

# NEWSLETTERTECHNIK

August 2018  
Engineering & Innovation

HEIDELBERGCEMENT



## ECHT. STARK. GRÜN.

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Sie erhalten heute eine neue Ausgabe unseres Newsletter Technik, mit dem wir Sie zu drei Themen informieren möchten, von denen wir hoffen, dass Sie Ihr Interesse treffen.

Herr Dr. Artelt, Senior Manager Sustainable Construction bei HC, berichtet über die CSC-Zertifizierung von Zement- und Betonwerken von HeidelbergCement sowie die daraus resultierenden Vorteile für Betonhersteller bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden im DGNB-System.

Im zweiten Artikel berichtet Herr Dr. Bosold, Projektleiter Technik im Informationszentrum Beton (IZB) über die Änderungen in der überarbeiteten WU-Richtlinie des DAfStB. Last but not least finden Sie im dritten Artikel einen Bericht von Herrn Ventur, Leiter Qualität im Werk Burglengenfeld und mir über den Ofenneubau unter laufendem Betrieb in diesem Werk und die aus Qualitätssicht für eine schnelle und erfolgreiche Umstellung erforderlichen Versuchsprogramme.

Wie Sie bemerkt haben, stellen wir mit dem heutigen Newsletter unseren Versand auf eine datenschutzrechtlich sichere Versandmethode um. Damit verbunden ist, dass Sie einen Link zum Newsletter Technik auf der Webseite von HeidelbergCement Deutschland erhalten, den Sie von dort herunterladen können.

Dort finden Sie auch unsere früheren Ausgaben des Newsletter Technik mit der Möglichkeit einzelne Artikel herunterzuladen.

Ich hoffe, dass unsere neue Versandmethode Ihre Zustimmung findet und wünsche Ihnen eine interessante Lektüre und einen schönen Spätsommer!



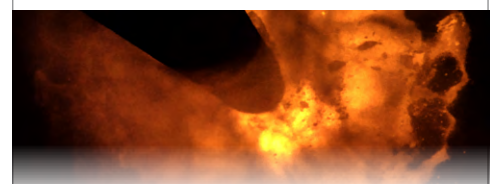
Ihre  
**Dagmar Küchlin**  
Teamleiterin Anwendungstechnik Zement,  
Abteilung Engineering & Innovation, Leimen



→ **CSC-Zertifizierter Zement und Beton – Unser klares Bekenntnis zur verantwortungsbewussten Ressourcengewinnung** [mehr >>](#)



→ **Die überarbeitete Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ – die wichtigsten Änderungen** [mehr >>](#)



→ **Werksmodernisierung Werk Burglengenfeld Neuer Wärmetauscherofen = Anderer Zement?** [mehr >>](#)



↑ HeidelbergCement Technology Center in Leimen

## CSC-zertifizierter Zement und Beton – unser klares Bekenntnis zur verantwortungsbewussten Ressourcengewinnung



**Dr. Christian Artelt**  
**HeidelbergCement AG**  
**Senior Manager**  
**Sustainable Construction,**  
**Global Environmental Sustainability**

Das Zertifizierungssystem des Concrete Sustainability Council (CSC) wurde mit dem Ziel entwickelt, die Transparenz der Herstellung von Beton, Zement und Gesteinskörnungen zu fördern und die Nachhaltigkeit dieser Baustoffe weiter zu verbessern.

Das CSC-System bietet Herstellern von Beton, Zement und Gesteinskörnungen eine Reihe von Chancen. Für Betonhersteller ist dies zum einen die Möglichkeit, die vorzüglichen technischen, bauphysikalischen und ästhetischen Eigenschaften von Beton in unserer Gesellschaft angemessen zu platzieren und damit zu einer entsprechenden Wertschätzung von Beton beizutragen. Mit der Erlangung des CSC-Labels erhalten Unternehmen zudem die Möglichkeit, sich selbst

einen Überblick über die Nachhaltigkeit ihrer Lieferkette zu verschaffen und in den Nachhaltigkeitsdialog mit Kunden und anderen gesellschaftlichen Interessenvertretern einzusteigen. Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Mehrwert ergibt sich aus der Anerkennung des CSC-Zertifikats in Systemen zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden (Green Building Labels): Mit der zunächst auf eine einjährige Testphase befristeten Anerkennung der CSC-Zertifikate „Silber“ und „Gold“ durch die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) kann Beton aus CSC-zertifizierten Betonwerken nun einen substantziellen Beitrag zur Zertifizierung nachhaltiger Gebäude leisten.

Herstellern von Zement und Gesteinskörnungen bietet das CSC-System die Möglichkeit, Kundenbeziehungen zu intensivieren und diesen zu einer höheren CSC-Bewertung zu verhelfen: Betonwerke können nämlich auch bei Erfüllung aller Kriterien ohne Berücksichtigung ihrer Lieferkette nur den Zertifizierungsgrad „Silber“ erreichen.

Das zurzeit höchste Niveau „Gold“ kann hingegen nur durch den Bezug von Zement aus CSC-zertifizierten Zementwerken bzw. von Gesteinskörnungen CSC-zertifizierter Gesteinskörnungslieferanten erreicht werden (s. nächsten Absatz).

► **CSC-zertifizierter Zement und Beton – unser klares Bekenntnis zur verantwortungsbewussten Ressourcengewinnung**

## DIE CSC-ZERTIFIZIERUNG

Eine Zertifizierung gemäß CSC erfordert die Einhaltung verschiedener Grundvoraussetzungen und erfolgt entlang verschiedener Kriterien innerhalb der vier Kategorien Management, Ökologie, Ökonomie und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit (s. Abbildung 1). Die Zertifizierung umfasst Betonwerke und deren Lieferkette.

Bei der CSC-Zertifizierung werden bei Erfüllung der verschiedenen Kriterien Bewertungspunkte vergeben und Zertifikate (s. Abbildung 2) entsprechend der nachfolgenden Erfüllungsgrade in Gold, Silber und Bronze erteilt.

### CSC-Zertifikate für nachhaltig hergestellten Beton:

- Bronze ab einem Erfüllungsgrad von 30%
- Silber ab einem Erfüllungsgrad von 50%
- Gold ab einem Erfüllungsgrad von 65%

Das Zertifizierungsniveau Gold kann nur bei Berücksichtigung der Lieferkette erreicht werden, d. h. bei Verwendung der Ausgangsstoffe aus CSC-zertifizierten Herstellwerken.

### CSC-Lieferketten-Zertifikate für nachhaltig hergestellten Zement und nachhaltig hergestellte Gesteinskörnungen:

- Bronze ab einem Erfüllungsgrad von 50%
- Silber ab einem Erfüllungsgrad von 83,3%

Da die Lieferkette hier weniger intensiv betrachtet wird, ist für die Zertifikatserlangung ein höherer Erfüllungsgrad als bei Beton nachzuweisen. Zertifikate in Gold werden bislang nicht erteilt.

Bei der Nachhaltigkeitsbewertung der Herstellung von Beton wird wie in Abbildung 3 dargestellt, der Beitrag an Bewertungspunkten aus dem Betonwerk mit 60 % und der Beitrag aus der Lieferkette mit 40 % gewichtet (Zement 25 %, Gesteinskörnungen 15 %).

#### Grundvoraussetzungen

- Einhaltung geltender Gesetze
- Menschenrechte
- Nachvollziehbare Materialherkunft

#### Management

- M1 Nachhaltige Einkaufspolitik
- M2 Umweltmanagement
- M3 Qualitätsmanagement
- M4 Gesundheits- & Sicherheitsmanagement
- M5 Lieferkette
- M6 Benchmark

#### Soziales

- S1 Produktinformation
- S2 Lokales Gemeinwesen
- S3 Gesundheit & Sicherheit
- S4 Arbeitsbedingungen

#### Umwelt

- U1 Ökologische Produktinformationen
- U2 Landnutzung
- U3 Energieverbrauch
- U4 Luftqualität
- U5 Wasserverbrauch
- U6 Biodiversität
- U7 Sekundäre Materialien
- U8 Transport
- U9 Sekundäre Brennstoffe

#### Ökonomie

- W1 Lokale Wirtschaft
- W2 Ethische Geschäftspraktiken
- W3 Innovationen
- W4 Feedback Prozess

↑ Abbildung 1: Kategorien und Kriterien des CSC-Zertifizierungssystems



↑ Abbildung 2: CSC-Zertifikate

► CSC-zertifizierter Zement und Beton – unser klares Bekenntnis zur verantwortungsbewussten Ressourcengewinnung

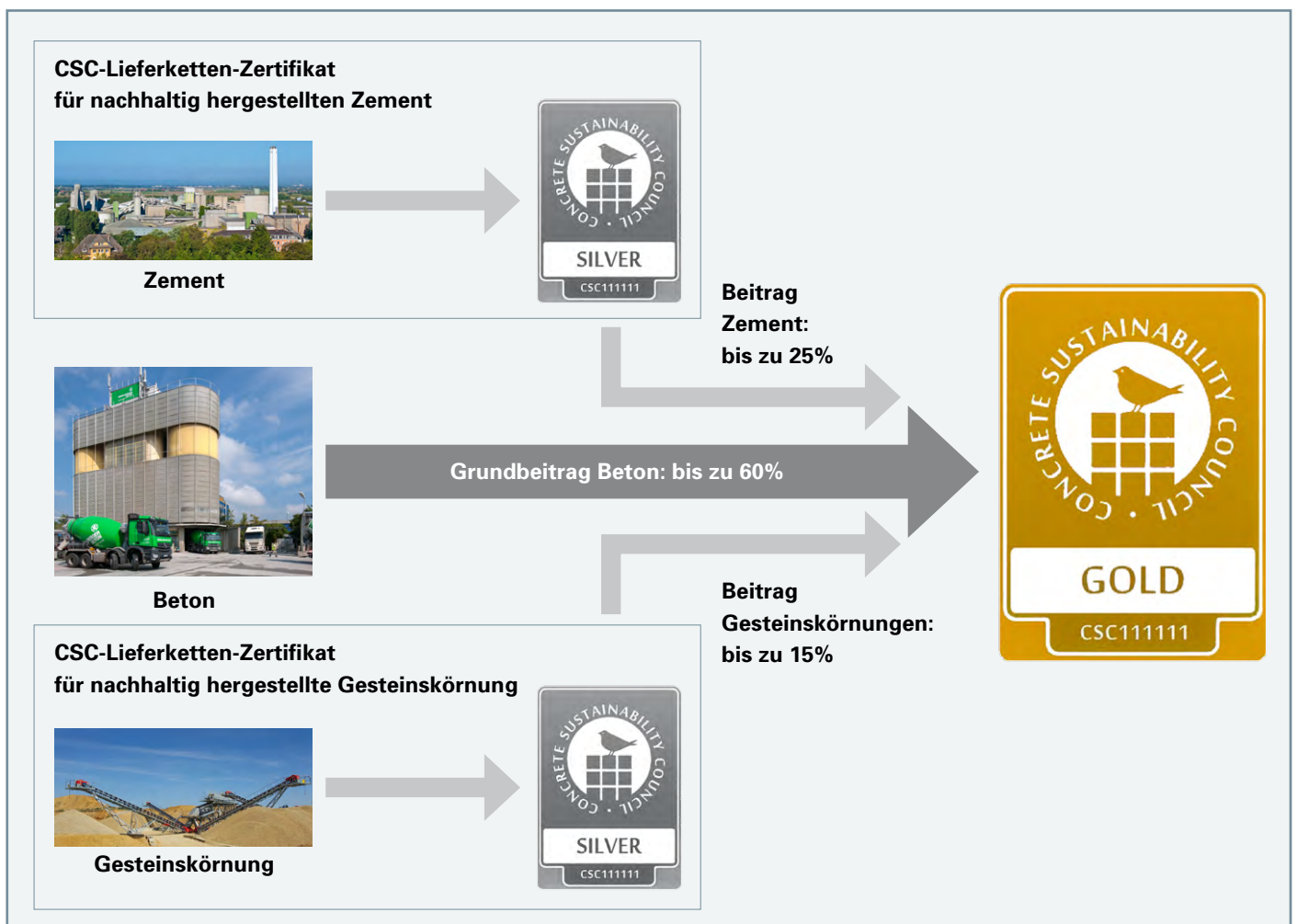
**DIE CSC-ZERTIFIZIERUNG BEI HEIDELBERGCEMENT IN DEUTSCHLAND**

Im April 2018 haben alle deutschen Zementwerke der HeidelbergCement AG eine CSC-Zertifizierung in der für Zulieferer höchsten Kategorie „Silber“ erhalten.

Eine höhere Bewertung können Hersteller von Zement und Gesteinskörnungen derzeit nicht erlangen, da bei der Zertifizierung der Zulieferer bislang auf eine vertiefende Betrachtung der jeweiligen

Lieferkette verzichtet wird. Die Verwendung von Zement von HeidelbergCement bietet unseren Kunden den großen Vorteil, bei zukünftigen CSC-Zertifizierungen eigener Betonwerke das hervorragende Ergebnis von HeidelbergCement für sich nutzen zu können.

Dank der bei der CSC-Zertifizierung der Zementwerke nachgewiesenen hervorragenden Nachhaltigkeitsperformance von 92 % konnten 15 Betonwerke von Heidelberger Beton das in Deutschland erstmals vergebene CSC-Zertifizierungsniveau „Gold“ erreichen.



↑ Abbildung 3: Die CSC-Zertifizierung der Lieferkette ermöglicht es Betonwerken, eine CSC-Zertifizierung in „Gold“ zu erreichen.

► CSC-zertifizierter Zement und Beton – unser klares Bekenntnis zur verantwortungsbewussten Ressourcengewinnung

**DIE CSC-ZERTIFIZIERUNG IM DGNB-SYSTEM FÜR DIE BEWERTUNG NACHHALTIGER GEBÄUDE**

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. wurde 2007 gegründet und zählt heute rund 1200 Mitglieder. HeidelbergCement ist eines der Gründungsmitglieder der DGNB. Das DGNB-Zertifizierungssystem dient der Beschreibung und Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden und Quartieren.

Bewertet wird die Qualität im umfassenden Sinne, d.h. über den kompletten Gebäudelebenszyklus hinweg. Das System betrachtet alle wesentlichen Aspekte des nachhaltigen Bauens, worunter die DGNB die sechs Themenfelder Ökologie, Ökonomie, soziokulturelle und funktionale Aspekte, Technik, Prozesse und Standort versteht (s. Abbildung 4). Jedes dieser 6 Themenfelder deckt seinerseits eine Reihe verschiedener Kriterien ab.

**DGNB-ZERTIFIZIERUNG FÜR DIE BEWERTUNG NACHHALTIGER GEBÄUDE**

Die Vorteile der DGNB-Zertifizierung sind vielfältig: für den Nutzer sind dies z.B. ein erhöhtes Wohlbefinden durch die konsequente Berücksichtigung des Innenraumklimas oder geringere Betriebskosten durch die Umsetzung hoher Umweltstandards und die Optimierung der gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus. Für Investoren und Bauherren ergeben sich durch eine dezidierte Planung Vorteile aus dem besseren Erreichen der Leistungsziele des Gebäudes.

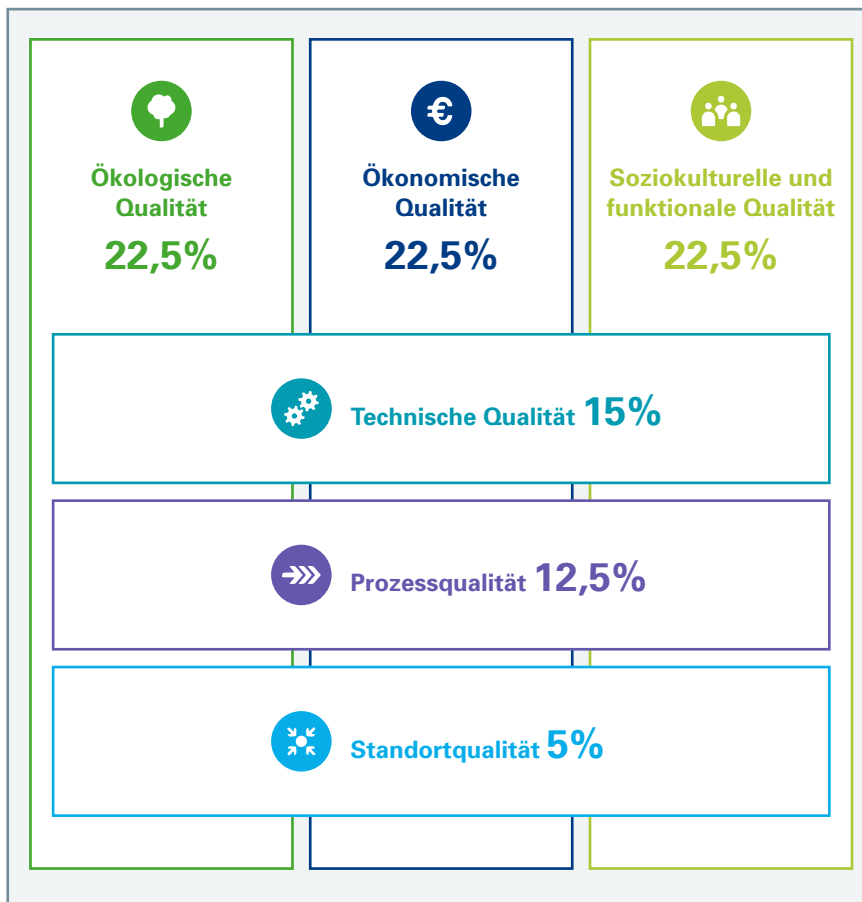
Aufgrund der für Eigentümer und Nutzer sichtbaren hohen Qualität zertifizierter Gebäude lassen sich auch vielerorts höhere Kaltmieten bzw. ein höherer Wiederverkaufswert erzielen.

Der Bestand an DGNB-zertifizierten Gebäuden beläuft sich in der Zwischenzeit auf ca. 1250 Objekte, die meisten davon in Deutschland, großteils in den A-Lagen Berlin, Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg, Köln, München und Stuttgart. Serienzertifizierungen kleinerer Wohngebäude sind hierbei nicht berücksichtigt.

Bei den zertifizierten Gebäuden handelt es sich gemäß einer BNP PARIBAS Real Estate Studie [2] in erster Linie um Büroobjekte und Hotels, bisweilen auch um Einzelhandelsimmobilien und Logistikanlagen.

Laut BNP PARIBAS Real Estate wächst der Markt für nachhaltige Gebäude spürbar schneller als der Gesamtmarkt für Einzelobjekte. So fließt heute bereits jeder dritte in Büroimmobilien investierte Euro in zertifizierte Gebäude.

Auch das im Oktober 2016 frisch bezogene Gebäude des HeidelbergCement Technology Centers in Leimen wurde erfolgreich nach DGNB zertifiziert. Dies ist auch für die neue Hauptverwaltung der HeidelbergCement AG in Heidelberg vorgesehen.



↑ Abbildung 4: Grundstruktur des DGNB-Systems [1]

► CSC-zertifizierter Zement und Beton – unser klares Bekenntnis zur verantwortungsbewussten Ressourcengewinnung

Baustoffe spielen eine wesentliche Rolle, um die gesteckten Nachhaltigkeitsziele im Gebäude oder Quartier zu erreichen. Dies wird auch im DGNB-System abgebildet: So hat die DGNB im Zuge des Anfang 2018 veröffentlichten Updates des DGNB-Systems (→ Version 2018) das vormalige Kriterium „Umweltverträgliche Materialgewinnung“ in das weiter gefasste Kriterium „Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung“ (ENV1.3) überführt. Hierunter ist die nachhaltige Herstellung von Baustoffen zu verstehen. Das Kriterium „Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung“ ist im DGNB-System innerhalb der ökologischen Bewertung des Gebäudes verankert (s. Abbildung 5).

Ziel des Kriteriums ist es, die Verwendung von nachhaltig hergestellten Baustoffen zu fördern, d.h. von Baustoffen,

die hinsichtlich ökologischer und sozialer Auswirkungen über die Wertschöpfungskette transparent sind und bei denen die Rohstoffgewinnung und die Verarbeitung anerkannten ökologischen und sozialen Standards entsprechen.

Mit der zunächst auf eine einjährige Testphase befristeten Anerkennung der Stufen Silber und Gold des CSC-Labels im Kriterium ENV1.3 der Version 2018 „DGNB-System Kriterienkatalog Gebäude Neubau“ und „Innenräume“ in der Qualitätsstufe 1.2 besteht nun für Betonhersteller die Möglichkeit, durch die Lieferung von CSC-zertifiziertem Beton einen messbaren, positiven Beitrag zur Gebäudezertifizierung nach DGNB zu leisten.

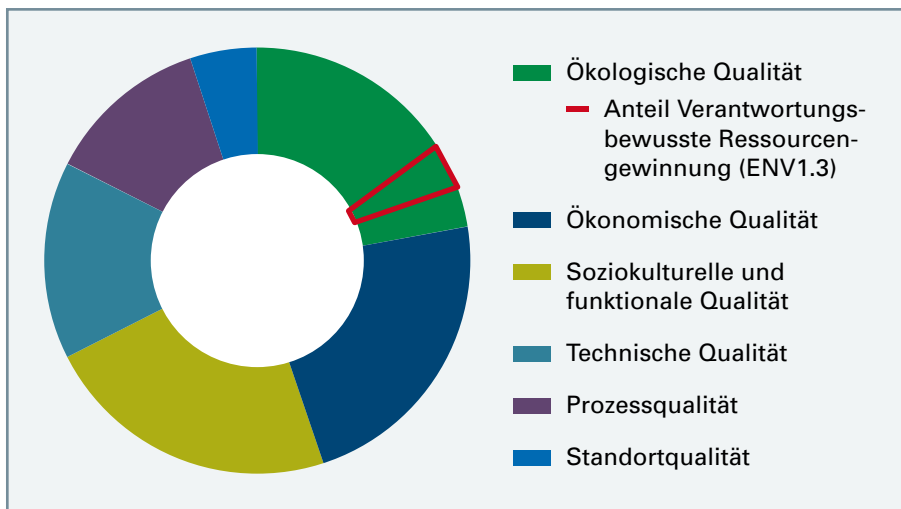
**FAZIT & AUSBLICK**

Alle Zementwerke der Heidelberg-Cement AG in Deutschland sind mit dem Siegel „Silber“, der derzeit höchstmöglichen Auszeichnung des CSC, ausgezeichnet worden. Das Zertifikat bescheinigt dem Unternehmen eine ökologisch, sozial und wirtschaftlich verantwortungsvoll (= nachhaltig) gemanagte Zementproduktion, die auch die gesamte Wertschöpfungskette berücksichtigt.

Mit der vor kurzem begonnenen Überarbeitung des CSC-Systems strebt der Concrete Sustainability Council eine dauerhafte Anerkennung seines Zertifizierungssystems durch die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) an. Dies wird unter anderem durch die Weiterentwicklung verschiedener Nachhaltigkeitskriterien und durch eine konsequente Einbeziehung der Herstellung von Zement und Gesteinskörnungen sichergestellt.

**QUELLEN**

- [1] DGNB System Kriterienkatalog Gebäude Neubau, Version 2018, S. 24
- [2] Market Focus 2016: Investmentmarkt Green Buildings. BNP PARIBAS Real Estate



↑ Abbildung 5: Das Kriterium ENV1.3 „Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung“ im DGNB-System 2018



↑ WU-Beton im „Wannenbad“: der schwimmende Keller

Quelle: [www.buerkle-fertigkeller.de](http://www.buerkle-fertigkeller.de)

## Die überarbeitete DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ – die wichtigsten Änderungen



**Dr.-Ing. Diethelm Bosold**  
**InformationsZentrum Beton GmbH**  
**Projektleiter Technik**

Die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ des DAfStb („WU-Richtlinie“) [1, 2] ist überarbeitet worden und mit Ausgabedatum Dezember 2017 erschienen. Das grundlegende Prinzip der Richtlinie ist erhalten geblieben. Die WU-Richtlinie wurde redaktionell überarbeitet. Inhaltliche Änderungen gibt es bei den Aufgaben der Planung, den Beanspruchungsklassen, den Entwurfsgrundsätzen und Präzisierungen unter anderem beim Einsatz von Elementwänden und beim Einbau von Ortbeton.

Die Erläuterungen zur Richtlinie werden derzeit überarbeitet und als Heft 555 (2. Auflage) des DAfStb veröffentlicht werden.

Einen guten Überblick über Änderungen und Erläuterungen bietet auch eine Veröffentlichung im neuen Betonkalender 2018 [3].

Im Folgenden werden die wesentlichen Änderungen in der WU-Richtlinie vorgestellt.

### **DIE AUFGABEN DER PLANUNG**

Um die Planung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton zu verbessern, erfolgte eine stärkere Herausstellung der Aufgaben der Planung als Leitfaden für erforderliche Planungsschritte; die bisher in der WU-Richtlinie enthaltenen Planungsschritte wurden präzisiert und erweitert (s. Infokasten).

Für die Erstellung eines WU-Betonbauwerks ist es entscheidend, dass die Entscheidungen und Maßnahmen aller am Planungs- und Bauprozess Beteiligten (Planung, Bemessung, konstruktive Durchbildung, Betonherstellung, Fugenabdichtung und Ausführung) wirksam ineinandergreifen. Hierzu ist eine enge und kontinuierliche Abstimmung und Rückkopplung über alle Schnittstellen hinweg erforderlich.

► Die überarbeitete Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ – die wichtigsten Änderungen

Neu aufgenommen wurde der Hinweis, dass ggf. die Zugänglichkeit zu luftseitigen Oberflächen der WU-Konstruktion bereits in der Planung zu berücksichtigen ist. Als Orientierungshilfe zur Abstimmung der Zuständigkeiten bei der Planung und der Ausführung enthält Anhang A der WU-Richtlinie [2] eine Checkliste als Orientierungshilfe.

**BEANSPRUCHUNGSKLASSEN: ÄNDERUNG BEI DER BESCHREIBUNG DER WASSEREINWIRKUNG**

Die WU-Richtlinie unterscheidet wie bisher zwischen den Beanspruchungsklassen 1 und 2 (s. Tabelle 1). Allerdings ergeben sich bei der Wassereinwirkung Änderungen. Dies hat Auswirkungen auf die Einstufung in die Überwachungsklassen. Da neben den Expositionsclassen und der Festigkeitsklasse auch Sonderbetone oder die Art der Wassereinwirkung für die Einteilung in die Überwachungsklassen ÜK 1 oder ÜK 2 maßgebend sind, ergeben sich durch die Änderungen bei den Begriffen auch Änderungen bei der Einteilung in die Überwachungsklassen: Bisher war „zeitweise aufstauendes Sickerwasser“ der Beanspruchungsklasse 1 zugeordnet, war aber nach ÜK 1 zu überwachen. Durch den Wegfall dieser Wassereinwirkung ergibt sich jetzt eine einfachere Zuordnung der Beanspruchungsklassen zu den Überwachungsklassen. Da die Überwachungsklassen in DIN 1045-3 [4] definiert sind, muss hier die nächste Überarbeitung dieser Norm aber noch abgewartet werden.

Beanspruchungsklasse	Wassereinwirkung nach WU-Richtlinie „alt“	Wassereinwirkung nach WU-Richtlinie „neu“
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ drückendes Wasser</li> <li>■ nichtdrückendes Wasser</li> <li>■ zeitweise aufstauendes Sickerwasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ständig oder zeitweise drückendes Wasser</li> <li>■ WU-Dächer</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bodenfeuchte</li> <li>■ nichtstauendes Sickerwasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bodenfeuchte</li> <li>■ an der Wand ablaufendes Wasser</li> </ul>

↑ Tabelle 1: Vergleich der Einstufung der Wassereinwirkung nach alter und neuer WU-Richtlinie

**AUFGABEN UND MASSNAHMEN DER PLANUNG VON WU-BAUWERKEN NACH DAfStb-RICHTLINIE [2]**

- a) Bedarfsplanung (dokumentierte Nutzungsanforderungen);
- b) Festlegung der Beanspruchungsklasse und erforderlichenfalls Berücksichtigung angreifender Wässer und Böden;
- c) Festlegung einer oder mehrerer Nutzungsklassen und des Nutzungsbeginns;
- d) Bauteilbezogene Wahl eines Entwurfsgrundsatzes: „Risse vermeiden“, „Rissbreiten für Selbstheilung begrenzen“, „Einzelrisse zulassen und planmäßig abdichten“;
- e) Festlegen der aus den Entwurfsgrundsätzen folgenden konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen (z. B. Festlegung von Betoneigenschaften, die der Bemessung zugrunde liegen);
- f) Wahl von Bauteilabmessungen, Bewegungsfugen, Sollrissfugen;
- g) Bemessung und Bewehrungskonstruktion;
- h) Planung von Einbauteilen und Durchdringungen;
- i) Planung von Bauablauf, Betonierabschnitten, Arbeitsfugen, einschließlich der erforderlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen;
- j) Planung des geschlossenen Fugenabdichtungssystems;
- k) Planung und Ausschreibung der Abdichtung für alle planmäßigen und unplanmäßigen Trennrisse;
- l) Dokumentation aller relevanten Festlegungen und Entscheidungen in der Planung und Weitergabe an alle Beteiligten (WU-Konzept);
- m) Beschreibung der für die Nutzung möglicherweise folgenden Einschränkungen (z. B. wasserführende Risse, Annahmen für den Zeitraum und die Bedingungen für die Selbstheilung).



► Die überarbeitete Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ – die wichtigsten Änderungen

**ENTWURFSGRUNDSÄTZE**

Entscheidend für die Planung eines WU-Bauwerks ist die richtige, auf die objekt-, bauteil- und nutzungsbezogenen Randbedingungen abgestimmte Wahl des Entwurfsgrundsatzes und dem damit verbundenen Rissmanagement.

Die Entwurfsgrundsätze (EGS, s. Tabelle 2) berücksichtigen die Anforderungen der Nutzungsklassen hinsichtlich Trennrissbildung oder Trennrissbreiten.

Diese sind im Vergleich zur alten WU-Richtlinie [1] mit der Einstufung in [a], [b], [c] prinzipiell unverändert geblieben; es wurden lediglich – um Verwechslungen mit einer Aufzählung auszuschließen – die Buchstaben a bis c jeweils mit einem kleinen Quadrat umgeben.

Allerdings haben diese Entwurfsgrundsätze in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen, daher sind sie innerhalb der Richtlinie weiter vorne platziert und durch die Darstellung in

einem Kasten optisch hervorgehoben worden.

In der überarbeiteten WU-Richtlinie [2] wird ausgeführt, dass der Entwurfsgrundsatz [b] mit dem Ziel der Selbstheilung der Risse nur für die Nutzungsklasse B anwendbar ist. Weiterhin muss während der Bauzeit klar sein, ob sich ein Riss zugesetzt hat oder noch abzudichten ist. Der Entwurfsgrundsatz [b] darf nicht für WU-Bauwerke oder Bauteile der Nutzungsklasse A und nicht für WU-Dächer angewendet werden. Die Bedeutung des Entwurfsgrundsatzes [b] hat sich damit verringert. Hintergrund: Die Bauweise mit festgelegten Rissbreiten und Selbstheilung durch Wasserdurchtritt setzt meistens einen Wasserdurchtritt mit abgeschlossener Selbstheilung vor dem Nutzungsbeginn voraus. Und das ist häufig nicht zu gewährleisten. Entsprechend haben die anderen beiden Entwurfsgrundsätze eine größere Bedeutung bekommen.

Die Bedeutung der Entwurfsgrundsätze, das heißt der Umgang mit möglichen Rissen gerade bei Chlorideintrag, ist in den letzten Jahren deutlich größer geworden.

So sind mit der A1-Änderung der DIN EN 1992-1-1 NA [5] die Beispiele zu den Expositionsklassen bei XD3 dahingehend abgeändert worden, dass hier eine Formulierung aus dem Entwurfsgrundsatz [a] eingesetzt wurde:

XD3: u. a. befahrene Verkehrsflächen mit rissvermeidenden Bauweisen ohne Oberflächenschutz oder ohne Abdichtung

Ebenso sind die Entwurfsgrundsätze in den aktuellen DBV-Merkblättern „Parkhäuser und Tiefgaragen“, „Industrieböden aus Beton“ und „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“ berücksichtigt.

Entwurfsgrundsatz (EGS)	Ziel
[a]	Vermeidung von Trennrissen durch die Festlegung von konstruktiven, betontechnologischen und ausführungstechnischen Maßnahmen.
[b]	Festlegung von Trennrissbreiten, die so gewählt werden, dass bei Beanspruchungsklasse 1 der Wasserdurchtritt durch Selbstheilung begrenzt wird.
[c]	Festlegung von Trennrissbreiten, die in Kombination mit im Entwurf vorgesehenen planmäßigen Dichtmaßnahmen gemäß Abschnitt 12 die Anforderungen erfüllen. Hierbei sind in der Regel die Mindestanforderungen an die rechnerischen Trennrissbreiten nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.1 auf der feuchtebeanspruchten Bauteilseite einzuhalten.  Ziel dieses Entwurfsgrundsatzes ist es, die Anzahl der Risse zu minimieren und diese Risse bei Beanspruchungsklasse 1 zielsicher abzudichten.

↑ Tabelle 2: Entwurfsgrundsätze nach WU-Richtlinie des DAfStB

► Die überarbeitete Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ – die wichtigsten Änderungen

**MASSNAHMEN ZUR UMSETZUNG DER ENTWURFSGRUNDSÄTZE**

Um Rissbildung in Betonbauwerken zu verhindern bzw. zu minimieren sind Zwang mindernde Maßnahmen [2, Abschnitt 6.2 (1)] zu planen und umzusetzen. Dazu werden beispielhaft Maßnahmen zur Reduzierung von Zwangsspannungen aufgeführt, die einzeln oder in Kombination umgesetzt werden können (siehe Tabelle 3). Unterschieden wird dabei zwischen konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen. Die meisten Argumente sind erhalten geblieben, einzelne wenige neue Punkte neu in die Richtlinie aufgenommen

worden und in Tabelle 3 grün markiert. Um Rissbildung infolge von indirekten lastunabhängigen Einwirkungen besser minimieren zu können, muss man die Ursachen der Einwirkungen kennen. Diese sind in Abschnitt 8.1.2 (1) der WU-Richtlinie weiterhin genannt und auch bewertet. Demzufolge hat die Hydratationswärmeentwicklung den größten Einfluss auf Zwangsspannungen. Bei den Temperatureinwirkungen sind dann noch Temperaturänderungen z. B. durch Sonneneinstrahlung in der Bauphase oder durch betriebliche Erfordernisse in der Nutzungsphase (Einblasen von kalter Frischluft in eine Tiefgarage im Winter) zu beachten.

Neu in die Richtlinie aufgenommen wurde die Temperatureinwirkung infolge von Betonkernaktivierung. Neu ist auch die Festlegung, dass bei ungedämmten WU-Dächern größere Zwangsspannungen zu berücksichtigen oder diese z. B. durch Erdüberdeckung zu reduzieren sind [2, Abschnitt 8.1.2 (4)].

Schwinden ist aufgrund der günstigen Feuchtebedingungen in WU-Betonbauteilen im Allgemeinen eher als gering zu bewerten.

Die Änderungen in den oben aufgeführten Maßnahmen beziehen sich überwiegend auf die Reduzierung der Hydratationswärmeentwicklung im Beton.

Konstruktive Maßnahmen		Betontechnische Maßnahmen	Ausführungstechnische Maßnahmen zur Reduzierung von Verformungen
bei Bodenplatten und WU-Dächern	bei Wänden		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verminderung der Reibung durch geglättete Sauberkeitsschicht</li> <li>■ Anordnung von Trennlagen oder Gleitschichten</li> <li>■ Vermeidung von Festhaltepunkten durch ebene Unterseiten</li> <li>■ Anordnung von Hydratationsgassen</li> <li>■ Vorspannung</li> <li>■ Vermeidung von einspringenden Ecken</li> <li>■ Anordnung von Fugen und Sollrissfugen (müssen ggf. in Wänden übernommen werden)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anordnung von Sollrissfugen</li> <li>■ Entkopplung der Wand vom Baugrubenverbau<sup>1</sup></li> <li>■ Anordnung von Hydratationsgassen<sup>1</sup></li> <li>■ Vorspannung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Festlegung von Betonrezepturen mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung (ggf. ergänzt durch wärmehaltende Nachbehandlung)</li> <li>■ Kühlung des Frischbetons<sup>1</sup></li> <li>■ Betonage mit möglichst niedrigen Frischbetontemperaturen<sup>1</sup></li> <li>■ Vorspannung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Frühzeitig einsetzende Nachbehandlung</li> <li>■ Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung</li> <li>■ Wahl des richtigen Betonierzeitpunktes</li> <li>■ Wärmehaltende Nachbehandlung nach Überschreiten des Temperaturmaximums<sup>1</sup></li> </ul>

↑ Tabelle 3: Maßnahmen zur Reduzierung von Verformungen

<sup>1</sup> Grüner Text: neu aufgenommene Maßnahmen zur Rissverhinderung bzw. -minimierung

► Die überarbeitete Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ – die wichtigsten Änderungen

## BETON

Die bisherigen Grenzwerte für die Betonzusammensetzung gerade beim w/z-Wert mit 0,60 bzw. 0,55 (bei Ausnutzung der Mindestdicken und Bk11) bleiben unverändert.

Die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Maßnahmen zur Minimierung der Zwangsspannungen aus abfließender Hydratationswärme können sich dahingehend auswirken, dass zunehmend in den Sommermonaten gekühlte Betone angefragt werden könnten.

## ANSCHLUSSMISCHUNG

Die Notwendigkeit einer Anschlussmischung ist sprachlich verschärft worden: Sowohl für den Ortbeton als auch für den Kernbeton von Elementwänden muss eine Anschlussmischung verwendet werden

- in Wänden bei freien Fallhöhen > 1 m,
- beim Kernbeton von Elementwänden mit Mindestwanddicke nach WU-Richtlinie auf einer Höhe von 300 mm.

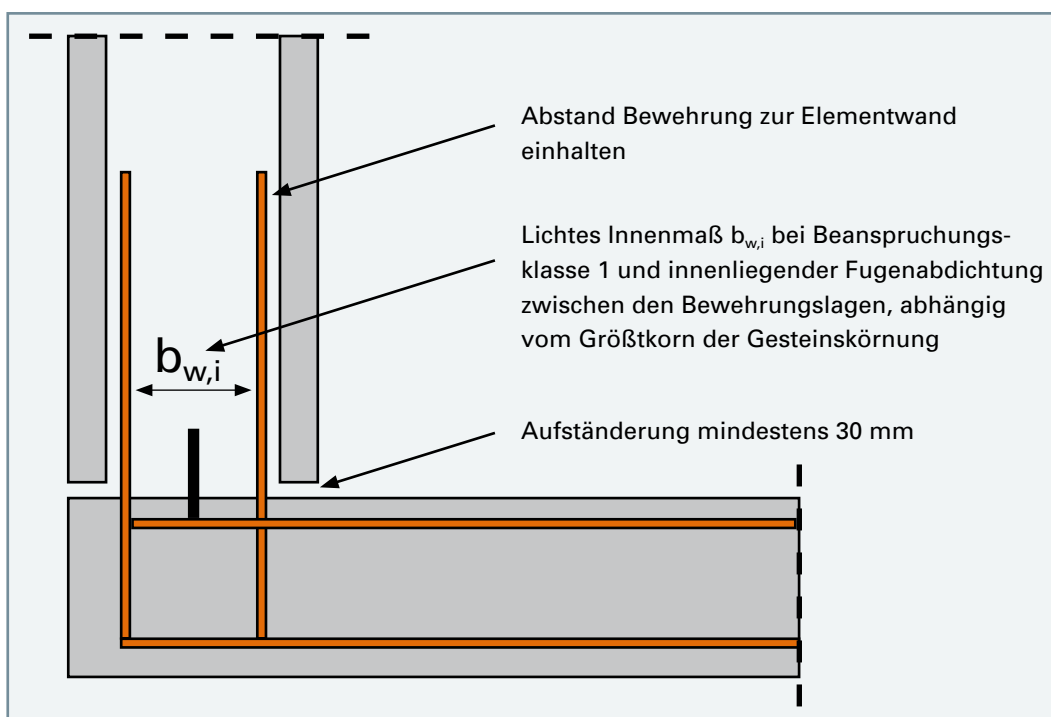
## EMPFOHLENE MINDESTBAUTEILDICKEN

Die in Tabelle 1 der WU-Richtlinie enthaltenen empfohlenen Mindestgesamtdicken sind unverändert. Neu aufgenommen wurden Mindestwerte für die Ortbetonergänzung bei Elementwänden und -decken und für WU-Dächer.

Neu ist, dass bei innenliegender Fugenabdichtung und Beanspruchungsklasse 1 das lichte Innenmaß  $b_{w,i}$  zwischen der Bewehrung eingehalten werden muss. Zu dieser Bewehrung zählt auch die Anschlussbewehrung aus der Sohle. Dies wird häufig zu größeren Mindestgesamtdicken bei Elementwänden führen als bisher.

Das lichte Innenmaß  $b_{w,i}$  ist abhängig vom Größtkorn der Gesteinskörnung und ist unverändert:

- bei  $D_{max} = 8$  mm:  $b_{w,i} \geq 120$  mm;
- bei  $D_{max} = 16$  mm:  $b_{w,i} \geq 140$  mm;
- bei  $D_{max} = 32$  mm:  $b_{w,i} \geq 180$  mm.



↑ Bild 1: Lichtes Innenmaß

► Die überarbeitete Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ – die wichtigsten Änderungen

## TRENNRISSBREITEN UND WASSER-DRUCK BEI NUTZUNGSKLASSE B UND ENTWURFSGRUNDSATZ $b$ (SELBSTTHEILUNG)

In der überarbeiteten WU-Richtlinie [2] wurde die Tabelle 2 „Rechenwerte der Trennrisssbreiten bei Selbstheilung (Nutzungsklasse B und Entwurfsgrundsatz  $b$ )“ um eine Spalte mit einer maximalen Druckhöhe des anstehenden Wassers  $h_w$  ergänzt. Hiermit soll der Umstand berücksichtigt werden, dass bei hohem Wasserdruck eine Selbstheilung immer unwahrscheinlicher wird.

## ANFORDERUNGEN AN DIE RAUTIEFE $R_t$ BEI ELEMENTWÄNDEN

Um den notwendigen Verbund zwischen den Fertigteilplatten und Ortbeton zu verbessern, ist die mittlere Rautiefe  $R_t$  an den Innenseiten der Fertigteilplatten der Elementwände (bzw. auch der Elementdeckenplatten) von bisher  $\geq 0,9$  mm auf  $\geq 1,5$  mm vergrößert worden. Dieser Wert ist in der Erstprüfung nachzuweisen. Weggefallen ist der monatliche Nachweis in der laufenden Produktion, stattdessen gilt für die Qualitätssicherung

- in der laufenden Produktion:
  - Herstellung einer Referenzplatte im Werk
  - Sichtprüfung im Werk und Vergleich mit der Referenzplatte; Dokumentation jeder Lieferung
  - Messung im Zweifelsfall (Sandflächenverfahren, lasergebundene Verfahren).
- auf der Baustelle:
  - Sichtprüfung stichprobenartig;
  - Messung im Zweifelsfall (Sandflächenverfahren, lasergebundene Verfahren).

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) ist überarbeitet worden und mit Datum Dezember 2017 erschienen. Neben redaktionellen Anpassungen sind einzelne Inhalte überarbeitet worden. Die Aufgaben der Planung wurden stärker herausgestellt und im Anhang A der Richtlinie mit einer Checkliste ergänzt. Die Wassereinwirkungsklassen sind mit ihren Begrifflichkeiten teilweise geändert worden. Die Entwurfsgrundsätze wurden stärker herausgestellt und präzisiert. An verschiedenen Stellen wurden kleinere Ergänzungen bzw. Verbesserungen vorgenommen.

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V.: DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie), inkl. Erläuterungen, erschienen als Heft 555 des DAfStb 2006
- [2] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V.: DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“, Beuth Verlag, 2017.
- [3] Alfes, C., Fingerloos, F., Flohrer, C.: Hinweise und Erläuterungen zur Neuausgabe der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“. In: Beton-Kalender 2018, Ernst & Sohn GmbH & Co. KG, Berlin, 2018, S. 174 – 226
- [4] DIN 1045-3, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 1367, 2012-3, Beuth-Verlag
- [5] DIN EN 1992-1-1 NA: A1 Änderung 2015-12: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Änderung A1, Beuth-Verlag



## Werksmodernisierung Werk Burglengenfeld: neuer Wärmetauscherofen = anderer Zement?

**Stefan Ventur**  
HeidelbergCement AG  
Leiter Qualität und  
Steinbruch, Burglengenfeld

**Dagmar Küchlin**  
HeidelbergCement AG  
Teamleiterin  
Anwendungstechnik Zement

„Masterplan Zement“ – hinter diesem Titel verbirgt sich das umfangreichste Modernisierungsprogramm für die deutschen Zementwerke von HeidelbergCement seit Jahrzehnten. Insgesamt ca. 340 Mio. Euro werden in Umweltschutz

(ab 2019 gelten verschärfte Grenzwerte für Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) und Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) und Effizienzsteigerung investiert. Die umfangreichsten Umbaumaßnahmen erfolgen an den Standorten Burglengenfeld und Schelklingen: Hier werden die über 40 Jahre alten Drehrohröfen durch neue Ofensysteme mit Kalzinator ersetzt.

Zu Beginn des Jahres 2016 starteten die Baumaßnahmen im Werk Burglengenfeld und am 26.3.2018 wurde der erste Klinker im neuen Ofen gebrannt.

Mit der Modernisierung entstand in Burglengenfeld ein Zementwerk mit der modernsten verfügbaren Technik. In Abbildung 1 sind die Umbaumaßnahmen

bildlich dargestellt. Besonders herausfordernd war dabei, dass der komplette Umbau im Bestand unter Produktion erfolgte. Neu gebaut wurden:

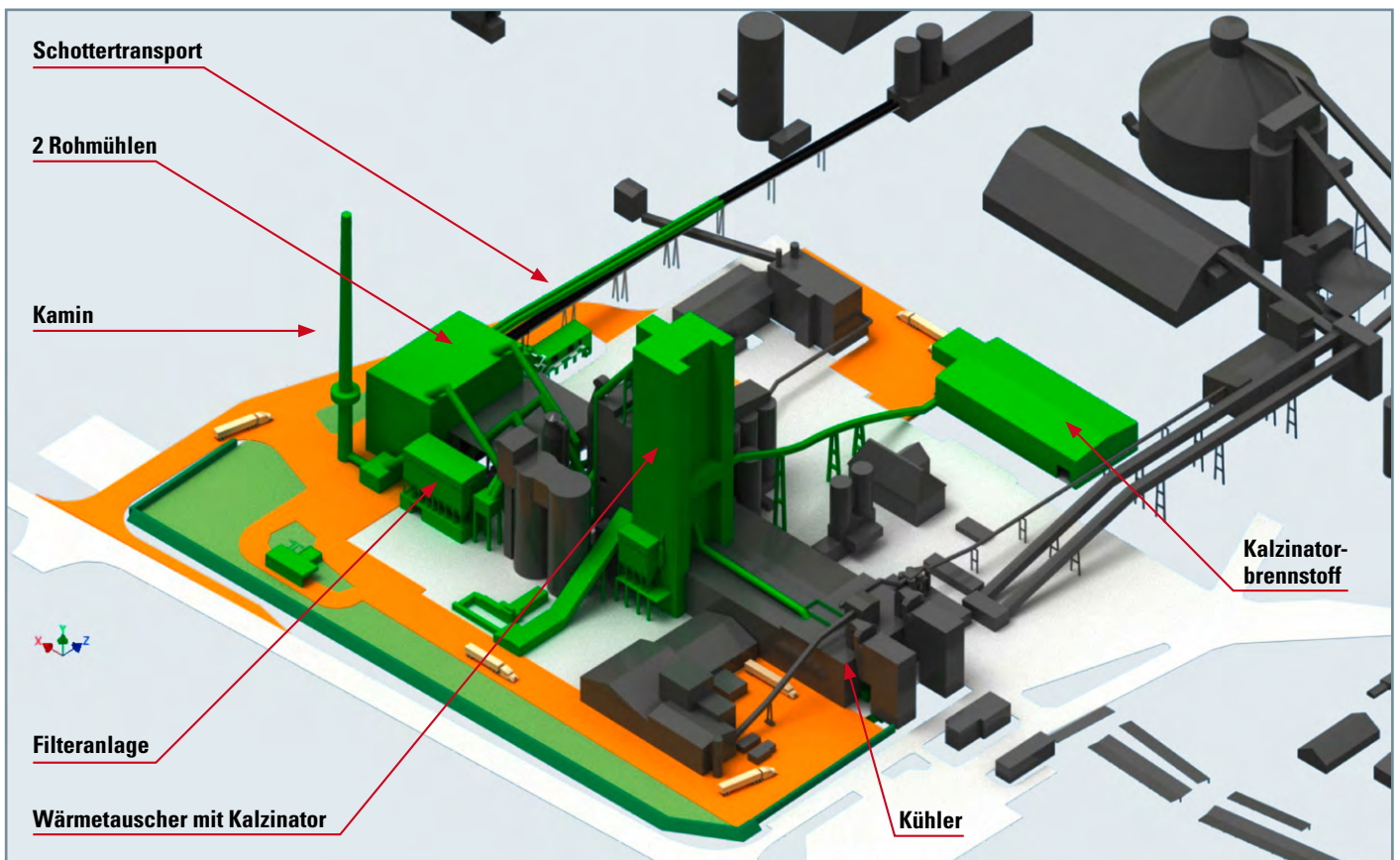
- ein 5-stufiger Zyklonwärmetauscher-turm, zweiflutig mit Kalzinator
- eine Brennkammer für Sekundärbrennstoffe (Kalzinator)
- ein High-efficiency SNCR-System<sup>2</sup>
- ein Schubrostkühler zur optimalen Wärmerückgewinnung
- ein Schlauchfilter als Abgasfilter
- zwei neue Vertikalrohlmühlen
- eine Lagerhalle für den Kalzinatorbrennstoff inkl. Vordereinrichtungen

<sup>2</sup> Selective non catalytic reduction, d.h. eine hochwirksame selektive nicht katalytische Reduktionsanlage zur Reduktion von Stickoxiden bei der Verbrennung durch Zugabe einer reaktiven Lösung

► Werksmodernisierung Werk Burglengenfeld: neuer Wärmetauscherofen = anderer Zement?

Der neue Wärmetauscherofen ersetzt die beiden alten Öfen. Durch die verbesserte Wärmenutzung wird der spezifische Wärmebedarf in der Klinkerproduktion reduziert. Ebenso verringert sich durch die neuen Rohmühlen sowie die Filteranlage der Stromverbrauch. Die Sekundärbrennstoffrate kann mit der neuen Verfahrenstechnik auf bis zu 100 % erhöht werden.

Neben dem Bauen unter laufender Produktion bestand die zweite große Herausforderung darin, nach dem Ofenumschluss sehr schnell eine gute Klinkerqualität zielgenau anzufahren. Denn bereits während der internen Planungen Anfang 2017 zeigte sich sehr schnell, dass die Klinkerbestände im folgenden Frühjahr einen sehr langen Ofenumschluss mit vielen Testchargen an neuen Klinkern nicht zulassen würden.



↑ Abbildung 1: Umfang der Modernisierung des Werkes Burglengenfeld

► Werksmodernisierung Werk Burglengelfeld: neuer Wärmetauscherofen = anderer Zement?

**VERSUCHSPLANUNG FÜR DIE SCHNELLE KLINKERUMSTELLUNG**

Um einen reibungslosen Umschluss vom alten Drehrohröfen auf den modernen Kalzinator-Ofen zu gewährleisten, war eine frühzeitige und sorgfältige Planung der Versuche zur Beurteilung der Klinker- und Zementqualitäten sowie der Bereitstellung der erforderlichen Ressourcen erforderlich.

Auch der Vertrieb und die Anwendungstechnik mussten frühzeitig eingebunden werden, um einen schnellen Übergang von der „alten“ auf die „neue“ Qualität beim Kunden sicherzustellen.

Die Versuchsplanung mit dem jeweiligen Versuchsumfang ist im Überblick in Tabelle 1 dargestellt.

Daraus wird ersichtlich, dass zur Vorbereitung der Umstellung bereits 2017 Versuche mit Werkszementen sowie mit Mahlungen aus der Labormühle mit dem

damaligen Klinker durchgeführt wurden. Ziel war es, eine Datenbasis für Labormahlungen mit altem Klinker zu erzeugen, um für die Klinkeroptimierung mit den neuen Klinkern Vergleichsdaten zu haben. Damit war es möglich, die ersten Klinkerbrände anhand von kleinen Klinkermengen (< 100 kg) zu beurteilen. Sowohl die Sulfatoptimierung wie auch die Festigkeits- und Verarbeitungseigenschaften wurden hierbei unter Laborbedingungen geprüft.

Versuchsphasen	Zeitraum	Versuchsreihen	Ziel	Versuchsumfang
Phase 1: Vorbereitung der Umstellung	2. Halbjahr 2017	Prüfung von Zementen mit altem Klinker („Zeigerzemente“) und Vergleich mit auf der Labormühle ermahlene Zementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schaffung von Vergleichswerten für die Labormahlungen mit altem Klinker</li> <li>■ Schaffung von Referenzwerten für Labormahlungen mit neuem Klinker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Analytik (Chemie, Mineralogie)</li> <li>■ physikalische Untersuchungen (DIN EN 196)</li> <li>■ Rheologie (Viskomat)</li> <li>■ Mörtelausbreitmaße</li> <li>■ Standardbeton bei 20 °C, z.T. bei 10 und 30 °C</li> </ul>
Phase 2: Umstellung nach Anfahren des neuen Ofens	2018, KW 13	Herstellung und Prüfung von Laborzementen mit neuem Klinker	Klinker-Sulfat-Abstimmung: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Feststellen der optimalen Sulfat-trägerzusammensetzung und -gehalt</li> <li>■ Beurteilung im Vergleich zu den Laborzementen mit altem Klinker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Analytik (Chemie, Mineralogie)</li> <li>■ physikalische Untersuchungen (DIN EN 196)</li> <li>■ Rheologie (Viskomat)</li> <li>■ Mörtelausbreitmaße</li> <li>■ Standardbetonversuche bei 20 °C</li> </ul>
	2018, KW 14 + 15	Erste Produktionsmahlungen („Zeigerzemente“)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Feststellen von möglichen Änderungen in der Verarbeitung und Festigkeitsentwicklung im Vergleich zu den alten Zementen;</li> <li>■ Prüfen ob Produktionsparameter evtl. anzupassen sind</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Analytik (Chemie, Mineralogie)</li> <li>■ physikalische Untersuchungen (DIN EN 196)</li> <li>■ Rheologie (Viskomat)</li> <li>■ Mörtelausbreitmaße</li> <li>■ Standardbetonversuche bei 10, 20 und 30 °C</li> </ul>
	2018, KW 16	Produktionsmahlungen für Versuche vor Ort beim Kunden	Überprüfen möglicher Veränderungen in der praktischen Anwendung (Transportbeton, Fertigteile, Betonwaren, Bauchemie)	Prüfumfang in Abhängigkeit von der Anwendung

↑ Tabelle 1: Versuchsplanung für die Umstellung der Zemente auf die Klinker aus dem neuen Ofen

## ► Werksmodernisierung Werk Burglengenfeld: neuer Wärmetauscherofen = anderer Zement?

### VORBEREITENDE MASSNAHMEN

Um beim Ofenstart schnell auf mögliche Änderungen der Mineralogie und der chemischen Eigenschaften des Klinkers zu reagieren, wurden mit den alten Rohmühlen zunächst verschiedene Rohmehle mit unterschiedlichen Kalkstandards und Silikatmodulen erzeugt. Somit konnten in kurzer Zeit Anpassungen der Zusammensetzung des Rohmehls durchgeführt werden ohne erst den Mehlbestand herunterzufahren. Durch in Summe 5 Rohmehle war ein Aussteuern des Kalkstandard im Bereich um 0,5 Punkte möglich.

Ein weiterer wichtiger Punkt in der Vorbereitungsphase war die Planung des Einsatzes der Laboranalytik und die prozesstechnische Begleitung. Während die Kollegen vom Labor und zusätzliche Inbetriebnehmer in den Schichtbetrieb gehen sollten, musste die Laboranalytik auf Hochtouren laufen: Mit dem Ziel, die Brennbedingungen optimal anzupassen, sollten mittels Rietveld-Analytik und Röntgenfluoreszenzspektrometer die Minerale im Klinker und die Zusammen-

setzung des Klinkers laufend geprüft werden.

Durch dieses Vorgehen konnte in der Umstellungsphase das Auftreten von Freikalkspitzen und niedrigen  $C_3S$ -Gehalten deutlich vermindert und reproduzierbare Brennbedingungen für die einzelnen Qualitäten gefunden werden.

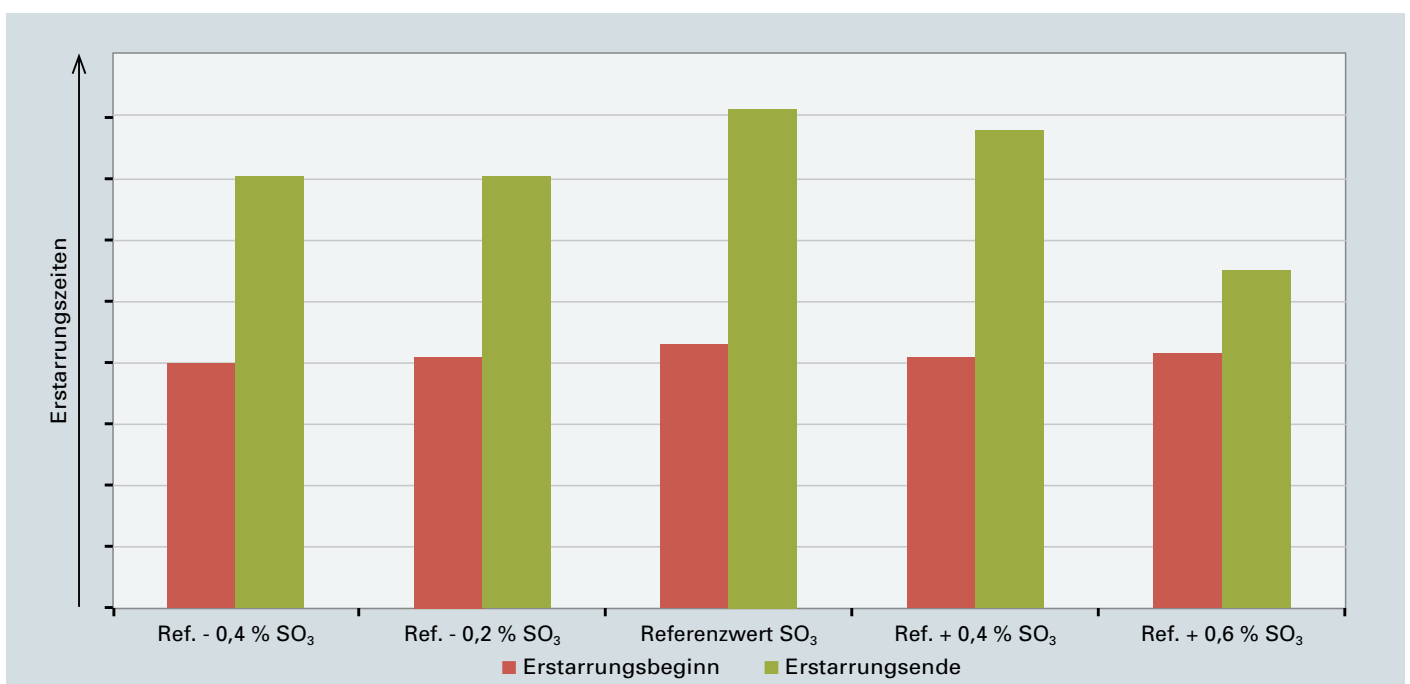
Des Weiteren wurden für die Beurteilung der neuen Klinker sogenannte „Zeigerzemente“ definiert, anhand derer die grundsätzliche Klinkerqualität im Vergleich zu den alten Qualitäten beurteilt werden sollte. Die Sortenauswahl erfolgte auf Basis der Anwendungsbereiche der Zementsorten, der Zusammensetzung der Zemente sowie des verwendeten Klinkers, da im Werk Burglengenfeld verschiedene Klinker hergestellt werden. Als „Zeigerzemente“ wurden ausgewählt:

- CEM I 52,5 R
- CEM I 52,5 R (en)
- CEM II/A-LL 42,5 R
- CEM II/A-S 42,5 R
- CEM II/B-S 42,5 N

Diese „Zeigerzemente“ wurden mit dem in Tabelle 1 beschriebenen Versuchsumfang charakterisiert und Vergleichswerte für die Einstellung der Zemente mit den Klinkern aus dem neuen Ofen geschaffen.

### PRÜFUNG DER NEUEN KLINKERQUALITÄTEN – LABORMAHLUNGEN

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, wurden in Phase 2 zuerst Labormahlungen mit dem neuen Klinker durchgeführt. An diesen ersten Versuchszementen wurde die Klinkermineralzusammensetzung beurteilt sowie wichtige Parameter wie der Wasseranspruch und Festigkeiten geprüft. Mit einer anschließenden Sulfat-trägeroptimierung wurden der passende Sulfatgehalt und das richtige Verhältnis Anhydrit zu Dihydrat in der Gipsmischung an einer Portlandzementzusammensetzung (CEM I) überprüft. Beurteilt wurden die Erstarrungszeiten (s. Abbildung 2), die Hydratationswärme sowie die Frühfestigkeiten nach 24 Stunden. Wie zu erwarten, ergab sich ein optimaler  $SO_3$ -Gehalt für die Erstarrungszeiten.



↑ Abbildung 2: Sulfatoptimierung – Einfluss des Sulfatgehaltes auf die Erstarrungszeiten



► Werksmodernisierung Werk Burglengelfeld: neuer Wärmetauscherofen = anderer Zement?

Ebenso konnte man einen steigenden Festigkeitstrend ermitteln; im Allgemeinen führt mehr Sulfat meistens zu einer leichten Festigkeitssteigerung. Untersuchungen der Hydratationswärme über 24 Stunden am Zementleim zeigten ebenfalls anhand der Geometrie der Kurven den optimalen Sulfatgehalt an.

### ERSTE PRODUKTIONSMÄHLUNGEN MIT DEN 5 ZEIGERZEMENTEN

Mit den Erkenntnissen aus den Labormahlungen wurden in KW 15 die oben genannten „Zeigerzemente“ in Produktionsmahlungen hergestellt, die Mahldauer betrug jeweils ca. 4 Stunden, die Probenahme erfolgte erst bei stabilem Mühlenlauf. Je Sorte wurden so zwischen 200 t und 400 t Zement gemahlen. Die Versuchsergebnisse mit diesen Zementen dienten, wie oben beschrieben, als Indikatoren für mögliche Änderungen in der Verarbeitung und Festigkeitsentwicklung, um daraus resultierend die Produktionsparameter anzupassen.

Für die Mahlungen wurde der Sulfatträger auf die aus den Labormahlungen als optimal angesehene Zusammensetzung und die Zementmühlen auf die Feinheitszielwerte eingestellt. Während der Mahlungen erfolgten Rietveld- und Röntgenfluoreszenzanalysen sowie die Feinheitsüberwachung der Mühlen mit dem Lasergranulometer. An den Zementen wurden dann Mörteluntersuchungen (Erstarrungszeiten, Festigkeiten, Wasseranspruch) durchgeführt sowie die Performance der Zemente mit den neuen Klinkern im sog. Standardbeton beurteilt.

Standardbetonversuche an einer Standardbetonrezeptur werden in den

Betonlaboren der deutschen Werke von HeidelbergCement regelmäßig durchgeführt, um die Gleichmäßigkeit der Performance der Zemente im Beton zu beurteilen. In den Versuchen mit dem neuen Klinker wurde zusätzlich eine 2. Rezeptur mit einem niedrigeren Leimgehalt geprüft, v.a. um mögliche Veränderungen in der Wechselwirkung mit den marktüblichen BV/FM zu erkennen. Die Rezepturen sind in Tabelle 2 dargestellt. In Summe wurden ca. 70 Betonmischungen hergestellt und geprüft.

	Rezeptur 1	Rezeptur 2
Zementgehalt	340 kg/m <sup>3</sup>	320 kg/m <sup>3</sup>
Wassergehalt	187 kg/m <sup>3</sup>	176 kg/m <sup>3</sup>
w/z-Wert	0,55	0,55
D <sub>max</sub>	16 mm	16 mm
BZM	VC 1065, VC 2014, VC 20 SL, VC 1040 (Dosierungen abh. von der Zementsorte)	
Zielausbreitmaß	a <sub>0</sub> : 510 ± 20 mm	

↑ Tabelle 2: Betonzusammensetzungen für die Beurteilung der neuen Klinkerqualitäten im Beton



↑ Abbildung 3: Blick auf den neuen Ofen

### ► Werksmodernisierung Werk Burglengelfeld: neuer Wärmetauscherofen = anderer Zement?

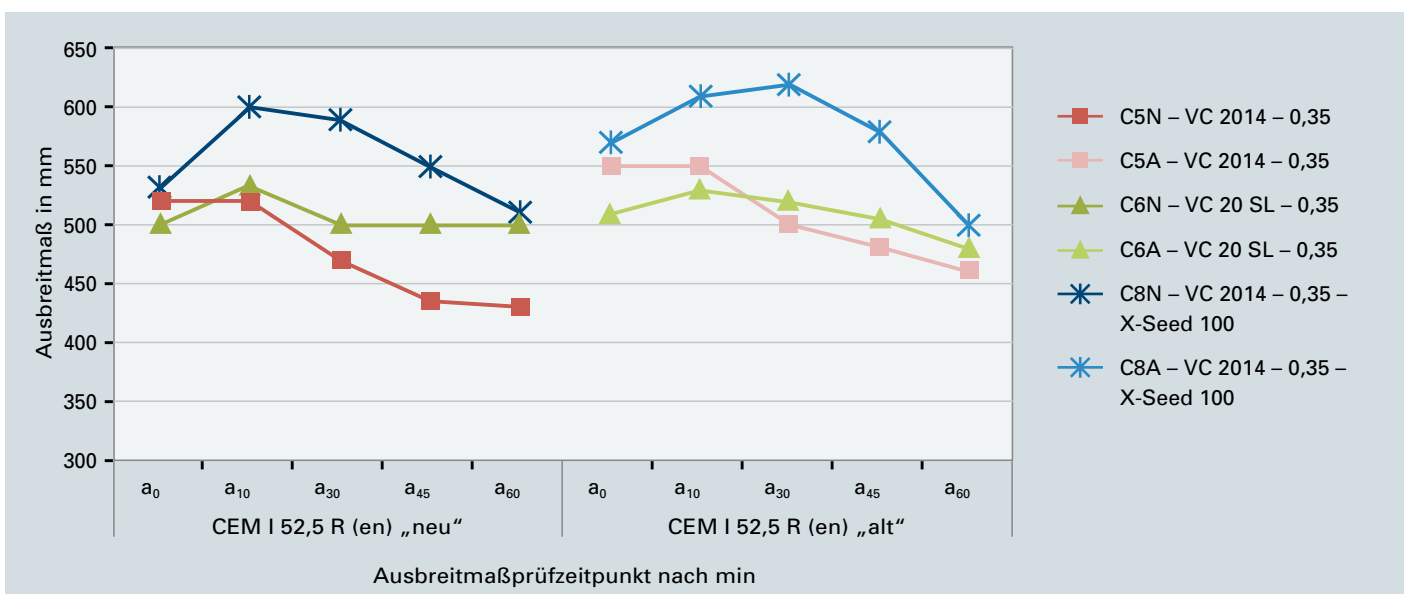
In Abbildung 4 und 5 sind beispielhaft Betonergebnisse (Ausbreitmaße und Druckfestigkeiten) aus den Versuchsmahlungen des CEM I 52,5 R (en) mit neuem Klinker im direkten Vergleich zur selben Sorte mit altem Klinker dargestellt. Da dieser Zement vorwiegend im Fertigteilwerk zur Anwendung kommt,

wurden für diese Versuche entsprechende Fließmittel sowie der Beschleuniger X-Seed 100 ausgewählt. Ziel war es, zu untersuchen, ob sich der neue Klinker im Beton auf Konsistenzverlauf oder Festigkeitsentwicklung auswirkt.

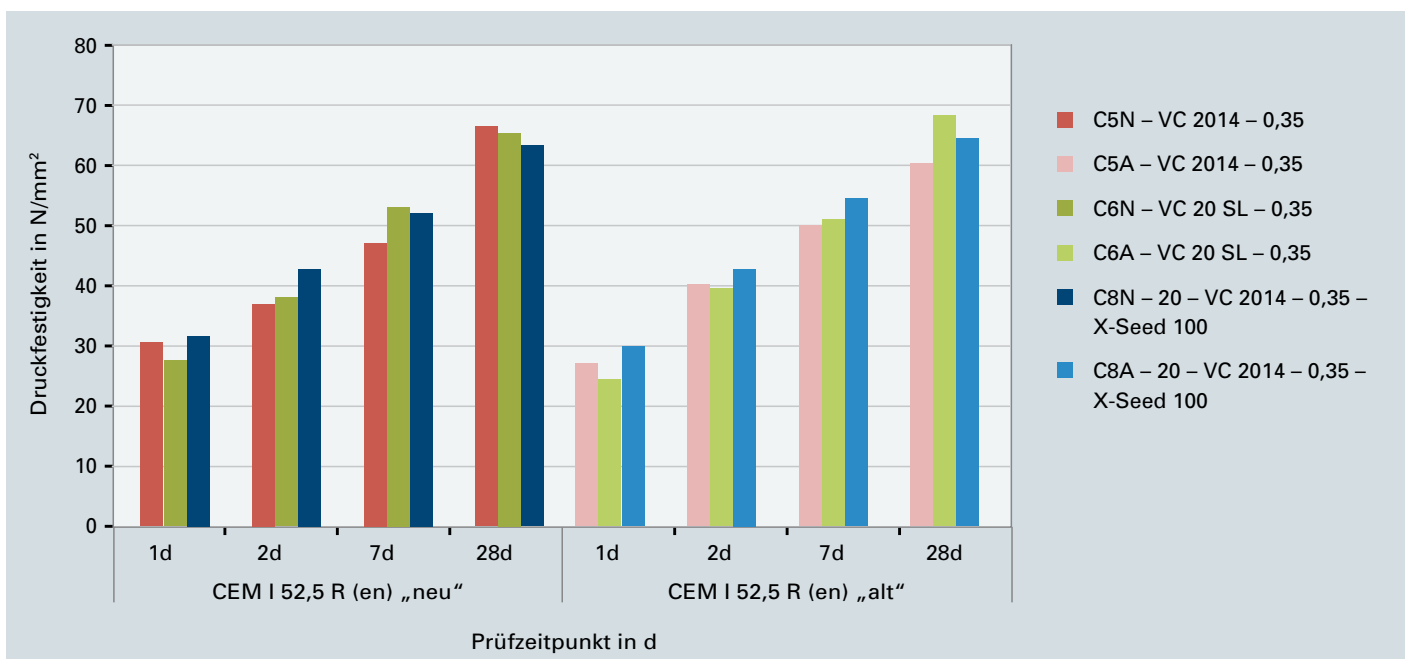
Deutlich ist zu erkennen, dass die Performance des Zementes mit neuem Klinker

vergleichbar ist mit der des Zementes mit altem Klinker.

Nachdem bei diesen Versuchen keine Veränderungen im Vergleich zu den alten Zementqualitäten festgestellt wurden, wurde mit den Mahlungen für die Kundenversuche begonnen.



↑ Abbildung 4: Ausbreitmaße im Standardbeton mit CEM I 52,5 R (en) mit neuem und altem Klinker und verschiedenen Zusatzmitteln



↑ Abbildung 5: Druckfestigkeiten im Standardbeton mit CEM I 52,5 R (en) mit neuem und altem Klinker und verschiedenen Zusatzmitteln

► Werksmodernisierung Werk Burglengenfeld: neuer Wärmetauscherofen = anderer Zement?



↑ Abbildung 6: Pflastersteinproduktion mit dem neuen CEM II/A-LL 42,5 R bei einem Kunden

## PRODUKTIONSMÄHLUNGEN FÜR KUNDENVERSUCHE

Auf Basis der Daten aus den vorhergehenden Produktionsmahlungen (Mineralogie, Zusammensetzung, Feinheiten, Konsistenzen und Festigkeiten) wurden großtechnische Zementmahlungen für die Kundenversuche durchgeführt. Um die drei großen Marktsegmente Transportbeton, Betonwaren und Fertigteile abzudecken, wurden CEM I 52,5 R (en), CEM II/A-S 42,5 R und CEM II/A-LL 42,5 R hergestellt. Für die Mahlungen wurde der Mühlenlauf über einige Stunden konstant gehalten, durch zusätzliche Proben die Qualität der Sorten eingestellt und in leere Versandsilos gemahlen. Die Zemente wurden an diejenigen Kunden der verschiedenen Liefersegmente

geliefert, die sich bereits im Vorfeld für die Durchführung von Großversuchen in ihren Anlagen bereit erklärt hatten.

Die Versuche wurden von den Anwendungstechnikern, Produktmanagern und den Kollegen von Beratung & Vertrieb begleitet. Alle Versuche verliefen sehr zufriedenstellend und die Kunden konnten sich selbst von der Qualität der Zemente mit dem Klinker aus dem neuen Kalzinator-Ofen überzeugen.

Erst nachdem die Kundenversuche mit positiver Rückmeldung abgeschlossen werden konnten, wurden die restlichen Zementsorten des Werkes – insgesamt werden 10 Sorten in Burglengenfeld produziert – nacheinander auf den neuen Zementklinker umgestellt.

## FAZIT

Ein neuer Wärmetauscherofen ist eine technisch sinnvolle Erweiterung eines modernen, nachhaltigen Zementwerkes. Die Kalzinatortechnologie erlaubt die Verwertung alternativer Brennstoffe bis hin zu 100 % des Brennstoffbedarfs. Mit Hilfe eines sehr umfangreichen Prüfprogrammes und vorrausschauender Planung ließen sich die Zementeigenschaften mit dem neuen Klinker in sehr kurzer Zeit zielsicher einstellen.

Um die Umstellung aufgrund der engen Klinkerbestände sicher durchzuführen, musste das gesamte Prüfprogramm mit den neuen Klinkern in 4 Wochen durchgeführt werden. Dafür war ein außerordentlich hoher Einsatz aller beteiligten Bereiche, vom Werk über Labor, Anwendungstechnik und Vertrieb, erforderlich.

Um zur Eingangsfrage zurückzukommen: Produziert Burglengenfeld jetzt einen „anderen Zement“? Die Antwort auf diese Frage lautet: „Nein“. Die Zemente mit „alten“ und „neuen“ Klinkern haben vergleichbare Eigenschaften; die Zementperformance im Beton hat sich nicht verändert.