

Schwere dreischichtige Außenwand -Elemente aus Stahlbeton

Deskriptoren: Mehrschichtplatte; Außenwand; Stahlbeton

ausgearbeitet durch:

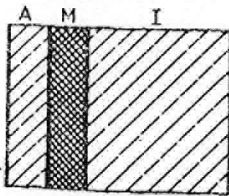
Bauakademie der DDR
Zentralinstitut Einheitssystem Bau
Themenkollektiv Bautechnische Berechnungsgrundlagen

Berlin, den 14. 6. 1974

Dipl.-Ing. Schütze
Der Leiter

| Inhaltsverzeichnis | Seite |
|----------------------------------------------------|-------|
| 1. Allgemeines | 2 |
| 1.1. Schwere Mehrschichtenelemente | 2 |
| 1.2. Verbindungselemente | 2 |
| 2. Baustoffe | 3 |
| 2.1. Außen- und Innenschicht | 3 |
| 2.2. Verbindungselemente | 3 |
| 2.3. Wärmedämmstoff (Mittelschicht) | 4 |
| 3. Statische und konstruktive Forderungen | 4 |
| 3.1. Berechnungshinweise | 4 |
| 3.1.1. Außenschicht | 4 |
| 3.1.2. Innenschicht | 4 |
| 3.2. Bemessung und Konstruktion | 5 |
| 3.2.1. Außenschicht | 5 |
| 3.2.2. Innenschicht | 5 |
| 3.2.3. Verbindungselemente | 6 |
| 4. Forderungen zur Funktionssicherheit | 7 |
| 4.1. Bautechnischer Wärme- und Feuchtigkeitsschutz | 7 |
| 4.2. Bautechnischer Brandschutz | 7 |
| 5. Zu beachtende Vorschriften | 8 |

1. ALLGEMEINES



1.1. Schwere dreischichtige Elemente aus Stahlbeton dürfen nur als Außenwände verwendet werden. Sie besitzen folgenden Schichtenaufbau:

- A - Außenschicht als Witterungsschutz und Sichtflächengestaltung
- M - Mittelschicht für die Wärmedämmung
- I - Innenschicht zur Lastübertragung und Wärmespeicherung

Bild 1 Schichtenaufbau

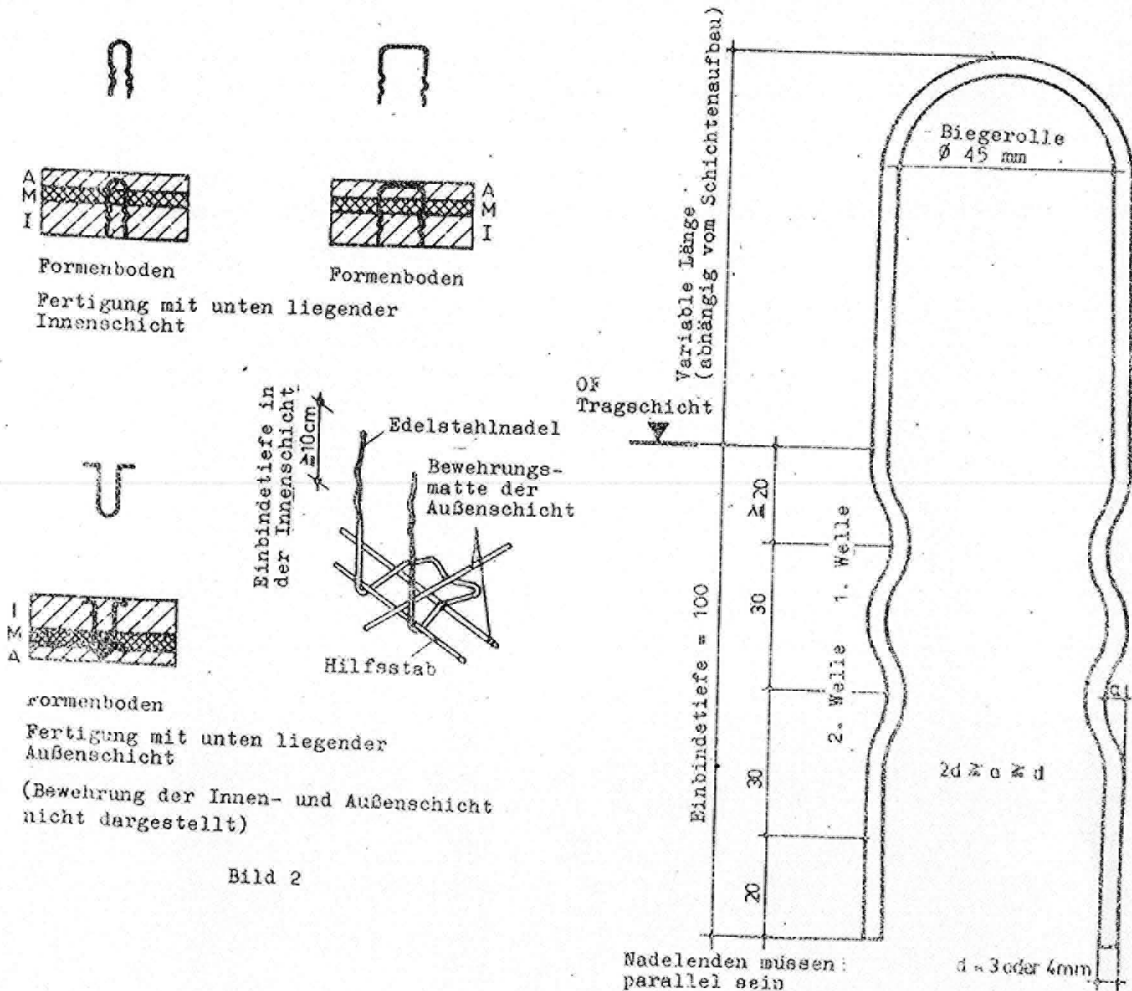
1.2. Verbindungselemente

Die Außenschicht muß durch Verbindungselemente mit der Innenschicht verbunden sein. Dazu dienen:

- Schräganker (Rundstähle)
- Konsolen (Festpunkte aus Stahlbeton oder Edelstahl)
- Nadeln (gewellte) nach Bild 2 a

Die Schräganker und Konsolen haben die Aufgabe, die Eigenlast der Außenschicht auf die Innenschicht zu übertragen und die Schichten in ihrer Lage untereinander zu fixieren.

Die Nadeln dienen zur Übertragung der senkrecht zu der Außenschicht wirkenden Kräfte auf die Innenschicht. Alle Verbindungselemente, die außerhalb des Dehnungsnulldpunktes der Außenschicht angeordnet sind, werden infolge der Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innenschicht auf Biegung beansprucht.



Formenboden

Formenboden

Fertigung mit unten liegender Innenschicht

Formenboden

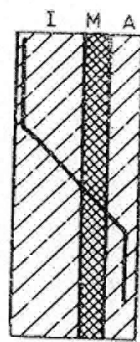
Fertigung mit unten liegender Außenschicht

(Bewehrung der Innen- und Außenschicht nicht dargestellt)

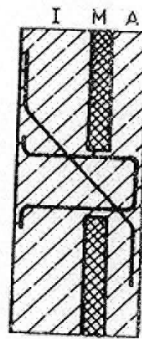
Bild 2

Bild 2a Verankerungsnadel

Anordnung der Verankerungsnadeln



Schräganker



Stahlbetonfestpunkt

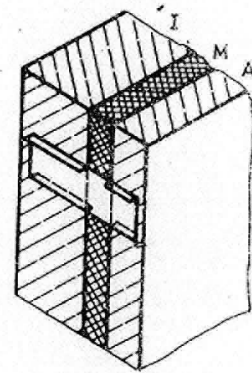
Edelstahlkonsole
(Wand in Flanschebene
geschnitten dargestellt)

Bild 3 Schema-Beispiele zur Ausbildung von Verbindungselementen

2. BAUSTOFFE

2.1. Außen- und Innenschicht

Die Betongüten betragen für die

- Außenschicht B 225 Korngröße ≤ 15 mm
- Innenschicht B 160,

soweit nicht aus statischen oder konstruktiven Gründen höhere Forderungen gestellt werden. Als Bewehrung dürfen Stähle nach den geltenden Vorschriften verwendet werden.

2.2. Verbindungselemente zwischen Außen- und Innenschicht, die nicht durch eine ausreichende Betonummantelung gegen Korrosion geschützt sind, müssen aus alkalifesten, oberflächenbehandelten Edelstählen bestehen.

Das Verschweißen von Edelstählen mit unedlen Bewehrungsstählen ist unter Beachtung der "Richtlinie für das Verbindungsschweißen von hochlegierten austenitischen Chrom-Nickelstählen mit unlegierten Baustählen" ¹⁾ zulässig. Stähle mit dem Stabilisierungselement Titan sind ohne Wärmebehandlung schweißbar (siehe TGL 7143).

Zulässige Stahlmarken nach TGL 7143

| Eigenschaften Einheit | Stahlmarken $\rho = 7900 \text{ kg/m}^3$ Oberflächenbehandelte Stähle | | | |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|
| | X5 Cr Ni Mo 18.11 | X5 Cr Ni 18.10 | X8 Cr Ni Mo Ti 18.11 | X8 Cr Ni Ti 18.10 |
| Garantierte Mindeststreckgrenze kp/cm^2 | 1900 | | 2100 | 2300 |
| Zugfestigkeit kp/cm^2 | 5000 bis 7000 | | 5000 bis 7500 | |
| Bruchdehnung % | mind. 50 | | mind. 40 | |
| Zulässige Spannung kp/cm^2 | axiale Beanspruchung $\sigma_s / 1,5$ zusätzliche Biegung, einachsige $\sigma_a / 1,4$ zusätzliche Biegung, zweiachsige $\sigma_s / 1,3$ | | | |

¹⁾ z. B. nach Entwurf, Bearbeiter: Institut für Wohnungs- und Gesellschaftsbau, TK Elementeentwicklung

Wärmebehandlungszustand abgeschreckt (AS)
Oberflächenzustand

- warmgewalzter Rundstahl, gebeizt oder geschält (SH)
- Blankstahl (z. B. \varnothing 8 mm), kaltgezogen und geschliffen (K + F)
- Drähte (\varnothing 3 bzw. 4 mm Nadelverankerungen), abgeschreckt, kaltgezogen und schlußgebeizt (AS + K + Schlußgebeizt)

Die Anwendung nicht genannter Stähle und Oberflächenbehandlungen ist zulässig nach bestandenen Eignungsuntersuchungen durch das Zentralinstitut Einheitssystem Bau (Zentrallabor für Korrosionsschutz) der Bauakademie der DDR.

Wird für kaltgezogene Stähle durch das Herstellerwerk eine höhere Streckgrenze garantiert, so darf diese für statische Nachweise mit einem Sicherheitsbeiwert $\nu = 1,7$ für die Ermittlung der zulässigen Spannung bei allen Beanspruchungsarten verwendet werden.

2.3. Wärmedämmstoffe

Die zu verwendenden Wärmedämmstoffe

- müssen in Verbindung mit der Außen- und Innenschicht den für das Gebäude bauphysikalisch notwendigen stationären und instationären Wärmeschutz nach TGL 28706 erbringen.
- müssen beständig gegen Feuchtigkeit sowie Fäulnis sein und ihre Eigenschaften während der Nutzungszeit behalten.
- dürfen keine schädigende Wirkung auf andere sie berührende Baustoffe ausüben bzw. durch diese geschädigt werden.
- dürfen durch den Fertigungsprozeß der Elemente in ihren Eigenschaften und ihrer Funktion nicht nachteilig beeinflußt werden (z. B. darf die kritische Wärmeformbeständigkeit von 80 °C bei der Verwendung von Schaumpolystyrol nicht überschritten werden).
- müssen so steif sein, daß der Winddruck flächenmäßig übertragen werden kann (siehe Ziffer 3.2.3.).

Wärmedämmstoffe, die vorstehenden Forderungen genügen, sind u. a.

- Mineralwolleplatten mit geringer Wasseraufnahme und Rohdichten $\rho \cong 110 \text{ kg/m}^3$ nach TGL 23440/07
- Schaumpolystyrol entsprechend Zulassung Nr. 18/71 des ASMW, Fachabteilung Bauwesen, in Form von Platten, Rohdichte $17 \leq \rho \leq 40 \text{ kg/m}^3$
- Polyurethan-Hartschaum (PUR- HS) mit geschlossenen Zellen, Rohdichte $20 \leq \rho \leq 50 \text{ kg/m}^3$

3. STATISCHE UND KONSTRUKTIVE FORDERUNGEN

3.1. Berechnungshinweise

Die Elemente müssen für die bei Herstellung, Lagerung, Transport, Montage und Nutzung auftretenden Beanspruchungen bemessen werden.

Bei der Schnittkraftermittlung sind mindestens folgende Lastfälle zu berücksichtigen:

3.1.1. Außenschicht

- Transport und Montage
Sofern keine günstigeren Erkenntnisse vorliegen, ist ein Stoßzuschlag $\varphi = 1,4$ für die Eigenlast der Außenschicht zu berücksichtigen.
- Einbauzustand

Außer den Eigenlasten sind die Windkräfte nach TGL 20167/01 unter Berücksichtigung der höheren Beiwerte für Platten im Bereich von Gebäudekanten nach Ziffer 6.2. der Berechnung zugrunde zu legen.

Der Einfluß einer Temperaturdifferenz von $\Delta t = \pm 40$ grad ist nachzuweisen und soweit dies erforderlich ist, die Einflüsse nach Ziffer 3.2.1. Dabei ist mit einer Wärmedehnzahl $\alpha_t = 10 \cdot 10^{-6}$ zu rechnen.

3.1.2. Innenschicht

- Transport, Montage und Einbauzustand

Die konstruktive Ausbildung der Innenschicht muß nach den Vorschriften für die Projektierung von Bauten in Wandkonstruktion in Montagebauweise²⁾ ausgeführt werden unter Berücksichtigung der besonderen Lasteintragungen aus der Außen- und Mittelschicht.

²⁾ z.Z. gilt die "Richtlinie für die Projektierung von Bauten in Wandkonstruktionen in Montagebauweise"

Die Transportösen sind unter Berücksichtigung der verbindlich festzulegenden Lastaufnahme-
mittel auszuwählen.

3.2. Bemessung und Konstruktion

3.2.1. Außenschicht

Die Außenschicht ist, soweit nach Berechnung nicht höhere Werte erforderlich sind, mit folgender Mindestbewehrung zu versehen:

- Stabdurchmesser $4 \text{ mm} \leq d_e \leq 0,2 h$
- Stababstand $e \leq 3d \leq 200 \text{ mm}$

Die Bewehrung der Außenschicht von der Dicke "d" ist nach TGL 11422 mit dem summarischen Sicherheitsfaktor $\gamma = 1,7$ unter Einhaltung von $k_{xR} \leq 0,22$ zu ermitteln.

Zum Ausgleich fertigungsbedingter Abmaße ist die Nutzhöhe rechnerisch um 5 mm zu reduzieren, sofern in der Fertigung keine geringeren Abmaße nachweisbar gewährleistet werden.

Zusätzlich ist die Einhaltung einer zulässigen Biegezugspannung von $\sigma_{bz} = \frac{1}{\gamma} \sqrt[3]{R_{28}^2}$ mit $\gamma = 2,5$ als Sicherheitsfaktor nachzuweisen.

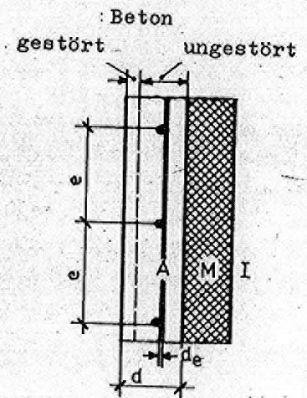


Bild 4 Aufbau der Außenschicht

Die Bewehrung muß beim Einsatz von St B-IV stets und beim Einsatz von St A-I und profilierter Stähle vorzugsweise als geschweißte Mattenbewehrung ausgebildet werden. Wird ausnahmsweise St A-I als geknüpft bewehrung verwendet, so sind Haken anzubringen.

Die Mindestdicke des ungestörten Betons der Außenschicht beträgt 45 mm (Bild 4).

Die Betondeckung der Stahleinlagen muß unter Berücksichtigung fertigungsbedingter Abmaße mindestens 15 mm betragen.

Vorsatzschichten, wie z. B. Keramik oder Waschbeton, dürfen nicht mit zur Betondeckung gerechnet werden.

Dehnungsfugen können unter folgenden Voraussetzungen entfallen:

- Einhaltung der in den Prinziplösungen nach Bild 6 bis 10 angegebenen Abmessungen und
- Einhaltung der Forderungen für die Mindestbewehrung und
- Herstellung eines schwindarmen Betons einschließlich sachgemäßer Nachbehandlung.

Sind die o. g. Voraussetzungen nicht erfüllbar, so ist unter Berücksichtigung der angewandten Herstellungstechnologie zur Reduzierung der Zusatzspannungen in den Schrägankern und Konsolen und zur Verhütung von Rißschäden infolge

- Zwängung
- Temperaturdifferenzen (z. B. infolge teilweiser Verschattung) zwischen Teilflächen der Außenschicht
- extremer Wechsel der Steifigkeiten zwischen den einzelnen Teilflächen der Außenschicht (z. B. zwischen Fensterschäften und Brüstung)
- ungleichmäßiger Massenverteilung und daraus resultierender ungünstiger Transportbeanspruchung

- Verkrümmungen

diese Beanspruchungen bei der Bemessung der Außenschicht zu berücksichtigen oder zusätzliche Dehnungsfugen in der Außenschicht anzuordnen. Die Tiefe der Dehnungsfugen in der Außenschicht muß $t \leq d - 5 \text{ mm}$ sein.

3.2.2. Innenschicht

Die Innenschicht ist nach den Vorschriften für die Projektierung von Bauten in Wandkonstruktion in Montagebauweise zu berechnen und zu konstruieren. Folgende Mindestdicken sind einzuhalten:

- $d \geq 120 \text{ mm}$ für tragende Außenwände
- $d \geq 80 \text{ mm}$ für nichttragende Außenwände

Als tragende Außenwände gelten Wände, die mindestens eine der folgenden Lasten aufnehmen:

- Wandeigenlast aus den darüber liegenden Geschossen
- Deckenlasten
- Windlast in der Plattenebene wirkend

Die zusätzlichen Beanspruchungen aus der Außenschicht sind zu berücksichtigen.

3.2.3. Verbindungselemente

Die Funktionstüchtigkeit der Verbindungselemente zwischen Außen- und Innenschicht muß durch geeignete Konstruktion und Materialauswahl gemäß Ziffer 2.2. für die Dauer der Gebäudenutzung gewährleistet werden.

Die Verbindungselemente sind so anzuordnen, daß sie eine weitgehend zwangungsfreie Lagerung der Außenschicht gegenüber der Tragschicht gewährleisten und sicher die Beanspruchungen nach Ziffer 3.1.1. und 3.2.1. übertragen. Unter der Voraussetzung, daß die Druckfestigkeit des Wärmedämmstoffes das 2-fache der rechnerischen Belastung aus Wind übersteigt, kann dieser zur Übertragung des Winddruckes auf die Innenschicht herangezogen werden.

Verankerungsnadeln nach Bild 2 a, die vorwiegend zur Übertragung von Windsogkräften herangezogen werden, dürfen in Abhängigkeit von der Betongüte der Innenschicht bei Einhaltung der nachstehenden Bedingungen wie folgt auf Zug belastet werden:

| Durchmesser des Drahtes | Betongüte (der Innenschicht) | zul. Zugkraft |
|-------------------------|---------------------------------|---------------|
| 3 mm | B 225 | 100 Kp |
| | B 300 | 150 Kp |
| 4 mm | B 225 | 150 Kp |
| | B 300 | 200 Kp |

Bedingungen:

- Es sind mindestens 6 Nadeln je Element einzubauen. Dabei ist bei durch Dehnfugen geteilter Wetterschutzschale jedes Teil wie ein Element zu werten.
- Die Einbindetiefe der Nadeln in der Innenschicht muß mindestens 100 mm betragen.
- Die Nadeln sind aus Stählen der Marken
 - X5 CrNiMo 18.11.R oder
 - X5 CrNi 18.10. oder
 - X8 CrNiTi 18.10. herzustellen.

Durch geeignete Nachbehandlung der Stähle muß abgesichert sein, daß die Bruchgrenze der Stähle mindestens doppelt so hoch wie die Streckgrenze ist.

- Die Nadelform muß auch im eingebauten Zustand dem Bild 2 a entsprechen.
- Die Nadeln sind bei Fertigung mit untenliegender Innenschicht spätestens bis 20 min nach Verdichtung der Tragschicht einzubauen, und die Außenschicht ist durch 2 Übergänge mit der Rüttelbohle zu verdichten.
- Bei grundsätzlichen Abweichungen von der beschriebenen Technologie, insbesondere bei Anwendung anderer Verdichtungsverfahren, die eine nachträgliche Lockerung der Nadeln verursachen könnten, muß die zulässige Belastung durch Ausziehversuche ermittelt werden, anderenfalls dürfen als zulässige Haftspannung nur 50 % der nach TGL 0-1045 zulässigen Werte angenommen werden.

Die Beanspruchungen in der Außenschicht und den Verbindungselementen infolge ungleicher Temperatur (Ziffer 3.1.1., 2. Anstrich) sind abhängig von der Lage, Anzahl, Form und Steifigkeit der Verbindungselemente. Bei der Bemessung der Außenschicht brauchen die hieraus resultierenden örtlichen Biegemomente nicht berücksichtigt zu werden, während bei biegesteifen Verbindungselementen (Konsolen) die durch diese Normalkräfte hervorgerufenen Biegemomente bei der Bemessung zu berücksichtigen sind.

Zur Ermittlung der Normalkräfte darf die Außenschicht als durch die Verbindungselemente elastisch gehalten angenommen werden.

- Die Steifigkeit der Verbindungselemente wird bestimmt durch
- die Lagerung der Verbindungselemente (im allgemeinen Voll-
einspannung des Verbindungselementes in der Innenschicht
und gelenkige Lagerung in der Außenschicht)
 - das Trägheitsmoment der Verbindungselemente
 - die ideale Länge der Verbindungselemente

$$l'_1 = \text{Wärmedämmschichtdicke} + 35 \text{ mm}$$

$$l'_2 = l'_1 \cdot \sqrt{2}$$

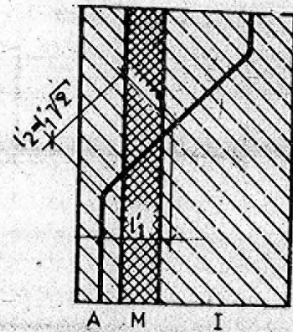


Bild 5 Ideale Länge der Verbindungselemente

Bei in der Dämmschicht senkrecht zur Elementeebene stehenden zusätzlichen Verankerungen (Nadeln) dürfen die Normalkräfte in der Außenschicht vernachlässigt werden. Werden als Verbindungselemente Schräganker verwendet und diese in den Frischbeton gedrückt, der anschließend durch Rütteln verdichtet wird, so gelten hierfür die 0,8-fachen Werte der nach TGL 0-1045 für St A-I zulässigen Haftspannungen. Das Einrütteln von Verbindungselementen muß vor Erstarrungsbeginn des Betons erfolgen.

Für die Übertragung der Außenschichteigenlast dürfen nur die in einer horizontalen Reihe konzentriert in der Nähe des Schwerpunktes der Außenschicht bzw. der vertikalen Außenschichtschwerachse angeordneten Schräganker und Konsolen in Ansatz gebracht werden.

Bei Verbindungselementen dürfen folgende Abstände nicht überschritten werden:

- Nadeln in beiden Richtungen $e = 1000 \text{ mm}$
- Konsolen und Schräganker $e = 3600 \text{ mm}$

Von den Elementeecken müssen Verbindungselemente mindestens ca. 500 mm entfernt sein, um Beschädigungen durch die rechnerisch schwer erfaßbare Zwängungsspannungen im Eckbereich der Außenschicht zu verhindern.

4. FORDERUNGEN ZUR FUNKTIONSSICHERHEIT

4.1. Bautechnischer Wärme- und Feuchtigkeitsschutz

Der ausreichende Wärmeschutz der Außenwandelemente ist nach TGL 28706/01 bis /08 nachzuweisen. (Beim Nachweis sind die als Wärmebrücken wirkenden Verbindungselemente zu berücksichtigen. Die fertigungsbedingten Abweichungen der Baustoffkennwerte und der Abmessungen von den im Projekt festgelegten Werten sind zu ermitteln und beim Nachweis des Wärmeschutzes zu berücksichtigen.)

Der Einfluß eines herstellungsbedingten höheren Feuchtegehaltes im Beton und im Wärmedämmstoff ist mit Festlegung eventuell notwendiger Maßnahmen zur Sicherung des Mindestwärmeschutzes für den Neubauzustand im Projekt zu untersuchen.

Die Außenschicht, einschließlich betonähnlicher Vorsatzschichten, muß für die geplante Nutzungsdauer der Gebäude allen Witterungseinflüssen standhalten und durch ausreichende Dichtigkeit die Bewehrung vor Korrosion und die Wärmedämmschicht vor Durchfeuchtung von außen schützen. Bei Verwendung witterungsempfindlicher oder poröser Gesteine in der Vorsatzschicht ist durch besondere Maßnahmen, z. B. Beimischung von Dichtungsmitteln, Imprägnierungen, speziell angepaßte Rezepturen, die Witterungsbeständigkeit zu sichern.

4.2. Bautechnischer Brandschutz

Die schweren dreischichtigen Außenwand-Elemente sind nach der Vorschrift der Staatlichen Bauaufsicht Nr. 9/74 - Bautechnischer Brandschutz, Projektierungsgrundsätze - als Elemente ohne Brandausbreitung (oBA) einzuordnen.

Die Befestigungsmittel dürfen in der Zeit des für die Elemente geforderten Feuerwiderstandes ihre Tragfähigkeit nicht verlieren.

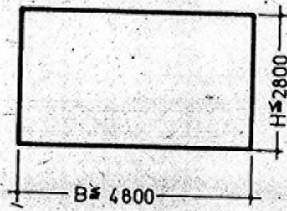


Bild 6

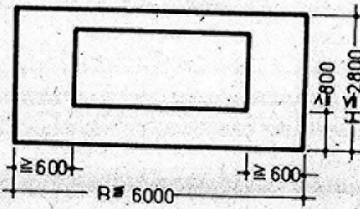


Bild 7

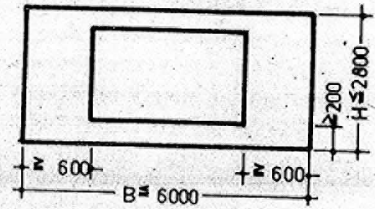


Bild 8

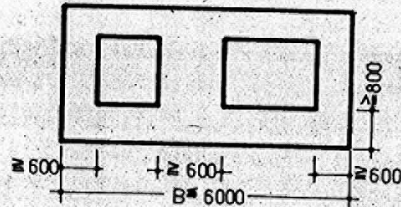


Bild 9

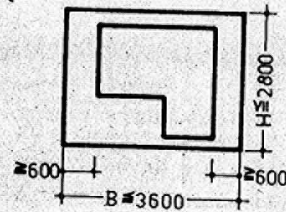


Bild 10

5. ZU BEACHTENDE VORSCHRIFTEN

Soweit in dieser Richtlinie nichts anderes bestimmt wird, sind die geltenden Standards und bautechnischen Bestimmungen einzuhalten.

Dazu zählen insbesondere:

- | | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TGL 7143 | Rost- und säurebeständige Stähle, warm gewalzt, geschmiedet, Technische Lieferbedingungen |
| TGL 8471 | Maßordnung im Bauwesen |
| TGL 8472 | Gebäude; Systemlinien, Systemmaße, Baurichtmaße |
| TGL 10685 | Bautechnischer Brandschutz |
| TGL 10687/02 | Bauphysikalische Schutzmaßnahmen, Schallschutz, zulässiger Lärm |
| TGL 10689 | Bauwerksabdichtungen und Schutz gegen Erdfeuchtigkeit |
| TGL 12864 | Maßtoleranzen im Bauwesen, Baupassungen |
| TGL 12873 | -, Fertigteile aus Beton und Stahlbeton |
| TGL 20167/01 | Lastannahmen für Bauten; Grenzlastfaktoren; Normlasten infolge Verkehrs-, Schnee- und Windbelastung |
| TGL 20167/02 | -, Dichten; Normeigenlasten für Baustoffe, Bauteile, Bauelemente, Lagergüter |
| TGL 28706 | Bautechnischer Wärmeschutz |
| TGL O-1041 | Bauwerke aus Stahlbeton, Projektierung, Ausführung |
| TGL O-1047 | Bauwerke aus Beton, Projektierung, Ausführung |
| TGL 11422 | Bauwerke und Fertigteile aus Beton und Stahlbeton, Berechnungsgrundlagen, Traglastverfahren |
| TGL 23440/07 | Mineralwolle und Mineralwolle-Erzeugnisse; Platten, Technische Lieferbedingungen |
| TGL 112-0409 | Fertigbauteile aus Beton und Stahlbeton; Zulassung auf Grund experimenteller Erprobung |
| RGW-ST 26/72 | "System der Toleranzen geometrischer Parameter im Bauwesen, Grundbestimmungen" mit dem DDR Ergänzungsstandard |

"Richtlinie für die Projektierung von Bauten in Wandkonstruktion in Montagebauweise" veröffentlicht in der Schriftenreihe Städtebau und Architektur, Heft 11/67

"Richtlinie für das Verbindungsschweißen von hochlegierten austenitischen Chrom-Nickel-Stählen mit unlegierten Baustählen" (in Vorbereitung)

Vorschrift der Staatlichen Bauaufsicht Nr. 9/74
 "Bautechnischer Brandschutz, Projektierungsgrundsätze"

DAMW-Zulassung Nr. 18/71

"Polystyrol-Schaum-Platten für das Bauwesen" vom 17. 6. 1971