DOROBASE®

Gebrannter Schiefer

BETONZUSATZSTOFF MIT „ALLGEMEINER BAUAUFSICHTLICHER ZULASSUNG“

HOLCIM

DOROBASE®

als Betonzusatzstoff

DOROBASE® ist fein gemahlener gebrannter Schiefer, der puzzolanische und hydraulische Eigenschaften aufweist. Durch seine sehr hohe Mahlfeinheit können Betone mit hervorragenden Eigenschaften hergestellt werden. In Bereichen, bei denen das sehr fein abgestufte Kornband, von Vorteil ist, z. B. Sichtbeton, WU-Beton, Spritzbeton, Pumpbeton usw., bringt **DOROBASE®** eine dichtere geschlossene Oberfläche, erhöht die Schmierneigung und die Stabilität des Betons.

Durch die hydraulischen Eigenschaften wird die Druckfestigkeit in Verbindung mit reaktivem Klinker deutlich erhöht.

Der Einsatz von **DOROBASE®** wird durch eine „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“ vom DIBt geregelt (Zulassungsnummer: Z-3.33-2202), in der die Anforderungen genau beschrieben sind.

DOROBASE® darf bis zu 33 % vom Zementgehalt zugegeben werden.

Eine Verringerung des Mindestzementgehalts, bei Anrechnung von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff, ist nur bei CEM I und CEM II/A-LL bei allen Expositionsklassen, außer XF2 und XF4, zulässig. Unter diesen Voraussetzungen darf der k-Wert 0,9 und max. 0,33 · z für die Anrechenbarkeit auf den w/z-Wert angesetzt werden.

DOROBASE® wird als Zusatzstoff Typ II (reaktiv) eingestuft und darf mit einem k-Wert von 0,9 angesetzt werden.

Durch Zugabe von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff wird durch die hydraulischen und puzzolanischen Eigenschaften die Endfestigkeit erhöht, wobei die Frühfestigkeit nicht, wie bei anderen Zusatzstoffen, beeinträchtigt wird.

Gewachsener Schiefer direkt unter der Grasnabe

Schieferabbau und Aufgabe auf den mobilen Brecher

Schiefer gebrochen, vor (links) und nach (rechts) dem Brennen

Schieferbruch mit Brecher und Förderbändern

Schieferwand vor dem Abbau

Schieferwand nach einer Sprengung

DOROBASE® DARF MIT EINEM K-WERT VON 0,9 IN ANSATZ GEBRACHT WERDEN.

Die in der DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 angegebene Verringerung des Mindestzementgehalts bei Anrechnung von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff, ist nur bei CEM I und CEM II/A-LL zulässig, wenn der Gehalt an **DOROBASE®** mindestens der Zementverringerungsmenge entspricht.

Eine Verringerung des Zementgehaltes bei Beton für die Expositionsklassen XF2 und XF4 ist nicht zulässig.

Bei Beton mit Ausnahme von XF2 und XF4 darf bei CEM I und CEM II/A-LL anstelle des w/z-Wertes der Wert:

$(w/z)_{eq} = w/(z + k \cdot a)$ für den geforderten höchstzulässigen w/z-Wert verwendet werden.

Der Gehalt an **DOROBASE®** darf höchstens mit:
a = 0,33 · z in Ansatzt gebracht werden.

Bei CEM I und CEM II/A-LL beträgt der k-Wert 0,9, das bedeutet: **w/(z + 0,9 · t)**.

BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN

- **DOROBASE®** zeichnet sich aus durch hydraulische und puzzolanische Eigenschaften bei geringer Hydratationswärmeentwicklung
- **DOROBASE®** erhöht die Früh- und Endfestigkeiten des Betons in Verbindung mit Klinker
- **DOROBASE®** ist ein Zusatzstoff Typ II
- **DOROBASE®** entwickelt selbständig Festigkeiten
- **DOROBASE®** darf in Verbindung mit CEM I und CEM II/A-LL-Zementen mit dem k-Wert 0,9 angerechnet werden
- **DOROBASE®** darf für alle Expositionsklassen, außer XF2 und XF4, eingesetzt werden

DOROBASE® (GEBRANNTER SCHIEFER)

Zulässige Zementarten: CEM I und CEM II/A-LL

Maximaler Zusatzstoffgehalt zur Gewährung der Alkalität	$t_{max} = 0,33 \cdot z$	Einschränkungen: • Eine Verringerung des Mindestzementgehaltes und Anrechnung auf den w/z-Wert beim Einsatz von DOROBASE® als Betonzusatzstoff ist nur für Betone mit Portlandzement (CEM I) oder Portlandkalksteinzement (CEM II/A-LL) zulässig • DOROBASE® darf nicht für die Expositionsklassen XF2/XF4 auf den Mindestzementgehalt oder den w/z-Wert angerechnet werden t = Anteil an DOROBASE
Anrechenbare Zusatzstoffmenge auf den Wasserzementwert	$t_{max} = 0,33 \cdot z$	
k-Wert	$k_t = 0,9$	
Äquivalenter Wasserzementwert w/z	$w/(z + k_t \cdot t)$	
Reduzierter Mindestzementgehalt	240 kg/m³ bei XC1, XC2 und XC3 270 kg/m³ wenn die Zusatzstoffmenge mindestens der Zement-Verringerungsmenge entspricht	

Förderband zum Transport ins Zementwerk

ZUSAMMENSETZUNG

Bestandteil	Anteil [M-%]
Gebrannter Schiefer	100

ERSTARRUNGSZEIT

Wasseranspruch	Erstarrungsbeginn
44,7 %	≈ 150 min

(nach DIN EN 196-3; abweichend an der Luft bei 20°C und > 50% relativer Luftfeuchte gemessen)

DRUCKFESTIGKEITS-ENTWICKLUNG

nach 7 Tagen	nach 28 Tagen
21 N/mm²	30 N/mm²

(nach DIN EN 196-1 mit abweichendem W/Z-Wert 0,60 und Prismenlagerung bis zum Prüftag im Feuchtluftschrank mit > 90% relative Luftfeuchte)

PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Eigenschaft	Werte
Le Chatelier	≈ 1 mm
Dichte	≈ 2750 kg/m³
Schüttdichte	≈ 740 kg/m³
Blaine	≈ 9.000 cm²/g

CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG [M.-%]

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O
34,1	9,2	7,7	29,0	1,9	9,8	1,8	0,28

Bei den Angaben handelt es sich um typische Mittelwerte.

→ **DOROBASE®** DRUCKFESTIGKEITSENTWICKLUNG

Die Prüfung von **DOROBASE®** erfolgt generell nach DIN EN 196, wobei der Zement durch **DOROBASE®** ersetzt wird.

Bei der Prüfung der Druckfestigkeit nach DIN EN 196-1 wird abweichend von der Norm und in Absprache mit dem Fremdüberwacher bei der Herstellung des Prüfmörtels ein w/z-Wert von 0,60 eingestellt .

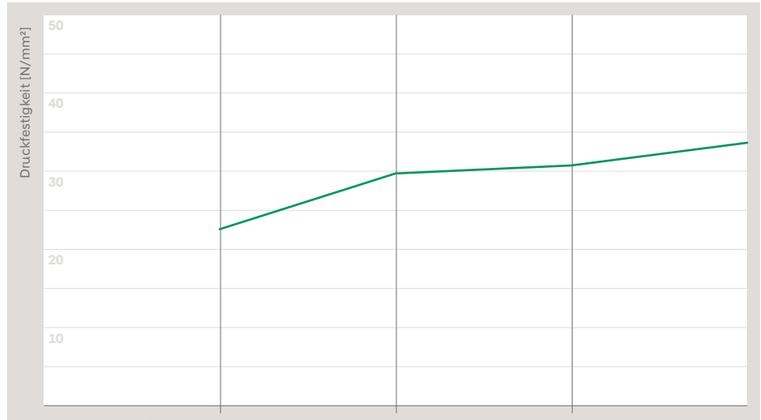
Dies ist notwendig um eine ausreichende Verdichtung des Mörtels in der Form sicher zu stellen. (Auch bei diesem höheren w/z-Wert müssen die Anforderungen der Stroffnorm DIN EN 197-1 eingehalten werden).

Die Prüfkörper werden bis zum Prüfdatum in einem Feuchtkasten bei > 90% Luftfeuchtigkeit anstatt unter Wasser gelagert. Die Prüfung der Raumbeständigkeit erfolgt nach DIN EN 196-3.

In Abweichung zu der Norm wird bei der Herstellung des Prüfmörtels der Zement zu 100% durch **DOROBASE®** ersetzt.

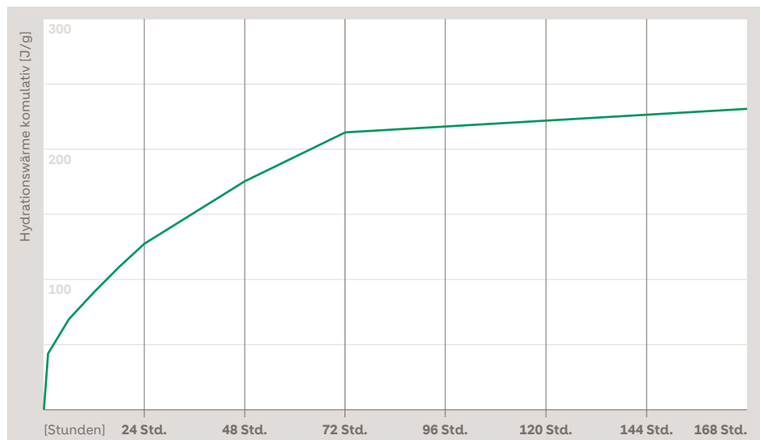
Somit wird die Raumbeständigkeit am reinen **DOROBASE®** nachgewiesen.

Die Festigkeitsentwicklung von reinem **DOROBASE®** 7 bis 90 Tage ist im Diagramm unten dargestellt.



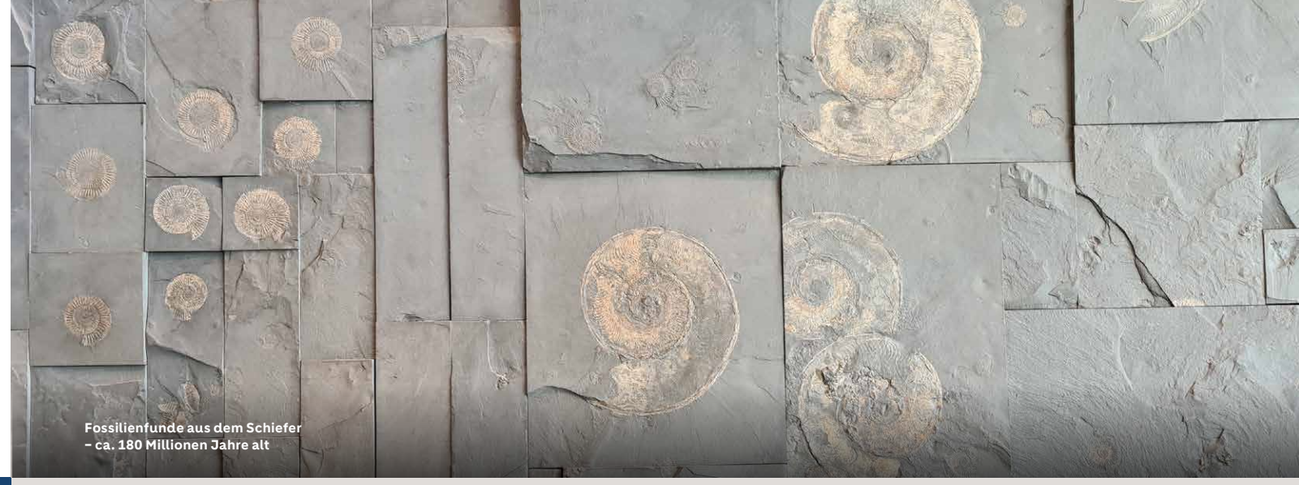
→ **DOROBASE®** HYDRATATIONSWÄRMEMESSUNG

Bei der Messung der Hydratationswärmeentwicklung nach dem Verfahren: Isothermale Kalorimetrie (I-Cal 8000 HPC) weis **DOROBASE®** eine Hydratationswärme von ca. 214 J/g nach 72 Stunden auf.



DOROBASE® IST GEBRANNTER SCHIEFER

MIT EINER **„ALLGEMEINEN BAUAUFSICHTLICHEN ZULASSUNG“** ALS BETONZUSATZSTOFF.



Fossilienfunde aus dem Schiefer – ca. 180 Millionen Jahre alt

DOROBASE® kann wie Flugasche oder Kalksteinmehl im Beton als Zusatzstoff eingesetzt werden. Gegenüber Flugasche mit einem k-Wert von 0,4 kann **DOROBASE®** mit einem k-Wert von 0,9 angesetzt werden. Vorteile gegenüber anderen Zusatzstoffen sind außer dem k-Wert auch die puzzolanischen und hydrailischen Eigenschaften von **DOROBASE®**. Dadurch trägt **DOROBASE®** zur Festigkeitssteigerung des Betons bei. Durch die Zugabe von **DOROBASE®** kann der Anteil des Zements verringert werden und somit senkt sich der CO_2-Anteil des Betons.

DOROBASE® ist ein hervorragender Flugasche-Ersatz und Füller zur Produktion von Betonwaren.

Bei nicht genormten Produkten, wie z. B. Betonwaren und Pflastersteinen kann **DOROBASE®** auch ohne „Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung“ eingesetzt werden.

ANWENDUNGSGEBIETE

- **Bergbau**
- **Verfüllung**
- **Betonwaren**

EIGENSCHAFTEN

- **DOROBASE®** ist ein Füller zur Produktion von Betonwaren
- **DOROBASE®** bietet hohe Mahlfeinheit – und ist daher optimal für die Herstellung von Betonwaren mit exakten Kanten und hervorragend geschlossenen Oberflächen
- Beste Verarbeitbarkeit in Ihren Betonrezepturen
- In Verbindung mit Zementklinker erstklassige puzzolanische Eigenschaften
- Entscheidende Erhöhung der Betone in der Dauerfestigkeit durch hydraulische Eigenschaften
- Garantierte und dauerhafte Liefersicherheit da Rohstoff am Standort Dotternhausen lagert

Bergriffserklärung „Ölschiefer“:

Ölschiefer ist ein Schiefermaterial, das an der Nordwestflanke der Schwäbischen Alb abgebaut und in Wirbelschichtöfen bei ca. 800°C gebrannt wird. Während die Verbrennungswärme der Stromerzeugung dient, wird der hydraulische Schiefer-Abbrand als Hauptbestandteil (Kurzzeichen T) mit Zementklinker zu Portlandschieferzement oder Portlandkompositzement vermahlen. Zur Herstellung des Zementklinkers im Drehofen kann man ebenfalls Ölschiefer als Tonkomponente in einem besonderen Wärmetauschersystem zusetzen. Fein gemahlen gebrannter Schiefer hat ausgeprägte hydraulische bzw. puzzolanische Eigenschaften.

Der Abbau des für das Zementwerk Dotternhausen wichtigen Rohstoffs Ölschiefer findet seit Sommer 2018 im **Ölschieferbruch Dormettingen,** dem sogenannten „Ostfeld“ nahe der Standortgemeinde Dormettingen statt. Das 90 Hektar große Abbaufeld bietet einen Ölschiefervorrat bis ins Jahr 2055.

Der Rohstoff Ölschiefer ist der wichtigste Bestandteil für den Zement Optimo. Optimo ist ein Portlandkompositzement mit gebranntem Ölschiefer, hochwertigem Kalkstein und reaktivem Portlandzementklinker, er zeigt hervorragende Verarbeitungseigenschaften sowie eine deutlich günstigere CO2-Bilanz als herkömmliche Portlandzemente.

Da der „Ölschiefer“ kein Öl enthält wird in der Betonnorm „gebrannter Schiefer“ als Definition festgelegt.

ALLGEMEINE BAUAUFSICHTLICHE ZULASSUNG

ZULASSUNGSNUMMER: Z-3.33-2202

Zulassungsgegenstand:
Gemahlener gebrannter Ölschiefer **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff

Der Zulassungsbescheid erstreckt sich auf die Herstellung und Verwendung von gemahlenem gebranntem Ölschiefer **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff Typ II für die Herstellung von Beton nach DIN EN 206-1[1)] in Verbindung mit DIN 1045-2[2)].

Der Betonzusatzstoff ist ein feinkörniger mineralischer Staub. Ausgangsstoff ist Ölschiefer aus Dotternhausen, der im Werk der Firma Holcim (Süddeutschland) GmbH bei 800 °C gebrannt und anschließend vermahlen wird.

Verwendungsbereich

- **DOROBASE®** darf unter den Bedingungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung als Betonzusatzstoff Typ II für die Herstellung von Beton, Stahlbeton und Spannbeton nach DIN EN 206-1[1)] in Verbindung mit DIN 1045-2[2)] verwendet werden.
- Für Einpressmörtel nach DIN EN 4474 ist die Verwendung von **DOROBASE®** nicht zulässig.

Bestimmungen für die Verwendung

- Die Zusammensetzung des Betons mit **DOROBASE®** ist stets aufgrund von Erstprüfungen entsprechend DIN EN 206-1[1)] in Verbindung mit DIN 1045-2[2)] festzulegen
- Für die Festlegung des Mindestzementgehaltes und des höchstzulässigen Wasserzementwertes gilt DIN EN 206-1[1)], Abschnitt 5.3.2 in Verbindung mit DIN 1045-2[2)], Tabellen F.2.1 und F.2.2, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt wird
- Abweichend von den in Abschnitt 3.2 genannten Bestimmungen darf die Menge an **DOROBASE®** beim Mindestzementgehalt bzw. Höchstwasserzementwert in Abhängigkeit von der Expositionsklasse wie folgt berücksichtigt werden

Mindestzementgehalt
Die in DIN EN 206-1[1)], Abschnitt 5.3.2, in Verbindung mit DIN 1045-22), Tabelle F.2.1 und F.2.2, angegebene Verringerung des Mindestzementgehaltes bei Anrechnung des Betonzusatzstoffs **DOROBASE®** ist nur zulässig, wenn:

- Portlandzement CEM I und
- Portlandkalksteinzement CEM II/A-LL nach DIN EN 197-1[3)] verwendet wird und der Gehalt an **DOROBASE®** mindestens der Zementverringerungsmenge entspricht.

Eine Verringerung des Zementgehaltes bei Beton für die Expositionsklassen XF2 und XF4 ist nicht zulässig

Anrechnung auf den Wasserzementwert

- Bei Beton mit Ausnahme der Expositionsklassen XF2 und XF4 darf bei den oben genannten Zementarten anstelle des w/z-Wertes der Wert $(w/z)_{eq} = w/(z + k \cdot a)$ für den Nachweis des jeweils geforderten höchstzulässigen w/z-Wertes verwendet werden. Der $(w/z)_{eq}$-Wert wird auf den in DIN EN 206-11), Abschnitt 5.3.2 in Verbindung mit DIN 1045-22), Tabelle F.2.1 und F.2.2 festgelegten höchstzulässigen Wasserzementwert begrenzt, wobei der Gehalt an **DOROBASE®** a höchstens mit a = 0,33·z in Ansatz gebracht werden darf.
- Der k-Wert beträgt 0,9 bei den oben genannten Zementarten.
- **DOROBASE®** ist dem Beton nach Masse, die auf 3 % Genauigkeit einzuhalten ist, zuzugeben.

[1)] DIN EN 206-1:2001-07 Beton; Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN EN 206-1/A1:2004-10 Beton; Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1: 2000/A1:2004
DIN EN 206-1/A2:2005-09 Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A2:2005

[2)] DIN 1045-2:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1

[3)] DIN EN 197-1:2011-11 Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2011

ANWENDUNGSBEISPIELE FÜR DIE PRAXIS

C30/37 - **TEIL I**

In den aufgeführten Anwendungsbeispielen soll der Einfluß auf die Druckfestigkeitsentwicklung beim Einsatz von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff gezeigt werden. Diese Auswertungen dienen als Hilfestellung bei der Verwendung von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff und sind Anhaltspunkte für die Verwendung und Dosierung von **DOROBASE®**. Die Zulassung von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff ist auf CEM I- und CEM II/A-ll-Zemente begrenzt. Daher werden die Betonversuche nur mit diesen beiden Zementtypen aufgeführt.

Bei den folgenden Betonen wurde der Ausgangsbeton jeweils verglichen mit Betonen, dei denen der Zementanteil 1:1 durch **DOROBASE®** ersetzt wurde. Der k-Wert wurde mit 0,8 angesetzt.

In den Diagrammen zeigen sich die Festigkeitsentwicklung der verschiedenen Betone nach 1, 2, 7 und 28 Tagen.

Die Betonzusammensetzung ist immer dieselbe, Beton C30/37 mit Wasserzementwert w/z = 0,55, GK 16 mm, Konsistenz F4 wurde mit Fließmittel eingestellt und auf ein Anfangs-Ausbreitmaß von A5 ca. 500 mm gebracht.

ERKENNTNISSE

Die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfungen zeigen bei allen Anwendungen eine Verbesserung der Endfestigkeit nach 28 Tagen.

Somit haben wir zum einen eine Reduzierung des Zementgehalts und zusätzlich eine deutliche Verbesserung der Betonqualität.

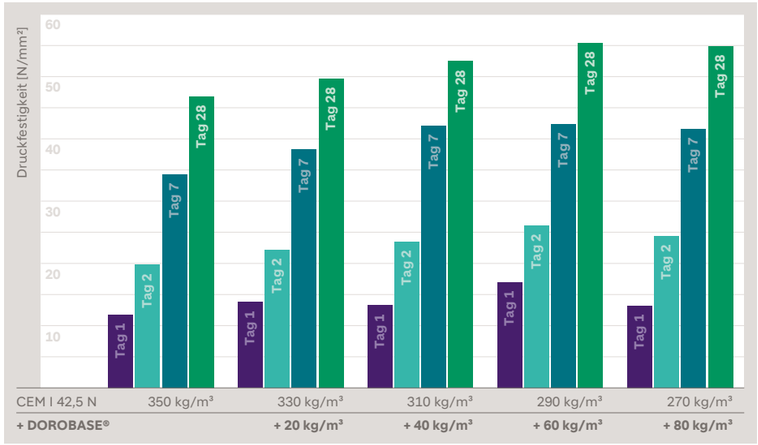
Die CO_2-Bilanz und der Nachhaltigkeitsgedanke werden mit zunehmendem Gehalt an DOROBASE® immer günstiger.

Renaturierung eines Schieferbruchs
– Nachhaltigkeit wird GROß geschrieben

→ BETON
MIT CEM I 42,5 N

Bei Beton, an dem der Anteil von CEM I 42,5 N durch **DOROBASE®** 1:1 ersetzt wurde, nimmt die Festigkeit von 1 Tag bis 28 Tagen deutlich zu.

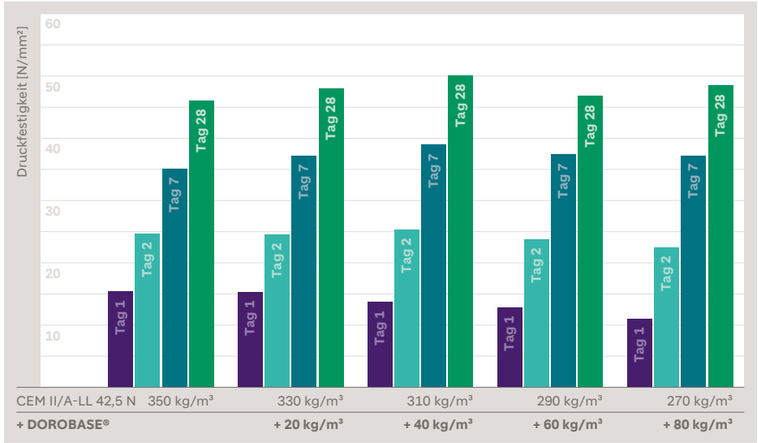
Somit haben wir bei Einsparung des Zementes eine **deutliche Verbesserung der Betonqualität mit deutlich weniger CO_2-Belastung.**



→ BETON
MIT CEM II/A-LL 42,5 N

Bei Beton, an dem der Anteil von CEM II/A-LL 42,5 N durch **DOROBASE®** 1:1 ersetzt wurde, nimmt die Frühfestigkeit nach 1 Tag etwas ab, wobei die 28 Tagesfestigkeit zunimmt.

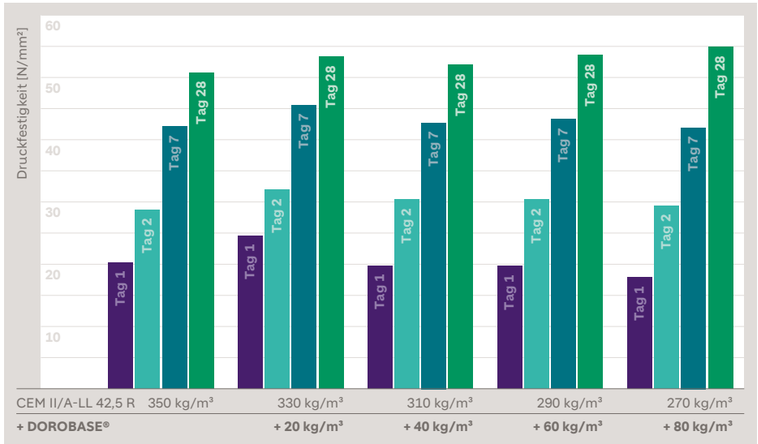
Somit haben wir bei Einsparung des Zementes eine **deutliche Verbesserung der Betonqualität mit deutlich weniger CO_2-Belastung.**



→ BETON
MIT CEM II/A-LL 42,5 R

Bei Beton, an dem der Anteil von CEM II/A-LL 42,5 R durch **DOROBASE®** 1:1 ersetzt wurde, nimmt die Festigkeit von 1 Tag bis 28 Tagen deutlich zu.

Somit haben wir bei Einsparung des Zementes eine **deutliche Verbesserung der Betonqualität mit deutlich weniger CO_2-Belastung.**



ANWENDUNGSBEISPIELE FÜR DIE PRAXIS

C30/37 - **TEIL II**

In den Anwendungsbeispielen soll der Einfluß auf die Druck-festigkeitsentwicklung beim Einsatz von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff gezeigt werden. Diese Auswertungen dienen als Hilfestellung beim Einsatz von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff und sind Anhaltspunkte für die Verwendung.

Die Zulassung von **DOROBASE®** als Betonzusatzstoff ist auf CEM I- und CEM II/A-ll-Zemente begrenzt. Daher werden die Betonversuche nur mit den beiden Zementtypen aufgeführt.

Bei den folgenden Betonen wurde der Ausgangsbeton jeweils verglichen mit Betonen, dei denen der Zementanteil reduziert und DOROBASE® mit 60 kg/m³ (21%)und 80 kg/m³ (30%) zudosiert wurden.Der k-Wert wurde mit 0,8 angesetzt.

In den Diagrammen zeigen wir die Festigkeitsentwicklung der verschiedenen Betone nach 1, 2, 7 und 28 Tagen.

Die Betonzusammensetzung variiert im Zementgehalt und der Zudosierung von **DOROBASE®**.

Der Beton C30/37 mit Wasserzementwert w/z = 0,56, GK 16 mm, Konsistenz F4 mit Fließmittel eingestellt auf ein Ausbreitmaß von A5 ca. 500 mm.

ERKENNTNISSE

Die Versuche zeigen, dass durch Reduzierung des Zementgehalts und Zugabe von DOROBASE® die Betonqualität nicht verringert wird, in der Regel zeigt sich eher eine Verbesserung der Druckgfestigkeiten und somit der Betonqualität.

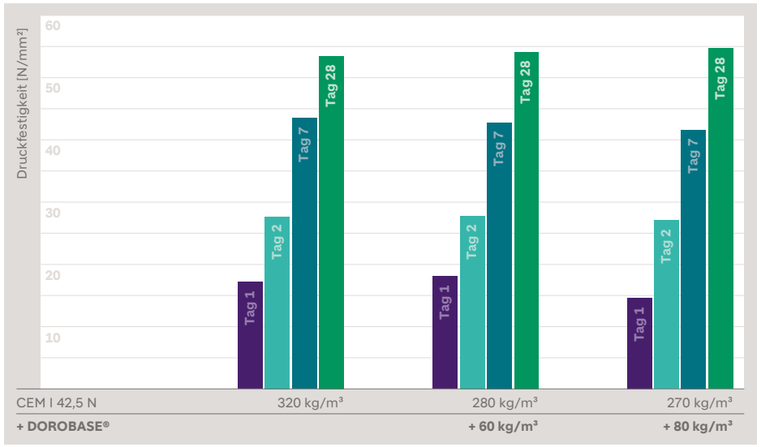
Somit haben wir eine Einsparung des Zementes und zusätzlich eine Verbesserung der Betonqualität.

Die CO_2-Bilanz und der Nachhaltigkeitsgedanke werden mit zunehmendem Gehalt an DOROBASE® immer günstiger.

Schieferwand von dem Abbau

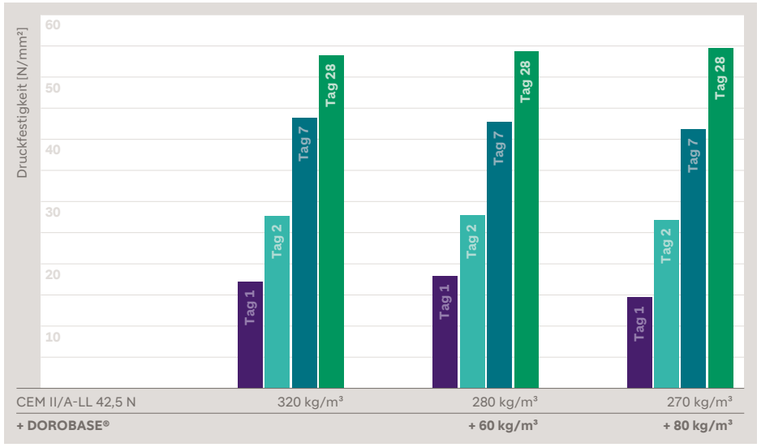
→ BETON
MIT CEM I 42,5 N

Bei Beton, bei dem der Anteil von CEM I 42,5 N durch verschiedene Anteile von **DOROBASE®** ersetzt wurde, nimmt die Frühfestigkeit nach 1 Tag etwas ab, wobei die 28 Tagesfestigkeit zunimmt.



→ BETON
MIT CEM II/A-LL 42,5 R

Bei Beton, bei dem der Anteil von CEM II/A-LL 42,5 R durch verschiedene Anteile von **DOROBASE®** ersetzt wurde, nimmt die Frühfestigkeit nach 1 Tag etwas ab, wobei die 28 Tagesfestigkeit zunimmt.



Auflage 1 / Februar 2025

holcim_sued

Holcim Süddeutschland GmbH

www.holcim-sued.de

Holcim (Süddeutschland) GmbH
Dormettinger Straße 27
72359 Dotternhausen
Deutschland
Telefon +49 (0)7427 79-0
Telefax +49 (0)7427 79-201
info-sueddeutschland@holcim.com

HOLCIM