

Überprüfung der Toleranzen für Bindemittelgehalt und Korngrößenverteilung gemäß ZTV Asphalt-StB und ZTVT-StB

FA 7.178

Forschungsstelle: Technische Universität Braunschweig, Institut für Straßenwesen
Bearbeiter: Renken, P.
Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn
Abschluss: Juni 2001

1. Aufgabenstellung

Die Eigenschaften der Asphaltdecken werden durch die zweckmäßige Auswahl der Baustoffkomponenten und durch die Zusammensetzung des Asphaltmischgutes maßgeblich beeinflusst. Für die Zusammensetzung des Asphaltes in Deck- und Binderschichten geben die ZTV Asphalt-StB 94 bzw. für Trag-schichten die ZTVT-StB 95 einen Rahmen vor, an dem sich die Zusammensetzung des Asphaltmischgutes orientieren muss.

Die im Zuge der Kontrollprüfung festgestellten Zahlenwerte werden mit den Soll-Werten der Eignungsprüfung verglichen, wobei beim Soll-Wert/Ist-Wert-Vergleich Toleranzen berücksichtigt werden, welche sowohl die Streuungen bei der Probenahme und den Vertrauensbereich der Prüfverfahren als auch die arbeitsbedingten Ungleichmäßigkeiten beinhalten. Die Summe aus diesen Streuungen sind als Gesamttoleranzen in den ZTV Asphalt-StB 94 und den ZTVT-StB 95 festgelegt und müssen eingehalten werden.

Die Größen der festgeschriebenen Toleranzen geben oft Anlass zur kontroversen Diskussion, da naturgemäß Abweichungen von den Vorgabewerten einer sorgfältig abgestimmten Eignungsprüfung auch mit Qualitätseinbußen des eingebauten Asphaltes verbunden sein können. Nicht zuletzt wegen der Qualitätssicherung im Asphaltstraßenbau müssen daher auch Möglichkeiten der Einengung der Toleranzen in die Diskussion einbezogen werden. Diese Überlegungen sind schon wegen der ständigen Weiterentwicklung im Mischanlagenbau hinsichtlich der Präzision von Wiege-, Dosier- und Steuereinrichtungen begründet. Auch wird vermutet, dass die Asphalt-Prüftechnik verbessert werden könnte und daher mit einer erhöhten Präzision der

Verfahren zur Bestimmung des Bindemittelgehaltes und der Korngrößenverteilung gerechnet werden kann.

Ziel der durchgeführten Forschungsarbeit war die Erarbeitung einer möglichst genauen Schätzung der systematischen und zufallsbedingten Streuungen bei der Herstellung von Asphaltmischgut, der Probenahme, der Bereitstellung von Durchschnittsproben und aller weiteren Prüfungen im Laboratorium. Dazu waren zunächst die in der DIN 1996 Teile 6 und 14 festgelegten Präzisionen der Verfahren unter Wiederhol- und Vergleichbedingungen zu überprüfen. Gleichzeitig war zu klären, ob durch den Ort der Probenahme – Probenahme aus dem Mischguthaufwerk gemäß DIN 1996 Teil 2 an einer Mischanlage oder Probenahme aus dem bewegten Mischgutstrom am Fertiger direkt in den Probeneimer – die Präzision der Verfahren beeinflusst.

Gesamtziel der Untersuchungen war letztlich, die Gültigkeit der bisher formulierten Toleranzen zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Auch war zu überprüfen, ob sich die Art der Extraktion, Heißextraktion gemäß DIN 1996 Teil 6 oder Automaten-Extraktion, auf die Verfahrenspräzision bzw. auf den Zahlenwert der Merkmalsgrößen der Zusammensetzung auswirkt.

2. Untersuchungsmethodik

Die Forschungsarbeit wurde in mehreren Arbeitsschritten durchgeführt.

Zunächst wurde eine Datensammlung aus Kontrollprüfungen bzw. Eigenüberwachungsprüfungen angelegt. Im Rahmen dieser Datensammlung wurden für sechs gängige Walzasphaltarten/-sorten, nämlich AB 0/11, SMA 0/11 S, Abi 0/16, Abi 0/22 S und ATCS 0/32, Analysenwerte von Mischgutuntersuchungen unter systematischem Aspekt zusammengetragen. Dabei wurde die Herstellung einer Mischgutart/-sorte – natürlich nach unterschiedlichen Eignungsprüfungszeugnissen – an mindestens vier verschiedenen Mischanlagenstandorten betrachtet und aus jeder Produktionsvariante die Ergebnisse von sechs Mischgutanalysen gesammelt.

Diese sechs Mischgutanalysen wurden unter zwei Gesichtspunkten geordnet. Bei der einen Datenserie wurde darauf

geachtet, dass Mischgutanalysen aus möglichst einem, aber höchstens drei Produktionstagen für die Herstellung von Asphalt für eine einzige Baumaßnahme erfasst wurden (kontinuierliche Mischgutproduktion). Die andere Datenserie enthielt die entsprechenden Analysenwerte von verschiedenen Produktionstagen aus dem so genannten Tagesgeschäft (diskontinuierliche Mischgutproduktion).

Die Datensammlung diente der Überprüfung, in welcher Größenordnung sich überhaupt die Streuungswerte und die Abweichungen von den Soll-Vorgaben aus der Eignungsprüfung einstellen und ob die einzelnen in der Datensammlung einbezogenen Mischanlagenstandorte mit unterschiedlich großen Streuungen produzieren. Ein weiteres Ziel dieser Datensammlung war, eine Aussage darüber zu treffen, ob die kontinuierliche und die diskontinuierliche Mischgutproduktion auf unterschiedliche Werte für die Gesamttoleranzen führen.

Im nächsten Arbeitsschritt des Forschungsprojektes wurde für die sechs Mischgutarten/-sorten AB 0/11, SMA 0/11 S, Abi 0/16, Abi 0/22 S und ATCS 0/32 eine Ringanalyse durchgeführt. Zweck dieser Ringanalyse war die Ermittlung der Verfahrenspräzision bei der Bestimmung des Bindemittelgehaltes und der Kenngrößen der Korngrößenverteilung wie Füllergehalt, Sandgehalt, Splittgehalt größer 2 mm, Größtkornanteil und beim Splittmastixasphalt 0/11 S der Kornanteil größer 5 mm sowie bei dem ATCS 0/32 der Kornanteil größer 16 mm.

Die Probenahme für die Mischgutanalysen erfolgte sowohl am Haufwerk an der Mischanlage als auch im Bereich der Fertigerbohle an der Einbaustelle. Splittmastixasphalt und Asphaltbindermischgut 0/22 S wurden – natürlich nach unterschiedlichen Rezepturen – an mehreren Mischanlagenstandorten wiederholt hergestellt.

Von den für die Abwicklung der Ringanalyse nach Zufalls Gesichtspunkten ausgewählten 13 Prüfstellen führte je eine Hälfte die Mischgutextraktion nach dem Heißextraktionsverfahren gemäß DIN 1996 Teil 6, die andere Hälfte mittels Extraktions-Automaten durch.

Durch die planvolle Anlage der Ringanalyse konnten mit Hilfe der experimentell gewonnenen Analysendaten mehrere Fragestellungen gleichzeitig beantwortet werden:

- Existiert ein Einfluss aus der Extraktionsart auf das Extraktionsergebnis?
- Beeinflusst der Ort der Probenahme, Mischanlage oder Einbaubohele, die Verfahrenspräzision bzw. die Zahlenwerte der Ergebnisse?
- Produzieren die Mischanlagen mit unterschiedlichen Niveaus der Präzision? (Diese Frage kann streng genommen nicht abschließend beantwortet werden, da im Rahmen der Ringanalyse nur ein aktuelles "Produktionsfenster" beobachtet wurde und unbekannt bleiben musste, auf welchem Präzisionsniveau die Mischanlage einen oder auch mehrere Tage später hätte produzieren können.)
- Wie groß ist die Verfahrenspräzision für Einzelwerte, unter Wiederholbedingungen und unter Vergleichbedingungen zur Bestimmung des Bindemittelgehaltes und zur Bestimmung der Kennwerte der Korngrößenverteilung?
- Ist die Verfahrenspräzision von der Asphaltart/-sorte bzw. vom Größtkorndurchmesser des Asphaltes abhängig?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Verfahrenspräzision und dem Zahlenwert des Ergebnisses?

Während die Präzision eines Bestimmungsverfahrens wissenschaftlich einwandfrei mit Hilfe von Verfahren der mathematischen Statistik ermittelt werden kann, gelingt dieses für die Angabe einer Gesamttoleranz nicht, da für die Produktionszuverlässigkeit einer einzigen Mischanlage oder gar mehrerer keine Gauß'schen Normalverteilungskurven gewonnen werden können. Die herstellungsbedingten Streuungen wurden daher pragmatisch abgeleitet, wobei in den Fachgremien zu diskutieren sein wird, ob man sich an den maximalen Abweichungen der

Mischanlagenproduktion orientieren muss oder aber an einer "durchschnittlichen".

3. Untersuchungsergebnisse

Die Auswertung der Datensammlung lässt folgende zusammenfassende Beurteilung zu:

- Die Einhaltung einer Soll-Rezeptur gelingt bei einer kontinuierlichen Mischgutproduktion nicht zwangsläufig besser als bei einer diskontinuierlichen des so genannten Tagesgeschäftes. Die Streuungen und die absoluten Analysenwerte liegen für beide Produktionsarten auf vergleichbarem Niveau.
- Für die Merkmale Bindemittelgehalt und Füllergehalt wurden sogar bei der kontinuierlichen Mischgutproduktion größere Abweichungen vom Soll-Wert festgestellt.
- Beim Größtkornanteil wurden aber bei der diskontinuierlichen Mischgutproduktion größere Abweichungen festgestellt.

Die Auswertung der Ringanalyse erlaubt die folgende zusammenfassende Beurteilung:

- Die in DIN 1996 Teile 6 und 14 angegebenen Werte für die Verfahrenspräzision wurden in einigen wenigen Fällen erreicht, in den meisten Fällen aber deutlich unterschritten.
- Die Art der Extraktion beeinflusst den Zahlenwert des Füllergehaltes und des Sandgehaltes.
- Bei der Bestimmung des Bindemittelgehaltes wurden für das Rückgewinnungsverfahren gegenüber dem Differenzverfahren bessere Präzisionswerte festgestellt.
- Der Ort der Probenahme, Mischanlage oder Einbaubohele, wirkt sich praktisch nicht auf die Verfahrenspräzision aus. Allerdings werden für den Größtkornanteil bei der Probenahme aus der Einbaubohele kleinere Zahlenwerte und größere Vergleichstandardabweichungen gefunden.
- Es gibt Mischanlagen, die mit größeren Streuungen produzieren als andere Mischanlagen.
- Einige Mischanlagen können einen Vorgabewert aus einer Eignungsprüfung nur verhältnismäßig ungenau einhalten.

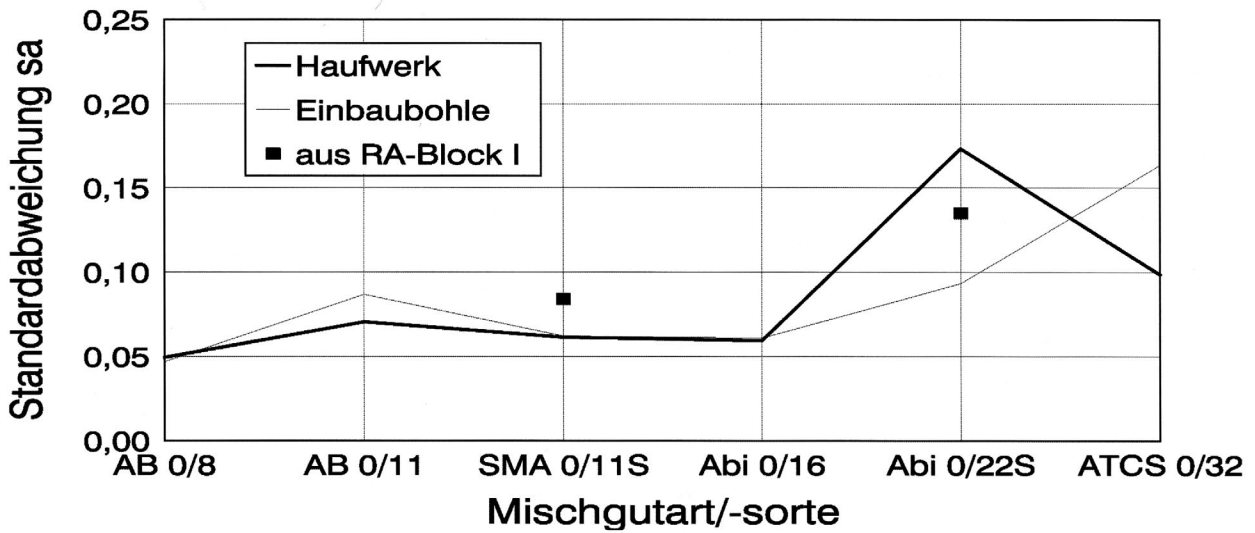
Die festgestellten Verfahrenspräzisionen, die Standardabweichungen s_a für Einzelwerte, die Wiederholstandardabweichungen s_r und Vergleichstandardabweichungen s_R für die Merkmalsgrößen Bindemittelgehalt, Füllergehalt, Sandgehalt, Splittgehalt größer 2 mm und Größtkornanteil sind in den Bildern 1 bis 5 dargestellt (Folgeseiten).

Diskussionsvorschläge für die Übernahme in das europäische Normenwerk zur Verfahrenspräzision enthalten die Tabellen 1 bis 6.

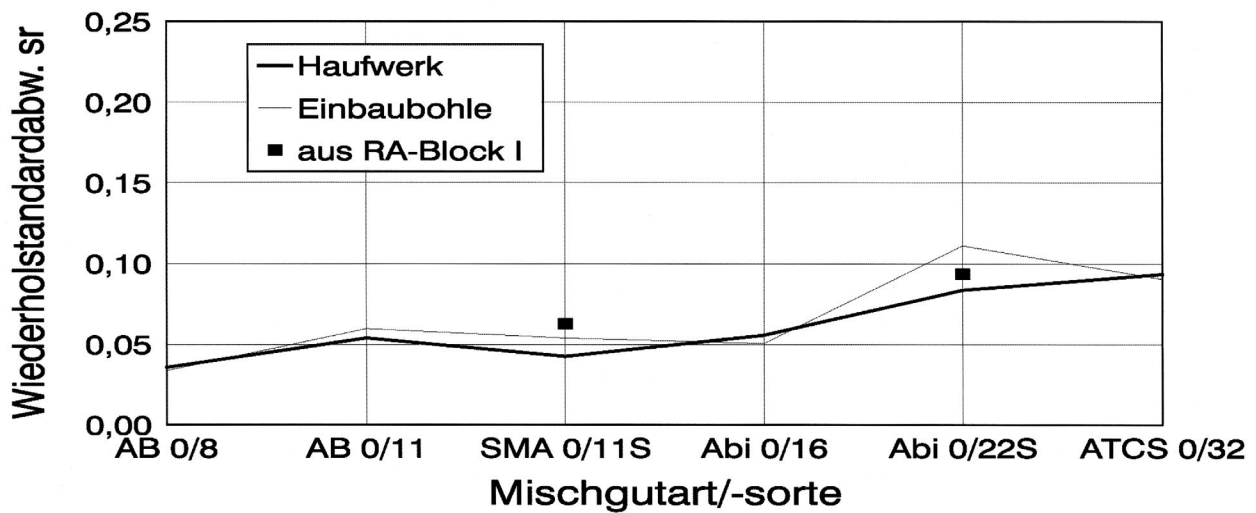
Tabelle 1: Vorschlag für die Verfahrenspräzision der Bestimmung des Bindemittelgehaltes

Standardabweichungen und Spannweiten		in Abhängigkeit von Asphaltart/-sorte			
		AB / SMA Abi	Abi 0/22 S	Asphalt- tragschicht	
für Einzelwerte	s_a	M.-%	0,07	0,15	0,15
kritische Spanne	d_a	M.-%	0,19	0,42	0,42
Wiederhol- bedingungen	s_r	M.-%	0,05	0,10	0,10
Wiederholgrenze	r	M.-%	0,14	0,28	0,28
Vergleich- bedingungen	s_R	M.-%	0,08	0,20	0,15
Vergleichgrenze	R	M.-%	0,22	0,55	0,42
Vertrauensbereich	$\pm q_{R1}$	M.-%	0,16	0,39	0,29

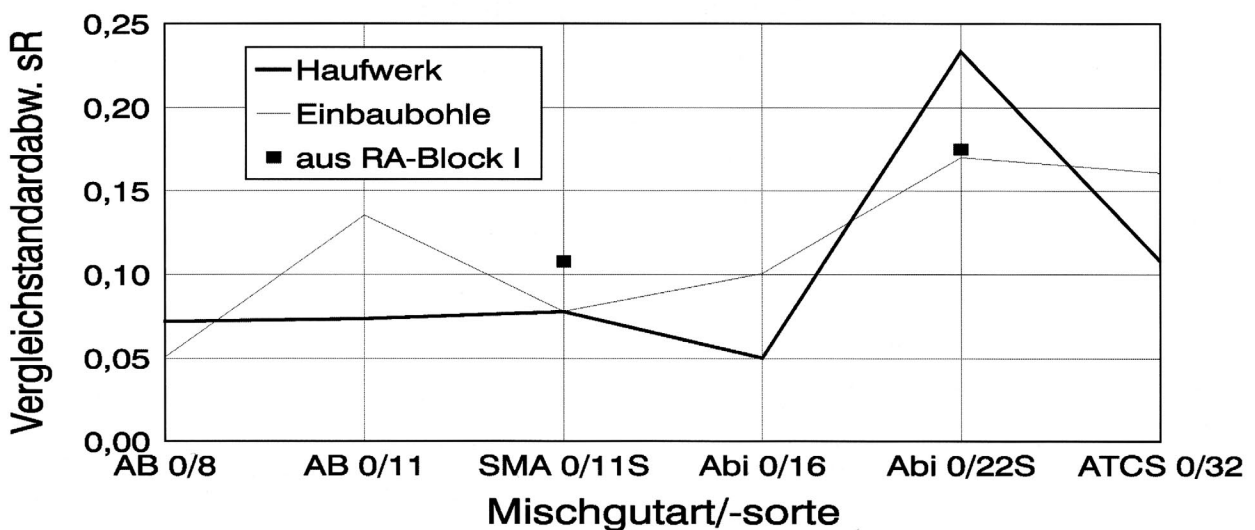
Bindemittelgehalt (W) - Sigma a



Bindemittelgehalt (W) - Sigma r

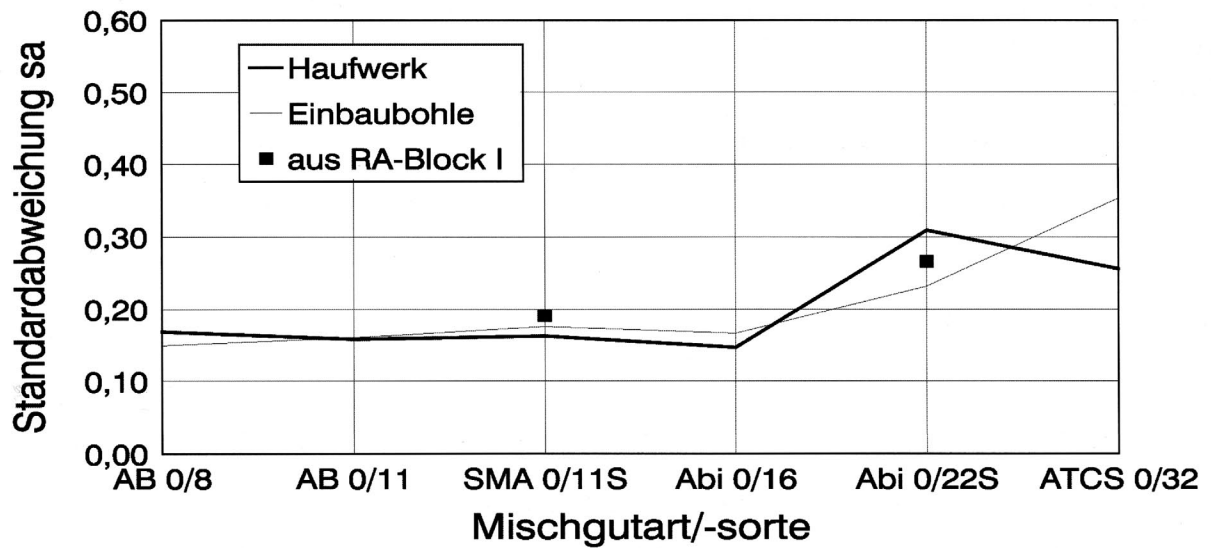


Bindemittelgehalt (W) - Sigma R

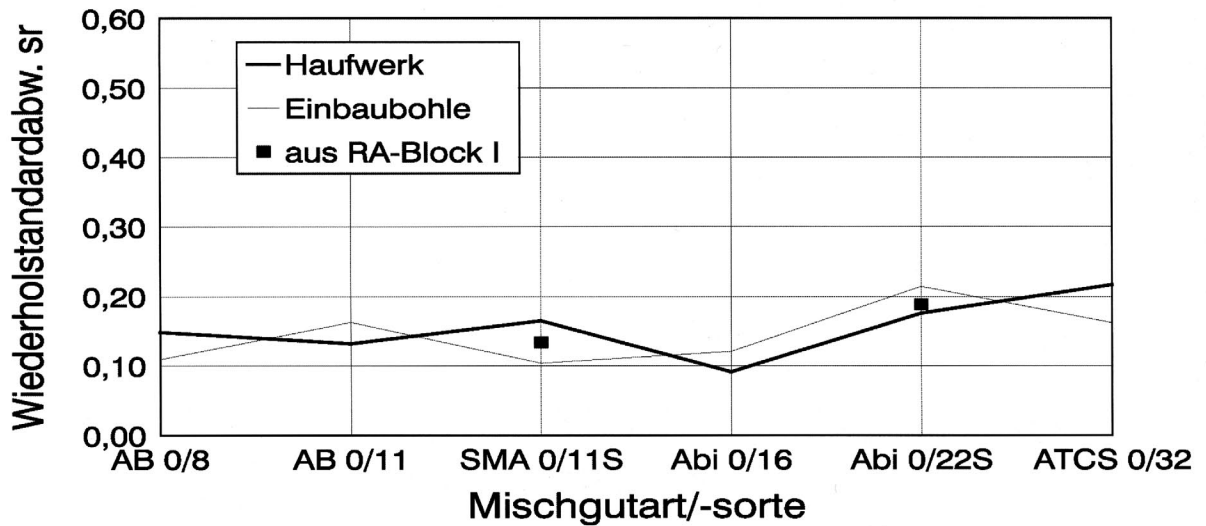


1: Standardabweichungen für Einzelwerte s_a , Wiederholstandardabweichungen s_r und Vergleichstandardabweichungen s_R für die Merkmalsgröße Gesamtbindemittelgehalt (Wiedergewinnungsverfahren)

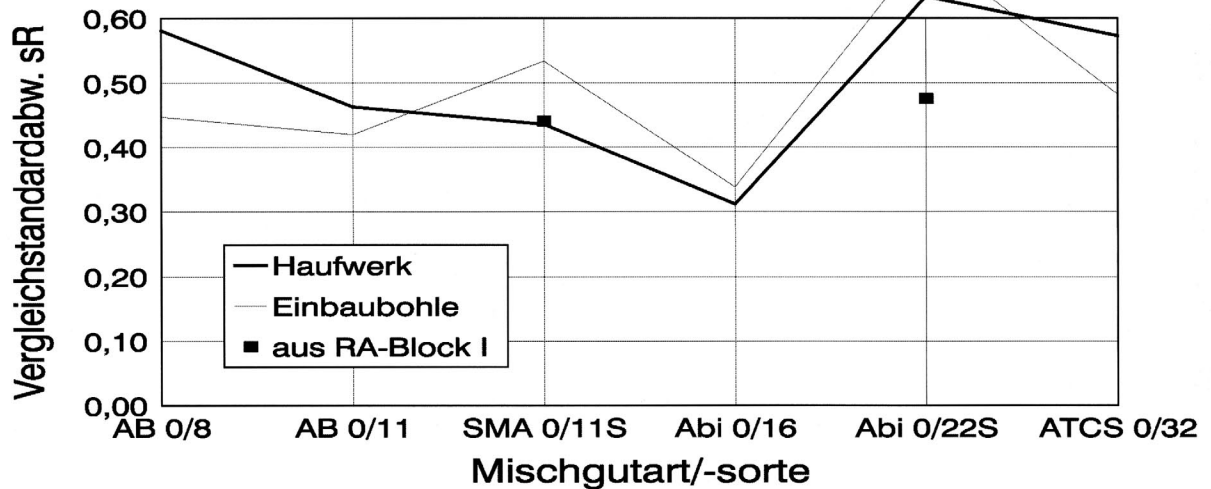
Füllergehalt - Sigma a



Füllergehalt - Sigma r

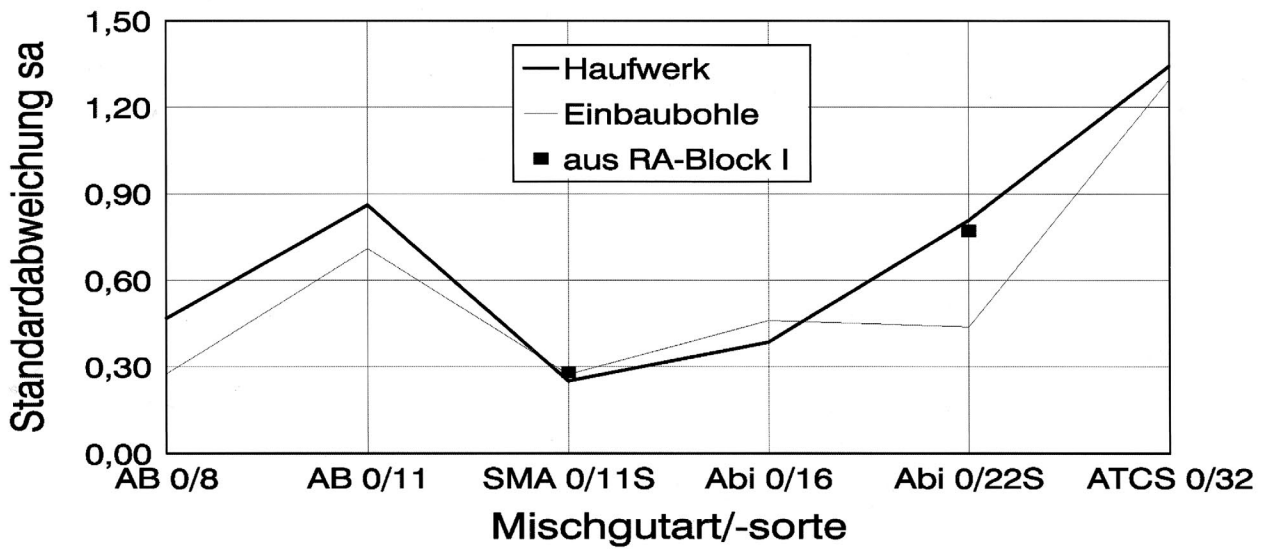


Füllergehalt - Sigma R

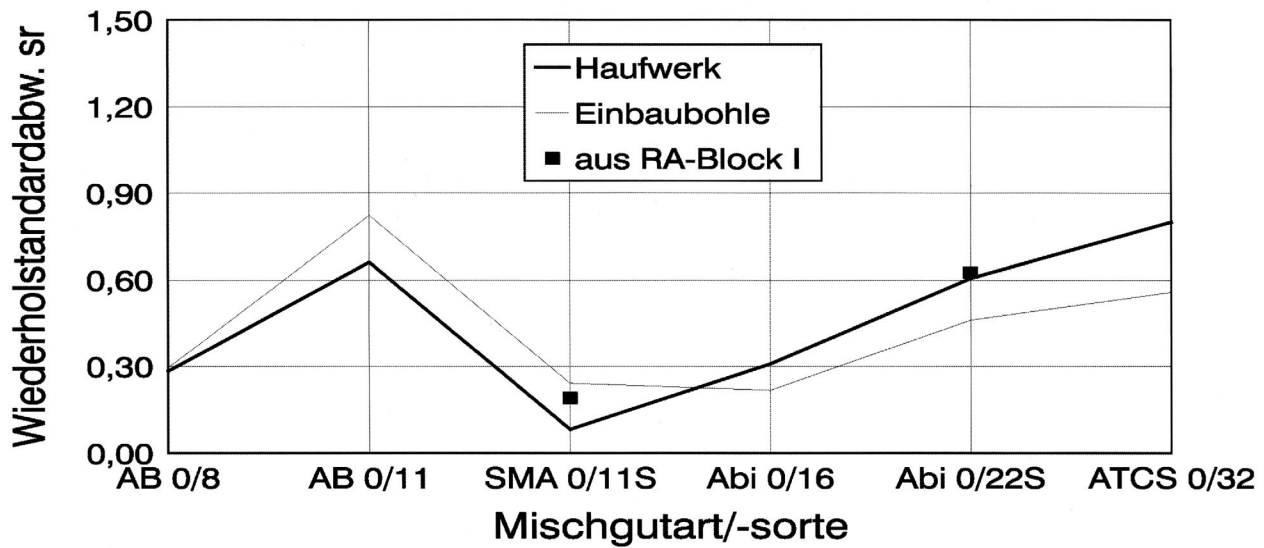


2: Standardabweichungen für Einzelwerte s_a , Wiederholstandardabweichungen s_r und Vergleichstandardabweichungen s_R für die Merkmalsgröße Füllergehalt

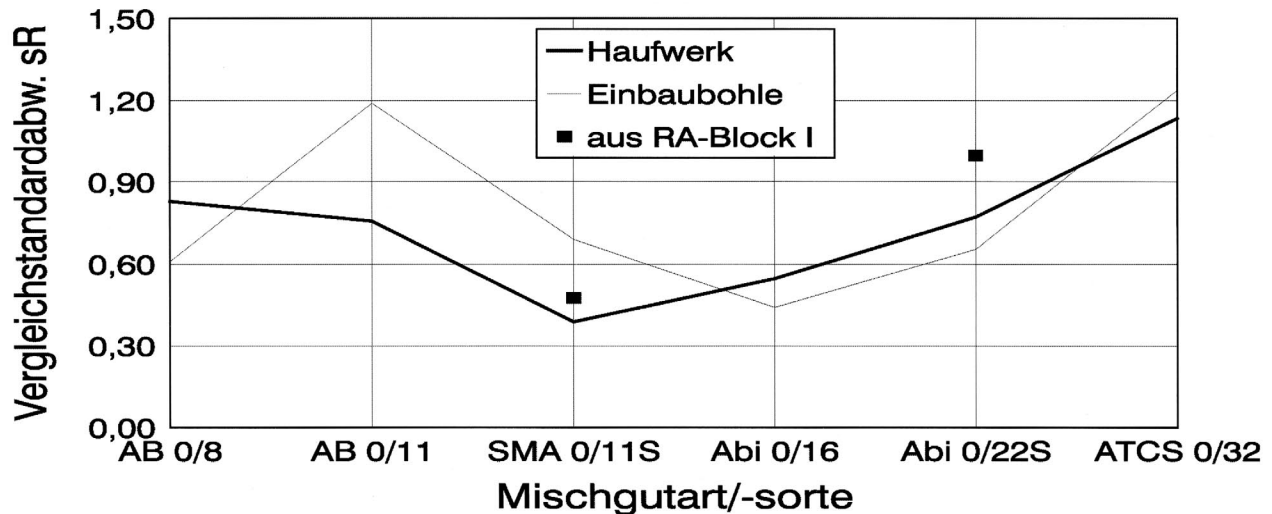
Sandgehalt - Sigma a



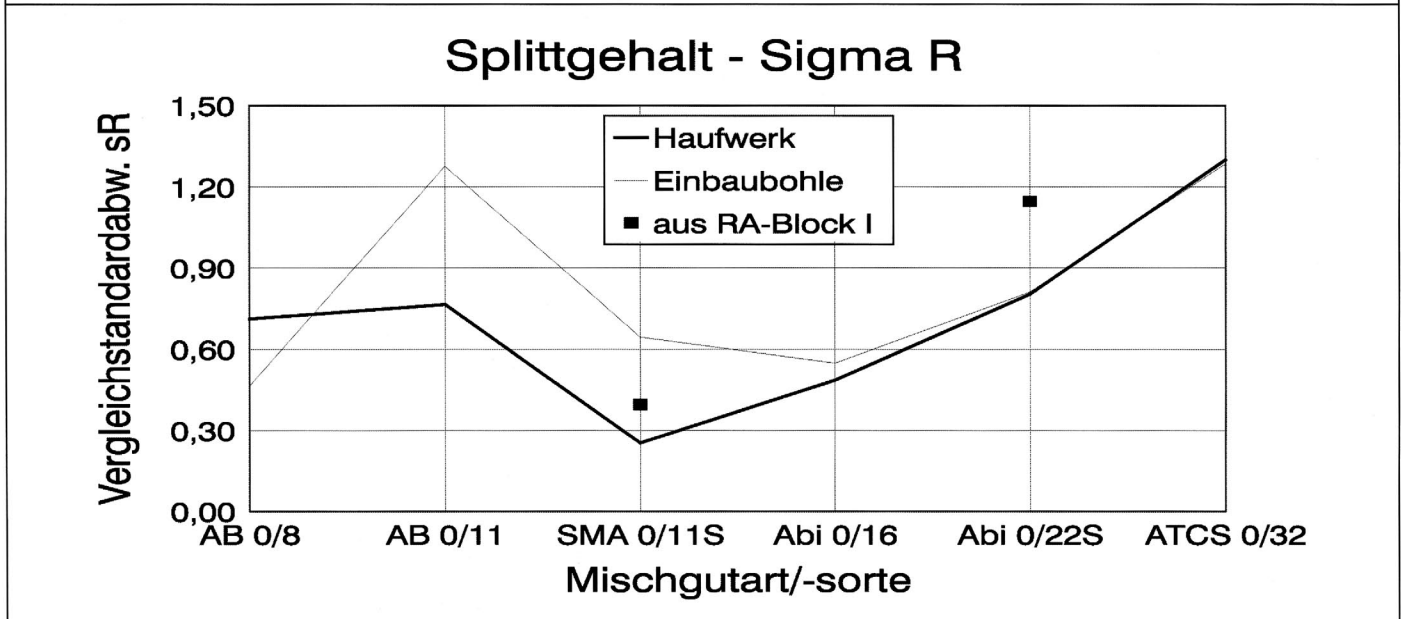
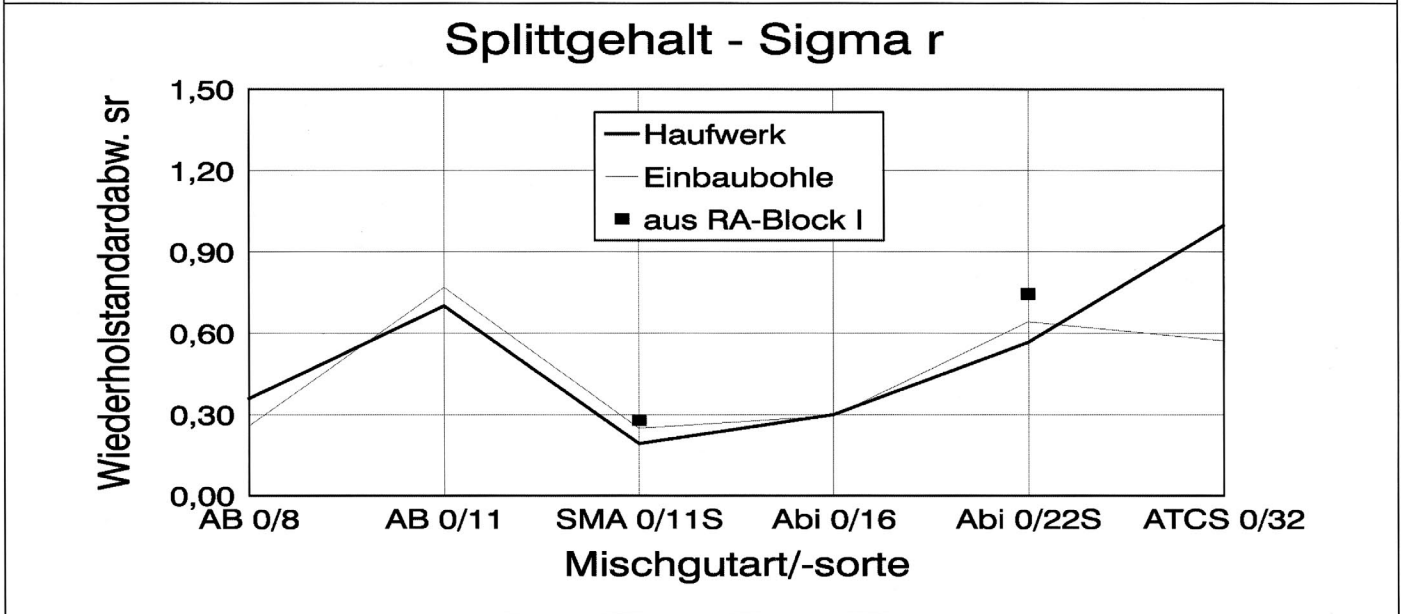
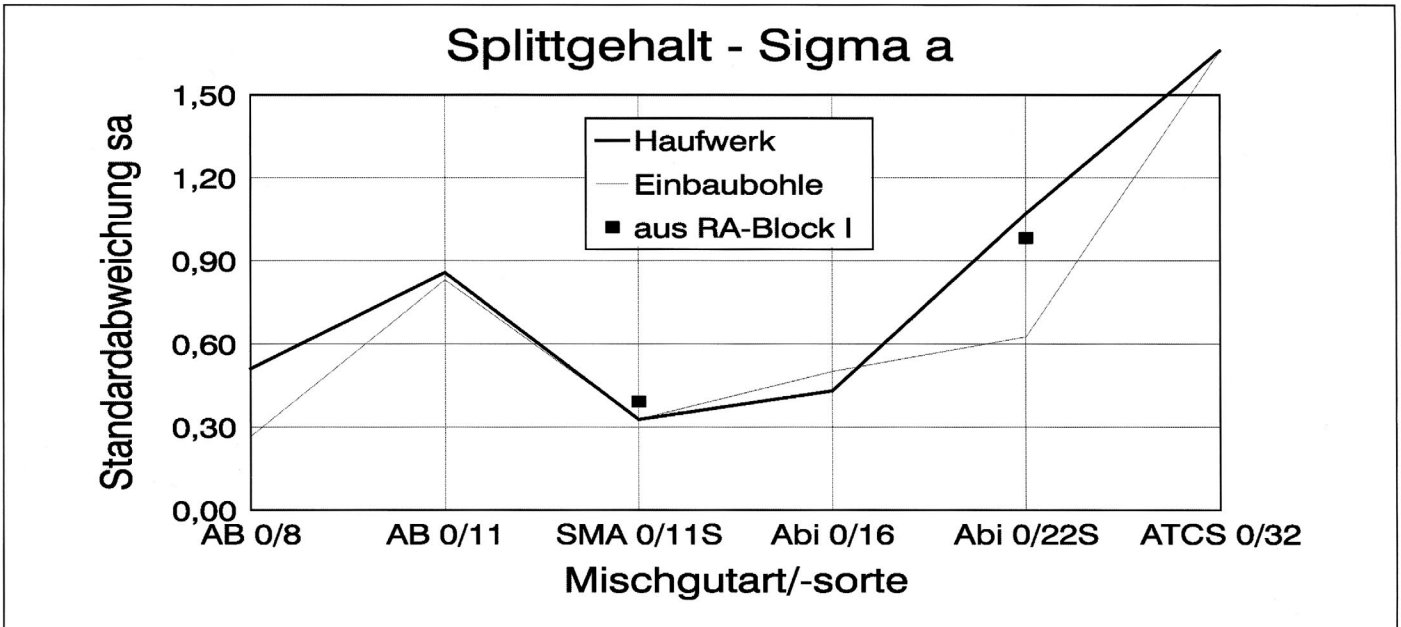
Sandgehalt - Sigma r



Sandgehalt - Sigma R

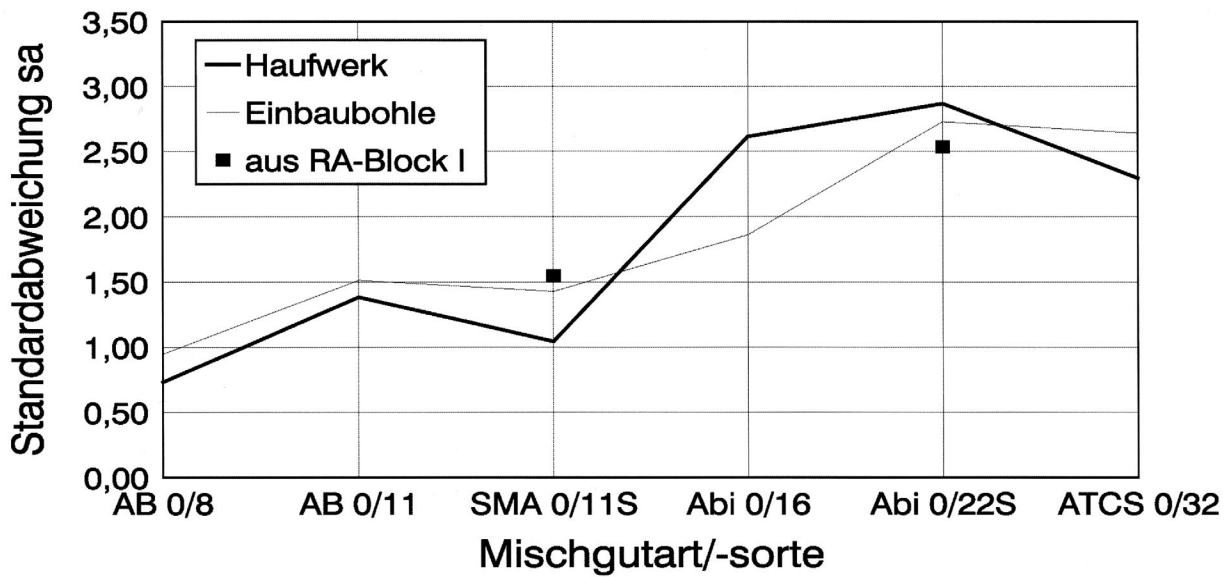


3: Standardabweichungen für Einzelwerte s_a , Wiederholstandardabweichungen s_r und Vergleichstandardabweichungen s_R für die Merkmalsgröße Sandgehalt

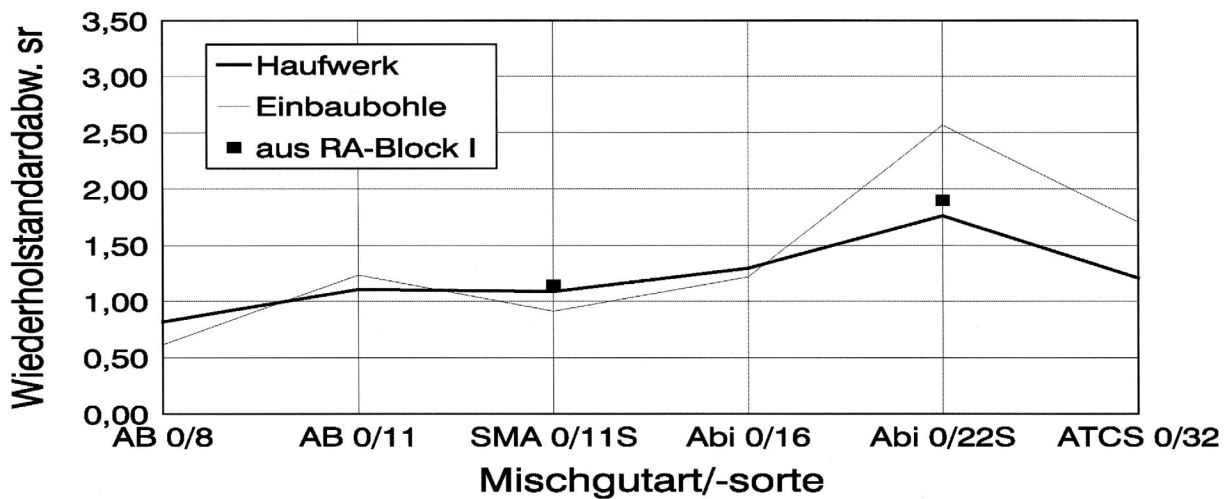


4: Standardabweichungen für Einzelwerte s_a , Wiederholstandardabweichungen s_r und Vergleichstandardabweichungen s_R für die Merkmalsgröße Splittgehalt (Kornanteil über 2 mm)

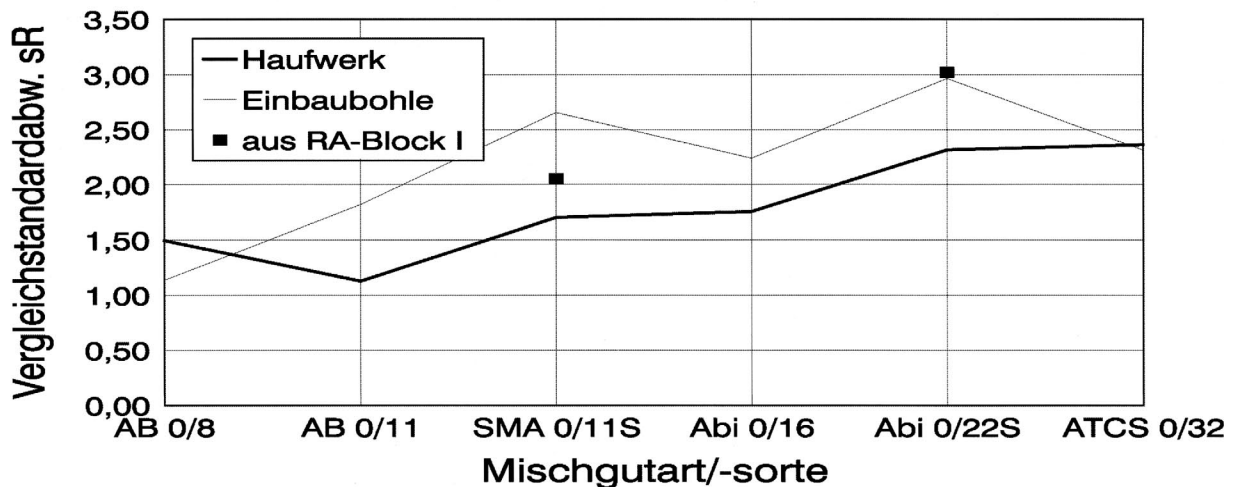
Größtkornanteil - Sigma a



Größtkornanteil - Sigma r



Größtkornanteil - Sigma R



5: Standardabweichungen für Einzelwerte s_a , Wiederholstandardabweichungen s_r , und Vergleichstandardabweichungen s_R für die Merkmalsgröße Größtkornanteil

Tabelle 2: Vorschlag für die Verfahrenspräzision der Bestimmung des Füllergehaltes

Standardabweichungen s_a, s_r, s_R und Spannweiten d_a, r, R		in Abhängigkeit von Asphaltart/-sorte		
		AB / SMA Abi	Abi 0/22 S	Asphalt- tragschicht
für Einzelwerte s_a	M.-%	0,18	0,30	0,30
kritische Spanne d_a	M.-%	0,5	0,8	0,48
Wiederhol- bedingungen s_r	M.-%	0,16	0,20	0,20
Wiederholgrenze r	M.-%	0,4	0,6	0,6
Vergleich- bedingungen s_R	M.-%	0,50	0,60	0,60
Vergleichgrenze R	M.-%	1,4	1,7	1,7
Vertrauensbereich $\pm q_{R1}$	M.-%	1,0	1,2	1,2

Tabelle 5: Vorschlag für die Verfahrenspräzision der Bestimmung des Kornanteils > 5 mm (SMA 0/11 S) bzw. Kornanteil > 16 mm (AT 0/32)

Standardabweichungen s_a, s_r, s_R und Spannweiten d_a, r, R		in Abhängigkeit von Asphaltart/-sorte	
		SMA 0/11 S	Asphalt- tragschicht
für Einzelwerte s_a	M.-%	1,0	3,5
kritische Spanne d_a	M.-%	2,8	9,7
Wiederhol- bedingungen s_r	M.-%	0,7	2,5
Wiederholgrenze r	M.-%	1,9	6,9
Vergleich- bedingungen s_R	M.-%	1,2	3,5
Vergleichgrenze R	M.-%	3,3	9,7
Vertrauensbereich $\pm q_{R1}$	M.-%	2,4	6,7

Tabelle 3: Vorschlag für die Verfahrenspräzision der Bestimmung des Sandgehaltes

Standardabweichungen s_a, s_r, s_R und Spannweiten d_a, r, R		in Abhängigkeit von Asphaltart/-sorte		
		AB / SMA Abi % vom Zahlenwert des Ergebnisses	Abi 0/22 S M.-%	Asphalt- tragschicht M.-%
für Einzelwerte s_a		2,2	0,80	1,35
kritische Spanne d_a		6,1	2,2	3,7
Wiederhol- bedingungen s_r		1,4	0,60	0,80
Wiederholgrenze r		3,9	1,7	2,2
Vergleich- bedingungen s_R		2,5	0,90	1,20
Vergleichgrenze R		6,9	2,5	3,3
Vertrauensbereich $\pm q_{R1}$		4,9	1,8	2,4

Tabelle 6: Vorschlag für die Verfahrenspräzision der Bestimmung des Größtkornanteils

Standardabweichungen s_a, s_r, s_R und Spannweiten d_a, r, R		in Abhängigkeit von Asphaltart/-sorte		
		AB SMA	Abi 0/22 S	Asphalt- tragschicht
für Einzelwerte s_a	M.-%	1,50	2,80	2,65
kritische Spanne d_a	M.-%	4,2	7,8	7,3
Wiederhol- bedingungen s_r	M.-%	1,20	2,50	1,70
Wiederholgrenze r	M.-%	3,3	6,9	4,7
Vergleich- bedingungen s_R	M.-%	2,00	3,00	2,50
Vergleichgrenze R	M.-%	5,5	8,3	6,9
Vertrauensbereich $\pm q_{R1}$	M.-%	3,9	5,9	4,9

Tabelle 4: Vorschlag für die Verfahrenspräzision der Bestimmung des Splittgehaltes (Kornanteil > 2 mm)

Standardabweichungen s_a, s_r, s_R und Spannweiten d_a, r, R		in Abhängigkeit von Asphaltart/-sorte			
		AB 0/5 -0/16	SMA 0/11 S Abi 0/16	Abi 0/22 S	Asphalt- trag- schicht
für Einzelwerte s_a	M.-%	0,85	0,45	1,10	1,65
kritische Spanne d_a	M.-%	2,4	1,2	3,0	4,6
Wiederhol- bedingungen s_r	M.-%	0,70	0,30	0,65	1,00
Wiederholgrenze r	M.-%	1,9	0,8	1,8	2,8
Vergleich- bedingungen s_R	M.-%	1,00	0,55	1,20	1,30
Vergleichgrenze R	M.-%	2,8	1,5	3,3	3,6
Vertrauensbereich $\pm q_{R1}$	M.-%	2,0	1,1	2,4	2,5

Tabelle 7: Diskussionsvorschlag für die Angabe von Gesamt toleranzen für die Merkmalsgrößen der Mischgutzusammenstellung

Merkmals größe	Mischgutart/-sorte				
	AB 0/8 AB 0/11	SMA 0/11 S	Abi 0/16	Abi 0/22 S	ATCS 0/32
Bindemittel- gehalt in [M.-%]	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$
Füllergehalt in [M.-%]	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$	$\pm 3,0$
Sandgehalt in [M.-%]	$\pm 3,0$	$\pm 3,0$	$\pm 3,0$	$\pm 5,0$	$\pm 6,0$
Splittgehalt > 2 mm in [M.-%]	$\pm 5,0$	$\pm 5,0$	$\pm 5,0$	$\pm 6,0$	$\pm 6,0$
Kornanteil > 5 mm bzw. > 16 mm in [M.-%]		$\pm 10,0$ ¹⁾		$\pm 20,0$ ¹⁾	
Größtkorn- anteil in [M.-%]	$\pm 20,0$ ¹⁾	$\pm 20,0$ ¹⁾	$\pm 30,0$ ¹⁾	$\pm 30,0$ ¹⁾	$\pm 30,0$ ¹⁾

¹⁾ vom Zahlenwert des Ergebnisses

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen wird für die Angaben der Gesamttoleranz der als Tabelle 7 formulierte Vorschlag zur Diskussion gestellt.

4. Folgerungen für die Praxis

Für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis wird empfohlen, bei der Festlegung der Verfahrenspräzision und der Gesamttoleranzen

- nicht zwischen kontinuierlicher und diskontinuierlicher Mischgutproduktion zu unterscheiden,
- die Probenahme im Bereich der Einbaubohle aus dem bewegten Mischgutstrom direkt in den Probeneimer als

gleichwertig zuzulassen, keine Unterschiede zwischen den Extraktionsarten vorzunehmen und

- bei Schiedsanalysen nur das Rückgewinnungsverfahren zuzulassen.

Es hat sich gezeigt, dass die Prüftechnik und die Mischanlagen-technik offensichtlich genauer geworden sind, sodass für den Bindemittelgehalt von Splittmastixasphalt und für die Kennwerte der Korngrößenverteilung, nämlich Füllergehalt, Sandgehalt und Splittgehalt, aller Asphalte geringere Werte für die Gesamttoleranz angesetzt werden könnten. Die Streuung der Versuchspräzision für die Bestimmung des Größtkornanteils ist dagegen erheblich und führt zu einem verhältnismäßig großen Wert. □