

Strahlenschutzbeton

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **30-31 (1962-1963)**

Heft 20

PDF erstellt am: **08.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153422>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

CEMENTBULLETIN

AUGUST 1963

JAHRGANG 31

NUMMER 20

Strahlenschutzbeton

Anforderungen an den Strahlenschutzbeton. Spezialzuschläge. Massnahmen zur Erzielung gleichmässiger Dichte und Rissfestigkeit. Überwachung. Literaturangaben.

Bei künstlich herbeigeführten Atomkernreaktionen, seien sie zu Forschungs- oder Energiegewinnungszwecken, gilt es auch, die entstehenden schädigenden Strahlungen abzufangen. Dies geschieht mittelst eines den Reaktor umgebenden Strahlungsschirmes. Das Material, das hierfür verwendet wird, muss vor allem in der Lage sein, die härtesten auftretenden Strahlungen, nämlich die γ -Strahlen und den Neutronenfluss (Korpuskelstrahlung), soweit abzuschwächen, dass sie dem menschlichen Organismus nicht mehr schaden können. Es kommt deshalb darauf an, welchen Widerstand ein bestimmtes Material dem Durchdringenden entgegensetzt und auch auf die Strecke, entlang welcher die Wirkung besteht. Bei gegebener primärer Strahlungsintensität des Reaktors wird somit mit einem Material von geringerer strahlungsbremsender Wirkung eine grössere Schichtdicke notwendig sein als bei Anwendung von schweren, ausgesprochen strahlungshemmenden Substanzen.

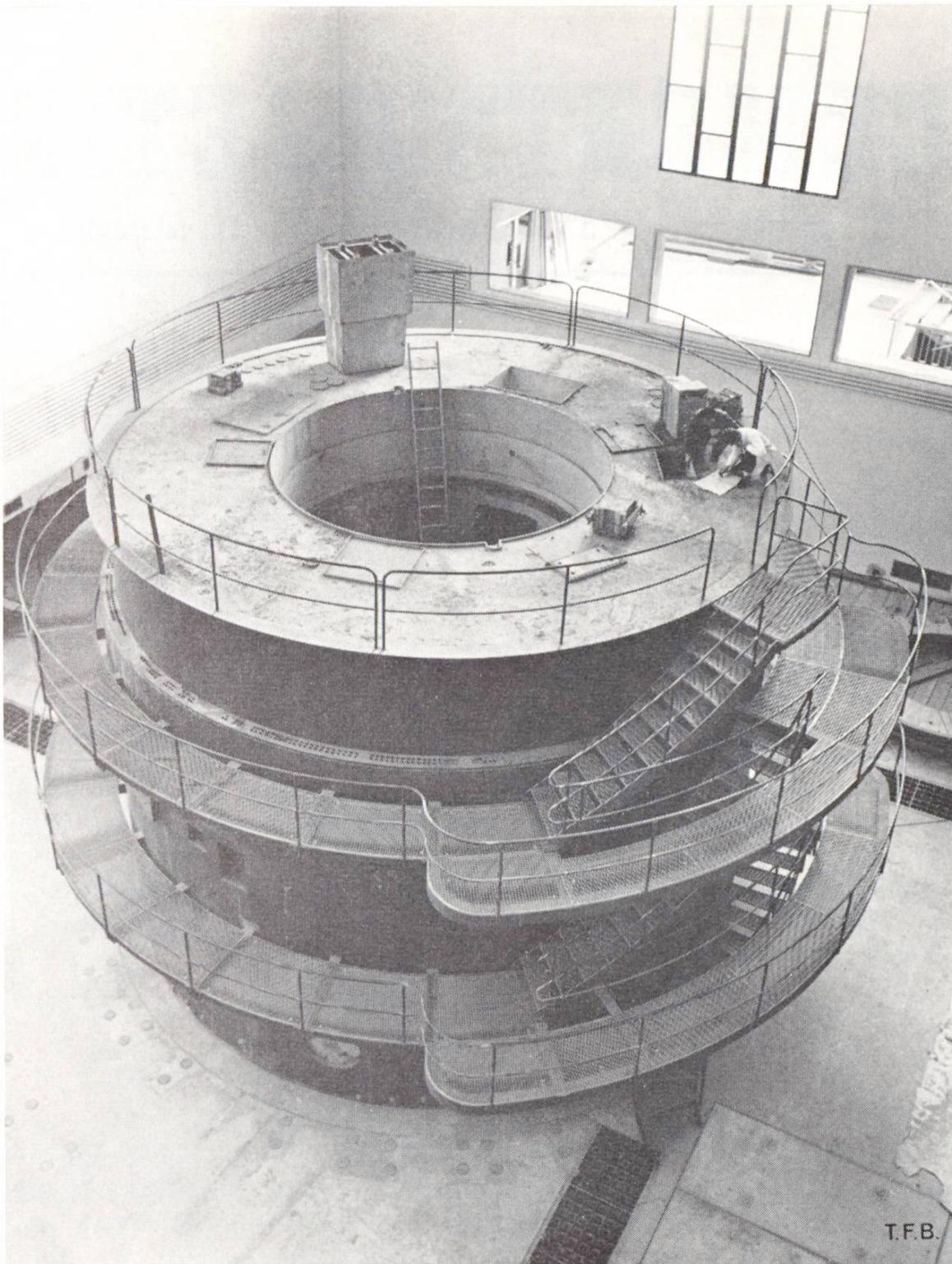


Abb. 1 Reaktorgehäuse im Rohbau fertig erstellt. Das Bild zeigt eindrücklich die wuchtige Masse des Schildes aus schwerem Beton.

Die Eignung eines Materials als Strahlungsschild ist von sehr verschiedenen Faktoren abhängig. So ist es z. B. wichtig, dass der Neutronenfluss zunächst durch die Anwesenheit bestimmter leichter Atome, wie etwa Wasserstoff, Lithium oder Bor, abgebremst wird. Die Wasserbindung des Portlandzementes kommt diesem Anliegen entgegen. Das hauptsächlichste strahlungshemmende Kriterium ist aber die möglichst hohe Dichte eines

3 Stoffes. Leider können wir hier nicht auf diese speziellen Belange eingreten; der Platz reicht nicht aus.

Der Beton eignet sich besonders gut als Herstellungsmaterial für Schutzschilde. Er ist einfach und wirtschaftlich anzuwenden, raumabschliessend und tragend. Im folgenden sollen einige besonders zu beachtende Punkte dieser speziellen Betonanwendung herausgegriffen werden. Es zeigt sich, dass hier, gegenüber dem normal angewandten Beton, ganz andere Eigenschaften in den Vordergrund treten und wichtig werden.

1. Wirkungsgrad

Die Strahlungsadsorptionsfähigkeit des Betons ist, wie bereits angedeutet, hauptsächlich vom Raumgewicht des Zuschlagsstoffes abhängig. Je schwerer die Betonzuschläge sind, desto

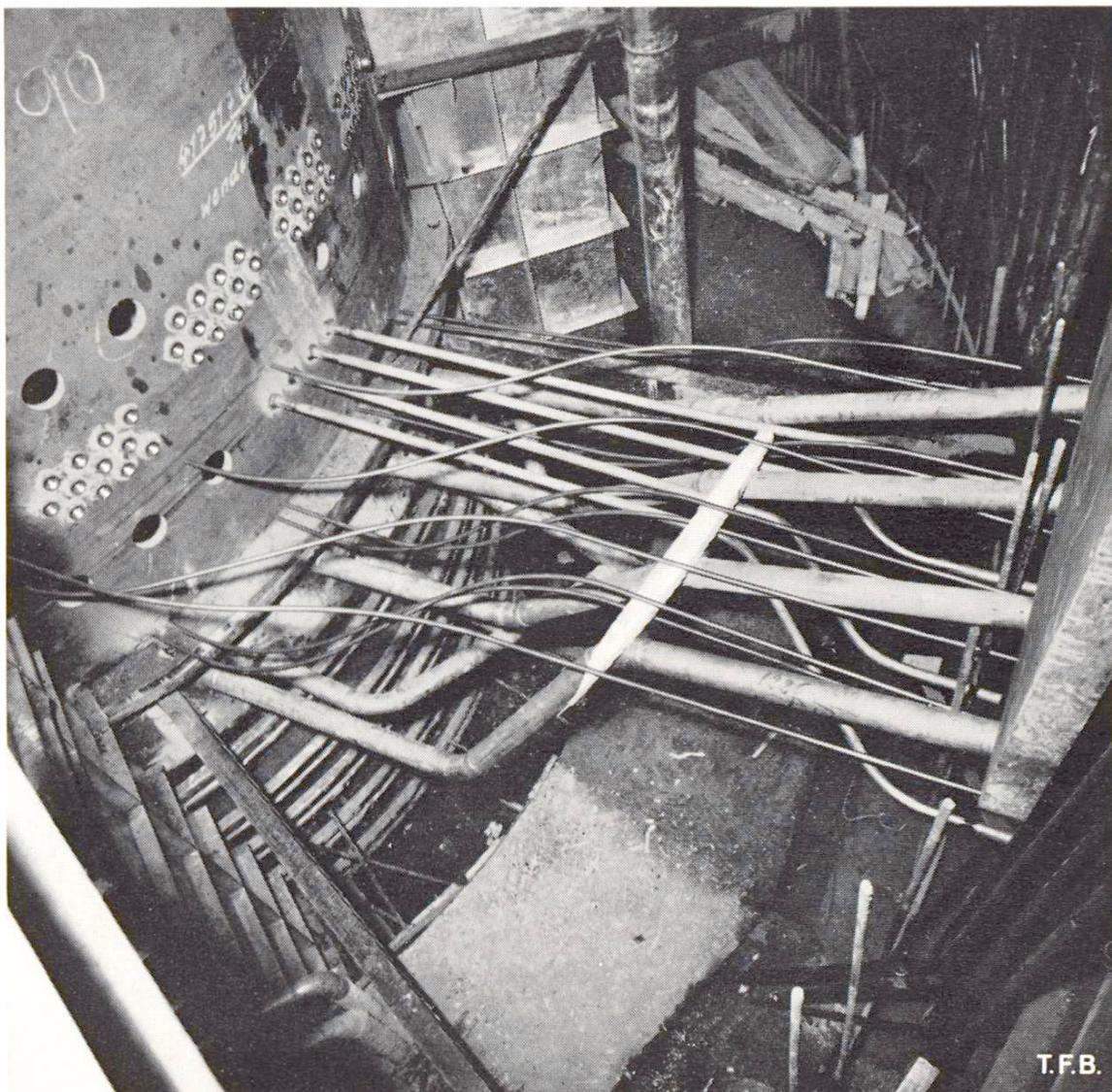


Abb. 2 Dieser Raum ist später mit Strahlenschutzbeton ausgefüllt worden. Angesichts der zahlreichen Einbauten mochte es sicher keine leichte Aufgabe gewesen sein, hier einen dichtgeschlossenen Beton zu erhalten. Man wählte das Prepacktverfahren.

4 stärker ist die Wirksamkeit. Der gewöhnliche Beton mit Gesteinsraumgewichten um $2,65 \text{ g/cm}^3$ genügt den Anforderungen sehr oft nicht, insbesondere, wenn etwa bei Forschungsreaktoren Raum eingespart werden muss. Man ersetzt in solchen Fällen das gewöhnliche Zuschlagsgestein durch schwere Mineralien wie z.B. Baryt, Eisenerz oder gar metallisches Eisen. Die entsprechend besseren Strahlungsadsorptions-Leistungen erlauben kleinere Wandstärken, z.B. für einen bestimmten Fall gerechnet:

Material	Raumgewicht g/cm^3	Wanddicke cm
Kiessandbeton	2,4	300
Barytbeton	3,7	180
Hämatitbeton (Eisenerzbeton)	3,9	170
Beton mit metallischem Eisen	5–6	110

Da die speziellen Zuschläge und besonderen Zusätze wie Lithium oder Bor den Schutzbeton stark verteuern und es sich bei diesen Schirmen um grosse Betonkubaturen handeln kann, spielen bei der Wahl der Schutzbetonart auch wirtschaftliche Überlegungen eine Rolle. Adsorptionsleistung und Wanddicke müssen in Anbetracht des verfügbaren Raumes in Einklang gebracht werden, wobei auch die Kosten zumeist wesentlich mitbestimmen.

2. Dichtigkeit

Ein sehr wesentlicher Punkt ist die gleichmässige Dichte und Raumgeschlossenheit des Betons. Die strahlungshemmende Wirkung muss überall und in jeder Richtung möglichst gleich sein. Hohlräume, Kiesnester und Risse sind nicht nur gefährlich, weil sie die allgemeine Dichte des Schildes herabsetzen, sondern auch, weil sie den stark streuenden Neutronenfluss anziehen und in ihrem Bereich konzentrieren. Die Korpuskelstrahlung wird ähnlich der Gasdiffusion.

Hieraus ergeben sich zwei sehr wesentliche Anforderungen an den Strahlenschutzbeton: die Verarbeitung zu einem vollständig **geschlossenen Körper** und die absolute **Risselfreiheit**.

3. Festigkeit und Raumbeständigkeit

An die Druckfestigkeit von Strahlenschutzbeton werden zumeist keine besonderen Anforderungen gestellt. Dies ist verständlich, wenn man die grossen Wanddicken bedenkt. Die Lasten verteilen sich auf grosse Querschnitte.

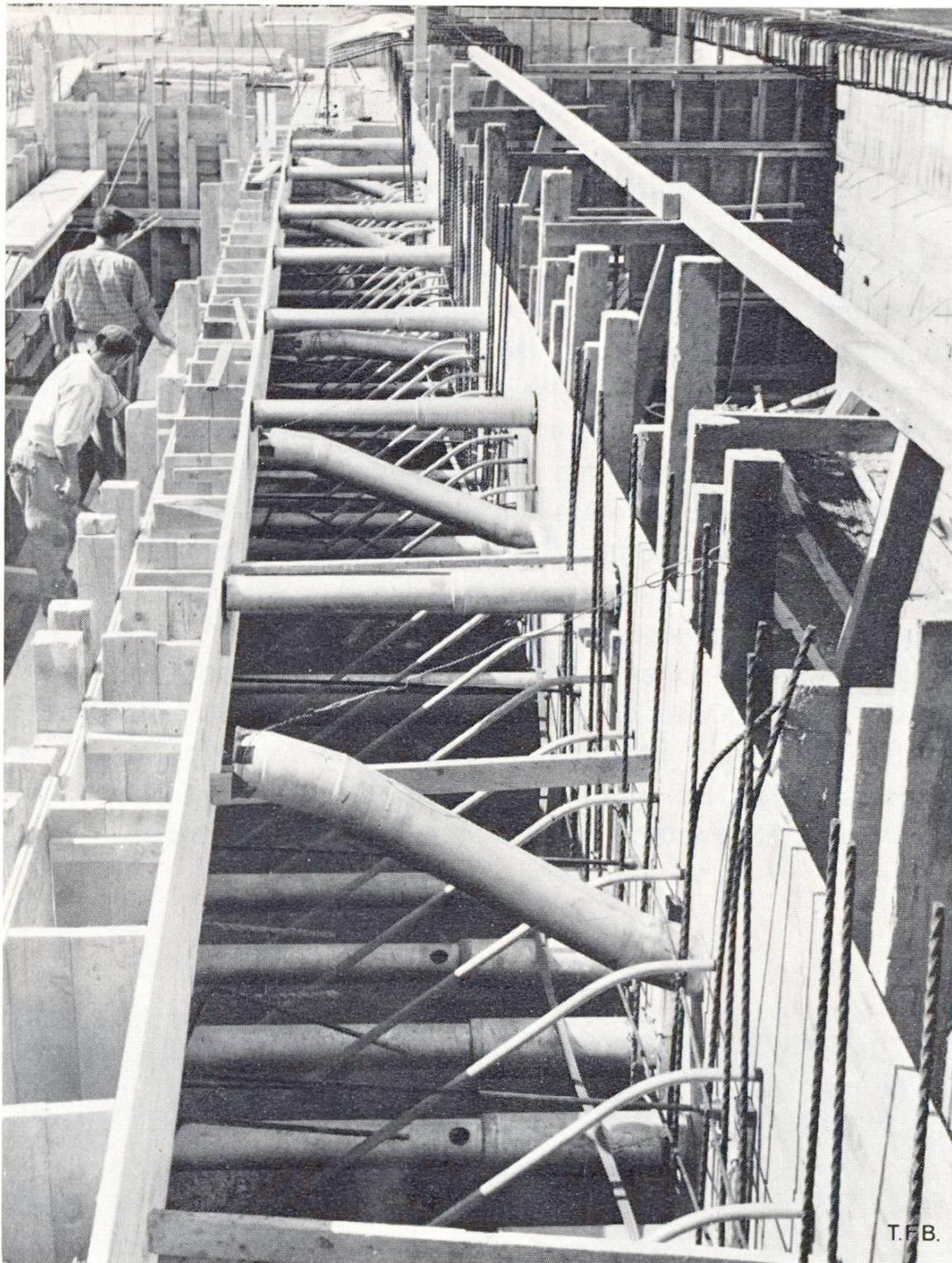


Abb. 3 Schutzwand einer «Hot-Zelle». Hier konnte ein Schwebeton mit Baryt/Stahlschrott-Zuschlag in herkömmlicher Weise eingebracht werden.

Die Bedingung der Rissefestigkeit fordert aber doch die Beachtung der Zug- oder Biegezugfestigkeit. Der Beton muss seine inneren Spannungen, die Kräfte, die aus verschiedenen räumlichen Dehnungen entstehen, ohne zu reißen aufnehmen können. Deshalb ist anzustreben einerseits eine gute Zugfestigkeit bei allenfalls herabgesetztem Elastizitätsmodul und andererseits möglichst geringe räumliche Dehnungen.

- 6 Zugfestigkeit und E-Modul sind hier weniger leicht beeinflussbar. Sie sind durch die Anwendung besonderer Zuschlagsgesteine bereits zu stark vorausbestimmt. Das Augenmerk richtet sich deshalb vornehmlich auf die Raumbeständigkeit. Geringere Schwindmasse erzielt man durch geringere Zement- und Wasserdosierung und durch zweckentsprechenden Kornaufbau. Auch die

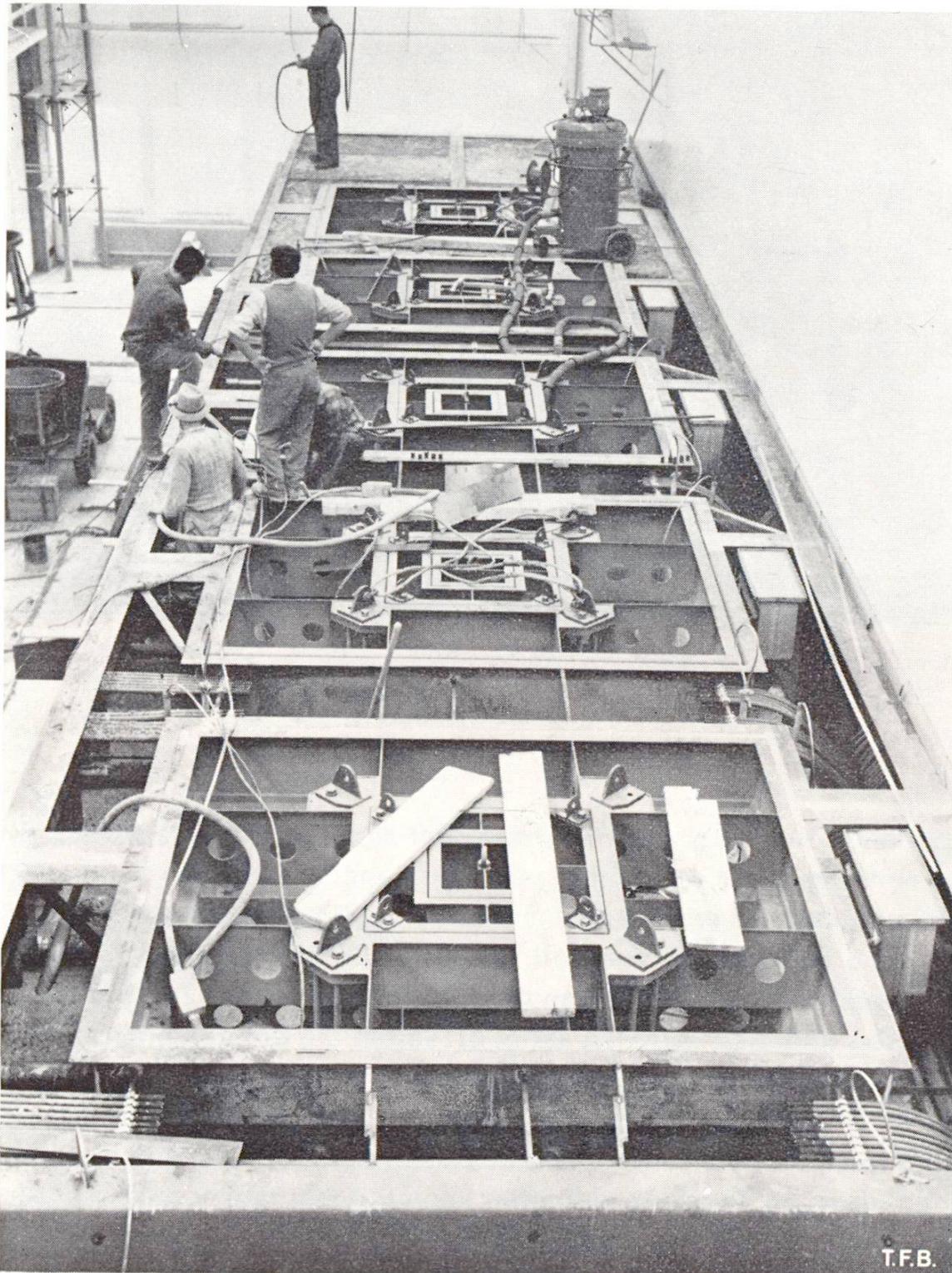


Abb. 4 Betonieren der Decke einer «Hot-Zelle». Ein Schwerbeton wird zwischen Stahlrahmen eingebracht und verdichtet. Man erkennt die vorgesehenen verschieden großen Deckel für die einzelnen Abteilungen.

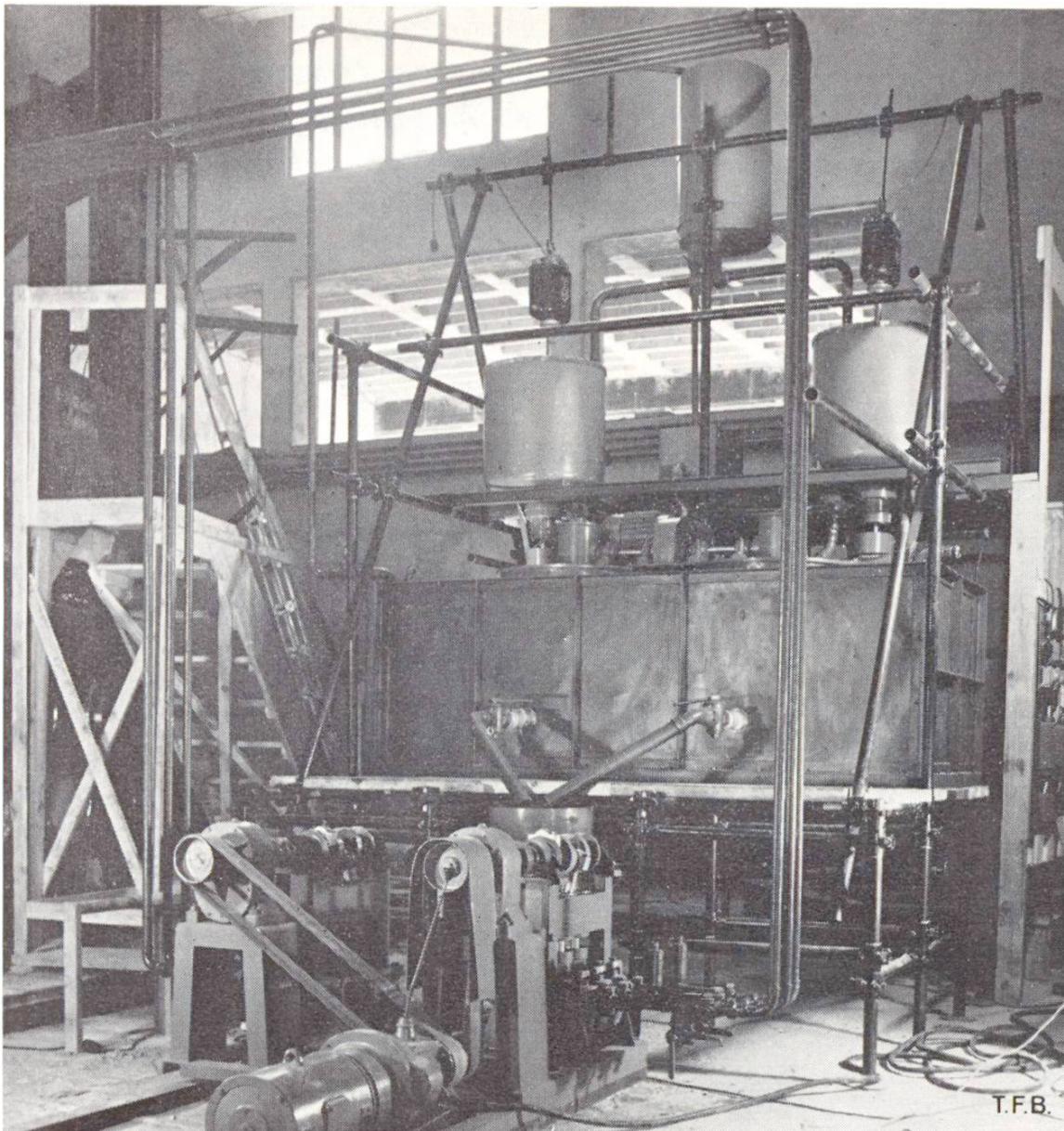


Abb. 5 Leistungsfähige Installation für Mischen und Pumpen des Injektionsmörtels für den Prepacktbeton des Schildes, gezeigt in Abb. 1 und 2.

Zementsorte will erwogen sein, wobei sich der normale Portlandzement als eines der günstigsten Bindemittel erweist.

Da zumeist grössere zusammenhängende Betonmassen vorliegen, ist auch auf eine geringe und langsame Entwicklung der Hydrationswärme zu achten. Wenn diese Wärme in kurzer Zeit nicht abfließen und sich verteilen kann, erzeugen die entstehenden Temperaturdifferenzen im Betonkörper Spannungen, die möglicherweise Risse herbeiführen. Der Zement und die Zementdosierung sind deshalb auch unter diesem Gesichtspunkt zu wählen, wobei man dieselbe Tendenz einhalten kann wie bei den Vorkehrungen zur Vermeidung höheren Schwindens.

Auch andere Massnahmen, wie leichtes Aufwärmen oder Abkühlen sowie eine kluge Einteilung der Betonieretappen können zur Vermeidung von Temperaturspannungen beitragen.

8 4. Struktur des Betons

Wir haben oben gesehen, weshalb ein möglichst vollständig geschlossener Körper mit gleichmässiger Dichte erforderlich ist. Dies sind Bedingungen, die nur durch Vermeiden jeglicher Entmischung erfüllt werden können. Alle Massnahmen, die gegen das Entmischen einwirken, sind deshalb vorzusehen, insbesondere die Einhaltung einer guten, kontinuierlichen Kornabstufung und einer günstigen Betonkonsistenz. Da beim speziellen Strahlenschutzbeton die Zuschläge verhältnismässig schwer sind, besteht vor allem die Gefahr der Entmischung durch Sedimentation, und zwar bereits schon auf dem Transportweg des Betons. Entsprechende zweckdienliche Vorkehren sind deshalb beim Mischen, Transport Einbringen und Verdichten zu treffen, und es ist unerlässlich, dass die Betonarbeiten durch den verantwortlichen Mann auf dem Bau ständig überwacht werden.

Angesichts des hohen Gewichtes der Betonmasse ist auch besonderes Augenmerk auf die Schalung zu legen. Die Gefahr, dass die Schalung sich unter dem grossen Druck verschiebt oder ausbeult, ist gross. Bei unstabiler Schalung aber bilden sich im frischen oder halbfesten Boden Lunker und Setzungsrisse.

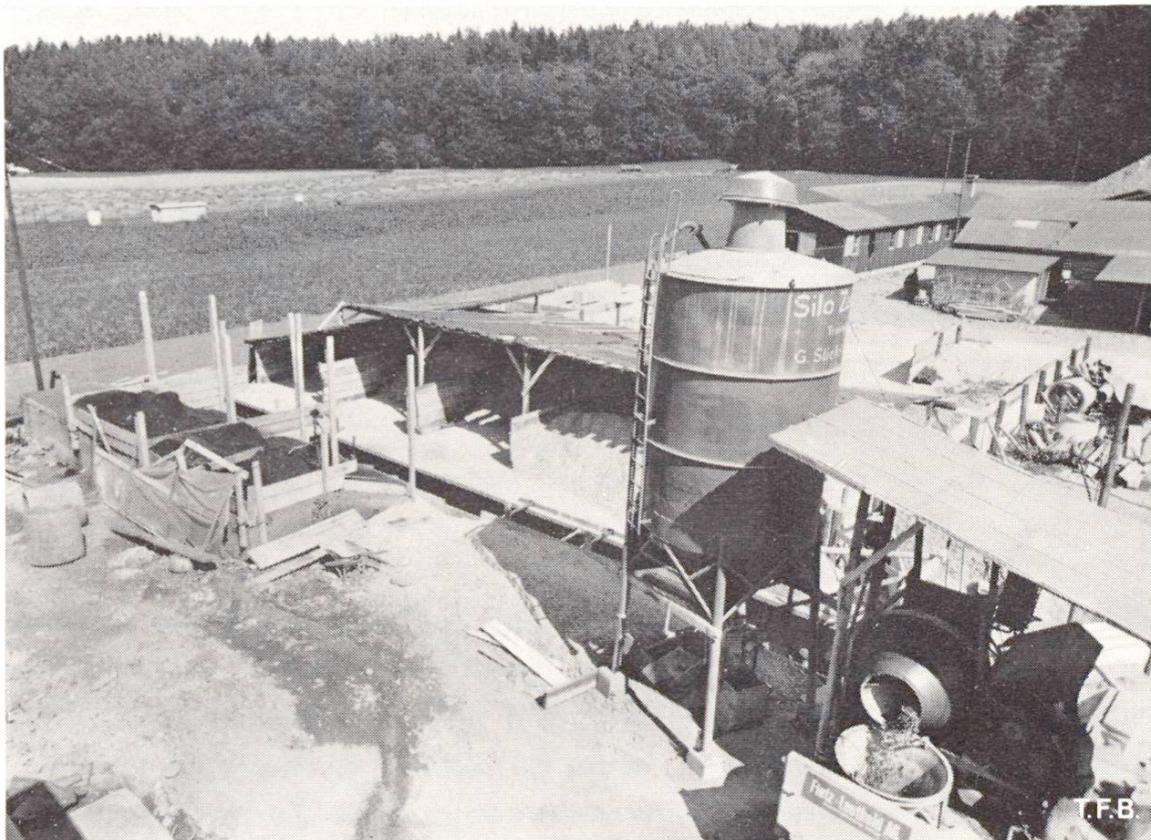


Abb. 6 Konventionelle Einrichtung für die Lagerung der Spezial-Zuschlagstoffe und die Herstellung von Schwerbeton.

9 5. Ausgussbeton

Der Ausgussbeton ist auch unter der aus dem Englischen übernommenen Bezeichnung «Prepackedbeton» (vorgepackter Beton) bekannt. Bei ihm wird trockenes Zuschlagsgestein in die Schalung eingebracht, wonach die Hohlräume im Korngefüge mit einem eingepressten feinen Zementmörtel ausgefüllt werden.

Zum Bau von Strahlungsschutzschildern bringt diese Methode einige Vorteile mit:

- Das Zuschlagsmaterial, das ja für die Strahlungsadsorption wesentlich ist, kann sorgfältig kontrolliert eingefüllt oder gar von Hand eingelegt werden. Dadurch wird eine grösstmögliche und gleichmässige Dichte gewährleistet. Entmischung ist ausgeschlossen.
- Das Strahlungsadsorptionsvermögen des Schildes kann durch Einlegen verschiedenartiger Zuschläge lokal verändert und speziellen Verhältnissen angepasst werden.
- Der Einbau von Strahlungskanälen durch den Schild hindurch muss zumeist mit grosser Genauigkeit erfolgen. Mit Prepackedbeton kann die genaue Lage solcher Vorrichtungen besser eingehalten werden.

6. Schlussbemerkungen

Diese Ausführungen wollen das Wesen des Strahlenschutzbetons etwas erörtern. Der neuartige Zweck eines solchen Betons verlangt, dass die Sorgfalt bei der Herstellung bedeutend erhöht werden muss und man Dinge beachten sollte, denen man beim gewöhnlichen Beton keine besondere Aufmerksamkeit schenkt. So vermag man am Beispiel des Strahlenschutzbetons alte Beton-Erfahrungen aufzufrischen. Anzustreben ist der gleichmässig dichte und lückenlose Betonkörper. Alle betontechnischen Gegebenheiten, die hier Einfluss nehmen können, sind in ihrer Wirkung neu zu überdenken.

Man muss sich stets auch bewusst sein, dass beim Reaktorbau etwelche Mängel, die nachträglich in Erscheinung treten, schwerwiegende Folgen haben können und nicht mehr ohne weiteres wiedergutmachen sind. Wenn eine solche Anlage einmal in Betrieb genommen worden ist, kann man sie nicht mehr einfach abstellen, auseinandernehmen und reparieren wie eine andere Maschine.

10 Einige Literaturangaben

H. S. Davis, High-Density Concrete for Shielding Atomic Energy Plants. *J. Am. Concr. Inst., Proc.* **54**, 965 (May 1958) (Detroit).

J. Seetzen, Technologie der Abschirmbetone. Werner-Verlag, Düsseldorf 1960.

K. Walz, G. Wischers, Beton als Strahlenschutz für Kern-Reaktoren. *Beton* **11**, 179 (März 1961) (Düsseldorf).

C. P. Thorne, Concrete Properties Relevant to Reactor Shield Behavior. *J. Am. Concr. Inst., Proc.* **57**, 1491 (May 1961) (Detroit).

F. Dubois, Etude et mise en œuvre des bétons de protection. *Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics* **14**, 823 (sept. 1961) (Paris).

E. Ambach, Reaktorbau München-Garching. *VDI-Zeitschr.* **104**, 104 (Jan. 1962) (Düsseldorf).