

# POWERCRETE® UND CABLECEM®

Technisch-wirtschaftliche Perspektiven

HEIDELBERGCEMENT

## FALL 1

Höchstspannungskabel:  
Kabeltrasse für 2300 MVA  
im (n-1)-Fall

**Studie:**

Powercrete und CableCem  
Technische und wirtschaftliche  
Perspektiven  
erarbeitet von H. Brakelmann

**Auftraggeber:**

Heidelberger Beton GmbH,  
HeidelbergCement AG, Heidelberg

ECHT. STARK. GRÜN.

# Höchstspannungskabel: Kabeltrasse für 2300 MVA im (n-1)-Fall



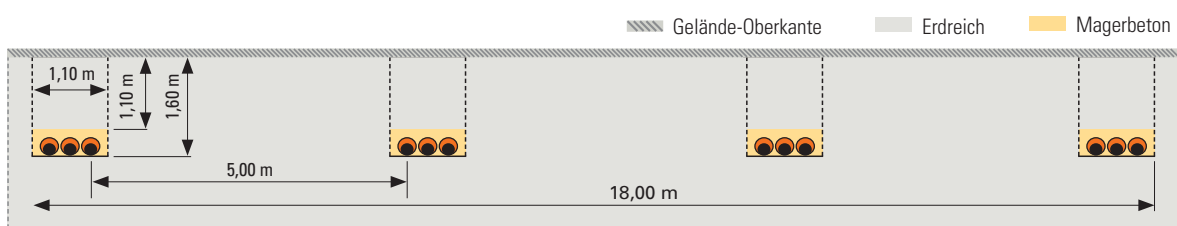
HeidelbergCement hat zur Optimierung von Kabeltrassen Baustoffe entwickelt, die neue Möglichkeiten in der Kabeltechnik eröffnen und die Erschließung von Vorteilen der Erdverkabelung erlauben: Powercrete® und CableCem®. Vorteile der Erdverlegung beim Ausbau der Hoch- und Höchstspannungsnetze sind hier in ökologischen Aspekten über technische Aspekte (z. B. die Beseitigung thermischer Engpässe) bis hin zu wirtschaftlichen Aspekten (z. B. Ertragsausfälle durch Ausbau-Verzögerungen infolge längerer Genehmigungsverfahren) zu sehen.

Powercrete ist ein Spezialbeton für die Rückfüllung von Gräben mit sehr hoher Wärmeleitfähigkeit auch im komplett trockenen Zustand. Das Material wird direkt in den Graben gegeben. CableCem ist ein hochwärmeleitfähiges, fließfähiges Material zur Verfüllung der Ringräume bei rohrverlegten Kabeln und ist auf eine äußere Umhüllung angewiesen, die die Austrocknung verhindert. Es hat ähnliche Fließigenschaften wie zum Beispiel Bentonitsuspensionen, verfügt aber über eine wesentlich höhere Langzeitstabilität. Powercrete und CableCem bieten eine wesentlich höhere Wärmeleitfähigkeit als bisher eingesetzte Materialien.

Betrachtet wird die Zwischenverkabelung einer 380 kV-Trasse, bei der von zwei Freileitungssystemen auf zwei Kabel-Doppelsysteme übergegangen wird. Dabei muss jedes dieser Doppelsysteme als (n-1)-Last einen Strom von 3600 A beherrschen. Dieses Beispiel für den Einsatz von Powercrete wurde auf der Kabeltagung Jicable in Versailles im Juni 2011 veröffentlicht – gemeinsam durch die HeidelbergCement AG, nkt cables und die Universität Duisburg.

## „VORHER“: HERKÖMMLICHE BAUWEISE MIT MAGERBETON ALS RÜCKFÜLLMATERIAL

Abbildung A zeigt die herkömmliche Bauweise unter der Annahme einer thermischen Stabilisierung mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $1,0 \text{ W/(K m)}$ . Da der Grenzwert der magnetischen Induktion an der Erdoberfläche von  $100 \mu\text{T}$  nicht überschritten werden darf, dürfen bestimmte Abstände zwischen den Kabeln eines Kabelsystems nicht überschritten werden. Dadurch werden entsprechend große Abstände zwischen den Systemen erzwungen. Es resultiert eine Trassenbreite von 18 m.



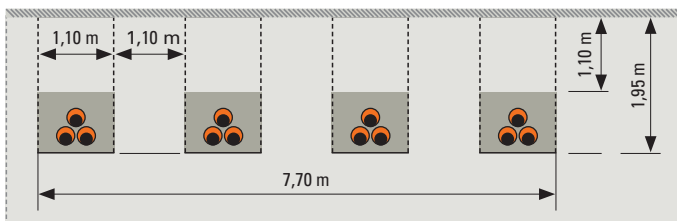
[A] Design in [1] mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $1,0 \text{ W/(m·K)}$  (ohne Rohre)

[1] entso-e Europacable, Feasibility and technical aspects of partial undergrounding of extra high voltage power transmission lines, joint paper, Brüssel, 2010

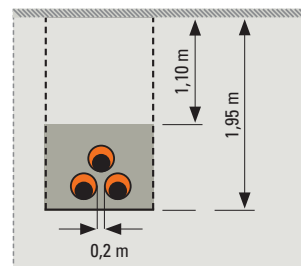
# POWERCRETE® CABLECEM®

## „NACHHER“: EINSATZ VON POWERCRETE ALS ALTERNATIVES RÜCKFÜLLMATERIAL ANSTELLE VON MAGERBETON




Abbildung B zeigt das alternative Design der Kabeltrasse unter Verwendung von Powercrete als Rückfüllmaterial. Die rohrverlegten Kabeladern sind mit einer Lücke von 0,2 m im Dreieck angeordnet und in Powercrete gebettet.



[B] thermische Stabilisierung mit Powercrete



Graben-Design nach Abbildung [B]

 Gelände-Oberkante  
 Erdreich  
 Powercrete

Zum einen ist infolge der Verwendung von Powercrete der Wechsel von Kupfer- auf Aluminiumleiter möglich. Hierdurch ergibt sich eine Verringerung der Investitionskosten von 16 %. Durch den Übergang auf Aluminiumleiter erhöhen sich zwar die stromabhängigen Verluste. Allerdings ergibt sich immer noch eine Verringerung der Gesamtkosten von 14 %.

Folgende Annahmen liegen hierbei zugrunde:

- Höchststrom im Normalbetrieb 1600 A
- Zuordnung eines Arbeitsverlustfaktors von 20 % (relativer Zeitmittelwert der Verluste)
- Betrachtungszeitraum 40 Jahre
- mittlere Energiekosten 0,065 €/kWh
- interner Zinsfuß 5,0 % (Barwertfaktor 17,16).

Infolge der hohen Wärmeleitfähigkeit ist zudem eine Verringerung der Abstände zwischen den Kabelsystemen möglich – wie ebenfalls in Abbildung B dargestellt. Damit geht eine erhebliche Verringerung der Trassenbreite um 57 % einher, die entsprechende Vorteile im Hinblick auf die Akzeptanz erdverlegter Kabel, auf Genehmigungsverfahren und Entschädigungsleistungen mit sich bringen dürfte.

Zudem hat der Einsatz von Powercrete positive Auswirkungen im Hinblick auf das Magnetfeld. Zum einen wird dieses durch die Dreiecksanordnung der Kabel spürbar verringert, zum anderen wird durch die geänderte Grabengeometrie trotz des vergrößerten Kabelachsabstandes sein Wirkungskorridor wirksam reduziert.

### VORTEILE DES EINSATZES VON POWERCRETE AUF EINEN BLICK

- Wechsel von Kupferleitern auf Aluminiumleiter möglich und damit Verringerung der Investitionskosten um 16 % und der Gesamtkosten um 14 %
- Verringerung der Trassenbreite um 57 %
- Spürbare Verringerung des Magnetfeldes an der Erdoberfläche

WWW.HEIDELBERGER-BETON.DE



**HEIDELBERGER  
BETON**  
HEIDELBERGCEMENT Group

#### FORDERUNGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN DER STUDIE<sup>1</sup>

##### Folgende Fragen standen im Vordergrund:

- Steigerung der Strombelastbarkeit
- Verminderung der Leiterquerschnitte
- Übergang von Kupferleitern auf Aluminiumleiter
- Verminderung der Trassenbreite
- Verringerung der Systemanzahl
- Gebündelte bzw. dichtere Verlegung
- Belastbarkeitssteigerungen bei Rohrkabeln und bei rohrverlegten Kabeln
- Temperatur- und Verlustminderungen.
- Minimierung der Investitionskosten und/oder der Vollkosten

##### Folgende Annahmen liegen den Fallstudien zugrunde:

- Wärmeleitfähigkeit
  - Powercrete im feuchten Zustand: 6 W/(m\*K)
  - Powercrete im trockenen Zustand: 3 W/(m\*K)
  - CableCem: 2,5 W/(m\*K)
- Materialkosten<sup>2</sup>
  - Powercrete: 220 €/m<sup>3</sup> – CableCem: 300€/m<sup>3</sup> – Magerbeton: 70 €/m<sup>3</sup>
- Einbringen der Materialien<sup>2</sup>: 10 €/m<sup>3</sup>
- Erdarbeiten<sup>2</sup>: 80 € pro laufenden Meter und pro Meter Grabenbreite bei einer Grabentiefe von 1,5 m (Grabenerstellung und -wiederverfüllung, Oberflächenwiederherstellung usw.; normale, außerstädtische Trassenverhältnisse)
- Materialkosten der Kabelleiter<sup>2</sup>:
  - Kupfer 6,50 €/kg – Aluminium 2,10 €/kg

<sup>1</sup>Studie erstellt in 2011    <sup>2</sup>Preisangaben basierend auf 2011

#### Heidelberg Beton GmbH

Berliner Straße 10  
69120 Heidelberg  
Ansprechpartner: Ingo Lothmann  
Telefon 06221 481-39657  
E-Mail [powercrete@heidelberg-beton.de](mailto:powercrete@heidelberg-beton.de)

Weitere technische Details finden Sie im aktuellen technischen Datenblatt unter

[www.heidelberg-beton.de/powercrete](http://www.heidelberg-beton.de/powercrete)



Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass das Erreichen der vorgenannt beschriebenen Eigenschaften eine sachgerechte, nach dem Stand der Technik durchzuführende Vorbereitung auf der Baustelle und Verarbeitung des Betons voraussetzt.

Weitere Informationen und Hinweise zu unseren Produkten und Dienstleistungen können Sie auf Wunsch gerne bei uns anfordern – oder rufen Sie uns einfach an.