

Stellungnahme des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) „Regelungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton“

Präambel

Die interessierten Kreise im Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) sprechen sich mit dieser Stellungnahme für die unveränderte Anwendung der technischen Festlegungen der DIN 1164-10 für NA-Zemente und der Alkali-Richtlinie für Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 aus. Die Regelungen sind hinreichende Bedingungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion an Beton nach DIN EN 206-1:2001/ DIN 1045-2:2008. Mit dieser Stellungnahme empfiehlt der DAfStb ein System, um den Wegfall der Forderung nach Übereinstimmungskriterien (Ü-Zeichen) zu kompensieren.

Diese Stellungnahme wurde durch den Unterausschuss „Alkalireaktion im Beton (UA AKR)“ unter Einbeziehung der zugehörigen Arbeitskreise „Prüfverfahren (AKR 1)“ und „Überarbeitung der Alkali-Richtlinie (AKR 3)“ vorbereitet und durch den Technischen Ausschuss „Beton-technik“ und den Vorstand des DAfStb verabschiedet.

1 Aktuelle Situation

Der Europäische Gerichtshof (EuGH) verurteilte die Bundesrepublik Deutschland mit Urteil vom 16.10.2014 (Rechtssache C-100/13) wegen Handelshemmnissen bei Bauprodukten. Gemäß dem Urteil verstoßen zusätzliche Anforderungen an Bauprodukte, die einer harmonisierten Norm entsprechen, gegen europäisches Recht. Die in den Bauregellisten des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) enthaltenen technischen Zusatzanforderungen an bereits europäisch harmonisierte Bauprodukte sind demnach unzulässig. Am 10. Oktober 2016 veröffentlichte das DIBt daher eine Änderungsmitteilung zu den Bauregellisten A und B, die am 15. Oktober 2016 in Kraft trat. Hiermit wurden zahlreiche Anforderungen an Übereinstimmungs- und Verwendbarkeitsnachweise gestrichen. Die Änderungen betreffen auch *Zemente mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt* nach DIN 1164-10 („NA-Zemente“) und *Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620* mit Alkaliempfindlichkeitsklasse nach Alkali-Richtlinie. Um die dadurch entstandene regulatorische Lücke zu kompensieren, empfiehlt der DAfStb das folgende, technisch gleichwertige System zur Fortsetzung der Anwendung der Alkali-Richtlinie. Die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe 2017/1, setzt die bauordnungsrechtlich verbindliche Berücksichtigung der Alkali-Richtlinie durch Zitierung in Teil C, laufende Nr. C 2.1.4.3 „Beton nach Eigenschaften, Beton nach Zusammensetzung“ fort.

Ziel des Systems ist, die Bauwerksicherheit und das Vertrauen in die Leistungsfähigkeit von Bauprodukten bei allen am Bau Beteiligten sicherzustellen.

Trotz der Streichung der Übereinstimmungs- und Verwendbarkeitsnachweise sind die Alkali-Richtlinie und die DIN 1164-10 mit ihren Inhalten weiterhin gültig.

2 NA-Zemente

Bislang mussten NA-Zemente nicht nur die in DIN 1164-10 festgelegten „technischen“ Anforderungen erfüllen, sondern unterlagen auch den hier verankerten Regeln zur Übereinstimmungsbewertung und zum Übereinstimmungsnachweis und sie waren mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) zu kennzeichnen. Mit Inkrafttreten der Änderungsmitteilung zur Bauregelliste vom 10. Oktober 2016 entfiel für diese Zemente jedoch die Verpflichtung, den zusätzlichen Übereinstimmungsnachweis zu erbringen. Das Ü-Zeichen kann infolgedessen nicht mehr verwendet werden.

Als wesentliche Konsequenz werden NA-Zemente nun als Zemente nach DIN EN 197-1 in Verkehr gebracht. Damit ist die bisherige Zementbezeichnung (z. B. „Portlandzement DIN 1164 – CEM I 32,5 R – NA“) nicht mehr möglich. Der DAfStb begrüßt die Empfehlung des VDZ, stattdessen die Normbezeichnung nach DIN EN 197-1 – ergänzt um die beiden Kleinbuchstaben „na“ in Klammern – zu verwenden. Die daraus resultierende Zementbezeichnung ist beispielsweise „Portlandzement DIN EN 197-1 – CEM I 32,5 R (na)“.

Der Nachweis der Konformität mit den zusätzlichen Anforderungen der DIN 1164-10 muss bei Zementen nach DIN EN 197-1 mittels Herstellererklärung erfolgen. Durch freiwillige zusätzliche Produktzertifikate wird bestätigt, dass ein Zement die technischen Anforderungen der weiterhin gültigen DIN 1164-10 erfüllt und vergleichbar zu dem AVCP-System 1⁺ überwacht wird. Gemäß MVV TB 2017/1, Anlage C 2.1.3, ist die Übereinstimmung mit DIN 1164-10 durch den Hersteller zu erklären, Zitat:

2 Zur Alkali-Richtlinie – AlkR – (2013-10)

Abschnitt 7.1.1:

Es ist zu ergänzen: „Für Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt (NA-Zement) ist die Übereinstimmung mit DIN 1164-10 vom Hersteller zu erklären.“

3 Gesteinskörnungen

Mit der Änderung der Bauregelliste 2016/1 und den Vollzugsschreiben der Länder wurden die Spalten 4 und 5 der laufenden Nummern Nr. 1.2.7.1 und Nr. 1.2.7.2 der Bauregelliste A, Teil 1, gestrichen (siehe **Tabelle 1**).

Tabelle 1 – Auszug aus Bauregelliste A, Teil 1, und Streichung der Spalten 4 und 5 gemäß Änderungen der Bauregelliste A und B – Ausgabe 2016/1

Lfd. Nr.	Bauprodukt	Technische Regeln	Übereinstimmungsnachweis	Verwendbarkeitsnachweis bei wesentlichen Abweichungen
1	2	3	4	5
1.2.7.1	Gesteinskörnungen nach EN 12620 mit Alkaliempfindlichkeitsklasse außer Bauprodukte nach lfd. Nr. 1.2.7.2	DAfStb Richtlinie Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion in Beton (Alkali-Richtlinie) – AlkR – (2013-10)	ÜZ	Z
1.2.7.2	Gesteinskörnungen nach EN 12620 mit Alkaliempfindlichkeitsklasse E I aus unbedenklichen Vorkommen	DAfStb Richtlinie Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion in Beton (Alkali-Richtlinie) – AlkR – (2013-10)	ÜZ	Z

Damit sind seit dem 16. Oktober 2016 bei Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 keine Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise nach Landesbauordnungen (LBO) mehr zu erbringen. Eine Ü-Kennzeichnung der Gesteinskörnung für die beiden oben genannten laufenden Nummern der Bauregelliste ist daher nicht mehr möglich. Die Alkali-Richtlinie ist in der Bauregelliste allerdings nach wie vor Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 zugeordnet und gültig (Spalten 1, 2 und 3 in **Tabelle 1**). Als Verwendungsregel ist sie unverändert DIN 1045-2 zugeordnet. Die Alkaliempfindlichkeitsklasse ist durch den Hersteller der Gesteinskörnung weiterhin anzugeben (s. a. Anlage C 2.1.3 der MVV TB 2017/1), Zitat:

1.3 Abschnitt 5.2.3.4:

Es ist zu ergänzen: „Die Alkaliempfindlichkeitsklasse nach der Alkali-Richtlinie des DAfStb der Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 kann der Leistungserklärung entnommen werden.“

Auf der Grundlage der Alkali-Richtlinie empfiehlt der DAfStb folgendes technisch gleichwertige System, um die aufgrund der bauordnungsrechtlichen Änderungen entstandene Lücke zu schließen:

1. Beton-, Zement- und Gesteinskörnungshersteller setzen die Anwendung der Alkali-Richtlinie fort.
2. Die Abschnitte 4 (Einstufung der Gesteinskörnung) und 5 (Übereinstimmungsnachweis für Gesteinskörnungen) der Alkali-Richtlinie gelten unter Einschaltung von Qualifizierten Stellen gemäß Absatz 3 weiter. Diese nehmen die Einstufung der Gesteinskörnung in die Alkaliempfindlichkeitsklasse(n) mit einem Produktzertifikat vor. Die Alkaliempfindlichkeitsklasse(n) ist (sind) der Kennzeichnung nach DIN EN 12620 hinzuzufügen und in der Leistungserklärung des Herstellers sowie auf dem Lieferschein anzugeben. Der Hersteller belegt mit dem freiwilligen Produktzertifikat unter Angabe der Qualifizierten Stelle die Übereinstimmung mit der Alkali-Richtlinie.
3. Überwachungs- und Zertifizierungsstellen gemäß DIBt-Mitteilungen „Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen (Stand Mai 2017)“, lfd. Nr. 1.2.7.1 und 1.2.7.2, gelten als Qualifizierte Stellen übergangsweise bis zur Überarbeitung der Alkali-Richtlinie. Bei Qualifizierten Stellen muss es sich grundsätzlich um unabhängige dritte Stellen handeln. Für nicht in den DIBt-Mitteilungen, Stand Mai 2017, enthaltene Qualifizierte Stellen wird als Qualifizierungsschema eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17065 für Gesteinskörnung empfohlen. Die Qualifizierten Stellen verpflichten sich an der jährlichen Weiterbildung mit Erfahrungsaustausch der MPA Schleswig-Holstein (Alkali-Woche) teilzunehmen.
4. Für die nach Abschnitt 5 der Alkali-Richtlinie erforderlichen Prüfungen im Rahmen der Fremdüberwachung für das Merkmal „Alkaliempfindlichkeit“ muss sich die Qualifizierte Stelle einer Qualifizierten Prüfstelle mit Prüfkompetenz nach Alkali-Richtlinie bedienen. Hiervon ausgenommen sind Prüfstellen die, wie in Abschnitt 5.2 (1) der Alkali-Richtlinie gefordert, der Qualifizierten Stelle ausschließlich petrographische Beschreibungen nach DIN EN 932-3 zur Verfügung stellen. Bei der Auswahl der Prüfstelle, die petrographische Beschreibungen nach DIN EN 932-3 zur Verfügung stellt, hat sich die Qualifizierte Stelle von der Kompetenz dieser Prüfstelle in geeigneter Weise zu überzeugen.
5. Eine Prüfstelle gilt als Qualifizierte Prüfstelle mit Prüfkompetenz nach Alkali-Richtlinie, wenn alle nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:
 - jährliche Teilnahme an Vergleichsversuchen gemäß [1]¹⁾,
 - jährliche Teilnahme an der Weiterbildung mit Erfahrungsaustausch der MPA Schleswig-Holstein (Alkali-Woche),
 - Bescheinigung der MPA Schleswig-Holstein über die Einhaltung der Kriterien gemäß Abschnitt 5 von [1],
 - die Prüfstelle stellt die Bescheinigungen auf Nachfrage zur Verfügung.

ANMERKUNG: Eine Nachbesserung bei Nichteinhaltung der Kriterien gemäß Abschnitt 5 von [1] ist möglich.

6. Die MPA Schleswig-Holstein organisiert die Vergleichsversuche nach [1].
7. Die folgenden Institutionen werten die Ergebnisse nach [1] aus, legen gegebenenfalls Maßnahmen zur Nachbesserung fest und verfolgen deren Umsetzung:

¹⁾ Die MPA Schleswig-Holstein kann die Häufigkeit beim Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C) gemäß Anhang B.3 nach dreimaliger aufeinanderfolgender erfolgreicher Teilnahme (Einhalten der Kriterien) auf einmal alle zwei Jahre reduzieren.

- Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint, Anhang A.5, A.6 und A.7 durch die MPA Schleswig-Holstein,
 - Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint, Anhang A.7 durch die MPA Schleswig-Holstein,
 - Schnellprüfverfahren, Anhang B.2 durch die TU Hamburg,
 - Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C), Anhang B.3 durch die MPA Schleswig-Holstein,
 - 60 °C-Betonversuch, Anhang C durch die VDZ gGmbH.
8. Die MPA Schleswig-Holstein bescheinigt die Einhaltung/Nichteinhaltung der Kriterien gemäß Abschnitt 5 von [1] auf der Grundlage der Auswertung gemäß Absatz 7.
9. Die MPA Schleswig-Holstein teilt die Auswertung aller Vergleichsversuche den teilnehmenden Prüfstellen und dem DAfStb in anonymisierter Form mit.

4 Literatur

- [1] Verfahrensbeschreibung zu den Vergleichsversuchen nach DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie) – Anlage zu dieser Stellungnahme (Veröffentlichung in der Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton in 2020 geplant)

Ersatzvermerk

Ersatz für die Stellungnahme vom 29. Juni 2018.

Berlin, 24. Oktober 2019

gez.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rolf Breitenbücher

Vorsitzender des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e. V.

Verfahrensbeschreibung zu den Vergleichsversuchen nach DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie)

Verabschiedet durch den DAfStb UA „Alkalireaktion im Beton (UA AKR)“
am 14. Juni 2024

Stand: 14. Juni 2024

Bearbeiter: DAfStb UA AKR

Ersatz für die Verfahrensbeschreibung vom 11. Juli 2019 in der Anlage zur Stellungnahme
„Regelungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton“
vom 24. Oktober 2019

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Ausgangsstoffe	6
3.1 Probenaufbereitung und -bereitstellung	6
3.2 Auswahl	6
3.2.1 Anhänge A.5, A.6 und A.7 der Alkali-Richtlinie	6
3.2.2 Anhänge B.2, B.3 und C der Alkali-Richtlinie	6
3.3 Aufbereitung	6
3.3.1 Lagerung	6
3.3.2 Anhang A.5, A.6 und A.7 der Alkali-Richtlinie – Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint	7
3.3.3 Anhang A.7 der Alkali-Richtlinie – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint	7
3.3.4 Anhang B.2 der Alkali-Richtlinie – Schnellprüfverfahren	7
3.3.5 Anhang B.3 der Alkali-Richtlinie – Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)	8
3.3.6 Anhang C der Alkali-Richtlinie – Betonversuch bei 60 °C über Wasser (60 °C-Betonversuch)	8
3.4 Bereitstellung der Proben	8
3.4.1 Transport	8
3.4.2 Anhang A.5 und A.6 der Alkali-Richtlinie – Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint	8
3.4.3 Anhang A.7 der Alkali-Richtlinie – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint	8
3.4.4 Anhang B.2 der Alkali-Richtlinie – Schnellprüfverfahren	9
3.4.5 Anhang B.3 der Alkali-Richtlinie – Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)	9
3.4.6 Anhang C der Alkali-Richtlinie – Betonversuch bei 60 °C über Wasser (60 °C-Betonversuch)	9
4 Durchführung der Prüfungen	9
4.1 Erläuterung	9
4.2 Anhang A der Alkali-Richtlinie – Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint	9
4.2.1 Zu A.3 Probenahme nach Alkali-Richtlinie	9
4.2.2 Zu A.4 Aufbereitung der Proben nach Alkali-Richtlinie	9
4.2.2.1 Zu A.5 Petrographische Untersuchung nach Alkali-Richtlinie	10
4.2.2.2 Zu A.8 Prüfbericht nach Alkali-Richtlinie	10

4.3	Anhang A.7 der Alkali-Richtlinie – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint	10
4.3.1	Zu A.7.4 Berechnung des Anteils an reaktionsfähigem Flint nach Alkali-Richtlinie	10
4.3.2	Zu A.8 Prüfbericht nach Alkali-Richtlinie	10
4.4	Anhang B.2 der Alkali-Richtlinie – Schnellprüfverfahren	10
4.4.1	Zu B.2.3 Mörtelzusammensetzung nach Alkali-Richtlinie	10
4.4.2	Zu B.2.4 Bestimmung der Längenänderung, Begriffe und Prüftermine nach Alkali-Richtlinie	11
4.4.3	Prüfbericht	11
4.5	Anhang B.3 der Alkali-Richtlinie – Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)	11
4.5.1	Zu B.3.1 Allgemeines nach Alkali-Richtlinie	11
4.5.2	Zu B.3.3 Betonzusammensetzung nach Alkali-Richtlinie	11
4.5.3	Zu B.3.4 Längenänderung, Rissbreite, Begriffe und Prüftermine nach Alkali-Richtlinie	11
4.5.4	Prüfbericht	12
4.6	Anhang C der Alkali-Richtlinie – Betonversuch bei 60 °C über Wasser (60 °C-Betonversuch)	12
4.6.1	Zu C.1 Allgemeines nach Alkali-Richtlinie	12
4.6.1.1	Zu C.2.2 Probekörper nach Alkali-Richtlinie	12
4.6.1.2	Zu C.2.5 Längenänderung, Masse, Begriffe und Prüftermine nach Alkali-Richtlinie	12
4.6.1.3	Prüfbericht	12
5	Auswertung der Ergebnisse	12
5.1	Anhang A.5, A.6 und A.7 der Alkali-Richtlinie – Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint	12
5.2	Anhang A.7 der Alkali-Richtlinie – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint	13
5.3	Anhang B.2 der Alkali-Richtlinie – Schnellprüfverfahren	13
5.4	Anhang B.3 der Alkali-Richtlinie – Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)	14
5.5	Anhang C der Alkali-Richtlinie – Betonversuch bei 60°C über Wasser (60 °C-Betonversuch)	15
6	Anhang	17
7	Literaturhinweise	25

Vorwort

Die interessierten Kreise im Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) haben sich in einer Stellungnahme für die unveränderte Anwendung der technischen Festlegungen der DIN 1164-10 für (na)-Zemente und der Alkali-Richtlinie für Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 ausgesprochen. Die Regelungen sind hinreichende Bedingungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion an Beton nach DIN EN 206-1:2001/DIN 1045-2:2008.

Die Notwendigkeit der Stellungnahme in [1] ergab sich aus einem Urteil des Europäischen Gerichtshofes (EuGH). Gemäß dem EuGH-Urteil in der Rechtssache C-100/13 verstoßen zusätzliche Anforderungen an Bauprodukte, die einer harmonisierten Norm entsprechen, gegen europäisches Recht, wodurch in der Folge zahlreiche Anforderungen an Übereinstimmungs- und Verwendbarkeitsnachweise gestrichen werden mussten. Mit der Stellungnahme empfiehlt der DAfStb ein System, das den Wegfall der Forderung nach Übereinstimmungskriterien (Ü-Zeichen) kompensiert. Die Durchführung von Vergleichsversuchen nach vorgegeben Kriterien, die in dieser Verfahrensbeschreibung niedergeschrieben sind, ist ein wesentlicher Teil dieses Systems.

1 Anwendungsbereich

Diese Verfahrensbeschreibung regelt die Vergleichsversuche zu Prüfungen nach der DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“. Die Vergleichsprüfungen sind als Vergleichsprüfungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 anzusehen. Sie dienen Laboratorien zur Sicherung der Validität von Ergebnissen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025.

2 Normative Verweisungen

Alkali-Richtlinie	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: DAfStb-Richtlinie Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie), Ausgabe 2013
DIN ISO 5725-1	Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen - Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe
DIN EN ISO/IEC 17025	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
DIN EN 1097-6	Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen: Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme
DIN EN 12620	Gesteinskörnungen für Beton, Ausgabe 2008-07
DIN EN 197-1	Zement: Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
DIN EN 12350-5	Prüfung von Frischbeton: Teil 5: Ausbreitmaß.
DIN EN 12350-6	Prüfung von Frischbeton: Teil 6: Frischbetonrohddichte
DIN EN 12350-7	Prüfung von Frischbeton: Teil 7: Luftgehalte – Druckverfahren
DIN EN 933-1	Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren
DIN 1164-10	Zement mit besonderen Eigenschaften - Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit niedrigerem wirksamen Alkaligehalt

3 Ausgangsstoffe

3.1 Probenaufbereitung und -bereitstellung

Der Organisator des Vergleichsversuchs bereitet die Proben auf und stellt diesen den Teilnehmern zur Verfügung.

3.2 Auswahl

3.2.1 Anhänge A.5, A.6 und A.7 der Alkali-Richtlinie

Für die Vergleichsversuche nach Anhang A.5, A.6 und A.7 (**Ausgangsmaterial I**) sowie Anhang A.7 (**Ausgangsmaterial II**) wird ein Kies aus dem eiszeitlichen Ablagerungsgebiet in Norddeutschland gewonnen.

3.2.2 Anhänge B.2, B.3 und C der Alkali-Richtlinie

(1) Für die Vergleichsversuche nach den Anhängen B.2, B.3 und C wird eine Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 ausgewählt (**Ausgangsmaterial III**).

(2) Es werden die Korngruppen 2/8 und 8/16 benötigt. Die Gesteinskörnung wird vom Hersteller in Big Bags verpackt und dem Organisator per Spedition geliefert.

(3) Weiterhin ist für diese Vergleichsversuche ein AKR-Prüfzement mit einem angegebenen Na_2O -Äquivalent aus einer werkmäßigen Abfüllung vorgesehen. Dieser Prüfzement wird jährlich durch die VDZ gGmbH¹ in einem Big Bag zusammen mit Informationen zu den repräsentativen Eigenschaften (Na_2O -Äquivalent nach DIN EN 196-2 und Reindichte nach DIN EN 196-6) und dem Organisator zur Kaliumsulfatzugabe übersandt und dort auf kleinere luftdichte Verpackungseinheiten (Kunststofftüten) zwecks Versand an die Teilnehmer verteilt.

(4) Darüber hinaus beschafft der Organisator einen einheitlichen Natursand 0/2 der Alkaliempfindlichkeitsklasse E I oder E I-O – E I-OF und einen CEM I der Festigkeitsklasse 32,5 N; 32,5 R; 42,5 N oder 42,5 R nach DIN 197-1, der zusätzlich die Anforderungen der DIN 1164-10 an (na)-Zement erfüllt ((na)-Zement). Der Sand und der (na)-Zement werden in kleinen Einheiten verpackt.

3.3 Aufbereitung

3.3.1 Lagerung

(1) Die Ausgangsmaterialien werden vor Verunreinigungen und Feuchtigkeit geschützt gelagert.

(2) Um die Homogenität der Vergleichsproben für Prüfungen nach Anhang A der Alkali-Richtlinie zu gewährleisten, kann es erforderlich sein, bei Ausgangsmaterial aus Lockergesteinen (Kies) einen Probenteiler zu verwenden.

(3) Für die Prüfungen nach Anhang B und C der Alkali-Richtlinie werden ausschließlich gebrochene Gesteinskörnungen aus Festgesteinen verwendet, um die Homogenität zu gewährleisten.

¹ VDZ Technology gGmbH, Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf

3.3.2 Anhang A.5, A.6 und A.7 der Alkali-Richtlinie – Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint

(1) Für diesen Vergleichsversuch wird die Prüfkornklasse 8/16 des Ausgangsmaterials I wie folgt vorbereitet:

- Absiebung des Über- und Unterkorns, Waschen des Prüfkornanteils und Trocknung gemäß A4.2 und A4.3 der Alkali-Richtlinie,
- Petrographische Bestimmung von Opalsandstein, Flint und unbedenklichem Material,
- Bestimmung der Flintrohdichte für jede einzelne Vergleichsprobe nach Alkali-Richtlinie, Anhang A.7.3,
- Zusammensetzung der Vergleichsprobe aus den vorher auspetrographierten Mengen (Einwaage von Flint, Opalsandstein und unbedenkliches Material),
- Beschriftung der Proben (Art des Vergleichsversuches, Jahr und fortlaufende Nummer) sowie
- Dokumentation und Lagerung der Vergleichsproben (frostfrei und vor Feuchtigkeit geschützt).

(2) Jeder Teilnehmer erhält eine Vergleichsprobe. Es ist keine weitere Probenvorbereitung durch den Teilnehmer nötig.

3.3.3 Anhang A.7 der Alkali-Richtlinie – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint

(1) Für diesen Vergleichsversuch wird die Prüfkornklasse 8/16 des Ausgangsmaterials II wie folgt vorbereitet:

- Absiebung des Über- und Unterkorns, Waschen des Prüfkornanteils und Trocknung gemäß A4.2 und A4.3 der Alkali-Richtlinie,
- Petrographische Bestimmung von Flint,
- Bestimmung der Flintrohdichte für jede einzelne Vergleichsprobe nach Anhang A.7.3,
- Beschriftung der Proben (Art des Vergleichsversuches, Jahr und fortlaufende Nummer) sowie
- Dokumentation und Lagerung der Vergleichsproben (frostfrei und vor Feuchtigkeit geschützt).

(2) Jeder Teilnehmer erhält eine Vergleichsprobe. Es ist keine weitere Probenvorbereitung durch den Teilnehmer nötig.

3.3.4 Anhang B.2 der Alkali-Richtlinie – Schnellprüfverfahren

(1) Für diesen Vergleichsversuch werden Gesteinskörnung des Ausgangsmaterials III und AKR-Prüfzement abgepackt.

3.3.5 Anhang B.3 der Alkali-Richtlinie – Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)

(1) Ausgangsmaterial III, Sand, AKR-Prüfzement und (na)-Zement werden in Säcken abgepackt und auf Europaletten geladen. Jeder Teilnehmer erhält ausreichend Material der Korngruppen 2/8 und 8/16 sowie des AKR-Prüfzementes, des Sandes und des (na)-Zements zur Durchführung der Betonversuche nach Anhang B.3.

(2) Die Rohdichten des Ausgangsmaterials III werden durch den Organisator nach DIN EN 1097-6, Abschnitt 8 ermittelt. Die Rohdichten sind nicht ergebnisrelevant und werden für die Mischungsberechnung vorgegeben.

3.3.6 Anhang C der Alkali-Richtlinie – Betonversuch bei 60 °C über Wasser (60 °C-Betonversuch)

(1) Ausgangsmaterial III, Sand, AKR-Prüfzement und (na)-Zement werden in Säcken abgepackt und auf Europaletten geladen. Jeder Teilnehmer erhält ausreichend Material der Korngruppen 2/8 und 8/16 sowie des AKR-Prüfzementes, des Sandes und des (na)-Zements zur Durchführung der Betonversuche nach Anhang C.

(2) Die Rohdichten des Ausgangsmaterials III und Sandes werden durch den Organisator nach DIN EN 1097-6, Abschnitt 8 ermittelt. Die Dichten sind nicht ergebnisrelevant und werden für die Mischungsberechnung vorgegeben. Der Organisator gibt die Reindichte des (na)-Zements nach DIN EN 196-6 bekannt.

3.4 Bereitstellung der Proben

3.4.1 Transport

Während der jährlichen Weiterbildungsveranstaltung des Organisators haben alle Teilnehmer die Möglichkeit ihre Vergleichsproben mitzunehmen. Alle anderen Proben werden verpackt und per Post bzw. Spedition versendet.

3.4.2 Anhang A.5 und A.6 der Alkali-Richtlinie – Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint

Jeder Teilnehmer erhält zu seiner Vergleichsprobe gemäß Abschnitt 3.3.2 ein Begleitschreiben mit dem Abgabedatum und dem Empfänger der Prüfergebnisse. Jedem Teilnehmer wird per E-Mail ein einheitliches Datenblatt zur Dokumentation der Ergebnisse zugesandt (siehe **Tabelle 2** im Anhang).

3.4.3 Anhang A.7 der Alkali-Richtlinie – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint

Jeder Teilnehmer erhält zu seiner Vergleichsprobe gemäß Abschnitt 3.3.3 ein Begleitschreiben mit dem Abgabedatum und dem Empfänger der Prüfergebnisse. Jedem Teilnehmer wird per E-Mail ein einheitliches Datenblatt zur Dokumentation der Ergebnisse zugesandt (siehe **Tabelle 3** im Anhang).

3.4.4 Anhang B.2 der Alkali-Richtlinie – Schnellprüfverfahren

(1) Jeder Teilnehmer erhält zu seiner Vergleichsprobe gemäß Abschnitt 3.3.4 ein Begleitschreiben mit dem Abgabedatum und dem Empfänger der Prüfergebnisse. Jedem Teilnehmer wird per E-Mail ein einheitliches Datenblatt zur Dokumentation der Ergebnisse zugesandt (siehe **Tabelle 4** im Anhang).

(2) Die Teilnehmer erhalten die Kaliumsulfatdosiermenge.

3.4.5 Anhang B.3 der Alkali-Richtlinie – Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)

(1) Jeder Teilnehmer erhält zu seiner Vergleichsprobe gemäß Abschnitt 3.3.5 ein Begleitschreiben mit dem Abgabedatum und dem Empfänger der Prüfergebnisse. Jedem Teilnehmer wird per E-Mail ein einheitliches Datenblatt zur Dokumentation der Ergebnisse zugesandt (siehe **Tabelle 5** im Anhang).

(2) Die Teilnehmer erhalten die Dichten der Gesteinskörnungen, des AKR-Prüfzementes und des (na)-Zements sowie die Kaliumsulfatdosiermenge (vgl. Abschnitt 3.3.5).

3.4.6 Anhang C der Alkali-Richtlinie – Betonversuch bei 60 °C über Wasser (60 °C-Betonversuch)

(1) Jeder Teilnehmer erhält zu seiner Vergleichsprobe gemäß Abschnitt 3.3.6 ein Begleitschreiben mit dem Abgabedatum und dem Empfänger der Prüfergebnisse. Jedem Teilnehmer wird per E-Mail ein einheitliches Datenblatt zur Dokumentation der Ergebnisse zugesandt (siehe **Tabelle 6** im Anhang).

(2) Die Teilnehmer erhalten die Dichten der Gesteinskörnungen, des AKR-Prüfzementes und des (na)-Zements sowie die Kaliumsulfatdosiermenge (vgl. Abschnitt 3.3.6).

4 Durchführung der Prüfungen

4.1 Erläuterung

Die Durchführung der jeweiligen Prüfung ist in der Alkali-Richtlinie geregelt. Die Prüfvorschriften werden durch folgende Erläuterungen ergänzt.

4.2 Anhang A der Alkali-Richtlinie – Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint

4.2.1 Zu A.3 Probenahme nach Alkali-Richtlinie

Wird durch den Organisator durchgeführt.

4.2.2 Zu A.4 Aufbereitung der Proben nach Alkali-Richtlinie

Wird durch den Organisator durchgeführt.

4.2.2.1 Zu A.5 Petrographische Untersuchung nach Alkali-Richtlinie

Den Abschnitt A.5.2 führt der Organisator durch. Der Teilnehmer des Vergleichsversuchs führt Abschnitt A.5.3 durch.

4.2.2.2 Zu A.8 Prüfbericht nach Alkali-Richtlinie

Wird ersetzt durch:

Die Ergebnisse sind von jedem Teilnehmer (Labor) in einem zur Verfügung gestellten Datenblatt gemäß **Tabelle 2** zu dokumentieren und dem Organisator zur Auswertung zur Verfügung zu stellen.

4.3 Anhang A.7 der Alkali-Richtlinie – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint

4.3.1 Zu A.7.4 Berechnung des Anteils an reaktionsfähigem Flint nach Alkali-Richtlinie

Für die Berechnung des reaktiven Flintanteils nach Gleichung (A.12 gemäß Alkali-Richtlinie) wird für $w_{PF} = 100,0$ M.-% angenommen.

4.3.2 Zu A.8 Prüfbericht nach Alkali-Richtlinie

Wird ersetzt durch:

Die Ergebnisse sind von jedem Teilnehmer (Labor) in einem zur Verfügung gestellten Datenblatt gemäß **Tabelle 3** zu dokumentieren und dem Organisator zur Auswertung zur Verfügung zu stellen.

4.4 Anhang B.2 der Alkali-Richtlinie – Schnellprüfverfahren

4.4.1 Zu B.2.3 Mörtelzusammensetzung nach Alkali-Richtlinie

Wird erweitert durch:

(1) Die Menge an Kaliumsulfat wird mit dem Begleitschreiben zum Vergleichsversuch bekanntgegeben.

(2) Die Gesteinskörnung ist komplett mit einem Backenbrecher auf Korngrößen ≤ 4 mm zu brechen, dass mindestens 3 Versuche durchgeführt werden können. Das Überkorn > 4 mm ist erneut zu brechen.

4.4.2 Zu B.2.4 Bestimmung der Längenänderung, Begriffe und Prüftermine nach Alkali-Richtlinie

(1) Die Messungen der Länge sind am 1., 4., 8., 11. 13. und 14. Tag nach der Nullmessung durchzuführen.

(2) Verdunstete Flüssigkeitsmengen müssen mit entionisiertem bzw. destilliertem Wasser ergänzt werden. Andere Verluste von Natronlauge (z. B. durch Verschütten) muss mit Natronlauge wieder nachgefüllt werden. Der Verlust durch Verdunstung darf nicht größer 1000 g über 13 Tage betragen, falls der Verlust größer 1000 g ist muss eine Wiederholungsprüfung mit anderen Gefäßen durchgeführt werden.

4.4.3 Prüfbericht

Die Ergebnisse sind von jedem Teilnehmer (Labor) in einem zur Verfügung gestellten Datenblatt gemäß **Tabelle 4** zu dokumentieren und dem Organisator zur Auswertung zur Verfügung zu stellen.

4.5 Anhang B.3 der Alkali-Richtlinie – Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)

4.5.1 Zu B.3.1 Allgemeines nach Alkali-Richtlinie

Entfällt.

4.5.2 Zu B.3.3 Betonzusammensetzung nach Alkali-Richtlinie

(1) Der in Abschnitt (1) der Alkali-Richtlinie benannte AKR-Prüfzement und (na)-Zement sowie der Natursand werden durch den Organisator bereitgestellt.

(2) Für die Mischungsberechnung sind die vom Organisator bekanntgegebenen Zementdichten und die Rohdichten der Gesteinskörnungen zu verwenden.

(3) Die Gesteinskörnungen sind bis zur Herstellung der Betone verpackt im Labor zu lagern und im angelieferten Zustand zu verwenden.

4.5.3 Zu B.3.4 Längenänderung, Rissbreite, Begriffe und Prüftermine nach Alkali-Richtlinie

(1) Die letzte Messung ist im Alter von 273 Tagen durchzuführen. Risse an Prismen und die Masseänderung (Messung der Masse auf 1 g) sind zusätzlich anzugeben.

(2) Zuerst ist die Länge und anschließend die Masse zu bestimmen.

(3) Die Prüfstelle hat bereits zu Beginn der Messungen Kontrollen hinsichtlich der Plausibilität der Dehnungen durchzuführen. Zum jeweiligen Messtermin sind die Klimabedingungen in der Nebelkammer zu kontrollieren und zu dokumentieren (Temperatur und relative Feuchte).

4.5.4 Prüfbericht

(1) Die Ergebnisse sind von jedem Teilnehmer (Labor) in einem zur Verfügung gestellten Datenblatt gemäß **Tabelle 5** zu dokumentieren und dem Organisator zur Auswertung zur Verfügung zu stellen.

(2) Das Ergebnis des Betonversuches (Grenzwerte eingehalten oder überschritten) ist gemäß Tabelle 4 der Alkali-Richtlinie durch den betreffenden Teilnehmer zu bewerten.

4.6 Anhang C der Alkali-Richtlinie – Betonversuch bei 60 °C über Wasser (60 °C-Betonversuch)

4.6.1 Zu C.1 Allgemeines nach Alkali-Richtlinie

Entfällt.

4.6.1.1 Zu C.2.2 Probekörper nach Alkali-Richtlinie

Die Betonprismen sind, wenn möglich, gleichzeitig mit den Prismen für den Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C) nach Abschnitt 4.5 aus dem gleichen Frischbeton herzustellen.

4.6.1.2 Zu C.2.5 Längenänderung, Masse, Begriffe und Prüftermine nach Alkali-Richtlinie

Risse an Prismen sind zusätzlich anzugeben.

4.6.1.3 Prüfbericht

Die Ergebnisse sind von jedem Teilnehmer (Labor) in einem zur Verfügung gestellten Datenblatt gemäß **Tabelle 6** zu dokumentieren und dem Organisator zur Auswertung zur Verfügung zu stellen.

5 Auswertung der Ergebnisse

5.1 Anhang A.5, A.6 und A.7 der Alkali-Richtlinie – Prüfungen an Gesteinskörnungen mit Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint

(1) Die Ergebnisse der Prüfung werden dem Organisator durch den jeweiligen Teilnehmer in Form des vollständig ausgefüllten Formblattes (siehe **Tabelle 2**) mitgeteilt. Die Prüfergebnisse aller Teilnehmer werden tabellarisch zusammengestellt und anonymisiert ausgewertet.

(2) Es werden über alle Teilnehmer die jeweiligen Spannweiten und die jeweiligen Mittelwerte der folgenden Ergebnisse aufgeführt: Opalsandstein nach der Petrographie und nach dem Kochversuch, Flint-Rohdichte, Anteil an reaktionsfähigem Flint sowie Anteil 5 x Opalsandstein + r. f. Flint.

(3) Für jede Probe und Prüfung wird aus dem Ergebnis des Teilnehmers und des Organisators ein Mittelwert (allgemein anerkannter Bezugswert) gebildet. Für eine erfolgreiche Prüfung gelten folgende Bedingungen:

- Abweichung des Flintanteils nach A.5.3 des Teilnehmers vom Mittelwert ≤ 5 M.-%
- Abweichung der Flintrohddichte nach A.7.3 des Teilnehmers vom Mittelwert ≤ 34 kg/m³
- Abweichung des Anteils an Opalsandstein des Teilnehmers vom Mittelwert ≤ 20 M.-%

5.2 Anhang A.7 der Alkali-Richtlinie – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint

(1) Die Ergebnisse der Prüfung werden durch den jeweiligen Teilnehmer in Form des vollständig ausgefüllten Formblattes (siehe Anhang, Tabelle 3) mitgeteilt. Die einzelnen Kennwerte aller Teilnehmer werden tabellarisch anonymisiert zusammengestellt.

(2) Ausgewertet werden die Abweichungen zwischen den Ergebnissen der Teilnehmer.

(3) Für jede Probe wird aus dem Ergebnis zur Flintrohddichte nach A.7.3 des Teilnehmers und des Organisers ein Mittelwert (allgemein anerkannter Bezugswert) gebildet. Die Prüfung gilt als erfolgreich, wenn die Flintrohddichte des Teilnehmers nicht mehr als 34 kg/m³ vom Mittelwert abweicht.

5.3 Anhang B.2 der Alkali-Richtlinie – Schnellprüfverfahren

(1) Die Ergebnisse der Vergleichsversuche werden in einem Bericht in anonymisierter Form dargestellt. Hierzu wird jedem Teilnehmer eine Teilnehmer-Nummer nach zufälligen Gesichtspunkten zugeordnet. Diese Teilnehmer-Nummer ist nur dem jeweiligen Teilnehmer bekannt.

(2) Die Ergebnisse der Prüfung werden dem Organisator durch den Teilnehmer mittels der vollständig ausgefüllten Formblätter mitgeteilt. Die einzelnen Kennwerte aller Teilnehmer werden tabellarisch und in einem Zeit-Dehnungs-Diagramm zusammengestellt.

(3) Die Ergebnisse sind auf Normalverteilung und Ausreißer nach **Bild 1** und **Tabelle 1** im Anhang zu prüfen. Aus den Mittelwerten der Dehnungen $\bar{\varepsilon}_{t,13}$ aller Teilnehmer (Labore) n wird je Versuch die Spannweite R , das arithmetische Mittel $\bar{x}$, die Standardabweichung s und der Variationskoeffizient v mit den Gleichungen (1) bis (4) berechnet.

$$R = \bar{\varepsilon}_{t,13,\max} - \bar{\varepsilon}_{t,13,\min} \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n \bar{\varepsilon}_{t,13,j} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (\bar{\varepsilon}_{t,13,j} - \bar{x})^2} \quad (3)$$

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (4)$$

(4) Aus den von allen Teilnehmern (Laboren) ermittelten Dehnungswerten $\bar{\varepsilon}_{t,13}$ wird ein Gesamtmittelwert gebildet, der als allgemein anerkannter Bezugswert (Vergleichsprüfung im Konsensverfahren) angenommen wird. Zur Bewertung der Ergebnisse wird für jedes Labor die Abweichung des Labormittelwertes vom allgemein anerkannten Bezugswert berechnet.

(5) Für eine erfolgreiche Teilnahme gelten folgende Bedingungen:

- Die Abweichung der von einem Teilnehmer ermittelten Dehnung darf maximal das Zweifache der Standardabweichung aller Teilnehmer betragen.
- Die Prüfung wurde nach diesem Dokument durchgeführt und die Ergebnisse wurden vollständig mittels Formblatt gemäß **Tabelle 4** eingereicht.

(6) Die Abweichung der Labormittelwerte vom Gesamtmittelwert wird unter Angabe des einfachen und zweifachen Mittelwerts der Messunsicherheiten dargestellt.

5.4 Anhang B.3 der Alkali-Richtlinie – Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)

(1) Die Ergebnisse der Vergleichsversuche werden in einem Bericht in anonymisierter Form dargestellt. Hierzu wird jedem Teilnehmer eine Teilnehmer-Nummer nach zufälligen Gesichtspunkten zugeordnet. Diese Teilnehmer-Nummer ist nur dem jeweiligen Teilnehmer bekannt.

(2) Die durch die Teilnehmer ermittelten Dehnungswerte und maximalen Rissbreiten werden getrennt für AKR-Prüfzement und (na)-Zement tabellarisch zusammengestellt. Zusätzlich wird die Bewertung der Ergebnisse gemäß Tabelle 4 nach Alkali-Richtlinie aufgeführt. Die Dehnungen werden in einem Zeit-Dehnungs-Diagramm dargestellt.

(3) Aus den am Prüfungsschluss, i. d. R. am 273. Tag, gemittelten Dehnungswerten $\bar{\varepsilon}_{t,273}$ aller Teilnehmer n wird je Beton die Spannweite R , das arithmetische Mittel $\bar{x}$, die Standardabweichung s und der Variationskoeffizient v mit den Gleichungen (5) bis (8) berechnet.

$$R = \bar{\varepsilon}_{t,273,\max} - \bar{\varepsilon}_{t,273,\min} \quad (5)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n \bar{\varepsilon}_{t,273,j} \quad (6)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (\bar{\varepsilon}_{t,273,j} - \bar{x})^2} \quad (7)$$

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (8)$$

(4) Als allgemein anerkannter Bezugswert des Betonversuchs mit AKR-Prüfzement gilt das Ergebnis, welches von allen Teilnehmern mehrheitlich ermittelt wurde (Grenzwerte eingehalten oder überschritten).

(5) Für eine erfolgreiche Teilnahme gelten folgende Bedingungen:

- Die Prüfung wurde nach diesem Dokument durchgeführt und die Ergebnisse gemäß Tabelle 4 der Alkali-Richtlinie bewertet und vollständig mittels Ergebnissenblatt (siehe **Tabelle 5** im Anhang) eingereicht.
- Bei dem Betonversuch mit AKR-Prüfzement stimmt das Teilnehmerergebnis mit dem allgemein anerkannten Bezugswert überein.

(6) Die Abweichung der Labormittelwerte vom Gesamtmittelwert bei der Prüfung mit (na)-Zement wird unter Angabe der einfachen und zweifachen Standardabweichung² dargestellt.

(7) Die Ergebnisse sind auf Normalverteilung und Ausreißer nach **Bild 1** und **Tabelle 1** im Anhang zu prüfen. Das Ergebnis dieser Auswertung dient der Prüfung der Plausibilität und der Qualität der Durchführung des Vergleichsversuchs.

5.5 Anhang C der Alkali-Richtlinie – Betonversuch bei 60°C über Wasser (60 °C-Betonversuch)

(1) Die Ergebnisse der Vergleichsversuche werden in einem Bericht in anonymisierter Form dargestellt. Hierzu wird jedem Teilnehmer eine Teilnehmer-Nummer nach zufälligen Gesichtspunkten zugeordnet. Diese Teilnehmer-Nummer ist nur dem jeweiligen Teilnehmer bekannt.

(2) Die von allen Teilnehmern ermittelten Dehnungswerte werden getrennt für AKR-Prüfzement und (na)-Zement tabellarisch zusammengestellt und jeweils in einem Zeit-Dehnungs-Diagramm dargestellt.

(3) Die Ergebnisse sind auf Normalverteilung und Ausreißer nach **Bild 1** und **Tabelle 1** im Anhang zu prüfen. Aus den von allen Teilnehmern ermittelten Dehnungswerten $\bar{\epsilon}_{t,140}$ im Alter von 140 Tagen wird je Beton die Spannweite R , das arithmetische Mittel $\bar{x}$ die Standardabweichung s und der Variationskoeffizient v mit den Gleichungen (9) bis (12) berechnet.

$$R = \bar{\epsilon}_{t,140,\max} - \bar{\epsilon}_{t,140,\min} \quad (9)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n \bar{\epsilon}_{t,140,j} \quad (10)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (\bar{\epsilon}_{t,140,j} - \bar{x})^2} \quad (11)$$

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (12)$$

(4) Aus den Mittelwerten der Dehnungen im Alter von 140 Tagen aller Teilnehmer (Labore) wird ein Gesamtmittelwert gebildet, der als allgemein anerkannter Bezugswert (Vergleichsprüfung im Konsensverfahren) angenommen wird. Zur Bewertung der Ergebnisse wird für jedes Labor die Abweichung des Labormittelwertes vom allgemein anerkannten Bezugswert berechnet.

(5) Für eine erfolgreiche Teilnahme gelten folgende Bedingungen:

- Bei Untersuchungen mit AKR-Prüfzement: Die Abweichung der Dehnung eines Teilnehmers darf maximal das Zweifache der Standardabweichung aller Teilnehmer betragen.
- Bei Untersuchungen mit (na)-Zement: Die Abweichung der Dehnung eines Teilnehmers darf maximal das Zweifache der Standardabweichung aller Teilnehmer betragen.

² Ist gegebenenfalls zukünftig durch den Mittelwert der Messunsicherheit zu ersetzen.

- Die Prüfung wurde nach diesem Dokument durchgeführt und die Ergebnisse vollständig mittels Formblatt gemäß Tabelle 6 eingereicht.
- (6) Die Abweichung der Labormittelwerte vom Gesamtmittelwert wird unter Angabe des einfachen und zweifachen Mittelwerts der Messunsicherheiten dargestellt.

6 Anhang

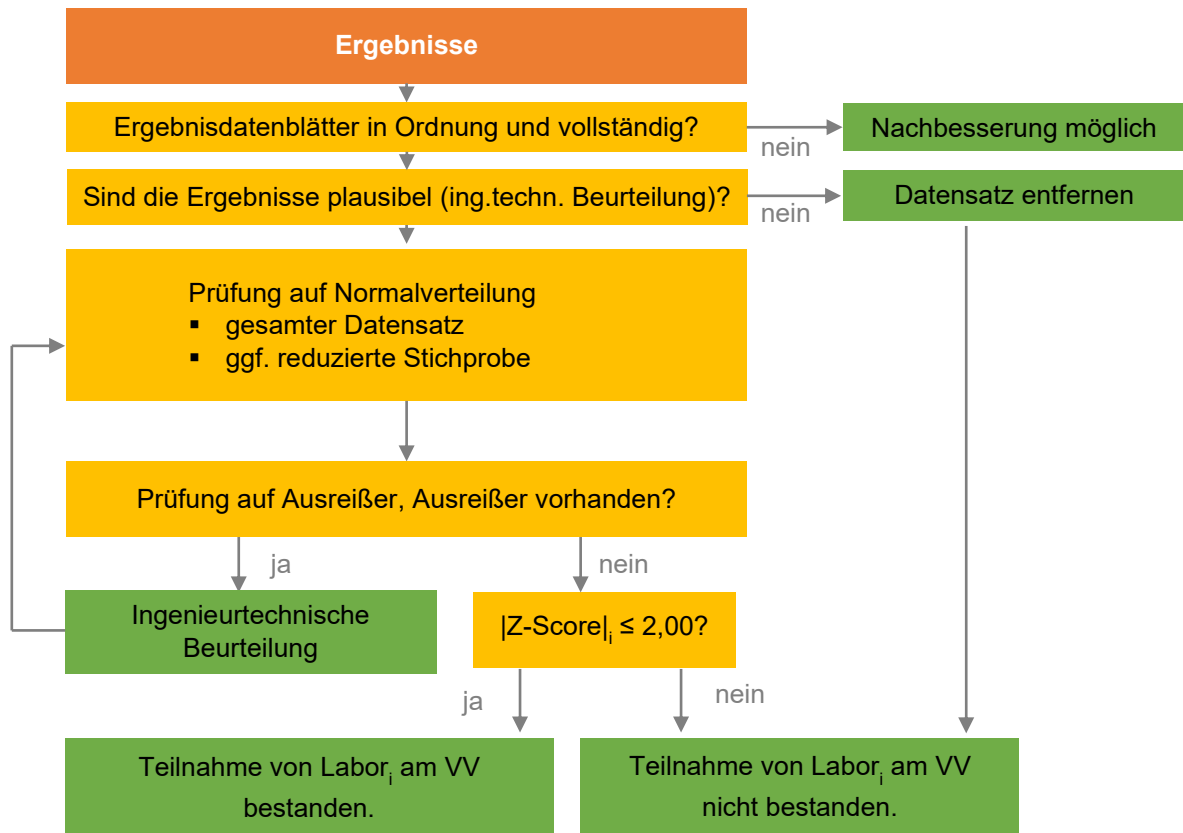


Bild 1 Flowchart für die Auswertung der Ergebnisse

Erläuterungen zu Bild 1:

Die statistische Analyse der Datensätze ist mit großer Sorgfalt durchzuführen und umfasst zunächst eine kritische Bewertung und die Prüfung auf Plausibilität der Ergebnisse (z. B. Erfahrung, physikalische Plausibilität, Voruntersuchungen).

Tests auf Normalverteilung nach **Tabelle 1**: Die Auswertung vergangener Vergleichsversuche zeigte, dass die Annahme der Normalverteilung der Stichproben getroffen werden kann. Daher sollte mindestens ein Verfahren nach Tabelle 1 eine Normalverteilung anzeigen. Die Prüfung auf Normalverteilung sollte, falls einer oder beide Normalverteilungstests darauf hindeuten, dass keine Normalverteilung vorliegt, zunächst mit einer reduzierten Stichprobe, die um mögliche Ausreißer bereinigt wurde, erfolgen. Anschließend sollte die Prüfung mit allen Ergebnissen weitergeführt werden. Die Ergebnisse von Ausreißertests und die Bewertungskriterien gemäß **Tabelle 1** sind Indikatoren als Grundlage für eine Analyse der Prüfergebnisse. Dabei wurde bewusst auf unterschiedliche, gezielt ausgewählte Tests zur Beurteilung der Messergebnisse zurückgegriffen, da hierdurch eine fundiertere Entscheidungsgrundlage gegeben wird. Für die detektierten Ausreißer ist zu prüfen, ob ein Fehler in den Daten vorliegt (Plausibilität). Lässt sich der Ausreißer auf einen Fehler zurückführen, sollte das Stichprobenelement gelöscht werden, es sei denn der fehlerhafte Wert

lässt sich korrigieren. Lässt sich der Ausreißer nicht auf einen Fehler zurückführen, darf das Stichprobenelement nur nach vorheriger sorgfältiger Prüfung gelöscht werden.

Die Maßnahmen, die zu ergreifen sind, falls ein oder mehrere Prüfergebnisse statistische Ausreißer sind, obliegen einer ingenieurtechnischen Beurteilung durch den DAfStb-Arbeitskreis AKR 1 „Prüfverfahren“.

Tabelle 1 Statistische Tests zur Auswertung der Vergleichsversuche

Prüfverfahren	Stichprobenumfang	Tests auf Normalverteilung ¹⁾	Ausreißertest ^{1) 2)}	Bewertungskriterien	Maßnahmen bei Nichtbestehen des Ausreißertests	Anmerkungen
1	2	3	4	5	6	7
40 °C-Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (Beton mit Prüfzement und (na)-Zement)	$n_{\text{ist}} = 9$ bis 14	<u>Dehnungen:</u> Anderson-Darling oder Shapiro-Wilk ⁶⁾	<u>Dehnungen:</u> Grubbs und Dean-Dixon ⁵⁾	Betonversuch mit AKR-Prüfzement: Übereinstimmung mit allgemein anerkanntem Bezugswert	Wiederholungsprüfung im Folgejahr	Zur Auswertung der Rissbreiten ⁴⁾
Schnellprüfverfahren	$n_{\text{ist}} = 28$ bis 34	Anderson-Darling oder Shapiro-Wilk ⁶⁾	Grubbs ⁵⁾ und David-Hartley-Pearson ⁵⁾ und Dean-Dixon ⁵⁾	$ z\text{-Score} \leq 2,00 s_d$	Wiederholungsprüfung und Schulungsempfehlung ³⁾	Keine
60 °C-Betonversuch (Beton mit Prüfzement und (na)-Zement)	$n = 5$ bis 7	Anderson-Darling oder Shapiro-Wilk ⁶⁾	Grubbs und Dean-Dixon ⁵⁾	$ z\text{-Score} \leq 2,00 s_d$	Wiederholungsprüfung im Folgejahr	Keine

¹⁾ 5 % Signifikanzniveau.

²⁾ Zweiseitig.

³⁾ Liegt ein Ausreißer oder ein z-Score $> 2,00 s_d$ vor ist eine Wiederholungsprüfung durchzuführen. Nur nach bestandener Wiederholungsprüfung wird die „erfolgreiche“ Teilnahme bestätigt.

⁴⁾ Bis zum Vorliegen einer ausreichend präzisen Beschreibung der Rissbreitenmessung, ist ein Rissbreitenkriterium nicht Bestandteil der Auswertung.

⁵⁾ Einmalige Durchführung.

⁶⁾ Mindestens ein Verfahren sollte eine Normalverteilung anzeigen. Die Auswertung vergangener Vergleichsversuche zeigte, dass die Annahme der Normalverteilung getroffen werden kann. Aus diesem Grund dürfen Daten auch dann ausgewertet werden, wenn keine Normalverteilung nachgewiesen werden kann.

Tabelle 2 Ergebnisdatenblatt zur Bestimmung des Anteils an Opalsandstein einschließlich Kieselkreide und Flint

Ergebnisdatenblatt – Bestimmung des Anteils an Opalsandstein einschließlich Kieselkreide									
Teilnehmer (Labor)									
Datum									
Bezeichnung der Probe									
Korngrößenverteilung (Abschnitte A.4.2 und A.4.3 nach Alkali-Richtlinie)									
Masse Probe G_A	[g]		Kornanteil 0/1 mm $w_{0/1} = ((G_A - G_B)/G_A) \cdot 100$ [M.-%]						
Siebrückstände G_B > 1 mm	[g]								
Prüfkornklasse d/D	[mm]	Summe	< 1	1/2	2/4	4/8	8/16	16/32	> 32
Masse G_K	[g]								
Anteil $w_{d/D} = (G_K/G_A) \cdot 100$	[M.-%]								
Petrographische Prüfung (Abschnitt A.5.3 nach Alkali-Richtlinie)									
Prüfkornklasse		[mm]	4/8	8/16	16/32	> 32			
Einwaage G_{PE}		[g]							
Alkaliunempfindliche Bestandteile $w_{PU} = (G_{PU}/G_{PE}) \cdot 100$		[M.-%]							
Flint $w_{PF} = (G_{PF}/G_{PE}) \cdot 100$		[M.-%]							
Opalsandstein einschl. Kieselkreide und fragliche Bestandteile $w_{PO} = (G_{PO}/G_{PE}) \cdot 100$		[M.-%]							
Anteil an alkaliempfindlichen Bestandteilen (Abschnitte A.6.3 und A.7.3 nach Alkali-Richtlinie)									
Prüfkornklasse		[mm]	1/2	2/4	4/8	8/16	16/32	> 32	
Einwaage	G_{NE} oder G_{PO}	[g]							
Masse nach NaOH-Test (abzögl. G_{NW})	G_{NV}	[g]							
Opalsandstein u. reaktionsfähiger Flint	$w_{O\leq 4} = ((G_{NE} - G_{NV})/G_{NE}) \cdot 100$	[M.-%]							
Opalsandstein	$w_{O>4} = ((G_{PO} - G_{NV})/G_{PE}) \cdot 100$	[M.-%]							
Erweichte Körner	G_{NW}	[g]							
	$w_{NW} = (G_{NW}/G_{PE}) \cdot 100$	[M.-%]							
Flintrohddichte	ρ_m	[kg/m³]							
Reaktionsfähiger Flint	w_{rF}	[M.-%]							
$5 \times w_{O>4} + 1 \times w_{rF}$	w_{5O+F}	[M.-%]							

Tabelle 3 Ergebnisdatenblatt Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint

Ergebnisdatenblatt – Bestimmung des Anteils an reaktionsfähigem Flint			
Teilnehmer (Labor)			
Bezeichnung der Probe			
Datum			
Mittlere Kornrohddichte der Flintprobe			
G_{FE}	Masse der bei $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ getrockneten Flintprobe	[g]	
G_{FW}	Masse der wassergesättigten Flintprobe unter Wasser	[g]	
G_{FL}	Masse der wassergesättigten oberflächentrockenen Flintprobe an der Luft	[g]	
ρ_m	Mittlere Kornrohddichte der Flintprobe	[kg/m ³]	
Anteil an reaktionsfähigem Flint			
w_{PF}	Anteil an Flint	[M.-%]	
w_{rF}	Anteil an reaktionsfähigem Flint	[M.-%]	

Tabelle 4 Ergebnisdatenblatt Schnellprüfverfahren

Ergebnisdatenblatt – Schnellprüfverfahren									
Teilnehmer (Labor)									
Bezeichnung der Probe									
Herstelldatum									
				Masse nach Brechen			Einwaage		
2-4	[g]				125,0				
1-2	[g]				312,5				
0,5-1	[g]				312,5				
0,25-0,5	[g]				312,5				
0,125-0,25	[g]				187,5				
Zement	[g]				555,6				
Entionisiertes Wasser (20,0 ± 2,0) °C	[g]				261,1				
K ₂ SO ₄ (auf 0,01 g)	[g]								
K ₂ SO ₄ Auflösung vollständig?									
Art Fließmittel									
Menge Fließmittel (FM)	[g]								
Ausbreitmaß ohne / mit FM	[mm]								
Art der Verdichtung (Schocktisch oder Vibrationstisch)									
Na ₂ O-Äquivalent des Zements	M.-%								
Formtyp Messzapfen									
Natronlauge	[L]								
Verlust Natronlauge durch Verschütten	[g]								
Verdunstungsmenge innerhalb der 13-tägigen Natronlauge Lagerung	[g]								
Menge an nachgefülltem Wasser während der Natronlauge Lagerung	[g]								
Prüf- da- tum	NaOH-Lage- rung [d]	Bad- Temp. [°C]	Dehnung [mm/m]				Abweichung vom Mittel- wert [mm/m] bzw. [%]		
			Prisma 1	Prisma 2	Prisma 3	Mittel- wert	Prisma 1	Prisma 2	Prisma 3
	0		0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
	1								
	4								
	8								
	11								
	13 *								
	14								
* Ergebnis für Auswertung									

Tabelle 5 Ergebnisdatenblatt Betonversuch mit Nebelkammerlagerung (40 °C)

[illegible]

[illegible]

Tabelle 6 Ergebnisdatenblatt 60 °C-Betonversuch

[illegible]

7 Literaturhinweise

- [1] Stellungnahme des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) „Regelungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton“, <http://www.dafstb.de/Stellungnahmen.html>.