

Verbesserung der Wärmeableitung bei Hoch- und Höchstspannungskabeln

Raymund Böing, Ressortleiter Betontechnologie, Entwicklung und Anwendung, HeidelbergCement AG, Leimen
Dr. Jörg Dietrich, Produktentwicklung und Qualitätsmanagement, HeidelbergCement Baustoffe für Geotechnik, Ennigerloh

Hoch- und Höchstspannungskabel werden genehmigungsbedingt immer häufiger im Erdreich verlegt. Hierbei ist die Leitungstemperatur von besonderer Bedeutung. Die Höhe der Kabeltemperatur hängt u. a. ab von der durchgeleiteten Stromstärke und der Wärmeleitfähigkeit des Bettungsmaterialies. Eine Steigerung der Kabelbelastbarkeit kann durch Bettungsmaterialien mit hohen Wärmeleitfähigkeiten erreicht werden. Zurzeit werden als thermische Stabilisierungsmaterialien Magerbeton oder korngestufte Sande eingesetzt. Die Wärmeleitfähigkeit dieser Materialien liegt bei etwa $1,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ¹, ist u. a. abhängig vom Feuchtegehalt des Bettungsmaterialies und muss auch bei hohen Kabeltemperaturen von z.B. 70°C sichergestellt werden können.

Entwicklungen im Bereich der HeidelbergCement AG Deutschland führten zu hochwärmeleitfähigen Betonen und Verfüllbaustoffen. Anwendungen, Vorteile und Eigenschaften der neuen und innovativen Produkte werden vorgestellt. Hiermit wird es möglich von Kupfer auf Aluminium-Leiter zu wechseln oder den Leiterquerschnitt zu verringern. Die hochwärmeleitfähigen Baustoffe machen eine Bündelung von Kabeln und eine damit verbundene wesentliche Verringerung des Magnetfeldes möglich. Hotspots können bei Verwendung des neuen Baustoffes ohne Querschnittsvergrößerung im Bereich der thermischen Stabilisierung realisiert werden².

Die Wärmeleitfähigkeit auch dieser Baustoffe ist abhängig von deren Feuchtegehalt. Im wassergesättigten Zustand sind Werte von bis zu $6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ erreichbar und im getrockneten Zustand mindestens $3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Mit letztgenanntem Wert kann bei der Kabelprojektierung gerechnet werden.

Welche Wärmeleitfähigkeit später in der Praxis genutzt werden kann, hängt ab von dem sich einstellenden Feuchtigkeitsgehalt des Bettungsmaterialies. Vermutlich werden es Wärmeleitfähigkeiten zwischen 3 und $5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ sein. Es ist anzunehmen, dass sich ein statischer Wert wegen kabeltemperaturbedingtem variierendem Feuchtegehalt nicht einstellen wird. Um trotzdem die volle Leistungsfähigkeit des hochwärmeleitfähigen Bettungsmaterialies zu nutzen, wäre eine situationsbedingte aussteuerbare Belastbarkeit des Kabels wünschenswert.

Eine gemeinschaftliche Entwicklung der nkt cables Köln und dem Institut Energietransport und -speicherung an der Universität Duisburg-Essen führte zu einem mit entsprechender Sensorik ausgestattetem Kabel, dessen Belastbarkeit unter Nutzung einer hierfür entwickelten Software in Abhängigkeit von der Leitungstemperatur angesteuert werden kann. Diese innovative Kabeltechnologie macht es möglich die neuen hochwärmeleitfähigen Baustoffe der HeidelbergCement AG Deutschland in ihrer vollen Leistungsfähigkeit zu nutzen.

¹ Prof. H. Brakelmann, Universität Duisburg, Studie: Einsatzmöglichkeiten hochwärmeleitfähiger Rückfüllmaterialien für den Kabelgraben, April 2009, HeidelbergCement AG Baustoffe für Geotechnik GmbH Ennigerloh

² Dr. Jörg Dietrich, Dr. Andreas Märten, Prof. Dr.-Ing. habil. Heiner Brakelmann, Dipl.-Ing. Hans-Peter May, Verbesserte Stromtragfähigkeit – Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton für Kabelgraben, **ew** Jg. 108 (2009), Heft 14-15 S. 66-72

Verbesserung der Wärmeableitung bei Hoch- und Höchstspannungskabeln

Raymund Böing Entwicklung und Anwendung, HeidelbergCement AG, Leimen
 Dr. Jörg Dietrich HeidelbergCement Baustoffe für Geotechnik, Ennigerloh
 18. Forum Netzbau und Betrieb am 6. und 7. Mai 2010 MARITIM Hotel Köln



Folie 1
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

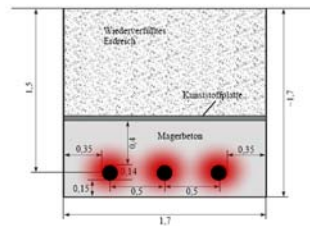
Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen

Dr. Jörg Dietrich

- Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung



Folie 2
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

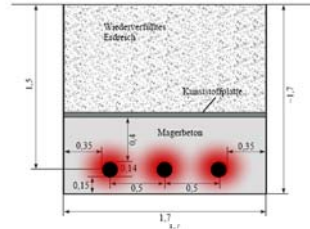
Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen

Dr. Jörg Dietrich

- Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung

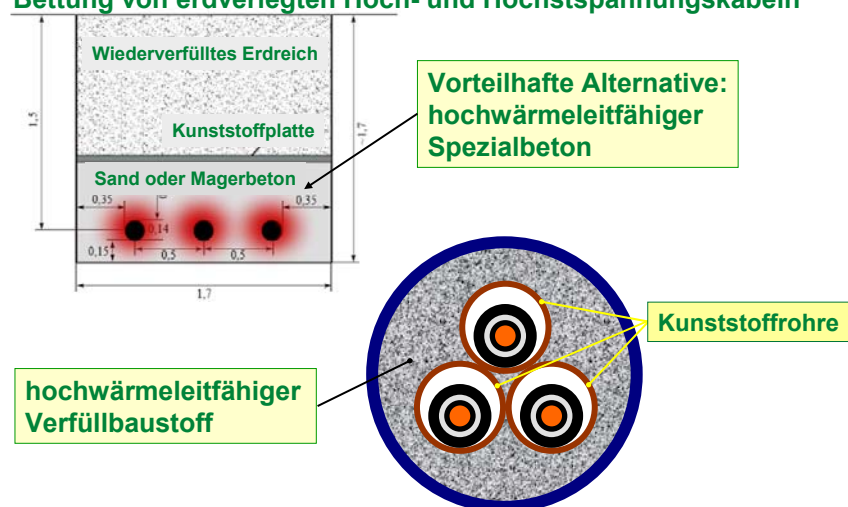


Folie 3
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Einleitung und Übersicht

Bettung von erdverlegten Hoch- und Höchstspannungskabeln



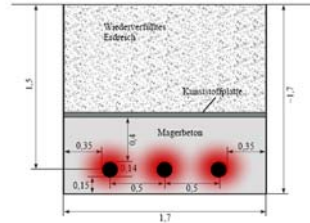
Folie 4
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen



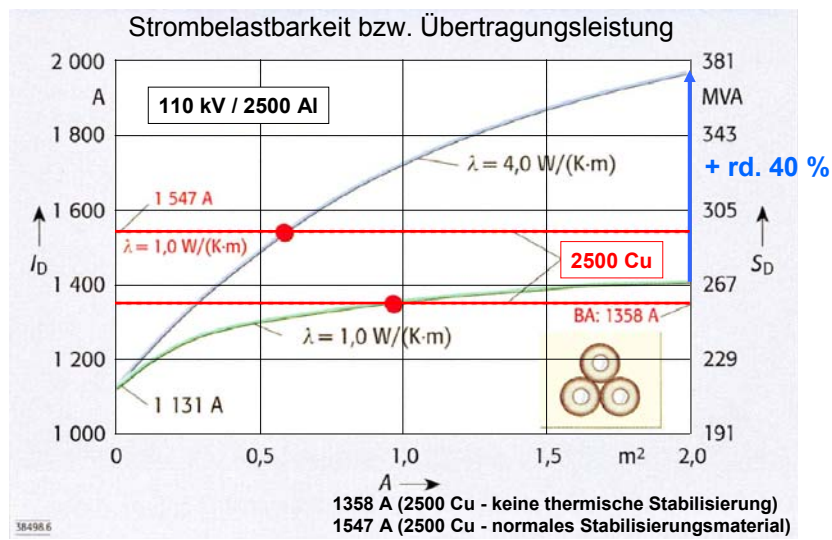
Dr. Jörg Dietrich

- Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung

Folie 5
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Wechsel auf Aluminiumleiter möglich

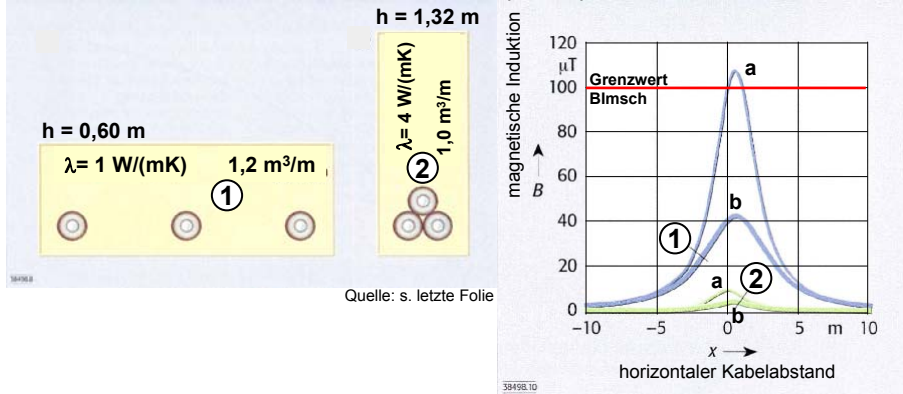


Folie 6
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Reduzierung Magnetfeld durch Bündelung

110 kV VPE Einleiterkabel für 260 MVA Dauerlast (1365 A)



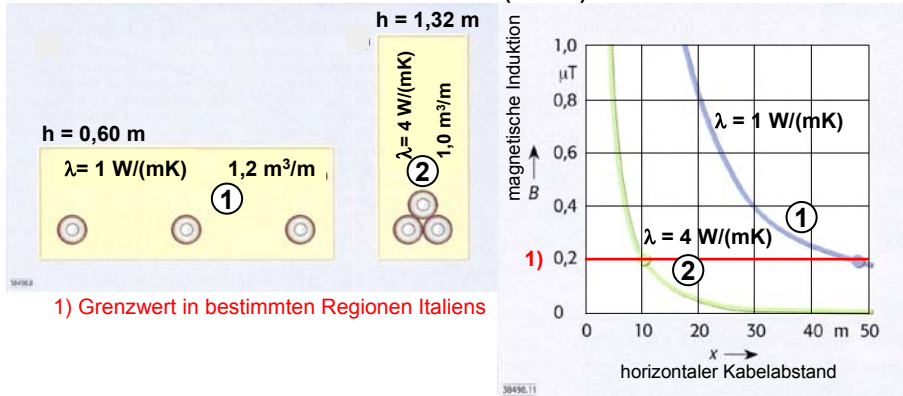
a Messung Erdoberfläche
b Messung in 1 m Höhe

Folie 7
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Reduzierung Magnetfeld durch Bündelung

110 kV VPE Einleiterkabel für 260 MVA Dauerlast (1365 A)

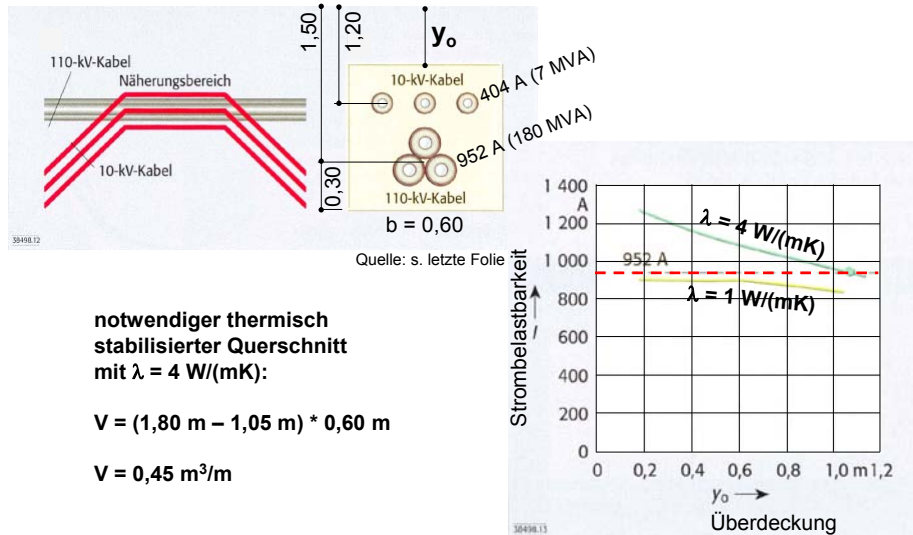


Quelle: s. letzte Folie

Folie 8
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Entschärfung von Hotspots einfach möglich



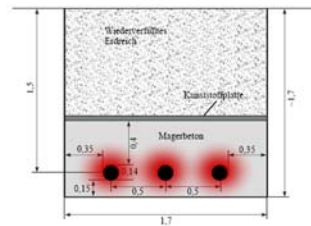
Folie 9
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen



Dr. Jörg Dietrich

- Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung

Folie 10
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Konsistenz/Verarbeitbarkeit



**Prüfung Ausbreitmaß
beim normalem Beton**



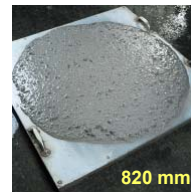
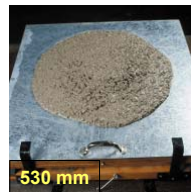
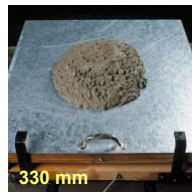
**Prüfung Setzfließmaß
beim selbstverdichtenden Beton**

Folie 11
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Konsistenz/Verarbeitbarkeit

Fließ- bzw. Setzfließmass ohne Schläge



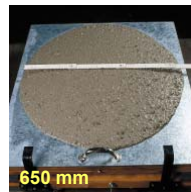
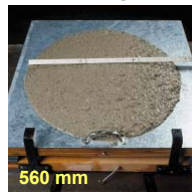
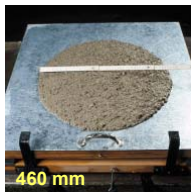
330 mm

530 mm

820 mm

Setzfließmaßklasse
SF1 550 – 650 mm

Ausbreitmass nach 15 Schlägen



460 mm

560 mm

650 mm

Ausbreitmaßklasse
F3 420 - 480 mm

Ausbreitmaßklasse
F5 560 - 620 mm

Ausbreitmaßklasse
F6 630 - 700 mm

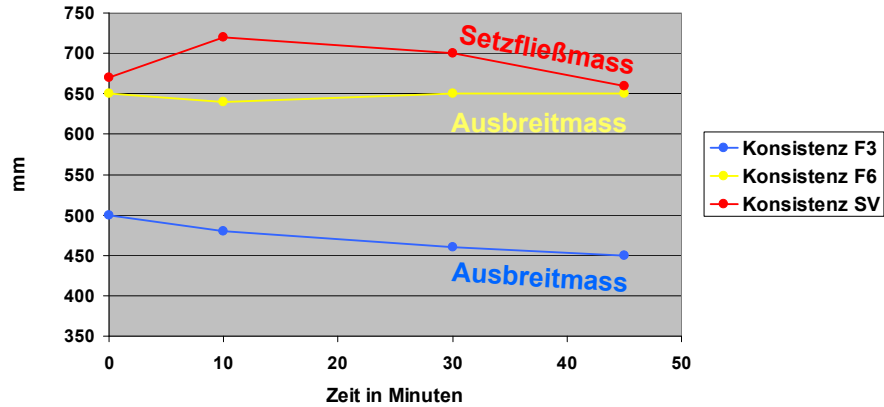
Folie 12
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Konsistenz/Verarbeitbarkeit

Konsistenz und Ansteifverhalten des Wärmeleitbetons

Ausbreit- (DIN EN 12350-5) bzw. Setzungsfießmass (DAFStb SVB-Richtlinie) über die Zeit



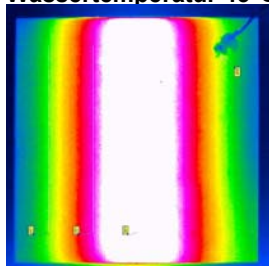
Folie 13
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeübergangswiderstand

Thermobild nach 1 h

Wassertemperatur 45°C

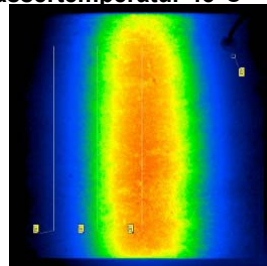


fließfähige Konsistenz
 Ausbreitmaß ≥ 630 mm



Thermobild nach 1 h

Wassertemperatur 45°C



steife Konsistenz
 Ausbreitmaß ≤ 340 mm



fließfähiger Wärmeleitbeton = niedrigerer Wärmeübergangswiderstand

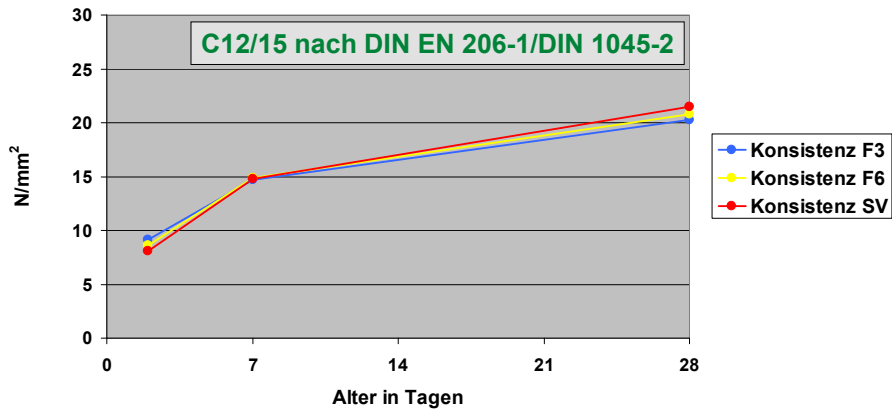
Folie 14
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton

Festigkeitsentwicklung des Wärmeleitbetons

Betondruckfestigkeit nach DIN EN 12390-3



Folie 15
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton - Wärmeleitfähigkeit

Prüfung der Wärmeleitfähigkeit

- nach 2, 7, 14 und 28 d an jeweils 2 10er Betonzylindern
- Lagerung: 1 d in der Form vor dem Austrocknen geschützt, dann bis zum 2. bzw. 7. d unter Wasser, dann bis zum 14. bzw. 28. d bei 20°C/65 % r.F.
- Messung an der „feuchten“ Probe
- Bestimmung der Restfeuchte (trocknen bis zur Gewichtskonstanz bei 80°C)
- zweite Messung an getrockneter Probe

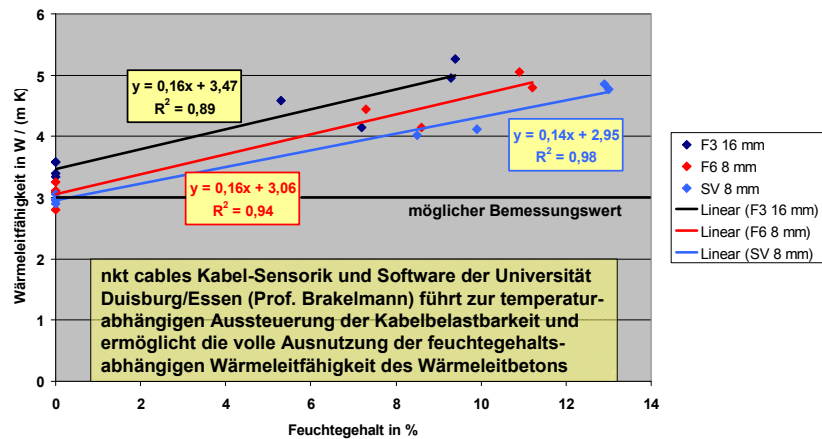
Prüfgerät: ISOMET Heat Transfer Analyzer Model 2104

Folie 16
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton - Wärmeleitfähigkeit

Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt



Folie 17
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit

Bemessungswert: $\lambda_B = 3 \text{ W / (m K)}$

Prüfung in der werkseigenen Produktionskontrolle:

Prüfkörper: drei 10er Betonzylinder $h/d = 1$

Prüfgerät: ISOMET Heat Transfer Analyzer Model 2104

Prüfalter: Geprüft im Betonalter von 28 d

Prüfkörperlagerung: 1 d in der Form vor dem Austrocknen geschützt, dann bis zum 7 d unter Wasser, dann bis zum 28 d bei 20°C/65 % r.F. dann trocknen bis zur Gewichtskonstanz bei 80°C

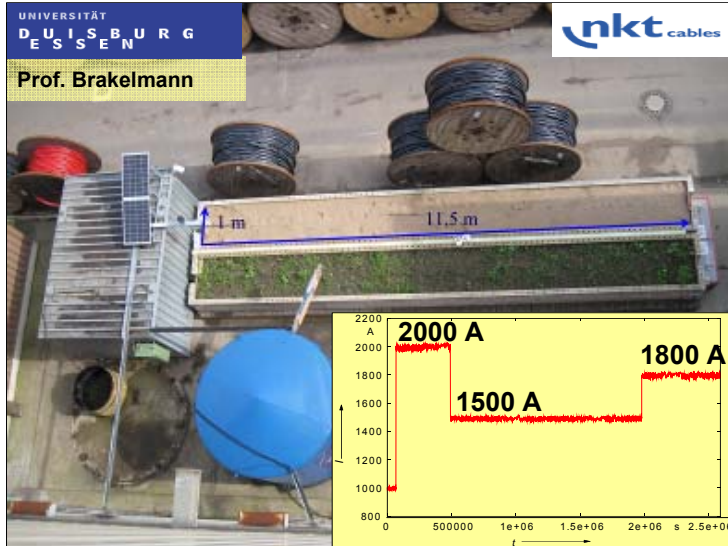
Prüfergebnis λ_p : Mittelwert aus Messungen an drei Prüfkörpern

Beurteilung des Prüfergebnisses: $\lambda_p \geq \lambda_B = 3 \text{ W / (m K)}$

Folie 18
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

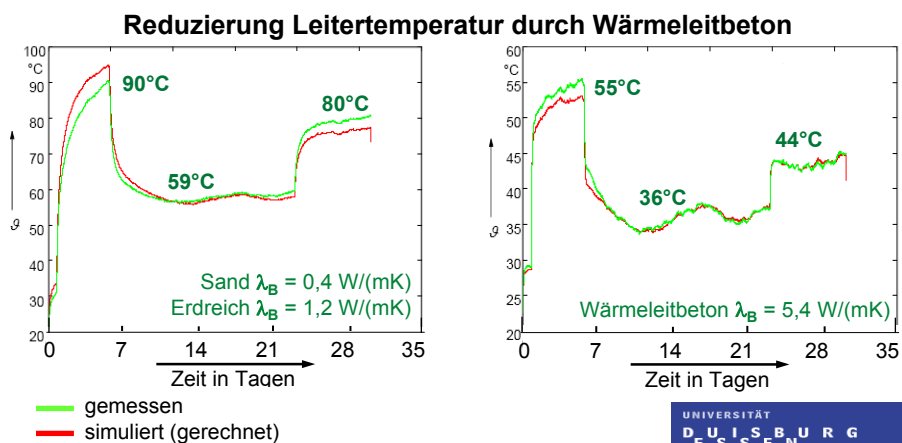
Wärmeleitbeton – Praxisversuch bei nkt cables in Köln



Folie 19
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Praxisversuch bei nkt cables in Köln



Folie 20
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN
nkt cables

HEIDELBERGCEMENT

Wärmeleitbeton – Praxisversuch bei nkt cables in Köln

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Prof. Brakelmann

nkt cables

| Stromstärke | Kabeltemperatur | | |
|-------------|-----------------|----------------|-------------|
| | Sand | Wärmeleitbeton | Reduzierung |
| A | °C | °C | % |
| 2000 | 90 | 55 | 39 |
| 1800 | 80 | 44 | 45 |
| 1500 | 59 | 36 | 39 |

Folie 21
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen



Dr. Jörg Dietrich

- Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung

Folie 22
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Werksfertige Verfüllbaustoffe – Produkteigenschaften



Pulverförmige Baustoffe (Sackware, Big Bag, Siloware)

Folie 23
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Werksfertige Verfüllbaustoffe – Produkteigenschaften

Produkteigenschaften:

- Die Sicherstellung der Produktqualität erfolgt durch ein werksseitiges Qualitätsmanagement.
- Werksfertige Trockenbaustoffe müssen auf der Baustelle nur noch mit Wasser angemischt werden.
- Die so hergestellten Suspensionen sind sofort gebrauchsfertig.

Folie 24
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Werksfertige Verfüllbaustoffe – Mischaggregate



**Kolloidmischer
(hochtourig)**



**Durchlaufmischer
(niedertourig)**

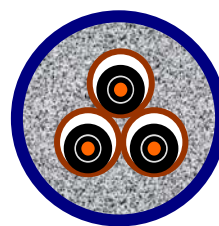
Folie 25
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen



Dr. Jörg Dietrich

- **Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe**
- **Anwendungsgebiete und Vorteile**
- Produktinformationen
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung

Folie 26
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Werksfertige Verfüllbaustoffe – Anwendungsgebiete

1. Verfüllbaustoffe für die direkte Kabelbettung

- ➔ Stauwärmeübertragung Kabel / Erdreich
- ➔ Kleinbaustellen, für die eine Belieferung durch Transportbeton nicht wirtschaftlich ist (z. B. Sanierung von Hotspots)

2. Verfüllbaustoffe für die Verfüllung von Kabel/ Hüllrohr-Systemen

- ➔ Stauwärmeübertragung Kabel / Hüllrohr
- ➔ Optimierung der Wärmeableitung bei allen Kabel/ Hüllrohr-Systemen

Folie 27
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen

Dr. Jörg Dietrich

- Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung



Folie 28
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff direkte Kabelbettung – Anforderungsprofil

Anforderungsprofil

- Gut pumpfähige Konsistenz sowie Sedimentationsstabilität
 - ➔ Fehlstellenfreie Verfüllung des Ringraumes
 - ➔ Gute thermische Kopplung zwischen dem Kabel und dem umgebenden Erdreich
- Hohe Wärmeleitfähigkeit / Austrocknungsbeständigkeit
 - ➔ Hohe Wärmeleitfähigkeit auch im Fall einer Austrocknung durch Stauwärmeeinfluss (Flüssigbodenrezepturen sind daher nicht geeignet)

Folie 29
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff direkte Kabelbettung – Konsistenz

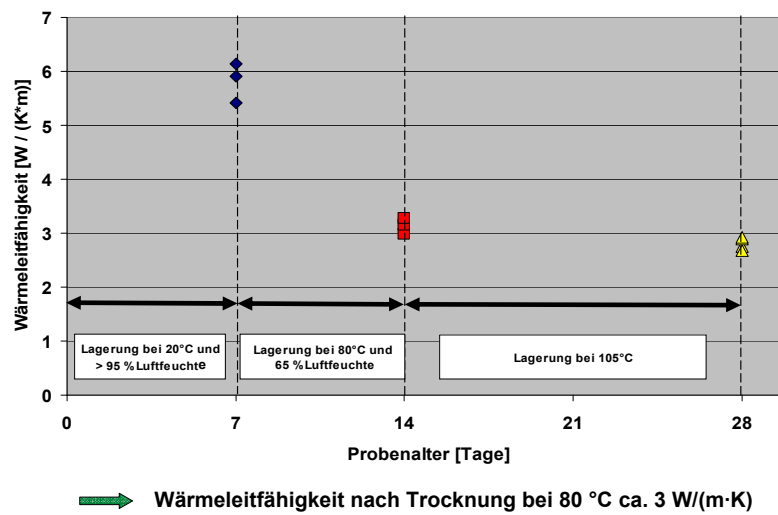


**Konsistenz Verfüllbaustoff für direkte Kabelbettung
(Ausbreitmaß nach DIN 18555: ca. 240 mm)**

Folie 30
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

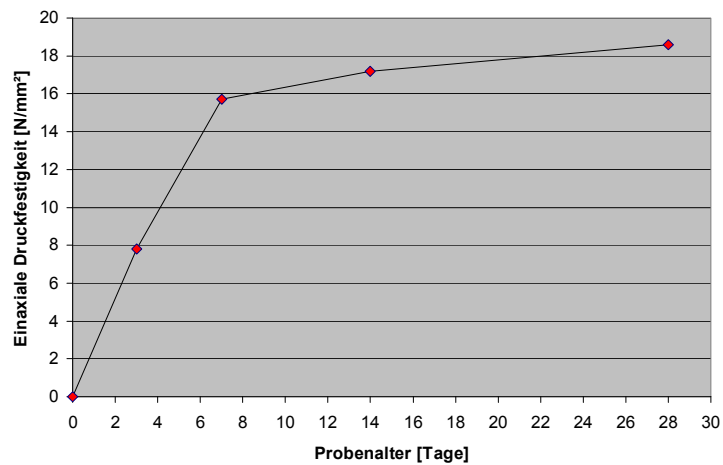
Verfüllbaustoff direkte Kabelbettung – Wärmeleitfähigkeit



Folie 31
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff direkte Kabelbettung – Festigkeitsentwicklung



→ Einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen ca. 18 N/mm²

Folie 32
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen



Dr. Jörg Dietrich

- **Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe**
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- **Produktinformationen**
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung

Folie 33
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff Kabel/Hüllrohrsystem – Anforderungsprofil

Anforderungsprofil

- Hoch fließfähige Konsistenz sowie Sedimentationsstabilität

➡ Verfüllung enger Ringräume und langer
Haltungslängen

➡ Gute thermische Kopplung zwischen dem Kabel
und dem umgebenden Hüllrohr

- Hohe Wärmeleitfähigkeit

➡ Hohe Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand

Folie 34
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff Kabel/Hüllrohrsystem – Rheologie

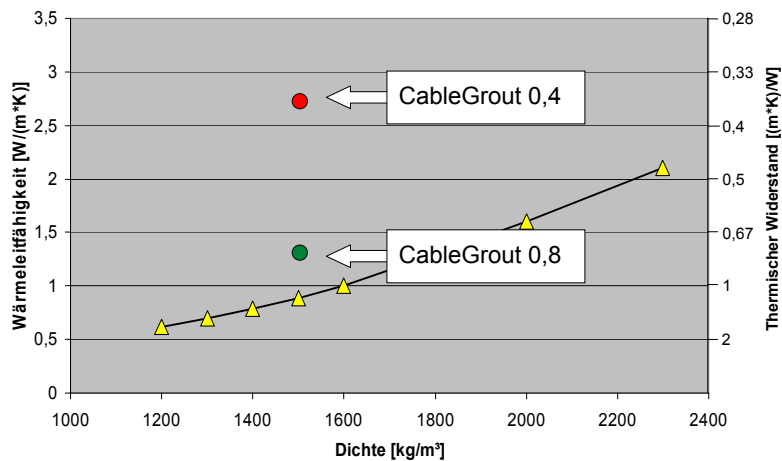


➔ Zur Aussteuerung der Fließeigenschaften und zur Stabilisierung der Suspension enthält die Baustoffrezeptur einen auf die Anwendung abgestimmten Tonmineralanteil.

Folie 35
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff Kabel/Hüllrohrsystem – Wärmeleitfähigkeit

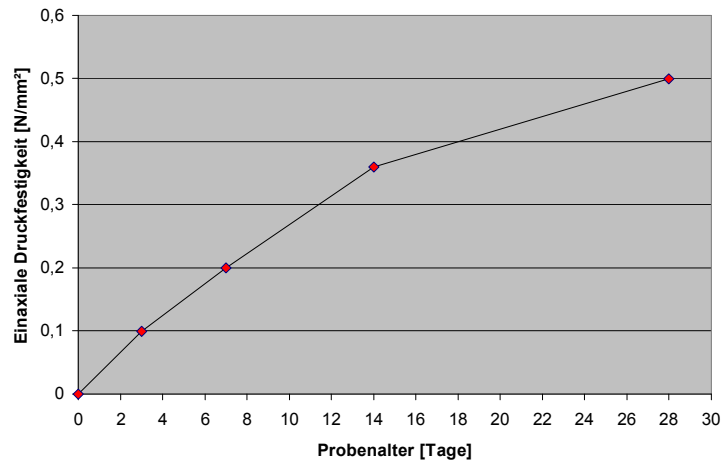


➔ Optimierung der thermischen Eigenschaften durch hochwärmeleitfähige Additive

Folie 36
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff Kabel/Hüllrohrsystem – Festigkeitsentwicklung

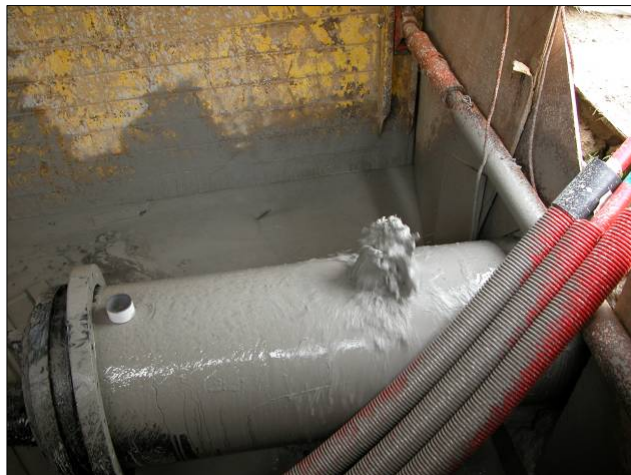


➔ Einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen ca. 0,5 N/mm²

Folie 37
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff Kabel/Hüllrohrsystem – Praxisbeispiel

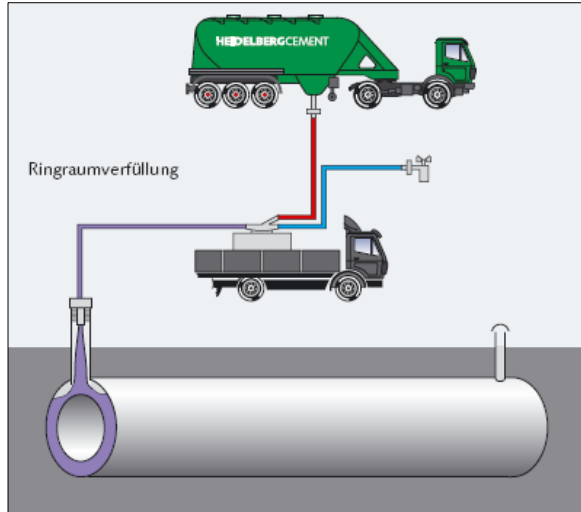


Kabelanbindung Offshore-Windpark Thornton Bank an 150 KV-Netz Oostende

Folie 38
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Verfüllbaustoff Kabel/Hüllrohrsystem – Praxisbeispiel



Folie 39
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe – Übersicht

| | Direkte Kabelbettung | Kabel/ Hüllrohr-Systeme |
|-----------------------------------|----------------------|--|
| Konsistenz | Pumpfähig | Hoch fließfähig |
| | $W/(mK) / (mK)/W$ | $W/(mK) / (mK)/W$ |
| λ / R_{λ} (feucht) | ca. 5 / 0,20 | ca. 1,2 / 0,8 (CableGrout 0,8) ca. 2,5 / 0,4 (CableGrout 0,4) |
| λ / R_{λ} (trocken) | ca. 3 / 0,33 | n. b. |

Folie 40
 raymund.boeing@heidelbergcement.com
 joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Gliederung

Raymund Böing

- Einleitung und Übersicht
- Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen



Dr. Jörg Dietrich

- Hochwärmeleitfähiger Verfüllbaustoff
- Anwendungsgebiete und Vorteile
- Produktinformationen
 - Produkt zur Sanierung von Hotspots
 - Produkt zur Ringraumverfüllung bei Kabel / Hüllrohrsystemen
- Zusammenfassung

Folie 41
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Zusammenfassung

Durch Wärmeleitbeton von Heidelberg Beton

- Steigerung der Strombelastbarkeit möglich.
- Reduzierung des Leiterquerschnittes möglich.
- Wechsel auf Aluminiumleiter möglich.
- Entschärfung von „Hot-Spots“
- unter Nutzung der Kabel-Bündelung Reduzierung der magnetischen Induktion
- fließfähiger Wärmeleitbeton führt zur besseren Wärmeableitung
- Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B = 3 \text{ W / (m K)}$
- nkt cables Kabel-Sensorik / Aussteuerungs-Software Universität Duisburg

Hochwärmeleitfähige Verfüllbaustoffe von HC Geotechnik

- Baustoff für direkte Kabelbettung: Belieferung von Kleinbaustellen (Wärmeleitfähigkeit (trocken) ca. 3 W / (m K) ; Ergänzung zum Wärmeleitbeton)
- Verfüllbaustoffe für Kabel/ Hüllrohrsysteme (CableGrout) (Wärmeleitfähigkeit (feucht) ca. $1,2$ bzw. $2,5 \text{ W / (m K)}$; Hochfließfähig)

Folie 42
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com

HEIDELBERGCEMENT

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Folie 43
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com



HEIDELBERGCEMENT

Ansprechpartner Wärmeleitbeton bei Heidelberg Beton:

Alexis Pimpachiridis
Produktmanager
06221 481 9657
0170 283 56 07
Alexis.Pimpachiridis@Heidelberg-Beton.de

Ansprechpartner CableGrout bei HC Geotechnik:

Christof Pufahl
Technische Beratung und Verkauf
02524 29 835
0170 45 228 35
christof.pufahl@heidelbergcement.com

Quelle: Dr. Jörg Dietrich, Dr. Andreas Märten, Prof. Dr.-Ing. habil. Heiner Brakelmann, Dipl.-Ing. Hans-Peter May, Verbesserte Stromtragfähigkeit – Hochwärmeleitfähiger Spezialbeton für Kabelgraben, ew Jg. 108 (2009), Heft 14-15 S. 66-72

Folie 44
raymund.boeing@heidelbergcement.com
joerg.dietrich@heidelbergcement.com



HEIDELBERGCEMENT