

## Rückbau AVR-Versuchskernkraftwerk

# Verfüllung des Reaktorbehälters erfolgreich abgeschlossen



Aufbau zur Herstellung des Verfüllmaterials

Am 4. November 2008 wurde der Reaktorbehälter des AVR-Versuchskernkraftwerks in Jülich mit Porenleichtbeton verfüllt. In einem Zeitraum von etwa zwölf Stunden wurden 500 m<sup>3</sup> des Porenleichtbetons hergestellt und verpumpt. Die Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH (WTI) leistete wesentliche Beiträge bei der Planung des Verfüllkonzeptes, der Entwicklung des speziellen Betons, der Entwicklung der Logistikplanung und der Verfüllung.

Die Verfüllung dient der Stabilisierung des Reaktorbehälters und seiner Einbauten sowie dem Einbinden staubförmiger Aktivität. Der verfüllte Reaktorbehälter wird in ca. zwei Jahren herausgehoben und in ein standortnahes Zwischenlager verbracht.

### Größter deutscher Reaktorbehälter

Das Versuchskernkraftwerk der Arbeitsge-

meinschaft Versuchsreaktor (AVR) verfügt über einen heliumgekühlten, graphitmoderierten Hochtemperaturreaktor. Der Kernbrennstoff befand sich in ca. 100.000 Graphitkugeln mit einem Durchmesser von 6 cm. Nach 21-jährigem Betrieb wurde der Reaktor am 31. Dezember 1988 abgeschaltet. Der Reaktorbehälter beinhaltet den Dampferzeuger sowie den kompletten Kühlkreislauf und ist aus diesem Grund

mit einem Durchmesser von 7,6 m und einer Länge von 26 m der größte Reaktorbehälter in Deutschland. Im unverfüllten Zustand hatte der Reaktorbehälter eine Masse von ca. 1.600 t. Er befindet sich in einem Schutzbehälter aus Stahl, der von dem sogenannten Biologischen Schild II, einem Betonzylinder mit einer Wandstärke von ca. 1,5 m, umgeben ist.

## Auswahl und Entwicklung des Verfüllmaterials

Der zur Verfüllung verwendete Porenleichtbeton hatte verschiedene Anforderungen zu erfüllen. Unter anderem sollte das Verfüllmaterial eine extrem geringe Dichte von ca.  $700 \text{ kg/m}^3$  bei einer Druckfestigkeit von mindestens 2 MPa aufweisen.

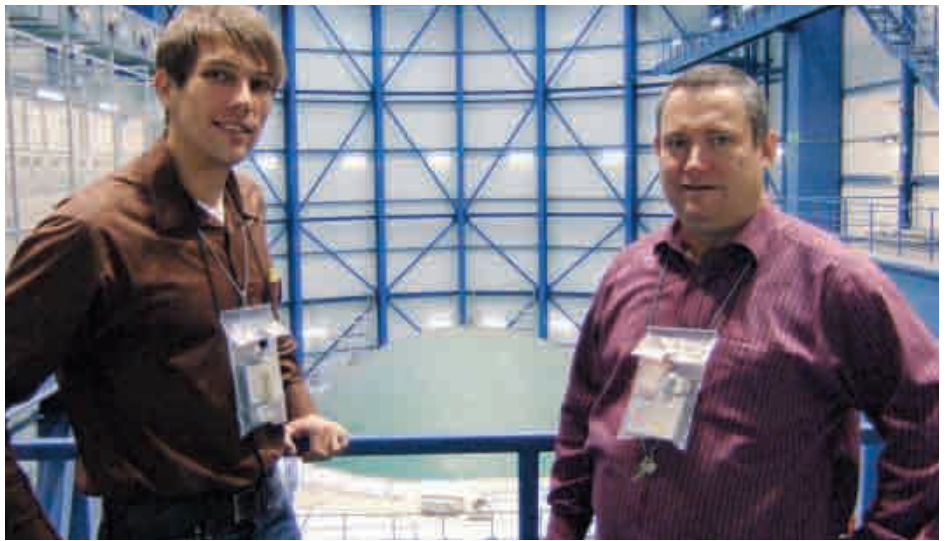
Um die geforderte Dichte zu erreichen, war die Verwendung von Leichtzuschlägen notwendig. Der verwendete Porenleichtbeton bestand zu mehr als 50 Vol.-% aus Glashohlkugeln mit einem Durchmesser von weniger als 0,1 mm, deren Dichte mit ca.  $200 \text{ kg/m}^3$  bis  $250 \text{ kg/m}^3$  deutlich unter der Dichte von Wasser und des verwendeten Zements lag. Die besondere Herausforderung bestand deshalb darin, eine gegen Entmischung stabile und über mehr als 100 m pumpbare Zusammensetzung zu entwickeln. Die Materialentwicklung erfolgte bei der Fa. Schlumberger mit Unterstützung der WTI und des Forschungsinstituts der Zementindustrie auf Basis eines in der Erdölindustrie verwendeten Leichtbetons. Insgesamt wurden deutlich mehr als 100 Rezepturen getestet.

## Qualitätssicherungshandbuch

Zur Qualitätssicherung des Porenleichtbetons wurde von WTI ein Qualitätssicherungshandbuch erstellt, das die Wareneingangskontrollen, die Herstellung des Porenleichtbetons und das Verpumpen beschreibt. Die komplette Fremdüberwachung des Porenleichtbetons erfolgte durch das Forschungsinstitut der Zementindustrie.

## Betonfabrik

Im Frühjahr 2008 begannen die direkten Vorarbeiten zur Verfüllung mit der Vorbereitung des AVR-Geländes. In der Folgezeit wurden die Ausgangsstoffe des Porenleichtbetons angeliefert, qualitätsgeprüft und vorportioniert. Vor der AVR-Anlage



WTI-Projektleiter Dr. Bernhard Bisplinghoff (rechts) und Dipl.-Ing. Andreas Rahenbrock (ebenfalls WTI) in der AVR-Materialschleuse vor der Schutzbehälterkuppel

installierte die Fa. Schlumberger auf ca.  $1.500 \text{ m}^2$  eine Betonfabrik, die zum Schutz vor der Witterung eingehaust wurde. Um den Porenleichtbeton innerhalb von etwa zehn Stunden herstellen zu können, war es erforderlich, sämtliche Ausgangsstoffe im Vorfeld zu portionieren. Dies hatte unter anderem zur Folge, dass Zement und Glashohlkugeln in insgesamt 66 Silos in unmittelbarer Nähe zu den Mischbehältern vorgehalten werden mussten.

## Ablauf der Verfüllung

Nach einer Vorbereitungszeit von drei Jahren begann am 4. November 2008 um 08:02 Uhr die Herstellung der ersten Charge Porenleichtbeton. Vor Ort waren etwa 100 Mitarbeiter der beteiligten Firmen mit der Herstellung und dem Verpumpen des Porenleichtbetons beschäftigt. Außerdem waren Behörde und Gutachter anwesend. Insgesamt wurden 20 Chargen zu je  $25 \text{ m}^3$  zeitversetzt in acht Mischbehältern hergestellt. Die Ablaufplanung war so ausgelegt, dass im Regelfall Porenleichtbeton aus zwei Mischbehältern mit einer Gesamtförderrate von  $1.000 \text{ l/min}$  verpumpt wurde.

Der Reaktorbehälter war mit insgesamt 38 Verfüllanschlüssen versehen, die an sechs

Verteilerbalken auf verschiedenen Höhen angeschlossen waren. Die Zuleitungen zu den Verteilerbalken wurden nach einem festen Verfüllkonzept angesteuert.

Die Überwachung des Verfüllfortschritts erfolgte messtechnisch durch Drucksensoren und Durchflussmessgeräte und optisch durch ein Endoskop im Core sowie zwei Kameras im Kuppelbereich des Reaktorbehälters. Aus den Druckmesswerten konnten WTI-Mitarbeiter jederzeit den aktuellen Füllstand berechnen und anhand des verpumpten Porenleichtbetonvolumens mit dem Planungswert vergleichen. Der zuverlässigste Nachweis über die vollständige Verfüllung wurde durch ein transparentes Rohr erbracht, das an der höchsten Stelle des Reaktorbehälters angeschlossen war. Nachdem um 20:11 Uhr Porenleichtbeton in diesem Rohr aufstieg, war die Verfüllung des AVR-Reaktorbehälters beendet.

Erwartungsgemäß sackte der Porenleichtbeton innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Verfüllung geringfügig, sodass im Kuppelbereich des Reaktorbehälters insgesamt ca.  $2 \text{ m}^3$  Hohlräume entstanden. Diese wurden am 25. November 2008 nachverfüllt.