



**Die Revision der europäischen Zementnorm DIN EN 197-1 ist abgeschlossen – Zemente mit hohem Sulfatwiderstand wurden in die Norm aufgenommen**

[\[mehr ...\]](#)



**Die neuen Betontechnischen Daten sind da!**

Die Betontechnischen Daten von HeidelbergCement wurden komplett überarbeitet ...

[\[mehr ...\]](#)



**2. Berichtigung zur DAfStb-Richtlinie „vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktionen im Beton“ veröffentlicht**

[\[mehr ...\]](#)



**Massige Bodenplatte für extreme Gebrauchslasten**

Für die Durchführung von Belastungstests für den weltweit größten Raupenkran hat Fa. Liebherr in Ehingen ...

[\[mehr ...\]](#)

## Herzlich willkommen zum neuen Newsletter Technik von HeidelbergCement!

Und schon wieder ist es Dezember, das Jahr ist fast vorbei. Doch bevor 2011 zu Ende geht, möchten wir Sie mit unserem neuen Newsletter Technik noch über ein paar interessante Themen informieren. So sind die neuen Betontechnischen Daten von HeidelbergCement komplett überarbeitet worden und enthalten jetzt den Stand von Normen und Richtlinien bis Juni 2011. Ganz aktuell erschienen ist die neue europäische Zementnorm DIN EN 197-1 als konsolidierte Fassung aller bisherigen Normenteile der DIN EN 197 inklusive der A-Änderungen. Eine Kurzinformation ist uns auch die 2. Berichtigung der Alkalirichtlinie des DAfStB wert, die mit Ausgabedatum April 2011 erschienen ist.

Über eine interessante Baumaßnahme bei Fa. Liebherr in Ehingen berichtet Herr Werner Beer, Bauberater in der Verkaufsregion Süd.

**Ich wünsche Ihnen auch heute viel Spaß beim Lesen, ein frohes Weihnachtsfest und einen guten Start ins Jahr 2012.**

**Dagmar Küchlin**

Bauberatung Zement

Entwicklung und Anwendung, Leimen

## Die Revision der europäischen Zementnorm DIN EN 197-1 ist abgeschlossen – Zemente mit hohem Sulfatwiderstand wurden in die Norm aufgenommen

Mit Ausgabedatum November 2011 ist die deutsche Fassung der DIN EN 197-1 erschienen. Nach einer Koexistenzperiode von 12 Monaten, in der auch die bisherige DIN EN 197-1 noch angewendet werden darf, gilt nur noch die neue Norm. In die neue Zementnorm wurden wie geplant die Inhalte von EN 197-1/A1, EN 197-1/prA2, EN 197-1/A3, EN 197-4 und EN 197-4/prA1 aufgenommen. Damit regelt die Norm zusätzlich zu den

bisher 27 Normalzementen sieben Normalzemente mit hohem Sulfatwiderstand, drei Hochofenzemente mit niedriger Anfangsfestigkeit sowie zwei Hochofenzemente mit niedriger Anfangsfestigkeit und hohem Sulfatwiderstand.

Neu geregelt wurde, dass Portlandkompositzemente CEM II/A-M zwischen 12 und 20 M.-% Hauptbestandteile außer Klinker enthalten müssen, da jeder der

beiden weiteren verwendeten Hauptbestandteile einen Mindestgehalt von 6 M.-% im Zement aufweisen muss. Kompositzemente CEM V/B müssen zukünftig Gehalte an Hüttensand und weiteren Hauptbestandteilen jeweils zwischen 31 und 49 M.-% bei einem Klinkergehalt von 20 bis 38 M.-% aufweisen.

Zemente mit hohem Sulfatwiderstand werden nun als Normalzemente mit hohem Sulfatwiderstand SR bezeichnet und aus DIN 1164-10 herausgenommen. Die Anforderungen an SR-Zemente sind in Tabelle 1 dargestellt.

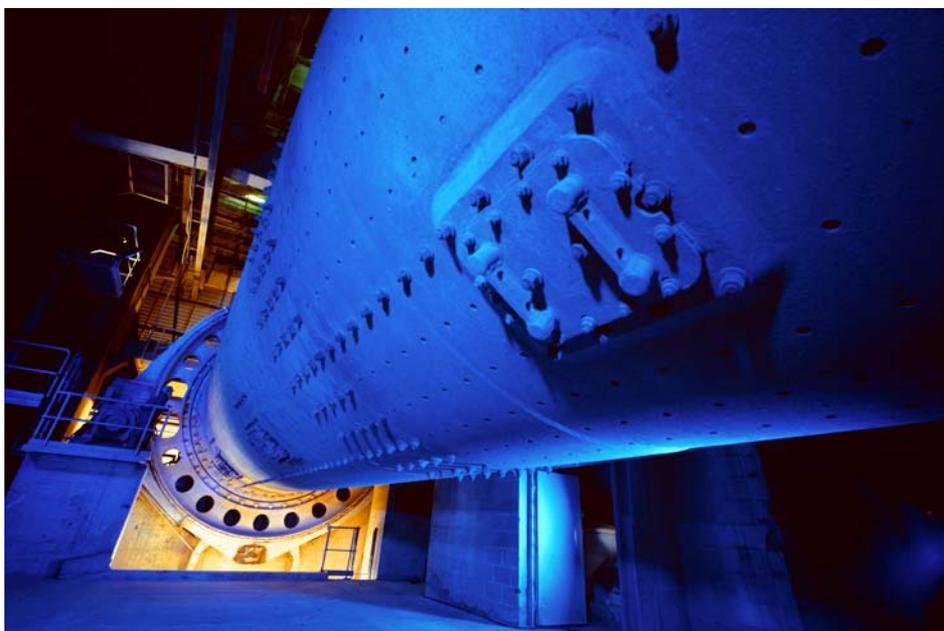
In Deutschland ist die Anwendung der Zemente nach DIN EN 197-1 in DIN 1045-2 geregelt. Die Anwendung von Zementen mit hohem Sulfatwiderstand ist in der Fußnote d zu Tabelle F 3.3 geregelt. Danach dürfen in Betonen, für die ein Zement mit hohem Sulfatwiderstand erforderlich ist, CEM I – SR 3 oder niedriger sowie CEM III/B-SR 5 eingesetzt werden. Damit gelten in Deutschland auch zukünftig die bewährten bisherigen Anforderungen an Zemente mit hohem Sulfatwiderstand.

Eine weitere Änderung in der Norm betrifft die Menge an organischen Zementzusätzen im Trockenzustand: statt wie bisher 0,5 M.-% dürfen jetzt nur noch 0,2 % ohne Deklaration zugegeben werden. Höhere Anteile sind zulässig, dann muss die maximale Menge auf den Säcken und/oder Lieferscheinen angegeben werden.

[\[zurück ...\]](#)

Hauptarten	Bezeichnung	Anforderung an den C <sub>3</sub> A-Gehalt des Klinkers [M.-%]	
CEM I	Portlandzement mit hohem Sulfatwiderstand	CEM I-SR 0	0
		CEM I-SR 3	≤ 3
		CEM I-SR 5	≤ 5
CEM III	Hochofenzement mit hohem Sulfatwiderstand	CEM III/B-SR	
		CEM III/C-SR	
CEM IV	Puzzolanzement mit hohem Sulfatwiderstand	CEM IV/A-SR	≤ 9
		CEM IV/B-SR	≤ 9

Tabelle 1: Anforderungen an Zemente mit hohem Sulfatwiderstand nach DIN EN 197-1



## Die neuen Betontechnischen Daten sind da!

Die Betontechnischen Daten von HeidelbergCement wurden komplett überarbeitet und enthalten jetzt die wichtigsten Regelungen der bis Juni 2011 erschienenen bzw. bauaufsichtlich eingeführten Normen im Betonbau. Dies betrifft unter anderem die Aufnahme der Regelungen der DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton, Frischbetonprüfnormen (hier wurden die Frischbetonprüfungen für Selbstverdichtenden Beton aufgenommen), ZTV-ING und ZTV-W. Neu aufgenommen wurde das Kapitel „Ökobilanzielle Kennwerte für Zement und Beton“, da nachhaltiges Bauen eine immer größere Bedeutung erlangt.

Die Print-Broschüre ist kostenlos in den regionalen Verkaufsbüros erhältlich und kann online mit diesem Formular bestellt werden:

[http://www.heidelbergcement.com/de/de/country/beton\\_moertel/publikationen\\_beton.htm](http://www.heidelbergcement.com/de/de/country/beton_moertel/publikationen_beton.htm)

HeidelbergCement bietet das bewährte Nachschlagewerk auch online an. Unter [www.betontechnische-daten.de](http://www.betontechnische-daten.de)



können sich Planer, Architekten und Verarbeiter über alle Themen rund um Beton und Zement informieren. Mit Hilfe der alphabetischen Suchfunktion kann man per Mausclick sehr schnell Informationen zu einzelnen Themen oder Stichworten finden.

[\[zurück ...\]](#)



## 2. Berichtigung zur DAfStb-Richtlinie „vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktionen im Beton“ veröffentlicht

Vor dem Hintergrund des Auftretens von Schäden an Betonbauwerken, die mit überwiegend ungebrochenen Gesteinskörnungen aus Mitteldeutschland hergestellt wurden und bei denen die Mitwirkung einer schädigenden Alkalireaktion durch Gutachter bestätigt wurde, hat der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) mit Ausgabedatum April 2011 die 2. Berichtigung der sogenannten Alkalirichtlinie herausgegeben.

Mit dieser wird der Anwendungsbereich von Teil 3 der Alkalirichtlinie um solche Gesteinskörnungen aus dem mitteldeutschen Raum erweitert, für die ein

Potenzial für eine schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion in entsprechenden Untersuchungen nachgewiesen wurde. Dies sind ungebrochene Gesteinskörnungen > 2 mm aus den Flussläufen und den geologischen Ablagerungsräumen der Saale, Elbe, Mulde und Elster im angrenzenden Bereich gemäß Teil 2 der Alkalirichtlinie sowie aus diesen hergestellte gebrochene Gesteinskörnungen (Kies-splitte). Die Festlegung gilt unabhängig vom Anteil an gebrochenen Körnern in den genannten Gesteinskörnungen. Mit der Aufnahme dieser Gesteinskörnungen in die Alkalirichtlinie soll vorsorglich das

Auftreten weiterer Schäden vermieden werden.

Mit der Aufnahme der genannten Gesteinskörnungen musste der Titel des Teils 3 geändert werden von „gebrochene alkaliempfindliche Gesteinskörnungen“ in „andere alkaliempfindliche Gesteinskörnungen“.

Die genannten Gesteinskörnungen werden in den Alkaliempfindlichkeitsklassen E I-S und E III-S ergänzt. Je nach Einstufung sind für die Verwendung dieser Gesteinskörnungen im Beton die entsprechenden Maßnahmen nach Tabelle 3 der Alkalirichtlinie zu beachten. [\[zurück ...\]](#)

## Massige Bodenplatte für extreme Gebrauchslasten



**Werner Beer,**  
Bauberater  
Verkaufsregion Süd,  
Schelklingen

### Projekt

Für die Durchführung von Belastungstests für den weltweit größten Raupenkran hat Fa. Liebherr in Ehingen eine Bodenplatte mit den Abmessungen 40 m x 30 m x 1,50 m gebaut. Auf dieser werden zukünftig die notwendigen Abnahmeprüfungen für dieses Kranmodell durchgeführt, die je Kran bis zu einem Jahr dauern können. Die Betonplatte ist mit Ballast für eine maximale Traglast von 3.500 t bzw. 8.700 t inklusive aller Prüfballastgewichte ausgelegt.

Der Betoneinbau der 1.800 m<sup>3</sup> Beton erfolgte im Juni 2010 mit Hilfe von drei Betonpumpen innerhalb von rund 10,5 Stunden. Der Beton wurde von einer Liefergemeinschaft bestehend aus Ehinger Transportbeton, Martin Baur Transportbeton und Kühnbach Transportbeton geliefert.

Da es sich bei der zu erstellenden Bodenplatte um ein massiges Bauteil handelte, das fugenlos ausgeführt werden sollte, war besonderes Augenmerk auf die Begren-

zung der Temperaturentwicklung zur Minimierung von Eigenspannungen gerichtet. In die im Vorfeld stattfindenden Gespräche zur Festlegung von Betonrezepturen, Betonierkonzept und Nachbehandlung der 1200 m<sup>2</sup> großen Fläche wurde auf Wunsch des Bauherrn und des Ehinger Transportbetonwerks die Bauberatung aus Schelklingen in die gemeinsamen Gespräche mit der ausführenden Bauunternehmung Fa. Brotbeck, Ehingen einbezogen.

### Betontechnologie und Betonierkonzept

Aufgrund der statischen Erfordernisse und der Umgebungsbedingungen musste der Beton der Betondruckfestigkeitsklasse C 35/45 und den Expositionsklassen XC4 / XD1 / XF2 / XM3 entsprechen.

Um die Wärmeentwicklung des Betons zu begrenzen, kam bei der Zementauswahl nur ein Zement mit niedriger Wärmeentwicklung in Frage. Die Entscheidung fiel auf einen CEM I 32,5 N-LH/HS.

Die Betonkonsistenz wurde mit dem Fließmittel VC 1056 der Firma Sika eingestellt.

Da die massige, monolithische Bodenplatte gleichmäßig über den gesamten Querschnitt erstarren und erhärten sollte, wurde der Beton in drei Lagen mit je 50 cm Einbaustärke und entsprechend angepassten Verarbeitbarkeitszeiten eingebaut,

d.h. die Erstarrungszeiten je Betonierlage wurden entsprechend des Betonierfortschritts mit dem Verzögerer VZ 10 der Firma Sika eingestellt. Je Betonierlage war eine Einbauzeit von 3 bis 3,5 Stunden vorgesehen. Das bedeutete, dass jede Betonierlage unterschiedliche Erstarrungszeiten aufweisen musste. Die Festlegung der für jede Lage erforderlichen Dosiermengen des Verzögerers erfolgte im Rahmen der Erstprüfungen im Betonlabor des Zementwerkes in Schelklingen. Die Betonzusammensetzung und die ermittelten Erstarrungszeiten je Betonierlage sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Frisch- und Festbetonergebnisse aus der Erstprüfung sind in Abbildung 2 zusammengefasst.

Wie aus beiden Abbildungen auch ersichtlich ist, erfolgte der Einbau auf einer 10 cm starken Sauberkeitsschicht der Festigkeitsklasse C 12/15.

### Temperaturentwicklung des Massenbetons

Zur Abschätzung des Zeitpunktes des Temperaturmaximums und der Temperaturentwicklung im Kern der massigen Bodenplatte wurden diese zunächst überschlägig mit den bekannten Formeln ermittelt.

Zur Abschätzung des Zeitpunktes bis zum Erreichen des Temperaturmaximums  $t_{max}$  ►

Betonoberfläche	Größtkorn	Konsistenz	Zementgehalt [kg/m <sup>3</sup> ]	FM-Dosierung [% v. Zg.]	VZ-Dosierung [% v. Zg.]	Erstarrungsbeginn [Labor]
3-schichtiger Einbau (je 50 cm)	D <sub>max</sub> 32	F5	360	0,65 %	-	4,5 Std.
	D <sub>max</sub> 32	F5	360	0,65 %	0,55 %	4,5 Std.
	D <sub>max</sub> 16	F5	385	0,95 %	0,9 %	4,5 Std.
Sauberkeitsschicht C 12/15, d = 10 cm						

Abbildung 1: Betonierkonzept und Betonzusammensetzung

### ► MASSIGE BODENPLATTE FÜR EXTREME GEBRAUCHSLASTEN

Bettoberfläche	Größtkorn	VZ-Dosierung [% v. Zg.]	Frischbeton						Festbeton			
			T <sub>Beton</sub> [°C]	Ausbreitmaß [mm]				p [kg/dm <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit nach [N/mm <sup>2</sup> ]			
				a5	a30	a60	Δa		2d	7d	28d	56d
oben	D <sub>max</sub> 32	-	22,0	660	570	530*	-130	2,45	17,8	38,7	56,2	59,5
mitte	D <sub>max</sub> 32	0,55 %	22,0	640	610	580	-60	2,45	16,9	40,1	56,9	59,8
unten	D <sub>max</sub> 16	0,9 %	22,7	650	630	610	-40	2,42	14,4	39,5	57,1	62,1

Sauberkeitsschicht C 12/15, d = 10 cm

\* Nachdosierung 0,1 % VC 1052 → 590 mm

Abbildung 2: Frisch- und Festbetonergebnisse der Erstprüfungen

im Kern kann folgender Erfahrungswert für eine Bodenplattenstärke von d = 1,5 m angesetzt werden:

$$t_{\max} \approx d + 0,5 \text{ Tage}$$

Für eine Bauteilstärke von 1,5 m sollte damit der Zeitpunkt des Temperaturmaximums nach 2 Tagen erreicht werden.

Die Temperaturentwicklung im Kern der Bodenplatte kann folgendermaßen überschlägig ermittelt werden:

$$T_{\max} \approx T_b + \Delta T_{\text{Kern}} \text{ [°C]},$$

Die Abschätzung des Temperaturanstiegs im Kern des Betons  $\Delta T_{\text{Kern}}$  infolge Hydratationswärme erfolgt durch nachfolgende Gleichung:

$$\Delta T_{\text{Kern}} \approx z \times H_{\text{Cem}(t)} / Q_{\text{Beton}} \text{ [K]}$$

mit:

z = Zementgehalt in kg/m<sup>3</sup>

H<sub>Cem(t)</sub> = Hydratationswärme des Zements zum Zeitpunkt t in kJ/kg

Q<sub>Beton</sub> = Wärmekapazität des Betons in kJ/(kg · K)

Bei der Abschätzung der möglichen Temperaturfreisetzung im Bauteil stellt die überschlägige Ermittlung des Temperaturanstiegs im isothermen Wärmefluss-

kalorimeter einen unteren Wert und die Untersuchung im adiabatischen Betonkalorimeter einen oberen Wert dar.

Für die verwendete Betonzusammensetzung ergibt sich damit aus den oben genannten Formeln unter Berücksichtigung der mittels isothermer Wärmeflußkalorimetrie bestimmten Hydratationswärme H<sub>Cem(t)</sub> des CEM I 32,5 N-LH/HS von 170 kJ/kg nach 2 Tagen und der jeweiligen spezifischen Wärmekapazitäten der Ausgangsstoffe ein Temperaturanstieg im Kern  $\Delta T_{\text{Kern}}$  von mindestens 24 K.

Um den möglichen oberen Wert der Temperaturerhöhung abzuschätzen, wurden ergänzend mit der zum Einsatz kommen-

den Betonzusammensetzung Versuche im adiabatischen Betonkalorimeter im Betonlabor der Abteilung Entwicklung und Anwendung in Leimen durchgeführt.

Da im adiabatischen Betonkalorimeter kein Wärmeaustausch stattfindet, führt die bei der Hydratation freigesetzte Wärme zu einer Temperaturerhöhung in der Probe. Über in der Betonprobe einbetonierte Temperaturfühler wird die Temperaturerhöhung aufgenommen und die Temperatur durch Wärmezufuhr in den „Isolierbehälter“ nachgeregelt. In Bild 1 ist das offene Betonkalorimeter mit innen liegendem Betonbehälter und Temperaturfühler abgebildet. ►



Bild 1: Betonkalorimeter zur Bestimmung des adiabatischen Temperaturverlaufs

### ► MASSIGE BODENPLATTE FÜR EXTREME GEBRAUCHSLASTEN



**Bilder 2 und 3 : Bewehrte Bodenplatte (links) und Fühlerlage „Außen“ sowie Kabelführung von Fühlerlage „Mitte“ (rechts)**

Der Betonkalorimeterversuch führte zu einem maximalen Temperaturanstieg im Kern  $\Delta T_{\text{Kern}}$  von 38 K nach ca. 60 Stunden.

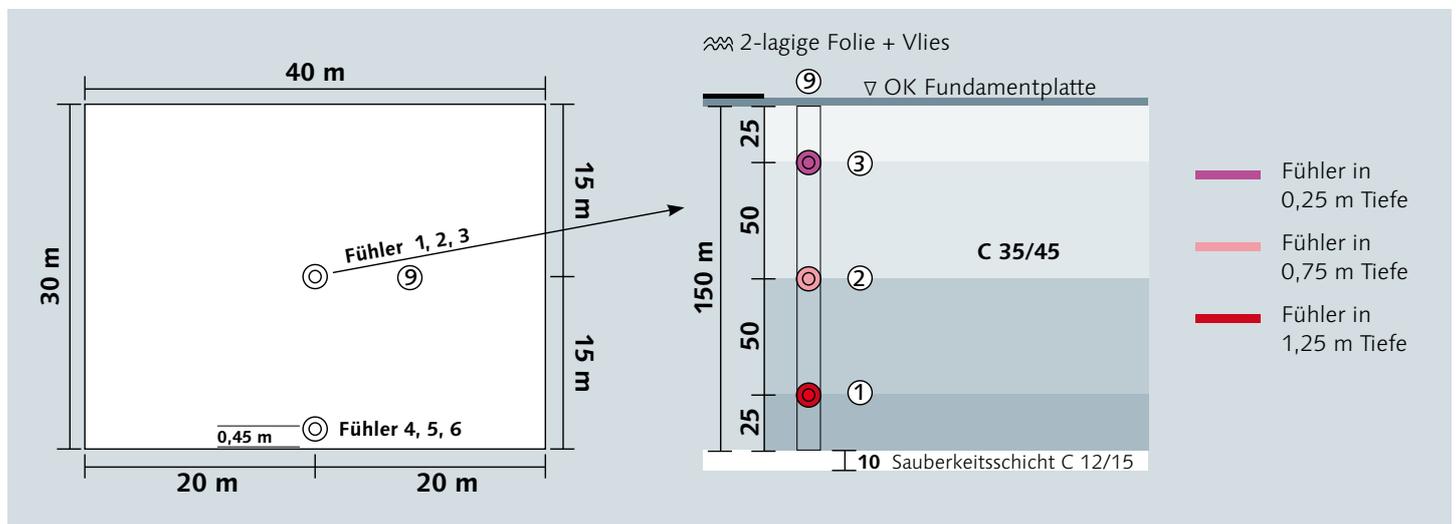
Da die Bodenplatte eine Bauteilstärke von 1,5 m hat und nur eine leicht wärmehaltende Nachbehandlung mit Baufolie mit Vlies geplant wurde, war davon auszugehen, dass die Temperaturerhöhung zwischen dem unteren (24 K) und oberen (38 K) Wert liegen würde. Schätzungsweise wurde von einem Mittelwert  $\Delta T_{\text{Kern}}$  von rund 30 K ausgegangen.

Um die überschlägigen Temperaturdaten mit den tatsächlich entstehenden Temperaturen abzugleichen, wurden insgesamt sechs Temperaturfühler in die massive Bodenplatte eingebaut: drei Fühler wurden in der Mitte der Bodenplatte positioniert, drei Fühler ca. 45 cm von der Schalungsseite entfernt. Die Temperaturfühler wurden über die Bauteildicke in 3 Lagen eingebaut: 25 cm unter der Oberfläche, im Bauteilkern bei 75 cm und 1,25 m von der Oberfläche entfernt. Die Anordnung der Fühler ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Bilder 2 und 3 zeigen die

Bewehrungsführung und eine Temperaturfühlerlage.

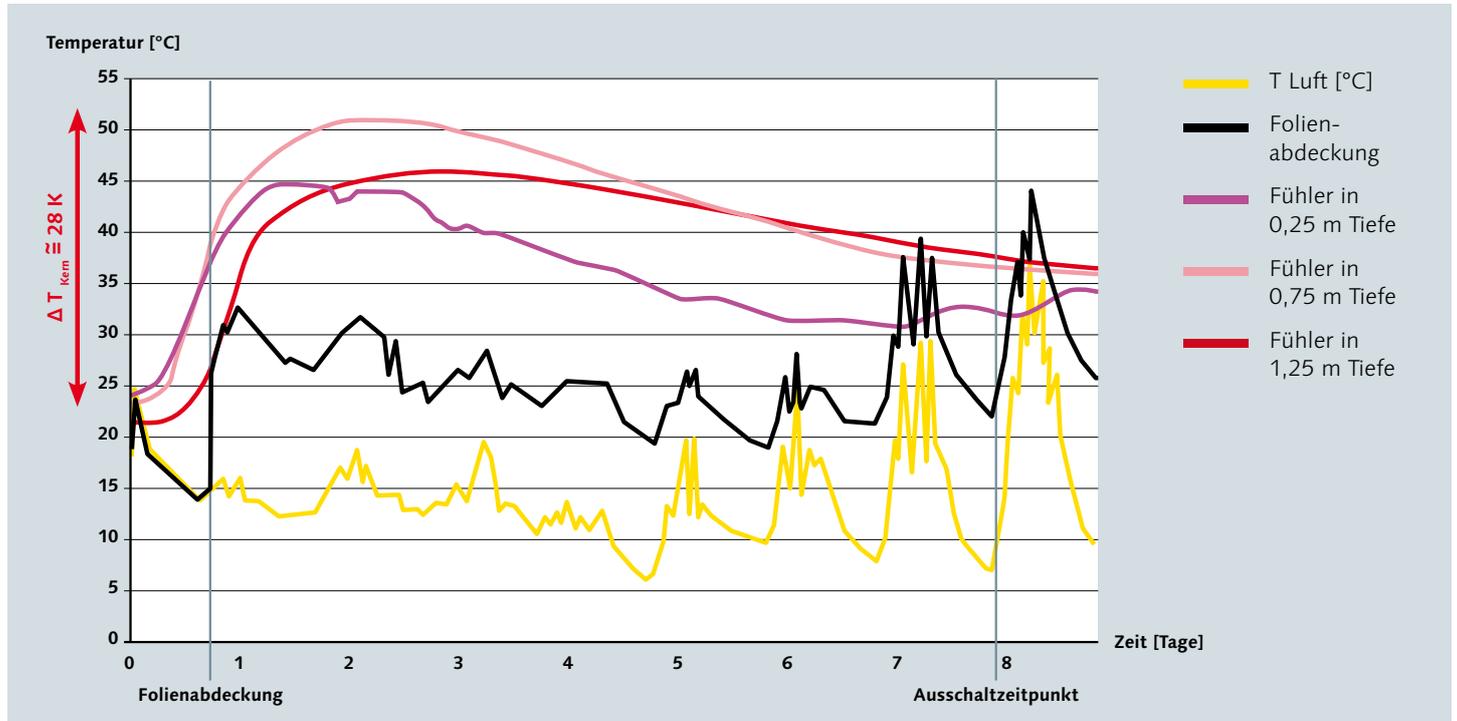
In Abbildung 4 ist für die Fühlerreihe „Mitte“ die tatsächlich im Bauwerk, in Abhängigkeit von der Position der Temperaturfühler entstandene Temperaturentwicklung, die Oberflächentemperatur unterhalb der 2-lagigen Baufolie mit Vlies sowie die entsprechende Außentemperatur angegeben.

Die im Kern der Bodenplatte am Fühler Nr. 2 aufgetretene maximale Temperaturerhöhung von  $\Delta T_{\text{Kern}} = 28 \text{ K}$  bezogen auf



**Abbildung 3: Zuordnung der Temperaturfühler im Bauwerk**

### ► MASSIGE BODENPLATTE FÜR EXTREME GEBRAUCHSLASTEN



**Abbildung 4: Temperaturverläufe in Abhängigkeit der Temperaturfühlerlage mit Außentemperaturangabe (gelb) und Fühlertemperatur unter der Folie (schwarz)**

die Starttemperatur von 23 °C liegt somit sehr nahe an den vorab geschätzten 30 K.

Die maximale Temperatur  $T_{\text{max}}$  im Bauwerk betrug 51°C. Diese trat in einer Zeitspanne von ca. 50 bis 53 Stunden nach dem Betoneinbau auf, die Frischbetontemperatur lag bei 23°C. Auch hier zeigte sich, dass der vorher abgeschätzte Zeitpunkt für das Temperaturmaximum bei ca. 2 Tagen recht präzise die Realität wiedergegeben hat.

Es zeigte sich auch, dass die Nachbehandlung mit Folie und Vlies zu einer deutlichen Verringerung des Wärmeabflusses an der Bauteiloberfläche geführt hat: Die maximale Temperaturdifferenz zwischen Kern und Fühler 3 (25 cm Abstand zur Bauteiloberfläche) betrug 10 K, die Differenz von Fühler 3 zur Temperatur unter der Folie betrug maximal 20 K. Ohne wärmehaltende Nachbehandlung wären die Differenzen weitaus höher gelegen, wie am Temperaturunterschied zwischen Außentemperatur und Messung unter der Folie ersichtlich ist.

### Bauablauf und Nachbehandlung

Während des Betonierablaufs galt ein besonderes Augenmerk der homogenen Verbindung der einzelnen Betonierschichten, welche durch eine „Vernadelung“ der Schichten umgesetzt werden konnte. Auch eine Nachverdichtung der obersten

Schicht wurde mit Hilfe einer elektrischen Rüttelpatsche durch die Bauunternehmung ausgeführt.

Sofort nach Beendigung der Nachverdichtung und Herstellung der ebenen Oberfläche wurde ein temporärer Verdunstungsschutz gleichmäßig auf die frische



**Bild 4: Betoneinbau**

► MASSIGE BODENPLATTE FÜR EXTREME GEBRAUCHSLASTEN



**Bild 5: Nachverdichtung mit Rüttelpatsche und Auftrag Verdunstungsschutz**



**Bild 6: Nachbehandlungs- und Wärmeschutzmaßnahme**

Betonoberfläche aufgesprüht (Bild 5). Somit war der Beton bis zum Glättbeginn vor starkem Austrocknen geschützt. Der Verdunstungsschutz diente bei den Glättarbeiten gleichzeitig als „Glätthilfe“. Nach Abschluss des Glättens der Betonoberfläche wurde eine weitere Verdunstungsschutzschicht in Form eines flüssigen Nachbehandlungsmittels auf Wachsemulsionsbasis (Sika NB 1) aufgetragen. Am nächsten Morgen erfolgte das Verlegen einer 2-lagigen Baufolie sowie eines zusätzlichen wassergetränkten Vlieses (Bild 6). Dieser Aufbau diente sowohl zur Nachbehandlung des Betons als auch als Schutz gegen abfließende Hydratationswärme aus dem Beton.

Wie bereits beschrieben, ist aus Abbildung 4 ersichtlich, welche „Wärmedämmfunktion“ die Folien- / Vlies-Kombination als „wärmedämmende Auflage“ auf dem Beton bewirkte: Die Temperaturdifferenz zu den Temperaturen im Beton wurde sofort verringert und der Unterschied zur Außentemperatur „abgepuffert“. Der Nachbehandlungszeitraum erstreckte sich daher über 8 Tage, danach erfolgte das Ausschalen der Randschalungen und das Entfernen des Vlieses sowie der Folie.

Zwei Faktoren spielten hierfür eine Rolle: einerseits die Mindestnachbehandlungsdauer der DIN 1045-3 und andererseits die Temperaturentwicklung in der Bodenplatte sowie die Temperaturdifferenz zur Betonoberfläche unter der Folie.

Aufgrund der beschriebenen und durchgeführten Maßnahmen sowie der engen Nachverfolgung der Temperaturverläufe konnte die Bauunternehmung dem Bauherrn eine hochwertige, rissfreie, monolithische Bodenplatte für extreme Gebrauchslasten übergeben.