



**Zementestriche
mit klinkerreduzierten
Zementen**

Zementestriche mit klinkerreduzierten Zementen von SCHWENK – ein Beitrag zur Nachhaltigkeit und Klimaschutz

Ausgangslage

Mit dem „Green Deal“ hat die Europäische Kommission die gesetzlichen Weichen gestellt, dass wir in Europa bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität in allen Bereichen erreichen müssen. In Deutschland wird dieses ehrgeizige Ziel bereits für 2045 angestrebt. In Baden-Württemberg und Bayern sogar bis 2040! Um dies zu erreichen, sind weiterhin sehr hohe Anforderungen an Zwischenziele definiert, die einzuhalten sind!

Da bei der Zementproduktion große Mengen an CO₂ freigesetzt werden, ist die Zementindustrie von den Regelungen im besonderen Maße betroffen. Bereits seit 1990 bis zum Jahr 2020 haben Maßnahmen in dem Zementherstellungsprozess und die Einführung von Portlandkompositzementen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen um etwa 20–25% beigetragen. Dieser Prozess muss nun aber deutlich beschleunigt werden, um die oben genannten ambitionierten Ziele zu erreichen.

Hierzu gibt es mehrere Ansätze, die in Summe zur Klimaneutralität der Zementindustrie führen sollen. Der Verein Deutscher Zementwerke e.V. hat in seiner Roadmap die notwendigen Schritte beschrieben. Die Einsparungen von CO₂ sollen entlang der gesamten Wertschöpfungskette des Bauens mit Beton erfolgen.

Etwa 2/3 der CO₂-Emissionen entstehen rohstoffbedingt bei der Klinkerherstellung, und zwar bei der Entsäuerung des Kalksteins und lassen sich technisch nicht vermeiden; 1/3 dann noch durch den Brennprozess. Pro Tonne Zementklinker entstehen so etwa mindestens 600 kg CO₂. Das größte Absenkungspotential der CO₂-Emissionen liegt deshalb im verstärkten Einsatz von Zementen mit reduziertem Klinkergehalt und daraus folgend erhöhtem Anteil weiterer Hauptbestandteile, die nicht gebrannt werden müssen. Im Normalfall handelt es hierbei um Kalksteinmehl (LL) und Hüttensand (S) oder Flugasche (V). Bereits in der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass CEM II/A-M-Zemente (6–20% Anteil weiterer Hauptbestandteile neben Klinker) und CEM II/B-M-Zemente (21–35% Anteil weiterer Hauptbestandteile neben Klinker) durch innovativen Einsatz von Zuschlagstoffen bei der Zementproduktion das gewohnt hohe Leistungsniveau und in der breiten Anwendung zu reinen Portlandzementen vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Im Transportbetonbereich sind diese Zemente mittlerweile auch Standard und haben die Portlandzemente CEM I vollständig abgelöst.

Mit der Veröffentlichung und nationalen Einführung der DIN EN 197-5 im April 2020 wurden Portlandkompositzemente CEM II/C-M in die Normung aufgenommen. Diese Zemente dürfen einen Anteil von 36–50 M.-% an zwei weiteren Hauptbestandteilen neben Klinker aufweisen und damit mehr als die bereits im Markt eingeführten CEM II/A-M- und CEM II/B-M-Zemente. Auch diese CEM II/C-M-Zemente finden bereits Anwendung in Transportbetonwerken.

Zemente für Sackware

Im Bereich der Sackware werden derzeit immer noch große Mengen an Portlandzementen CEM I verwendet. Häufig ist den Kunden nicht bewusst, dass es nachhaltige Alternativen für diese Anwendungen gibt, die weniger Portlandzementklinker enthalten und dennoch die geforderten Eigenschaften bezüglich Verarbeitung, Festigkeit und Dauerhaftigkeit zielsicher erreichen. Aber auch hier muss sich ein Wandel vollziehen. Ansonsten sind die ehrgeizigen Ziele zur Senkung der CO₂-Emissionen hin zur Klimaneutralität nicht zu erreichen. Der größte Anwendungsbereich für Sackware ist überwiegend die Herstellung von Zementestrichen auf Baustellen. Da die Sackware für SCHWENK ein wichtiges Segment darstellt, wurden hier aufwändige Untersuchungen mit verschiedenen Zementen zu den wesentlichen Estricheigenschaften durch ein unabhängiges Institut durchgeführt.



Bild 1: Einbau eines Zementestrich auf Fußbodenheizung (SCHWENK)

Untersuchungen zu Zementestrichen

Das „Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung – IBF“ in Troisdorf ist ein bekanntes und renommiertes Institut für alle Untersuchungen rund um den Bereich Fußboden. Besonders beim Thema „Zementestriche“ gibt es hier viel Erfahrung. In Abstimmung mit dem Institut wurden Vergleichsversuche von bisher verwendeten und den neuen Zementen auf die Praxistauglichkeit im Zementestrichsektor durchgeführt. Um eine gute Vergleichbarkeit zu erreichen, wurden die verschiedenen Zemente aus einem Zementwerksstandort ausgewählt.

Folgende Zemente, die auch als Sackware aus dem SCHWENK Zementwerk Karlstadt zur Verfügung stehen, wurden verwendet:

- CEM I 42,5 N (Z10)
- CEM II/A-LL 42,5 N (Z11)
- CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N (Z4N)

Mit den Zementen wurden Untersuchungen mit praxisüblichen Rezepturen, Verarbeitung und Lagerung simuliert. Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- Herstellung des Estrichmörtels im Verhältnis (Zement: Gesteinskörnung = 1 : 6); Massenteile mit Gesteinskörnungssieblinie B8 in Verbindung mit einem üblichen Estrichzusatzmittel (Kombiprodukt FM + LP), Wasserzementwert 0,57
- Rohdichte, Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit an Prismen und Probestplatten zu verschiedenen Zeitpunkten
- Längenänderung nach Graf-Kaufmann und Schwindrinne
- Austrocknungsverhalten auf Versuchsflächen unterschiedlicher Abmessung und Lagerung unter verschiedenen klimatischen Rahmenbedingungen
- Prüfung der Ritzbarkeit, Oberflächenzugfestigkeit und Biegezugfestigkeit auf Versuchsflächen von ca. 2 m x 2 m.

Die Untersuchungen waren sehr breit angelegt, um alle wichtigen Parameter für Zementestriche zu ermitteln. Nachfolgend sollen nur die wichtigsten Ergebnisse gezeigt werden (auf Wunsch kann der ganze Untersuchungsbericht bei SCHWENK angefordert werden).

| | CEM I 42,5 N | CEM II/A-LL 42,5 N | CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N |
|--|--------------|--------------------|--------------------------|
| Ausbreitmaß Hägermantisch cm | 11 | 11 | 10 |
| Frischmörtelrohddichte kg/dm³ | 2,15 | 2,16 | 2,17 |
| Luftporengehalt Vol.-% | 9,6 | 9,9 | 7,8 |
| Druckfestigkeit 3 Tage N/mm² | 20,5 | 24 | 20,7 |
| Druckfestigkeit 7 Tage N/mm² | 28,4 | 30,9 | 32,0 |
| Druckfestigkeit 28 Tage N/mm² | 35,9 | 40,9 | 46,3 |
| Biegezugfestigkeit 28 Tage N/mm² | 6,9 | 7,1 | 6,4 |
| Festigkeitsklasse Zementestrich nach DIN EN 13813 | CT-C35-F6 | CT-C40-F7 | CT-C40-F6 |

Tabelle 1: Frisch- und Festmörtelraten der verschiedenen Zemente (Quelle IBF)

Die Daten der Tabelle 1 zeigen, dass die Frisch- und Festmörtelraten durchaus vergleichbar sind. Signifikante Unterschiede sind nicht erkennbar. Mit allen Zementen lässt sich ein Zementestrich der Klasse CT-F4 erzielen, was im Regelfall beim schwimmenden Estrich im Wohnungsbau ausreichend ist. Die Anforderung wird sogar deutlich übertroffen.

Wichtiger Parameter für Zementestrich ist das Austrocknungsverhalten, um die Belegreife für die nachfolgenden Gewerke sicherzustellen.

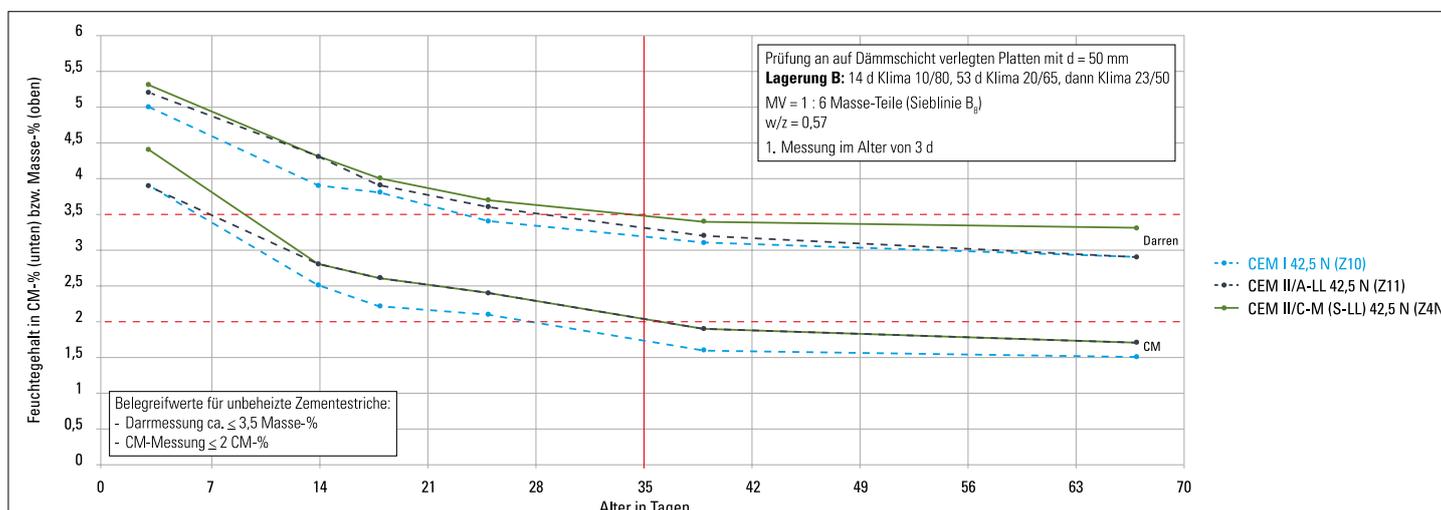


Bild 2: Austrocknungsverhalten der Zementestriche (Quelle IBF)

Das Austrocknungsverhalten zeigt bei allen 3 Zementarten, dass nach ca. 35 Tagen sowohl bei der Darmmethode, als auch mit dem CM-Gerät die empfohlenen Grenzwerte von 3,5 M.-% bzw. 2,0 M.-% (unbeheizt) zur Belegreife erreicht werden. Auf das Austrocknungsverhalten haben vor allem die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) großen Einfluss. Dies muss bei der Herstellung in besonderem Maße beachtet werden.



Bild 3: CM-Gerät zur Ermittlung der Restfeuchte (SCHWENK)

Tendenziell können CEM-II-M-Zemente bei der Messung mittels CM- und Darmmethode ein langsames Austrockenverhalten zeigen. Durch das bessere chemische und physikalische Wasserbindevermögen von Zusatzstoffen in diesen Zementen sollte jedoch das folgende Kapitel der KRL-Methode beachtet werden.

Zusätzliche Messung des Austrocknungsverhaltens mittels KRL-Methode

Die Definition der Belegreife eines Zementestrichs kann sich zwischen dem Estrichhersteller und dem nachgelagerten Parkett- und Bodenleger unterscheiden. Oft hat der Parkett- und Bodenleger wenig oder keine Kenntnis über die Zusammensetzung des Zementestrichs und damit über dessen Austrocknungsverhalten. Das macht es für ihn schwierig, den zeitlichen Verlauf bis zur Belegreife abzuschätzen, um einen zügigen Baufortschritt zu gewährleisten.

Seit einiger Zeit setzt der Industrieverband Klebstoffe e.V. in Verbindung mit den Parkett- und Bodenlegern neben der geforderten CM-Messung vermehrt auf die KRL-Messung, d.h. Messung der „korrespondierenden relativen Luftfeuchtigkeit“. Dabei wird mittels eines Hygrometers in einem abgeschlossenen Messbecher mit einer zerkleinerten Estrichprobe (max. 8 mm Bruchstücke analog CM) die relative Luftfeuchtigkeit gemessen. Innerhalb kurzer Zeit kann so materialunabhängig die Belegreife bestätigt werden. Es reicht eine Probenahme aus, um beide Messungen CM und KRL durchführen zu können.

Im Zuge der zukünftigen Estrichzusammensetzungen, mit verschiedenen Einflüssen, wie klinkerreduzierte Zemente, rezyklierte Zuschläge, neue Zusatzmittel etc., ist es sicherlich sinnvoll, sich mit der KRL-Methode für die Bestimmung des Austrocknungsverhaltens auseinanderzusetzen und diese dann auch anzuwenden.

Ökologische Betrachtung und technische Umsetzung

Neben den Frisch- und Festmörteleigenschaften ist die ökologische Betrachtung der unterschiedlichen Zemente künftig ein zusätzliches weiteres wichtiges Merkmal der verwendeten Baustoffe. Der Einfluss des Zementes bei den CO₂-Emissionen in Beton oder Zementestrich beträgt über 80 %. Dadurch wird auch klar, dass vor allem die Auswahl des Zementes den ökologischen Fußabdruck des Zementestriches beeinflusst. In folgender Tabelle 2 sind verschiedene Zementarten aufgeführt. Der Wert der CO₂-Emissionen in Spalte 3 gibt alle angefallenen CO₂-Emissionen der Produktherstellung „Zement“ bis zum Werkstor am Zementwerk an (A1-A3 netto). Die Angabe der Netto-Emissionen bedeutet, dass verwendete alternative Brennstoffe bei der Zementherstellung nicht berücksichtigt werden, da diese bereits dem Vorprodukt (z. B. Verpackung) zugeschlagen wurden.

| Zementbezeichnung | Lieferwerk | CO ₂ -Emissionen A1-A3 in kg | Anteil in % | Einsparung gegenüber CEM I in % |
|-------------------------------|--------------|---|-------------|---------------------------------|
| CEM I 42,5 N | Karlstadt | 522 | 100 | 0 |
| CEM II/A-LL 42,5 N | Karlstadt | 470 | 85 | 15 |
| CEM II/B-M (V-LL) 42,5 N (az) | Allmendingen | 401 | 77 | 23 |
| CEM II/C-M (V-LL) 42,5 N | Allmendingen | 348 | 67 | 33 |
| CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N | Karlstadt | 317 | 61 | 39 |

Tabelle 2: CO₂-Emissionen in kg CO₂-äquivalent verschiedener Zemente je t (SCHWENK)

Somit kann durch die Verwendung einer anderen Zementart bis zu 39 % der CO₂-Emissionen eingespart werden.

Bei der Umstellung von einer Zementart auf eine ökologischere Variante muss die Rezeptur entsprechend angepasst werden. Die CEM II/C-Zemente sind im Regelfall etwas feiner und haben einen etwas höheren Wasseranspruch. Dies kann jedoch durch die Anpassung des Wasser- bzw. des Zusatzmittelgehaltes ausgeglichen werden.

Fazit

Bei den durchgeführten Untersuchungen durch das IBF konnten keine signifikanten Unterschiede der bisher verwendeten Zemente CEM I 42,5 N, CEM II/A-LL 42,5 N und dem neuen klinkerreduzierten Zement CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N aus dem Zementwerk Karlstadt festgestellt werden.



Bild 4: Fertiggestellter Zementestrich mit CEM II/B-M (V-LL) 42,5 N (az) (SCHWENK)

Die Feuchtemessung nach der CM-Methode war bei allen Zementen uneingeschränkt möglich und hat zu einer vergleichbaren Belegreife geführt. Trotzdem kann es bei einigen klinkerreduzierten Zementen zu etwas längeren Austrocknungszeiten nach der CM-Methode kommen. Bei der Verwendung von klinkerreduzierten Zementen kann es deshalb sinnvoll sein, zusätzlich die Belegreife mit der KRL-Methode zu ermitteln.

Auch bei allen anderen Eigenschaften, wie Festigkeiten, Schwindverhalten oder Austrocknungsverhalten, sind diese mit den bisher verwendeten Zementen CEM I und CEM II/A-LL vergleichbar.

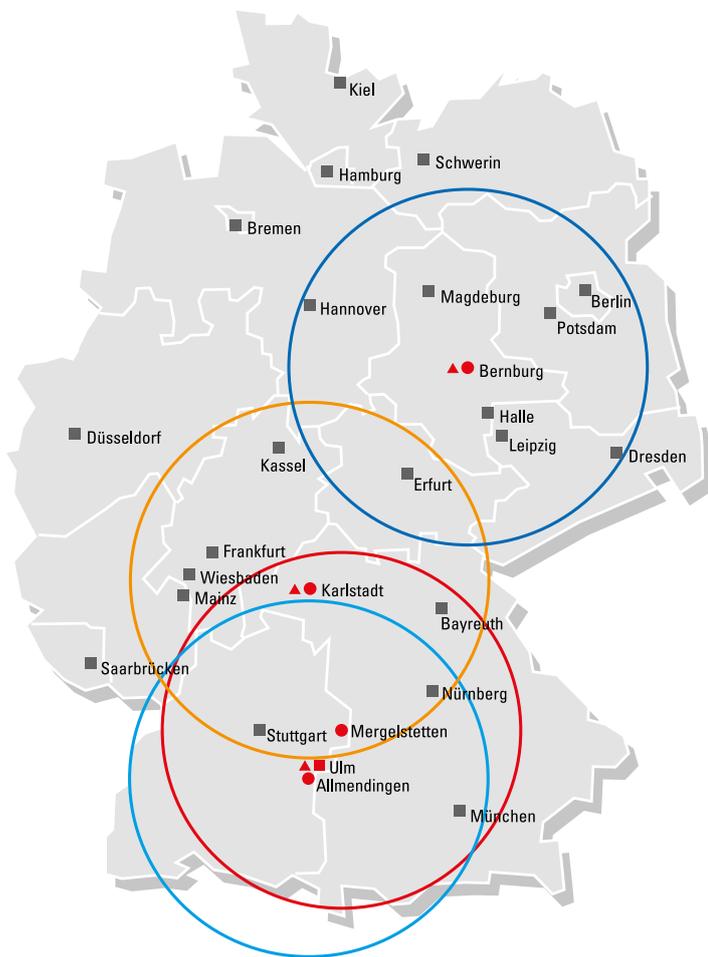
Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die neuen klinkerreduzierten Zemente durchaus für qualitativ hochwertige Zementestriche geeignet sind. Bei der Umstellung ist zu beachten, dass unter Umständen eine Anpassung der Betonzusammensetzung (Wassergehalt, Zusatzmittel) zu erfolgen hat. Bei einigen Praxisanwendungen mit Estrichlegern konnte diese Vorgehensweise bestätigt werden.

Durch die Verwendung klinkereffizienter Zemente kann auch der wichtige Bereich der Estrichleger zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Baubereich beitragen.

Die Bauberater der SCHWENK Zement GmbH & Co. KG beraten Sie gerne in allen anwendungstechnischen Fragestellungen.



Liefergebietskarte



- Hauptverwaltung und Sitz der SCHWENK Zement GmbH & Co. KG
- Werksstandort der SCHWENK Zement GmbH & Co. KG
- ▲ Verkaufsbüro der SCHWENK Zement GmbH & Co. KG
- Liefergebiet Allmendingen (Zemente)
- Liefergebiet Bernburg (Zemente und Spezialbaustoffe)
- Liefergebiet Karlstadt (Zemente und Spezialbaustoffe)
- Liefergebiet Mergelstetten (Zemente und Spezialbaustoffe)

Stand Januar 2025

Die Angaben in dieser Druckschrift beruhen auf derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Mit der Herausgabe dieser Druckschrift verlieren frühere Druckschriften ihre Gültigkeit. Änderungen im Rahmen produkt- und anwendungstechnischer Weiterentwicklungen bleiben vorbehalten. Es gelten für alle Geschäftsbeziehungen unsere Verkaufs- und Lieferbedingungen in der jeweils aktuellen Version.

SCHWENK Zement GmbH & Co. KG

Hindenburgring 15 | 89077 Ulm | info@schwenk.de

Verkaufsbüros:

Ulm

Telefon: + 49 731 9341-181

Bernburg

Telefon: + 49 3471 358-500

Karlstadt

Telefon: + 49 9353 797-451

Beratung:

Unsere Bauberatung informiert Sie in allen anwendungstechnischen Fragen.

Ulm

Telefon: + 49 731 9341-123

Bernburg

Telefon: + 49 3471 358-500

Karlstadt

Telefon: + 49 9353 797-455

E-Mail

info.bauberatung@schwenk.de