

# Alternative für LH-Anforderungen

Lösungen für Holcim Süddeutschland

Holcim (Süddeutschland) GmbH



# Inhaltsverzeichnis

1. Nachhaltig bauen – Mischzement als Lösung
2. CEM III/B 32,5 N-LH/SR (Märker Lauffen)
3. Holcim Aqua 80 - CEM III/B 32,5 N-LH/SR (Holcim Dortmund)
4. Holcim Duo 3 N-LH – CEM III/B 32,5 N-LH (Holcim Dortmund)
5. Betonversuche in der Praxis I – Beton C25/30
6. Betonversuche in der Praxis I – Beton C30/37
7. Betonversuche in der Praxis I – Beton C35/45
8. Zusammenfassung der Betonversuche Praxis I
9. Betonversuche in der Praxis II – Beton C35/45



Nachhaltig informieren.

[perspektiven.holcim.de/nachhaltigkeit](https://perspektiven.holcim.de/nachhaltigkeit)

1. Auflage 2020

© Holcim (Deutschland) GmbH

Verfasser  
Produktmanagement  
Horst Erler

Fotos, sofern nicht anders vermerkt:  
Holcim (Deutschland) GmbH

Haftungsausschluss

Die Hinweise und Empfehlungen der Holcim (Deutschland) GmbH berücksichtigen die derzeit gültigen Normen, Merkblätter und Praxiserfahrungen. Die Informationen sind jedoch unverbindlich und werden unter Ausschluss jeglicher Haftung oder Gewährleistung abgegeben.

# Nachhaltig bauen

Bei massigen Bauteilen oder bei hohen Außentemperaturen kommen Betone zum Einsatz, in denen Zemente mit niedriger Hydrationswärme (so genannte LH-Zemente, LH steht dabei für low heat) und langsamer Festigkeitsentwicklung ihre Stärken ausspielen können. Auch hier spielen CO<sub>2</sub>-reduzierte Produktlösungen eine zunehmend wichtige Rolle.

Holcim bietet in Baden-Württemberg seinen Kunden verschiedene nachhaltige und umweltfreundliche Lösungen für LH-Zemente an, die sich allerdings vom Angebot in Nord- und Westdeutschland unterscheiden. Während Holcim in anderen Bundesländern klinkerreduzierte Zemente mit Hüttensand anbieten kann, ist in der süddeutschen Region für Holcim dieses Nebenprodukt aus der Stahlproduktion nicht für Mischzemente verfügbar. Ein Transport größerer Mengen Hüttensand über eine große Distanz ist für uns keine nachhaltige Lösung.

Holcim Süddeutschland hat deshalb nach einem umweltfreundlichen und zugleich regionalen Weg gesucht: Unsere Lösung ist, dass wir unseren Kunden verschiedene LH-Zemente als Mischzemente aus möglichst regionalen Quellen zur Verfügung stellen.

## 1 Mischzement CEM III/B mit Optimo 4 N als Lösung

Ansatz für süddeutsche Holcim-Kunden

Nicht erst seit der zuletzt verstärkt aufkommenden CO<sub>2</sub>-Diskussion ist Holcim als Unternehmen bestrebt, mit einem nachhaltigen Produktportfolio am Markt zu agieren. Im Norden und Westen Deutschlands bietet beispielsweise Hüttensand als Substitut für Zementklinker eine hervorragende Möglichkeit. Da Hüttensand in Süddeutschland aber weniger gut verfügbar ist, und es den CO<sub>2</sub> Footprint verschlechtern würde, wenn Holcim Hüttensand in nennenswertem Umfang aus dem Norden in den Süden bringt, suchen wir nach einer umweltfreundlichen Lösung, LH-Zemente aus möglichst regionalen Quellen für unsere Kunden zur Verfügung zu stellen.

**"Unsere Lösung ist, dass wir unseren Kunden verschiedene LH-Zemente als Mischzemente aus möglichst regionalen Quellen zur Verfügung stellen"**

Um unserem eigenen Anspruch an Nachhaltigkeit möglichst gerecht zu werden, leisten wir unseren Beitrag, indem wir nur einen Teil des benötigten Hochofenzementes nach Dotternhausen transportieren.

Die Lösung ist ein Mischzement mit 50% Hochofenzement aus Westdeutschland und 50% Optimo 4 N aus dem Werk Dotternhausen. Doch auch die Produkttechnik steht hier auf der Gewinner-Seite: Versuchsreihen mit Bindemittelgemischen zeigen eindeutig, dass ein Bindemittel aus 50% Optimo 4 N und 50% Hochofenzement die Anforderungen an einen LH-Zement, nämlich eine maximale Hydrationswärme von 270 J/g sowie auch die Anforderungen an "Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung", genauer einen r-Wert von maximal 0,30, erfüllen.

Mischzemente als Alternative - Holcim Optimo 4 N mit CEM III/B 32,5 N-LH aus verschiedenen Herstellwerken

Die Untersuchungen am Bindemittelgemisch zeigen eine maximale Hydrationswärme an dem Gemisch mit 50% Optimo 4 und 50% CEM III/B 32,5 N-LH, unterhalb der Grenze von 270 J/g. Der r-Wert, also das Verhältnis der 2-Tages-Festigkeit zur 28-Tages-Festigkeit sollte bei Betonen mit langsamer Festigkeitsentwicklung bei unter 0,30 liegen. Mit dem Bindemittelgemisch erfüllen wir auch diese Anforderung am Normenmörtel, sowie an erprobten Betonrezepturen.

### Fazit:

Das Bindemittelgemisch aus 50% CEM III/B 32,5 N-LH und 50% Holcim Optimo 4 N ist als LH-Bindemittel einstuftbar.

Die maximale Hydrationswärme für einen LH-Zement darf 270 J/g nicht überschreiten. Bei dem Bindemittelgemisch mit verschiedenen Hochofenzementen konnte die Hydrationswärme in jedem Gemisch unter 270 J/g gehalten werden. Daher kann das Bindemittelgemisch die Bezeichnung LH erfüllen. Auch der geforderte r-Wert von  $\leq 0,30$  an der Festigkeitsentwicklung des Betons, kann bei dem Bindemittelgemisch am Normenmörtel, sowie an geprüften Betonrezepturen mit verschiedenen Festigkeitsanforderungen erfüllt werden.

## 2 CEM III/B 32,5 N-LH/SR (Märker Lauffen)

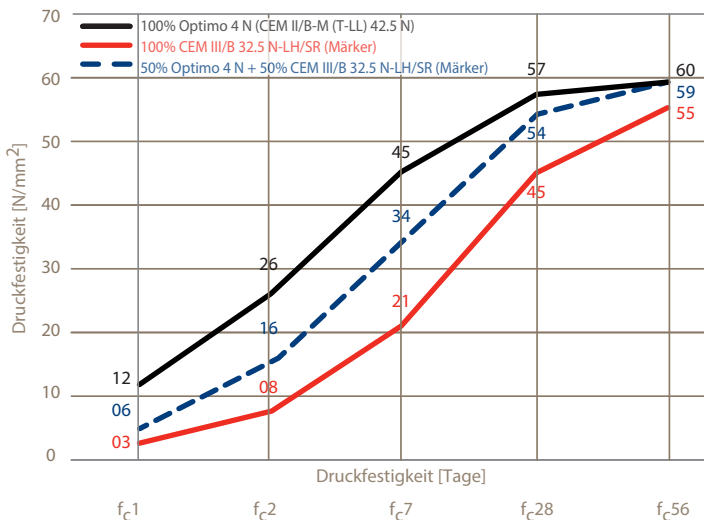
Versuche am Normenmörtel

Am Mörtelversuch nach DIN EN 197-1, wurden die beiden Zemente verglichen, 100% CEM III/B 32,5 N-LH/SR, CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N (Optimo 4 N) und das Gemisch mit jeweils 50% dieser Zemente.

### Rezepturen und Ergebnisse

Bindemittel	Körnung	w/z-Wert	f <sub>c1</sub>	f <sub>c2</sub>	f <sub>c7</sub>	f <sub>c28</sub>	f <sub>c56</sub>	r-Wert	Hydrationswärme
			[N/mm <sup>2</sup> ]						
100% Optimo 4 N (CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N)	Normensand	0,50	12,1	25,9	45,4	57,0	59,1	0,45	339
100% CEM III/B 32,5 N-LH/SR (Märker)	Normensand	0,50	2,9	8,0	21,3	45,1	55,2	0,18	218
50% Optimo 4 N 50% CEM III/B 32,5 N-LH/SR	Normensand	0,50	5,6	15,9	33,5	54,4	59,5	0,29	251

### Festigkeitsentwicklung

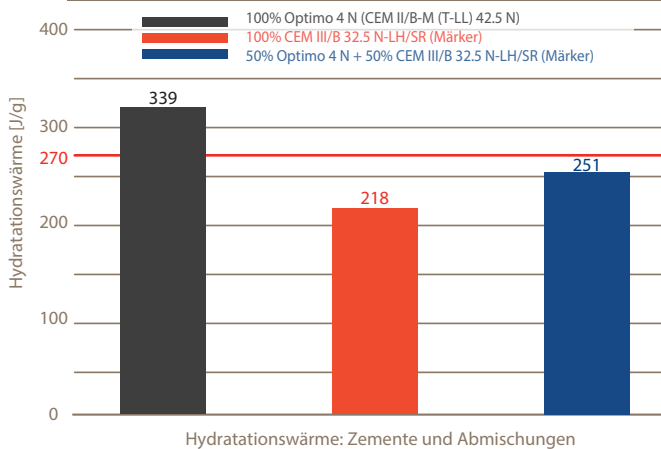


Bei der Festigkeitsentwicklung zeigt sich, dass das Gemisch eine moderate Festigkeitssteigerung aufweist, welches Vorteile in der Anfangsfestigkeit sowie in der Endfestigkeit mit sich bringt.

Dadurch werden die Ausschalzeiten gegenüber reinem Hochfenzement auf ein normales Niveau gebracht.

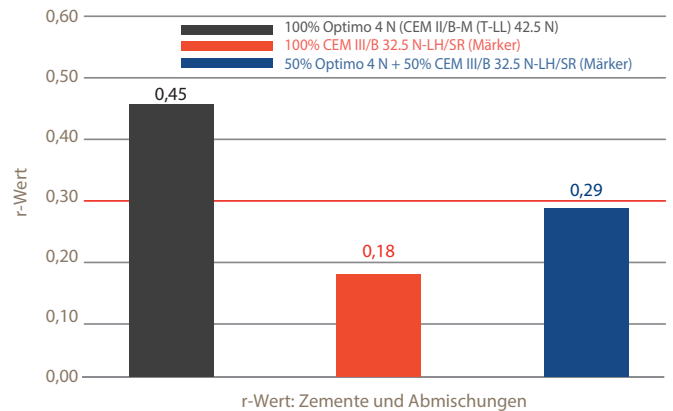
Auch der Glättzeitpunkt liegt gegenüber Hochfenzement deutlich früher.

### Hydrationswärmeentwicklung



Die Hydrationswärme liegt, bei dem Gemisch von 50% Optimo 4 N und 50% CEM III/B 32,5 N-LH/SR, unter 270 J/g und ist somit als LH-Zement einstuftbar. Das Bindemittelgemisch 50/50 weist LH-Eigenschaften auf.

### r-Wert



Der r-Wert liegt bei dem Bindemittelgemisch aus 50% Optimo 4 N und 50% CEM III/B 32,5 N-LH/SR unter 0,30. Somit ist die Festigkeitsentwicklung als „langsam“ einstuftbar.

### 3 CEM III/B 32,5 N-LH/SR (Aqua 80, Holcim)

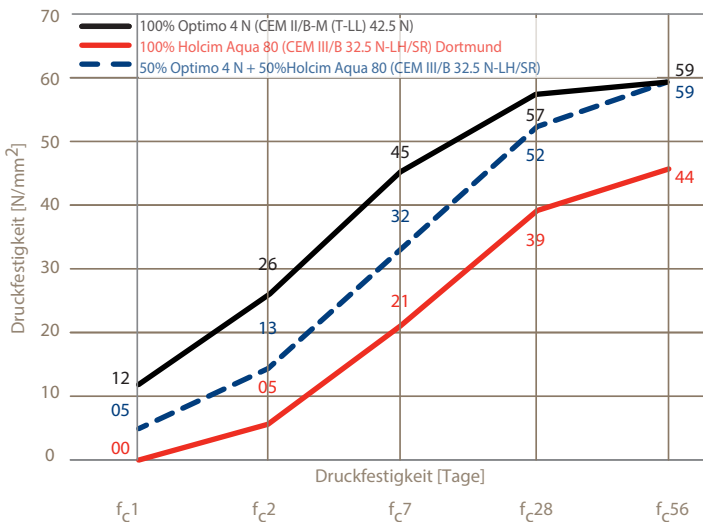
Versuche am Normenmörtel

Am Mörtelversuch nach DIN EN 197-1, wurden die beiden Zemente verglichen, 100% CEM III/B 32,5 N-LH/SR (Aqua 80), CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N (Optimo 4 N) und das Gemisch mit jeweils 50% dieser Zemente.

#### Rezepturen und Ergebnisse

Bindemittel	Körnung	w/z-Wert	f <sub>c1</sub>	f <sub>c2</sub>	f <sub>c7</sub>	f <sub>c28</sub>	f <sub>c56</sub>	r-Wert	Hydratationswärme
			[N/mm <sup>2</sup> ]						
100% Optimo 4 N (CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N)	Normensand	0,50	12,1	25,9	45,4	57,0	59,1	0,45	339
100% Aqua 80 (CEM III/B 32,5 N-LH/SR) Holcim Dortmund	Normensand	0,50	0,0	4,8	20,7	38,8	43,8	0,12	181
50% Optimo 4 N 50% Aqua 80	Normensand	0,50	4,9	13,3	32,3	51,5	58,7	0,26	239

#### Festigkeitsentwicklung

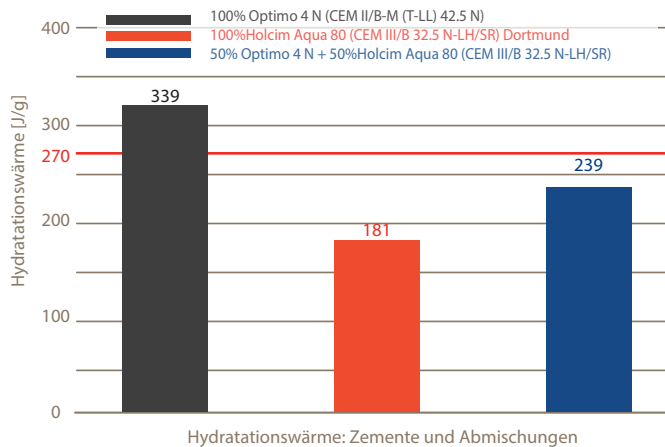


Bei der Festigkeitsentwicklung zeigt sich, dass das Gemisch eine moderate Festigkeitssteigerung aufweist, die Vorteile in der Anfangsfestigkeit sowie in der Endfestigkeit aufweist.

Dadurch werden die Ausschalzeiten gegenüber reinem Hochofenzement auf ein normales Niveau gebracht.

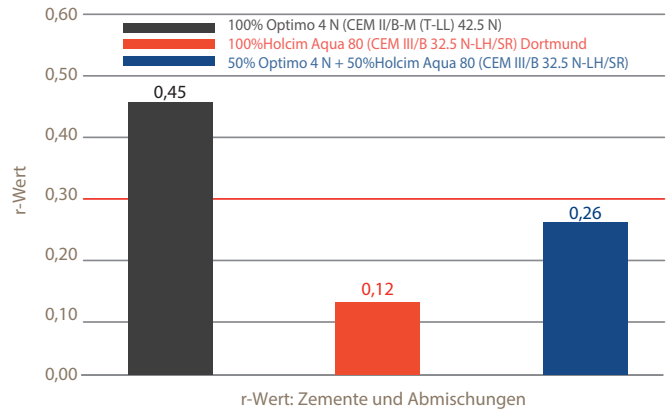
Auch der Glättzeitpunkt liegt gegenüber Hochofenzement deutlich früher.

#### Hydratationswärmeentwicklung



Die Hydratationswärme liegt, bei dem Gemisch von 50% Optimo 4 N und 50% CEM III/B 32,5 N-LH/SR, unter 270 J/g und ist somit als LH-Zement einstuftbar. Das Bindemittelgemisch 50/50 weist LH-Eigenschaften auf.

#### r-Wert



Der r-Wert bei dem Bindemittelgemisch aus 50% Optimo 4 N und 50% CEM III/B 32,5 N-LH/SR liegt unter 0,30. Somit ist die Festigkeitsentwicklung als „langsam“ einstuftbar.

# 4 CEM III/B 32,5 N-LH / Duo 3 N-LH (Holcim)

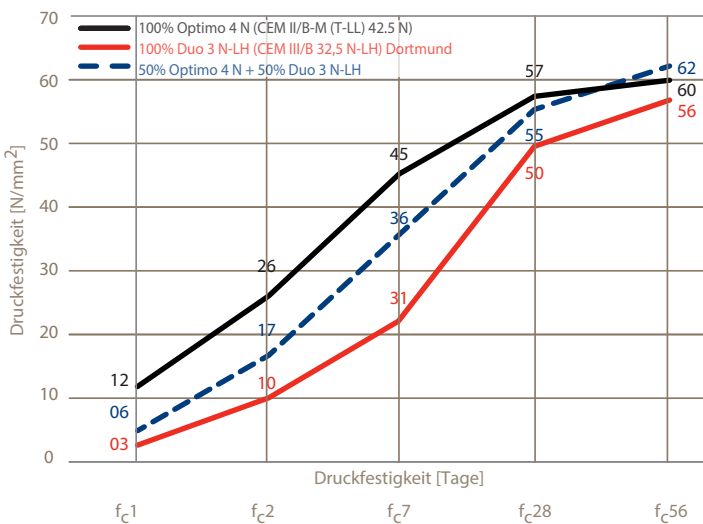
Versuche am Normenmörtel

Am Mörtelversuch nach DIN EN 197-1, wurden die beiden Zemente verglichen, 100% CEM III/B 32,5 N-LH/SR (Duo 3 N-LH), CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N (Optimo 4 N) und das Gemisch mit jeweils 50% dieser Zemente.

## Rezepturen und Ergebnisse

Bindemittel	Körnung	w/z-Wert	f <sub>c1</sub>	f <sub>c2</sub>	f <sub>c7</sub>	f <sub>c28</sub>	f <sub>c56</sub>	r-Wert	Hydratationswärme
			[N/mm <sup>2</sup> ]						
100% Optimo 4 N (CEM II/B-M (T-LL) 42,5 N)	Normensand	0,50	12,1	25,9	45,4	57,0	59,1	0,45	339
100% CEM III/B 32,5 N-LH DUO 3 N-LH	Normensand	0,50	2,6	9,5	31,0	50,4	55,9	0,19	216
50% Optimo 4 N 50% Duo 3 N-LH	Normensand	0,50	6,2	17,4	35,8	55,4	61,6	0,31	258

## Festigkeitsentwicklung

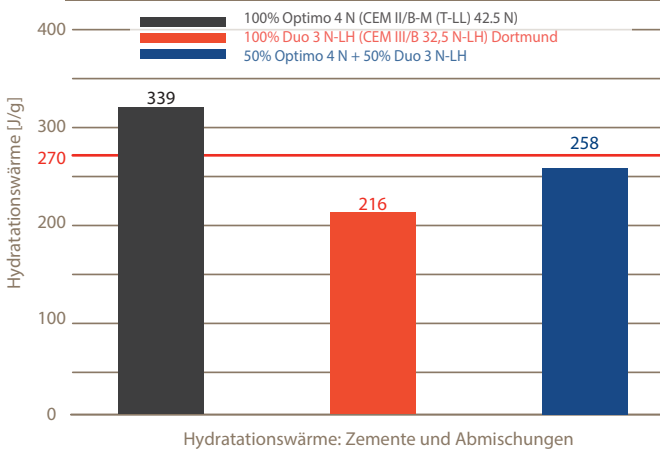


Bei der Festigkeitsentwicklung zeigt sich, dass das Gemisch eine moderate Festigkeitssteigerung aufweist, welches Vorteile in der Anfangsfestigkeit sowie in der Endfestigkeit mit sich bringt.

Dadurch werden die Ausschalzeiten gegenüber reinem Hochfenzement auf ein normales Niveau gebracht.

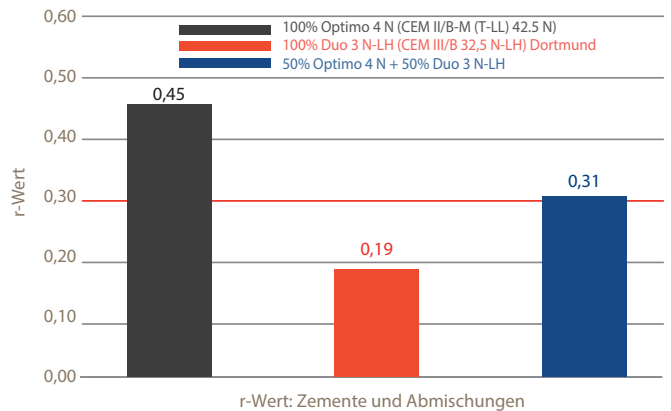
Auch der Glättzeitpunkt liegt gegenüber Hochfenzement deutlich früher.

## Hydratationswärmeentwicklung



Die Hydratationswärme liegt, bei dem Gemisch von 50% Optimo 4 N und 50% CEM III/B 32,5 N-LH unter 270 J/g und ist somit als LH-Zement einstuftbar. Das Bindemittelgemisch 50/50 weist LH-Eigenschaften auf.

## r-Wert



Der r-Wert liegt bei dem Bindemittelgemisch aus 50% Optimo 4 N und 50% CEM III/B 32,5 N-LH um die 0,30. Somit ist die Festigkeitsentwicklung als „langsam“ einstuftbar.





# 5 Betonversuche in der Praxis I – Beton C25/30

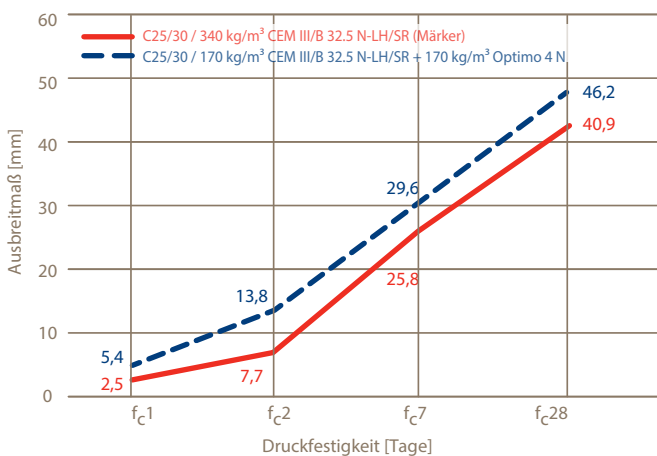
Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 vor Ort im Betonwerk

Am Beton mit 16 mm Körnung (Moränekies) wurden Erstprüfungen mit CEM III/B pur und Abmischungen mit 50% CEM III/B und 50% Optimo 4 N durchgeführt. Die im Labor gewonnenen Erkenntnisse mit dem Bindemittelgemisch aus 50% Hochofenzement und 50% Optimo 4 N wurden am Beton in der Praxis bestätigt. Hierfür erstellte man drei Erstprüfungen für die Festigkeitsklassen C25/30, C30/37 und C35/45 im Betonwerk.

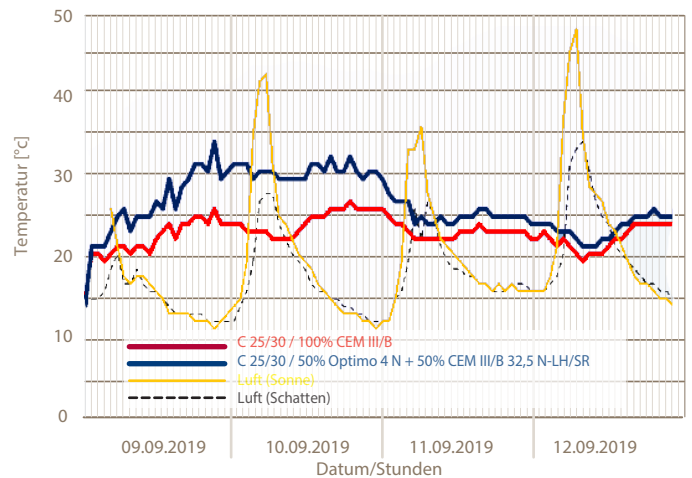
Die Ergebnisse der Festigkeitsentwicklung am Beton weisen einen r-Wert von unter 0,30 auf. Bei allen Festigkeitsklassen kann „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden. Versuche an massigen Bauteilen zeigen am Gemisch 50/50 keinen nennenswerten Temperaturanstieg im Vergleich zum Hochofenzement.

Betonart	Bindemittel	w/z-Wert	Konsistenz	f <sub>c1</sub>	f <sub>c2</sub>	f <sub>c7</sub>	f <sub>c28</sub>	r-Wert	Temperaturentwicklung im Würfel 1,60 m x 0,80 m x 0,80 m
				[N/mm <sup>2</sup> ]					
C25/30	340 kg/m <sup>3</sup> CEM III/B 32,5 N-LH/SR	0,54	F 4	2,5	7,7	25,8	40,9	0,19	25,0
C25/30	170 kg/m <sup>3</sup> Optimo 4 N 170 kg/m <sup>3</sup> CEM III/B 32,5 N-LH/SR	0,54	F4	5,4	13,8	29,6	46,2	0,30	31,0

Druckfestigkeitsentwicklung



Temperatur im Systemblock



Messung der Wärmeentwicklung im Systemblock 1.60 m x 0,80 m x 0,80 m. Messsonde in der Mitte des Blocks und Außentemperaturen in der Sonne und im Schatten. Messdauer 4 Tage.

## Fazit:

- Bindemittel: Das Bindemittelgemisch 50% HOZ Märker und 50% Optimo 4 N ist als LH einstuftbar.
- Hydratationswärme: Hydratationswärme liegt bei 251 J/g, somit unter den geforderten 270 J/g
- R-Wert: R-Wert liegt bei 0,29, somit unter dem Grenzwert von 0,30
- Beton – C25/30 Am Beton konnte ein r-Wert von 0,30 ermittelt werden. Die Hydratationswärme im Systemblock liegt mit 31 °C bei der Abmischung zu 25°C beim CEM III/B 32,5 N-LH/SR nicht wesentlich höher.

Der Beton kann als „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden.



# 6 Betonversuche in der Praxis I – Beton C30/37

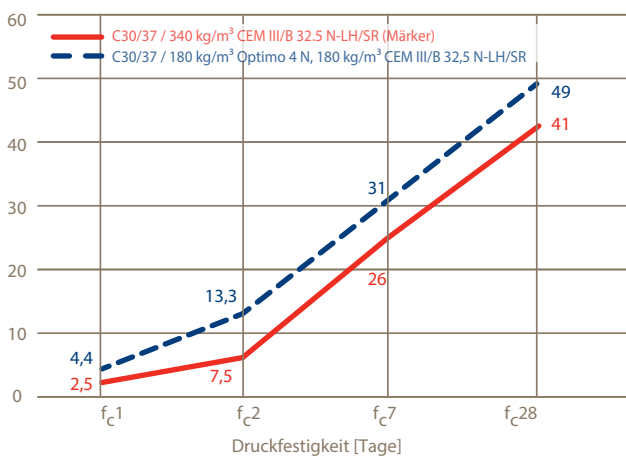
Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 vor Ort im Betonwerk

Am Beton mit 16 mm Körnung (Moränekies) wurden Erstprüfungen mit CEM III/B pur und Abmischungen mit 50% CEM III/B und 50% Optimo 4 N durchgeführt. Die im Labor gewonnenen Erkenntnisse mit dem Bindemittelgemisch aus 50% Hochofenzement und 50% Optimo 4 N wurden am Beton in der Praxis bestätigt. Hierfür erstellte man drei Erstprüfungen für die Festigkeitsklassen C25/30, C30/37 und C35/45 im Betonwerk.

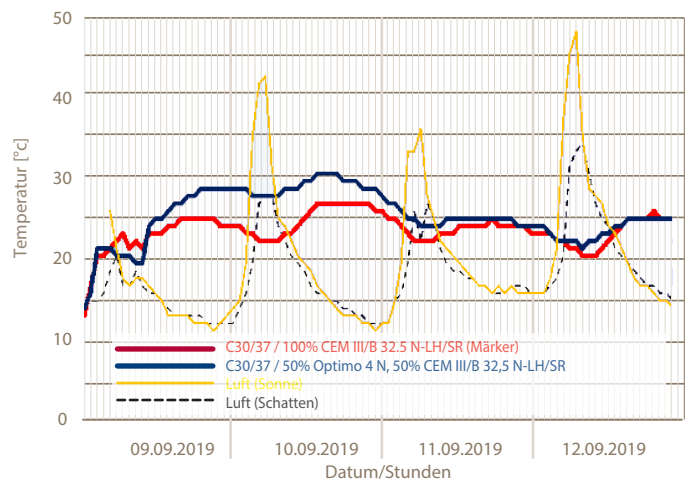
Die Ergebnisse der Festigkeitsentwicklung am Beton weisen einen r-Wert von unter 0,30 auf. Bei allen Festigkeitsklassen kann „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden. Versuche an massigen Bauteilen zeigen am Gemisch 50/50 keinen nennenswerten Temperaturanstieg im Vergleich zum Hochofenzement.

Betonart	Bindemittel	w/z-Wert	Konsistenz	f <sub>c1</sub>	f <sub>c2</sub>	f <sub>c7</sub>	f <sub>c28</sub>	r-Wert	Temperaturentwicklung im Würfel 1,60 m x 0,80 m x 0,80 m
				[N/mm <sup>2</sup> ]					[°C]
C30/37	360 kg/m <sup>3</sup> CEM III/B 32,5 N-LH/SR	0,50	F 4	2,5	7,5	25,5	40,7	0,18	25,0
C30/37	180 kg/m <sup>3</sup> Optimo 4 N 180 kg/m <sup>3</sup> CEM III/B 32,5 N-LH/SR	0,50	F4	4,4	13,3	30,8	48,9	0,27	29,0

Druckfestigkeitsentwicklung



Temperatur im Systemblock



Messung der Wärmeentwicklung im Systemblock 1.60 m x 0,80 m x 0,80 m. Messsonde in der Mitte des Blocks und Außentemperaturen in der Sonne und im Schatten. Messdauer 4 Tage.

## Fazit:

- Bindemittel: Das Bindemittelgemisch 50% HOZ Märker und 50% Optimo 4 N ist als LH einstuftbar.
- Hydratationswärme: Hydratationswärme liegt bei 251 J/g, somit unter den geforderten 270 J/g
- R-Wert: R-Wert liegt bei 0,29, somit unter dem Grenzwert von 0,30
- Beton – C25/30 Am Beton konnte ein r-Wert von 0,27 ermittelt werden. Die Hydratationswärme im Systemblock liegt mit 29 °C bei der Abmischung zu 25°C beim CEM III/B 32,5 N-LH/SR nicht wesentlich höher.

Der Beton kann als „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden.

# 7 Betonversuche in der Praxis I – Beton C35/45

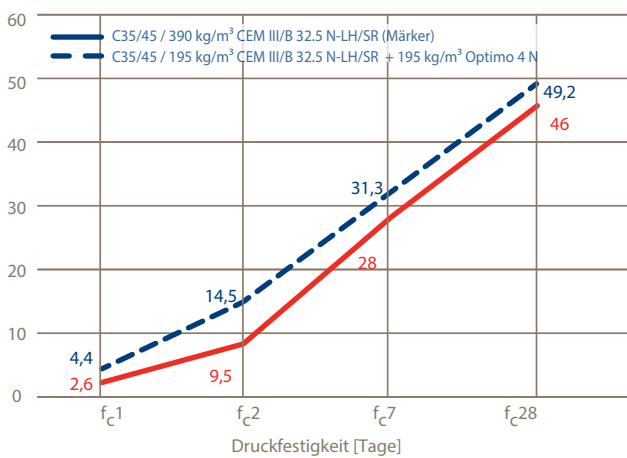
Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 vor Ort im Betonwerk

Am Beton mit 16 mm Körnung (Moränekies) wurden Erstprüfungen mit CEM III/B pur und Abmischungen mit 50% CEM III/B und 50% Optimo 4 N durchgeführt. Die im Labor gewonnenen Erkenntnisse mit dem Bindemittelgemisch aus 50% Hochofenzement und 50% Optimo 4 N wurden am Beton in der Praxis bestätigt. Hierfür erstellte man drei Erstprüfungen für die Festigkeitsklassen C25/30, C30/37 und C35/45 im Betonwerk.

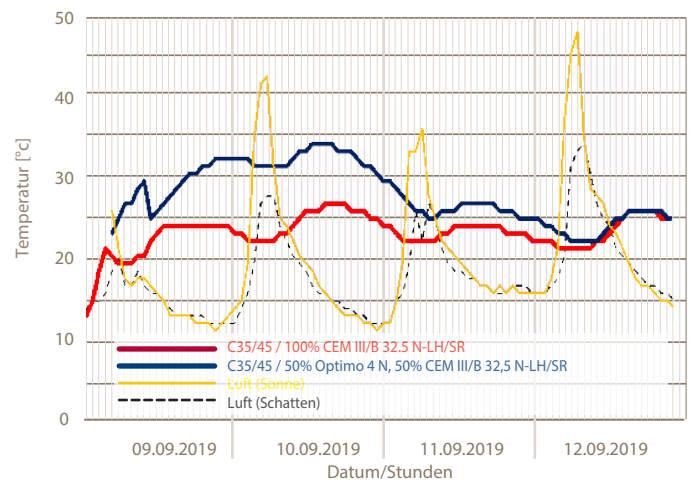
Die Ergebnisse der Festigkeitsentwicklung am Beton weisen einen r-Wert von unter 0,30 auf. Bei allen Festigkeitsklassen kann „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden. Versuche an massigen Bauteilen zeigen am Gemisch 50/50 keinen Nennenswerten Temperaturanstieg im Vergleich zum Hochofenzement.

Betonart	Bindemittel	w/z-Wert	Konsistenz	f <sub>c1</sub>	f <sub>c2</sub>	f <sub>c7</sub>	f <sub>c28</sub>	r-Wert	Temperaturentwicklung im Würfel 1,60 m x 0,80 m x 0,80 m
				[N/mm <sup>2</sup> ]					[°C]
C35/45	390 kg/m <sup>3</sup> CEM III/B 32,5 N-LH/SR	0,49	F 3	2,6	9,5	27,5	45,8	0,21	25,0
C35/45	195 kg/m <sup>3</sup> Optimo 4 N 195 kg/m <sup>3</sup> CEM III/B 32,5 N-LH/SR	0,49	F3	4,4	14,5	31,3	48,6	0,30	33,0

Druckfestigkeitsentwicklung



Temperatur im Systemblock



Messung der Wärmeentwicklung im Systemblock 1.60 m x 0,80 m x 0,80 m. Messsonde in der Mitte des Blocks und Außentemperaturen in der Sonne und im Schatten. Messdauer 4 Tage.

## Fazit:

- Bindemittel: Das Bindemittelgemisch 50% HOZ Märker und 50% Optimo 4 N ist als LH einstuftbar.
- Hydratationswärme: Hydratationswärme liegt bei 251 J/g, somit unter den geforderten 270 J/g
- R-Wert: R-Wert liegt bei 0,29 und somit unter dem Grenzwert von 0,30
- Beton – C25/30 Am Beton konnte ein r-Wert von 0,30 ermittelt werden. Die Hydratationswärme im Systemblock liegt mit 33 °C bei der Abmischung zu 25°C beim CEM III/B 32,5 N-LH/SR nicht wesentlich höher.

Der Beton kann als „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden.

## 8 Zusammenfassung der Betonversuche Praxis I

Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 vor Ort im Betonwerk

Am Beton mit 16 mm Körnung (Moränekies) wurden Erstprüfungen mit CEM III/B pur und Abmischungen mit 50% CEM III/B und 50% Optimo 4 N durchgeführt. Die im Labor gewonnenen Erkenntnisse mit dem Bindemittelgemisch aus 50% Hochofenzement und 50% Optimo 4 N wurden am Beton in der Praxis bestätigt.

Hierfür erstellte man drei Erstprüfungen für die Festigkeitsklassen C25/30, C30/37 und C35/45 im Betonwerk.

Die Ergebnisse der Festigkeitsentwicklung am Beton weisen einen r-Wert von unter 0,30 auf. Bei allen Festigkeitsklassen kann „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden. Versuche an massigen Bauteilen zeigen am Gemisch 50/50 keinen Nennenswerten Temperaturanstieg im Vergleich zum Hochofenzement.

### Fazit:

- Bindemittelgemisch 50/50: Das Bindemittelgemisch 50% CEM III/B 32,5 N-LH/SR und 50% Optimo 4 N ist als LH einstuftbar..
- Hydratationswärme: Hydratationswärme liegt bei 251 J/g, somit unter den geforderten 270 J/g
- R-Wert: R-Wert liegt bei 0,29 und somit unter dem Grenzwert von 0,30
- Beton – C25/30 – C30/37 – C35/45: An allen Betonen konnte ein r-Wert von  $\leq 0,30$  ermittelt werden. Die Hydratationswärme im Systemblock liegt bei den Abmischung 50/50 nicht wesentlich höher als bei Beton mit CEM III/B 32,5 N-LH/SR..

Der Beton kann als „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden.



Messung der Hydratationswärme im Beton, am Systemblock 1,60 m x 0,80 m x 0,80 m

# 9 Betonversuche in der Praxis II – Beton C35/45

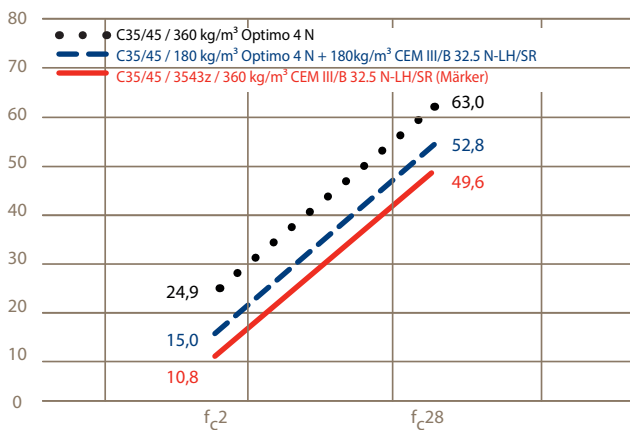
Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 vor Ort im Betonwerk

Am Beton mit 16 mm Körnung (Rheinkies) wurden Erstprüfungen mit CEM III/B pur, Optimo 4 N pur und einer Abmischung 50% CEM III/B und 50% Optimo 4 N durchgeführt. Die im Labor gewonnenen Erkenntnisse mit dem Bindemittelgemisch aus 50% Hochofenzement und 50% Optimo 4 N wurden am Beton in der Praxis bestätigt. Hierfür erstellte man drei Erstprüfungen für die Festigkeitsklassen C35/45 im Betonwerk.

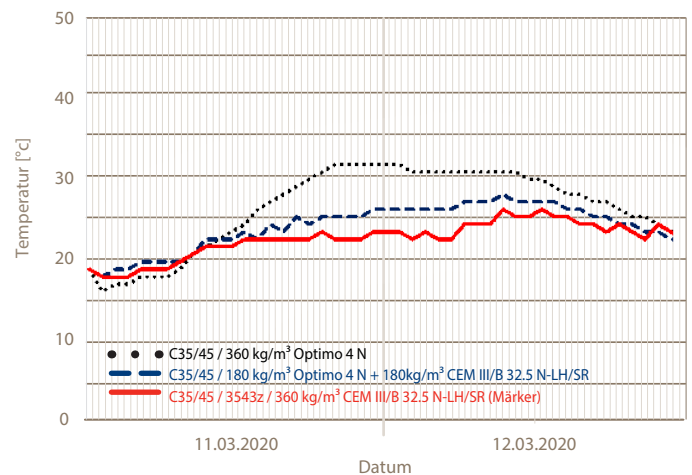
Die Ergebnisse der Festigkeitsentwicklung am Beton weisen einen r-Wert von unter 0,30 auf. Bei Beton mit CEM III/B und Beton mit 50%/50% kann „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden

Betonart	Bindemittel	w/z-Wert	Konsistenz	f <sub>c2</sub>	f <sub>c28</sub>	r-Wert	Temperaturentwicklung im Würfel 1,60 m x 0,80 m x 0,80 m
							[°C]
C35/45	360 kg/m <sup>3</sup> Optimo 4 N	0,45	F 4	24,9	63,0	0,40	32
C35/45	180 kg/m <sup>3</sup> Optimo 4 N 180 kg/m <sup>3</sup> CEM III/B 32,5 N-LH/SR	0,45	F 4	15,0	52,8	0,28	26
C35/45	360 kg/m <sup>3</sup> CEM III/B 32,5 N-LH/SR	0,45	F 4	10,8	49,6	0,22	23

Druckfestigkeitsentwicklung



Temperatur im Systemblock



Messung der Wärmeentwicklung im Systemblock 1.60 m x 0,80 m x 0,80 m. Messsonden jeweils in der Mitte des Blocks. Betonversuche an massigen Bauteilen zeigen am Gemisch 50/50 keinen Nennenswerten Temperaturanstieg im Vergleich zum Hochofenzement

## Fazit:

- Bindemittel: Das Bindemittelgemisch 50% HOZ Märker und 50% Optimo 4 N ist als LH einstuftbar.
- Hydratationswärme: Hydratationswärme liegt bei 251 J/g, somit unter den geforderten 270 J/g
- R-Wert: R-Wert liegt bei 0,28 und somit unter dem Grenzwert von 0,30
- Beton – C35/45 Am Beton konnte ein r-Wert von 0,28 ermittelt werden. Die Hydratationswärme im Systemblock liegt mit 26 °C bei der Abmischung zu 23°C beim CEM III/B 32,5 N-LH/SR nicht wesentlich höher.

Der Beton kann als „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden.



Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 vor Ort im Betonwerk

Die Ergebnisse der Festigkeitsentwicklung am Beton weisen einen r-Wert von unter 0,30 auf. Bei allen Festigkeitsklassen kann „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden.

Versuche an massigen Bauteilen zeigen am Gemisch 50/50 keinen Nennswerten Temperaturanstieg im Vergleich zum Hochofenzement.

#### Fazit:

- Bindemittelgemisch 50/50: Das Bindemittelgemisch 50% CEM III/B 32,5 N-LH/SR und 50% Optimo 4 N ist als LH einstuftbar.
- Hydratationswärme: Hydratationswärme liegt bei 251 J/g, somit unter den geforderten 270 J/g
- R-Wert: R-Wert liegt bei 0,29 und somit unter dem Grenzwert von 0,30
- Beton – C35/45: An den Betonen mit CEM III/B und dem Gemisch 50%/50% konnte ein r-Wert von  $\leq 0,30$  ermittelt werden. Die Hydratationswärme im Systemblock liegt bei den Abmischung 50/50 nicht wesentlich höher als bei Beton mit CEM III/B 32,5 N-LH/SR. Der Beton kann als „Beton mit langsamer Festigkeitsentwicklung“ eingestuft werden.



Messung der Hydratationswärme im Beton, am Systemblock 1,60 m x 0,80 m x 0,80 m





Holcim (Deutschland) GmbH  
Technisches Marketing  
Hannoversche Strasse 28  
31319 Sehnde-Höver  
Telefon +49 (0) 5132 927-432  
Telefax +49 (0) 5132 927-430  
[technisches-marketing@lafargeholcim.com](mailto:technisches-marketing@lafargeholcim.com)  
[www.holcim.de](http://www.holcim.de)