

# POWERCRETE®

Der Beton mit  
hoher Wärmeleitfähigkeit



**HEIDELBERGER  
BETON**  
HEIDELBERGCEMENT Group



**ECHT. STARK. GRÜN.**

# POWERCRETE®

Die elektrische Energieübertragung und -verteilung in den urbanen Ballungsräumen wird aus naheliegenden Gründen in überwiegenderem Maße unterirdisch, d. h. mit Erdkabeln realisiert. Zunehmender Kostendruck sowie ansteigende Materialkosten fordern hierbei in verstärktem Maße Anstrengungen zur technisch-wirtschaftlichen Optimierung der Kabelanlagen.

Die Schwierigkeit bei der unterirdischen Verlegung besteht in der Wärmeentwicklung bei zunehmender Auslastung der Stromkabel. Die hieraus resultierenden hohen Kabeltemperaturen begrenzen die Strombelastbarkeit der Erdkabel. Eine Steigerung der Übertragungsleistung kann durch ein Bettungs- und Rückfüllmaterial wie Powercrete erreicht werden. Durch seine hohe Wärmeleitfähigkeit kann die entstehende Wärme wesentlich besser an das umgebende Erdreich abgeführt werden als bei bisher verwendeten Bettungsmaterialien.



## POWERCRETE®: FÜR MEHR POWER IM KABEL

Powercrete ist ein patentierter hochwärmeleitfähiger Spezialbeton, der als Bettungs- und Rückfüllmaterial im feuchten Zustand Wärmeleitfähigkeiten bis zu  $6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  und im ausgetrockneten Zustand i. d. R. mindestens  $3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  erreicht. Durch seine hohe Wärmeleitfähigkeit wird die entstehende Wärme gut abgeführt, die Leitertemperatur effizient reduziert oder die Leistungsfähigkeit der Kabeltrasse erhöht.

Die Materialkonsistenz von Powercrete ist einstellbar. Die Fließfähigkeit des Materials führt beispielsweise zu einer optimalen Einbettung der Kabelstränge bei gleichzeitig geringem Verdichtungsaufwand und damit zu einem niedrigeren Wärmeübergangswiderstand als bei Powercrete in steiferer Konsistenz.

## DIE PRODUKTVORTEILE VON POWERCRETE IM EINZELNEN:

- Wärmeableitung bei Hoch- und Höchstspannungskabeln wird verbessert
- Trassenbreite wird reduziert
- Reduzierung der magnetischen Feldstärke im Trassenbereich durch Kabelbündelung möglich
- Steigerung der Übertragungsleistung möglich
- Reduzierung des Leiterquerschnitts möglich
- Wechsel auf Aluminiumleiter möglich
- „Hot-Spots“ werden entschärft

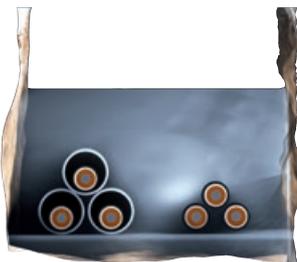
→ Technische Details zu Powercrete finden Sie im aktuellen technischen Datenblatt unter [www.heidelberger-beton.de/powercrete](http://www.heidelberger-beton.de/powercrete)



## CABLECEM

CableCem ist ein thermisch leitfähiger Spezialbaustoff, der als Verfüllbaustoff für Hüllrohrsysteme entwickelt wurde. Aufgrund seiner guten Fließfähigkeit eignet sich CableCem hervorragend für die Verfüllung des verbleibenden Ringraumes zwischen Kabel und Hüllrohr.

Powercrete wird im offenen Graben eingesetzt



CableCem im Kabel-Hüllrohrsystem



# Erdkabeltrassen für mehr Wirtschaftlichkeit



Beim Ausbau der Hoch- und Höchstspannungsnetze (Hochspannungsnetze: 60 kV-110 kV; Höchstspannungsnetze: 220 kV und 380 kV) außerhalb der Städte wird im Rahmen der Genehmigungsverfahren immer häufiger die Forderung erhoben, Erdkabeltrassen anstelle von Freileitungen zu realisieren. Die hierzu angeführten Vorteile der Verkabelung reichen von den unterschiedlichen ökologischen Aspekten über technische Aspekte bis hin zu wirtschaftlichen Argumenten wie beispielsweise den Ertragsausfällen durch Verzögerungen des Netzausbaus aufgrund der längeren Genehmigungsverfahren bei Freileitungen.

Im nachfolgenden Beispiel wird eine 380-kV-Trasse aufgezeigt, die in einem Joint Paper [1] der europäischen Netzbetreiber Entso-E und der europäischen Kabelhersteller Europacable beschrieben wird. Dabei handelt es sich um die Zwischenverkabelung einer 380-kV-Trasse, bei der von zwei Freileitungssystemen auf zwei Kabeldoppelsysteme übergegangen wird, wobei jedes dieser Doppelsysteme als  $(n - 1)$ -Last einen Strom von 3.600 A beherrschen muss.

### BILD 1: KABELINSTALLATION

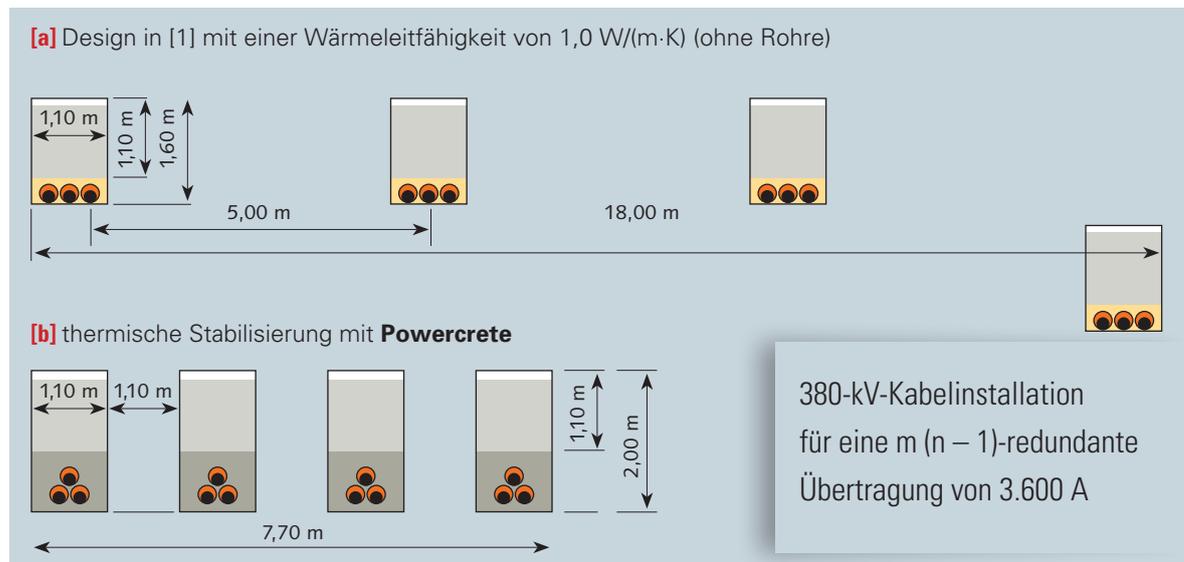


Bild 1 a) zeigt die diskutierte Anordnung, für die eine übliche thermische Stabilisierung mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $1,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  angenommen wurde. Jedes Kabelsystem liegt in einer Einebenen-anordnung mit einem Achsabstand von  $0,3 \text{ m}$ . Dieser Achsabstand darf nicht über ca.  $0,35 \text{ m}$  hinaus vergrößert werden, da sonst der Grenzwert der magnetischen Induktion an der Erdoberfläche von  $100 \mu\text{T}$  überschritten würde. Unter diesen Voraussetzungen und unter Berücksichtigung der Wärmeentwicklung sind entsprechende Abstände zwischen den Kabelsystemen einzuhalten, so dass eine Trassenbreite von ca.  $18 \text{ m}$  resultiert.

Als Alternative (Bild 1 b) zu diesem Design wird Powercrete ( $3,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ) als Rückfüllmaterial gewählt. Dadurch wird es möglich, von Kupfer-

leitern mit einem Querschnitt von  $2.500 \text{ mm}^2$  auf Aluminiumleitern mit einem Querschnitt von  $2.600 \text{ mm}^2$  zu wechseln.

Die rohrverlegten Kabeladern jedes Systems sind mit einer Lücke von  $0,2 \text{ m}$  im Dreieck angeordnet und in Powercrete gebettet. Für die Projektierung einer Kabeltrasse ist die Wärmeleitfähigkeit des ausgetrockneten Materials zu berücksichtigen. Für diesen Vergleich kam ein Wert von  $3,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  zur Anwendung. Die Kabel liegen in PE-Rohren ( $200 \text{ mm}$  Durchmesser), so dass sie im Fehlerfall einfach ausgetauscht werden können.

Durch die Maßnahme kann die Trassenbreite erheblich von  $18,0 \text{ m}$  auf  $7,70 \text{ m}$  reduziert werden – also um bis zu  $57 \%$ .

[1] Entso-E, Europacable: Feasibility and technical aspects of partial undergrounding of extra high voltage power transmission lines. Joint paper, Brussels, 2010

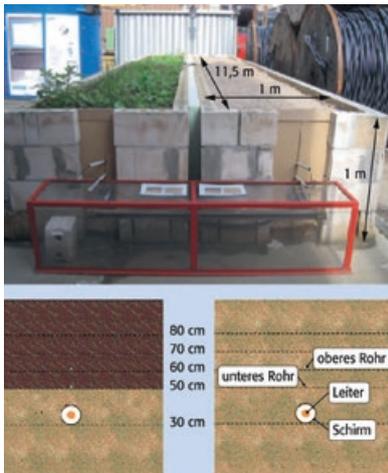
→ 380-kV Kabeltrasse:  
Reduzierung der  
Trassenbreite um  
bis zu 57 % möglich



Reduzierung der Leitertemperatur um ca. 40 %  
bei Einsatz von Powercrete

In einer Zusammenarbeit der Unternehmen HeidelbergCement AG, Heidelberg, und nkt cables GmbH, Köln, sowie der Universität Duisburg-Essen (Prof. Dr.-Ing. habil. Heinrich Brakelmann, Fachbereich IW/ETS) wurden an einer Versuchsanlage über einen längeren Zeitraum Erwärmungsversuche vorgenommen.

## BILD 2: TESTANORDNUNG



← Länge jeweils 11,5 x 1 x 1 m

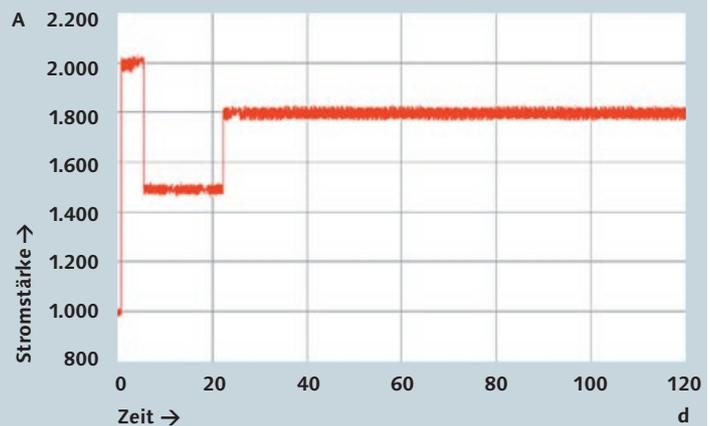
Bild 2 zeigt den Versuchsaufbau mit zwei Trögen, von denen der linke mit Sand und normalem Boden und der rechte mit Powercrete verfüllt ist. Beide Tröge werden aufgeheizt durch ein 220-kV-VPE-Kabel (2XS(FL)2Y 1\_1.600 RMS/215), das mit unterschiedlichen Stromzyklen beaufschlagt wurde (Bild 3).

Ein Temperaturmonitoring wird einerseits mit einer größeren Zahl von Thermoelementen, zum anderen mit Lichtwellenleitern des RTTR-Systems Valcap vorgenommen, die im Leiter und im Schirm des Kabels, zusätzlich aber auch in zwei Kunststoffrohren positioniert sind.

## BILD 3: STROMVERLAUF

In Bild 3 ist ein Zeitbereich dargestellt, in dem der Leiterstrom zunächst von 1.000 auf 2.000 A ansteigt, dann auf 1.500 A fällt und schließlich wieder auf 1.800 A ansteigt.

Nach 70 Tagen Versuchsdauer wurde ein Dach oberhalb der Tröge installiert, das ein Wiederbefeuchten der Tröge durch Niederschläge verhindert und ein allmähliches Austrocknen durch Verdunstung erzwingt.

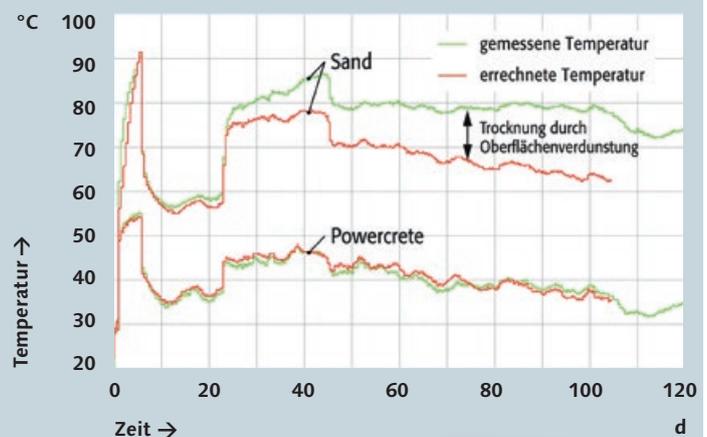


## BILD 4: LEITERTEMPERATUREN

Bild 4 zeigt für beide Tröge den zeitlichen Verlauf der Leitertemperaturen. Während die grünen Kennlinien die gemessenen Temperaturen präsentieren, stehen die roten für Rechenergebnisse, die mit einem Finite-Elemente-Programm unter Berücksichtigung einer partiellen Austrocknung erzielt wurden.

Weitere Simulationen mit einer zunehmenden Austrocknung zeigen auf, dass die Wärmeleitfähigkeit des Sandes auf ca. 0,3 W/(m·K) sinkt, während – unter den gleichen schwierigen Voraussetzungen – Powercrete eine Wärmeleitfähigkeit von ca. 3,85 W/(m·K) beibehält.

Die Leitertemperatur steigt nach dem ersten Stromsprung in dem mit Sand/Boden gefüllten Trog auf etwa 90 °C an, während sie im Bereich des hochwärmeleitfähigen Betons auf ca. 55 °C begrenzt bleibt.



Gemessene (grün) und berechnete (rot) Leitertemperaturen für die beiden Tröge.

WWW.HEIDELBERGER-BETON.DE



**HEIDELBERGER  
BETON**  
HEIDELBERGCEMENT Group

**Heidelberg Beton GmbH**

Berliner Straße 10

69120 Heidelberg

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.