

Prüfung des Karbonatisierungswiderstands von Betonen gemäss SIA 262/1+C1 und EN 12390-12

TFB AG, Beratung & Expertisen

Dr. Winnie Matthes

cemsuisse-Projekt 202101 – März 2023

Diese Forschungsarbeit wurde durch cemsuisse, Verband
der Schweizerischen Cementindustrie mitfinanziert.

Vorwort der Begleitgruppe

Die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken ist im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit im Betonbau von grosser Bedeutung. Sie wird durch deskriptive Vorgaben an die Betonzusammensetzung einerseits und die Prüfung massgebender Dauerhaftigkeitseigenschaften andererseits sichergestellt.

Bislang war die Prüfung von Dauerhaftigkeitsmerkmalen verbunden mit Vorgaben zu deren Einhaltung auf die Schweiz begrenzt. Neu ist eine europäische Norm zur Prüfung des Karbonatisierungswiderstandes, EN 12390-12:2020, verabschiedet worden.

Ziel dieser hier veröffentlichten Studie war es, die Unterschiede zwischen dem Schweizerischen und dem neuen Europäischen Prüfverfahren für den Karbonatisierungswiderstand von Beton herauszuarbeiten. Durch vergleichende Prüfungen von Betonsorten mit Vorgaben zum Karbonatisierungswiderstand gemäss SN EN 206+A1, die mit dafür freigegebenen Zementen hergestellt wurden, sollte eine Datenbasis geschaffen werden für das Verfassen der Nationalen Elemente zur EN 12390-12 und für die Festlegung von Grenzwerten für diese Prüfung.

Die Unterschiede zwischen den Schnellkarbonatisierungsmethoden gemäss SIA 262/1_Anhang I und der neuen EN 12390-12 wurden herausgearbeitet. Hervorzuheben ist vor allem die längere Wasserlagerung und kürzere Trocknungsphase gemäss EN 12390-12 sowie die Unterschiede im Auswerteverfahren. Erste Ergebnisse zeigen eine gute Korrelation der Ergebnisse im Bereich normal erhärtender Betone. Für schnell und langsam erhärtende Betone kann die Korrelation zu verfälschten Ergebnissen führen. Auch die Methode der Auswertung (mit und ohne Achsenabschnitt) bedarf weiterer Untersuchungen. Diese können auf der hier erarbeiteten soliden Grundlage entwickelt werden.

Kerstin Wassmann, Produktioningenieur, Holcim (Schweiz) AG

cemsuisse Forschungsförderung

Die cemsuisse Forschungsförderung unterstützt Forschungsprojekte im Bereich der Betonanwendung, welche von kompetenten Forschergruppen an cemsuisse herangetragen werden. Mit der proaktiven Forschungsförderung definiert cemsuisse zudem Forschungsprojekte von spezifischem Interesse und trägt diese an kompetente Forschergruppen heran oder schreibt sie öffentlich aus. Die Projektnehmer werden jeweils von einer Begleitgruppe aus cemsuisse-Vertretern fachlich unterstützt.

Dr. Martin Tschan, Leiter Umwelt, Technik, Wissenschaft, cemsuisse

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 AUFTRAG	7
2 HINTERGRUND	7
3 ZIELSETZUNG	8
4 VERGLEICH DER PRÜFMETHODEN GEMÄSS SIA 262/1_ANHANG I UND EN 12390-12	8
4.1 Überblick	8
4.2 Unterschiede in Anzahl und Abmessung der Prüfkörper	8
4.3 Unterschiede in der Nachbehandlungsdauer	9
4.4 Unterschiede im CO ₂ -Gehalt während der Schnellkarbonatisierung	10
4.5 Unterschiede in der Datenauswertung und den Kennwerten.....	10
5 KONZEPT, PRÜFUNGEN, BETONREZEPTUREN UND DURCHFÜHRUNG	11
5.1 Konzept.....	11
5.2 Betonrezepturen und Ausgangsstoffe	12
5.3 Prüfungen	13
5.4 Durchführung der Betonagen	13
6 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN UND BEURTEILUNG	14
6.1 Frischbetoneigenschaften	14
6.2 Festbetoneigenschaften - Rohdichte und Druckfestigkeit.....	14
6.3 Karbonatisierungswiderstand gemäss SIA 262/1+C1_Anhang I und EN 12390-12	16
6.3.1 Überblick	16
6.3.2 Beurteilung der K _N -Werte gemäss den Vorgaben der SN EN 206+A1	17
6.3.3 Auswertung gemäss EN 12390-12 mit und ohne Achsenabschnitt und Vergleich mit Ergebnissen gemäss SIA 262/1+C1.....	19
6.3.4 Korrelation der Ergebnisse gemäss EN 12390-12 und SIA 262/1+C1	24
6.3.5 Mögliche Grenzwerte für K _{AC}	26
7 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND ERKENNTNISSE FÜR DIE PRAXIS	29
8 AUSBLICK	30
VERWENDETE DOKUMENTE	31

Beilagen:

Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 1
Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 2
Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 3
Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 4
Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 5
Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 6
Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 7
Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 8
Laborbericht Frischbetonkontrolle und Druckfestigkeit, Mischung 9

Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 1, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 2, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 3, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 4, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 5, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 6, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 7, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 8, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1+C1_Anhang I, Mischung 9, P1, 2

Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 1, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 2, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 3, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 4, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 5, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 6, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 7, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 8, P1, 2
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand SIA 262/1_I, $a = d_{KM,t0}$, Mischung 9, P1, 2

Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 1, $a=0$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 2, $a=0$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 3, $a=0$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 4, $a=0$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 5, $a=0$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 6, $a=0$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 7, $a=0$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 8, $a=0$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 9, $a=0$

Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 1, $a = d_{KM,t0}$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 2, $a = d_{KM,t0}$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 3, $a = d_{KM,t0}$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 4, $a = d_{KM,t0}$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 5, $a = d_{KM,t0}$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 6, $a = d_{KM,t0}$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 7, $a = d_{KM,t0}$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 8, $a = d_{KM,t0}$
Laborbericht Karbonatisierungswiderstand EN 12390-12, Mischung 9, $a = d_{KM,t0}$

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, die Unterschiede zwischen dem Schweizerischen und dem neuen Europäischen Prüfverfahren für den Karbonatisierungswiderstand von Beton herauszuarbeiten. Durch vergleichende Prüfungen von Betonsorten mit Vorgaben zum Karbonatisierungswiderstand (KW) gemäss SN EN 206+A1, die mit dafür freigegebenen Zementen hergestellt wurden, sollte eine Datenbasis geschaffen werden für das Verfassen der Nationalen Elemente zur EN 12390-12 und für die Festlegung von Grenzwerten für diese Prüfung.

Im Mai 2021 wurden neun Betone der Sorten B, C bzw. D und E mit Mindestzusammensetzung gemäss SN EN 206 hergestellt. Pro Sorte wurden drei Zemente verwendet. Als Referenz in allen Betonsorten diente CEM II/A-LL 42.5N. Zwei andere Zemente wurden mit der Begleitgruppe so ausgewählt, dass sie jeweils freigegeben und repräsentativ für den schweizerischen Markt sind und ausserdem eine unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber angreifendem CO₂ aufweisen.

Es wurden Prüfkörper zur Bestimmung der Druckfestigkeit und des Karbonatisierungswiderstands gemäss SIA 262/1:2019+C1 und EN 12390-12:2020 hergestellt. Um die Wiederholstandardabweichungen der Doppelbestimmungen vergleichen zu können, wurden jeweils zwei Prismen geprüft. Dies ist gemäss EN 12390-12 gefordert, nicht aber gemäss SIA 262/1.

Die **Druckfestigkeiten** der Betone entsprachen mindestens den Angaben der SN EN 206+A1.

Der **Karbonatisierungswiderstand (KW)** gemäss SIA 262/1+C1, Anhang I, der C- bzw. D-Betone erfüllte die Vorgaben der Expositionsklasse XC4 für 50 Jahre. Bei den Sorten B und E erfüllten zwei von sechs Betonen die Vorgaben für 50 Jahre.

Die Auswertung der Daten erfolgte zunächst gemäss SIA 262/1:2019+C1. Dabei wird die Regressionsgerade durch den Koordinatenursprung gezwungen. Dies führt zu deutlich höheren Karbonatisierungskoeffizienten als die frühere Auswertung mit Achsenabschnitt durch Regression, vor allem für Betone mit einem hohen Karbonatisierungswiderstand. Für manche Betone hatte diese veränderte Auswertung Konsequenzen bezüglich der Erfüllung der Grenzwerte für K_N .

Mehr als die Hälfte der Prismen zeigten nach der Trocknung Karbonisierungstiefen >1mm. In diesem Fall darf gemäss Corrigenda die Auswertung ohne Achsenabschnitt nicht angewendet werden, es wird dazu kein Verfahren vorgegeben. In dieser Studie wurde mit einer alternativen Regressionsgeraden ausgewertet.

Die **Auswertung gemäss EN 12390-12** ist ohne und mit Achsenabschnitt möglich. Die Messung der Karbonisierungstiefe vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierung ist nicht zwingend. Bei der Auswertung mit Achsenabschnitt wird sie jedoch diesem gleichgesetzt. Dies führt zu leicht geringeren K_{AC} -Werten, fällt aber bei den EN-Prismen erst bei $K_{AC} > 1.5 \text{ mm}/T^{1/2}$ ins Gewicht. Aufgrund des grossen Einflusses des Achsenabschnitts auf den K_N -Wert wurde auch für die SIA-Prismen zusätzlich mit dieser Auswerteoption gemäss EN gearbeitet.

Die **Karbonisierungstiefe vor Umlagerung** in die Schnellkarbonatisierungskammer kann eine Zusatzinformationen zur Anfälligkeit des Betons gegenüber Austrocknung und Karbonatisierung liefern. Gemäss EN 12390-12 kann sie zur Datenauswertung herangezogen werden, die Erfassung ist aber optional. Es wird empfohlen, diesen Wert bei Prüfung nach EN 12390-12, analog zum Vorgehen gemäss SIA, stets zu messen und zu dokumentieren, und zwar unabhängig davon, ob er bei der Auswertung berücksichtigt wird.

Beide Schnellkarbonatisierungsprüfungen wurden mit je zwei **Prismen** durchgeführt. Die mittleren Standardabweichungen der Wiederholpräzision der Doppelbestimmungen lagen für die Prüfungen gemäss SIA in der Grössenordnung des in der Norm angegebenen Werts und ausserdem etwas höher als die der Prüfungen gemäss EN. Damit würden die Daten dieser Studie auch für die EN 12390-12 die Prüfung nur eines Prismas unterstützen.

Die Prüfungen nach SIA und EN unterscheiden sich vor allem in der unterschiedlich langen Wasserlagerung sowie in der unterschiedlichen Trocknungszeit. Erwartungsgemäss profitieren die

Zemente in unterschiedlichem Masse von der längeren Nachbehandlung gemäss EN 12390-12. Werden die Koeffizienten für die natürliche CO_2 -Konzentration ermittelt, so liegen die $K_{AC,N}$ -Werte der Betone etwa 15% unter den K_N -Werten – mit zwei Ausnahmen. Der B-Beton mit CEM III/B zeigt einen um ca. 25% geringeren $K_{AC,N}$, profitiert also stark von der längeren Wasserlagerung und kürzeren Trocknungsphase vor der EN-Schnellprüfung. Im Gegensatz dazu profitierte der E-Beton mit dem schnell erhärtenden CEM II/B-M (S-T) 42.5R plus Luftporen eher wenig von der Vorlagerung gemäss EN. Bei ihm sind K_N und $K_{AC,N}$ etwa gleich.

Für die Ermittlung von **Grenzwerten für K_{AC}** aufgrund der bestehenden Vorgaben für K_N wurden die Karbonatisierungskoeffizienten ohne und mit Achsenabschnitt verwendet. Bei Betrachtung aller Betone ergab sich eine lineare Regression, wobei aber die oben erwähnten zwei Betone deutlich abseits lagen. Wurden daher nur Betone mit Zementen der Festigkeitsklassen 32.5R und 42.5N betrachtet, so ergab sich eine sehr starke lineare Korrelation. Damit konnten auf der Basis der gültigen Grenzwerte für K_N für die Expositionsklassen XC3 und XC4 gemäss SN EN 206+A1 für diese Betone belastbare Grenzwerte für K_{AC} berechnet werden, vor allem mit Gleichsetzen des Achsenabschnitts mit der Karbonatisierungstiefe vor der Schnellkarbonatisierung.

Ausblick: Der E-Beton mit dem schnell erhärtenden CEM II/B-M (S-T) 42.25R erfüllte die Vorgabe für XC4 gemäss SIA für 50 Jahre, würde aber den entsprechenden Grenzwert für K_{AC} nicht erfüllen. Da es sich hier lediglich um einen Einzelwert handelt, der zudem an einem Luftporenbeton ermittelt worden ist, muss abgeklärt werden, ob sich auch andere schneller erhärtende Betonsorten ähnlich verhalten. Wäre das der Fall, so wären je nach Erhärtungsgeschwindigkeit der Betone verschiedene Grenzwerte für K_{AC} festzulegen. In diesem Zusammenhang wäre eine Einteilung der Betone gemäss ihrem r-Wert für eine entsprechende Differenzierung anzustreben.

Zur Ermittlung der Grenzwerte für K_{AC} wurden in dieser Studie die Grenzwerte für K_N gemäss SN EN 206+A1 herangezogen, die auf der Auswertung vor der Corrigenda, d.h. auf der Regression mit Achsenabschnitt, beruhen. Diese Arbeit hat gezeigt, dass die Auswertung gemäss SIA 262/1+C1 zu deutlich höheren K_N -Werten führt. Es wird empfohlen, diese Auswertemethode nochmals zu überarbeiten. Andernfalls müssten die Grenzwerte für K_N angepasst werden - mit Konsequenzen für die Grenzwerte für K_{AC} . Es wird empfohlen, den Achsenabschnitt gleich den Mittelwert der Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierung zu setzen, analog der Auswerteooption gemäss EN 12390-12. Ausserdem sollte die CO_2 -Konzentration während der Schnellkarbonatisierung gemäss SIA von 4% auf 3% vereinheitlicht werden, damit Labore in einer Übergangszeit ohne zusätzliche Investitionen sowohl gemäss EN als auch gemäss SIA prüfen können.

Die Anwendung der durch Doppelbestimmung und hohe Lagerungsdauer aufwendigere EN-Prüfung ist lediglich für die Erstprüfung neuer Betonrezepturen vorgesehen. In diesem Rahmen wird die EN-Prüfung nach Erarbeitung der nationalen Elemente auch in der Schweiz angewendet werden. Hierfür sollte in den nationalen Elementen bezüglich Prüfkörpergeometrie auch die in der Schweiz eingesetzten $120 \times 120 \times 360 \text{ mm}^3$ -Prismen für die Prüfung gemäss SN EN 12390-12 zugelassen werden. Da diese Arbeit ausserdem gezeigt hat, dass die Variabilität der Ergebnisse der Doppelbestimmungen auch eine Einfachbestimmung zulässt, sollte in den Nationalen Elementen zur EN 12390-12 die Prüfung nur eines Prismas zugelassen werden.

In der Schweiz wird der Karbonatisierungswiderstand von Betonen nicht nur bei der Erstprüfung, sondern auch während der WPK gemäss den Vorgaben der SN EN 206+A1 kontinuierlich durchgeführt. Dafür ist ein effektives und möglichst einfaches Verfahren mit begrenzter Prüfungsdauer wünschenswert. In einer Übergangsfrist sollte dafür zunächst weiterhin die SIA-Prüfung eingesetzt werden, für die jahrzehntelange Erfahrung sowie belastbare Grenzwerte existieren. Wenn gewünscht könnte in der Zwischenzeit die Prüfung gemäss EN 12390-12 hinsichtlich eines Einsatzes in der WPK optimiert werden mit Fokus auf eine Verkürzung der Lagerungszeit, dies in Korrelation mit der bewährten Prüfung gemäss SIA 262/1-I und den bestehenden Grenzwerten.

1 AUFTRAG

Der Verband der Schweizerischen Zementindustrie, cemsuisse, vertreten durch Herrn Dr. Martin Tschan, beauftragte die TFB AG im Februar 2021 mit der Untersuchung des Karbonatisierungswiderstands von insgesamt 9 Betonen gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390-12.

Die Betone deckten die Betonsorten B, C, D, und E ab, die für die Expositionsklassen XC3 bzw. XC4 geeignet sind und für die daher gemäss SN EN 206 die Prüfung des Karbonatisierungswiderstands vorgeschrieben ist.

Es wurden ausgewählte, für die jeweilige Betonsorte zugelassene Zemente verwendet, die einerseits relevant für den Schweizer Markt sind und/oder andererseits aufgrund ihrer Zusammensetzung zu einer unterschiedlichen Festigkeitsentwicklung und zu unterschiedlichen Karbonatisierungswiderständen führen.

Ziel der Arbeit war:

- Die Unterschiede beider Prüfverfahren herauszuarbeiten
- Die Ergebnisse des Karbonatisierungswiderstands der 9 Betone gemäss EN 12390-12 mit denen nach SIA 262/1+C1_Anhang I zu vergleichen und damit
- Eine Datenbasis zu schaffen für die Formulierung der nationalen Elemente zur EN 12390-12.

Das Projekt startete mit einer Videobesprechung mit der Begleitgruppe am 30.3.2021.

Mitglieder der Begleitgruppe waren:

Dr. Martin Tschan

Kerstin Wassmann

Dr. Carmelo di Bella

Cyrill Spirig

Cemsuisse

Holcim Schweiz AG

Jura Cementfabriken AG

Vigier Ciments SA

Die 9 Betonmischungen wurden vom 17.5. bis 21.5.2021 hergestellt und im Anschluss gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390-12 geprüft.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in diesem Bericht zusammengefasst.

2 HINTERGRUND

In der Schweiz werden seit über 10 Jahren Dauerhaftigkeitseigenschaften wie Chloridwiderstand und Karbonatisierungswiderstand in Form beschleunigter Verfahren gemäss der Norm SIA 262/1:2019+C1 «Betonbau – Ergänzende Festlegungen» an Betonproben geprüft.

Nun wurden auch auf Europäischer Ebene vom Technischen Komitee CEN/TC 104 in Anlehnung an die Schweizer Normen beschleunigte Prüfmethode für den Karbonatisierungswiderstand und den Chloridwiderstand von Beton entwickelt. Diese Methoden sind als EN 12390-12:2020 «Bestimmung des Karbonatisierungswiderstands von Beton – Schnellkarbonatisierung» und EN 12390-18:2021 «Bestimmung des Chloridmigrationskoeffizienten» publiziert.

Die Europäischen Normen werden auch im CEN-Mitgliedsland Schweiz Anwendung finden. Nationale Besonderheiten und Erfahrungen können dabei im Rahmen Nationaler Elemente berücksichtigt werden. Diese müssen für diese Normen erarbeitet werden.

Während sich die EN 12390-18 zur Bestimmung des Chloridwiderstandes nur wenig von der schweizerischen Methode SIA 262/1_Anhang B unterscheidet, gibt es zwischen der EN 12390-12 grosse Unterschiede zum schweizerischen Verfahren gemäss SIA 262/1-Anhang I. Vor allem die mit 28 Tagen sehr lange Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020 bildet die Praxis, wo meist nach wenigen Tagen ausgeschalt wird, eher ungenügend ab. Andererseits können dadurch auch Betone mit langsamer Festigkeitsentwicklung im Labor einen höheren Karbonatisierungswiderstand entwickeln.

3 ZIELSETZUNG

Ziel dieser Studie ist es,

- die wesentlichen Unterschiede zwischen dem schweizerischen und dem neuen Europäischen Prüfverfahren für den Karbonatisierungswiderstand von Beton herauszuarbeiten
- durch vergleichende Prüfung der massgeblichen Betonsorten mit Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand (KW) gemäss SN EN 206+A1 mit ausgewählten dafür zulässigen und repräsentativen Zementen eine Datenbasis zu schaffen für das Verfassen der Nationalen Elemente zur EN 12390-12 und für die Festlegung von Grenzwerten bei Prüfung gemäss dieser Norm.

4 VERGLEICH DER PRÜFMETHODEN GEMÄSS SIA 262/1_ANHANG I UND EN 12390-12

4.1 Überblick

Die Normen SIA 262/1:2019+C1:2021-Anhang I und EN 12390-12:2020 zur Bestimmung des Karbonatisierungswiderstands durch Schnellkarbonatisierung weisen zahlreiche relevante Unterschiede auf. Dies betrifft die Anzahl und Abmessungen der Prüfkörper, die Dauer der Nachbehandlung, die Lagerungs- und Prüfbedingungen sowie die Parameter zur Beurteilung des Karbonatisierungswiderstands. Ein Vergleich dieser Unterschiede ist in **Tabelle 1** gegeben.

	SIA 262/1_I	EN 12390-12
Prüfkörper	1 Prisma (120x120x360) mm 4 Bohrkerne (D ≥ 50 mm, Länge ≥ 80 mm)	2 Prismen (L ≥ 280 mm und ≥ 3.5d (Nennmaß d EN 12390-1); d ≥ 3x Größtkorn, d.h. ≥ 96 mm) → In Projekt (140x140x560 mm)
Nachbehandlung	3 Tage (Ausschalen nach 1 Tag, bis [72 +/- 6] Std. in Wasser mit 15-25°C)	28 Tage im Wasserbad (EN 12390-2; Ausschalen nach 20 +/- 4 Std.)
Vorlagerung	25 (3 bis 28) Tage in Klimakammer (<0.15 Vol.-% CO ₂ (natürlich), (20 +/- 2)°C, (57 +/- 3) % rel. LF) Bei Zwischenlagerung spätestens ab Tag 10 bis 28 in KK Bohrkerne: vor Prüfung 21 Tage in KK	14 Tage (Laborumgebung 18-25°C, 50-65% rel. LF)
Prüfalter Start Schnellkarbo.	3 Tage + 25 Tage = 28 Tage	28 Tage + 14 Tage = 42 Tage
Schnellkarbonatisierung	63 Tage bei (4 +/- 0.5)% CO ₂ bezogen auf 25°C und 1013 mbar (20 +/- 2)°C; (57 +/- 3) % rel. LF	70 Tage bei (3 +/- 0.5)% CO ₂ bezogen auf 25°C und 1013 mbar (20 +/- 2)°C; (57 +/- 3) % rel. LF
Messungen der Karb.-tiefe (hier nur für Prismen)	Nullmessung vor Umlagerung; nach 7, 28, 63 Tagen in Schnell-KK an Oberfläche der abgespaltenen Scheibe	Nullmessung vor Umlagerung optional; nach 7, 28, 70 Tg in Schnell-KK an Oberfläche der abgespaltenen Scheiben
Ergebnisse	Karbonatisierungskoeffizient unter nat. Bedingungen K_N , mm/Jahr ^{1/2} $d_{KM} = K_N \cdot \sqrt{t}$ $K_N = a \cdot b \cdot c \cdot K_G = 2,0 \cdot K_G$	Karbonatisierungsgeschwindigkeit K_{AC} (mm/Tage^{1/2}) , Schnittpunkt a (0 oder d _{K,10}), R ² $d_b = a + K_{AC} \sqrt{t}$
Weiteres	Prüfdauer gesamt: 91 Tage (~3 Monate) Abstand PK in Schnell-KK: > 10 mm Messung und Dokumentation Karbo.-tiefe innerhalb 1 Std. Schalungen nicht saugend	Prüfdauer gesamt: 112 Tage (~3.9 Monate) Mindestchargenvolumen Beton: 50l Schalungen nicht saugend (EN 12390-1:2000)

Tabelle 1: Vergleich der Prüfkörper, Prüfbedingungen und Parameter von SIA 262/1:2019+C1:2021-Anhang I und EN 12390-12:2020

4.2 Unterschiede in Anzahl und Abmessung der Prüfkörper

Gemäss EN sind zwei Prismen, gemäss SIA ein Prisma gefordert. Auch die Abmessungen unterscheiden sich durch die unterschiedlichen Nennmasse sowie die Vorgabe der Mindestlänge in Abhängigkeit vom Nennmass (**Tabelle 1**).

Um die Notwendigkeit der Prüfung zweier Prüfkörper anstelle von einem einschätzen zu können, wurden in dieser Studie bei beiden Verfahren jeweils zwei Prismen geprüft. Deren Abmessungen entsprachen den Vorgaben der jeweiligen Norm (Angaben in **Tabelle 1**).

4.3 Unterschiede in der Nachbehandlungsdauer

Ein gravierender Unterschied besteht in der Nachbehandlungsdauer der Prüfkörper in Schalung und Wasserbad. Gemäss SIA dauert diese insgesamt 3 Tage, gemäss EN 28 Tage, was zur um 21 Tage längeren Prüfdauer gemäss EN beiträgt.

Es wurde mehrfach gezeigt, dass eine Erhöhung der Nachbehandlungsdauer eine Erhöhung des Karbonatisierungswiderstands zur Folge hat, und zwar über einen breiten Bereich des w/z [2] [3] [4] [5] [6]. Je länger die Nachbehandlung, umso höher ist der Hydratationsgrad des Bindemittels, umso dichter ist die Mikrostruktur und umso höher ist der Karbonatisierungswiderstand [2] [7]. Bei Vergleich von C-Betonen mit CEM I und CEM III/B profitierte vor allem der Beton mit CEM I von einer Verlängerung der Nachbehandlung von 1 auf 7 Tage [7].

Für Komposite von CEM I und verschiedenen Betonzusatzstoffen wurde beobachtet, dass die Karbonatisierungskoeffizienten mit zunehmender Länge der Nachbehandlung immer weniger schnell abnahmen. Vor allem im frühen Alter führte eine verlängerte Nachbehandlung, z.B. von 1 oder 3 auf 5 oder 7 Tage, zu einer deutlichen Reduktion der Karbonatisierungskoeffizienten. Eine Verlängerung der Nachbehandlung von 7 auf 28 Tage hatte dagegen einen geringeren Einfluss [3] [8] [9] [7], dennoch zeigten die Betone bei einer 28tägigen Nachbehandlung natürlich die geringsten Karbonatisierungskoeffizienten [3] [10].

Vor allem Betone mit Bindemitteln mit einer langsamen Festigkeitsentwicklung, z.B. durch einen hohen Anteil an nicht oder langsam reagierenden Zusatzstoffen, die bei kurzer Nachbehandlung nur ungenügend reifen können, zeigen bei einer verlängerten Nachbehandlung einen höheren Karbonatisierungswiderstand. So beobachteten [4] eine Abnahme des Karbonatisierungskoeffizienten mit Zunahme der Nachbehandlungsdauer von 1, 3 und 7 Tagen. Ausserdem wurde gezeigt, dass die Luftfeuchte nach Ende der Nachbehandlung bis zu einem Betonalter von 28 Tagen einen wesentlichen Einfluss auf den Karbonatisierungskoeffizienten von Kompositen aus CEM I ohne und mit 15, 30 und 50% Flugasche hatte. Mit steigendem Flugaschegehalt erhöhten sich erwartungsgemäss die Karbonatisierungskoeffizienten. Die Unterschiede zwischen den Mischungen waren jedoch bei einer Nachbehandlungsdauer von 1 Tag grösser als nach 7 Tagen Nachbehandlung. Während bei relativen Luftfeuchten zwischen 40% und 60% während der Trocknungsphase die Karbonatisierungskoeffizienten vergleichbar blieben, nahmen sie bei höherer Luftfeuchte stark ab und erreichten ein Minimum bei 100% Luftfeuchte. Dabei verminderten sich auch die Unterschiede der Karbonatisierungskoeffizienten der Bindemittel mit unterschiedlichem FA-Gehalt. Auch [7] beobachtete eine Abnahme der Unterschiede im Karbonatisierungswiderstand bei zunehmender Nachbehandlungsdauer, und zwar für Betone mit CEM I und CEM III/B.

Während für eine Maximierung des Karbonatisierungswiderstands eine möglichst lange Nachbehandlung der Betone anzustreben wäre, erscheint eine Nachbehandlungsdauer von 28 Tagen für die Baupraxis deutlich zu lang. So beträgt gemäss SIA 262:2013+C1 die Mindestnachbehandlungsdauer bei der höchsten Nachbehandlungsklasse NBK 4 und bei Temperaturen zwischen 10 und 15°C je nach der Festigkeitsentwicklung des Betons zwischen 5 und 21 Tage, bei NBK 3 nur 2.5 bis 12 Tage und bei NBK 2 nur noch 1.5 bis 8 Tage. Bei höheren Temperaturen reduzieren sich die Nachbehandlungsdauern weiter.

Nur wenn die Prüfbedingungen im Labor die Bedingungen in der Baupraxis so gut wie möglich abbilden, kann der Karbonatisierungswiderstand des realen Bauwerks im Labor einigermaßen realistisch abgebildet werden. Natürlich werden aber Bauwerke in der Praxis aufgrund der Herstellbedingungen des Betons im Betonwerk und der Einbaubedingungen meist einen geringeren Karbonatisierungswiderstand aufweisen als die entsprechenden Laborprüfkörper [11] [12].

Die EN- und SIA Prüfungen unterscheiden sich auch durch die Länge der anschliessenden Trocknungsphase in der Klimakammer. Nach 28-tägiger Nachbehandlung gemäss EN ist die

Trocknungsphase fast um die Hälfte kürzer als gemäss SIA. Das Betonalter bei Beginn der Schnellkarbonatisierung gemäss EN ist mit 42 Tagen deutlich höher als die 28 Tage gemäss SIA (**Tabelle 1**).

4.4 Unterschiede im CO₂-Gehalt während der Schnellkarbonatisierung

Die Schnellkarbonatisierung gemäss EN dauert eine Woche länger als bei der SIA-Methode, der Angriff ist durch die um 1% geringere CO₂-Konzentration dagegen etwas milder. Dies wirkt sich jedoch nur geringfügig auf den Karbonatisierungskoeffizienten aus, wie Untersuchungen bei CO₂-Konzentrationen zwischen 1 und 100% gezeigt haben [7].

4.5 Unterschiede in der Datenauswertung und den Kennwerten

Vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierungskammer sowie nach definierten Zeiten der Schnellkarbonatisierung wird die Karbonatisierungstiefe der Prüfkörper gemessen und dokumentiert und aus diesen Ergebnissen durch lineare Korrelation der Karbonatisierungsfaktor bestimmt.

Die Messung der Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierungskammer ist gemäss EN optional.

Die Auswertung erfolgt über die Gleichung

$$d_k = a + K_{AC}\sqrt{t} \quad (1)$$

d_k	mittlere Karbonatisierungstiefe zum Zeitpunkt t , in mm;
a	Schnittpunkt, in mm;
K_{AC}	Karbonatisierungsgeschwindigkeit unter den festgelegten Prüfbedingungen, in mm/Tage ^{1/2} ;
t	Beanspruchungsdauer, in Tagen

Gemäss EN wird für Normalbetone zum Zeitpunkt $t=0$ von $d_k=0$ ausgegangen. Optional können Messungen von d_k zum Zeitpunkt $t=0$ durchgeführt werden, z.B. für langsam oder sehr langsam erhärtende Betone. In diesem Fall kann der Achsenabschnitt a gleich der Karbonatisierungstiefe zum Zeitpunkt $t=0$, $d_{k,t0}$, gesetzt werden.

In dieser Studie wurde die Karbonatisierungstiefe bei Umlagerung analog dem Vorgehen gemäss SIA immer gemessen. Die Auswertung der Ergebnisse der EN-Prüfungen erfolgte sowohl ohne als auch mit Achsenabschnitt, um die Unterschiede in den K_{AC} -Werten zu ermitteln.

Der Karbonatisierungskoeffizient steigt tendenziell mit der Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierungskammer, $d_{k,t0}$. Ausserdem führen steigende $d_{k,t0}$ bei einer Regression gemäss Gleichung (1) zu einem tendenziell höheren Achsenabschnitt a [7]. Solch eine Regression ist gemäss SIA 262/1_Anhang I vor der Corrigenda 1 durchgeführt worden.

Heute erfolgt die Auswertung gemäss SIA 262/1:2019+C1:2021. Die Corrigenda ist seit 1.4.2021 gültig. Gemäss ihr wird die Regressionsgerade durch den Koordinatenursprung gezwungen, ähnlich dem Vorgehen für Normalbeton in der EN 12390-12. Dieses Verfahren ist für nicht karbonatisierten Beton (Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung bis 1.0 mm) durchzuführen. Für die Auswertung stärker karbonatisierter Prüfkörper gibt es in der Corrigenda keine Angaben. Zusätzlich wird bei der Auswertung gemäss SIA der Anstieg der Regressionsgeraden K_S in einen Karbonatisierungskoeffizienten K_N bei natürlicher CO₂-Konzentration, 0.04%, umgerechnet. Dieser K_N -Wert wird für die Bewertung verwendet.

Die Umrechnung in einen Karbonatisierungskoeffizienten bei natürlicher CO₂-Konzentration entfällt bei der Auswertung gemäss EN 12390-12. Dort müssen im Prüfbericht zusätzlich der allfällige Achsenabschnitt der Regressionsgerade sowie das Bestimmtheitsmass R^2 angegeben werden.

Zum direkten Vergleich der Karbonatisierungskoeffizienten beider Verfahren ohne Einfluss der CO₂-Konzentrationen wurden beide Karbonatisierungskoeffizienten K_S (SIA) und K_{AC} (EN) unter

Anwendung der Gleichung (34) der SIA 262/1, Anhang I, auf einen natürlichen CO₂-Gehalt umgerechnet.

Um mögliche Grenzwerte zu ermitteln, wurden die Karbonatisierungskoeffizienten gemäss Angaben im Prüfbericht, d.h. K_N gemäss SIA bei 0.04% CO₂ und K_{AC} gemäss EN bei 3% CO₂, miteinander korreliert.

5 KONZEPT, PRÜFUNGEN, BETONREZEPTUREN UND DURCHFÜHRUNG

5.1 Konzept

Nachdem die Unterschiede zwischen der EN 12390-12 und der SIA 262/1+C1, Anhang I, identifiziert worden waren, fanden vergleichende Prüfungen von neun Betonen statt.

Es handelte sich dabei um die Betonsorten B, C bzw. D und E, für die es gemäss SN EN 206:2013+A1:2016+C1:2019, NB.3 und Tabelle NA.14, Vorgaben zum Karbonatisierungswiderstand gibt. Die Betone wurden jeweils mit dem Mindestzementgehalt und dem max. Wasser/Zement-Wert gemäss SN EN 206+A1, Tab. NA.6, hergestellt.

Als Bindemittel wurden Zemente gewählt, die für die jeweilige Betonsorte zugelassen sind und im schweizerischen Markt eingesetzt werden. Mit einem Klinkergehalt zwischen etwa 30 und 85% sowie den unterschiedlichen Zuschlagstoffen, vom inerten Kalksteinmehl über den latent hydraulischen Hüttensand zum gebrannten Ölschiefer, decken sie einen breiten Bereich der für die Karbonatisierung relevanten Parameter ab.

Einen grossen Einfluss hat die Zusammensetzung des Bindemittels, vor allem sein Gehalt an reaktivem Kalziumoxid, CaO_r, das über die Porenlösung angreifendes CO₂ in Form von Kalziumkarbonat binden kann. Ebenfalls wichtig sind Feinheit und Korngrößenverteilung des Bindemittels. Diese Parameter bestimmen, zusammen mit der Menge des zugegebenen Wassers, die Art und Menge der Hydratationsprodukte, die sich mit der Zeit bilden und damit die Mikrostruktur des Zementsteins, seine Porengrößenverteilung und seine Permeabilität.

Als Referenzzement diente für alle Betonsorten der CEM II/A-LL 42.5N der Fa. Vigier SA. Diese Zementsorte ist für die verwendeten Betonsorten freigegeben und im schweizerischen Markt weit verbreitet. Ausserdem wurden fünf weitere Zemente eingesetzt (**Tabelle 2**).

Als weit verbreitete Zemente in den Hochbau-Betonsorten NPK B und C bzw. in der Tiefbau-Betonsorte NPK D wurden der CEM II/B-LL 32.5R (Vigier SA, NPK B) bzw. die Zemente CEM II/B-M (T-LL) 42.5N und ZN/D 32.5R (Holcim Schweiz AG) von der Begleitgruppe ausgewählt. Der Zement ZN/D nach Merkblatt SIA 2049 ist ein Vertreter der CO₂-ärmeren Zemente. Neben 50-64% Klinker enthält er neben gebranntem Ölschiefer auch aufbereitetes Mischgranulat [13]. Dadurch wird ein Beitrag geleistet, Stoffkreisläufe in der Bauwirtschaft zu schliessen.

Für die Tiefbau-Betonsorte E wurden der CEM II/B-M (S-T) 42.5R der Holcim Schweiz AG sowie der CEM III/B 42.5L der Jura-Zementfabriken-AG verwendet. Der CEM III/B hat mit 20-34% gemäss EN 197-1 den geringsten Klinkergehalt der verwendeten Zemente und damit auch eine geringere Pufferkapazität gegenüber CO₂, vor allem im frühen Alter. Zudem weist er eine langsame Frühfestigkeitsentwicklung auf. Einer Karbonatisierung setzen Betone mit Hochofenzement vor allem ihre dichte Mikrostruktur entgegen [13] [14]. Sie werden mit Vorteil bei erhöhten Anforderungen an die Betondauerhaftigkeit und Hydratationswärmeentwicklung und damit vor allem im Tiefbau und im Massenbeton eingesetzt. Daher wurde der CEM III/B in dieser Studie in der Betonsorte E verwendet. Als klinkerärmerer Zement wird CEM III/B vereinzelt auch im Hochbau verwendet. Daher wurde er auch in der Hochbau-Betonsorte B eingesetzt. Allerdings kann man im Hochbau kaum von den technischen Vorteilen eines CEM III/B profitieren und es überwiegen eher seine Nachteile hinsichtlich Festigkeitsentwicklung und Karbonatisierungswiderstand.

5.2 Betonrezepturen und Ausgangsstoffe

Die Betonrezepturen sind in **Tabelle 2**, die verwendeten Ausgangsstoffe in **Tabelle 3** zusammengestellt.

Tabelle 2: Betonmischungen und Rezepturangaben.

Mischung	1_B	2_B	3_B	4_CD	5_CD	6_CD	7_E	8_E	9_E
Betonsorte	B	B	B	C, D	C, D	C, D	E	E	E
Herstellung	17.5.2021	18.5.2021	18.5.2021	19.5.2021	19.5.2021	20.5.2021	20.5.2021	21.5.2021	21.5.2021
Zielausbreitmass, mm	480-520								
Zement und Hersteller	CEM II/A-LL 42.5N, Vigier	CEM II/B-LL 32.5R, Vigier	CEM III/B 42.5L, Jura	CEM II/A-LL 42.5N, Vigier	CEM II/B-M (T-LL) 42.5N, Holcim	ZN/D 42.5N, Holcim	CEM II/A-LL 42.5N, Vigier	CEM II/B-M (S-T) 42.5R, Holcim	CEM III/B 42.5L, Jura
Zementgehalt, kg/m ³	280	280	280	300	300	300	300	300	300
w/c	0.60	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Fliessmittel, M.-%/Z	SIKA VC 3082	SIKA VC 3082	SIKA VC 3082	SIKA VC 3082	SIKA VC 3082	SIKA VC 4027	SIKA VC 3082	SIKA VC 3082	SIKA VC 3082
LP-Bildner, M.-%/Z	-	-	-	-	-	-	SIKA Fro-V-5A	SIKA Fro-V-5A	SIKA Fro-V-5A

Die Gesteinskörnung hatte ein Maximalkorn von 32 mm und stammte von der Holcim Kies und Beton AG, Mülligen. Die Gewichtsanteile waren: 12% Brechsand 0-2 mm, 24.0% Rundsand 0-4 mm, 8.0% Kies 4-8 mm, 24.0% Kies 8-16 mm, 32.0% Kies 16-32 mm. Das an der Gesteinskörnung absorbierte Wasser wurde im Mischungsentwurf berücksichtigt.

Für die Mischung 6_CD mit ZN/D wurde auf Anraten des Herstellers ein anderes Fliessmittel verwendet.

Tabelle 3: Verwendete Ausgangsstoffe.

Ausgangsstoff	Bezeichnung	Hersteller, Lieferant
Zemente	CEM II/B-M (T-LL) 42.5N (Optimo), MTZ 210041	Holcim (Schweiz) AG
	CEM II/B-M (S-T) 42.5R (Robusto), 25.3.2021	Holcim (Schweiz) AG
	ZN/D (Susteno 3R), 1.4.2021	Holcim (Schweiz) AG
	CEM III/B 42.5L (Jurapro)	Jura Cementfabriken AG
	CEM II/A-LL 42.5N	Vigier Ciments SA
	CEM II/B-LL 32.5R	Vigier Ciments SA
Gesteinskörnungen (GK)	Grobe GK, Kies Feine GK, Sand	Holcim Kies und Beton AG, Werk Mülligen
Zusatzmittel	Fliessmittel: Viscocrete 3082, für ZN/D: Viscocrete 4027 LP-Bildner: SIKA Fro-V-5A	Sika Schweiz AG

5.3 Prüfungen

Es wurden folgende Prüfungen durchgeführt:

- Frischbetoneigenschaften
- Druckfestigkeit nach 28 Tagen (je 2 Würfel)
- Karbonatisierungswiderstand gemäss SIA 262/1_Anhang I (2 Prismen zum Vergleich mit der Prüfung nach EN 12390-12, 120mm x 120mm x 360mm).
- Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12 (2 Prismen, 140mm x 140mm x 560mm).

Die Prüfungen mit den zugehörigen Normen sind in **Tabelle 4**, die Matrix der Untersuchungen in **Tabelle 5** zusammengestellt.

Tabelle 4: Prüfungen und Normen.

Prüfung		Norm	Anzahl Einzelprüfungen
Frischbetoneigenschaften nach Mischen	Ausbreitmass	SN EN 12350-5	1
	Frischbetonrohddichte	SN EN 12350-6	1
	Luftgehalt	SN EN 12350-7	1
Herstellung der Probekörper für Festbetonprüfungen		SN EN 12390-2	-
Druckfestigkeit	nach 28 Tagen	SN EN 12390-3	2 (Würfel, d=150 mm)
Karbonatisierungswiderstand (KW)	nach 28 Tagen	SIA 262/1+C1, Anhang I	2 (Prismen, 120x120x360 mm ³)
Karbonatisierungswiderstand (KW)	nach 42 Tagen	EN 12390-12	2 (Prismen 140x140x560 mm ³)

Tabelle 5: Matrix der Festbetonprüfungen

Mischungen	Prüfkörper	Karbonatisierungswiderstand		Druckfestigkeit 28T
		SIA 262/1_I	EN 12390-12	
Alle 9 Stück	2 SIA-Prismen	9 x 2	-	-
	2 EN-Prismen	-	9 x 2	-
	2 Würfel	-	-	9 x 2

5.4 Durchführung der Betonagen

Die Betone wurden im Mai 2021 an der TFB AG, Aussenstelle Lindimatte, hergestellt. Die Betonbestandteile wurden dort über Nacht bei ca. 20°C konditioniert.

Die Herstellung von je 150 Litern Beton erfolgte in einem Betonmischer des Typs Zyklus ZK 250 HE. Die Zielkonsistenz des Betons wurde mit dem Fließmittel SIKA Viscocrete 3082 bzw. SIKA Viscocrete 4027 für die Betone mit ZN/D-Zement eingestellt. Die Zielkonsistenz der Betone war F4.

Direkt nach Abschluss des Mischens (Gesamtmischzeit 9 min) erfolgte die Frischbetonkontrolle und die Herstellung der Prüfkörper. Die Verdichtung erfolgte mittels Vibrationstisch. Die Vibrationszeit wurde für jede Mischung visuell festgelegt und betrug 5 bis 10 s pro eingebaute Schicht. Die Würfel und SIA-Prismen wurden einfach befüllt, die EN-Prismen in zwei Schichten.

Das Ausschalen erfolgte nach 24 Stunden, die Vorlagerung gemäss den Vorgaben der jeweiligen Norm.

Die Prüfungen waren im September 2021 abgeschlossen. Danach erfolgte die Datenauswertung und Berichterstellung.

6 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN UND BEURTEILUNG

6.1 Frischbetoneigenschaften

Die Resultate der Frischbetonprüfungen sind in **Tabelle 6** zusammengestellt. Die Prüfberichte sind im Anhang zu finden.

Die Ausbreitmasse und Luftgehalte lagen im angestrebten Rahmen.

Tabelle 6: Resultate der Frischbetonprüfungen nach dem Mischen.

Parameter		Mischung								
Bezeichnung		1_B	2_B	3_B	4_CD	5_CD	6_CD	7_E	8_E	9_E
Betoniertermin		17.5.2021	18.5.2021	18.5.2021	19.5.2021	19.5.2021	20.5.2021	20.5.2021	21.5.2021	21.5.2021
		10:05	9:20	10:20	9:30	10:30	9:40	10.42	9:45	10:35
Zement	-	CEM II/A-LL 42.5N	CEM II/B-LL 32.5R	CEM III/B 42.5L	CEM II/A-LL 42.5N	CEM II/B-M (T-LL) 42.5N	ZN/D	CEM II/A-LL 42.5N	CEM II/B-M (S-T) 42.5R	CEM III/B 42.5L
Zementmenge	kg/m ³	280	280	280	300	300	300	300	300	300
w/z	-	0.60	0.60	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
VC 3082	%/Zem.	0.20	0.15	0.18	0.60	0.70	-	0.50	0.45	0.45
VC 4027	%/Zem.	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-
Fro-V-5A	%/Zem	-	-	-	-	-	-	0.15	0.15	0.12
Ergebnisse nach dem Mischen										
Temperatur, °C	Luft	17.0	21.0	19.0	20.5	20.0	21.0	20.0	20.4	20.0
	Beton	16.0	21.4	20.2	22.2	21.0	23.9	20.6	23.0	20.8
Rohdichte	kg/m ³	2400	2410	2420	2430	2430	2400	2340	2310	2310
Luft	Vol.%	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.7	4.6	5.4	4.6
Ausbreitmasse	mm	520	510	520	510	510	520	520	500	530
	Klasse	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4

6.2 Festbetoneigenschaften - Rohdichte und Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeiten und Rohdichten der Würfel sind in **Tabelle 7** zusammengestellt. Die Prüfberichte sind im Anhang zu finden.

Die Rohdichten der Betone der Sorten B und C/D liegen im typischen Bereich. Die E-Betone enthalten zwischen und 4.6 und 5.4% Luft. Damit sind ihre Rohdichten reduziert (**Bild 1**) und auch die Druckfestigkeit – man vergleiche die Mischungen 4_CD und 7_E, beide mit CEM II/A-LL.

Tabelle 7: Würfeldruckfestigkeiten und Rohdichten der Prüfkörper.

Mischung	Rohdichte, kg/m ³	Druckfestigkeit Würfel 28T, N/mm ²	Festigkeitsklasse
1_B	2380	38.0	C 30/37
2_B	2400	33.0	C 25/30
3_B	2370	41.7	C 30/37
4_CD	2400	46.6	C 35/45
5_CD	2400	53.2	C 40/50
6_CD	2400	51.7	C 40/50
7_E	2310	33.7	C 25/30
8_E	2260	41.2	C 30/37
9_E	2360	45.6	C 35/45

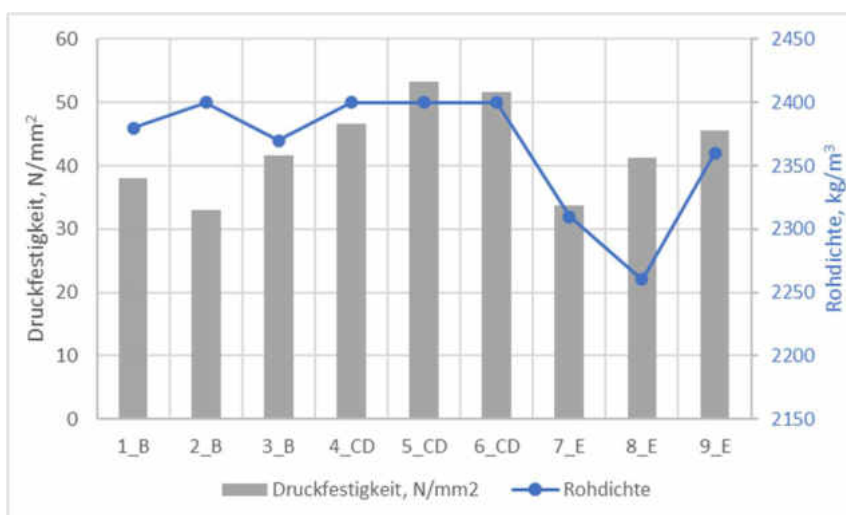


Bild 1: Druckfestigkeiten und Rohdichten der Würfel.

Der B-Beton mit CEM II/B-LL 32.5R (Mischung 2_B) hat die in SN EN 206+A1 aufgeführte Festigkeitsklasse von C25/30, die B-Betone mit CEM II/A-LL 42.5N und CEM III/B 42.5L liegen eine Klasse höher (**Tabelle 7**).

Die Druckfestigkeiten der Betone der Sorten NPK C bzw. D sind deutlich höher als die Angaben der SN EN 206+A1 von C30/37 für NPK C bzw. C25/30 für NPK D. Der Beton mit CEM II/A-LL 42.5N hat die Klasse C35/45, die Betone mit CEM II/B-M(T-LL) 42.5N und ZN/D 32.5R haben die Klasse C40/50.

Die Druckfestigkeiten der E-Betone sind durch den erhöhten Luftgehalt gegenüber den Sorten C bzw. D herabgesetzt und ergeben C 25/30 für CEM II/A-LL 42.5N, was der Angabe der SN EN 206+A1 entspricht, sowie C 30/37 für CEM II/B-M (S-T) 42.5R und C 35/45 für CEM III/B 42.5L.

6.3 Karbonatisierungswiderstand gemäss SIA 262/1+C1_Anhang I und EN 12390-12

6.3.1 Überblick

Die Karbonatisierungskoeffizienten der genormten Prismen gemäss SIA 262/1+C1, Anhang I und EN 12390-12 sowie die Beurteilung gemäss den Vorgaben nach SN EN 206+A1 sind in **Tabelle 8** und graphisch in **Bild 2** dargestellt. Die Prüfberichte befinden sich im Anhang.

Die Auswertung erfolgt gemäss SIA 262/1+C1 bei einer Karbonatisierungstiefe ≤ 1.0 mm ohne Berücksichtigung des Achsenabschnitts. Allerdings wiesen mehr als die Hälfte der Prismen zum Zeitpunkt t_0 Karbonatisierungstiefen d_{KM,t_0} über 1.0 mm auf (**Bild 3**). Sie wurden daher mit einer alternativen Regressionsgeraden ausgewertet:

$$d_{KM} = K_S * \sqrt{t_0 + t} \quad (2)$$

Tabelle 8: Kennwerte des Karbonatisierungswiderstands der Prüfkörper gemäss SIA 262/1:2019+C1 und EN 12390-12. MW – Mittelwert, WH – Wiederholpräzision.

* $d_{KM,t_0} > 1$ mm, Auswertung mit alternativer Regressionsgleichung (2)

Mix	Karbonatisierungskoeffizienten gemäss SIA 262/1:2019+C1; Anhang I (a=0)								Karbonatisierungsgeschwindigkeit gemäss EN 12390-12, a=0				
	K _S , mm/y ^{1/2}	MW K _S , mm/y ^{1/2}	A, mm	R ²	K _N , mm/y ^{1/2}	MW K _N , mm/y ^{1/2}	Std.- abw. WH	Erfüllung Vorgabe		K _{AC} , mm/Tag ^{1/2}	K _{AC} , MW, mm/Tag ^{1/2}	R ²	Std.- abw. WH
								50J	100J				
1_B	2.18	2.2	0	0.989	5.7	5.8	0.119	✓	-	1.55	1.62	1.00	0.088
	2.25		0	0.991	5.8		2.08%			1.69			5.42%
2_B	2.63*	2.6	0	0.998	6.8	6.9	0.029	-	-	1.95	1.94	1.00	0.018
	2.65		0	0.992	6.9		0.43%			1.93			0.95%
3_B	3.12*	3.0	0	0.996	8.1	7.7	0.581	-	-	1.95	1.95	1.00	0.002
	2.80*		0	0.996	7.3		7.55%			1.95			0.10%
4_CD	1.69	1.6	0	0.990	4.4	4.1	0.369	✓	✓	1.11	1.14	1.00	0.043
	1.48*		0	0.991	3.9		8.97%			1.17			3.80%
5_CD	1.55	1.5	0	0.988	4.0	4.0	0.085	✓	✓	1.10	1.11	1.00	0.024
	1.50		0	0.986	3.9		2.13%			1.13			2.17%
6_CD	1.99	1.9	0	0.995	5.2	5.0	0.257	✓	-	1.36	1.39	1.00	0.041
	1.85		0	0.998	4.8		5.16%			1.42			2.94%
7_E	2.10*	2.2	0	0.983	5.4	5.6	0.192	-	-	1.67	1.66	1.00	0.027
	2.20*		0	0.991	5.7		3.44%			1.64			1.63%
8_E	1.83*	1.9	0	0.996	4.8	4.9	0.239	✓	-	1.60	1.62	0.99	0.023
	1.96*		0	0.997	5.1		4.85%			1.63			1.43%
9_E	2.70*	2.7	0	0.998	7.0	7.0	0.032	-	-	1.93	2.00	1.00	0.090
	2.72*		0	0.998	7.1		0.46%			2.06			4.49%

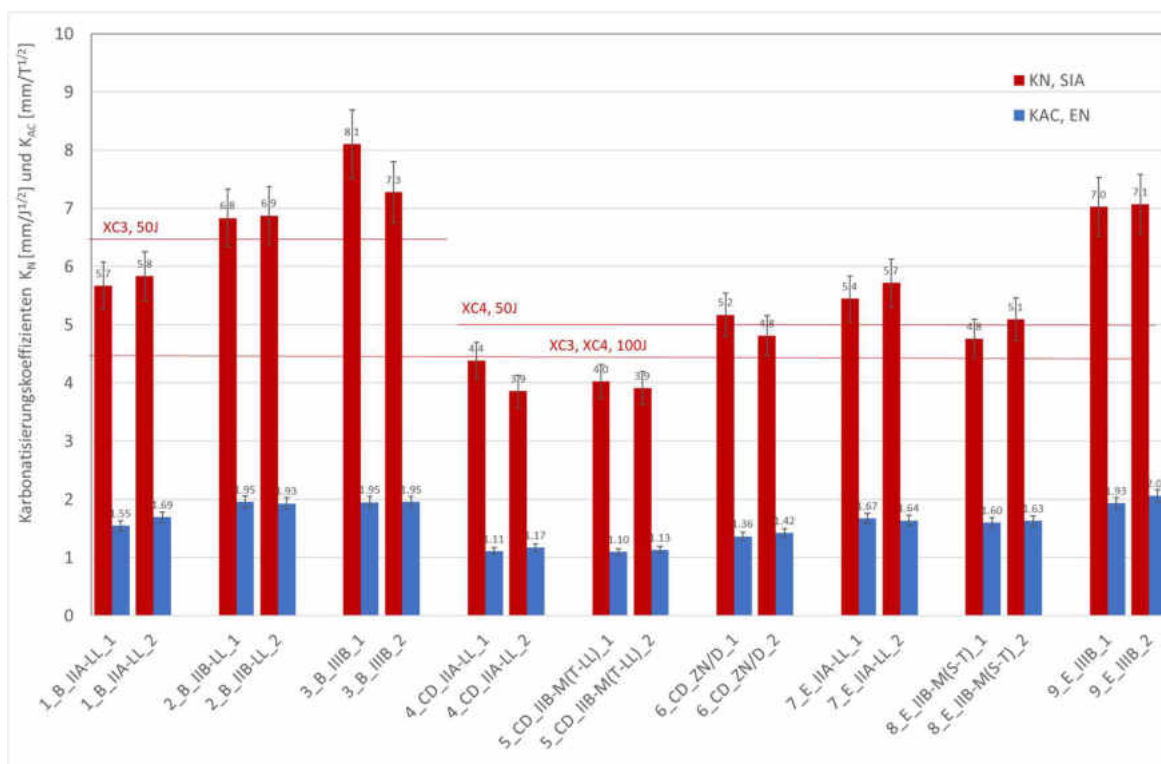


Bild 2: Karbonatisierungskoeffizienten K_N (SIA 262/1:2019+C1) und K_{AC} (EN 12390-12) der Prismen ($a=0$) und mittlerer zweifacher Wiederholstandardabweichung.

Die Auswertung gemäss EN 12390-12 erfolgte ohne Berücksichtigung der Karbonatisierungstiefe zum Zeitpunkt t_0 . Der Achsenabschnitt a war damit 0. Die Alternative mit Gleichsetzen von a mit der Karbonatisierungstiefe zum Zeitpunkt t_0 wird in Abschnitt 6.3.3 diskutiert.

Beide Prüfungen wurden mit zwei Prismen durchgeführt. Die Standardabweichungen der Wiederholpräzision der Doppelbestimmungen sind in **Tabelle 8** angegeben. Der Mittelwert dieser Standardabweichungen für K_N von 0.21 mm/J^{1/2} bzw. 3.9% liegt in der Grössenordnung des in der SIA 262/1 angegebenen Werts von 0.23 mm/J^{1/2} für einen K_N um 6.7 mm/J^{1/2}. Der Mittelwert der Wiederholstandardabweichungen für K_{AC} der EN-Prüfung von 0.041 mm/T^{1/2} bzw. 2.6% ist etwas geringer. Die in der Tab. 1 der EN 12390-12 angegebene Standardabweichung der Wiederholpräzision beträgt 0.07 bis 0.11 mm/T^{1/2} und ist damit höher als die Werte in dieser Studie.

Angesichts der Tatsache, dass für die SIA-Prüfung derzeit nur ein Prisma pro Prüfung vorgeschrieben ist, würden die vorliegenden Daten auch für die Prüfung gemäss EN 12390-12 eine Reduktion der Prismenzahl auf eines unterstützen.

6.3.2 Beurteilung der K_N -Werte gemäss den Vorgaben der SN EN 206+A1

Obwohl alle Zemente für die jeweiligen Betonsorten gemäss sia/register freigegeben sind, erfüllte nur reichlich die Hälfte der Betone die Vorgaben der SN EN 206+A1 zum Karbonatisierungswiderstand (KW) mit 50 Jahren Nutzungsdauer. Die Vorgaben für 100 Jahre Nutzungsdauer erfüllten zwei der neun Betone.

Unter den E-Betonen mit künstlichen Luftporen erfüllte nur derjenige mit CEM II/B-M (S-T) die Vorgabe für 50 Jahre. Vor allem die Betone mit CEM III/B und CEM II/B-LL erfüllten die Vorgaben nicht.

Zur Untersuchung des Einflusses von Wasserzugabe und Bindemittel auf den KW ist das Verhältnis Wassergehalt/reaktives Kalziumoxid (w/CaO_r) ein guter Indikator. Der K_N korreliert

grundsätzlich mit dem Verhältnis w/CaO_r [15] [16]. In einigen Fällen kommt es zu Abweichungen, z.B. beim Einführen künstlicher Luftporen oder wenn der Bindemittelgehalt verändert wird, der Wasser/Bindemittelwert aber gleich bleibt.

Die Ursache für den geringen KW der Betone der Sorten B und E mit CEM III/B dürfte neben den künstlichen Luftporen im E-Beton vor allem im geringen Klinkergehalt des Zements liegen. Das reaktive Kalziumoxid des Klinkers und des Kalziumsulfatträgers, das in einem CEM I 57-63% ausmacht [16], trägt zur Pufferkapazität gegenüber angreifendem CO_2 bei. Zwar enthält auch Hüttensand zwischen ca. 35 und 45% CaO [1], aber er hydratisiert vergleichsweise langsam. Nach 28 Tagen wurde in Hüttensandkompositen ein Hydratationsgrad von 30-55% festgestellt [17] [18] [19] [20]. Zudem hatte der eingesetzte CEM III/B die Festigkeitsklasse 42.5L nach EN 197-4, er besass also eine niedrige Anfangsfestigkeit. Damit dürfte der Zementstein bei Umlagerung in die Klimakammer im Alter von drei Tagen nur einen vergleichsweise geringen Hydratationsgrad erreicht haben, was den KW herabsetzt.

Die kurze Wasserlagerung gemäss SIA (1 Tag in der Schalung, bis zum Alter von 72 Stunden im Wasser) spiegelt die Nachbehandlung der Betone in der Baupraxis wider. Nach drei Tagen kann also die Oberfläche der Prüfkörper in der Klimakammer bei 57% relativer Luftfeuchte und natürlicher CO_2 -Konzentration austrocknen. Damit kommt die Hydratation im Randbereich allmählich zum Erliegen und zurück bleibt je nach Hydratationsgrad und Feinheit des Zements und der Menge des zugegebenen Wassers eine mehr oder weniger durchlässige Mikrostruktur. Durch die natürliche CO_2 -Konzentration der Luft kommt es bereits zu einer ersten Karbonatisierung.

So zeigt mehr als die Hälfte der Prüfkörper zum Zeitpunkt t_0 nach 3 Tagen Nachbehandlung plus 25 Tagen in der Klimakammer vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierungskammer bereits Karbonatisierungstiefen von über einem Millimeter (**Bild 3**). Damit ist auch in der Praxis zu rechnen, und zwar überall dort, wo die Betonoberflächen nach dem Ausschalen vergleichsweise schnell austrocknen können.

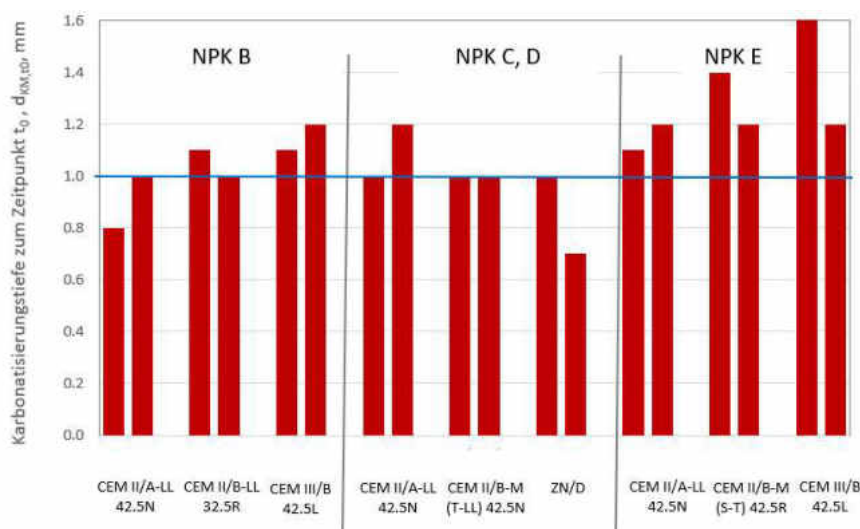


Bild 3: Karbonatisierungstiefe d_{KM,t_0} der Prismen nach Lagerung in der Klimakammer vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierungskammer bei Prüfung gemäss SIA 262/1_Anhang I.

Die Einführung künstlicher Luftporen in den E-Betonen führt zu erhöhten Karbonatisierungstiefen vor Umlagerung im Vergleich zu den anderen Betonsorten. Auch die zwei B-Betone mit den klinkerärmeren Zementen CEM II/B-LL und CEM III/B zeigen hohe Karbonatisierungstiefen (**Bild 3**). Die geringsten Werte werden vom B-Beton mit dem klinkerreichen CEM II/A-LL und den C/D-Betonen mit CEM II/B-M(T-LL) und ZN/D erreicht. Diese Zemente enthalten den reaktiven, gemahlten gebrannten Ölschiefer, der zur Gefügeverdichtung beiträgt.

6.3.3 Auswertung gemäss EN 12390-12 mit und ohne Achsenabschnitt und Vergleich mit Ergebnissen gemäss SIA 262/1+C1

In der EN 12390-12 ist die Messung der Karbonatisierungstiefe der Prismen vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierungskammer optional. Für die Auswertung stehen grundsätzlich zwei Optionen offen:

1. Wird keine Messung durchgeführt, so wird davon ausgegangen, dass die Regressionsgerade bei Umlagerung ($t=0$) den Achsenabschnitt $a=0$ hat, so dass sie durch den Koordinatenursprung verläuft. Dieses Vorgehen wird für Normalbetone empfohlen. Es entspricht auch der Auswertung der SIA 262/1:2019+C1 für nicht karbonatisierte Betone.
2. Die Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung wird gemessen. Dies wird für langsam und sehr langsam erhärtende Betone empfohlen. In diesem Fall wird die zum Zeitpunkt $t=0$ gemessene mittlere Karbonatisierungstiefe als Achsenabschnitt der Regressionsgeraden verwendet.

Um einen direkten Vergleich mit den Koeffizienten K_N der SIA-Prüfung zu ermöglichen und den Einfluss der CO_2 -Konzentration bei der Schnellkarbonatisierung zu eliminieren, wurden auch die K_{AC} -Werte auf $K_{AC,N}$ bei natürlicher CO_2 -Konzentration von 0.04% umgerechnet, und zwar analog SIA 262/1, Anhang I, Gleichung (34):

$$K_{AC,N} = \sqrt{\left(\frac{365}{1}\right)} * \sqrt{\left(\frac{CO_{2,nat}}{CO_{2,schnell}}\right)} * 1.36 * K_{AC} \quad (3)$$

$$K_{AC,N} = \sqrt{\left(\frac{365}{1}\right)} * \sqrt{\left(\frac{0.04}{3.0}\right)} * 1.36 * K_{AC} \quad (3.1)$$

Der erste Faktor beinhaltet die Umrechnung von 1 Tag auf ein Jahr, der zweite die Umrechnung von der erhöhten CO_2 -Konzentration während der Schnellkarbonatisierung auf die natürliche CO_2 -Konzentration von 0.04% und der dritte Faktor ist ein Korrekturfaktor für die Schnellkarbonatisierung, der vereinfachend aus der SIA 262/1+C1 übernommen wurde.

Die Ergebnisse der Karbonatisierungskoeffizienten K_N gemäss modifizierter SIA 262/1_I bzw. K_{AC} gemäss EN 12390-12 bei Gleichsetzen des Achsenabschnitts mit der mittleren Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierung sind in **Tabelle 9** und in **Bild 4** dargestellt.

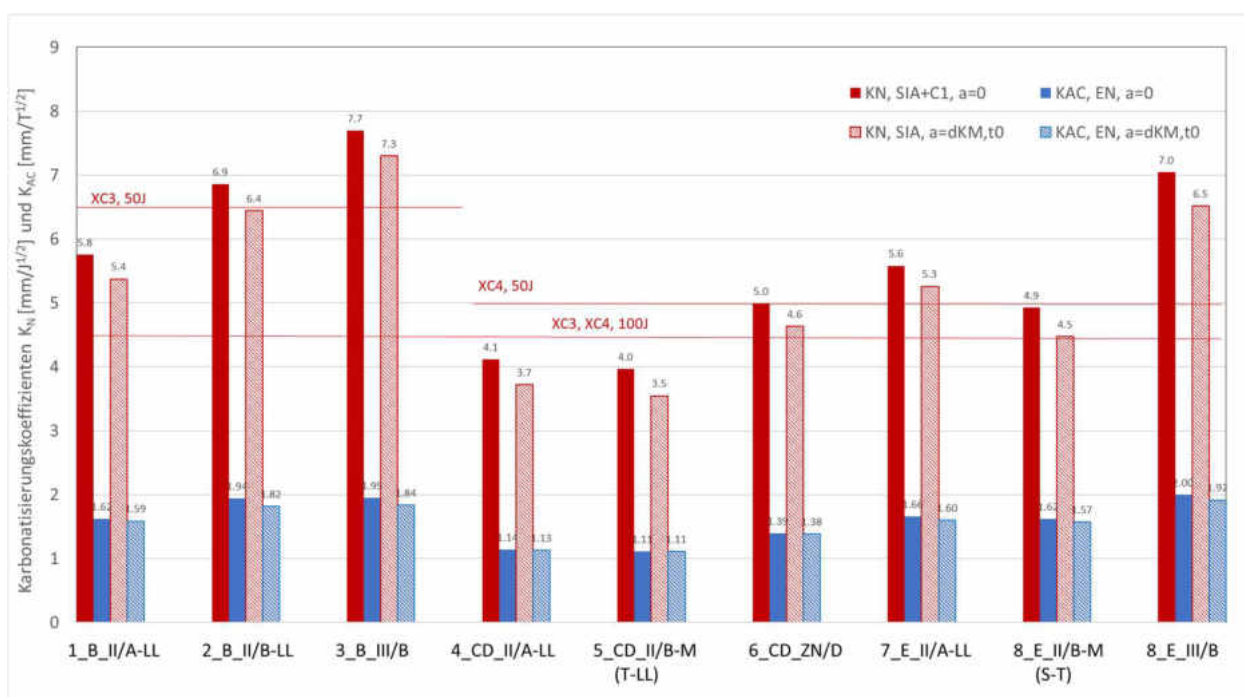
Es wird deutlich, dass diese Auswertung der Daten gemäss SIA mit Achsenabschnitt, wie auch die Auswertung vor der Corrigenda C1, zu 0.4-0.5 mm/J^{1/2} geringeren K_N -Werten führt. Für manche Betonmischung, z.B. Beton 2, führt das dazu, dass die Grenzwerte für K_N bei Auswertung mit Achsenabschnitt erfüllt werden, bei Auswertung ohne Achsenabschnitt hingegen nicht.

In **Bild 5** sind die mit und ohne Achsenabschnitt ermittelten Mittelwerte von K_{AC} (blau) und K_N (rot) gegeneinander aufgetragen, beide umgerechnet auf eine natürliche CO_2 -Konzentration. Auf der Abszisse (X-Achse) befinden sich jeweils die Mittelwerte ohne Achsenabschnitt ($a=0$) und auf der Ordinate die Mittelwerte bei Gleichsetzung des Achsenabschnittes mit $d_{KM,t0}$ ($a=d_{KM,t0}$).

Es ergibt sich für beide Koeffizienten eine starke lineare Korrelation. Während bei den $K_{AC,N}$ -Werten bis ca. 4 mm/J^{1/2} bei beiden Auswertemethoden praktisch gleiche Koeffizienten resultieren, kommt es bei höheren $K_{AC,N}$ zu Abweichungen bis 5%. Wird die Regressionsgerade also durch den Koordinatenursprung gezwungen ($a=0$), ergeben sich bis zu 5% höhere $K_{AC,N}$ -Werte und damit ein geringerer Karbonatisierungswiderstand.

Tabelle 9: Mittelwerte (MW) der Karbonatisierungskoeffizienten der Prüfkörper gemäss modifizierter SIA 262/1_I und EN 12390-12, beide mit $a=d_{KM,t0}$.

Mix	Karbonatisierungskoeffizienten gemäss modifizierter SIA 262/1_1 Anhang I mit $a=d_{KM,t0}$				Karbonatisierungsgeschwindigkeit gemäss EN 12390-12 mit $a=d_{KM,t0}$			
	MW K_N , mm/y ^{1/2}	a, mm	R ²	Erfüllung Vorgabe		MW K_{AC} , mm/Tag ^{1/2}	a, mm	R ²
				50J	100J			
1_B	5.4	0.8	0.987	✓	-	1.59	0.2	0.994
2_B	6.4	1.1	0.999	✓	-	1.82	0.8	0.999
3_B	7.3	1.1	0.996	-	-	1.84	0.7	0.995
4_CD	3.7	1.0	0.995	✓	✓	1.13	0.1	0.993
5_CD	3.5	1.0	0.993	✓	✓	1.11	0.0	0.997
6_CD	4.6	1.0	0.999	✓	-	1.38	0.1	0.996
7_E	5.3	1.1	0.975	-	-	1.60	0.3	0.992
8_E	4.5	1.4	0.998	✓	✓	1.57	0.3	0.991
9_E	6.5	1.6	0.998	-	-	1.92	0.5	0.995

Bild 4: Mittelwerte der Karbonatisierungskoeffizienten K_N (SIA 262/1:2019) und K_{AC} (EN 12390-12), je zwei Prismen, Auswertung mit $a=0$ und mit $a=d_{KM,t0}$.

Betrachtet man die K_N -Mittelwerte gemäss SIA, so entsprechen die Werte auf der Abszisse der Auswertung gemäss Corrigenda C1 ($a=0$), die Werte auf der Ordinate einem modifizierten Verfahren gemäss EN mit $a=d_{KM,t0}$. Die K_N -Werte gemäss SIA sind aufgrund der kürzeren Nachbehandlung und längeren Trocknungsphase der Betone generell höher als die entsprechend

umgerechneten $K_{AC,N}$ -Werte gemäss EN. Die Mittelwerte für K_N liegen zwischen 4 und 7.7 $\text{mm}/\text{J}^{1/2}$, sie umspannen also 3.7 $\text{mm}/\text{J}^{1/2}$. Die $K_{AC,N}$ -Werte liegen zwischen 3.3 und 6 $\text{mm}/\text{J}^{1/2}$ und umfassen einen Bereich von 2.7 $\text{mm}/\text{J}^{1/2}$. Diese Abnahme der Unterschiede zwischen den Karbonatisierungskoeffizienten verschiedener Betone mit zunehmender Nachbehandlungsdauer wurde auch von anderen Autoren beschrieben [7] [10].

Ausserdem führt die Verwendung der Karbonisierungstiefe vor Umlagerung als Achsenabschnitt bei nach SIA geprüften Betonen zu bis ca. 10% geringeren Karbonatisierungskoeffizienten. Im Gegensatz zu den Prüfungen gemäss EN treten die grössten Abweichungen aber bei Betonen mit einem geringen K_N auf. Bei Proben mit einem $K_N > 5 \text{ mm}/\text{J}^{1/2}$, nehmen die Unterschiede bis auf ca. 5% ab.

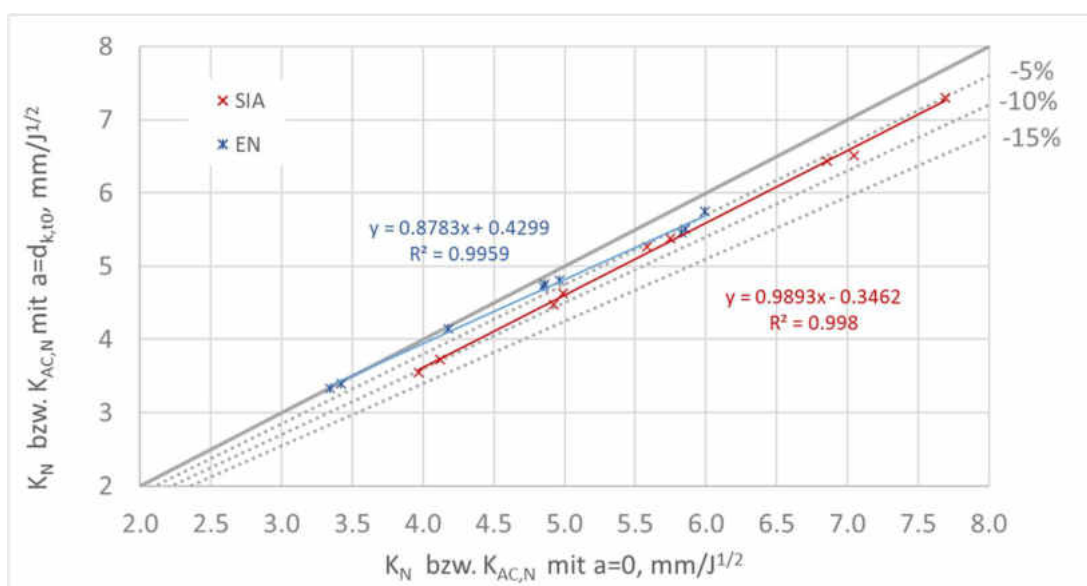


Bild 5: Karbonisierungskoeffizienten $K_{AC,N}$ bzw. K_N mit Auswertung ohne und mit Achsenabschnitt $a=d_{KM,t0}$.

Die unterschiedlichen Auswertoptionen wurden in **Bild 6** am Beispiel der Mischung 3 mit einem geringen KW und der Mischung 8 mit einem hohen KW illustriert. Bei Mischung 8, Prisma 1, führt die Auswertung ohne Achsenabschnitt gemäss SIA 262/1+C1 (**Bild 6**, Option (A), alternative Regressionsgerade) zu einem K_N von 4.8 $\text{mm}/\text{J}^{1/2}$. Die Auswertung mit Achsenabschnitt, sowohl beim Gleichsetzen mit $d_{KM,t0}$ analog EN (Option (B)) als auch gemäss Auswertung vor der Corrigenda C1 (Option (C)) führen zu über 10 % geringeren K_N -Werten von 4.3 bzw. 4.2 $\text{mm}/\text{J}^{1/2}$. Bei Mischung 3, Prisma 1, mit einem sehr geringen Karbonatisierungswiderstand beträgt die Abweichung zwischen den Auswertoptionen A und B nur 5%. Die Ergebnisse der Optionen B ($a = d_{KM,t0}$) und C (a aus Regression) liegen stets eng beieinander.

Bei der Prüfung nach EN treten die Abweichungen zwischen den unterschiedlichen Auswertoptionen vor allem bei Proben mit hohem K_{AC} , also mit einem geringeren KW, auf (**Bild 5**). Generell sind die Karbonisierungstiefen bei Umlagerung durch die lange Nachbehandlung im Wasser deutlich geringer. Deshalb variiert der Karbonatisierungskoeffizient zwischen beiden Auswertoptionen nur geringfügig, d.h. in diesem Beispiel um 3% bei Mischung 8 bzw. 6% bei Mischung 3.

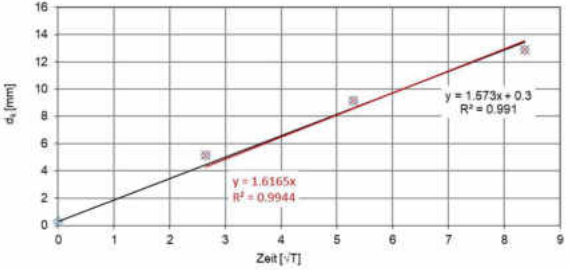
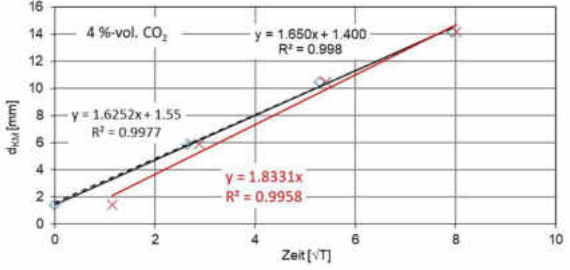
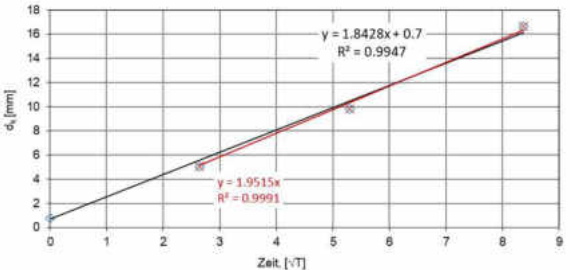
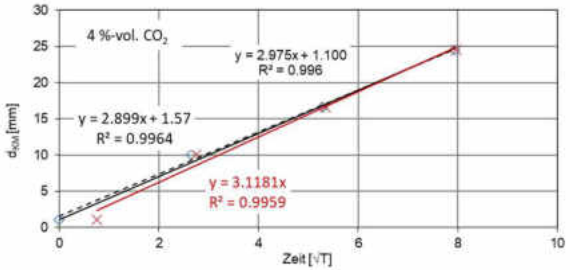
EN 12390-12	SIA 262/1+C1
08_NPK E_CEM II/B-M(S-T) 42.5R	
	 <p data-bbox="868 689 943 712">Prisma 1</p>
(A) $a = 0$ $K_{AC,a0} = 1.62 \text{ mm}/T^{1/2}$	(A) $a = 0$ $K_S = 1.8 \text{ mm}/T^{1/2}$, $K_N = 4.8 \text{ mm}/J^{1/2}$
(B) $a = d_{KM,t0} = 0.3 \text{ mm}$ $K_{AC} = 1.57 \text{ mm}/T^{1/2}$	(B) $a = d_{KM,t0} = 1.4 \text{ mm}$ $K_S = 1.7 \text{ mm}/T^{1/2}$, $K_N = 4.3 \text{ mm}/J^{1/2}$
$K_{AC,a0}/K_{AC} = 1.03$	$K_{N,a0}/K_N = 1.11$
	(C) $a = 1.55 \text{ mm}$ $K_S = 1.6 \text{ mm}/T^{1/2}$, $K_N = 4.2 \text{ mm}/J^{1/2}$
03_NPK B_CEM III/B 42.5L	
	 <p data-bbox="868 1373 943 1395">Prisma 1</p>
(A) $a=0$ $K_{AC,a0} = 1.95 \text{ mm}/T^{1/2}$	(A) $a=0$ $K_{S,a0} = 3.1 \text{ mm}/T^{1/2}$, $K_{N,a0} = 8.1 \text{ mm}/J^{1/2}$
(B) $a = d_{KM,t0} = 0.7 \text{ mm}$ $K_{AC} = 1.84 \text{ mm}/T^{1/2}$	(B) $a = d_{KM,t0} = 1.1 \text{ mm}$ $K_S = 3.0 \text{ mm}/T^{1/2}$, $K_N = 7.7 \text{ mm}/J^{1/2}$
$K_{AC,a0}/K_{AC} = 1.06$	$K_{N,a0}/K_N = 1.05$
	(C) $a=1.57$ $K_S = 2.9 \text{ mm}/T^{1/2}$, $K_N = 7.5 \text{ mm}/J^{1/2}$

Bild 6: Karbonatisierungskoeffizienten je eines Prismas der Mischungen 8_CEM II/B-M(S-T) 42.5R und 3_CEM III/B 42.5L nach Prüfung gemäss EN und SIA (A) ohne Berücksichtigung des Achsenabschnitts, (B) mit Gleichsetzen des Achsenabschnitts mit der Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung und (C) mit Auswertung SIA vor Corrigenda C1.

In **Bild 7** sind die Karbonatisierungstiefen vor Umlagerung für die gemäss SIA und EN vorgelagerten Prüfkörper aufgetragen. Betrachtet man die gemäss EN vorgelagerten Prüfkörper, so betragen die $d_{KM,t0}$ der C/D-Betone nur bis 12% der $d_{KM,t0}$ bei SIA-Vorlagerung. Diese Betone bilden also während der Wasserlagerung ein sehr dichtes Gefüge aus, was zu einer geringen Karbonatisierung während der Trocknungsphase führt.

Die $d_{KM,10}$ der E-Betone sowie des B-Betons mit CEM II/A-LL betragen 20-35% der $d_{KM,10}$ bei SIA-Vorlagerung. Die B-Betone mit CEM II/B-LL (65-79% Klinker, keine reaktiven Zuschlagstoffe) und CEM III/B (20-34% Klinker, 66-80% latent hydraulischer Hüttensand) zeigen auch nach EN-Vorlagerung vergleichsweise hohe Karbonatisierungstiefen von 0.7-0.8. Das entspricht 77% (CEM II/B-LL) bzw. 65% (CEM III/B) der Werte nach SIA-Vorlagerung.

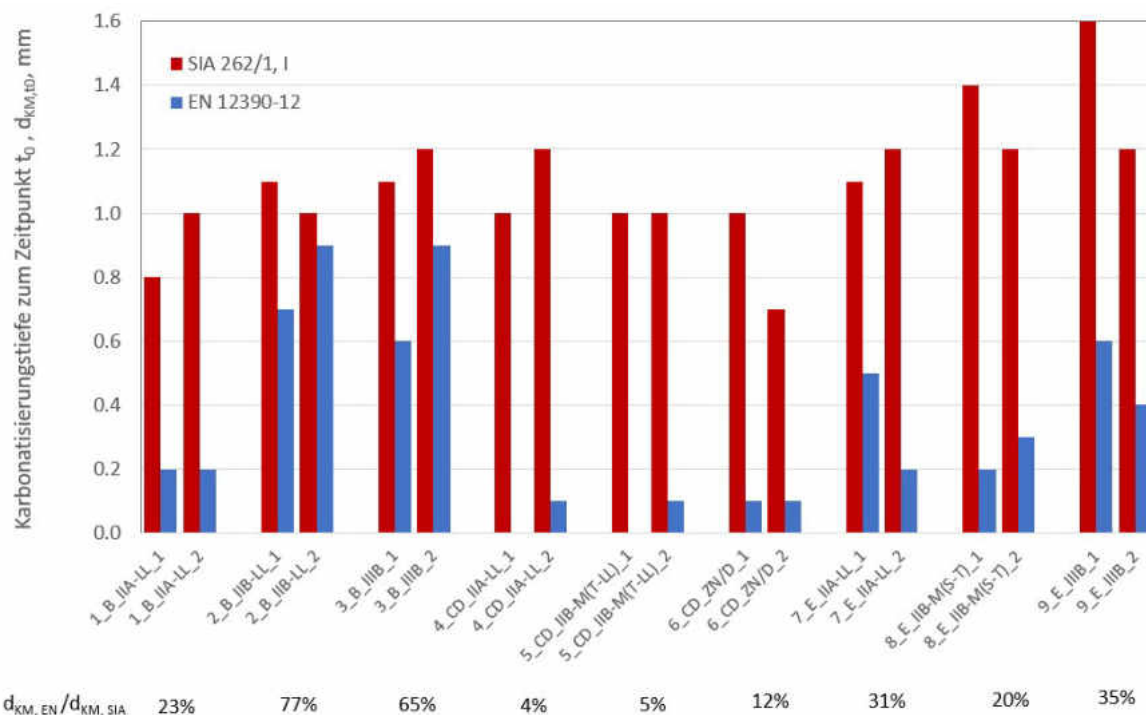


Bild 7: Karbonatisierungstiefen $d_{KM,10}$ der Prismen vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierungskammer bei Prüfung gemäss SIA 262/1, Anhang I und EN 12390-12.

Die Karbonatisierungstiefen vor Umlagerung, $d_{KM,10}$, sind ein Hinweis auf die zu erwartenden Karbonatisierungskoeffizienten [7]. Trägt man sie gegen die Karbonatisierungskoeffizienten K_N gemäss SIA und $K_{AC,N}$ gemäss EN (umgerechnet auf 0.04% CO_2) auf, so steigen mit der Karbonatisierungstiefe bis ~ 0.5 mm auch tendenziell die $K_{AC,N}$ -Werte (**Bild 8**). Bei grösseren Karbonatisierungstiefen ist kein Zusammenhang mehr mit $K_{AC,N}$ sichtbar. Für die nach SIA geprüften Prismen mit ihren vergleichsweise hohen Karbonatisierungstiefen ist für die geprüften Betonsorten kein eindeutiger Zusammenhang mit K_N erkennbar.

Die Messung und Dokumentation der Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung, $d_{K,10}$, ist bei der Prüfung gemäss EN nicht zwingend. Grundsätzlich kann sie aber eine wertvolle Zusatzinformationen zur Anfälligkeit des Betons gegenüber Austrocknung und Karbonatisierung liefern. Sie kann in Zusammenhang mit dem Achsenabschnitt a der Regressionsgeraden bei der SIA-Auswertung vor Corrigenda stehen [7] und korreliert bei geringen Karbonatisierungstiefen mit dem Karbonatisierungskoeffizienten K_{AC} (**Bild 8**). Daher sollte dieser Wert bei jeder EN-Prüfung gemessen und dokumentiert werden, analog zur SIA-Prüfung, und zwar unabhängig davon, ob bzw. wie $d_{KM,10}$ bei der Regression berücksichtigt wird.

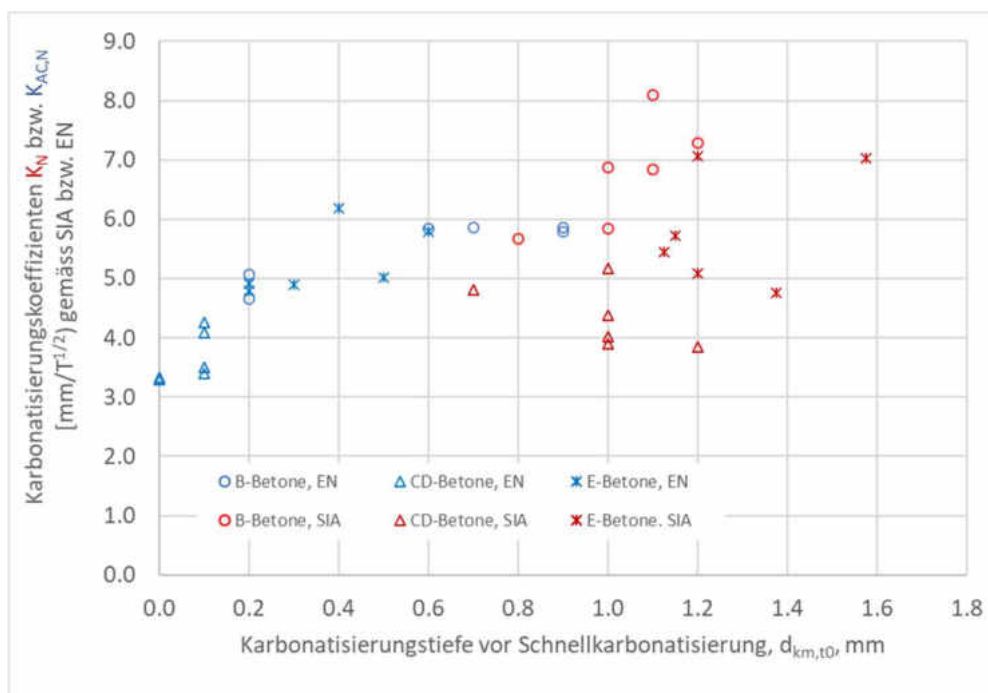


Bild 8: Karbonatisierungstiefen $d_{KM,t0}$ der Prismen vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierungskammer versus Karbonatisierungskoeffizienten gemäss SIA 262/1 und EN 12390-12, jeweils umgerechnet auf $CO_2=0.04\%$.

6.3.4 Korrelation der Ergebnisse gemäss EN 12390-12 und SIA 262/1+C1

Um die Karbonatisierungskoeffizienten gemäss EN und SIA direkt vergleichen zu können, wurden beide gemäss Gleichung 3 auf die natürliche CO_2 -Konzentration umgerechnet. Trägt man diese Karbonatisierungskoeffizienten K_N (SIA) und $K_{AC,N}$ (EN-Prüfung, $a=0$) gegeneinander auf, so ergibt sich eine lineare Korrelation (**Bild 9**).

Meist liegen die $K_{AC,N}$ -Werte etwa 15% unter den K_N -Werten. Zwei Betone weichen allerdings deutlich von dieser Regression ab (**Bild 9**, rot eingekreist). Der B-Beton mit CEM III/B und einem K_N von $7.7\text{mm}/J^{1/2}$ zeigt einen geringeren Karbonatisierungskoeffizienten K_{AC} als auf Basis der Regressionsgeraden erwartet werden dürfte. Sein Karbonatisierungswiderstand gemäss EN ist damit erhöht. Dementsprechend ist auch der Quotient $K_N/K_{AC,N}$ erhöht (**Bild 10**). Dieser Beton profitiert offenbar mehr als die anderen von der längeren Wasserlagerung und kürzeren Trocknungsphase vor der EN-Schnellprüfung. Im E-Beton mit seinem höheren Zementgehalt und geringerem w/z plus künstliche Luftporen zeigt der CEM III/B hingegen kein abweichendes Verhalten.

Die zweite Ausnahme, der E-Beton mit CEM II/B-M (S-T) 42.5R mit erhöhter Frühfestigkeit, profitiert dagegen weniger von der längeren Wasserlagerung und kürzeren Trocknungszeit der EN-Prüfung. Er zeigt einen aussergewöhnlich hohen $K_{AC,N}$ -Wert oberhalb der Regressionsgeraden (**Bild 9**) sowie entsprechend geringere Quotienten $K_N/K_{AC,N}$ (**Bild 10**).

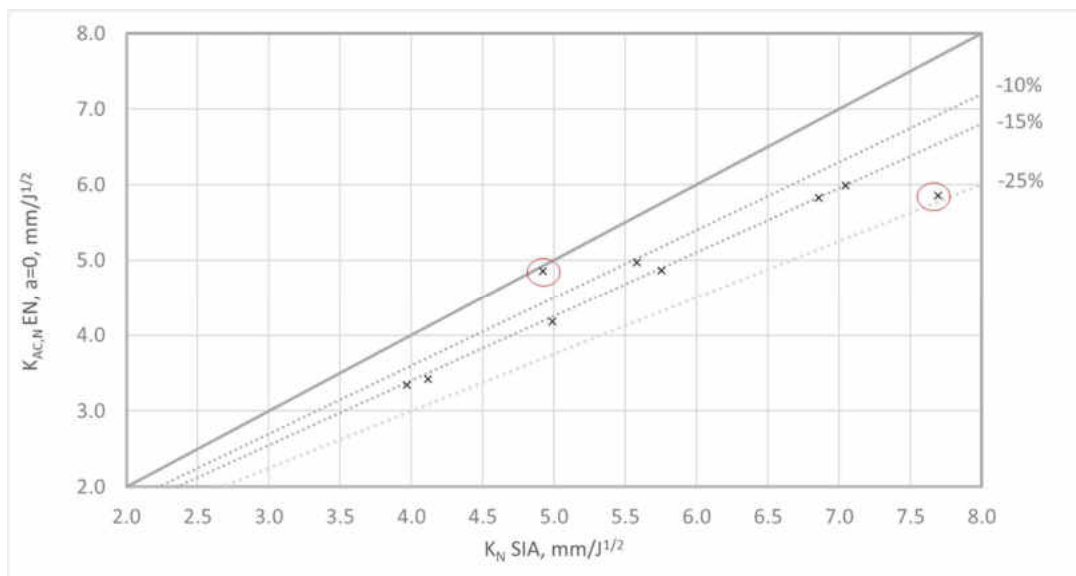


Bild 9: Karbonisierungskoeffizienten K_N gemäss SIA 262/1+C1 vs. $K_{AC,N}$ gemäss EN 12390-12 ($a=0$). Umkreist: B-Beton mit CEM III/B 42.5L ($K_N \sim 7.7$) und E-Beton mit CEM II/B-M(S-T) 42.5R ($K_N \sim 4.9$).

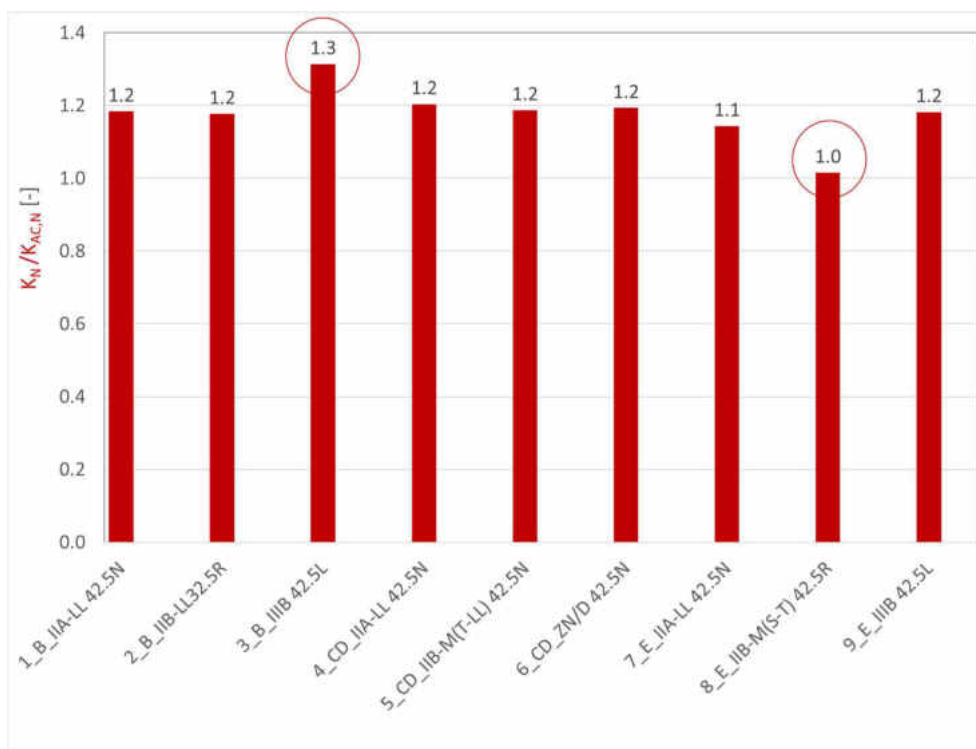


Bild 10: Quotienten der Mittelwerte $K_N / K_{AC,N}$.

Dieses abweichende Verhalten kann möglicherweise mit der Festigkeitsentwicklung des Betons erklärt werden. Betone, die im frühen Alter bereits eine hohe Festigkeit aufweisen, erfahren im höheren Alter eine nur noch vergleichsweise geringe Festigkeitszunahme (**Bild 11**). Betone mit einer langsamen Festigkeitsentwicklung hingegen zeigen zwar eine nur geringe Frühfestigkeit, erfahren dafür aber eine vergleichsweise starke Nacherhärtung im höheren Alter, die dann aufgrund der Gefügeverdichtung auch den KW erhöhen kann.

Die Frühfestigkeiten der Betone wurden in dieser Studie nicht gemessen. Damit konnte der r-

Wert nicht bestimmt werden und diese Erklärung bleibt hypothetisch. Aber gemäss SIA 262 können Zemente der Festigkeitsklassen 42.5R, 52.5N und 52.5R den schnell erhärtenden Betonen, Zemente der Festigkeitsklassen 32.5R und 42.5N hingegen den normal erhärtenden Betonen und Zemente der Festigkeitsklasse 32.5N den langsam erhärtenden Betonen zugerechnet werden. Letzteres gilt auch für Hochofenzemente mit geringer Anfangsfestigkeit (Festigkeitsklassen L) gemäss EN 197-4.

Die Mischung 3 mit CEM III/B 42.5L würde demnach mit der Zeit stark nacherhärten und ein dichteres Gefüge ausbilden, was zu dem erhöhten KW gemäss EN geführt haben wird. Mischung 8 mit dem frühesten CEM II/B-M (T-S) 42.5R hingegen erreichte bereits nach 3 Tagen Nachbehandlung eine vergleichsweise dichte Struktur und damit einen hohen KW gemäss SIA, konnte aber durch die geringere Nacherhärtung möglicherweise nicht optimal von den Vorlagerungsbedingungen und der höheren Prüfdauer der EN-Prüfung profitieren. Andererseits betrug die Karbonisierungstiefe der EN-Prismen bei Umlagerung im Mittel nur 20% derjenigen nach SIA-Vorlagerung. Das mag der geringeren Trocknungszeit geschuldet sein, kann aber auch eine deutliche Gefügeverdichtung anzeigen.

Diese Beobachtungen beziehen sich auf lediglich einen Beton, der zusätzlich künstliche Luftporen enthielt. Um den Einfluss der Festigkeitsentwicklung auf den KW gemäss EN und SIA besser zu verstehen, ist es nötig, mehr schneller erhärtende Betone mit entsprechenden Zementen höherer Festigkeitsklassen für Hoch- und Tiefbau zu untersuchen.

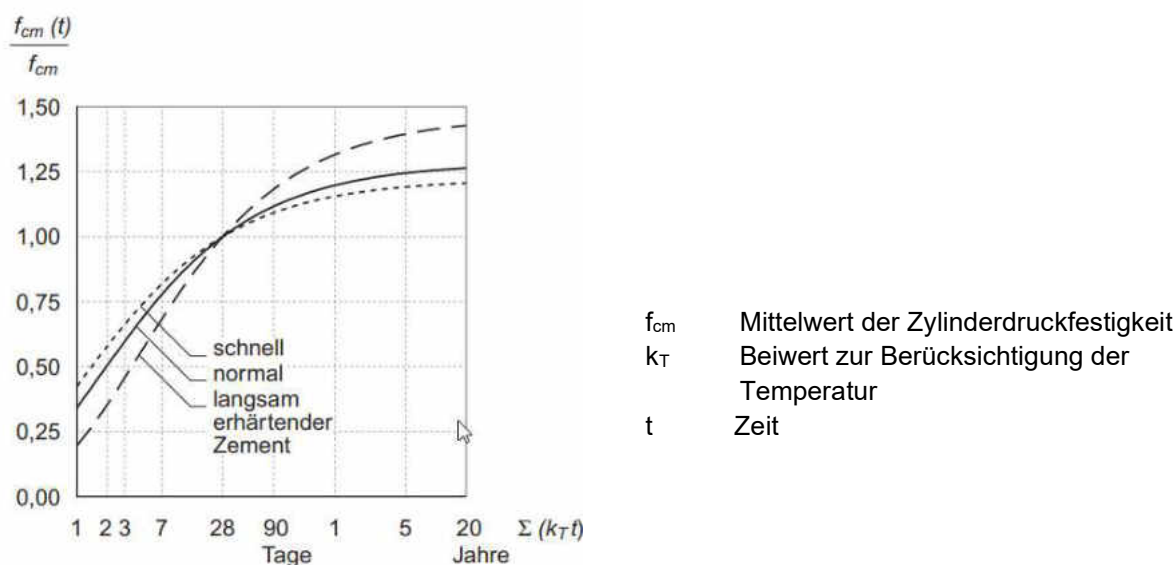


Bild 11: Entwicklung der Druckfestigkeit über die Zeit [21]

6.3.5 Mögliche Grenzwerte für K_{AC}

Für die Ermittlung von Grenzwerten für K_{AC} aufgrund der bestehenden Vorgaben für K_N gemäss SN EN 206+A1 wurden die Karbonisierungskoeffizienten K_{AC} ohne und mit Achsenabschnitt verwendet.

Es wird bei der Dateninterpretation mehr Gewicht auf die Korrelationen mit Achsenabschnitt gelegt, denn die Grenzwerte für K_N gemäss SN EN 206+A1 beruhen auf einer Auswertung der Daten mit Achsenabschnitt vor Corrigenda. Wie in dieser Arbeit gezeigt wurde, führt eine Auswertung ohne Achsenabschnitt vor allem bei den Ergebnissen gemäss SIA zu deutlich höheren K_N -Werten, die mit den existierenden Grenzwerten nicht mehr zwingend kompatibel sind.

Für die Ermittlung potenzieller Grenzwerte für K_{AC} wurde, auch für die Ergebnisse gemäss SIA,

die Methode nach EN gewählt, bei der der Achsenabschnitt gleich der mittleren Karbonisierungstiefe vor der Schnellkarbonatisierung gesetzt wird.

Zunächst wurden alle Betone in der Korrelation berücksichtigt (**Bild 12**).

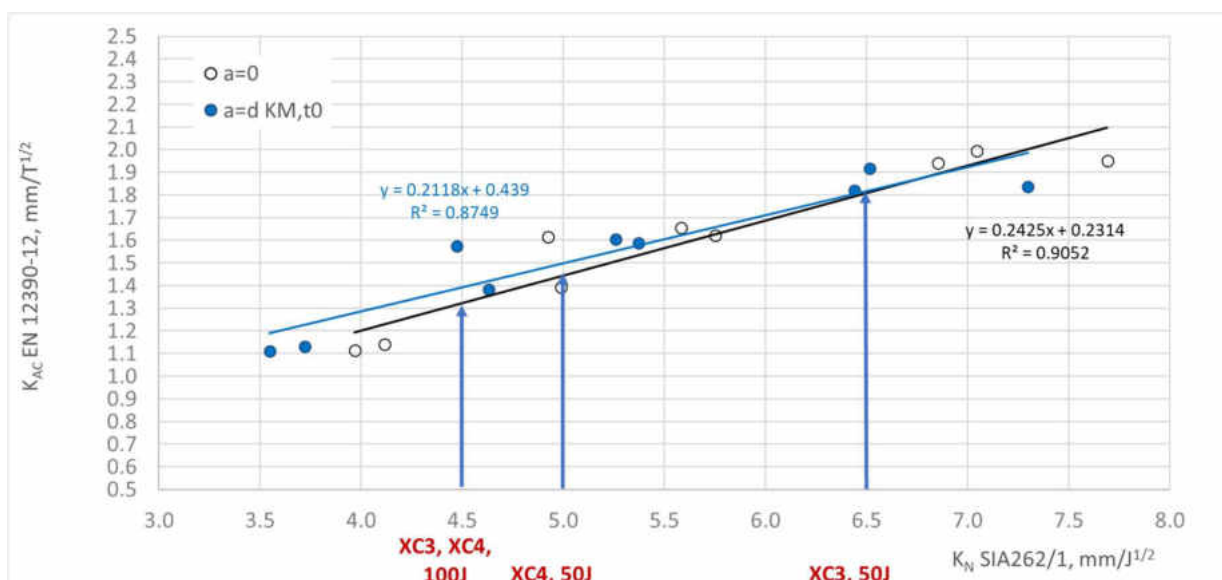


Bild 12: Karbonatisierungskoeffizienten K_N gemäss SIA 262/1 versus K_{AC} gemäss EN 12390-12 beide entweder mit $a=0$ oder $a= d_{KM,t0}$. Berücksichtigt wurden alle geprüften Betone.

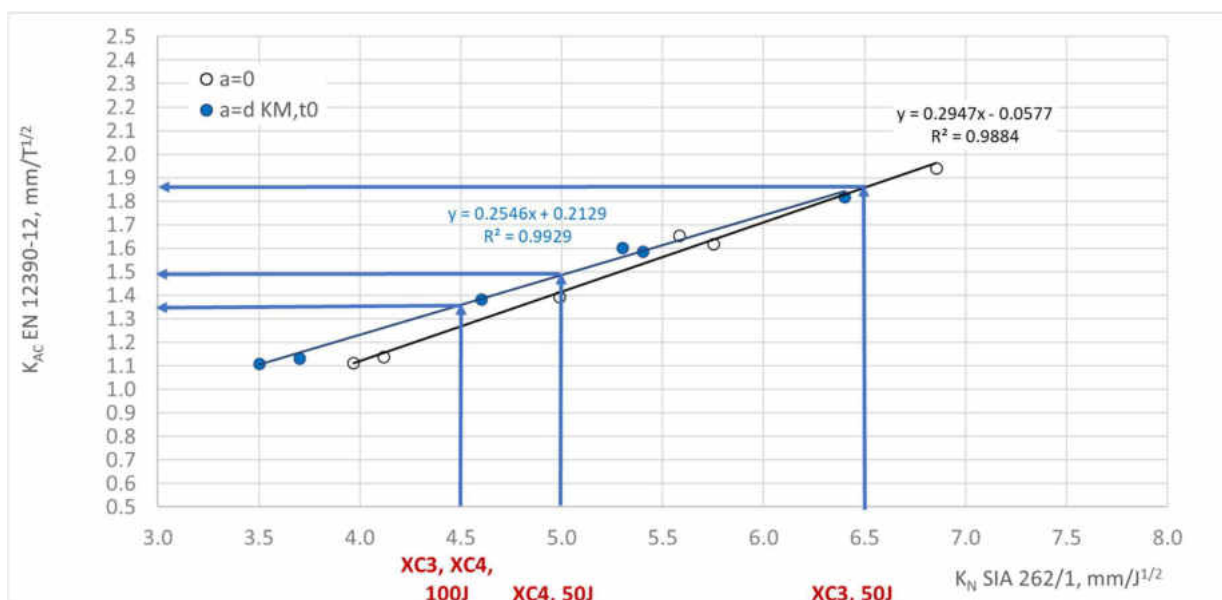


Bild 13: Karbonatisierungskoeffizienten K_N gemäss SIA 262/1 versus K_{AC} gemäss EN 12390-12, beide entweder mit $a=0$ oder $a= d_{KM,t0}$. Berücksichtigt sind nur die Betone mit Zementen der Festigkeitsklassen 32.5R und 42.5N.

Es zeigt sich, dass die Ergebnisse eine gewisse Streuung aufweisen, wobei vor allem die Ergebnisse der Betone mit vergleichsweise schnell und langsam erhärtenden Zementen neben der Regressionsgeraden lagen. Bei Auswertung mit $a=0$ beträgt der Regressionskoeffizient 0.91, bei Auswertung mit $a= d_{KM,t0}$ 0.87. Die rechnerischen Grenzwerte für K_{AC} aufgrund dieser linearen Regressionen auf der Basis der Vorgaben für K_N für die Expositionsklassen XC3 und XC4 gemäss

SN EN 206+A1 sind in **Tabelle 10**, Spalten 4 und 6, dargestellt. Die «Grenzwerte» für K_{AC} mit $a = d_{KM,10}$ liegen für K_N bis 5.0 mm/J^{1/2} deutlich über den K_{AC} mit $a=0$. Für höhere K_N sind sie etwa vergleichbar.

Die Regression der Ergebnisse der Betone mit vergleichbarer Festigkeitsentwicklung, d.h. in diesem Fall mit Zementen der Festigkeitsklasse 32.5R und 42.5N ergab eine deutlich stärkere lineare Korrelation mit einem Regressionskoeffizienten von 0.99 (**Bild 13**). Damit lassen sich belastbarere Grenzwerte für K_{AC} berechnen (**Tabelle 10**, Spalten 5 und 7). Ähnlich wie bei der Betrachtung aller Betone liegen auch hier die «Grenzwerte» für K_{AC} mit $a = d_{KM,10}$ für K_N bis 5.0 mm/J^{1/2} deutlich über den «Grenzwerten für K_{AC} mit $a=0$, während sie für höhere K_N in etwa vergleichbar sind.

Tabelle 10: Rechnerische «Grenzwerte» für die Mittelwerte von K_{AC} ohne und mit Grenzwertabweichung durch lineare Korrelation von K_N gemäss SIA 262/1:2019+C1 und K_{AC} gemäss EN 12390-12 ($a=0$ und $a = d_{KM,10}$). *ohne erhöhte Bewehrungsüberdeckung

	Exp.-klasse, Nutzungsdauer	K_N , mm/J ^{1/2}	K_{AC} , mm/T ^{1/2}	K_{AC} , mm/T ^{1/2}	K_{AC} , mm/T ^{1/2}	K_{AC} , mm/T ^{1/2}
			Alle Betone	Betone mit Ze- menten 32.5R / 42.5N	Alle Betone	Betone mit Zementen 32.5R / 42.5N
			a=0		a=d _{KM,t0}	
Grenzwert für Mittelwert	XC3, 50J.	≤ 6.5	≤ 1.81	≤ 1.86	≤ 1.82	≤ 1.87
	XC4, 50J.	≤ 5.0	≤ 1.44	≤ 1.42	≤ 1.50	≤ 1.49
	XC3, XC4, 100J.*	≤ 4.5	≤ 1.32	≤ 1.27	≤ 1.39	≤ 1.36
Grenzwert für Mittelwert mit Grenzwertab- weichung	XC3, 50J.	≤ 7.0	≤ 1.93	≤ 2.01	≤ 1.92	≤ 2.00
	XC4, 50J.	≤ 5.5	≤ 1.57	≤ 1.56	≤ 1.60	≤ 1.61
	XC3, XC4, 100J.*	≤ 5.0	≤ 1.44	≤ 1.42	≤ 1.50	≤ 1.49

Während die sehr langsam erhärtenden Betone mit CEM III/B 42.5L die heutigen Grenzwerte für den KW nicht erfüllen, ergibt sich für den E-Beton mit dem schnell erhärtenden CEM II/B-M (S-T) 42.25R ein anderes Bild. Er erfüllt die Vorgabe für XC4 gemäss SIA für 50 Jahre, würde aber einen potenziellen Grenzwert für K_{AC} von 1.50 mm/T^{1/2} (**Tabelle 10**, Spalten 6, 7) nicht erfüllen können.

Da es sich hier lediglich um einen Einzelwert handelt, der zudem an einem Luftporenbeton ermittelt worden ist, muss abgeklärt werden, ob sich auch andere Betonsorten mit vergleichsweise schnell erhärtenden Zementen oder Bindemitteln ähnlich verhalten. Wäre das der Fall, so müssten für schneller erhärtende Betone allenfalls höhere Grenzwerte für K_{AC} festgelegt werden. Dafür sollte eine Einteilung der Betone anhand ihrer r-Werte (Verhältnis der 2- zur 28-Tage Druckfestigkeit) geprüft werden, denn nur so kann der Einfluss der Betonrezeptur inklusive Zusatzstoffen, Zusatzmitteln etc. auf die Festigkeitsentwicklung abgebildet werden.

7 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND ERKENNTNISSE FÜR DIE PRAXIS

Die **Unterschiede zwischen den Schnellkarbonatisierungsmethoden** gemäss SIA 262/1_Anhang I und der neuen EN 12390-12 wurden herausgearbeitet. Hervorzuheben ist vor allem die längere Wasserlagerung und kürzere Trocknungsphase gemäss EN 12390-12 sowie die Unterschiede im Auswerteverfahren.

Gemäss der Corrigenda C1 der SIA wird für nicht karbonatisierten Beton kein Achsenabschnitt berücksichtigt. Dies führt in vielen Fällen zu deutlich höheren Karbonatisierungskoeffizienten als vor der Corrigenda. Bei der Auswertung gemäss EN gibt es zwei Optionen: Für Normalbetone muss die Karbonatisierungstiefe zum Zeitpunkt t_0 nicht gemessen werden. Die Ermittlung des Karbonatisierungswiderstands erfolgt dann ohne Achsenabschnitt. Alternativ, z.B. für langsam erhärtende Betone, kann die Karbonatisierungstiefe zum Zeitpunkt t_0 gemessen und mit dem Achsenabschnitt gleichgesetzt werden. Dies führt tendenziell zu einer flacheren Regressionsgerade und damit zu einem geringeren Karbonatisierungskoeffizienten.

Die **Druckfestigkeit** aller neun Betone entsprach mindestens den Angaben der SN EN 206+A1. Häufig wurden höhere Festigkeitsklassen erreicht.

Der **Karbonatisierungswiderstand (KW) gemäss SIA 262/1** der Betone der Sorte C bzw. D erfüllte die Vorgaben der Expositionsklasse XC4 für 50 Jahre. Zwei der drei Betone erfüllte auch die Vorgaben für 100 Jahre. Bei den Sorten B und E erfüllten nur 2 von 6 Betonen die Vorgaben gemäss der jeweiligen Expositionsklasse für 50 Jahre und kein Beton die Vorgaben für 100 Jahre.

Einen grossen Einfluss hatte die Auswertung der Daten gemäss SIA 262/1:2019+C1, das heisst ohne Achsenabschnitt. Diese führt vor allem bei Betonen mit einem hohen Karbonatisierungswiderstand zu höheren Karbonatisierungskoeffizienten K_S und K_N . Der B-Beton mit CEM II/B-LL hätte gemäss der Auswertung vor Corrigenda die Vorgaben für 50 Jahre erfüllt, der E-Beton mit CEM II/A-LL sehr knapp ebenso. Gemäss der Auswertung nach Corrigenda erfüllten diese Betone die Vorgaben nicht mehr.

Mehr als die Hälfte der Prismen zeigten nach der Trocknung Karbonatisierungstiefen über 1.0 mm. In diesem Fall darf gemäss Corrigenda die Auswertung ohne Achsenabschnitt nicht angewendet werden, es wird für solche Fälle aber kein Verfahren vorgegeben. In dieser Studie wurde mit einer alternativen Regressionsgeraden ausgewertet.

Die **Auswertung gemäss EN 12390-12** ist ohne und mit Achsenabschnitt möglich. Letztere führt zu etwas geringeren K_{AC} -Werten und damit zu einem nur leicht höheren Karbonatisierungswiderstand. Dies fällt aber erst bei K_{AC} -Werten über etwa $1.5 \text{ mm}/T^{1/2}$ ins Gewicht.

In dieser Arbeit wurde gezeigt, dass die **Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung** in die Schnellkarbonatisierungskammer vor allem bei Vorlagerung gemäss EN eine Zusatzinformationen zur Anfälligkeit des Betons gegenüber Austrocknung und Karbonatisierung liefern kann. Gemäss EN 12390-12 kann sie zur Datenauswertung herangezogen werden, die Erfassung ist aber optional. Es wird empfohlen, diesen Wert bei Prüfung nach EN 12390-12, analog zum Vorgehen gemäss SIA, stets zu messen und zu dokumentieren, und zwar unabhängig davon, ob er bei der Regression berücksichtigt wird.

Beide Schnellkarbonatisierungsprüfungen wurden mit je zwei **Prismen** durchgeführt. Die mittleren Standardabweichungen der Wiederholpräzision der Doppelbestimmungen lagen für die Prüfungen gemäss SIA in der Grössenordnung des in der SIA 262/1 angegebenen Werts und ausserdem etwas höher als die der Prüfungen gemäss EN. Damit würden die Daten dieser Studie auch für die EN 12390-12 die Prüfung nur eines Prismas unterstützen.

Die Prüfungen nach SIA und EN unterscheiden sich vor allem in der unterschiedlich langen Wasserlagerung sowie in den unterschiedlichen Trocknungszeiten. Erwartungsgemäss profitieren die Zemente in unterschiedlichem Masse von der längeren Nachbehandlung gemäss EN 12390-12.

Werden die Koeffizienten auf die natürliche CO₂-Konzentration umgerechnet, so liegen die K_{AC,N}-Werte der Betone etwa 15% unter den K_N-Werten – mit zwei Ausnahmen. Der B-Beton mit CEM III/B zeigt sogar einen um fast 25% geringeren K_{AC,N}. Er profitiert also stark von der längeren Wasserlagerung und kürzeren Trocknungsphase vor der EN-Schnellprüfung. Im Gegensatz dazu profitiert der E-Beton mit dem am schnellsten erhärtenden CEM II/B-M (S-T) 42.5R und mit Luftporen eher wenig von der Vorlagerung gemäss EN. Bei ihm sind K_N und K_{AC,N} etwa gleich.

Für die Ermittlung von **Grenzwerten für K_{AC}** aufgrund der bestehenden Vorgaben für K_N wurden die Karbonatisierungskoeffizienten K_{AC} ohne und mit Achsenabschnitt verwendet. Bei Betrachtung aller Betone ergab sich eine lineare Regression, wobei aber die oben erwähnten zwei Betone deutlich abseits lagen.

Werden nur die Betone mit Zementen der Festigkeitsklassen 32.5R und 42.5N betrachtet, so ergibt sich eine sehr starke lineare Korrelation. Damit konnten auf der Basis der gültigen Grenzwerte für K_N für die Expositionsklassen XC3 und XC4 gemäss SN EN 206+A1 für diese Betone belastbare Grenzwerte für K_{AC} berechnet werden, vor allem mit Betrachtung des Achsenabschnitts durch Gleichsetzen mit der Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierung.

8 AUSBLICK

Der E-Beton mit dem schnell erhärtenden CEM II/B-M (S-T) 42.25R erfüllt zwar die Vorgabe für XC4 gemäss SIA für 50 Jahre, würde aber den entsprechenden Grenzwert für K_{AC} nicht erfüllen. Da es sich hier lediglich um einen Einzelwert handelt, der zudem an einem Luftporenbeton ermittelt worden ist, muss abgeklärt werden, ob sich auch andere schneller erhärtende Betonsorten ähnlich verhalten. Wäre das der Fall, so wären je nach Erhärtungsgeschwindigkeit der Betone allenfalls verschiedene Grenzwerte für K_{AC} festzulegen. In diesem Zusammenhang wäre eine Einteilung der Betone gemäss ihrem r-Wert für eine entsprechende Differenzierung anzustreben.

Zur Ermittlung der Grenzwerte für K_{AC} wurden in dieser Studie die Grenzwerte für K_N gemäss SN EN 206+A1 herangezogen. Diese beruhen auf der Auswertung vor der Corrigenda, d.h. auf der Regression mit Achsenabschnitt. Die Auswertung gemäss SIA 262/1+C1 führt zu deutlich höheren K_N-Werten. Es wird empfohlen, diese Art der Auswertung nochmals zu überarbeiten. Andernfalls müssten die Grenzwerte für K_N angepasst werden - mit Konsequenzen für die Grenzwerte für K_{AC}.

Es wird empfohlen, den Achsenabschnitt bei Auswertung gemäss SIA 262/1_I gleich den Mittelwert der Karbonatisierungstiefe vor Umlagerung in die Schnellkarbonatisierung zu setzen, analog der Auswerteooption gemäss EN 12390-12. Ausserdem sollte die CO₂-Konzentration während der Schnellkarbonatisierung gemäss SIA von 4% auf 3% vereinheitlicht werden, damit Labore in einer Übergangszeit sowohl gemäss EN als auch gemäss SIA prüfen können, ohne Investitionen für zusätzliche Schnellkarbonatisierungsschränke tätigen zu müssen.

Die Anwendung der durch Doppelbestimmung und hohe Lagerungsdauer aufwendigere EN-Prüfung ist lediglich für die Erstprüfung neuer Betone vorgesehen, also einmalig. Die Anwendung dieser Prüfung im Rahmen der Erstprüfung neuer Betonrezepturen wird nach Erarbeitung der nationalen Elemente auch in der Schweiz erfolgen. Hierfür sollte in den nationalen Elementen bezüglich Prüfkörpergeometrie auch die in der Schweiz eingesetzten 120x120x360 mm³-Prismen für die Prüfung gemäss SN EN 12390-12 zugelassen werden.

Da diese Arbeit ausserdem gezeigt hat, dass die Variabilität der Ergebnisse der Doppelbestimmungen auch eine Einfachbestimmung zulässt, sollte in den Nationalen Elementen zur EN 12390-12 die Prüfung nur eines Prismas zugelassen werden.

In der Schweiz wird der Karbonatisierungswiderstand von Betonen nicht nur bei der Erstprüfung, sondern auch während der WPK gemäss den Vorgaben der SN EN 206+A1 kontinuierlich

durchgeführt. Dafür ist ein effektives und möglichst einfaches Verfahren mit begrenzter Prüfungsdauer wünschenswert. In einer Übergangsfrist sollte dafür zunächst weiterhin die SIA-Prüfung eingesetzt werden, für die jahrzehntelange Erfahrung sowie belastbare Grenzwerte existieren. Wenn gewünscht könnte die Methode gemäss EN 12390-12 in der Zwischenzeit hinsichtlich eines Einsatzes in der WPK optimiert werden. Der Fokus könnte hierbei auf der Verkürzung der Lagerungszeit liegen, z.B. 28 Tage inklusive 7 Tage Wasserlagerung, dies in Korrelation mit der bewährten Prüfung gemäss SIA 262/1-I und den bestehenden Grenzwerten.

TFB AG – Technik und Forschung im Betonbau

Dr. Winnie Matthes
Beratung und Expertisen
matthes@tfb.ch

062 887 7226

Dr. Yves Schiegg
Leitung Beratung & Expertisen
schiegg@tfb.ch

062 887 7249

VERWENDETE DOKUMENTE

- [1] F. M. Lea, *The chemistry of cement and concrete*, London: Arnold, 1970.
- [2] P. Schiessl, «Influence of the composition of concrete on the corrosion protection of the reinforcement,» in *Concrete durability - Catherine and Bryant Mather Int. Conf., SP-100*, American Concrete Institute, Detroit, 1987.
- [3] P. Distler, J. Kropp und H. Hilsdorf, «Pore structure and transport parameters of concretes containing blended cements,» in *9th Int. Congress on the Chemistry of Cement*, New Delhi, 1992.
- [4] M. D. A. Thomas und J. Matthews, «Carbonation of fly ash concrete,» *Magazine of Concrete Research*, Bd. 44, Nr. 160, pp. 217-228, 1992.
- [5] P. Schiessl, «Influence of the composition of concrete on the corrosion protection of the reinforcement,» in *Concrete Durability - Catherine and Bryant Mather Int. Conference*, American Concrete Institute, Detroit, 1987.
- [6] T. A. Bier, «Influence of type of cement and curing on carbonation progress and pore structure of hydrated cement paste,» *Materials Research Society Symposium*, Bd. 85, pp. 123-134, 1987.
- [7] F. Hunkeler und L. Lammar, «Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Betonen,» Forschungsprojekt AGB 2008/012 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung, Bericht VSS Nr. 649, 2012.
- [8] T. Uomoto und Y. Yakada, «Factors affecting concrete carbonation ratio,» *Concrete Library of JSCE*, Bd. 21, pp. 31-43, 1993.
- [9] M. Thomas und J. Matthews, «Carbonation of fly ash concrete,» *Magazine of concrete Research*, Bd. 44, Nr. 160, pp. 217-228, 1992.
- [10] E. Rozière, «Etude de la durabilité des bétons par une approche performantielle, Thèse,» Université de Nantes, Nantes, 2007.

- [11] W. Matthes, «Karbonatisierungswiderstand von Hochbauten - Übertragbarkeit von Ergebnissen aus Laborversuchen auf Bauwerke,» TFB AG, Forschungsbericht U 203103, Auftraggeber: cemsuisse, 2021.
- [12] F. Jacobs, F. Hunkeler und B. Mühlán, «Prüfung und Bewertung der Betonqualität am Bauwerk,» Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen, 2018.
- [13] Holcim Schweiz, «Holcim Schweiz AG, Holcim Partner Net, Susteno 3R,» 2020.
- [14] J. Bijen, «Blast Furnace Slag Cement for Durable Marine Structures,» VNC/Beton Prisma, Assoc. of the Netherlands Cement Industry, Hertogenbosch, Netherlands, 1998.
- [15] H. Romberg, «Zementsteinporen und Betoneigenschaften,» *Beton-Informationen*, Bd. 18, Nr. 5, pp. 50-55, 1978.
- [16] A. Leemann, P. Nygard, J. Kaufmann und R. Loser, «Relation between carbonation resistance, mix design and exposure of mortar and concrete.,» *Cement and Concrete Composites*, Bd. 62, pp. 33-43, 2015.
- [17] A. Leemann und F. Moro, «Carbonation of concrete : The role of CO₂ concentration, relative humidity and CO₂ buffer capacity,» *Materials and Structures*, Bd. 50 (1), p. 30, 2017.
- [18] J. Lumley, R. Gollop, G. Moir und H. Taylor, «Degrees of reaction of the slag in some blends with Portland cement,» *Cement and Concrete Research*, Bd. 26, pp. 139-151, 1996.
- [19] V. Kocaba, E. Gallucci und K. Scrivener, «Methods for determination of degree of hydration of slag in blended cement pastes,» *Cement and Concrete Research*, Bd. 42, pp. 511-525, 2012.
- [20] M. Yio, J. Phelan, H. Wong und N. Buenfeld, «Determining the slag fraction, water/binder ratio and degree of hydration in hardened cement pastes,» *Cement and Concrete Research*, Bd. 56, pp. 171-181, 2014.



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 1B **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 01

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten TFB AG	
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---	
Chloridgehaltskl.	CI 0.10	Zementart	CEM II/A-LL 42.5N, Vigier	
Konsistenzklasse	F3/F4			280 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung		Zusatzstoff Typ II	Flugasche	--- kg/m ³
Grösstkorn D _{max.}	32 mm		Silikastaub	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---	(A _c =A ₁ -G)	Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Wasseraufnahme w _G	11 kg/m ³	(W=W ₀ -W _G)	Zusatzmittel 1	0.20 % Zem.
			Zusatzmittel 2	--- % Zem.
Weitere Angaben	---			

Datum FBK	17.05.2021	Entnahme	Labormischer	Labor
Witterung	Labor	Stichproben		Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1	-	10:05	10:10	17.0	16.0	2400	0.8			0.60		520	F4	W/P 1-3/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen *) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560 Zement von Vigier, mit Vibriertisch Vibriert. Zielwert Ausbreitmass 480mm-520mm.



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 1B **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 01

Druckfestigkeiten **SN EN 12390-3 / SOP 3050**
Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm
Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Hersteldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit		
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild	
W1	17.05.2021	14.06.2021	28	149.6	148.9	150.1	8'004	2390	841.3	37.8	normal	
W2	17.05.2021	14.06.2021	28	149.6	149.9	150.1	7'990	2370	857.2	38.2	normal	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert					2380			38.0	
			<i>Standardabweichung</i>					<i>14.1</i>			<i>0.3</i>	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert									
			<i>Standardabweichung</i>									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert									
			<i>Standardabweichung</i>									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert									
			<i>Standardabweichung</i>									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert									
			<i>Standardabweichung</i>									

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 2B **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 02

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten, TFB AG	
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---	
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEMII/B-LL 32.5R Vigier	
Konsistenzklasse	F3/F4	Zusatzstoff Typ II	Flugasche	280 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung			Silikastaub	--- kg/m ³
Grösstkorn D _{max.}	32 mm		Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---	(A _c =A ₁ -G)	Zusatzmittel 1	Sika Viscocrete 3082 0.15 % Zem.
Wasseraufnahme w _G	11 kg/m ³	(w=w ₀ -w _G)	Zusatzmittel 2	---
				--- % Zem.
Weitere Angaben	---			

Datum FBK 18.05.2021 Entnahme Labormischer Labor
 Witterung Labor Stichproben Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1	-	9:20	9:30	21.0	21.4	2410	0.8			0.60		510	F4	W/P 1-3/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen

*) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 2B **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 02

Druckfestigkeiten **SN EN 12390-3 / SOP 3050**

Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm

Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Hersteldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit		
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild	
W1	18.05.2021	15.06.2021	28	149.7	150.1	150.0	8'038	2380	738.3	32.9	normal	
W2	18.05.2021	15.06.2021	28	149.7	149.6	150.1	8'101	2410	740.7	33.1	normal	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung					2400 21.2	33.0 0.2			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
-----------------------	--	-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
-----------------------	--	-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
-----------------------	--	-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
-----------------------	--	-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.



TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegger – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 3B **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 03

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten, TFB AG	
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---	
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEM III/B 42.5L Jurapro	
Konsistenzklasse	F3/F4	Zusatzstoff Typ II	Flugasche	280 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung			Silikastaub	--- kg/m ³
Grösstkorn D _{max.}	32 mm		Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---	(A _c =A ₁ -G)	Zusatzmittel 1	Sika Viscocrete 3082 0.18 % Zem.
Wasseraufnahme w _G	11 kg/m ³	(w=w ₀ -w _G)	Zusatzmittel 2	---
				--- % Zem.
Weitere Angaben	---			

Datum FBK 18.05.2021 Entnahme Labormischer Labor
 Witterung Labor Stichproben Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1	-	10:20	10:30	19.0	20.2	2420	0.9			0.60		520	F4	W/P 1-3/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen

*) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 3B **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 03

Druckfestigkeiten **SN EN 12390-3 / SOP 3050**

Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm

Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Hersteldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit		
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild	
W1	18.05.2021	15.06.2021	28	149.4	150.7	150.0	8'024	2380	931.8	41.4	normal	
W2	18.05.2021	15.06.2021	28	149.4	151.8	150.1	8'049	2360	953.2	42.0	normal	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung					2370 14.1			41.7 0.5	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 4CD **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 04

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten, TFB AG	
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---	
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEM II/A-LL 42.5N, Vigier	
Konsistenzklasse	F3/F4			300 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung		Zusatzstoff Typ II	Flugasche	--- kg/m ³
Grösstkorn D _{max.}	32 mm		Silikastaub	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---		Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Wasseraufnahme w _G	11.2 kg/m ³	(A _c =A ₁ -G)	Zusatzmittel 1	Sika Viscocrete 3082 0.60 % Zem.
		(W=W ₀ -W _G)	Zusatzmittel 2	--- % Zem.
Weitere Angaben	---			

Datum FBK 19.05.2021 Entnahme Labormischer Labor
 Witterung Labor Stichproben Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1	-	9:30	9:35	20.5	22.2	2430	0.9			0.50		510	F4	W/P 1-3/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen

*) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 4CD **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 04

Druckfestigkeiten **SN EN 12390-3 / SOP 3050**
Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm
Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Hersteldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit	
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild
W1	19.05.2021	16.06.2021	28	149.3	150.1	150.1	8'068	2400	1045.0	46.6	normal
W2	19.05.2021	16.06.2021	28	149.3	149.8	150.1	8'063	2400	1041.9	46.6	normal
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung					2400 0.0		46.6 0.0	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung								
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung								
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung								
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung								

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegger – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 5CD **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 05

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten, TFB AG		
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---		
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEM II B-M (T-LL) 42.5N, Holcim		
Konsistenzklasse	F3/F4			300 kg/m ³	
Angaben zur Gesteinskörnung		Zusatzstoff Typ II	Flugasche	--- kg/m ³	
Grösstkorn D _{max} .	32 mm		Silikastaub	--- kg/m ³	
Korrekturfaktor G	---		Silikast.-Slurry	--- kg/m ³	
Wasseraufnahme w _G	11.1 kg/m ³	(A _c =A ₁ -G)			
		(W=W ₀ -W _G)	Zusatzmittel 1	Sika Viscocrete 3082	0.70 % Zem.
			Zusatzmittel 2	---	--- % Zem.
Weitere Angaben	---				

Datum FBK 19.05.2021 Entnahme Labormischer Labor
 Witterung Labor Stichproben Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1	-	10:30	10:35	20.0	21.0	2430	1.0			0.50		510	F4	W/P 1-3/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen

*) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390-12:2020
Bauteil Mischung 5CD
 Projekt-Nr. 213101 - 05

Druckfestigkeiten SN EN 12390-3 / SOP 3050

Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm

Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Herstelldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit	
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild
W1	19.05.2021	16.06.2021	28	149.3	149.4	150.1	8'005	2390	1183.9	53.1	normal
W2	19.05.2021	16.06.2021	28	149.2	149.7	150.1	8'070	2410	1190.5	53.3	normal
Prüfört		Wildeg	Mittelwert					2400		53.2	
geprüft durch		re	<i>Standardabweichung</i>					14.1		0.2	
Prüfört		Wildeg	Mittelwert								
geprüft durch			<i>Standardabweichung</i>								
Prüfört		Wildeg	Mittelwert								
geprüft durch			<i>Standardabweichung</i>								
Prüfört		Wildeg	Mittelwert								
geprüft durch			<i>Standardabweichung</i>								
Prüfört		Wildeg	Mittelwert								
geprüft durch			<i>Standardabweichung</i>								

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildeg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 6CD **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 06

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten, TFB AG	
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---	
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	ZN/D, Holcim	
Konsistenzklasse	F3/F4			300 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung		Zusatzstoff Typ II	Flugasche	--- kg/m ³
Grösstkorn D _{max.}	32 mm		Silikastaub	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---	(A _c =A ₁ -G)	Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Wasseraufnahme w _G	11.1 kg/m ³	(w=w ₀ -w _G)	Zusatzmittel 1	Sika Viscocrete 4027 0.90 % Zem.
			Zusatzmittel 2	--- % Zem.
Weitere Angaben	---			

Datum FBK 20.05.2021 Entnahme Labormischer Labor
 Witterung Labor Stichproben Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1		9:40	9:46	21.0	23.9	2400	1.7			0.50		520	F4	W/P 1-3/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen

*) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 6CD **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 06

Druckfestigkeiten **SN EN 12390-3 / SOP 3050**

Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm

Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Hersteldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit	
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild
W1	20.05.2021	17.06.2021	28	149.4	149.2	150.1	8'068	2410	1156.3	51.9	normal
W2	20.05.2021	17.06.2021	28	149.4	150.1	150.1	8'034	2390	1157.4	51.6	normal
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung					2400 14.1		51.7 0.2	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung								
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung								
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung								
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung								

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegger – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 7E **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 07

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten, TFB AG	
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---	
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEM II/A-LL 42.5N, Vigier	
Konsistenzklasse	F3/F4	Zusatzstoff Typ II	Flugasche	300 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung			Silikastaub	--- kg/m ³
Grösstkorn D _{max.}	32 mm		Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---	(A _c =A ₁ -G)		
Wasseraufnahme w _G	10.8 kg/m ³	(W=w ₀ -w _G)	Zusatzmittel 1	Sika Viscocrete 3082 0.50 % Zem.
			Zusatzmittel 2	Sika Fro-V-5A 0.15 % Zem.
Weitere Angaben	---			

Datum FBK 20.05.2021 Entnahme Labormischer Labor
 Witterung Labor Stichproben Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1	-	10:42	10:48	20.0	20.6	2340	4.6			0.50		520	F4	W/P 1-4/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen

*) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt **Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und**
Bauteil **Mischung 7E** EN 12390-12:2020
Projekt-Nr. 213101 - 07

Druckfestigkeiten SN EN 12390-3 / SOP 3050

Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm

Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Hersteldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit		
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild	
W1	20.05.2021	17.06.2021	28	149.4	150.1	150.1	7'696	2290	754.6	33.7	normal	
W2	20.05.2021	17.06.2021	28	149.4	150.0	150.1	7'832	2330	757.3	33.8	normal	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung					2310 28.3			33.7 0.1	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
-----------------------	-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
-----------------------	-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
-----------------------	-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
-----------------------	-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegger – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 8E **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 08

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten, TFB AG	
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---	
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEM IIB-M (S-T) 42.5R, Holcim	
Konsistenzklasse	F3/F4			300 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung		Zusatzstoff Typ II	Flugasche	--- kg/m ³
Grösstkorn D _{max.}	32 mm		Silikastaub	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---		Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Wasseraufnahme w _G	10.8 kg/m ³	(A _c =A ₁ -G)	Zusatzmittel 1	Sika Viscocrete 3082 0.45 % Zem.
		(W=W ₀ -W _G)	Zusatzmittel 2	Sika Fro-V-5A 0.15 % Zem.
Weitere Angaben	---			

Datum FBK 21.05.2021 Entnahme Labormischer Labor
 Witterung Labor Stichproben Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1	-	9:45	9:52	20.4	23.0	2310	5.4			0.50		500	F4	W/P 1-4/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen

*) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 8E **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 08

Druckfestigkeiten SN EN 12390-3 / SOP 3050

Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm

Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Hersteldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit		
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild	
W1	21.05.2021	18.06.2021	28	149.5	149.1	150.1	7'550	2260	932.4	41.8	normal	
W2	21.05.2021	18.06.2021	28	149.5	148.7	150.1	7'535	2260	900.4	40.5	normal	
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung					2260 0.0		41.2 0.9		
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									
Prüfort geprüft durch		Wildegger	Mittelwert Standardabweichung									

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegger – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Prüfbericht

Wildegg, 23. Februar 2022

Frischbetonkontrolle (FBK)

SN EN 12350-1, SN EN 12350-4 bis -7, SN EN 12390-2 und SIA 262/1 Anhang H / SOP 3084

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 9E **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 09

Angaben des Auftraggebers / Herstellers

Festigkeitsklasse	---	Betonwerk	Lindimatten, TFB AG	
Expositionsklassen	---	Rezeptur-Nr.	---	
Chloridgehaltskl.	Cl 0.10	Zementart	CEM III/B 42.5L, Jura	
Konsistenzklasse	F3/F4			300 kg/m ³
Angaben zur Gesteinskörnung		Zusatzstoff Typ II	Flugasche	--- kg/m ³
Grösstkorn D _{max.}	32 mm		Silikastaub	--- kg/m ³
Korrekturfaktor G	---	(A _c =A ₁ -G)	Silikast.-Slurry	--- kg/m ³
Wasseraufnahme w _G	10.7 kg/m ³	(W=w ₀ -w _G)	Zusatzmittel 1	Sika Viscocrete 3082 0.45 % Zem.
			Zusatzmittel 2	Sika Fro-V-5A 0.12 % Zem.
Weitere Angaben	---			

Datum FBK 21.05.2021 Entnahme Labormischer Labor
 Witterung Labor Stichproben Laborant re/mbi

Nr.	Liefer-schein Nr.	Herstellung [h:min]	Entnahme [h:min]	Temperatur		Roh-dichte [kg/m ³]	Luft A ₁ [%]	Wassergehalt			Konsistenz			Prüf-körper
				Luft [°C]	Beton [°C]			m ₀ [g]	w ₀ [kg/m ³]	w/z *) [-]	c [-]	f [mm]	Kl.	
1	-	10:35	10:42	20.0	20.8	2310	4.6			0.50		530	F4	W/P 1-4/1-8
2														
3														
4														
5														
6														

E = Entmischung festgestellt bei Ausbreitmass F; W = Würfel; P = Prismen

*) w/z, inkl. Berücksichtigung der Wasseraufnahme w_G

Bemerkungen zur Frischbetonkontrolle

3 Würfel, 2 Prismen 120x120x360, 6 Prismen 140x140x560

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Technik und Forschung im Betonbau

Bauobjekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und
Bauteil Mischung 9E **EN 12390-12:2020**
Projekt-Nr. 213101 - 09

Druckfestigkeiten **SN EN 12390-3 / SOP 3050**

Prüfkörper 150 x 150 x 150 mm

Prüfkörperoberfläche gesättigt

Probenbezeichnung	Hersteldatum	Prüfdatum	Prüfalter [d]	Abmessungen			Masse [g]	Rohdichte [kg/m ³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit	
				l [mm]	b [mm]	h [mm]				[MPa]	Bruchbild
W1	21.05.2021	18.06.2021	28	149.5	150.6	150.1	7'993	2370	1028.3	45.7	normal
W2	21.05.2021	18.06.2021	28	149.5	150.0	150.1	7'905	2350	1021.6	45.6	normal

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert	Standardabweichung					2360	14.1	45.6	0.1	
-----------------------	-----------	-------------------	---------------------------	--	--	--	--	-------------	-------------	-------------	------------	--

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert	Standardabweichung									
-----------------------	-----------	-------------------	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert	Standardabweichung									
-----------------------	-----------	-------------------	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert	Standardabweichung									
-----------------------	-----------	-------------------	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prüfort geprüft durch	Wildegger	Mittelwert	Standardabweichung									
-----------------------	-----------	-------------------	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bemerkungen zu Festigkeitsprüfungen

Herstellung Prüfkörper gemäss SN EN 12390-2
Lagerung Prüfkörper auf Baustelle und im Labor gemäss SN EN 12390-2

Labor Physik: Yannick Esch



Zur Bestimmung der Rohdichte und des Luftgehaltes (Druckausgleichsverfahren) wird ein LP-Topf verwendet. Die Prüfung erfolgt an der selben Frischbetonprobe, welche in einer Schicht eingebracht und jeweils mit einem Innenrüttler verdichtet wird (bei SVB keine Verdichtung). Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen: www.tfb.ch.



Technik und Forschung im Betonbau

Cemuisse Verband der Schweiz
Cementindustrie
Herr Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 1B
Projekt-Nr. 213101-01

Prüfkörper		Herstelldatum	17.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	18.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	14.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, 10 - 30 °C)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	0.8	0.8	0.5	1.0	0.8	2.2	5.7
7	8.0	7.3	8.0	7.3	7.7		
28	11.8	11.3	11.5	12.5	11.8		
63	17.3	14.8	16.5	17.5	16.5		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

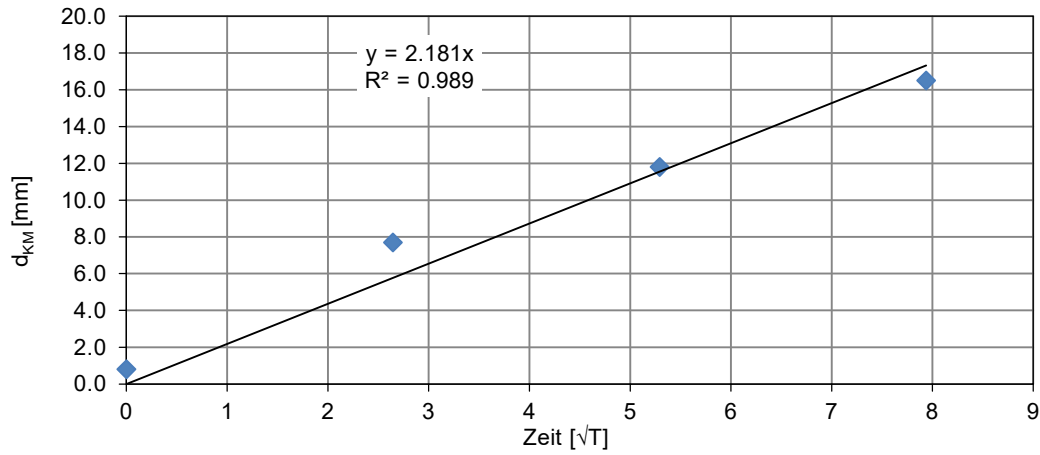
Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Nullmessung - 14.06.2021

0 Tage



2. Messung - 21.06.2021

7 Tage



3. Messung - 12.07.2021

28 Tage



4. Messung - 16.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.





Technik und Forschung im Betonbau

Cemuisse Verband der Schweiz
Cementindustrie
Herr Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 1B P2
Projekt-Nr. 213101-01

Prüfkörper		Herstelldatum	17.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	18.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	14.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/ $\sqrt{\text{Tag}}$])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.2	5.8
7	8.3	7.0	7.8	7.3	7.6		
28	14.0	10.5	12.0	12.5	12.3		
63	18.5	15.5	18.5	15.3	17.0		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$	7.0 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$	5.5 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$	5.0 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$	5.0 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$

Beurteilung

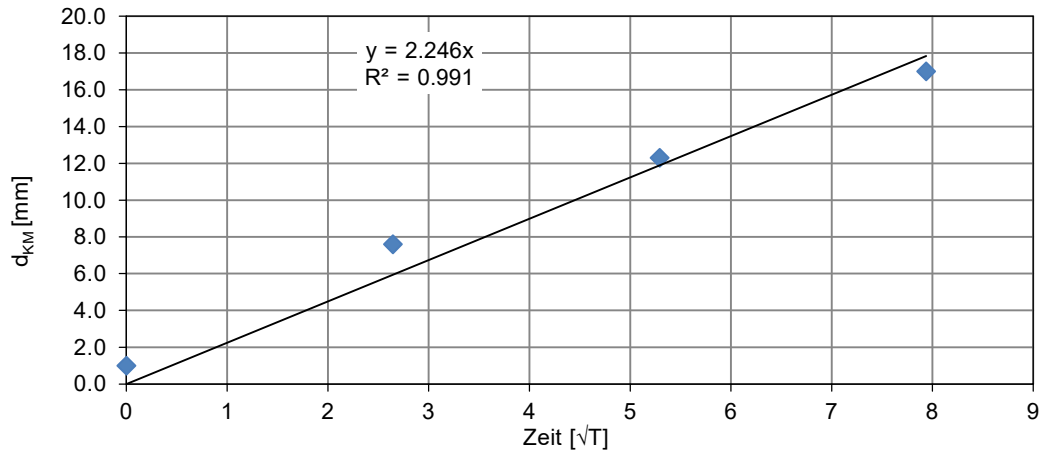
Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Nullmessung - 14.06.2021

0 Tage



2. Messung - 21.06.2021

7 Tage



3. Messung - 12.07.2021

28 Tage



4. Messung - 16.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.





Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-02
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 2B - P1
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	18.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	19.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	15.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.1	2.6	6.8
7	7.0	7.3	8.8	9.5	8.2		
28	14.8	12.3	13.8	15.3	14.1		
63	21.3	20.3	20.0	20.8	20.6		

Bem.: $d_{KM}(0T.) > 1 \text{ mm}$ -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit $t_0 = 0.5$ Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

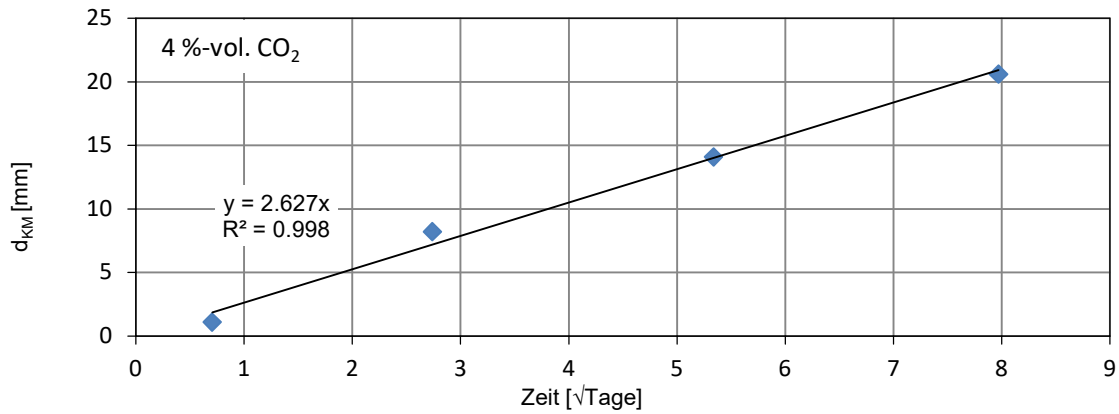
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



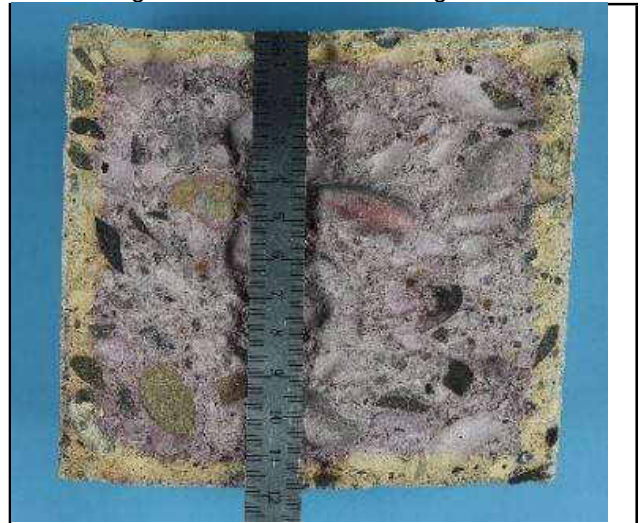
Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0j.) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



Technik und Forschung im Betonbau

Cemuisse Verband der Schweiz
Cementindustrie
Herr Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 2B P2
Projekt-Nr. 213101-02

Prüfkörper		Herstelldatum	18.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	19.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	15.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, 10 - 30 °C)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	2.6	6.9
7	9.0	7.0	9.5	9.5	8.8		
28	15.8	13.0	13.8	15.8	14.6		
63	20.3	18.0	21.3	20.3	20.0		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

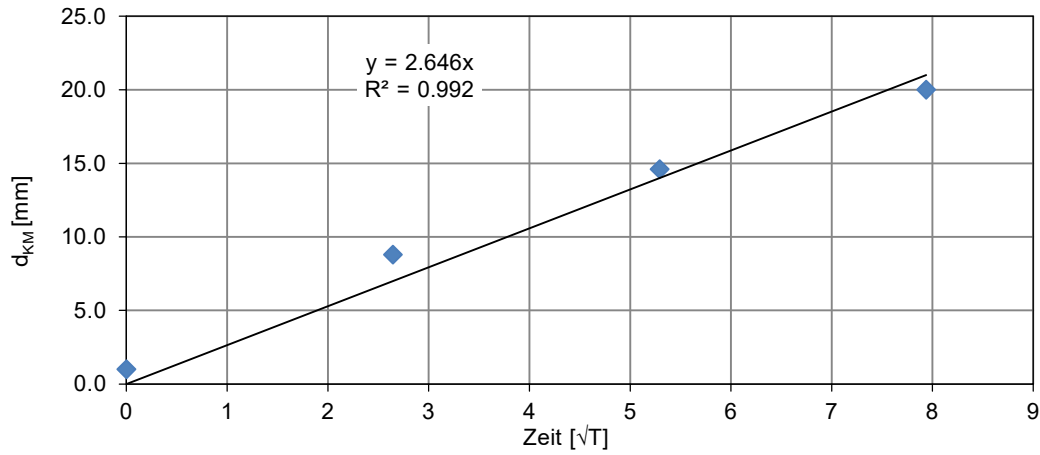
Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Nullmessung - 15.06.2021

0 Tage



2. Messung - 22.06.2021

7 Tage



3. Messung - 13.07.2021

28 Tage



4. Messung - 17.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.





Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 23.02.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-03
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 3B - P1
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	18.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	19.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	15.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36
Angaben Nachbehandlung	1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage Baustellenlagerung (rH ≤ 70 %, 10 - 30 °C) Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.		

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.1	3.1	8.1
7	10.8	10.0	10.5	9.0	10.1		
28	17.8	14.3	17.8	16.3	16.6		
63	28.8	22.0	26.5	20.5	24.5		

Bem.: d_{KM}(0T.) > 1 mm -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit t₀ = 0.6 Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

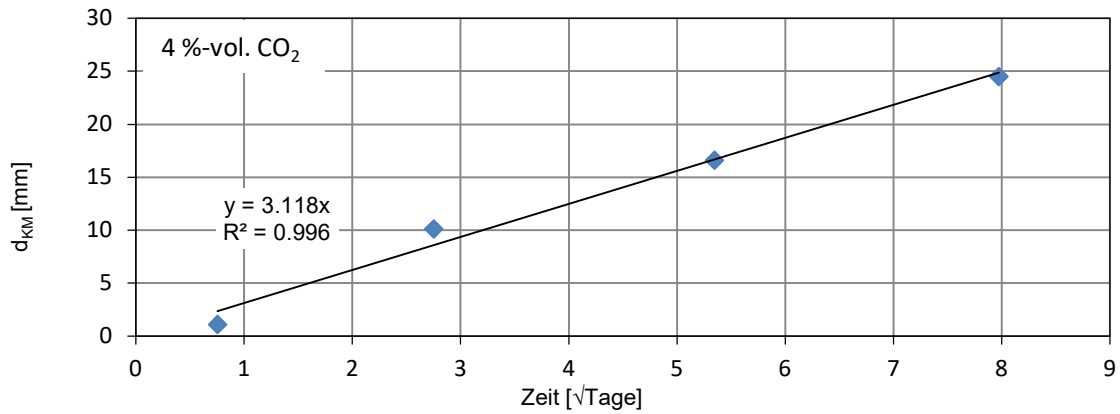
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0.) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 23.02.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-03
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 3B - P2
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	18.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	18.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	15.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d_{KE}				d_{KM} (Mittel) [mm]	K_S (4 %-vol. CO ₂) [mm/ $\sqrt{\text{Tag}}$]	K_N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.3	1.0	1.3	1.0	1.2	2.8	7.3
7	9.8	9.0	8.8	8.5	9.0		
28	15.8	14.5	15.8	16.0	15.5		
63	22.3	21.3	21.5	21.8	21.7		

Bem.: $d_{KM}(0T.) > 1 \text{ mm}$ -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit $t_0 = 0.7$ Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$	7.0 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$	5.5 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$	5.5 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$	5.0 mm/ $\sqrt{\text{Jahr}}$

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

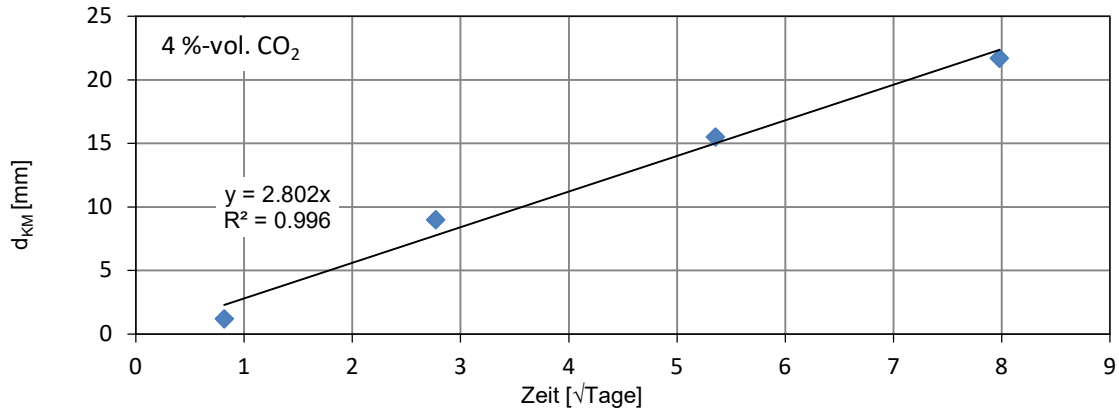
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



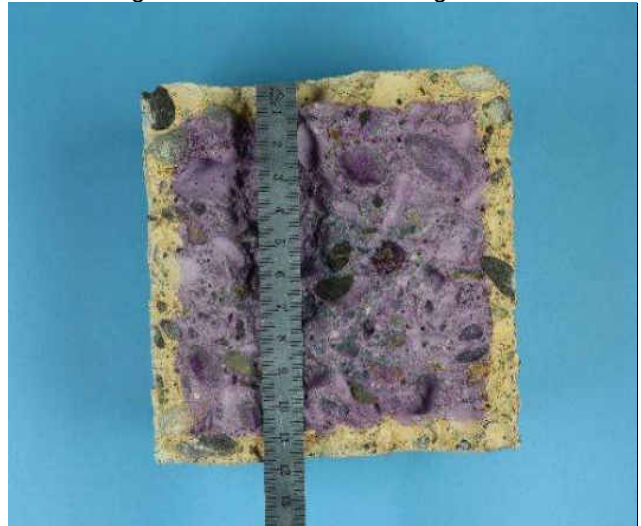
Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

d_{KM}(0_j) > 1 mm, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



Technik und Forschung im Betonbau

Cemuisse Verband der Schweiz
Cementindustrie
Herr Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 4CD P1
Projekt-Nr. 213101-04

Prüfkörper		Herstelldatum	19.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	20.05.2002
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	16.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC4	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, 10 - 30 °C)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.7	4.4
7	5.3	5.8	5.5	5.3	5.5		
28	8.0	9.5	10.3	9.8	9.4		
63	12.0	14.0	12.8	12.0	12.7		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

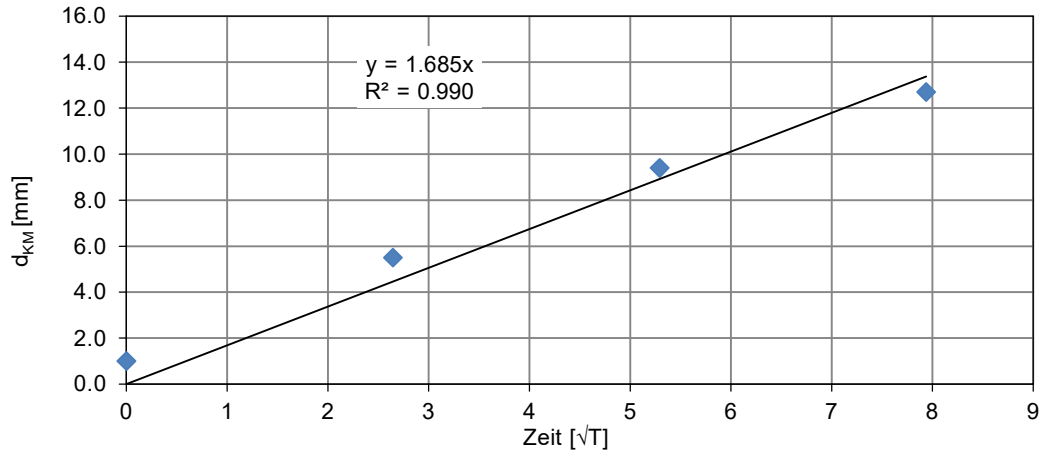
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Nullmessung - 16.06.2021

0 Tage



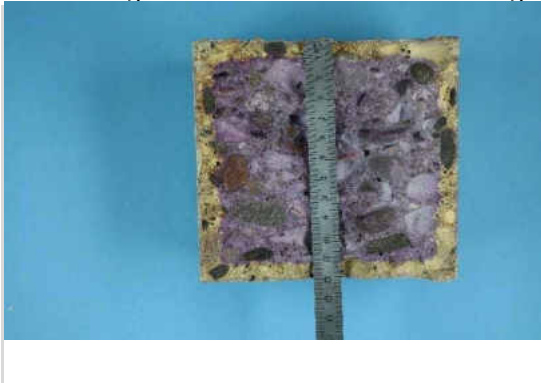
2. Messung - 23.06.2021

7 Tage



3. Messung - 14.07.2021

28 Tage



4. Messung - 18.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.





Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-04
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 4 C/D - P2
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	19.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	20.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	16.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36
Angaben Nachbehandlung	1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage Baustellenlagerung (rH ≤ 70 %, 10 - 30 °C) Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.		

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.3	1.0	1.3	1.2	1.5	3.9
7	5.8	6.0	4.8	5.0	5.4		
28	9.0	9.3	6.3	9.5	8.5		
63	12.3	12.5	10.3	11.0	11.5		

Bem.: d_{KM}(0T.) > 1 mm -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit t₀ = 2 Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre **eingehalten**
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre **eingehalten**
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

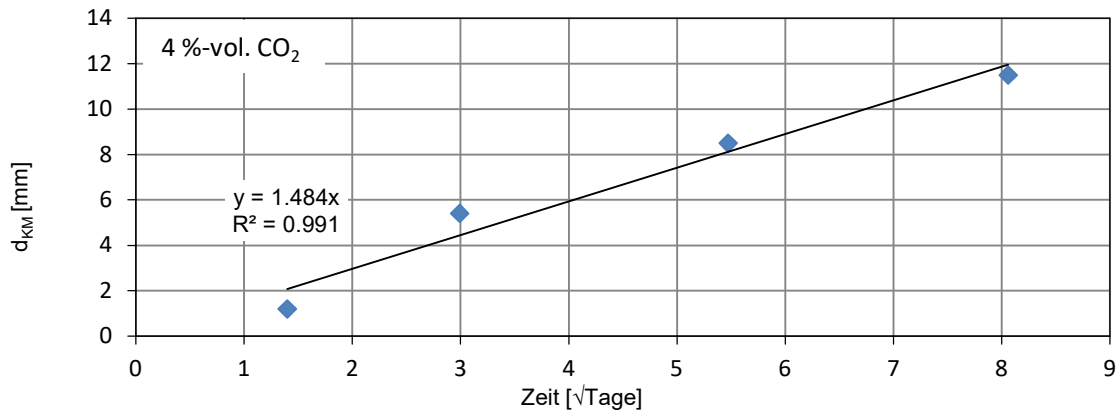
Bemerkungen

Labor Chemie

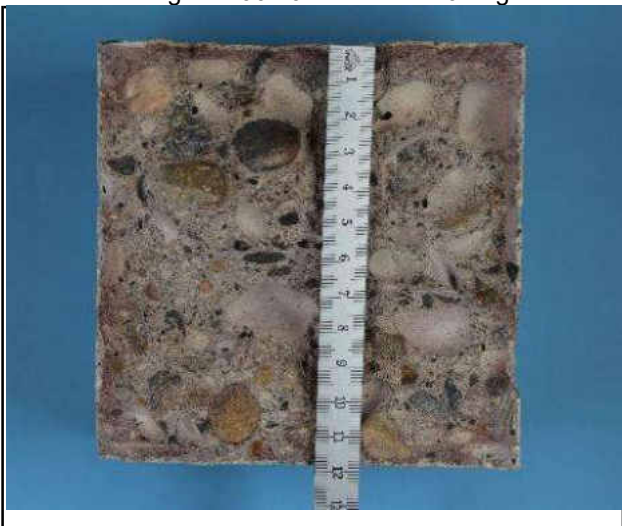
Wasmer Diego



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0_j) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



Technik und Forschung im Betonbau

Cemuisse Verband der Schweiz
Cementindustrie
Herr Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 5CD P1
Projekt-Nr. 213101-05

Prüfkörper		Herstelldatum	19.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	20.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	16.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC4	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, 10 - 30 °C)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	0.5	1.0	1.3	1.0	1.6	4.0
7	5.3	5.5	4.8	5.0	5.2		
28	8.5	8.8	8.8	8.8	8.7		
63	13.5	10.5	11.3	11.0	11.6		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

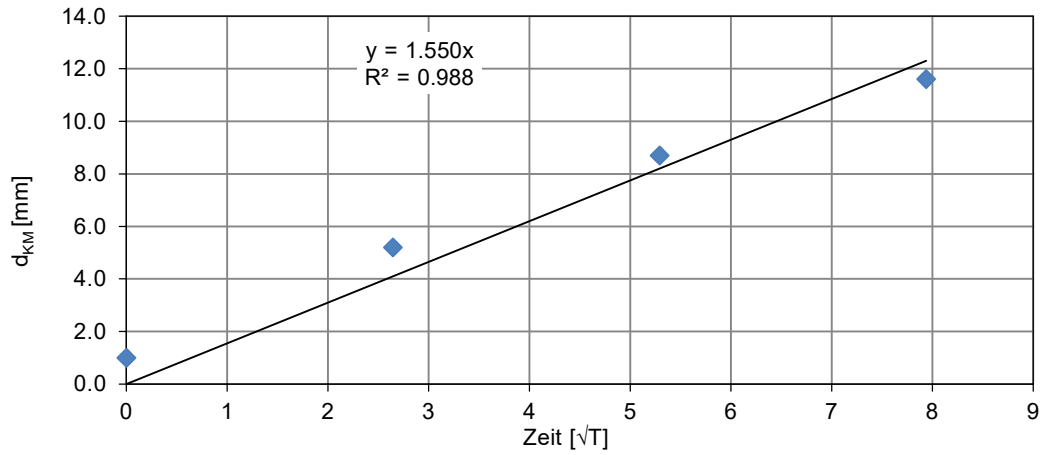
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Nullmessung - 16.06.2021

0 Tage



2. Messung - 23.06.2021

7 Tage



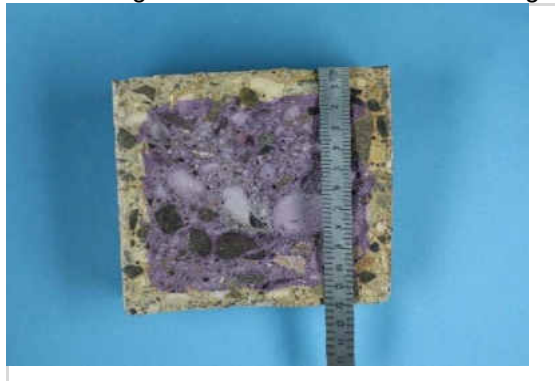
3. Messung - 14.07.2021

28 Tage



4. Messung - 18.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.





Technik und Forschung im Betonbau

Cemuisse Verband der Schweiz
Cementindustrie
Herr Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 5CD P2
Projekt-Nr. 213101-05

Prüfkörper		Herstelldatum	19.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	20.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	16.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC4	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	3.9
7	5.0	4.5	5.3	4.3	4.8		
28	9.0	9.0	9.8	7.3	8.8		
63	12.0	10.8	11.0	10.5	11.1		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

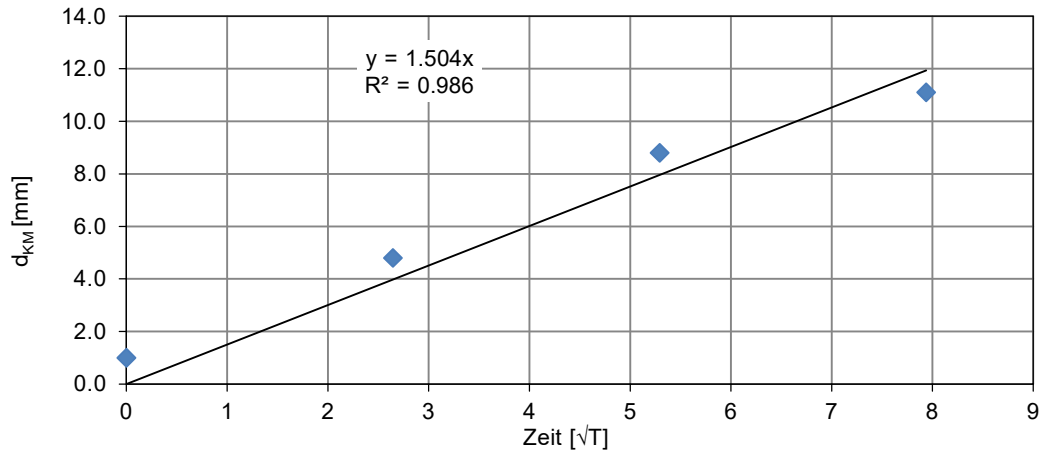
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



Nullmessung - 16.06.2021

0 Tage



2. Messung - 23.06.2021

7 Tage



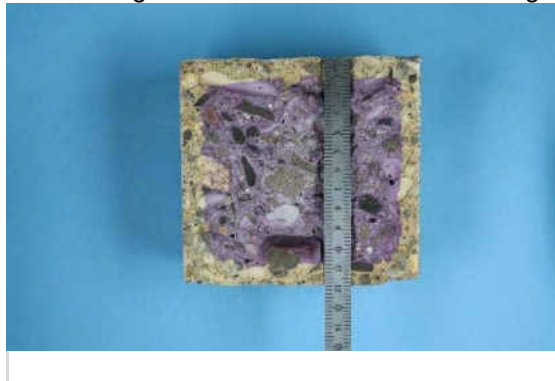
3. Messung - 14.07.2021

28 Tage



4. Messung - 18.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.





Cemuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EI
Bezeichnung Mischung 6CD - P1
Projekt-Nr. 213101-06

Prüfkörper		Herstelldatum	20.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	21.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	17.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC4	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70\%$, $10 - 30\text{ °C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	2.0	5.2
7	5.5	6.8	6.3	6.3	6.2			
28	10.0	10.8	10.8	10.8	10.6			
63	13.8	16.8	14.5	16.3	15.4			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

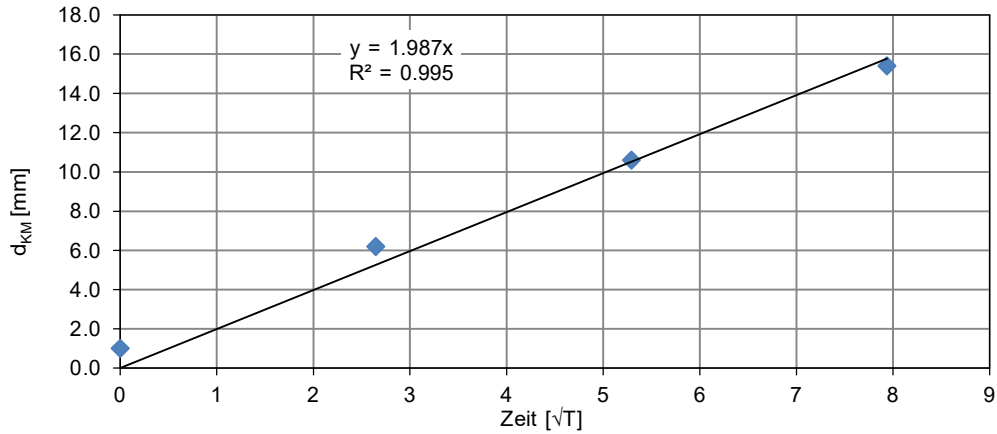
Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **nicht eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 17.06.2021

0 Tage



2. Messung - 24.06.2021

7 Tage



3. Messung - 15.07.2021

28 Tage



4. Messung - 19.08.2021

63 Tage



Labor Chemie



Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.





Technik und Forschung im Betonbau

Cemuisse Verband der Schweiz
Cementindustrie
Herr Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 6CD - P2
Projekt-Nr. 213101-06

Prüfkörper		Herstelldatum	20.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	21.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	17.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC4	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, 10 - 30 °C)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d_{KE}				d_{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K_S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K_N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	0.0	0.8	1.0	1.0	0.7	0.0	1.9	4.8
7	4.4	4.6	4.8	5.4	4.8			
28	8.8	11.0	10.8	9.3	10.0			
63	13.3	14.8	14.3	15.8	14.6			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

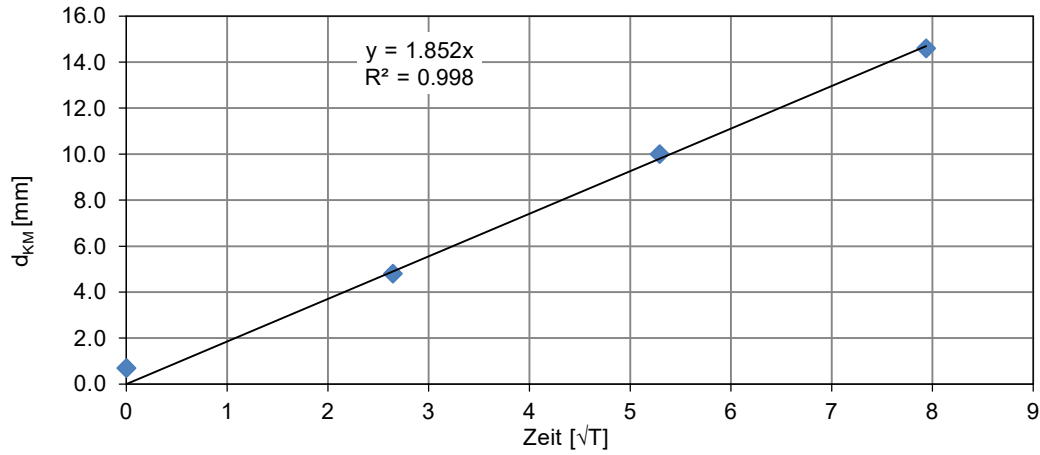
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

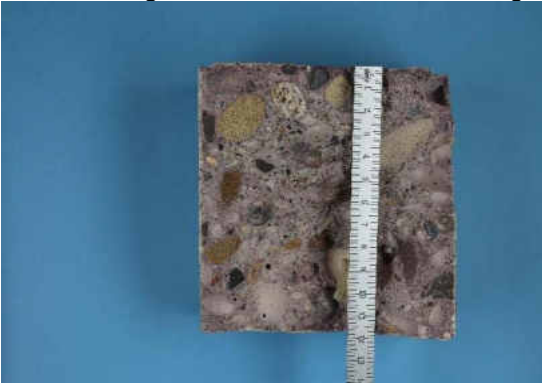
Bemerkungen

TFB AG – Lindenstrasse 10 – CH-5103 Wildegg – Tel 062 887 72 72 – Fax 062 887 72 70 – www.tfb.ch



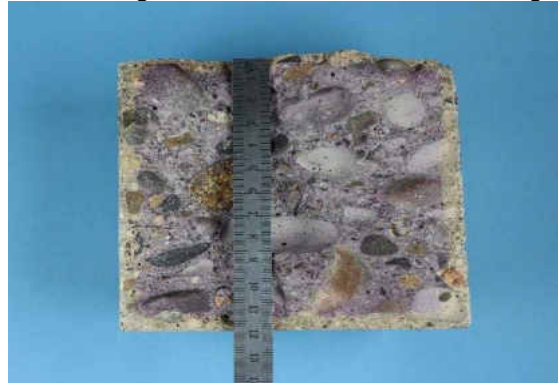
Nullmessung - 17.06.2021

0 Tage



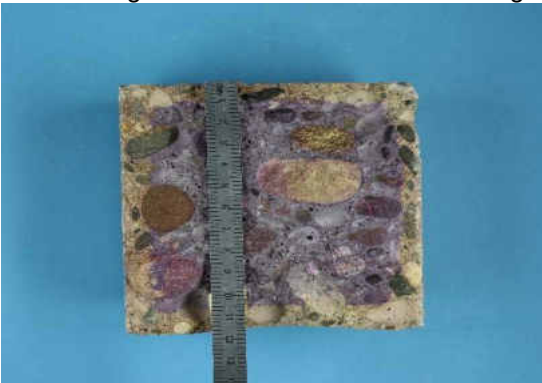
2. Messung - 24.06.2021

7 Tage



3. Messung - 15.07.2021

28 Tage



4. Messung - 19.08.2021

63 Tage



Labor Chemie

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.





Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-07
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 7E - P1
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	20.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	21.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	17.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36
Angaben Nachbehandlung	1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$) Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.		

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.1	2.1	5.4
7	8.0	7.3	9.8	7.5	8.2		
28	10.8	11.3	12.5	13.8	12.1		
63	14.3	16.0	17.0	16.8	16.0		

Bem.: $d_{KM}(0T.) > 1 \text{ mm}$ -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit $t_0 = 1.8$ Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

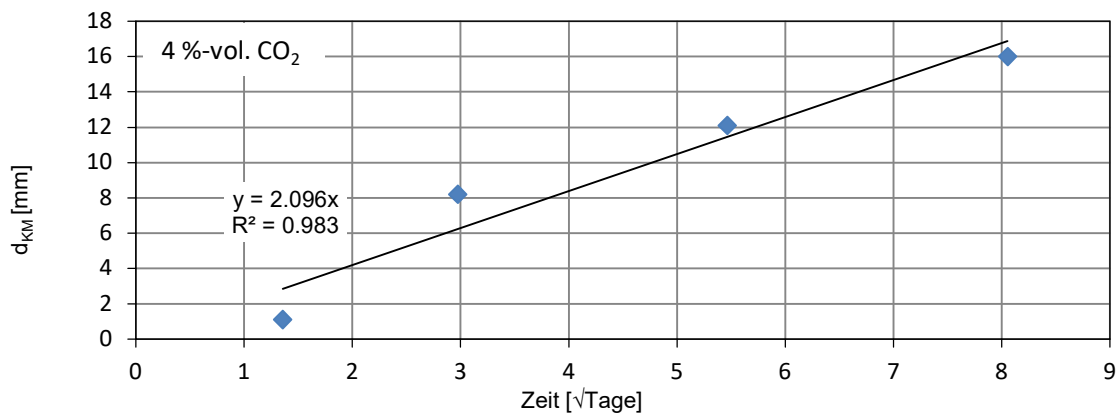
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



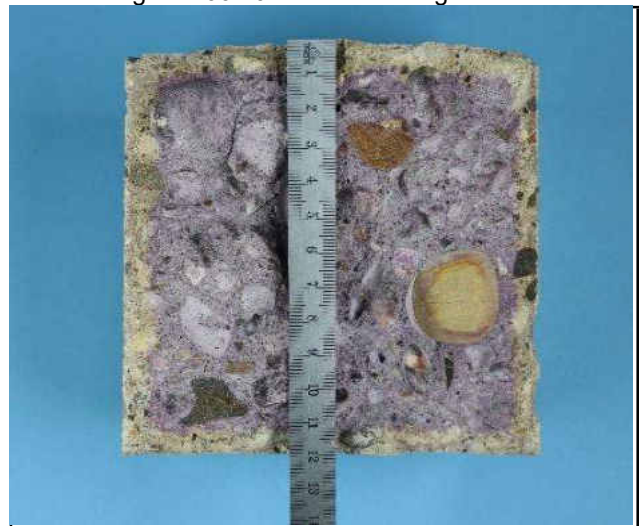
Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



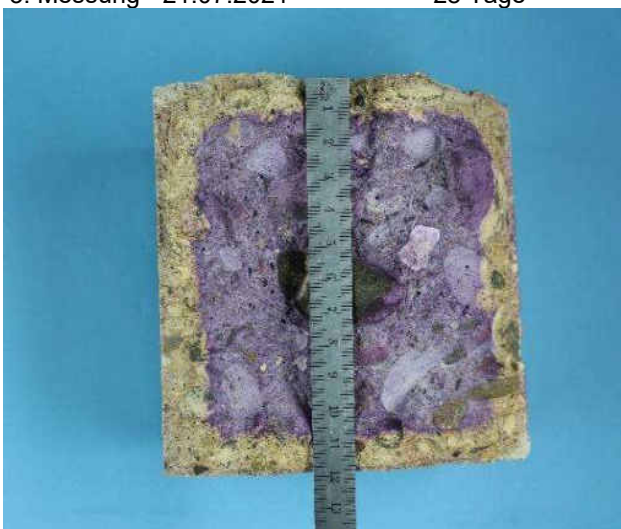
1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0_j) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-07
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 7E - P2
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	20.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	21.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	17.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO ₂ [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.3	1.0	1.0	1.3	1.2	2.2	5.7
7	7.5	7.0	8.3	7.5	7.6		
28	13.0	11.3	12.5	14.0	12.7		
63	17.3	16.3	16.5	17.0	16.8		

Bem.: $d_{KM}(0T.) > 1 \text{ mm}$ -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit $t_0 = 1.3$ Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

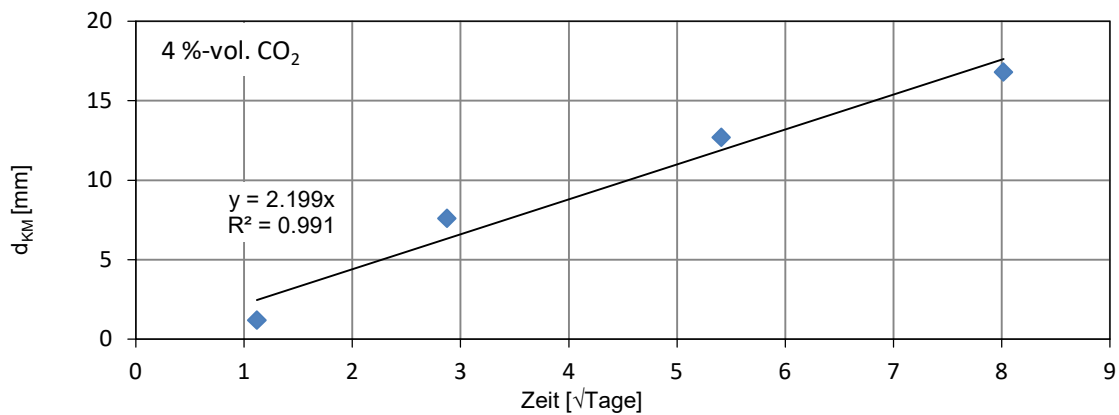
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



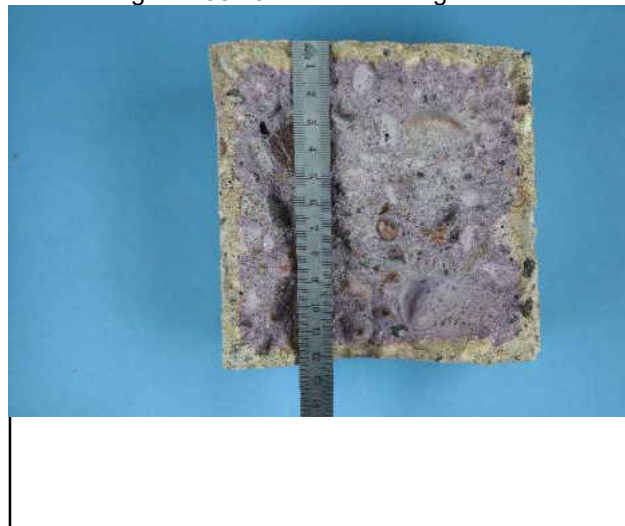
Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



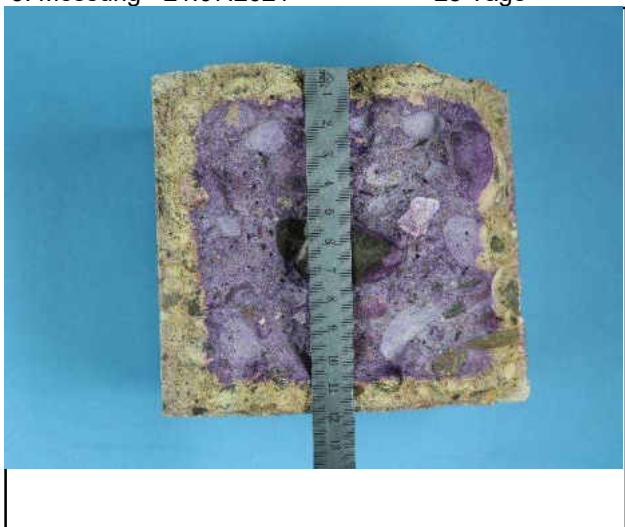
1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0j.) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 23.02.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-01
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 8E - P1
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	21.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	22.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	18.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36
Angaben Nachbehandlung	1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage Baustellenlagerung (rH ≤ 70 %, 10 - 30 °C) Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.		

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	2.0	1.5	1.4	1.8	4.8
7	5.0	6.0	6.3	6.3	5.9		
28	10.5	10.0	11.0	10.5	10.5		
63	13.8	13.5	15.3	14.0	14.2		

Bem.: d_{KM}(0T.) > 1 mm -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit t₀ = 1.3 Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre **eingehalten**
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre **eingehalten**
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

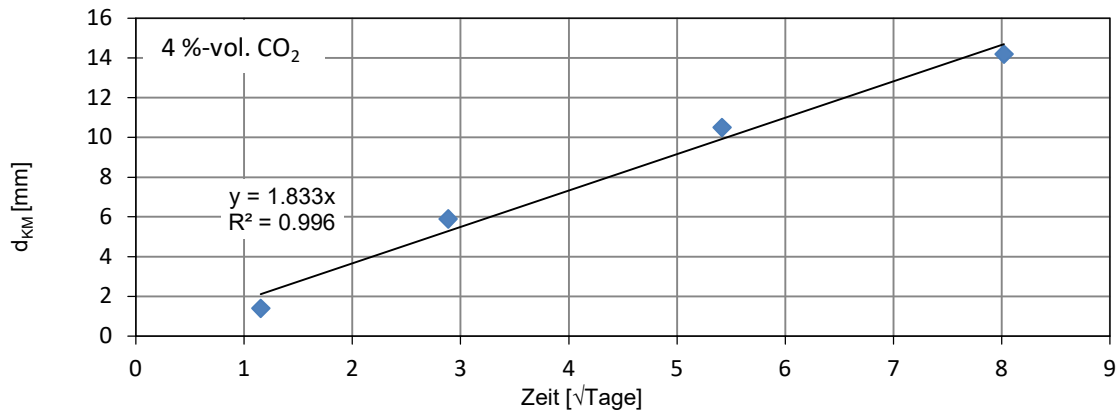
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



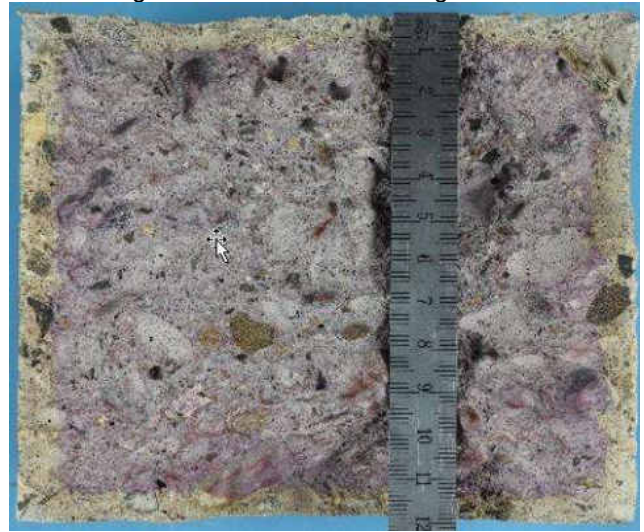
1. Nullmessung - 21.06.2021

0 Tage



2. Messung - 21.06.2021

7 Tage



3. Messung - 21.07.2021

28 Tage



4. Messung - 21.08.2021

63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0_j) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-01
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 8E - P2
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	21.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	22.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	18.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36
Angaben Nachbehandlung	1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage Baustellenlagerung (rH ≤ 70 %, 10 - 30 °C) Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.		

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.3	1.0	1.5	1.0	1.2	2.0	5.1
7	5.3	6.0	7.5	6.5	6.3		
28	11.0	9.5	10.0	11.0	10.4		
63	16.5	13.5	17.0	15.0	15.5		

Bem.: d_{KM}(0T.) > 1 mm -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit t₀ = 0.8 Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

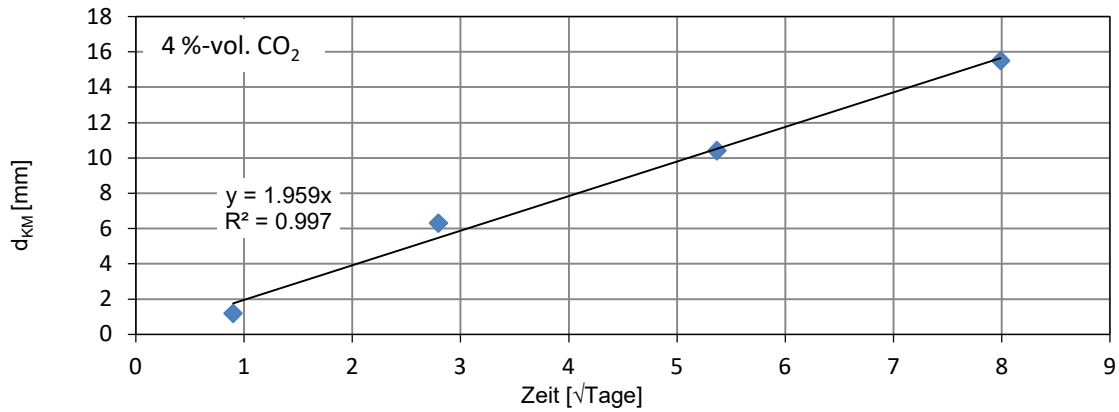
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



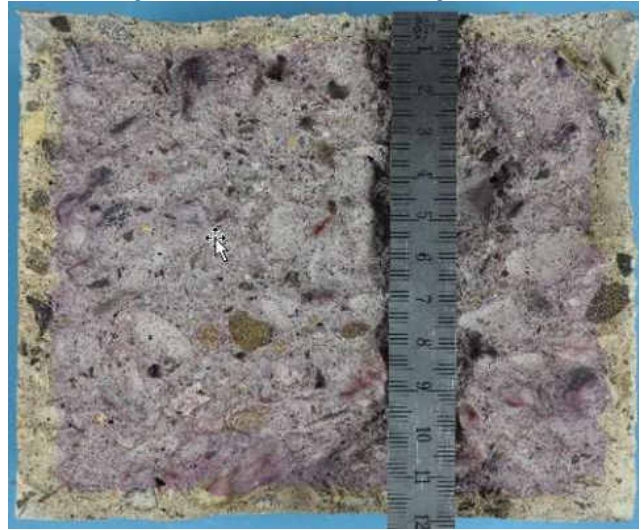
Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0_j) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



Technik und Forschung im Betonbau

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgassee 53
3011 Bern

Wildegg, den 23.02.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-01
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 9E - P1
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	21.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	22.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	18.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36
Angaben Nachbehandlung	1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage Baustellenlagerung (rH ≤ 70 %, 10 - 30 °C) Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.		

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.5	1.5	2.0	1.3	1.6	2.7	7.0
7	7.0	7.5	8.3	7.8	7.7		
28	16.0	14.5	14.8	15.5	15.2		
63	21.5	20.5	21.5	20.3	21.0		

Bem.: d_{KM}(0T.) > 1 mm -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit t₀ = 0.6 Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

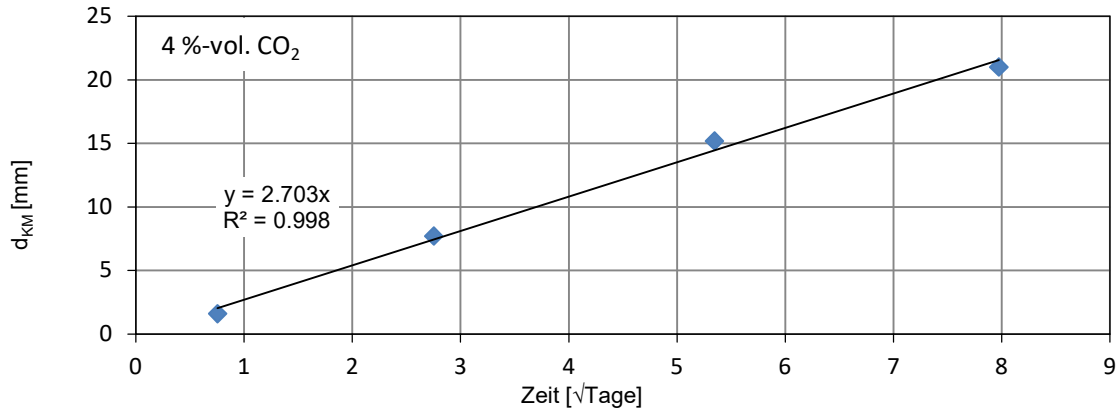
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



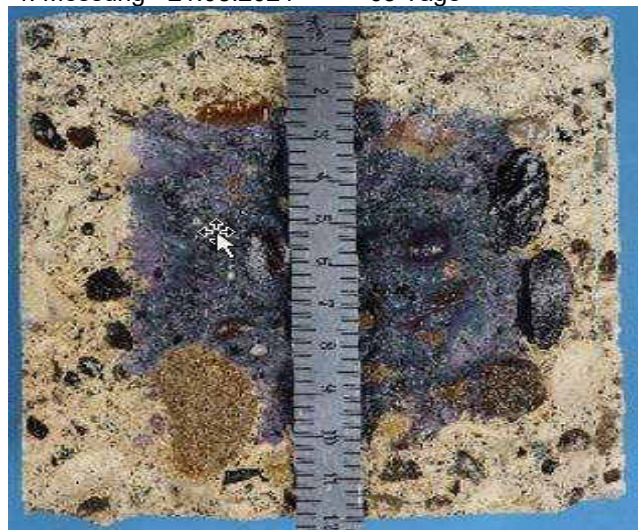
2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0_j) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode



cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, den 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1+C1 Anhang I / SOP 3310C

Projekt-Nr. 213101-01
Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 9E - P2
LF ---

Prüfkörper		Herstelldatum	21.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	21.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	18.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	00 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC3	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36
Angaben Nachbehandlung	1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage Baustellenlagerung (rH ≤ 70 %, 10 - 30 °C) Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.		

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 %-vol. CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 %-vol. CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.5	1.3	1.0	1.0	1.2	2.7	7.1
7	8.0	8.0	7.0	7.3	7.6		
28	17.8	14.3	15.3	13.8	15.3		
63	22.0	20.5	20.0	21.8	21.1		

Bem.: d_{KM}(0T.) > 1 mm -> Alternative Regressionsgleichung: $K_S \sqrt{(t_0+t)} = d_{KM}$, mit t₀ = 0.4 Tage

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss der Norm

SN EN 206:2013+A1:2016 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre	nicht eingehalten
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre	
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre	

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

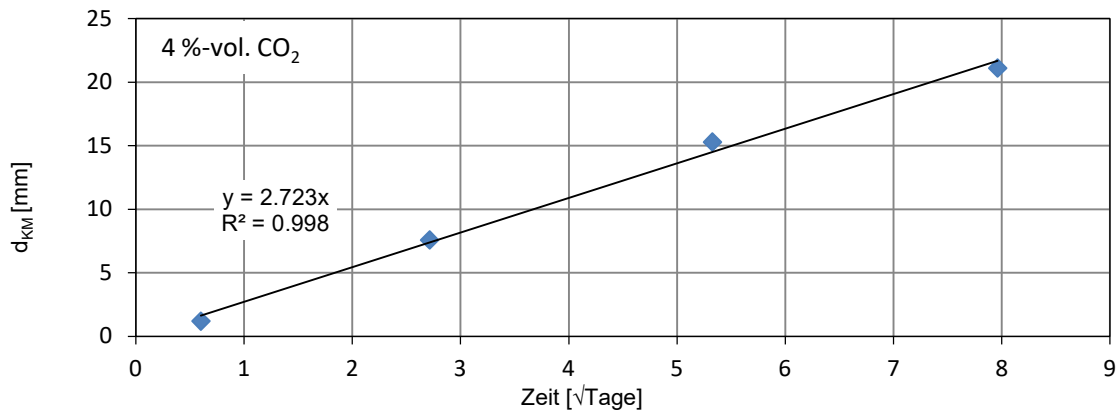
Bemerkungen

Labor Chemie

Wasmer Diego



Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



1. Nullmessung - 21.06.2021 0 Tage



2. Messung - 21.06.2021 7 Tage



3. Messung - 21.07.2021 28 Tage



4. Messung - 21.08.2021 63 Tage



Abweichungen zur Norm

$d_{KM}(0_j) > 1 \text{ mm}$, Anwendung einer alternativen Regressionsmethode

Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 1B
Projekt-Nr. 213101-01

Prüfkörper Herstellungsdatum 17.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 18.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 14.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC3 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	0.8	0.8	0.5	1.0	0.8	2.1	5.3
7	8.0	7.3	8.0	7.3	7.7		
28	11.8	11.3	11.5	12.5	11.8		
63	17.3	14.8	16.5	17.5	16.5		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

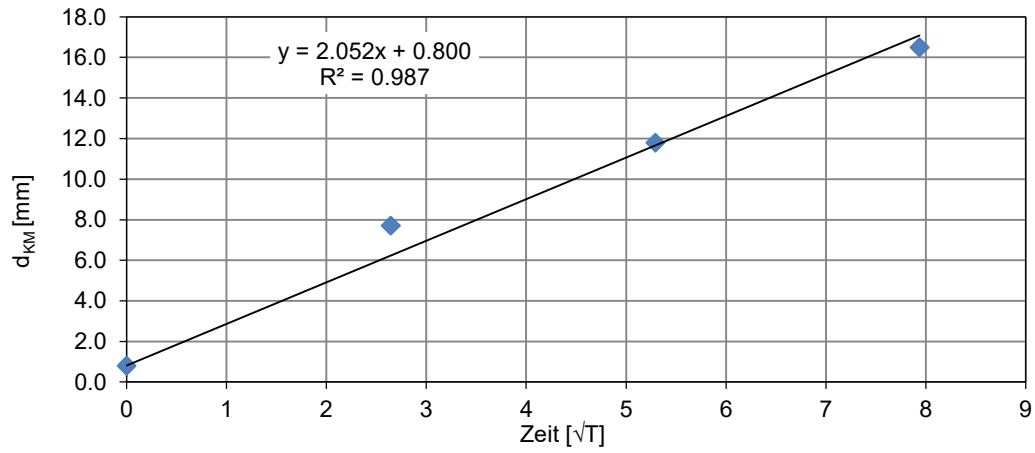
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 14.06.2021

0 Tage



2. Messung - 21.06.2021

7 Tage



3. Messung - 12.07.2021

28 Tage



4. Messung - 16.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildeggen, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 1B P2
Projekt-Nr. 213101-01

Prüfkörper Herstellungsdatum 17.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 18.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 14.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC3 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70\%$, $10 - 30\text{ °C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.1	5.4
7	8.3	7.0	7.8	7.3	7.6		
28	14.0	10.5	12.0	12.5	12.3		
63	18.5	15.5	18.5	15.3	17.0		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

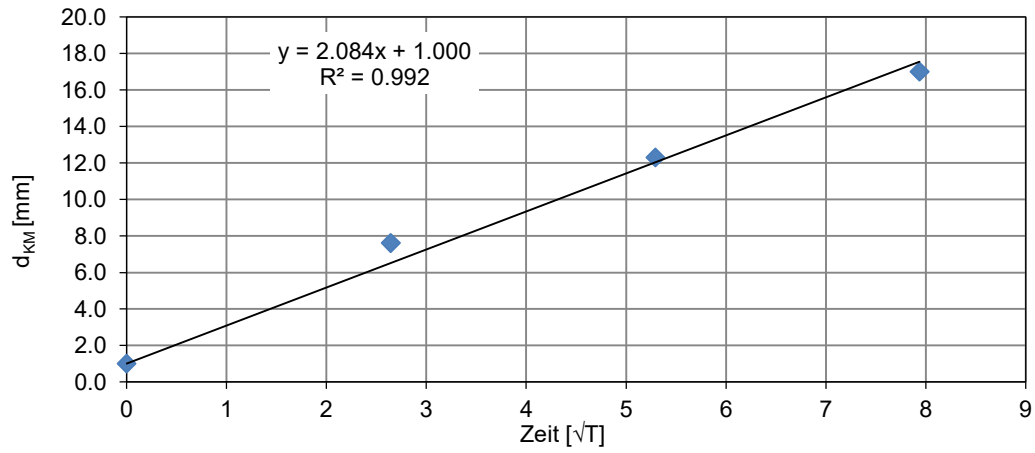
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 14.06.2021

0 Tage



2. Messung - 21.06.2021

7 Tage



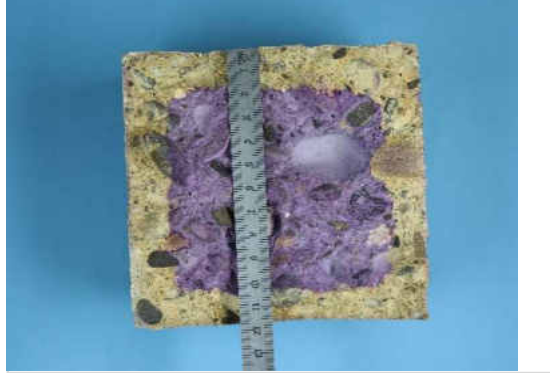
3. Messung - 12.07.2021

28 Tage



4. Messung - 16.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 2B P1
Projekt-Nr. 213101-02

Prüfkörper Herstellungsdatum 18.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 19.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 15.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC3 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.1	2.5	6.4
7	7.0	7.3	8.8	9.5	8.2		
28	14.8	12.3	13.8	15.3	14.1		
63	21.3	20.3	20.0	20.8	20.6		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

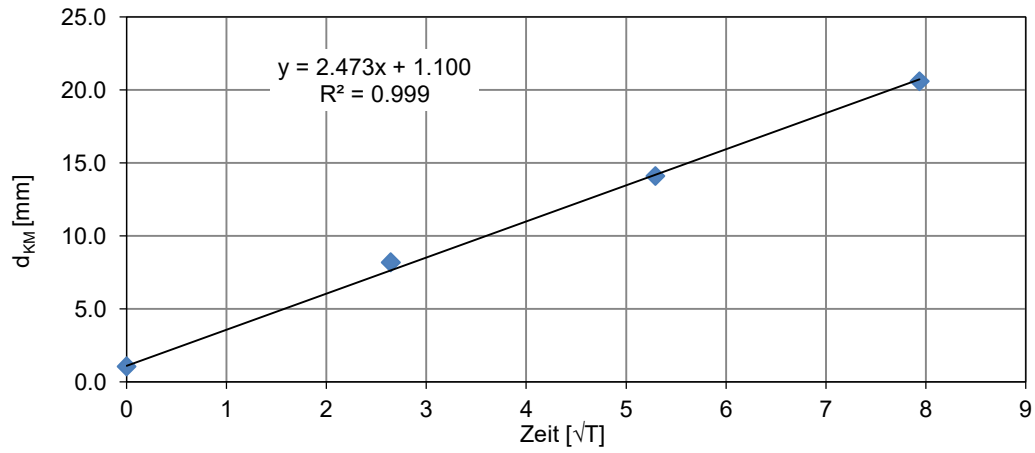
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



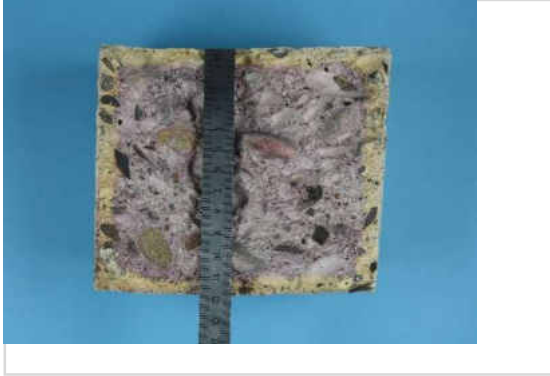
Nullmessung - 15.06.2021

0 Tage



2. Messung - 22.06.2021

7 Tage



3. Messung - 13.07.2021

28 Tage



4. Messung - 17.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildeggen, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 2B P2
Projekt-Nr. 213101-02

Prüfkörper Herstellungsdatum 18.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 19.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 15.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC3 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70\%$, $10 - 30\text{ °C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	2.5	6.5
7	9.0	7.0	9.5	9.5	8.8		
28	15.8	13.0	13.8	15.8	14.6		
63	20.3	18.0	21.3	20.3	20.0		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

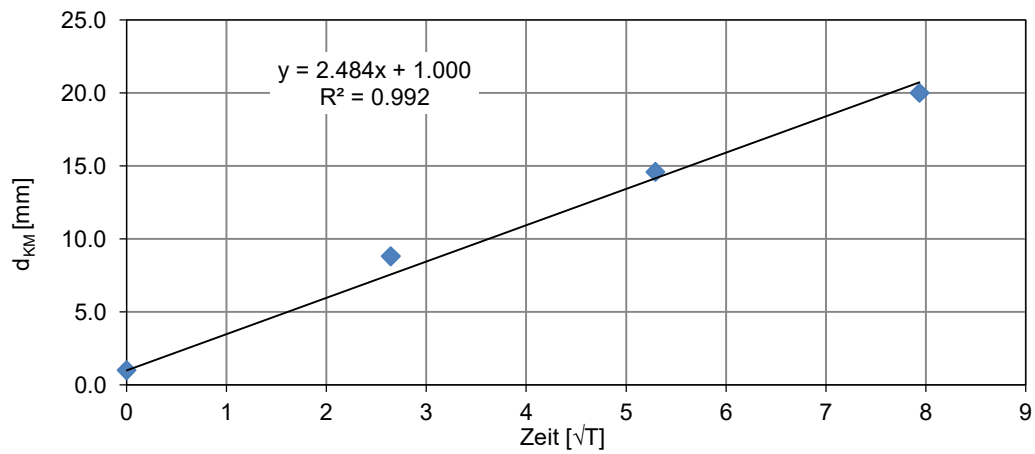
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 15.06.2021

0 Tage



2. Messung - 22.06.2021

7 Tage



3. Messung - 13.07.2021

28 Tage



4. Messung - 17.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 3B P1
Projekt-Nr. 213101-03

Prüfkörper Herstellungsdatum 18.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 19.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 15.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC3 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70\%$, $10 - 30\text{ °C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.1	3.0	7.7
7	10.8	10.0	10.5	9.0	10.1		
28	17.8	14.3	17.8	16.3	16.6		
63	28.8	22.0	26.5	20.5	24.5		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

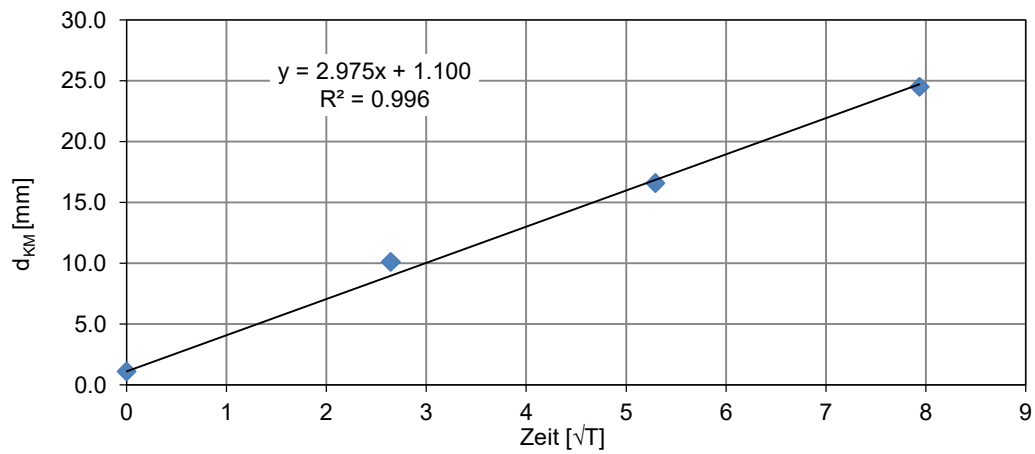
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre **nicht eingehalten**
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 15.06.2021

0 Tage



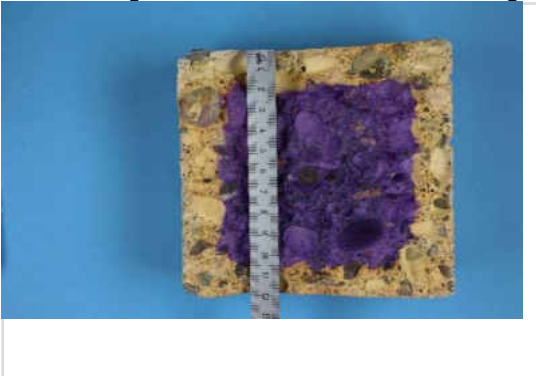
2. Messung - 22.06.2021

7 Tage



3. Messung - 13.07.2021

28 Tage



4. Messung - 17.08.2021

63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 3B P2
Projekt-Nr. 213101-03

Prüfkörper Herstellungsdatum 18.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 19.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 15.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC3 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.3	1.0	1.3	1.0	1.2	2.6	6.9
7	9.8	9.0	8.8	8.5	9.0		
28	15.8	14.5	15.8	16.0	15.5		
63	22.3	21.3	21.5	21.8	21.7		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

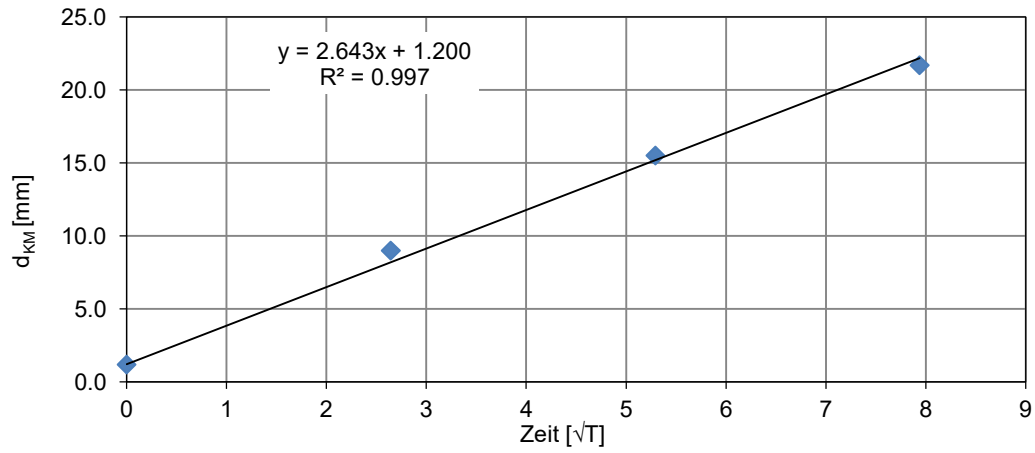
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre **nicht eingehalten**
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

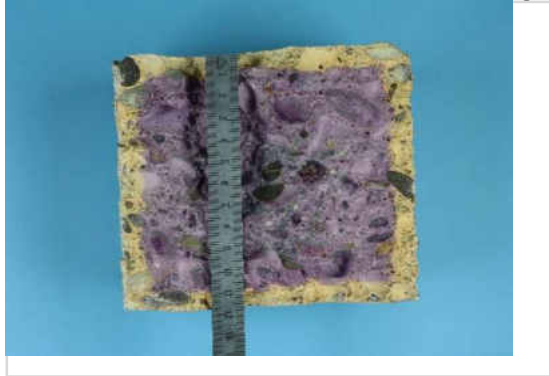
Bemerkungen



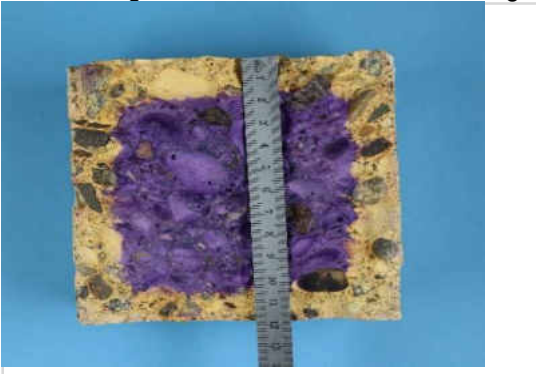
Nullmessung - 15.06.2021 0 Tage



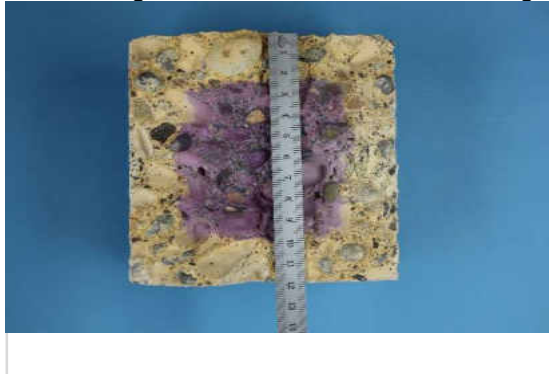
2. Messung - 22.06.2021 7 Tage



3. Messung - 13.07.2021 28 Tage



4. Messung - 17.08.2021 63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 4CD P1
Projekt-Nr. 213101-04

Prüfkörper Herstellungsdatum 19.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 20.05.2002
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 16.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	4.0
7	5.3	5.8	5.5	5.3	5.5		
28	8.0	9.5	10.3	9.8	9.4		
63	12.0	14.0	12.8	12.0	12.7		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

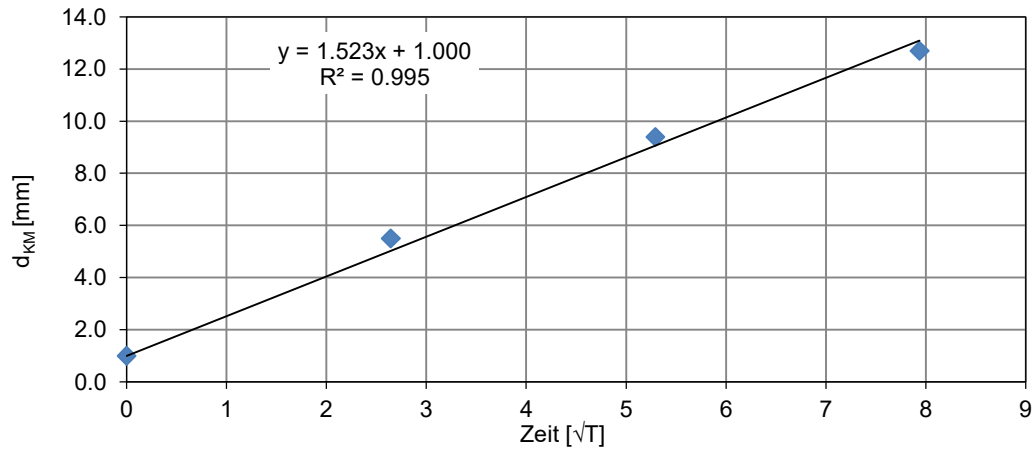
Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



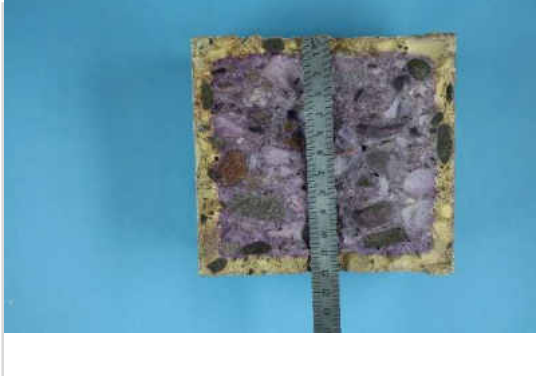
Nullmessung - 16.06.2021 0 Tage



2. Messung - 23.06.2021 7 Tage



3. Messung - 14.07.2021 28 Tage



4. Messung - 18.08.2021 63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 4CD P2
Projekt-Nr. 213101-04

Prüfkörper Herstellungsdatum 19.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 20.05.2002
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 16.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.3	1.0	1.3	1.2	1.3	3.5
7	5.8	6.0	4.8	5.0	5.4		
28	9.0	9.3	6.3	9.5	8.5		
63	12.3	12.5	10.3	11.0	11.5		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

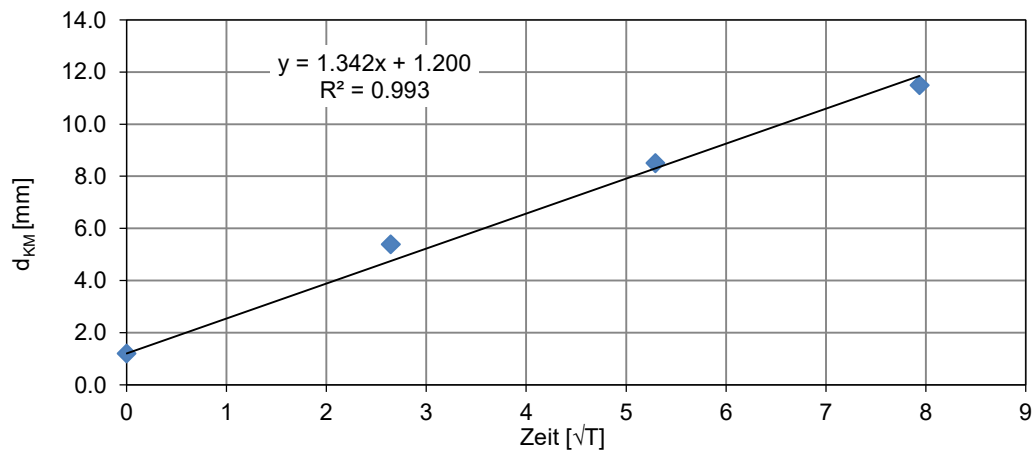
Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 16.06.2021 0 Tage



2. Messung - 23.06.2021 7 Tage



3. Messung - 14.07.2021 28 Tage



4. Messung - 18.08.2021 63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 5CD P1
Projekt-Nr. 213101-05

Prüfkörper Herstellungsdatum 19.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 20.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 16.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	0.5	1.0	1.3	1.0	1.4	3.6
7	5.3	5.5	4.8	5.0	5.2		
28	8.5	8.8	8.8	8.8	8.7		
63	13.5	10.5	11.3	11.0	11.6		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

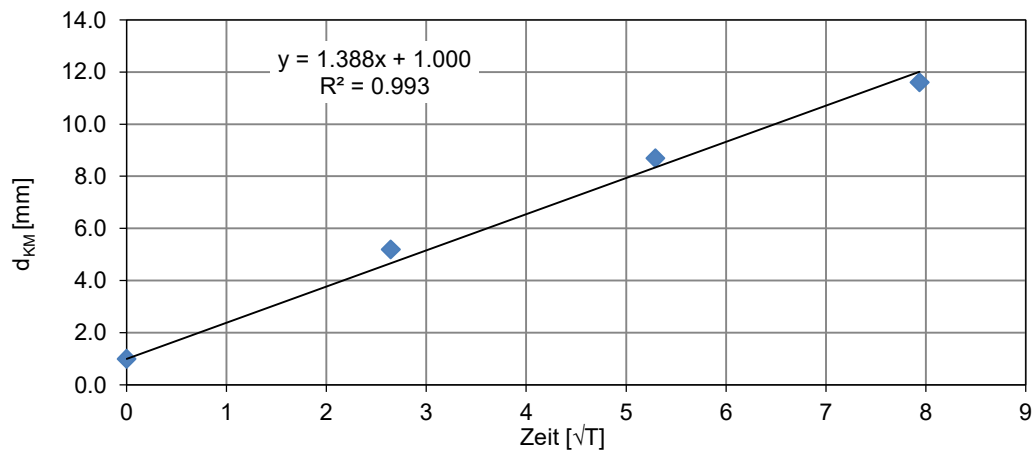
Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



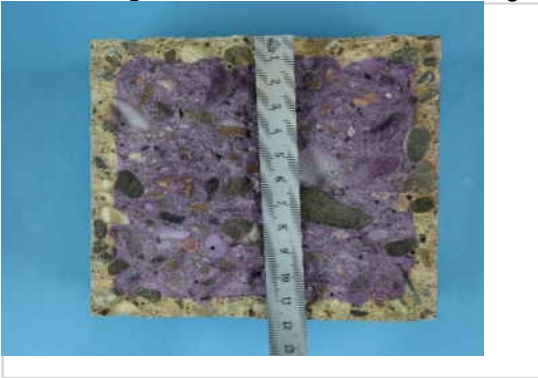
Nullmessung - 16.06.2021 0 Tage



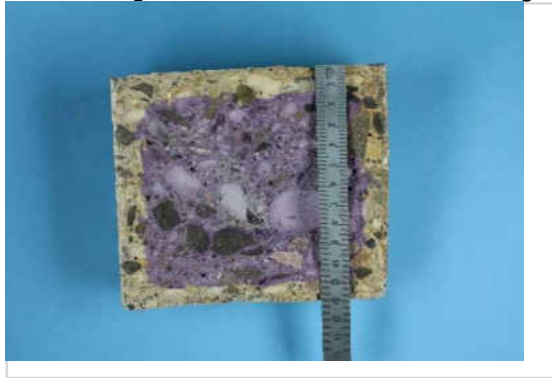
2. Messung - 23.06.2021 7 Tage



3. Messung - 14.07.2021 28 Tage



4. Messung - 18.08.2021 63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 5CD P2
Projekt-Nr. 213101-05

Prüfkörper Herstellungsdatum 19.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 20.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 16.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	3.5
7	5.0	4.5	5.3	4.3	4.8		
28	9.0	9.0	9.8	7.3	8.8		
63	12.0	10.8	11.0	10.5	11.1		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

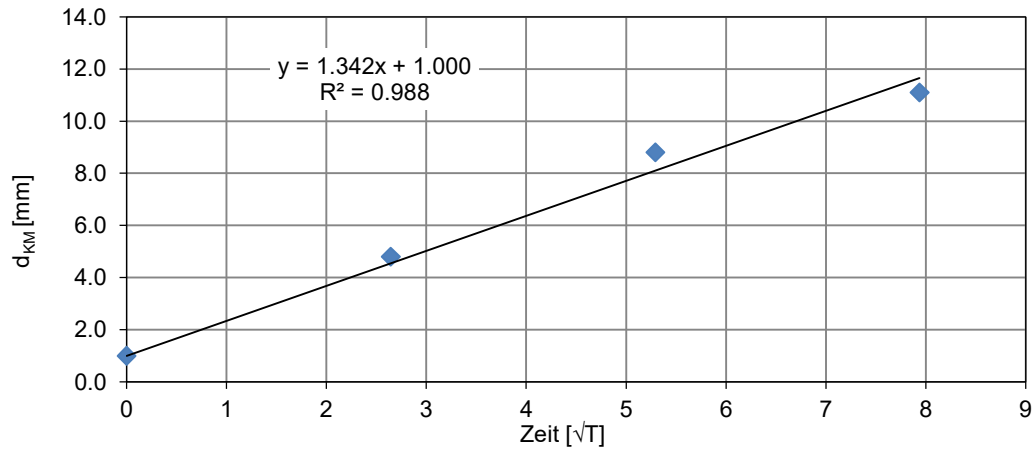
Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 16.06.2021 0 Tage



2. Messung - 23.06.2021 7 Tage



3. Messung - 14.07.2021 28 Tage



4. Messung - 18.08.2021 63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 6CD - P1
Projekt-Nr. 213101-06

Prüfkörper		Herstelldatum	20.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	21.05.2021
Art	Prisma 120 x 120 x 360 mm	Prüfdatum	17.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	28 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC4	geprüft durch	dw
		Korrekturfaktor c	1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
Baustellenlagerung (rH \leq 70 %, 10 - 30 °C)
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.8	4.7
7	5.5	6.8	6.3	6.3	6.2			
28	10.0	10.8	10.8	10.8	10.6			
63	13.8	16.8	14.5	16.3	15.4			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

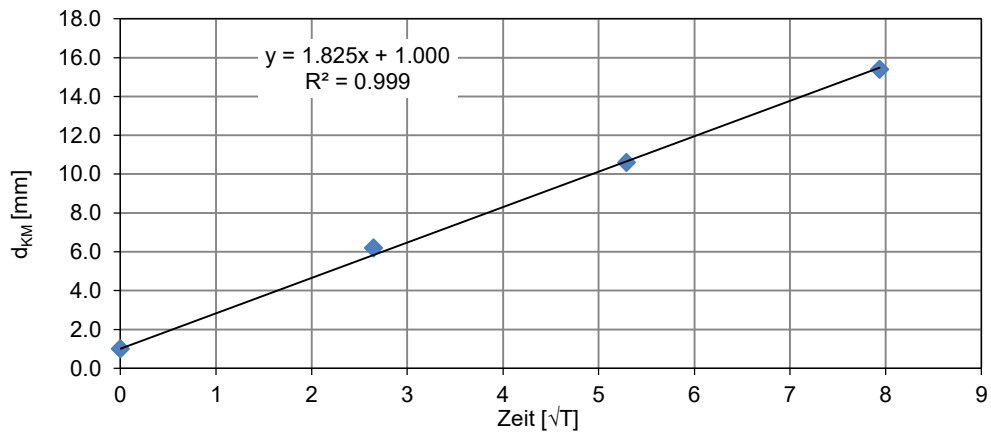
Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



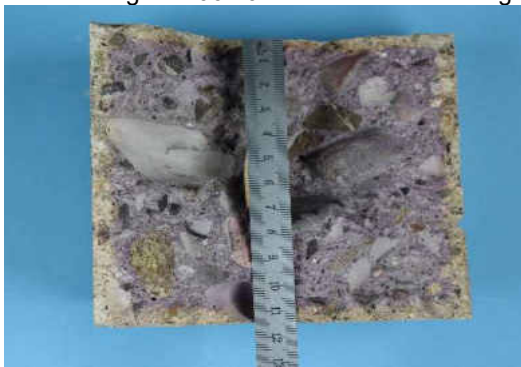
Nullmessung - 17.06.2021

0 Tage



2. Messung - 24.06.2021

7 Tage



3. Messung - 15.07.2021

28 Tage



4. Messung - 19.08.2021

63 Tage



Labor Chemie

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 6CD - P2
Projekt-Nr. 213101-06

Prüfkörper Herstellungsdatum 20.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 21.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 17.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	0.0	0.8	1.0	1.0	0.7	0.7	1.7	4.5
7	4.4	4.6	4.8	5.4	4.8			
28	8.8	11.0	10.8	9.3	10.0			
63	13.3	14.8	14.3	15.8	14.6			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

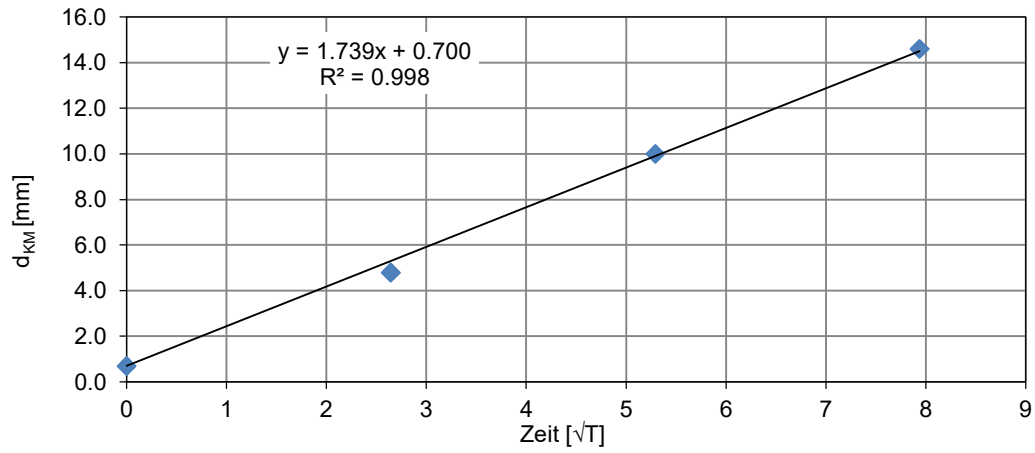
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 17.06.2021 0 Tage



2. Messung - 24.06.2021 7 Tage



3. Messung - 15.07.2021 28 Tage



4. Messung - 19.08.2021 63 Tage



Labor Chemie

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 7E P1
Projekt-Nr. 213101-07

Prüfkörper Herstellungsdatum 20.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 21.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 17.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.1	2.0	5.2
7	8.0	7.3	9.8	7.5	8.2		
28	10.8	11.3	12.5	13.8	12.1		
63	14.3	16.0	17.0	16.8	16.0		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

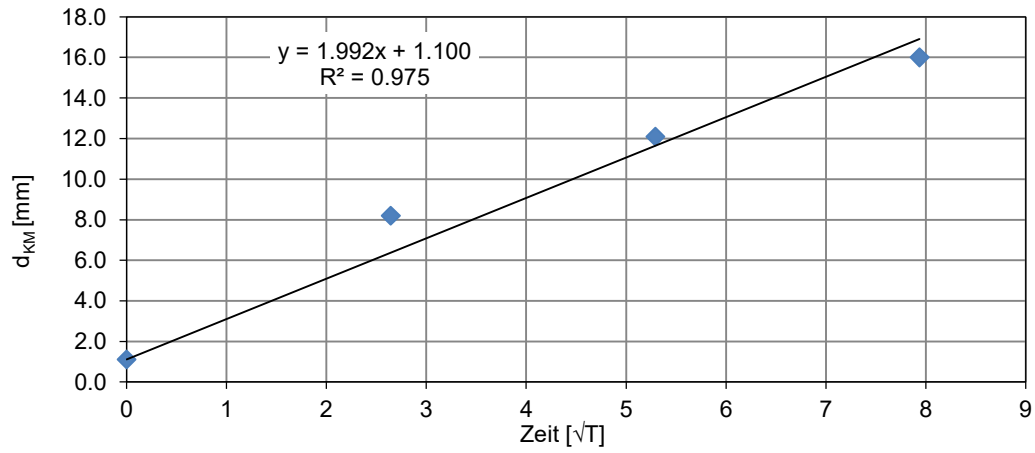
Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **nicht eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 17.06.2021 0 Tage



2. Messung - 24.06.2021 7 Tage



3. Messung - 15.07.2021 28 Tage



4. Messung - 19.08.2021 63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



Cemsuisse Verband der Schweiz
 Cementindustrie
 Herr Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 7E P2
Projekt-Nr. 213101-07

Prüfkörper Herstellungsdatum 20.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 21.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 17.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	K _S (4 Vol-% [mm/√Tag])	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]			
0	1.3	1.0	1.0	1.3	1.2	2.1	5.3
7	7.5	7.0	8.3	7.5	7.6		
28	13.0	11.3	12.5	14.0	12.7		
63	17.3	16.3	16.5	17.0	16.8		

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

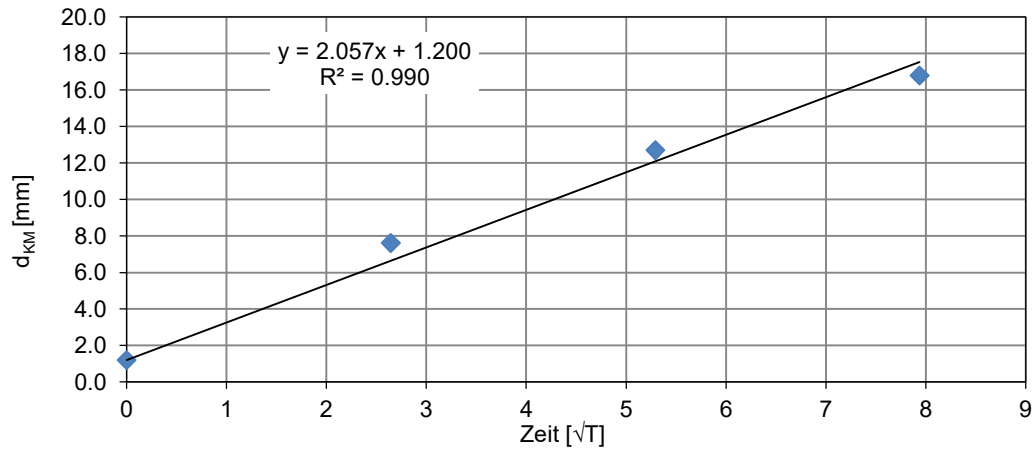
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **nicht eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 17.06.2021 0 Tage



2. Messung - 24.06.2021 7 Tage



3. Messung - 15.07.2021 28 Tage



4. Messung - 19.08.2021 63 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 8E - P1
Projekt-Nr. 213101-08

Prüfkörper Herstellungsdatum 21.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 22.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 18.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70\%$, $10 - 30\text{ °C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	1.0	1.0	2.0	1.5	1.4	1.4	1.7	4.3
7	5.0	6.0	6.3	6.3	5.9			
28	10.5	10.0	11.0	10.5	10.5			
63	13.8	13.5	15.3	14.0	14.2			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

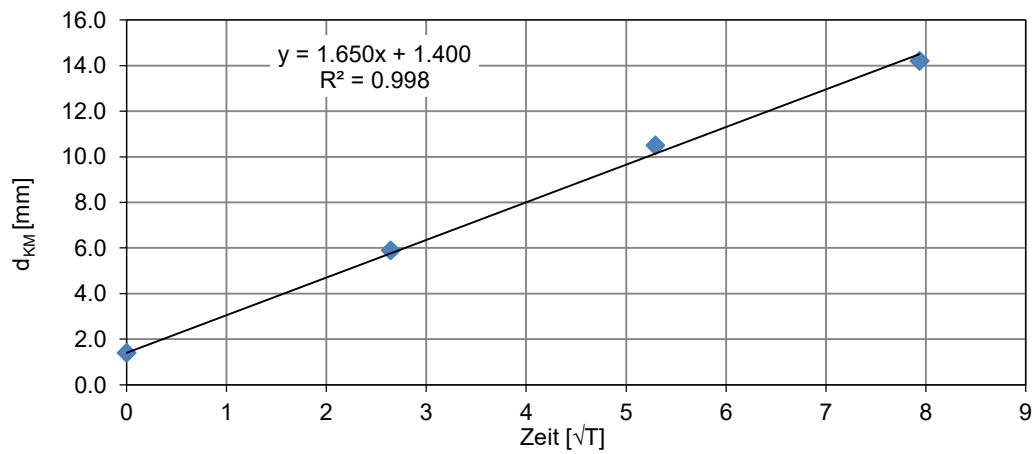
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 18.06.2021

0 Tage



2. Messung - 25.06.2021

7 Tage



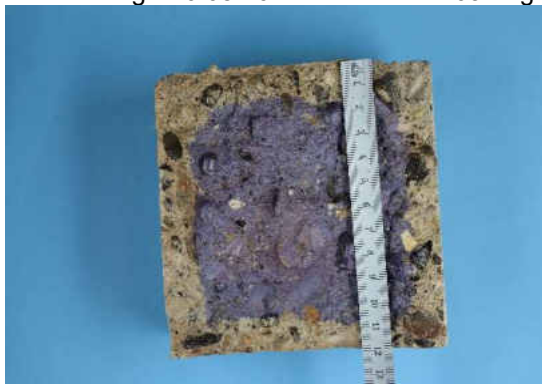
3. Messung - 16.07.2021

28 Tage



4. Messung - 20.08.2021

63 Tage



Labor Chemie

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 8E - P2
Projekt-Nr. 213101-08

Prüfkörper Herstellungsdatum 21.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 22.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 18.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	1.3	1.0	1.5	1.0	1.2	1.2	1.8	4.7
7	5.3	6.0	7.5	6.5	6.3			
28	11.0	9.5	10.0	11.0	10.4			
63	16.5	13.5	17.0	15.0	15.5			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

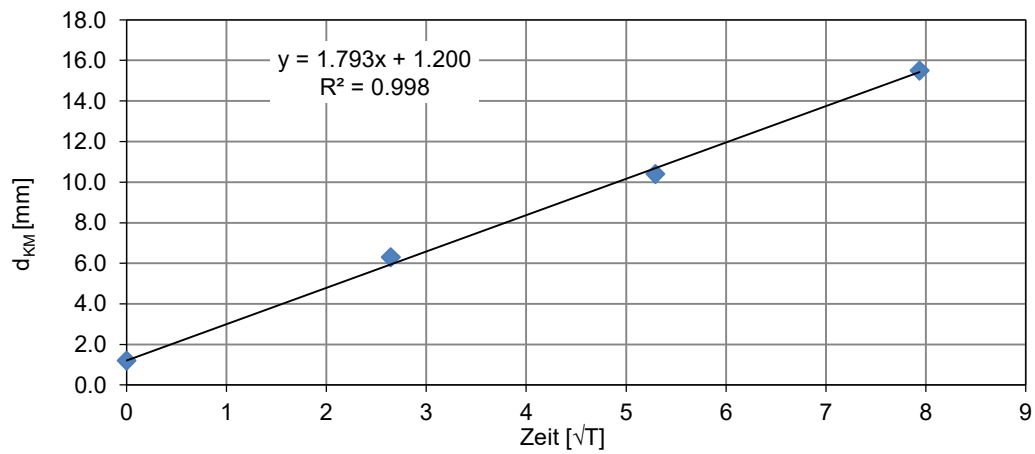
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

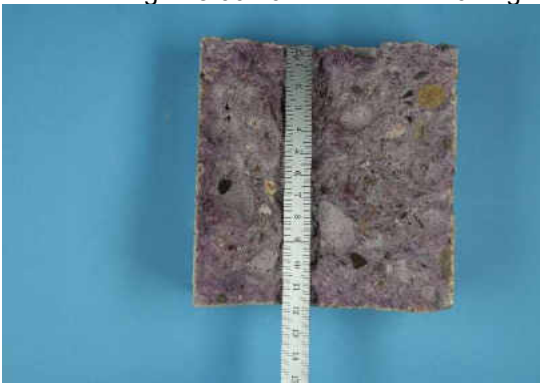
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

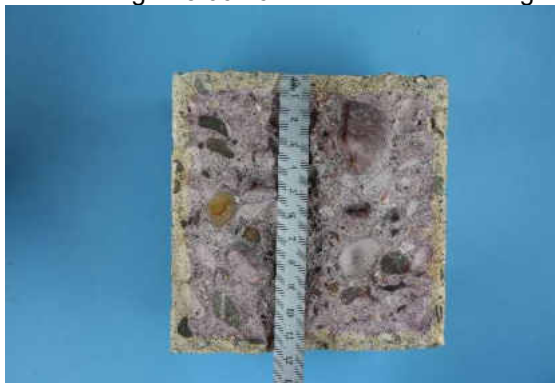
Bemerkungen



Nullmessung - 18.06.2021 0 Tage



2. Messung - 25.06.2021 7 Tage



3. Messung - 16.07.2021 28 Tage



4. Messung - 20.08.2021 63 Tage



Labor Chemie

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 9E - P1
Projekt-Nr. 213101-09

Prüfkörper Herstellungsdatum 21.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 22.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 18.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	1.5	1.5	2.0	1.3	1.6	1.6	2.5	6.4
7	7.0	7.5	8.3	7.8	7.7			
28	16.0	14.5	14.8	15.5	15.2			
63	21.5	20.5	21.5	20.3	21.0			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

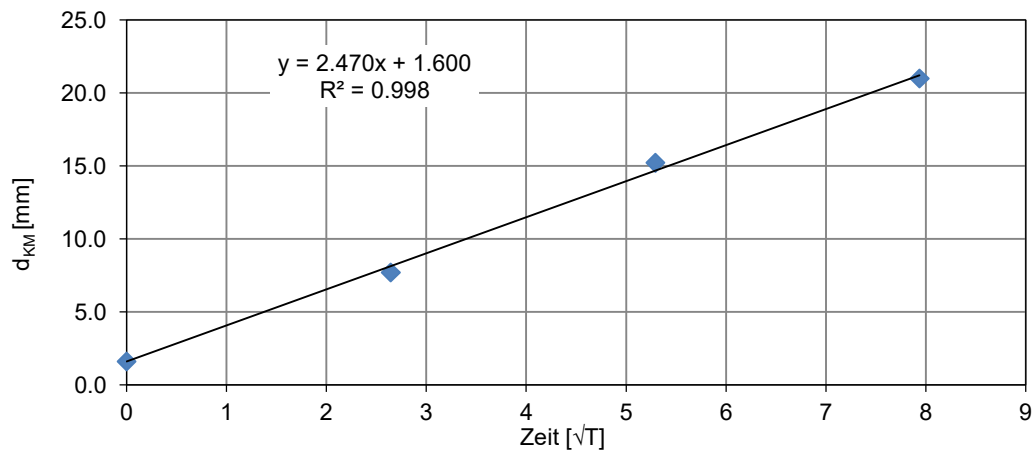
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **nicht eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

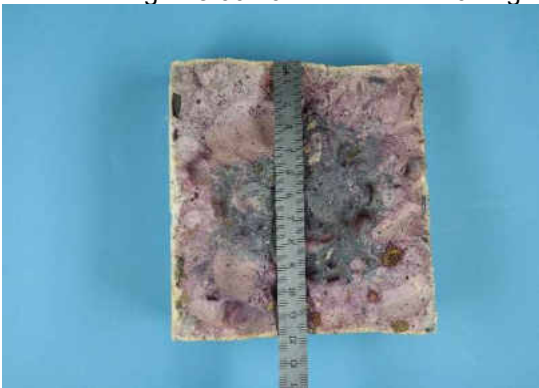
Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 18.06.2021

0 Tage



2. Messung - 25.06.2021

7 Tage



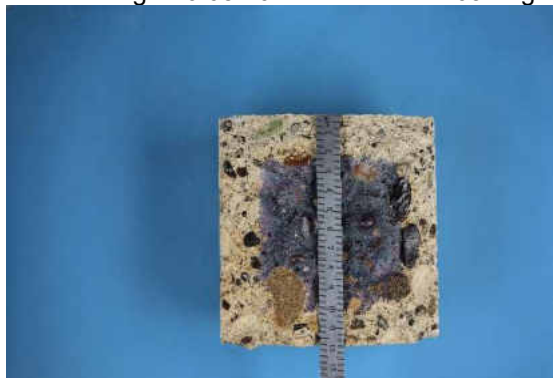
3. Messung - 16.07.2021

28 Tage



4. Messung - 20.08.2021

63 Tage



Labor Chemie

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



cemsuisse Verband der Schweiz. Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 06.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1:2019 Anhang I / SOP 3310

Objekt Karbonatisierungswiderstand von Beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und E
Bezeichnung Mischung 9E - P2
Projekt-Nr. 213101-09

Prüfkörper Herstellungsdatum 21.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 12.05.2021
 Art Prisma 120 x 120 x 360 mm Prüfdatum 18.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 28 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC4 geprüft durch dw
 Korrekturfaktor c 1.36

Angaben Nachbehandlung 1 Tag in Schalung, bis Alter 72 ± 6 h im Wasser, danach 0 Tage
 Baustellenlagerung ($rH \leq 70 \%$, $10 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$)
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	d _{KE}				d _{KM} (Mittel) [mm]	Konstante A [mm]	K _S (4 Vol-% CO ₂) [mm/√Tag]	K _N (0.04 Vol-% CO ₂) [mm/√Jahr]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]				
0	1.5	1.3	1.0	1.0	1.2	1.2	2.5	6.6
7	8.0	8.0	7.0	7.3	7.6			
28	17.8	14.3	15.3	13.8	15.3			
63	22.0	20.5	20.0	21.8	21.1			

Anforderungen für die Prüfungsart TT-1 gemäss den Normen

SIA 262/1:2013 Tabelle 6; SN EN 206:2013+A1 2016 C1:2019 Tabelle NA.14

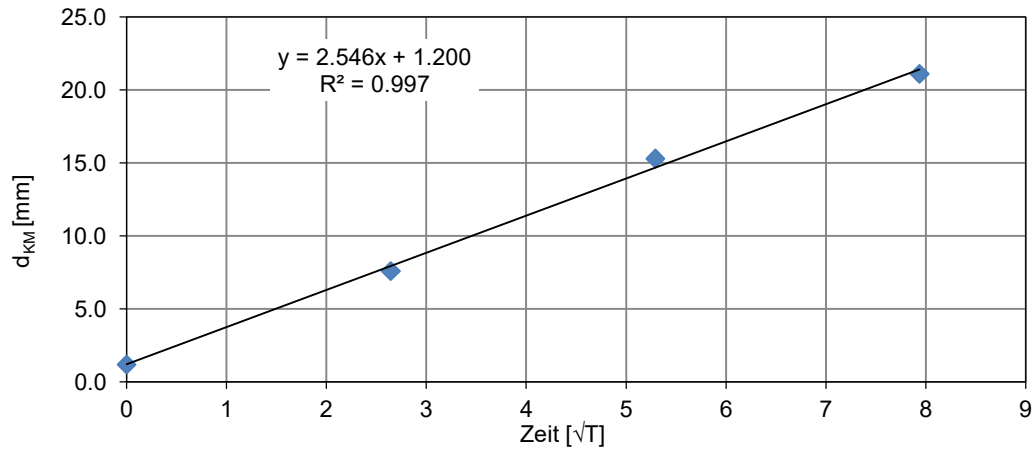
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	6.5 mm/√Jahr	7.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 50 Jahre	5.0 mm/√Jahr	5.5 mm/√Jahr
XC3(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr
XC4(CH) 100 Jahre	4.5 mm/√Jahr	5.0 mm/√Jahr

Beurteilung

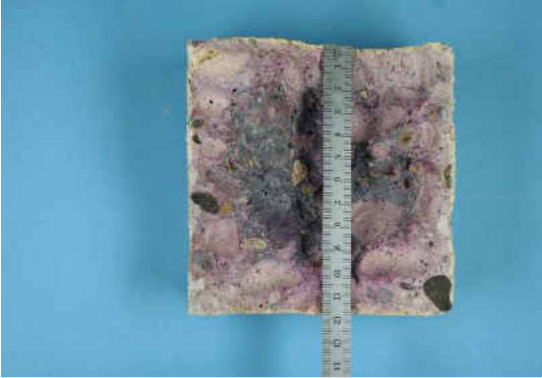
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre **nicht eingehalten**
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre **nicht eingehalten**
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 18.06.2021 0 Tage



2. Messung - 25.06.2021 7 Tage



3. Messung - 16.07.2021 28 Tage



4. Messung - 20.08.2021 63 Tage



Labor Chemie

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.



cemsuisse Verband der Schweiz.
 Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 1B
Projekt-Nr. 213101-01

Prüfkörper Herstelldatum 17.05.2021
 Herkunft Eingang Labor 18.05.2021
 Art Prüfdatum 28.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.3	0.5	0.1	0.0	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2
7	4.1	4.1	4.0	3.2	3.8	4.8	4.1	3.3	4.3	4.1	4.0
28	7.7	8.1	7.3	6.1	7.3	8.4	10.3	8.0	7.9	8.6	8.0
70	13.4	15.3	13.8	12.1	13.6	12.5	15.8	15.7	14.0	14.5	14.1

Karbonatisierungsgeschwindigkeit K_{AC}, [mm/√Tage] **1.62**
 Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
 Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	1	-5

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

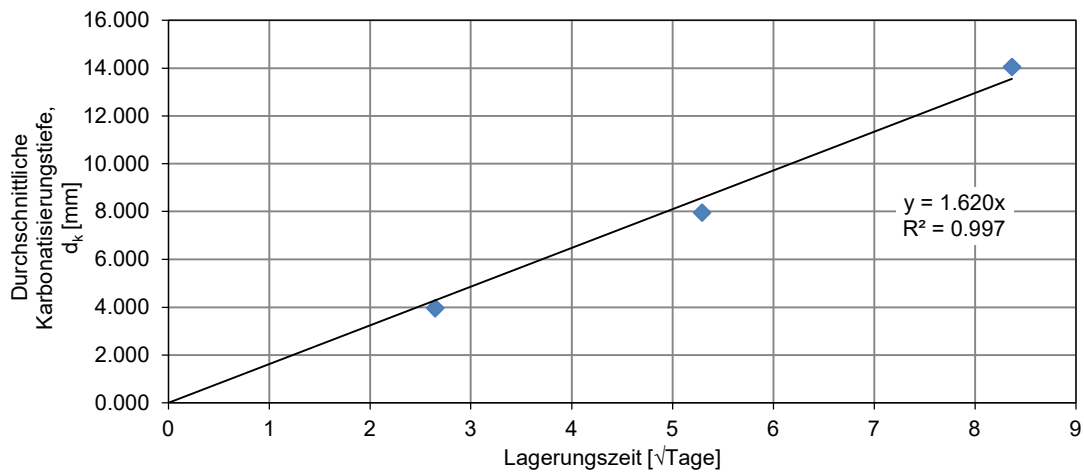
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

Beurteilung **keine**

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Prisma 1

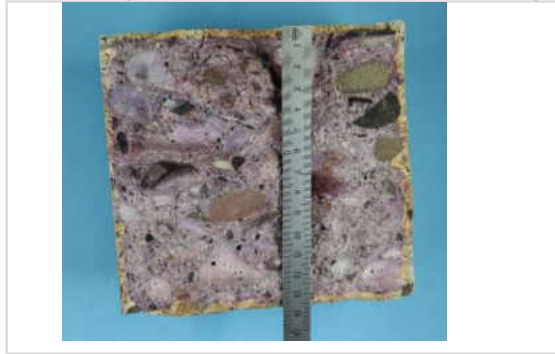
Nullmessung - 28.06.2021

0 Tage



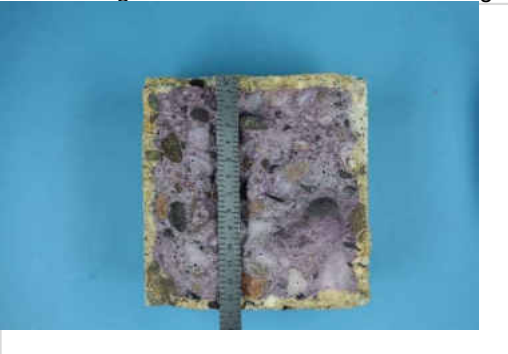
2. Messung - 05.07.2021

7 Tage



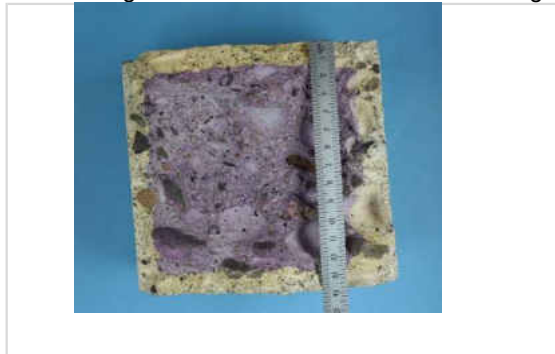
3. Messung - 26.07.2021

28 Tage



4. Messung - 06.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 28.06.2021

0 Tage



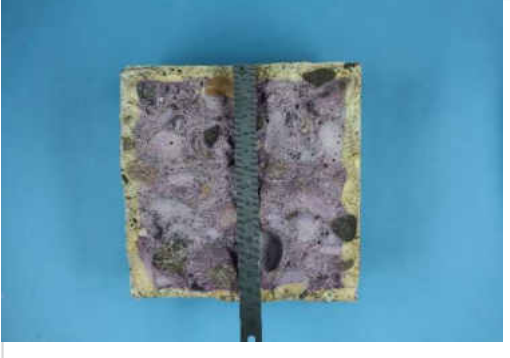
2. Messung - 05.07.2021

7 Tage



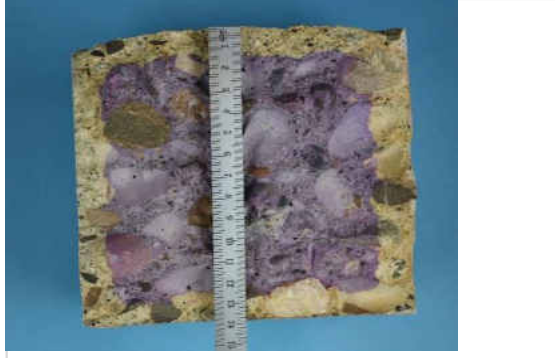
3. Messung - 26.07.2021

28 Tage



4. Messung - 06.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 2B P3
Projekt-Nr. 213101-02

Prüfkörper Herstellungsdatum 18.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 19.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 29.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.9	0.9	0.6	0.5	0.7	0.9	0.9	0.6	1.0	0.9	0.8
7	5.3	6.0	5.4	5.7	5.6	5.1	5.6	5.2	6.6	5.6	5.6
28	11.0	10.3	9.5	12.0	10.7	10.3	12.0	9.8	10.3	10.6	10.6
70	16.0	16.3	14.3	17.5	16.0	16.8	16.0	14.8	15.5	15.8	15.9

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] **1.94**

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
Bestimmtheitsmass R2 > =0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

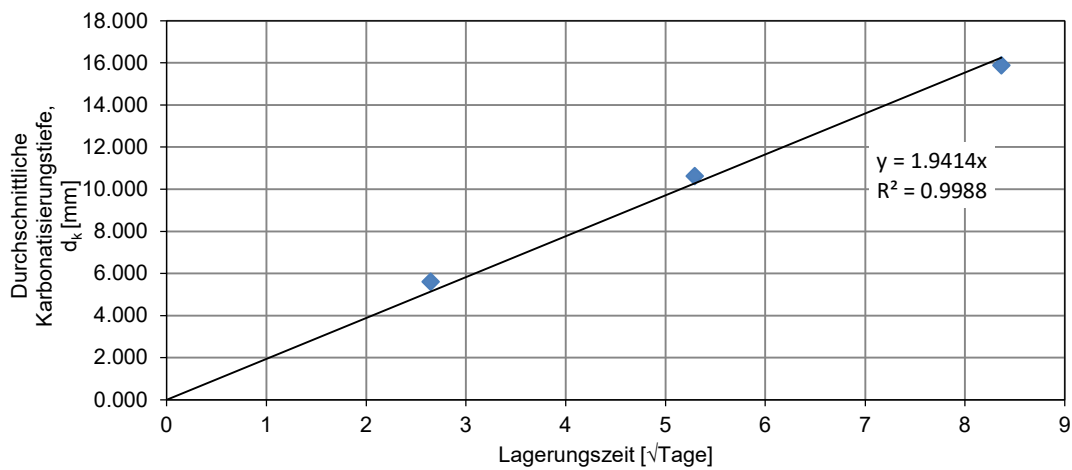
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung **keine**

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 29.06.2021 0 Tage



2. Messung - 06.07.2021 7 Tage



3. Messung - 27.07.2021 28 Tage



4. Messung - 07.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 29.06.2021

0 Tage



2. Messung - 06.07.2021

7 Tage



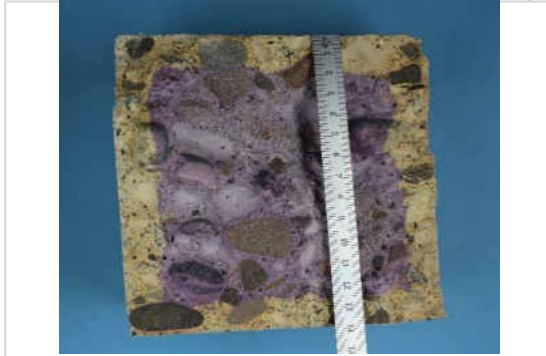
3. Messung - 27.07.2021

28 Tage



4. Messung - 07.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 3B p3
Projekt-Nr. 213101-03

Prüfkörper Herstellungsdatum 18.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 19.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 29.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.8	0.3	0.8	0.3	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7
7	4.3	4.8	5.1	5.0	4.8	5.3	5.4	5.3	5.4	5.3	5.1
28	8.9	10.6	10.5	9.3	9.8	11.3	9.8	9.8	8.8	9.9	9.8
70	15.5	16.3	19.3	16.0	16.8	16.0	19.3	15.3	15.8	16.6	16.7

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.95

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	1	-5

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

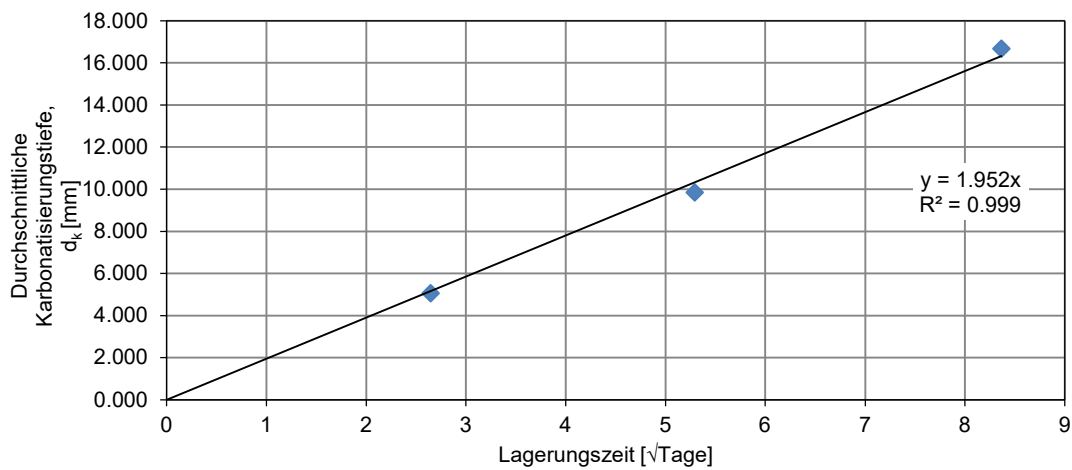
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

Beurteilung keine

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



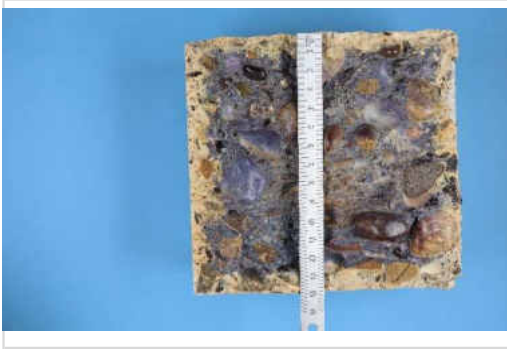
Nullmessung - 29.06.2021 0 Tage



2. Messung - 06.07.2021 7 Tage



3. Messung - 27.07.2021 28 Tage



4. Messung - 07.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 29.06.2021

0 Tage



2. Messung - 06.07.2021

7 Tage



3. Messung - 27.07.2021

28 Tage



4. Messung - 07.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 4CD P3
Projekt-Nr. 213101-04

Prüfkörper Herstellungsdatum 19.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 20.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 30.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
7	2.4	3.8	3.8	3.5	3.4	4.0	4.3	4.1	3.6	4.0	3.7
28	6.0	5.5	5.5	5.3	5.6	4.3	4.9	7.3	8.4	6.2	5.9
70	9.0	9.4	9.9	9.1	9.3	9.5	11.0	7.5	10.0	9.5	9.4

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.14

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

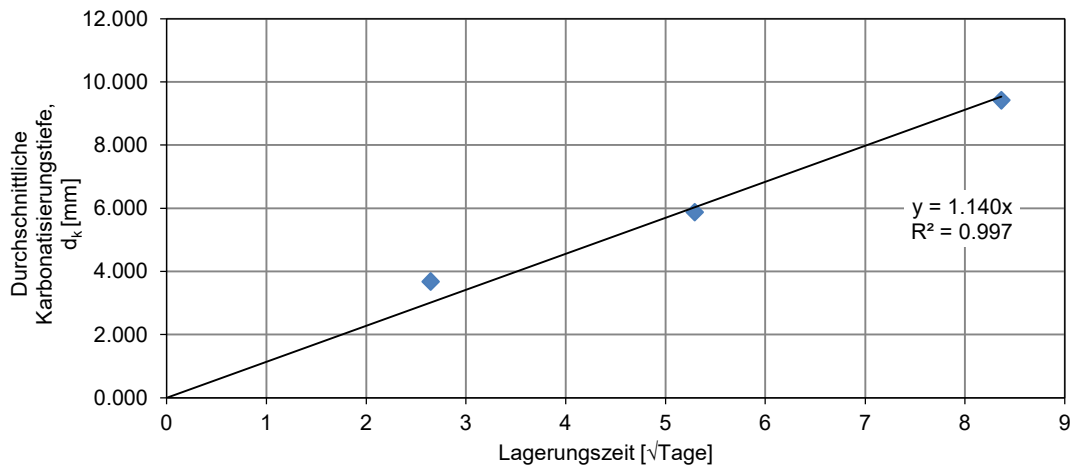
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung keine

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 30.06.2021 0 Tage



2. Messung - 07.07.2021 7 Tage



3. Messung - 28.07.2021 28 Tage



4. Messung - 08.09.2021 70 Tage



Physiklabor

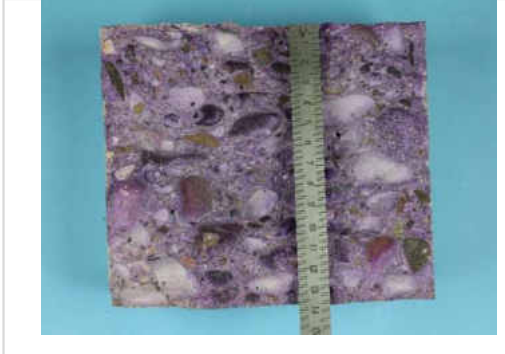
Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 30.06.2021

0 Tage



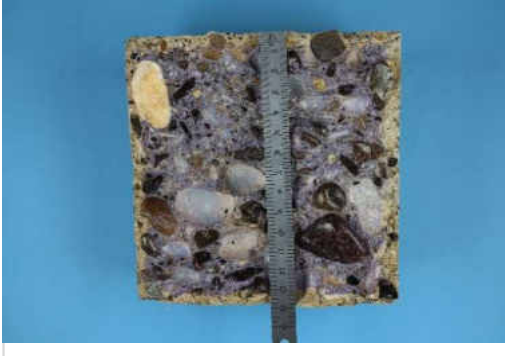
2. Messung - 07.07.2021

7 Tage



3. Messung - 28.07.2021

28 Tage



4. Messung - 08.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 5CD P3
Projekt-Nr. 213101-05

Prüfkörper Herstellungsdatum 19.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 20.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 30.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
7	2.1	3.4	1.8	3.2	2.6	2.8	3.1	3.0	3.9	3.2	2.9
28	5.3	6.3	5.0	6.3	5.7	4.8	5.5	6.3	5.3	5.4	5.6
70	7.5	10.0	10.0	9.9	9.3	9.8	9.8	9.5	10.0	9.8	9.5

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.11

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

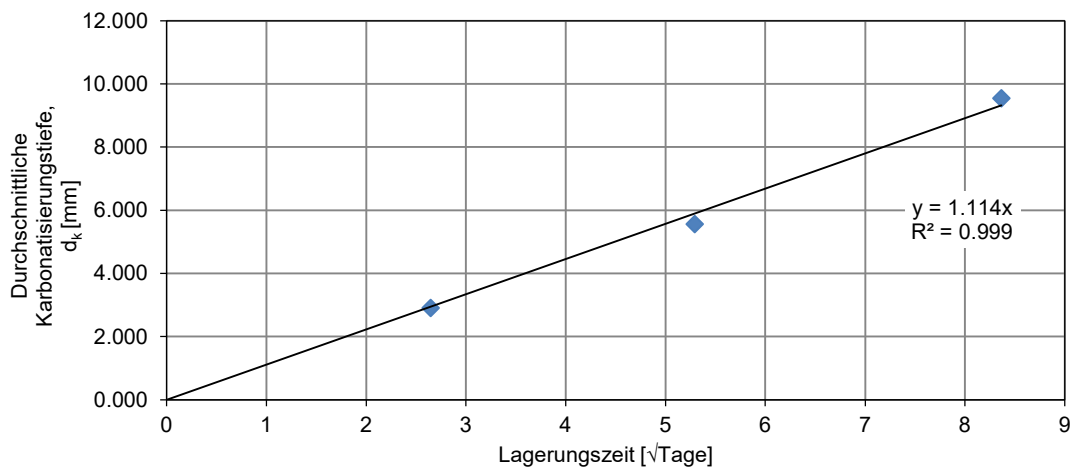
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung keine

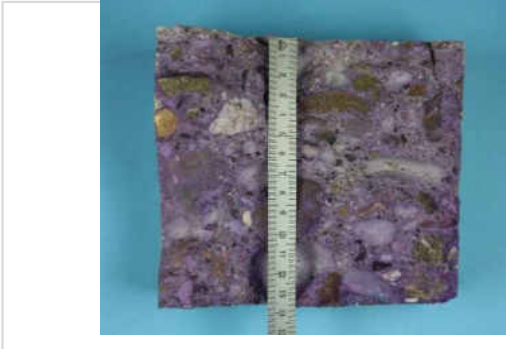
Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

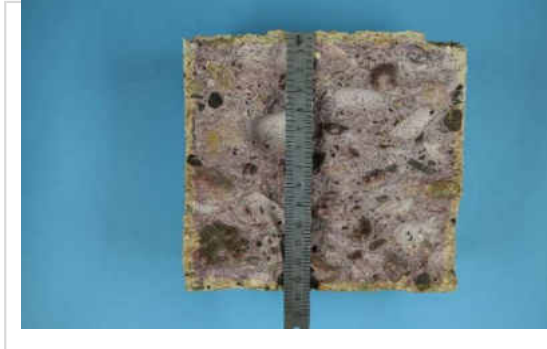
Bemerkungen



Nullmessung - 30.06.2021 0 Tage



2. Messung - 07.07.2021 7 Tage



3. Messung - 28.07.2021 28 Tage



4. Messung - 08.09.2021 70 Tage



Physiklabor

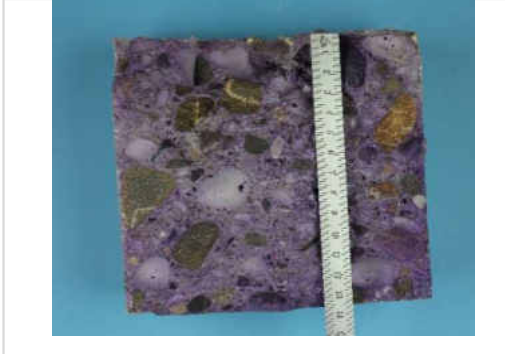
Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 30.06.2021

0 Tage



2. Messung - 07.07.2021

7 Tage



3. Messung - 28.07.2021

28 Tage



4. Messung - 08.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 6CD P3
Projekt-Nr. 213101-06

Prüfkörper Herstellungsdatum 20.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 21.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 01.07.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC4 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
7	3.0	3.9	3.9	3.4	3.6	2.8	4.1	3.4	3.6	3.5	3.5
28	8.1	6.3	8.8	9.5	8.2	7.4	8.0	7.3	7.5	7.5	7.8
70	10.5	11.0	11.0	10.9	10.8	11.0	12.8	12.5	11.8	12.0	11.4

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.39
Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

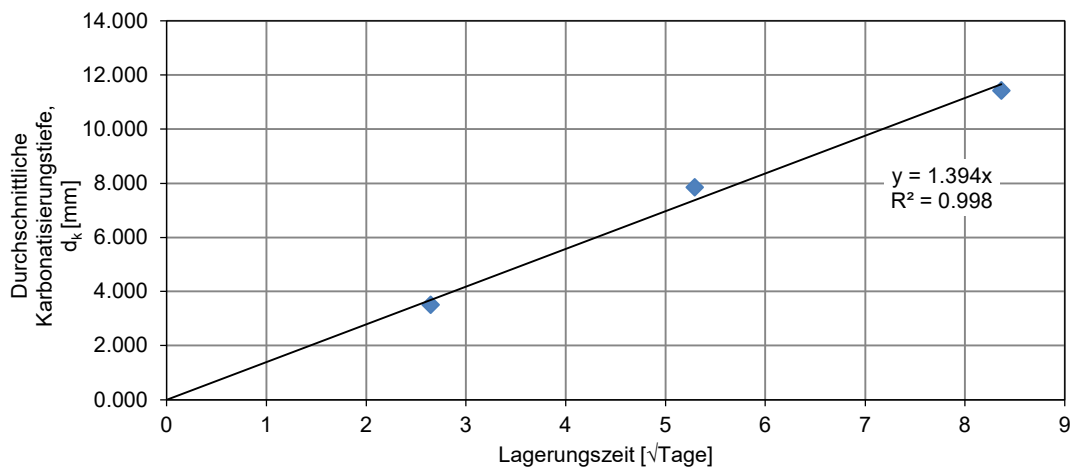
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung keine

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 01.07.2021 0 Tage



2. Messung - 08.07.2021 7 Tage



3. Messung - 29.07.2021 28 Tage



4. Messung - 09.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 01.07.2021

0 Tage



2. Messung - 08.07.2021

7 Tage



3. Messung - 29.07.2021

28 Tage



4. Messung - 09.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildeg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 7E P3
Projekt-Nr. 213101-07

Prüfkörper		Herstelldatum	20.05.2021
Herkunft	Prismenherstellung TFB	Eingang Labor	21.05.2021
Art	2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3	Prüfdatum	01.07.2021
Probenalter bei Prüfbeginn	42 Tage	Reaktor Nr.	
Expositionsklassen	XC4	geprüft durch	re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.8	0.8	0.1	0.1	0.5	0.3	0.0	0.4	0.2	0.2	0.3
7	4.9	4.9	4.9	5.1	5.0	4.6	5.2	3.7	4.9	4.6	4.8
28	9.1	9.3	9.3	10.0	9.4	7.5	10.9	9.8	10.8	9.7	9.6
70	13.3	16.8	12.3	11.8	13.5	12.8	14.3	12.8	12.0	12.9	13.2

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.66

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

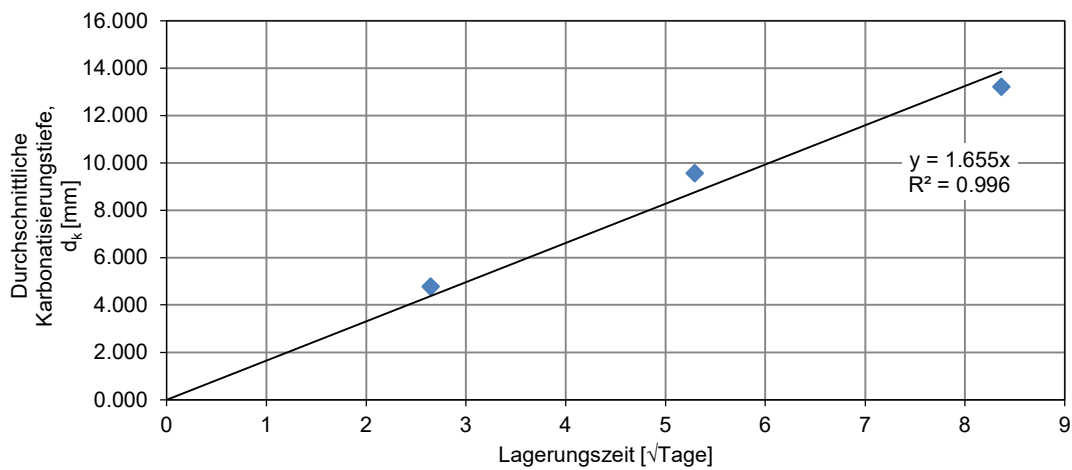
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung keine

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

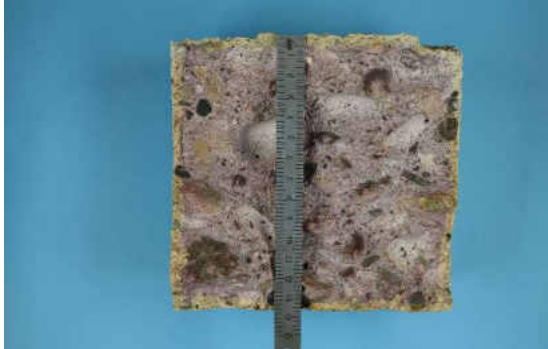
Bemerkungen



Nullmessung - 01.07.2021 0 Tage



2. Messung - 08.07.2021 7 Tage



3. Messung - 29.07.2021 28 Tage



4. Messung - 09.09.2021 70 Tage



Physiklabor

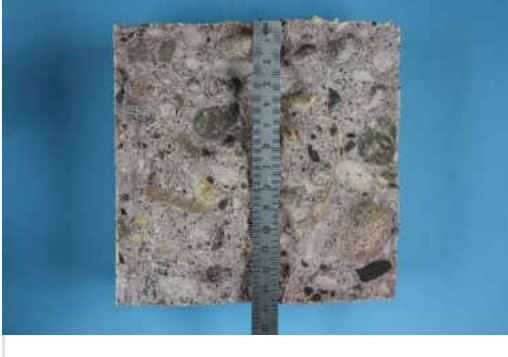
Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 01.07.2021

0 Tage



2. Messung - 08.07.2021

7 Tage



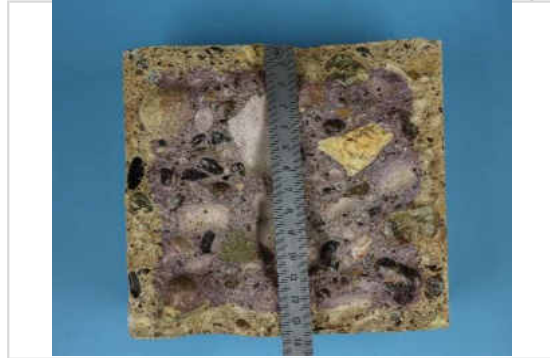
3. Messung - 29.07.2021

28 Tage



4. Messung - 09.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
 Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildeg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 8E P3
Projekt-Nr. 213101-08

Prüfkörper Herstellungsdatum 21.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 22.05.2021
 Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 02.07.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsklassen XC4 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
7	5.1	4.9	5.5	5.4	5.2	5.1	5.5	4.8	5.1	5.1	5.2
28	8.5	9.3	9.3	9.8	9.2	8.6	8.4	9.6	9.8	9.1	9.1
70	12.3	13.0	12.8	12.5	12.6	11.3	13.5	12.0	15.8	13.1	12.9

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.62

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
 Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

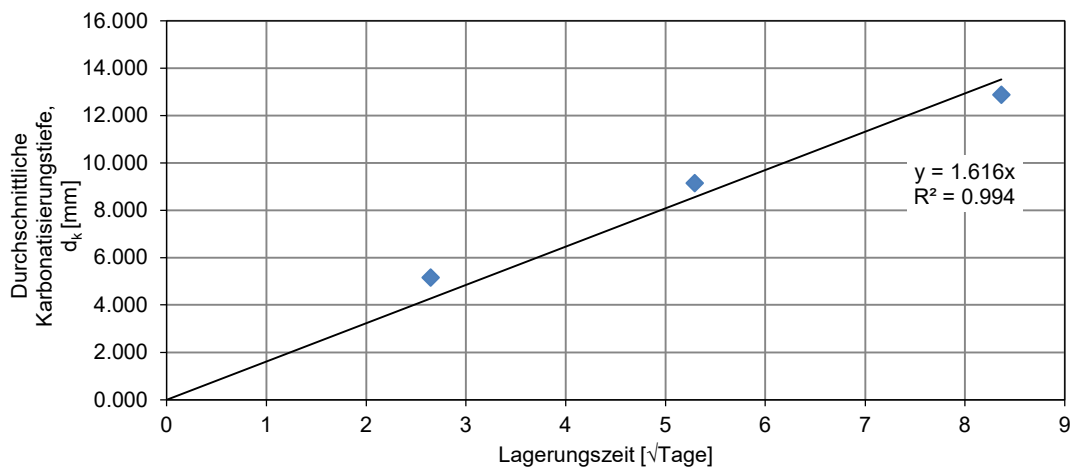
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

Beurteilung keine

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre na
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre na
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



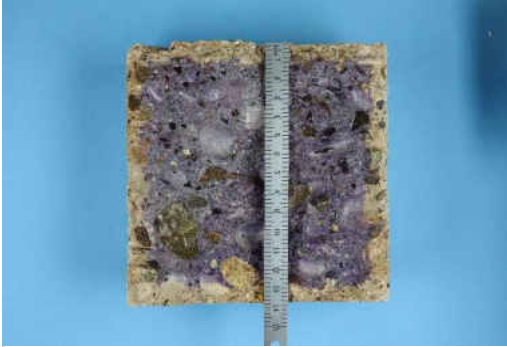
Nullmessung - 02.07.2021 0 Tage



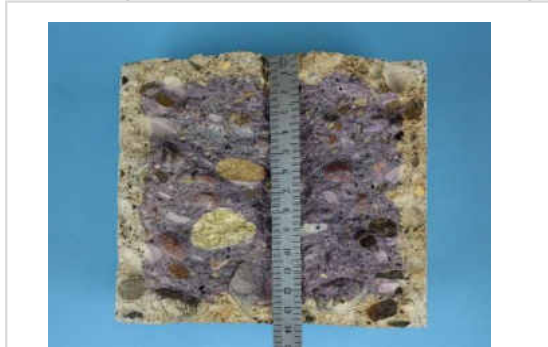
2. Messung - 09.07.2021 7 Tage



3. Messung - 30.07.2021 28 Tage



4. Messung - 10.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

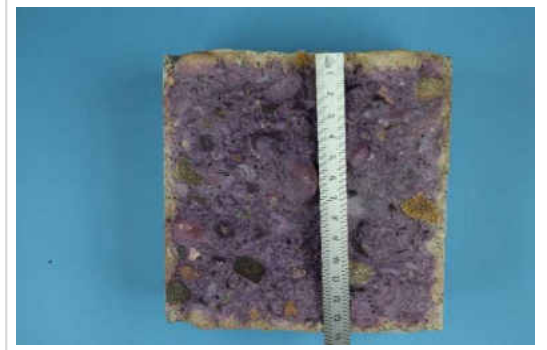
Nullmessung - 02.07.2021

0 Tage



2. Messung - 09.07.2021

7 Tage



3. Messung - 30.07.2021

28 Tage



4. Messung - 10.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildeg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 9E P3
Projekt-Nr. 213101-09

Prüfkörper Herstellungsdatum 21.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 22.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 02.07.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC4 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.9	1.0	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.2	0.5	0.4	0.5
7	5.1	5.6	4.1	4.9	5.0	5.1	4.5	3.9	3.9	4.4	4.7
28	8.9	9.8	10.5	12.0	10.3	11.0	11.0	10.8	10.0	10.7	10.5
70	15.3	14.8	15.8	19.0	16.2	18.3	18.3	16.0	18.3	17.7	16.9

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 2.00

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	1	-6

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

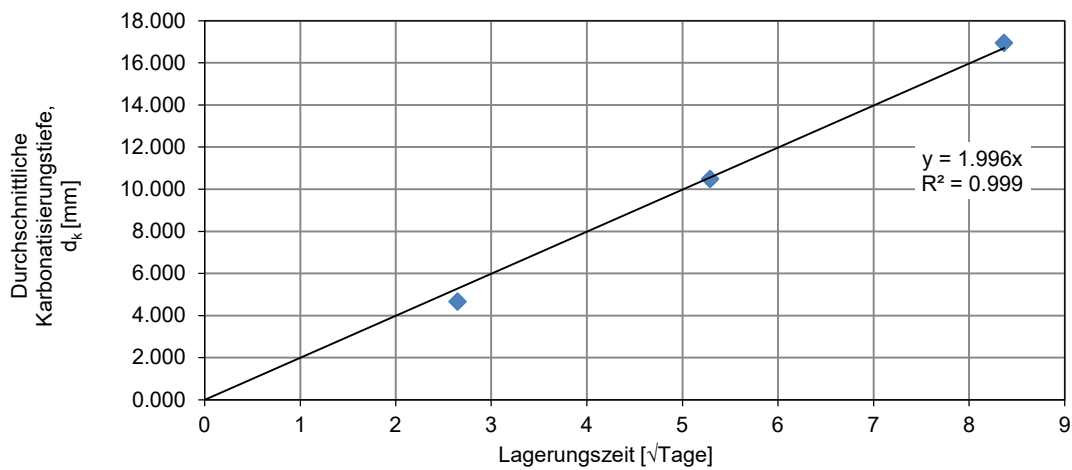
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung keine

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 02.07.2021 0 Tage



2. Messung - 09.07.2021 7 Tage



3. Messung - 30.07.2021 28 Tage



4. Messung - 10.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

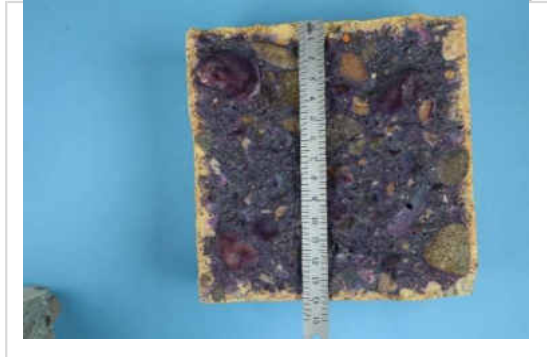
Nullmessung - 02.07.2021

0 Tage



2. Messung - 09.07.2021

7 Tage



3. Messung - 30.07.2021

28 Tage



4. Messung - 10.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
 Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 1B
Projekt-Nr. 213101-01

Prüfkörper Herstellungsdatum 17.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 18.05.2021
 Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm³ Prüfdatum 28.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsclassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.3	0.5	0.1	0.0	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2
7	4.1	4.1	4.0	3.2	3.8	4.8	4.1	3.3	4.3	4.1	4.0
28	7.7	8.1	7.3	6.1	7.3	8.4	10.3	8.0	7.9	8.6	8.0
70	13.4	15.3	13.8	12.1	13.6	12.5	15.8	15.7	14.0	14.5	14.1

Karbonatisierungsgeschwindigkeit K_{AC}, [mm/√Tage] **1.59**
 Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.2
 Bestimmtheitsmass R² >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	1	-5

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

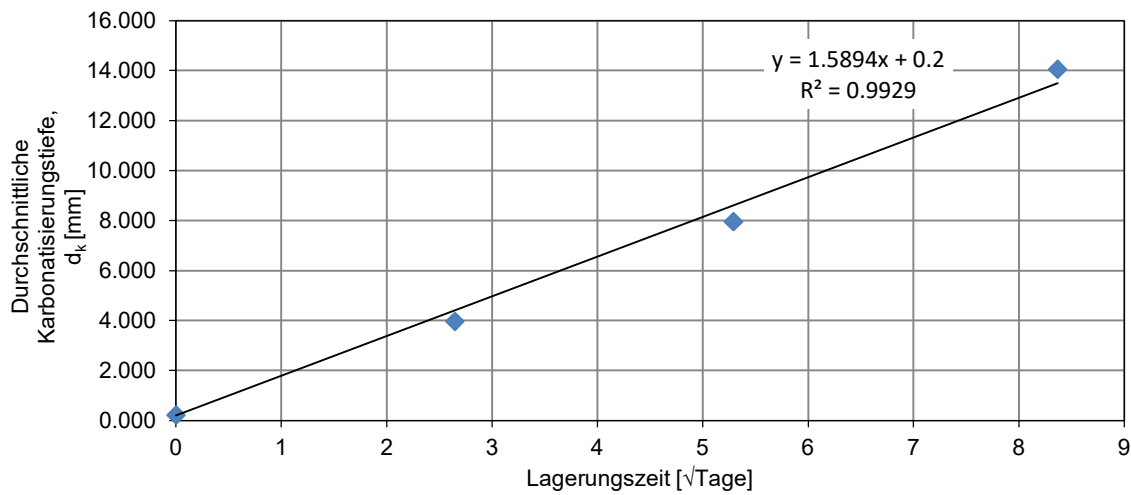
Beurteilung keine

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Prisma 1

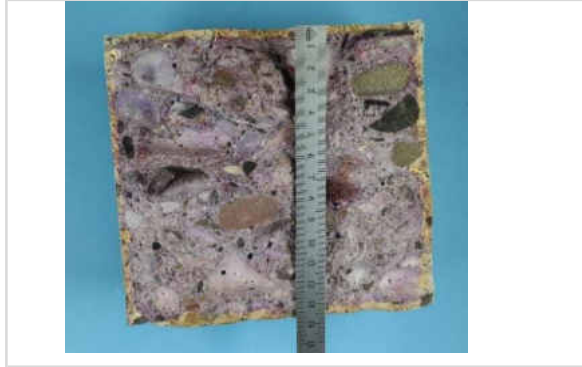
Nullmessung - 28.06.2021

0 Tage



2. Messung - 05.07.2021

7 Tage



3. Messung - 26.07.2021

28 Tage



4. Messung - 06.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 28.06.2021

0 Tage



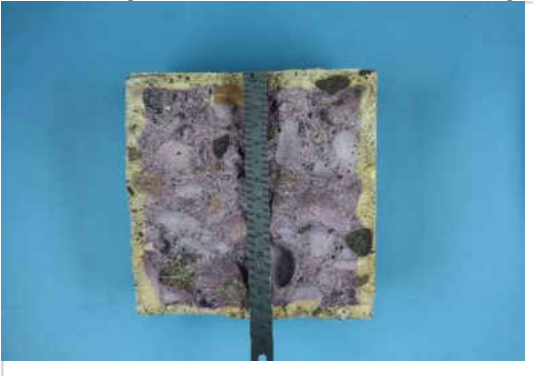
2. Messung - 05.07.2021

7 Tage



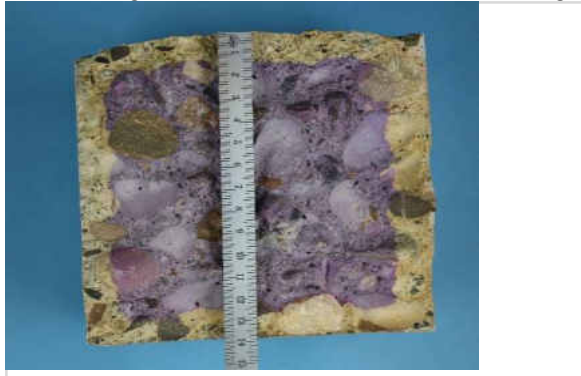
3. Messung - 26.07.2021

28 Tage



4. Messung - 06.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 2B P3
Projekt-Nr. 213101-02

Prüfkörper Herstellungsdatum 18.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 19.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 29.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.9	0.9	0.6	0.5	0.7	0.9	0.9	0.6	1.0	0.9	0.8
7	5.3	6.0	5.4	5.7	5.6	5.1	5.6	5.2	6.6	5.6	5.6
28	11.0	10.3	9.5	12.0	10.7	10.3	12.0	9.8	10.3	10.6	10.6
70	16.0	16.3	14.3	17.5	16.0	16.8	16.0	14.8	15.5	15.8	15.9

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.82

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.8
Bestimmtheitsmass R2 > =0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

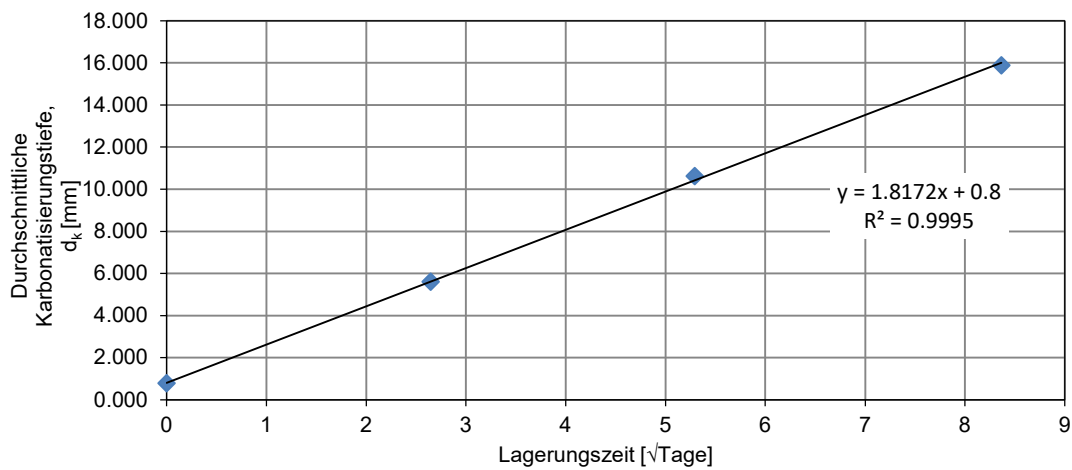
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

Beurteilung keine

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 29.06.2021 0 Tage



2. Messung - 06.07.2021 7 Tage



3. Messung - 27.07.2021 28 Tage



4. Messung - 07.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 29.06.2021

0 Tage



2. Messung - 06.07.2021

7 Tage



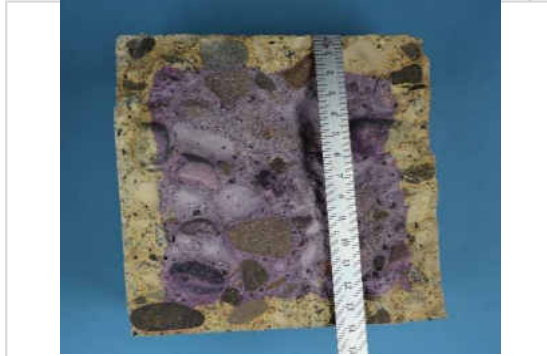
3. Messung - 27.07.2021

28 Tage



4. Messung - 07.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 3B p3
Projekt-Nr. 213101-03

Prüfkörper Herstellungsdatum 18.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 19.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 29.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.8	0.3	0.8	0.3	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7
7	4.3	4.8	5.1	5.0	4.8	5.3	5.4	5.3	5.4	5.3	5.1
28	8.9	10.6	10.5	9.3	9.8	11.3	9.8	9.8	8.8	9.9	9.8
70	15.5	16.3	19.3	16.0	16.8	16.0	18.3	15.3	15.8	16.3	16.5

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.84

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.7
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	1	-5

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

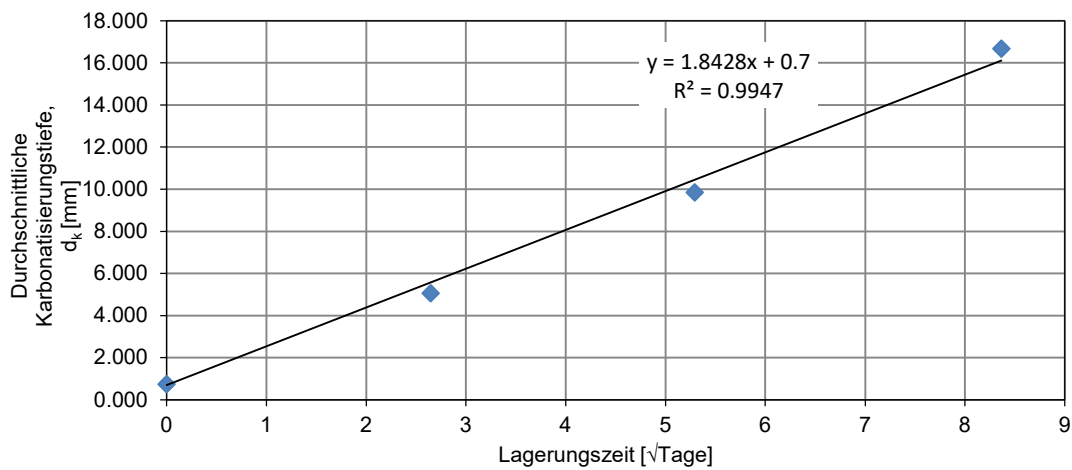
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung keine

Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



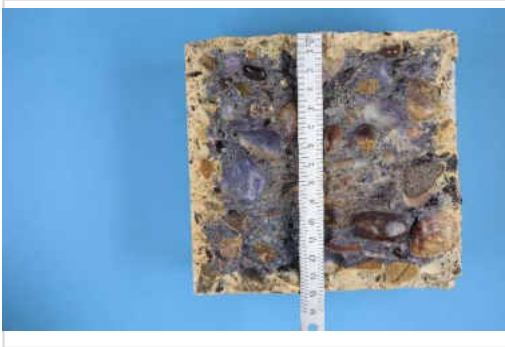
Nullmessung - 29.06.2021 0 Tage



2. Messung - 06.07.2021 7 Tage



3. Messung - 27.07.2021 28 Tage



4. Messung - 07.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 29.06.2021

0 Tage



2. Messung - 06.07.2021

7 Tage



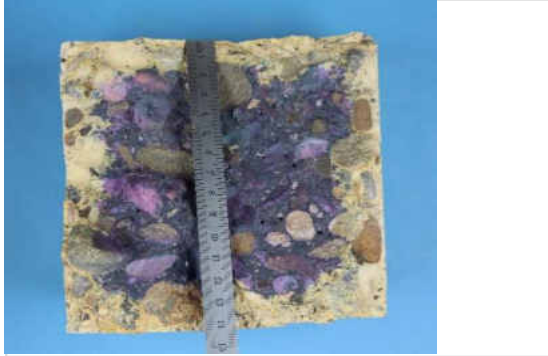
3. Messung - 27.07.2021

28 Tage



4. Messung - 07.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
 Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildeg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 4CD P3
Projekt-Nr. 213101-04

Prüfkörper Herstellungsdatum 19.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 20.05.2021
 Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 30.06.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
7	2.4	3.8	3.8	3.5	3.4	4.0	4.3	4.1	3.6	4.0	3.7
28	6.0	5.5	5.5	5.3	5.6	4.3	4.9	7.3	8.4	6.2	5.9
70	9.0	9.4	9.9	9.1	9.3	9.5	11.0	7.5	10.0	9.5	9.4

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.13

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.1
 Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

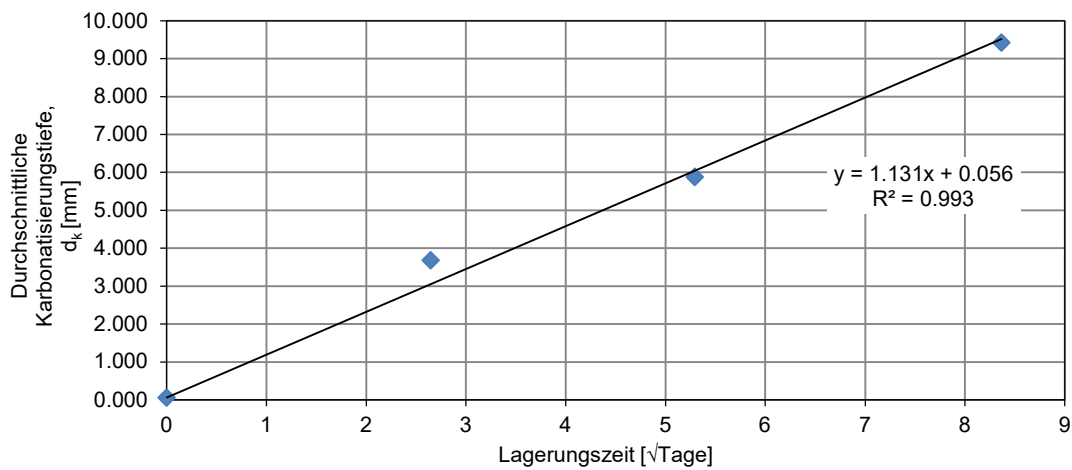
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

Beurteilung keine

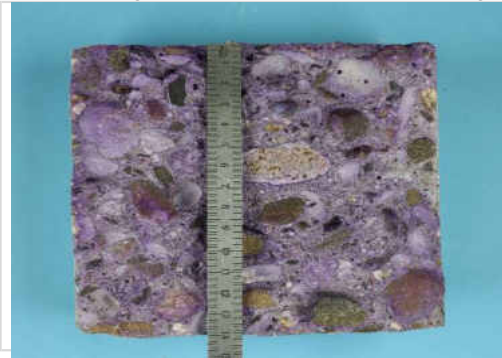
Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
 Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 30.06.2021 0 Tage



2. Messung - 07.07.2021 7 Tage



3. Messung - 28.07.2021 28 Tage



4. Messung - 08.09.2021 70 Tage



Physiklabor

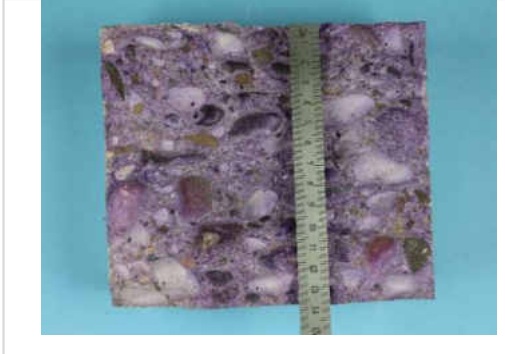
Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 30.06.2021

0 Tage



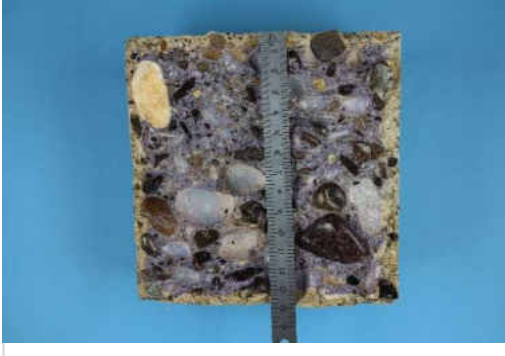
2. Messung - 07.07.2021

7 Tage



3. Messung - 28.07.2021

28 Tage



4. Messung - 08.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 5CD P3
Projekt-Nr. 213101-05

Prüfkörper Herstellungsdatum 19.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 20.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 30.06.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC3 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
7	2.1	3.4	1.8	3.2	2.6	2.8	3.1	3.0	3.9	3.2	2.9
28	5.3	6.3	5.0	6.3	5.7	4.8	5.5	6.3	5.3	5.4	5.6
70	7.5	10.0	10.0	9.9	9.3	9.8	9.8	9.5	10.0	9.8	9.5

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.11

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.00
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

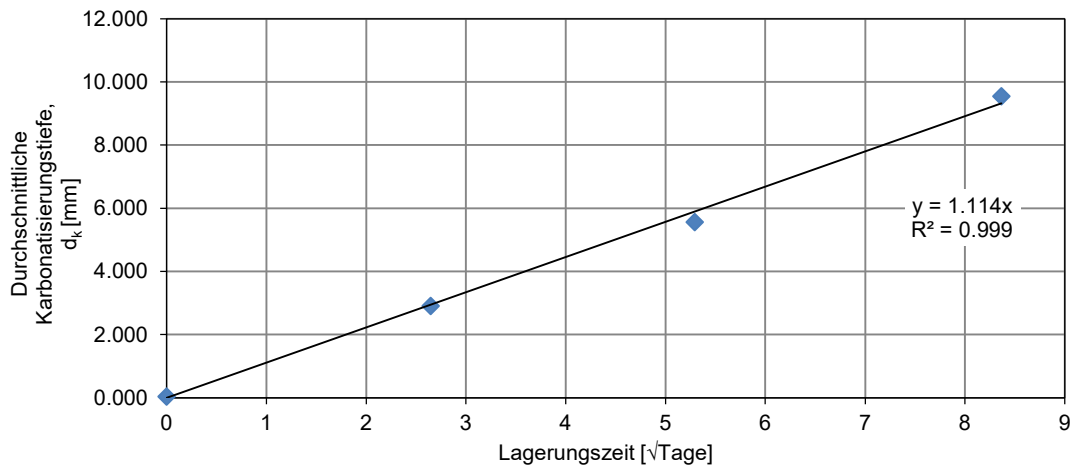
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

Beurteilung keine

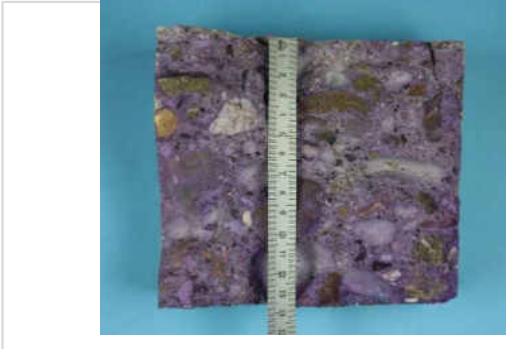
Grenzwert für XC3(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC3(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

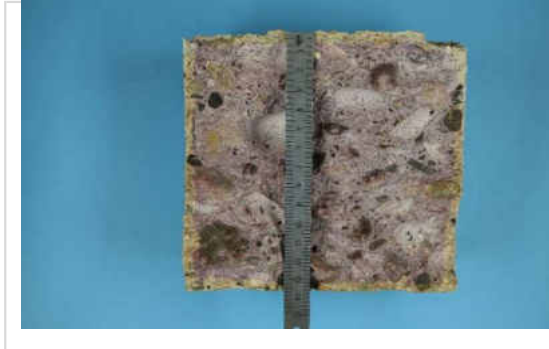
Bemerkungen



Nullmessung - 30.06.2021 0 Tage



2. Messung - 07.07.2021 7 Tage



3. Messung - 28.07.2021 28 Tage



4. Messung - 08.09.2021 70 Tage



Physiklabor

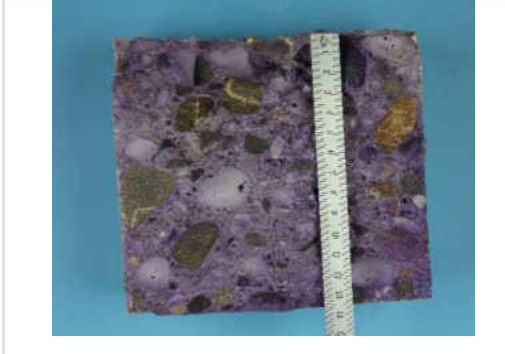
Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 30.06.2021

0 Tage



2. Messung - 07.07.2021

7 Tage



3. Messung - 28.07.2021

28 Tage



4. Messung - 08.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
 Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 6CD P3
Projekt-Nr. 213101-06

Prüfkörper Herstellungsdatum 20.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 21.05.2021
 Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 01.07.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsklassen XC4 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
7	3.0	3.9	3.9	3.4	3.6	2.8	4.1	3.4	3.6	3.5	3.5
28	8.1	6.3	8.8	9.5	8.2	7.4	8.0	7.3	7.5	7.5	7.8
70	10.5	11.0	11.0	10.9	10.8	11.0	12.8	12.5	11.8	12.0	11.4

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.38

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.1
 Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

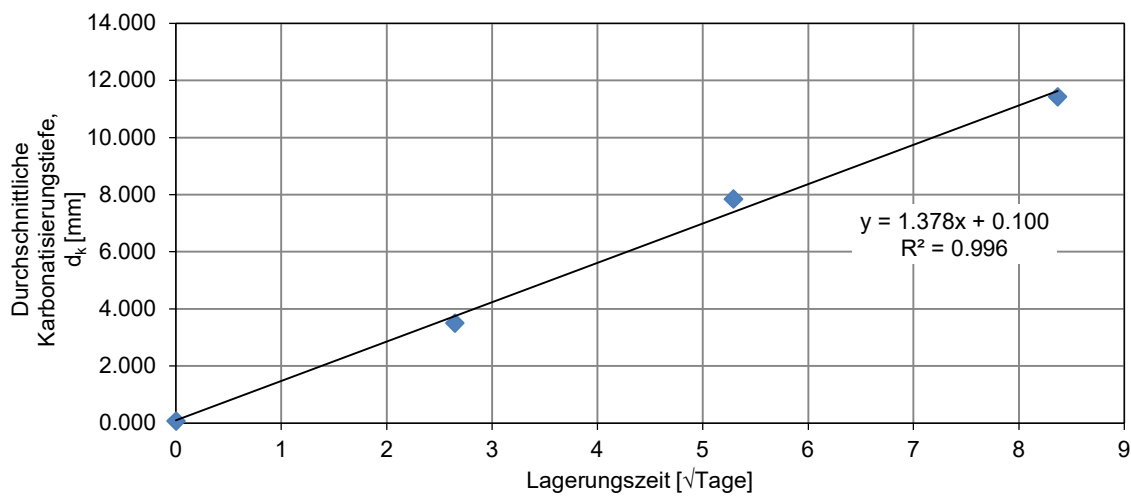
Beurteilung keine

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre na
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre na

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 01.07.2021 0 Tage



2. Messung - 08.07.2021 7 Tage



3. Messung - 29.07.2021 28 Tage



4. Messung - 09.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 01.07.2021

0 Tage



2. Messung - 08.07.2021

7 Tage



3. Messung - 29.07.2021

28 Tage



4. Messung - 09.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
Cementindustrie
Herr Dr. Martin Tschan
Marktgasse 53
3011 Bern

Wildegg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 7E P3
Projekt-Nr. 213101-07

Prüfkörper Herstellungsdatum 20.05.2021
Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 21.05.2021
Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 01.07.2021
Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
Expositionsklassen XC4 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.8	0.8	0.1	0.1	0.5	0.3	0.0	0.4	0.2	0.2	0.3
7	4.9	4.9	4.9	5.1	5.0	4.6	5.2	3.7	4.9	4.6	4.8
28	9.1	9.3	9.3	10.0	9.4	7.5	10.9	9.8	10.8	9.7	9.6
70	13.3	16.8	12.3	11.8	13.5	12.8	14.3	12.8	12.0	12.9	13.2

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.60

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.3
Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

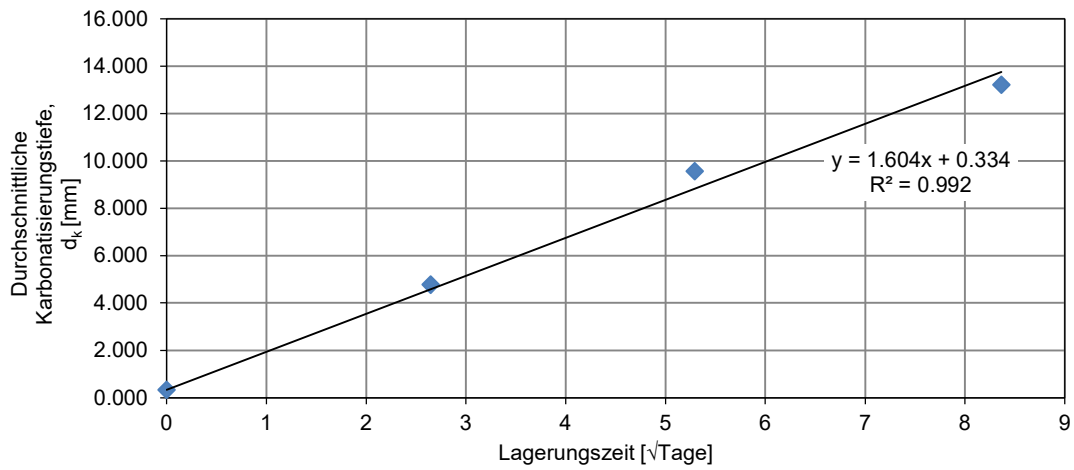
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung keine

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre na
Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre na
Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

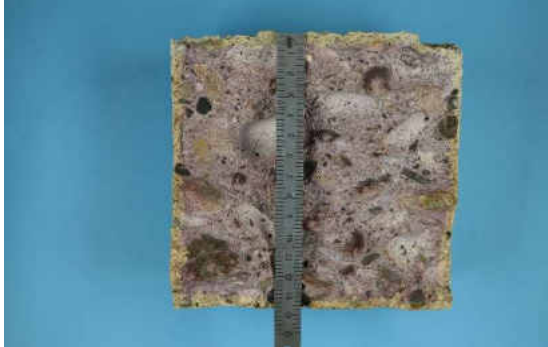
Bemerkungen



Nullmessung - 01.07.2021 0 Tage



2. Messung - 08.07.2021 7 Tage



3. Messung - 29.07.2021 28 Tage



4. Messung - 09.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 01.07.2021

0 Tage



2. Messung - 08.07.2021

7 Tage



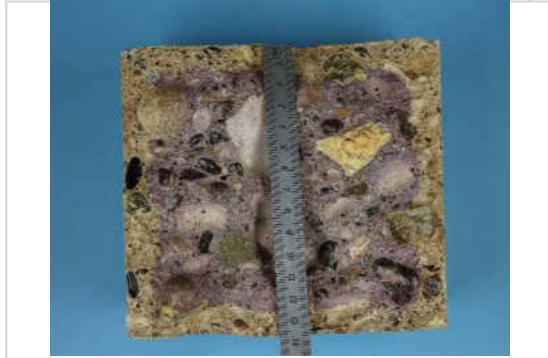
3. Messung - 29.07.2021

28 Tage



4. Messung - 09.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
 Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 15.03.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 8E P3
Projekt-Nr. 213101-08

Prüfkörper Herstellungsdatum 21.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 22.05.2021
 Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 02.07.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsklassen XC4 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
7	5.1	4.9	5.5	5.4	5.2	5.1	5.5	4.8	5.1	5.1	5.2
28	8.5	9.3	9.3	9.8	9.2	8.6	8.4	9.6	9.8	9.1	9.1
70	12.3	13.0	12.8	12.5	12.6	11.3	13.5	12.0	15.8	13.1	12.9

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.57

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.3
 Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	0	-

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 50 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC3(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage
XC4(CH) 100 Jahre	x.x mm/√Tage	x.x mm/√Tage

Beurteilung keine

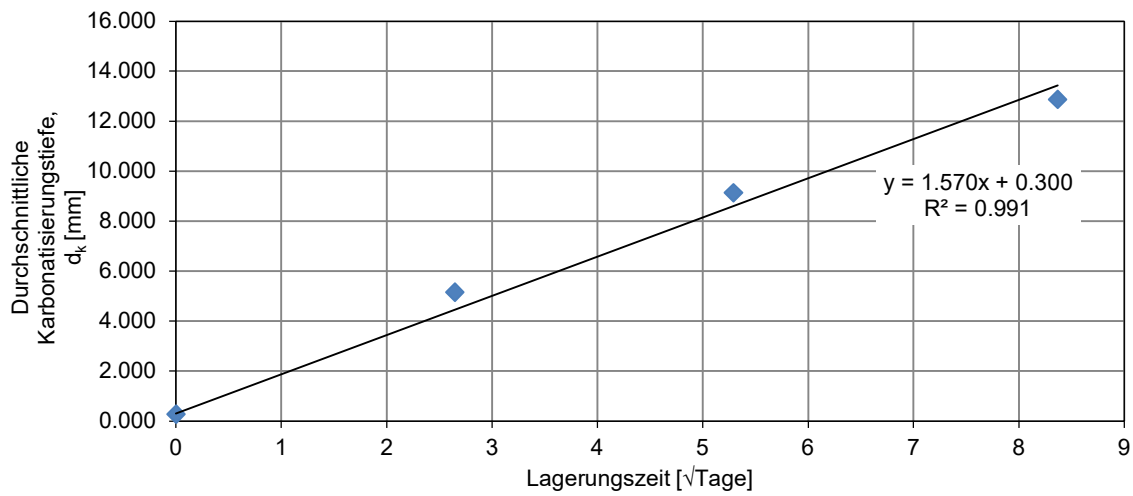
Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre na

Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre na

Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 02.07.2021

0 Tage



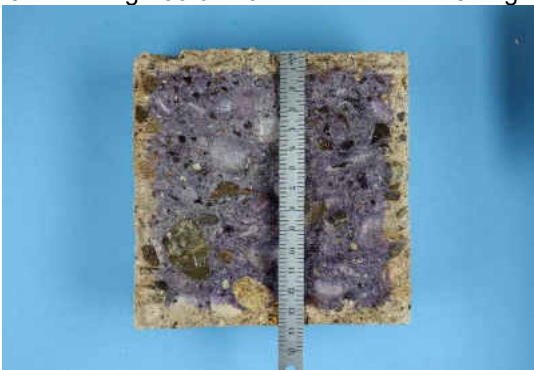
2. Messung - 09.07.2021

7 Tage



3. Messung - 30.07.2021

28 Tage



4. Messung - 10.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

Nullmessung - 02.07.2021

0 Tage



2. Messung - 09.07.2021

7 Tage



3. Messung - 30.07.2021

28 Tage



4. Messung - 10.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

cemsuisse Verband der Schweiz.
 Cementindustrie
 Herr Dr. Martin Tschan
 Marktgasse 53
 3011 Bern

Wildegg, 09.05.2022

Prüfbericht

Karbonatisierungswiderstand gemäss EN 12390-12:2020

Objekt Karbonatisierungswiderstand von beton gemäss SIA 262/1_Anhang I und EN 12390
Bezeichnung Mischung 9E P3
Projekt-Nr. 213101-09

Prüfkörper Herstellungsdatum 21.05.2021
 Herkunft Prismenherstellung TFB Eingang Labor 22.05.2021
 Art 2 Prismen 140 x 140 x 560 mm3 Prüfdatum 02.07.2021
 Probenalter bei Prüfbeginn 42 Tage Reaktor Nr.
 Expositionsklassen XC4 geprüft durch re

Angaben Nachbehandlung gemäss EN 12390-12:2020: Ausschalen nach 20+/-4Stunden, bis 28 Tage in Wasser, danach 14 Tage in Labor bei 18-25°C und rLF 50-65%.
 Die Einhaltung der Bedingungen kann nur ab Eingang Labor garantiert werden.

Zusammenstellung der Resultate

Zeit unter CO2 [Tage]	Prisma 1, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	Prisma 2, d _{k, face}				d _{k, spec} (Mittel) [mm]	d _k (Mittel) [mm]
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]		
0	0.9	1.0	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.2	0.5	0.4	0.5
7	5.1	5.6	4.1	4.9	5.0	5.1	4.5	3.9	3.9	4.4	4.7
28	8.9	9.8	10.5	12.0	10.3	11.0	11.0	10.8	10.0	10.7	10.5
70	15.3	14.8	15.8	19.0	16.2	17.3	18.3	16.0	18.3	17.4	16.8

Karbonatisierungsgeschwindigkeit KAC, [mm/√Tage] 1.92

Schnittpunkt a der Regressionsgeraden mit y-Achse 0.5
 Bestimmtheitsmass R2 >= 0.95 erfüllt

Lagerungsdauer Schnellkarbonatisierung, Tage	Anzahl von Δd _{k,point} > 4 mm	Werte Δd _{k,point} > 4 mm
0	0	-
7	0	-
28	0	-
70	1	-6

Anforderungen an K_{AC} gemäss Norm SN EN 206: keine

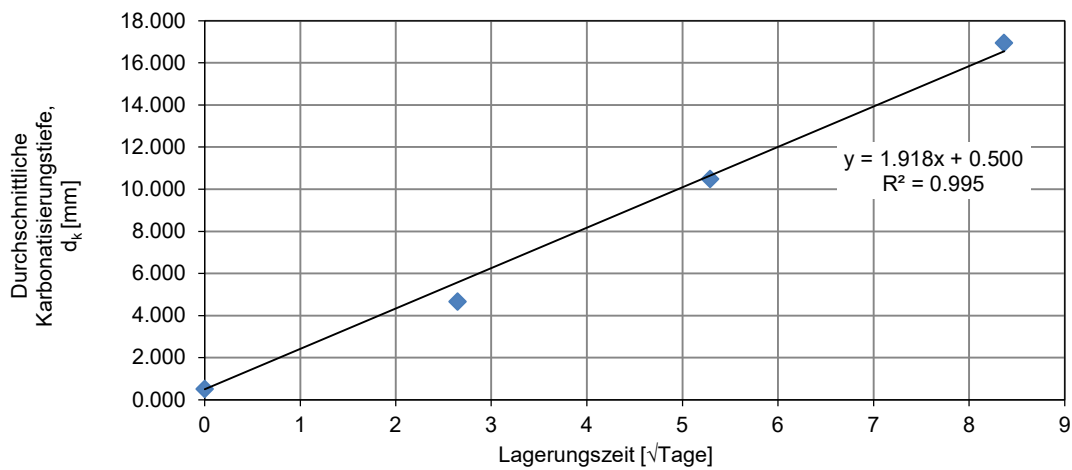
	TT-1 - Grenzwert	TT-1 - Grenzwert + maximal zulässige Grenzabweichung
XC3(CH) 50 Jahre		
XC4(CH) 50 Jahre		
XC3(CH) 100 Jahre		
XC4(CH) 100 Jahre		

Beurteilung keine

Grenzwert für XC4(CH) 50 Jahre na
 Grenzwert für XC4(CH) 100 Jahre na
 Bei der Beurteilung werden die Grenzabweichungen nicht berücksichtigt.

Abweichungen zur Norm

Bemerkungen



Nullmessung - 02.07.2021 0 Tage



2. Messung - 09.07.2021 7 Tage



3. Messung - 30.07.2021 28 Tage



4. Messung - 10.09.2021 70 Tage



Physiklabor

Wasmer Diego

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.

Prisma 2

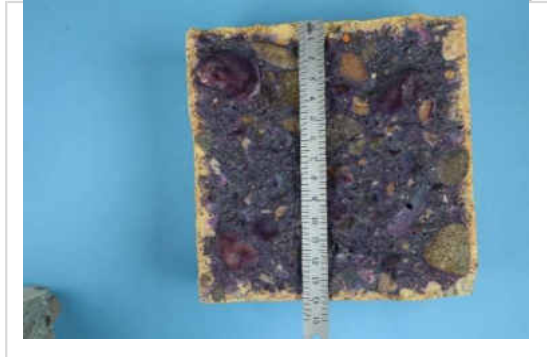
Nullmessung - 02.07.2021

0 Tage



2. Messung - 09.07.2021

7 Tage



3. Messung - 30.07.2021

28 Tage



4. Messung - 10.09.2021

70 Tage



Physiklabor

Diego Wasmer

Die Prüfergebnisse haben nur Gültigkeit für die untersuchten Proben. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise kopiert werden. Unzerstörte Proben werden nach der Prüfung 2 Monate aufbewahrt. Das Auftragsdossier wird während 13 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann die Dienstleistungen innerhalb von 30 Tagen beanstanden. Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Geschäftsbedingungen". Weitere Informationen auf www.tfb.ch.