

## V-8. Status and Trend of German Masonry Standardization

Dr. -Ing. Peter Funk

*Institute for Construction Techniques, Berlin, Chairman of the DIN-Standardization Committee of Masonry*

### ABSTRACT

*In November, 1974 DIN 1053 Part I—Masonry; Calculation and Performance—appeared in a revised form. Simultaneously the compilation of Part II—Engineering Masonry—was started by which, for the first time in Germany, it will be possible to judge masonry construction in terms of cutting sizes and not so much in terms of achieved structural experience. The draft of this standard is to be made public in 1979. The treatment of a standard for reinforced masonry was begun. In 1978 DIN 1053 Part IV—Structures of highly fired finished brick—appeared.*

*Through the treatment of the draft of DIN 1053 Part II, new economic know-how was won, which permits the material "masonry" to be judged on a fundamentally agreeable basis here and abroad. The results of this work can also be seen as an essential contribution to the achievement of European or International regulations for masonry construction.*

*The most important sections of the German masonry standards will be briefly presented and explained.*

*Im November 1974 erschien DIN 1053 Teil 1—Mauerwerk; Berechnung und Ausführung—in einer überarbeiteten Fassung. Gleichzeitig wurde mit der Erarbeitung des Teiles 2—Ingenieurmauerwerk—begonnen, mit dem es erstmals in Deutschland möglich sein wird, Mauerwerkskonstruktionen überwiegend aufgrund der auftretenden Schnittgrößen und nicht mehr so sehr nach konstruktiven Erfahrungswerten beurteilen zu können. Der Entwurf dieser Norm soll 1979 veröffentlicht werden. Die Bearbeitung einer Norm für bewehrtes Mauerwerk wurde begonnen. 1978 erschien DIN 1053 Teil 4—Bauten aus geschoßhohen Ziegelfertigbauteilen.*

*Durch die Bearbeitung des Entwurfs von DIN 1053 Teil 2 wurden neue wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen, die es gestatten, den Werkstoff "Mauerwerk" auf einem wesentlich gleichmäßigeren Sicherheitsniveau beurteilen zu können als bisher und auch in anderen Ländern üblich. Die Ergebnisse dieser Arbeit können auch als wesentlicher Beitrag für die Erarbeitung von europäischen oder internationalen Vorschriften für den Mauerwerksbau angesehen werden.*

*Die wichtigsten Abschnitte der deutschen Mauerwerksnormen werden kurz vorgestellt und erläutert.*

### ÜBERSICHT

Die deutsche Mauerwerksnorm DIN 1053 orientierte sich bisher überwiegend an den praktischen Erkenntnissen, die in langjährigen Erfahrungen gewonnen wurden. Die vergangenen Jahrzehnte haben zwar wesentliche Fortschritte auch für den Mauerwerksbau gebracht—dies gilt insbesondere für die Verminderung der Wanddicken—die grundsätzliche Art der Berechnung und Bemessung hat sich jedoch kaum geändert. Wenn bisher gemauerte Wände mit einem einzigen Baustoff alle an sie gestellten Anforderungen—wie z.B. Standsicherheit, Wärme-, Schall-, Feuchtigkeits- und Brandschutz—erfüllen konnten, werden zunehmend diese Aufgaben unterschiedlichen Baustoffen zugeteilt. Es ist nicht verwunderlich, daß damit Änderungen der bisherigen Konstruktions- und Bemessungspraxis verbunden sind. Auch Verschiebungen in den Arbeits- und Materialkosten führen zu neuen und unkonventionellen Lösungen. Die Vielfalt der neuen Baustoffe, wie z.B. Hohlziegel, porosierte Leichtziegel, größere Formate, wärmedämmende Leichtmörtel und aber auch andere Baustoffe für die Steine, wie z.B. Kalksandsteine, Betonsteine, Bimsbetonsteine, Gasbetonsteine, bereiten immer mehr Schwierigkeiten, mit den traditionellen Normen für die Berechnung und Ausführung von Mauerwerk auszukommen. Wie bereits auf der 3. Internationalen Mauerwerkskonferenz in Essen berichtet<sup>1</sup>, begannen damals die Arbeiten an einer grundsätzlichen Überarbeitung der deutschen Mauerwerksnorm

DIN 1053. Über den gegenwärtigen Stand soll hier berichtet werden.

### DIN 1053 TEIL 1—MAUERWERK; BERECHNUNG UND AUSFÜHRUNG

Diese Norm wurde im November 1974 veröffentlicht als Zwischenlösung zur Überbrückung des Zeitraumes bis zum Erscheinen von DIN 1053 Teil 2, der den Arbeitstitel "Ingenieurmauerwerk" hat. Wenn dieser Teil 2 vorliegen wird, ist eine Überarbeitung des Teils 1 im Sinne einer wesentlichen Vereinfachung notwendig und auch vorgesehen. Wegen seines gegenwärtigen Inhaltes verweise ich auf meinen Beitrag zur 3. Internationalen Mauerwerkskonferenz in Essen<sup>1</sup>.

### DIN 1053 TEIL 2—INGENIEURMAUERWERK

Ziel der Arbeiten am Teil 2 soll sein, Mauerwerk weitgehend nach ingenieurmäßigen Gesichtspunkten berechnen zu können, d. h. weitgehend aufgrund von Schnittgrößen und nicht zu sehr nach—oft schwer durchschaubaren—konstruktiven Regeln. Die durch die Bearbeitung des Entwurfs von DIN 1053 Teil 2 gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse werden es gestatten, den Werkstoff "Mauerwerk" auf einem wesentlich gleichmäßigeren Sicherheitsniveau beurteilen zu können, als bisher bei uns, aber auch in anderen Ländern üblich. Damit können diese Ergebnisse auch als Beitrag für die Erarbeitung von inter-

nationalen Vorschriften für den Mauerwerksbau angesehen werden.

Da über einzelne Themen und Abschnitte der Norm von berufener deutscher Seite hier berichtet wird, beschränke ich mich auf einen generellen Überblick und verweise auf die einzelnen Fachvorträge, insbesondere des Obmanns des Teils 2, Herrn Prof. Kirtschig, und der Obmänner zweier Arbeitsgruppen, die Herren Prof. Mann und Schellbach. Aber auch die Herren Jung und Schubert berichten über Forschungsergebnisse, die Eingang in den Teil 2 gefunden haben.

Grundlage für die Bemessung und Ausführung von Ingenieurmauerwerk sind eingehende Untersuchungen der Standsicherheit, des Spannungs- und Verformungszustandes, die Einordnung des Mauerwerks in Festigkeitsklassen sowie besondere Überwachung der Baustoffe, des Mauerwerks und dessen Ausführung. Wenn einzelne Teile hiervon geändert werden, hat dies Auswirkungen auf alle anderen.

Zunächst soll über die Einordnung des Mauerwerks in Festigkeitsklassen berichtet werden. Mauerwerk kann aus Steinen nachgewiesener Güte und Mörtel festgelegter Zusammensetzung hergestellt werden (Ingenieurmauerwerk I). Sein Tragverhalten kann aber auch aufgrund von Eignungsprüfungen an Mauerwerksprüfkörpern (5-Schichten-Kleinprüfkörper) nachgewiesen werden (Ingenieurmauerwerk II). In beiden Fällen erfolgt eine Zuordnung zu sinnvoll abgestuften Mauerwerksfestigkeitsklassen bis IM 28, d. h. einer Nennfestigkeit von 28 N/mm<sup>2</sup>. Über Einzelheiten berichtet Kirtschig, siehe auch<sup>2</sup> 1980.

Mauersteine für Ingenieurmauerwerk müssen strengeren Anforderungen als für normales Mauerwerk genügen. So muß ihr Lochanteil und die Größe und Lage der Griffschlitze eingeschränkt werden. Auch der Variationskoeffizient der Steindruckfestigkeit wird eingeschränkt, für Ingenieurmauerwerk II z. B. auf 15 %. Eine regelmäßige Überwachung der Herstellung ist erforderlich.

Beim Mauermörtel werden die 3 Mörtelgruppen IIa, III und IIIa mit den erforderlichen mittleren Druckfestigkeiten von 5, 10 und 20 N/mm<sup>2</sup> bei Güteprüfungen und 7, 14 und 25 N/mm<sup>2</sup> bei Eignungsprüfungen im Alter von 28 Tagen unterschieden.

Die Ermittlung der Schnittgrößen in Mauerwerksbauten ist wegen des unterschiedlichen Materialverhaltens der Steine und des Mörtels ein sehr kompliziertes Problem. Da es unwirtschaftlich ist, das genaue Verhalten exakt zu erfassen, müssen ausreichend sichere und aber auch wirtschaftliche Näherungsverfahren angegeben werden. Der Abschnitt "Berechnungsgrundlagen" von DIN 1053 Teil 2 wird solche Verfahren enthalten. Ihre Ableitung und aber auch andere strenge Lösungen sind in<sup>2</sup> dokumentiert.

Im Gegensatz zum Teil 1 muß beim Ingenieurmauerwerk der Einfluß der Decken-Auflagerdrehwinkel auf die Ausmitte der Lasteintragung in die Wände berücksichtigt werden. Dies darf durch eine Berechnung des Wand-Decken-Knotens erfolgen, bei der vereinfachend unge-rissene Querschnitte und elastisches Materialverhalten zugrunde gelegt werden können. Wenn die Verkehrslast nicht größer als 5 kN/m<sup>2</sup> ist, ist als einfaches Näherungs-

verfahren der Ansatz eine Ausmitte von 5 % der Differenz der benachbarten Deckenspannweiten vorgesehen. Die Zulässigkeit dieser Annahme wird in<sup>2</sup> nachgewiesen.

Grundlage für ein möglichst rissefreies oder rissearmes Mauerwerk ist die Berücksichtigung der Verformungseigenschaften. Schubert berichtet hierüber ausführlich, siehe auch<sup>2</sup>.

Das Knickverhalten schlanker Mauerwerkswände wird in den einzelnen Ländern in unterschiedlichster Weise berücksichtigt. Mit den Untersuchungen von Mann, der hier über dieses Thema berichtet—die vollständige Ableitung ist in<sup>2</sup> zu finden—ist es gelungen, eine wissenschaftlich fundierte Lösung in eine einfache und praktikable Form zu bringen.

Die Standsicherheit gemauerter Bauwerke und Bauteile muß durch aussteifende Wände und Decken oder durch andere Maßnahmen ausreichend gesichert sein. Ist dies nicht von vornherein erkennbar, so ist ein rechnerischer Nachweis unter Berücksichtigung von Lotabweichungen des Systems zu führen. Die Ansätze unterscheiden sich nicht von denen des Stahlbetons nach DIN 1045. Das gilt auch für die Beurteilung der Nachgiebigkeit aussteifender Bauteile.

Die Bemessung erfolgt mit einem Traglastnachweis. Auf der Grundlage einer linearen Spannungsverteilung und ebenbleibender Querschnitte ist nachzuweisen, daß die  $\gamma$ -fache Gebrauchslast ohne Mitwirkung des Mauerwerks auf Zug im Bruchzustand aufgenommen werden kann. Der Sicherheitsbeiwert beträgt bei "kurzen" Wänden (Pfeilern)  $\gamma = 2,5$  und bei allen übrigen Wänden  $\gamma = 2,0$ . Der Rechenwert der Mauerwerksdruckfestigkeit im Bruchzustand ergibt sich aus der Nennfestigkeit unter Berücksichtigung der Schlankheit des Prüfkörpers, der Dauerstandfestigkeit, des Gestaltinflusses sowie einer Abminderung für höhere Mauerwerksgüten.

Im Gebrauchszustand dürfen klaffende Fugen infolge der planmäßigen Exzentrizität rechnerisch höchstens bis zum Schwerpunkt des Gesamtquerschnitts entstehen. Bei Querschnitten, die vom Rechteck abweichen, ist außerdem eine mindestens 1,5-fache Kippsicherheit nachzuweisen. Bei Querschnitten mit Scheibenbeanspruchung und klaffender Fuge ist zusätzlich nachzuweisen, daß die rechnerische Randdehnung aus der Scheibenbeanspruchung auf der Seite der Klaffung unter Gebrauchslast den Wert  $\xi_R = 10^{-4}$  nicht überschreitet. Bei zweiachsiger Ausmitte, z. B. aus der Überlagerung von Scheiben- und Plattenwirkung der Wand, darf der Rechenwert der Mauerwerksdruckfestigkeit um 20 % erhöht werden.

Beim Knicknachweis sind außer der planmäßigen Exzentrizität auch eine ungewollte und zusätzlich die Stabauslenkung nach Theorie II. Ordnung zu berücksichtigen. Mann hat ein Näherungsverfahren entwickelt, das in [2] abgeleitet ist und über das er hier u. a. berichtet.

Kurze schlanke, zweiseitig gehaltene Wände sind empfindlich gegen ungewollte horizontale Einzellasten. Die Norm wird auch hierfür ein Kriterium angeben.

Über den Abschnitt Teilflächenbelastung referiert Kirtschig.

Zugspannungen senkrecht zur Lagerfuge dürfen nicht in Rechnung gestellt werden. Zug- und Biegezugspannungen parallel zur Lagerfuge in Wandrichtung dürfen in



Abhängigkeit von der Druckspannung senkrecht zur Lagerfuge, dem Überbindemaß, der Steinhöhe und der Steinzugfestigkeit in Rechnung gestellt werden, jedoch nicht größer als  $0,3 \text{ MN/m}^2$  im Gebrauchszustand, siehe auch<sup>2</sup>.

Über das Schubtragverhalten und den Schubnachweis berichtet Mann, siehe auch<sup>2</sup>.

Die Abschnitte über Bauteile und Konstruktionsdetails entsprechen weitgehend dem Teil 1. Von den Änderungen sei lediglich der Abschnitt über Kellerwände besonders erwähnt, über den Mann ausführlich berichtet, siehe auch<sup>2</sup>.

Die Festigkeit des Mauerwerks hängt wesentlich von der Verarbeitung der Steine ab. Die Norm wird deshalb auch detaillierte Festlegungen über die Vorbehandlung der Steine, die Fugen, den Verband und den Witterungsschutz bei der Verarbeitung enthalten.

Mörtel kann sowohl auf der Baustelle als auch im Werk hergestellt werden.

Ingenieurmauerwerk erfordert besondere Sorgfalt bei der Verarbeitung der Steine und des Mörtels. Bei Redaktionsschluß dieses Beitrages waren die Beratungen über die damit zusammenhängenden Probleme noch nicht ganz abgeschlossen. Bisher wurde davon ausgegangen, daß die Ausführung des Mauerwerks besonders überwacht und die Güte auf der Baustelle überprüft wird. Dagegen wurden vereinzelte Bedenken angemeldet, die darin eine Erschwerung für den Mauerwerksbau sehen. Es sollte jedoch nicht übersehen werden, daß Erleichterungen in der Ausnutzbarkeit des Baustoffs Mauerwerk—und damit ein größerer möglicher Anwendungsbereich mit entsprechenden Wettbewerbsvorteilen gegenüber anderen Baustoffen—nahezu zwangsläufig eine größere Sorgfalt bei der Verarbeitung erfordern, als dies z. Z. in Deutschland üblich ist. In anderen Ländern ist diese Notwendigkeit schon seit Längerer Zeit eingesehen worden, wie z. B. die Bauten in den USA und der Schweiz zeigen. Sollten die Qualitätsprobleme nicht gelöst werden können, müßten die Sicherheitsbeiwerte entsprechend erhöht werden, sicher kein Fortschritt für den Mauerwerksbau.

Abschnitte über den Eignungsnachweis und die damit verbundenen Prüfungen sowie über die erforderlichen Güteprüfungen schließen den Teil 2 ab. Es würde jedoch zu weit führen, hierauf besonders einzugehen.

Es ist zu hoffen, daß die letzten noch offenen Fragen bald geklärt werden können, so daß etwa Ende 1979/Anfang 1980 mit der Veröffentlichung des Entwurfs von DIN 1053 Teil 2 gerechnet werden kann und die Norm selbst bei der nächsten Mauerwerkskonferenz ihre Bewährungsprobe bereits überstanden hat.

### **DIN 1053 TEIL 3—BEWEHRTES MAUERWERK**

Bewehrtes Mauerwerk wurde bisher in DIN 1053 mehr am Rande mit behandelt. Einwandfreie Konstruktionen konnten i. a. nur von besonders verantwortungsbewußten Ingenieuren und Baufirmen ausgeführt werden, die freiwillig oft über die Norm hinausgehende Anforderungen berücksichtigen. Die Arbeiten an dem Teil 3 haben unter

der Obmannschaft von Prof. C. Zelger zwar bereits begonnen, aber es sind hier noch eine Reihe von Forschungsvorhaben durchzuführen, über die er und Prof. H.K. Hilsdorf hier berichten.

### **DIN 1053 TEIL 4—BAUTEN AUS GESCHOßHOHEN ZIEGELFERTIGBAUTEILEN**

Im September 1978 erschien DIN 1053 Teil 4—Mauerwerk; Bauten aus Ziegelfertigbauteilen—als Ersatz für eine Richtlinie zum gleichen Thema. Da diese Bauart sich in der Bundesrepublik Deutschland bereits bewährt hatte, ergaben sich bei der Bearbeitung der Norm keine besonderen Schwierigkeiten.

Es werden unterschieden:

- a) Vergußtafeln, das sind in liegenden Formkästen vorgefertigte Wandtafeln, bei denen die Fugen zwischen den Ziegeln mit Beton ausgefüllt sind. Sie können als Hochlochtafeln (siehe Bild 1) oder als Rippenta-feln (siehe Bild 2) ausgebildet werden.
- b) Verbundtafeln, die liegend aus Hohlziegeln mit profilierten Außenwandungen, verbunden durch senkrecht verlaufende Betonrippen und -scheiben hergestellt werden. (siehe Bild 3).
- c) Mauertafeln, das sind aus Hochlochziegeln im Verbund stehend hergestellte Wandtafeln.

Die Norm enthält detaillierte Angaben über die beim Bau erforderlichen bautechnischen Unterlagen, das Personal und die Ausstattung der Werke, die Baustoffe, den Aufbau der Wandtafeln, die Mindestbewehrung und die Mindestabmessungen, die Aussteifung der tragenden Wände, die Bemessung der Wände, die Decken und Stürze, die Steifigkeit und Stabilität und die Überwachung der Herstellung.

Da es der knappe, zur Verfügung stehende Raum nicht zuläßt, auf Einzelheiten einzugehen, sei verwiesen auf Schellbach in<sup>2</sup> 1979 und auf die Norm selbst, abgedruckt in<sup>2</sup> 1980.

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Es wurde ein Überblick über den Stand und die Tendenzen der deutschen Mauerwerksnormung gegeben. Die Arbeiten an den 4 Teilen von DIN 1053 werden noch einige Jahre erfordern, bis sie zu einem vorläufigen Abschluß gebracht werden können. Dabei wird die internationale Entwicklung laufend beobachtet, und es ist zu hoffen, daß die heute leider noch stark unterschiedlichen nationalen Normen in absehbarer Zeit durch praktikable internationale oder wenigstens europäische Vorschriften ersetzt werden können. Der deutsche Normenausschuß ist bereit, seinen Anteil hierzu beizutragen.

### **LITERATUR:**

- [1]: Documentation 3. Internationale Mauerwerkskonferenz 8.–11. 4. 1973 in Essen
- [2]: Mauerwerk-Kalender, erscheint jährlich im Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

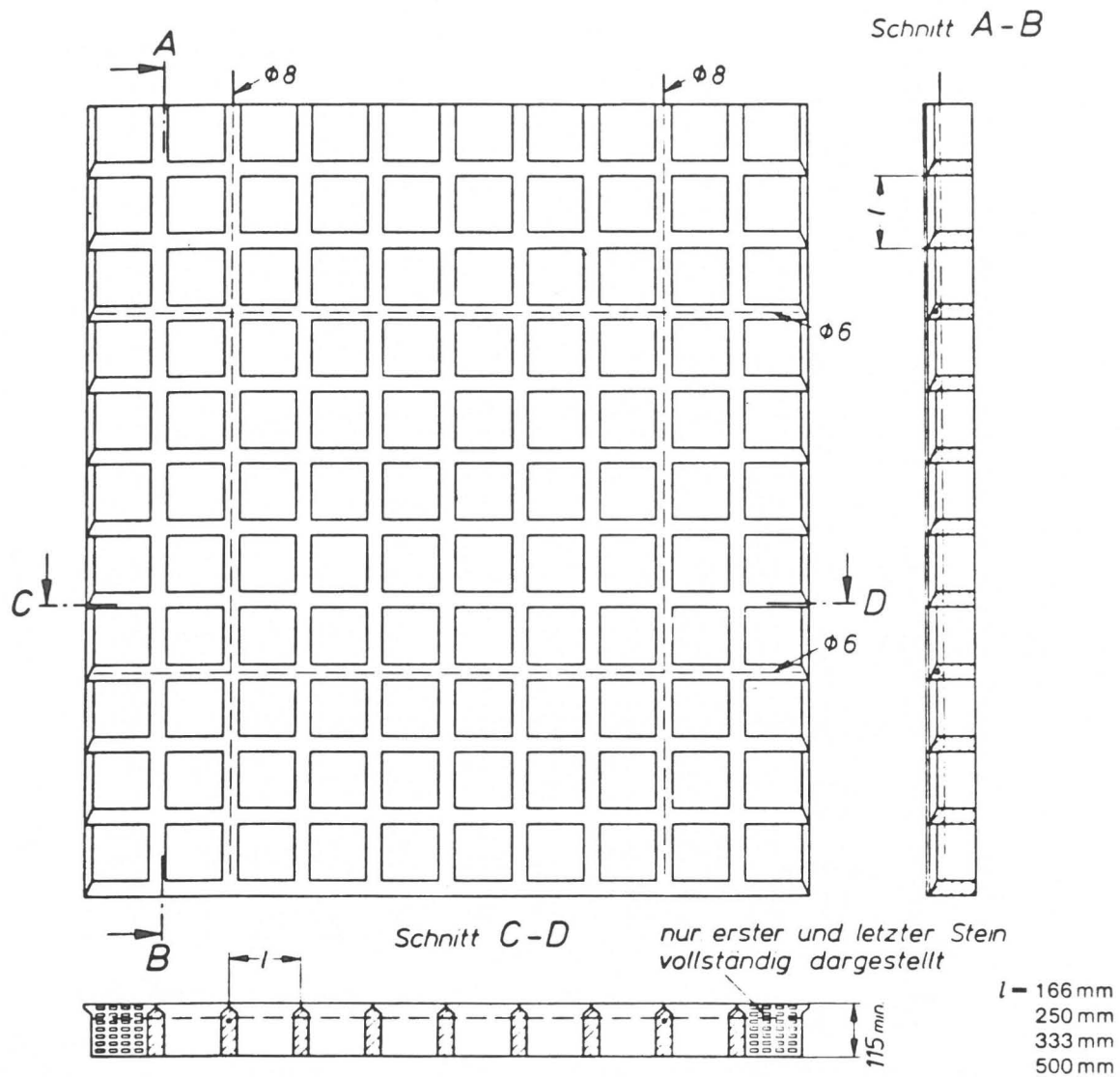


Bild 1. Hochlochtafel mit Ziegeln für vollvermörtelbare Stoßfugen für Wandtafeln (ZWV) nach DIN 4159. Ausgabe April 1978. Mindestbewehrung

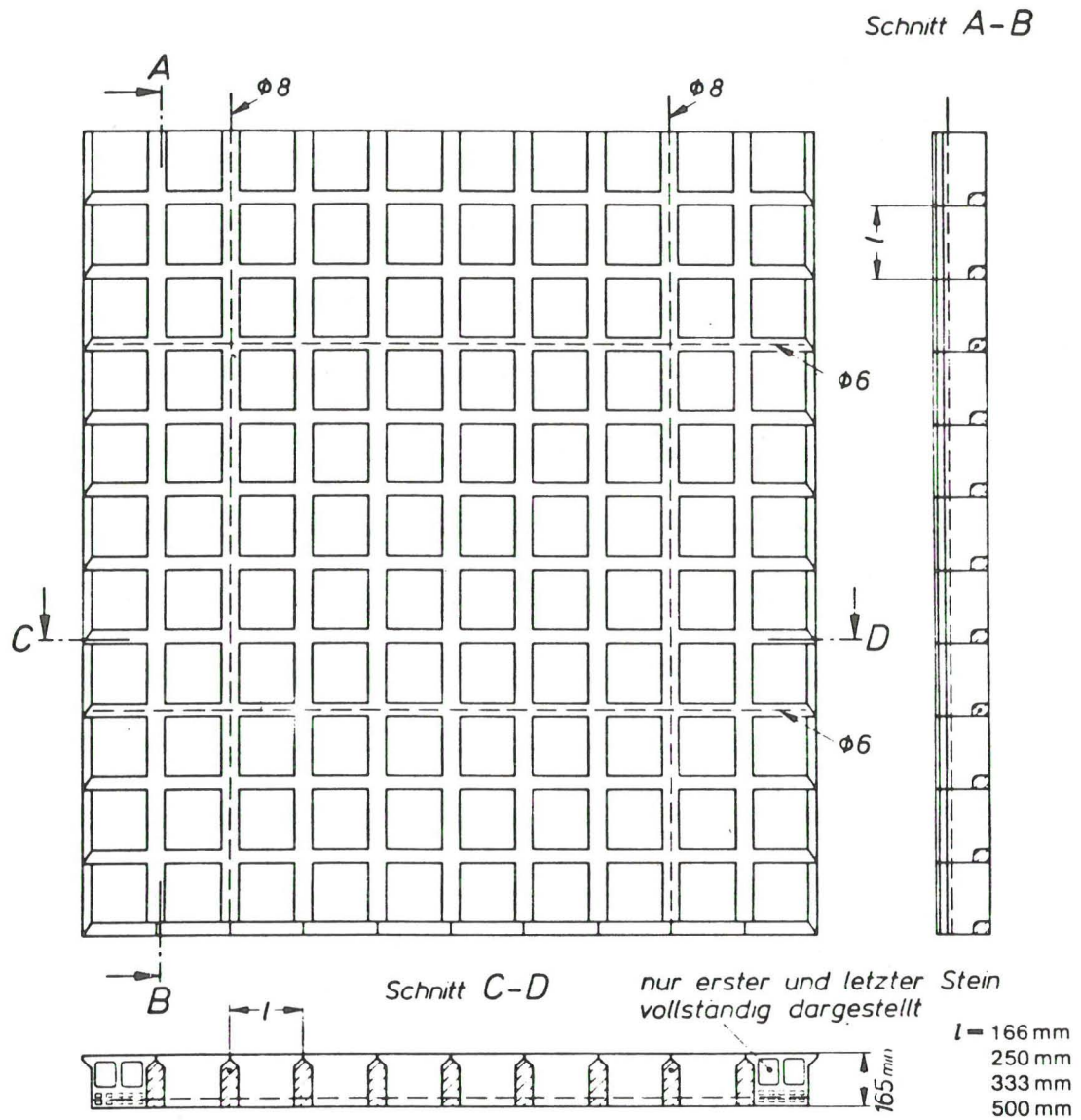


Bild 2. Rippentafel mit Ziegeln für teilvermörtelbare Stoßfugen für Wandtafeln (ZWT) nach DIN 4159, Ausgabe April 1978, Mindestbewehrung

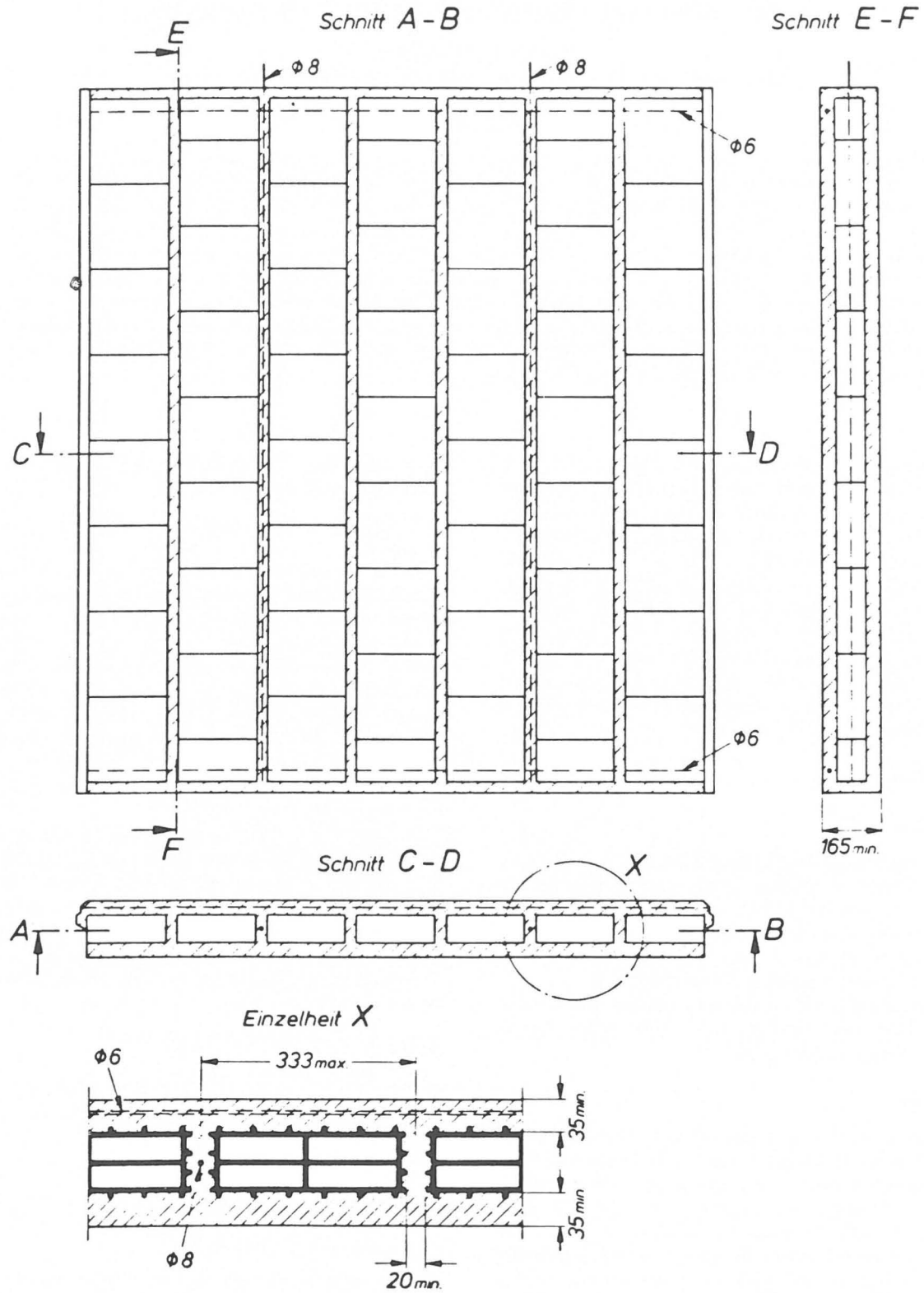


Bild 3. Verbundtafel mit einer Hohl-Ziegelschicht, Mindestbewehrung