

# POWERCRETE® UND CABLECEM®

Technisch-wirtschaftliche Perspektiven

HEIDELBERGCEMENT

## FALL 3

Thermische Hotspots  
in Näherungsbereichen  
von Kabeln

**Studie:**

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

**Auftraggeber:**

Heidelberger Beton GmbH,  
HeidelbergCement AG, Heidelberg

ECHT. STARK. GRÜN.

# Thermische Hotspots in Näherungsbereichen von Kabeln



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 Fließeigenschaften 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 ein 110-kV-VPE-Einleiterkabelsystem mit einem Kupferleiterquerschnitt von 1200 mm<sup>2</sup> in gebündelter Anordnung. Mit dem Kabel soll im 110-kV-Netz eine Leistung von 180 MVA (945 A) als Dauerlast übertragen werden. Die Kabel liegen in einer Tiefe von 1,5 m. Dem Erdboden werden Standardeigenschaften nach IEC/VDE\* zugeordnet. Die Dauerbelastbarkeit des Kabels ohne thermische Stabilisierung, d. h. bei partieller Bodenaustrocknung, beträgt 952 A bzw. 181,3 MVA.

Das Fallbeispiel beschreibt einen thermischen Hotspot einer Trasse wie er in Abbildung A in Draufsicht und Querschnitt wiedergegeben ist: Ein 10-kV-VPE-Einleiterkabel mit einem Kupferleiterquerschnitt von 400 mm<sup>2</sup> und einer Dauerhöchstlast von 7,0 MVA (404 A) nähert sich dem 110-kV-Kabelsystem. Das Einleiterkabel liegt in einem begrenzten Teil des Trassenbereichs oberhalb des 110-kV-Systems in einer Tiefe von 1,2 m (Ebenen-Anordnung). Der lichte Abstand der Kabeladern beträgt 0,07 m.

Ohne weitere Maßnahmen wird die Belastbarkeit des 110-kV-Kabelsystems um 24 % reduziert (auf 727 A bzw. 138,4 MVA). Damit wird die geforderte Übertragungsleistung erheblich unterschritten. Beide Kabelsysteme werden deshalb mit thermisch stabilisiertem Material umgeben.

## **„VORHER“: STROMBELASTBARKEIT DES SYSTEMS BEIM EINSATZ VON MAGERBETON ALS UMGEBUNGSMATERIAL**

Rechts, links und unterhalb der Kabel wird mit Magerbeton (Wärmeleitfähigkeit von 1,0 W/(m\*K) in einer Dicke von ca. 25 cm umhüllt. Die Überdeckung erfolgt mit demselben Magerbeton in variierender Stärke. Die Strombelastbarkeit ändert sich mit der Stärke der Überdeckung entsprechend der Kennlinie 1 in Abbildung B. Die geforderte Strombelastbarkeit von 952 A wird in keinem Fall erreicht. Um die geforderte Strombelastbarkeit zu erreichen, müsste der Leiterquerschnitt im 110-kV-Kabelsystem über die gesamte Trassenlänge entsprechend vergrößert werden – mit der Folge erheblicher Mehrkosten.

\* IEC 60287 Calculation of the continuous rating of cables (100 % load factor)

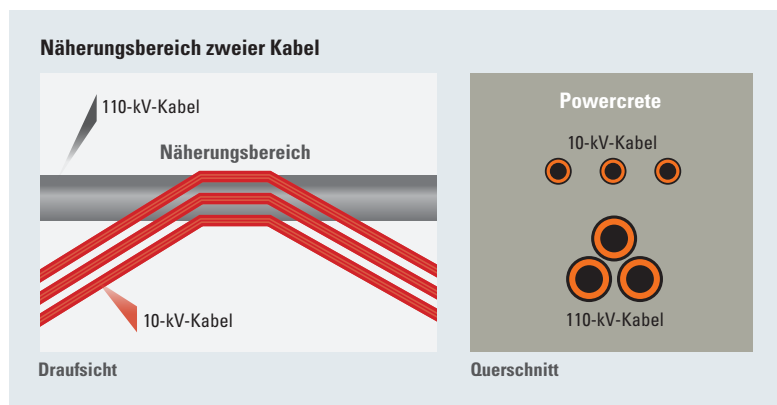
# POWERCRETE® CABLECEM®

## „NACHHER“: STROMBELASTBARKEIT DES SYSTEMS BEIM EINSATZ VON POWERCRETE ALS UMGEBUNGSMATERIAL

Wird mit Powercrete bei einer Wärmeleitfähigkeit von  $4,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  statt mit Magerbeton gearbeitet, reicht schon eine Überdeckung von  $1,05 \text{ m}$  aus, um die geforderte Strombelastbarkeit zu erreichen – wie in Abbildung B gezeigt.

Mit dieser Überdeckung ergibt sich ein Volumenbelag von  $0,45 \text{ m}^3/\text{m}$ . Durch die Verwendung des höherwertigen Materials Powercrete entstehen Mehrkosten von etwa  $70 \text{ €}$  pro Meter Trasse. Wenn der Näherungsbereich der beiden Kabelsysteme begrenzt ist, liegen diese Mehrkosten allerdings erheblich unter den Mehrkosten, die durch eine ansonsten erforderliche Vergrößerung des Leitungsquerschnitts über die gesamte Trassenlänge anfallen würden.

Abbildung [A]

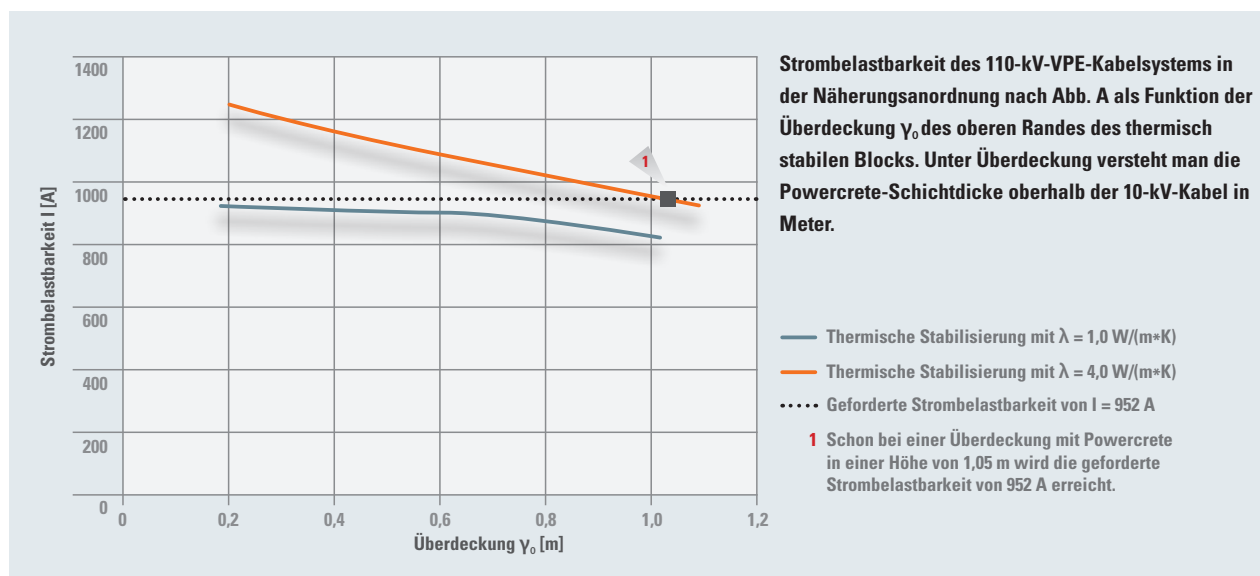


### EIN BEISPIEL AUS DER PRAXIS

- Durch den Einsatz von Powercrete in einem Näherungsbereich von  $100 \text{ m}$  Länge entstehen Mehrkosten von ca.  $7.000 \text{ €}$ .
- Beim Übergang von  $400 \text{ mm}^2$  auf  $500 \text{ mm}^2$  Kupferleiter auf einer Trassenlänge von  $10 \text{ km}$  entstehen Mehrkosten von ca.  $300.000 \text{ €}$ .
- Die Trassenkosten liegen je nach Aufwand für die Erdarbeiten bei etwa  $0,3 \text{ Mio €}/\text{km}$ , für  $10 \text{ km}$  insgesamt etwa  $3 \text{ Mio €}$ .

→ **Der Einsatz von Powercrete in den beschriebenen Hotspot-Situationen ermöglicht es also, ca. 10 % der gesamten Trassenkosten einzusparen.**

Abbildung [B]



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)
- Materialkosten<sup>2</sup>
  - Powercrete: 220 €/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)

<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.