

Ein Schwerkton mit Strahlenschutzfunktion

Neuartiger Eisenkiesbeton der CEMEX Deutschland AG mit einer Rohdichte von 5,2 t/m³ schützt Patienten und Personal im Partikeltherapie-Zentrum Marburg vor Strahlenbelastung

Am 20. August 2007 wurde auf den Marburger Lahnbergen der Grundstein für eine medizinische Hightech-Einrichtung gelegt: Ab 2010 können hier jedes Jahr bis zu 3.000 Krebspatienten mit der innovativen Partikeltherapie behandelt werden – Fachkreise sprechen von einem Quantensprung in der Tumorbehandlung. Das Partikeltherapie-Zentrum Marburg wird in Deutschland die zweite und weltweit die dritte Anlage sein, bei der neben Protonen zusätzlich Kohlenstoff-Ionen zum Einsatz kommen. Die Partikeltherapie ist ein biologisch hochwirksames Verfahren zur Bekämpfung von Krebsleiden. Selbst Tumore, die wegen ihrer Lage bisher nur schwer oder gar nicht zu behandeln waren, können mit dieser sehr präzisen Technologie therapiert werden: Die Partikelstrahlen geben ihre Dosis erst direkt im Zielbereich ab, das umliegende gesunde Gewebe wird nur gering belastet. Die Rhön-Klinikum AG (RKA) aus Bad Neustadt an der Saale errichtet die Anlage gemeinsam mit Siemens Medical Solutions auf dem Gelände der Universitätsklinikum Gießen/Marburg GmbH, einer Tochter der RKA.

Der Neubau des Partikeltherapie-Zentrums, ein eingeschossiger Behandlungstrakt mit angeschlossenem Verwaltungsbau, entsteht im Grünen unweit der Bestandsgebäude der Uniklinik. Nicht nur bei Medizintechnik und Ausstattung wird der Komplex von 100 mal 70 Metern über Hightech auf dem neuesten Stand verfügen. Auch der zum Strahlenschutz von Patienten und Personal eingesetzte Schwerkton oder „Eisenkiesbeton“ – so der interne Sprachgebrauch der am Bau Beteiligten – ist eine technologische Innovation.

„Ein Eisenkiesbeton dieser Güte und dieser Rohdichte ist in Deutschland und meines Wissens in Europa noch nicht angewendet worden“, betont Ralf Schumacher, Werksgruppenleiter der CEMEX Deutschland AG, die die Baustelle im Auftrag der Hentschke Bau GmbH, Niederlassung Ichttershausen, mit Transportbeton versorgt.

Einer der drei Strahlenschutz-Baukörper. Sie ummanteln den Beschleunigerbereich, von dem die meiste Strahlung ausgehen wird. Der Schwerezuschlag Hämatit färbt den Eisenkiesbeton rot.



Drei baugleiche Einhausungen aus Eisenkiesbeton schirmen Anlagenbestandteile des Beschleunigers ab. Hier wird der Partikelstrahl erzeugt werden, und von hier wird die meiste Strahlung ausgehen. Je 80 Kubikmeter Beton mit einer Masse von etwa 430 Tonnen lieferte die CEMEX Deutschland AG in drei Einsätzen Ende Oktober und Anfang November aus dem Transportbetonwerk Lahntal-Goßfelden. Die längste der drei technisch aufwändigen Betonagen dauerte 26 Stunden.

Der Eisenkiesbeton der Druckfestigkeitsklasse C 20/25 bringt es auf eine Rohdichte von mindestens 5,2 Tonnen pro Kubikmeter – mehr als das Zweifache eines Normalbetons. Zur Rezeptur gehören neben einem Zement CEM III/B 32,5 N-NW/HS aus dem Werk Schwelgern der CEMEX WestZement GmbH und einem Betonverflüssiger von CEMEX Admixtures auch Schwerzuschläge: das Eisenerz Hämatit und drei Fraktionen eines Stahlgranulats in Körnungen von 0 bis 8 Millimeter. Diese Rezeptur – unter anderem von der Atomaufsichtsbehörde und den Spezialisten des TÜV Bayern genehmigt – verhindert, dass die hochintensiven Partikelstrahlen unkontrolliert nach außen dringen.

Die Eisenkiesbeton-Bauteile sind 4,50 Meter hoch und 1 bis 2,30 Meter stark. Ihr Grundriss folgt den unregelmäßigen Formen der Beschleunigeranlage, und sie werden beiderseits mit zusätzlichen Wandungen aus Abschirmbeton C 30/37 mit einem CEM III/B 32,5 N-NW/HS aus dem Werk Schwelgern der CEMEX WestZement GmbH ummantelt. So summiert sich die Stärke der Wand im kritischen Bereich auf etwa 4 Meter.



Die Streckmetall-Schalung während der Betonage. Der Baustoff tritt überall leicht durch die millimetergroßen Poren aus, was ein erfolgreiches Verdichten anzeigt.

Bei der Neuentwicklung der Schwerbetonrezeptur legten die Hentschke Bau GmbH und die Betontechnologen von CEMEX Deutschland besonderes Augenmerk auf die Balance zwischen hoher Rohdichte und ausreichender Verarbeitbarkeit. „In einer intensiven wochenlangen Entwicklungsarbeit ist es uns gelungen, die Rohdichte exakt einzustellen“, erklärt Carsten Becker, Prüfstellenleiter der CEMEX Deutschland AG im Gebiet Mittelhessen-Siegerland. „Bei 5 Tonnen Beton fällt der Stahlanteil mit 4 Tonnen ins Gewicht. Trotz der geforderten Frisch- und Festbetonrohichte mussten wir eine unter baupraktischen Einbaubedingungen verarbeitungswillige Betonzusammensetzung erreichen, damit unser Kunde den Beton ohne Nesterbildung einbauen konnte. Auch sollten sich der Zuschlag und das Stahlgranulat in der Bindemittelmatrix gleichmäßig verteilen, und nicht aufgrund ihrer hohen Massen absinken: In Kopf- und in Fußhöhe war der selbe Schutz zu gewährleisten. Wir haben das Funktionsprinzip in Laborversuchen gründlich geprüft und vorbereitet, da Praxisversuche hier zu aufwändig und kostspielig gewesen wären. Die Ausführung hat auf dieser Basis einwandfrei und zur Zufriedenheit unseres Kunden funktioniert. Vom Vertrieb über das Labor und das Lieferwerk bis zur Baustelle haben alle Beteiligten Höchstleistungen gebracht und perfekt zusammengearbeitet.“

Als Schalung setzte die Baufirma ein Streckmetall mit millimetergroßen Öffnungen ein. Die Wahl dieses Schalungstyps diente der Qualitätssicherung: Die Ausführenden konnten beim Betoneinbau sichtbar kontrollieren, ob die Schlämme an jeder Stelle gleichmäßig austrat, der Beton somit lunkerfrei und ohne Einschlüsse und Nester war.

Die Betontechnologen stellten den Eisenkiesbeton der Konsistenz F3 auf ein Ausbreitmaß von 450 Millimetern ein. In dieser Konsistenz konnte der Baustoff im unteren Wandbereich dem Druck der folgenden Lagen standhalten; bei einer geringeren Konsistenz wäre der Beton nicht mehr verarbeitungswillig gewesen. Mit Hilfe der Feuchtemessung der Gesteinskörnung konnte der Wassergehalt des Wasser-Zement-Hämatit-Gemenges exakt kontrolliert und eingestellt werden, bevor es in den Fahrmischer geladen wurde. Ein zu hoher Wasseranteil im Beton hätte die Qualität gemindert, auf der anderen Seite ist ein ausreichendes Maß an chemisch gebundenem Wasser notwendig, damit der Strahlenschutz wirksam wird.

Ein Mitarbeiter an der Dosiervorrichtung für das Stahlgranulat. Die 2,1-Tonnen-Big Packs enthalten vorgemischte Fraktionen mit Körnungen von 0 bis 8 mm.



Als von der Feuchtemessung ausgenommener Rezepturbestandteil konnte der Stahl direkt in den Fahrmischer gegeben und erst dort den anderen Betonbestandteilen beigemischt werden. Werksgruppenleiter Ralf Schumacher konzipierte mit dem Instandsetzungsteam des Werks eine spezielle Technik: Nachdem ein Fahrmischer mit den anlagegemischten Rezepturbestandteilen beladen war, setzte der Fahrer unter die eigens angefertigten Beladestation auf dem Werkshof, über der ein Kran einen Big Pack mit 2,1 Tonnen Stahlgranulat positionierte. Ein Werksmitarbeiter öffnete den Big Pack, so dass der Stahl über eine Dosiervorrichtung ins Fahrzeug rutschte. Um die Fahrzeughydraulik nicht zu überlasten, beschränkten die Mitarbeiter von Ralf Schumacher die Zuladung auf 2 Kubikmeter Schwerbeton – von denen jeder Stahlgranulat aus zwei Big Packs enthielt. Der Personalaufwand entsprach dem baustofftechnologisch hohen Niveau. Im Werk waren bis zu sechs Mann mit der Zugabe der Rezepturbestandteile und der Qualitätssicherung befasst, und auf der Baustelle überprüften zwei Baustoffprüfer der CEMEX Deutschland AG noch einmal die Betonqualität.

Im Rahmen der Eigenüberwachung fertigte der Auftraggeber aus jeder Ladung einen Probewürfel an. Somit wurde jede Ladung einer Konformitätskontrolle unterzogen, alle Anforderungen der Grundangaben wurden erfüllt, so dass keine Betoncharge verworfen werden musste.



466 Big Packs oder mehr als 35 LKW-Ladungen Stahl verarbeiteten die Mitarbeiter des Werks Lahntal-Goßfelden in dem Eisenkiesbeton.

Insgesamt wird die CEMEX Deutschland AG für die Rohbauten des Partikeltherapie-Zentrums Marburg bis Frühjahr 2008 an die 25.000 Kubikmeter Beton liefern. Neben dem Werk Lahntal-Goßfelden kommen Marburg und Stadtallendorf zum Einsatz. Alle Betonsorten werden von verschiedenen Überwachungsinstanzen im Vorfeld eingehend geprüft. Deren Tests gehen weit über den Rahmen der Betontechnologie hinaus und schließen auch chemische und physikalische Parameter zum Nachweis der Strahlenschutzeigenschaften ein. Sämtliche Wände des Behandlungstrakts werden aus 4 Meter starkem Abschirmbeton hergestellt, die Deckenbauteile bringen es auf 2 Meter.

„Baustofftechnologisches Highlight war hier ganz klar die Schwerbeton-Betonage. Dabei hat die Kooperation mit der Firma Hentschke Bau hervorragend und reibungslos funktioniert“, so das vorläufige Fazit von Ralf Schumacher. „Bauleiter Thomas Hauswald und Projektleiter

Jörg Fricke waren mit der Qualität des Schwerbetons und mit unserer Logistik hoch zufrieden. Für uns ist das kein Auftrag wie jeder andere. Wir freuen uns, dass wir einen Beitrag zu dieser Partikeltherapie-Anlage und damit zu einer wichtigen medizinischen Neuerung leisten können.“

Copyright © 2005 CEMEX Deutschland AG