

Untersuchungen über die Tragfähigkeit
von leichten Trennwänden (nicht-
tragende innere Trennwände) in
Massivbauweise

F 1973

F 1973

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen -BMVBW- geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

**INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND MATERIALPRÜFUNG
DER UNIVERSITÄT HANNOVER
AMTLICHE MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN**

U n t e r s u c h u n g e n

über die

Tragfähigkeit von leichten Trennwänden
(nichttragende innere Trennwände) in Massivbauweise

Förderer: Bundesminister für Raumordnung,
Bauwesen und Städtebau, Bonn
B I 5-80 01 80 - 35

Bericht erstattet von
K. Kirtschig und W. Anstötz

Hannover, November 1984

I

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

	Seite
1. Einleitung	1
2. Versuchsprogramm	3
2.1 Hauptversuche	3
2.2 Nebenversuche	6
2.2.1 Steinprüfungen	6
2.2.2 Mörtelprüfungen	6
2.2.3 Biegezugprüfungen an Kleinprüfkörpern	6
2.2.4 Haftscherfestigkeitsprüfungen	7
3. Prüfeinrichtung	7
4. Versuchsdurchführung	10
4.1 Zweiseitig gehaltene Wände	10
4.2 Dreiseitig gehaltene Wände	12
5. Versuchsergebnisse	13
5.1 Festigkeitsversuche	13
5.5.1 Hauptversuche	13
5.1.2 Nebenversuche	21
5.1.2.1 Steine	21
5.1.2.2 Mörtel	25
5.1.2.3 Biegezugprüfungen an Kleinprüfkörpern	30
5.1.2.4 Haftscherfestigkeitsprüfungen	33
5.2 Ergebnisse von Verformungsmessungen	36
5.2.1 Horizontale Durchbiegungen	36
5.2.2 Vertikale Dehnungen	37
5.2.3 Dehnungen der dreiseitig gehaltenen Wände	37

II

	Seite
6. Auswertungen	39
6.1 Biegezugfestigkeiten der Wände aus Versuchen ohne Auflast	39
6.2 Anforderungen zur Festlegung von Grenzabmessungen	46
6.3 Grenzabmessungen für dreiseitig gehaltene Wände ohne Auflast (ein vertikaler Rand frei)	47
6.4 Grenzabmessungen für dreiseitig gehaltene Wände mit Auflast (ein vertikaler Rand frei)	56
6.4.1 Vorgehensweise	56
6.4.2 Grenzabmessungen	62
6.5 Grenzabmessungen für dreiseitig gehaltene Wände (oberer Rand frei)	69
6.6 Grenzabmessungen für vierseitig gehaltene Wände	75
7. Vorschlag für Grenzabmessungen in DIN 4103 Teil 3	81
7.1 Vorschlag 1 für Grenzabmessungen	82
7.1.1 Dreiseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast, mit einem freien vertikalen Rand	82
7.1.2 Dreiseitig gehaltene Wände mit vertikaler Auflast mit einem freien vertikalen Rand	84
7.1.3 Dreiseitig gehaltene Wände mit freiem horizontalen oberen Rand	86
7.2 Vorschlag 2 für Grenzabmessungen	88
7.2.1 Dreiseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast, mit einem freien vertikalen Rand	88

III

	Seite
7.2.2 Dreiseitig gehaltene Wände mit vertikaler Auflast, mit einem freien vertikalen Rand	90
7.2.3 Dreiseitig gehaltene Wände mit freiem horizontalen oberen Rand	92
7.2.4 Vierseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast	93
7.2.5 Vierseitig gehaltene Wände mit vertikaler Auflast	93
8. Zusammenfassung	94
Literatur	97
Anhang	

1. Einleitung

Leichte Trennwände in Massivbauweise werden seit Jahrhunderten ausgeführt. Ihre Anwendung im Bauwesen war bisher in DIN 4103, Ausgabe 1950, geregelt. Um zu einer Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit auch mit anderen Bauarten von leichten Trennwänden zu kommen, wurde DIN 4103 in den letzten Jahren überarbeitet. Sie liegt jetzt als Fassung Juli 1984 Teil 1 mit dem Titel "Nichttragende innere Trennwände; Anforderungen, Nachweise" vor. DIN 4103 Teil 1 regelt nicht die Anwendung verschiedener möglicher Bauarten von "nichttragenden inneren Trennwänden", wie nun die Terminologie der bisher als "Leichte Trennwände" bezeichneten Wände ist. Dies gilt auch für die in Massivbauweise, d.h. mit Mauersteinen oder -platten, herzustellenden Wände. Ihre Anwendung soll in einem Teil 3 von DIN 4103 geregelt werden. Er wird zur Zeit in einem Arbeitsausschuß des DIN bearbeitet.

DIN 4103 Teil 1 enthält erstmals Anforderungen im Sinne von aufzunehmenden Beanspruchungen. Hierzu gehören der "Harte Stoß", der "Weiche Stoß" sowie Anforderungen an die "Biegegrenztragfähigkeit". Während die Aufnahme des "Harten Stoßes" bei Wänden in Massivbauweise keine Schwierigkeiten bereitet und auch der "Weiche Stoß" in der Mehrzahl der Anwendungsfälle aufgenommen werden kann, zeigte sich bei entsprechenden Vorversuchen, daß der Nachweis ausreichender Biegegrenztragfähigkeit nicht ohne weiteres gelingt. Da wegen der langjährigen Bewährung der Bauweise einerseits und der in DIN 4103 Teil 1 gestellten und nicht überzogenen, aber anscheinend nicht ohne weiteres erfüllbaren Anforderung an die aufzunehmenden Biegebeanspruchungen andererseits sich hieraus Widersprüchlichkeiten ergeben, erschien es erforderlich, dem Tragverhalten der hier in Frage stehenden Wände eingehender nachzugehen.

Hierzu sollte das vorliegende Forschungsvorhaben dienen. Einflüsse, wie sie aus der Art der Halterung der Wände sowie aus auf die Wände einwirkende Auflasten aus z.B. Deckendurchbiegungen sich ergeben, sollten dabei im Vordergrund stehen.

Das Forschungsvorhaben wurde finanziell vom Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau gefördert. Ihm sei hierfür auch an dieser Stelle gedankt.

2. Versuchsprogramm

Da im Rahmen von Prüfaufträgen im Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung mehrere Versuche zum Tragverhalten von leichten Trennwänden in Massivbauweise durchgeführt worden waren, konnte auf der Basis der Ergebnisse dieser Prüfungen das Versuchsprogramm für das vorliegende Forschungsvorhaben entwickelt werden.

Es wurde das nachstehend beschriebene Versuchsprogramm aufgestellt. Lediglich Pkt. 2.2.3 "Biegezugprüfungen an Kleinprüfkörpern" wurde während der laufenden Versuche als notwendig erachtet und ergänzt.

2.1 Hauptversuche

Versuchswände Nr. 1-10

Länge 1,25 m, Höhe 2,50 m, Dicke 5 cm

Material: Wandplatten aus Bims

Mörtelgruppe: II und III.

Zur Abschätzung des Einflusses von Vertikallasten auf die Biegegrenztragfähigkeit werden die Wände bei gleichzeitig einwirkenden verschieden großen Vertikalkräften auf Biegegrenztragfähigkeit geprüft. Die Wände werden auf den Boden gemauert, oben vermörtelt und horizontal gehalten, d.h. zweiseitige Halterung. In einer ersten Prüfung ohne Horizontallast wird die Tragfähigkeit der Wände (β_w) zur Abschätzung der Größe der aufbringbaren Vertikallasten bei den anderen Versuchen ermittelt.

Folgende Belastungen sind vorgesehen:

Wand 1: Vertikale Tragfähigkeit der Wand ohne Horizontallast (Nullversuch)

Wand 2: Prüfung der Biegegrenztragfähigkeit ohne vertikale Belastung F_v ($F_v = 0$)

Wand 3: Wie Wand 2, jedoch mit $F_V = 0,25 \cdot \beta_W$
(β_W = Tragfähigkeit der Wand 1)

Wand 4: Wie Wand 3, jedoch mit $F_V = 0,5 \beta_W$

Wand 5: Wie Wand 3, jedoch mit $F_V = 0,667 \beta_W$.

Die Versuche werden in MG II und MG III durchgeführt.

Die Versuche sollen Aufschluß über den Einfluß von Deckendurchbiegungen (nachgeahmt durch die verschiedenen Auflasten) auf die Erhöhung oder auch Verringerung der Tragfähigkeit der Wände bei horizontaler Belastung geben. In diesem Zusammenhang darf noch einmal erwähnt werden, daß der Ausgangspunkt für das Forschungsvorhaben die Frage nach dem Tragmechanismus leichter Trennwände in massiver Bauweise war und mit den Versuchen Nr. 1-10 speziell das Verhalten der Wände bei zweiseitiger Halterung untersucht werden sollte. Durch das Aufbringen von Auflasten wurde z.T. eine Erhöhung der aufnehmbaren Horizontalkräfte, z.T. aber auch eine Verringerung, erwartet.

Versuchswände Nr. 11-53

Diese Wände sollen ebenfalls auf Biegegrenztragfähigkeit geprüft werden. Die Wandhöhe soll einheitlich 2,50 m betragen. Variiert werden sollen die Höhen-Längen-Verhältnisse h/l . Als Mörtel wird Mörtel der MG II gewählt. Die Wanddicken sollen 6 cm (Wandplatten aus Bims) und 12 cm (Blocksteine aus Gasbeton) betragen; bei den Wänden mit $h/l = 0,91$ sollen außer Gasbetonblocksteinen auch Kalksandsteine verwendet werden (Wanddicke 11,5 cm). Wie bei den Wänden Nr. 1-10 wird bei jeder Wandlänge die Tragfähigkeit der Wand bei vertikaler Belastung ohne Horizontallast ermittelt. Sodann werden - ausgehend von dieser Wandfestigkeit (β_W) - bei verschiedenen Stufen der Vertikallast die Wände durch eine horizontale Linienlast auf Biegegrenztragfähigkeit geprüft. Eine Übersicht der vorgesehenen Versuche ist in der Tabelle gegeben.

$F_v \backslash h/l$	0,4	0,72	0,91*	1,25	1,44
0	x	x	x	x	x
0,25 β_w	x		x		x
0,5 β_w	x		x		x
0,667 β_w	x		x		x

Wände $d = 6$ cm (Bims)

Wände $d = 12$ cm (Gasbeton)

* auch in $d = 11,5$ cm (Kalksandstein)

Folgende Halterung der Wände ist vorgesehen:

Die Wände werden auf den Boden gemauert, ein seitlicher Rand wird durch eine Stützkonstruktion horizontal gehalten, ebenso wird der obere Rand horizontal gehalten. Außer beim Lastfall $F_v = 0$ wird zusätzlich die oberste Fuge satt vermörtelt. Es ist also in allen Fällen eine dreiseitige Halterung vorgesehen.

Mit den Versuchen Nr. 11 bis 53 soll die häufigste Art der Lagerung und Belastung (aus Deckendurchbiegungen) der Wände im Wohnungsbau erfaßt werden. Nicht variiert werden konnte die Wandhöhe, da hierfür keine geeignete Prüfeinrichtung zur Verfügung stand.

Weitere Versuchswände

Im Lauf der Versuchsdurchführung und Auswertung ergab sich die Notwendigkeit, noch weitere Wände herzustellen und zu prüfen. Einzelheiten zu diesen Wänden sind in den einzelnen Abschnitten angegeben.

2.2 Nebenversuche

2.2.1 Steinprüfungen

Für die Steine werden Prüfungen nach den bestehenden Normen vorgesehen. Es sind dies im einzelnen

- | | |
|-----------|--|
| DIN 4165 | Gasbeton-Blocksteine |
| | Prüfung der Maße, Rohdichte, Druckfestigkeit |
| DIN 18162 | Wandbauplatten aus Leichtbeton, unbewehrt |
| | Prüfung der Maße, Plattenrohichte und |
| | Plattengewicht, Plattenfestigkeit |
| DIN 106 | Kalksandsteine |
| | Prüfung der Maße und Lochanordnung, |
| | Stein-Rohdichte, Druckfestigkeit. |

2.2.2 Mörtelprüfungen

Der für die Prüfwände verwendete Mörtel der Gruppen II und III wird nach DIN 18555 Teil 3 "Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln, Festmörtel" geprüft. Es werden ermittelt die Biegezug- und Druckfestigkeit sowie die Rohdichte nach dem Trocknen.

2.2.3 Biegezugprüfungen an Kleinprüfkörpern

Die Notwendigkeit dieser Prüfungen stellte sich während der laufenden Versuchsarbeiten heraus. Daher wurden sie nachträglich in das Versuchsprogramm aufgenommen.

Es werden Kleinprüfkörper aus jeweils zwei Gasbeton-Blocksteinen bzw. Wandbauplatten übereinandergemauert und dann liegend auf Biegefestigkeit geprüft. Mit dieser Prüfung soll der Einfluß der Lagerfuge auf die Biegefestigkeit gezeigt werden, und die Ergebnisse sollen zur Untermuerung der Hauptversuche dienen.

2.2.4 Haftscherfestigkeitsprüfungen

Um die Haftfestigkeiten zwischen den Steinen der drei verwendeten Materialien und den Mörteln der Gruppen II und III zu ermitteln, werden Haftscherfestigkeitsprüfungen durchgeführt. Dabei wird ein Prüfverfahren angewandt, wie es in DIN 18555 Teil 5, Entwurf Juli 1984, beschrieben ist.

3. Prüfeinrichtung

Es stand im Institut eine Prüfanlage zur Prüfung von Wänden bei gleichmäßig verteilter horizontaler Belastung unter gleichzeitig wirkender vertikaler Auflast zur Verfügung. Sie wurde für die durchzuführenden Prüfungen mit horizontaler Linienlast umgebaut (siehe Bilder 1 und 2). Die Anlage besteht aus 8 in Reihe aufgestellten geschlossenen Stahlrahmen mit einem lichten Raumprofil von $3,0 \times 0,72 \text{ m}^2$, der Rahmenabstand beträgt $0,75 \text{ m}$. Auf die oben bündig in den Hallenboden eingebauten unteren Quertraversen ist eine durchgehende planebene Stahlplatte als Grundplatte für die Prüfkörper eingebaut. Unter den oberen Quertraversen befinden sich vier hintereinander gereihte Lastverteilungsträger von je $1,50 \text{ m}$ Länge. Sie sind mit Zugfedern an die Rahmenriegel gehängt, so daß ihr Eigengewicht die Proben nicht belastet, sofern sie nicht durch Verformungen der Probe selbst angehoben werden. Diese Lastbalken sind durch vertikale Führungen in der Lage, senkrechten Verformungen zu folgen, nicht aber, sich zu verdrehen, so daß sie eine Verdrehung des Wandkopfes nicht mitmachen. Zwischen Rahmenriegeln und Lastträgern befinden sich 8 Druckzylinder (Lukas) mit einer max. Druckkraft von je $0,8 \text{ MN}$ in vertikaler Wirkungsrichtung. Die Druckzylinder sind so an ein Öldrucksystem angeschlossen, daß jeweils zwei Zylinder entspr. einem Lastträger abgeschaltet werden können.

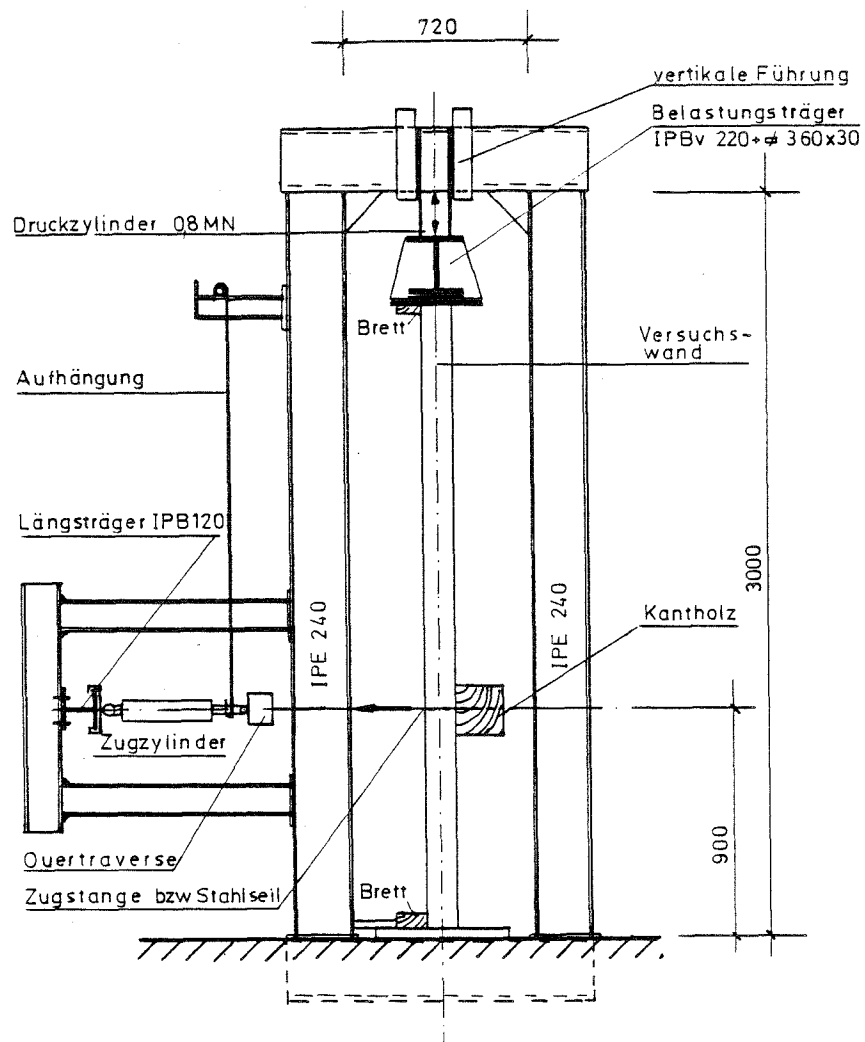


Bild 1: Prüfanlage, Schnitt

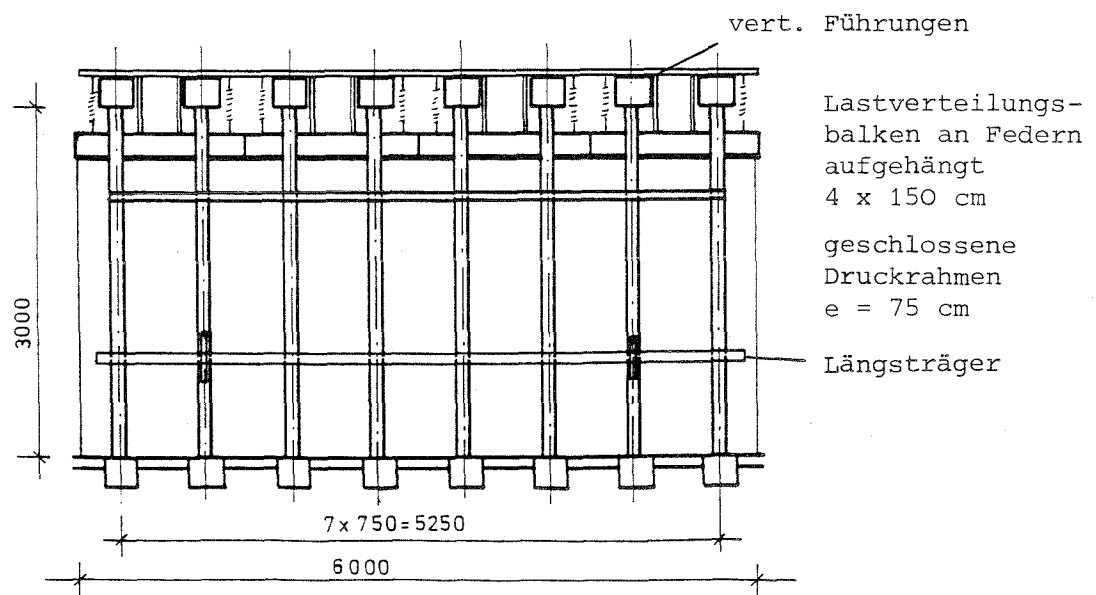


Bild 2: Prüfanlage, Ansicht

Dieses Drucksystem wird von einer Öldruckpumpe gespeist und über ein Steuerpult mit Druckkonstanthaltung geregelt. Über ein zwischengeschaltetes Öldruckmanometer kann der vorhandene Druck im System abgelesen werden. Die einzelnen Druckzylinder wurden in Verbindung mit den zwischengeschalteten Manometern in einer Druckprüfmaschine geeicht. Mit den so erhaltenen Eichkurven können die vertikalen Auflasten bestimmt werden. Die in dieser Form vorhandene Prüfanlage wurde für die Aufbringung von horizontalen Linienlasten ergänzt. Über horizontale Druckstrebenböcke am zweiten und vorletzten Rahmen wurde ein horizontaler Lastträger über die ganze Anlagenlänge in einem Abstand von ca. 0,80 cm außen vor die Stahlrahmen geschraubt. An diesen Träger können längsverschieblich Zugzylinder angeklemt werden. Die Zugzylinder sind mit einer Quertraverse aus Stahl- bzw. Aluminiumprofilen von etwa 1,0 m Länge verbunden, an die wiederum zwei kürzere Quertraversen von ca. 50 cm Länge angeschlossen werden können. An diesen kurzen Traversen befinden sich je zwei Stahlseile mit Gewindestangen, die durch die Wand geführt auf der Wandrückseite mit horizontal liegenden Kantholzstücken $10 \times 10 \text{ cm}^2$ in den gerade benötigten Längen von ca. 25 cm bis 1,0 m verbunden werden. Da die horizontalen Abstände der Zugstangen in den Traversen verändert werden können, ist es so möglich, mit max. 3 Zugzylindern jede beliebige Wandlänge bis 6,0 m zu prüfen. Die Höhenlage des Lastangriffs wird durch den horizontalen Lastträger bestimmt. Die Lastverteilungshölzer hinter der Prüfwand sind zum Ausgleich von Unebenheiten wandseitig mit 10 mm dicker Weichfaserplatte beklebt. Die Längen der einzelnen Kanthölzer werden in aller Regel so gewählt, daß eine horizontale Verformung der Prüfwände möglichst wenig behindert wird.

Die Zugzylinder wurden in der Werkstatt des Instituts hergestellt. Sie können bei einem max. Weg von 200 mm eine Höchstlast von 20 kN ausüben. Die drei Zylinder werden gemeinsam über eine Öldruckpumpe im Handbetrieb beaufschlagt. Jeder Zylinder kann einzeln abgeschaltet werden. Der vorhandene Öldruck in diesem Druckkreis wird an einem Manometer abgelesen. Diese Belastungsvorrichtung wurde in einer Zugprüfmaschine des Instituts geeicht, so daß für einen bis drei Zylinder in Verbindung mit der Handpumpe und den einzelnen Manometern mit unterschiedlichen Lastbereichen Eichkurven vorhanden sind.

4. Versuchsdurchführung

4.1 Zweiseitig gehaltene Wände

Zweiseitig gehaltene Wände wurden nur aus Wandbauplatten aus Leichtbeton hergestellt. Die Wände Nr. 1-10 und Nr. 54-60 wurden in 1,25 und 1,50 m Länge und ca. 2,50 m Höhe ausgeführt. Sie wurden in der Prüfanlage mittig unter die Lastverteilungsträger auf die Grundplatte gemauert. Die obere Fuge zwischen Wand und Lastverteilungsträger wurde für alle Wandversuche mit vertikaler Auflast voll vermörtelt. Lediglich für die Versuche ohne Auflast blieb diese Fuge frei von Mörtel. Als horizontale Halterungen wurden in Höhe von Wandfuß und -kopf etwa 20 mm dicke Fichtenbretter längs der Wand an der Prüfanlage befestigt, gegen die sich die Wand bei Horizontalbelastung legen konnte. Diese Bretter können in ihrer Wirkung mit dem üblicherweise vorhandenen Deckenputz oben bzw. dem Estrich unten angesehen werden. Die beiden vertikalen Ränder blieben horizontal frei beweglich, d.h. sie waren nicht gehalten. In 0,90 m Höhe über dem Fußpunkt wurden zwei Zugstangen des Zuggeschirrs durch die Wand geführt und hinter der Wand an einem Lastverteilungsholz von 1,25 m Länge verankert.

Bei allen Wandversuchen wurde im Mittelpunkt der Wandfläche rechtwinklig zu ihr ein Meßlineal mit Millimetereinteilung befestigt. Mit einem Meßfernrohr, dessen Sehachse parallel zur Wandfläche auf diesen Meßstab gerichtet war, konnten Horizontalverschiebungen beobachtet werden. Bei den Wandversuchen mit vertikaler Auflast wurden zusätzlich an Vorder- und Rückseite je zwei vertikale Meßstrecken von 1400 mm Meßlänge angebracht. Über zwischengeschaltete Meßuhren mit 1/100 mm-Einteilung konnte für jede Meßstrecke die vertikale Verformung abgelesen werden.

Die Versuchsdurchführung selbst war bei den Wänden mit den unterschiedlichen Belastungsarten verschieden. Nach den Nullmessungen vor Belastungsbeginn für alle Prüfkörper wurde bei den Versuchen Nr. 1, 6, 58 und 59 (nur vertikale Auflast) die vertikale Auflast stufenweise bis zum Bruch der Wände gesteigert. Es wurde angestrebt, die Wände in etwa 10 Laststufen zum Versagen zu bringen. Auf den einzelnen Laststufen wurde etwa eine halbe Minute verweilt, sodann wurden die vertikalen Verformungen sowie die horizontale Verformung abgelesen. Insgesamt wurde auf den Laststufen etwa 1,5 Minuten verweilt. Bei den Versuchen Nr. 2, 7 sowie 54-57 und 60 (nur horizontale Belastung) wurde nach der Nullmessung die Horizontallast stufenweise gesteigert. Dabei wurde bei jeder Laststufe die Horizontalverformung abgelesen. Auch hier wurde versucht, das Versagen mit etwa 10 Laststufen zu erreichen. Bei den restlichen der zweiseitigen Wandversuche (vertikale Auflast und horizontale Belastung) wurde nach der Nullmessung die vorgesehene vertikale Auflast aufgebracht. Nachdem unter dieser Laststufe die horizontalen Verformungen gemessen worden waren, wurde die horizontale Belastung stufenweise gesteigert. Auch hier wurde wieder versucht, mit etwa 10 Laststufen zu arbeiten. Die Verweildauer auf den einzelnen Laststufen betrug auch hier ca. 1,5 Minuten.

Während der Belastungsversuche wurden die Wände auf Rißbildung, Geräusche ("Knistern, Knacken") und sonstige Erscheinungen beobachtet.

4.2 Dreiseitig gehaltene Wände

Dreiseitig gehaltene Wände wurden aus allen im Forschungsvorhaben zur Verfügung stehenden Materialien - Gasbeton-Blocksteine, Wandbauplatten aus Leichtbeton und Kalksand-Lochsteine - hergestellt. Die Wandlängen lagen im Bereich von 1,75 m bis 6,0 m. Die Wände wurden - wie unter 4.1 beschrieben - aufgemauert.

Zusätzlich wurde ein vertialer Rand gehalten. Hierfür wurde ein Kantholz horizontal gegen die Prüfanlage abgesteift. Auf dieses Kantholz waren Holzleisten von ca. 2 cm Dicke geschraubt worden. Das so entstandene -Profil umfaßte den vertikalen Rand der Prüfwand und bildete das horizontale Auflager für einen vertikalen Rand. Die unvermeidbaren Fugen zwischen Wand und Holzleisten wurden an allen gehaltenen Rändern ausgegipst, um eine einwandfreie kontinuierliche Lasteinleitung zu gewährleisten.

Zum Messen von horizontalen Durchbiegungen der Wände wurden in halber Wandhöhe am freien Rand und bei längeren Prüfkörpern zusätzlich in halber Wandlänge Meßlineale mit mm-Einteilung senkrecht zur Wandfläche befestigt. Mit einem vertikal schwenkbaren Meßfernrohr (Theodolit) wurden die Skalenwerte auf jedem Meßlineal nacheinander für jede Laststufe abgelesen. Zur Ermittlung von Hauptdehnungen und deren Richtungen wurden in den Ecken am gehaltenen Rand auf der Vorder- und Rückseite der Wände Meßmarken in Form von gleichseitigen Dreiecken mit 200 mm Kantenlänge geklebt. Die drei in einem Winkel von 60° zueinander stehenden Meßstrecken jeder der vier Meßgruppen wurden unter jeder Laststufe mit einem

BAM-Setzdehnungsmesser System Pfender gemessen. Vor den Messungen unter den einzelnen Laststufen wurde der Setzdehnungsmesser durch Messen eines Invarstabes neu geeicht. Diese die möglichen und auch vorhandenen Einflüsse aus Temperaturänderungen erfassenden 'Invarmessungen' wurden später bei der Auswertungen entsprechend berücksichtigt.

Bei den dreiseitig gehaltenen Wänden, die nur vertikal belastet werden sollten, wurde in der Regel auf die Anordnung von vertikalen Meßstrecken - wie unter 4.1 beschreiben - verzichtet. Die Versuchsdurchführung der einzelnen Wandtypen mit den unterschiedlichen Belastungsarten erfolgte wie unter 4.1 beschrieben.

5. Versuchsergebnisse

5.1 Festigkeitsversuche

5.1.1 Hauptversuche

Die Wandversuche wurden in der Zeit von September 1982 bis Februar 1984 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Die Spalten 1 und 2 beinhalten die Numerierung und die Halterungsart der Wände. Im Laufe der Versuchsarbeiten stellten sich zusätzliche Wandversuche als erforderlich heraus. Diese Prüfungen sind an den entsprechenden Stellen als a- bzw. b-Numerierung angegeben. Die Wandlängen 2,0 m und 3,50 m sollten laut Versuchsprogramm ohne Staffelung der vertikalen Auflast geprüft werden. Aus diesem Grund erschien für diese Wände die Ermittlung der Wandfestigkeit bei vertikaler Belastung nicht erforderlich, daher entfallen die Versuchswände Nr. 50 - 53. Um die Biegefestigkeit an zweiseitig gehaltenen Wänden aus Leichtbeton-Wandbauplatten zu ermitteln, wurden zusätzlich die Versuche Nr. 54 - 57 durchgeführt. Mit der Wand

Zahlentafel 1

Ergebnisse der Hauptversuche

Wand Nr.	Halterung	Wände				Mauersteine		Mauermörtel		Versuchsergebnisse				Bemerkungen	
		l	h	E=h/l	d	Material Format	β_{St}	Gruppe	$\beta_{Mö}$	q_v	q_h	δ_h ($q_v=0$)	δ_h (q_v)		
—	—	[m]	[m]	[—]	[cm]	[cm x cm x cm]	[N/mm ²]	—	[N/mm ²]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[mm]	—	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	zweiseitig	1,25	2,50	2,0	5	Wpl. 0,9-5-990 DIN 18162 99 x 5 x 32	4,2	II	2,00	92,6	—	—	9,0		
2										2,05	—	0,66	—	16,0	
3										1,75	22,0	1,42	10,0	12,8	
4										1,99	45,5	1,46	6,9	8,1	
5										1,87	63,2	2,01	10,1	17,0	
6			1,25	2,50	2,0		5		III	10,14	140,0	—	—	14,0	
7										10,49	—	0,58	—	19,0	
8										10,58	33,6	2,25	8,0	11,8	
9										14,00	69,5	2,49	10,2	20,0	
10										17,94	92,6	2,65	2,5	17,9	
11	dreiseitig	1,76	2,34	1,33	6	Wpl. 1,0-6-990 DIN 18162 99 x 6 x 32	5,4	II	2,19	211,2	—	—	1,0		
12										2,19	—	1,49	—	7,0	
13										2,44	51,5	3,41	20,4	19,9	
14										2,41	103,4	3,97	13,5	15,0	
15										2,04	144,1	5,22	12,2	15,7	

Fortsetzung

Zahlentafel 1 Ergebnisse der Hauptversuche

Wand Nr.	Halterung	Wände				Mauersteine		Mauermörtel		Versuchsergebnisse				Bemerkungen
		l	h	$\varepsilon = h/l$	d	Material Format	β_{St}	Gruppe	$\beta_{Mö}$	q_v	q_h	δ_h ($q_v=0$)	δ_h (q_v)	
—	—	[m]	[m]	[—]	[cm]	[cmxcmxcm]	[N/mm ²]	—	[N/mm ²]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	dreiseitig	2,75	2,45	0,89	6	WpL 1,0-6-990 DIN 18162 99 x 6 x 32	5,4	II	3,06	218,4	—	—	9,7	
17a									2,86	—	0,89	—	20,0	
17b									2,86	0,8	1,32	15,4	14,4	
17c									1,79	—	1,61	—	16,0	
18									2,50	50,8	3,28	9,7	10,9	
19									2,05	104,9	4,07	14,0	18,0	
20									6,59	142,2	2,99	23,2	22,2	
21	dreiseitig	6,00	2,45	0,41	6		5,4	II	2,02	115,7	—	5,5	—	
22a		5,50	2,53	0,46	6		5,4			—	0,40	—	20,0	
22b		6,00	2,45	0,41	6		5,4		2,04	—	0,86	—	19,3	
23									1,81	27,9	1,68	5,5	6,2	
24									2,70	57,6	3,05	10,2	9,6	
25									1,97	76,5	2,90	14,3	15,2	
26		2,00	2,45	1,23	6		5,4	II	2,24	—	1,16	—	17,0	
27		3,50	2,45	0,70	6		5,4	II	1,77	—	0,70	—	20,0	

Fortsetzung

Zahlentafel 1 Ergebnisse der Hauptversuche

Wand Nr.	Halterung	Wände				Mauersteine		Mauermörtel		Versuchsergebnisse				Bemerkungen
		l	h	E=h/l	d	Material Format	β_{St}	Gruppe	$\beta_{Mö}$	q_v	q_h	δ_h ($q_v=0$)	δ_h (q_v)	
—	—	[m]	[m]	[—]	[cm]	[cmxcmxcm]	[N/mm ²]	—	[N/mm ²]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
28		2,75	2,45	0,9	11,5	DIN 106-KSL-12-1,6-2DF 24 x 11,5 x 11,3	15,1	II	1,95	531,2	—	—	7,2	
29a									1,77	—	1,47	—	7,0	
29b									1,47	0,8	5,52	—	29,9	
30									1,77	14,3	5,52	18,3	18,8	
31										35,9	9,86	14,0	14,8	
32a										71,0	12,76	8,5	8,9	
32b	dreiseitig					DIN 4165-G2-0,5-490x120x320 49 x 12 x 32			1,72	131,2	14,20	2,4	2,6	
33		1,75	2,37	1,35	12		2,5	II	1,60	166,9	—	—	1,0	
34a		1,75	2,45	1,40	12				1,60	—	1,15	—	10,0	
34b		1,75	2,37	1,35	12				1,67	0,6	2,92	18,6	18,8	
35									1,42	15,5	8,66	3,5	3,5	
36									1,42	30,3	7,86	23,0	24,0	
37									1,67	40,9	8,89	10,8	11,0	

Fortsetzung

Zahlentafel 1 Ergebnisse der Hauptversuche

Wand Nr.	Halterung	Wände				Mauersteine		Mauermörtel		Versuchsergebnisse				Bemerkungen
		l	h	$E=h/l$	d	Material Format	β_{St}	Gruppe	$\beta_{Mö}$	q_v	q_h	δ_h ($q_v=0$)	δ_h (q_v)	
—	—	[m]	[m]	[—]	[cm]	[cmxcmxcm]	[N/mm ²]	—	[N/mm ²]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
38	dreiseitig	2,75	2,45	0,9	12	DIN 4165-G2-0,5 - 490 x 120 x 320 49 x 12 x 32	2,5	II	1,79	164,9	—	—	2,0	
39									1,79	—	0,82	—	22,0	
40									2,40	14,3	4,80	21,2	21,2	
41									1,64	30,5	6,10	3,0	4,0	
42a									1,64	41,3	6,97	25,5	26,0	
42b									2,40	60,2	8,42	8,8	10,3	
43		6,00	2,45	0,41	12		2,5	II	1,55	174,4	—	—	8,0	
44									1,95	—	0,49	—	12,0	
45									1,95	15,5	3,05	2,8	6,8	
46									1,87	30,4	5,29	24,6	25,2	
47									1,64	40,3	6,28	8,6	9,4	
48		2,00	2,45	1,23	12		2,5	II	1,55	—	1,28	—	6,5	
49		3,50	2,45	0,70	12			II	1,67	—	0,70	—	17,6	
50		} entfallen												
53														

Fortsetzung

Zahlentafel 1 Ergebnisse der Hauptversuche

Wand Nr.	Halterung	Wände				Mauersteine		Mauermörtel		Versuchsergebnisse				Bemerkungen
		l	h	$\varepsilon = h/l$	d	Material Format	β_{St}	Gruppe	$\beta_{Mö}$	q_v	q_h	δ_h ($q_v=0$)	δ_h (q_v)	
—	—	[m]	[m]	—	[cm]	[cmxcmxcm]	[N/mm ²]	—	[N/mm ²]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
54	zweiseitig	1,25	2,45	2,0	5	Wpl.0,9-5	4,2	II	2,09	—	*	—	7,0	* q_h nicht meßbar
55					5	Wpl.0,9-5	4,2	III	12,71	—	0,26	—	2,8	
56					6	Wpl.1,0-6	5,4	II	2,09	—	0,33	—	2,0	
57					6	Wpl.1,0-6	5,4	III	12,71	—	0,46	—	4,0	
58		1,25	2,50	2,0	6	Wpl.1,0-6	5,4	II	2,81	163,2	—	—	14,0	
59		1,50	2,45	—	12	G2	2,5	II	2,01	243,1	—	—	2,2	
60		1,50	2,45	1,63	12	G2	2,5	II	2,01	—	0,40	—	12,0	

Nr. 58 konnte die vertikale Wandfestigkeit einer zwei-seitig gehaltenen Wand aus Leichtbeton-Wandbauplatten festgestellt werden.

In den Spalten 3 - 6 sind die Abmessungen der Versuchswände wiedergegeben. Angaben über die verwendeten Mauersteine enthalten Spalte 7 und 8. Die Spalten 9 und 10 geben Kennwerte des Mauermörtels wieder, und in den Spalten 11 - 14 sind die Versuchsergebnisse der Wandversuche aufgeführt. Dabei gibt Spalte 11 bei den Wandversuchen nur mit Vertikallast die max. erreichte vertikale Wandlast q_v an, während bei den Versuchen mit den gestaffelten Vertikallasten hier die vor der Horizontalbelastung aufgetragenen vertikalen Auflasten angegeben sind.

Spalte 12 enthält die Bruchlast q_h infolge der Belastung mit einer horizontalen Linienlast in 90 cm Höhe über dem Wandfußpunkt. Die horizontalen Durchbiegungen δ_h in halber Wandhöhe am freien, nicht gehaltenen Rand für den Bruchzustand bzw. die letzte Laststufe davor sind in Spalte 13 und 14 eingetragen. Dabei sind in Spalte 13 die Durchbiegungen auf den Ausgangszustand bei $q_v = 0$, in Spalte 14 auf den Zustand nach Aufbringen der vertikalen Auflast q_v , jedoch vor Beginn der Horizontalbelastung bezogen.

5.1.2 Nebenversuche

5.1.2.1 Steine

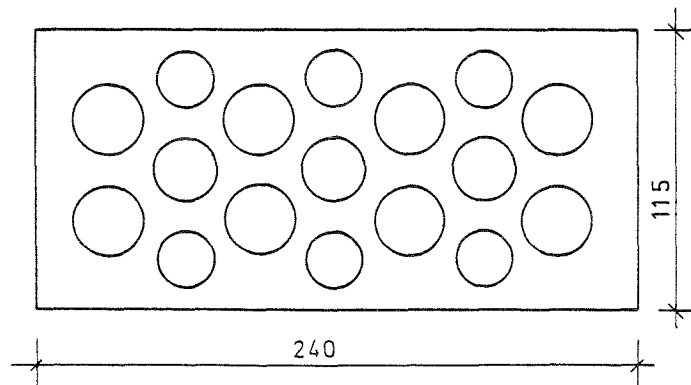
a) Maße, Lochanteil, Rohdichte und Druckfestigkeit der Gasbeton- und Kalksandsteine

Die Maße, die Lochanteile, die Rohdichten und die Druckfestigkeiten der verwendeten Steine wurden nach den Steinnormen

DIN 4165 - Gasbeton-Blocksteine und

DIN 106 - Kalksandsteine

geprüft. Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt. Für die Druckfestigkeit sind Grenz- und Mittelwerte sowie Standardabweichung und Variationskoeffizient angegeben. Das Lochbild der Kalksandsteine ist nachstehend skizziert.



Zahlentafel 2: Ergebnisse der Steinprüfungen für Gasbeton- und Kalksandsteine

Kurz- bez.	Länge	Breite	Höhe	Loch- anteil	Stein- rohddichte (trocken) i.M.	Steindruckfestigkeit				
						Grenzwerte min	max	Mittelwert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Variations- koeffizient V
-	mm	mm	mm	%	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
G	490	121	239	0	0,42	2,2	2,8	2,5	0,26	10,4
KSL	242	113	113	33	1,46	14,1	16,1	15,1	0,73	4,9

Nach den Prüfungen sind die Mauersteine nach den entsprechenden Normen zu bezeichnen:

Gasbeton-Blockstein	DIN 4165-G 2-0,5-490x120x320
Kalksandstein	DIN 106-KSL-12-1,6-2 DF.

b) Maße, Plattenrohddichte, Plattengewicht und Plattenfestigkeit sowie Druckfestigkeit der Wandbauplatten

Die Maße, die Plattenrohddichten, die Plattengewichte und die Plattenfestigkeiten der Wandbauplatten wurden nach der bestehenden Norm DIN 18162 - Wandbauplatten aus Leichtbeton - ermittelt. Zahlentafel 3 enthält die Ergebnisse dieser Prüfungen. Für die Plattenfestigkeit wurden die Grenz- und Mittelwerte nebst Standardabweichung und Variationskoeffizient angegeben. Es fällt auf, daß von beiden Plattentypen die in der Norm geforderten Mittelwerte von $1,0 \text{ MN/m}^2$ nicht erreicht wurden, bei den 6 cm dicken Platten wurde auch der geforderte Mindestwert von $0,8 \text{ MN/m}^2$ unterschritten. Für die Betrachtungen im Rahmen dieses Forschungsvorhabens ist die Unterschreitung der Sollwerte der Plattenfestigkeiten unbedeutend, da für die horizontale Biegetragfähigkeit immer die Biegetragfähigkeit des gesamten Mauerwerks einschließlich Fugen maßgebend ist. Die Wandbauplatten sind also nach der maßgebenden Norm zu bezeichnen als

Wandbauplatte Wpl 0,9 - 5 - 990	DIN 18162
Wandbauplatte Wpl 1,0 - 6 - 990	DIN 18162.

Abweichend von der Norm sollten auch für die Wandbauplatten aus Leichtbeton Druckfestigkeiten ermittelt werden.

Zahlentafel 3: Eigenschaften der Wandbauplatten

Kurz- bez.	Länge	Breite	Höhe	Roh- dichte	Platten- gewicht	Plattenfestigkeit					Druckfestigkeit				
						min	max	Mittel- wert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Variations- koeffizient V	min	max	Mittel- wert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Variations- koeffizient V
-	mm	mm	mm	kg/dm ³	kg	MN/m ²	MN/m ²	MN/m ²	MN/m ²	%	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Wpl 0,9-5	992	50	320	0,86	14,9	0,81	1,03	0,89	0,08	8,8	3,4	5,1	4,2	0,62	14,7
Wpl 1,0-6	993	59	319	0,95	20,6	0,78	0,87	0,82	0,05	5,9	4,4	6,9	5,4	0,76	14,2

Da DIN 18162 kein Prüfverfahren dafür angibt, wurden in Anlehnung an z.B. DIN 105 - Mauerziegel - oder DIN 106 - Kalksandsteine - aus den Wandbauplatten mit einer Steinsäge Prüfkörper der Größe 240 x 50 x 113 mm³ bzw. 240 x 60 x 113 mm³ geschnitten. Nachdem die Lagerflächen (240 x 50 bzw. x 60 mm²) mit Zementmörtel abgeglichen und die Abgleichschichten ausreichend erhärtet waren, wurde an diesen Prüfkörpern die Druckfestigkeit geprüft. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Zahlentafel 3 enthalten. Es sind wieder die Grenz- und Mittelwerte sowie die Standardabweichung und der Variationskoeffizient angegeben.

c) Spaltzugfestigkeit

Zur weiteren Kennzeichnung der Steineigenschaften wurden Spaltzugfestigkeiten der Steine ermittelt. Aus den Gasbetonsteinen wurden hierzu mit einer Steinsäge Prüfkörper mit den Abmessungen 240 x 120 x 113 mm³ geschnitten, ebenso wurden aus den Wandbauplatten 240 x 60 x 113 mm³ bzw. 240 x 50 x 113 mm³ große Prüfkörper hergestellt. Bei den Kalksandsteinen wurde die Spaltzugfestigkeit an ganzen Steinen bestimmt. Die Prüfung erfolgte in einer Druckprüfmaschine. Mittels zweier gegenüberliegender Streifenlasten wurden die Versuchskörper bis zum Bruch belastet. Dazu wurden zwischen Druckplatten und Stein oben und unten mittig Hartfilzstreifen von 10 mm Breite und 5 mm Dicke (KSL) bzw. Pertinaxstreifen von 10 mm Breite und 8 mm Dicke (Gasbeton und Wandplatten) eingelegt. Bei allen Steinen erfolgte die Ermittlung der Spaltzugfestigkeit im Bereich der halben Steinlänge, was bei den Kalksandsteinen gleichzeitig ein Bereich des größten Lochquerschnittes war. Je Sorte wurden 12 Steine geprüft. Die Spaltzugfestigkeit wurde errechnet nach der Formel

$$\beta_{SZ} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot b \cdot h} \quad [N/mm^2]$$

worin

F Höchstlast

b,h Querschnittsabmessungen der Steine sind.

Die Grenz- und Mittelwerte der Spaltzugfestigkeiten sowie die Standardabweichungen und Variationskoeffizienten sind in den Spalten 2 bis 6 von Zahlentafel 4 zusammengestellt. In Spalte 7 wurde die Spaltzugfestigkeit auf die Mittelwerte der Steindruckfestigkeiten bezogen und als Prozentwert angegeben.

Zahlentafel 4: Spaltzugfestigkeiten der Steine

Kurz- bezeichnung	Grenzwerte		Mittel- wert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Variations- koeffizient V	$\frac{100 \cdot \beta_{SZ}}{\beta_{St}}$
	min	max				
-	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%	%
1	2	3	4	5	6	7
G	0,18	0,29	0,25	0,03	13,1	10,0
KSL	0,75	1,20	0,98	0,17	17,0	6,5
Wpl 0,9-5	0,35	0,45	0,40	0,03	8,4	9,5
Wpl 1,0-6	0,38	0,62	0,52	0,08	16,2	7,8

5.1.2.2 Mörtel

a) Ausgangsmaterialien

Die Mauermörtel wurden aus Portlandzement, Weißkalkhydrat und Mauer sand 0-4 mm hergestellt. Der Mauer sand war ein Grubensand aus der näheren Umgebung Hannovers. Da im Verlaufe der Forschungsarbeiten zwei Lieferungen des Sandes verarbeitet wurden, wurde vom Sand jeder Lieferung die Kornzusammensetzung durch Siebanalysen ermittelt. In Zahlentafel 5 sind die Kornverteilungen der beiden Mauer sande dargestellt.

Zahlentafel 5: Kornzusammensetzung des Mauersandes

Sieb- loch- weite	Siebdurchgang	
	Siebung Febr. 1983	Siebung Juli 1983
mm	Gew.-%	Gew.-%
0,063	1,1	1,3
0,125	3,3	3,1
0,25	26,2	22,5
0,5	66,9	62,1
1	84,9	83,8
2	91,3	90,5
4	100,0	100,0

Wie Zahlentafel 5 zeigt, war die Kornverteilung des Mauersandes aus beiden Lieferungen annähernd gleich.

Der Portlandzement und das Weißkalkhydrat wurden über einen Baustoffhändler am Ort bezogen. Eine Prüfung des Zementes nach DIN 1164 ergab die folgenden Werte:

Erstarrungsbeginn: 129 min
Erstarrungsende: 159 min
Druckfestigkeit des Normmörtels im Alter von
2 d: 28,9 N/mm² (Soll > 10 N/mm²)
28 d: 53,9 N/mm² (Soll 35,0 bis 55,0 N/mm²)

Der Zement ist danach ein PZ 35 F.

Prüfungen am Weißkalkhydrat wurden nicht durchgeführt. Um über den gesamten Zeitraum der Untersuchungen immer wieder Mörtel mit den gleichen Eigenschaften herstellen zu können, sollte die Mörtelzusammensetzung entgegen DIN 1053 nach Gewichtsteilen erfolgen. Ein so zusammengesetzter Mörtel ist erfahrungsgemäß leichter reproduzierbar als ein nach Raumteilen zusammengesetzter Mörtel.

Zur Umrechnung erforderliche Schüttdichten der Mörtelbestandteile wurden bestimmt. Es ergaben sich als Mittelwerte aus je 6 Proben:

PZ 35 F Schüttdichte ρ = 1,210 kg/dm³
Kalkhydrat Schüttdichte ρ = 0,500 kg/dm³.

b) Mörtelgruppen und Mischungsverhältnisse

Bedingt durch den Zeittakt der durchzuführenden Wandversuche wurden für die verwendeten Mörtel der Gruppen II und III mittlere Mörteldruckfestigkeiten nach 6 Tagen angestrebt, die ungefähr den Mindestanforderungen nach DIN 1053 Teil 1, Tabelle 7, entsprechen sollten.

In Vorversuchen war festgestellt worden, daß mit den in DIN 1053 Teil 1 angegebenen Mischungsverhältnissen unter Verwendung der zur Verfügung stehenden Ausgangsstoffe die angegebenen Druckfestigkeiten zum Teil erheblich überschritten werden. Daher wurden die in DIN 1053 angegebenen Mischungsverhältnisse entsprechend abgeändert und mit den in Zahlentafel 6 angegebenen Mischungsverhältnissen gearbeitet.

Zahlentafel 6: Mischungsverhältnis der Mauermörtel

Mörtel- gruppe	Mischungsverhältnis	
	in Raumteilen Z:KH:S	in Gewichtsteilen Z:KH:S
1	2	3
II	1:2:9	1:0,83:10,33
III	1:0:4,5	1:0:5,17

Das Mischen des Mörtels erfolgte in einem Zwangsmischer. Es wurde so viel Wasser zugegeben, daß nach Erfahrung der ausführenden Maurer ein "kellengerechter" Mörtel entstand. Das Ausbreitmaß eines so eingestellten Mörtels, geprüft nach DIN 18555 Teil 3, liegt erfahrungsgemäß bei ca. 16,0 cm. Für alle hergestellten Mörtel der Gruppe II ergab sich bei einem gewählten w/z-Wert von 2,70 (entspricht einem Wasser/Bindemittelwert von 1,48) ein Ausbreitmaß (Mittelwert) von 16,4 cm. Bei den Mörteln der Gruppe III war bei einem w/z-Wert von 1,55 (= Wasser/Bindemittelwert von 1,55) der Mittelwert der Ausbreitmaße 16,2 cm.

Aus den Frischmörteln für die Herstellung der Wandprüfkörper wurden je Wand zwei Sätze Mörtelprismen $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ angefertigt. Die Herstellung und Verdichtung erfolgte nach DIN 1164. Nach 24 Stunden in den Stahlformen wurden die Prismen entschalt und in einem Feuchtwarmkasten ($20^\circ\text{C}/ > 95 \text{ \% rel. Luftfeuchte}$) gelagert. Einen Tag vor der Wandprüfung (in der Regel am 5. Tag nach der Herstellung), wurden die Mörtelprismen dann in Normalklima ($20^\circ\text{C}/65 \text{ \% rel. Luftfeuchte}$) umgelagert, wo sie bis zur Prüfung am nächsten Tage verblieben.

c) Ergebnisse der Festmörtelprüfungen

An den Mörtelprismen $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ wurden am Tage der zugehörigen Wandprüfungen die Rohdichte, die Trockenroh-dichte, die Biegezug- und die Druckfestigkeit nach DIN 18555 bestimmt. In Zahlentafel 7 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Festmörtelwerte aus allen durchgeführten Prüfungen enthalten.

Die für die Prüfwände im einzelnen ermittelten Mörtelfestigkeiten sind zusätzlich in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 7: Festmörtelkennwerte

(Prüfalter in der Regel 6 Tage)

Mörtel- gruppe	Anzahl der Serien	Rohdichte				Biegezug- festigkeit		Druck- festigkeit	
		trocken		am Prüftag		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s				
—	—	kg/dm ³		kg/dm ³		N/mm ²		N/mm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II	40	1,73	0,02	2,02	0,04	0,65	0,12	2,01	0,40
III	5	1,85	0,01	2,10	0,01	3,13	0,58	12,63	3,36

5.1.2.3 Biegezugprüfungen an Kleinprüfkörpern

Um zusätzlich zu den Wandversuchen Aussagen über die Biegefestigkeiten treffen zu können, wurden aus den Gasbetonsteinen und den Wandbauplatten Kleinprüfkörper hergestellt und geprüft. Dazu wurden mit einer Steinsäge einzelne Steine von 24 cm Länge geschnitten. Die Höhe der Gasbetonsteine von 24 cm und diejenige der Wandbauplatten von 32 cm blieb erhalten. Von diesen Formaten wurden jeweils zwei übereinandergemauert, so daß sich Zweisteinkörper von ca. 24 cm Länge und ca. 65 cm (Wandbauplatten) bzw. 50 cm Höhe (Gasbeton) ergaben. Diese Körper wurden flach liegend auf Biegefestigkeit geprüft. Das Belastungssystem ist dem Bild 3 zu entnehmen.

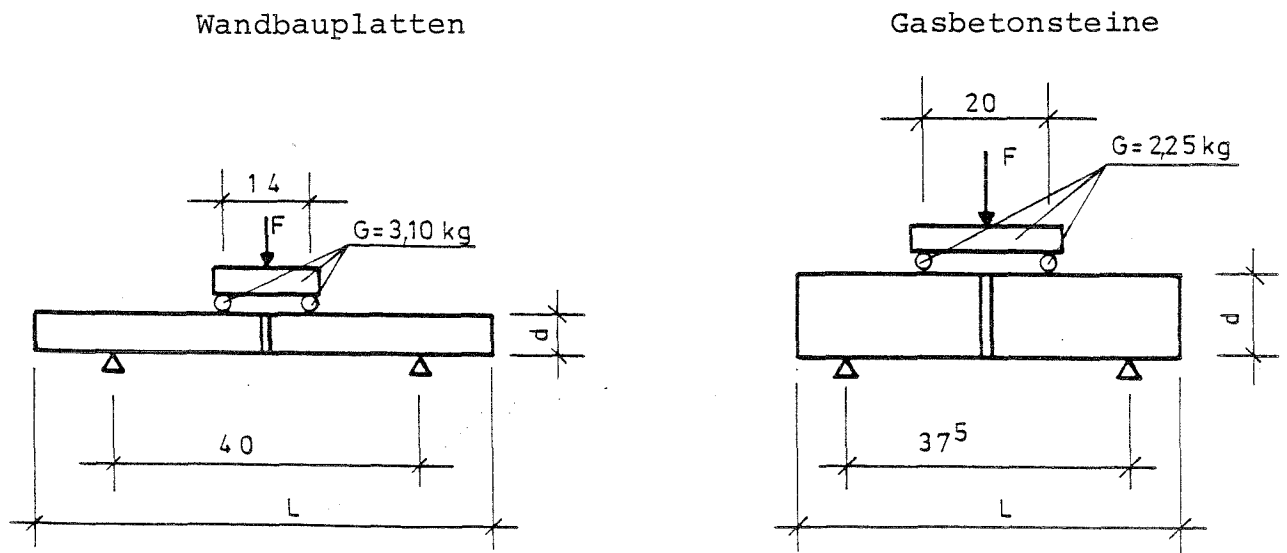


Bild 3: Biegeprüfung der Zweisteinkörper

Es wurden unterschiedlich viele Versuche mit den einzelnen Steinmaterialien und Mörtelgruppen durchgeführt, die jeweilige Anzahl ist der Zahlentafel 8 zu entnehmen. Zu den einzelnen Versuchsserien wurden wieder jeweils zwei Sätze Mörtelprismen $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ hergestellt und zum gleichen Zeitpunkt wie die Kleinprüfkörper geprüft. In Zahlentafel 8 sind die Ergebnisse der Mörtelprüfungen ebenfalls enthalten. Bei der Berechnung der Biegezugfestigkeiten wurden das Eigengewicht der Prüfkörper sowie das Gewicht der Belastungseinrichtung mitberücksichtigt. Die Grenzwerte, die Mittelwerte, die Standardabweichungen sowie die Variationskoeffizienten der Biegezugfestigkeiten sind in Zahlentafel 8 angegeben.

Zahlentafel 8: Biegezugfestigkeiten, ermittelt an Kleinprüfkörpern

Kurz- bez.	Mörtel				Kleinprüfkörper								
	Gruppe	Roh- dichte	Biege- zug- festig- keit	Druck- festig- keit	An- zahl	Länge i.M.	Breite i.M.	Höhe i.M.	Biegezugfestigkeiten				
									Grenzwerte min	max	Mittel- wert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Variations- koeffizient V
-	-	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²	-	cm	cm	cm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
G	II	1,73	0,79	2,19	10	49,2	23,9	12,1	0,07	0,19	0,12	0,04	33
Wpl 0,9-5	II	1,74	0,65	2,09	3	64,5	24,3	5,0	0,22	0,28	0,26	0,04	15,4
	III	1,85	3,12	12,71	3	64,6	24,2	4,9	0,28	0,36	0,32	0,04	12,5
Wpl 1,0-6	II	1,74	0,78	2,48	13	63,9	23,9	5,9	0,22	0,37	0,32	0,05	15,6
	III	1,85	3,71	13,99	13	64,2	24,0	5,9	0,41	0,78	0,55	0,11	20,0

Die Haftscherfestigkeitsprüfungen wurden mit der im Bild 4 dargestellten Versuchsvorrichtung durchgeführt. Um den Einfluß des Steinformates für die hier untersuchten Stein-Mörtel-Kombinationen auszuschalten, wurden für alle Prüfkörper Abmessungen gewählt, die in Länge x Höhe = $240 \times 113 \text{ mm}^2$ dem Steinformat 2 DF entsprachen. Die Steindicke ergab sich aus der Dicke der vorhandenen Steinmaterialien. Die Steinformate wurden mit einer Steinsäge aus den größeren Gasbetonsteinen und Wandbauplatten geschnitten. Die Versuchskörper wurden entsprechend der Vermauerung der Steine in den Wänden liegend hergestellt. Der untere Stein wurde ohne Mörtel auf einen Abgleichtisch gelegt, der obere Stein wurde dann mit einer 12 mm dicken Lagerfuge daraufgemauert. Dabei wurde darauf geachtet, daß die nicht geschnittenen Längsseiten zur Lagerfuge zeigten, um einen etwa vorhandenen Einfluß der Schnittkanten auszuschalten. Die Kalksand-Lochsteine wurden - wie üblich - Lochseite auf Deckelseite gemauert. Die Versuchskörper lagerten bis zu ihrer Prüfung in den Laborräumen bei einer Temperatur von ca. 20°C und einer rel. Luftfeuchtigkeit von 40 % bis 70 %. Entsprechend dem Prüfalter bei den Hauptversuchen wurden die Haftscherfestigkeitsprüfungen nach 7 Tagen vorgenommen. Bei der Herstellung der Versuchskörper wurden von jeder Mörtelmischung zwei Sätze Mörtelprismen $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ entsprechend DIN 8555 hergestellt. Die Prismen lagerten nach dem Ausschalen nach 24 Stunden bis einen Tag vor der Prüfung in einem Feuchtwarmkasten ($20^\circ\text{C}/95 \%$ rel. Luftfeuchte). Bis zur Prüfung lagerten sie dann weiterhin bei Normalklima ($20^\circ\text{C}/65 \%$ rel. Luftfeuchte). Sie wurden am Tage der Haftscherfestigkeitsprüfungen auf Biegezug- und Druckfestigkeit geprüft. Anschließend wurde nach Trocknung der Proben bis zur Gewichtsgleiche auch die Trockenrohdichte der Mörtel bestimmt. Die Ergebnisse der Haftscherfestigkeitsprüfungen sowie der zugehörigen Mörteluntersuchungen sind in Zahlentafel 9 zusammengestellt.

Zahlentafel 9: Ergebnisse der Haftscherfestigkeitsprüfungen

Kurz- bezeichnung	Gruppe	Mörtel			Anzahl der Prüf- körper	Haftscherfestigkeiten β_{HS}				
		Roh- dichte	Biege- zugfestig- keit	Druck- festig- keit		Grenzwerte min max		Mittel- wert	Standard- abweichung	Variations- koeffizient
-	-	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
G	II	1,72	0,63	2,28	25	0,06	0,35	0,15	0,07	48,9
Wpl 0,9-5	II	1,72	0,82	2,64	35	0,16	0,78	0,37	0,12	32,9
Wpl 0,9-5	III	1,86	3,83	15,48	10	0,29	1,25	0,88	0,30	34,1
Wpl 1,0-6	II	1,72	0,82	2,66	37	0,24	0,76	0,56	0,14	24,5
Wpl 1,0-6	III	1,86	3,83	15,48	10	0,86	1,69	1,25	0,28	22,4
KSL	II	1,72	0,68	2,38	23	0,04	0,69	0,26	0,16	63,2

Bei den Versuchen mit Gasbetonsteinen erfolgte der Bruch ausnahmslos zwischen Stein und Mörtel, wobei immer die Mörtelfuge vollständig an einem Stein zurückblieb. Auch bei den Kalksandsteinen erfolgte der Bruch generell zwischen Stein und Mörtel, wobei jedoch der Mörtel bereichsweise von dem einen oder anderen Stein gelöst wurde. Lediglich bei ca. 50 % der Probekörper aus Leichtbeton mit M II erfolgte der Bruch im Mörtel, jedoch niemals bei Versuchskörpern mit Mörtel der Gruppe III. Bei den restlichen Versuchen mit Leichtbeton und M II sah der Bruch aus wie bei den Kalksandsteinen beschrieben: Bruch zwischen Mörtel und Stein, bereichsweises Ablösen des Mörtels von dem einen oder anderen Stein.

5.2 Ergebnisse von Verformungsmessungen

5.2.1 Horizontale Durchbiegungen

Bei allen Wandversuchen wurden die horizontalen Durchbiegungen in Wandmitte, bei den längeren Wänden (ab 3,0 m Länge) auch am freien Rande gemessen. Unter jeder Stufe der unterschiedlichen Belastungsarten wurde die horizontale Verformung abgelesen. Bei der Auswertung wurden die Differenzen zu den Anfangswerten gebildet. Dabei wurde bei denjenigen Versuchswänden, die nur unter Vertikal- oder Horizontallast geprüft wurden, auf die vor Belastungsbeginn durchgeführte Nullablesung bezogen. Bei den Versuchswänden mit Horizontallast bei gleichzeitiger konstanter Vertikallast wurde außerdem auf die vor Beginn der Horizontalbelastung durchgeführte Ablesung zurückgerechnet. In den Tabellen A 1 - A 61 sind die unter den einzelnen Laststufen ermittelten horizontalen Durchbiegungen zusammengestellt.

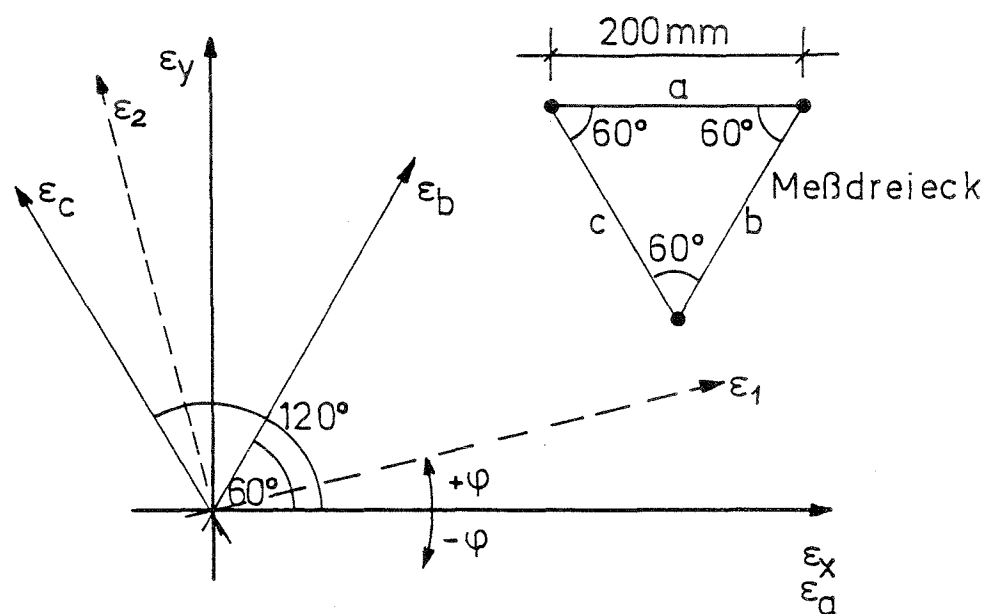
5.2.2 Vertikale Dehnungen

Bei den zweiseitig gehaltenen Versuchswänden unter Vertikallast wurden die vertikalen Dehnungen unter den einzelnen Laststufen ermittelt. Wie schon unter 4.1 beschrieben, waren hier auf Vorder- und Rückseite der Wände je zwei vertikale Meßstrecken von 1400 mm Ausgangslänge angebracht. In der Auswertung wurde für jede Ablesung aus den Meßwerten der Mittelwert gebildet und in % umgerechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle A 1 bis A 16 zusammengestellt.

5.2.3 Dehnungen der dreiseitig gehaltenen Wände

In den gehaltenen Ecken der dreiseitig gelagerten Wände wurden beidseitig Dehnungsmessungen in drei unter 60° zueinander stehenden Richtungen auf der Wandfläche vorgenommen. Die Meßstrecken der Dreiecke betrugen 200 mm. Bei der Auswertung dieser Dehnungsmessungen wurde die Messung vor Beginn der Horizontalbelastung als Nullmessung angesehen, auf die die Dehnungen bezogen wurden. Bei Wänden mit ausschließlich vertikaler Belastung war die Messung vor Belastungsbeginn die Ausgangsmessung.

In einem ersten Auswerteschritt wurden aus den Messungen für jede Laststufe die unter 60° zueinander stehenden Dehnungen ε_a , ε_b und ε_c ermittelt. Die Tabellen A 17 - A 61 enthalten diese berechneten Werte. Die Lage der Meßdreiecke im Koordinatensystem ist aus der Skizze zu ersehen.



Aus dem Mohr'schen Dehnungskreis für den zweiachsigen Zustand erhält man mit den ermittelten Dehnungen ϵ_a , ϵ_b und ϵ_c nach einiger Rechnung die Dehnungen ϵ_x und ϵ_y sowie die Hauptdehnungen ϵ_1 und ϵ_2 nebst der Hauptdehnungsrichtung φ :

$$\begin{aligned}\epsilon_x &= \epsilon_a \\ \epsilon_y &= -\frac{1}{3} \epsilon_a + \frac{2}{3} \epsilon_b + \frac{2}{3} \epsilon_c \\ \epsilon_{1,2} &= \frac{1}{3} (\epsilon_a + \epsilon_b + \epsilon_c) \pm \sqrt{\frac{1}{9} (2\epsilon_a - \epsilon_b - \epsilon_c)^2 + \frac{1}{3} (\epsilon_b - \epsilon_c)^2} \\ \tan 2\varphi &= \frac{\sqrt{3} (\epsilon_b - \epsilon_c)}{2 \epsilon_a - \epsilon_b - \epsilon_c}\end{aligned}$$

Die gesamte Auswertung aller Dehnungen und ihrer Hauptrichtungen wurde auf einem Tischrechner programmiert, so daß nach Eingabe der Nullmessungen und der entsprechenden Meßwerte die errechneten Dehnungen für jede Laststufe direkt ausgegeben wurden und in die Tabellen A 17-A 61 übernommen werden konnten.

6. Auswertungen

6.1 Biegezugfestigkeiten der Wände aus Versuchen
ohne Auflast

Bei ausnahmslos allen Versuchswänden mit horizontaler Belastung traten im Verlauf der Prüfung erste horizontale Risse in der Lagerfuge nahe der Lasteinleitung auf der "Zugseite" der Wand auf. Bei den zweiseitig gehaltenen Wänden lief der Riß sehr bald über die gesamte Wandlänge, während er bei den dreiseitig gehaltenen am freien Rand begann und bei steigender Horizontallast sich erst allmählich zum gehaltenen Rand hin fortsetzte. Nur in Ausnahmefällen lief dieser Riß bis ganz zum gehaltenen Rand, im Regelfall verzweigte er sich hin zu den Ecken am gehaltenen Rand. Diese Diagonalrisse traten erst bei Versagen der Versuchswand oder aber unmittelbar davor auf. Aus der Entwicklung der Risse während der steigenden Horizontalbelastung kann darauf geschlossen werden, daß das Versagen der Versuchswände auf die Überschreitung der Biegezugfestigkeit im Mauerwerk senkrecht zur Lagerfuge auftritt. Da die erreichten horizontalen Bruchlasten q_h bei den unterschiedlichen Prüfwänden auch unterschiedliche Werte ergaben, soll untersucht werden, welchen Einfluß der gehaltene Rand auf die horizontale Tragfähigkeit einer Wand hat. Zu diesem Zweck wurden die horizontalen Bruchlasten q_h aller Wände ohne vertikale Auflast über dem Verhältnis Länge : Höhe in Bild 5 aufgetragen.

Man sieht recht deutlich den die Traglast steigernden Einfluß des gehaltenen Randes bei Verhältnissen bis $l/h \sim 2,0$, darüber hinaus tragen die Wände praktisch als zweiseitig gehaltene Platten. Bei den 6 cm dicken Bimswänden ist aus Wand Nr. 56 ein wirklicher Versuchswert vorhanden, bei den Gasbetonwänden wurde dieser entsprechende Wert an Wand Nr. 60 ermittelt.

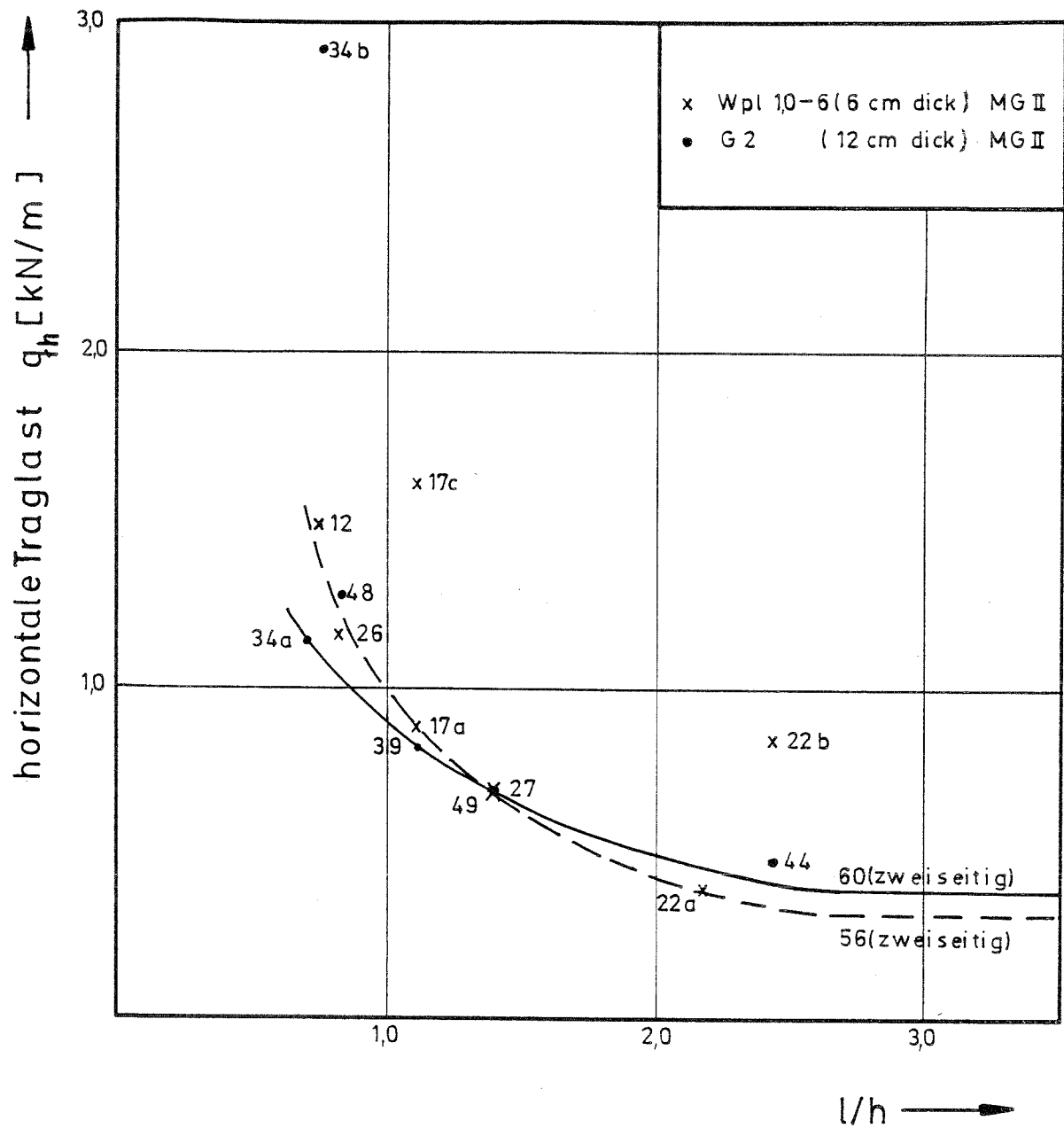
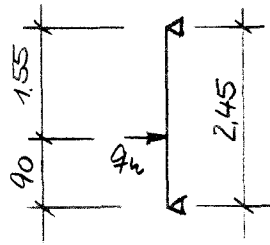


Bild 5: Horizontale Traglast q_h über l/h

Aus den an den Kleinprüfkörpern ermittelten Biegezugfestigkeiten wurden horizontale Traglasten q_h ermittelt und den Versuchsergebnissen gegenübergestellt. Dazu wurde das statische System der einachsigt gespannten Platte mit den Abmessungen nach der folgenden Systemskizze angenommen.



$$M = q_h \cdot 90 \cdot 155 / 245$$

$$\beta_{BZ} = \frac{M}{W}$$

nach Umformung

$$q_h = 0,29 \cdot d^2 \cdot \beta_{BZ}$$

worin q_h horizontale Traglast in kN/m
 d Wanddicke in cm
 β_{BZ} Biegezugfestigkeit aus Kleinprüfkörpern
in kN/cm² nach Zahlentafel 8

Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in Zahlentafel 10 zusammengestellt.

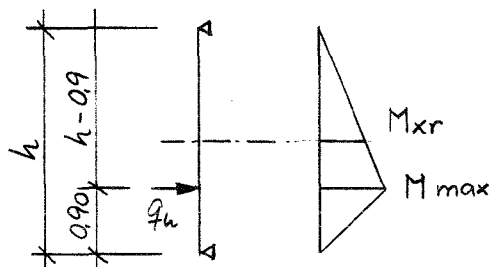
Zahlentafel 10: Horizontale Traglasten q_h , an zwei-seitig gehaltenen Versuchswänden ermittelt und mit Biegezugfestigkeiten von Kleinprüfkörpern errechnet

Kurzbezeichnung	Mörtelgruppe	Horizontale Traglast q_h		③ / ④
		aus Wandversuch (Nr.)	aus Rechnung	
-	-	kN/m	kN/m	-
1	2	3	4	5
Wpl 0,9-5	II	0 (Nr. 54)	0,19	0
"	III	0,26 (Nr. 55)	0,23	1,13
Wpl 1,0-6	II	0,33 (Nr. 56)	0,34	0,97
"	III	0,46 (Nr. 57)	0,58	0,79
G 2	II	0,40 (Nr. 60)	0,51	0,78

Die Versuchswand Nr. 54 versagte, ohne daß die horizontale Traglast bzw. der Öldruck in der Belastungsvorrichtung abgelesen werden konnte. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß infolge innerer Reibung der Zugzylinder bei 1,25 m langen Prüfwänden horizontale Traglasten erst ab einer Größe von etwa 0,20 kN/m abgelesen werden konnten. Da die errechnete Traglast $q_h = 0,19$ kN/m beträgt, kann also durchaus davon ausgegangen werden, daß eine Horizontallast in dieser Größenordnung beim Versagen der Wand aufgebracht war, ohne daß sie abgelesen werden konnte. Bei den übrigen Ergebnissen kann von einer recht guten Übereinstimmung gesprochen werden, wobei jedoch Vorbehalte wegen der geringen Anzahl der Versuche gemacht werden müssen.

Die Ergebnisse aus den zweiseitig gehaltenen Versuchswänden wie auch aus der Berechnung liegen in der gleichen Größenordnung wie die Ergebnisse aus den Wänden Nr. 22a bzw. Nr. 44. Das bedeutet, daß bei den hier vorhandenen Verhältnissen $l/h = 2,17$ bzw. $l/h = 2,45$ der dritte gehaltene Rand keinen Einfluß auf die horizontale Traglast ausübt. Auffällig sind die Ergebnisse Nr. 22b, 17c und 34b. Bei diesen Wänden wurde die oberste Fuge zwischen Wand und Belastungsträger vermörtelt. Bei Horizontalbelastung konnten sich in diesen Wänden durch Gewölbewirkung vertikale Längskräfte aufbauen, die bis zur Größe des Eigengewichtes der Belastungsträger ansteigen konnten. Bei den Versuchswänden Nr. 22b, 17c und 34b betrug dieses Eigengewicht abhängig von den Wandlängen etwa 2,1 kN/m (Nr. 34b) bis 2,6 kN/m (Nr. 17c). Hieran wird deutlich, daß geringe vertikale Auflasten auf die Wände die horizontale Traglast erhöhen; dieses Ergebnis wird späterhin bei der Ermittlung von Grenzabmessungen zu berücksichtigen sein.

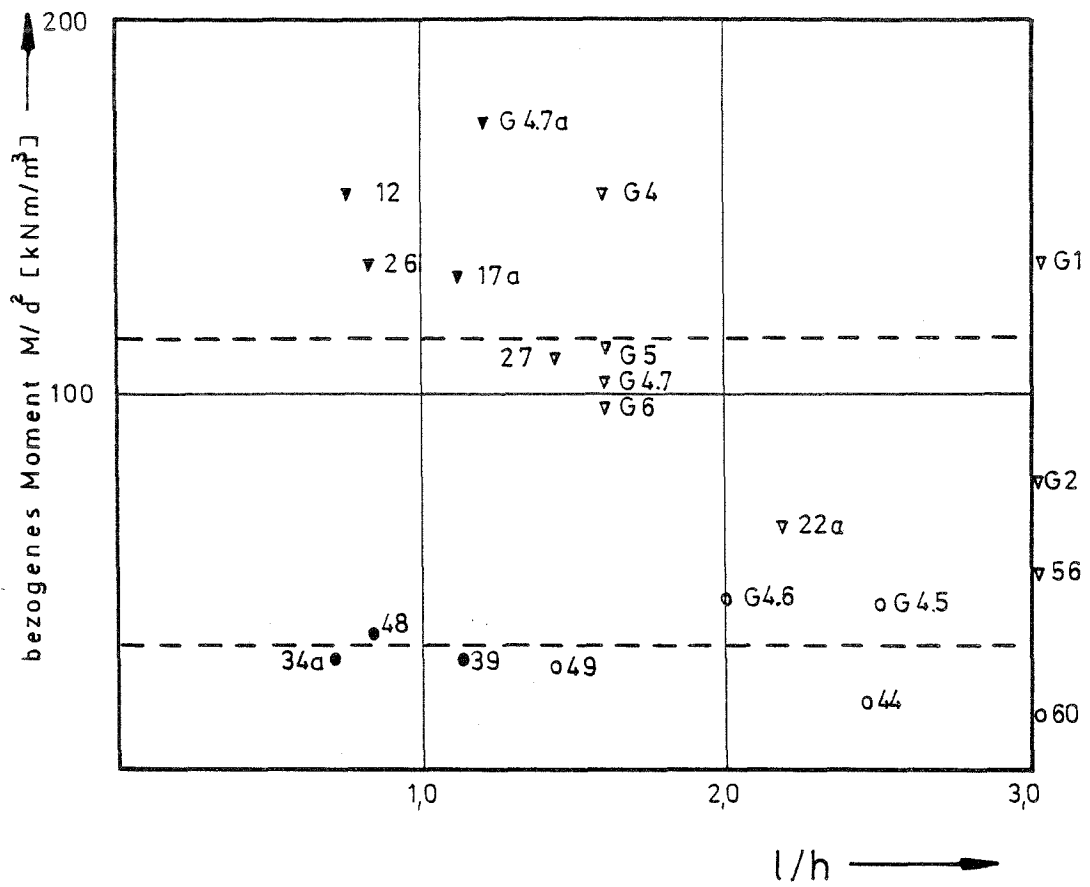
Für die weitere Auswertung wurden aus den horizontalen Traglasten Bruchmomente ermittelt. Für Verhältnisse $l/h > 1,0$ wurde als System die frei drehbar gelagerte einachsig gespannte Platte gewählt. Für Verhältnisse $l/h \leq 1,0$ wurden die Momente mit Hilfe von Tabellenwerken für dreiseitig gelagerte Platten mit frei drehbaren Rändern ermittelt [3]. Da mit diesen Tabellen die Momente M_{xr} am freien Rand nur in halber Wandhöhe errechnet werden können, wurde für den freien Rand ein ähnlicher Momentenverlauf angenommen wie für eine zweiseitig gelagerte Wand. Die aus den Tabellen errechneten Momentenwerte M_{xr} wurden entsprechend diesem angenommenen Momentenbild umgerechnet auf M_{max} (siehe Systemskizze).



Es ergab sich für die Maximalmomente am freien Rand von dreiseitig gestützten Platten

$$M_{max} = M_{xr} \left(2 - \frac{1,8}{h} \right)$$

Um den Einfluß der Wanddicke auf die horizontale Traglast auszuschalten, wurden die bezogenen Momente M_{max}/d^2 gebildet. Diese Beziehung wurde gewählt, weil in das Widerstandsmoment eines Rechteckquerschnitts neben dem Festwert $b/6$ die Querschnittsdicke d in der zweiten Potenz eingeht. Die so erhaltenen bezogenen Bruchmomente wurden in Bild 6 über dem Verhältnis l/h aufgetragen.



- ∇ Wandbauplatten aus Leichtbeton, Dicke $d = 5$ bzw. 6 cm, Momente aus Rechnung als dreiseitig gestützte Platte
- ∇ Wandbauplatten aus Leichtbeton, Dicke $d = 5$ bis $9,5$ cm, Momente aus Rechnung als zweiseitig gestützte Platte
- $\bullet$ Gasbetonsteine $d = 12$ cm, Momente aus Rechnung als dreiseitig gestützte Platte
- $\circ$ Gasbetonsteine $d = 10$ bzw. 12 cm, Momente aus Rechnung als zweiseitig gestützte Platte

Bild 6: Bezogenes Bruchmoment M/d^2 über l/h

Um möglichst viele Versuchsergebnisse in die Auswertung einzubeziehen, wurden auch Ergebnisse aus einem nicht veröffentlichten Gutachten von Prof. Dr. K. Kirtschig "Zur Frage der Abmessungen von unbelasteten Wänden in Mauerwerksbauweise" vom 27.07.1981 berücksichtigt, soweit die Randbedingungen mit den hier durchgeführten Wandversuchen vergleichbar waren. Die Versuchsergebnisse G 1 bis G 6 sind der Tabelle 1, Ergebnisse G 4.5 bis G 4.7a der Tabelle 4 des genannten Gutachtens entnommen. Die Ergebnisse G 1, G 2, 56 und 60 wurden an zweiseitig gestützten Wandprüfkörpern gewonnen, der besseren Übersicht wegen sind sie über dem Verhältnis $l/h = 3,0$ aufgetragen.

Sieht man sich die Ergebnisse der Gasbetonwände an, so kann abgesehen von den Prüfstreuungen, festgestellt werden, daß die bezogenen Momente M/d^2 und damit auch die Biegefestigkeiten einen konstanten Wert ergeben, unabhängig vom Seitenverhältnis l/h der Versuchswände. Dieses kann als ein Zeichen dafür gewertet werden, daß die Schnittgrößen in den Versuchswänden nach der Elastizitätstheorie ermittelt werden können. Für die weiteren Auswertungen wird für die Versuche an Gasbetonwänden der Mittelwert $M/d^2 = 33,5 \text{ kNm/m}^3$ angenommen. Trotz der recht großen Prüfstreuungen wird in grober Näherung auch für die Wände aus Leichtbetonplatten der Mittelwert aus den Versuchsergebnissen $M/d^2 = \text{rd. } 115 \text{ kNm/m}^3$ angesetzt.

6.2 Anforderungen zur Festlegung von Grenzabmessungen

DIN 4103 Teil 1 vom Juli 1984 unterscheidet für nichttragende innere Trennwände zwei Einbaubereiche.

Einbaubereich 1:

Bereiche mit geringer Menschenansammlung,
z.B. Wohnungen, Hotel-, Büroräume u.ä.

Einbaubereich 2:

Bereiche mit großer Menschenansammlung,
z.B. größere Versammlungsräume, Schulräume,
Verkaufsräume u.ä.

Nach Punkt 4.2 der Norm muß der Nachweis ausreichender Biegegrenztragfähigkeit gegenüber einer 0,9 m über dem Fußpunkt angreifenden horizontalen Streifenlast geführt werden. Diese als vorwiegend ruhend wirkend angenommene Gebrauchslast hat die Größe

$$p_1 = 0,5 \text{ kN/m im Einbaubereich 1}$$

$$p_2 = 1,0 \text{ kN/m im Einbaubereich 2.}$$

Der Nachweis kann als rechnerischer Spannungsnachweis mit zulässigen Spannungen aus den entsprechenden Normen für die jeweiligen Wandbauarten geführt werden. Er kann aber auch durch Versuche ersetzt werden. In diesem Falle ist die Bruchlast zu ermitteln. Die maßgebende Bruchlast F_{versuch} muß um den Sicherheitsfaktor $\gamma = 1,5$ über der Gebrauchslast liegen. Nach Punkt 5.2 der Norm ist die maßgebende Bruchlast zu errechnen aus

$$F_{\text{versuch}} = \bar{F}_u / \gamma$$

wobei näherungsweise gesetzt werden kann

$$\gamma = \sqrt{1 + s_F / \bar{F}_u)^2} \cdot \exp(K \cdot s_F / \bar{F}_u)$$

mit $\bar{F}_u$ als Mittelwert und s_F als Standardabweichung der Versuchsergebnisse nach DIN 53804 Teil 1 und $K = 1,5$.

Für die Abschätzung von γ betrachte man Bild 6. Bei einem Verhältnis $l/h = 1,6$ liegen vier Versuchsergebnisse vor. Der Mittelwert ($\overline{M/d^2}$) beträgt $115,5 \text{ kNm/m}^3$, die Standardabweichung s_F ist $22,7 \text{ kNm/m}^3$. Damit wird der Variationskoeffizient $22,7/115,5 = 0,197$. Es wird weiterhin aufgerundet mit $s_F/\overline{F}_u = 0,20$ gerechnet. Somit wird

$$\gamma = \sqrt{1 + 0,20^2} \exp(1,5 \cdot 0,2) = 1,377.$$

Mit dem Sicherheitsfaktor $\gamma = 1,5$ werden die anzusetzenden Streifenlasten:

$$\text{Einbaubereich 1: } p_1 = 0,5 \cdot 1,377 \cdot 1,5 = 1,03 \text{ kN/m}$$

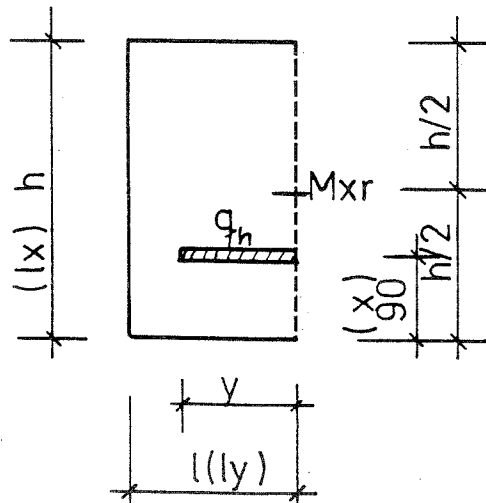
$$\text{Einbaubereich 2: } p_2 = 1,0 \cdot 1,377 \cdot 1,5 = 2,06 \text{ kN/m.}$$

Für die weiteren Auswertungen wird angenommen

$$p_1 = 1,0 \text{ kN/m, } p_2 = 2,0 \text{ kN/m.}$$

6.3 Grenzabmessungen für dreiseitig gehaltene Wände ohne Auflast (ein vertikaler Rand frei)

Die folgende Auswertung wird für dreiseitig gehaltene Wände vorgenommen, deren Ränder frei drehbar gelagert sind. Die Tabellen in Bruckner "Elastische Platten" geben für vier Verhältnisse $l_y/l_x = 0,25$ bis $l_y/l_x = 1,0$ Momentenbeiwerte u.a. für das Feldmoment am freien Rand M_{xr} an.



Der Momentenbeiwert, im folgenden sei er mit f bezeichnet, ist tabelliert in Abhängigkeit von l_y/l_x , x/l_x und y/l_y . Die Belastungslänge y erstreckt sich bei allen Wänden über die gesamte Wandlänge $l_y (= l)$, so daß für die folgende Auswertung anzusetzen ist $y/l_y = 1,0$. Für das Verhältnis x/l_y ergibt sich die Abhängigkeit $0,9/h$. Mit diesen Eingangswerten kann das Feldmoment am freien Rand ermittelt werden zu

$$M_{xr} = f \cdot q_h \cdot l$$

Um das maximale Moment am freien Rand zu errechnen, wird wieder die gleiche Umrechnung vorgenommen, wie unter 6.1 beschrieben

$$M_{\max} = M_{xr} \left(2 - \frac{1,8}{h} \right)$$

$$M_{\max} = f \cdot q_h \cdot l \left(2 - \frac{1,8}{h} \right)$$

$$\text{umgestellt } q_h = \frac{M}{f \cdot l \cdot \left(2 - \frac{1,8}{h} \right)}$$

Mit den unter 6.1 ermittelten bezogenen Bruchmomenten $M/d^2 = 33,5 \text{ kNm/m}^3$ (Gasbetonwände und $M/d^2 = 115 \text{ kNm/m}^3$) (Bimswände) können nun bei vorgewählten Wandhöhen und -dicken für die in [3] tabellierten Verhältnisse l_y/l_x (hier entsprechend l/h) horizontale Bruchlasten q_h ermittelt werden. Diese errechneten Werte können über dem Verhältnis l/h oder h/l aufgetragen werden und durch eine Regressionsrechnung ausgeglichen werden. Es wurden Exponentialansätze der Form

$$q_h = a \cdot e^{b(h/l)}$$

als die Kurven mit den besten Bestimmtheitsmaßen gefunden. Als untere Grenze für die horizontale Bruchlast q_h kann diejenige angesehen werden, die sich aus einer Berechnung an der zweiseitig gestützten, gelenkig gelagerten Platte wie unter 6.1 beschrieben ergibt. Für eine 3,0 m hohe,

6 cm dicke Wand aus Leichtbeton-Wandbauplatten
($M = 115 d^2$) sei beispielhaft diese Auswertung dargestellt.

$h = 3,0 \text{ m}$, $d = 6 \text{ cm}$, $M = 115 d^2$, $y/l = 1,0$, $x/h = 0,30$

$l/h \text{ [-]}$	0,25	0,50	0,75	1,0	∞ (zweiseitig)
$l \text{ [m]}$	0,75	1,50	2,25	3,0	∞
$h/l \text{ [-]}$	4,0	2,0	1,33	1,0	0
$f \text{ [-]}$	0,0469	0,1122	0,1285	0,1213	-
$q_h \text{ [kN/m]}$	8,4	1,76	1,02	0,81	0,66

Nach einer Regressionsrechnung, in die der Wert $q_h = 0,66 \text{ kN/m}$ aus der zweiseitigen Halterung nicht einbezogen wurde, ergaben sich für den Exponentialansatz $q_h = a \cdot e^{b(h/l)}$ die Festwerte zu $a = 0,366$ und $b = 0,783$. Das Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,9999$ spricht für eine sehr gute Anpassung. Dies läßt die Vermutung aufkommen, daß der Auswertung von Bruckner ebenfalls die hier gewählte Funktion zugrunde liegt. Leider sind hierzu bei Bruckner keine Angaben gemacht.

Damit lautet für diesen speziellen Fall der Ansatz

$$q_h = 0,366 e^{0,783(h/l)}$$

In Bild 7 ist der Kurvenverlauf aufgezeichnet. Mit $q_h = 0,66 \text{ kN/m}$ aus der zweiseitigen Halterung ergibt sich die Kurve $q_h = 0,66$, der Schnittpunkt zwischen beiden Kurven liegt hier bei $h/l = 0,61$, entsprechend $l/h = 1,64$, was bedeutet, daß bei Verhältnissen $h/l \leq 0,61$ zweiseitige Halterung, bei $h/l > 0,61$ dreiseitige Halterung angenommen werden kann. Mit den Anforderungen nach 6.2 von

$$p_1 = 1,0 \text{ kN/m und } p_2 = 2,0 \text{ kN/m}$$

ergeben sich für dieses Beispiel die Grenzverhältnisse zu

$$h/l_{(p1)} = 1,28 \quad h/l_{(p2)} = 2,17$$

Damit werden die max. Grenzlängen für die hier ausgewertete Wand

$$\max l_{(p1)} = 2,34 \text{ m} \quad \max l_{(p2)} = 1,38 \text{ m}$$

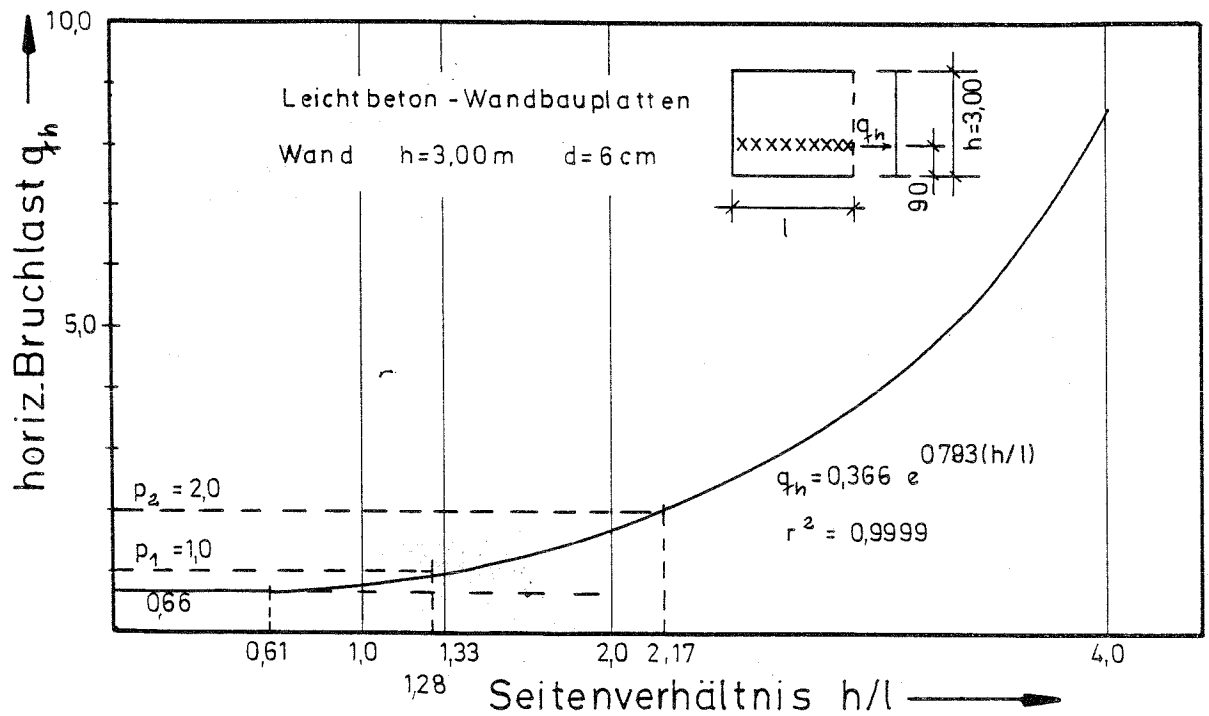
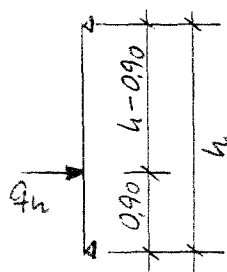


Bild 7: Horizontale Bruchlast q_h über Seitenverhältnis h/l für eine dreiseitig gehaltene Wand von $h = 3,0 \text{ m}$, $d = 6 \text{ cm}$, aus Leichtbeton-Wandbauplatten ohne vertikale Auflast

Für Wandhöhen von 2,50 m bis 4,50 m in Sprüngen von 50 cm und für baupraktisch übliche Waddicken wurden für die Steinarten Gasbeton ($M/d^2 = 33,5 \text{ kNm/m}^3$) und Leichtbetonplatten ($M/d^2 = 115 \text{ kNm/m}^3$) in der beschriebenen Weise die Grenzabmessungen ermittelt und in Zahlentafel 11 und 12 eingetragen. In den Bildern 8 bis 11 sind für die Einbaubereiche 1 und 2 getrennt die errechneten Grenzlängen über der Waddicke d aufgetragen worden. Es ergeben sich Kurvenscharen für die unterschiedlichen Wandhöhen und Steinarten. Ab einer Mindestdicke sind die Wände in der Lage, die geforderten horizontalen Streifenlasten als zweiseitig gehaltene Systeme aufzunehmen. Diese Mindestdicken wurden wieder am statischen System der einachsigen gespannten Platte mit den bezogenen Momenten M/d^2 für die einzelnen Steinarten (Biegezugfestigkeiten) ermittelt:



$$M = q_h \cdot 0,9(h-0,9) / h$$

Mit dem bezogenen Moment

$$M/d^2 = n \quad n = 33,5 \text{ kNm/m}^3 \text{ (Gasbeton)}$$

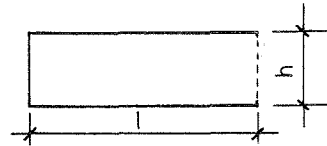
$$n = 115 \text{ kNm/m}^3 \text{ (Leichtbeton)}$$

wird

$$\min d = \sqrt{q_h \cdot (0,9h - 0,81) / h \cdot n}$$

Diese Mindestdicken $\min d$ sind theoretisch die Kurven, denen sich die entsprechenden Kurvenscharen in den Bildern 8 bis 11 asymptotisch nähern. Da diese Überlegungen aber mehr mathematischer Art sind und auf die Grenzlängen keinen nennenswerten Einfluß haben, werden die Kurven so gezeichnet, wie in den Bildern dargestellt, nämlich mit Knickpunkt im Überschneidungsbereich der Mindestdicke.

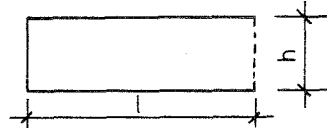
Zahlentafel 11: Errechnete Grenzlängen für dreiseitig
gehaltene Wände ohne vertikale Auflast
(ein freier vertikaler Rand)
 $M/d^2 = 115 \text{ kNm/m}^3$ (Leichtbeton-Wandbauplatten)



		max. Wandlänge [cm] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{d}$	$\frac{m}{dm}$	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5		1,42	1,71	1,98	2,23	2,57
		0,88	1,14	1,35	1,56	1,82
6		2,10	2,34	2,61	2,90	3,28
		1,10	1,38	1,62	1,86	2,15
7		3,47	3,37	3,57	3,85	4,29
		1,40	1,69	1,94	2,21	2,54
9		∞	12,00	9,21	8,33	8,49
		2,48	2,65	2,92	3,20	3,60
10		∞	∞	25,00	16,00	14,06
		∞	3,49	3,68	3,92	4,37
11,5		∞				
12						
17,5						
						∞

Zahlentafel 12: Errechnete Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast
(ein freier vertikaler Rand)

$M/d^2 = 33,5 \text{ kNm/m}^3$ (Gasbetonsteine)



		max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{d}$	$\frac{h}{d}$	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5	0,68	0,90	1,08	1,27	1,49	
	0,53	0,71	0,86	1,02	1,20	
6	0,81	1,05	1,25	1,45	1,70	
	0,60	0,80	0,97	1,13	1,34	
7	0,95	1,22	1,44	1,65	1,93	
	0,68	0,90	1,08	1,25	1,48	
9	1,35	1,65	1,90	2,16	2,49	
	0,86	1,11	1,32	1,53	1,78	
10	1,64	1,94	2,20	2,47	2,83	
	0,97	1,23	1,45	1,67	1,95	
115	2,29	2,52	2,78	3,05	3,46	
	1,16	1,44	1,68	1,92	2,23	
12	2,60	2,75	3,02	3,31	3,72	
	1,23	1,52	1,77	2,02	2,33	
175	∞	∞	∞	∞	∞	
	2,91	2,97	3,21	3,51	3,91	

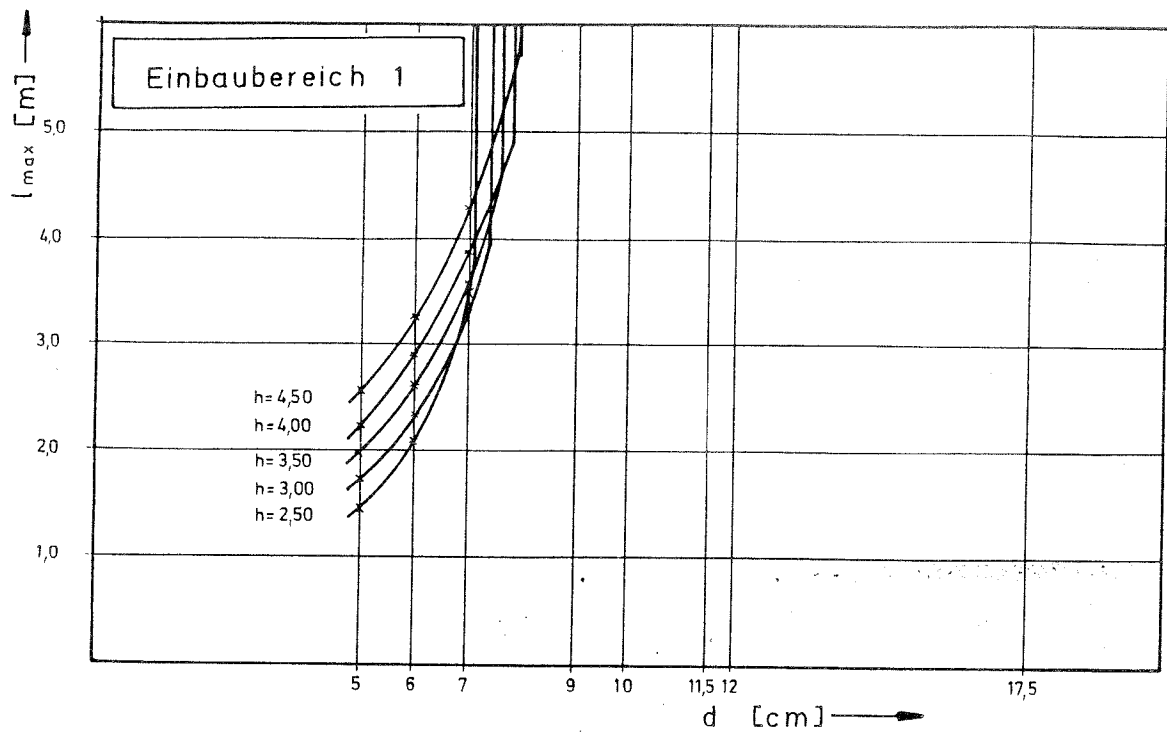


Bild 8: Grenzlängen $l_{\max}$ in Abhängigkeit von der Wandhöhe und der Wanddicke (Wandbauplatten aus Leichtbeton, Einbaubereich 1)

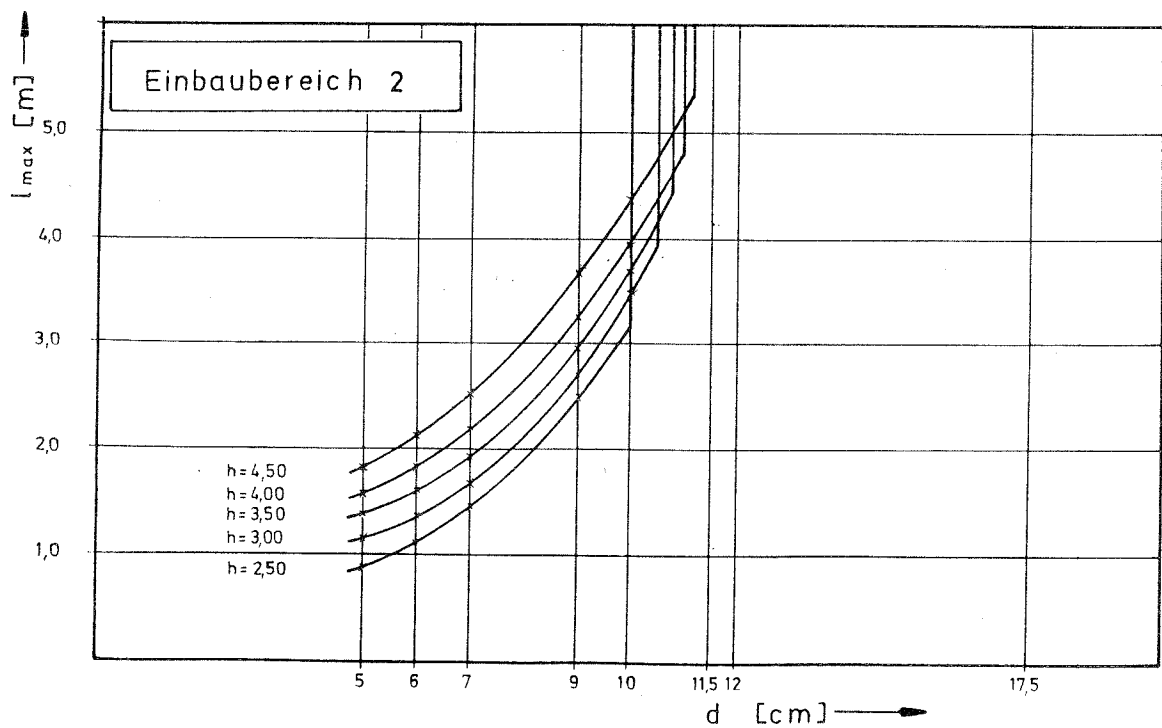


Bild 9: Grenzlängen $l_{\max}$ in Abhängigkeit von der Wandhöhe und Wanddicke (Wandbauplatten aus Leichtbeton, Einbaubereich 2)

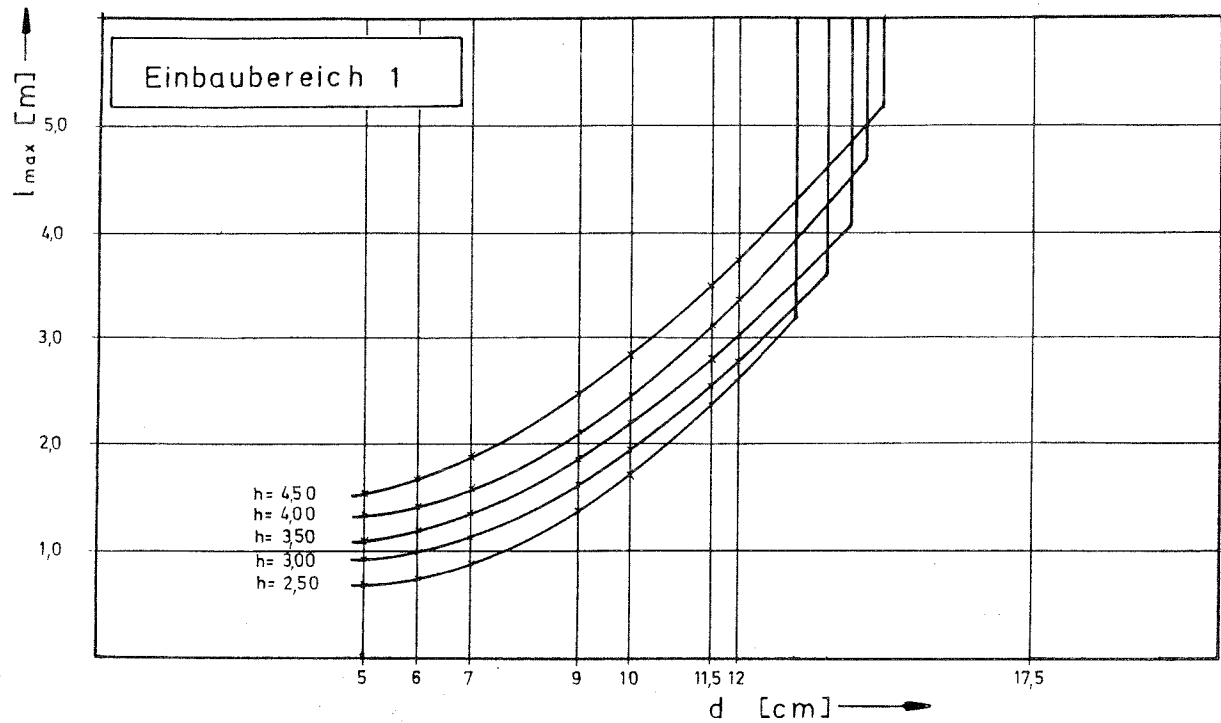


Bild 10: Grenzlängen $l_{\max}$ in Abhängigkeit von der Wandhöhe und Wanddicke (Gasbetonsteine, Einbaubereich 1)

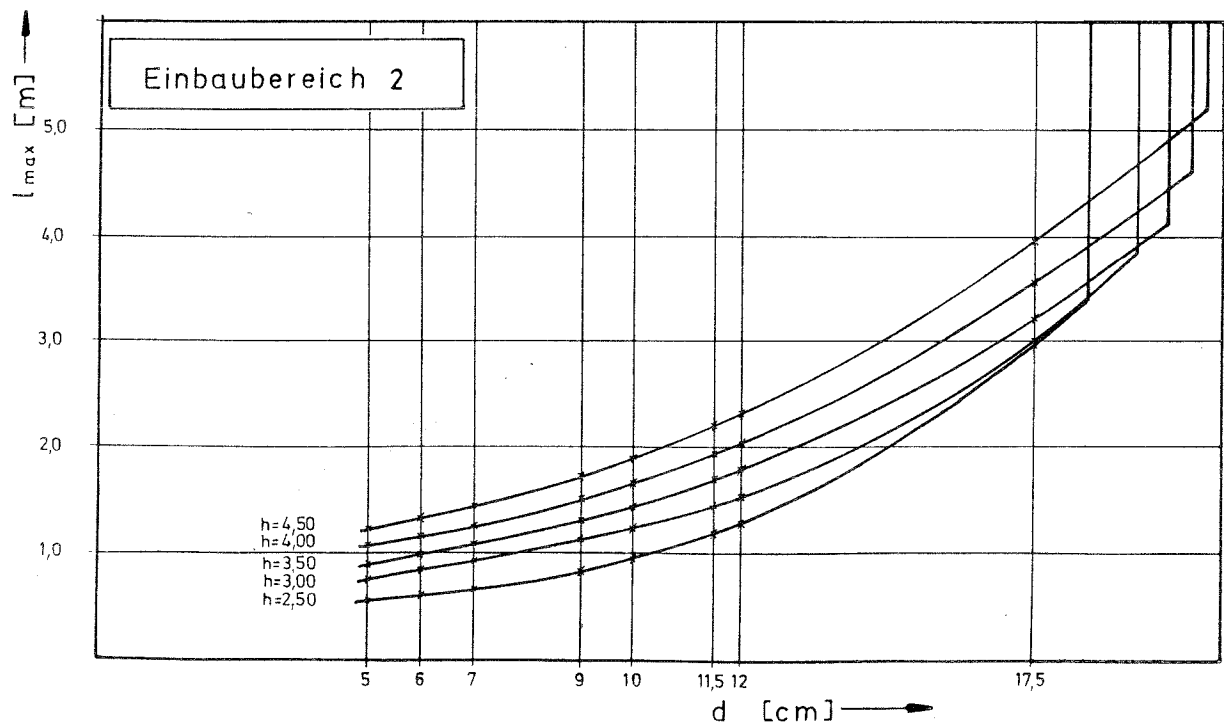


Bild 11: Grenzlängen $l_{\max}$ in Abhängigkeit von der Wandhöhe und Wanddicke (Gasbetonsteine, Einbaubereich 2)

6.4 Grenzabmessungen für dreiseitig gehaltene Wände mit Auflast (ein vertikaler Rand frei)

6.4.1 Vorgehensweise

Für die folgende Auswertung werden die Ergebnisse aus denjenigen Wandversuchen berücksichtigt, die unter vorgewählter vertikaler Auflast mit einer horizontalen Streifenlast bis zum Versagen geprüft wurden.

Die Belastungsträger für die Vertikalkraft haben die Auflast gleichmäßig verteilt zentrisch in die Wände eingeleitet, d.h. die planmäßige Ausmitte ist $e = 0$. Durch das Aufbringen der Horizontallast stellt sich am Wandfuß und -kopf infolge der verhin- derten Knotendrehungen eine Ausmitte ein, die theore- tisch anwächst bis $e = d/2$, d.h. die Resultierende steht auf dem Querschnittsrand, und die klaffende Fuge reicht über den gesamten Querschnitt. Praktisch jedoch wird dieser Fall nicht eintreten können, da in- folge der immer kleiner werdenden Druckfläche die Druck- spannungen die Mauerwerksfestigkeiten überschreiten und zu örtlichen Zerstörungen führen. In diesem Falle nimmt die Ausmitte einen Wert zwischen 0 und $d/2$ an, und bei weiterer Steigerung der Horizontallast ver- sagt die Wand infolge Überschreitung der Biegefestigkeit.

In der folgenden Auswertung soll die Ausmitte errech- net werden, die sich bei den Versuchen mit vertikaler Auflast und horizontaler Streifenlast im Versagenszu- stand eingestellt hat. Es wird die Annahme getroffen, daß auf der Zugseite beim Versagen gerade die Biegezug- festigkeit aufgetreten ist, die aus den in 6.1 ermittel- ten bezogenen Momenten M/d^2 errechnet werden kann. Allgemein gilt für den Rechteckquerschnitt bei reiner Biegung:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{M \cdot 6}{b \cdot d^2} = \frac{M}{d^2} \cdot \frac{6}{b}$$

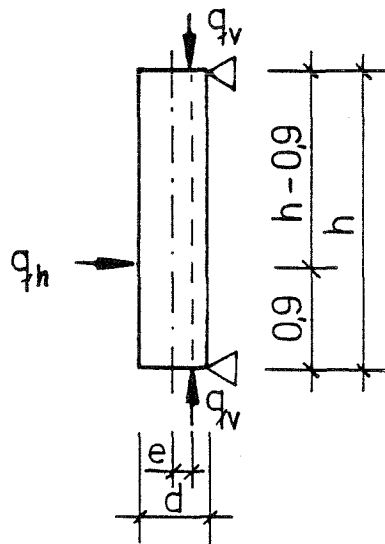
Damit wird im Versagenszustand

$$\beta_{BZ} = \frac{M}{d^2} \cdot \frac{6}{1,0}$$

für Gasbetonwände $\beta_{BZ} = 115 \cdot 6 / 1,0 = 690 \text{ kN/m}^2$,

für Leichtbetonwände $\beta_{BZ} = 33,5 \cdot 6 / 1,0 = 201 \text{ kN/m}^2$.

Bei Annahme gelenkiger Halterung am Wandkopf und -fuß wird das statische System wie folgt gewählt:



Im Querschnitt des maximalen Momentes wird dann das Bemessungsmoment

$$M_r = M_{\max} - q_v \cdot e$$

und die Biegezugfestigkeit ist

$$\beta_{BZ} = - \frac{q_v}{A} + \frac{M_r}{W}$$

Nach Einsetzen und Umformen erhält man

$$e = \frac{M_{\max}}{q_v} - \frac{d}{6} - \frac{\beta_{BZ} \cdot d^2}{6 \cdot q_v}$$

Das Moment $M_{\max}$ wird für die dreiseitig gehaltenen Wände ermittelt wie unter 6.3 beschrieben:

- Feldmoment M_{xr} am freien Rand nach Tabellen in [3]
- Umrechnung auf $M_{\max}$.

Für zweiseitig gehaltene Wände (bzw. Wände mit $l/h \geq \sim 1,0$) wird das Moment direkt ermittelt aus der Beziehung

$$M_{\max} = q_h \cdot 0,9(h - 0,9)/h$$

Die errechneten Ausmitten e sind in Spalte 8 der Zahlentafel 13 eingetragen, Spalte 9 enthält die bezogenen Ausmitten e/d .

Erwartungsgemäß streuen die Ergebnisse sehr stark. Insbesondere bei den recht dünnen Leichtbetonwänden ergeben sich teilweise sehr geringe Ausmitten. Dagegen sind die errechneten Ausmitten bei den dickeren Gasbetonwänden mit Werten um $d/2$ recht groß, was bedeuten kann, daß die vorhandene Biegezugfestigkeit größer war als angenommen.

Es erscheint für die folgende Auswertung mechanisch sinnvoll, eine sich einstellende Ausmitte von $e = d/6$ anzusetzen.

Im nächsten Schritt werden für die Wände unter der geforderten horizontalen Streifenlast $p_1 = 1,0 \text{ kN/m}$ bzw. $p_2 = 2,0 \text{ kN/m}$ bei Annahme der vorher ermittelten Biegefestigkeit von $\beta_{BZ} = 690 \text{ kN/m}^2$ (Gasbeton) bzw. $\beta_{BZ} = 201 \text{ kN/m}^2$ die erforderlichen vertikalen Auflasten q_v unter der angenommenen Ausmitte $e = d/6$ ermittelt und über dem Verhältnis l/h aufgetragen. Es ergeben sich so Kurven für q_v über l/h in Abhängigkeit von der horizontalen Streifenlast (Einbaubereich 1 und 2), von der Wanddicke d , von der angenommenen Biegefestigkeit β_{BZ} und der Wandhöhe h .

Zahlentafel 13: Errechnete Ausmitten e aus Versuchen mit vertikaler Auflast und Horizontallast

Wand Nr.	Material		Versuchsergebnisse		Berechnung		Auswertungsergebnisse	
	Steinart	Dicke	q_v	q_h	zweiseitig	dreiseitig	e	e/d
—	—	[cm]	[kN/m]	[kN/m]	—	—	[cm]	—
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3			22,0	1,42	x		1,6	0,32
4	Wpl.	5	45,5	1,46	x		0,4	0,08
5			63,2	2,01	x		0,5	0,10
13			51,5	3,41		x	0,7	0,12
14	Wpl.	6	103,4	3,97		x	~0	~0
15			144,1	5,22		x	0,1	0,02
18			50,8	3,28	x		1,9	0,32
19	Wpl.	6	104,9	4,07	x		0,8	0,13
20			142,2	2,99	x		~0	~0
23			27,9	1,68	x		0,9	0,15
24	Wpl.	6	57,6	3,05	x		1,3	0,22
25			76,5	2,90	x		0,6	0,10
35			15,5	8,66		x	15,7	1,31
36	G2	12	30,3	7,86		x	6,0	0,50
37			40,9	8,89		x	4,9	0,41
40			14,3	4,80	x		13,7	1,14
41	G2	12	30,5	6,10	x		7,8	0,65
42a			41,3	6,97	x		6,4	0,53
42b			60,2	8,42	x		5,2	0,43
45			15,5	3,05	x		6,1	0,51
46	G2	12	30,4	5,29	x		6,3	0,53
47			40,3	6,28	x		5,7	0,48

Für dreiseitig gehaltene Wände werden wieder wie vor die Momente am freien Rand nach Tafelwerten von [3] ermittelt. Die Umrechnung der Momente von M_r auf M_{max} erfolgt wie schon mehrfach beschrieben. Es werden die vertikalen Auflasten für die Verhältnisse $l/h = 0,25, 0,50, 0,75$ und $1,0$ ermittelt. Als oberer Grenzwert für q_v wird die vertikale Auflast aus einer Rechnung an der zweiseitig gehaltenen Platte angenommen. Gibt man sich nun einen Maximalwert $\max q_v$ vor, bis zu dem die vertikale Auflast ansteigen darf, so ergeben sich mit den einzelnen Kurven Schnittpunkte, die die Grenzverhältnisse l/h und damit bei vorgewählten Wandhöhen h die Grenzlängen l_{max} liefern. Für die Abschätzung von $\max q_v$ erschien es zweckmäßig, diesen Wert auf die Wandfestigkeit β_w zu beziehen. Diese vertikale Auflast sollte zum einen so groß sein, daß sich realistische Grenzabmessungen ergeben, zum anderen muß sie aber auch von im üblichen Hochbau vorhandenen Decken aufgebracht werden können. Das bedeutet, daß die unter den horizontalen Streifenlasten sich aufbauenden Vertikalkräfte von den angrenzenden Bauteilen (Decken) erbracht werden müssen. Dazu sei Bild 12 betrachtet. Über dem Verhältnis Spannung aus vertikaler Auflast σ_v /Wandfestigkeit β_w wurden für 1,75 m lange Wände aus Gasbetonsteinen und Leichtbauplatten die Versuchsergebnisse q_h aufgetragen und durch Kurven nach Augenschein ausgeglichen. Die Anforderungen $p_1 = 1,0 \text{ kN/m}$ und $p_2 = 2,0 \text{ kN/m}$ sind ebenfalls eingezeichnet. Man sieht, daß die Wände ohne Auflast hier nicht die Anforderungen für den Einbaubereich 2 erfüllen. Eine geringe Auflast jedoch steigert die horizontale Tragfähigkeit soweit, daß die Anforderungen eingehalten sind. Bei dem Leichtbeton-Wandtyp genügt eine Auflast von etwa 5 % der vertikalen Bruchlast, um die Standsicherheit zu gewährleisten. Sinnvoll erscheint es, für die Ermittlung der Grenzlängen ein Verhältnis $\sigma_v/\beta_w = 0,10$ anzunehmen.

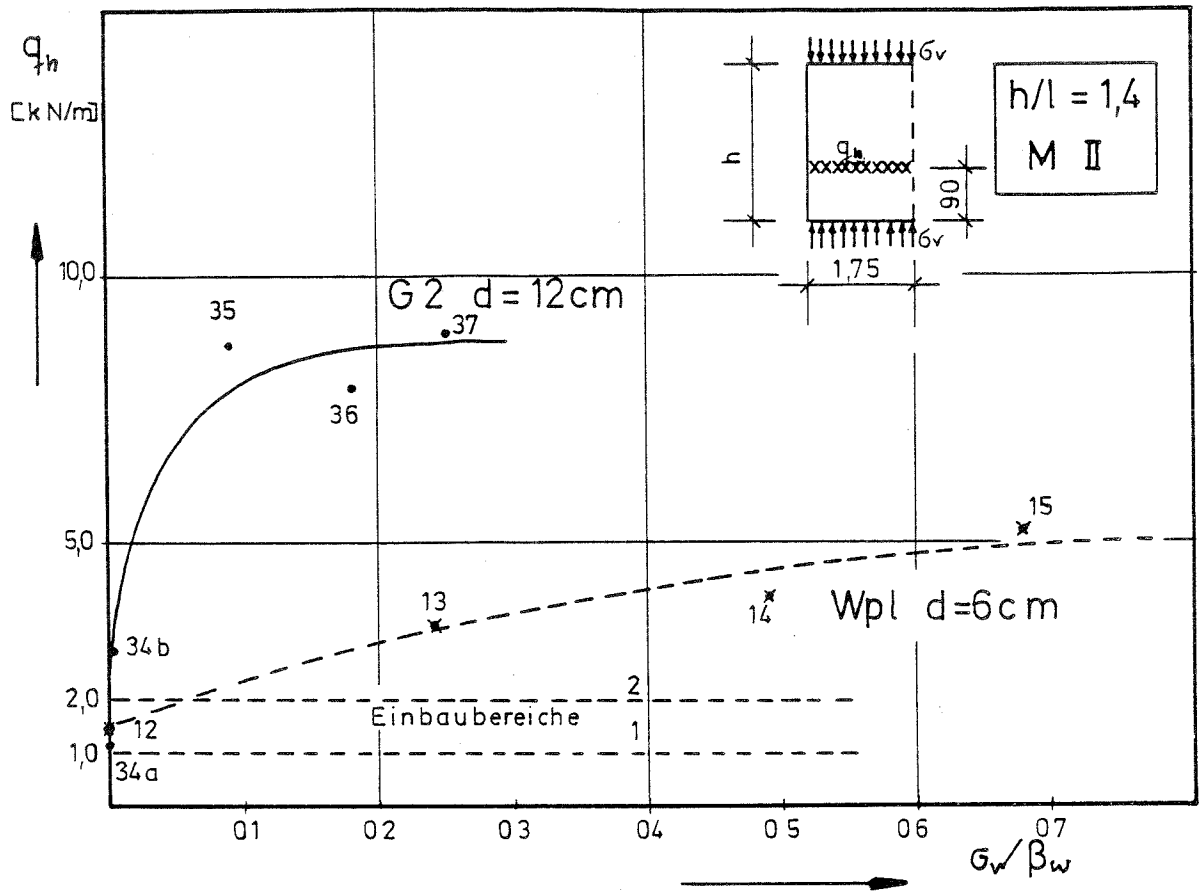


Bild 12: Horizontale Bruchlast über dem Verhältnis σ_v/B_w

Die Abgrenzung nach oben sei wie folgt dargestellt:

Aus den Versuchen Nr. 33, 38, 43, 59 ergibt sich als Mittelwert der Wandfestigkeit für Gasbetonwände

$\bar{B}_w = 1,56 \text{ N/mm}^2$, aus den Versuchen Nr. 1, 11, 16, 21, 58 folgt für die Leichtbetonwände $\bar{B}_w = 2,73 \text{ N/mm}^2$.

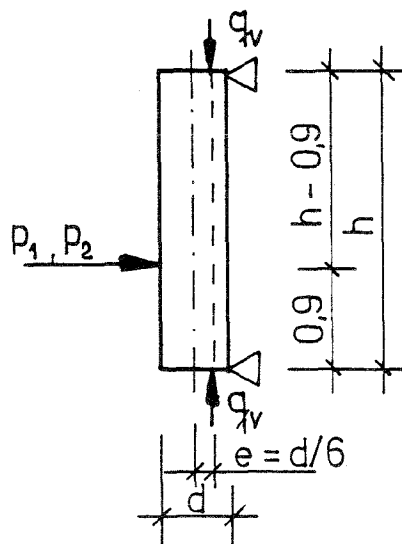
Geht man davon aus, daß im üblichen Hochbau mit dem Einbaubereich 1 nichttragende innere Trennwände bis zu einer Dicke von höchstens 15 cm (Gasbeton) oder ca. 8 cm (Leichtbeton) Verwendung finden - bei größeren Wändicken ist die Standsicherheit als zweiseitig gehaltene Wand ohne Auflast gewährleistet (s. Bilder 8 und 10)- so ergibt sich als erforderliche vertikale Auflast bei

Gasbetonwänden $q_v = 0,10 \cdot 1,56 \cdot 150 \cdot 10^3 / 10^3 = 23,4 \text{ kN/m}$
Leichtbetonwänden $q_v = 0,10 \cdot 2,73 \cdot 80 \cdot 10^3 / 10^3 = 21,8 \text{ kN/m}$.

Bei einem üblicherweise vorhandenen Deckeneigengewicht einschließlich Belag und Putz von ca. $5,0 \text{ kN/m}^2$ würde diese Auflast durch eine Deckenbreite von $23,4 / 5,0 \approx 4,70 \text{ m}$ aufgebracht werden können. Im Normalfalle wird diese Deckenfläche vorhanden sein, so daß die Annahme der Auflast zu 10 % der Bruchlast als realistisch und nicht zu hoch angesehen werden kann. Im Einbaubereich 2 sieht diese Abschätzung ähnlich aus. Den höheren Anforderungen und evtl. größeren Wanddicken stehen hier in aller Regel auch höhere Deckendicken und größere Grundflächen der Räume gegenüber.

6.4.2 Grenzabmessungen

Es wird wieder das folgende statische System angenommen



Das Bemessungsmoment im Bereich des maximalen Biegemomentes wird

$$M_r = M_{\max} - q_v \cdot e$$

Die Biegezugspannung wird

$$\sigma = -\frac{q_v}{A} + \frac{M_r}{W}$$

Mit $e = d/6$ und der Biegefestigkeit β_{BZ} wird dann für eine Wand mit der Länge $l = 1,0 \text{ [m]}$ nach Umformung

$$q_v = \frac{3 M_{\max}}{d} - \beta_{BZ} \cdot \frac{d}{2}$$

und die bezogene Auflast

$$\frac{q_v}{d} = \frac{3 M_{\max}}{d^2} - \frac{\beta_{BZ}}{2}$$

Darin wird das Moment $M_{\max}$ bestimmt wie vor:

a) für dreiseitig gehaltene Wände nach Tafelwerten in [3]

$$M_{xr} = f \cdot p_{1,2} \cdot l$$

umgerechnet zu

$$M_{\max} = f \cdot p_{1,2} \cdot l \left(2 - \frac{1,8}{h}\right)$$

b) für zweiseitig gehaltene Wände

$$M_{\max} = p_{1,2} \cdot 0,9 (h - 0,9) / h$$

Für unterschiedliche Wandhöhen, Waddicken und Einbaubereiche werden die bezogenen vertikalen Auflasten q_v/d errechnet und über dem Verhältnis l/h aufgetragen. Die zu den einzelnen Waddicken gehörigen Werte werden durch eine Kurve nach Augenschein verbunden, die sich dem Wert q_v/d aus zweiseitiger Rechnung asymptotisch annähert. Für bestimmte vorgegebene Auflaststufen, z.B. $q_v/d = 0,15 \beta_w$ ergeben sich Schnittpunkte mit den einzelnen Kurven, die die Grenzverhältnisse l/h und mit der vorgewählten Wandhöhe h auch die max. Grenzlängen $l_{\max}$ ergeben. Diese Auswertung sei im folgenden beispielhaft für 3,0 m hohe Gasbetonwände ($\beta_{BZ} = 201 \text{ kN/m}^2$) im Einbaubereich 2 durchgeführt.

Wände $h = 3,0 \text{ m}$, $\beta_{BZ} = 201 \text{ kN/m}^2$, $y/l = 1,0$, $x/h = 0,30$
 Einbaubereich 2 ($p_2 = 2,0 \text{ kN/m}$)

$l/h \text{ [-]}$	0,25	0,50	0,75	1,0	∞ zweiseitig
$l \text{ [m]}$	0,75	1,50	2,25	3,0	∞
$f \text{ [-]}$	0,0469	0,1122	0,1285	0,1213	-
$M_{\max} \text{ [kNm/m]}$	0,098	0,471	0,810	1,019	1,26
$\frac{q_y \text{ [kN/m}^2\text{]}}{d \text{ [cm]}}$ für Wanddicke $d \text{ [cm]}$	5	17	465	872	1122
	6	-19	292	575	749
	7	-41	188	395	523
	9	-64	74	200	277
	10	-71	41	143	205
	11,5	-78	6	83	131

In Bild 13 sind die Ergebnisse der Auswertung aufgetragen. Die mittlere Wandfestigkeit für die Gasbetonwände hatte sich ergeben zu $\bar{\beta}_w = 1,56 \text{ N/mm}^2$. Für vorgewählte Auflaststufen von $0,1 \beta_w$, $0,15 \beta_w$ und $0,2 \beta_w$ sind die Geraden eingezeichnet. Die Schnittpunkte mit den Kurven liefern für die einzelnen Wanddicken die Grenzverhältnisse l/h . Für die Auflast $0,15 \beta_w$ wird hier z.B. für eine 6 cm dicke Wand

$$\max l/h = 0,45, \quad \max l = 1,35 \text{ m.}$$

In den Zahlentafeln 14 - 16 sind die max. Grenzlängen bei den Auflaststufen $0,1 \beta_w$, $0,15 \beta_w$ und $0,2 \beta_w$ für Gasbeton- und Leichtbetonwände angegeben.

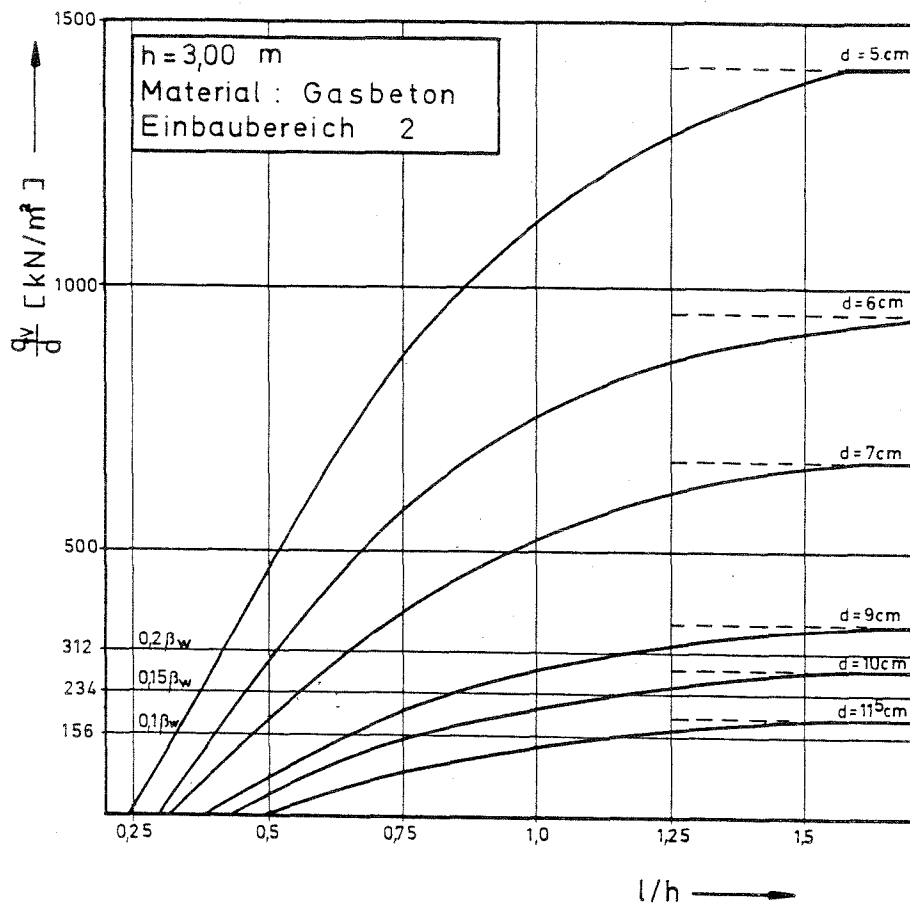


Bild 13: Bezogene vertikale Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h in Abhängigkeit von der Wanddicke
(Gasbetonwand $h = 3,0 \text{ m}$, Einbaubereich 2)

Die weiteren Diagramme für die Ermittlung der Grenzlängen von dreiseitig gehaltenen Wänden unter vertikaler Auflast befinden sich im Anhang.

max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2					
$\frac{h}{d}$	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5	1,18	1,44	1,68	1,92	2,16
	0,78	0,99	1,19	1,36	1,53
6	1,63	1,86	2,14	2,40	2,70
	0,95	1,17	1,40	1,56	1,80
7	2,15	2,43	2,56	3,00	3,38
	1,15	1,41	1,65	1,84	2,16
9	∞	∞	∞	∞	∞
	1,75	2,04	2,28	2,60	2,93
10	∞	∞	∞	∞	∞
	2,23	2,31	2,73	3,00	3,38
11,5	∞	∞	∞	∞	∞
	∞	3,85	3,95	4,16	4,73
12	∞	∞	∞	∞	∞
	∞	∞	∞	4,80	5,40
17,5	∞	∞	∞	∞	∞
	∞	∞	∞	∞	∞

a) Gasbeton

max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2					
$\frac{h}{d}$	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5	2,80	2,95	3,29	3,44	4,00
	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34
6	∞	∞	∞	∞	∞
	1,83	2,07	2,38	2,64	2,97
7	∞	∞	∞	∞	∞
	2,80	2,91	3,12	3,40	3,87
9	∞				
10					
11,5					
12					
17,5					∞

b) Leichtbeton

Zahlentafel 14: Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände unter
Auflast $\sigma_v / \beta_w = 0,10$

		max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{d}$		2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5		1,45	1,71	1,96	2,20	2,52
		0,88	1,11	1,33	1,52	1,76
6		2,13	2,34	2,59	2,80	3,24
		1,13	1,35	1,61	1,80	2,07
7		3,13	3,45	3,57	3,84	4,50
		1,43	1,68	1,99	2,16	2,48
9		∞	∞	∞	∞	∞
		2,45	2,70	2,78	3,20	3,51
10		∞	∞	∞	∞	∞
		∞	3,78	3,75	4,00	4,55
11,5		∞				
12						
17,5						∞

a) Gasbeton

		max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{d}$		2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5		∞	∞	4,66	4,72	5,12
		1,55	1,83	2,07	2,36	2,66
6		∞	∞	∞	∞	∞
		2,13	2,58	2,66	3,08	3,33
7		∞	∞	∞	∞	∞
		∞	4,50	4,34	4,56	5,04
9		∞				
10						
11,5						
12						
17,5						∞

b) Leichtbeton

Zahlentafel 15: Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände unter
Auflast $\sigma_v/B_w = 0,15$

	max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{d}$	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5	1,73	2,01	2,24	2,52	2,93
	0,98	1,23	1,47	1,64	1,94
6	2,65	2,94	3,15	3,40	3,92
	1,28	1,56	1,82	2,00	2,34
7	∞	∞	∞	5,60	6,30
	1,68	1,98	2,21	2,48	2,88
9	∞	∞	∞	∞	∞
	3,20	3,66	3,68	4,00	4,50
10	∞				
11,5					
12					
17,5					∞

a) Gasbeton

	max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{d}$	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5	∞	∞	∞	∞	∞
	1,83	2,10	2,35	2,64	2,97
6	∞	∞	∞	∞	∞
	3,20	3,24	3,43	3,28	4,19
7	∞				
9					
10					
11,5					
12					
17,5					∞

b) Leichtbeton

Zahlentafel 16: Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände unter
Auflast $\sigma_v / \beta_w = 0,20$

6.5 Grenzabmessungen für dreiseitig gehaltene Wände
(oberer Rand frei)

Für die Ermittlung der Grenzabmessungen von dreiseitig gehaltenen Wänden mit oberem freien Rand müssen die Biegefestigkeiten senkrecht und parallel zur Lagerfuge bekannt sein. Aus den durchgeführten Versuchen konnten nur solche senkrecht zur Lagerfuge ermittelt werden. Für die weitere Auswertung müssen also Annahmen für die Biegefestigkeiten parallel zur Lagerfuge getroffen werden. Ausländische Vorschriften, wie zum Beispiel British Standard 5628 "Code of practice for Structural use of masonry", geben auch Biegezugfestigkeiten parallel zur Lagerfuge an, deren Werte rund dreifach so hoch sind wie die senkrecht zur Lagerfuge. Bei den großformatigen Wandbauplatten können diese Werte jedoch nicht ohne weiteres angewendet werden, da der relativ geringe Fugenanteil sicherlich einen Einfluß auf die Biegezugfestigkeit parallel zur Lagerfuge hat. In Ermangelung von Versuchsergebnissen wird für die folgende Auswertung auf der sicheren Seite liegend angesetzt:

$$B_{BZ \parallel} = B_{BZ \perp}$$

Daß diese Annahme nicht zu ungünstig ist, zeigt in der folgenden Auswertung ein Vergleich der Beiwerte f zur Ermittlung der Biegemomente parallel und rechtwinklig zur Lagerfuge.

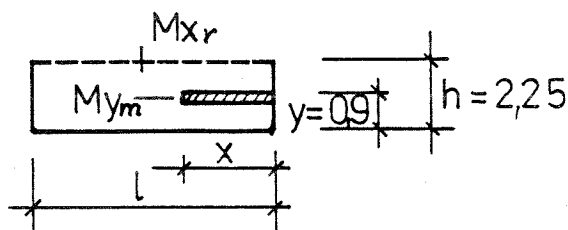
Mit Hilfe dieser Momentenbeiwerte aus den Tabellen in [3] für die Verhältnisse $h/l = 0,25, 0,5, 0,75$ und $1,0$ werden für angenommene Wandhöhen und Wanddicken unter Zugrundelegung der eingangs ermittelten Biegezugfestigkeiten $\beta_{BZ} = 201 \text{ kN/m}^2$ (Gasbetonwände) und $\beta_{BZ} = 690 \text{ kN/m}^2$ (Wände aus Leichtbeton-Wandplatten) zulässige horizontale Streifenlasten q_h ermittelt. Durch die Annahme $\beta_{BZ\parallel} = \beta_{BZ\perp}$ wird für alle Wandtypen die Rechnung über den vertikalen Momentenvektor am oberen freien Rand (M_{xr}) in Verbindung mit der zugehörigen Biegefestigkeit $\beta_{BZ\parallel}$ maßgebend. Die horizontalen Momentenvektoren ($M_{y\max}$) differieren bei den niedrigen Wänden mit dem Verhältnis $h/l = 0,25$ um ca. 5 %, bei der höchsten untersuchten Wand ($h = 4,50 \text{ m}$) und $h/l = 1,0$ um ca. 50 % von den vertikalen Momentenvektoren. Das bedeutet, daß die Annahme $\beta_{BZ\parallel} = \beta_{BZ\perp}$ bei niedrigen langen Wänden realistische Grenzwerte liefert, daß jedoch die höheren kurzen Wände ($h/l \approx 1,0$) zu ungünstige Grenzlängen ergeben. In Ermangelung genauerer Kenntnis von $\beta_{BZ\parallel}$ wird jedoch an den eingangs getroffenen Annahmen festgehalten.

Die ermittelten Streifenlasten q_h werden über dem Verhältnis h/l aufgetragen und durch eine Regressionsrechnung ausgeglichen. Unter mehreren Ansätzen lieferte - wie schon zuvor - ein Exponentialansatz der Form

$$q_h = a \cdot e^{b(h/l)}$$

das höchste Bestimmtheitsmaß. Mit den unter 6.2 ermittelten Anforderungen von $p_1 = 1,0 \text{ kN/m}$ und $p_2 = 2,0 \text{ kN/m}$ ergeben sich Grenzverhältnisse h/l , die wiederum zu Grenzlängen $l_{\max}$ führen.

Für eine 2,25 m hohe Wand aus 6 cm dicken Leichtbeton-Wandbauplatten sei die Auswertung beispielhaft durchgeführt.



$h = 2,25 \text{ m}$, $d = 6 \text{ cm}$, $B_{BZ} = 690 \text{ kN/m}^2$,
 $x/l = 1,0$ $y/h = 0,9/2,25 = 0,40$

$h/l \text{ [-]}$	0,25	0,50	0,75	1,0
$l \text{ [m]}$	9,0	4,50	3,0	2,25
$f(M_{xr}) \text{ [-]}$	0,0497	0,0817	0,0825	0,0682
$f(M_{ym}) \text{ [-]}$	0,0489	0,0707	0,0675	0,0573
$q_h(M_{xr}) \text{ [kN/m]}$	0,93	1,13	1,67	2,70
$h(M_{ym}) \text{ [kN/m]}$	0,94	1,30	2,04	3,21

In Bild 14 sind die errechneten horizontalen Streifenlasten q_h , ermittelt aus M_{xr} , über dem Seitenverhältnis h/l aufgetragen.

Die Regressionsrechnung ergibt die Kurve

$$q_h = 0,602 \exp 1,435 \cdot (h/l)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,9685$.

Die Schnittpunkte der Kurve mit p_1 und p_2 liefern die Grenzverhältnisse 0,35 und 0,84, woraus sich mit der Wandhöhe $h = 2,25 \text{ m}$ die Grenzlängen

$$l_{\max} = 6,43 \text{ m} \text{ für den Einbaubereich 1 und}$$

$$l_{\max} = 2,68 \text{ m} \text{ für den Einbaubereich 2 ergeben.}$$

Die Ergebnisse der weiteren Auswertungen in der beschriebenen Weise sind in Zahlentafel 17 enthalten.

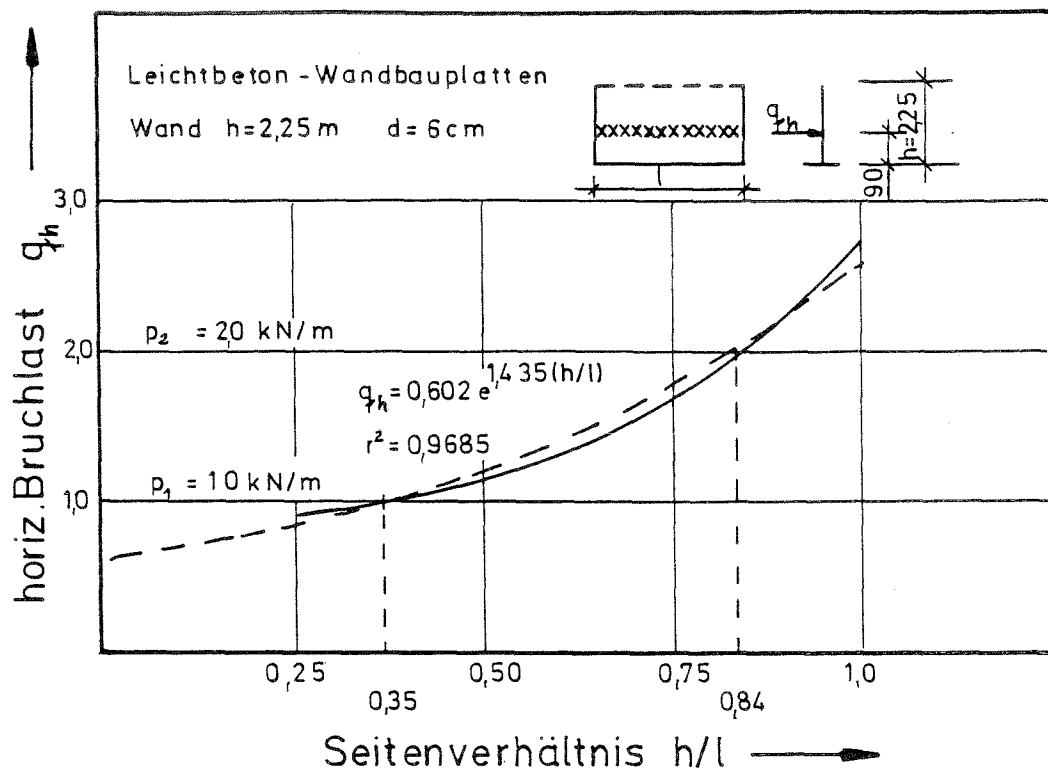


Bild 14: Bruchlast q_h über Seitenverhältnis h/l

Im Bereich $0,25 < h/l < 1,0$ liefert diese Auswertung zutreffende Werte, da in diesem Bereich die Regressionskurve recht gut die tatsächlichen Werte erfaßt. Außerhalb dieses Bereiches kann jedoch der Ansatz nicht überprüft werden. Es erscheint demnach sinnvoll, im unteren Bereich eine Begrenzung $h/l \geq 0,25$ vorzunehmen. Die hieraus gewonnenen Grenzwerte sind in den Zahlentafeln 17a und 17b enthalten. Durch den Ansatz der ermittelten Biegezugfestigkeiten ist eine Wand ab einer gewissen Wanddicke auch ohne Berücksichtigung ihres Eigengewichts in der Lage, die Belastung als frei auskragendes System aufzunehmen. Ab dieser Wanddicke sind keine seitlich gehaltenen Ränder erforderlich, und die Wandlänge kann beliebig sein. Diese Grenzdicken ergeben sich zu

d = 16,4 cm im Einbaubereich 1 für Gasbetonmauerwerk
d = 23,2 cm im Einbaubereich 2 für Gasbetonmauerwerk
d = 8,8 cm im Einbaubereich 1 für Leichtbetonmauerwerk
d = 12,5 cm im Einbaubereich 2 für Leichtbetonmauerwerk

Auch diese Grenzdicken sind bei den Zahlentafeln
17a und 17b berücksichtigt.

		max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2						
$\frac{h}{d}$		2,0	2,25	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5								
6					3,10	3,57	4,05	
					0	0	0	
7		2,02	2,32	2,63	3,19	3,76	4,30	4,89
		1,35	1,55	1,76	2,16	2,54	2,92	3,31
9		3,17	3,63	4,10	4,92	5,83	6,67	7,50
		1,79	2,05	2,31	2,83	3,33	4,00	4,50
10		4,17	4,79	5,32	6,38	7,45	8,51	9,78
		2,06	2,37	2,66	3,23	3,80	4,40	4,95
11,5		7,41	8,04	8,93	10,34	12,07	13,79	16,52
		2,60	2,96	3,33	4,05	4,73	5,48	6,16
12		8,00	9,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
		2,82	3,21	3,62	4,41	5,25	5,88	6,72
17,5		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
		8,00	9,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00

a) Gasbeton

		max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2						
$\frac{h}{d}$		2,0	2,25	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5		3,23	3,69	4,10	5,00	5,83	6,78	7,63
		1,80	2,06	2,31	2,83	3,33	3,85	4,37
6		5,71	6,43	7,14	8,33	9,72	11,11	12,50
		2,35	2,68	3,01	3,70	4,32	5,00	5,63
7		8,00	9,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
		3,17	3,63	4,03	4,92	5,74	6,56	7,50
9		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
		7,41	8,04	8,93	10,71	12,50	14,29	16,07
10		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
		8,00	9,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
11,5		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
		8,00	9,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
12		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
		8,00	9,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
17,5		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

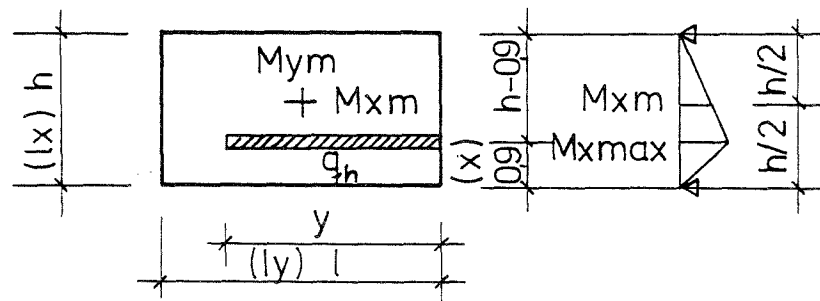
b) Leichtbeton

Zahlentafel 17: Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände (oberer Rand frei)

6.6

Grenzabmessungen für vierseitig gehaltene Wände

Die folgende Auswertung zur Ermittlung von Grenzabmessungen für vierseitig gehaltene Wände bei Belastung durch horizontale Streifenlast wird ähnlich der Auswertung für dreiseitig gehaltene Wände durchgeführt. Das Tabellenwerk von Bruckner: "Elastische Platten" gibt für vier Verhältnisse $l_y/l_x = 1,0$ bis $l_y/l_x = 2,0$ Momentenbeiwerte für M_{xm} und M_{ym} an. Durch Vertauschen der Achsen und der Momentenrichtungen können für drei zusätzliche Verhältnisse $l_y/l_x = 0,5$ bis $l_y/l_x = 0,8$ die Momentenbeiwerte angegeben werden, so daß endlich für $l_y/l_x = 0,5$ bis $l_y/l_x = 2,0$ sieben Momentenbeiwerte für die Richtungen parallel und senkrecht zur Lagerfuge zur Verfügung stehen.



Die Momentenbeiwerte f sind angegeben in Abhängigkeit von dem Verhältnis $l_y/l_x = \epsilon$, von y/l_y und von x/l_x . Die horizontale Streifenlast wirkt auf die ganze Wandlänge, so daß $y/l_y = 1,0$ gesetzt wird. Durch die konstante Höhenlage des Lastangriffs ergibt sich $x/l_x = 0,9/h$. Mit diesen Eingangswerten können die Biegemomente ermittelt werden zu

$$M_{xm} = f_x \cdot q_h \cdot h \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

$$M_{ym} = f_y \cdot q_h \cdot h \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

Aus dem Moment M_{xm} wird durch die schon in 6.1 angewandte Umrechnung am Modell eines Balkens auf zwei Stützen M_{xmax} errechnet:

$$M_{xmax} = M_{xm} \cdot \left(2 - \frac{1,8}{h}\right) = M_{xm} \cdot n$$

Die für die weitere Auswertung erforderlichen Biegezugfestigkeiten werden wie unter 6.5 angenommen. In 6.1 und 6.4.1 ergab sich aus den Wandversuchen

für Wände aus Gasbetonsteinen $\beta_{BZ\perp} = 201 \text{ kN/m}^2$

für Wände aus Leichtbetonsteinen $\beta_{BZ\perp} = 690 \text{ kN/m}^2$.

Die Biegezugfestigkeiten parallel zur Lagerfuge $\beta_{BZ\parallel}$ werden wieder ungünstig angenommen wie die senkrecht zur Lagerfuge:

$$\beta_{BZ\parallel} = \beta_{BZ\perp}$$

Mit diesen Annahmen können obige Gleichungen nach q_h umgestellt werden:

$$q_h = \frac{\beta_{BZ} \cdot d^2 \cdot \varepsilon}{6 \cdot f \cdot h \cdot n}$$

worin ε Verhältnis h/l

f Momentenbeiwert nach Tabellen für Richtungen horizontal und vertikal

n Vergrößerungsfaktor

horizontal $n = 1$ (y-Richtung)

vertikal $n = 2 - \frac{1,8}{h}$ (x-Richtung).

Für die einzelnen Wandhöhen und Wanddicken wurden die horizontalen Gleichlasten q_h für die Steinarten Gasbeton und Leichtbeton errechnet. Diese ermittelten Gleichlasten wurden für die Wandhöhen 3,0 m und 4,50 m

über dem Verhältnis h/l aufgetragen

(Bilder A 65 bis A 80 im Anhang).

Es ergeben sich für jede Wandhöhe und -dicke und für jede Steinart zwei Kurven, je eine für q_h aus $M_{x\max}$ und M_{ym} . Die Schnittpunkte der Kurven mit den Anforderungen $p_1 = 1,0 \text{ kN/m}$ und $p_2 = 2,0 \text{ kN/m}$ ergeben die Grenzverhältnisse h/l , woraus mit den vorgewählten Höhen die Grenzlängen $\max l$ errechnet werden können. Für 6 cm dicke und 3 m hohe Wände wird die Auswertung im folgenden beispielhaft durchgeführt.

Wandhöhe $h = 3,0 \text{ m}$, Wanddicke $d = 6 \text{ cm}$

$\beta_{BZ} = 201 \text{ kN/cm}^2$ und $\beta_{BZ} = 690 \text{ kN/m}^2$

$y/l = 1,0$ $x/h = 0,30$

$\xi = h/l$	f_x	f_y	Gasbetonsteine		Leichtbetonsteine	
			$q_h(x)$	$q_h(y)$	$q_h(x)$	$q_h(y)$
-	-	-	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
0,5	0,0568	0,011	0,25	1,83	0,87	6,27
0,67	0,0576	0,0237	0,33	1,14	1,15	3,90
0,8	0,0472	0,0346	0,49	0,93	1,67	3,19
1,0	0,0398	0,0463	0,72	0,87	2,48	2,98
1,25	0,0239	0,0582	1,50	0,86	5,16	2,96
1,50	0,012	0,0609	3,59	0,99	12,32	3,40
2,0	~ 0	0,0595	∞	1,35	∞	4,64

In Bild 15 sind die ermittelten Werte q_h aus obiger Zahlentafel über dem Verhältnis h/l aufgetragen und jeweils durch Kurven nach Augenschein verbunden worden. Für Wände aus Leichtbetonsteinen wird für die Anforderungen $p_1 = 1,0 \text{ kN/m}$ und $p_2 = 2,0 \text{ kN/m}$ die senkrechte Spannrichtung maßgebend. Es ergeben sich die Grenzlängen

$$l_1 = 5,0 \text{ m im Einbaubereich 1}$$
$$l_2 = 3,49 \text{ m im Einbaubereich 2.}$$

Für Wände aus Gasbetonsteinen ist im Gültigkeitsbereich $0,5 < h/l < 2,0$ für den Einbaubereich 2 keine Grenzlänge anzugeben; nach Bild 15 kann eine solche Wand nicht ausgeführt werden. Für den Einbaubereich 1 ergibt sich die Grenzlänge $l_1 = 1,94 \text{ m}$.

Im folgenden soll versucht werden, Abhängigkeiten zwischen den Grenzlängen von dreiseitig und vierseitig gehaltenen Wänden aufzuzeigen. In Zahlentafel 18 sind für 3,0 m hohe und 4,50 m hohe Wände aus Gasbeton- und Leichtbetonsteinen die aus den Bildern A 65 bis A 80 ermittelten Grenzlängen von vierseitig gehaltenen Wänden sowie diejenigen für dreiseitig gehaltene Wände ohne Auflast aus den Zahlentafeln 11 und 12 enthalten. In den Spalten 5, 8, 11 und 14 sind die Verhältnisse $l_{\text{vierseitig}}/l_{\text{dreiseitig}}$ gebildet. Sieht man sich diese Verhältniswerte an, so kann gesagt werden, daß sie in der überwiegenden Zahl der Fälle über 2,0 liegen. Lediglich in den Fällen, bei denen für vierseitige Halterung die horizontale Spannrichtung der Wände (Biegezugspannungen parallel zur Lagerfuge) für die Grenzlängenbestimmung maßgebend wurde, liegen die Verhältniswerte unter 2,0. Nun ist aber gerade die getroffene Annahme $\beta_{BZ\parallel} = \beta_{BZ\perp}$ eine äußerst ungünstige, wie schon eingangs in 6.5 erwähnt. Da die Biegezugspannungen parallel zur Lagerfuge die dreifachen Werte der Spannungen senkrecht zur Lagerfuge erreichen, sollten also auch die aus der horizontalen Spannrichtung resultierenden Grenzlängen nicht zwingend als obere Grenzwerte angesehen werden. Es ist also auch in diesen Fällen vertretbar, den Quotienten $l_{\text{vierseitig}}/l_{\text{dreiseitig}}$ mit $\geq 2,0$ anzugeben.

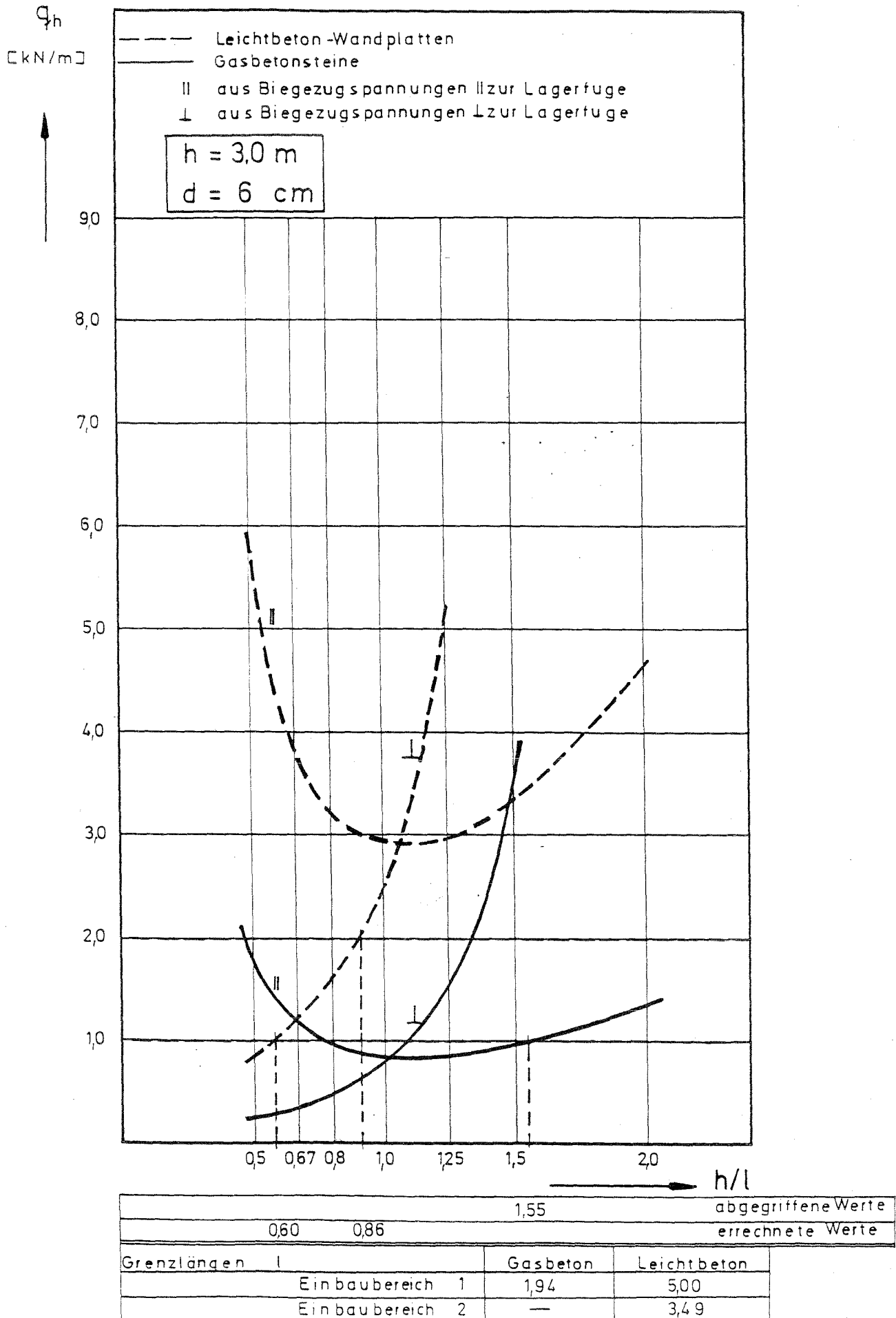


Bild 15

Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden

Wandhöhe h	Wanddicke d	Gasbetonsteine						Leichtbetonsteine					
		Einbaugebiet 1			Einbaugebiet 2			Einbaugebiet 1			Einbaugebiet 2		
		$l_{\text{viers.}}$	$l_{\text{dreis.}}$	$\frac{l_{\text{viers.}}}{l_{\text{dreis.}}}$	$l_{\text{viers.}}$	$l_{\text{dreis.}}$	$\frac{l_{\text{viers.}}}{l_{\text{dreis.}}}$	$l_{\text{viers.}}$	$l_{\text{dreis.}}$	$\frac{l_{\text{viers.}}}{l_{\text{dreis.}}}$	$l_{\text{viers.}}$	$l_{\text{dreis.}}$	$\frac{l_{\text{viers.}}}{l_{\text{dreis.}}}$
[m]	[cm]	[m]			[m]			[m]			[m]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3,0	5	1,43	0,90	1,59	—	0,71	—	4,00	1,71	2,34	2,73	1,14	2,39
	6	1,94	1,05	1,85	—	0,80	—	5,00	2,34	2,14	2,49	1,38	2,53
	7	3,16	1,22	2,59	1,40	0,90	1,56	6,12	3,37	1,82	4,00	1,69	2,37
	9	3,80	1,65	2,30	2,31	1,11	2,08	∞	12,00	∞	5,77	2,65	2,18
	10	4,41	1,94	2,27	3,00	1,23	2,44	∞	∞	∞	∞	3,49	∞
	11 ⁵	5,17	2,52	2,05	3,57	1,44	2,48	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	12	5,56	2,75	2,02	3,70	1,52	2,43	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	17 ⁵	∞	∞	∞	6,52	2,97	2,20	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4,50	5	2,25	1,49	1,51	—	1,20	—	6,08	2,57	2,37	4,46	1,82	2,45
	6	3,08	1,70	1,81	—	1,34	—	7,26	3,28	2,21	5,36	2,15	2,49
	7	4,89	1,93	2,53	2,17	1,48	1,47	8,49	4,29	1,98	6,00	2,54	2,36
	9	5,92	2,49	2,38	3,57	1,78	2,01	∞	8,49	∞	7,76	3,60	2,16
	10	6,52	2,83	2,30	4,95	1,95	2,54	∞	14,06	∞	∞	4,37	∞
	11 ⁵	7,50	3,46	2,17	5,49	2,23	2,46	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	12	7,83	3,72	2,10	5,70	2,33	2,45	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	17 ⁵	∞	∞	∞	8,82	3,91	2,26	∞	∞	∞	∞	∞	∞

Zahlentafel 18: Grenzlängen von vierseitig und dreiseitig gehaltenen Wänden
ohne vertikale Auflast

7. Vorschlag für Grenzabmessungen in DIN 4103 Teil 3

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß die Grenzabmessungen für die unterschiedlichen Halterungsarten der Wände sehr stark abhängig sind von der Biegezugfestigkeit des Mauerwerks. Die erreichten Biegezugfestigkeiten für Mauerwerk aus Leichtbeton-Wandbauplatten waren größer als die von Mauerwerk aus Gasbetonsteinen. Bekanntlich hat die Saugfähigkeit der verarbeiteten Steine großen Einfluß u.a. auch auf die Biegezugfestigkeit des Mauerwerks. Es kann davon ausgegangen werden, daß etwa Kalksandsteinmauerwerk Biegezugfestigkeiten erreicht, die in der Größenordnung dem Gasbetonmauerwerk entsprechen. Ziegelsteinmauerwerk dagegen wird in seiner Biegezugfestigkeit etwa dem Leichtbetonsteinmauerwerk gleichen. Es wäre nun für einen Vorschlag von Grenzabmessungen für nichttragende innere Trennwände im Rahmen einer Norm wenig sinnvoll, diese für die einzelnen Materialien unterschiedlich anzugeben. Darum werden für DIN 4103 Teil 3 in einem ersten Vorschlag Grenzabmessungen angegeben, die aus Versuchen mit Gasbetonmauerwerk ermittelt wurden und damit für alle zur Anwendung kommenden Materialien auf der sicheren Seite liegen. Der Mörtel muß mindestens der Gruppe II nach DIN 1053 Teil 1 entsprechen, was aber in den meisten Fällen erfüllt sein wird, da Mörtel der Gruppe I nur noch in Ausnahmefällen zur Anwendung gelangt.

Wird durch geeignete Maßnahmen, z.B. Vermauerung der Gasbeton- und Kalksandsteine mit speziell auf die Saugfähigkeit eingestellten Dünnbettmörteln, die Biegetragfähigkeit gesteigert, so können größere Grenzabmessungen angenommen werden, die in einem zweiten Vorschlag für die Norm angegeben sind. Sie basieren auf den Auswertungen für Leichtbetonsteinmauerwerk. Folglich müßte durch die Maßnahmen die Biegetragfähigkeit von Gasbeton- und Kalksandsteinmauerwerk soweit gesteigert werden, daß sie etwa

der von Leichtbetonsteinmauerwerk entspricht, wenn die größeren Grenzlängen in Anspruch genommen werden sollen.

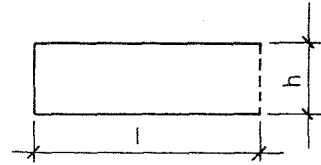
7.1 Vorschlag 1 für Grenzabmessungen

Dieser Vorschlag geht davon aus, daß bei allen Steinarten mindestens Mörtel der Gruppe II nach DIN 1053 Teil 1 zur Anwendung kommt. Es werden Biegetragfähigkeiten aus den Versuchen mit Gasbetonsteinen zugrunde gelegt, was bedeutet, daß diese Grenzabmessungen für alle zur Zeit vorkommenden Steinarten für nichttragende innere Trennwände angenommen werden können.

7.1.1 Dreiseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast, mit einem freien vertikalen Rand

Ist der obere Rand einer dreiseitig gelagerten Wand nur horizontal gehalten, so daß sich in der Wand in vertikaler Richtung infolge horizontaler Biegung keine Längskraft aufbauen kann (Gewölbewirkung in senkrechter Richtung), werden ohne weiteren Nachweis die Grenzlängen der Zahlentafel 19 als zulässig vorgeschlagen. Eine Türöffnung gilt als freier Rand, wenn er nicht durch eine raumhohe Zarge eingefast wird, deren Querschnitt die horizontalen Lasten aus der Wand in die angrenzenden Bauteile weiterleiten kann.

Zahlentafel 19: Vorschlag für Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast mit einem freien vertikalen Rand



		max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{l}$ d(m)		2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5						
6						
7		1,00	1,20	1,45	1,65	1,90
		0,70	0,90	1,10	1,25	1,50
9		1,35	1,65	1,90	2,15	2,50
		0,85	1,10	1,30	1,50	1,80
10		1,65	1,95	2,20	2,50	2,80
		1,00	1,25	1,45	1,70	1,95
11,5		2,30	2,50	2,80	3,10	3,50
		1,15	1,45	1,70	1,90	2,25
12		2,60	2,75	3,00	3,30	3,70
		1,25	1,50	1,75	2,00	2,30
17,5		*	*	*	*	*
		2,90	3,00	3,20	3,50	3,90

* keine Begrenzung, zweiseitige Halterung

Diese geringen Werte entsprechen nicht den allgemeinen Erfordernissen in der Praxis, daher wird man versuchen, die Wände am Kopf zu vermörteln, so daß sich bei entsprechend schweren anschließenden Bauteilen ein vertikaler Gewölbedruck aufbauen kann und damit die Grenzwerte der Zahlentafel 20 zugrunde gelegt werden können.

7.1.2 Dreiseitig gehaltene Wände mit vertikaler Auflast,
mit einem freien vertikalen Rand

Die folgende Grenzwerttabelle (Zahlentafel 20) setzt voraus, daß Deckenkonstruktionen am Kopf sowie am Fuß der Wand vorhanden sind, die durch ihr Eigengewicht oder ihre Biegetragfähigkeit in der Lage sind, als vertikales Widerlager für den sich infolge Wandbiegung aufbauenden vertikalen Gewölbedruck der Wand zu dienen. Die Größe dieser aufzunehmenden Vertikalkraft muß, wie bei der Auswertung vorausgesetzt, mindestens 15 % der vertikalen Wanddruckkraft der nichttragenden Trennwand betragen. Für eine grobe Abschätzung dieser Auflast genügt es, von den folgenden Eingangswerten auszugehen:

zul. Mauerwerksdruckspannung $\sigma_{zul} = 0,5 \text{ N/mm}^2$
Sicherheitsbeiwert $\gamma = 3,0$

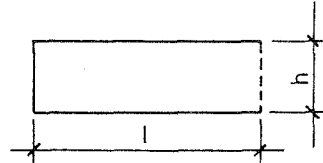
$$\begin{aligned} \min q_v &= 0,15 \cdot 0,5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,0 \cdot d \quad (\text{mit } d \text{ in mm}) \\ \min q_v &= 2,25 \cdot d \quad (\text{mit } d \text{ in cm}) \end{aligned}$$

worin q_v erforderliche Auflast in kN/m aus ständigen Lasten der anschließenden Deckenkonstruktion,
 d Dicke der nichttragenden Trennwand in cm.

Falls diese erforderliche Auflast durch die anschließende Deckenkonstruktion nicht aufgebracht werden kann, sind die Grenzlängen der Zahlentafel 19 anzunehmen.

Auch für diese Halterungsart gilt eine Türöffnung als freier Rand, falls eine Einfassungszarge nicht raumhoch ausgeführt wird und der Anschluß am Fußboden und Decke die Horizontalkräfte aus der Wandbelastung nicht übertragen kann.

Zahlentafel 20: Vorschlag für Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände mit vertikaler Auflast, mit einem freien vertikalen Rand



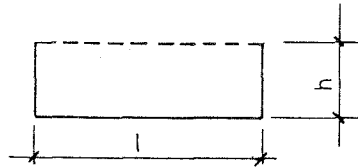
	max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
h [m] [dm]	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
	—	—	—	—	—
6	2,00	2,25	2,50	3,00	3,25
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
7	3,00	3,50	3,75	4,00	4,50
	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
9	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50
10	*	*	*	*	*
	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50
11,5	*	*	*	*	*
	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
12	*	*	*	*	*
	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
17,5	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*

* keine Begrenzung, zweiseitige Halterung

7.1.3 Dreiseitig gehaltene Wände mit freiem horizontalen
oberen Rand

In öffentlichen Gebäuden wie auch im Industriebau werden nichttragende innere Trennwände oft mit einem oberen waagerechten Fensterband ausgeführt. Oft besteht auch die Forderung, daß über abgehängten Decken für Installationsleitungen genügend Raum verbleibt, der nicht durch Wände verbaut werden darf. Hier ergibt sich das gleiche Problem, daß die Wände nicht bis unter die Decken gemauert werden können. Aus konstruktiven Gründen sollte der obere freie Rand mit einem Stahlprofil, Stahlbetonrahmen oder einem rähmlichen Bauteil versehen werden, das an die vertikalen Randglieder angeschlossen wird. Ist die Anordnung eines solchen Biegegliedes nicht möglich oder auch nicht erwünscht, so können Wände mit Grenzabmessungen nach Zahlentafel 21 ausgeführt werden. Es ist jedoch darauf zu achten, daß die seitlichen Ränder mit den anschließenden aussteifenden Bauteilen kraftschlüssig verbunden werden. Ein bloßes Verfugen der Wand zwischen z.B. Stahlbetonstützen ist nicht ausreichend.

Zahlentafel 21: Vorschlag für Grenzlängen für drei-
seitig gehaltene Wände mit oberem
freien Rand



		max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2					
$\frac{h}{d}$		2,0	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5		—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—
6		1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
		—	—	—	—	—	—
7		2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
		1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
9		3,00	4,00	4,50	5,50	6,50	7,50
		1,75	2,25	2,75	3,25	3,75	4,25
10		4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
		2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
11,5		5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
12		5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
17,5		keine Begrenzung					
		8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00

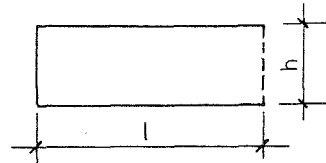
7.2 Vorschlag 2 für Grenzabmessungen

Der Vorschlag 2 setzt eine Biegetragfähigkeit des Mauerwerks voraus, wie sie aus den Versuchen am Mauerwerk aus Leichtbeton-Wandplatten ermittelt wurde. Bei Verwendung von Gasbeton- oder Kalksandsteinen muß die höhere Biegefestigkeit durch Maßnahmen wie z.B. Vermauern mit Dünnbettmörtel erreicht werden. Bei Ziegelmauerwerk kann davon ausgegangen werden, daß die erforderliche Biegetragfähigkeit bei Verwendung von Mörtel der Gruppe II erreicht wird.

7.2.1 Dreiseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast mit einem freien vertikalen Rand

Unter den in 7.2 sowie 7.1.1 genannten Voraussetzungen werden für dreiseitig gehaltene Wände, in denen sich infolge horizontaler Belastung kein vertikaler Gewölbedruck aufbauen kann, die Grenzlängen nach Zahlentafel 22 vorgeschlagen.

Zahlentafel 22: Vorschlag 2 für Grenzlängen für drei-
seitig gehaltene Wände ohne vertikale
Auflast
(ein freier vertikaler Rand)



	max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{d}$ [m]	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5	1,40	1,70	2,00	2,25	2,50
	0,90	1,10	1,35	1,55	1,80
6	2,10	2,30	2,60	2,90	3,30
	1,10	1,35	1,60	1,85	2,15
7	3,20	3,40	3,60	3,90	4,30
	1,40	1,70	1,90	2,20	2,50
9	*	12,00	9,00	8,30	8,50
	2,45	2,65	2,90	3,20	3,60
10	*	*	*	15,00	14,00
	*	3,50	3,70	3,90	4,30
11,5	*				
12					
17,5					
					*

* keine Begrenzung, zweiseitige Halterung

7.2.2 Dreiseitig gehaltene Wände mit vertikaler Auflast,
mit einem freien vertikalen Rand

Der Vorschlag für Grenzlängen nach Zahlentafel 23 gilt für Mauerwerk mit einer Biegezugfestigkeit von $\beta_{BZ} \approx 700 \text{ kN/m}^2$, wie sie bei Mauerwerk aus Leichtbeton-Wandbauplatten und Ziegelsteinen in Verbindung mit Normalmörtel oder auch bei Mauerwerk aus Gasbeton- und Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel erreicht wird. Voraussetzung ist weiterhin, daß Vertikalkräfte aus horizontaler Gewölbewirkung von den anschließenden Deckenbauteilen aufgenommen werden können. Die Größe dieser Vertikalkraft wurde bei der Auswertung aus einer Druckspannung ermittelt, die 10 % der vertikalen Wandfestigkeit entspricht. In Anlehnung an Abschnitt 7.1.2 wird diese Auflast grob überschlägig wie folgt abgeschätzt:

$$\begin{aligned} \text{Mauerwerk } \sigma_{zul} &= 0,6 \text{ N/mm}^2 && (\text{entspricht G 2/III}) \\ \nu &= 3,0 \end{aligned}$$

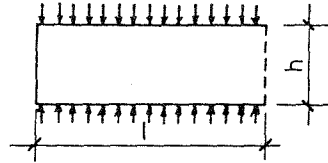
$$\begin{aligned} \min q_v &= 0,1 \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,0 \cdot d && (\text{mit } d \text{ in mm}) \\ \min q_v &= 1,8 \cdot d && (\text{mit } d \text{ in cm}) \end{aligned}$$

worin wieder q_v erforderliche Auflast in kN/m aus ständigen Lasten der anschließenden Deckenkonstruktion,
 d Dicke der nichttragenden Trennwand in cm.

Zahlentafel 23: Vorschlag 2 für Grenzlängen für drei-seitig gehaltene Wände unter Auflast

$$\sigma_v / \beta_w = 0,10$$

(ein freier vertikaler Rand)



		max. Wandlänge l [m] bei Wandhöhe h [m] in Einbaubereich 1 Einbaubereich 2				
$\frac{h}{d}$ [m]	d [m]	2,50	3,0	3,50	4,0	4,50
5		2,80	2,95	3,20	3,40	4,00
		1,30	1,55	1,80	2,10	2,30
6		*	*	*	*	*
		1,80	2,10	2,40	2,60	3,00
7		*	*	*	*	*
		2,80	2,90	3,10	3,40	3,90
9		*				
10						
11 ⁵						
12						
17 ⁵						
						*

* keine Begrenzung, zweiseitige Halterung

7.2.4 Vierseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast

Sind alle Ränder einer Wand horizontal gehalten, so können größere Grenzlängen als bei dreiseitiger Halterung zugelassen werden. Wie die Auswertung unter 6.6 zeigt, sind Abhängigkeiten zwischen den Grenzlängen von vierseitig und dreiseitig gehaltenen Wänden erkennbar.

Es wird daher vorgeschlagen, als Grenzlängen für vierseitig gehaltene Wände ohne vertikale Auflast die zweifachen Werte von Zahlentafel 19 bzw. 22 anzugeben.

7.2.5 Vierseitig gehaltene Wände mit vertikaler Auflast

Es sei Bild 15 betrachtet. Eine vertikale Auflast steigert die horizontale Streifenlast q_h , die sich aus der Rechnung über die vertikale Richtung ergibt. Die Kurven $q_{h\perp}$ werden in Bild 15 also nach oben verschoben. Die Kurven $q_{h\parallel}$ bleiben jedoch in ihrer ursprünglichen Lage, so daß also nicht in jedem Falle das Aufbringen einer vertikalen Auflast auch die Grenzlängen erhöht. Es ist hier keine Abhängigkeit der Grenzlängen zwischen vierseitig und dreiseitig gehaltenen Wänden mit vertikaler Auflast zu erkennen. Aus diesem Grunde wird vorgeschlagen, für vierseitig gehaltene Wände mit Auflast die gleichen Grenzabmessungen anzugeben wie für dreiseitig gehaltene Wände mit Auflast, d.h. es gelten die Zahlentafeln 20 und 23.

8. Zusammenfassung

DIN 4103 Teil 1, Juli 1984, "Nichttragende innere Trennwände, Anforderungen, Nachweise" legt unter anderem Anforderungen fest, denen Trennwände genügen müssen. Teil 3 der Norm "Nichttragende Trennwände, Trennwände in massiver Bauart" zur Zeit in Bearbeitung, soll auch Grenzabmessungen angeben, bei deren Einhaltung die Anforderungen nach Teil 1 als erbracht gelten. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, für solche Trennwände in massiver Bauart, (d.h. gemauerte Wände aus Mauersteinen oder Wandplatten, Grenzabmessungen anzugeben, die die Beanspruchungsart "Biegegrenztragfähigkeit" nach Teil 1 abdecken.

Über das Versuchsprogramm wird in Abschnitt 2 berichtet. Die Zusammenstellung der Hauptversuche in Zahlentafel 1 weist 63 Wandversuche aus, von denen 17 zweiseitig, die übrigen 46 dreiseitig gehaltene Wände waren. Es wurden Wände aus drei Steinarten geprüft: Gasbetonsteine G 2 (Wanddicke 12 cm), Wandbauplatten aus Leichtbeton (Wanddicken 6 cm, in einigen Fällen $d = 5$ cm) und Kalksandsteine KSL 12 (Wanddicke $d = 11,5$ cm). Mit Ausnahme von sieben zweiseitig gehaltenen Wänden aus 5 und 6 cm dicken Leichtbeton-Wandbauplatten in MG III wurden alle Wände mit Normalmörtel der Gruppe II gemauert.

Die Wandhöhen betrugen in allen Fällen rund 2,50 m, die Wandlängen waren unterschiedlich, von 1,25 m und 1,50 m bei den zweiseitig gehaltenen Wänden über 1,75 m bis 6,0 m bei den dreiseitig gehaltenen Wänden. An allen Wandlängen wurden die Wandfestigkeiten im zentrischen Druckversuch sowie die Biegetragfähigkeiten bei horizontaler Belastung ohne vertikale Auflast bestimmt. An weiteren Versuchswänden wurde nach dem Aufbringen von vertikalen Auflasten die horizontale Wandtragfähigkeit ermittelt.

Dabei wurde an jeweils drei Wänden die Größe der Auflasten variiert. Damit sollte der traglaststeigernde Einfluß von vertikalen Auflasten ermittelt werden. An den Versuchswänden wurden horizontale Auslenkungen, z.T. vertikale Dehnungen und in den gehaltenen Ecken der dreiseitigen Wände mit Hilfe von 60°-Meßdreiecken Dehnungen gemessen, aus denen durch Umrechnung die Hauptdehnungen und ihre Richtungen berechnet werden konnten.

Parallel zu den Hauptversuchen wurden in Nebenversuchen Normprüfungen der Steine und der Mörtel sowie Haftscherfestigkeitsprüfungen an Zweisteinkörpern und Biegezugprüfungen an Kleinprüfkörpern durchgeführt.

Der Rißverlauf bei den Wandprüfungen ließ vermuten, daß für das Versagen das Überschreiten der Biegezugfestigkeiten senkrecht zu den Lagerfugen maßgebend ist. Bei den Auswertungen in Abschnitt 6 wurde daher von den Biegezugfestigkeiten ausgegangen. Es konnte gezeigt werden, daß für die Berechnung in grober Näherung die Schnittgrößen nach der Elastizitätstheorie ermittelt werden können. Unter Zugrundelegung der aus den Wandversuchen ermittelten Biegezugfestigkeiten sowie der in DIN 4103 Teil 1 gegebenen Anforderungen für die Biegegrenztragfähigkeit wurden Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände mit einem freien vertikalen Rand sowie für Wände mit oberem freien Rand ohne vertikale Auflasten in Abhängigkeit von Steinart, Wandhöhe und Wanddicke angegeben. Weiterhin wurden bei unterschiedlich großen vertikalen Auflasten unter Zugrundelegung der ermittelten Biegezugfestigkeiten Grenzlängen für dreiseitig gehaltene Wände mit einem freien vertikalen Rand errechnet. Die Auflast wurde in Näherung mit einer Ausmitte $e = d/6$ angesetzt.

Für vierseitig gehaltene Wände wurden für zwei Wandhöhen Grenzlängen ermittelt, um einen Zusammenhang zwischen den Grenzlängen von drei- und vierseitig gehaltenen Wänden aufzuzeigen. Während dieser Zusammenhang bei Wänden ohne vertikale Auflast deutlich wurde, konnte er bei Wänden mit Auflast nicht in der Form nachgewiesen werden, daß sich Grenzlängen von vierseitig gehaltenen Wänden aus denen von dreiseitig gehaltenen ableiten ließen.

In Abschnitt 7 werden Vorschläge für Grenzabmessungen für die Beanspruchungsart "Biegegrenztragfähigkeit" gemacht, die bei der Weiterbearbeitung von DIN 4103 Teil 3 berücksichtigt werden können.

L i t e r a t u r

- [1] DIN 4103 Teil 1, Fassung Juli 1984
"Nichttragende innere Trennwände, Anforderungen,
Nachweise"
- [2] DIN 4103 Teil 3, Vorlage April 1984,
"Nichttragende innere Trennwände, Trennwände
in massiver Bauart"
- [3] Bruckner, H.:
Elastische Platten,
Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1977.

A n h a n g

Tabellen A 1 - A 61

Bilder A 1 - A 80

Wand Nr.: 1

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit: $2,0 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 8 d

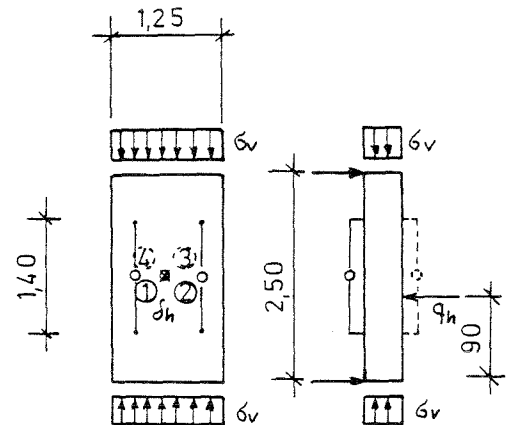
[illegible]

Tabelle A2 :

Wand Nr.: 2

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtel festigkeit: $2,05 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 7 d

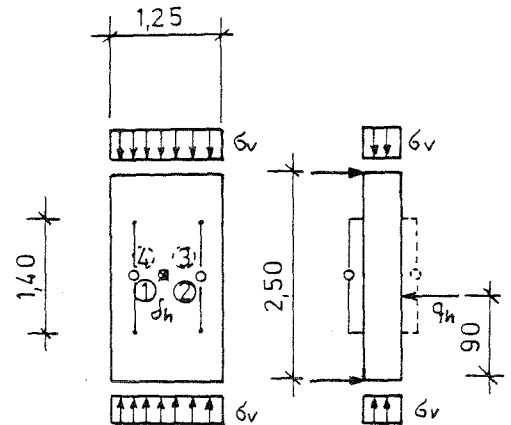
[illegible]

Tabelle A3:

Wand Nr.: 3

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit: $1,75 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

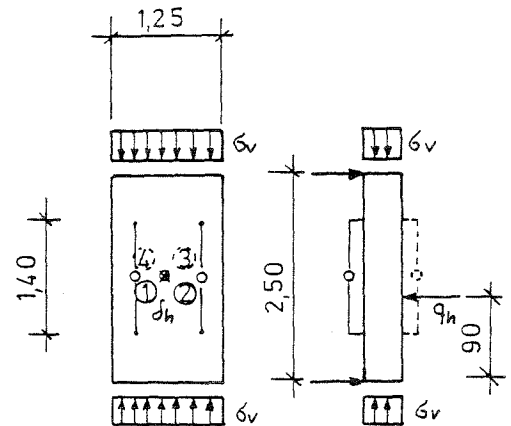
[illegible]

Tabelle A4:

Wand Nr.: 4

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit: $1,99 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 7 d

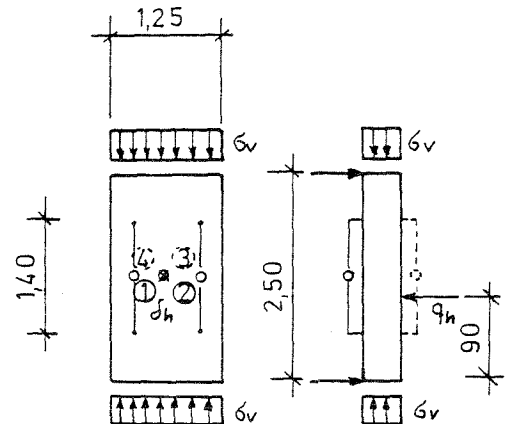
[illegible]

Tabelle A5:

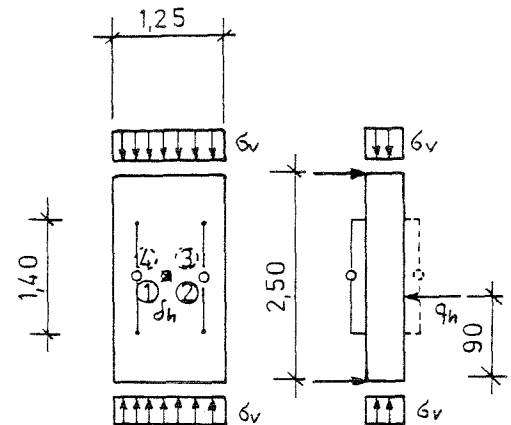
Wand Nr.: 5

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit : 1,87 N/mm²

Prüfalter : 6 d



q _v	G _v	vertikale Dehnungen ε _m		q _h	δ _h	Bemerkungen
		ε _m aus 4 Messungen	ε _m aus 2 Messungen (Zugseite)			
[kN/m]	[N/mm ²]	[‰]	[‰]	[kN/m]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7
0	0	—	—	0	-6,9	
62,5	1,25	—	0,87	0	0,0	
62,5	1,25	—	0,80	0	0,4	
62,5	1,25	—	0,78	0,02	0,7	
62,5	1,25	—	0,73	0,18	1,1	
62,5	1,25	—	0,68	0,34	1,9	
62,5	1,25			0,34	1,8	
62,5	1,25			0,50	2,1	
62,5	1,25			0,66	2,9	
62,5	1,25			0,82	3,7	
62,5	1,25			0,90	4,0	
62,5	1,25			0,98	4,7	
62,5	1,25			1,06	5,0	
62,5	1,25			1,14	5,8	
62,5	1,25			1,22	6,2	
62,5	1,25			1,30	7,3	
62,5	1,25			1,38	8,1	
62,5	1,25			1,46	9,1	
62,5	1,25			1,54	10,1	
62,5	1,25			1,62	10,9	
62,5	1,25			1,70	11,9	
62,5	1,25			1,77	13,4	
62,5	1,25			1,85	14,9	
62,5	1,25			1,93	17,0	
62,5	1,25			2,01	—	
62,5	1,25			1,53	24,9	
62,5	1,25			1,30	27,9	
62,5	1,25			0,98	31,1	
62,5	1,25			0,66	35,9	

[illegible]

Tabelle A7:

Wand Nr.: 7

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit: $10,49 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 7 d

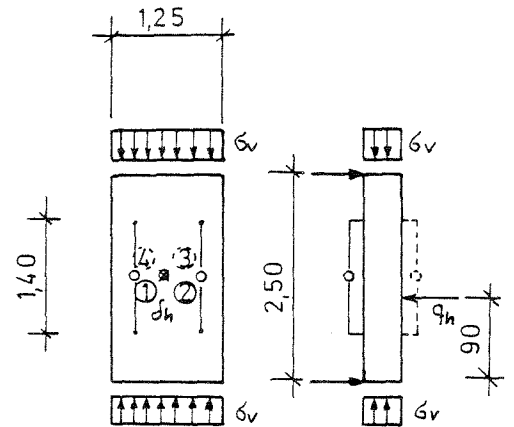
[illegible]

Tabelle A8:

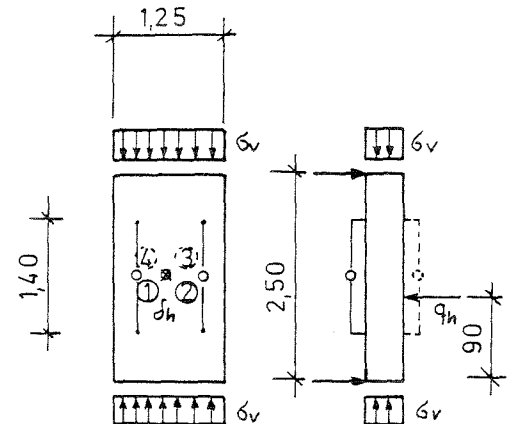
Wand Nr.: 8

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit : 10,58 N/mm²

Prüfalter : 7 d



q_v	G_v	vertikale Dehnungen ϵ_m		q_h	δ_h	Bemerkungen
		ϵ_m aus 4 Messungen	ϵ_m aus 2 Messungen (Zugseite)			
[kN/m]	[N/mm ²]	[‰]	[‰]	[kN/m]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7
0	0	—	—	0	-3,6	
32,0	0,64	—	-0,37	0	0	
32,0	0,64	—	-0,37	0,02	0,2	
32,0	0,64	—	-0,34	0,18	0,4	
32,0	0,64	—	-0,27	0,34	1,1	
32,0	0,64	—	-0,24	0,50	1,6	
32,0	0,64	—	-0,20	0,66	2,3	
32,0	0,64			0,74	2,6	
32,0	0,64			0,82	2,6	
32,0	0,64			0,90	3,6	
32,0	0,64			0,98	3,6	
32,0	0,64			1,06	4,1	
32,0	0,64			1,14	4,6	
32,0	0,64			1,22	4,6	
32,0	0,64			1,30	5,1	
32,0	0,64			1,46	5,6	
32,0	0,64			1,62	6,6	
32,0	0,64			1,77	7,6	
32,0	0,64			1,93	8,6	
32,0	0,64			2,09	9,6	
32,0	0,64			2,25	11,1	
32,0	0,64			2,21	16,1	
32,0	0,64			2,17	17,6	
32,0	0,64			2,13	18,1	
32,0	0,64			2,09	19,1	
32,0	0,64			2,01	20,6	
32,0	0,64			1,89	22,6	
32,0	0,64			1,77	23,6	
32,0	0,64			1,70	24,6	
32,0	0,64			1,62	25,6	
32,0	0,64			1,50	26,1	

Tabelle A9:

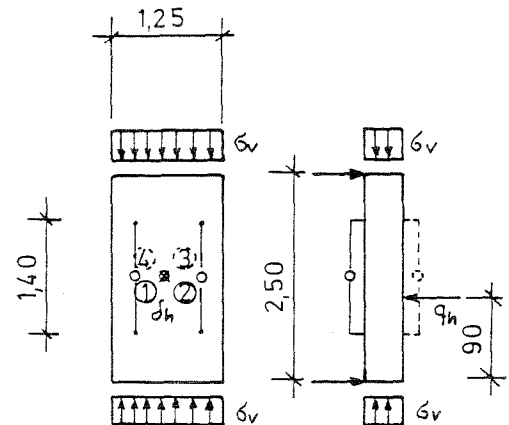
Wand Nr.: 9

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit: 14,0 N/mm²

Prüfalter : 7 d



q _v	G _v	vertikale Dehnungen ε _m		q _h	δ _h	Bemerkungen
		ε _m aus 4 Messungen	ε _m aus 2 Messungen (Zugseite)			
[kN/m]	[N/mm ²]	[‰]	[‰]	[kN/m]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7
0	0	—	—	0	-9,8	
69,2	1,38	—	-1,02	0,02	0	
69,2	1,38	—	-1,03	0,18	-0,2	
69,2	1,38	—	-1,01	0,34	0,1	
69,2	1,38	—	-0,97	0,50	0,7	
69,2	1,38	—	-0,93	0,66	1,1	
69,2	1,38	—	-0,89	0,82	1,7	
69,2	1,38	—	-0,84	0,98	2,4	
69,2	1,38			1,14	3,4	
69,2	1,38			1,30	4,3	
69,2	1,38			1,38	5,0	
69,2	1,38			1,46	5,9	
69,2	1,38			1,54	7,0	
69,2	1,38			1,62	8,1	
69,2	1,38			1,70	9,1	
69,2	1,38			1,77	10,4	
69,2	1,38			1,85	11,8	
69,2	1,38			1,93	12,8	
69,2	1,38			2,01	13,6	
69,2	1,38			2,09	14,5	
69,2	1,38			2,17	15,0	
69,2	1,38			2,25	16,0	
69,2	1,38			2,33	17,0	
69,2	1,38			2,41	18,3	
69,2	1,38			2,49	20,0	
69,2	1,38			2,25	29,8	3. Lagerfuge
					33,8	gerissen

Tabelle A10:

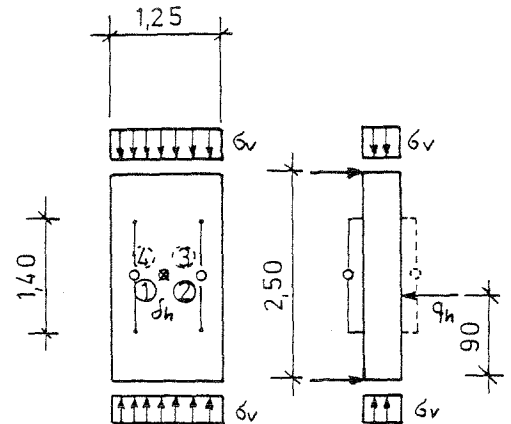
Wand Nr.: 10

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit : 17,94 N/mm²

Prüfalter : 7 d



q_v	G_v	vertikale Dehnungen ϵ_m		q_h	δ_h	Bemerkungen
		ϵ_m aus 4 Messungen	ϵ_m aus 2 Messungen (Zugseite)			
[kN/m]	[N/mm ²]	[‰]	[‰]	[kN/m]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7
0	0	—	—	0	-15,3	
92,0	1,84	—	—	0	0	
92,0	1,84			0,02	0,5	
92,0	1,84			0,18	0,3	
92,0	1,84			0,34	0,8	
92,0	1,84			0,50	1,3	
92,0	1,84			0,66	2,1	
92,0	1,84			0,82	2,8	
92,0	1,84			0,98	3,8	
92,0	1,84			1,14	4,3	
92,0	1,84			1,30	5,3	
92,0	1,84			1,46	6,3	
92,0	1,84			1,62	7,1	
92,0	1,84			1,77	8,2	
92,0	1,84			1,85	8,7	
92,0	1,84			1,93	9,3	
92,0	1,84			2,01	9,8	
92,0	1,84			2,09	10,3	
92,0	1,84			2,17	11,1	
92,0	1,84			2,25	11,8	
92,0	1,84			2,33	12,3	
92,0	1,84			2,41	13,5	
92,0	1,84			2,49	14,3	
92,0	1,84			2,57	15,3	
92,0	1,84			2,65	17,8	
92,0	1,84			2,49	21,3	
92,0	1,84			2,17	24,3	
92,0	1,84			2,01	26,8	
92,0	1,84			1,85	27,8	

Tabelle A11:

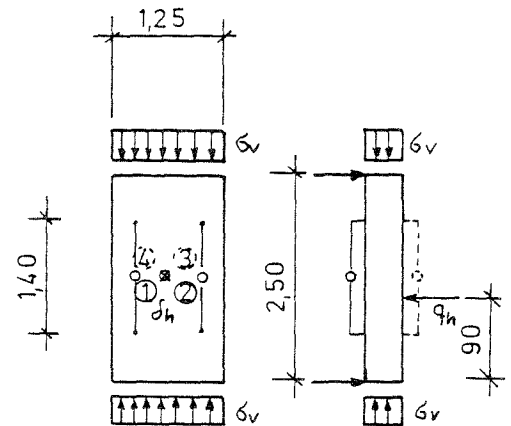
Wand Nr.: 55

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 5 cm

Mörtelfestigkeit: $12,71 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

[illegible]

[illegible]

Tabelle A 13 :

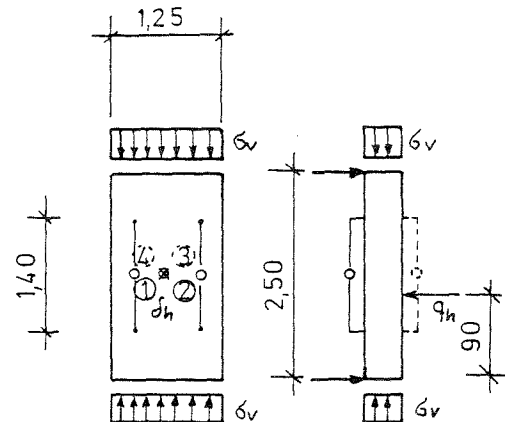
Wand Nr.: 57

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Bims 6 cm

Mörtelfestigkeit: $12,71 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

[illegible]

q_v	G_v	vertikale Dehnungen ϵ_m		q_h	δ_h	Bemerkungen
		ϵ_m aus 4 Messungen	ϵ_m aus 2 Messungen (Zugseite)			
[kN/m]	[N/mm ²]	[‰]	[‰]	[kN/m]	[mm]	—
1	2	3	4	5	6	7
0	0	—	—	0	0	
3,7	0,06	-0,021	—	0	0	
9,7	0,16	-0,042	—	0	0,5	
15,6	0,26	-0,062	—	0	0,8	
21,6	0,36	-0,085	—	0	1,0	
27,6	0,46	-0,109	—	0	1,2	
33,6	0,56	-0,129	—	0	1,6	
39,6	0,66	-0,151	—	0	2,0	
45,5	0,76			0	2,0	
51,5	0,86			0	2,5	
57,5	0,96			0	3,0	
63,5	1,06			0	3,5	
69,5	1,16			0	4,0	
75,5	1,26			0	4,5	
81,3	1,36			0	5,0	
87,4	1,46			0	5,5	
57,3	0,96			0	4,5	
69,0	1,15			0	5,0	
80,8	1,35			0	6,0	
92,6	1,55			0	6,0	
104,3	1,74			0	7,0	
116,1	1,94			0	8,0	
127,9	2,13			0	8,4	
139,6	2,33			0	10,0	
151,4	2,52			0	11,5	
163,2	2,72			0	14,0	

Tabelle A15 :

Wand Nr.: 59

Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Gasbeton 12cm

Mörtelfestigkeit : $2,01 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 10 d

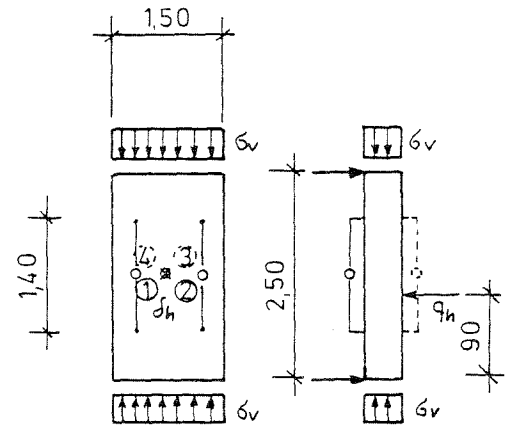
[illegible]

Tabelle A16:

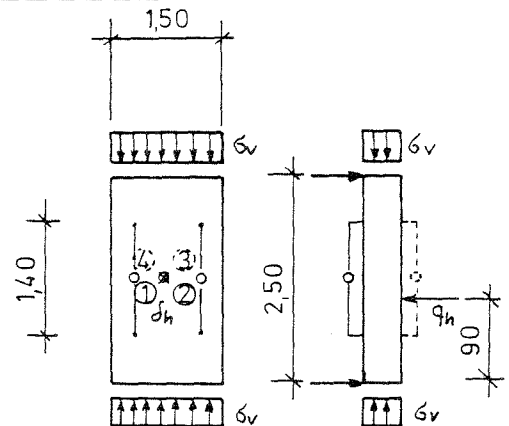
Wand Nr.: 60

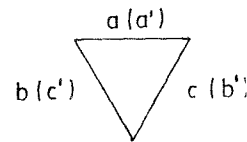
Prüfergebnisse der zweiseitig gehaltenen Wände

Steinart : Gasbeton 12cm

Mörtelfestigkeit : $2,01 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 10 d

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 6 cm

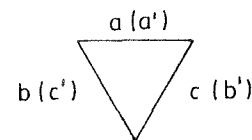
Wandhöhe : 2,34 m

Wandlänge : 1,76 m

Mörtelfestigkeit: $2,19 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 7d

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 6 cm

Wandhöhe : 2,34 m

Wandlänge : 1,76 m

Mörtelfestigkeit: $2,19 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 7d

[illegible]

Tabelle : A 18.2

[illegible]

[illegible]

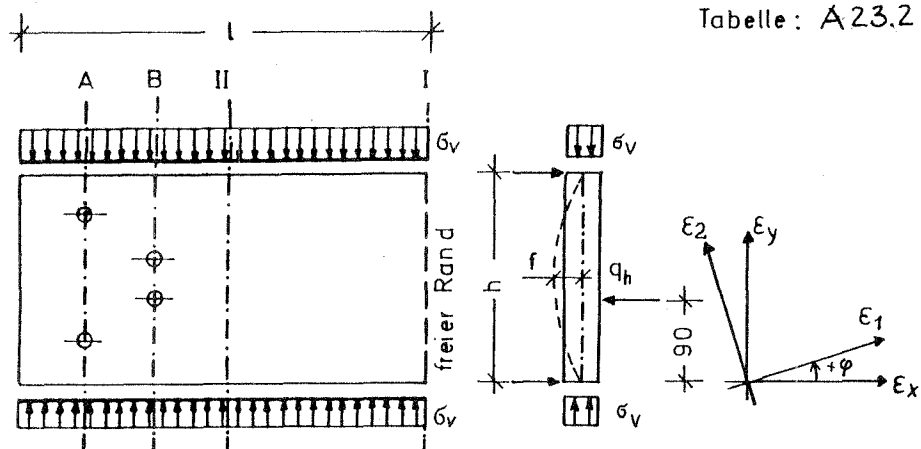
[illegible]

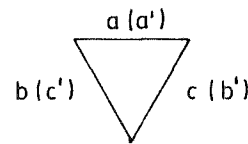
[illegible]

[illegible]

Diagramm zur Ermittlung der Randverschiebung f bei einer Last q_v . Es zeigt einen Balken mit einer Last q_v , einer Stütze mit einer Verschiebung f und einem freier Rand. Die Verschiebung f ist als Funktion der Last q_v und der Stützhöhe h dargestellt.

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 6cm

Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: $1,79 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter ; 8d

[illegible]

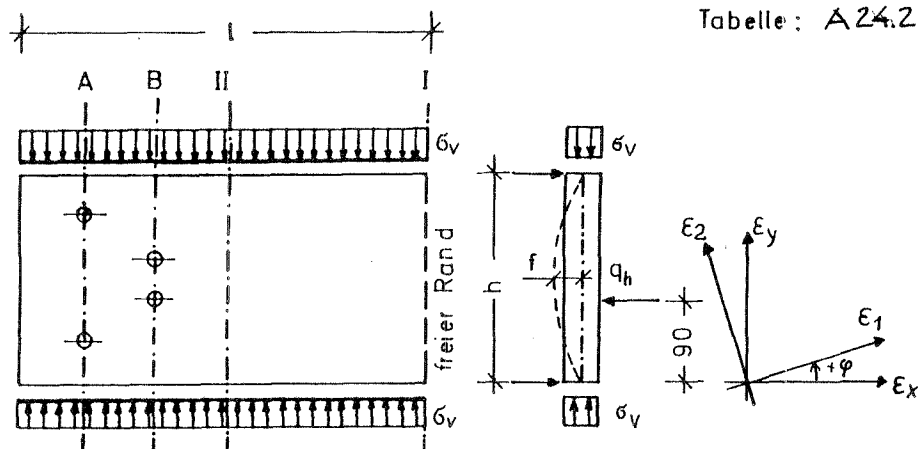


Tabelle: A24.2 Errechnete Hauptdehnungen und

richtungen bei der Wand

Bereich: A

Wanddicke : 6cm

Wandhöhe : 2,45 m

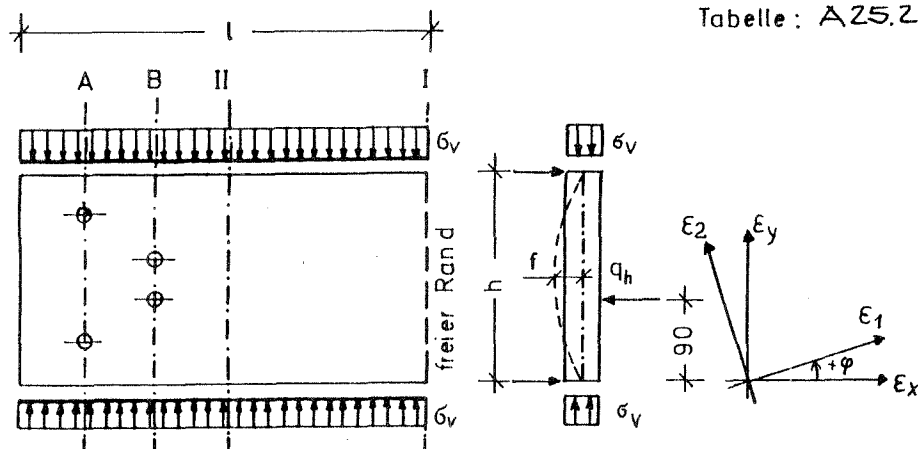
Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit : $1,79 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 8 d

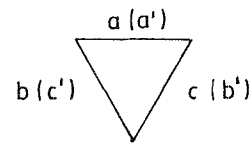
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

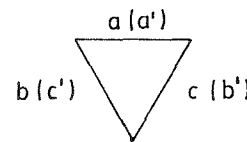


Meßstrecken :

Prüfalter : 7d (28d)

[illegible]

[illegible]

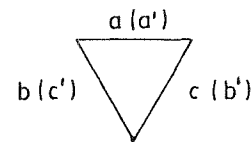


Meßstrecken :

Prüfalter : 6 d

[illegible]

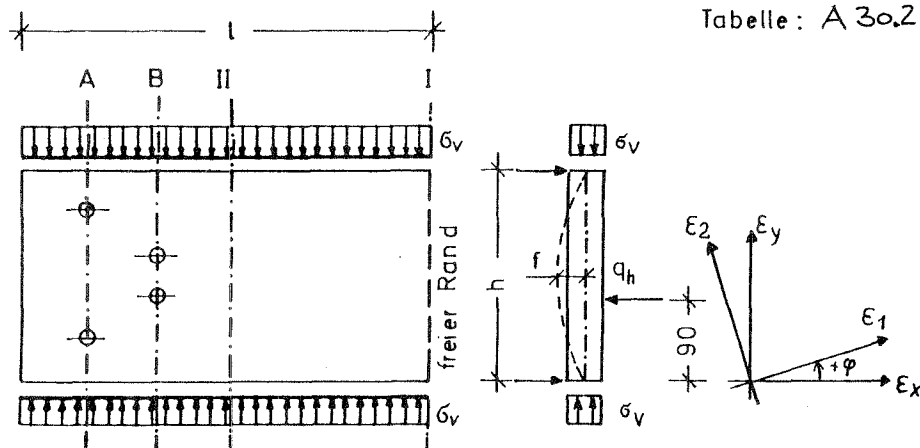
[illegible]

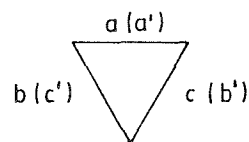


Meßstrecken :

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 6 cm

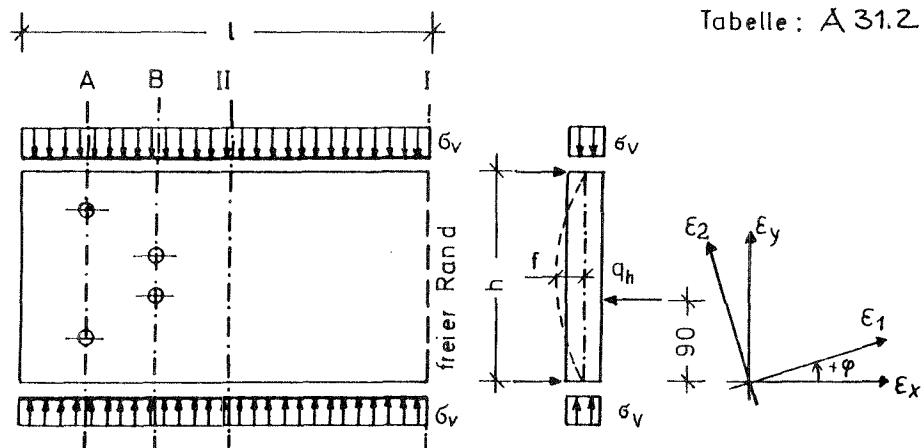
Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,81 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

[illegible]

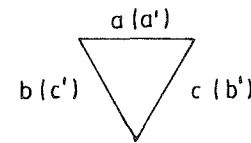
[illegible]

[illegible]

[illegible]

Prüfalter ; 6 cl

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: B

Meßstrecken :

Wanddicke : 6cm

Wandhöhe : 2,45 m

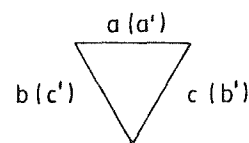
Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,97 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

[illegible]

[illegible]



Steinart : Bims

Wanddicke : 6 cm

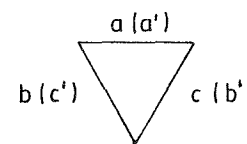
Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,00 m

Mörtelfestigkeit: $2,24 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

[illegible]

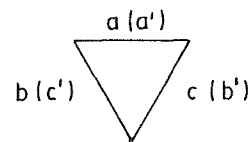


Meßstrecken :

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible][illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: B

Meßstrecken :

Wanddicke : 6 cm

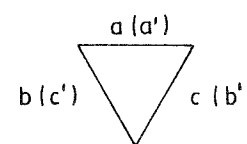
Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 3,50 m

Mörtelfestigkeit: 1,77 N/mm²

Prüfalter : 6 d

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 11,5 cm

Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: $1,95 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter ; 8d

[illegible]

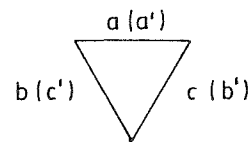
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 11,5 cm

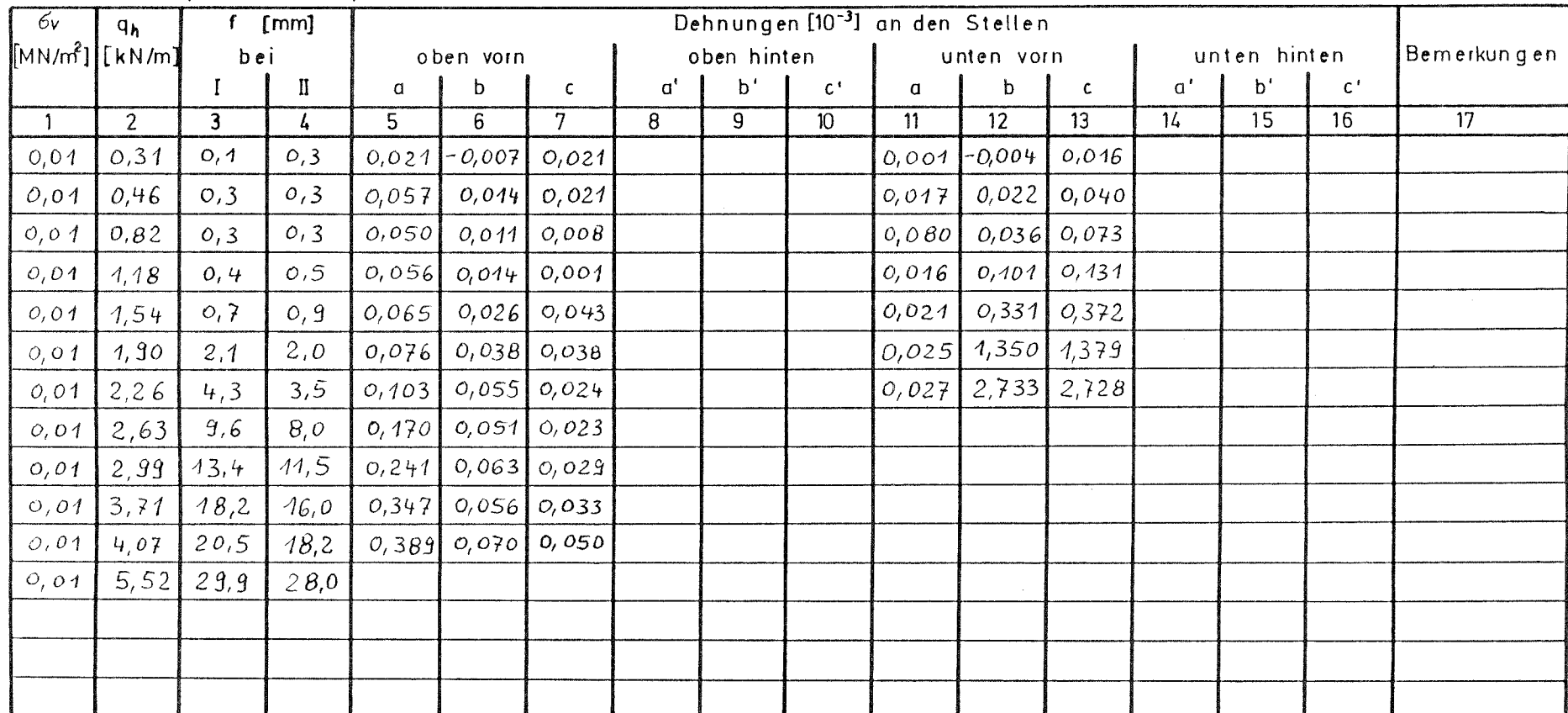
Wandhöhe : 2,45 m

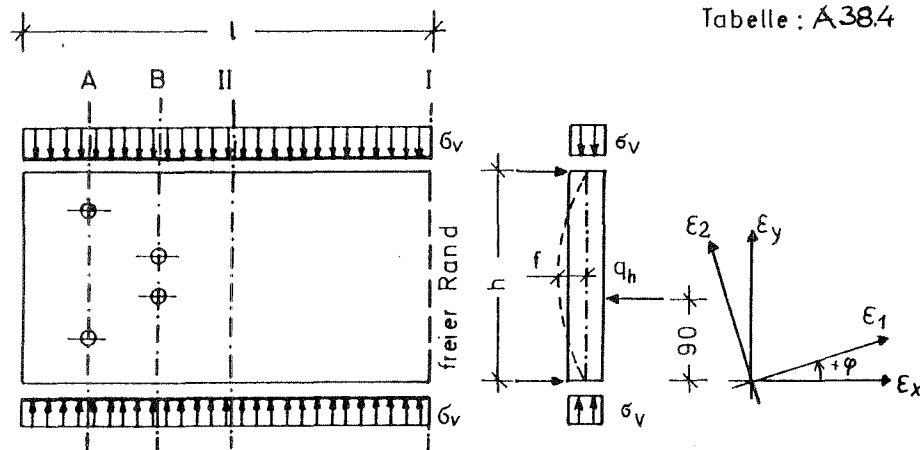
Wandlänge : 2,75 m

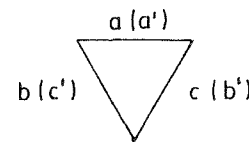
Mörtelfestigkeit: $1,47 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

[illegible]



[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 11,5 cm

Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: $1,77 \text{ N/mm}^2$

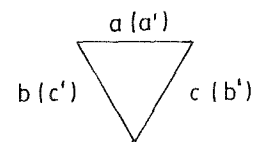
Prüfalter ; 7 d

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Steinart : Kalksand

Wanddicke : 11,5 cm

Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: —

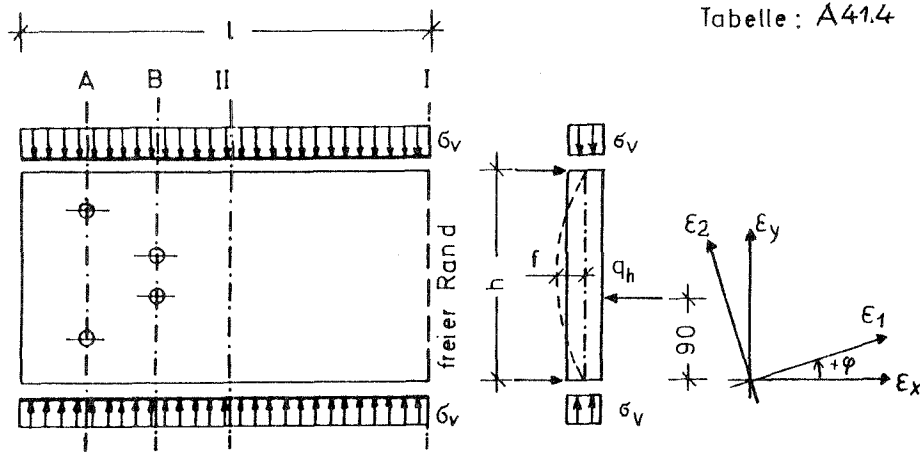
Prüfalter ; 6d

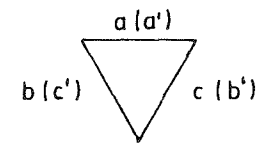
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: B

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,45m

Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,95 \text{ N/mm}^2$

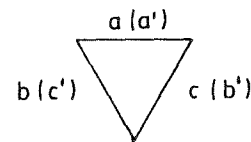
Prüfalter : 7d

[illegible]

[illegible]

Prüfalter : 5d

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 12cm

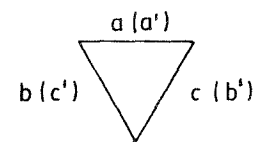
Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,64 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: B

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,45m

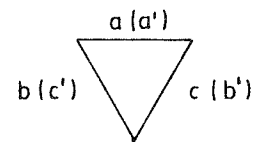
Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,64 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]



Steinart : Gasbeton

Wanddicke : 12 cm

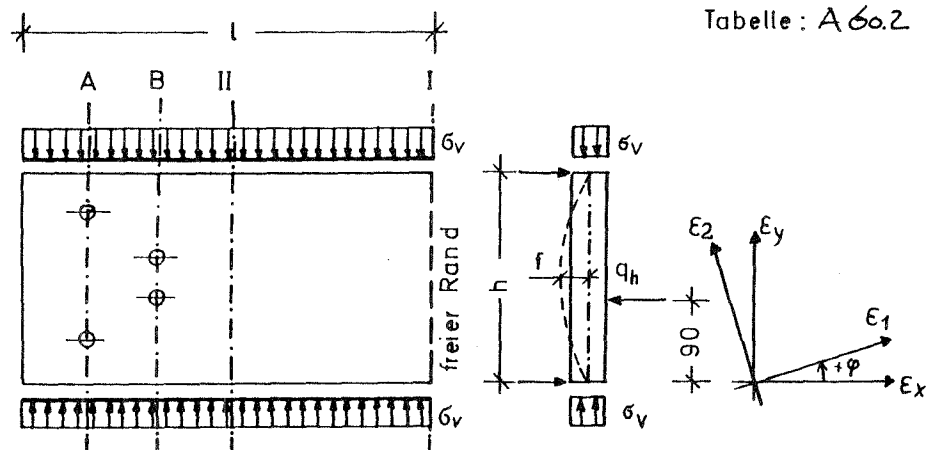
Wandhöhe : 2,45m

Wandlänge : 2,00 m

Mörtel festigkeit: $1,55 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Das Diagramm zeigt die Ermittlung der Randspannungen in einem Balken. Links ist ein Balken mit einer Länge l und einer Höhe h dargestellt, der an beiden Enden durch Auflagerkräfte G_v belastet wird. Der Balken ist in drei Abschnitte A, B und II unterteilt. Rechts ist ein Querschnitt des Balkens dargestellt, der die Randspannungen σ_v und die Querkraft q_h zeigt. Ein Koordinatensystem mit den Achsen ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_x und ϵ_y ist ebenfalls eingezeichnet.

[illegible]

Bild A1 : Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 11 Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 2,19 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 3,52 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = \text{—}$ kN/m

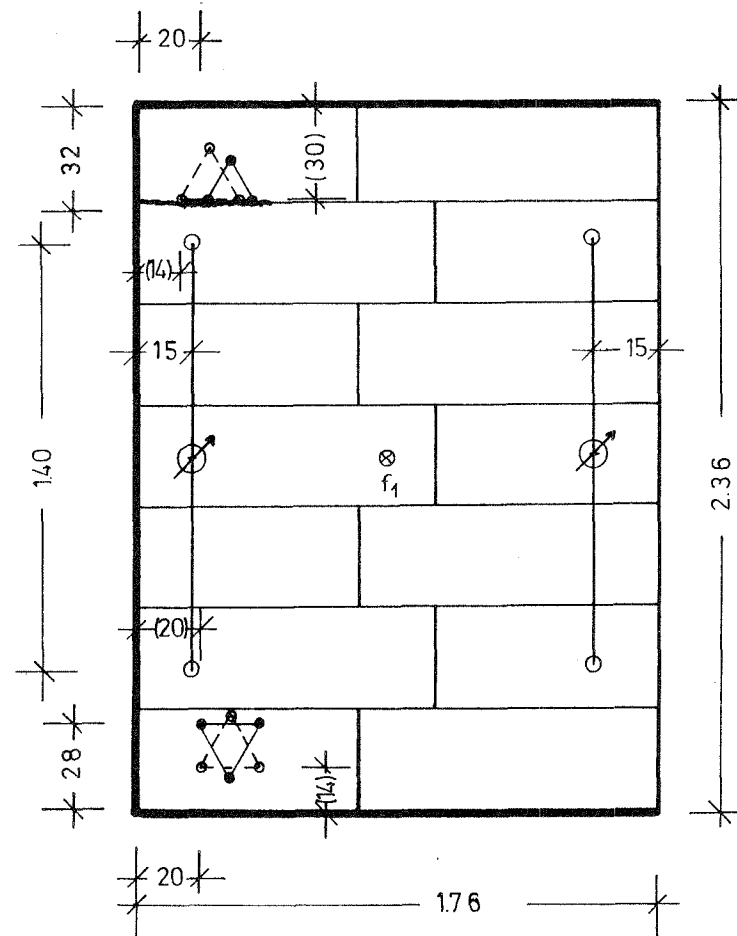


Bild A2 : Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 12 Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{\text{St}} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{\text{Mö}} = 2,19 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 1,49 \text{ kN/m}$

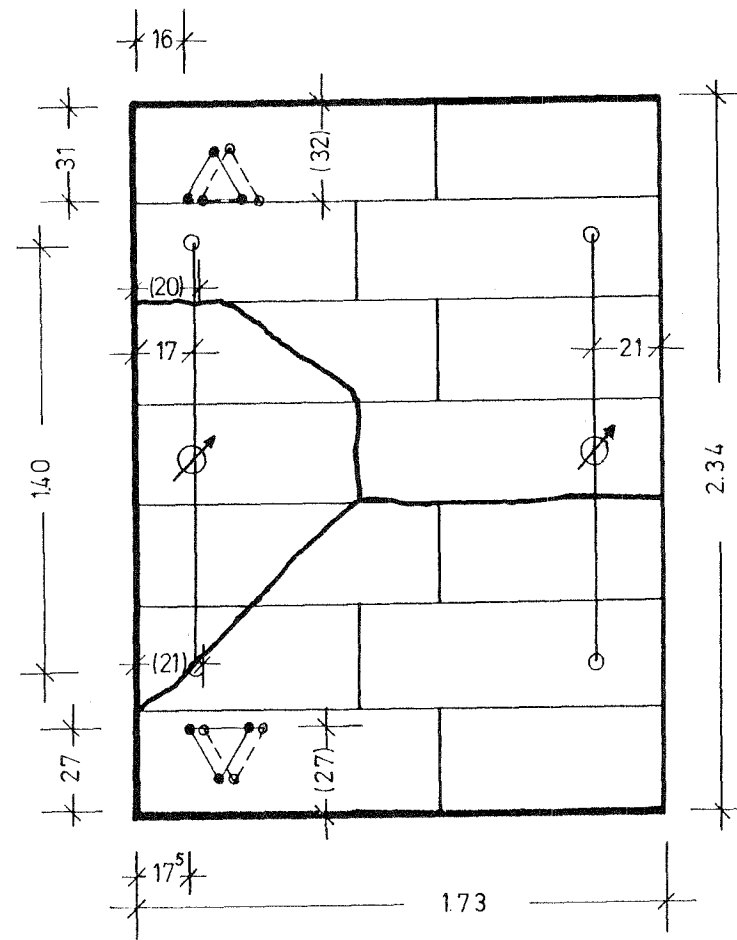


Bild A3: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 13 Bruchbild

Steinart : Bims

99 x 32 x 6 cm

$\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: d = 6 cm Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 2,44 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,86 \text{ N/mm}^2$

Horizontale Bruchlast: $q_h = 3,41 \text{ kN/m}$

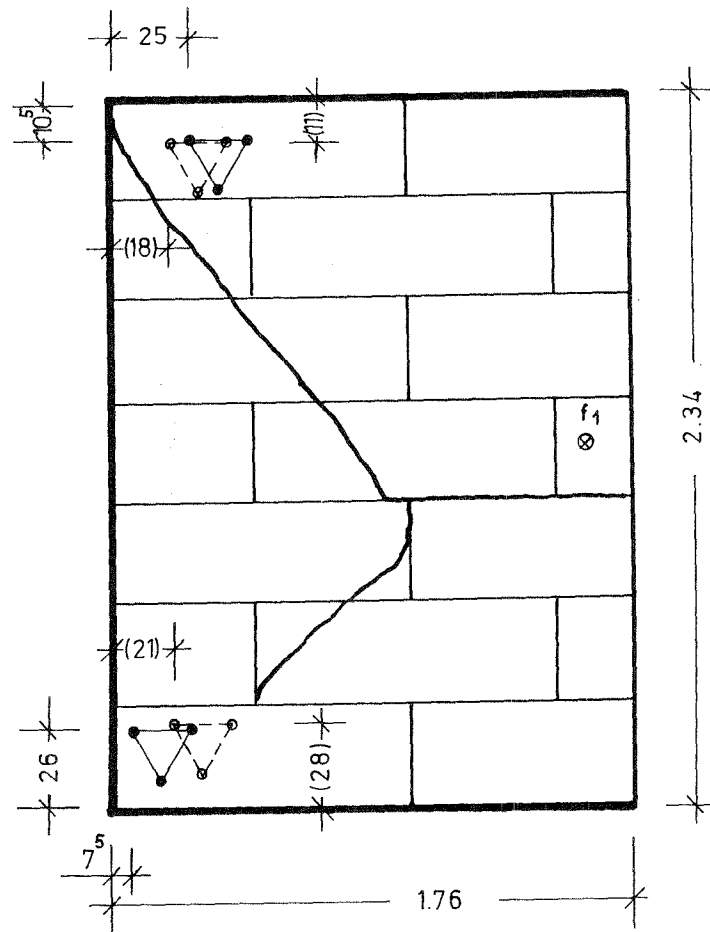


Bild A4: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 14

Bruchbild

Steinart : Bims

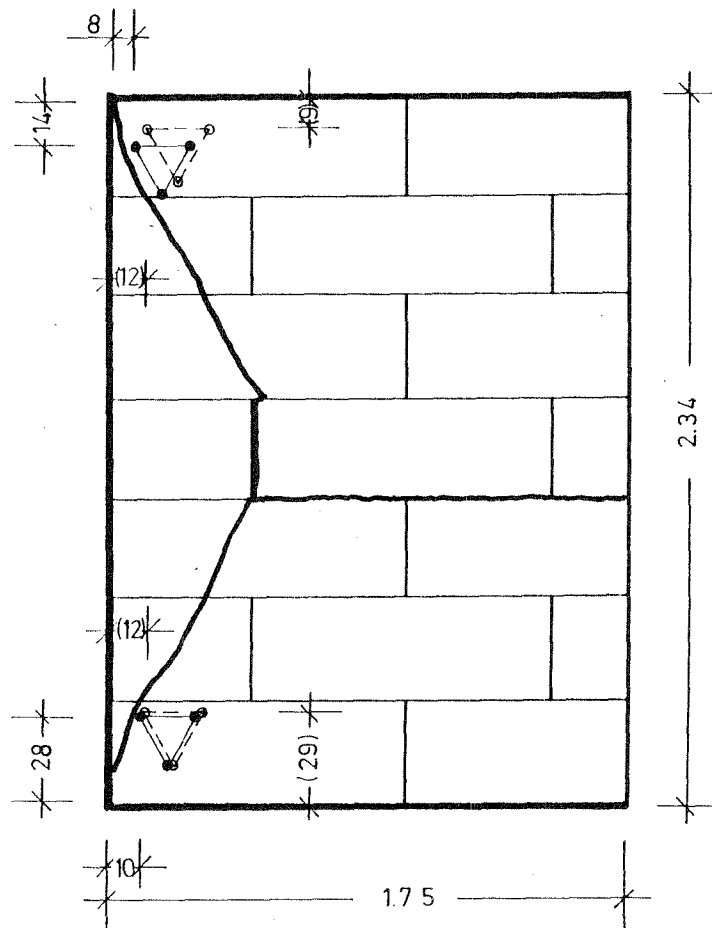
99 x 32 x 6 cm

$\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 2,41 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 1,72 \text{ N/mm}^2$

Horizontale Bruchlast: $q_h = 3,97 \text{ kN/m}$



Wand Nr.: 15 Bruchbild

$$\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 2,40 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 5,22 \text{ kN/m}$

Wand Nr. : 16 Bruchbild

$$\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 3,64 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = -$ kN/m

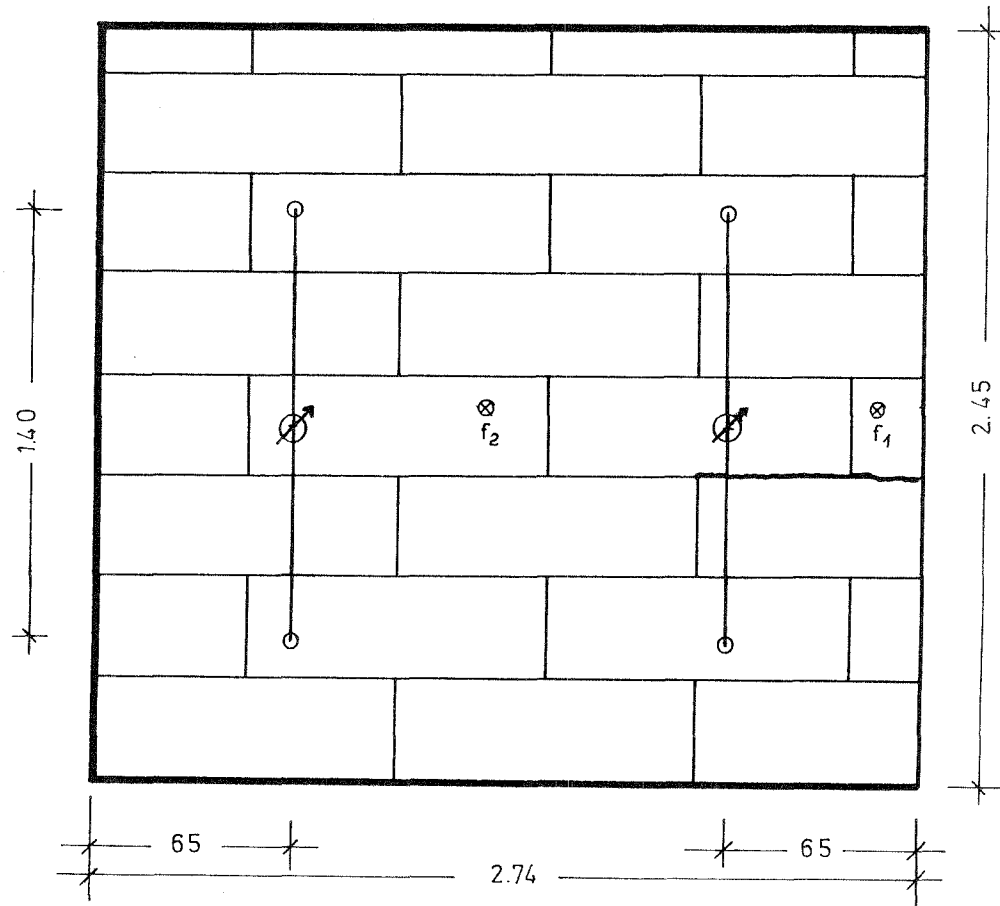


Bild A7: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 17a Bruchbild

Steinart : *Bims* $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{m\ddot{o}} = 2,86 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 0,89 \text{ kN/m}$

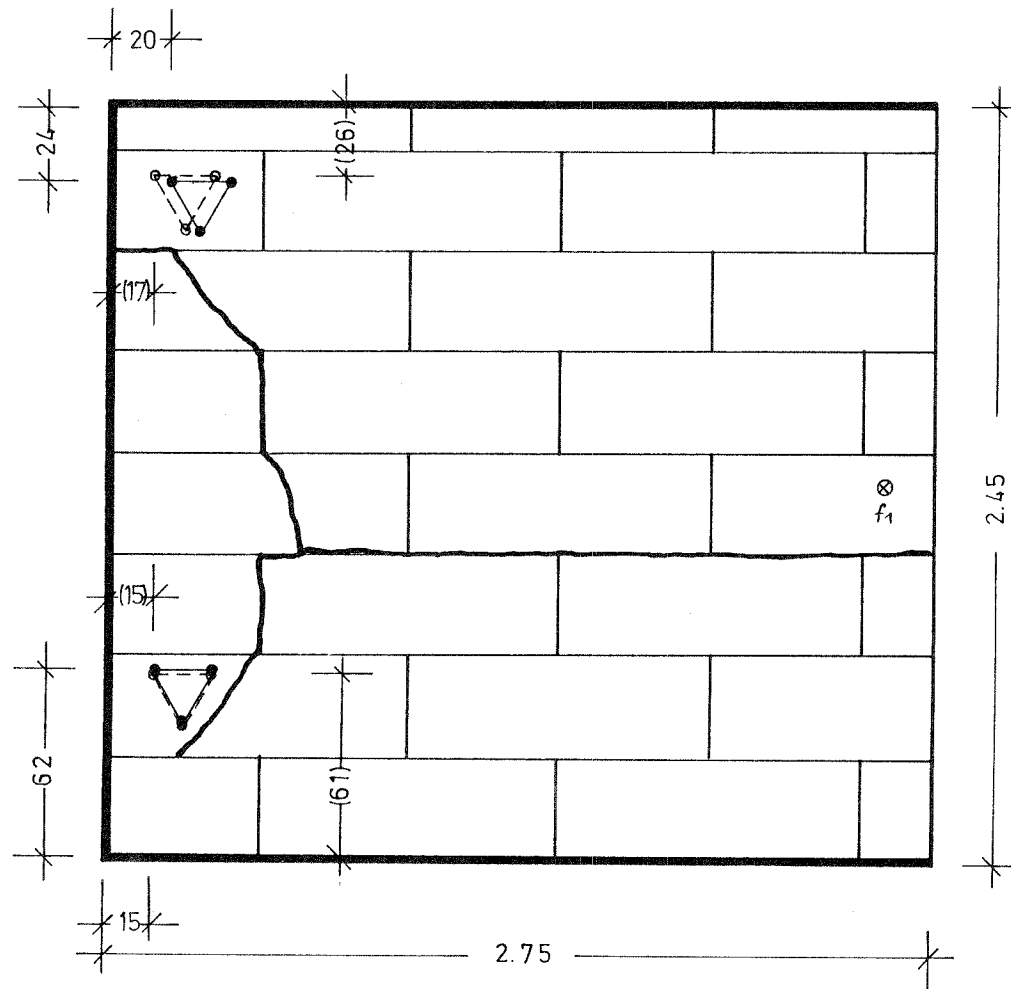


Bild A8: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 17 b Bruchbild

Steinart : Bims 99 x 32 x 6 cm $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: d = 6 cm Mörtel : Gruppe II $\beta_{ms} = 2,86 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,01 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 1,32 \text{ kN/m}$

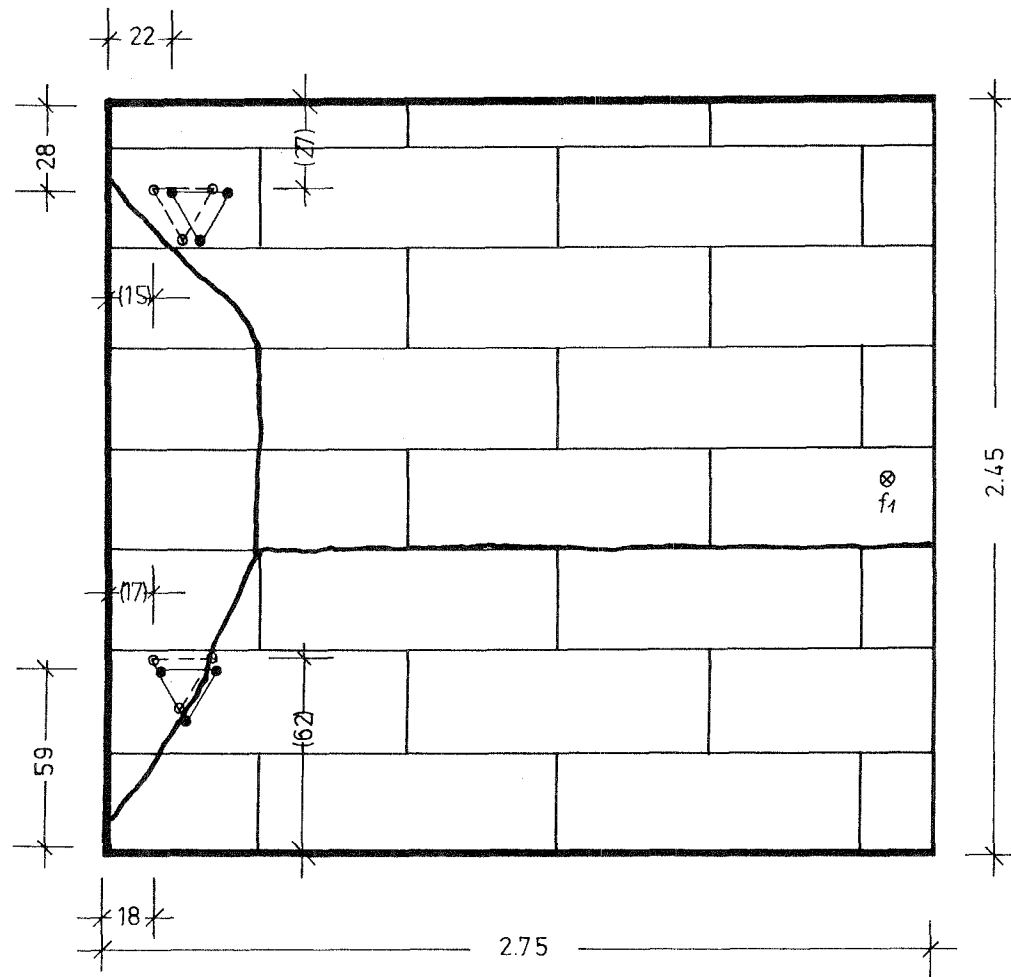


Bild A9 : Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 17 c Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{m\ddot{o}} = 1,79 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 1,61 \text{ kN/m}$

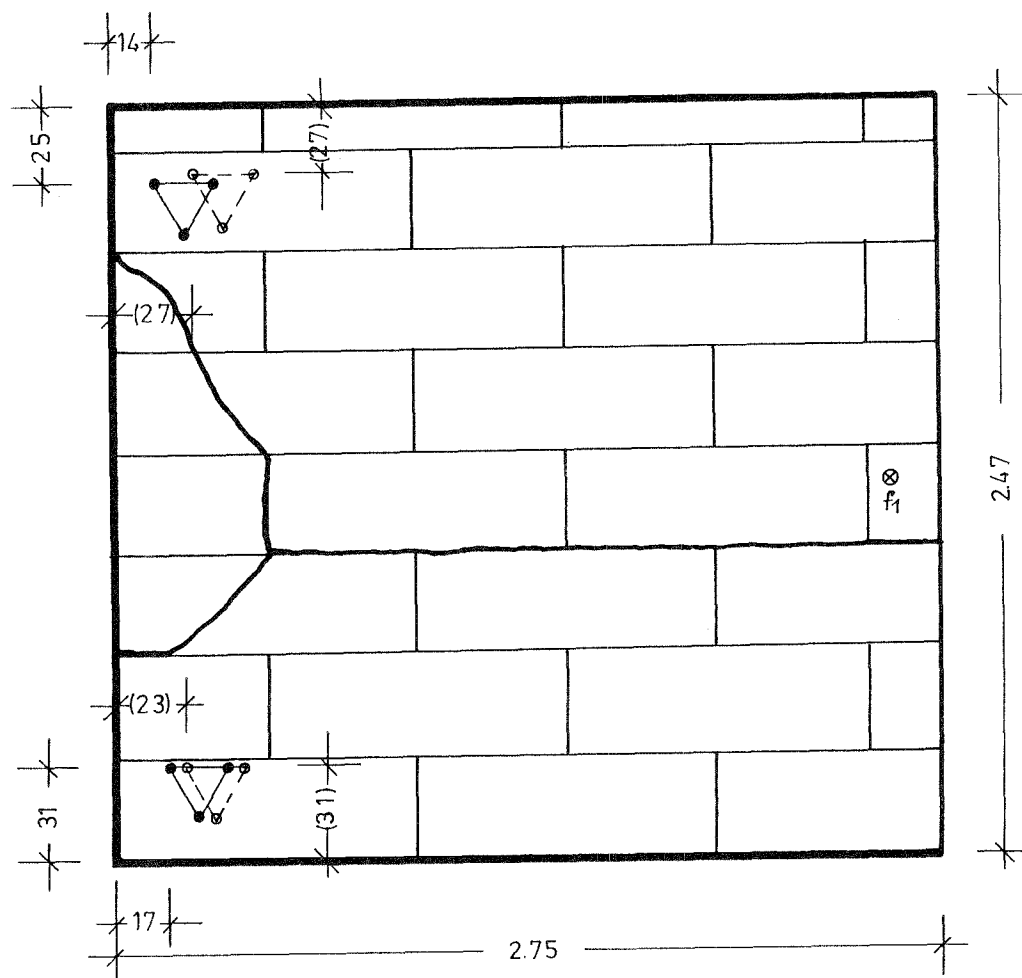


Bild A10: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 18 Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6$ cm $\beta_{st} = 5,35$ N/mm²

Wanddicke: $d = 6$ cm Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 2,50$ N/mm²

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,85$ N/mm² Horizontale Bruchlast: $q_h = 3,28$ kN/m

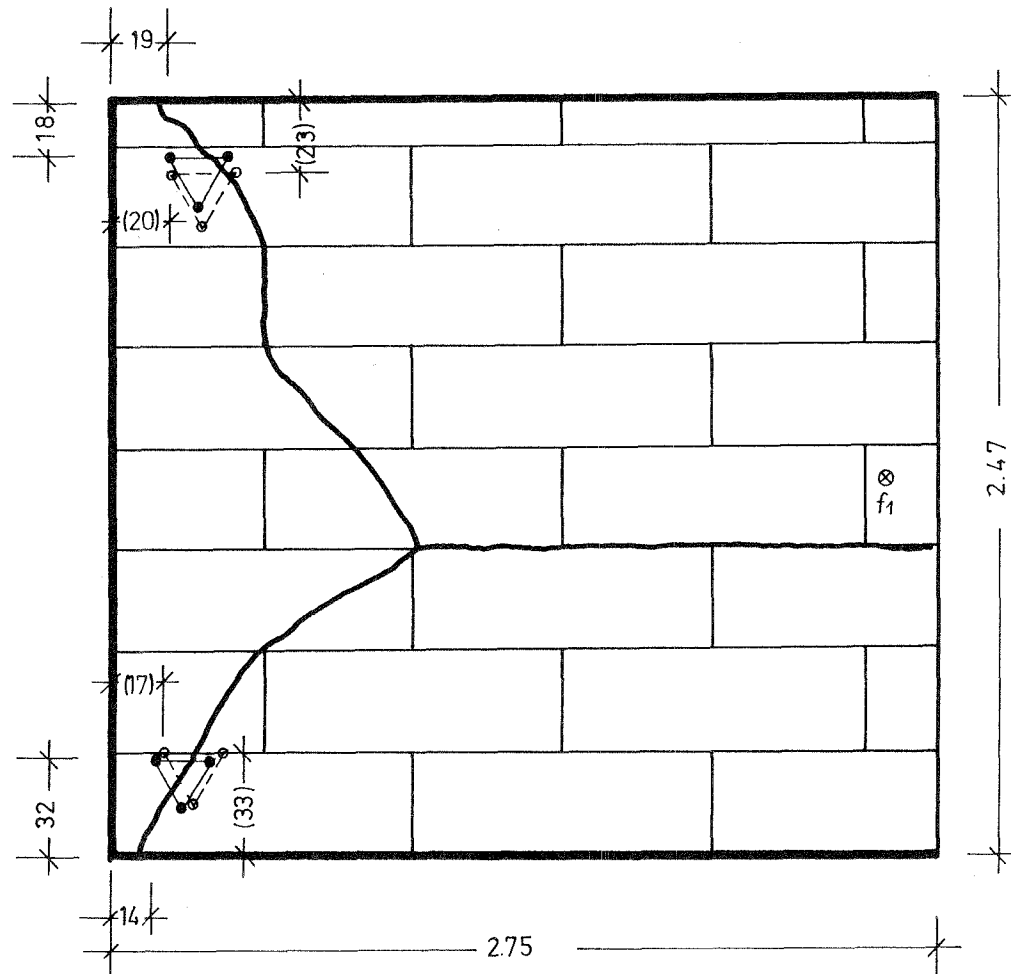


Bild A11: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 19 Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{\text{st}} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{\text{Mö}} = 2,05 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 1,75 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 4,07 \text{ kN/m}$

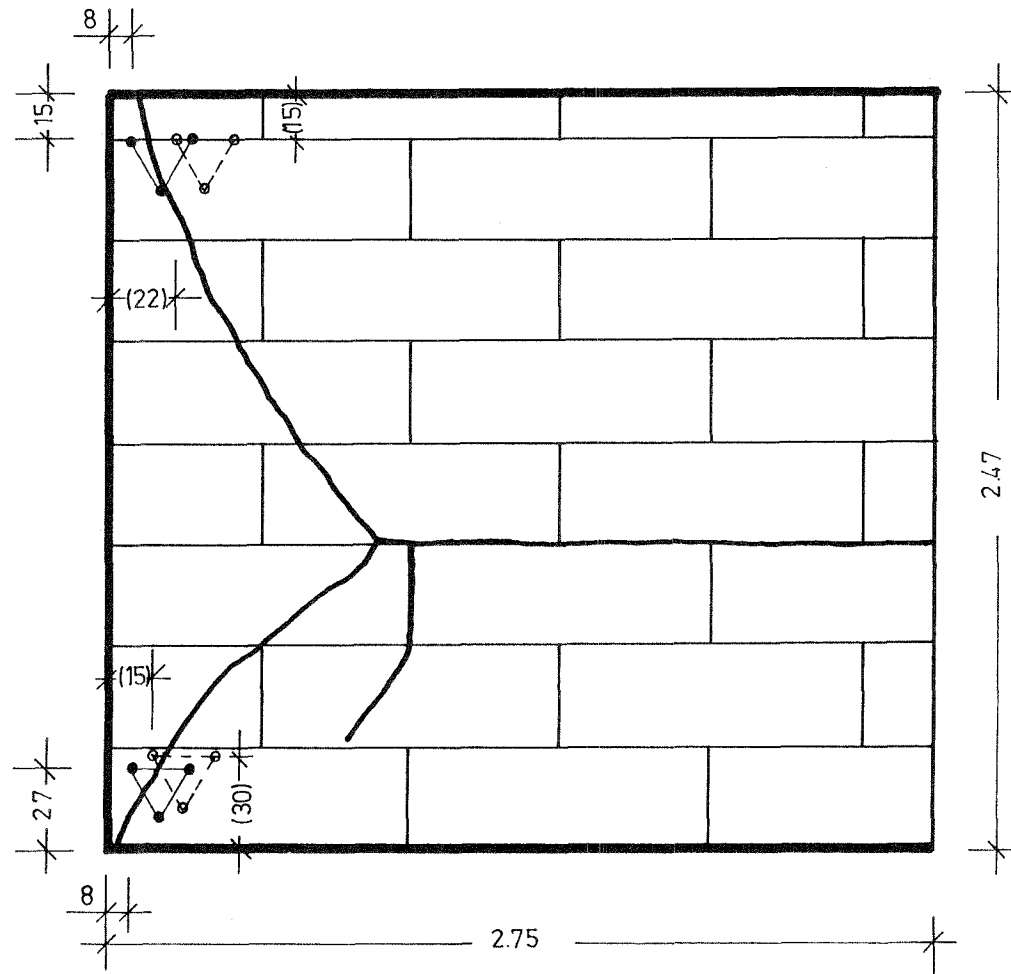


Bild A12: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 20 Bruchbild

Steinart : *Bims* $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 6,39 \text{ N/mm}^2$ (nach 28 Tagen)

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 2,37 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 2,99 \text{ kN/m}$

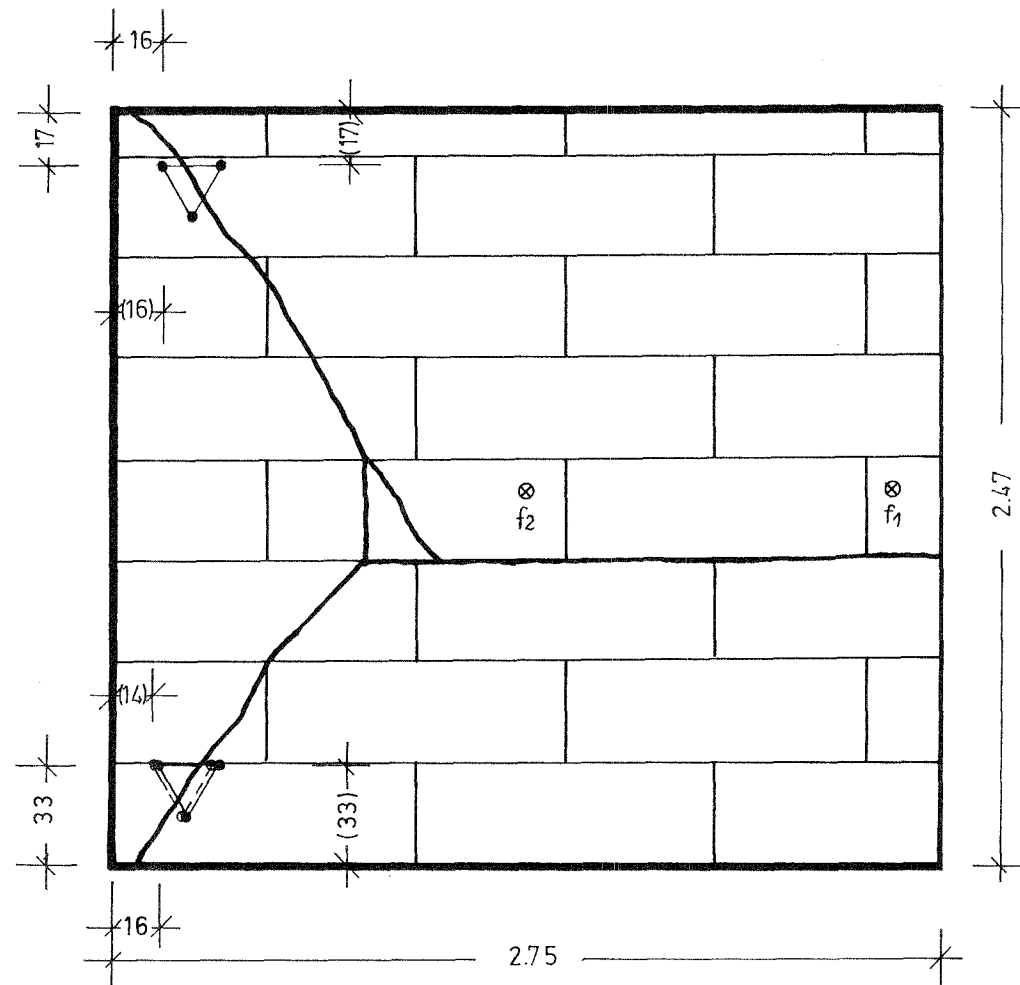


Bild A3: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 21 Bruchbild

Steinart : Bims 99 x 32 x 6 cm $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: d = 6 cm Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 2,02 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 1,93 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = \text{—} \text{ kN/m}$

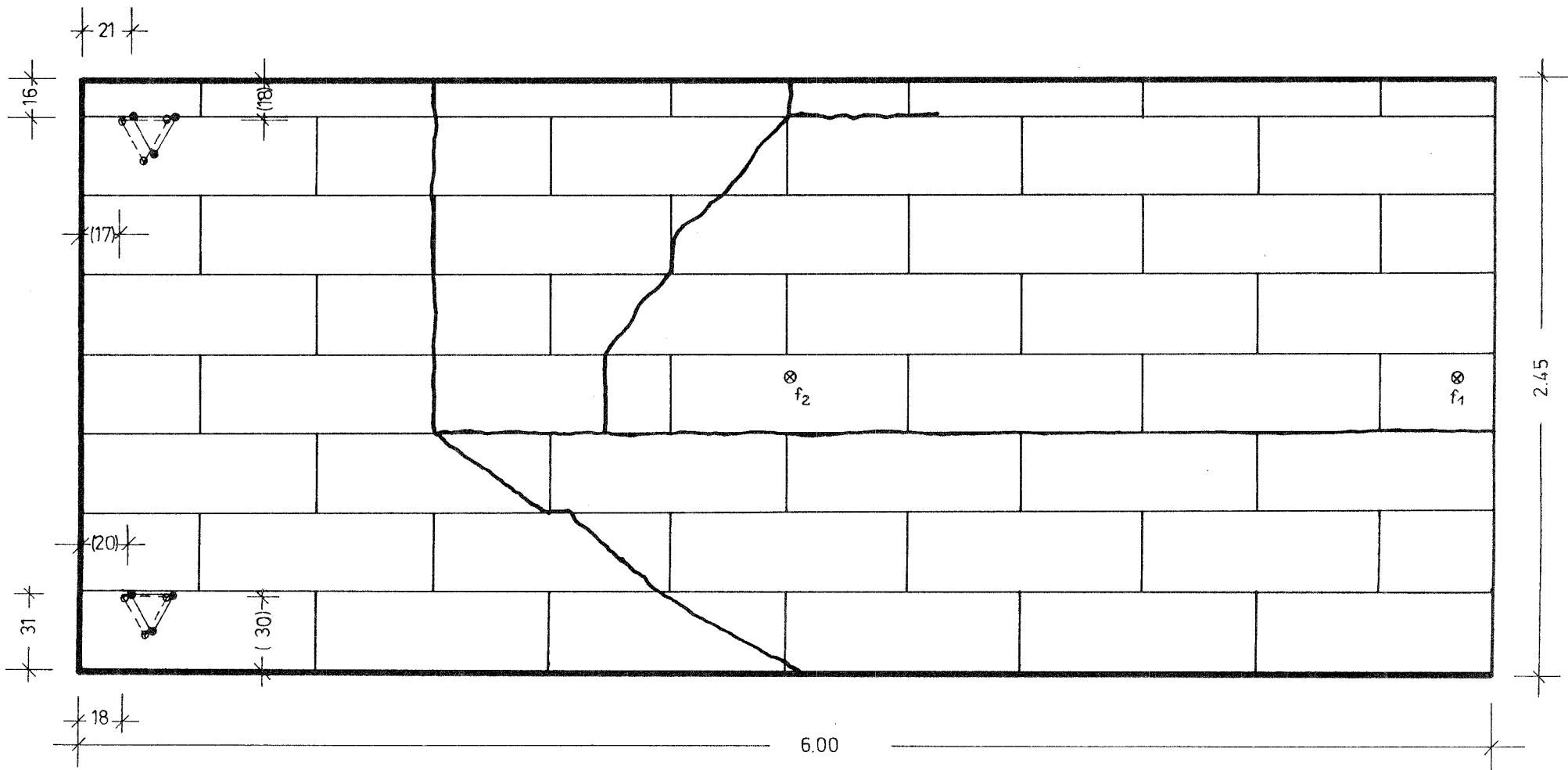


Bild A14: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 22a Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 2,22 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 0,40 \text{ kN/m}$

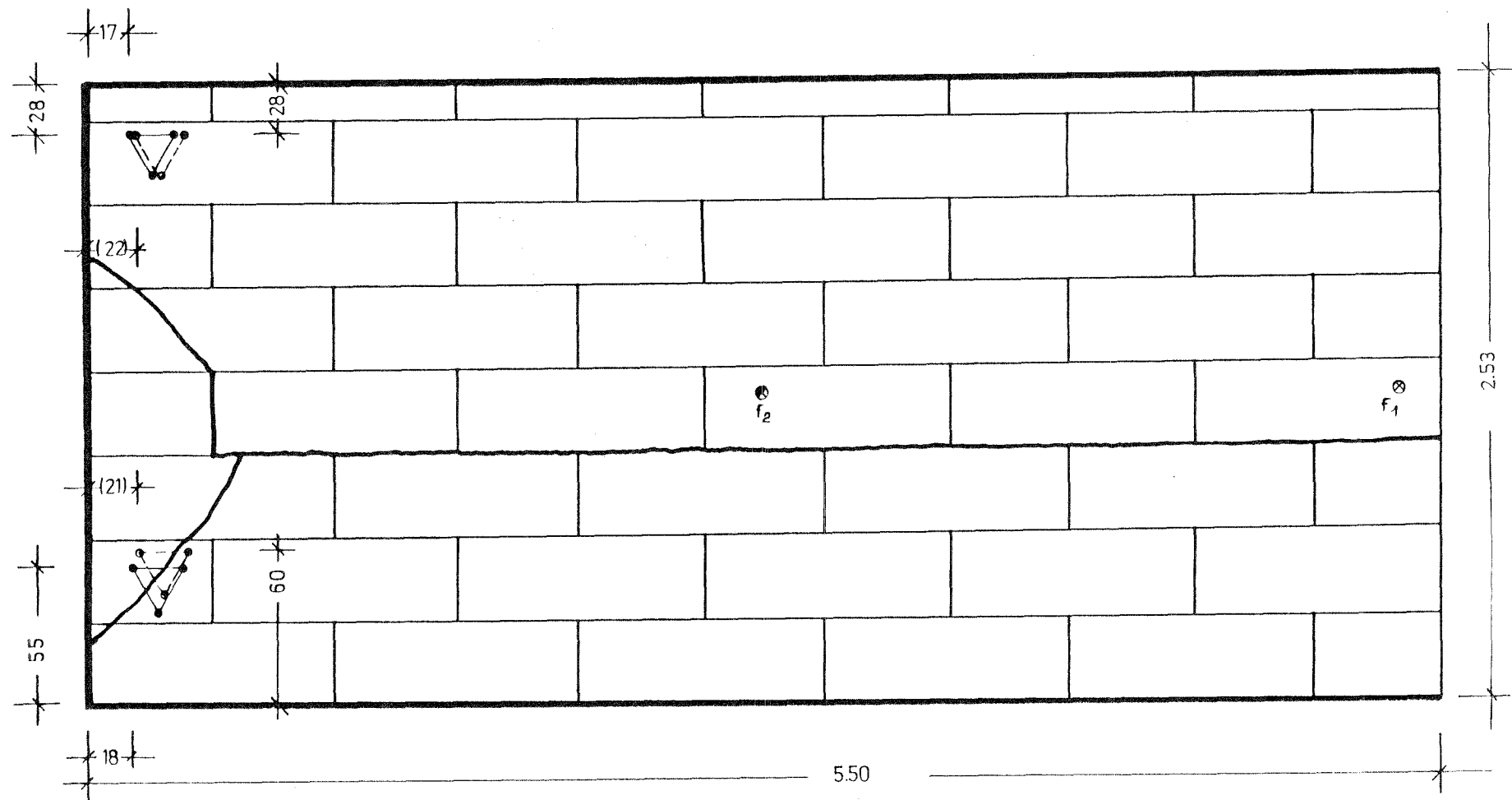


Bild A15: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 22 b Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{\text{St}} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{\text{Mö}} = 2,04 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 0,86 \text{ kN/m}$

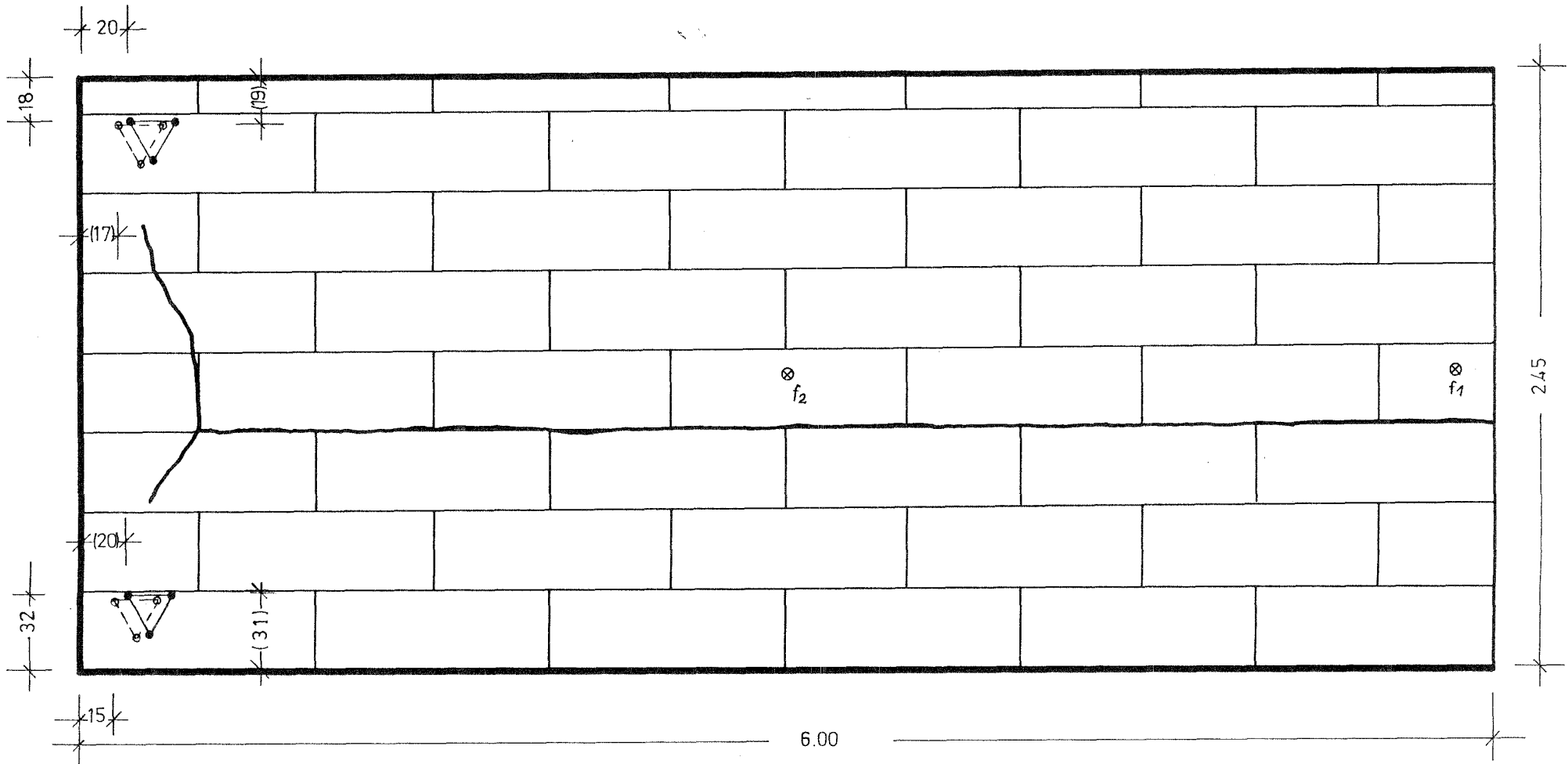


Bild A16: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 23 Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{m\ddot{o}} = 1,81 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,47 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 1,68 \text{ kN/m}$

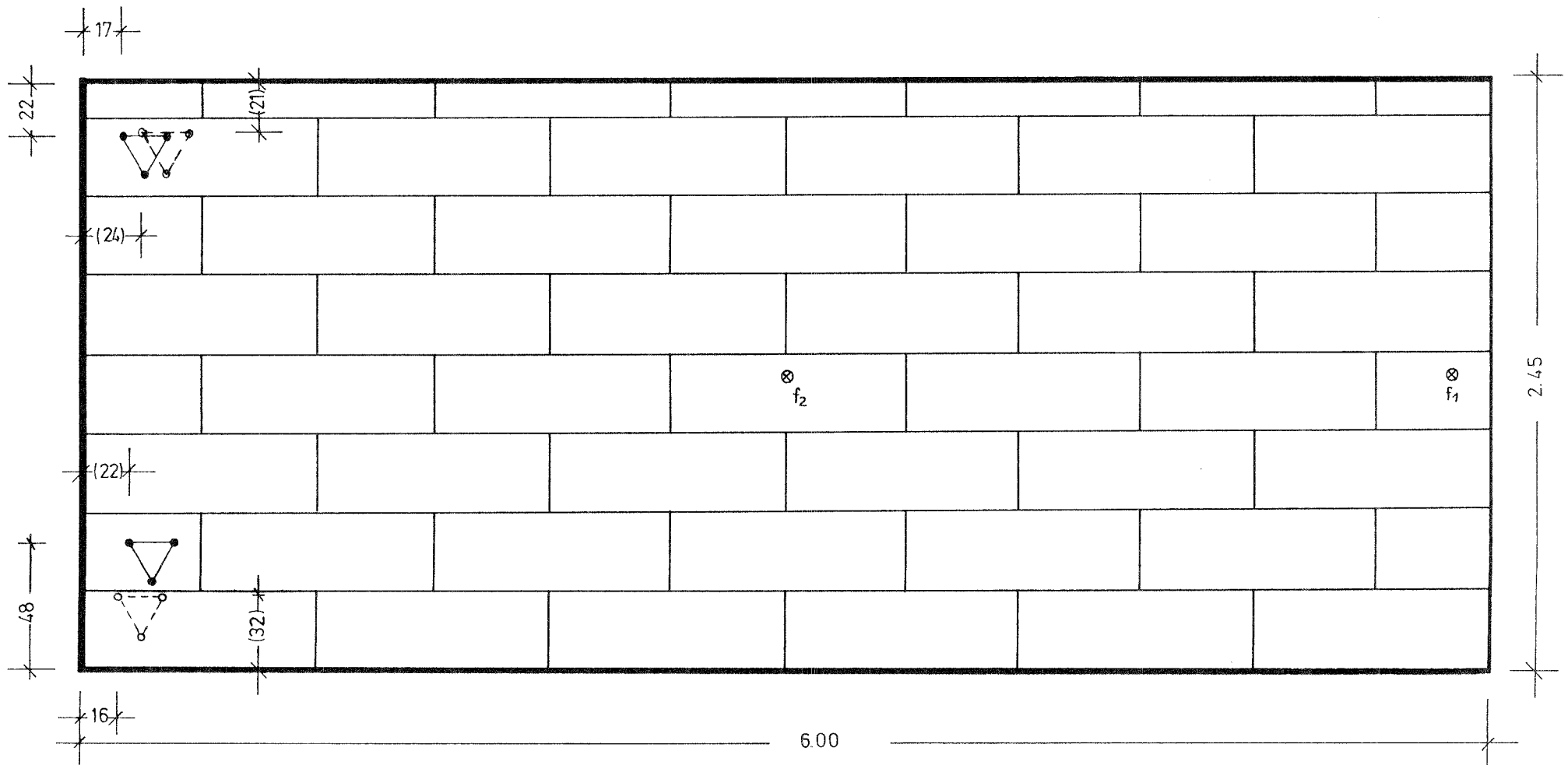


Bild A17: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 24 Bruchbild

Steinart : Bims

99 x 32 x 6 cm

$\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: d = 6 cm Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 2,70 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,96 \text{ N/mm}^2$

Horizontale Bruchlast: $q_h = 3,05 \text{ kN/m}$

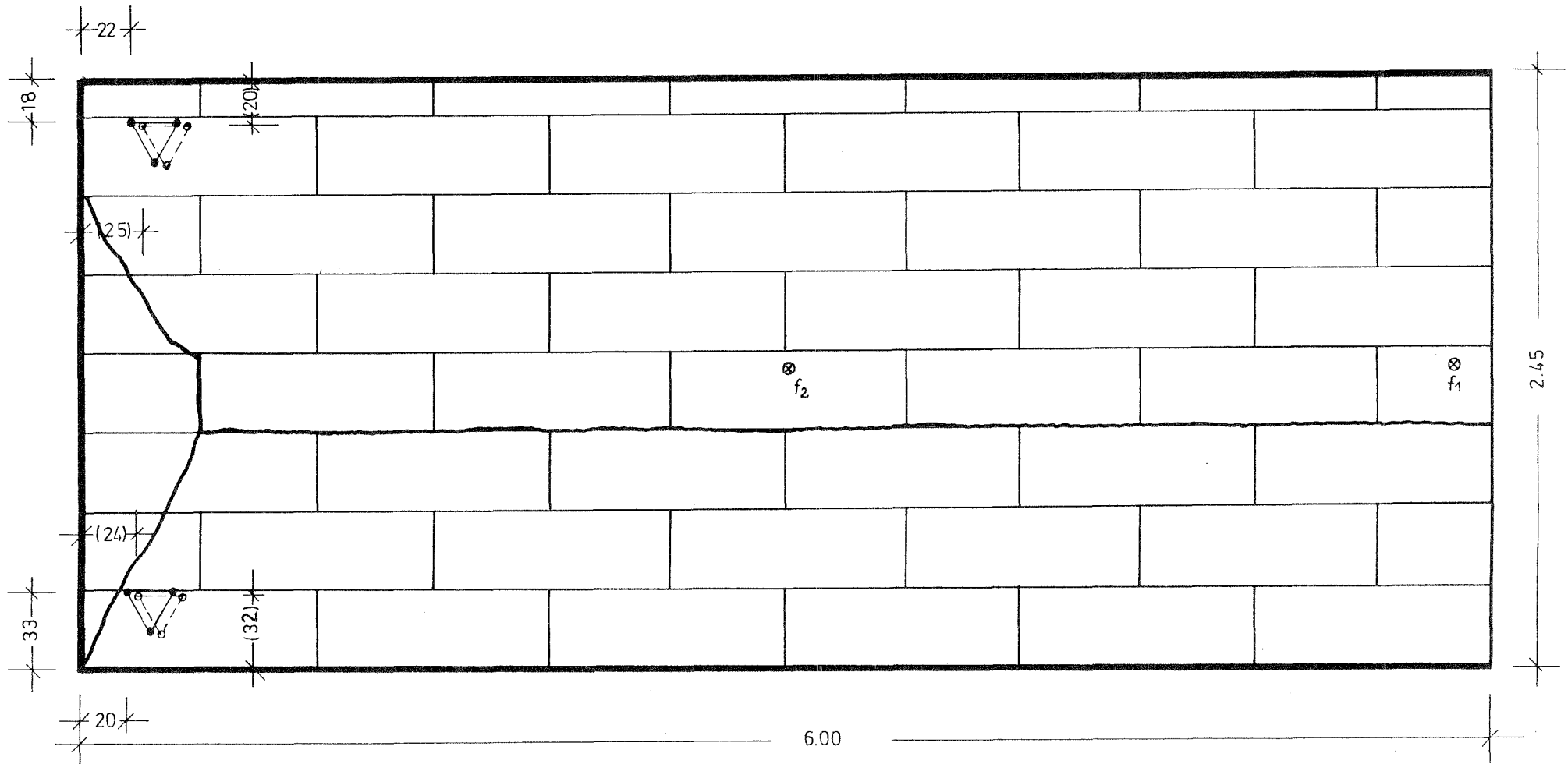


Bild A18: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 25 Bruchbild

Steinart : *Bims* 99 x 32 x 6 cm $\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: d = 6 cm Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,97 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 1,28 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 2,90 \text{ kN/m}$

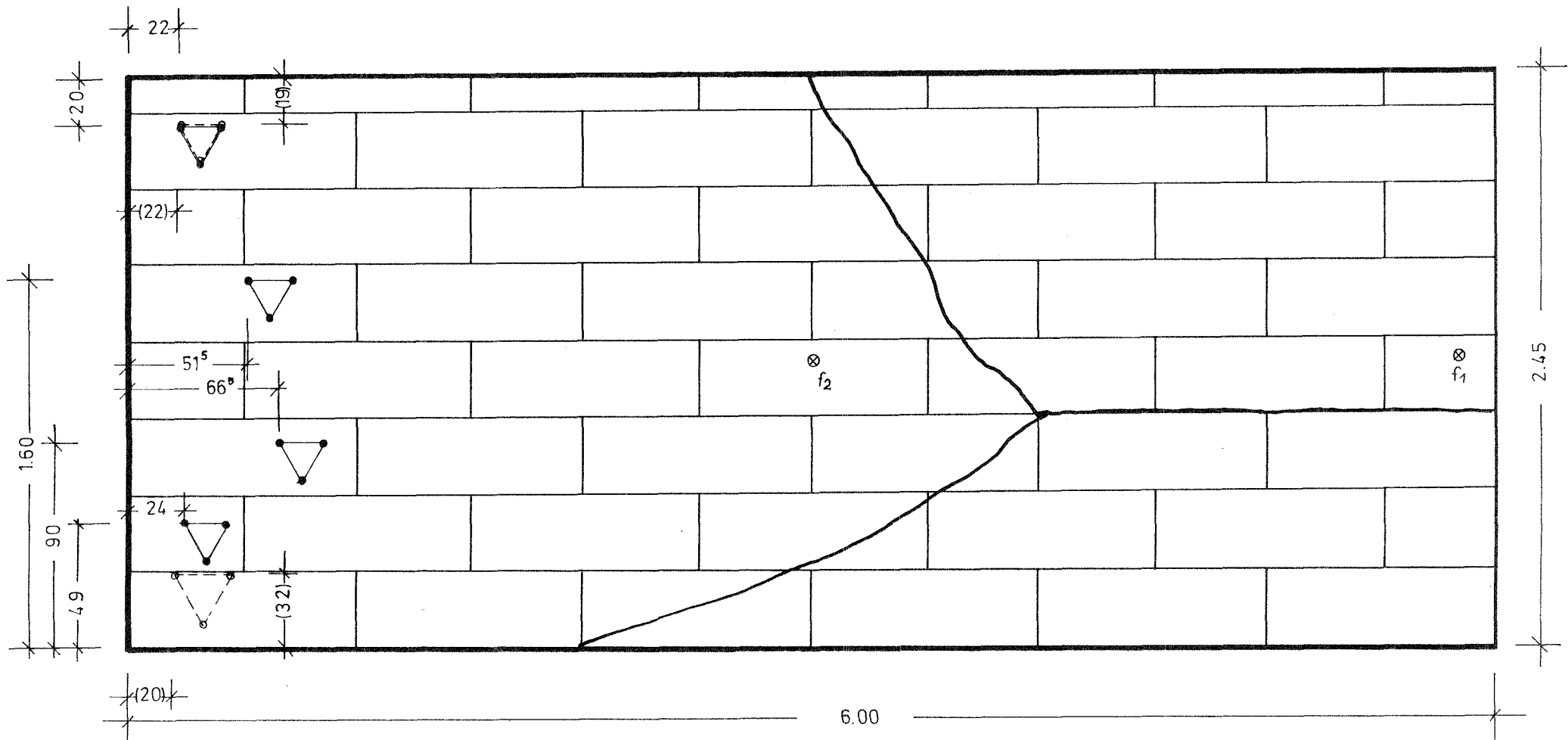


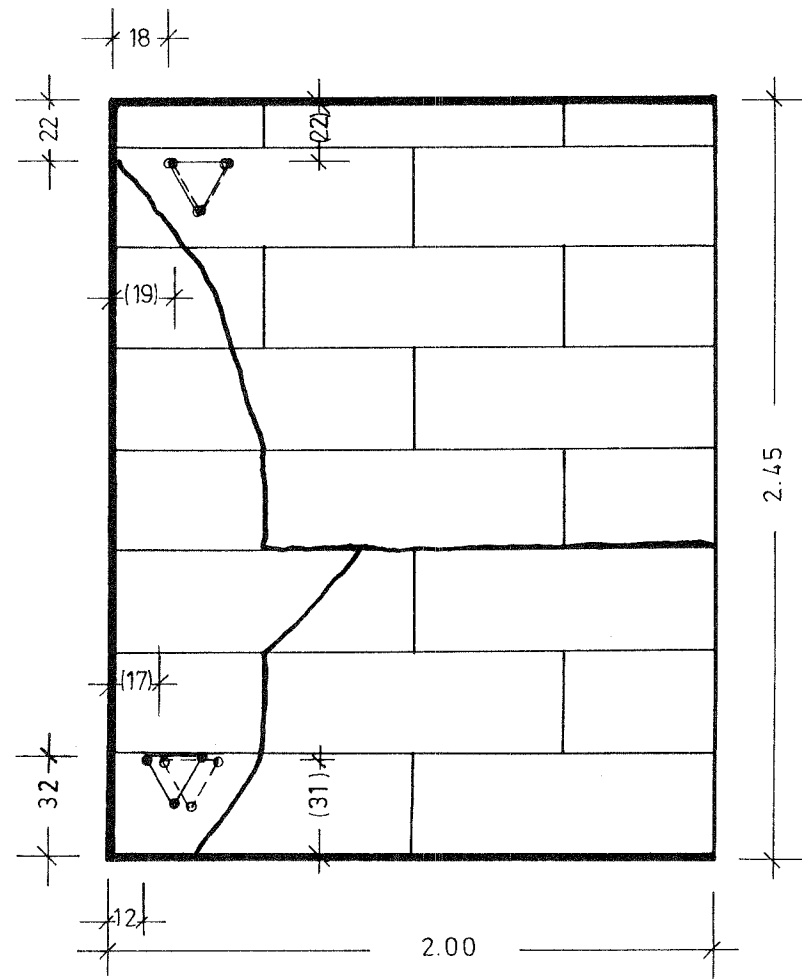
Bild A19: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 26 Bruchbild

Steinart : Bims $99 \times 32 \times 6 \text{ cm}$ $\beta_{\text{St}} = 5,35 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 6 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{\text{Mö}} = 2,24 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 1,16 \text{ kN/m}$



Wand Nr.: 27 Bruchbild

$$\beta_{st} = 5,35 \text{ N/mm}^2$$
$$\beta_{Mö} = 1,77 \text{ N/mm}^2$$

Horizontale Bruchlast: $q_h = 0,70 \text{ kN/m}$

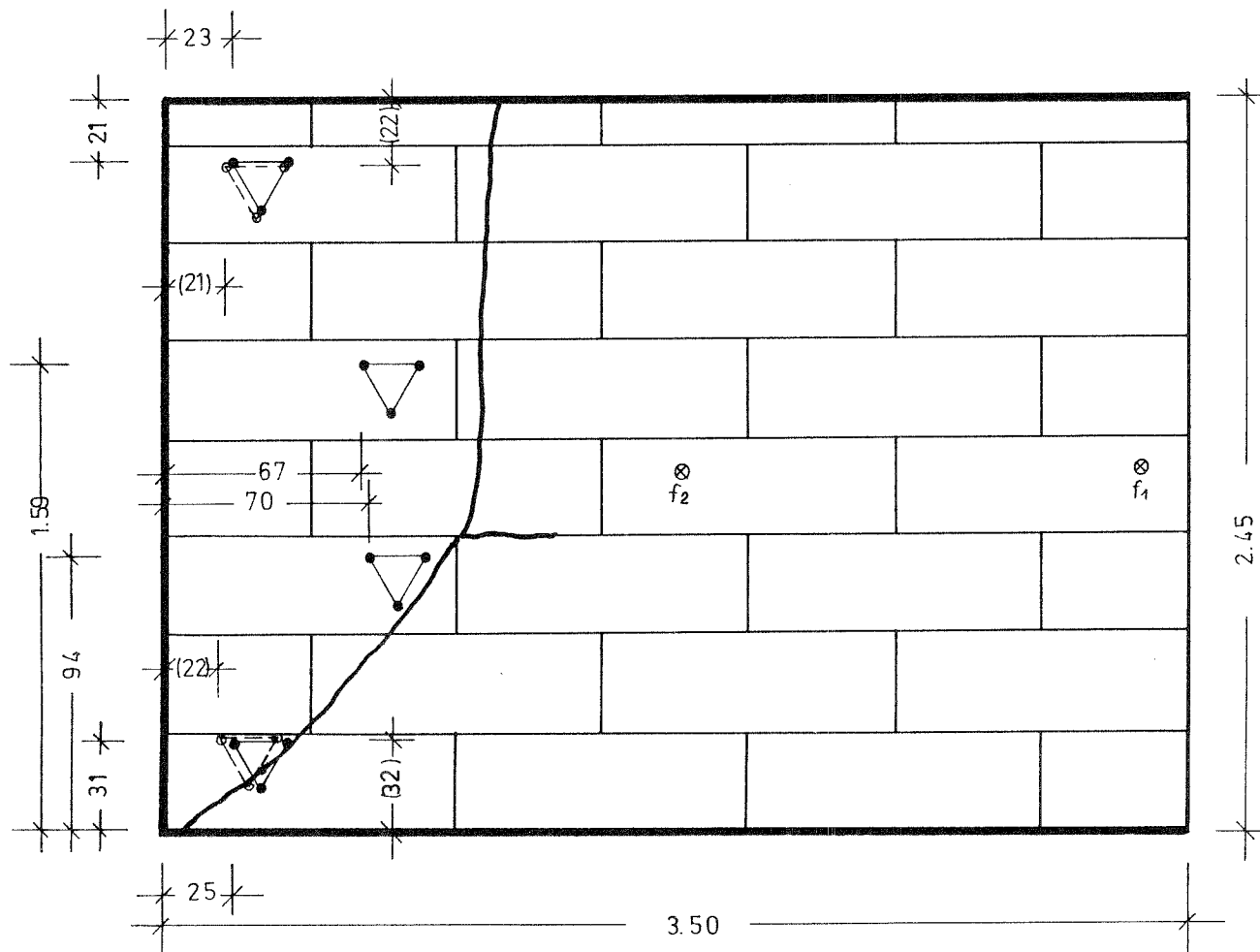


Bild A21: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 28

Bruchbild

Steinart : Kalksand

24 x 11,5 x 11,5 cm

$\beta_{st} = 35,4 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: d=11,5cm Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,95 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 4,62 \text{ N/mm}^2$

Horizontale Bruchlast: $q_h = \text{ — } \text{ kN/m}$

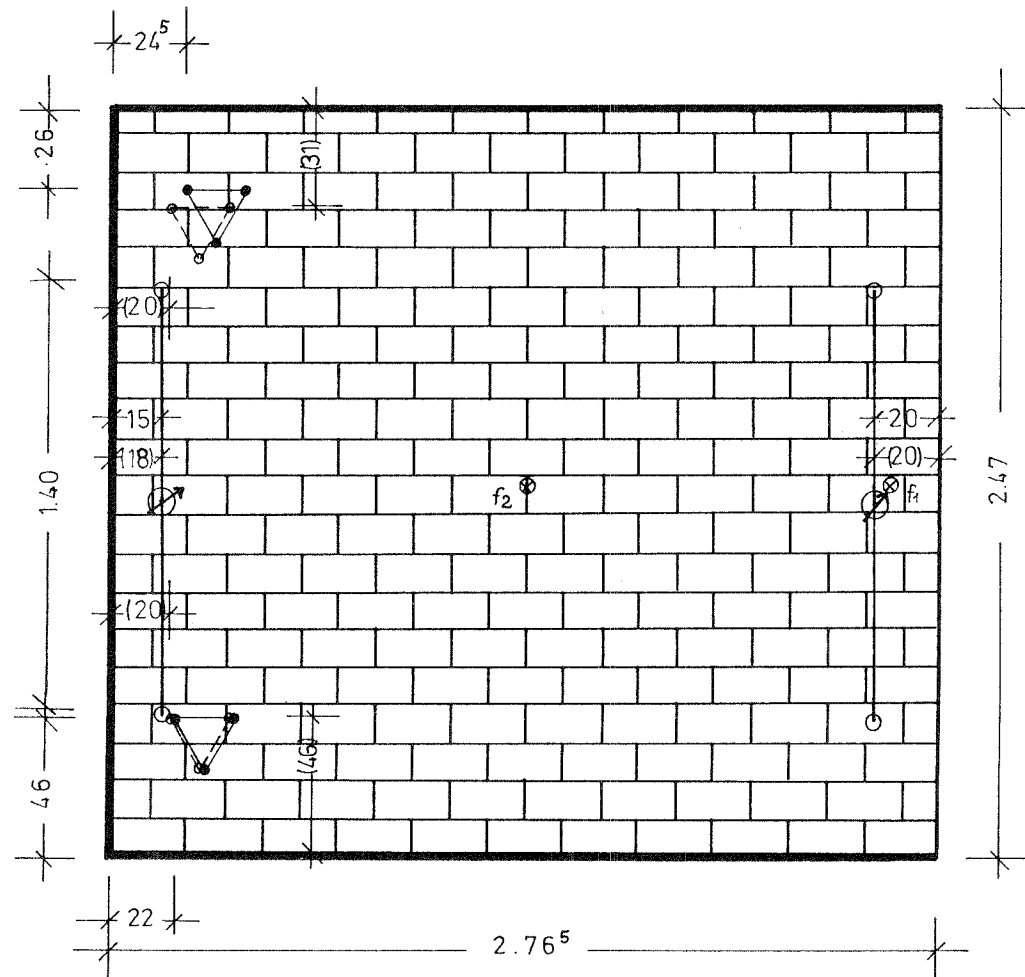


Bild A22: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 29a Bruchbild

Steinart : Kalksand $24 \times 11,5 \times 11,5 \text{ cm}$ $\beta_{\text{st}} = 35,4 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 11,5 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{\text{Mö}} = 1,77 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,12 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 5,52 \text{ kN/m}$

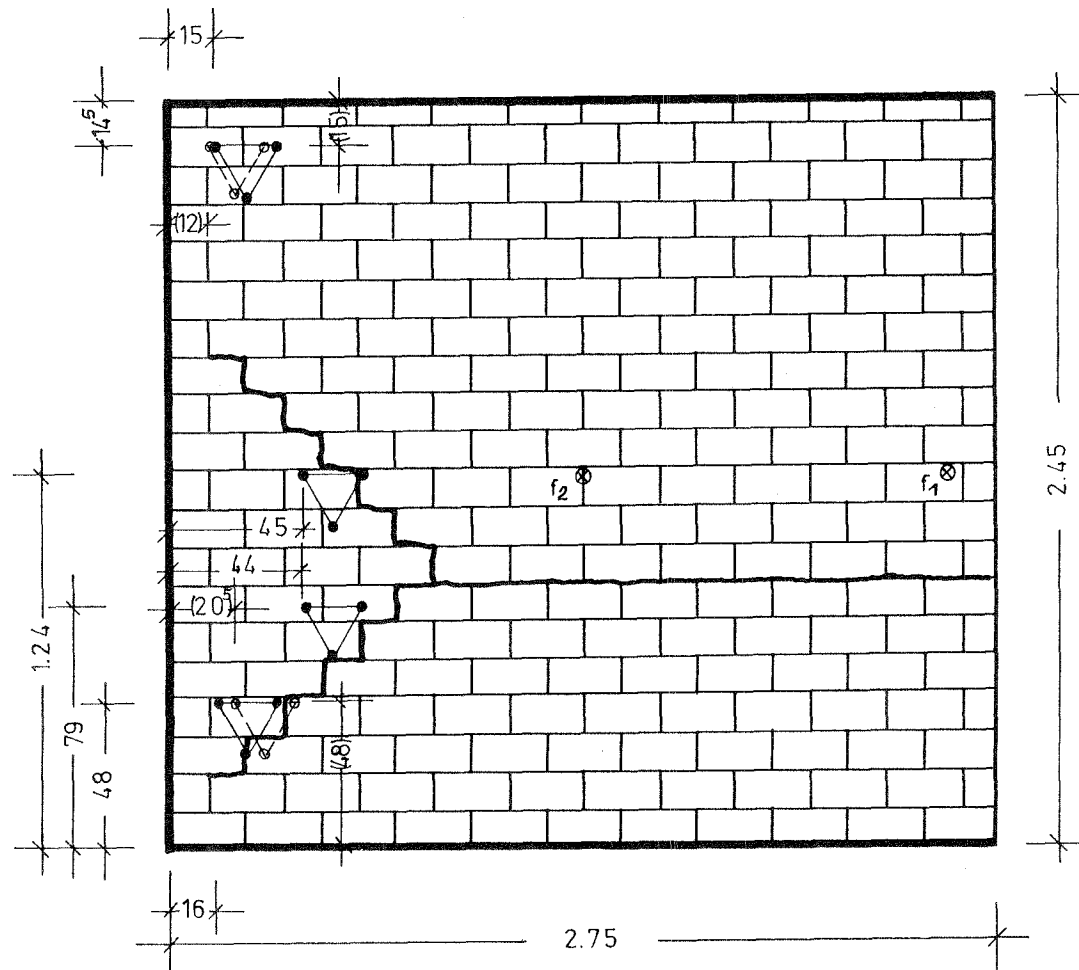


Bild A23: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 29b Bruchbild

Steinart : Kalksand $24 \times 11,5 \times 11,5 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 35,4 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 11,5 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,47 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,01 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 5,52 \text{ kN/m}$

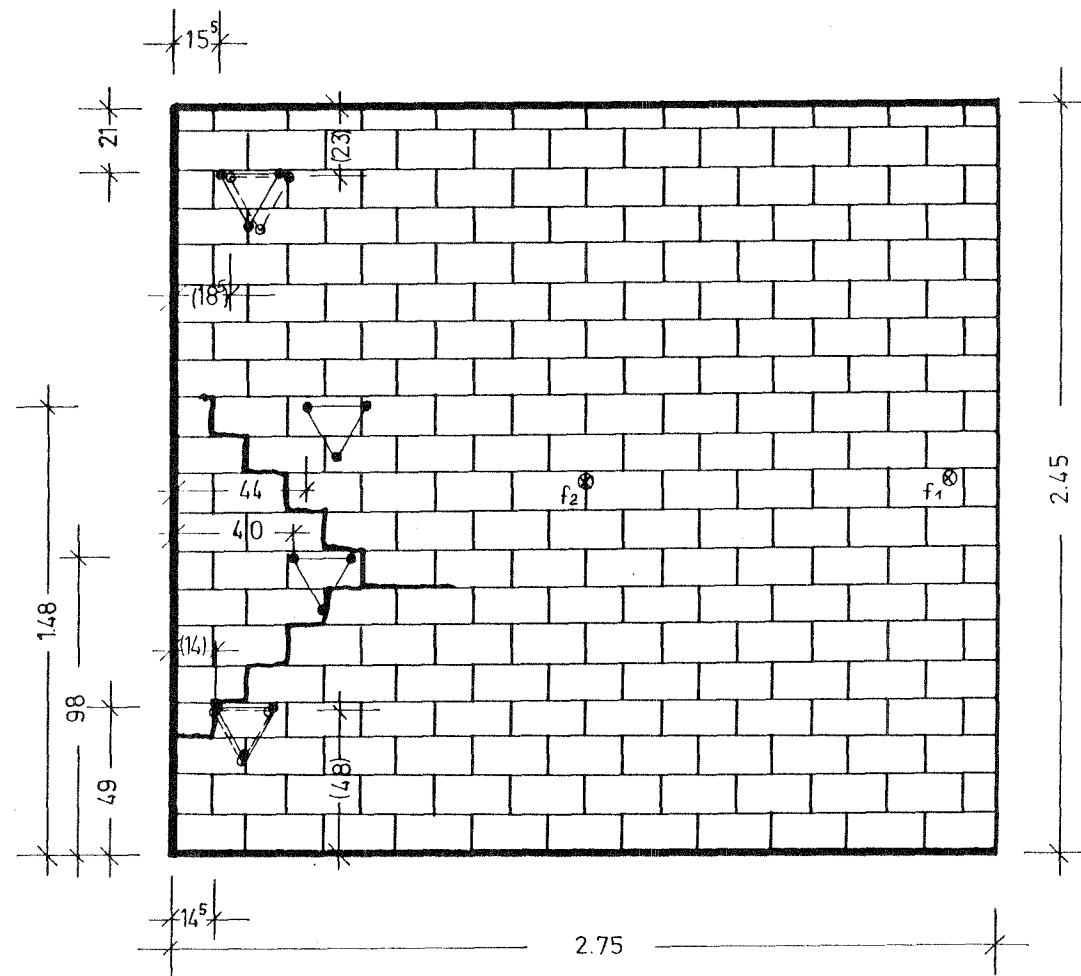


Bild A24: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr. : 32 a

Bruchbild

Steinart : Kalksand

24 x 11,5 x 11,5 cm

$$, \beta_{st} = 35,4 \text{ N/mm}^2$$

Wanddicke: $d = 11,5 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II , $\beta_{H\ddot{o}} = \text{---}$ N/mm^2

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,62 \text{ N/mm}^2$

Horizontale Bruchlast: $q_h = 12,76 \text{ kN/m}$

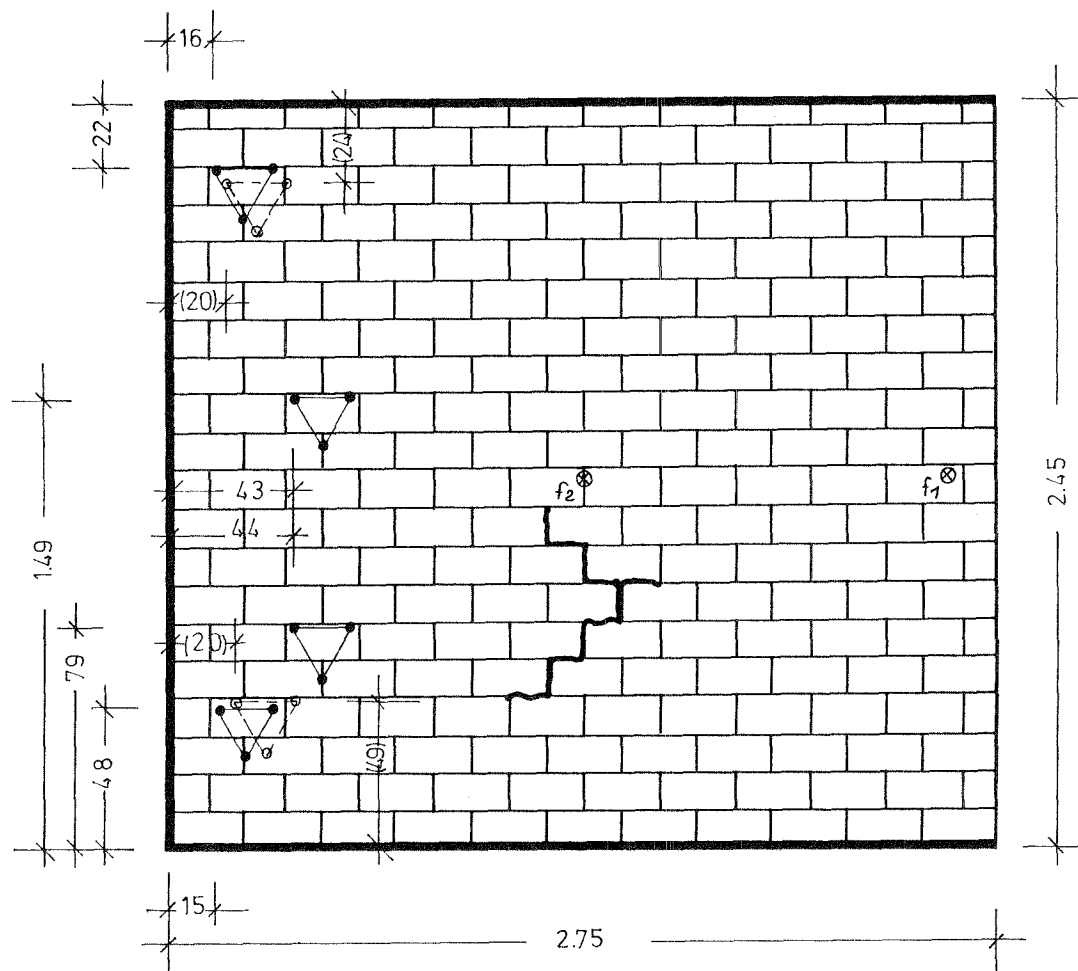


Bild A25: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 32 b Bruchbild

Steinart : Kalksand $24 \times 11,5 \times 11,5 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 35,4 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 11,5 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,72 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 1,14 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 14,2 \text{ kN/m}$

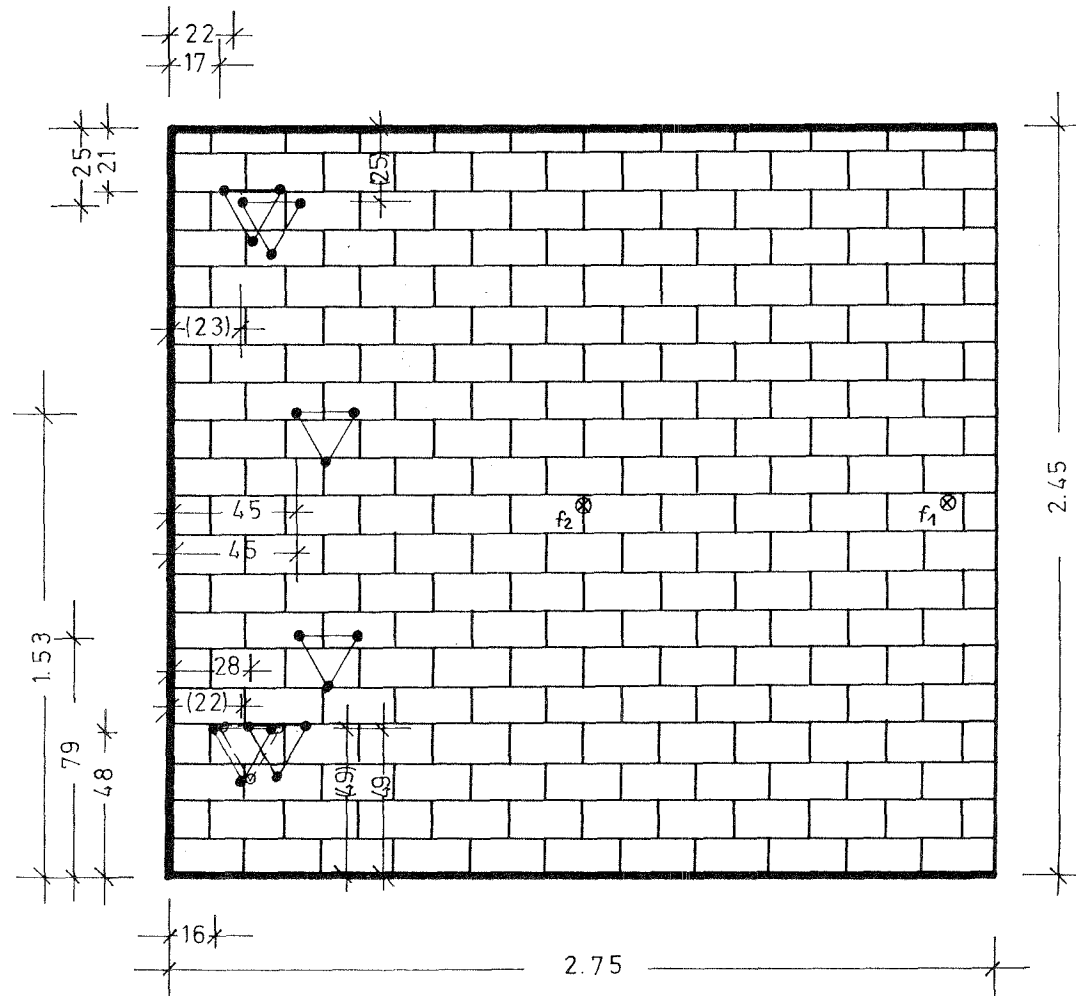


Bild A26: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 33 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,60 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 1,39 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = \text{ — } \text{ kN/m}$

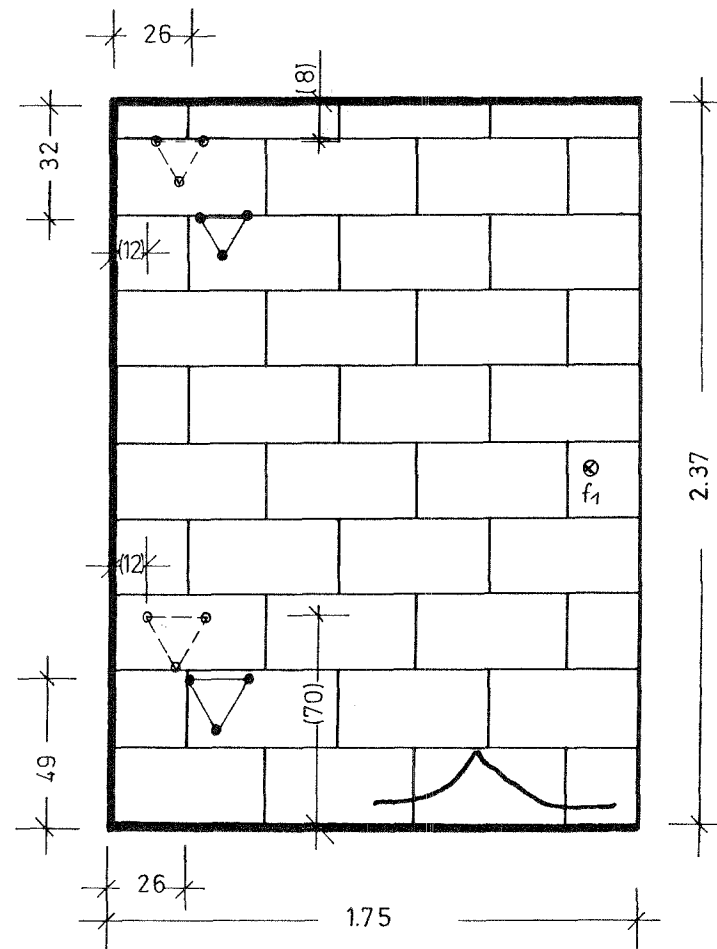


Bild A27: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 34a Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $f_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $f_{m\ddot{o}} = 1,60 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 1,15 \text{ kN/m}$

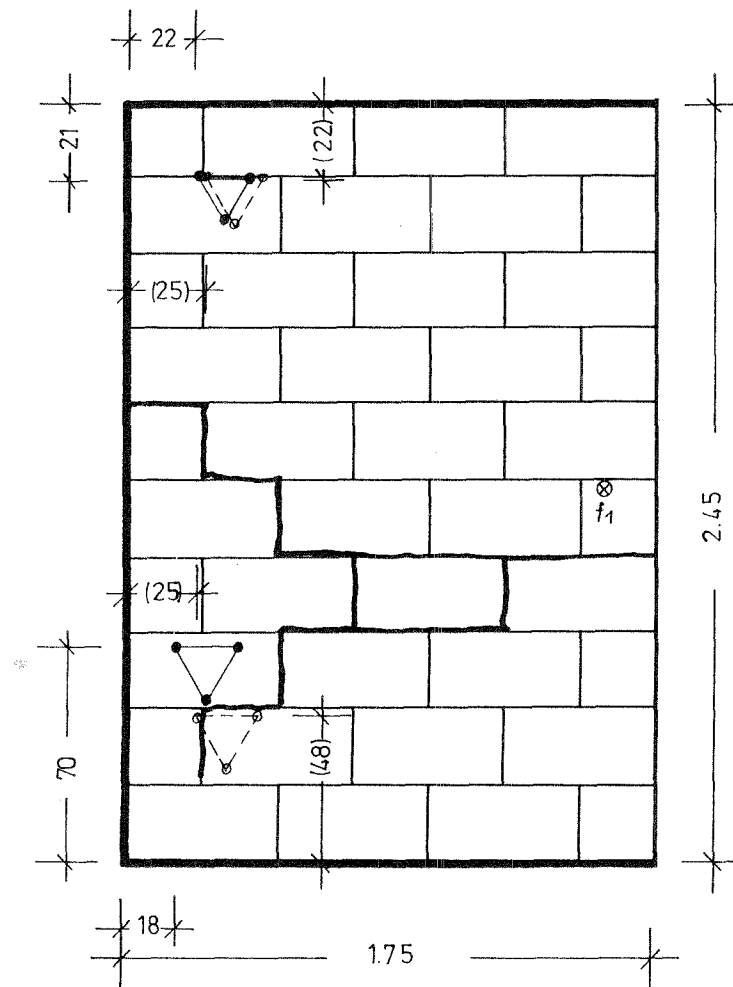


Bild A28: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 34 b Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe $\beta_{M\ddot{o}} = 1,67 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,01 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 2,92 \text{ kN/m}$

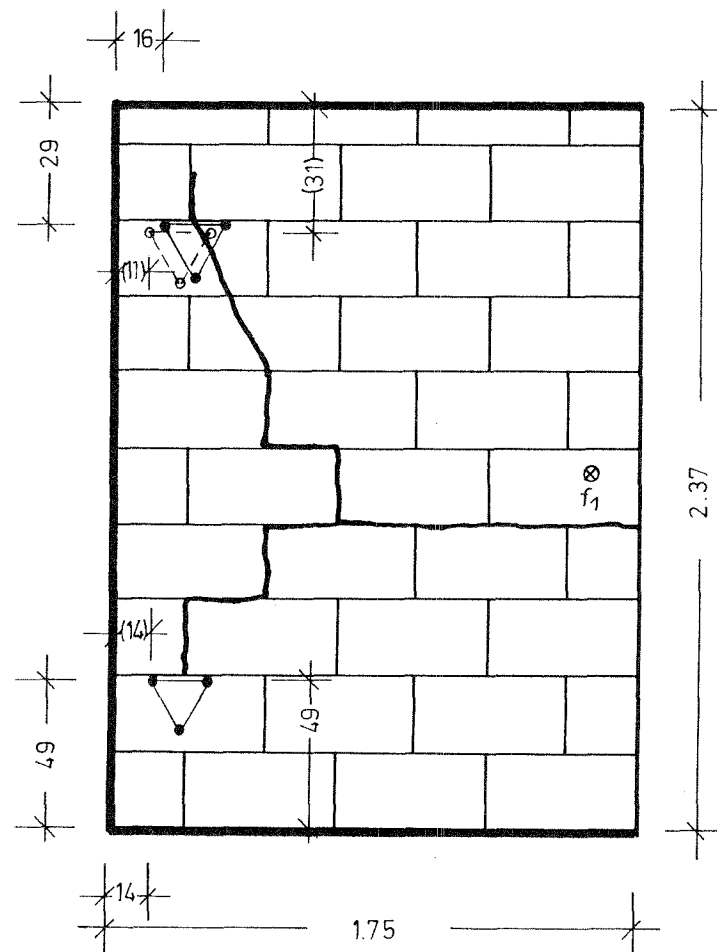


Bild A29: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 35 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,42 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,13 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 8,66 \text{ kN/m}$

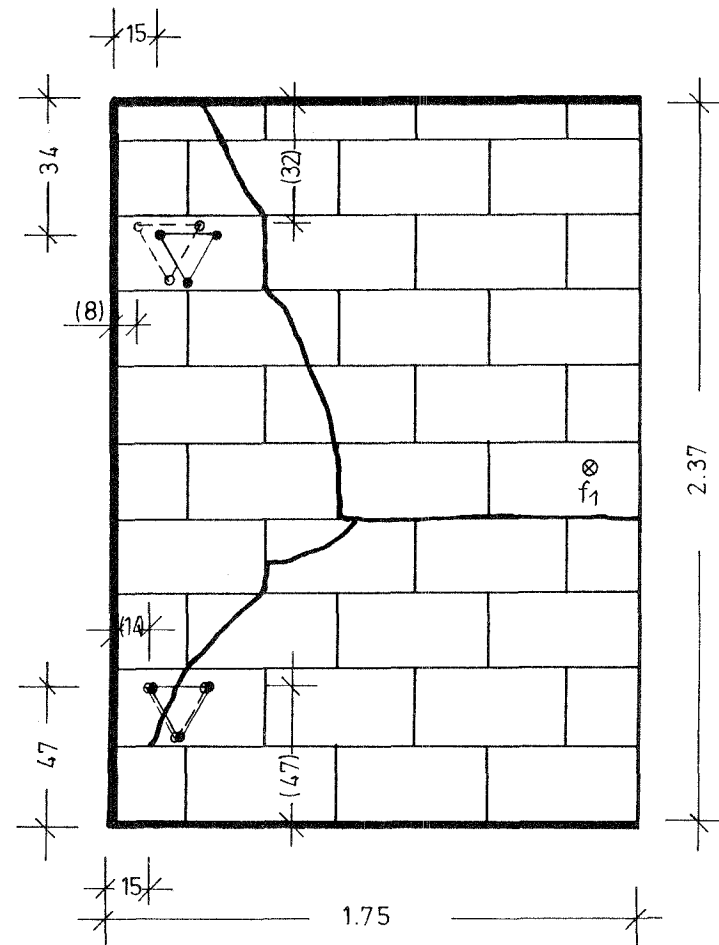


Bild A30: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 36 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{m\ddot{o}} = 1,42 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,25 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 7,86 \text{ kN/m}$

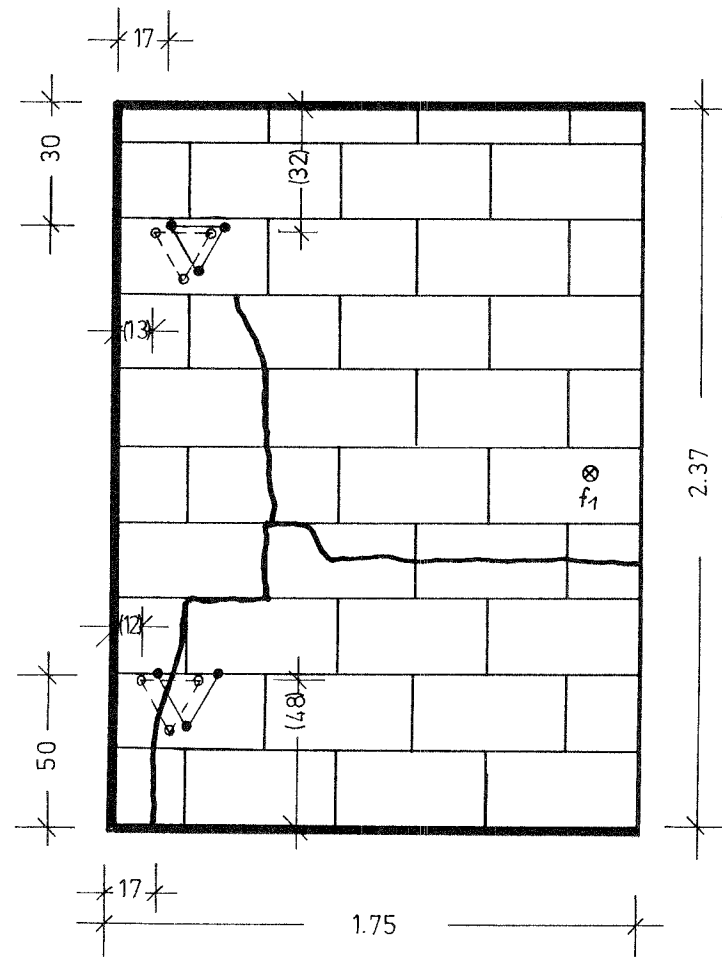


Bild A31: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 37 Bruchbild

Steinart : Gasbeton

49 × 24 × 12 cm

$\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: d = 12 cm Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,67 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,34 \text{ N/mm}^2$

Horizontale Bruchlast: $q_h = 9,89 \text{ kN/m}$

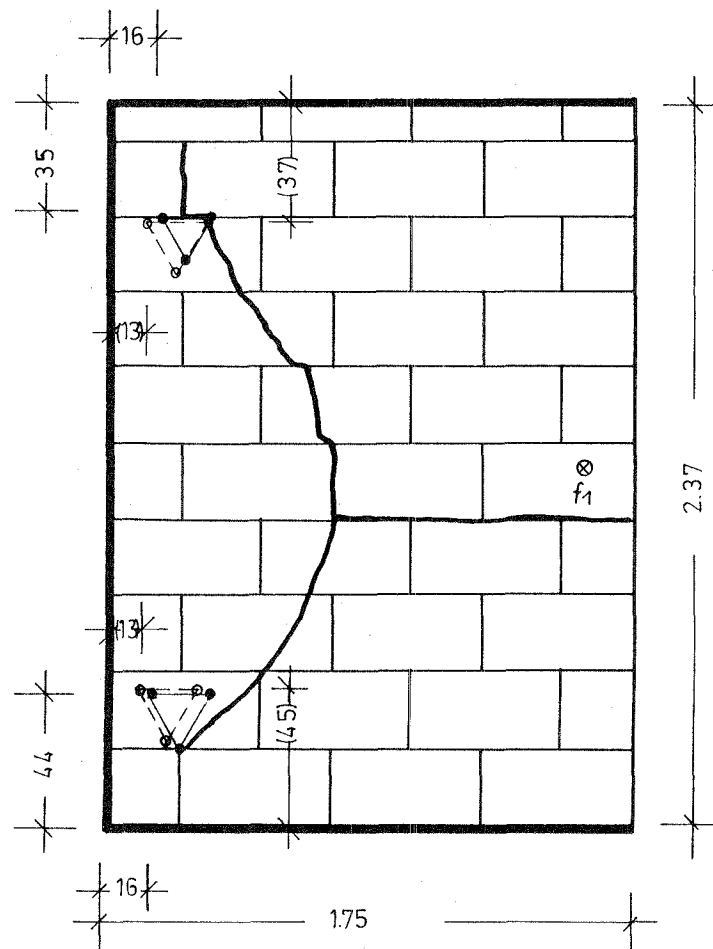


Bild A32: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 38 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,79 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 1,37 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = \text{ — } \text{ kN/m}$

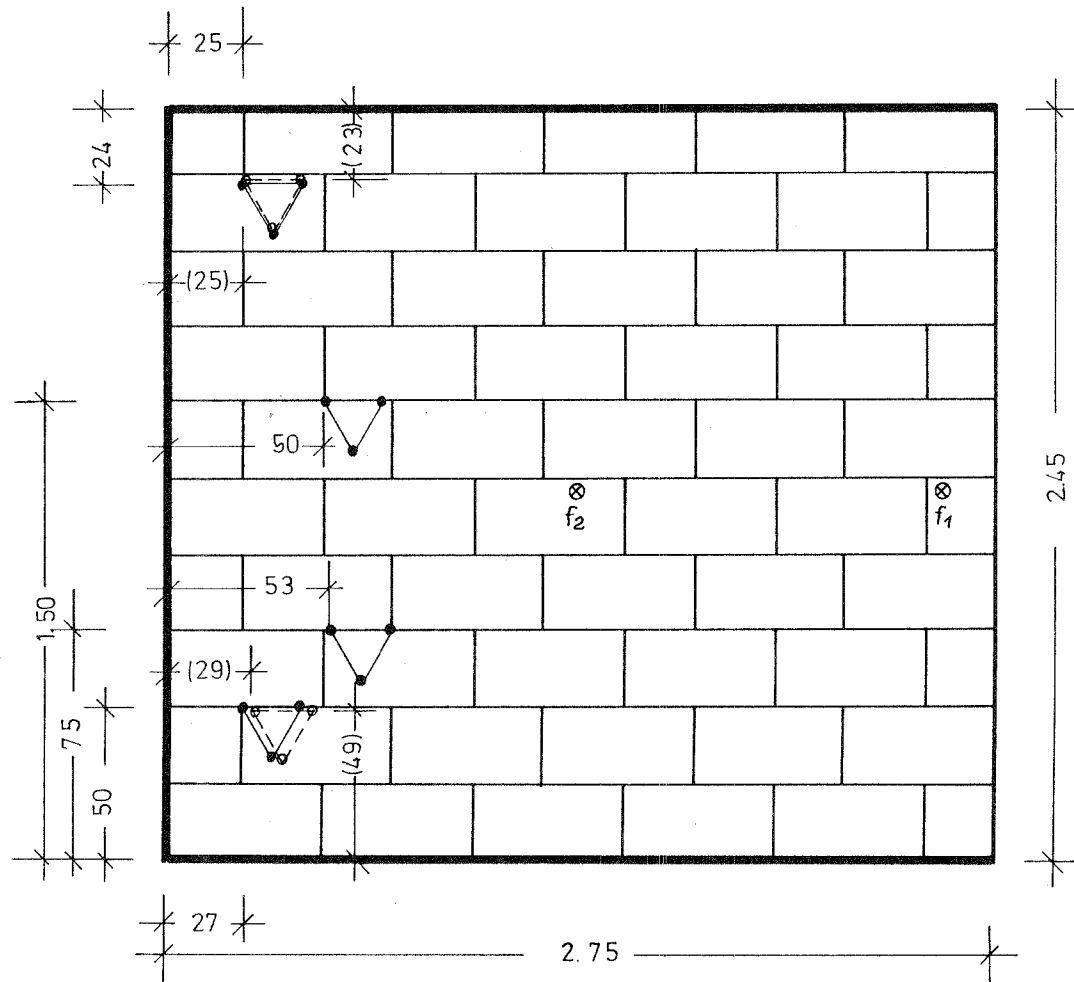


Bild A33: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 39 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,79 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 0,82 \text{ kN/m}$

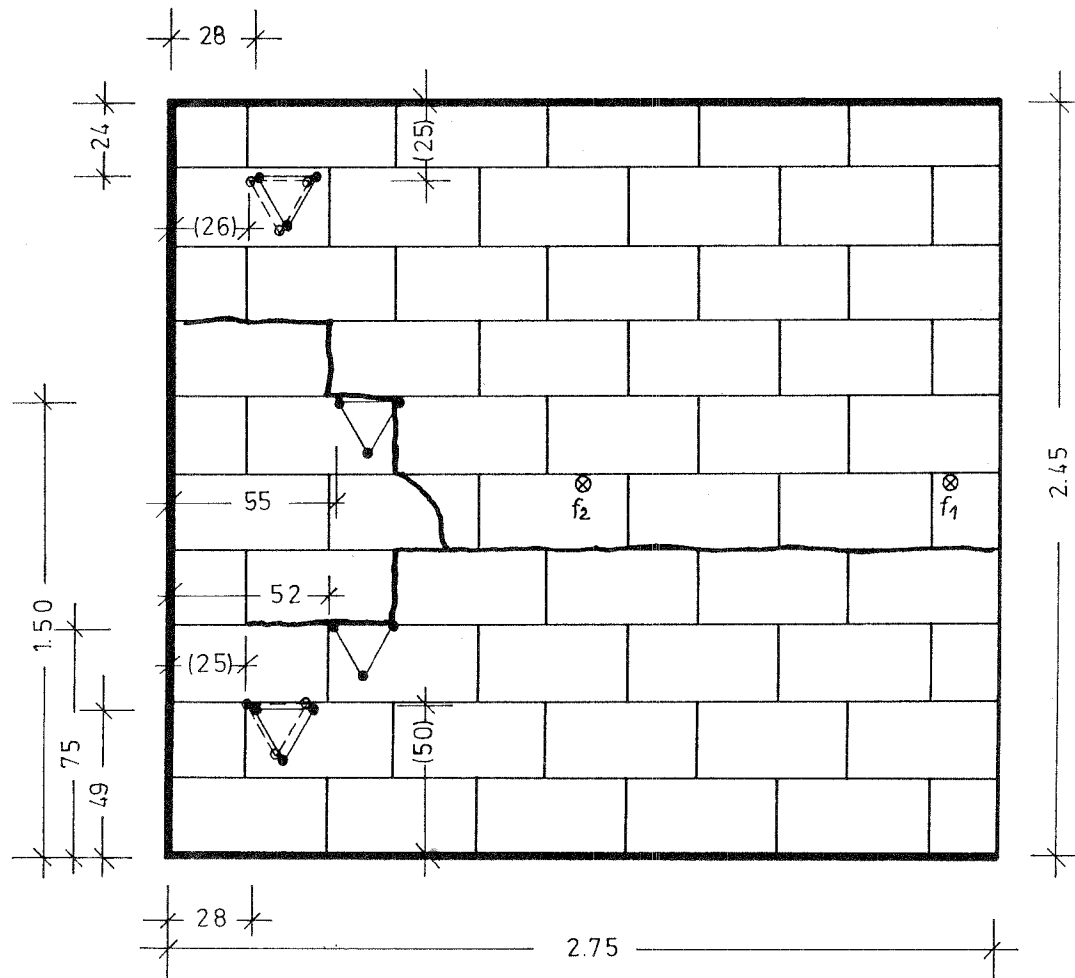


Bild A34: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 40 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{\text{st}} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{\text{M8}} = 2,40 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,12 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 4,80 \text{ kN/m}$

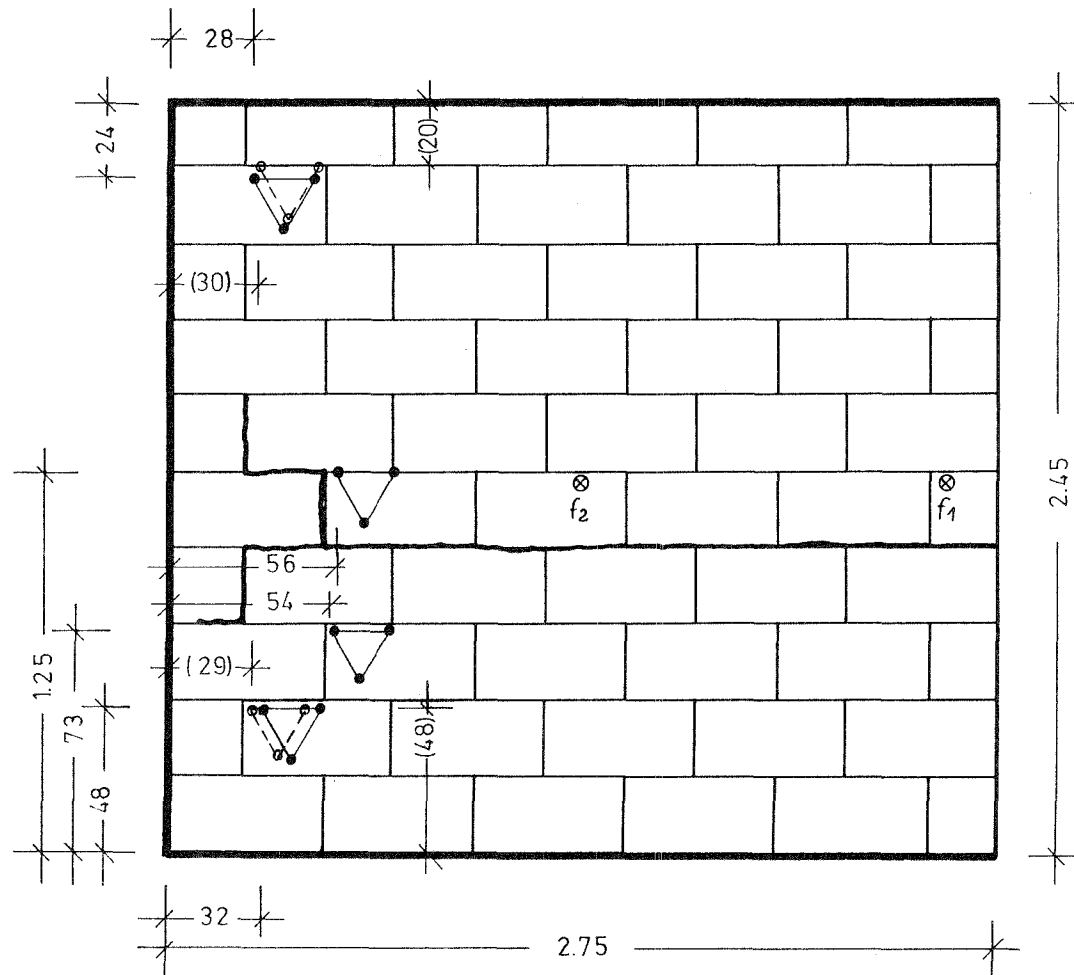


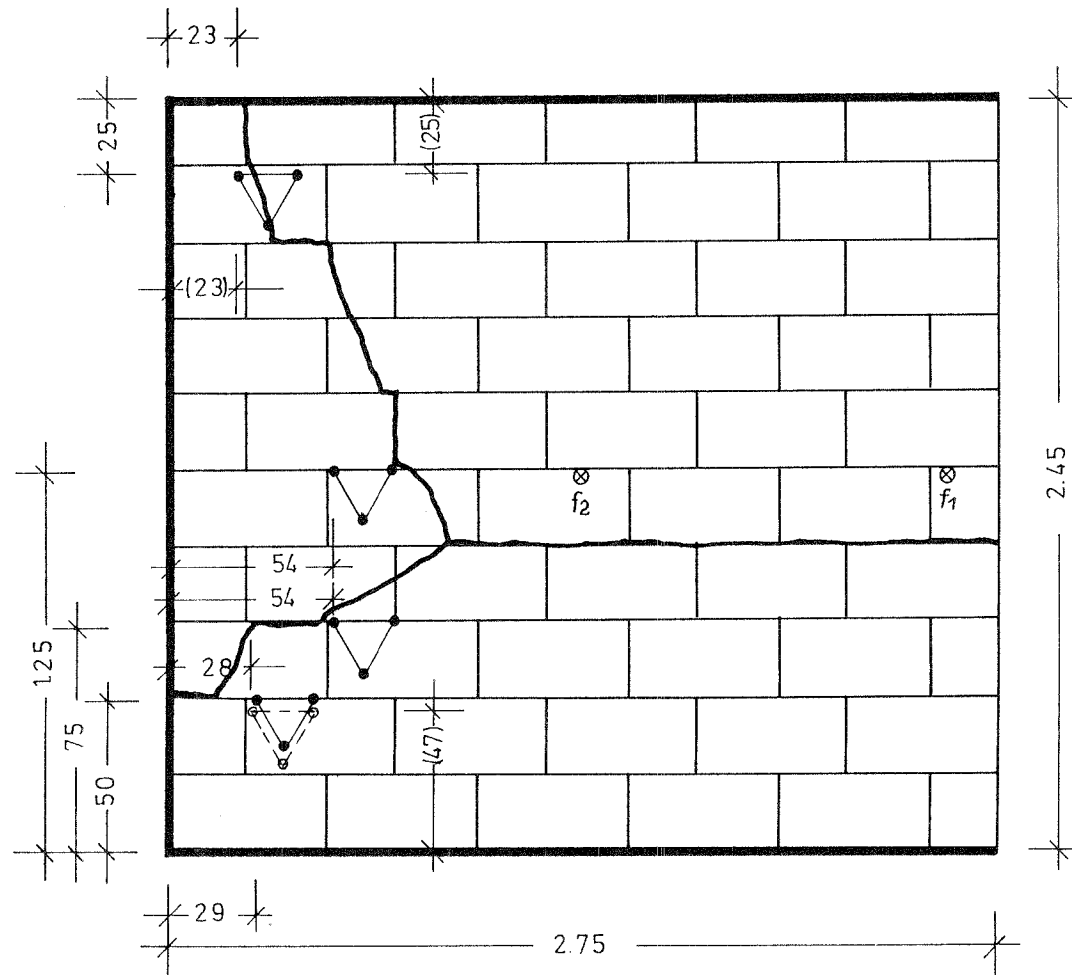
Bild A35: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 41 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{\text{St}} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{\text{Mö}} = 1,64 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,25 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 6,10 \text{ kN/m}$



Wand Nr.: 42a Bruchbild

$$\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$$

Vertikale Auflast: $G_v = 0,34 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 6,97 \text{ kN/m}$

Bild A37: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 42 b Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 2,40 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,50 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 8,42 \text{ kN/m}$

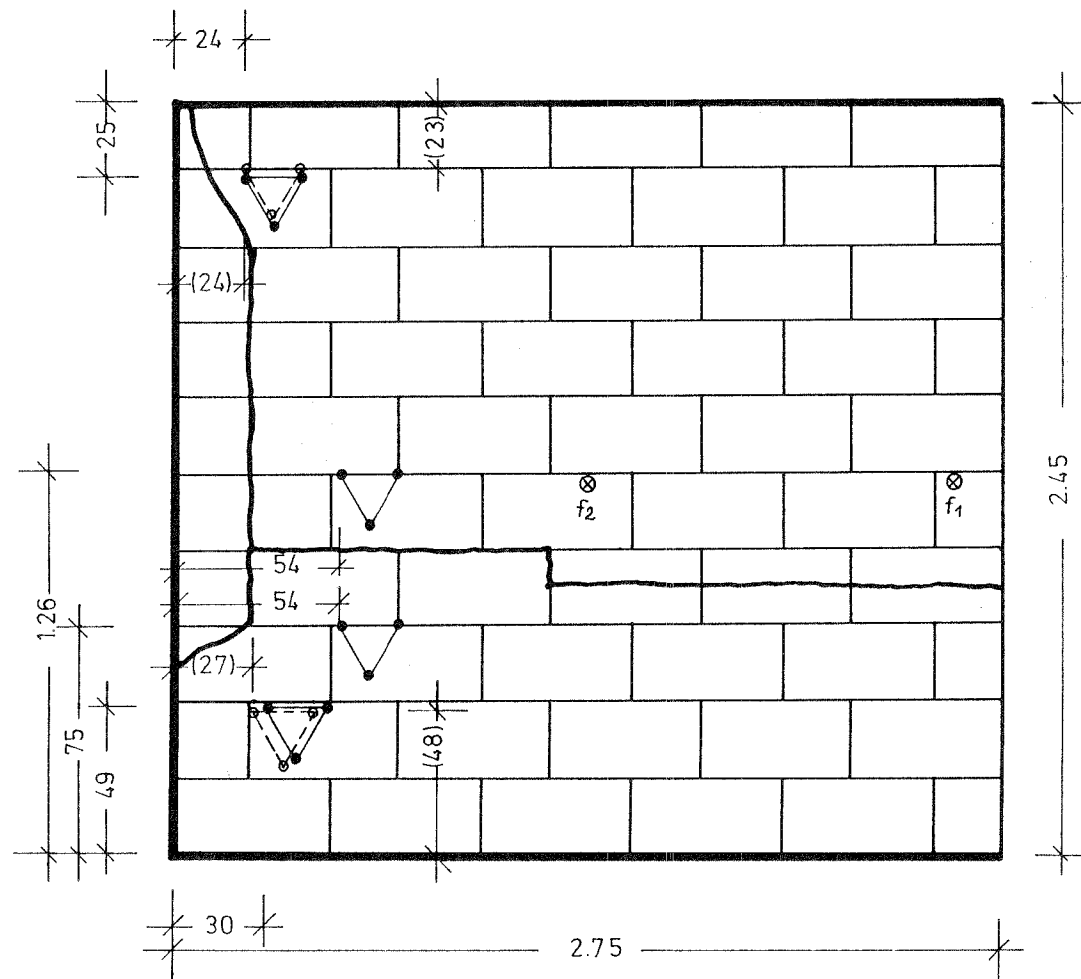


Bild A38: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 43 Bruchbild

Steinart : Gasbeton

49x24x12 cm

$\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,55 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 1,45 \text{ N/mm}^2$

Horizontale Bruchlast: $q_h = \text{—} \text{ kN/m}$

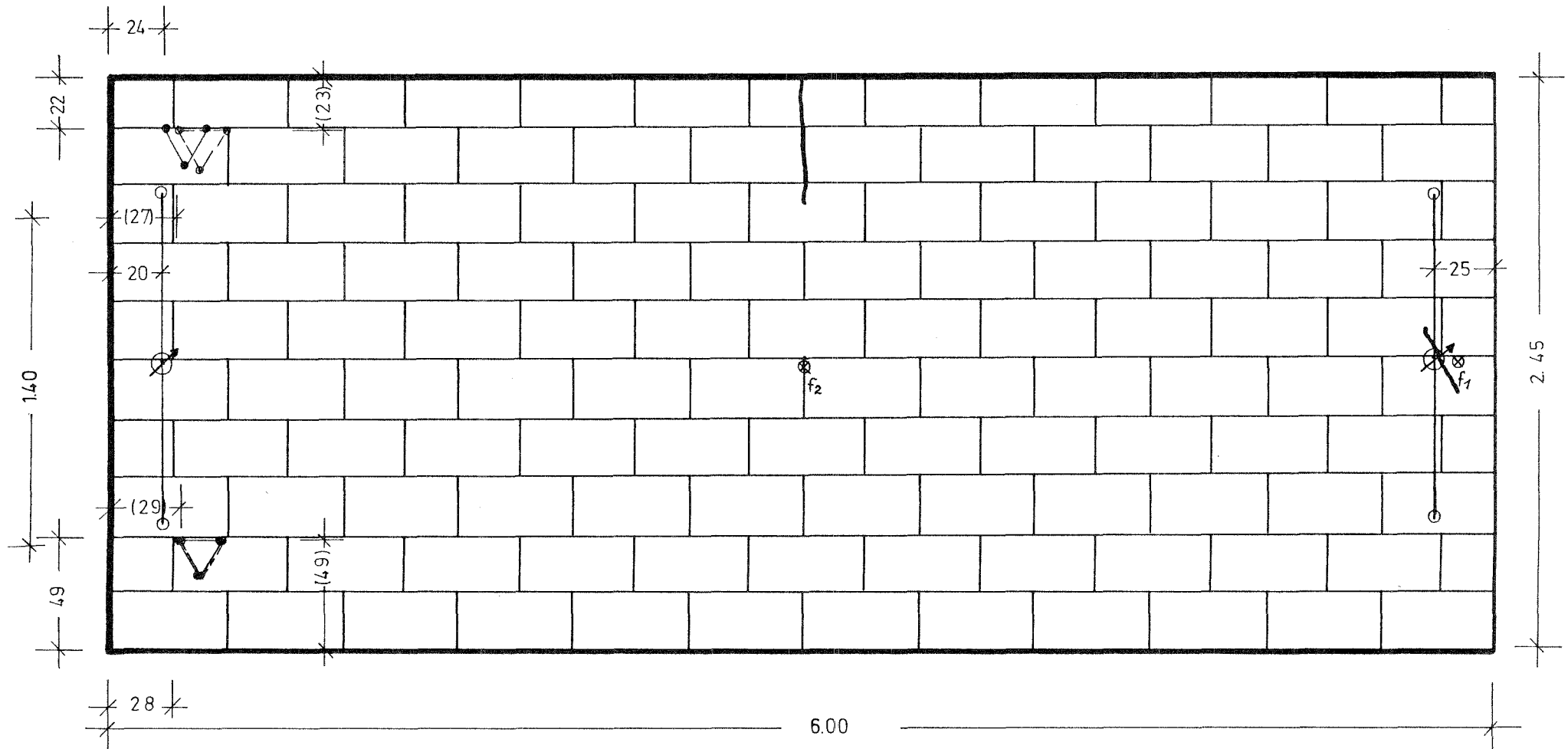


Bild A39: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 44 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,95 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 0,49 \text{ kN/m}$

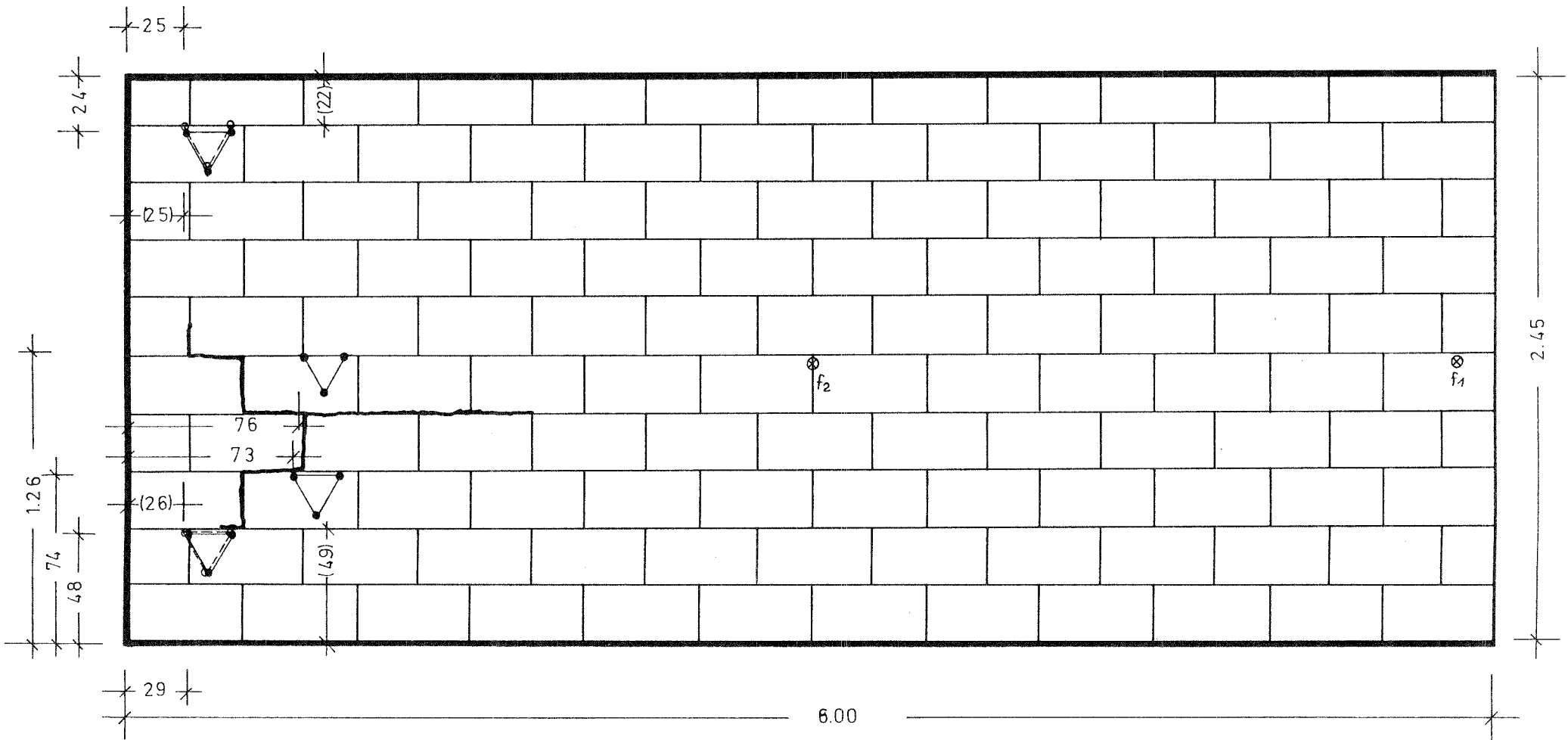


Bild A40: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 45 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{a}} = 1,95 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,13 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 3,05 \text{ kN/m}$

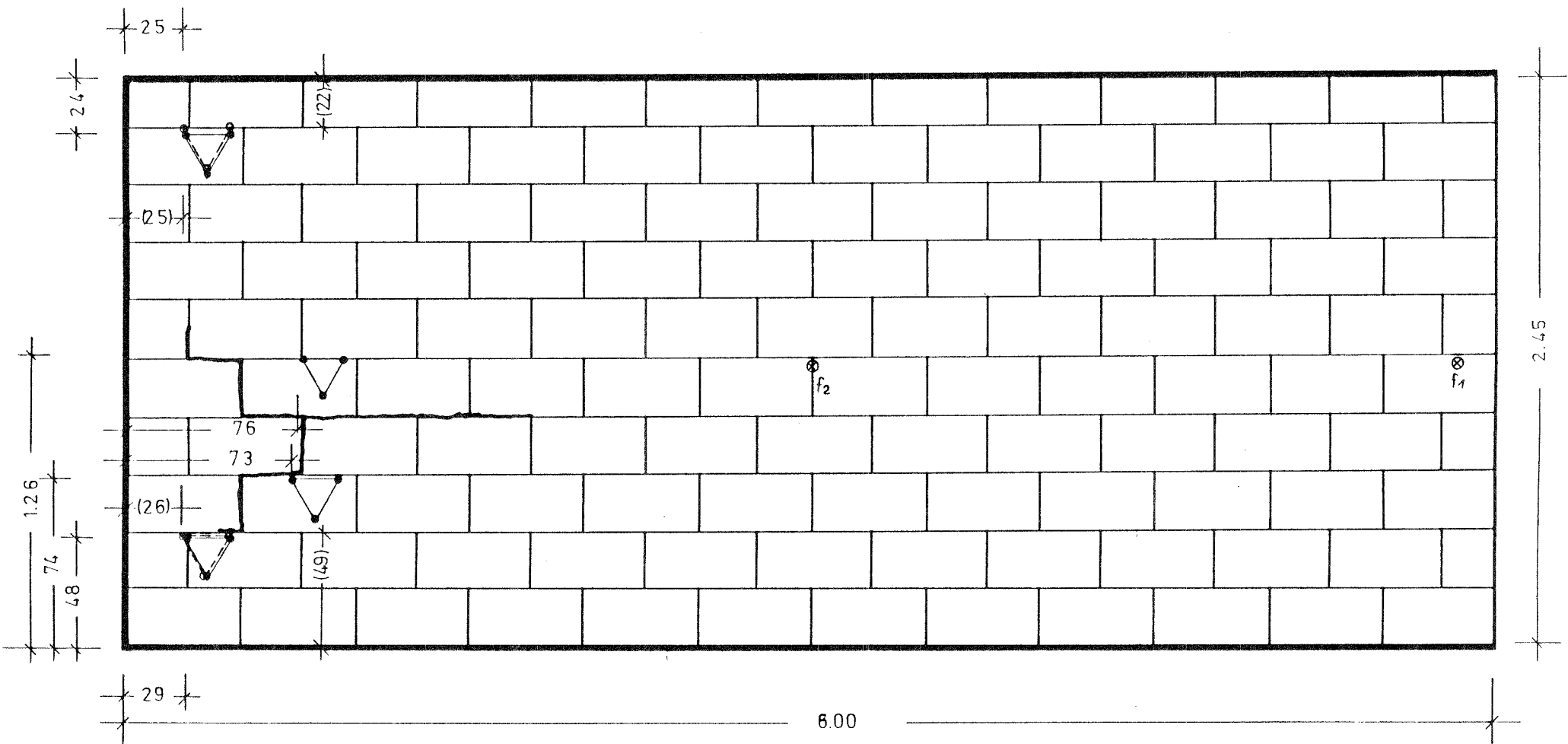


Bild A41: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 46 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,87 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,25 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 5,29 \text{ kN/m}$

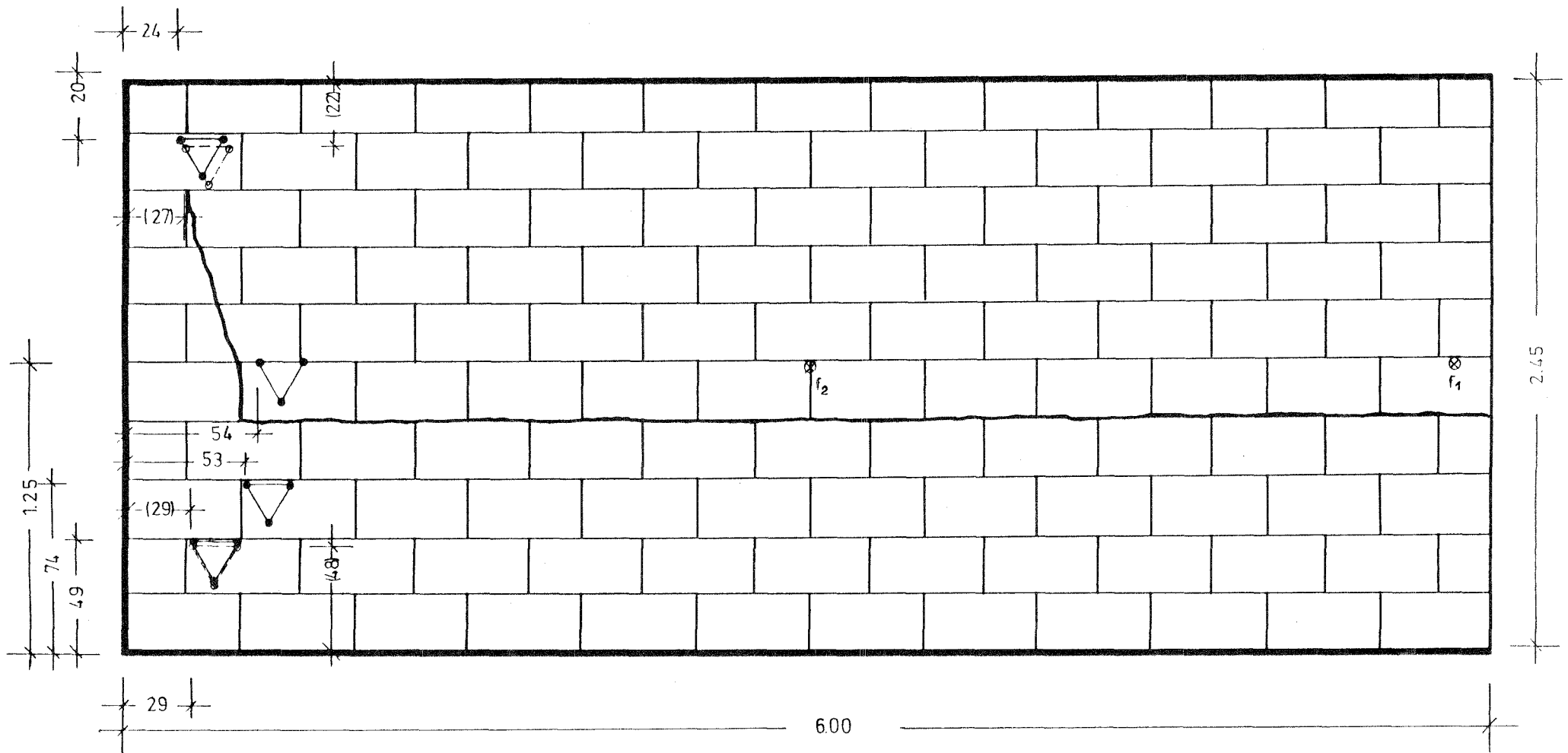


Bild A42: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Riß-
verlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 47 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{ms} = 1,64 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = 0,34 \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 6,28 \text{ kN/m}$

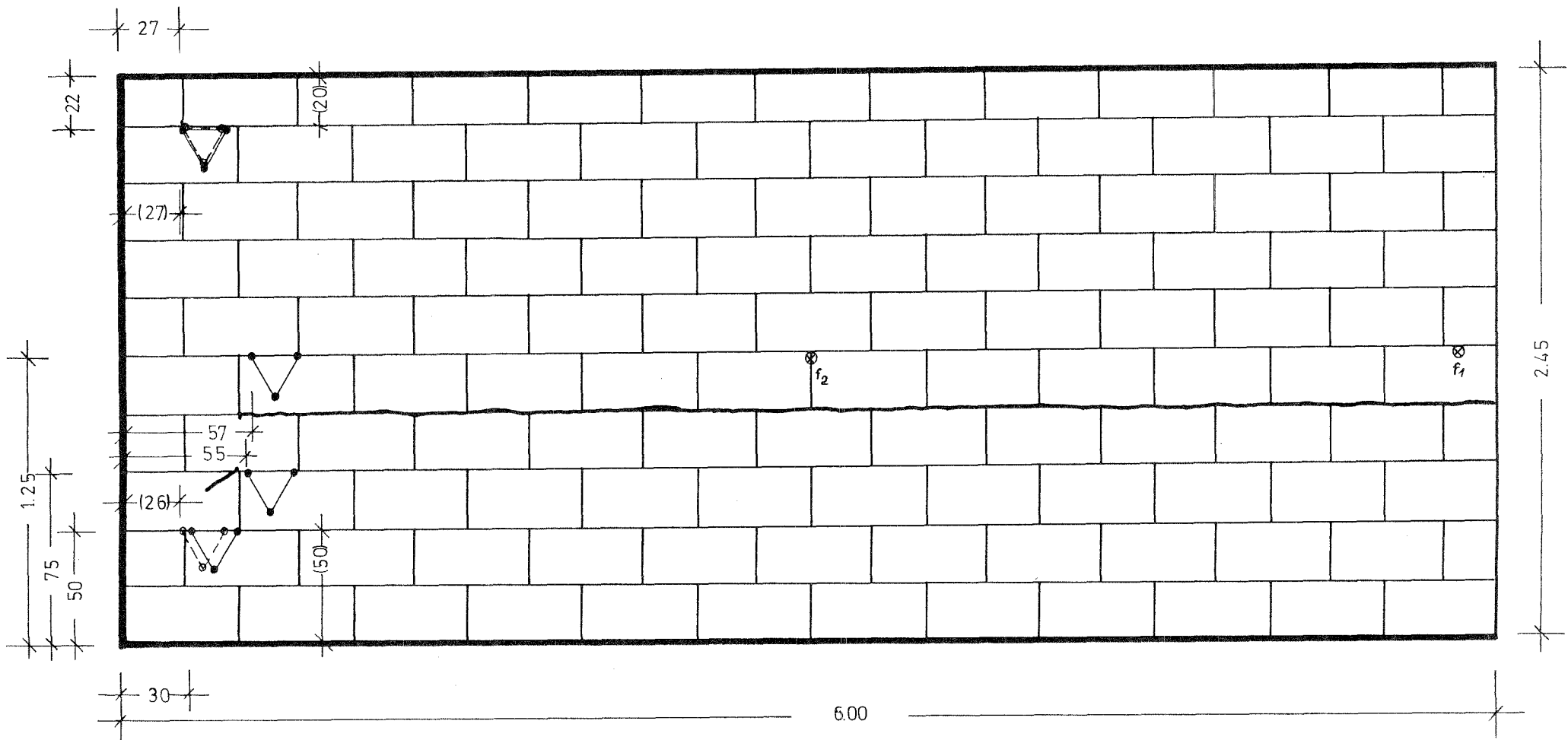


Bild A43: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 48 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,55 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 1,28 \text{ kN/m}$

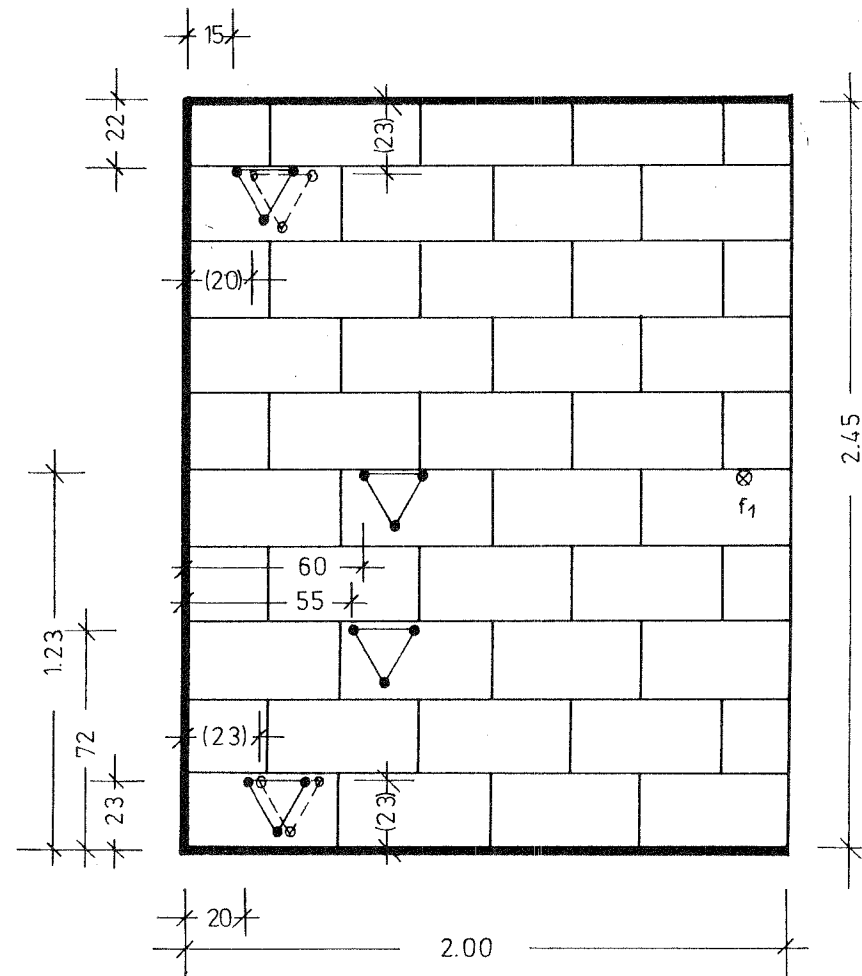


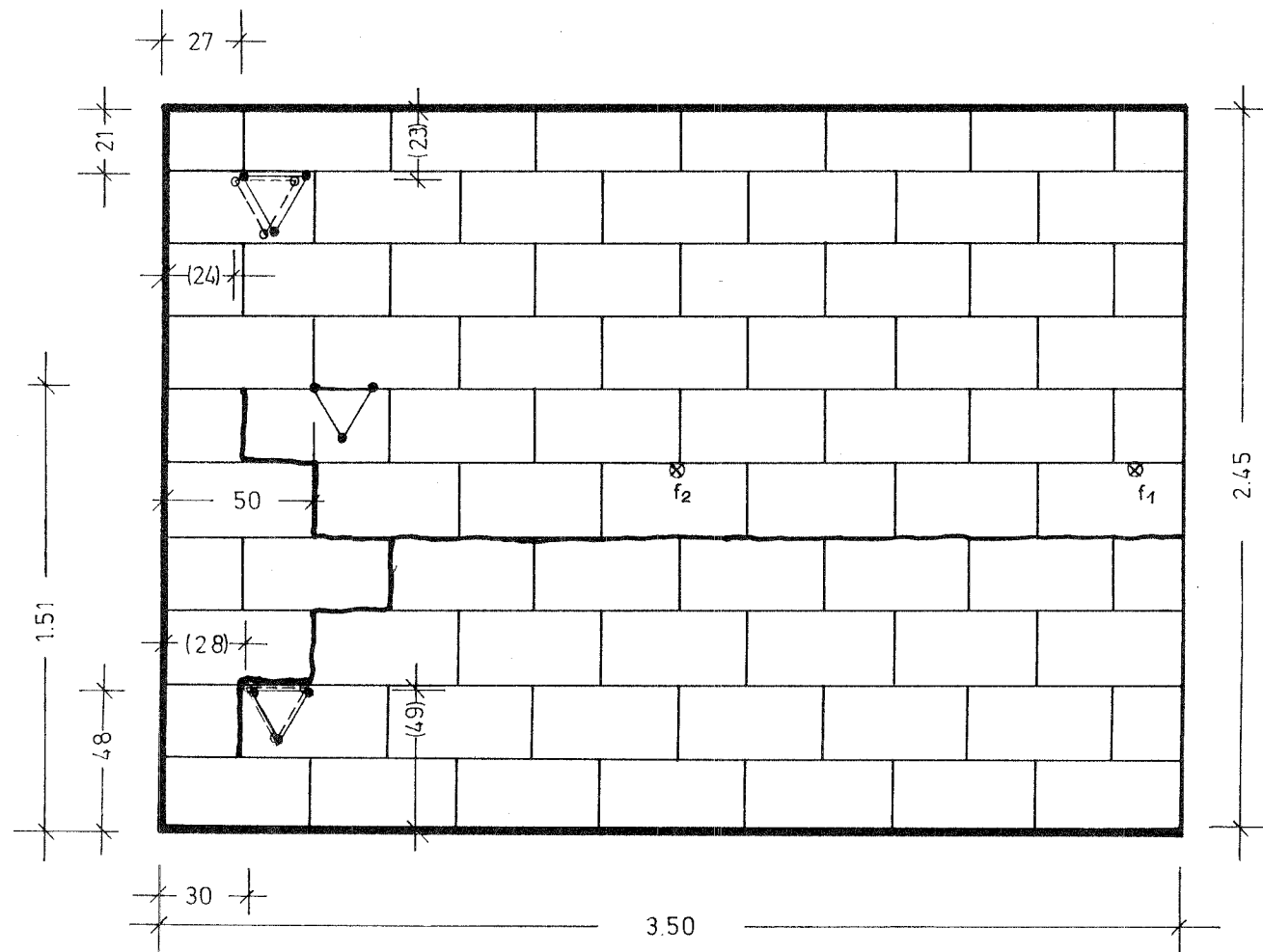
Bild A44: Versuchswand mit den Meßstellen und dem Rißverlauf nach dem Versagen

Wand Nr.: 49 Bruchbild

Steinart : Gasbeton $49 \times 24 \times 12 \text{ cm}$ $\beta_{st} = 2,16 \text{ N/mm}^2$

Wanddicke: $d = 12 \text{ cm}$ Mörtel : Gruppe II $\beta_{M\ddot{o}} = 1,67 \text{ N/mm}^2$

Vertikale Auflast: $\sigma_v = \text{—} \text{ N/mm}^2$ Horizontale Bruchlast: $q_h = 0,70 \text{ kN/m}$



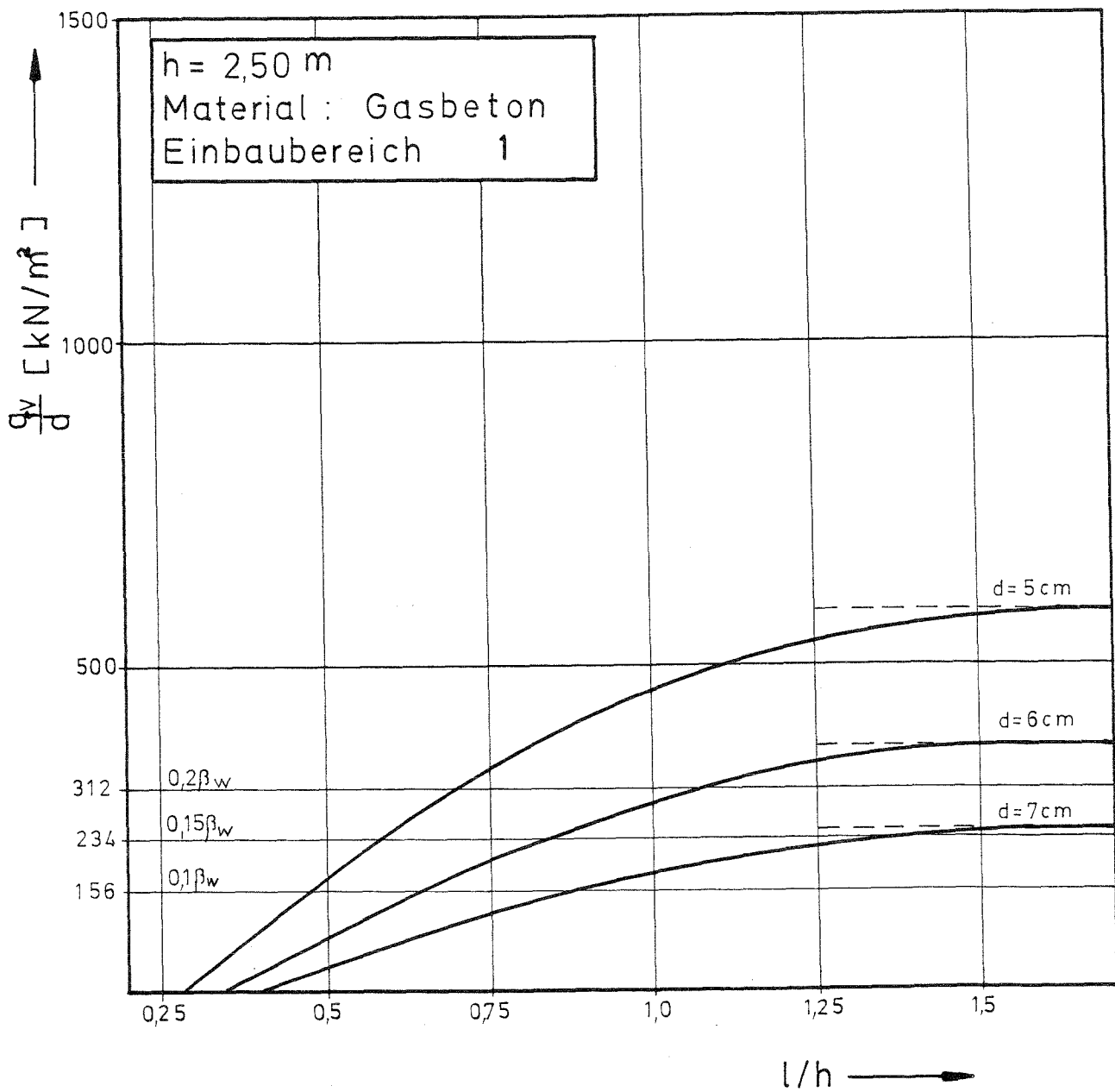


Bild A45: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

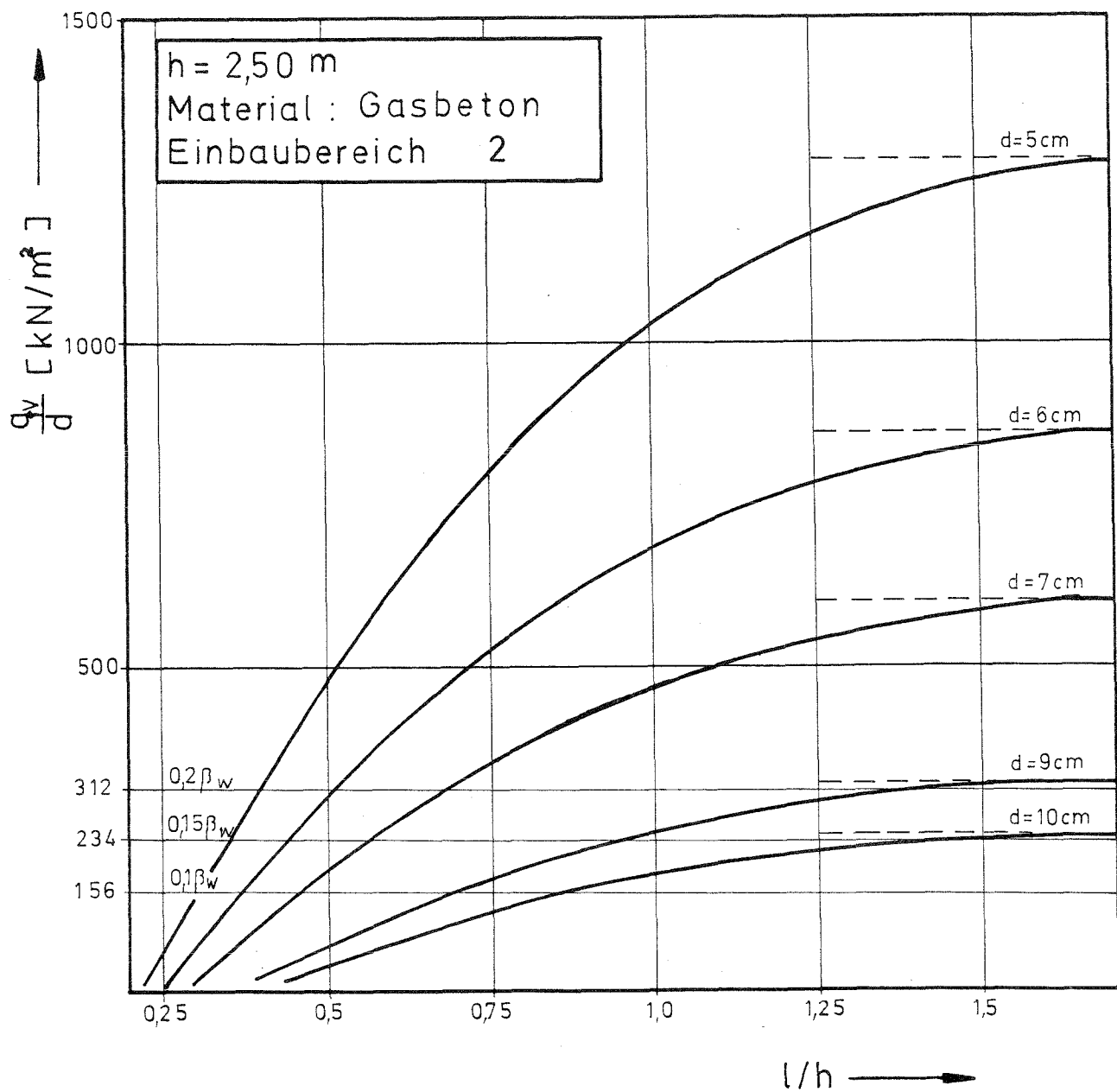


Bild A46: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

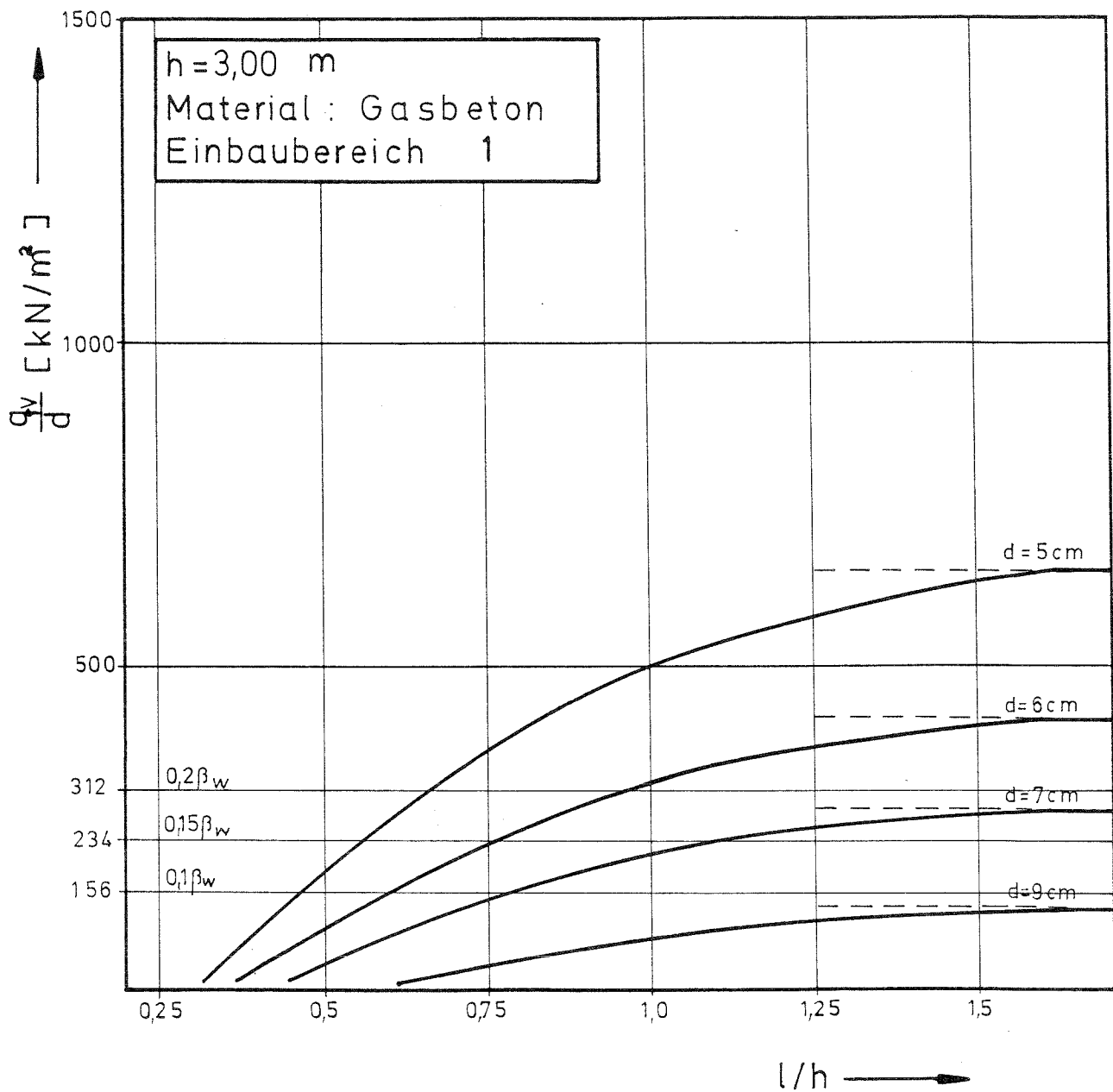


Bild A47: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h für dreiseitig gehaltene Wände

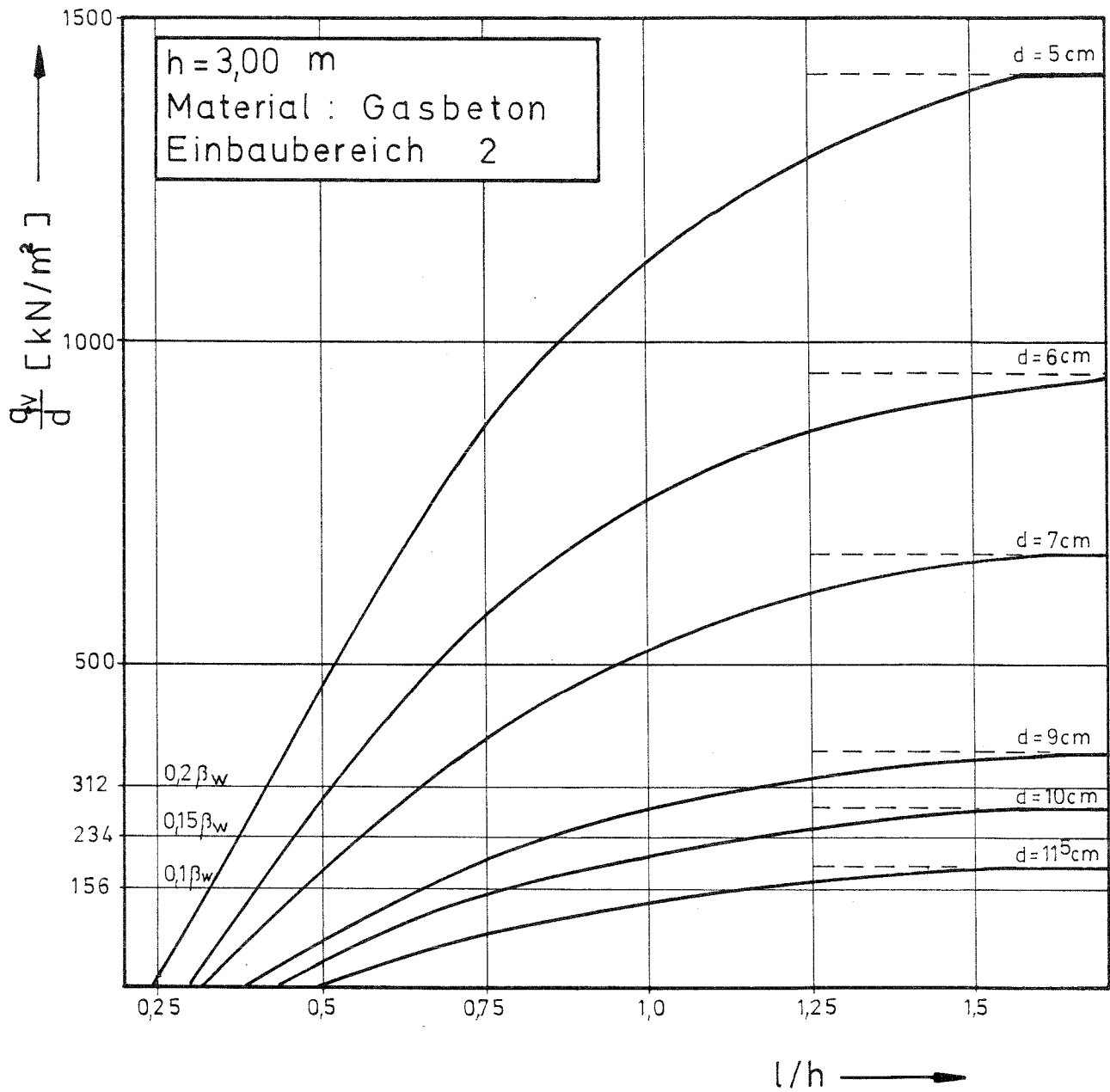


Bild A48: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
 für dreiseitig gehaltene Wände

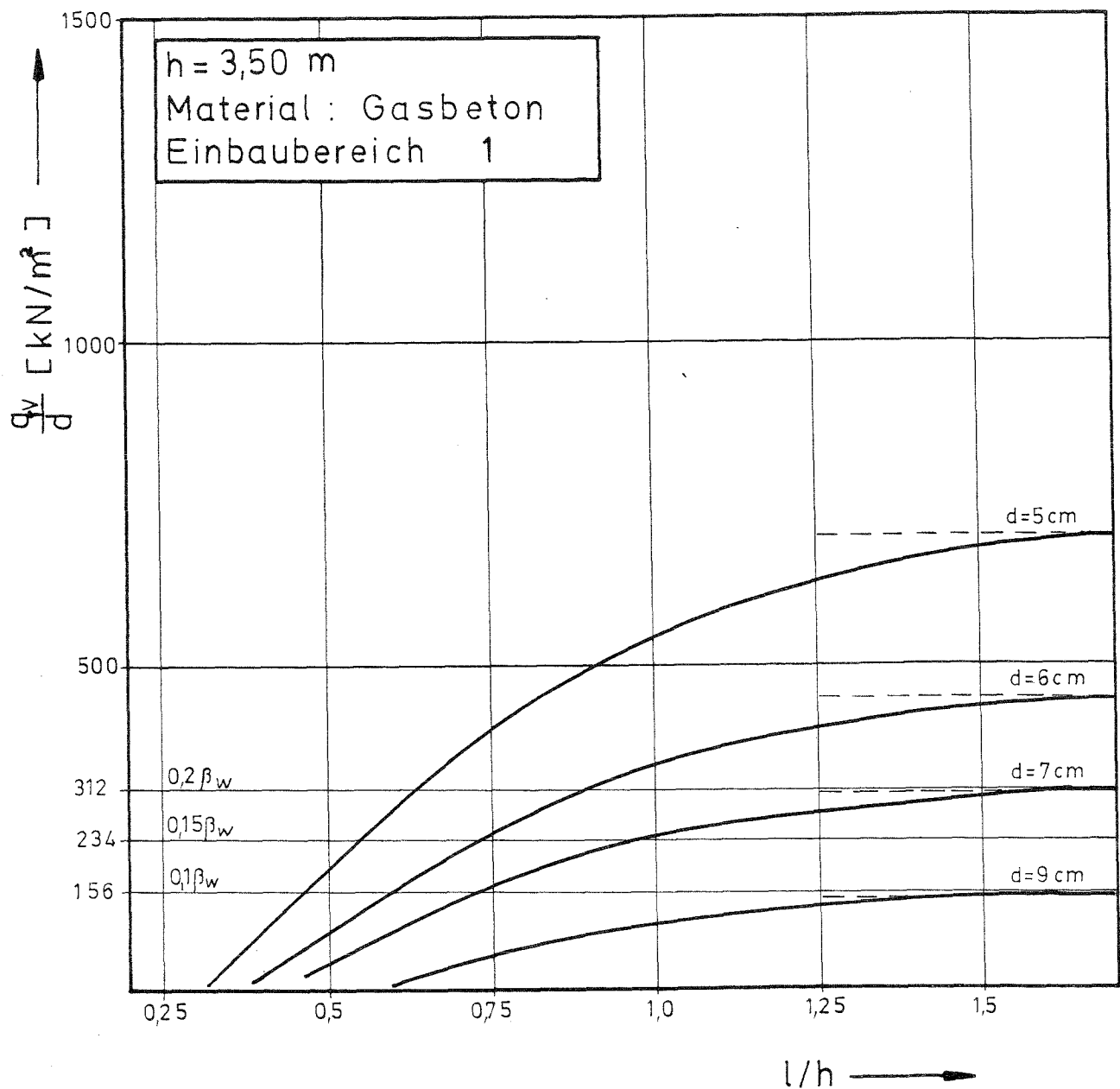


Bild A49: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h für dreiseitig gehaltene Wände

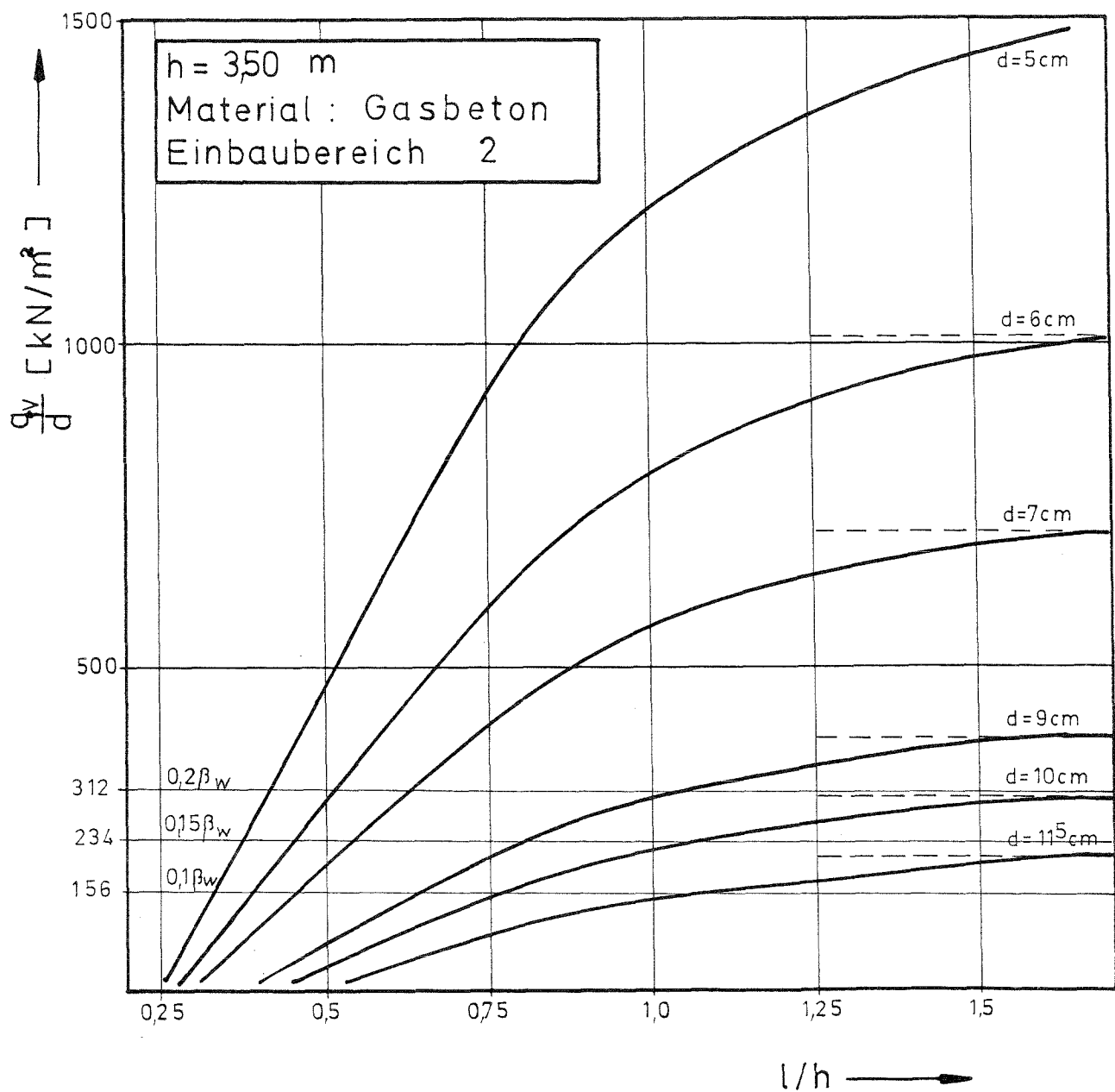


Bild A50: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

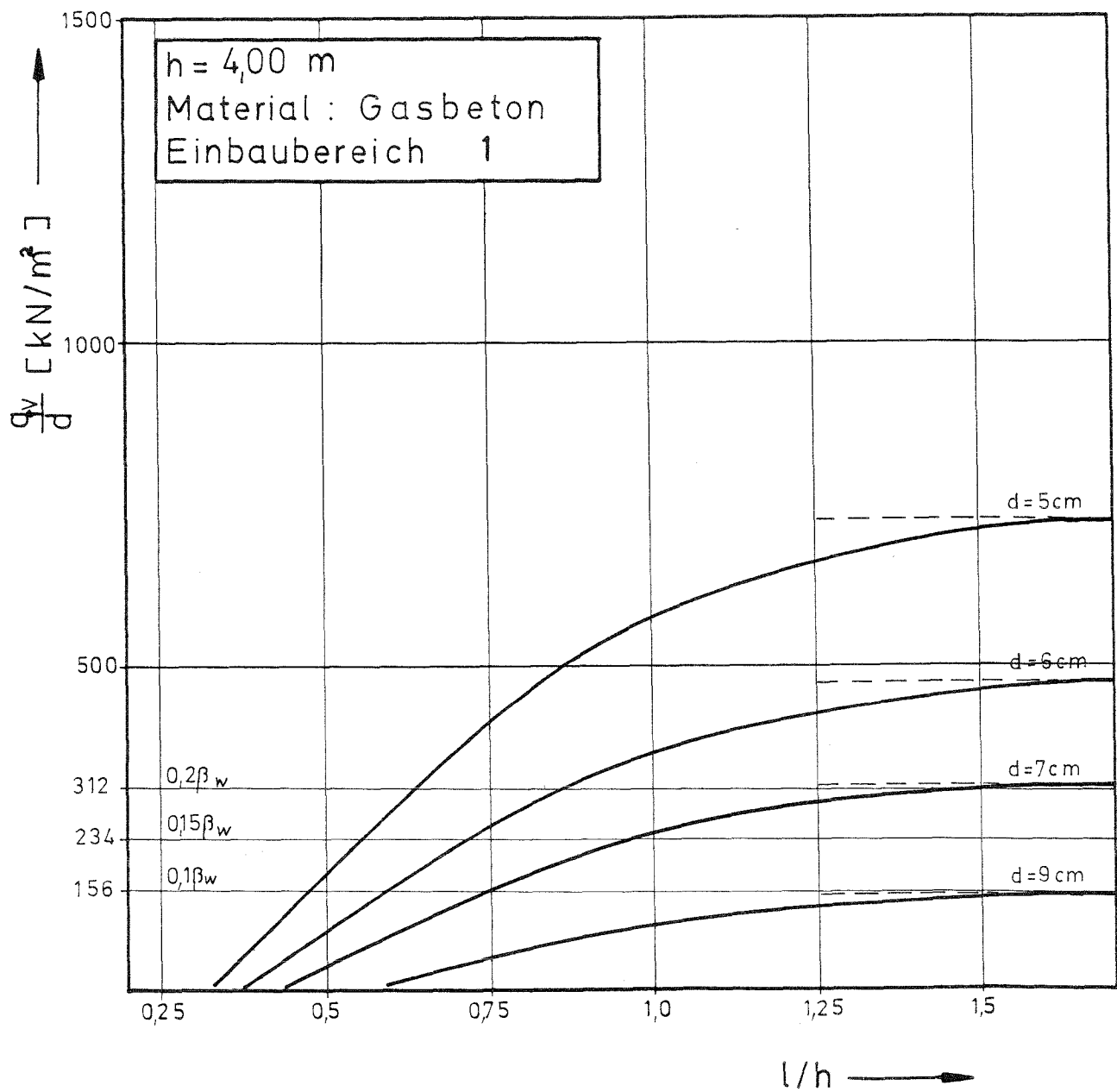


Bild A51: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

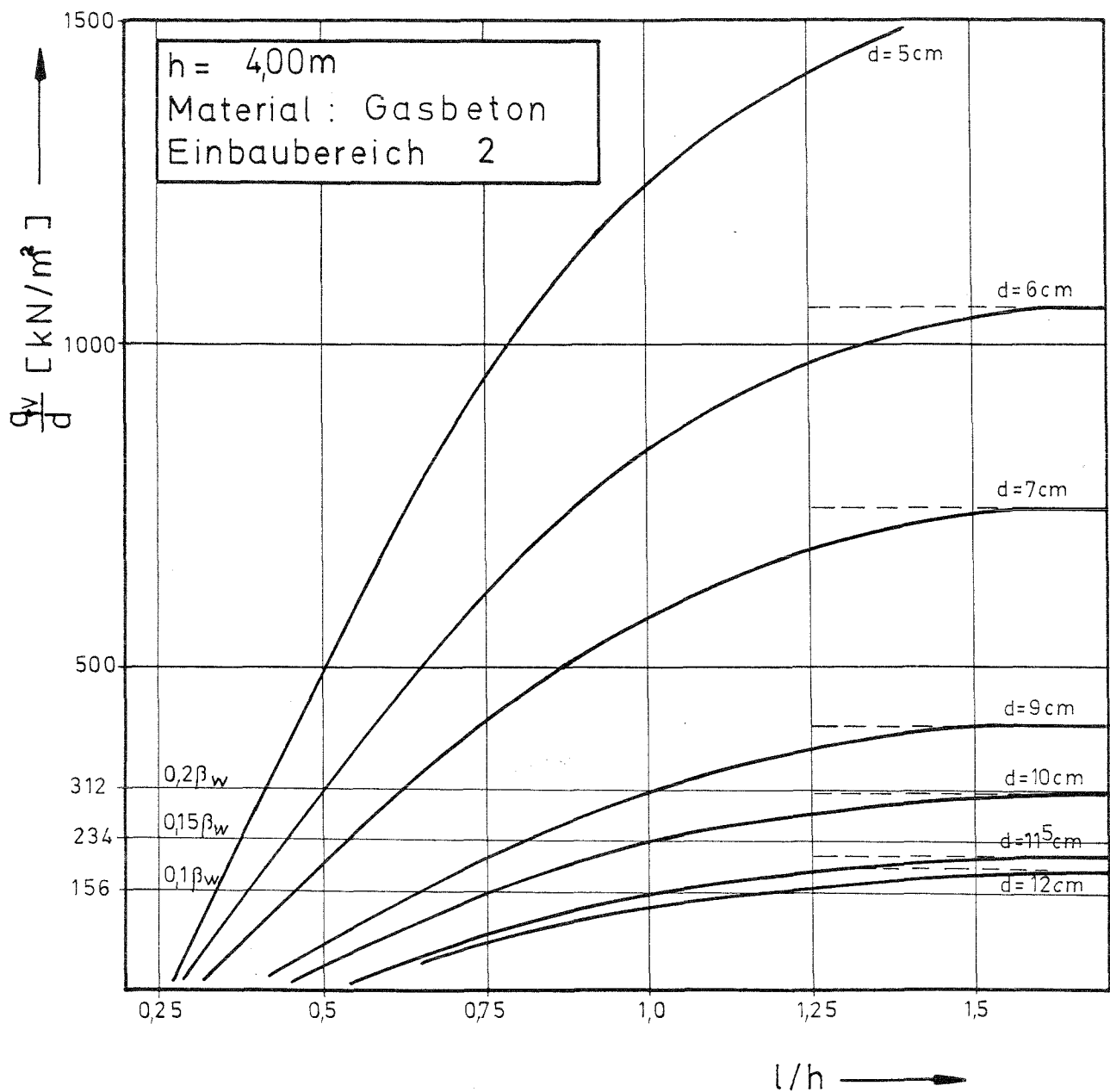


Bild A52: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
 für dreiseitig gehaltene Wände

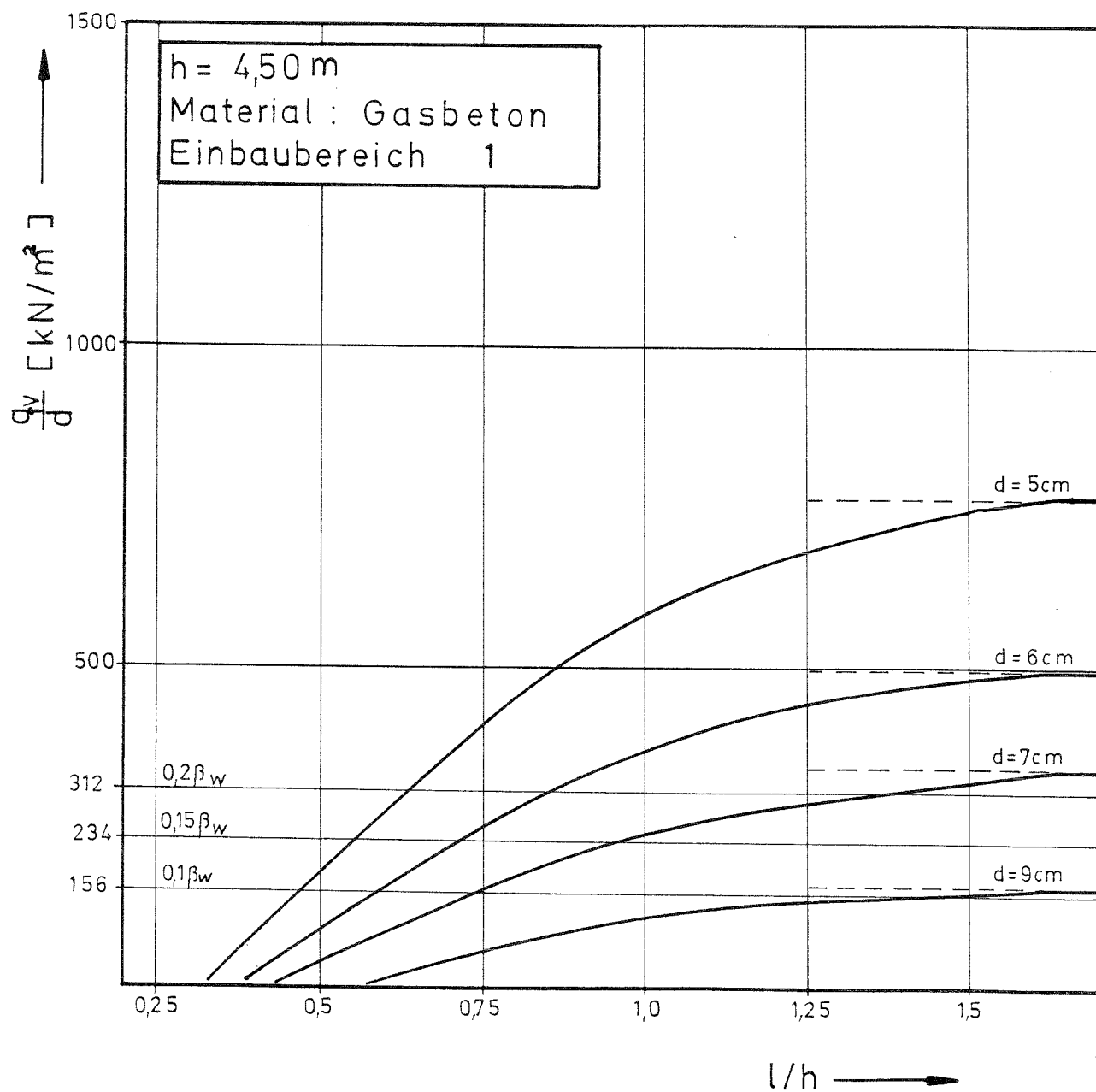


Bild A53: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

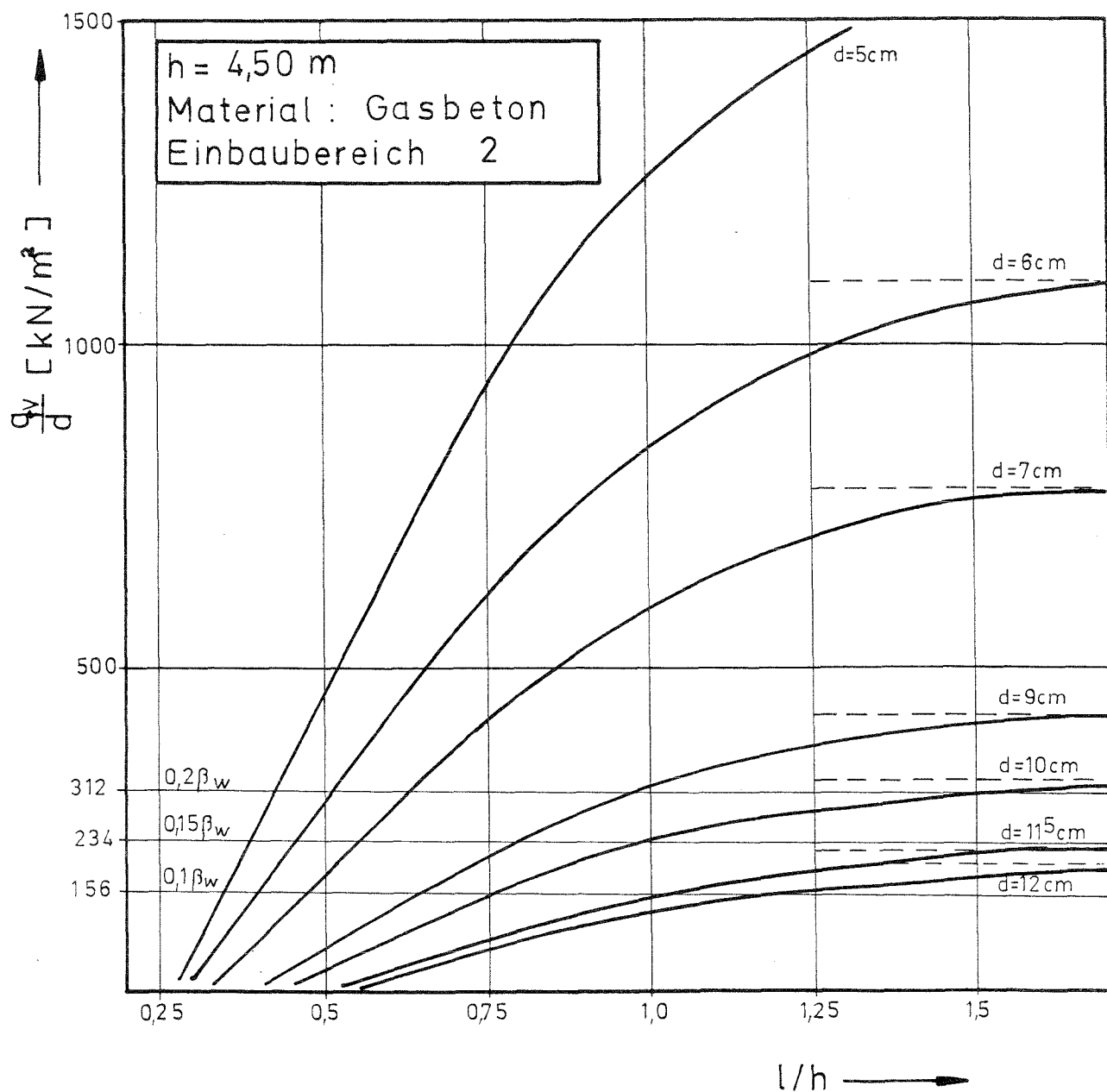


Bild A54: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

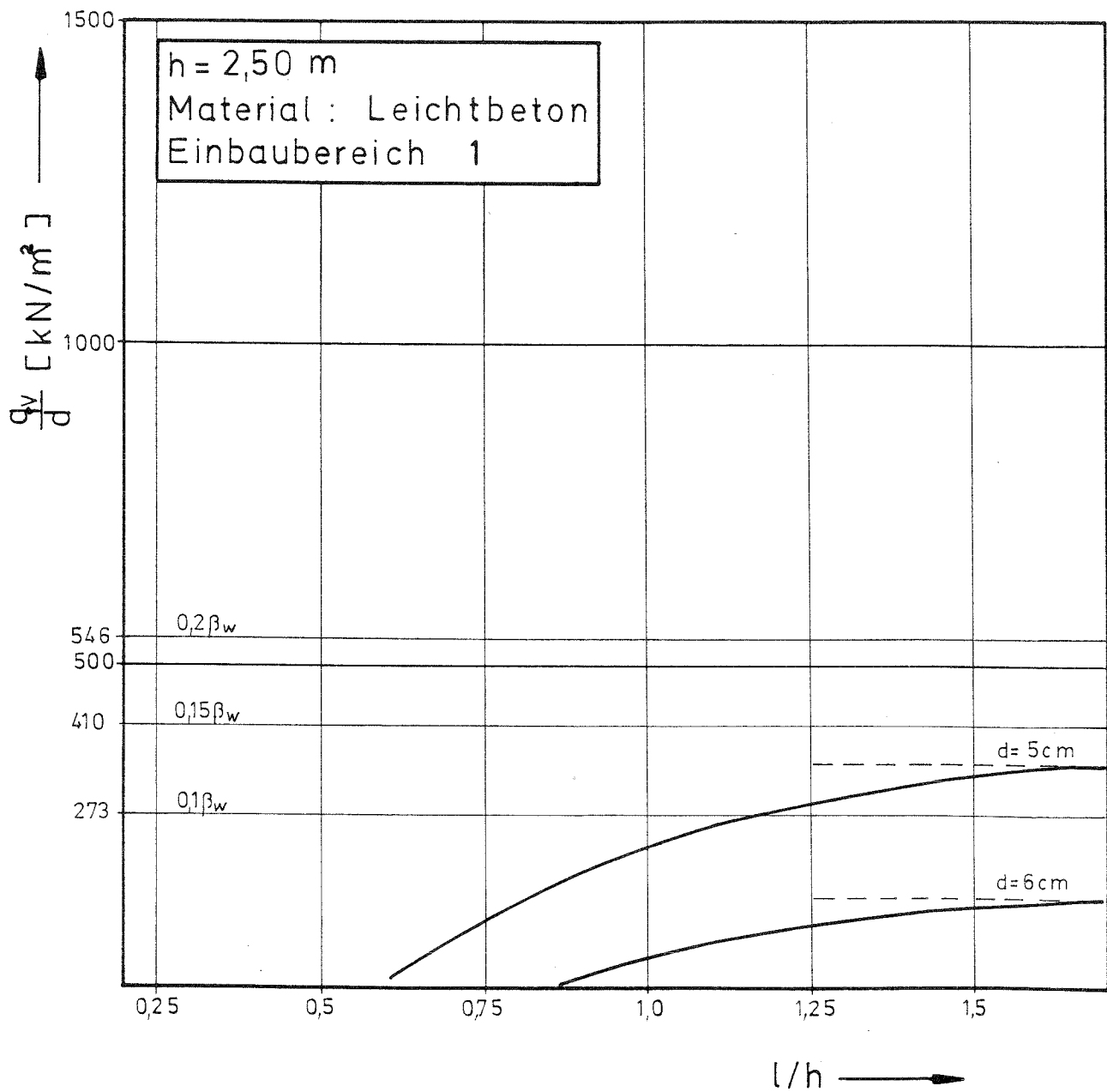


Bild A55: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

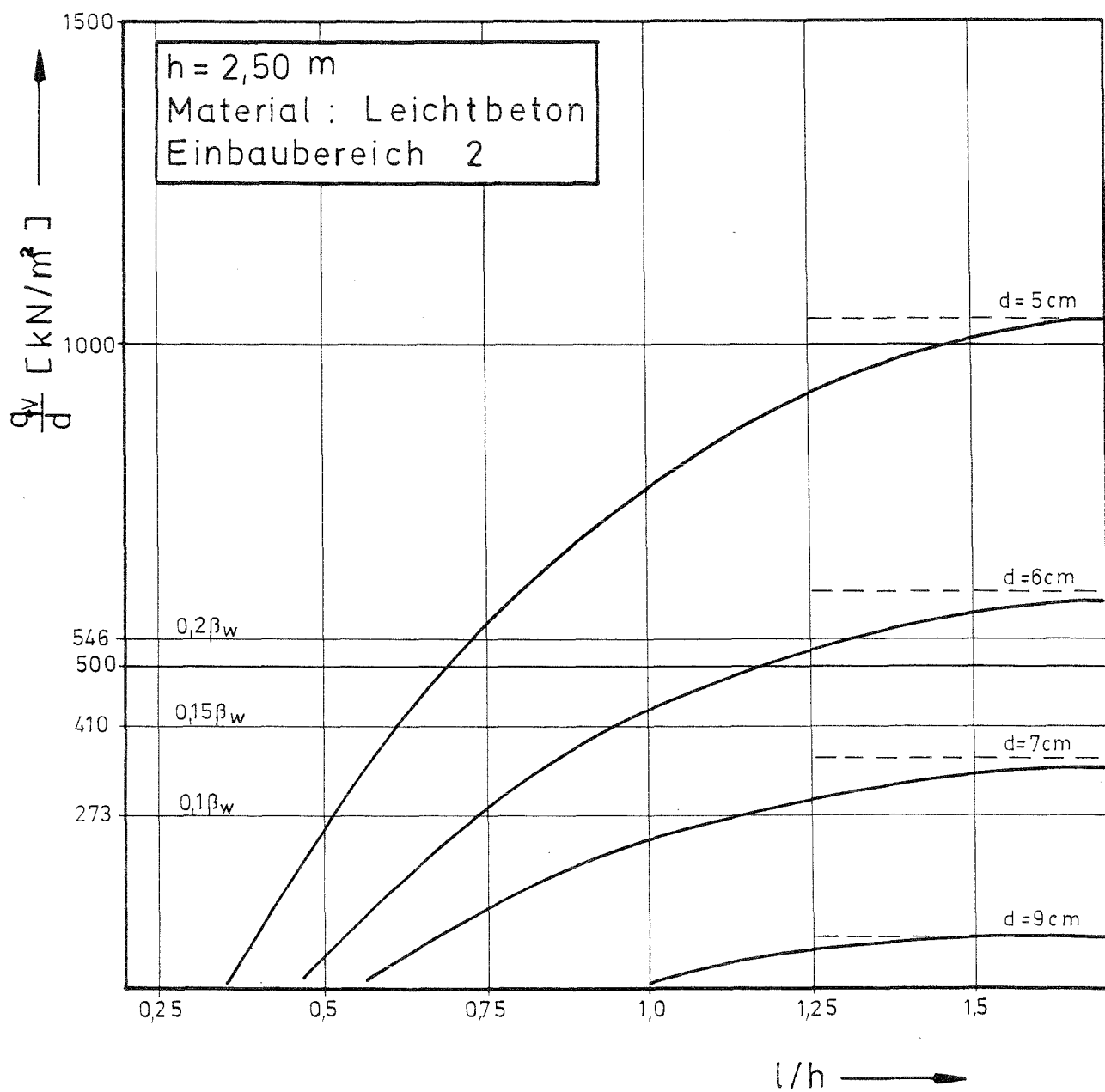


Bild A56: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
 für dreiseitig gehaltene Wände

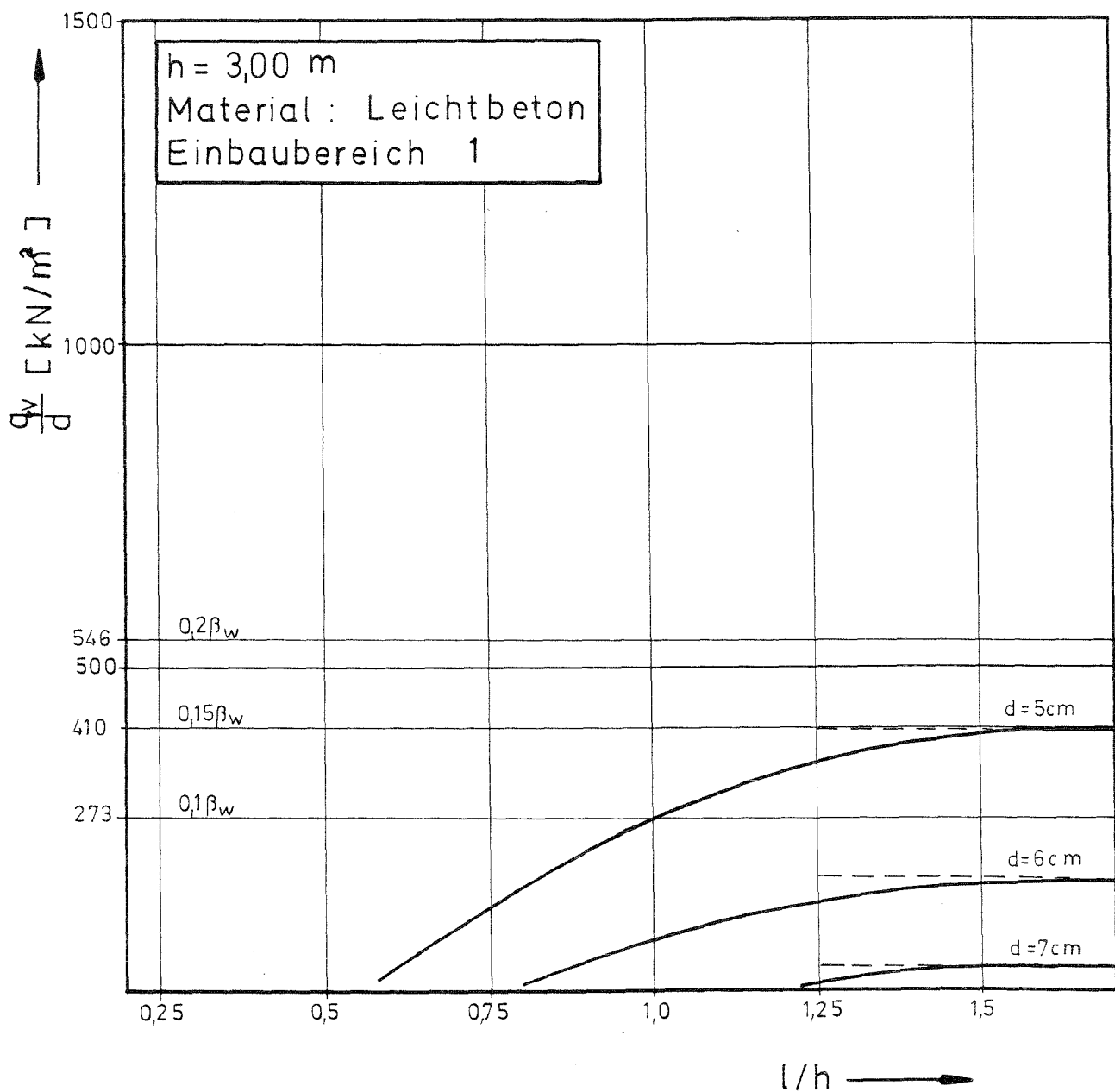


Bild A57: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

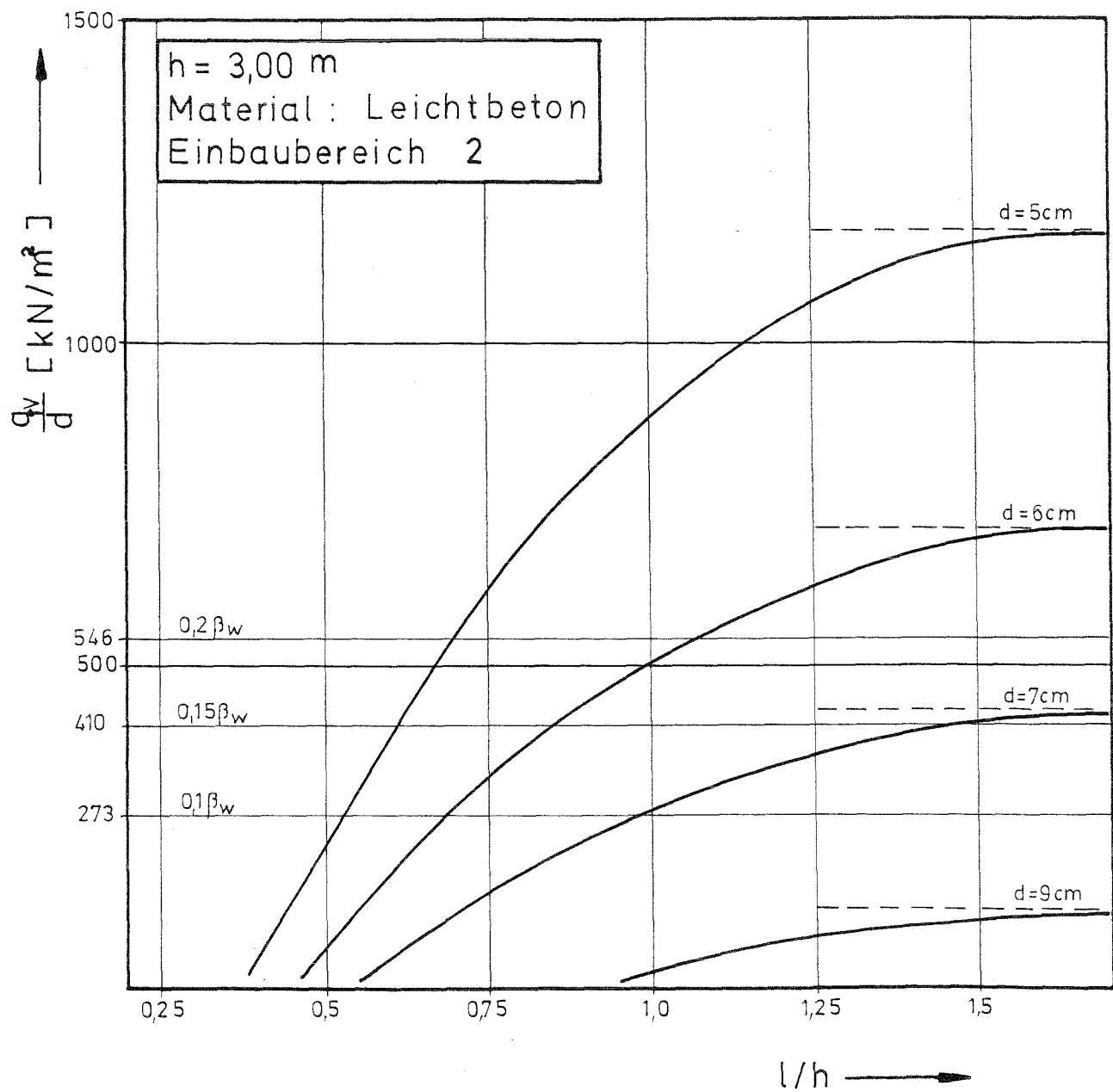


Bild A58: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
 für dreiseitig gehaltene Wände

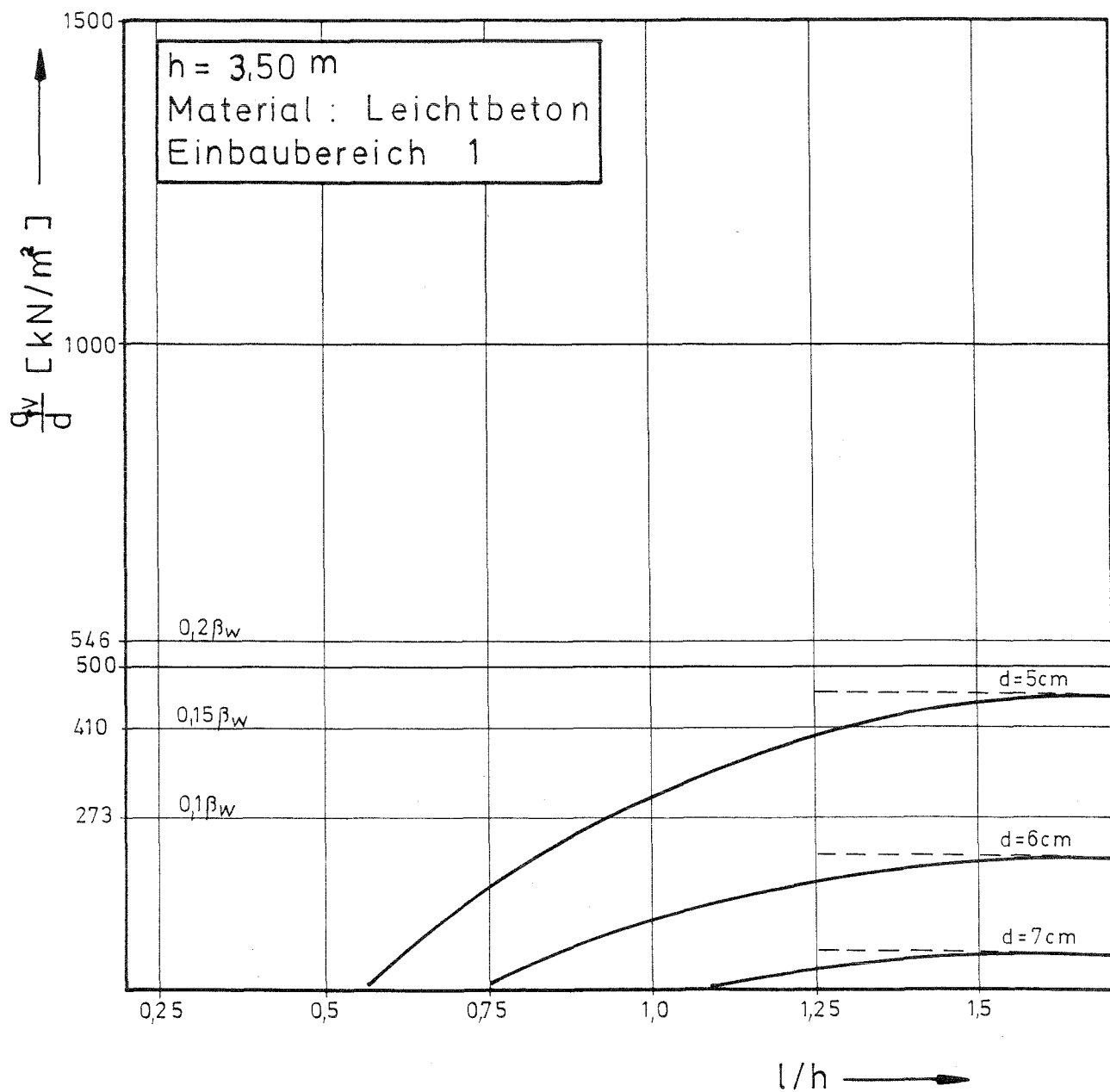


Bild A9: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
 für dreiseitig gehaltene Wände

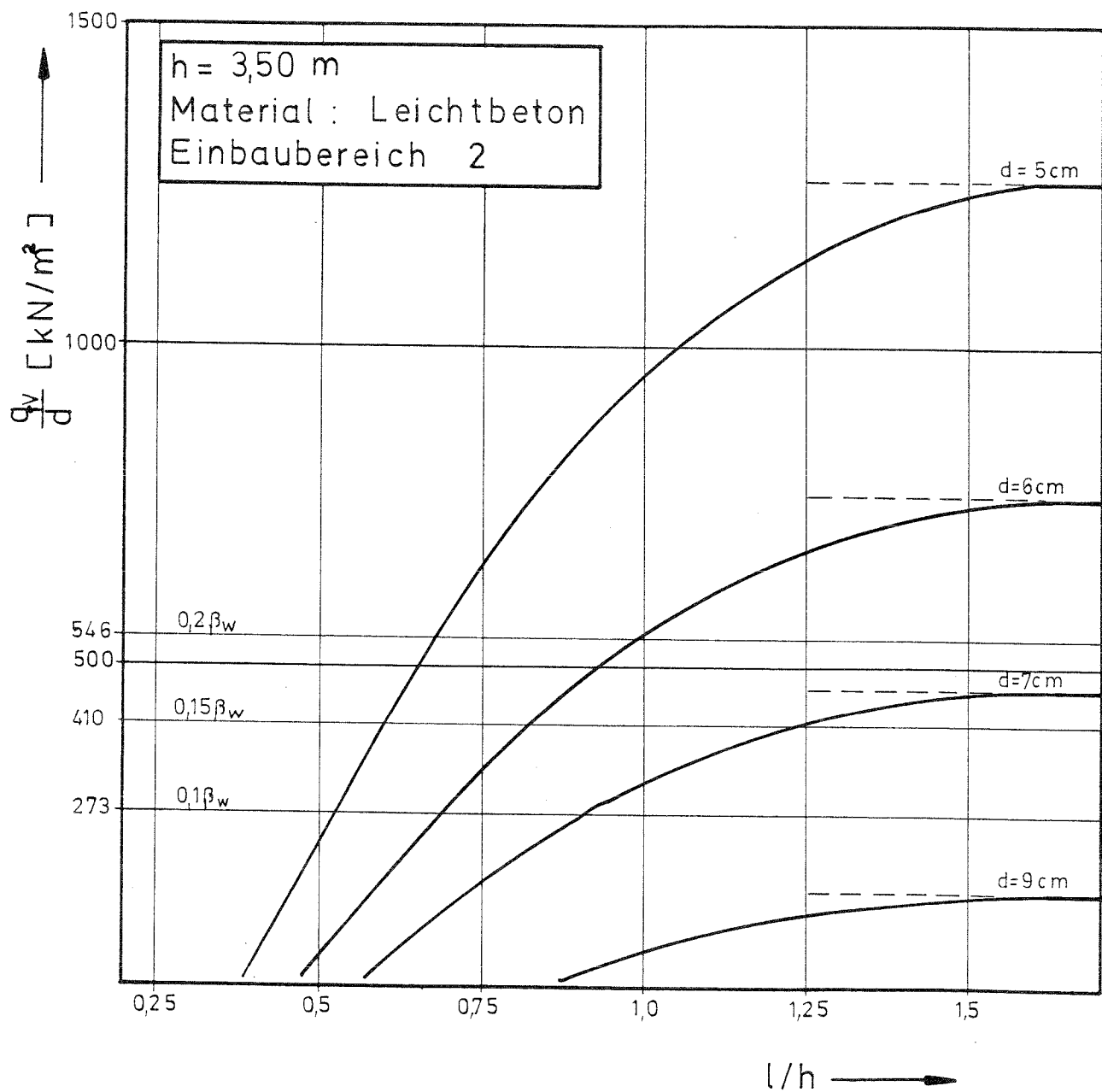


Bild A60: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
 für dreiseitig gehaltene Wände

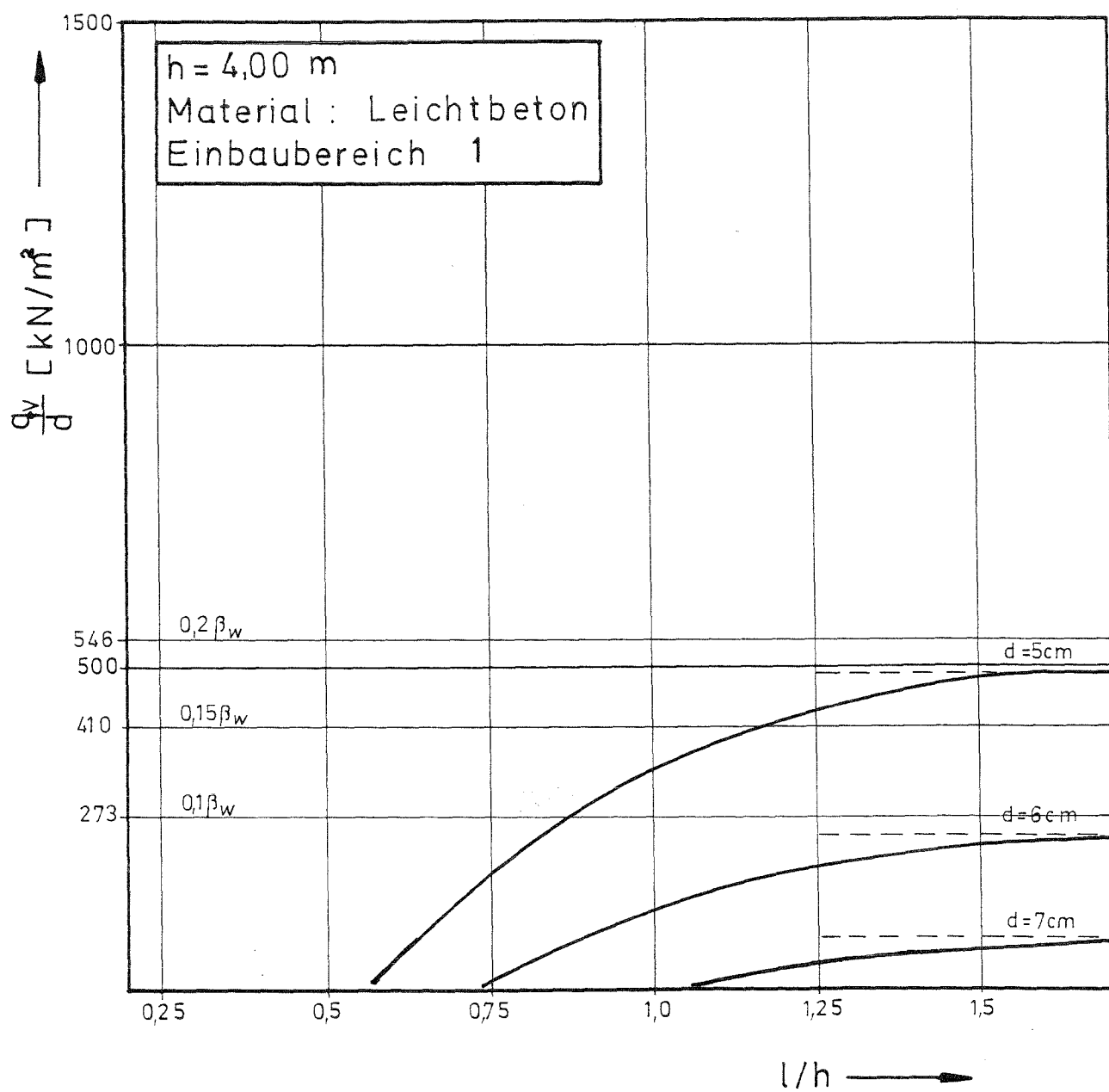


Bild A61: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
 für dreiseitig gehaltene Wände

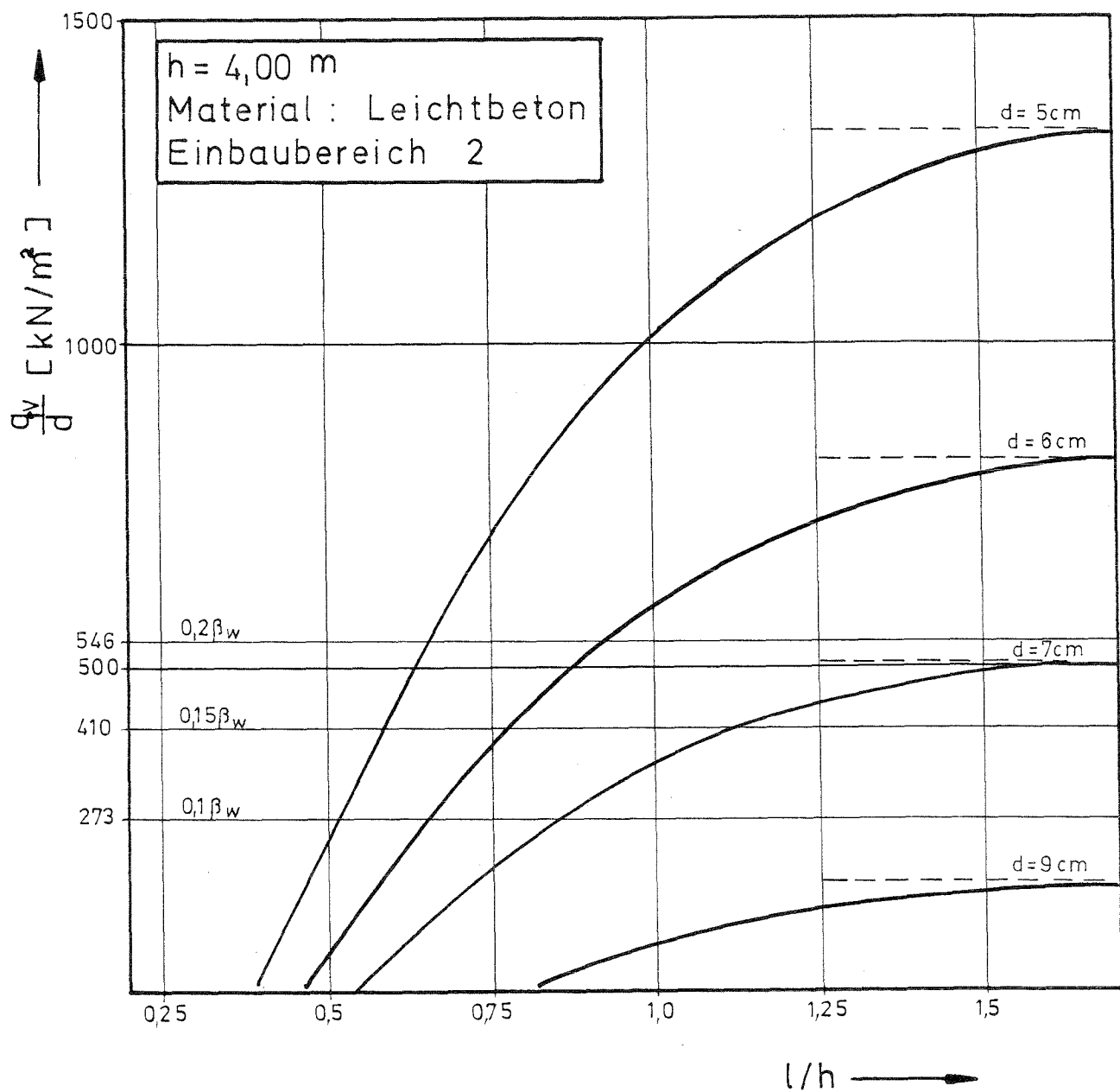


Bild A62: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

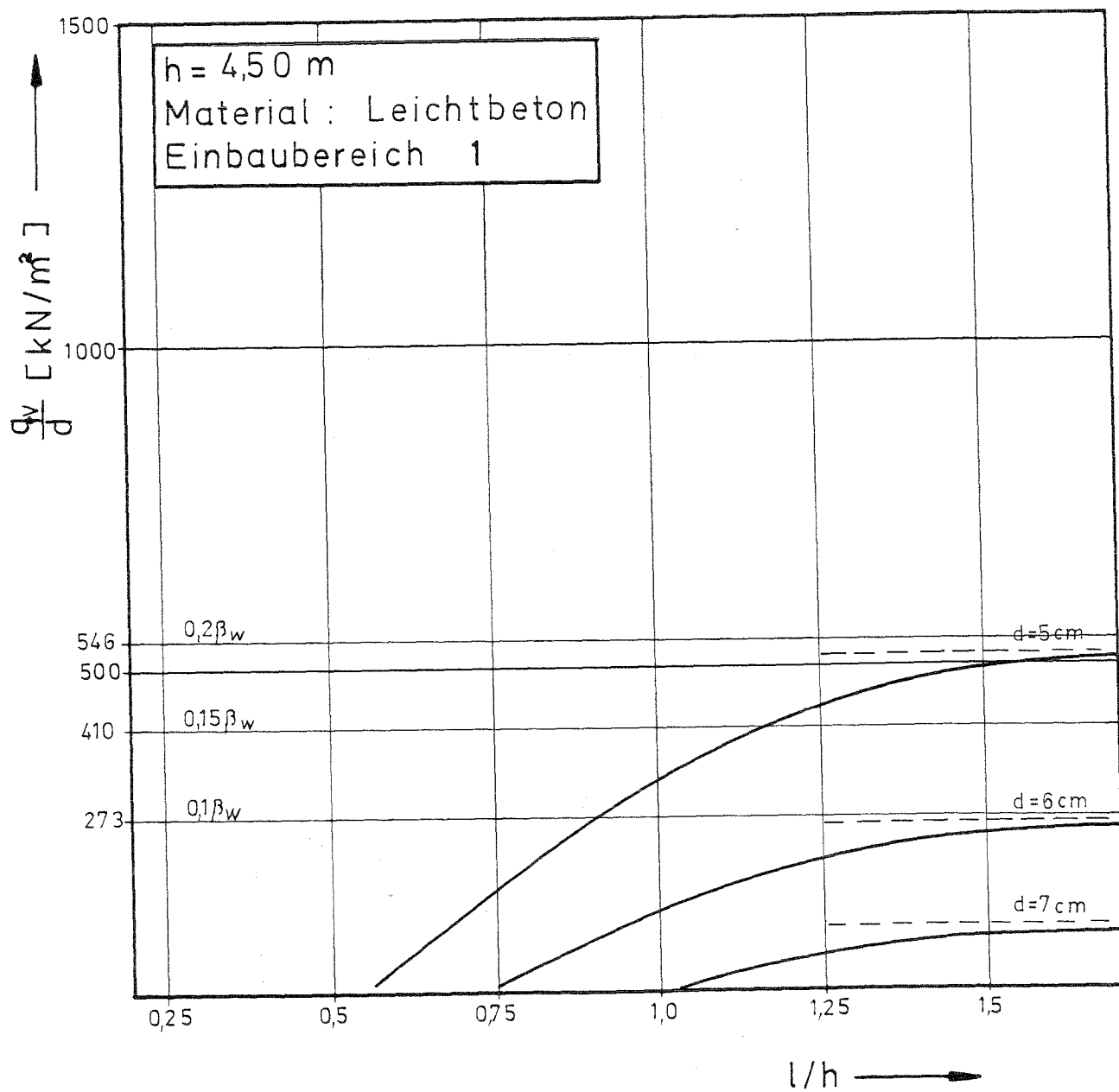


Bild A63: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
für dreiseitig gehaltene Wände

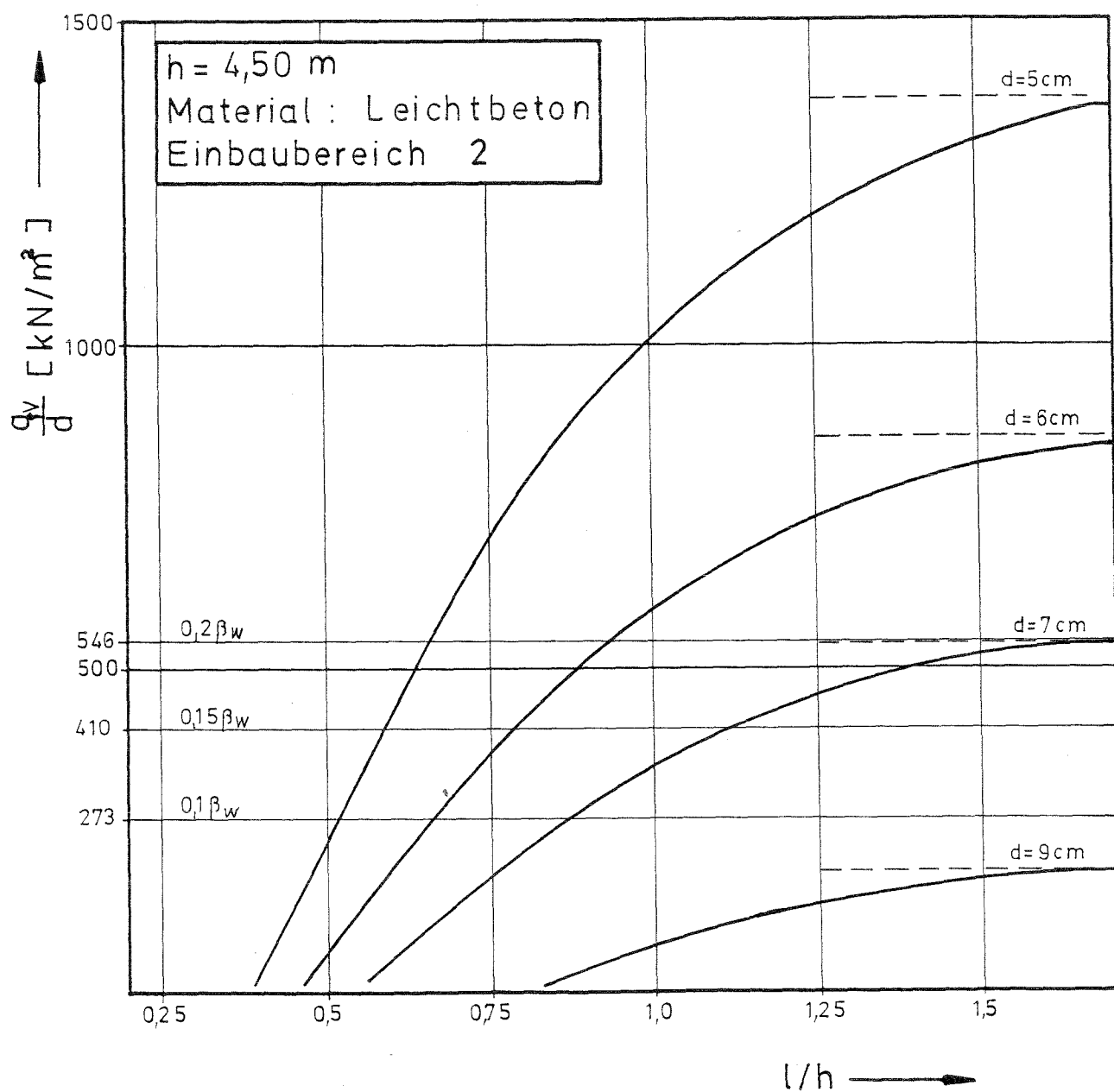
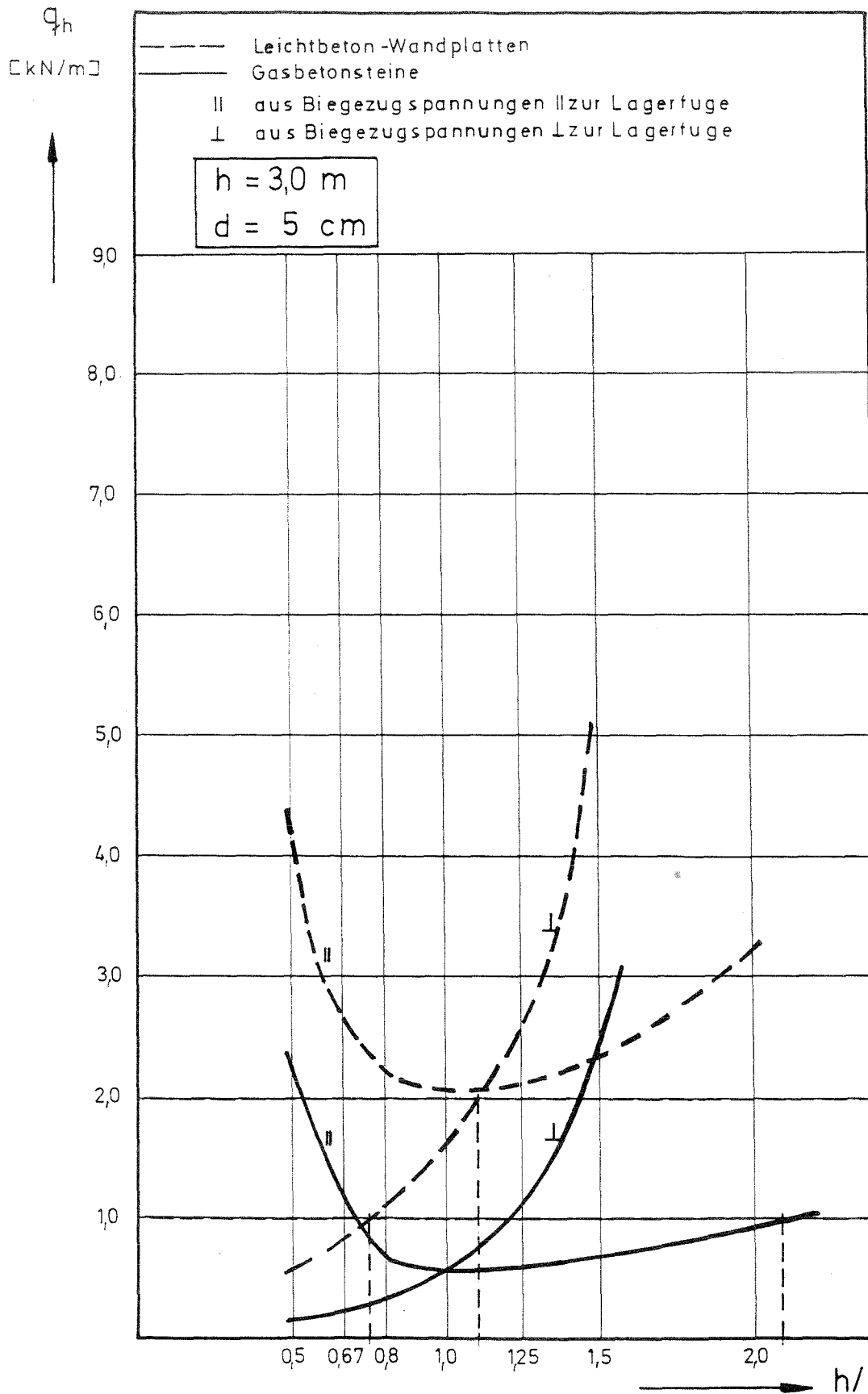


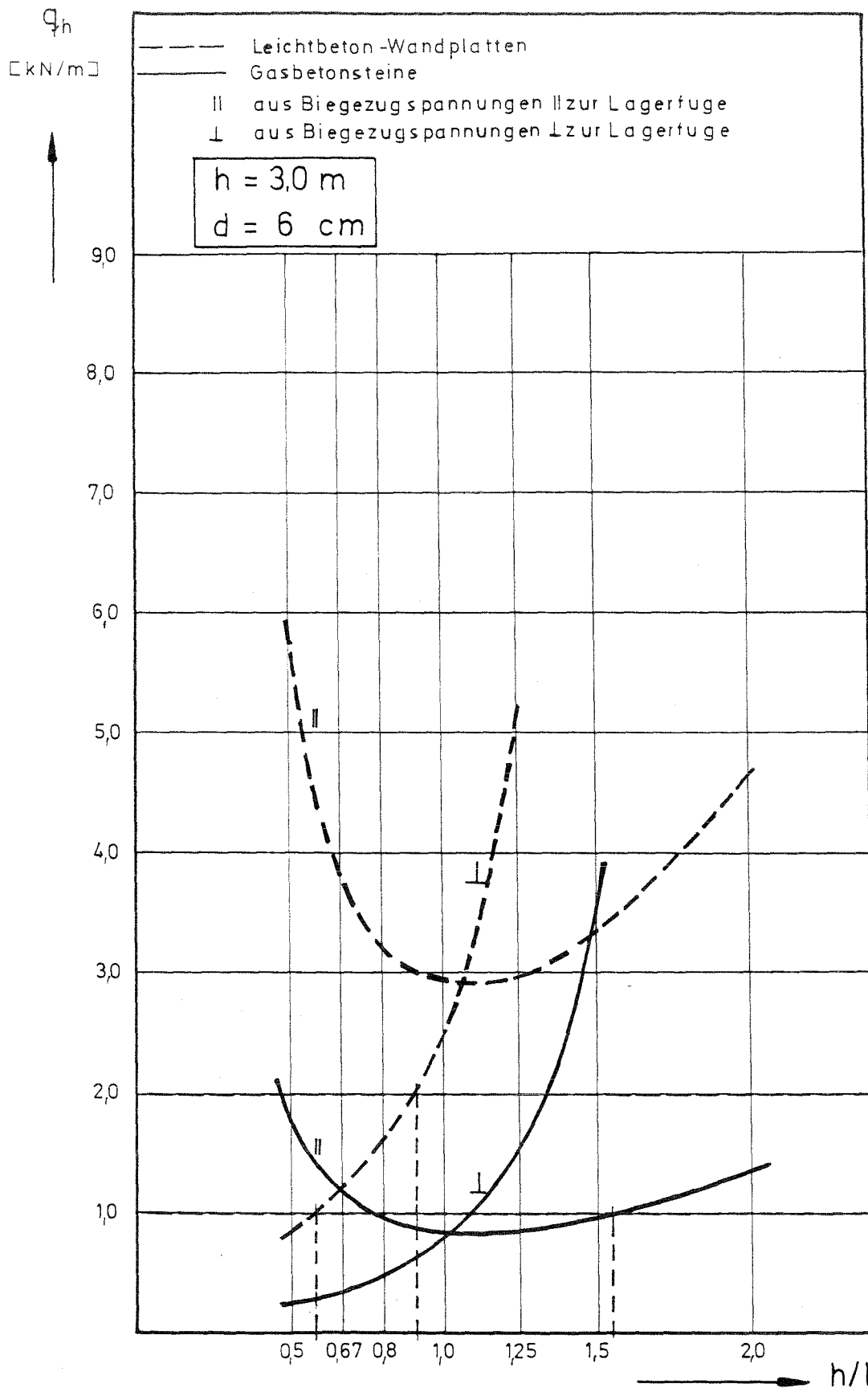
Bild A64: Bezogene Auflast q_v/d über dem Verhältnis l/h
 für dreiseitig gehaltene Wände



	0,75	1,10	2,10	abgegriffene Werte
	0,74	1,00		errechnete Werte
Grenzlängen l			Gasbeton	Leichtbeton
Einbaubereich 1	1	1,43	4,00	
Einbaubereich 2		—	2,73	

Bild A65

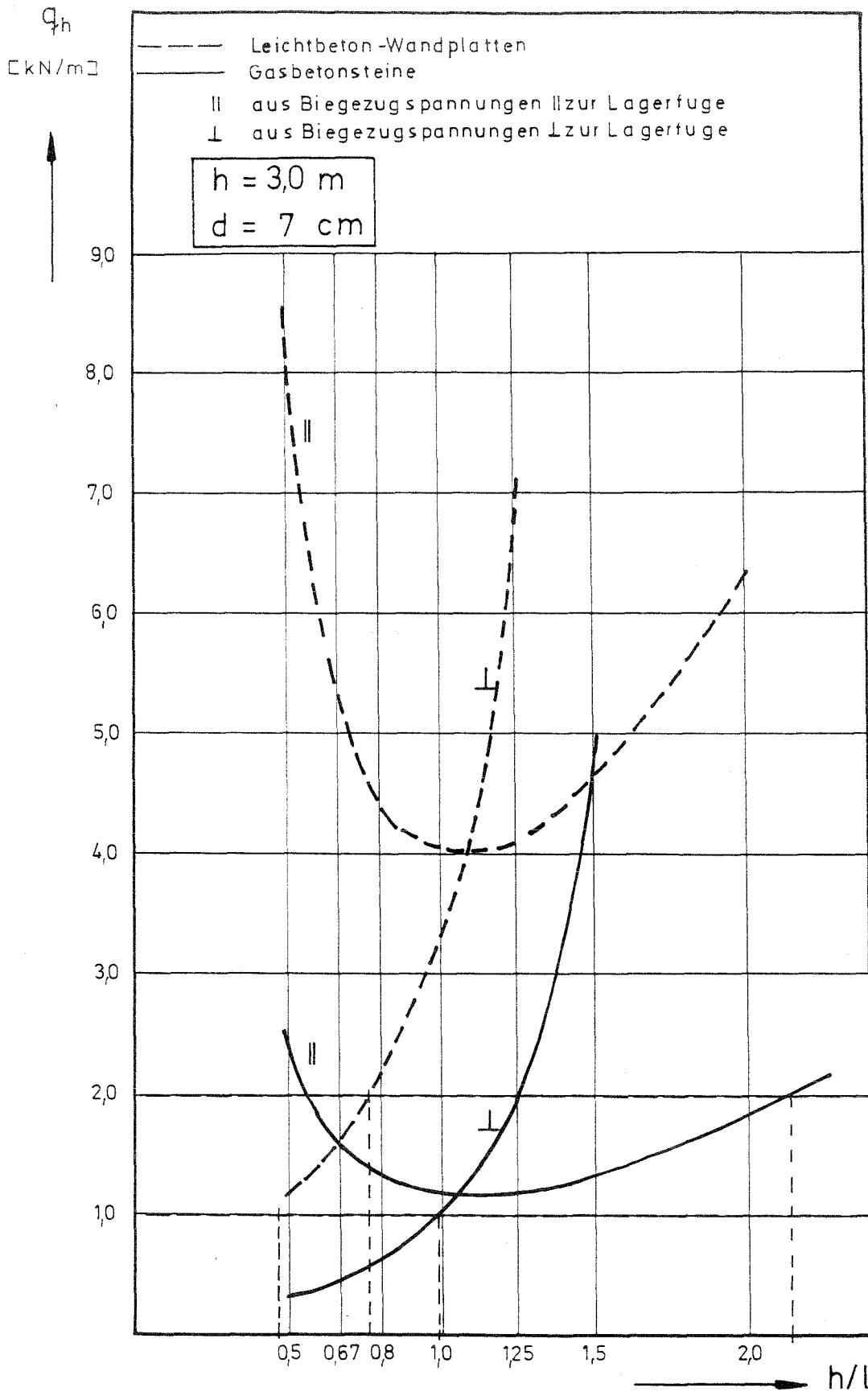
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



		1,55	abgegriffene Werte	
		0,60 0,86	errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton	
Einbaubereich 1		1,94	5,00	
Einbaubereich 2		—	3,49	

Bild A66

Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



			2,14 abgegriffene Werte	
0,49 0,75 0,95			errechnete Werte	
Grenzlängen	l		Gasbeton	Leichtbeton
	Einbaubereich 1	1	3,16	6,12
	Einbaubereich 2	2	1,40	4,00

Bild A67

Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden

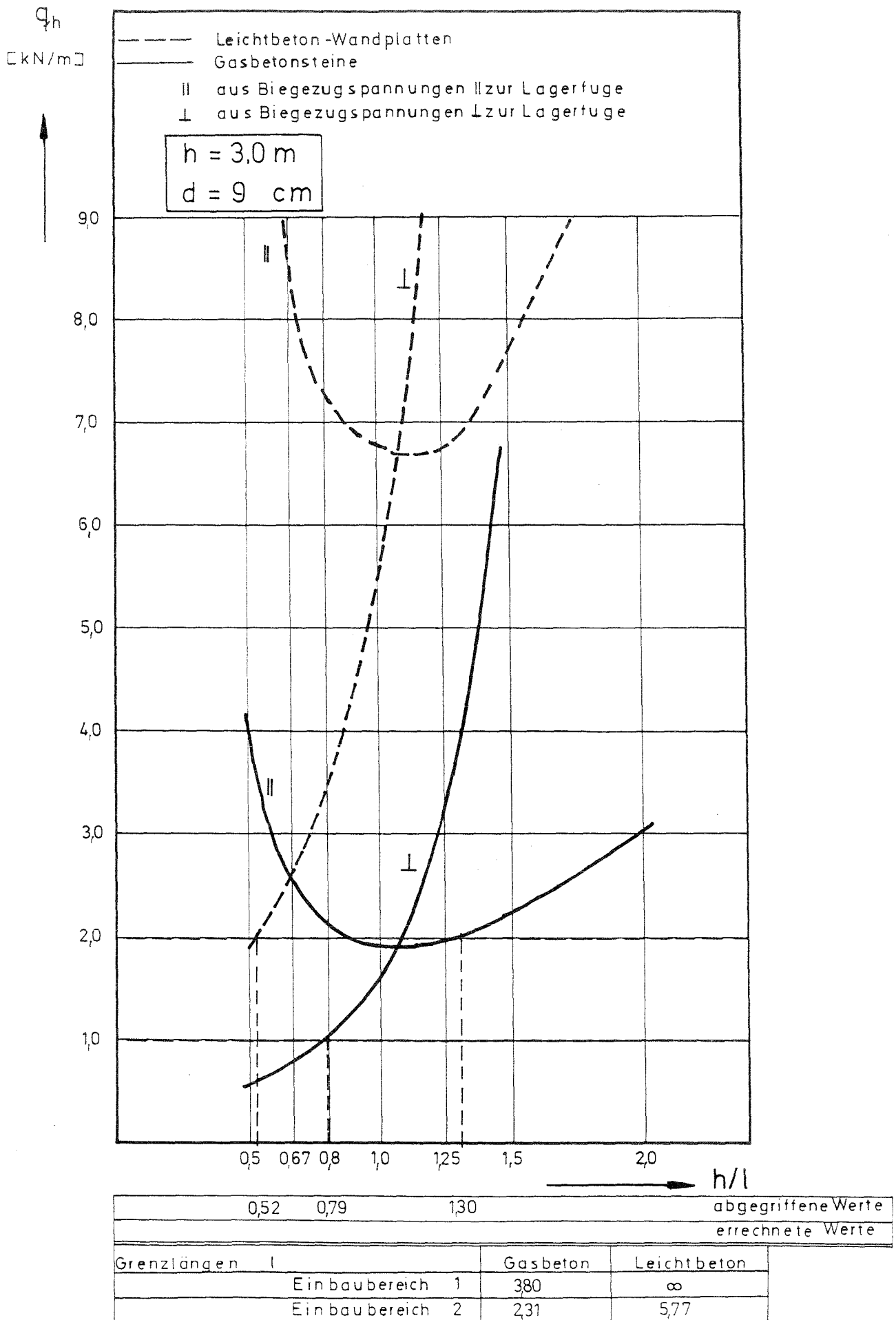
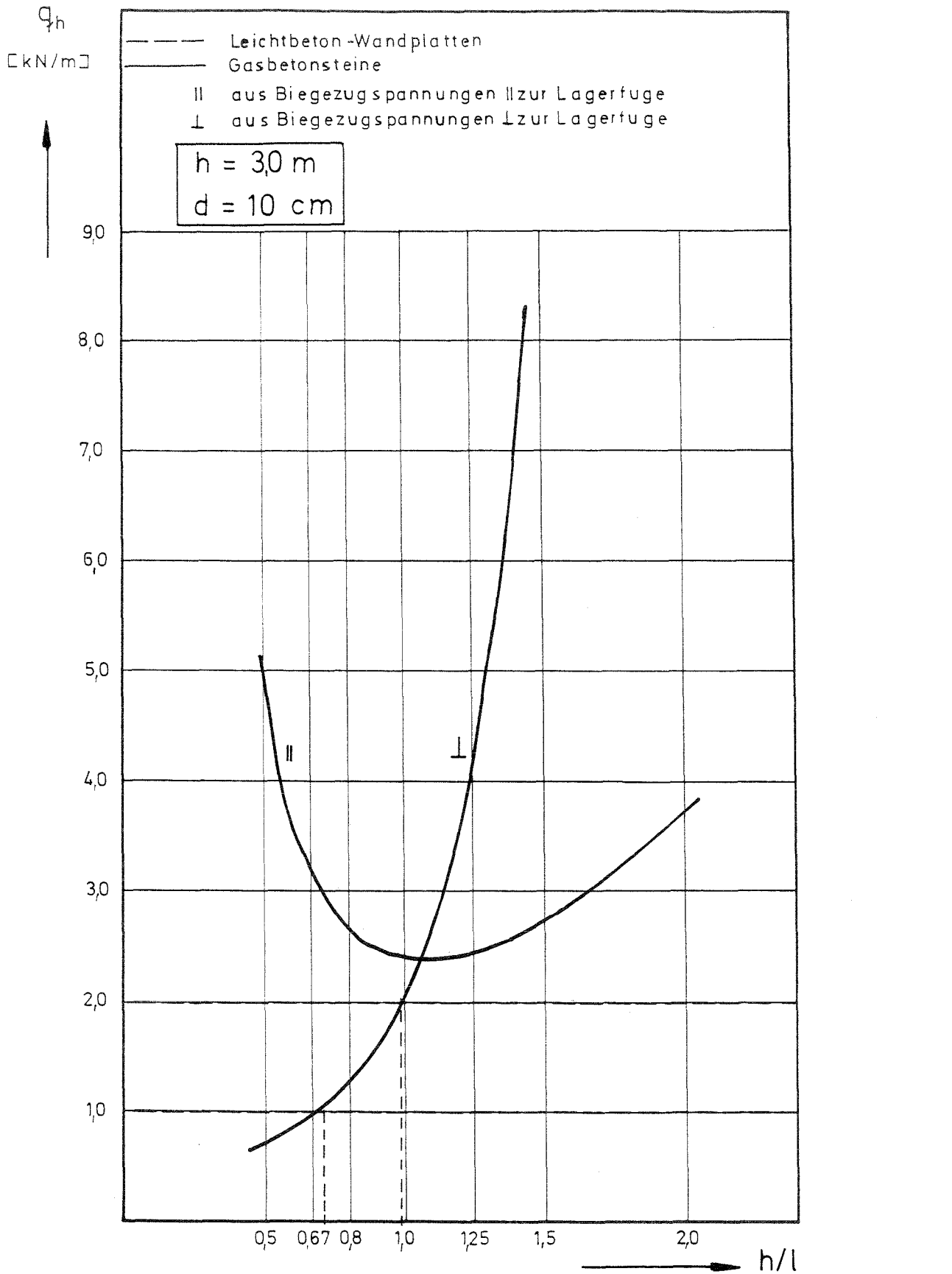


Bild A68

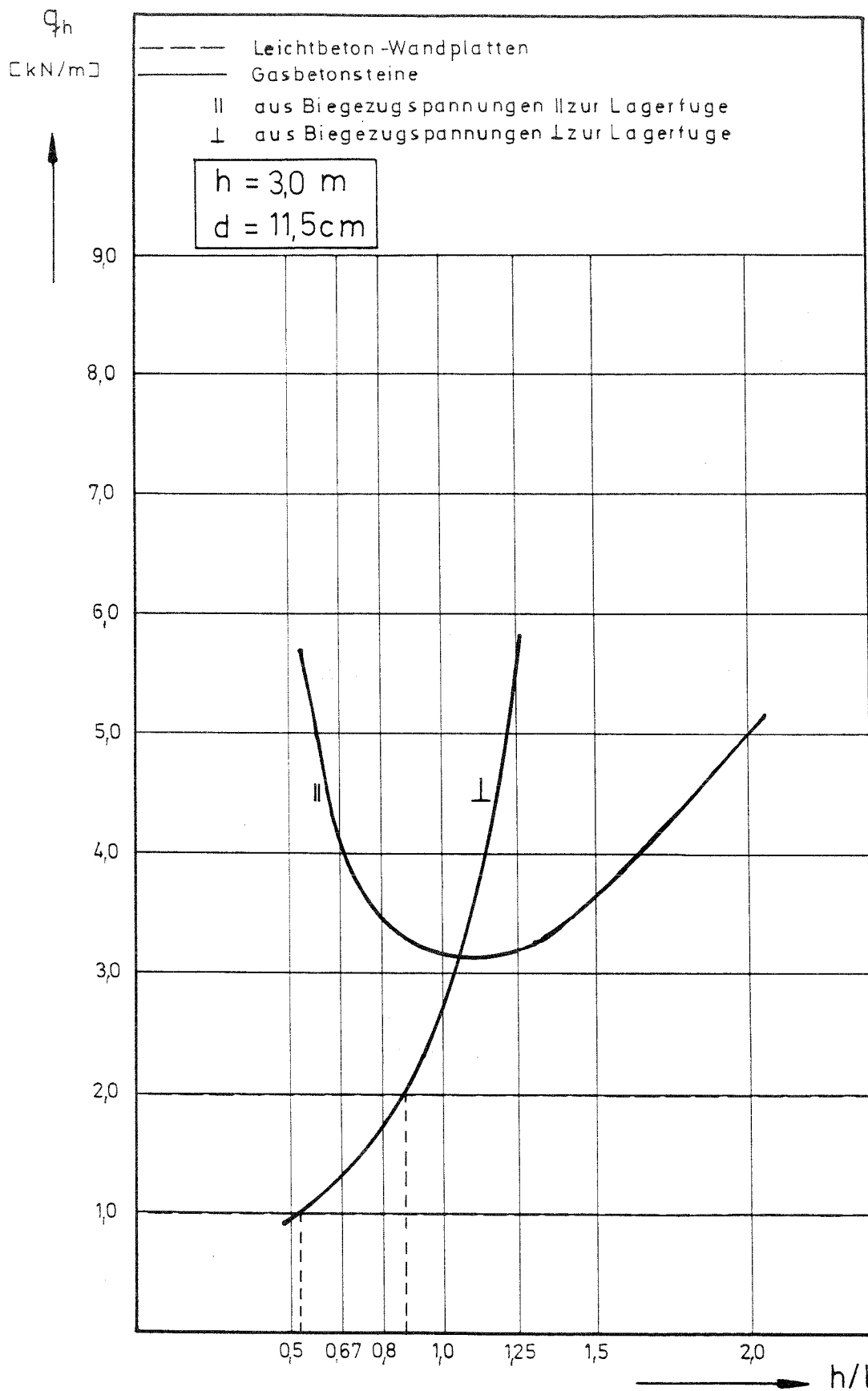
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



abgegriffene Werte			
0,68 0,94			
errechnete Werte			
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
Einbaubereich 1		4,41	∞
Einbaubereich 2		3,00	∞

Bild A69

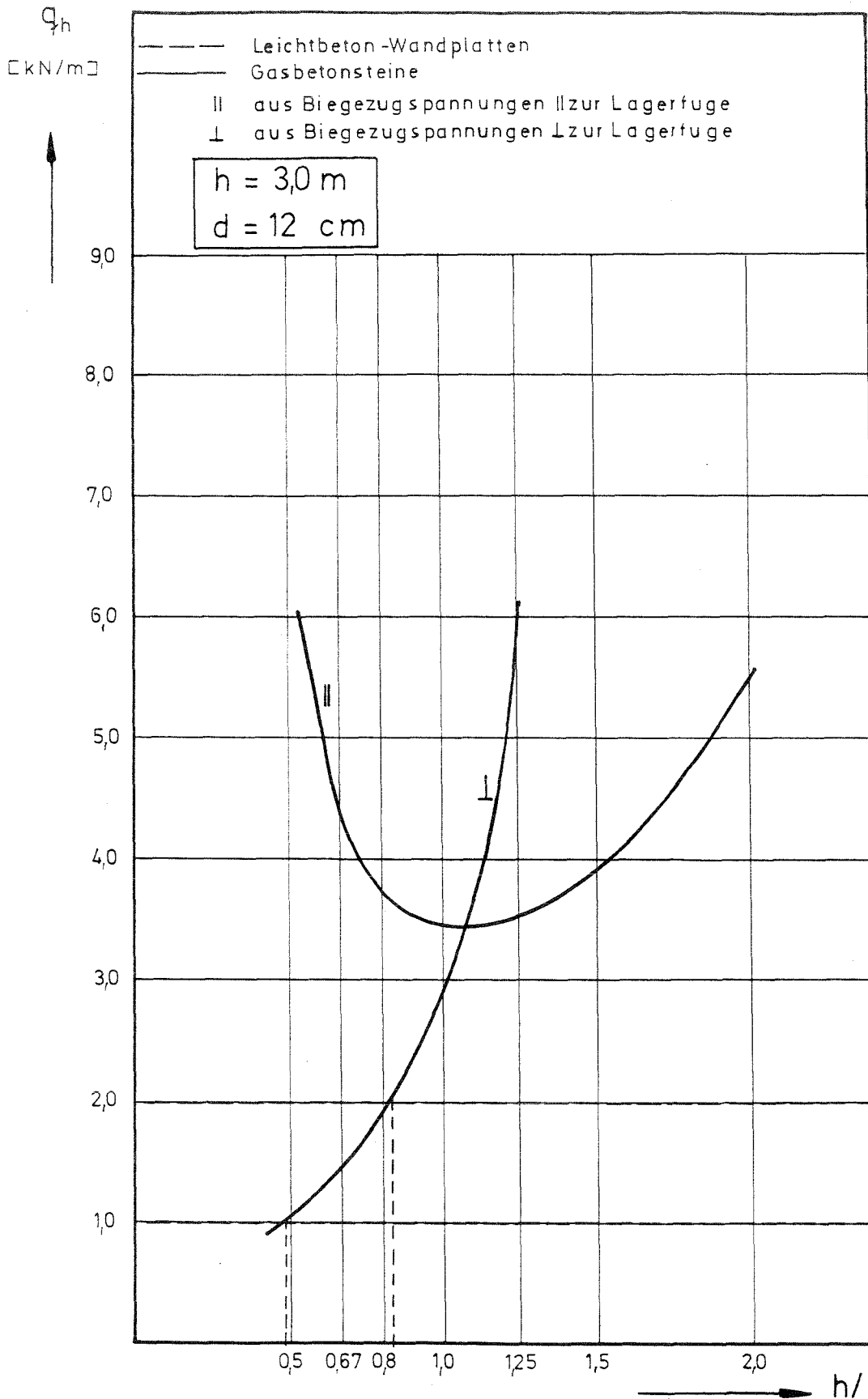
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



		abgegriffene Werte	
0,58 0,84		errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
Einbaubereich 1		5,17	∞
Einbaubereich 2		3,57	∞

Bild A70

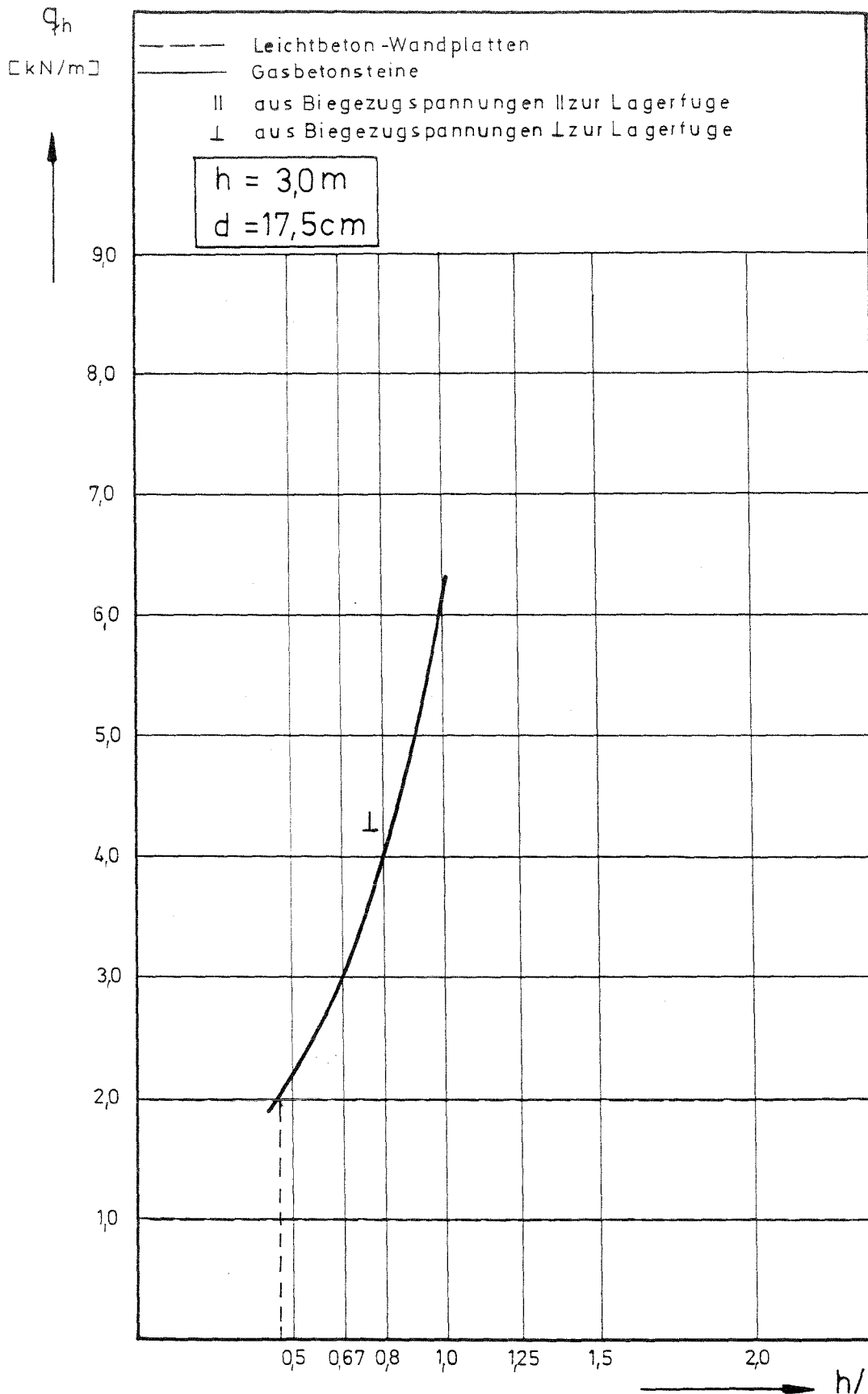
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



0,49		abgegriffene Werte	
0,54		errechnete Werte	
0,81			
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
Einbaubereich	1	5,56	∞
Einbaubereich	2	3,70	∞

Bild A71

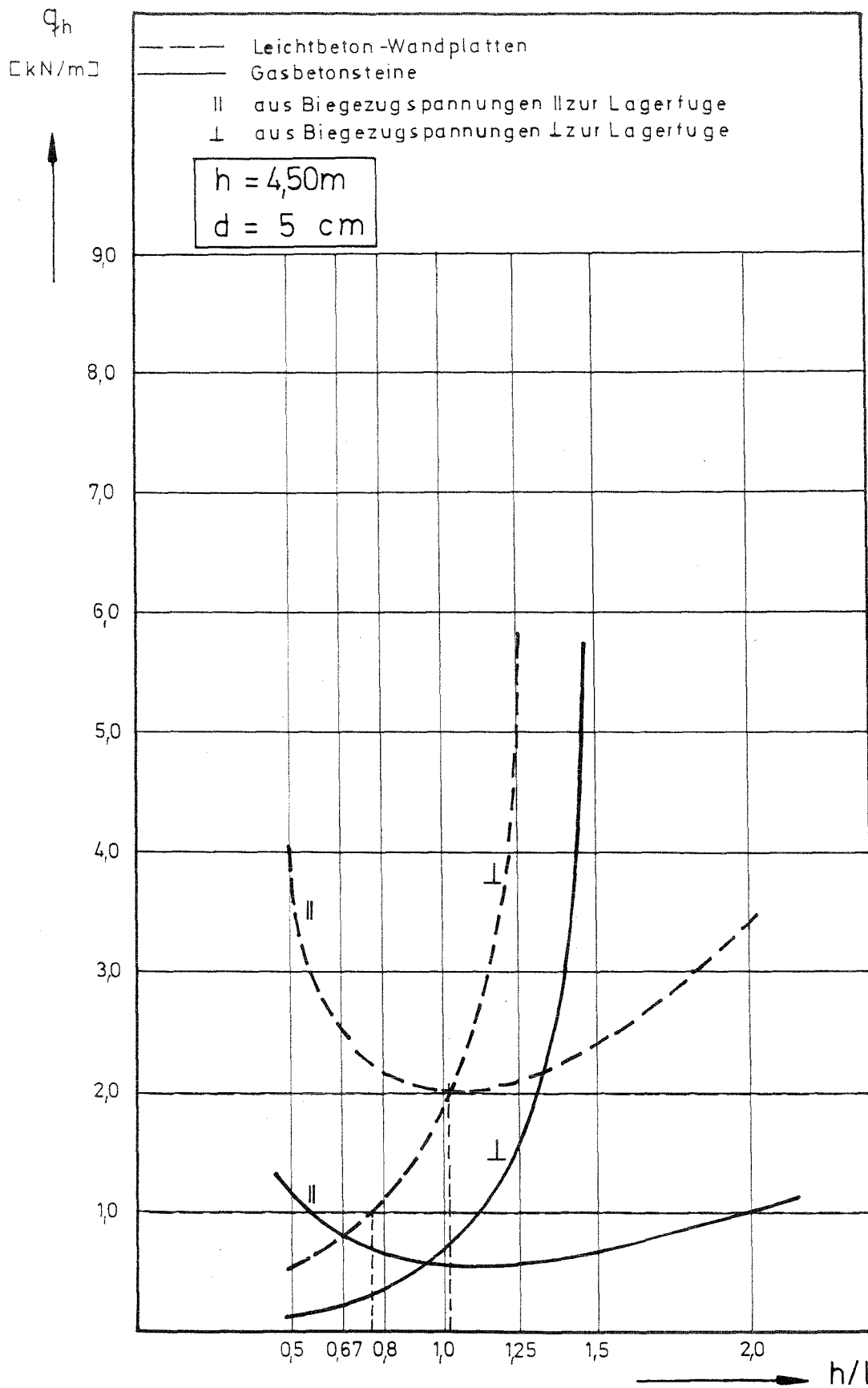
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



0,46		abgegriffene Werte	
0,52		errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
Einbaubereich 1		∞	∞
Einbaubereich 2		6,52	∞

Bild A72

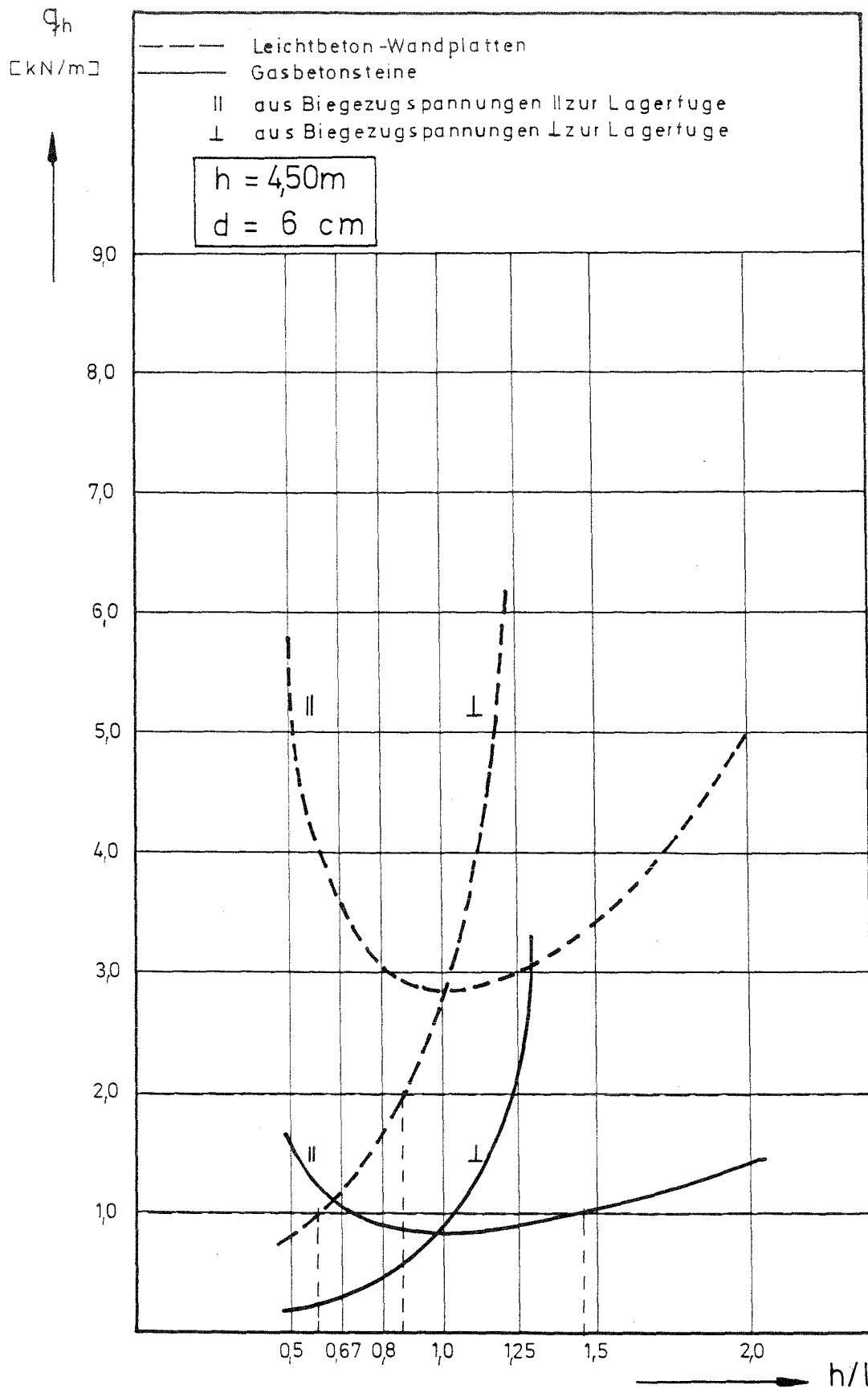
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



101		200	abgegriffene Werte
0,74 0,96			errechnete Werte
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
Einbaubereich	1	2,25	6,08
Einbaubereich	2	—	4,46

Bild A73

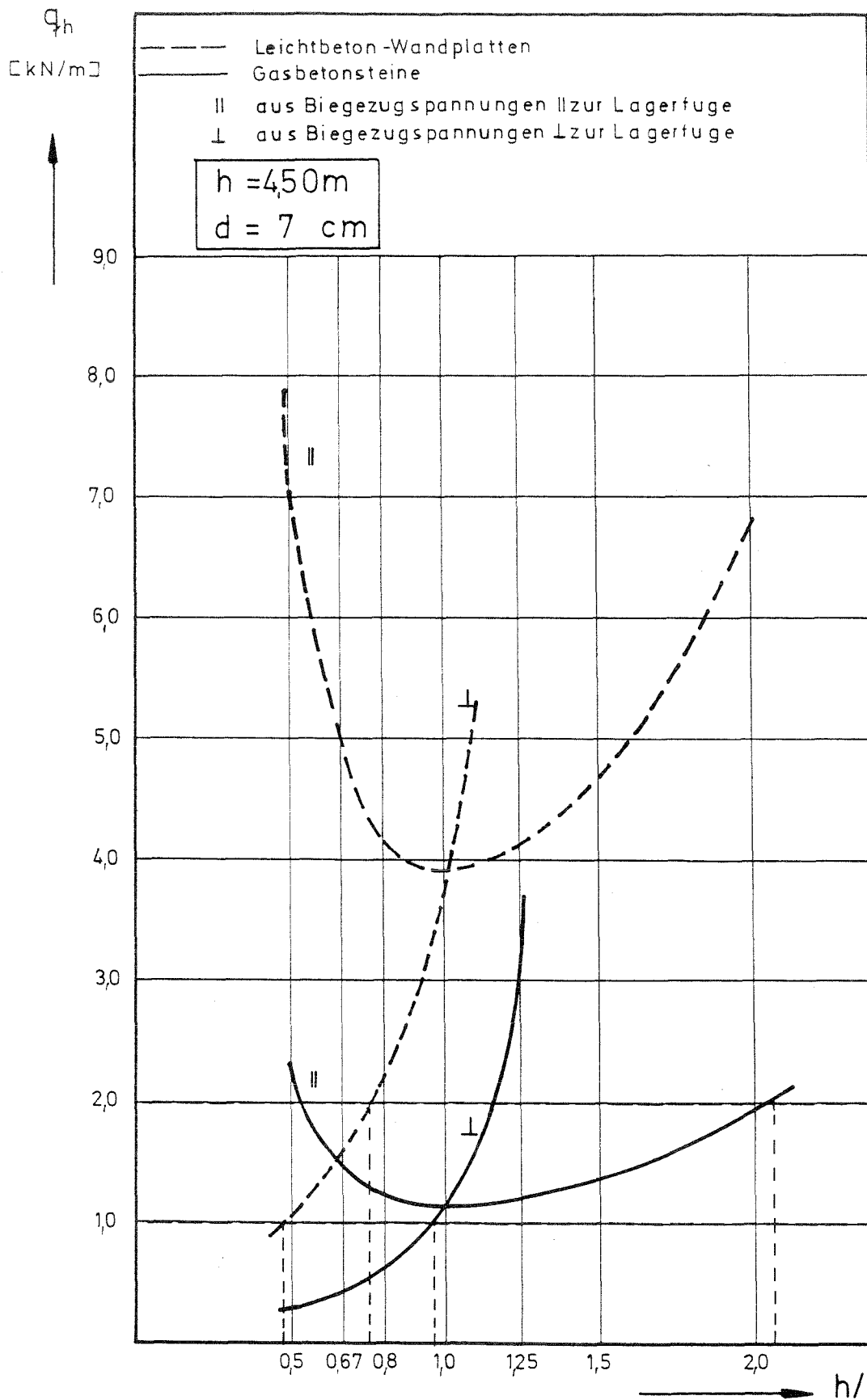
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



		1,46	abgegriffene Werte	
0,62 0,84			errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton	
Einbaubereich 1		3,08	7,26	
Einbaubereich 2		—	5,36	

Bild A74

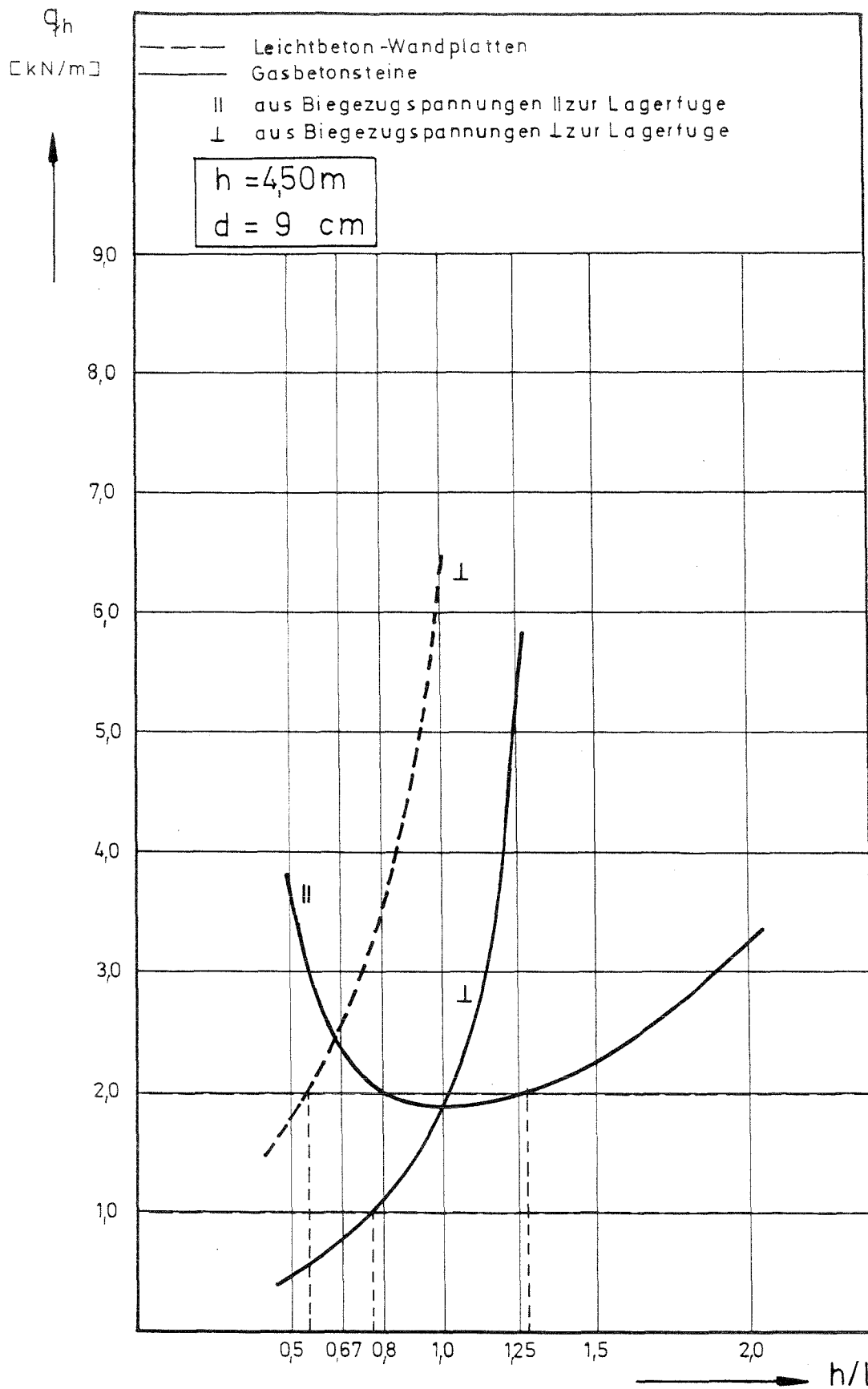
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



			2,07	abgegriffene Werte
0,53 0,75 0,92				errechnete Werte
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton	
Einbaubereich 1		4,89	8,49	
Einbaubereich 2		2,17	6,00	

Bild A75

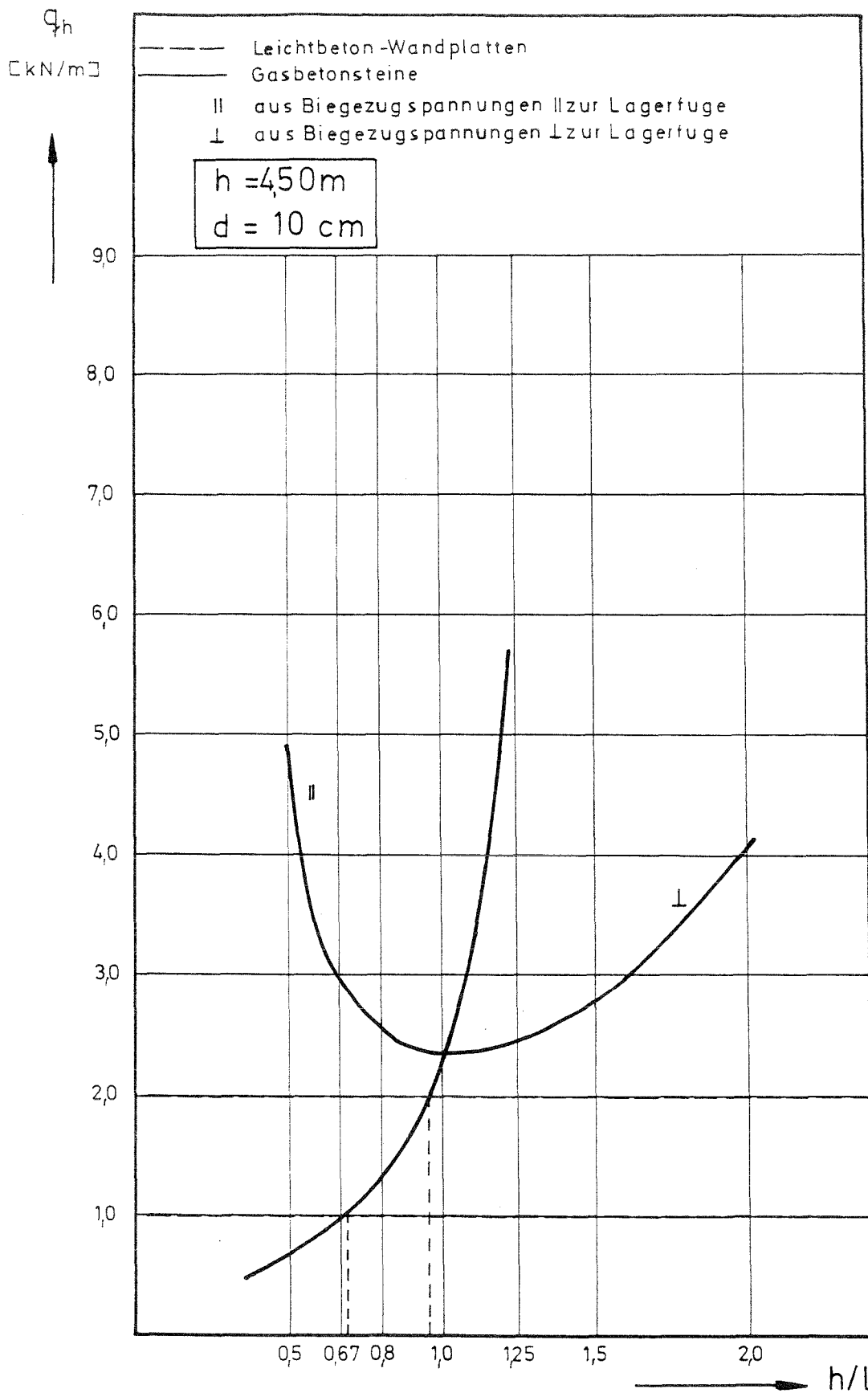
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



		1,26	abgegriffene Werte	
		0,58 0,76	errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton	
	Einbaubereich 1	5,92	∞	
	Einbaubereich 2	3,57	7,76	

Bild A76

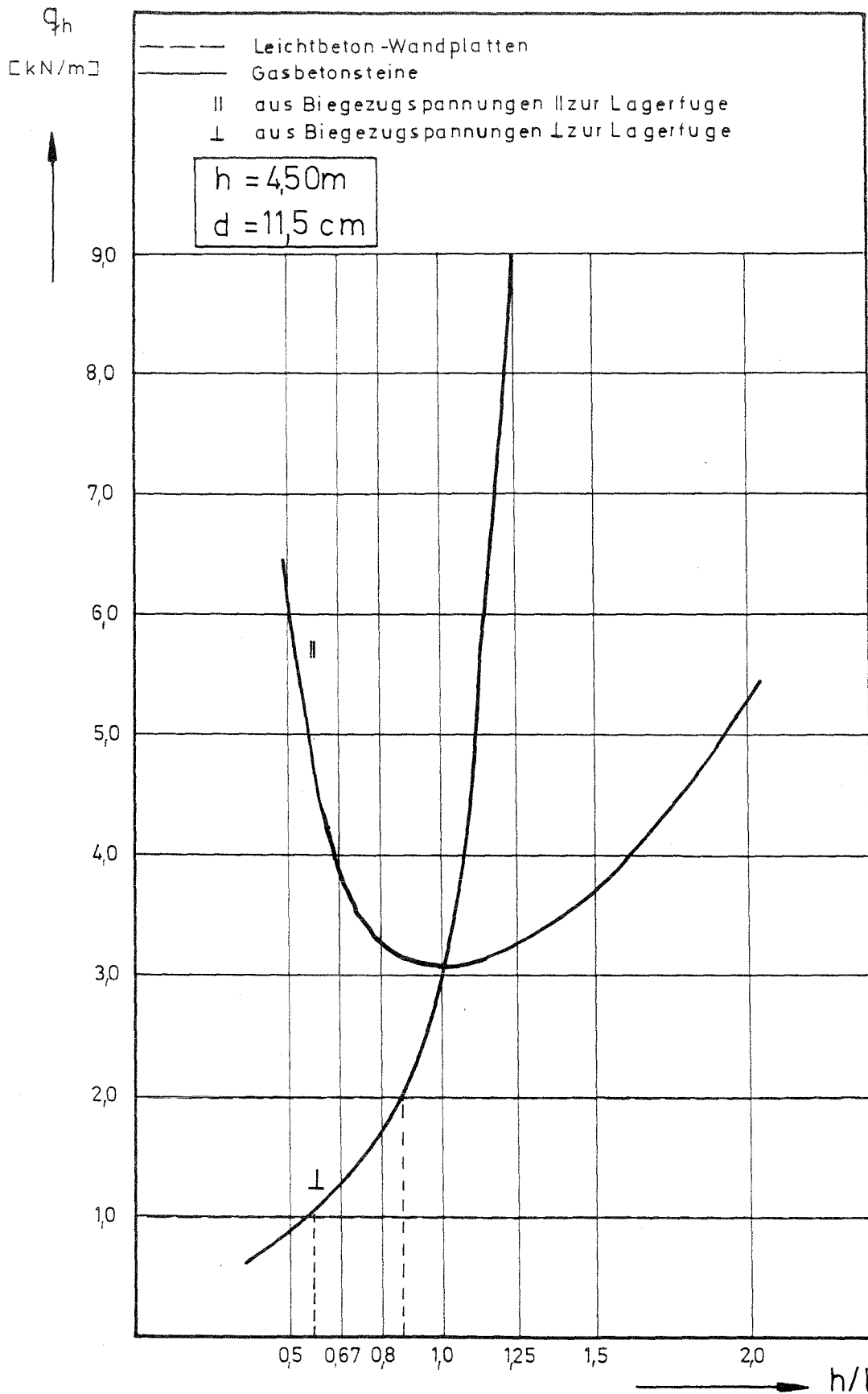
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



		abgegriffene Werte	
		errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
Einbaubereich 1	1	6,52	∞
Einbaubereich 2	2	4,95	∞

Bild A77

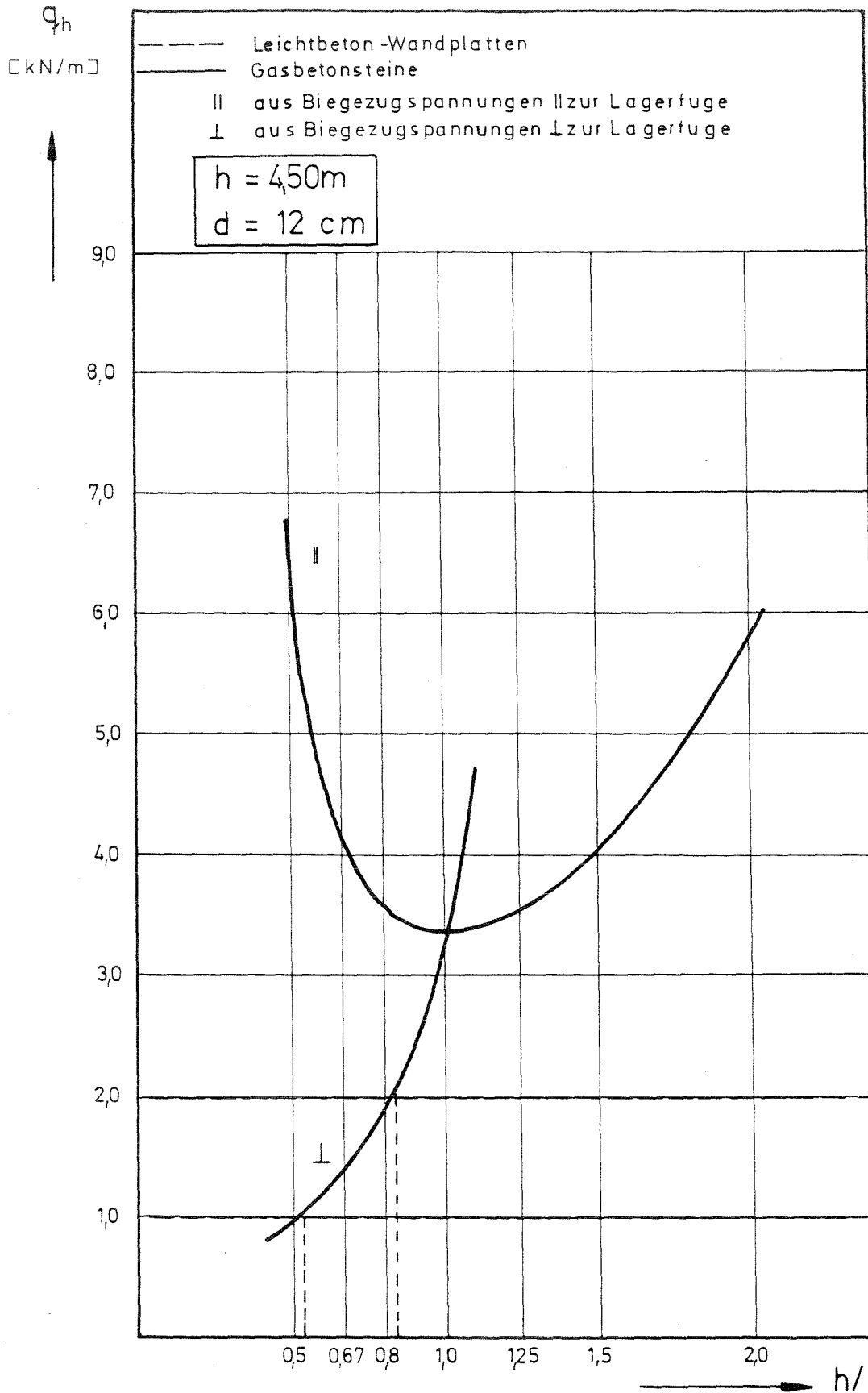
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



		abgegriffene Werte	
		errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
	Einbaubereich 1	7,50	∞
	Einbaubereich 2	5,49	∞

Bild A78

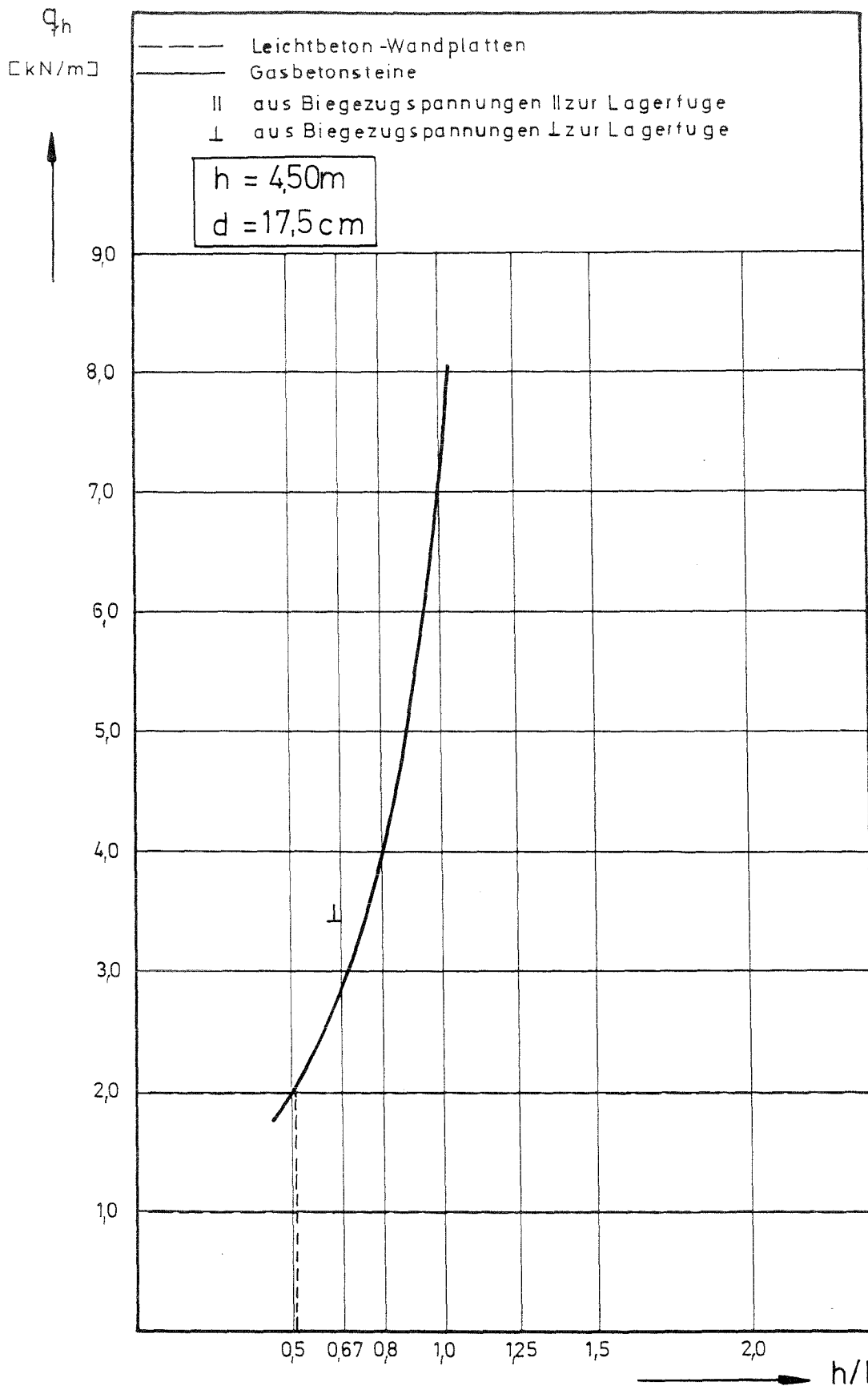
Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



0.83		abgegriffene Werte	
0.57 0.79		errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
Einbaubereich 1		7,83	∞
Einbaubereich 2		5,42	∞

Bild A79

Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden



0,51		abgegriffene Werte	
		errechnete Werte	
Grenzlängen	l	Gasbeton	Leichtbeton
	Einbaubereich 1	∞	∞
	Einbaubereich 2	882	∞

Bild A80

Errechnete Horizontallasten q_h in Abhängigkeit von h/l von vierseitig gehaltenen Wänden

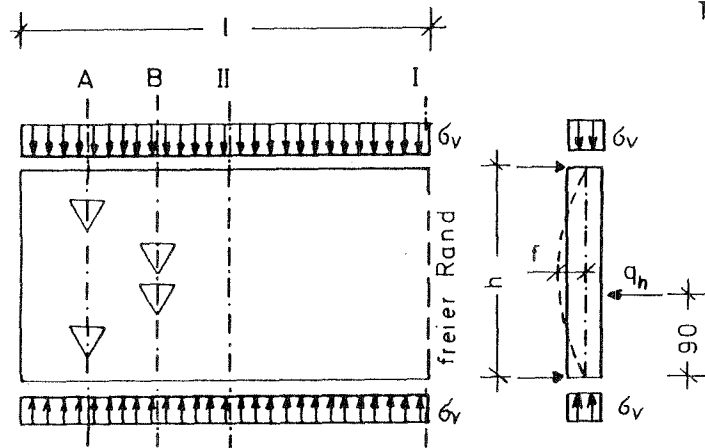


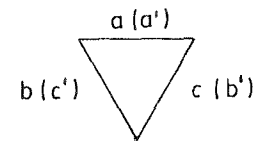
Tabelle: A42.1 Gemessene Durchbiegungen und

Dehnungen bei der Wand

Nr. : 32b

Bereich: A

Meßstrecken:



Steinart : Kalksand

Wanddicke : 11,5cm

Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: 1,72 N/mm²

Prüfalter : 6d

σ_v [MN/m ²]	q_h [kN/m]	f [mm] bei		Dehnungen [10 ⁻³] an den Stellen												Bemerkungen
				oben vorn			oben hinten			unten vorn			unten hinten			
		I	II	a	b	c	a'	b'	c'	a	b	c	a'	b'	c'	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1,14	0,46	0,2	0,3	0,002	-0,035	-0,035	0,012	-0,003	-0,005	-0,012	-0,010	-0,019	-0,005	-0,019	-0,015	
1,14	1,18	0,3	0,4	0,018	-0,044	-0,046	0,012	-0,012	-0,013	-0,011	-0,023	-0,028	-0,010	-0,024	-0,023	
1,14	1,90	-1,0	0,8	0,015	-0,046	-0,063	0,006	-0,023	-0,012	-0,008	-0,025	-0,019	-0,009	-0,021	-0,029	
1,14	2,63	-0,8	-3,0	0,009	-0,050	-0,077	0,036	-0,026	-0,013	-0,011	-0,017	-0,014	-0,009	-0,024	-0,049	
1,14	3,35	-0,7	-1,2	0,001	-0,053	-0,092	0,007	-0,031	-0,015	-0,015	-0,046	-0,032	-0,030	-0,039	-0,057	
1,14	4,07	-0,3	-1,1	0,008	-0,049	-0,093	0,021	-0,033	-0,002	-0,014	-0,060	-0,035	-0,001	-0,021	-0,036	
1,14	4,80	-0,2	-1,0	0,012	-0,054	-0,105	0,023	-0,040	-0,003	-0,012	-0,057	-0,040	0,002	-0,018	-0,048	
1,14	5,52	0,0	-0,8	0,011	-0,053	-0,109	0,029	-0,036	0,004	-0,013	-0,067	-0,043	0,005	-0,017	-0,039	
1,14	6,97	0,3	-0,2	0,014	-0,052	-0,102	0,018	-0,058	-0,009	-0,008	-0,065	-0,042	-0,003	-0,022	-0,054	
1,14	8,42	0,8	0,0	0,016	-0,045	-0,112	0,026	-0,062	-0,006	-0,011	-0,078	-0,047	0,005	-0,018	-0,052	
1,14	9,86	0,9	0,0	0,010	-0,040	-0,114	0,024	-0,073	-0,006	-0,012	-0,084	-0,063	0,009	-0,014	-0,058	
1,14	11,31	1,4	0,3	0,018	-0,029	-0,121	0,028	-0,086	-0,010	-0,008	-0,099	-0,063	0,012	-0,016	-0,068	
1,14	12,76	1,8	0,9	0,014	-0,033	-0,126	0,026	-0,100	-0,006	-0,010	-0,103	-0,061	0,014	-0,003	-0,086	
1,14	14,20	2,6	1,6	0,031	-0,016	-0,132	0,021	-0,114	-0,006	-0,009	-0,113	-0,052	0,017	0,009	-0,106	

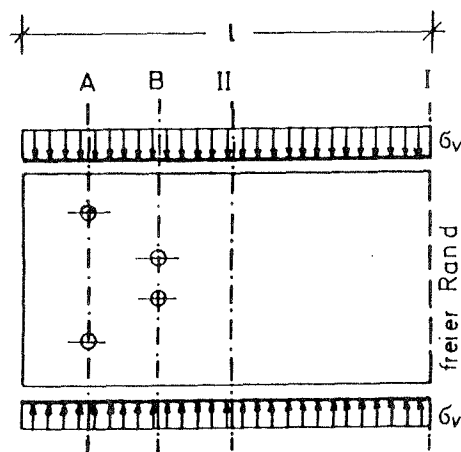


Tabelle: A42.2 Errechnete Hauptdehnungen und

Winkel φ der Hauptdehnungs-

richtungen bei der Wand

Nr. : 32b

Bereich: A

Steinart : Kalksand

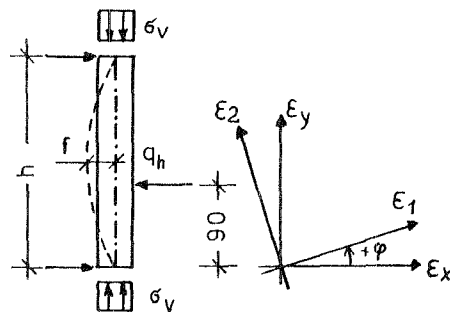
Wanddicke : 11,5 cm

Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit : 1,72 N/mm²

Prüfalter : 6d



G_v [MN/m ²]	q_h [kN/m]	f [mm] bei		Errechnete Hauptdehnungen[10 ⁻³] und Verdrehung φ [°] der Hauptachsen an den Stellen												Bemerkungen
				oben vorn			oben hinten			unten vorn			unten hinten			
		I	II	ϵ_1	ϵ_2	φ	ϵ_1	ϵ_2	φ	ϵ_1	ϵ_2	φ	ϵ_1	ϵ_2	φ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1,14	0,46	0,2	0,3	0,002	-0,047	0,0	0,012	-0,009	3,1	-0,008	-0,019	36,5	-0,004	-0,021	-8,8	
1,14	1,18	0,3	0,4	0,018	-0,066	1,0	0,012	-0,020	1,0	-0,010	-0,030	8,3	-0,009	-0,028	-0,9	
1,14	1,90	-1,0	0,8	0,016	-0,079	6,0	0,007	-0,026	-10,9	-0,007	-0,027	-9,6	-0,008	-0,031	12,5	
1,14	2,63	-0,8	-3,0	0,011	-0,089	9,1	0,036	-0,038	-5,8	-0,010	-0,017	-12,3	-0,004	-0,050	18,7	
1,14	3,35	-0,7	-1,2	0,006	-0,101	12,4	0,008	-0,034	-12,3	-0,013	-0,049	-13,9	-0,026	-0,057	19,9	
1,14	4,07	-0,3	-1,1	0,013	-0,102	13,0	0,027	-0,035	-17,6	-0,009	-0,063	-16,2	0,001	-0,039	12,6	
1,14	4,80	-0,2	-1,0	0,018	-0,116	13,1	0,030	-0,043	-18,1	-0,010	-0,062	-11,0	0,008	-0,050	18,8	
1,14	5,52	0,0	-0,8	0,019	-0,119	13,8	0,036	-0,038	-18,6	-0,010	-0,072	-13,2	0,009	-0,042	15,4	
1,14	6,97	0,3	-0,2	0,021	-0,113	12,8	0,028	-0,060	-19,7	-0,005	-0,071	-11,9	0,004	-0,056	19,3	
1,14	8,42	0,8	0,0	0,027	-0,120	15,7	0,037	-0,063	-19,5	-0,006	-0,084	-14,0	0,012	-0,054	18,4	
1,14	9,86	0,9	0,0	0,024	-0,119	18,3	0,038	-0,075	-21,3	-0,010	-0,096	-8,5	0,018	-0,060	20,2	
1,14	11,31	1,4	0,3	0,037	-0,125	20,3	0,044	-0,089	-20,5	-0,004	-0,110	-11,5	0,023	-0,071	20,2	
1,14	12,76	1,8	0,9	0,034	-0,130	20,6	0,049	-0,102	-23,1	-0,004	-0,112	-13,6	0,037	-0,087	25,4	
1,14	14,20	2,6	1,6	0,058	-0,135	21,8	0,050	-0,115	-24,6	0,003	-0,118	-17,9	0,053	-0,106	28,3	

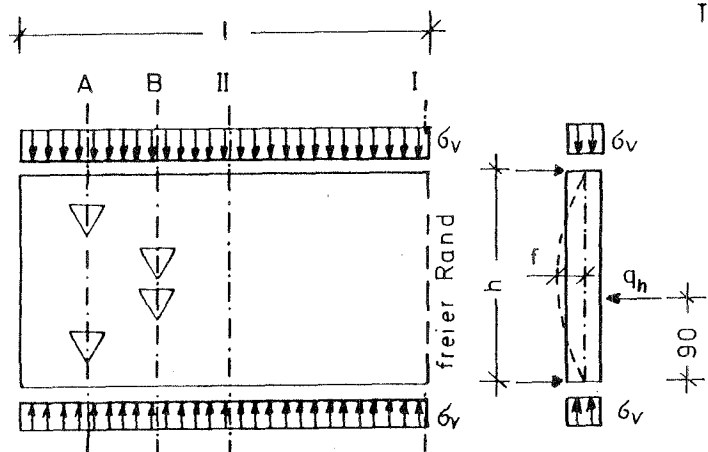


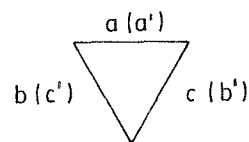
Tabelle: A42.3 Gemessene Durchbiegungen und

Dehnungen bei der Wand

Nr. : 32b

Bereich: B

Meßstrecken:



Steinart : Kalksand

Wanddicke : 11,5cm

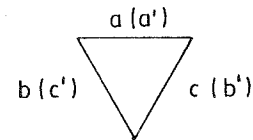
Wandhöhe : 2,45m

Wandlänge : 2,75m

Mörtelfestigkeit: 1,72 N/mm²

Prüfalter : 6d

σ_v [MN/m ²]	q_h [kN/m]	f [mm] bei		Dehnungen [10 ⁻³] an den Stellen												Bemerkungen
				oben vorn			oben hinten			unten vorn			unten hinten			
		I	II	a	b	c	a'	b'	c'	a	b	c	a'	b'	c'	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1,14	0,46	0,2	0,3	-0,024	-0,025	-0,023				-0,004	-0,032	-0,050				
1,14	1,18	0,3	0,4	-0,023	-0,034	-0,043				-0,009	-0,036	-0,059				
1,14	1,90	-1,0	0,8	-0,022	-0,039	-0,047				-0,013	-0,036	-0,018				
1,14	2,63	-0,8	-3,0	-0,024	-0,044	-0,052				-0,005	-0,037	-0,009				
1,14	3,35	-0,7	-1,2	-0,019	-0,039	-0,048				-0,006	-0,031	-0,003				
1,14	4,07	-0,3	-1,1	-0,009	-0,029	-0,038				-0,002	-0,028	0,006				
1,14	4,80	-0,2	-1,0	0,010	-0,031	-0,041				-0,002	-0,025	0,009				
1,14	5,52	0,0	-0,8	-0,016	-0,012	-0,038				0,004	-0,011	0,027				
1,14	6,97	0,3	-0,2	-0,011	0,005	-0,021				0,004	0,003	0,044				
1,14	8,42	0,8	0,0	-0,016	0,019	-0,017				-0,004	0,014	0,055				
1,14	9,86	0,9	0,0	-0,015	0,040	-0,004				0,001	0,030	0,081				
1,14	11,31	1,4	0,3	-0,013	0,063	0,010				0,005	0,055	0,130				
1,14	12,76	1,8	0,9	-0,009	0,091	0,019				0,011	0,073	0,176				
1,14	14,20	2,6	1,6	-0,006	0,124	0,026				0,009	0,092	0,238				



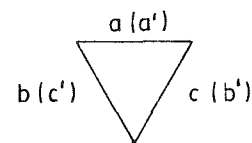
Meßstrecken :

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,37 m

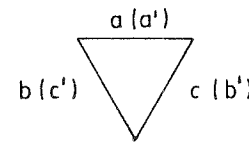
Wandlänge : 1,75 m

Mörtelfestigkeit: $1,42 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Steinart : Gasbeton

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,37 m

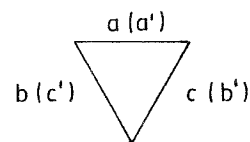
Wandlänge : 1,75m

Mörtelfestigkeit: $1,42 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

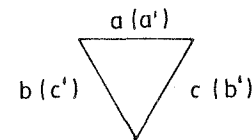
Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: $1,79 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]



Meßstrecken :

Prüfalter : 6cl

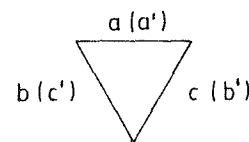
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: $\mathcal{B}$

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,45 m

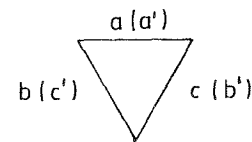
Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: $2,40 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 12cm

Wandhöhe : 2,45 m

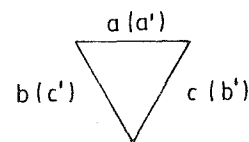
Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: $1,64 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter ; 6d

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: B

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

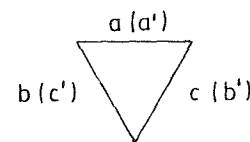
Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: $1,64 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter ; 6d

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 2,75 m

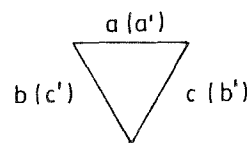
Mörtelfestigkeit: $1,64 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,45m

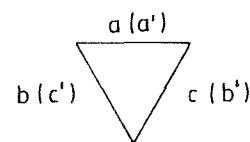
Wandlänge : 2,75 m

Mörtelfestigkeit: $2,40 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]



Dehnungen bei der Wand

Bereich: A

Meßstrecken :

Wanddicke : 12 cm

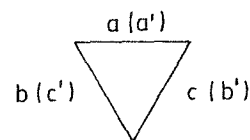
Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,55 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter ; 5d

[illegible]



Steinart : Gasbeton

Wanddicke : 12 cm

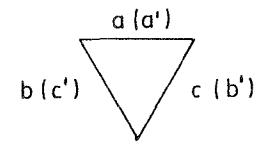
Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,95 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6 d

[illegible]



Steinart : Gasbeton

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,45 m

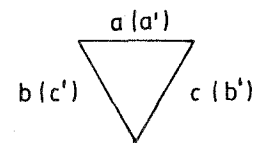
Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,95 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 6d

[illegible]

[illegible]



Steinart : Gasbeton

Wanddicke : 12 cm

Wandhöhe : 2,45 m

Wandlänge : 6,00 m

Mörtelfestigkeit: $1,95 \text{ N/mm}^2$

Prüfalter : 7d

[illegible]