

Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau

Magdeburger Stahlbau GmbH
Industriemontagen GmbH
Leipzig

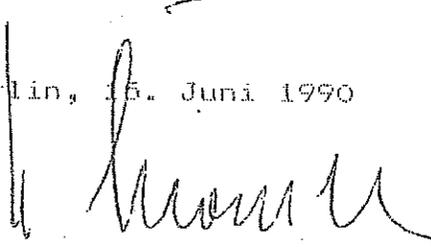
Anwendung
der Stahlzellenverbundbauweise
für Kernkraftwerke mit DWR 1300 MW
(Konvoiprojekt)

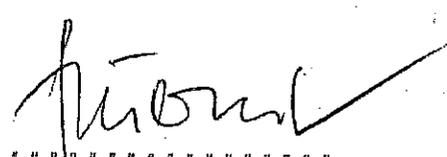
Allgemeine Erläuterungen zur Stahlzellenverbundbauweise

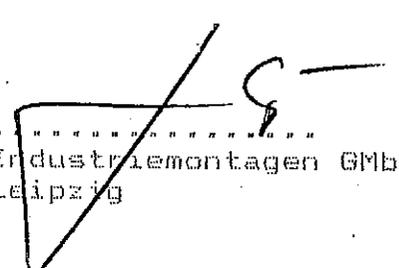
Teil 1 Stahlzellen für den Raum des Druckhalters

Teil 2 Stahlzellen für die Sekundärabschirmung

Berlin, 16. Juni 1990


.....
Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau


.....
Magdeburger Stahlbau GmbH


.....
Industriemontagen GmbH
Leipzig

Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau

Magdeburger Stahlbau GmbH
Industriemontagen GmbH
Leipzig

Anwendung
der Stahlzellenverbundbauweise
für Kernkraftwerke mit DWR 1300 MW_e
(Konvoiprojekt)

Allgemeine Erläuterungen zur Stahlzellenverbundbauweise

Berlin, 15. Juni 1990

Beschreibung der Bauweise

Verbundkonstruktionen aus vorgefertigten Stahlbeton- und Stahlkonstruktionen werden u. a. im Industriebau seit langem angewendet. In abgewandelter Form werden z. B. bei Geschoßdecken vorgefertigte Stahlkonstruktionen nach der Montage mit Ortbeton zu gemeinsamer Tragwirkung verbunden. In Anlehnung an dieses Konstruktionsprinzip wurde für massive Stahlbetonkonstruktionen im Kernkraftwerksbau eine spezielle Lösung für blechbewehrten Beton, die Stahlzellenverbundbauweise gemeinsam mit Institutionen in der UdSSR entwickelt und seit 1973 angewendet. Sie weist folgende Merkmale auf:

- Die Bewehrung der Stahlzellen besteht aus den äußeren Stahlblechen mit Aussteifungselementen, die punkt- bzw. linienförmig mit dem Beton zu einer Verbundkonstruktion verdübelt sind. Das Stahlblech dient als Schalung, hermetischer Raumabschluß und Oberflächenschutz.
- Die Stahlblechbewehrung ist durch Längs- und Quertragwerke zu einem räumlich stabilen, montagefähigen Wandabschnitt der Stahlzelle verbunden, die in einem stationären Stahlbaubetrieb auf hochmechanisierten bzw. teilautomatisierten Anlagen vorgefertigt und dabei mit den notwendigen bautechnischen und technologischen Einbauteilen (Montageversatzteile, Anschweißebenen, Durchführungen u.a.) sowie Anschlag- und Montagekonstruktionen komplettiert und teilkonserviert wird.
- Die Stahlzellen werden zur Baustelle transportiert, erforderlichenfalls zu größeren Einheiten vormontiert, versetzt, kraftschlüssig miteinander verschweißt. Die Anschlußbewehrung zu angrenzenden Bauteilen wird eingebracht und die Stahlzelle ausbetoniert.

Bei dieser Bauweise verbinden sich die Vorteile des Montagebaus mit denen einer fugenlosen Ortbetonherstellung auf der Baustelle.

Konstruktion

Das Bauprinzip wird sowohl bei Wänden, als auch bei Decken eingesetzt. Für die Stahlblechbewehrung können alle üblichen schweißbaren Baustähle sowie Sonderstähle verwendet werden. Die Abmessungen der Stahlzellen für die Wände und Decken und die Lage der Montagefugen ergeben sich aus statisch konstruktiven und technologischen Anforderungen unter Berücksichtigung der Fertigungs-, Transport- und Montagebedingungen. Die erforderlichen Blechdicken und die Abmessungen von Blechaussteifungen, Verdüblungen usw. ergeben sich aus den statischen und dynamischen Berechnungen oder aus konstruktiven Erwägungen. Blechaussteifungen sind Bestandteil der Blechbewehrung, stabilisieren die Stahlbleche gegen Frischbetondruck sowie bei Druckbeanspruchung, sind Träger der Dübel bzw. direkte Verdübelung und Bestandteil von Aussteifungstragwerken.

Die Blechaussteifungen der beiden Stahlwände werden zur Aufnahme des Frischbetondrucks durch Betonstähle miteinander verbunden (gleichzeitig Querbewehrung der Stahlbetonkonstruktion). Zur Verbundsicherung zwischen Blech und Beton werden vorzugsweise Kopfbolzen auf die Blechaussteifungen geschweißt. Die Verbindung von Stahlzellen an Wandecken, die Einbindung von Decken und Wänden sowie der Anschluß an Fundamente erfolgt über Rundstähle, die mit dem Stahlblech verschweißt sind.

In verschiedenen Bereichen wird die Stahlbewehrung durch eine Betonstahlbewehrung ergänzt oder ersetzt. Bei Querschnittschwächungen der Stahlblechbewehrung durch Öffnungen, Einbauten u. ä. erhalten die Blechscheiben Randverstärkungen.

Brandschutz

Durch die Lage der tragenden Stahlblechbewehrung an der Außenseite der Konstruktion werden an brandgefährdeten Wänden und Decken Brandschutzverkleidungen bzw. Beschichtungen vorgesehen.

Korrosionsschutz

Auf der betonabgewandten Seite der Stahlbleche ist ein den einwirkenden Einflüssen entsprechender Korrosionsschutz aufzubringen, auf der betonzugewandten Seite ist kein Korrosionsschutz erforderlich. Langzeituntersuchungen haben gezeigt, daß die Stahlbleche durch den Beton dauerhaft gegen Korrosion geschützt sind, wenn die Betonzusammensetzung bestimmten Mindestanforderungen genügt. Für die Zeit der Bauausführung bis zum Wirksamwerden der Schutzwirkung sind Begrenzungen festgelegt.

Projektierungsgrundlagen

Zum Nachweis der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stahlzellenverbundbauweise wurden umfangreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen geführt.

Die an einzelnen Bauteilen und Detaillösungen gewonnenen Erkenntnisse wurden an einem kubischen Sicherheitsraum-Modell und einem Containment-Modell komplex erprobt. Technologische Versuche wurden an Bauteilen in Originalgröße durchgeführt.

Die Versuche haben die Zuverlässigkeit der Stahlzellenverbundbauweise bei extremen Belastungen bestätigt.

Die Festigkeitsprüfung des Blockes 5 des KKW Greifswald bestätigte die statischen und funktionellen Anforderungen an die Bauweise.

Die zu beachtenden Besonderheiten der Bauweise wurden in Vorschriften für die Projektierung und Ausführung zusammengefaßt, für

- Berechnungs- und Konstruktionsgrundlagen,
- Technologien für Fertigung, Transport, Montage und Betonieren,
- Qualitätssicherung.

Der Stahlzellenverbundbau ist von der Staatlichen Bauaufsicht und vom Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR für den Kernkraftwerksbau zugelassen.

Einsatzbereiche

Die Stahlzellenverbundbauweise kann dann vorteilhaft eingesetzt werden, wenn folgende Bedingungen gegeben sind:

- Aus technologischen Gründen sind Stahlblechverkleidungen der Wände bzw. Decken erforderlich (z.B. in Kernkraftwerken).
- Es liegen Flächentragwerke vor mit überwiegender Biege- und Zugbeanspruchung, und einer kreuzweisen Rundstahlbewehrung von mindestens 5 ϕ 25 der Güte St T-IV
- In die Wände und Decken sind mit hoher Genauigkeit zahlreiche bautechnische und technologische Einbauteile (z. B. Rohrdurchführungen) einzubringen.
- Es sind kurze Bauzeiten erforderlich. Speziell hierbei bietet die Stahlzellenverbundbauweise auch bei komplizierten Baukörpergeometrien erhebliche Vorteile.
- Konzentration von mehreren unterschiedlichen auf engstem Raum. Die Stahlzellenverbundbauweise bietet gute Voraussetzungen zur Entflechtung der Baustellenprozesse.

Ausgeführte Objekte

Die erste Anwendung der Stahlzellenverbundbauweise in der DDR erfolgte ab 1973 beim Sicherheitseinschluß des Blockes 4 im KKW Nord.

Bei den Blöcken 5 - 8 im KKW Nord wurden bis Ende 1989 ca. 14000 t Stahlzellen für Sicherheitseinschlüsse sowie die Inneneinbauten einschließlich Reaktorschacht, Abkling- und Umladebecken sowie die Naßkondensation montiert. Eine weiterentwickelte Konstruktionsform wird z. Z. im KKW Stendal bei 2

Containments eingesetzt. Gleichzeitig werden auch hier die Einbauten im Sicherheitseinschluß als Stahlzellen ausgeführt.

Vorzüge der Bauweise

Bei den bisher ausgeführten Objekten haben sich bei der Stahlzellenverbundbauweise folgende wesentliche Vorzüge eingestellt:

- Verkürzung der Bauzeit durch
 - . Ersatz des traditionellen Schalungs- und Bewehrungsbaus durch Montage ganzer, in stationären Stahlbaubetrieben vorgefertigter Wandabschnitte und damit,
 - . weitgehende Entflechtung der Baustellenprozesse und verbesserte Arbeitsbedingungen für die auf der Baustelle verbleibenden Prozesse,
- Hohe geometrische Qualität u. a. in der Lage von Durchführungen und Versatzteilen
- im allgemeinen keine Erhöhung des Stahl- und Arbeitszeitaufwandes.

Grundsätze für die Anwendung der Stahlzellenverbundbauweise für KKW mit DWR 1300 MW

Die Anwendung der Stahlzellenverbundbauweise erfolgt auf der Grundlage des vorhandenen bautechnischen Projektes. Eine Neuprojektierung ist nicht erforderlich. In der Phase der Werkstattzeichnungen sind konstruktive Lösungen zu wählen, die zumindest der vorhandenen Stahlbetonlösung gleichwertig sind. Für einzelne Sonderbereiche (Schleusen o. ä.) können genauere statische Untersuchungen notwendig werden.

Im Teil 1 - Stahlzellen für den Raum des Druckhalters - und Teil 2 - Stahlzellen für die Sekundärabschirmung - wird die Anwendung der Stahlzellen gezeigt.

Für den Bereich der Inneneinbauten erscheinen jedoch noch weitere Bereiche mit hohen Anforderungen aus den Komponenten, wie Reaktorschacht, Beckenbereiche, Bereich der Querwand und andere Wände und Decken für die Anwendung der Stahzzellen geeignet. Einfache untergeordnete Bereiche werden in der vorhandenen Stahlbetonlösung verbleiben.

Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau

Magdeburger Stahlbau GmbH
Industriemontagen GmbH
Leipzig

Anwendung
der Stahlzellenverbundbauweise
für Kernkraftwerke mit DWR 1300 MW_e
(Konvoiprojekt)

Teil I Stahlzellen für den Raum des Druckhalters

Berlin, 15. Juni 1990

1. Grundsätze für den Lösungsvorschlag

Die Sekundärabschirmung besteht geometrisch aus 2 unterschiedlichen Bereichen, dem Zylinder und der Kuppel, die in ihrer konstruktiven Lösung gleiche Grundprinzipien aufweisen. Es werden einseitige Stahlzellen mit stabilisierenden Konstruktionsteilen auf der Betonseite vorgesehen. Im Zylinder und im unteren Bereich der Kuppel, im unteren Bereich kommen unverformte Bleche zur Anwendung, verformte Bleche werden nur im Haubenbereich der Kuppel eingesetzt.

Weitere Ausgangswerte für die Lösung der Sekundärabschirmung in Stahlzellen sind:

- teilweiser Ersatz der inneren Bewehrung durch Stahlblech,
- veränderte Querbewehrung,
- Beibehaltung der äußeren Bewehrung und der Anschlußbewehrungen für Decken und Wände des Konvoiprojektes,
- Einbau aller technischen und technologischen Einbauteile wie Konsolen, Durchführung, Verankerungen u. ä.,
- Beibehaltung der Betongüte.

Aus den zur Verfügung stehenden Projektunterlagen konnten nicht alle Detailfragen geklärt werden. Sie sind bei der späteren Projektbearbeitung zu lösen.

2. Verwendete Unterlagen

Sekundärabschirmung

Zeichn.-Nr.	41425 1	51760 1
	41426 0	51767
	51758	51965 C
	51759	54778

Die einseitigen Stahlzellen bestehen aus Bl 6 mm auf der Innenseite und Dübelleisten 8 x 80 mm, $e \leq 460$ mm.

Die Zylinderzellen werden durch 2 Horizontalfachwerke (HV), 2 Vertikalfachwerke (VF) in Radialebene und 1 zusätzliches VF in der Ebene der Obergurte stabilisiert. Die Gurte und die Diagonalen der HV bestehen aus L-Profilen, für die Diagonalen der VF werden Kreuzverbände aus ϕ -Stahl vorgesehen werden.

Im Kuppelbereich $0 - 60^\circ$ werden die Stahlzellen durch einen räumlichen Dreigurtträger stabilisiert. Die radial angeordneten VF des Zylinderbereiches werden in der Kuppel weitergeführt.

Im Kuppelbereich $> 60^\circ$ werden die meridianförmig angeordneten Stahlzellen durch I-Profile in vertikaler Richtung lagegleich mit den darunterliegenden VF stabilisiert. Die Dübelleisten werden horizontal angeordnet.

Im Kalottenbereich ist ein horizontaler Blechring vorgesehen, mit dem die Vertikalbewehrung kraftschlüssig verschweißt wird. Die vertikalen I-Profile werden teilweise in die Kalotte weitergeführt.

Als zusätzliche Bewehrung auch zur Rißeicherung werden auf der Blechseite 4 ϕ 28/m kreuzweise erforderlich. Der horizontale Bewehrungsanteil wird bereits in der Montageeinheit vorgelagert, während der vertikale erst nach der Montage über mehrere Zellen reichend eingebracht wird.

Die Einbaubedingungen für die gesamte äußere Bewehrung sind gut. Sie wird vor der Schalungsmontage montiert. Die Einbindung in die Bodenplatte erfolgt durch vertikale Anschlußbewehrung.

Als Verbinder werden 10 ϕ 18/m² erforderlich, die mit den Dübelleisten verschweißt sind. Im umbauten Bereich kann die Verbinderbewehrung reduziert werden. Im Normalbereich (Verbinder 10 ϕ 15/m²) sind keine Dübel erforderlich.

5. Hinweise zur Belastung der Blechwand durch Frischbetondruck

1. Zylinder

Als Grundlage für die Bemessung wird ein max. Frischbetondruck von $p_{\text{max}} = 40 \text{ kN/m}^2$ zugrundegelegt. Der Frischbetondruck ist im wesentlichen abhängig von der Betoniergeschwindigkeit (v) und der Frischbetontemperatur (T_{B}). Bei gegebenen Parametern v und T kann die max. Höhe (H) des Frischbetonspiegels nach TGL 33421/01 bestimmt werden (z. B. beträgt bei $T_{\text{B}} = 20^\circ\text{C}$ und $v = 3,5 \text{ m/h}$ die max. zulässige Betonierhöhe $5,0 \text{ m}$).

Die Innenwand aus Blech 6 mm ist so ausgesteift, daß sie den Schalungsdruck aufnimmt, wenn der Abstand der beiden Horizontalfachwerke einer Zelle einen vertikalen Abstand von $1,50 \text{ m}$ nicht überschreitet und jede Dübelleiste 80×8 mit dem H-Fachwerk durch Schweißung verbunden ist. Auf der Außenseite ist die Schalung an jedem horizontalen Fachwerk mit Bolzen M27, Güte 8.8 in Abstand von max. $2,76 \text{ m}$ (des Umfangs) zu verankern.

Dabei können die Schalungsträger sowohl vertikal als auch horizontal (Anpassung an den Radius ca. $R = 33,4 \text{ m}$ erforderlich) angeordnet werden. Die Schaltafeln müssen dann orthogonal dazu für den Schalungsdruck $p = 40 \text{ kN/m}^2$ ausgesteift sein.

6.2. Arbeitszeitaufwand

1. 1 750 t	Einseitige Stahlzellen für den Zylinderbereich (von - 6,0 bis +23,0 m) fertigen, einschl. technischer Bearbeitung in gleitender Projektierung und Konstruktion, Korrosionsschutz (teilweise) mittels Farbkonservierung, Transport zur Baustelle	55 h/t	96 250 h
2. 1 350 t	wie vor, jedoch für den Kuppelbereich 0° - 60°	60 h/t	81 000 h
3. 200 t	wie Pos. 1, jedoch für den Kuppelbereich 60° - 80° einschließlich Kalotte	80 h/t	16 000 h
	Summe Fertigung		193 250 h
4. 1 750 t	Einseitige Stahlzellen der Pos. 1, ohne Bewehrung außen, montieren einschl. Schweißen der Zellenstöße, innere Rüstung, Vermessung (ohne ing.-techn. Vermessung)	35 h/t	61 250 h
5. 1 556 t	wie Pos. 4, jedoch für die Kuppel gemäß Pos. 2 und 3	38 h/t	59 130 h
	Summe Montage		120 380 h
6. 1 900 t	Bewehrung, außen, vertikal und horizontal, einbringen	5 h/t	9 500 h
7. 12 032 m ²	vorkonservierte und montierte einseitige Stahlzellen mit Korrosionsschutz komplettieren (2 Anstriche)	0,2 h/m ²	2 406 h

Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau

Magdeburger Stahlbau GmbH
Industriemontagen GmbH
Leipzig

Anwendung
der Stahlzellenverbundbauweise
für Kernkraftwerke mit DWR 1300 MW_e
(Konvoiprojekt)

Teil 2 Stahlzellen für die Sekundärabschirmung

Berlin, 15. Juni 1990

1. Grundsätze für den Lösungsvorschlag

Im Ergebnis unserer Untersuchungen halten wir es für zweckmäßig, den Raum des Druckhalters in 2 Bereiche zu unterteilen. Als Grenze wird die Decke + 10,50 m angesehen. Diese Trennung erscheint auch aus Gründen der Bauausführung sinnvoll, da diese Decke die Wandausführung unterbricht. Aus diesem Grunde ergibt sich ein Bereich mit

Stahlzellen für den Y-Träger (von + 4,00 bis + 10,50) und
Stahlzellen für die Druckhalterabstützung (von +10,50 bis +13,13).

Die konstruktive Ausführung dieser Bereiche ist ebenfalls sehr unterschiedlich. Weitere Ausgangswerte für die Lösung in Stahlzellen sind

- Beibehaltung der Anschlußbedingungen in die angrenzenden Bereiche,
- teilweiser Ersatz der Hauptbewehrung durch Stahlblech,
- Einbau aller technologischen Einbauteile wie Verankerungsplatten, Rohre usw.,
- Beibehaltung der Betongüte.

Einzelne Detailangaben konnten aus den Unterlagen nicht zweifelsfrei geklärt werden. In einer späteren Projektbearbeitung sind diese Probleme zu lösen.

2. Verwendete Unterlagen

Stahlzelle Y-Träger Loop 2

Zeichn.-Nr.

Bl 568 b	Bewehrung Y-Träger Loop 2
Bl 594 b	Rückhängebewehrung und Steckbügel
Bl 706	Verankerungsschalplan

- 41 717 Draufsicht Decke Kote + 9,00 m
 41 715 Untersicht Decke Kote + 9,00 m

Stahlzelle Y-Träger Loop 3

- 81 567 a Bewehrung Y-Träger Loop 3
 61 707 t Verankerungsschalplan
 41 718 g Draufsicht Decke Kote + 9,00 m
 41 716 l Untersicht Decke Kote + 9,00 m

Stahlzelle Druckhalterabstützung in Loop 3

- 61 714 a Draufsicht Decke Kote + 12,00 m Verankerungsplan
 41 731 p Draufsicht Decke Kote + 12,00 m
 81 857 b Decke + 10,50 Anschlußbewehrung
 81 860 a Bewehrung Wand in Loop 3
 81 863 b Konsole in Loop 3 von + 12,13 bis + 13,13
 81 770 a Ankerplatten für Konsolenbewehrung
 81 606 Rückhängebewehrung und Steckbügel

3. Konstruktion der Stahlzellen für den Y-Träger (von + 4,00 bis + 10,50)

Die Konstruktion der Stahlzellen ist dargestellt für Loop 2

in Zeichnung 031/1 - 1 Stahlzelle Y-Träger Loop 2
 (2 Blätter)

für Loop 3

in Zeichnung 031/1 - 2 Stahlzelle Y-Träger Loop 3
 (2 Blätter)

Für beide Bereiche wurden die gleichen Konstruktionsprinzipien angewendet. Sie wurden in horizontal orientierte Stahlzellen aufgeteilt (untere Stahlzelle von + 4,00 bis + 7,50 bzw. + 5,50 bis + 7,97, obere Stahlzelle von + 7,50 bzw. 7,97 bis + 10,50). Diese Fertigungs- und Transporteinheiten werden jeweils auf der Baustelle zu einer Montageeinheit komplettiert.

Folgende statisch-konstruktive Veränderungen werden eingeführt:

- eine horizontale Bewehrungslage (\varnothing 28) und eine vertikale Bewehrungslage (\varnothing 20) werden durch Stahlblech $d = 8$ mm, St355 ersetzt,
- Querbewehrung (Steckbügel \varnothing 14 oder \varnothing 12) wird durch Verbindler \varnothing 20 ersetzt, die beidseitig kraftschlüssig mit dem Zellenblech verbunden sind,
- alle Einbauteile und Rohre sowie die gesamte noch erforderliche Bewehrung sind in die Stahlzelle integriert,
- zur Verankerung der abgewinkelten Stahlbleche mit Rundstahl \varnothing 28 wurde das Blech örtlich auf 10 mm verdickt, um eine kraftschlüssige, vollwertige Schweißverbindung herstellen zu können,
- für den Anschluß an die Querwand sind zusätzliche Bewehrungseisen erforderlich (Pos. 24),
- auf Grund fehlender Unterlagen konnten die Einbauteile in ihrer Geometrie und Lageanordnung nicht exakt angegeben werden. Es wurde an einigen Beispielen gezeigt, wie eine Integration der Rohre und Einbauteile in die Stahlzelle technisch möglich ist.
- die Zulagebewehrung im Bereich der jeweiligen Einbauteile wurde nicht dargestellt. Sie kann problemlos in der Vormontage der Stahlzelle eingebaut werden,
- die Konsole von + 8,080 bis + 8,800 wird stahlbaumäßig ausgeschottet,
- für die Verankerung des Druckhalters von + 8,08 bis + 8,80 werden 2 Varianten vorgeschlagen, für Loop 2 eine mittragende Stahlanskleidung mit entsprechender Rundstahlverankerung, für Loop 3 als reine Stahlblechanskleidung (ohne Änderung der Bewehrung).

4. Konstruktion der Stahlzelle der Druckhalterabstützung in Loop 3

Die Konstruktion ist dargestellt

in Zeichnungen 031/1 - 3 Druckhalterabstützung in Loop 3
(Blätter 1 - 4)

Variante I (Bl. 1 - 3) und Variante II stellen zwei unterschiedliche Konstruktionsprinzipien dar. Während bei Variante I die im KWU-Projekt ausgewiesene Rundstahlbewehrung weitgehend erhalten bleibt, wird sie in Variante II in gewissem Umfang durch das äußere Stahlblech ersetzt.

Variante I:

Die auf Bl. 1 - 3 dargestellte Stahlzellenkonstruktion wurde aus fertigungstechnischen Gründen so ausgebildet, daß die äußere Blechverkleidung aus Bl. 5 mm planmäßig nicht an der Tragwirkung beteiligt ist. Sie ersetzt lediglich die "1 Lage" der Vertikalbewehrung aus KWU-Zeichnung Nr. Bl 860 a ($\varnothing 8$ bzw. $\varnothing 14$ Bst 420/500), welche unsererseits als Rißsicherungsbewehrung angesehen wird.

Die geringe Wanddicke von 50 cm beeinträchtigt die Ausführung von Schweißarbeiten im Zelleninneren in starkem Maße. Deshalb wurde in Variante I ein Konstruktionsprinzip gewählt, bei dem die Zellenkonstruktion fertigungsmäßig von innen nach außen aufgebaut wird, d. h. das äußere Stahlblech 5 mm wird abschließend mittels Lochschweißung (Bl. 1, Detail a) an den vertikalen Winkeln L 50 x 5 befestigt.

Zwecks Herstellung der Gewindemuffenverbindungen der vertikalen Bewehrung $\varnothing 28$ mit der unteren Anschlußbewehrung wird ein 40cm hoher Blechstreifen erst nachträglich zwischen + 10,46 und +10,86 m angebracht. Die Rundstähle $\varnothing 28$ sind innerhalb der Zelle so zu befestigen, daß eine gewisse Beweglichkeit in allen Richtungen erhalten bleibt.

Der untere Blechanschluß im Bereich der Decke + 10,46 konnte wegen fehlender Angaben des Fußbodenaufbaus noch nicht im Detail festgelegt werden.

Die gegenseitige Verbindung der "Schalungsbleche" wird über Rundstähle \varnothing 12 St T-IV, die mit den Aussteifungswinkeln L 50 x 5 verschweißt werden, hergestellt. In der Regel sind diese Verbinder im Raster 45 x 60 cm angeordnet. Die normalerweise an den Winkeln zwischen den Verbindern vorgesehenen Dübel sind bei der Variante I nicht notwendig.

Im Bereich der Konsole zwischen + 12,13 und + 13,13 m bleibt die gesamte Bewehrung entsprechend KWU-Zeichnung Nr. 81 863 b in der Stahlzelle erhalten. Die Konsole wird, bis auf die Oberseite, gleichfalls allseitig mit winkelversteiften Stahlblech 5 mm verkleidet. Die Ankereisen \varnothing 25 der 35 mm dicken Ankerplatten (Pos. 1 und 5) werden im Konsolbereich als Verbinder genutzt und mit den von der Gegenseite kommenden Verbindern \varnothing 12 verschweißt.

Die Einbauteile nach KWU-Zeichnung 81 606 Schnitt E-F konnten bezüglich ihrer genauen Lage sowie ihrer erforderlichen Tragfähigkeit mangels Unterlagen nicht exakt angegeben werden. Auf Blatt 1 ist jedoch für das Streifenversatzteil 9635/R eine der möglichen konstruktiven Lösungen angedeutet.

Variante II

Die Variante II wurde grundrißmäßig auf Blatt 4 dargestellt. Bei ihr ist ein größerer Teil der Rundstahlbewehrung durch Stahlblech 8 mm St 52 ersetzt. Wegen der ungünstigen geometrischen Grundrißform muß jedoch bei dieser Variante ein relativ großer Teil der Horizontalbewehrung wieder als Endverankerung angeordnet werden. Auf eine weitere Bearbeitung dieser aus konstruktiver Sicht weitgehend stahlzellenberechtigten Lösung wurde auf Grund fertigungstechnischer Schwierigkeiten verzichtet.

5. Bauausführung

Die Stahlzellen werden vom L. K. Werk Magdeburg hergestellt. Die Abmessungen sind so gewählt, daß sie ohne besonderen Aufwand (LKW, Eisenbahn) zur Baustelle transportiert werden können.

5.1. Angabe zur Montage

Ohne Kenntnisse über den Bauablauf ist eine detaillierte Montagebeschreibung nicht möglich. Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß die Stahlzellen sich an die entsprechenden Bedingungen anpassen lassen.

Als eine Montagevariante ist anzusehen, daß die Reaktorschachtwand und die Längswand als Bewehrungs- und Schalungsgerüst vorhanden ist und die Stahlzellen des Y-Trägers dazwischen gesetzt werden. Dabei ist eine Abstützung bis auf Höhe ca. $- 2,00\text{m}$, aber auch an Verankerungselementen der Wände möglich.

In den Konstruktionszeichnungen ist diese Variante dadurch berücksichtigt, daß die horizontale Verankerungsbewehrung lose in die Zellen eingelegt ist, die dann über Bewindemuffenverbindung mit der Wandbewehrung verbunden wird.

Bei einem anderen Bauablauf sind auch Schweißstöße zwischen Stahlblech und Verankerungsbewehrung oder herausstehender Verankerungsbewehrung möglich.

Das Betonieren erfolgt dann gemeinsam mit der Reaktorschachtquerwand oder mit Betonierabsperren gesondert. In der Konstruktion ist ein zulässiger Betonseitendruck von 30 kN/m^2 berücksichtigt.

Analog wird mit den Stahlzellen für die Druckhalterabstützung verfahren. Hier sind in den Konstruktionszeichnungen Montageabstützungen vorgesehen, auf die die Stahlzelle auf die Decke $+ 10,50$ abgestützt und justiert wird. Danach erfolgt die Verbindung der Anschlußbewehrung mit der Vertikalbewehrung der Stahlzelle.

Für die gewählte Variante mit lochgeschweißten Stahlblechen ist auch ein zulässiger Betonseitendruck von 30 kN/m^2 möglich. Auf Grund der dichten Konsolebewehrung erscheint es auch zweckmäßig, in einer Seitenwand eine Betonieröffnung unterhalb der Konsole vorzusehen, um eine einwandfreie Betonage zu ermöglichen.

5.2. Korrosionsschutz

Aus den Erfahrungen abgeleitet werden die Stahlzellen mit einem Korrosionsschutz (Teilschutz z. B. 2 x Epoxidharzanstriche) im Werk versehen. Auf der Baustelle ist dann nur noch eine Komplettierung des Korrosionsschutzes erforderlich. Die Bereiche an der später Schweißarbeiten durchgeführt werden, sind dabei auszusparen.

5.3. Zusätzliche Angaben für die Ausrüstungsmontage

Entsprechend den Bedingungen der Technischen Vorschrift Teil B und E sind die Stahlzellen mit hoher Genauigkeitsanforderung herstellbar. Dadurch wird es möglich, auch alle Einbauteile (z.B. die Rohre 73 x - 77 x) sowie die Konsolauflager in die Stahlzelle einzubauen.

Streifenförmige Einbauteile (z. B. für Rohrleitungshalterungen u. ä.) können durch die gewählte konstruktive Ausführung an besonders gekennzeichneten Stellen ohne besondere Maßnahmen realisiert werden.

6. Stahl- und Leistungsaufwand

6.1. Stahlaufwand

Entsprechend der konstruktiven Lösung einschließlich der Stücklisten ergibt sich folgender Stahlaufwand:

- Stahlzellen für Y-Träger

Loép 2	11,1 t
Loop 3	18,3 t

- Stahlzellen für Druckhalterabstützung

Loop 2 (eingeschätzt)	7,0 t
Loop 3	<u>5,0 t</u>
	41,4 = 42 t
	=====

Damit ergibt sich gegenüber der vorhandenen Projektlösung ein Mehraufwand von ca. 25 %.

6.2 Arbeitszeitaufwand

Fertigung

Unter der Voraussetzung von max. 5 000 t Jahresleistung und keiner Überlagerung des Blockes B des KKW Stendal mit vorliegenden Leistungen ergibt sich ein

Arbeitszeitaufwand Fertigung	100-110 h/t
Gesamtaufwand für Stahlzellen des Y-Trägers und Druckhalterabstützung	45 000 h
	=====

Montage

Unter Berücksichtigung der gesamten Baustellenleistungen, jedoch ohne Vermessungs-, Rüstungs- und Hebezeugaufwände ergibt sich ein

Arbeitszeitaufwand Montage	46 h/t
Gesamtaufwand für Stahlzellen des Y-Trägers und Druckhalterabstützung	<u>2 000 h</u>

Betonieren

Folgende Betonmengen sind zu realisieren

Y-Träger	55 m ³
Druckhalterabstützung	<u>20 m³</u>
	75 m ³

Bei einem Aufwand von 2 h/m³ ergibt sich ein Stundenaufwand von 150 h.

=====