

Fortschritt der Wiederverwendung

Dipl.-Ing. Vedat Özipek

Johann Bunte Bauunternehmung SE & Co. KG



Inhalt

1. Gründe für die Überarbeitung von Regelwerken für die Wiederverwendung

2. Vorstellung der Überarbeitungsschwerpunkte

- Aufrechterhaltung von Klassifizierungen
- Regelungen bei fortlaufender Beschickung von Asphaltgranulathalden
- Anpassung der Berechnungsformeln für die maximal mögliche Zugabemenge
- Zugabe mehrerer Asphaltgranulate in einer Asphaltrezeptur

3. Zusammenfassung

Inhalt



Ergebnisse Arbeit der BG innerhalb des AA 7.8

Dank an die Kollegen:

Dipl.-Ing. Peter Breitbach

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Behle

Dr.-Ing. Horst-R. Milbradt

Dr.-Ing. Stefan Ludwig

Dipl.-Ing. Hans Schmidt

Dipl.-Ing. André Täube

TL AG-StB 25 Schlussentwurf 16.10.2024

M WA Schlussentwurf 16.10.2024

Gründe der Überarbeitung!

Ressourcenschonung

Klimaschutz

Nachhaltigkeit

**Reduzierung CO₂-
Emissionen**

**Verbesserung
Transparenz &
Praktikabilität**

**Anpassung an den
Stand der Technik**

**Anpassung an die
tägliche Arbeit am
Asphaltmischwerk**

Aktuelle M WA 2009/Fassung 13



Wanderhalde

**Es gab Gerüchte, dass die
Wanderhalde wandert.**



Mit Copilot erstellt

Umgang mit der Wanderhalde

Folgen:

- Negative Wahrnehmung durch zu vereinfachte Darstellung
- Ablehnung einer Wanderhalde durch den Auftraggeber
- Jede Halde erhält eine eigene Klassifizierung
- Jede Klassifizierung ist Grundlage für verschiedene Erstprüfungen

Fallbeispiel BAB A 24 Gudow 2015:

- Produktion von 57.000 t Asphalttragschicht (45 % - 50 % AG) - **27 erstellte Erstprüfungen aufgrund unterschiedlicher Haldenklassifizierungen**
- Abweichungen in den Merkmalsgrößen der 27 Erstprüfungen lagen allerdings nur im Zehntelbereich [M.-%].

Fortschritt

Neuer Abschnitt 4 Asphaltgranulatmanagement (M WA)

- 4.1 Voraussetzung für die stoffliche Eignung
- 4.2 Anforderung an die Gleichmäßigkeit
- 4.3 Anforderung an die Gewinnung, Annahme, Aufbereitung, Lagerung und Klassifizierung sowie den Einsatz des Asphaltgranulates an der Asphaltmischanlage
 - 4.3.1 Gewinnung, Annahme und Lagerung des Ausbauasphaltes
 - 4.3.2 Aufbereitung und Lagerung des Asphaltgranulates
 - 4.3.3 Klassifizierung des Asphaltgranulates
 - 4.3.4 Einsatz des Asphaltgranulates bei der Herstellung von Asphaltmischgut

Aktueller Sachstand M WA

M WA Ausgabe 2009/Fassung 2013, Anhang 1

Die Erstprüfung behält ihre Geltungsdauer, solange neu ermittelte Prüfergebnisse innerhalb der für die festgelegte Zugabemenge erlaubten **Spannweite** liegen. Dabei wird vorausgesetzt, dass sich die Mittelwerte der Ausgangsuntersuchungen in der **Mitte der erlaubten Spannweite** befinden.

...neue Prüfergebnisse müssen in **Spannweite** liegen? Spannweite ist Differenz zweier Merkmalsgrößen, wohl eher der Wertebereich gemeint!

Beispiel:

Bindemittelwerte zwischen 4,0 und 5,0 M.-%, Spannweite 1,0 M.-%; Neue Prüfergebnisse dürfen nur zwischen 4,0 und 5,0 M.-% liegen!

Anders gesagt: Überschreitung von 0,1 M.-% gleich neue Erstprüfung!!

Kriterien für die Aufrechterhaltung der Klassifizierung

Nachvollziehbare Dokumentation der Asphaltgranulat-Eigenschaften zur Aufrechterhaltung der Erstklassifizierung bei einer fortlaufend bestückten Asphaltgranulat-Halde

1. Kriterium: **Stoffliche Eigenschaften** – Grundvoraussetzung

- Überprüfung der bestehenden Kategorien und Eigenschaften für den angestrebten Verwendungszweck (Anforderungen TL Asphalt-StB)
- Eignung der Mittelwerte der Zusammensetzung für den angestrebten Einsatzzweck (s. o.)

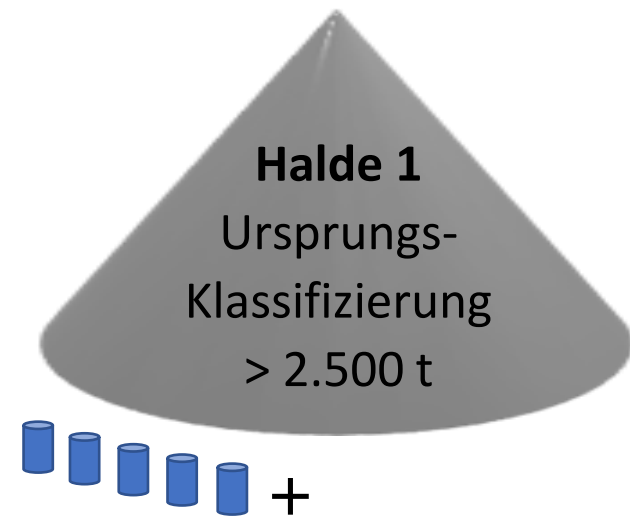
2. Kriterium: **Gleichmäßigkeit**

- Überprüfung der Spannweiten nach Ermittlung neuer Prüfergebnisse für die jeweiligen Merkmalsgrößen

3. Kriterium: **Verträglichkeit**

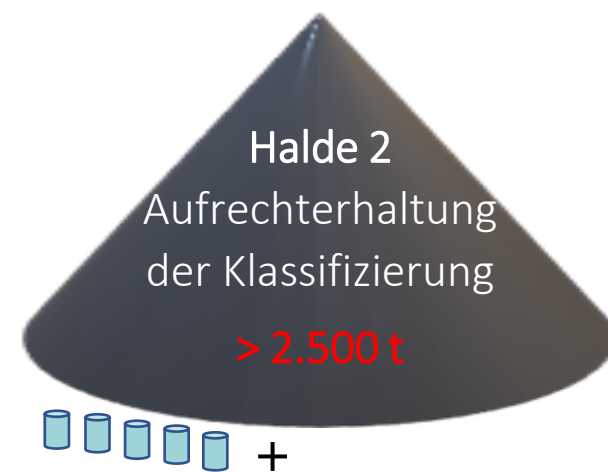
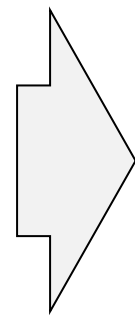
- Überprüfung der neu errechneten Mittelwerte für die einzelnen Merkmalsgrößen (mind. 5)
- neuer Mittelwert muss innerhalb des ursprünglichen **Wertebereiches** liegen (Konvention AA 7.8)
- Berechnung der neuen maximal möglichen Zugabemenge von Asphaltgranulat

Regelung zur Aufrechterhaltung



Je Merkmalsgröße ($n \geq 5$):

- Ausreißerbereinigung
- Ermittlung der stofflichen Eigenschaften
- Wertebereich $[x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
- Spannweite $a_{1,i}$
- Mittelwerte $\bar{x}_{1,i}$



Je Merkmalsgröße ($n \geq 5$):

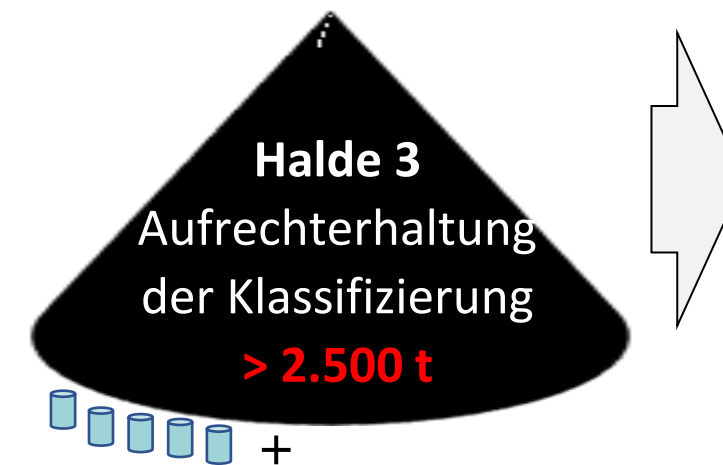
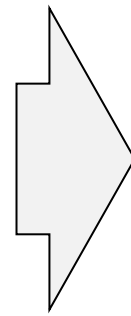
- Ausreißerbereinigung
- Ermittlung der stofflichen Eigenschaften
- Spannweite $a_{2,i}$
- Mittelwerte $\bar{x}_{2,i}$

Bildung der neuen Mittelwerte und Spannweiten:

Nur Berücksichtigung der Werte aus Halde 2

Überprüfungen im Vergleich zur Ursprungs-Klassifizierung

1. Einhaltung der Stofflichen Eigenschaften der Halde 1
2. Verträglichkeit $\bar{x}_{2,i} \in [x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
3. Berechnung der maximal möglichen Zugabemengen $Z_{2,i}$



Je Merkmalsgröße ($n \geq 5$):

- Ausreißerbereinigung
- Ermittlung der stofflichen Eigenschaften
- Spannweite $a_{3,i}$
- Mittelwerte $\bar{x}_{3,i}$

Bildung der neuen Mittelwerte und Spannweiten:

Nur Berücksichtigung der Werte aus Halde 3

Überprüfungen im Vergleich zur Ursprungs-Klassifizierung

1. Einhaltung der Stofflichen Eigenschaften der Halde 1
2. Verträglichkeit $\bar{x}_{3,i} \in [x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
3. Berechnung der maximal möglichen Zugabemengen $Z_{3,i}$

- Neu-Klassifizierung bei Fehlschlagen einer Überprüfung aus den Überprüfungen 1. bis 2., ansonsten:
- jährliche Gültigkeitserklärung zur Aufrechterhaltung der Klassifizierung
- ... • Gültigkeit Erstprüfung nach TL Asphalt-StB max. 5 Jahre

Beispiel Fall 1

Einmalige Aufbereitung von Großmengen (Praxis)

Halde 1 aus Probenanzahl $n \geq 5$

Merkmal	$x_{\min,1,i}$	$x_{\max,1,i}$	$\bar{x}_{1,i}$	$a_{1,i}$	$Z_{1,i}$ (gewählt EP 50 %)
Bindemittelgehalt ACT	4,0	5,0	4,5	1,0	50,0 %

Überprüfung
1. Stoffliche Eigenschaften
2. Verträglichkeit $\bar{x}_{2,i} \in [x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
3. $Z_{2,i} > Z_{\text{Erstprüfung},i}$

Halde 2 aus Probenanzahl $n \geq 5$

Merkmal	$x_{\min,2,i}$	$x_{\max,2,i}$	$\bar{x}_{2,i}$	$a_{2,i}$	$Z_{2,i}$
Bindemittelgehalt ACT	4,3	5,1	4,7	0,8	62,5 %

Überprüfung (Halde 2)
- Aufrechterhaltung der Klassifizierung ok - keine neue Erstprüfung, <u>Mischanweisung anpassen</u>

Halde 3 aus Probenanzahl $n \geq 5$

Merkmal	$x_{\min,3,i}$	$x_{\max,3,i}$	$\bar{x}_{3,i}$	$a_{3,i}$	$Z_{3,i}$
Bindemittelgehalt ACT	4,2	5,3	4,5	1,1	45,4 %

Überprüfung (Halde 3)
- Aufrechterhaltung der Klassifizierung ok - Neue Erstprüfung

Beispiel Fall 2

Einmalige Aufbereitung von Großmengen (Praxis)

Halde 1 aus Probenanzahl $n \geq 5$

Merkmal	$x_{\min,1,i}$	$x_{\max,1,i}$	$\bar{x}_{1,i}$	$a_{1,i}$	$Z_{1,i}$ (gewählt EP 40 %)
Bindemittelgehalt AC T	4,0	5,0	4,5	1,0	50,0 %

Überprüfung
1. Stoffliche Eigenschaften
2. Verträglichkeit $\bar{x}_{2,i} \in [x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
3. $Z_{2,i} > Z_{\text{Erstprüfung},i}$

Halde 2 aus Probenanzahl $n \geq 5$

Merkmal	$x_{\min,2,i}$	$x_{\max,2,i}$	$\bar{x}_{2,i}$	$a_{2,i}$	$Z_{2,i}$
Bindemittelgehalt AC T	4,3	5,1	4,7	0,8	62,5 %

Überprüfung (Halde 2)
- Aufrechterhaltung der Klassifizierung ok - keine neue Erstprüfung, <u>Mischanweisung anpassen</u>

Halde 3 aus Probenanzahl $n \geq 5$

Merkmal	$x_{\min,3,i}$	$x_{\max,3,i}$	$\bar{x}_{3,i}$	$a_{3,i}$	$Z_{3,i}$
Bindemittelgehalt AC T	4,2	5,3	4,5	1,1	45,4 %

Überprüfung (Halde 3)
- Aufrechterhaltung der Klassifizierung ok - keine neue Erstprüfung , <u>Mischanweisung anpassen</u>

Regelung zur fortlaufenden Beschickung



Je Merkmalsgröße ($n \geq 5$):

- Ausreißerbereinigung
- Ermittlung der stofflichen Eigenschaften
- Wertebereich $[x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
- Spannweite $a_{1,i}$
- Mittelwerte $\bar{x}_{1,i}$

Je Merkmalsgröße ($n \geq 5$):

- Ausreißerbereinigung
- Ermittlung der stofflichen Eigenschaften
- Spannweite $a_{2,i}$
- Mittelwerte $\bar{x}_{2,i}$

Bildung der neuen Mittelwerte und Spannweiten:
Berücksichtigung des (der) jeweils hinzukommenden Werte(s) aus Halde 2, Verschiebung des „Fensters der einbezogenen 5 Werte“ um die Anzahl der (des) hinzukommenden Werte(s)

Überprüfungen im Vergleich zur Ursprungs-Klassifizierung

1. Einhaltung der Stofflichen Eigenschaften der Halde 1
2. Verträglichkeit $\bar{x}_{2,i} \in [x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
3. Berechnung der maximal möglichen Zugabemengen $Z_{2,i}$

Je Merkmalsgröße ($n \geq 5$):

- Ausreißerbereinigung
- Ermittlung der stofflichen Eigenschaften
- Spannweite $a_{3,i}$
- Mittelwerte $\bar{x}_{3,i}$

Bildung der neuen Mittelwerte und Spannweiten:
Berücksichtigung des (der) jeweils hinzukommenden Werte(s) aus Halde 3, Verschiebung des „Fensters der einbezogenen 5 Werte“ um die Anzahl der (des) hinzukommenden Werte(s)

Überprüfungen im Vergleich zur Ursprungs-Klassifizierung

1. Einhaltung der Stofflichen Eigenschaften der Halde 1
2. Verträglichkeit $\bar{x}_{3,i} \in [x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
3. Berechnung der maximal möglichen Zugabemengen $Z_{3,i}$

- Neu-Klassifizierung bei Fehlschlagen einer Überprüfung aus den Überprüfungen 1. bis 2., ansonsten:
- jährliche Gültigkeitserklärung zur Aufrechterhaltung der Klassifizierung
- ... • Gültigkeit Erstprüfung nach TL Asphalt-StB max. 5 Jahre

Fall 2: Laufende Aufbereitung von Kleinmengen

Beispiel Fall 3

Laufende Aufbereitung von Kleinmengen (Praxis)

Halde 1 Probe 1 - 5	$x_{\min,1,i}$	$x_{\max,1,i}$	$\bar{x}_{1,i}$	$a_{1,i}$	$Z_{1,i}$
Bindemittelgehalt AC T	4,0	5,0	4,5	1,0	50,0 %

Gewählte Zugabemenge EP:
$Z_{\text{Erstprüfung},i}$ = 40,0 %

	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6.1 / 6.2
Bindemittelgehalt AC T	4,0	4,4	4,5	4,6	5,0	5,0 / 3,9

Halde 1 Probe 2 – 6.1	$x_{\min,2,i}$	$x_{\max,2,i}$	$\bar{x}_{2,i}$	$a_{2,i}$	$Z_{2,i}$
Bindemittelgehalt AC T	4,4	5,0	4,7	0,6	83,3 %

Halde 1 Probe 2 – 6.2	$x_{\min,2,i}$	$x_{\max,2,i}$	$\bar{x}_{2,i}$	$a_{2,i}$	$Z_{2,i}$
Bindemittelgehalt AC T	3,9	5,0	4,5	1,1	45,4 %

Überprüfung
1. Stoffliche Eigenschaften
2. Verträglichkeit $\bar{x}_{2,i} \in [x_{\min,1,i}; x_{\max,1,i}]$
3. $Z_{2,i} > Z_{\text{Erstprüfung},i}$

Überprüfung
- Aufrechterhaltung der Klassifizierung ok - keine neue Erstprüfung, <u>Mischanweisung anpassen</u>

Überprüfung
- Aufrechterhaltung der Klassifizierung ok - keine neue Erstprüfung, <u>Mischanweisung anpassen</u>

Erst-Klassifizierung

Anhang 3.2: Beispiel zur Klassifizierung von Asphaltgranulat

Lagerplatz/Asphaltmischwerk:	<i>Firma Musterbau GmbH & Co. KG, Musterstadt...</i>
Bezeichnung des Asphaltgranulates (<i>U</i> RA <i>d/D</i>):	<i>22 RA 0/16.....</i>
Bezeichnung der Lagerhalde:	<i>Halde 1, Asphaltgranulat 0/16.....</i>
Größe der Halde:	ca. <i>2500</i> t
Herkunft des Asphaltgranulates (Baustelle):	<i>Baulos 0815, Bundesstraße B 88, bei Musterstadt ...</i>
Asphaltgranulat aus:	Fräsasph. DS und/oder BS ☒ Fräsasph. allgem. ☐ Aufbruchasphalt ☐
Datum der Klassifizierung:	<i>10.02.2023.....</i>
Nummer der Klassifizierung:	<i>K-MW-Musterstadt-22RA016-001-2023</i>

Asphaltgranulat

Merkmal	-	Prüfung	Vorinfo
Umweltverträglichkeit	Verwertungsklasse A ja ☒	☐	☒

Eigenschaft / Merkmalsgröße		Kategorie / Ergebnis								Prüfung	Vorinfo	
max. Stückgröße (<i>U</i>)		5	8	11	16	20	32	45	56	63	☒	-
Gehalt an Feinanteilen (<i>UF</i>)		<i>UF</i> ₃		<i>UF</i> ₅		<i>UF</i> ₉		<i>UF</i> ₁₅		<i>UF</i>_{NR}	☐	-
Gleichmäßigkeit		Größter Wert		Kleinsten Wert		Mittelwert		Spannweite a		-	-	
☐ Stück oder ☒ Kom	Bindemittelgehalt (<i>B</i>) [M.-%]	5,8		5,0		5,3		0,8		☒	-	
	Äqui-Schermoduletemperatur [° C]	69,4		65,4		67,2		4,0		☒	-	
	Anteil < 0,063 mm [M.-%]	13,2		8,9		11,6		4,3		☒	-	
	Anteil 0,063/2 mm [M.-%]	36,0		28,2		31,9		7,8		☒	-	
☒ Kom	Anteil > 2 mm [M.-%]	61,8		52,4		56,5		9,4		☒	-	
	Grobkornanteil*) [M.-%]	-		-		-		-		☐	-	
Rohdichte (ρ_{mv}) [g/cm ³]		2,613								☒	-	
Fremdstoffgehalt (F)		<i>F</i>₁			<i>F</i> ₅		<i>F</i> _{angabe}			☒	-	

*) bei Verwendung des Asphaltgranulates in SMA D

Gesteinskörnungen

Eigenschaft / Merkmalsgröße		Kategorie / Ergebnis								Prüfung	Vorinfo	
Stoffliche Kennzeichnung		-								-	-	
	Art der Gesteinskörnungen	Basalt, Füller, feine und grobe Gesteinskörnung								☒	☒	
	Art der Zusätze	keine								☒	☒	
Korngrößenverteilung		1,4D	D		GK **)	D/2	2 mm	0,125 mm	0,063 mm	-	-	
	Siebdurchgang [M.-%]	100		90,6		-	67,4	43,5	15,8	11,6	☒	-
	Obere Siebgröße [mm]	5,6	8	11,2			16	22,4	31,5	45	☒	☐
Kornform		-								-	-	
	Kornformkennzahl (SI)				SI ₂₀			SI ₅₀			☐	☒
	Plattigkeitskennzahl (FI)	FI ₁₅			FI ₂₀			FI ₅₀			☐	☐
Anteil gebrochener Körner (C)			C _{95/1}		C _{90/1}		C _{90/3}	C _{50/30}	C _{NR}		☐	☒
Widerstand gegen Zertrümmerung		-								-	-	
	Schlagzertrümmerung (SZ)		SZ ₂₂	SZ ₂₆		SZ ₃₂	SZ ₃₅	SZ _{NR}		☐	☒	
	LA-Koeffizient (LA)	LA ₂₀		LA ₂₅	LA ₃₀	LA ₄₀	LA ₅₀	LA _{NR}		☐	☐	
Polierwert (PSV)		PSV _{angabe} (42); (51)					PSV _{angabe}		PSV _{NR}		☐	☒
Frost-Widerstand		-								-	-	
	Wasseraufnahme (WA _{cm})									☒ ***)	☐	
	Widerstand gegen Frost (F)	F ₁			F ₄			F _{angabe}			☐ ***)	☐
	Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspr. [M.-%]	5 M.-%								☐ ***)	☐	

) bei Verwendung in SMA D: repräsentativer Siebdurchgang zur Berechnung des Grobkornanteils *) nur bei begründetem Zweifel

Bindemittel

Eigenschaft / Merkmalsgröße	Ergebnis	Prüfung	Vorinfo
Bindemittelart	<i>PmB</i>	-	☒
Äqui-Schermoduletemperatur [°C]	<i>67,2</i>	☒	-
Zugehöriger Phasenwinkel [°]	<i>73,3</i>	☒	-

Maximal mögliche Zugabemenge nach den TL Asphalt-StB Anhang B:

Gleichmäßigkeit	aktuelle maximal mögliche Zugabemenge <i>Z_i</i> für				
	AC T	AC 22 B S AC 16 B	AC 16 D S	SMA B	AC 16 TD
Maximal mögliche Zugabemenge (ohne <i>H_i</i>)	75,0	39,6	33,0	33,0	62,5
Maximal mögliche Zugabemenge (mit <i>H_i</i>)	90,0	43,6	33,0	33,0	68,8

Name (Ersteller) *M. Mustermann* Datum *10.02.2023*

„Erst-Klassifizierung“
Neu: mit Angaben zur Berechnung der Zugabemengen

Aufrechterhaltung der Klassifizierung (Gültigkeitserklärung)

Anhang 3.4: Beispiel zur Gültigkeitserklärung zwecks Aufrechterhaltung einer Asphaltgranulat-Klassifizierung für die Verwendung in Asphaltmischgut

Lagerplatz/Asphaltmischwerk:	Fa. Musterbau GmbH & Co. KG, Musterstadt
Bezeichnung des Asphaltgranulates (U RA d/D):	22 RA 0/16
Bezeichnung der Lagerhalde:	Halde 1, Asphaltgranulat 0/16
Größe der Halde:	ca. 3000 t
Herkunft des Asphaltgranulates (Baustelle):	Baulos 0820, Autobahn A 880, bei Musterstadt
Asphaltgranulat aus:	Fräsasph. DS und/oder BS ☒ Fräsasph. allgem. ☐ Aufbruchasphalt ☐
Datum der Überprüfung der Klassifizierung (Gültigkeitserklärung):	09.02.2024
Nummer der Überprüfung der Klassifizierung (Gültigkeitserklärung):	K-MW-Musterstadt.22RA016-001-2024
Datum der Klassifizierung:	10.02.2023
Nummer der Klassifizierung:	K-MW-Musterstadt-22RA016-001-2023

1. Stoffliche Eigenschaften

1.1 Asphaltgranulat

Merkmal	-				Prüfung	Vorinfo
Umweltverträglichkeit	Verwertungsklasse A ja ☒				☐	☒
Eigenschaft / Merkmalsgröße	Kategorie / Ergebnis				Prüfung	Vorinfo
max. Stückgröße (U)	5	8	11	16	22	☒
Gehalt an Feinanteilen (UF)	UF ₃	UF ₅	UF ₆	UF ₁₅	UF ₂₅	☐
Gleichmäßigkeit	Größter Wert	Kleinsten Wert	Mittelwert	Spannweite a	-	-
Bindemittelgehalt (B) [M.-%]	5,8	5,1	5,4	0,7	☒	-
Äqui-Schermoduletemperatur [°C]	69,4	65,3	67,1	4,1	☒	-
☐ Stück oder ☐ Korn	Anteil < 0,063 mm [M.-%]	12,4	9,2	11,9	3,2	☒
	Anteil 0,063/2 mm [M.-%]	37,8	29,1	32,4	8,7	☒
	Anteil > 2 mm [M.-%]	63,4	53,7	55,7	9,7	☒
	Grobkornanteil* [M.-%]	-	-	-	-	☐
Rohdichte (ρ _{mv}) [g/cm ³]	2,625				☒	-
Fremdstoffgehalt (F)	☒				☒	-

*) bei Verwendung des Asphaltgranulates in SMA D

1.2 Gesteinskörnungen

Eigenschaft / Merkmalsgröße		Ergebnis (Mittelwert)							Prüfung	Vorinfo
Stoffliche Kennzeichnung		-							-	-
	Art der Gesteinskörnungen	Basalt, Füller, feine und grobe Gesteinskörnungen							☒	☐
	Art der Zusätze	keine							☒	☐
Korngrößenverteilung		1,4 D	D	GK ^{**)}	D/2	2 mm	0,125 mm	0,063 mm	-	-
	Siebdurchgang [M.-%]	100	91,8		63,7	44,3	18,3	11,9	☒	-
	Obere Siebgröße [mm]	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	☒	☐
Kornform		-							-	-
	Kornformkennzahl (SI)	SI₁₀		SI ₂₀		SI ₅₀			☐	☒
	Plattigkeitskennzahl (FI)	FI ₁₅		FI ₂₀		FI ₅₀			☐	☐
Anteil gebrochener Körner (C)		C_{0/0,075}	C _{0/0,1}	C _{0/0,1}	C _{0/0,1}	C _{0/0,1}	C _{0/0,1}	C _{NR}	☐	☒
Widerstand gegen Zertrümmerung		-							-	-
	Schlagzertrümmerung (SZ)	SZ₁₀	SZ ₂₂	SZ ₂₀	SZ ₃₂	SZ ₃₅	SZ _{NR}		☐	☒
	LA-Koeffizient (LA)	LA ₂₀	LA ₂₅	LA ₃₀	LA ₄₀	LA ₅₀	LA _{NR}		☐	☐
Polierwert (PSV)		PSV _{angegoben} (42); 48 ; (51)				PSV _{angegoben}		PSV _{NR}	☐	☒
Frost-Widerstand		-							-	-
	Wasseraufnahme (W _{cm})	W_{cm} 5							☒ ***)	☐
	Widerstand gegen Frost (F)	F ₁		F ₄		F _{angegoben}			☐ ***)	☐
	Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspr. [M.-%]	5 M.-%							☐ ***)	☐
Die hier genannten Kategorien bzw. Ergebnisse (Mittelwerte) entsprechen weiterhin dem angestrebten Verwendungszweck der Klassifizierung.									Ja ☒	Nein ☐

) bei Verwendung in SMA D: repräsentativer Siebdurchgang zur Berechnung des Grobkornanteils * nur bei begründetem Zweifel

1.3 Bindemittel

Eigenschaft / Merkmalsgröße	Ergebnis (Mittelwert)	Prüfung	Vorinfo
Bindemittelart	PmB	-	☒
Äqui-Schermoduletemperatur [°C]	67,1	☒	
Zugehöriger Phasenwinkel [°C]	72,3	☒	
Die hier genannten Ergebnisse (Mittelwerte) entsprechen weiterhin dem angestrebten Verwendungszweck der Klassifizierung.		Ja ☒	Nein ☐

****) nur in besonderen Fällen

2. Verträglichkeit des Asphaltgranulates (Mittelwertkriterium)

Verträglichkeit	Größter Wert der Klassifizierung	Kleinsten Wert der Klassifizierung	Aktueller Mittelwert	Prüfung	Vorinfo
Bindemittelgehalt (B) [M.-%]	5,8	5,0	5,4	☒	-
Äqui-Schermoduletemperatur [°C]	69,4	65,4	67,1	☒	-
Anteil < 0,063 mm [M.-%]	13,2	8,9	11,9	☒	-
Anteil 0,063/2 mm [M.-%]	36,0	28,2	32,4	☒	-
Anteil > 2 mm [M.-%]	61,8	52,4	55,7	☒	-
Grobkornanteil ^{*)} [M.-%]				☐	-
Die aktuellen Mittelwerte liegen für die Merkmale jeweils innerhalb des Wertebereiches der Klassifizierung:				Ja ☒	Nein ☐

*) bei Verwendung des Asphaltgranulates in SMA D **) bei Verwendung in SMA D: repräsentativer Siebdurchgang zur Berechnung des Grobkornanteils ****) nur bei begründetem Zweifel *****) nur in besonderen Fällen Phasenwinkel

3. Maximal mögliche Zugabemenge nach den TL Asphalt-StB Anhang B:

Gleichmäßigkeit	aktuelle maximal mögliche Zugabemenge Z _i für				
	AC T	AC B	AC D	SMA D, SMA B	AC TD
Maximal mögliche Zugabemenge (ohne H _i)	82,5	45,3	37,7	37,7	71,4
Maximal mögliche Zugabemenge (mit H _i)	99,0	49,8	37,7	37,7	78,6

Gültigkeitserklärung zur Aufrechterhaltung:

Die Aufrechterhaltung der Klassifizierung wird auf Grundlage der Ergebnisse der o. g. Einzelkontrollen (Punkte 1 und 2) bestätigt.

Mit den neuen Spannweiten für die Merkmalsgrößen ergeben sich die oben dargestellten maximalen Zugabemengen in Abhängigkeit von der Asphaltmischgutart mit/ohne Berücksichtigung des Faktors H_i nach den TL Asphalt-StB, Anhang B.

Name (Ersteller) Mustermann Datum 09.02.2023

Nachtrag zur ursprünglichen Klassifizierung

nach Ablauf eines Jahres dem Eignungsnachweis beizufügen

Anpassung der Berechnungsformeln

Aktuelle Regelung des M WA

$$Z_i = \frac{0,5 \times T_{zul,i}}{a_i} \times 100$$

Faktoren wurden zu Ende der 1990`er Jahre angenommen („Ausnutzungsgrad 50 %“)!

für AC T und AC TD (für alle Merkmale)
und für AC B und AC D (für EP RuK)

$$Z_i = \frac{0,33 \times T_{zul,i}}{a_i} \times 100$$

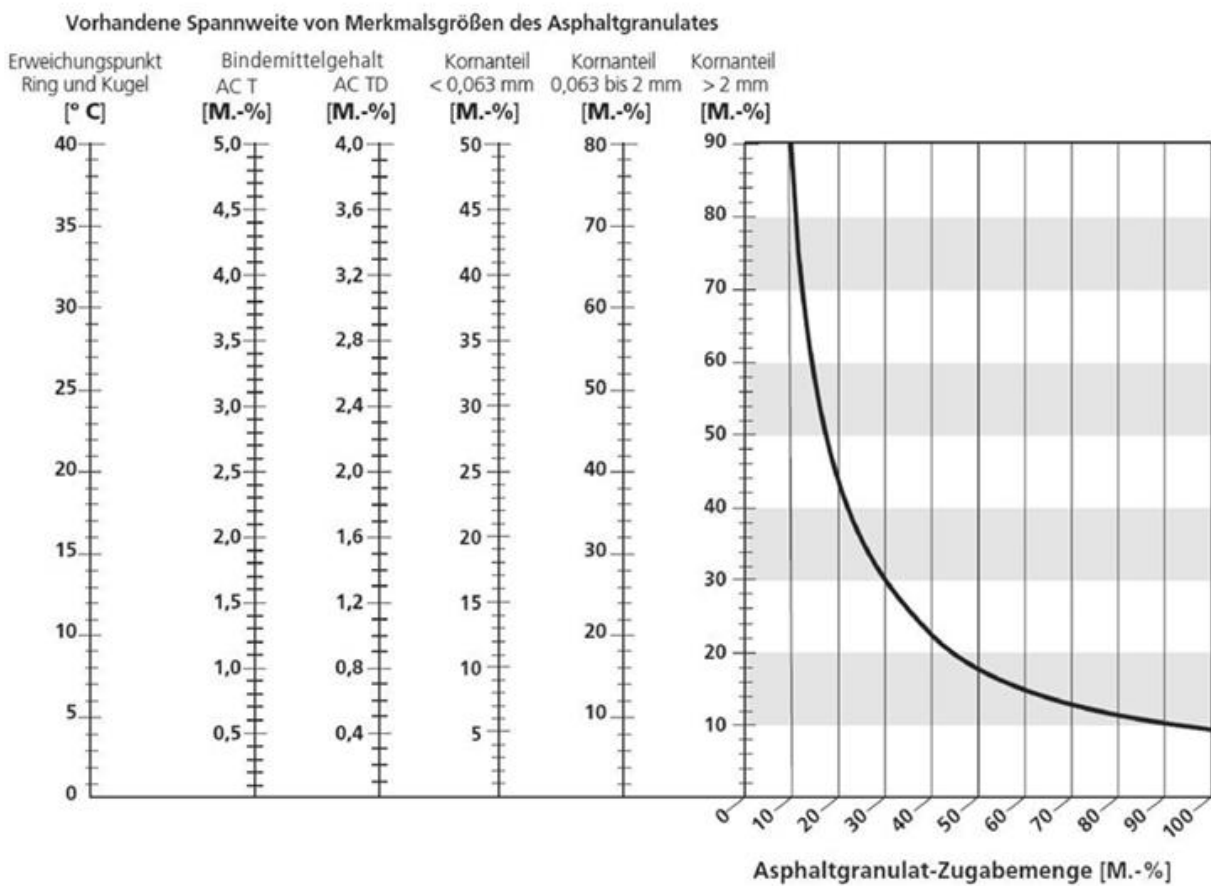
Faktoren wurden zu Ende der 1990`er Jahre angenommen („Ausnutzungsgrad 33 %“)!

für AC B und AC D (alle Merkmale außer EP RuK)

- mit:**
- Z_i = mögliche Asphaltgranulat-Zugabemenge in M.-%
 - a_i = Spannweite des Merkmals (zwischen größtem und kleinstem Wert der ausreißerbereinigten Messreihe)
 - $T_{zul,i}$ = Gesamttoleranz des Merkmals (siehe Tab. D.1, TL Asphalt-StB)

Merkmal		T _{zul}	
		Asphaltemischgut für Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragdeckschichten	Asphaltemischgut für Asphalttragschichten
Erweichungspunkt Ring und Kugel	[°C]	8	8
Bindemittelgehalt	[M.-%]	0,8	1,0
Kornanteil < 0,063 mm	[M.-%]	6,0	10,0
Kornanteil 0,063 bis 2 mm	[M.-%]	16,0	16,0
Kornanteil > 2 mm	[M.-%]	16,0	18,0

Abgeleitet von, aber nicht gleichbedeutend mit den Mischguttoleranzen!



Beispiel

Wechselwirkung Toleranzen / Spannweiten
Kriterium Bindemittelgehalt an AC T

$$Z_i = \frac{0,5 * Tzul, i}{a_i} * 100$$

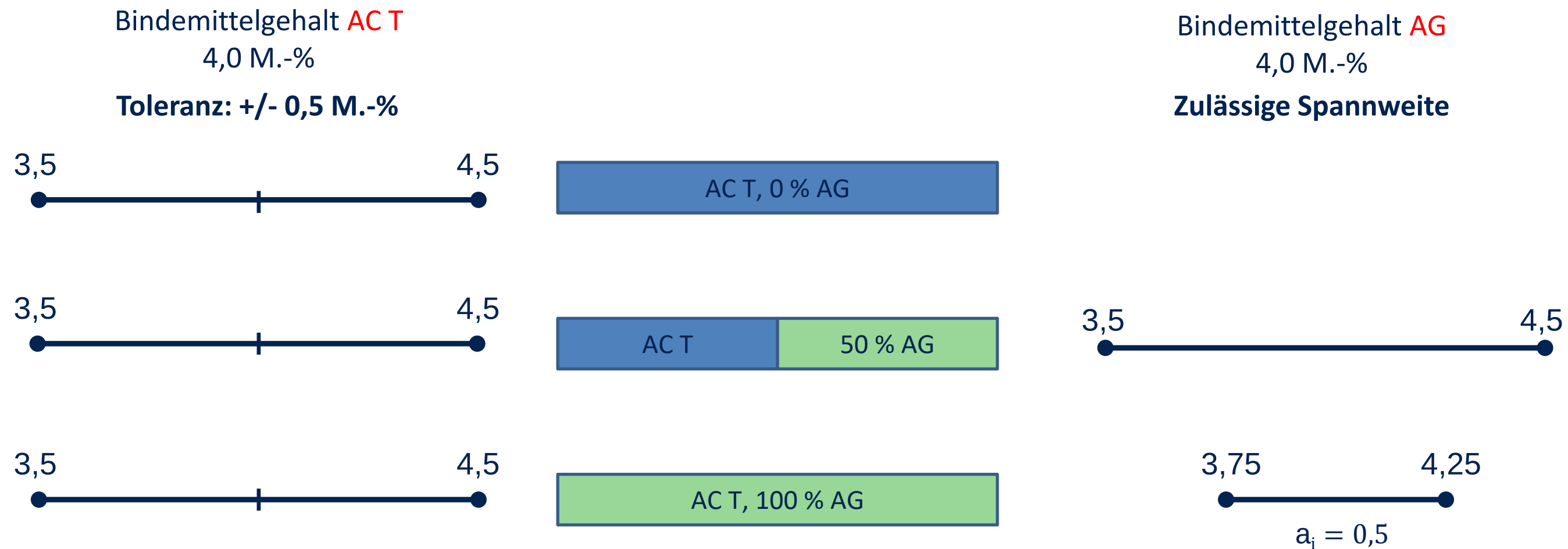
$$Z_i = 100$$

$$a_i = 0,5 * Tzul, i$$

$$a_i = 0,5$$

Beispiel („überspitzt“)

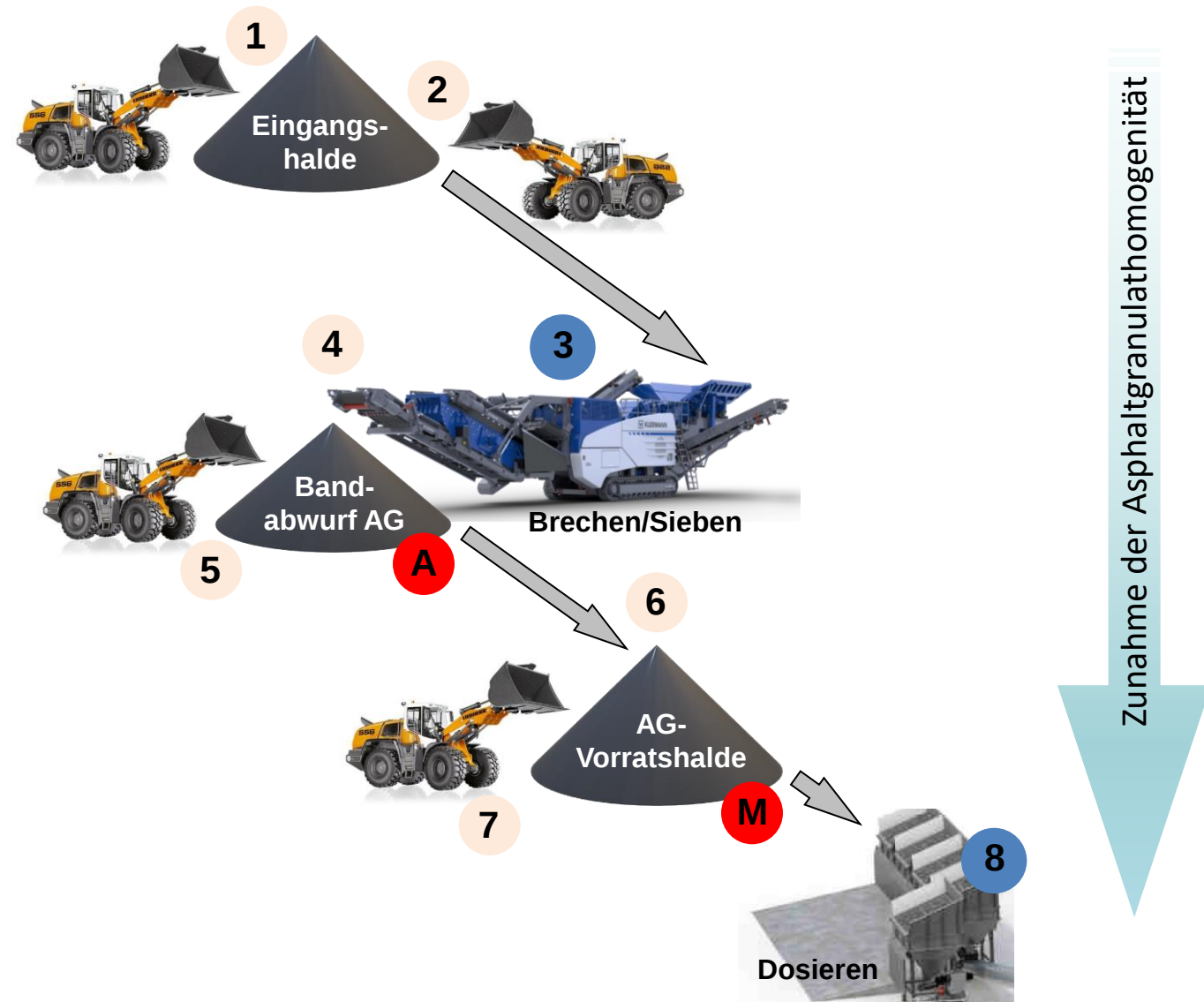
Wechselwirkung Toleranzen / Spannweiten Kriterium Bindemittelgehalt an AC T



Ist das noch sinnhaft?

Was ist mit der Homogenisierungsbetrachtung?

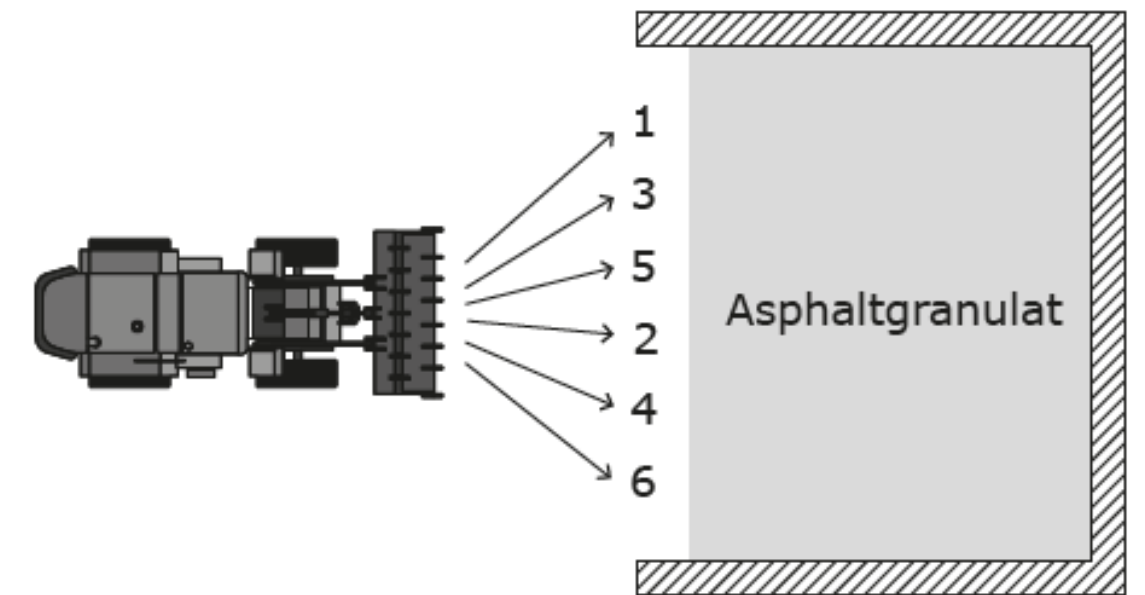
Prozessschritte mit Homogenisierung



Quellen: Radlader-Skizze Liebherr, Ehingen;
Brech-/Siebanlage-Skizze Kleemann, Göppingen

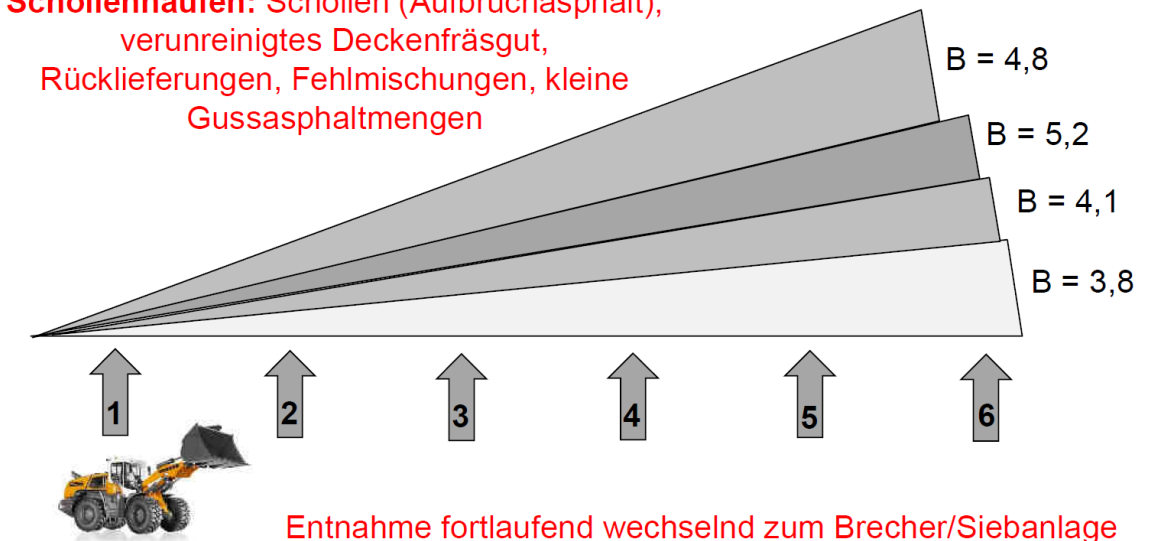
- Aufhaldung und Entnahme mit Ladegerät
- Vermischung in Maschinenaggregaten
- **A** Probenahme bei Asphaltgranulat-Herstellung
- **M** Probenahme bei Mischgutherstellung

Homogenisierung bei Entnahme



Beispiel Aufhaldung im „Sandwichverfahren“

Schollenhaufen: Schollen (Aufbruchasphalt),
verunreinigtes Deckenfräsgut,
Rücklieferungen, Fehlmischungen, kleine
Gussasphaltemengen



Anpassung der Berechnungsformeln

Begründung der neuen Faktoren

Faktor V_i (Vergleichmäßigungsfaktor)

Die Beurteilung der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulates (einzusetzende Asphaltgranulathalde mit eigener Klassifizierung) erfolgt sukzessive je 500 t während der Produktion des Asphaltgranulates durch eine repräsentative Probenahme am entstehenden Haufwerk. **Zur Kompensation der sich nach dem Probenahmezeitpunkt einstellenden und in den Merkmalsspannweiten nicht erfassten Vergleichmäßigungen** wird für die Formel zu Berechnung der Zugabemenge der neue Vergleichmäßigungsfaktor V_i eingeführt. [...]

Faktor H_i (Homogenisierungsfaktor)

Bei Anwendung der nachfolgenden speziellen **homogenitätsverbessernden verfahrenstechnischen Maßnahmen**:

- Zugabe **eines Asphaltgranulates über zwei oder mehrere Doseure** mit separater Nennung der Mehrfachdosierung im Erstprüfungsbericht
- Zugabe **mehrerer unterschiedlicher Asphaltgranulate** (z. B. fraktioniert) mit separater Klassifizierung und Nennung im Erstprüfungsbericht

Anpassung der Berechnungsformeln

Neue Faktoren

	V _i				H _i			
Asphaltmisch- gutart	AC T	AC B	AC TD	AC D, SMA D, SMA B S	AC T	AC B	AC TD	AC D, SMA D, SMA B S
Bindemittelgehalt	1,2	1,2	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0
Äqui- Schermodultemperatur	1,2	1,2	1,2	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0
sonstige Merkmalsgrößen	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0

Beispiel für neue Formel 1:

$$Z_i = \frac{V_i \times H_i \times 0,5 \times T_{zul,i}}{a_i} \times 100$$

mit:

a_i = Spannweite der jeweiligen Merkmalsgröße (Differenz zwischen größtem und kleinstem Messwert, ohne Ausreißer),

$T_{zul,i}$ = Gesamttoleranz des Merkmalsgröße gemäß TL Asphalt-StB (Tabelle D.1),

V_i = Vergleichmäßigungsfaktor,

H_i = Homogenisierungsfaktor,

Z_i = maximal mögliche Asphaltgranulat-Zugabemenge in M.-%

Beispiel NEU

Wechselwirkung Toleranzen / Spannweiten

Kriterium Bindemittelgehalt an AC T

$$Z_i = \frac{0,5 * 1,2 * 1,2 * Tzul_i}{a_i} * 100$$

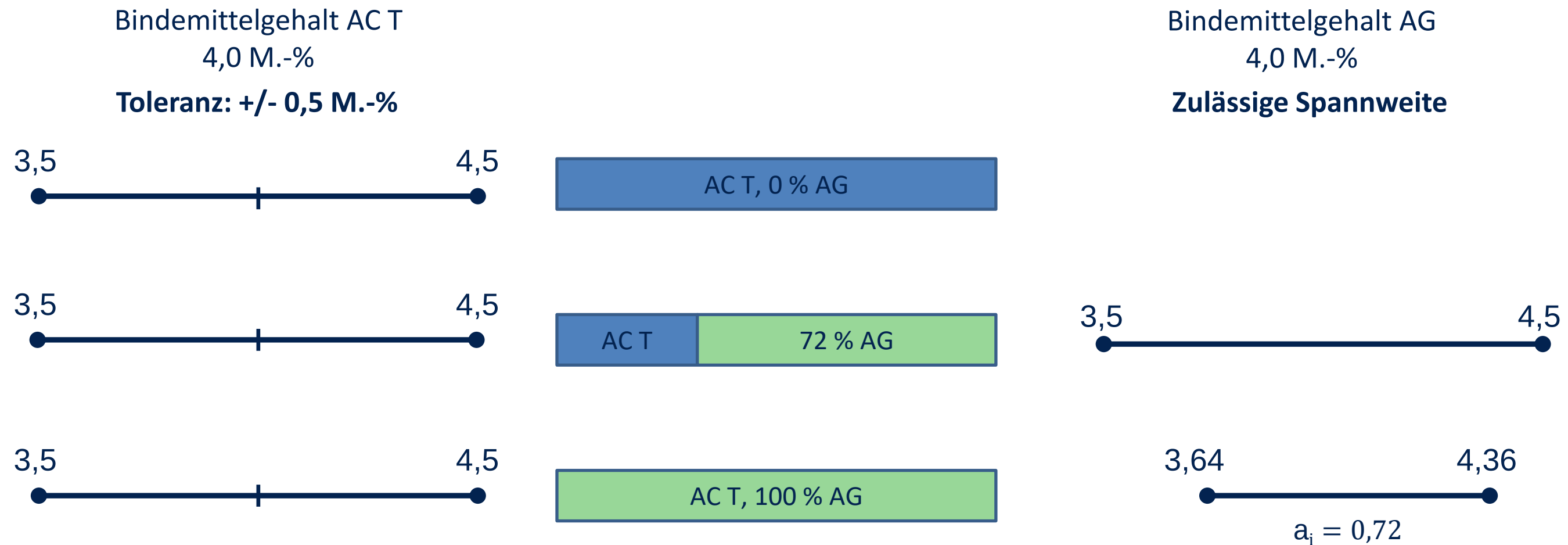
$$Z_i = 100$$

$$a_i = 0,72 * Tzul_i$$

$$a_i = 0,72$$

Beispiel NEU („überspitzt“)

Wechselwirkung Toleranzen / Spannweiten Kriterium Bindemittelgehalt an AC T



Zugabe mehrerer Asphaltgranulate

Rechenalgorithmus

Berechnungsschema für die Berücksichtigung von zwei Asphaltgranulaten nach TL Asphalt-StB, Anhang D.2

Klassifizierung von Asphaltgranulat nach TL AG-StB, Anhang 3.1	☐
Gültigkeitserklärung zur Aufrechterhaltung einer Asphaltgranulat-Klassifizierung nach TL AG-StB, Anhang 3.3	☐

Asphaltgranulat 1	
Lagerplatz/Asphaltmischwerk	
Bezeichnung des Asphaltgranulates (U RA d/D)	
Bezeichnung der Lagerhalde	
Größe der Halde (ca. in t)	
Herkunft des Asphaltgranulates (Baustelle)	
Asphaltgranulat aus	
Fräsasphalt DS und/oder BS	☐
Fräsasphalt allgemein	☐
Aufbruchasphalt	☐
Datum der Klassifizierung	
Nummer der Klassifizierung	
Im Falle einer Gültigkeitserklärung zur Aufrechterhaltung einer Asphaltgranulat-Klassifizierung:	
Datum der Überprüfung der Klassifizierung (Gültigkeitserklärung)	
Nummer der Überprüfung der Klassifizierung (Gültigkeitserklärung)	

Asphaltgranulat 2	
Lagerplatz/Asphaltmischwerk	
Bezeichnung des Asphaltgranulates (U RA d/D)	
Bezeichnung der Lagerhalde	
Größe der Halde (ca. in t)	
Herkunft des Asphaltgranulates (Baustelle)	
Asphaltgranulat aus	
Fräsasphalt DS und/oder BS	☐
Fräsasphalt allgemein	☐
Aufbruchasphalt	☐
Datum der Klassifizierung	
Nummer der Klassifizierung	
Im Falle einer Gültigkeitserklärung zur Aufrechterhaltung einer Asphaltgranulat-Klassifizierung:	
Datum der Überprüfung der Klassifizierung (Gültigkeitserklärung)	
Nummer der Überprüfung der Klassifizierung (Gültigkeitserklärung)	

Verfahrensschritte für Festlegung in TL Asphalt-StB XX, Anhang D2):

Deckblatt

Zugabe mehrerer Asphaltgranulate

Berechnungsschema für die Berücksichtigung von zwei Asphaltgranulaten nach
TL Asphalt-StB, Anhang D.2

Asphaltgranulat 1 (AG 1)						
Merkmal	Äqui-Scher- modultemp. [°C]	Bindemittel- gehalt [M.-%]	Kornanteil			Grobkorn* [M.-%]
			< 0,063 mm [M.-%]	0,063 - 2 mm [M.-%]	> 2 mm [M.-%]	
Probe 1	60,0	5,0	8,0	30,0	40,0	10,0
Probe 2	65,0	5,7	13,0	40,0	50,0	20,0
Probe 3	65,0	5,7	13,0	40,0	50,0	20,0
Probe 4	65,0	5,7	13,0	40,0	50,0	20,0
Probe 5	70,0	6,4	18,0	50,0	60,0	30,0
Mittelwert	65,0	5,7	13,0	40,0	50,0	20,0
Spannweite	10,0	1,4	10,0	20,0	20,0	20,0

Asphaltgranulat 2 (AG 2)						
Merkmal	Äqui-Scher- modultemp. [°C]	Bindemittel- gehalt [M.-%]	Kornanteil			Grobkorn* [M.-%]
			< 0,063 mm [M.-%]	0,063 - 2 mm [M.-%]	> 2 mm [M.-%]	
Probe 1	66,0	5,0	10,0	32,0	52,0	17,0
Probe 2	68,0	5,3	12,0	35,0	55,0	20,0
Probe 3	68,0	5,3	12,0	35,0	55,0	20,0
Probe 4	68,0	5,3	12,0	35,0	55,0	20,0
Probe 5	70,0	5,6	14,0	38,0	58,0	23,0
Mittelwert	68,0	5,3	12,0	35,0	55,0	20,0
Spannweite	4,0	0,6	4,0	6,0	6,0	6,0

100 % Asphaltgranulatgemisch aus AG 1 und AG 2						
Anteil AG 1	[%]	30				
Anteil AG 2	[%]	70				
Merkmal	Äqui-Scher- modultemp. [°C]	Bindemittel- gehalt [M.-%]	Kornanteil			Grobkorn* [M.-%]
			< 0,063 mm [M.-%]	0,063 - 2 mm [M.-%]	> 2 mm [M.-%]	
Mittelwert	67,1	5,4	12,3	36,5	53,5	20,0
Spannweite	5,8	0,8	5,8	10,2	10,2	10,2

Eingabefelder

* nur für den Einsatz in SMA D relevant, in allen anderen Fällen Zellen der Spalte leer lassen!

Auf Ebene der Einzelgranulate: Berechnung von **Mittelwerten** und **Spannweiten** nach bisheriger Vorgehensweise, jedoch Aufnahme der Merkmalsgröße „**Grobkornanteil**“ für SMA D

Berechnung der „**resultierenden**“ **Spannweiten** und der „**resultierenden**“ **Mittelwerte** des Asphaltgranulatgemisches im **Verhältnis der gewählten Zugabemengen** der einzelnen Granulate zueinander ($X + Y = 100\%$);
hier: 30 % AG 1 plus 70 % AG 2

Zugabe mehrerer Asphaltgranulate

Berechnungsschema für die Berücksichtigung von zwei Asphaltgranulaten nach
TL Asphalt-StB, Anhang D.2

Auswahlfeld für die Angabe Anzahl der eingesetzten Doseure
mindestens zwei Doseure
... für die Zugabe von Asphaltgranulat einer Asphaltgranulat-Klassifizierung

Asphaltgranulat 1 (AG 1)						
maximal mögliche Zugabemenge zu						
	AC T, AC TuB, AC AuB	AC B	AC TD	AC D, SMA D, SMA B S, AC ZuB	MA	
Äqui-Schermoduletemp. [°C]	57,6	48,4	52,8	40,0	48,0	
Bindemittelgehalt [M.-%]	51,4	22,6	39,3	18,9	18,9	
< 0,063 mm [M.-%]	60,0	21,8	33,0	19,8	29,7	
0,063 - 2 mm [M.-%]	48,0	29,0	44,0	26,4	26,4	
> 2 mm [M.-%]	48,0	29,0	44,0	26,4	26,4	
Grobkornanteil* [M.-%]				26,4		
maximale Zugaberate [M.-%]	48,0	21,8	33,0	18,9	18,9	

Asphaltgranulat 2 (AG 2)						
maximal mögliche Zugabemenge zu						
	AC T, AC TuB, AC AuB	AC B	AC TD	AC D, SMA D, SMA B S, AC ZuB	MA	
Äqui-Schermoduletemp. [°C]	144,0	121,0	110,0	100,0	100,0	
Bindemittelgehalt [M.-%]	120,0	52,8	91,7	44,0	44,0	
< 0,063 mm [M.-%]	150,0	54,5	82,5	49,5	74,3	
0,063 - 2 mm [M.-%]	160,0	96,8	146,7	88,0	88,0	
> 2 mm [M.-%]	160,0	96,8	146,7	88,0	88,0	
Grobkornanteil* [M.-%]				88,0		
maximale Zugaberate [M.-%]	100	52,8	82,5	44,0	44,0	

100 % Asphaltgranulatgemisch aus AG 1 und AG 2		
Anteil AG 1	[%]	30
Anteil AG 2	[%]	70

maximal mögliche Zugabemenge zu						
	AC T, AC TuB, AC AuB	AC B	AC TD	AC D, SMA D, SMA B S, AC ZuB	MA	
Äqui-Schermoduletemp. [°C]	99,3	83,4	91,0	69,0	69,0	
Bindemittelgehalt [M.-%]	85,7	37,7	65,5	31,4	31,4	
< 0,063 mm [M.-%]	103,4	37,6	56,9	34,1	51,2	
0,063 - 2 mm [M.-%]	94,1	56,9	86,3	51,8	51,8	
> 2 mm [M.-%]	94,1	56,9	86,3	51,8	51,8	
Grobkornanteil* [M.-%]				51,8		
maximale Zugaberate [M.-%]	85,7	37,6	56,9	31,4	31,4	

* gilt nur für SMA D entsprechend der vorgesehenen Asphaltmischgutsorte

fallweise Berücksichtigung
des Faktors H_i

	K_i				H_i			
Asphaltmischgutart	AC T	AC B	AC TD	AC D, SMA D, SMA B S	AC T	AC B	AC TD	AC D, SMA D, SMA B S
Bindemittelgehalt	1,2	1,2	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0
Erweichungspunkt Ring und Kugel	1,2	1,2	1,2	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0
sonstige Merkmalsgrößen	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0

Auf Ebene der Einzelgranulate: Berechnung der **der maximal möglichen Zugabemengen** je Merkmal unter automatischer Berücksichtigung des Faktors V_i
(Kennwerte der Einzelgranulate nur informativ)

Berechnung der maximal möglichen Zugabemengen durch Berücksichtigung der zuvor ermittelten „**resultierenden**“ **Spannweite** des Asphaltgranulatgemisches
Anwendung des Faktors H_i bei vorliegender Voraussetzung

Bindemittleigenschaften

ÄST statt EP RuK

Ermittlung der Äqui-Schermodultemperatur und Phasenwinkel
nach TP Bitumen-StB Teil 3 „DSR – BTSV“

	Straßenbaubitumen	Polymermodifiziertes Bitumen
Einzelwert	85°C	90°C
Einzelwert bei Vorinformation „Wachsmodifizierung“	102°C	102°C
Mittelwert	81°C	86°C
Mittelwert bei Vorinformation „Wachsmodifizierung“	98°C	98°C
	Werden diese Werte durch alterungsbedingte Oxidation des Bitumens überschritten, dürfen Rejuvenatoren nach H Re WA verwendet werden.	

Vorgehen in der Praxis (Asphaltmischwerk)

Szenario: Produktion von 2100 t AC 32 T S mit 50 % AG

	Anzahl	Untersuchungen
Voruntersuchungen	3	Chemische Analytik (PAK/Phenol)
	3	Fräsasphalt (KGV, Rohdichte, Bitumen)
Klassifizierung	5	Asphaltgranulat (KGV, Rohdichte, Bitumen)
Produktion	2-3	Asphaltgranulat (KGV, Rohdichte, Bitumen)
	1-2	Asphaltmischgut (KGV, Hohlraumgehalt, Bitumen)

13 + 3 Proben!

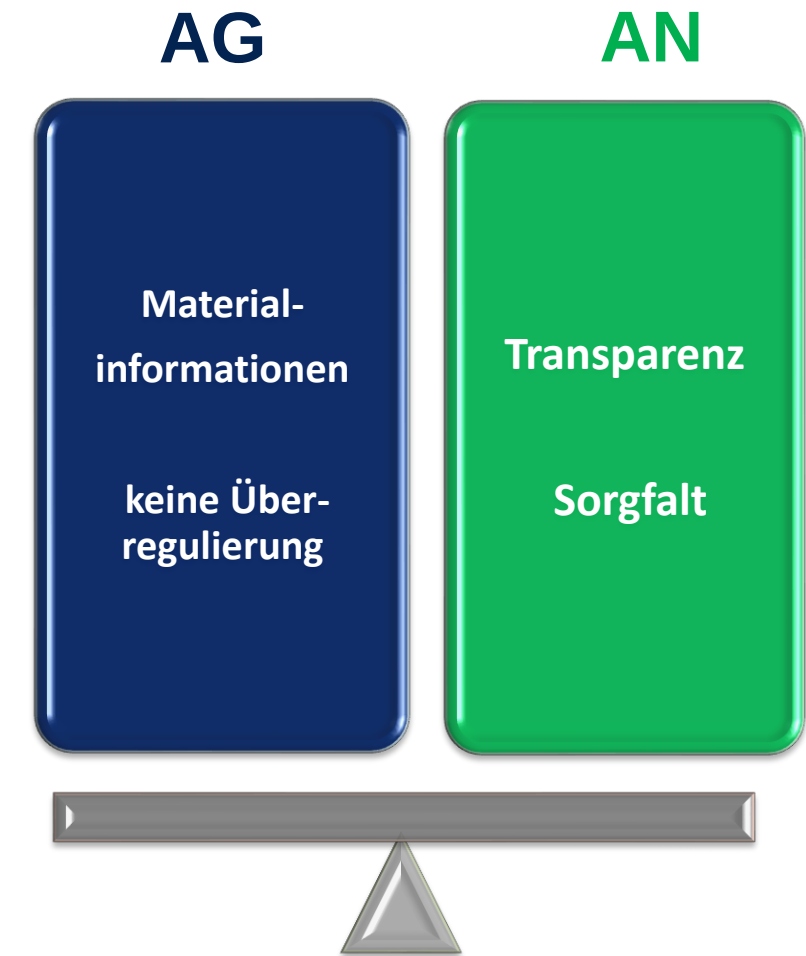
1 Probe zur Kontrollprüfung*

*i.d.R. alle 6.000 m² (bei Schichtdicke 14 cm 2.100 t)

Zusammenfassung

Wiederverwendung von Asphalt bietet großes Potential zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten (z.B. Ressourcenschonung usw.) unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit!

Regelwerke sollen Rahmen dafür bilden, Focus muss aber auf dem resultierenden Bauprodukt Asphaltemischgut liegen!



Realistische Regelungen bringen nachvollziehbare Prozesse, Transparenz schafft Vertrauen!

Ja, zum Asphaltgranulateinsatz ohne Vorbehalte!

Danke für die Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Vedat Özipek

Johann Bunte Bauunternehmung SE & Co. KG

