

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 18-19 (1950-1951)
Heft: 7

Artikel: Strahlen und Beton
Autor: W.E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153264>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CEMENTBULLETIN

JULI 1950

JAHRGANG 18

NUMMER 7

Strahlen und Beton

In wissenschaftlichen Laboratorien, und zwar besonders in den Atomforschungsstätten, aber auch in medizinischen Instituten und in der Technik werden heute in vermehrtem Masse **durchdringende Strahlen** verwendet, insbesondere Röntgenstrahlen und Gammastrahlen, letztere von Radium und anderen radioaktiven Substanzen herrührend. Da diese Strahlen gesundheitsschädlich sind, müssen besondere bauliche Massnahmen getroffen werden, um das ständig in der Nähe der Strahlenquellen arbeitende Personal hinreichend zu schützen. Denn nicht einmalige kurze Bestrahlungen des menschlichen Körpers sind schädlich, sondern die unbeabsichtigte tägliche Berührung mit auch sehr geringen Strahlenmengen ist vor allem gefährlich. In Amerika wird heute eine Dosis von 0.3 Röntgen* pro 48-Stundenwoche als obere unschädliche Strahlenmenge angenommen, in der Schweiz sind zurzeit noch die Richtlinien von 1934 gültig, welche als tägliche Toleranzdosis 0.25 Röntgen annehmen. Personal, welches regelmässig mit Röntgen- oder Gammastrahlen arbeitet, muss somit so geschützt werden, dass es innerhalb einer Woche keiner grösseren Strahlenmenge als 0.3 r ausgesetzt ist.

* 1 Röntgen (r) = Internationale Einheit für Messung von Röntgen- und Gammastrahlen-Mengen.

2 Beim Bau von Strahlenschutzeinrichtungen muss nicht nur auf die direkt von der Strahlenquelle ausgehenden Strahlen Rücksicht genommen werden, sondern auch darauf, dass alle mit **Röntgenlicht** bestrahlten Körper (auch die Luft) ihrerseits neue Röntgenstrahlung aussenden, welche allerdings bedeutend schwächer ist als die primäre Strahlung. So erregen z. B. die in eine Wand eindringenden Röntgenstrahlen in derselben eine sekundäre, nach allen Richtungen gestreute Strahlung und werden dadurch nach und nach abgeschwächt. Eine weitere Schwächung von durch

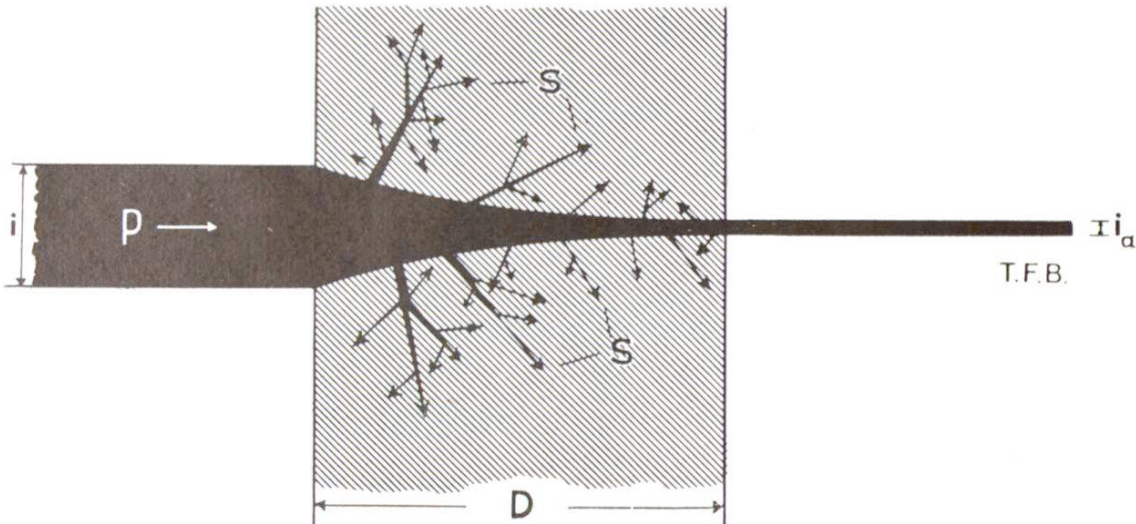


Abb. 1 Ein durch eine Wand von der Dicke D hindurchdringender Röntgenstrahl P erzeugt in der Wand sekundäre Röntgenstrahlen S und wird dadurch und durch Absorption abgeschwächt. Die Intensität des Strahles P wird durch seine Breite i veranschaulicht; der austretende Strahl besitzt die reduzierte Intensität i_a

irgendwelche Materie durchtretenden Röntgenstrahlen beruht auf Absorption, wobei diese sehr stark von der Art des durchstrahlten Stoffes abhängig ist. Streuung und Absorption bewirken somit zusammen die Schwächung der Strahlenintensität. Hierbei nimmt jedoch die Strahlenschwächung nicht linear mit der **Dicke des Abschirmungsmaterials** zu (Abb. 1). Eine Wand von der Dicke D , welche die Strahlungsintensität auf die Hälfte reduziert, kann nicht einfach auf die Dicke $2D$ gebracht werden, um alle Strahlung abzufangen; denn auch durch diese Wand dringt noch ein Bruchteil der eintretenden Strahlung hindurch. Es ist theoretisch überhaupt nicht möglich, einen Strahl vollkommen abzuschirmen, indessen kann seine Intensität so stark vermindert werden, dass die noch hindurchtretende Strahlung hinter der Schutzvorrichtung arbeitende Menschen nicht mehr zu schädigen vermag.

Für die Ermittlung der erforderlichen Schutzwanddicke D sind folgende Punkte massgebend: die Intensität der Strahlung nimmt mit zunehmendem **Abstand von der Strahlenquelle** ab. Wer somit ständig in grosser Entfernung von einem Röntgenapparat arbeitet,

3 bedarf wesentlich geringerer Schutzmassnahmen, als derjenige, welcher sich dauernd oder zeitweise nahe bei der Strahlenquelle aufhält. Ferner schwächen verschiedene Materialien die Röntgenstrahlen in sehr verschiedenem Ausmass, eine Wand aus Stahl z. B. viel stärker als eine Betonwand. Für praktische Zwecke gilt die Faustregel: Eisen, Beton und Gesteine vermindern bei gleicher Wandstärke die Röntgenstrahlung proportional zu ihrer Dichte, also etwa wie: 7,8 : 2,3 : 2,7 (als Gestein ist Kalk eingesetzt). Dies bedeutet, dass man durch Verwendung von Stahl

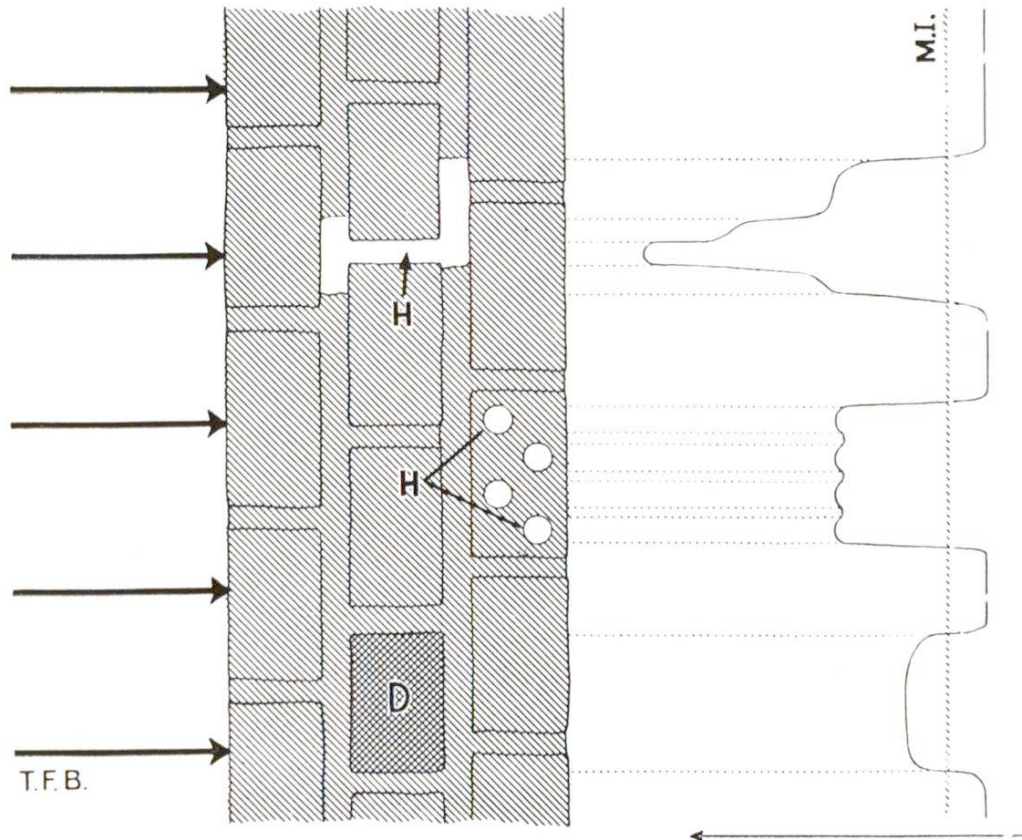


Abb. 2 Die auf eine inhomogene Mauer auftreffenden Röntgen- oder Gammastrahlen werden beim Durchtritt durch das Mauerwerk verschieden stark geschwächt, je nachdem, ob sie durch Hohlräume H, homogenes Material oder Abschnitte abnormaler Dichte (D) hindurch dringen. Die Intensitätskurve der hinter der Wand austretenden Strahlen zeigt die Wirkung der Fehlstellen deutlich an; die Intensität steigt hinter den Fehlstellen deutlich über die zulässige Maximal-Intensität (MI) an

zur Erstellung des Strahlenschutzes zwar weniger **Raum** benötigt als bei Schutzwänden aus Beton, indessen bleibt das **Gewicht** des aufzuwendenden Materiales dasselbe. Einzig schweratomige Substanzen, wie Blei, bleihaltige Gläser, Baryt (BaSO_4) usw. absorbieren Röntgenlicht viel stärker als es ihrer Dichte entsprechen würde.

Da die Röntgenstrahlen umso durchdringender werden, je höher die **Betriebsspannung** der sie **erzeugenden Röhre** ist, d. h. je härter sie sind, muss auch beachtet werden, welches die vorgesehene

4 maximale Röhrenspannung sein wird. Die Berücksichtigung aller genannten Faktoren lässt die Wandstärken berechnen, welche für verschiedene Materialien erforderlich sind, um die Röntgenstrahlen auf die vorgeschriebene Maximalintensität herabzumindern.

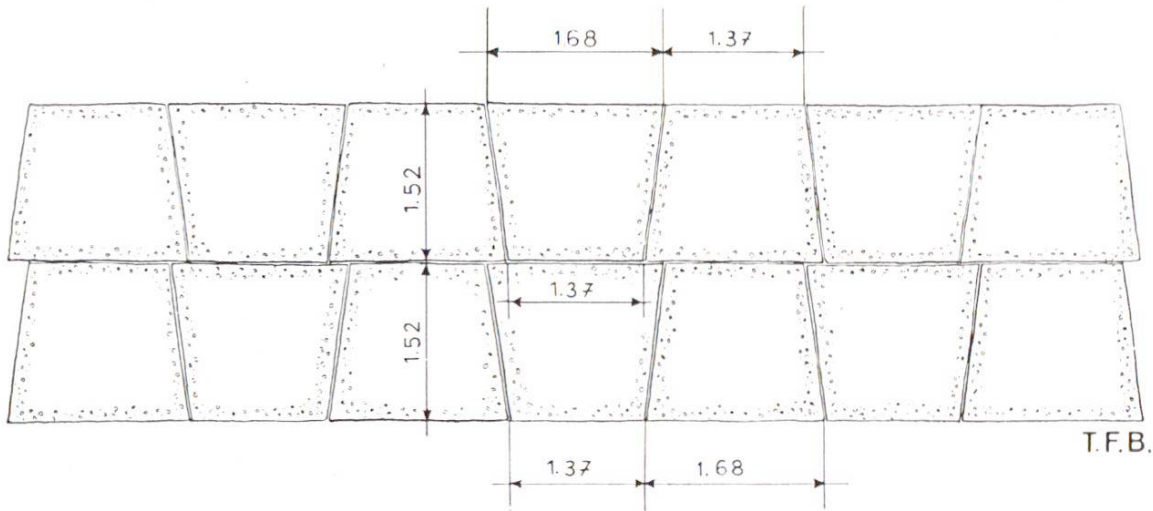


Abb. 3 Querschnitt durch die Balken-Schutzdecke eines Synchrocyclotrons

Tabelle 1: Die zur Abschirmung von direkten Röntgenstrahlen benötigten Wandstärken in Millimeter. Abstand der Strahlenquelle von der Wand = 1.5 Meter. Werte für die maximale Dosis von 0.3 Röntgen/48 Std.-Woche. (Nach Angaben von R. Glocker, G. Singer, H. O. Wykoff, sowie des National Bureau of Standards, U.S. Department of Commerce.)

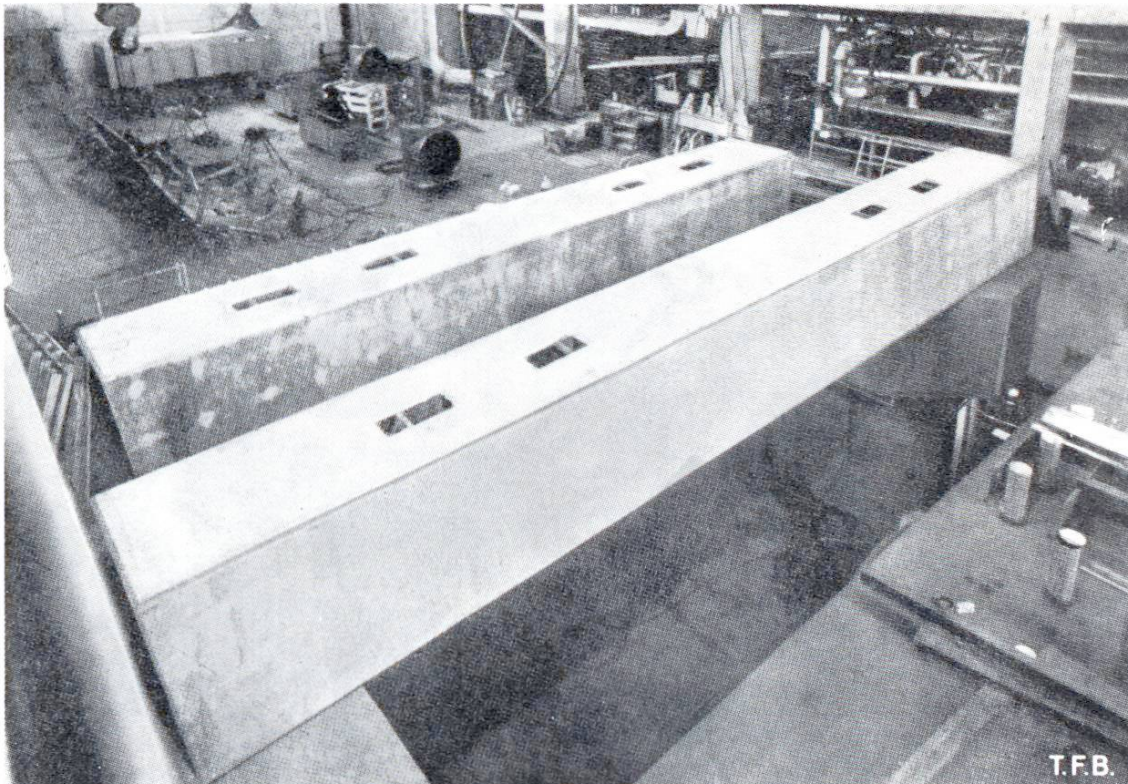


Abb. 4 Zwei fertige Decken-Schutzbalken über der Synchrocyclotron-Kammer



Abb. 5 Giessen eines Balkens zwischen zwei fertigen Balken. Die Aussparungen in der Kopffläche sind Greiflöcher, in denen die durchgehenden Ankerbolzen sichtbar sind

Betriebsdaten der Röntgenröhre		Wandstärke in Millimeter				
kV	mA	Blei	Baryt	Eisen	Beton ($d=2.35$)	Ziegelstein
75	10	1.7				
100	10	2.7				
200	10	5.5	72	75	310	860
250	10	9.6			330	
400	3	20		98	324	
500	3	42		150	520	
1000	3	136		270	850	
2000	1.5				1180	

Die Tabelle zeigt, dass härtere Röntgenstrahlung allgemein wesentlich grössere Schutzstoff-Schichtdicken benötigt als weichere, mit geringeren Röhrenspannungen erzeugte Strahlung. Die Zunahme der für den erwünschten Strahlenschutz notwendigen Materialstärke ist jedoch nicht bei allen Stoffen gleich ausgeprägt, im Falle von Blei z.B. deutlich steiler als bei Beton. Dementsprechend nimmt Blei als Schutz gegen harte Strahlung nicht mehr jene über-



Abb. 6 Teilansicht
des Atomproduktions-
Zentrums Oak
Ridge in USA

ragende Stellung ein, welche es gegenüber weichen Strahlen innehat.

Gammastrahlen, welche von Radium und anderen radioaktiven Substanzen herrühren, sind noch wesentlich durchdringender als Röntgenstrahlung. Ihre Abschirmung beruht auf den gleichen Prinzipien, wie jene der Röntgenstrahlen. Schichtdicke, Dichte und Zusammensetzung bestimmen auch hier den Schutzwert eines Materiales, wenn auch in etwas anderer Weise als im Falle der Röntgenstrahlung. Massgebend ist hier ferner die **Menge der strahlenden Substanz**, weil nämlich ein Präparat mit einem Radiumgehalt von z. B. 2p Milligramm doppelt so stark strahlt wie ein nur 1p mgr. enthaltendes Präparat. Da verschiedene radioaktive Substanzen Strahlung recht unterschiedlicher Intensität aussenden, wird zu deren Charakterisierung eine allgemeingültige Einheit (Curie-Einheit**) verwendet.

Tabelle 2: Wandstärken in Millimeter, welche zur Abschirmung von Gammastrahlen erforderlich sind, berechnet für eine 0.3 Röntgen-Maximaldosis pro 48-Std.-Woche. (Nach H. O. Wykoff und R. J. Kennedy.)

** 1 Curie = Gesamtstrahlenmenge, welche 1 g Radium ausstrahlt. 1 Milli-curie = Strahlenmenge, welche 1 mgr Radium ausstrahlt.

Stärke der Strahlungsquelle in Millicurie **)	Distanz der Strahlenquelle vom Bedienungspersonal					
	1 Meter		2 Meter		3 Meter	
	Blei	Beton	Blei	Beton	Blei	Beton
1000	—	516	—	373	—	290
500	—	445	—	302	34.5	221
200	—	376	33.3	211	17.5	127
100	—	254	20.7	140	5.8	51
50	32.7	208	7.7	64	0	0
20	15.8	115	0	0	0	0
10	4.3	38.5	0	0	0	0

Tabelle 2 zeigt, dass gegenüber Gammastrahlen Beton verglichen mit Blei etwa die gleiche Wirkung hat wie gegenüber harten Röntgenstrahlen, welche mit Röhrenspannungen von 1000 kV und mehr erzeugt werden. Die Betonschicht muss auch hier nur 6—9

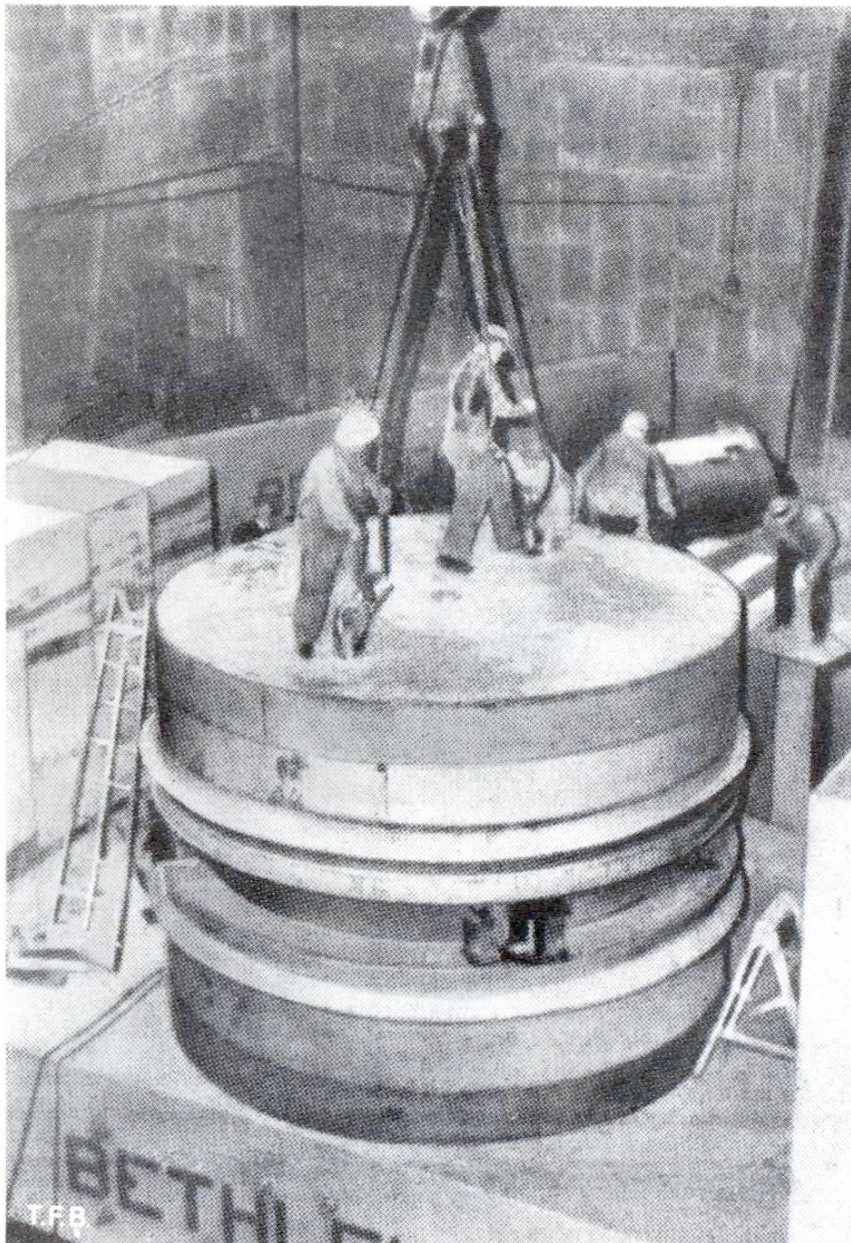


Abb. 7
Strahlenschutz für
eine Atomzertrüm-
merungsanlage aus
Eisenbeton (~ 2500
Tonnen schwer)

8 mal dicker sein als die für die gleiche Abschirmung notwendige Bleiwand. Da grosse Bleiwände besondere bauliche Massnahmen bedingen und Blei zudem relativ teuer ist, **spielt Beton als Schutzmittel gegen Gammastrahlen und extrem harte Röntgenstrahlen**, wie sie im Betatron und ähnlichen Einrichtungen erzeugt werden, **eine wesentliche Rolle.**

Alle bisher gemachten Angaben beziehen sich auf unbedingt dichte Schutzmaterialien. Da Luft die in Frage kommenden Strahlen praktisch nicht schwächt, dürfen die Schutzwände keinerlei Poren, Hohlräume und Fugen enthalten und müssen ausserdem aus völlig homogenem Material bestehen. Die Abbildung 2 zeigt die Wirkung von Hohlräumen und anderen **Schutzwandfehlern**. Sie zeigt, dass der Schutzwert einer Wand nicht nur auf Grund der aussen gemessenen Wandstärke bestimmt werden darf, sondern eine genaue Prüfung der inneren Kompaktheit und Homogenität der Wand unbedingt erforderlich ist. W. E.