

## Planung einer neuen Strahlenkammer für das Atominstytut Wien

DI Dr. Helmut Zehentner, Fröhlich & Locher und Partner ZT GmbH, Wien  
DI Gerald Maier, Smart Minerals GmbH, Wien  
DI Wilfried Mach, Atominstytut, Wien

### Einleitung und Aufgabenstellung

Das Atominstytut betreibt seit 1962 einen Forschungsreaktor am Standort in der Stadionallee, 1020 Wien. Für den Neubau einer Versuchskammer wurde die Firma Fröhlich & Locher und Partner ZT GmbH mit der Planung der „Strahlenkammer“ beauftragt. Betontechnologisch wurde das Projekt durch die Smart Minerals GmbH begleitet. Herausforderung war die Entwicklung einer optimalen Betonrezeptur für Strahlenschutz-Schwerbeton der Betonsorte C25/30(56)/F38/XC1 unter Verwendung von Spezialgesteinskörnungen für eine möglichst hohe Abschirmwirkung gegenüber ionisierter Strahlung ( $\gamma$ - und n-Strahlung).

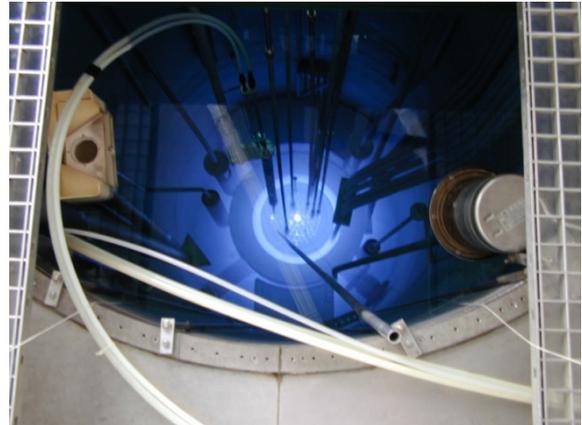


Abb. 1: Tscherenkow-Strahlung im Forschungsreaktor: Äußerung der augenblicklichen Radioaktivität der Spaltprodukte im Kernbrennstoff (und damit der Reaktorleistung)

### Planung

Die Strahlenkammer sollte nach Vorgabe des Atominstütuts folgende Aufgaben erfüllen:

- Gute Abschirmwirkung
- „einfache“ Rückbaubarkeit
- Flexibilität in der Wandstellung für verschiedene Versuchskonfigurationen



Abb. 2: Fertiggestellte Strahlenkammer (rechts) im typischem „Hämatit-rot“ des Schwerbetons

Auf Grundlage dieser Anforderungen wurde eine Kammer aus Fertigteilen mit Schwerbeton geplant.

### Betonausgangsstoffe

Der Beton sollte  $\gamma$ -Strahlung sowie Neutronenstrahlung so gut wie möglich abschirmen um die gesetzlichen Dosisgrenzwerte für die Mitarbeiter des ATI einhalten zu können. Eine Abschirmung gegen  $\gamma$ -Strahlung kann über eine hohe Rohdichte und/oder große Dicke des Betons erreicht werden. Je höher die Rohdichte des Betons desto geringer ist die erforderliche Wandstärke. Die Abschirmung von Neutronenstrahlung gestaltet sich schwieriger, da man hier zwischen schnellen und langsamen Neutronen unterscheidet. Schnelle Neutronen sind für den Menschen gefährlicher da sie mehr Energie und somit eine höhere Dosis besitzen. Deshalb müssen schnelle Neutronen mittels Moderator material (z.B. Wasser) abgebremst werden. Langsame Neutronen lassen sich dann durch die Verwendung von bestimmten Materialien wie z.B. Bor, Lithium oder Cadmium problemlos absorbieren.

Folgende Gesteinskörnungen wurden daher für die Herstellung des Schwerbetons ausgewählt:

- Hämatit Absieberz 0/6 mm:  $\gamma$ -Strahlenschutz durch hohe Korndichte
- Hämatit Absieberz 6/25 mm:  $\gamma$ -Strahlenschutz durch hohe Korndichte
- Serpentin Sand 0/4 mm: Schutz gegen schnelle freie Neutronen, Moderation durch chemisch gebundenes Wasser (Kristallwasser)
- Serpentin Kantkorn 4/8 mm: Schutz gegen schnelle freie Neutronen, Moderation durch chemisch gebundenes Wasser (Kristallwasser)
- Borcarbid Betonzusatz  $\leq 1$  mm: Absorption der thermischen Neutronen

### Rezepturoptimierung und Herstellung der Fertigteile

Die Betonzusammensetzung, im Besonderen die Zusammensetzung der Gesteinskörnung, ergab sich aus Erfahrungswerten und den in der Literatur empfohlenen Mengenverhältnissen für die Abschirmung verschiedener Arten von ionisierter Strahlung. Mit dieser Zusammensetzung wurden dann die für die geforderte Expositions- und Festigkeitsklasse relevanten Kennwerte eines der ÖNORM B 4710-1 entsprechenden Betons (Druckfestigkeit, W/B-Wert, und Konsistenz) sowie die Festbetonrohddichte an 4 unterschiedlichen Rezepturvarianten überprüft.

Die Frischbetonrohddichten lagen zwischen 3400 und 3450 kg/m<sup>3</sup>. Die Prüfung des Festbetons ergab Druckfestigkeiten nach 56 Tagen von 55 - 71 N/mm<sup>2</sup> bei Festbetonrohddichten von 3350 - 3450 kg/m<sup>3</sup>.

Die Berechnung der Bauteiltemperaturen während der Hydratation ergaben für 70 cm Wandstärke bei Verwendung des CEM I - Zements 40,4 °C und bei Verwendung des CEM III - Zements 33,3 °C. Aufgrund der ausreichend hohen Festigkeiten wurde für die Herstellung der Fertigteile die Rezeptur mit CEM III Zement und dem geringeren Bindemittelgehalt gewählt.



Abb. 3: Oberfläche der Fertigteile nach Montage am ATI

Die Abschirmwirkung des hergestellten Betons wurde mit Hilfe von Probepplatten in einer Simulation getestet. Dabei zeigt der Schwerbeton eine um 55 % verringerte Anfangsdosisleistung. Dies ist auf die Absorption von Neutronen durch im Beton vorhandenes Bor und die verbesserte Abschirmung von Gammastrahlung durch die höhere Dichte des Betons zurückzuführen. Zusätzlich wird im Normalbeton mehr hochenergetische Gammastrahlung erzeugt welche zusätzlich durch die geringere Dichte schlechter abgeschirmt wird.

Um an das Limit der Dosisleistung von 5  $\mu$ Sv/h heranzukommen, wird ca. 10 cm borierter Schwerbeton oder ca. 20 cm Normalbeton an dieser Stelle an der diese Simulation gemacht wurde benötigt. An exponierteren Stellen sind die nötigen Wanddicken doppelt so groß. Der Schwerbeton ermöglicht also verbesserte Abschirmwirkung für  $\gamma$ - und Neutronenstrahlung bei deutlich geringeren Wandstärken.