

Errichtung von Heißen Zellen aus Beton

Anforderungen an Heiße Zellen für fernbedienten Betrieb

DIN
25 420
Teil 1

Construction of concrete hot cells; requirements for remotely operated cells

Ersatz für Ausgabe 12.81

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	5 Grundausrüstung	4
2 Bauweise von Heißen Zellen aus Beton	1	5.1 Manipulatoren	4
2.1 Allgemeines	1	5.2 Strahlenschutzfenster	4
2.2 Hauptmaße	2	5.3 Schleusöffnungen	5
2.3 Zellen-Anlagen	2	5.4 Hilfsöffnungen	5
2.4 Zellenkategorien	2	5.5 Beleuchtung	5
2.4.1 Beta-Gamma-Zellen	2	5.6 Lüftung	5
2.4.2 Alpha-Gamma-Zellen	2	5.7 Meßtechnik und Geräuschübertragung	5
2.4.3 Alpha-Gamma-Neutronen-Zellen	3	5.8 Elektroinstallationen	5
3 Abschirmungen	3	5.9 Netzersatz- und Notstromversorgung	6
3.1 Allgemeine Anforderungen	3	5.10 Brandschutz	6
3.2 Betonwände	3	5.11 Kennzeichnung	6
3.3 Wanddurchbrüche und Schwächungen der Wanddicke	3	6 Zusatzausrüstung	6
3.4 Große Zugangsöffnungen	3	6.1 Schutzkästen	6
4 Stahlblechhauskleidungen	4	6.2 Arbeitstische	6
4.1 Allgemeines	4	6.3 Transporteinrichtungen	6
4.2 Beta-Gamma-Zellen	4	6.4 Einrichtungen für Abfälle	6
4.3 Alpha-Gamma-Zellen und Alpha-Gamma-Neutronen-Zellen	4	6.5 Aufbewahrung radioaktiver Stoffe	6
		Zitierte Normen und andere Unterlagen	7

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für Räume (Heiße Zellen), die mit einer Abschirmung aus Beton umschlossen sind und in denen mit radioaktiven Stoffen fernbedient umgegangen wird.

Es kann sich hierbei um Anlagen für Versuchszwecke (z.B. Entwicklung von Brennelementen und Werkstoffen oder von chemischen Verfahren) handeln oder um solche mit Produktionscharakter (z.B. Herstellung umschlossener Strahler, Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen oder Behandlung radioaktiver Abfälle).

Diese Norm soll Planern, Herstellern, späteren Benutzern und zuständigen Behörden sowie Gutachtern eine Grundlage für die Auslegung Heiße Zellen aus Beton und ihrer Ausstattung geben.

Anmerkung: Ausführungsbeispiele für Zellen für den fernbedienten Betrieb werden in Beiblatt 1 zu DIN 25 420 Teil 1, Strahlenschutzfenster in DIN 25 420 Teil 3*), Hinweise zur Montage der Fenster in Beiblatt 1 zu DIN 25 420 Teil 3*) behandelt.

*) Z. Z. Entwurf

Anforderungen an Prozeß-Zellen werden in DIN 25 420 Teil 2 behandelt, Ausführungsbeispiele hierzu in Beiblatt 1 zu DIN 25 420 Teil 2, Strahlenschutzfenster in DIN 25 420 Teil 4*).

Es ist beabsichtigt, weitere Teile zur vorliegenden Norm zu erstellen, die Schleuseinrichtungen, Durchführungen durch Abschirmwände und Anforderungen bezüglich des Brandschutzes behandeln werden.

2 Bauweise von Heißen Zellen aus Beton

2.1 Allgemeines

Für die Bauweise und Ausstattung von Heißen Zellen ist neben dem Verwendungszweck das vorzusehende Interventions-, Wartungs- und Reparaturkonzept ausschlaggebend. Zu unterscheiden ist zwischen Heißen Zellen, in denen der Betrieb fernbedient erfolgt und Zellen, in denen Prozesse ohne fernbediente Handhabung ablaufen (siehe hierzu DIN 25 420 Teil 2).

Heiße Zellen für den fernbedienten Betrieb sind mit Geräten für die Handhabung von Objekten hinter der Abschirmung und Einrichtungen zur Beobachtung der Arbeiten auszurüsten.

Fortsetzung Seite 2 bis 7

Normenausschuß Kerntechnik (NKe) im DIN Deutsches Institut für Normung

Die Kontaminations-Schutzeinrichtungen, einschließlich der Schleuseinrichtungen und des Aufbaus der Abschirmung, müssen dem Grad der Gefährdung (Aktivität, Strahlenart, Energie, Aggregatzustand und Radiotoxizität der radioaktiven Stoffe) entsprechen.

Um die Zahl der Schleusvorgänge von den Schleusräumen in die Zellen und umgekehrt gering zu halten, sind funktionell in Verbindung stehende Zellen zu einer Anlage zusammenzufassen und in den Zwischenwänden schließbare Verbindungsöffnungen oder Türen, Transporeinrichtungen und ähnliches vorzusehen.

2.2 Hauptmaße

Die Maße eines Arbeitsplatzes sind auf die Verwendung von Parallel-Manipulatoren nach DIN 25 409 Teil 3, Größe I abzustimmen, so daß

- die Kraftübertragungselemente die notwendige Höhe über Kopf für die strahlengeschützte Durchführung durch die Abschirmwand aufweisen
- die Reichweite der Manipulatoren-Arme ausnutzbar ist
- die Reichweite des Armes des Operators berücksichtigt wird.

Daraus ergeben sich für die Zellen mit Stahlauskleidung Innenmaße nach Tabelle 1.

Tabelle 1. Innenmaße von Zellen mit Stahlauskleidung

Zellengröße	Innenmaße in m		
	Länge	Breite	Höhe
Kleine Zellen (1 Arbeitsplatz)	2,2	2,0	3,3
Mittlere Zellen (2 Arbeitsplätze nebeneinander)	5,0	3,0	4,0
Große Zellen (3 und mehr Arbeitsplätze)	> 7,0 *)	≥ 3,0	≥ 4,0
*) Bei Anordnung der Arbeitsplätze nebeneinander.			

Große Zellen sind entsprechend den Anforderungen vom Zweck her zu bemessen und mit der nötigen Anzahl von Arbeitsplätzen zu versehen.

Für kleine Zellen (1 Arbeitsplatz) mit Schutzkasten gilt:

Innenmaß der Zellen

$$\text{Länge} \times \text{Breite} \times \text{Höhe} = 3,2 \times 3,0 \times 3,7 \text{ m}$$

Innenmaß der Schutzkästen

$$\text{Länge} \times \text{Breite} \times \text{Höhe} = 2,2 \times 2,0 \times 2,4 \text{ m}$$

2.3 Zellen-Anlagen

Die Bedienung einerseits und das Ein- und Ausschleusen wie gegebenenfalls Begehen andererseits haben von getrennten Räumen aus zu erfolgen, die bezüglich des Kontaminationsrisikos zu verschiedenen Zonen des Gebäudes gehören. Das Einschleusen von Kleinteilen vom Bedienungsraum her ist durch besondere Vorrichtungen gestattet.

Bei Anlagen mit Zellen in Reihenanordnung sind auf einer Längsseite die Bedienungsplätze und auf der gegenüberliegenden der Raum für horizontales Schleusen sowie zum Begehen der Zellen anzuordnen (zur Ausführung

siehe Beiblatt 1 zu dieser Norm). Sind radioaktive Gegenstände mit großer Länge zu schleusen, so ist zusätzlich mindestens auf einer Stirnseite der Zellenreihe eine Schleusmöglichkeit vorzusehen. Über dem Zellenblock muß ein weiterer Raum für das vertikale Schleusen und zum Begehen angeordnet werden.

Der Bedienungsraum muß so bemessen sein, daß ein Wechsel der mechanischen Parallelmanipulatoren je nach Instandhaltungskonzept möglich ist. Die Höhe und die Tiefe des Bedienungsraumes muß auf den erforderlichen Platzbedarf der mechanischen Parallelmanipulatoren abgestimmt sein und gegebenenfalls ihren Ausbau in den Bedienungsraum mit Hilfsmitteln berücksichtigen.

Bei Verwendung von Brückenlaufkränen und fahrbaren Manipulatoren sollte die Zellenanlage so gestaltet werden, daß diese Geräte zu ihrer Instandhaltung in einen an die Zelle(n) angrenzenden, mit einer Abschirmung gegen Gammastrahlung versehenen Raum fahren können, der auch begehbar ist. Falls dies nicht gewährleistet ist, muß die Kranhakenhöhe im oberen Schleusraum so bemessen sein, daß mobile Manipulatoren (Motorkasten der Laufkatze, Teleskop und Arm(e) mit eingefahrenem Teleskop aus der Zelle heraus in einen Schutzbehälter gezogen werden können.

2.4 Zellenkategorien

2.4.1 Beta-Gamma-Zellen

Bei Beta-Gamma-Zellen ist die Abschirmung entsprechend der auftretenden Gamma-Strahlung auszulegen.

Als Kontaminationsschutz ist eine wannenförmige, dekontaminierbare Stahlblech- oder Stahlblech-Auskleidung vorzusehen. Die Betonflächen müssen sowohl innen als auch außen einen dekontaminierbaren Anstrich erhalten. Gegenüber den umgebenden Räumen muß bei geschlossener Zelle ein Unterdruck aufrecht erhalten werden können.

Anmerkung: Sollen Beta-Gamma-strahlende Stoffe mit hohem Kontaminationsrisiko gehandhabt werden, so ist zu prüfen, ob Alpha-Gamma-Zellen erforderlich sind.

2.4.2 Alpha-Gamma-Zellen

Alpha-Gamma-Zellen müssen wegen der erhöhten Kontaminationsgefahr so abgedichtet werden, daß die Leckrate höchstens 1 % des Volumens je Stunde bei einem Unterdruck von 2 hPa beträgt. Gegenüber Beta-Gamma-Zellen haben Alpha-Gamma-Zellen zusätzlich folgende Einrichtungen aufzuweisen:

- a) Alle großen Öffnungen in den Abschirmwänden und -decken (z.B. für Strahlenschutzfenster, -türen und -lukendeckel und Schleusöffnungen) müssen entsprechend den jeweiligen Funktionen ausgebildete „Alpha-Barrieren“ besitzen (siehe Abschnitte 3.4, 4.3, 5.1 bis 5.4).
- b) Alle Durchführungen (z.B. für Parallel-Manipulatoren, Elektro- und Medium-Installationen u.a.) müssen mit Dichtungen versehen sein.
- c) Die Zellen müssen geschlossene Stahlblech-Auskleidungen oder entfernbare Schutzkästen aufweisen.
- d) Auf der Beschickungsseite sind Isolierräume zwischen den Zellen und dem dahinter befindlichen Raum vorzusehen (zur Ausführung siehe Beiblatt 1 zu dieser Norm).
- e) Die Abluft muß durch zwei hintereinander angeordnete Schwebstoff-Filter Sonderstufe S nach DIN 24 184 (sogenannte Feinstfilter) geführt werden.

- f) Alle Einrichtungsgegenstände sind so zu gestalten, daß je nach Gefährdungsgrad und Dekontaminationsaufwand die Zellen nur in großen Zeitabständen (bis zu mehreren Jahren) oder überhaupt nicht betreten werden müssen. Die gesamte Ausstattung oder Teile davon müssen unter Aufrechterhaltung der Dichtheit fernbedient gewartet, repariert, ersetzt oder für andere Aufgaben ausgewechselt werden können. Beim Schleusen von großen Einrichtungsgegenständen sind statt der Dichtheit ausnahmsweise auch andere gleichwertige Schutzmaßnahmen (z.B. nach innen gerichtete Luftströmung mit ausreichender Geschwindigkeit) zulässig.

Werden leicht brennbare oder explosible Stoffe gehandhabt, ist zu prüfen, ob die Zellen mit einer Schutzgas-Atmosphäre zu betreiben sind. Eine Schutzgas-Atmosphäre kann auch aus verfahrenstechnischen Gründen notwendig sein.

Anmerkung: In diesem Falle ist eine möglichst geringe Leckrate anzustreben, um bei der Schutzgasreinigung mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand auszukommen.

2.4.3 Alpha-Gamma-Neutronen-Zellen

Alpha-Gamma-Neutronen-Zellen müssen gegenüber Alpha-Gamma-Zellen zusätzlich eine Abschirmwirkung gegen Neutronen besitzen. Aus diesem Grund muß Abschirmbeton mit besonders hohem Wasserstoffgehalt verwendet werden. Besondere Fälle können eine weitere Abschirmung gegen Neutronen für die Wände, Decken und Böden erfordern. Hinsichtlich Strahlenschutzfenstern siehe Abschnitt 5.2. Bei Schleusen und Durchführungen müssen gegebenenfalls zusätzlich wasserstoffhaltige Werkstoffe verwendet werden.

3 Abschirmungen

3.1 Allgemeine Anforderungen

Die Abschirmungen einschließlich ihrer Einbauten sind entsprechend den höchsten zu erwartenden Aktivitäten, den Strahlenarten und ihren Energien auszulegen. Die Ortsdosisleistung an den Außenflächen der Zelle darf die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 2. Maximale Auslegungsdosisleistungen

Äußere Zellen-Oberfläche	Maximale Ortsdosisleistungen $\mu\text{Sv/h}$
Bedienungswände	5 ¹⁾
Rück- und Seitenwände	20
Decken	50
Zwischenwände und -decken	500 ²⁾
Böden	50 ³⁾
¹⁾ Dauerarbeitsplatz nach § 54 der Strahlenschutzverordnung. ²⁾ Nur wenn kurzzeitiges Begehen nicht ausgeschlossen wird. ³⁾ Nur wenn sich darunter begehbarer Räume befinden.	

3.2 Betonwände

Die Bedienungswände müssen 915 mm dick sein¹⁾. Zur Erzielung unterschiedlicher Abschirmwirkungen ist die Dichte des Betons entsprechend zu wählen. (Zur Ausführung siehe Beiblatt 2 zu dieser Norm).

Anmerkung: Die Dicke und Dichte der übrigen Wände, der Decken und Böden ist frei wählbar.

3.3 Wanddurchbrüche und Schwächungen der Wanddicke

Die zwischen Einbauten, wie Türen, Lukendeckeln, Schleusen, Stopfen usw. und den Betonwänden auftretenden Spalte dürfen, wenn der Einfall der Direktstrahlung im Normalbetrieb mit weniger als 10° Abweichungen von der Spalttrichtung möglich ist, eine Breite von maximal 5 mm aufweisen und sind bis zu einem Schwächungsfaktor von 10⁴ für Gamma-Strahlung von ⁶⁰Co einmal abzustufen. Die Spalttiefe darf höchstens 60 % des Abschirmäquivalents (= Flächengewicht) und die Überdeckung muß mindestens das 5fache der Spaltbreite betragen. Der kürzere Spalt ist auf der Zelleninnenseite anzuordnen. Strahlenschutzfenster sind nach DIN 25 420 Teil 3*) mit zwei Stufen auszuführen. Bei Schwächungsfaktoren über 10⁴ für Gamma-Strahlung von ⁶⁰Co sind zwei Stufen vorzusehen. Spalte von 1 bis 5 mm Breite müssen zusätzlich in Spalttrichtung durch Einbau eines Werkstoffes höherer Dichte (z.B. Eisen) beidseitig mit mindestens 5facher Überdeckung so kompensiert werden, daß die lokale Dosisleistungserhöhung höchstens das 2fache beträgt.

Nischen und einbetonierte Rohre in Zellwänden dürfen ebenfalls höchstens eine lokale Dosisleistungserhöhung um das 2fache hervorrufen oder es muß entsprechend kompensiert werden. Eine Erhöhung der Dosisleistung ist im Hauptarbeitsbereich des Bedienungspersonals oberhalb der Knie bis zum Kopf jedoch nicht zulässig.

Für die Ermittlung der Dicke und Überdeckung bei tiefen Hohlräumen im Beton, z.B. durch Lüftungskanäle, Filter oder Antriebe von Türen, siehe DIN 25 427 Teil 1 und Teil 2.

An Werkstoff-Grenzen muß wegen möglicher Spalte, wenn der Einfall von Direktstrahlung mit einem Winkel von weniger als 10° gegenüber der Grenzfläche möglich ist, einmal abgestuft und kompensiert werden:

- Stahl gegen Beton wie 3 mm breite Spalte, z.B. bei den horizontalen unteren Platten von Fensterrahmen und horizontalen Hilfsöffnungs-Rohren
- Stahl gegen Stahlsand oder Bleischrot wie 1,5 mm breite Spalte, z.B. bei Füllungen von Hilfsöffnungsstopfen.

Bauteile aus Abschirmwerkstoff hoher Dichte (z.B. Eisentüren), bei denen Spalte von 1 bis 5 mm Breite auftreten, sind bei Direktstrahlung mehrfach so abzustufen, daß die Schwächung je Stufe höchstens den Schwächungsfaktor 10 bei Gamma-Strahlung von ⁶⁰Co ausmacht. Bei Spalten bis 1 mm ist nur eine Stufung erforderlich.

Anmerkung: An Stellen, wo nur der Einfall von Streustrahlung möglich ist, kann auf Kompensation und bei Spalten bis 1 mm auf die Stufung verzichtet werden.

3.4 Große Zugangsöffnungen

An jeder Zelle ist mindestens ein Zugang vom Schleusraum her in Form einer Strahlenschutztür und in der

*) Z. Z. Entwurf

¹⁾ Siehe auch DIN 25 409 Teil 3 für Parallelmanipulatoren in Teleskopbauweise