

Erläuterungen zum Nachweis der Eignung einer groben Gesteinskörnung oder eines Fahrbahndeckenbetons hinsichtlich Vermeidung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion gemäß TL Beton-StB

Bearbeiterkreis

Ingmar Borchers, Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Leyla Chakar, Stuttgart

Dr.-Ing. Colin Giebson, Weimar

Janin Kuhnsch, Bergisch Gladbach

Martin Peck, Ostfildern

Katrin Seyfarth, Weimar

Stand 04.07.2023

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich	4
2	Normative Verweisungen	4
3	Begriffe	5
4	Vorgehensweise	6
4.1	Kurzbeschreibungen	6
4.1.1	WS-Grundprüfung	6
4.1.2	WS-Bestätigungsprüfung	6
4.1.3	Performance-Prüfung	6
4.1.4	Rezepturbewertung	7
4.2	Probenauswahl	7
4.2.1	Probenahme und Begehung des Lieferwerkes	7
4.2.2	Feine Gesteinskörnung, Zement und Zusatzmittel	8
4.3	Voruntersuchung	8
5	WS-Grundprüfung	9
5.1	Betonzusammensetzung	9
5.2	Prüfung	9
5.3	Dünnschliffmikroskopie	10
5.4	Mineralogische/petrographische Charakterisierung	10
5.5	Übereinstimmungskriterien	10
6	AKR-Performance-Prüfung	11
6.1	Betonzusammensetzung	11
6.2	Prüfung	11
6.3	Dünnschliffmikroskopie	11
6.4	Mineralogische/petrographische Charakterisierung	11
6.5	Übereinstimmungskriterien	12
7	Bewertung der Betonversuche	13
8	Nachweis der Eignung	14
8.1	Verantwortlichkeit	14
8.2	WS-Bestätigungsprüfung	14
8.3	Vergleichsprüfung	14
8.4	Rezepturbewertung nach AKR-Performance-Prüfungen	15
9	Geltungsdauer	16
9.1	WS-Grundprüfung und AKR-Performance-Prüfung	16
9.2	WS-Bestätigungsprüfung und Vergleichsprüfung	16
9.3	Rezepturbewertung	16
10	Bericht (Gutachten)	17
10.1	WS-Grundprüfung und AKR-Performance-Prüfung	17
10.2	Vergleichsprüfung	17
10.3	WS-Bestätigungsprüfung und Rezepturbewertung	18
11	Literaturhinweise	19
	Anlage 1 Nachweis nach Verfahren V3	20
	Anlage 2 Ablaufschemen Verfahren 1, 2 und 3	21

Vorwort

Dieses Dokument regelt den Nachweis der Eignung einer groben Gesteinskörnung oder eines Fahrbahndeckenbetons hinsichtlich Vermeidung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) gemäß TL Beton-StB. Es wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI, heute BMDV) und der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) erarbeitet.

Das Dokument enthält weitere Festlegungen auf Basis von Erfahrungen, die seit der Einführung des ARS 04/2013 gewonnen wurden.

1 Anwendungsbereich

Um AKR-Schäden an Betonfahrbahndecken zu vermeiden, ist die Eignung einer groben Gesteinskörnung ($d \geq 2 \text{ mm}$) oder eines Fahrbahndeckenbetons hinsichtlich Vermeidung einer schädigenden AKR nachzuweisen, wenn diese für den Neubau und/oder die Erneuerung von Fahrbahndecken aus Beton innerhalb der Feuchtigkeitsklasse WS nach TL Beton-StB eingesetzt werden. Der Regelfall des Nachweises wird in diesem Dokument beschrieben.

Der Nachweis ist nicht für Flugbetriebsflächen anwendbar. In diesem Fall ist ein gesondertes Vorgehen erforderlich, da die Einwirkung flughafenspezifischer Flächenenteisungsmittel zu berücksichtigen ist.

2 Normative Verweisungen

DIN EN 196-2	Prüfverfahren für Zement – Teil 2: Chemische Analyse von Zement
TL Beton-StB	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
TP B-StB, Teil 1.1.09	Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen - Betonbauweisen: AKR-Potential und Dauerhaftigkeit von Beton (60 °C-Betonversuch mit Alkalizufuhr)
TP B-StB, Teil 1.1.10	Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen - Betonbauweisen: AKR-Potential und Dauerhaftigkeit von Beton (Klimawechsellagerung)
TP B-StB, Teil 1.1.11	Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen - Betonbauweisen: Alkali-Kieselsäure-Reaktivität von Gesteinskörnungen (Schnellprüfverfahren)
TP B-StB, Teil 1.1.12	Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen - Betonbauweisen: Alkali-Kieselsäure-Reaktivität von Gesteinskörnungen (Mörtelschnelltest)
Alkali-Richtlinie	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DAfStb: Richtlinie Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie), Ausgabe 2013

3 Begriffe

AKR-Gutachterstelle

Eine von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) für die Erstellung von AKR-Gutachten anerkannte Einrichtung mit fachkundigen Personen. Für die Anerkennung muss die Einrichtung bestimmte personelle und gerätetechnische Voraussetzungen erfüllen. Die anerkannten Einrichtungen sind auf der Internetseite der BASt (www.bast.de) veröffentlicht.

AKR-Performance-Prüfung

Prüfung zum Nachweis der Eignung eines Fahrbahndeckenbetons hinsichtlich Vermeidung einer schädigenden AKR durch Bestimmung des AKR-Potentials einer repräsentativen Betonrezeptur für die Feuchtigkeitsklasse WS.

AKR-Potential

Das aus der Zusammensetzung des Betons und den äußeren Einwirkungen resultierende Potential eines Betons für den Ablauf einer betonschädigenden AKR.

Rezepturbewertung

Nachweis der Eignung einer Betonrezeptur hinsichtlich AKR-Vermeidung durch Vergleich der Analyseergebnisse aktueller Proben der Betonausgangsstoffe (feine und grobe Gesteinskörnungen sowie Zement) mit den Ergebnissen aus der zugrunde liegenden AKR-Performance-Prüfung auf eine ausreichende Übereinstimmung.

Qualifizierte Stelle

Siehe Stellungnahme des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) [2], Abs 3:

[Link](#)

Qualifizierte Prüfstelle

Siehe Stellungnahme des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) [2], Abs. 3:

[Link](#)

WS-Grundprüfung

Prüfung zum Nachweis der Eignung einer groben Gesteinskörnung ($d \geq 2 \text{ mm}$) hinsichtlich Vermeidung einer schädigenden AKR in einem Fahrbahndeckenbeton der Feuchtigkeitsklasse WS mit pessimaler Zusammensetzung. In Abhängigkeit vom verwendeten Größtkorn wird zwischen einer Prüfung für Oberbeton 0/8 und Oberbeton ($D > 8$) und Unterbeton unterschieden.

Vergleichsprüfung

Nachweis der Eignung einer groben Gesteinskörnung hinsichtlich AKR-Vermeidung durch Vergleich von Analyseergebnissen einer oder mehrerer Gesteinskörnungsproben einer aktuellen Probenahme mit den Ergebnissen aus der zugrunde liegenden AKR-Performance-Prüfung auf eine ausreichende Übereinstimmung. Die Probe(n) der aktuellen Probenahme werden dazu mit dem Schnellprüfverfahren oder dem Mörtelschnelltest sowie bei Bedarf zusätzlich mineralogisch oder petrographisch untersucht.

WS-Bestätigungsprüfung

Nachweis der Eignung einer groben Gesteinskörnung hinsichtlich AKR-Vermeidung durch Vergleich von Analyseergebnissen einer oder mehrerer Gesteinskörnungsproben einer aktuellen Probenahme mit den Ergebnissen aus der zugrunde liegenden WS-Grundprüfung auf eine ausreichende Übereinstimmung.

4 Vorgehensweise

Der Nachweis der Eignung einer groben Gesteinskörnung oder eines Fahrbahndeckenbetons hinsichtlich Vermeidung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion erfolgt durch eine WS-Bestätigungsprüfung der groben Gesteinskörnung oder eine Rezepturbewertung der Betonzusammensetzung mit Prüfung der feinen und groben Gesteinskörnung.

Grundlage der WS-Bestätigungsprüfung ist eine gültige WS-Grundprüfung für die Gesteinskörnung.

Die Rezepturbewertung basiert auf einer gültigen AKR-Performance-Prüfung zur vergleichbaren Betonzusammensetzung.

Der Nachweis ist durch eine anerkannte AKR-Gutachterstelle zu führen. Über Gesteinsvorkommen mit gültigen WS-Grundprüfungen und AKR-Performance-Prüfungen informiert die Internetseite der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt-Listen¹).

4.1 Kurzbeschreibungen

4.1.1 WS-Grundprüfung

Betonprismen werden mit den in Voruntersuchungen ausgewählten Proben der zu bewertenden groben Gesteinskörnung in einer festgelegten, pessimalen Betonzusammensetzung hergestellt. Die Prismen werden einem Betonversuch nach TP B-StB, Teil 1.1.09 oder TP B-StB, Teil 1.1.10 unterzogen, um das AKR-Potential zu bestimmen. Die Eignung der Gesteinskörnung wird unter anderem anhand der Dehnung der Betonprismen im Betonversuch bewertet.

Das Ablaufschema zum Vorgehen kann der Anlage 2 entnommen werden (siehe V2).

4.1.2 WS-Bestätigungsprüfung

Die Probe(n) der aktuellen Probenahme werden mit dem Schnellprüfverfahren oder dem Mörtelschnelltest sowie bei Bedarf zusätzlich mineralogisch oder petrographisch untersucht.

4.1.3 Performance-Prüfung

Entsprechend der Vorgaben des Auftraggebers an die repräsentative Betonzusammensetzung und die Herkunft der Ausgangsstoffe werden Betonprismen, mit den in Voruntersuchungen ausgewählten Proben der zu bewertenden groben Gesteinskörnung, hergestellt. Die Prismen werden einem Betonversuch nach TP B-StB, Teil 1.1.09 oder TP B-StB, Teil 1.1.10 unterzogen, um das AKR-Potential zu bestimmen. Die Eignung dieser repräsentativen Betonzusammensetzung wird unter anderem anhand der Dehnung der Betonprismen im Betonversuch bewertet.

Das Ablaufschema zum Vorgehen kann der Anlage 2 entnommen werden (siehe V1).

¹ WS-Grundprüfung – Geprüfte, AKR-unbedenkliche Vorkommen von grober Gesteinskörnung für den Einsatz in Fahrbahndecken aus Beton bzw.
AKR-Performance-Prüfung – Geprüfte, AKR-unbedenkliche Vorkommen von grober Gesteinskörnung für den Einsatz in Fahrbahndecken aus Beton

4.1.4 Rezepturbewertung

Die aktuellen Proben der Gesteinskörnungen werden mit dem Schnellprüfverfahren oder dem Mörtelschnelltest sowie bei Bedarf zusätzlich mineralogisch oder petrographisch untersucht. Vom Zement wird das Na₂O-Äquivalent und ggf. der Hüttensandgehalt bestimmt. Weiterhin wird die Einhaltung der in der BASt-Liste² aufgeführten Rezepturparameter überprüft.

4.2 Probenauswahl

4.2.1 Probenahme und Begehung des Lieferwerkes

Vorkommen der groben Gesteinskörnung

Bei der ersten von insgesamt drei Probenahmen soll eine gemeinsame Begehung des Lieferwerkes der groben Gesteinskörnung durch einen erfahrenen Geowissenschaftler der AKR-Gutachterstelle, durch die Qualifizierte Stelle und durch den Betreiber der Gewinnungsstätte erfolgen. Ziel ist es, in Abstimmung mit der Qualifizierten Stelle und dem Betreiber der Gewinnungsstätte eine Beurteilung der Gleichmäßigkeit des Vorkommens, die Dokumentation möglicher, für die nachfolgenden Untersuchungen relevanter Besonderheiten, die Sicherstellung einer repräsentativen Erstprobenahme und die Festlegung geeigneter Abstände für die beiden Folgeprobenahmen vorzunehmen. Die Befunde sind in die Dokumentation zur WS-Grundprüfung bzw. AKR-Performance-Prüfung aufzunehmen.

Insgesamt sind drei Probenahmen aus der laufenden Produktion vorzunehmen, wobei der zeitliche Abstand zwischen den Probenahmen mindestens vier Wochen betragen sollte. In der Regel ist die erste Probenahme durch die Qualifizierte Stelle im Beisein des Geowissenschaftlers durchzuführen. Die zweite und dritte Probenahme kann durch die Qualifizierte Stelle erfolgen. Bei jeder der drei Probenahmen sind Proben gemäß Tabelle 1 zu entnehmen. Je Korngruppe und Probenahme sind die Rückstellproben für die WS-Grund- oder AKR-Performance-Prüfung bis zum Vorliegen der Ergebnisse von Schnellprüfverfahren bzw. Mörtelschnelltests im Lieferwerk zu lagern. Alle Proben sind zu verpacken, gegen Vertausch und Veränderung zu sichern (z. B. Plomben) und geschützt zu lagern.

Tabelle 1 Mindestmenge von Gesteinskörnungsproben je Probenahme

Beton	Korngruppe (Beispiel)	Rückstellprobe für Betonversuch	Probe für Schnellprüfverfahren oder Mörtelschnelltest
Oberbeton (0/8)*	2/5	min. 150 kg	min. 15 kg
	5/8	min. 150 kg	min. 15 kg
Oberbeton (D > 8) und Unterbeton	2/8	mind. 150 kg	mind. 15 kg
	8/16	min. 150 kg	min. 15 kg
	16/22	min. 150 kg	min. 15 kg

* Soll auf Basis der Prüfung von Oberbeton (0/8) auch der Oberbeton (D > 8) und Unterbeton beurteilt werden, so sind zusätzlich Proben der Korngruppen 2/8, 8/16 und 16/22 zu entnehmen.

² AKR-Performance-Prüfung – Geprüfte, AKR-unbedenkliche Vorkommen von grober Gesteinskörnung für den Einsatz in Fahrbahndecken aus Beton

4.2.2 Feine Gesteinskörnung, Zement und Zusatzmittel

nur für AKR-Performance-Prüfung

Zusätzlich zu den groben Gesteinskörnungen sind für AKR-Performance-Prüfungen Proben weiterer Betonausgangsstoffe gemäß Tabelle 2 erforderlich. Die Ausgangsstoffe und eine repräsentative Betonzusammensetzung sind zwischen Auftraggeber und der AKR-Gutachterstelle abzustimmen. Die Ausgangsstoffe sind dem AKR-Gutachter zur Verfügung zu stellen.

Tabelle 2 Mindestmenge weiterer Betonausgangsstoffe für AKR-Performance-Prüfungen

Betonausgangsstoff	Probe für Betonversuch
feine Gesteinskörnung	150 kg
Zement	125 kg
Zusatzmittel	jeweils 1 l

4.3 Voruntersuchung

Schnellprüfverfahren und Mörtelschnelltest

Die zu untersuchenden Korngruppen (i. d. R. 2/8, 8/16 und 16/22) der drei Probenahmen sind mit dem Schnellprüfverfahren nach TP Beton StB, Teil 1.1.11 oder dem Mörtelschnelltest nach TP Beton StB, Teil 1.1.12 zu prüfen (d. h. insgesamt 9 Tests). Die Korngruppe 2/8 kann aus 2/5 und 5/8, die Korngruppe 8/16 aus 8/11 und 11/16, jeweils zu gleichen Anteilen, zusammengesetzt werden.

Die Rückstellproben, die im Ergebnis die höchsten Dehnungen aufweisen, werden für die WS-Grundprüfung nach Abschnitt 0 oder AKR-Performance-Prüfung nach Abschnitt 0 verwendet.

Bei AKR-Performance-Prüfungen nach Abschnitt 0 ist zusätzlich die feine Gesteinskörnung gemäß TP Beton StB, Teil 1.1.11 oder Teil 1.1.12 zu charakterisieren.

5 WS-Grundprüfung

5.1 Betonzusammensetzung

Der Beton ist mit den in den Voruntersuchungen gemäß Abschnitt 4.3 ermittelten Proben der groben Gesteinskörnung herzustellen. Gegebenenfalls sind Korngruppen verschiedener Probenahmen zu kombinieren. Je nach Anwendungsbereich ist eine Betonzusammensetzung für **Oberbeton (0/8)** und / oder **Oberbeton (D > 8) und Unterbeton** nach Tabelle 3 zu verwenden.

Eine Betonzusammensetzung für **Oberbeton (0/8)** ist zu wählen, wenn die Gesteinskörnung für Fahrbahndecken in Waschbetonbauweise eingesetzt werden soll.

Die Bewertung kann auch auf **Oberbeton (D > 8) und Unterbeton** übertragen werden, wenn die Alkali-Kieselsäure-Reaktivitäten der Korngruppen 2/8, 8/16 und 16/22 vergleichbar sind. Unterscheiden sich diese deutlich, sind diese zusätzlich in einer Betonzusammensetzung für Oberbeton (D > 8) oder Unterbeton zu prüfen.

Soll die Gesteinskörnung ausschließlich für Oberbeton (D > 8) oder Unterbeton eingesetzt werden, ist die Prüfung in einer Betonzusammensetzung für **Oberbeton (D > 8) und Unterbeton** durchzuführen.

Bei diesen Untersuchungen ist ein einheitlicher WS-Prüfsand und ein einheitlicher WS-Prüfzement (Na_2O -Äquivalent 0,75 bis 0,80 M.-%) zu verwenden. Diese sind von der BAST zu beziehen.

Tabelle 3 Betonzusammensetzung

	Oberbeton (0/8)	Oberbeton (D > 8) und Unterbeton
WS-Prüfzement	430 kg/m ³	360 kg/m ³
Wasser	193,5 kg/m ³	162 kg/m ³
w/z-Wert	0,45	
Luftgehalt	5,5 - 6,5 Vol.-%	4,0 - 5,0 Vol.-%
0/2 mm	30 Vol.-% WS-Prüfsand	
2/8 mm	70 Vol.-% der zu beurteilenden Gesteinskörnung ¹⁾	15 Vol.-% der zu beurteilenden Gesteinskörnung ¹⁾
8/16 mm	-	25 Vol.-% der zu beurteilenden Gesteinskörnung ²⁾
16/22 mm	-	30 Vol.-% der zu beurteilenden Gesteinskörnung ³⁾
¹⁾ Die Korngruppe 2/8 kann aus 2/5 und 5/8 im Verhältnis (1:1) zusammengesetzt werden. ²⁾ Die Korngruppe 8/16 kann aus 8/11 und 11/16 im Verhältnis (1:1) zusammengesetzt werden. ³⁾ Die Beurteilung an der Korngruppe 16/22 mm gilt gleichermaßen für die Korngruppe 16/32 mm.		

5.2 Prüfung

Der Beton ist mit dem 60 °C-Betonversuch mit Alkalizufuhr gemäß TP B-StB, Teil 1.1.09 oder mit der Klimawechsellagerung gemäß TP B-StB, Teil 1.1.10 zu untersuchen und gem. Abschnitt 0 zu bewerten.

5.3 Dünnschliffmikroskopie

Nach Abschluss des Betonversuchs ist eine Dünnschliffmikroskopie durchzuführen. Das Gefüge, Phasenneubildungen und die Gesteinskörnung sind zu beschreiben und zu bewerten.

5.4 Mineralogische/petrographische Charakterisierung

Die für die WS-Grundprüfung verwendeten Gesteinskörnungsproben sind mineralogisch mittels Röntgenbeugungsanalyse zu charakterisieren. Die petrographische Beschreibung ist am Dünnschliff nach bestandem Betonversuch durchzuführen.

Die Daten können für die WS-Bestätigungsprüfung herangezogen werden.

5.5 Übereinstimmungskriterien

Für WS-Bestätigungsprüfungen sind auf Grundlage der Ergebnisse des Betonversuchs die Übereinstimmungskriterien für den Mörtelschnelltest bzw. das Schnellprüfverfahren (Dehnungsgrenzwerte, zulässigen Abweichungen) vom AKR-Gutachter festzulegen.

Die Präzisionsdaten zum Mörtelschnelltest und zum Schnellprüfverfahren wurden im Forschungsvorhaben FE89.0260/2011 [1] bestimmt.

6 AKR-Performance-Prüfung

6.1 Betonzusammensetzung

Die Ausgangsstoffe und die repräsentative Betonzusammensetzung sind in Abstimmung mit dem Auftraggeber festzulegen. Der Beton ist mit den in den Voruntersuchungen gemäß Abschnitt 4.3 ermittelten Proben der groben Gesteinskörnung herzustellen. Gegebenenfalls sind Korngruppen verschiedener Probenahmen zu kombinieren.

Produktionsbedingte Schwankungen des Alkaligehalts (Na_2O -Äquivalent) des Zements können bei Bedarf durch eine Dotierung berücksichtigt werden. Dazu wird der Alkaligehalt des Zements durch Zugabe von Kaliumsulfat zum Zugabewasser des Betons auf ein bestimmtes Na_2O -Äquivalent eingestellt. Das Kaliumsulfat muss analysenrein (K_2SO_4 Gehalt $\geq 99\%$) und vollständig im Zugabewasser gelöst sein. Es ist optisch zu kontrollieren, ob das Kaliumsulfat vollständig gelöst ist. Die Zugabemenge ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$m_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 28,104 \cdot m_Z \cdot \left(w_{\text{Na}_2\text{O}-\text{Äqu}_{\text{Soll}}} - w_{\text{Na}_2\text{O}_{\text{Ist}}} - 0,658 \cdot w_{\text{K}_2\text{O}_{\text{Ist}}} \right) \quad [\text{g}]$$

mit	$m_{\text{K}_2\text{SO}_4}$	Zugabemenge K_2SO_4 (analysenrein) zum Beton in g
	m_Z	Zementmenge im Beton in kg
	$w_{\text{Na}_2\text{O}-\text{Äqu}_{\text{Soll}}}$	Ziel- Na_2O -Äquivalent des Zements in M.-%
	$w_{\text{Na}_2\text{O}_{\text{Ist}}}$	Na_2O -Gehalt des Zements nach DIN EN 196-2 in M.-%
	$w_{\text{K}_2\text{O}_{\text{Ist}}}$	K_2O -Gehalt des Zements nach DIN EN 196-2 in M.-%

6.2 Prüfung

Siehe Abschnitt 5.2.

6.3 Dünnschliffmikroskopie

Nach Abschluss des Betonversuchs ist eine Dünnschliffmikroskopie durchzuführen. Das Gefüge, Phasenneubildungen und die Gesteinskörnung sind zu beschreiben und zu bewerten.

6.4 Mineralogische/petrographische Charakterisierung

Die für die AKR-Performance-Prüfung verwendeten Gesteinskörnungsproben sind mineralogisch mittels Röntgenbeugungsanalyse zu charakterisieren. Die petrographische Beschreibung ist am Dünnschliff nach bestandenen Betonversuch durchzuführen.

Die Daten können für die Vergleichsprüfung oder Rezepturbewertung herangezogen werden.

6.5 Übereinstimmungskriterien

Für Rezepturbewertungen sind auf Grundlage der Ergebnisse des Betonversuchs die Übereinstimmungskriterien für den Mörtelschnelltest bzw. das Schnellprüfverfahren (Dehnungsgrenzwerte, zulässigen Abweichungen) und weitere AKR-relevante Rezepturparameter von der AKR-Gutachterstelle festzulegen.

Die Präzisionsdaten zum Mörtelschnelltest und zum Schnellprüfverfahren wurden im Forschungsvorhaben FE89.0260/2011 [1] bestimmt.

7 Bewertung der Betonversuche

Der 60 °C-Betonversuch mit Alkalizufuhr oder der Betonversuch mit der Klimawechsellagerung gilt als bestanden, wenn die Bewertungskriterien für die Betonversuche nach der jeweiligen Regelzyklenzahl nach Tabelle 4 eingehalten wurden und die mikroskopische Auswertung des Dünnschliffs keinen Hinweis auf eine betonschädigende AKR ergibt.

Tabelle 4 Bewertungskriterien für die Betonversuche

Verfahren	Probekörperabmessung [mm]	Prüflösung	Dehnungsgrenzwert [mm/m]	Regelzyklenzahl
60 °C Betonversuch mit Alkalizufuhr (TP B, Teil 1.1.09)	75 x 75 x 280	10 %ige NaCl-Lsg. 3 %ige NaCl-Lsg	0,50 0,30	10 ²⁾
Klimawechsellagerung (TP B, Teil 1.1.10)	100 x 100 x 400	3,6 %ige NaCl-Lsg. ention. Wasser	0,50 ¹⁾ 0,40	8 ^{3) 4)}

¹⁾ Anstiegskriterium: $(3 \epsilon_8 - 2 \epsilon_6) / 0,45 \leq 1$ mit ϵ : Dehnung nach 6. bzw. 8. Zyklus in mm/m
²⁾ Dünnschliff sind nach 14 Zyklen herzustellen und zu bewerten (nur mit 10 %iger NaCl-Lösung)
³⁾ Dünnschliffe sind nach 12 Zyklen herzustellen und zu bewerten
⁴⁾ nach 12 Zyklen kann die Änderung des statischen E-Moduls bestimmt und als weiteres Bewertungskriterium herangezogen werden

8 Nachweis der Eignung

Dem AG einzureichende Unterlagen nach TL Beton-StB sowie die Prüfverantwortlichkeiten können Anlage 1 entnommen werden.

Ablaufdiagramme für die Verfahren V1 bis V3 sind in Anlage 2 aufgeführt.

8.1 Verantwortlichkeit

WS-Bestätigungsprüfungen und Rezepturbewertungen sind durch die AKR-Gutachterstelle zu erstellen, die die WS-Grundprüfung bzw. AKR-Performance-Prüfung durchgeführt hat.

8.2 WS-Bestätigungsprüfung

Eine Probe oder mehrere Proben der groben Gesteinskörnung aus einer aktuellen Probenahme ist bzw. sind mit dem Schnellprüfverfahren oder dem Mörtelschnelltest nach Abschnitt 4.3 zu prüfen.

Die Ergebnisse von Schnellprüfverfahren oder Mörtelschnelltest werden mit den Ergebnissen der Proben verglichen, die im Betonversuch der WS-Grundprüfung verwendet wurden. Liegen diese Ergebnisse unter dem Übereinstimmungskriterium (siehe Abschnitt 6.5), wird von einer vergleichbaren Alkali-Kieselsäure-Reaktivität ausgegangen. In diesem Fall gilt die WS-Bestätigungsprüfung als bestanden. Wird ein Übereinstimmungskriterium überschritten, kann das Ergebnis durch eine Wiederholung der Untersuchung am Material aus derselben Probenahme oder an einer neuen Probe überprüft sowie diese bei Bedarf zusätzlich mineralogisch oder petrographisch untersucht werden.

Bei groben ungebrochenen Gesteinskörnungen (Kiese) oder gebrochenen Kiesen sind alle relevanten Korngruppen zu prüfen.

Die AKR-Gutachterstelle kann auch die Ergebnisse einer Qualifizierten Prüfstelle verwenden. Dazu ist die Qualifizierte Prüfstelle bereits in die WS-Grundprüfung einzubeziehen. Es ist das gleiche Prüfverfahren (Schnellprüfverfahren oder Mörtelschnelltest) wie in der WS-Grundprüfung zu verwenden.

Das Ablaufschema zum Vorgehen kann der Anlage 2 entnommen werden (siehe V3).

8.3 Vergleichsprüfung

Proben der groben Gesteinskörnung (Korngruppen analog zur AKR-Performance-Prüfung) aus einer aktuellen Probenahme sind mit dem Schnellprüfverfahren oder dem Mörtelschnelltest nach Abschnitt 4.3 zu prüfen. Die Ergebnisse werden mit denen der AKR-Performance-Prüfung verglichen. Liegen diese unter den Übereinstimmungskriterien, kann deren Eignung bestätigt werden. Wird ein Übereinstimmungskriterium überschritten, kann das Ergebnis durch eine Wiederholung der Untersuchung am Material der gleichen Probenahme oder an einer neuen Probe überprüft sowie diese bei Bedarf zusätzlich mineralogisch oder petrographisch untersucht werden.

Die AKR-Gutachterstelle kann wie bei einer WS-Bestätigungsprüfung auch Ergebnisse einer Qualifizierten Prüfstelle verwenden.

8.4 Rezepturbewertung nach AKR-Performance-Prüfungen

Grundlage einer Rezepturbewertung ist eine gültige Vergleichsprüfung.

Zusätzlich zur Untersuchung der groben Gesteinskörnung gemäß Abschnitt 8.2 ist die feine Gesteinskörnung analog zu prüfen.

Das Na₂O-Äquivalent ist nach DIN EN 196-2 an einer aktuellen Zementprobe zu bestimmen. Alternativ können aktuelle Ergebnisse der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ-Stelle) verwendet werden.

Weiterhin wird die Einhaltung der in der BAST-Liste³ aufgeführten Rezepturparameter überprüft.

Im Ergebnis kann die Eignung der Betonzusammensetzung bewertet werden.

Das Ablaufschema zum Vorgehen kann der Anlage 2 entnommen werden (siehe V3).

³ AKR-Performance-Prüfung – Geprüfte, AKR-unbedenkliche Vorkommen von grober Gesteinskörnung für den Einsatz in Fahrbahndecken aus Beton

9 Geltungsdauer

9.1 WS-Grundprüfung und AKR-Performance-Prüfung

WS-Grundprüfung und AKR-Performance-Prüfung sind vier Jahre ab dem Datum der jüngsten Probenahme der Gesteinskörnungen, die im Betonversuch verwendet wurden, gültig. Für diese Zeit dürfen diese für WS-Bestätigungsprüfungen und Rezepturbewertungen verwendet werden.

Die Gültigkeit kann maximal zweimal um jeweils zwei Jahre verlängert werden, wenn in Anlehnung an die Alkali-Richtlinie regelmäßige Schnellprüfverfahren oder Mörtelschnelltests zunächst vierteljährlich erfolgen. In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Prüfung im ersten Jahr (vier Tests mit dem Schnellprüfverfahren oder dem Mörtelschnelltest) kann die AKR-Gutachterstelle die Prüfhäufigkeit auf halbjährlich reduzieren. Alle Ergebnisse der vergangenen Prüfungen sind zu dokumentieren. Mit der Dokumentation kann die Verlängerung der Gültigkeit bei der BAST beantragt werden.

Nach maximal acht Jahren ist eine erneute WS-Grundprüfung oder AKR-Performance-Prüfung erforderlich. Das Lieferwerk (Gewinnungsstätte) der groben Gesteinskörnung ist hierzu erneut zu begeben. Die Untersuchungen sind mit Proben einer einmaligen Probenahme durchzuführen.

9.2 WS-Bestätigungsprüfung und Vergleichsprüfung

Mit einer WS-Bestätigungsprüfung oder Vergleichsprüfung wird die Eignung der Gesteinskörnung bestätigt. WS-Bestätigungsprüfungen für WS-Grundprüfungen bzw. Vergleichsprüfungen nach AKR-Performance-Prüfungen sind zunächst vierteljährlich durchzuführen und für sechs Monate ab der Probenahme der groben Gesteinskörnung gültig. Bei Nachweis der Gleichmäßigkeit der Gesteinskörnung kann die AKR-Gutachterstelle die Prüfhäufigkeit auf ein halbjährliches Intervall reduzieren. Bei halbjährlichen Intervallen beträgt die Gültigkeit acht Monate ab der Probenahme.

WS-Bestätigungsprüfungen oder Vergleichsprüfungen können auch einmalig erfolgen. Diese sind für sechs Monate ab der Probenahme der groben Gesteinskörnung gültig.

Der Abstand zwischen der einmaligen Probenahme der groben Gesteinskörnung und dem Betonierbeginn darf maximal drei Monate betragen.

9.3 Rezepturbewertung

Rezepturbewertungen sind 6 Monate (ab Zeitpunkt der Probenahme der groben Gesteinskörnung) gültig. Die Gültigkeit verlängert sich auf 8 Monate, wenn regelmäßige Vergleichsprüfungen durchgeführt werden.

10 Bericht (Gutachten)

10.1 WS-Grundprüfung und AKR-Performance-Prüfung

Ein Gutachten umfasst die Mindestangaben nach Tabelle 5.

Tabelle 5 Angabe zu WS-Grundprüfungen und AKR-Performance-Prüfungen in Gutachten

Angabe / Prüfung	Erforderlich
Art der Prüfung	WS-Grundprüfung für <i>Oberbeton (0/8)</i> und/oder <i>Oberbeton D > 8 und Unterbeton</i> oder AKR-Performance-Prüfung
Allgemeines	Auftraggeber, AKR-Gutachterstelle, Gutachten erstellt am
Angaben zur Gesteinskörnung	Hersteller, Ortsangabe, ggf. nächstgrößerer Ort zur Gewinnungsstätte; ortsübliche/petrographische Bezeichnung gem. TL Gestein-StB; Korngruppen
Angaben zum Zement	Na ₂ O-Äquivalent, ggf. Hüttensandgehalt; ggf. Na ₂ O-Äquivalent des Zements ohne Hüttensand / Kalkstein / Flugasche / Ölschiefer und ggf. Hydroxidionenkonzentration im Lösungsverfahren
Kurzfassung	durchgeführten Prüfungen, wichtigsten Ergebnisse; Empfehlungen
Werksbegehung (grobe Gesteinskörnung) Probenahme nach DIN EN 932-1	Datum; Teilnehmer AG und AN; geologische/petrographische Beschreibung des Vorkommens; Ort und Beschreibung der Probenahme; Aufbereitung
Charakterisierung der Gesteinskörnung	Schnellprüfverfahren oder Mörtelschnelltest, ggf. Übersicht mit Ergebnissen zurückliegender Untersuchungen; Mineralogische Charakterisierung
Betonzusammensetzung	Art und Menge der Ausgangsstoffe
Betonkennwerte	Konsistenz, Luftgehalt und Rohdichte des Frischbetons
Übereinstimmungskriterien	für WS-Bestätigungsprüfungen bzw. Rezepturbewertungen mittels Schnellprüfverfahren bzw. Mörtelschnelltest
Art des Betonversuchs	60° C-Betonversuch mit Alkalizufuhr oder Klimawechsellagerung
Dünnschliffmikroskopie	Beschreibung des Betongefüges und der Gesteinskörnung
Gutachterliche Bewertung	Bewertung der Eignung der groben Gesteinskörnung bzw. des Fahrbahndeckenbetons
Geltungsdauer	Angabe des Ablaufdatums, Beginn ab Probenahme der groben Gesteinskörnung

10.2 Vergleichsprüfung

Die Vergleichsprüfung ist nur in Verbindung mit einer Rezepturbewertung ein ausreichender Nachweis nach TL Beton-StB.

Der Bericht muss mindestens die Angaben gemäß Tabelle 6 enthalten.

Tabelle 6 Angabe in Vergleichsprüfungen

Angabe / Prüfung	Erforderlich
Art des Nachweises	Vergleichsprüfung
Allgemeines	Auftraggeber, AKR-Gutachterstelle, Gutachten erstellt am

Angaben zur Gesteinskörnung	Hersteller, Ortsangabe, ggf. nächstgrößerer Ort zur Gewinnungsstätte; ortsübliche/petrographische Bezeichnung gem. TL Gestein-StB; Korngruppen
Untersuchungen	Schnellprüfverfahren oder Mörtelschnelltest; ggf. mineralogische Untersuchung
Gutachterliche Bewertung	Vergleich mit Übereinstimmungskriterien; Bewertung der Eignung der groben Gesteinskörnung
Geltungsdauer	Angabe des Ablaufdatums

10.3 WS-Bestätigungsprüfung und Rezepturbewertung

Der Bericht muss mindestens die Angaben gemäß Tabelle 7 enthalten.

Tabelle 7 Angabe in WS-Bestätigungsprüfungen und Rezepturbewertungen

Angabe / Prüfung	Erforderlich
Art des Nachweises	WS-Bestätigungsprüfung oder Rezepturbewertung
Allgemeines	Auftraggeber, AKR-Gutachterstelle, Gutachten erstellt am
Angaben zur Gesteinskörnung	Hersteller, Ortsangabe, ggf. nächstgrößerer Ort zur Gewinnungsstätte; ortsübliche/petrographische Bezeichnung gem. TL Gestein-StB; Korngruppen
Untersuchungen	Schnellprüfverfahren oder Mörtelschnelltest; ggf. mineralogische Untersuchung und Na ₂ O-Äquivalent des Zements
Betonzusammensetzung	Art und Menge der Ausgangsstoffe
Gutachterliche Bewertung	Vergleich mit Übereinstimmungskriterien; Bewertung der Eignung der groben Gesteinskörnung bzw. des Fahrbahndeckenbetons
Geltungsdauer	Angabe des Ablaufdatums

11 Literaturhinweise

- [1] Müller, C.; Seidel, M.; Böhm, M.: Untersuchungen zur Ermittlung von Präzisionswerten für zwei AKR-Schnelltests: Durchführung und Auswertung. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. N.W., 2015 (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: Straßenbau S 87)
(Download: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/1582/file/S87_barrierefreies_ELBA_PDF.pdf)
- [2] Breitenbücher, Rolf: Stellungnahme des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) „Regelungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton“. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin, 24.10.2019
(Download: <http://www.dafstb.de/Stellungnahmen.html#Alkali-Kiesels%C3%A4ure-Reaktion>)

Anlage 1 Nachweis nach Verfahren V3

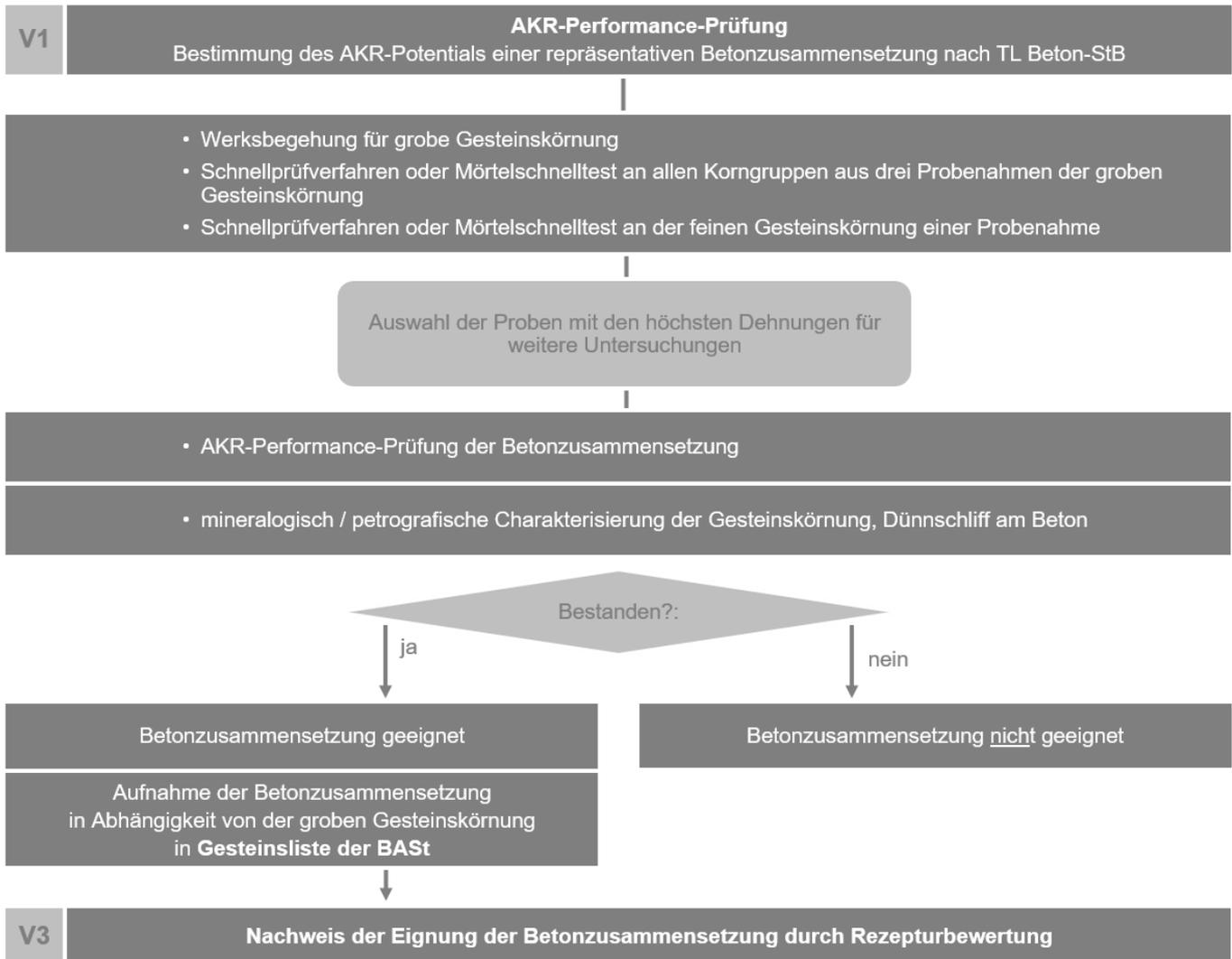
Tabelle 8 Anforderungen, einzureichenden Unterlagen und Prüfverantwortlichkeiten bei Nachweisen nach Verfahren V3

	AKR-Performance-Prüfung			WS-Grundprüfung		
	Anforderung	Einzureichende Unterlagen / prüfbar über	Prüfung durch	Anforderung	Einzureichende Unterlagen / prüfbar über	Prüfung durch
Zementart und maximaler Alkaligehalt	TL Beton-StB, Na ₂ O-Äquivalent ≤ Spalte 12 *	Prüfzeugnis Zementhersteller	GA	TL Beton-StB 07, Tabelle 2	Prüfzeugnis Zementhersteller	AG
Zementgehalt	z ≤ Spalte 10 *	Betonerstprüfung	GA	OB (D ≤ 8 mm): z ≤ 430 kg/m ³ UB/OB (D > 8 mm): z ≤ 360 kg/m ³	Betonerstprüfung	AG
Wassermengewert Beton	w/z ≤ Spalte 11 *	Betonerstprüfung	GA	w/z ≤ 0,45	Betonerstprüfung	AG
Feine Gesteinskörnungen (D ≤ 2 mm)	Festlegungen zu Anforderungen und ggf. zusätzlich für die Rezepturbewertung erforderlichen Prüfungen erfolgen durch den AKR-Gutachter		GA	Überkorn ≤ 10 M.-%	Betonerstprüfung	AG
				Falls Überwachung nach Teil 2 der Alkali-Richtlinie erforderlich ist: Bei Einstufung in EI-O / EI-OF & Überkornanteil ≤ 10 M.-%	Zertifikat EI-O / EI-OF	AG
				Falls Gewinnungsstätte außerhalb des Anwendungsbereichs der Alkali-Richtlinie oder Überkorn > 10 M.-%	Gutachten zum Sand durch AKR-Gutachter	AG
Grobe Gesteinskörnungen (d ≥ 2 mm)	Gültigkeit der AKR-Performance-Prüfung	Spalte 13 *	GA	Gültigkeit der WS-Grundprüfung	Spalte 9 *	AG
	Übereinstimmung der aktuellen Probe(n) mit den Proben aus der AKR-Performance-Prüfung	Vergleichsprüfung		Übereinstimmung der aktuellen Proben mit den Proben aus der WS-Grundprüfung	WS-Bestätigungsprüfung (AKR-Gutachter oder Fremdüberwacher) (Probenahme max. 3 Monate vor Betonierbeginn, Gültigkeit max. 6 Monate)	AG
Beton	Freigabe der Betonrezeptur	Rezepturbewertung durch AKR-Gutachter	AG	nicht erforderlich		

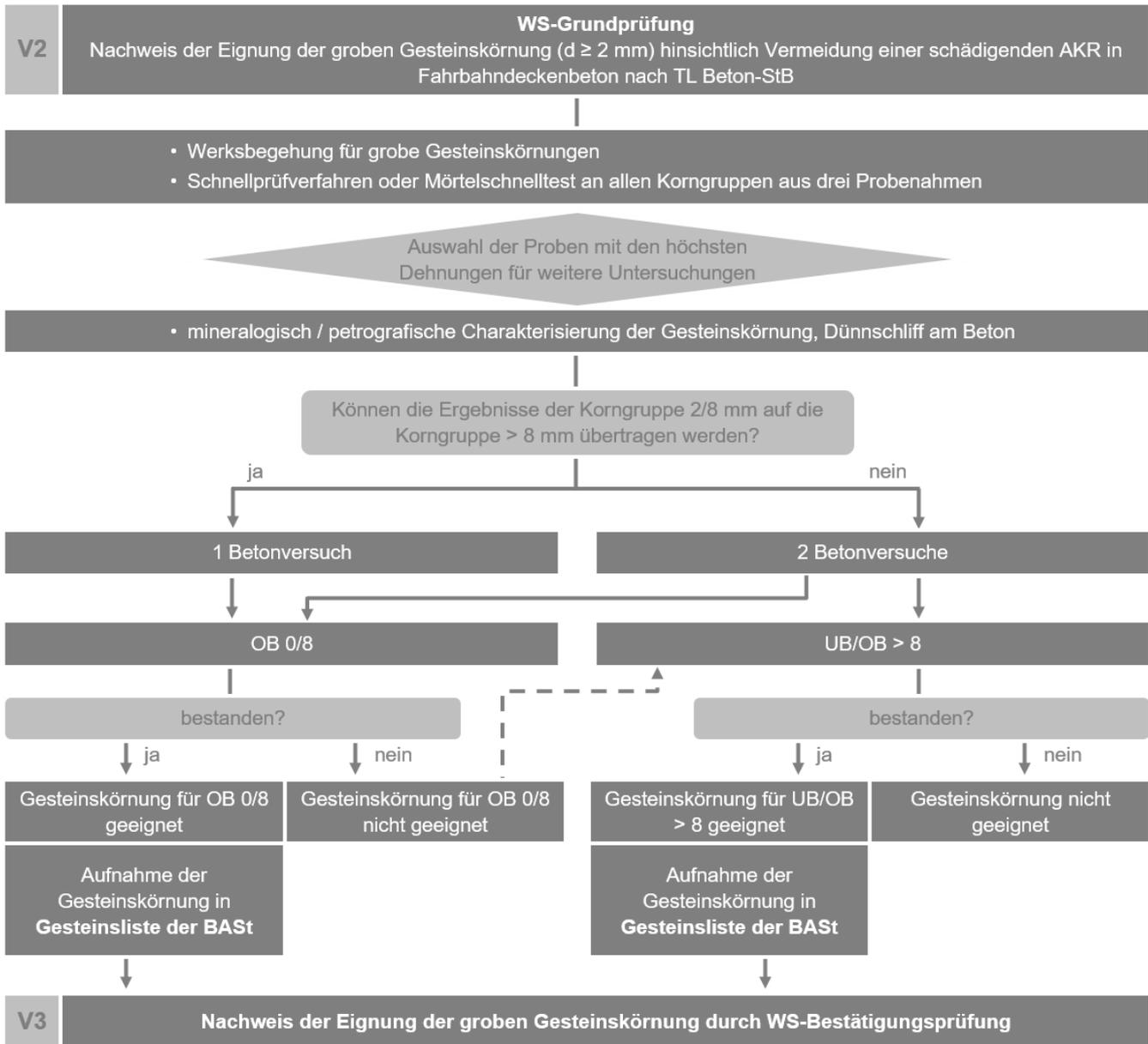
AG: Auftraggeber; GA: Gutachter; *: Angaben zu den Spalten-Nummern beziehen sich auf die jeweiligen Spalten der AKR-Gesteinslisten V1 bzw. V2

Anlage 2 Ablaufschemen Verfahren 1, 2 und 3

Ablaufschema für das Verfahren 1



Ablaufschema für das Verfahren 2



Ablaufschema für das Verfahren 3

