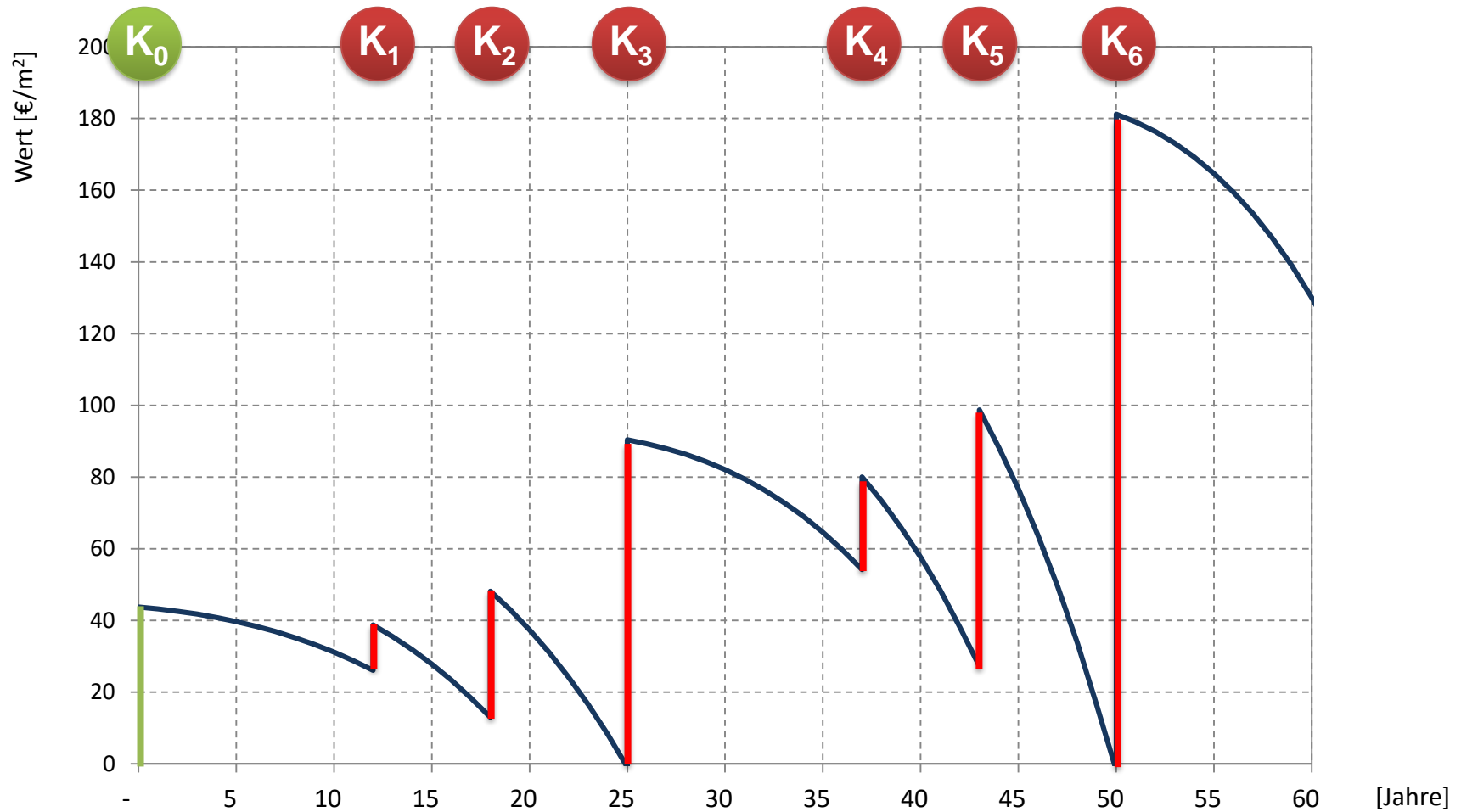




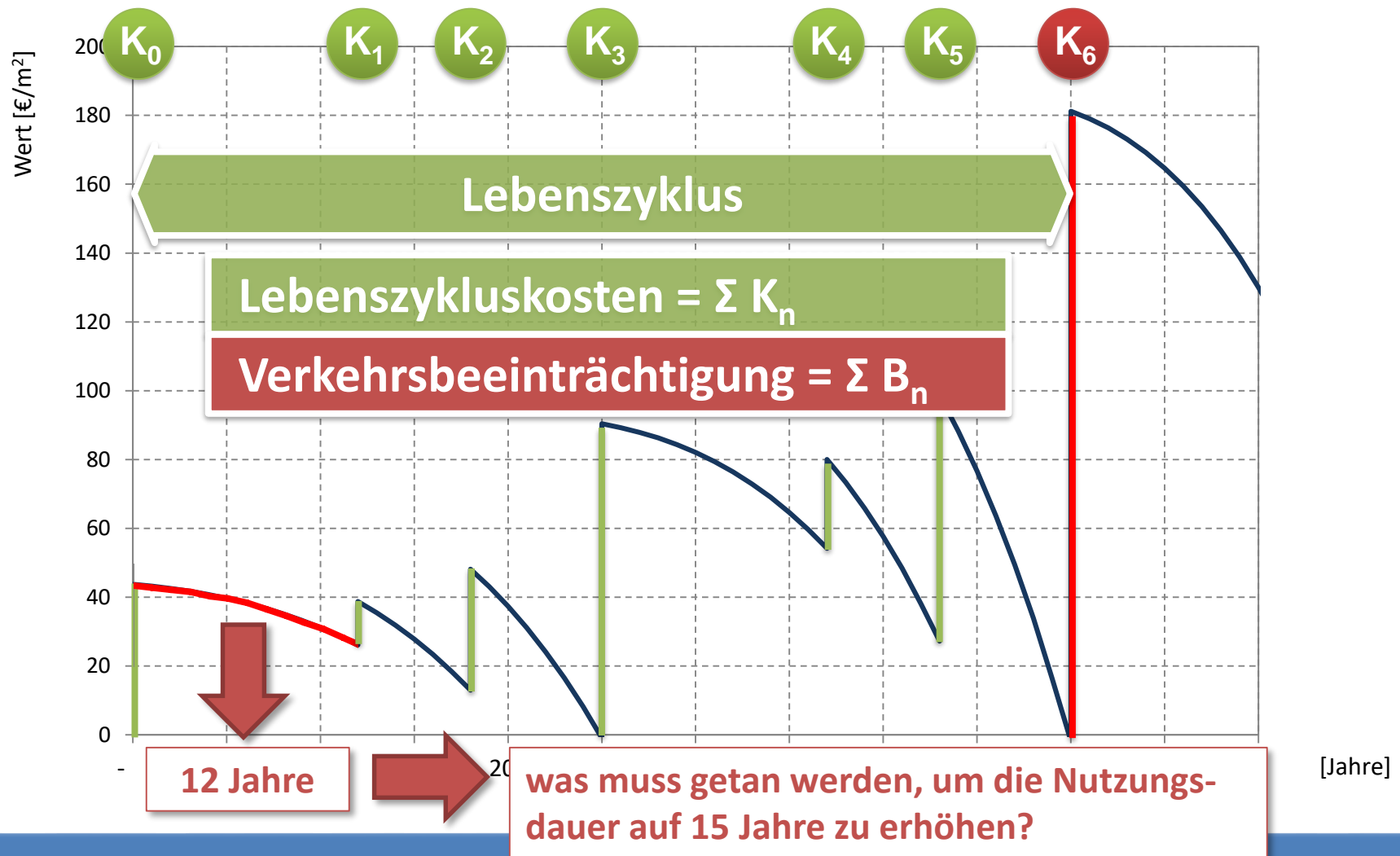
**besten Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



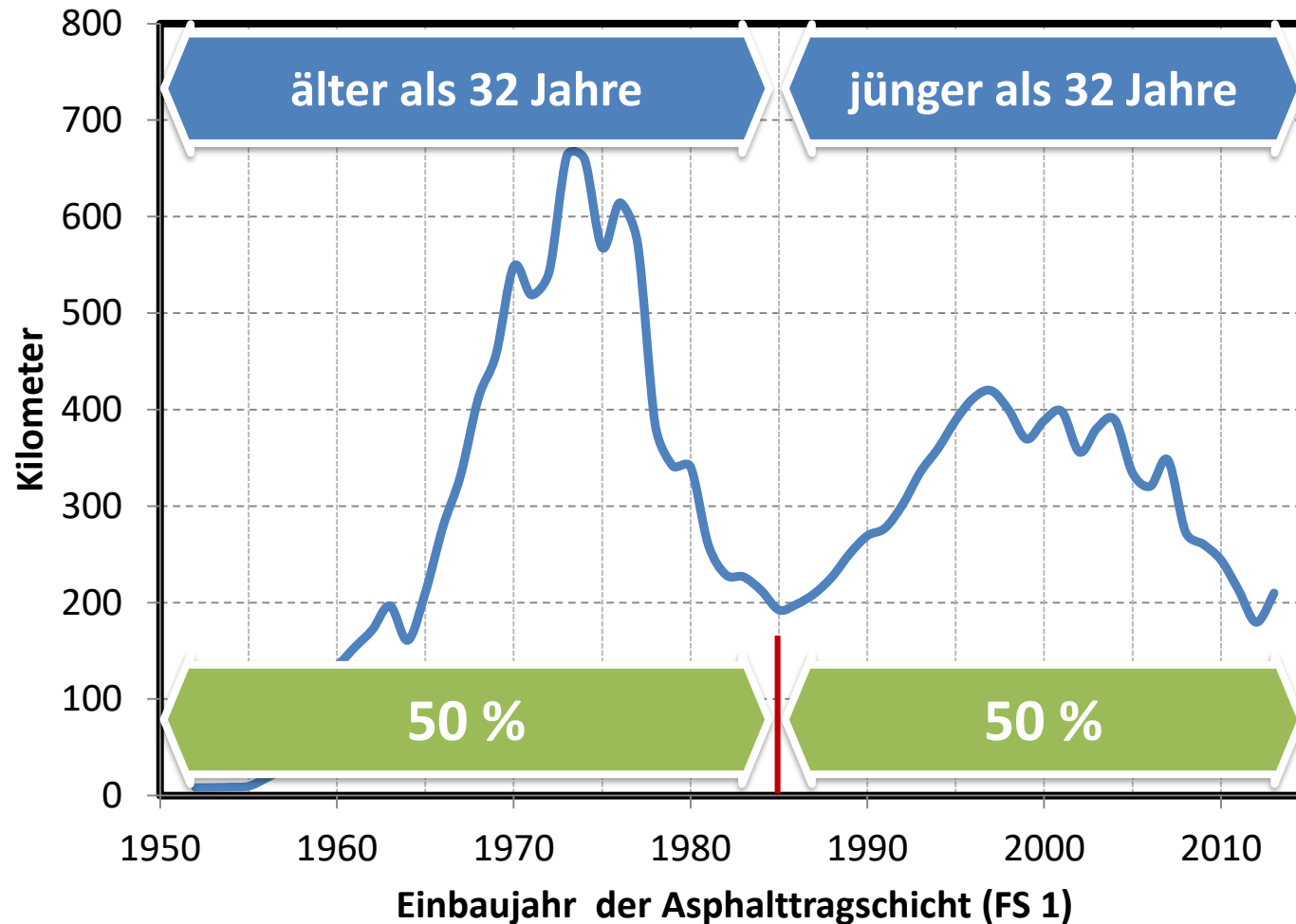
Wirtschaftlichkeit über den Lebenszyklus



Wirtschaftlichkeit über den Lebenszyklus



Nutzungsdauerbetrachtungen



Auswertung basiert auf Aufbaudatenbank der BAB

Zusammenfassung

- die Bewertung von Bau- und Erhaltungsmaßnahmen ist anhand von **Lebenszyklusbetrachtungen** zu vollziehen
- hierzu sind **Performance-Anforderungen** von hoher Bedeutung
- **probabilistische Ansätze** sind erforderlich, um Streuungen im Material und Aufbau berücksichtigen zu können
- dabei ist die Berücksichtigung von **Restpotenzialen** und **Restsubstanzen** erforderlich

Zusammenfassung

- die **Verfügbarkeit** der Bundesautobahnen ist zum **wesentlichen Problem** des Straßenwesens geworden
- die Ursachen für die Beeinträchtigung der Verfügbarkeit liegen
 - in zeitweise und auf Korridore beschränkten Überlastungen
 - überwiegend aber in der **Anzahl und Dauer von Baustellen**
- essentielle Beiträge des Straßenbaus sollten
 - unnötige Baustillstände vermeiden
 - den Bauprozess beschleunigen
 - die Qualitäten und damit die Nutzungsdauern der Schichten und des Bauwerks steigern

Zusammenfassung

- hierzu sind auch von Bedeutung
 - Digitalisierung der Lieferketten und der Bauprozesse
 - eine weitergehende Bauprozessoptimierung
 - eine Fortentwicklung der Maschinentechnik
- ein **erhöhter finanzielle Aufwand zur Erstellung qualitativ höherwertiger Straßen** ist im Sinne einer gesamtwirtschaftlichen Bewertung sinnvoll
- die Erhaltungsplanung sowie jegliche Fortentwicklungen sollten sich am Ziel **sichere, verfügbare und wirtschaftliche Straßen** ausrichten