

Ta. 539 (42)

**INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND STAHLBETONBAU
DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG**

Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen
Prof. Dr.-Ing. Kordina – Prof. Dr.-Ing. G. Rehm

**Untersuchungen zur Frage der Rissesicherung
von leichten Trennwänden
aus Gips-Wandbauplatten**

von
FRITZ-JOACHIM NEUBAUER



70.7035 1

HEFT 16 · BRAUNSCHWEIG · MAI 1970

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Literaturverzeichnis	5
1. Einleitung	8
2. Darstellung von Schäden	11
2.1 Klaffungen zwischen Trennwänden und angrenzenden Bauteilen	15
2.2 Rißbildungen in Trennwänden	16
2.3 Zusammenfassung	21
3. Untersuchungen zur Klärung der Schadensursachen	22
3.1 Allgemeines	23
3.1.1 Der Aufbau von leichten Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten	23
3.1.2 Allgemeines über den Baustoff Gips	25
3.1.3 Erläuterungen der Tragwirkung eines wandartigen Trägers	26
3.2 Ermittlung der Baustoffkennwerte im Versuch	28
3.2.1 Druckfestigkeit	29
3.2.2 Biegezugfestigkeit	29
3.2.3 Spaltzugfestigkeit	30
3.2.4 Bestimmung des Elastizitäts-Moduls	32
3.2.5 Untersuchung der Fugenfestigkeit	34
3.2.6 Auswertung und Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	35
3.3 Belastungsversuche an leichten Trennwänden	41
3.3.1 Versuchsaufbau	43
3.3.2 Belastungseinrichtung	45
3.3.3 Meßeinrichtung	45
3.3.4 Versuche an quadratischen Wänden	46
3.3.5 Versuche an langen Wänden	49
3.3.6 Auswertung und Zusammenfassung der Versuchsunterlagen	51

	Seite
4. Deutung der gewonnenen Ergebnisse	56
Erläuterung und Darstellung der möglichen Schadensursachen	
4.1 Die Festigkeit der Fugen	56
4.2 Der Einfluß der Randanschlüsse	57
4.2.1 Kraftschlüssiger Anschluß	58
4.2.2 Elastischer Anschluß	59
4.3 Der Einfluß des Seitenverhältnisses	61
4.4 Zusammenfassung	65
5. Konstruktive Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden	65
5.1 Maßnahmen beim Tragwerk	66
5.2 Maßnahmen an der Trennwand	67
5.3 Erhöhung der Tragfähigkeit der Trennwände	72
6. Zusammenfassung	73
 Anlagen	
 Diagramme	75
 Tafeln	78
 Bilder	93

Literaturverzeichnis

- [1] Leichte Trennwände; Richtlinien für die Ausführung -
DIN 4103, Juni 1950
- [2] Geschüttete Leichtbetonwände für Wohn- und andere
Aufenthaltsräume; Richtlinien für die Ausführung -
DIN 4232, Oktober 1955
- [3] Ergänzungserlaß zur DIN 1045, aus den Bekanntmachungen
des Bayerischen Staatsministeriums des Inneren vom
15.9.1960 und vom 24.8.1961
- [4] Rüsck, H.; Mayer, H.: Bauschäden als Folge der Durch-
biegung von Stahlbeton-Bauteilen; Bericht Nr. 68 aus
dem Materialprüfungsamt für das Bauwesen der Techni-
schen Hochschule München, 1966
- [5] Wiss, Janney, Elstner & Associates: Problems Plague
the Flat Plate, Form & Function, Issue 1, 1964.
Control Joints-One Answer, Form & Function, Issue 2,
1964
- [6] Wandbauplatten aus Gips; Eigenschaften, Anforderungen,
Prüfung - DIN 18 163, Mai 1966
- [7] Baugipse; Begriffe und Kennzeichnung - DIN 1168, Bl. 1,
März 1955;
Stuckgips und Putzgips, Anforderungen, Prüfverfahren
und Prüfgeräte - DIN 1168, Bl. 2, Juli 1960
- [8] Graf, O.: Handbuch der Werkstoffprüfung -
Die Prüfung nichtmetallischer Baustoffe, 2. Aufl.,
Berlin 1957, Springer-Verlag
- [9] Girkmann, K.: Flächentragwerke, Wien 1963,
Springer-Verlag

- [10] Theimer, O.: Hilfstafeln zur Berechnung wandartiger Träger, 4. Aufl., Berlin 1963, Verlag W. Ernst & Sohn
- [11] Pfeiffer, G.: Berechnung und Bemessung von wandartigen Trägern, Bd. 1, Düsseldorf 1968, Werner-Verlag
- [12] Portlandzement, Eisenportlandzement, Hochofenzement - DIN 1164, Dezember 1958
- [13] Bonzel, J.: Biegezug- und Spaltzugfestigkeit des Betons; Düsseldorf 1965, Betonverlag
- [14] Mitchell, N.B.: The indirect tension test for concrete. Materials Research and Standards ASTM 1 (1961), Heft 10, S. 780 - 788
- [15] Mayer, H.: Die Berechnung der Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen, Kurzberichte aus der Bauforschung 9, 1968, Nr. 5, S. 78 - 79
- [16] Pollack, E.: Leichte Trennwände für den Wohnungsbau aus Gips- und Porengips-Streifenplatten in Handmontage, Deutsche Architektur 10, 1961, Heft 10, S. 579
- [17] Volkart, K.: Der Aufbau von Zwischenwänden aus Gipsplatten, Das Baugewerbe, 1967, Heft 19, S. 1259 - 1266
- [18] Bundesverband der Gips- und Gipsbauplattenindustrie e.V., Zwischenwände aus Gipsplatten - Konstruktionsbeispiele; 1967, Darmstadt
- [19] Dahms, E.: Gipsbaukörper - in den Zugzonen mit Glasvlies bewehrt, Bauzeitung 1961, S. 514 - 521
- [20] American Society of Civil Engineering - Committee on Masonry and Reinforced Concrete - Reinforced Masonry and Practice. Proc. A.S.C.E., Jour. Struct. Dir., Vol. 87, Nr. 518 Dec. 1961, pp. 87 - 138

Die vorliegende Arbeit wurde von mir während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Assistent im Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Technischen Universität Braunschweig angefertigt. Dem Direktor des Institutes, Herrn o. Professor Dr.-Ing. Karl Kordina, danke ich herzlich für die mir gewährte Unterstützung und Hilfe.

Weiterhin gilt mein besonderer Dank dem Bundesverband der Gips- und Gipsbauplattenindustrie e.V., Darmstadt. Er unterstützte die vorliegende Arbeit in jeder Weise.

1. Einleitung

Bauherren wünschen für Geschäfts- und Bürohausbauten eine funktionell richtige und auch wirtschaftliche Grundrißplanung, die der raschen technischen Entwicklung durch größtmögliche Flexibilität Rechnung tragen muß. Der Architekt kann dieser Forderung in vielen Fällen gerecht werden, indem er seiner Planung die Skelettbauweise zugrunde legt und somit dem Bauherrn eine frei durch leichte Trennwände unterteilbare Fläche anbietet.

Welche Bauarten stehen für derartige Trennwände zur Verfügung?

In DIN 4103 - Leichte Trennwände, Richtlinien für die Ausführung - [1] werden nach Baustoffen und Ausführung folgende Arten unterschieden:

1. Steinwände
2. Stahlsteinwände
3. Glassteinwände
4. Drahtputzwände
5. Anwurfwände
6. Stahlbetonwände
7. Plattenwände
8. Gerippewände
9. Schüttdetonwände

Die technischen Baubestimmungen für Schüttdetonwände werden jedoch in diesem Normblatt nicht behandelt, für sie gilt DIN 4232 [2].

In den Begriffsbestimmungen der DIN 4103 [1] wird unterschieden in:

1. Leichte Trennwände: Innenwände von geringer Dicke und geringem Gewicht, die keine wesentlichen Lasten zu tragen und auch sonst keine statischen Aufgaben zu erfüllen haben; die außerdem ihre Standfestigkeit in der Regel erst durch Befestigung an den angrenzenden Bauteilen erhalten.

2. **Freitragende, leichte Trennwände:** Innenwände, die ihr Eigengewicht als wandartige Träger zwischen den Auflagern selbst tragen können; sie müssen waagrecht bewehrt sein.

Im allgemeinen werden keine Anforderungen hinsichtlich Wärme- und Schallschutz gestellt. Anforderungen an die Luftschalldämmung werden bauaufsichtlich nur an Wohnungstrennwände gestellt.

Als wesentliches Charakteristikum der leichten Trennwände muß herausgestellt werden, daß sie nicht zur Aufnahme von Lasten geeignet sind.

Die in DIN 4103 [1] aufgeführten Bauarten leichter Trennwände lassen sich grundsätzlich in drei verschiedene Gruppen teilen:

1. Wände mit sehr hohem Anteil an Fugen, wie Steinwände, Stahlsteinwände, Glassteinwände,
2. monolithische Wände (die ohne jede Fuge ausgebildet sind), wie Stahlbetonwände und Schüttdetonwände, und
3. Wände, deren eigentliche Konstruktion aus einem Fachwerkgerippe besteht, wie z.B. Drahtputzwände und Gerippewände. Ihr äußerlich monolithisches Bild entsteht durch Aufbringen einer Putzschicht.

Innerhalb dieser Gliederung nehmen die Plattenwände, die aus großformatigen Platten zusammengesetzt werden, eine Sonderstellung ein. Hier wird aus wirtschaftlichen Gründen - Senkung der Lohnkosten beim Aufstellen der Wände - versucht, die Anzahl der Fugen weitgehend zu reduzieren.

Derartige Platten bestehen aus gipsgebundenen oder zementgebundenen Materialien. Unter diesen nehmen die gipsgebundenen einen beachtlichen Marktanteil ein. Allein im Jahre 1967 wurden etwa 1,6 Millionen qm leichte Trennwände aus Gipsplatten hergestellt.

Der Wunsch vieler Architekten, im Skelettbau möglichst feingliedrig zu konstruieren und zu bauen, wurde in zunehmendem Ma-

Se durch eine hochentwickelte Baustoffindustrie sowie durch fortschreitende Erkenntnisse auf dem Gebiet der Festigkeitslehre realisierbar. Das führte zu immer schlankeren und damit hinsichtlich Durchbiegung immer gefährdeteren Bauteilen. Um diesen Tendenzen einen sinnvollen Einhalt zu gebieten, erließen einzelne Länderregierungen, z.B. Bayern, in den Jahren 1960/61 "Vorläufige Bestimmungen über die Beschränkung der Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen nach DIN 1045" [3]. Darin heißt es in der Einleitung wörtlich: "Die Bestimmungen über die zulässige Schlankheit von Stahlbetonbauteilen, wie sie in den Paragraphen 22 bis 24 des Normblattes DIN 1045 angegeben sind, genügen bei der Anwendung der in Paragraph 29 zugelassenen Spannungen und der dabei möglichen niedrigen Bauhöhen nicht mehr, um unzulässige Durchbiegungen und dadurch Schäden zu verhindern, namentlich Risse in anderen Bauteilen, vor allem in Wänden, die auf solchen Bauteilen stehen." Durch diese Maßnahme konnten viele Schäden verringert, wenn auch nicht ganz verhindert werden.

In den zurückliegenden Jahren ist es nun zu einer überraschend großen Zahl von Schäden in Form von Rißbildungen an Trennwänden gekommen, die es angezeigt erscheinen lassen, Überlegungen darüber anzustellen, wie solche Schadensfälle in Zukunft vermieden werden können.

Das Problem der Rissesicherung leichter Trennwände aus Baustoffen ähnlicher technologischer Eigenschaften ist - wie die Praxis zeigt - von grundsätzlicher Bedeutung. Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, das Tragverhalten von leichten Trennwänden hier am Beispiel derjenigen aus Gipswandbauplatten zu untersuchen und Vorschläge zur wirtschaftlichen, schadensfreien Konstruktion zu unterbreiten.

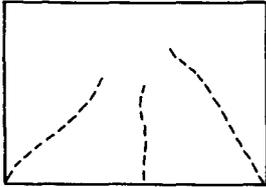
Zunächst werden in der Praxis aufgetretene Schäden beschrieben, sodann Untersuchungen zur Klärung der Schadensursachen ange stellt. Hierbei wird Bezug genommen auf Versuche, die der Verfasser in den Jahren 1966 und 1967 im Rahmen eines Forschungsauftrages des Bundesverbandes der Gips- und Gipsbauplattenindustrie e.V., Darmstadt, im Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Technischen Universität Braunschweig durchführte.

2. Darstellung von Schäden

In der Praxis wurden nachstehend skizzierte Schäden an Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten beobachtet.

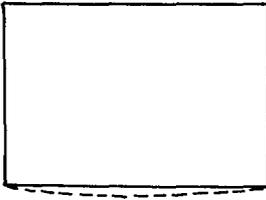
Prinzipiell lassen sich vier verschiedene Schadenstypen unterscheiden:

1.



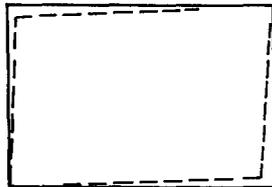
Die Wand ist gerissen (sie zeigt in ihrer Fläche Rißbildungen verschiedener Neigungen).

2.



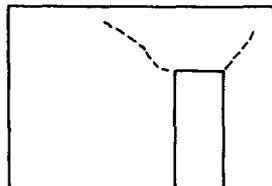
Die Wand hat sich vom Fußboden gelöst (Klaffungen zwischen Wand und Fußboden).

3.



Die Wand hat sich teilweise von angrenzenden Wänden und Decken gelöst (Klaffungen zwischen Wand und angrenzenden Bauteilen).

4.



Es haben sich Risse im Bereich von Tür- und Fensteröffnungen in der Trennwandkonstruktion gebildet.

In diesem Zusammenhang ist eine Untersuchung von Mayer [4] zu erwähnen, der über die Häufigkeit von Bauschäden infolge zu großer Durchbiegung von Stahlbeton-Bauteilen berichtet. Mayer[4] behandelt dabei zwar Trennwände aus Ziegelmauerwerk, seine Erkenntnisse gelten jedoch in gleichem Maße, wie sich zeigen wird, auch für Gips-Trennwände.

Er berichtet, daß bei 181 gemeldeten Fällen 106mal Trennwandschäden aufgetreten sind, die ihre Ursache in mangelhafter Konstruktion und nicht etwa in Ausführungsfehlern hatten. Diese Kritik trifft den Planer und Konstrukteur gleichermaßen.

Nachfolgend wird von einigen typischen im In- und Ausland aufgetretenen Schäden an Trennwänden berichtet. Dabei wird auf die Rißbildung in der Nähe von Fenster- und Türöffnungen nicht näher eingegangen. Im folgenden sollen besonders Rißbildungen in der Wand und Klaffungen zwischen Trennwand und angrenzenden Bauteilen behandelt werden.

In der Literatur werden nur sehr wenige Schadensfälle an leichten Trennwänden behandelt. Zwei Veröffentlichungen sind hier besonders hervorzuheben: Ein Untersuchungsbericht der Materialprüfanstalt für das Bauwesen der Technischen Hochschule München, vorgelegt von Mayer [4], und ein zweiteiliger Bericht der beratenden Ingenieure Wiss, Janney, Elstner & Associates, Des Plaines, Illinois/USA, veröffentlicht durch die United States Gypsum Company [5].

Der von Mayer [4] vorgelegte Untersuchungsbericht beschäftigt sich vornehmlich mit Bauschäden als Folge zu großer Durchbiegungen von Stahlbeton-Bauteilen. Ein eingangs gegebener Überblick zeigt deutlich, daß Trennwandschäden als Folge der Durchbiegung von Stahlbeton-Bauteilen überwiegen. Auffällig ist, daß als schadensauslösende Ursache vornehmlich kreuzweise bewehrte Platten- oder Rippendecken auftraten. Dies wird darauf zurückgeführt, daß vor Einführung der "Vorläufigen Bestimmungen über die Beschränkung der Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen nach DIN 1045" [3] für kreuzweise bewehrte Platten mit allseitig freier Auflagerung eine sehr große Schlankheit zulässig war.

Es wird eine interessante Zusammenstellung der häufigsten Ursachen, die für das Entstehen von Durchbiegungsschäden verantwortlich sind, gegeben. Hierbei werden vier Hauptgruppen unterschieden:

1. Konstruktionsfehler
2. Bestimmungsmängel
3. Ausführungsfehler
4. Rechenfehler

Dabei sind allein 137mal Fehler bei der Konstruktion tragender Bauteile ermittelt worden.

Als Trennwandschäden wurden hauptsächlich Risse und Klaffungen zwischen Wand und Fußboden angesehen. Bei den Rissen wurden solche beobachtet, die unter einem Winkel von 45° als Schubrisse verliefen, und solche, die als vertikaler Biegeriß auftraten. In diesem Zusammenhang muß jedoch betont werden, daß der Bericht an mehreren Stellen von Trennwänden spricht, die aus Mauerwerk normalen Steinformats bestehen. Damit beträgt der Fugenanteil je qm Mauerwerk etwa 17%. Das ist das Achtfache des Fugenanteils von Gips-Trennwänden bauüblicher Ausführung. Hierin wird deutlich, warum die von Mayer [4] beobachteten Risse zunächst in den Fugen auftraten. Die Risse verliefen treppenförmig in den Fugen durch das Mauerwerk hindurch. Auf den Einfluß der Fugen bei den Gips-Trennwänden wird an anderer Stelle noch hingewiesen.

Ein großer Teil der Trennwandrisse wird in dem Bericht auf die nachgiebige Abstützung durch biegeweiche Stahlbeton-Bauteile zurückgeführt. Da außerdem die Tragwirkung einer Trennwand von deren Stützweite abhängt, war es naheliegend, einen schadenauslösenden Grenzwert in Abhängigkeit von der Ersatzstützweite l_1 und der statischen Nutzhöhe h des unterstützenden Stahlbeton-Traggliedes anzugeben. Die in einem Schaubild als Funktion der Biegeschlankheit und der Ersatzstützweite aufgetragenen Schadenspunkte wurden von Mayer [4] zur Festlegung einer Begrenzungskurve herangezogen, unter der - bei ordnungsgemäß berech-

neten, konstruierten und ausgeführten Stahlbeton-Bauteilen - keine Schäden mehr beobachtet werden konnten.

Abschließend informiert der Bericht über das Auftreten von Durchbiegeschäden in anderen Ländern. Hier traten die gleichen Schäden wie in Deutschland auf, sofern ähnlich hohe Beton- und Stahlspannungen und ähnlich große Biegeschlankheit vorlagen. Es wird berichtet, daß nach Meinung ausländischer Autoren Trennwandschäden vermieden werden können, wenn die Durchbiegung der tragenden Stahlbeton-Bauteile nicht größer als $1/300$ der Stützweite ist. In einer von der American Society of Civil Engineering (ASCE) [20] im Jahre 1961 veröffentlichten Arbeit wird dieser Grenzwert mit $1/500$ festgelegt. Ein anderer Bericht nennt sogar $1/750$. Alle Autoren sind sich jedoch darüber einig und im klaren, daß es sich bei den vorliegenden Werten nur um Schätzwerte handelt. Es erscheint außerdem dem Verfasser wenig sinnvoll, einen konstanten Wert anzugeben. Der maßgebende Grenzwert sollte um so kleiner sein, je größer die Stützweite ist.

Während der Bericht von Mayer [4] ganz allgemein Schäden infolge Durchbiegung von Stahlbeton-Bauteilen behandelt und hierbei insbesondere auf Trennwände aus Mauerwerk hinweist, werden in dem Bericht von Wiss, Janney, Elstner & Associates 5 detailliertere Angaben über Schäden an Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten gemacht. Es werden die Typen A und B unterschieden. Der Rißtyp A tritt meist in den oberen Geschossen von Hochhäusern auf, wenn es sich um ein Tragwerk handelt, dessen Außenstützen dem Witterungseinfluß ausgesetzt sind. Hierbei treten Längenänderungen des äußeren Tragwerks infolge Wärmedehnung auf, die sich auf die innere Konstruktion übertragen und die angrenzenden Gips-Trennwände loslösen (Bild 1).

Der Rißtyp B tritt vorzugsweise bei langen Trennwänden in Trennwandmitte auf und wird zurückgeführt auf Lasteintragung infolge Durchbiegung angrenzender Bauteile, z.B. der Decken. Die Trennwand versucht sich den veränderten Lagerungsbedingungen anzupassen und reißt in der Mitte auf (Bild 2 und 3).

Der durch Temperaturdehnungen der Außenstützen verursachte Rißtyp A tritt erst bei Gebäudehöhen ab zehn Geschossen auf. Als ungefährdet werden Gebäudehöhen zwischen sechs und zehn Geschossen bezeichnet.

Der Rißtyp B resultiert aus unzulässigen Durchbiegungen und ist unabhängig von der Geschoßzahl.

Nachfolgend sollen diese Berichte durch eine Auswahl von Schadensbeispielen ergänzt werden, die der Verfasser an im Bau befindlichen oder fertigen Objekten untersucht hat.

2.1 Klaffungen zwischen Trennwänden und angrenzenden Bauteilen

Beispiel 1

In einem Verwaltungsbau waren leichte Gips-Trennwände von 8 cm Dicke, 6 m Spannweite und 3 m Höhe ausgeführt worden. Die Trennwände stehen auf kreuzweise gespannten Stahlbeton-Rippendecken von 7 m Spannweite. Gesicherte Angaben über die Plattendicke konnten nicht erhalten werden. Durch ein Flächennivellement wurden durchschnittlich 0,5 bis 1,3 cm Durchbiegung in Deckenmitte ermittelt. In Wandmitte konnten Klaffungen zwischen Wandscheibe und Fußboden zwischen 5 und 10 mm beobachtet werden. Risse traten in der Wand selbst nicht auf, sofern diese von den Stahlbeton-Rippendecken durch einen oberen elastischen Anschluß getrennt war.

Beispiel 2

Ein neugeschossiges Verwaltungsgebäude hatte eine Metallfassade mit Ausfachungen aus Glas in den Brüstungselementen erhalten. Diese Metallfassade ist als "Vorgehängte Fassade" (curtain wall) ausgebildet. Die Trennwände aus Gips-Wandbauplatten stoßen in diesem Verwaltungsgebäude an der Fensterseite gegen die Vorhangfassade. Es ist dabei möglich, die Trennwände je nach Raumbedarf

um eine Fensterachse zu verschieben und sie mit einem UL-Profil an der Rahmenkonstruktion des Fensters zu befestigen (Bild 4).

Im Fensterbereich traten horizontale Risse in der Höhe, in der die Wände an den UL-Profilen befestigt sind, auf. Hier wurden offensichtlich die Temperaturverformungen der über neun Geschosse reichenden Metallfassade außer acht gelassen. Die durch diese Temperaturverformungen hervorgerufenen Bewegungen werden durch den starren Anschluß direkt auf die Trennwände übertragen und führen zu Zerstörungen.

2.2 Rißbildungen in Trennwänden

Beispiel 1

In einem fünfgeschossigen Stahlbeton-Skelettbau sind leichte Gips-Trennwände von 8 cm Dicke, ca. 6 m Spannweite und 3 m Höhe ausgeführt worden. Die Trennwände stehen auf kreuzweise gespannten Stahlbeton-Rippendecken von ca. 7 m Spannweite. Ein Flächennivellement ergab einen Durchhang der Decken von durchschnittlich 0,5 bis 1,3 cm in Deckenmitte.

Es haben sich vorwiegend vertikale Risse gebildet, die etwa in Wandmitte am Boden beginnen, teilweise bis etwa zwei Drittel der Wandhöhe verlaufen, teilweise auch ganz bis zur Decke durchgehen. In den Ecken der Wände, die an die Flur- und Außenwände des Gebäudes stoßen, finden sich vielfach schräge Risse.

Zwischen der Stahlbetondecke und der Gips-Trennwand sowie zwischen der Gips-Trennwand und anschließenden vertikalen Bauteilen befindet sich ein 6 cm breiter und 1,5 cm dicker Moosgummiestreifen. Durch diesen elastischen Anschluß sollte offenbar verhindert werden, daß die Gips-Trennwand unbeabsichtigte Belastungen aus der sich durchbiegenden Stahlbetondecke erhält. Da die Gipswand jedoch selbst 8 cm Dicke aufweist, war bei der Bauausführung der auf beiden Seiten verbleibende 1 cm breite Streifen mit Gipsmörtel vollständig zugeputzt worden. Eine ein-

gehende Untersuchung des oberen Anschlusses der Trennwand an die Decke ließ außerdem erkennen, daß an verschiedenen Stellen über die Länge der Wand verteilt, vornehmlich jeweils in der Mitte einer Wand, vollfugig Gips eingedrückt worden war, um auf diese Weise die Wand im Montagezustand festzuhalten.

Es war versäumt worden, nach Abschluß der Arbeiten diese "Gipsknaggen" wieder zu entfernen. Auf diese Weise konnte die Gips-Trennwand aus der sich immer mehr durchbiegenden Decke Last erhalten, für die sie zur Aufnahme nicht geeignet war. Es kam dann zu den beschriebenen Schäden.

Beispiel 2

Hierbei handelt es sich um ein dreizehngeschossiges Stahlskelettbauwerk, das 1966 errichtet worden ist. Die Deckenkonstruktion besteht aus nachträglich eingehängten Stahlbetonplatten, die einachsrig gespannt eine Konstruktionsdicke von $d = 10$ cm haben. Die Spannweiten dieser Stahlbetonplatten betragen 2,50 m.

Die Bürotrennwand in diesem Gebäude ist in der Regel 4,50 m lang, 2,85 m hoch und hat eine Dicke von 8 cm. Die Wände sind im allgemeinen parallel zur Deckenspannrichtung eingebaut.

Es konnten nahezu an jeder Trennwand Risse festgestellt werden. Diese gehen entweder von der Mitte der Wand aus und führen senkrecht nach oben oder sie beginnen vom linken oder rechten Fußpunkt der Wand und laufen in Richtung zur Wandmitte nach oben schräg zu (Bild 5).

Die Wände waren mit einem umlaufenden 3 mm dicken Bitumenfilzstreifen versehen und an der Außen- bzw. Innenseite des Gebäudes jeweils in einer Nut eingebettet. Sie sollten damit gegen Umstürzen gesichert werden. Eine Untersuchung ergab, daß die Wände an allen Seiten an die angrenzenden Tragwerksbauteile anstießen und mit diesen fest verbunden waren.

Nach Auskunft der Bauleitung lag zwischen dem Einbau der Gips-Trennwände und dem Einbau der Stahlbeton-Deckenplatten etwa

ein Monat. Daraus kann natürlich nicht auf das Alter des Betons der Deckenplatten geschlossen werden. Es muß jedoch unterstellt werden, daß diese Platten erst kurzfristig vorher in einem Beton-Fertigteilwerk hergestellt worden sind. Kriecherscheinungen und daraus resultierende Durchbiegungen können nicht ausgeschlossen werden.

Auch hier müssen die Schäden wiederum damit erklärt werden, daß die Gips-Trennwände unbeabsichtigte Belastungen aus den sich durchbiegenden Deckenplatten erhalten haben.

Bei allen bisher behandelten Beispielen waren einschalige Wandkonstruktionen ausgeführt worden. Sobald schalltechnisch höherwertige Wandkonstruktionen angewendet werden sollen, wird eine zweischalige Konstruktion notwendig werden. Daß auch zweischalige Trennwandkonstruktionen nicht von Schäden verschont werden, zeigt das folgende Beispiel 3.

Beispiel 3

Das achtgeschossige Verwaltungsgebäude ist ein Stahlbeton-Skelettbau mit massiven Deckenplatten, die einachsrig gespannt eine Stützweite von 4,60 m aufweisen. Ihre Konstruktionsdicke beträgt 16 cm. Aus schalltechnischen Gründen sind die Wände zweischalig ausgebildet. Jede Schale hat eine Dicke von 6 cm. Ihr Abstand untereinander beträgt 5 cm. Die Wände sind durchschnittlich 4,30 m lang und 2,75 m hoch. Sie stehen parallel zur Deckenspannungsrichtung.

Sämtliche Wände zeigen Rißbildungen der in Beispiel 2 beschriebenen Art (Bild 6).

Große Spannweite, geringe Konstruktionsdicke der Stahlbetondeckenplatte und starre Anschlüsse der Trennwände an die angrenzenden tragenden Bauteile haben zu den beschriebenen Schäden geführt.

Auch Fertigteilkonstruktionen sind von derartigen Schäden nicht verschont geblieben. Das zeigt Beispiel 4.

Beispiel 4

Bei diesem Gebäude handelt es sich um eine ein- bzw. zweigeschossige Schule in Stahlskelett-Bauweise mit eingehängten Stahlbeton-Fertigteile-Deckenplatten. Die Konstruktionsabmessungen sind beachtlich. So beträgt beispielsweise die Spannweite der Deckenplatten 8 m. Über die Konstruktionsdicke der Deckenplatten konnten keine gesicherten Angaben erhalten werden.

Die eingebauten Trennwände sind 7,80 m⁺⁾ lang, 3,30 m hoch und haben eine Dicke von 8 bzw. 10 cm. Sie weisen einen umlaufenden 3 mm dicken Bitumenfilzstreifen auf und sind an alle angrenzenden Bauteile fest angeschlossen.

In Wandmitte traten Rißbildungen auf, die unten beginnen und senkrecht nach oben verlaufen.

Das folgende Beispiel beschreibt Zerstörungen durch Rißbildung bei einer aufwendigeren Konstruktion.

Beispiel 5

Ein neugeschossiges Verwaltungsgebäude ist in Stahlbeton-Skelettbauweise errichtet worden. Die Stahlbeton-Deckenplatten sind einachsiger über 5 m gespannt; ihre Dicke beträgt 16 cm. Die Trennwände sind 5 m lang, 2,75 m hoch und 6 bzw. 8 cm dick und parallel zur Deckenspannrichtung angeordnet. Sie stehen unten auf der Decke in einem Spezial-[-Profil mit angearbeiteter Hohlkehle und stoßen oben - getrennt von einem 5 mm Moosgummistreifen - an die Stahlbetondecke an. Ein 3 mm Bitumenfilzstreifen unter dem [-Profil trennt die Wand von Bauteilen im Inneren des Gebäudes (Bild 7).

Es finden sich hier die üblichen Risse, die in Wandmitte auftreten und senkrecht nach oben verlaufen. Dabei konnte offen-

⁺⁾ nach DIN 4103 [1] nicht zulässig. Max. Länge = 6,00 m

sichtlich auch das Spezial- \square -Profil eine gefährliche Durchbiegung der Wand nicht verhindern.

Abschließend soll von zwei Beispielen berichtet werden, bei denen keine Schäden aufgetreten sind.

Beispiel 6 und 7

In beiden Fällen waren die Verwaltungsgebäude in Stahlbeton-Skelettbauweise errichtet worden.

Bei dem einen Gebäude überspannen massive Stahlbetonplatten einachsrig eine Weite von 3,80 m. Ihre Konstruktionsdicke beträgt 21 cm. Aus den Bauunterlagen geht hervor, daß die Trennwände etwa ein Jahr nach Einbringen des Ortbetons aufgestellt wurden. Obwohl die Längen der Trennwände mit 6 - 8 m beträchtlich sind, waren keinerlei Risse festzustellen. Die Wände sind zweischalig ausgeführt. Sie bestehen aus einer 8 cm dicken Gipsplatte auf der einen Seite und einer 12,5 mm dicken Gips-Kartonplatte auf Lattung an der anderen Seite.

Diese Konstruktion bietet vor allem in schalltechnischer Hinsicht Vorteile.

Die Wandbauplatten aus Gips stehen unten auf einem 3 mm dicken Bitumenfilzstreifen, der auch an den Seitenteilen der Wände hochgeführt wird, so daß sie auch dort keinen Kontakt mit den angrenzenden Bauteilen haben. Auffallend ist, daß bei dieser Konstruktion ein Zwischenraum zwischen der Decke und der aufgehenden Gipswand von 8 cm gelassen worden ist.

Diese Konstruktion zeigt Bedachtsamkeit bei der Planung und Ausführung. Drei wichtige Einzelheiten sind hierbei besonders beachtet worden:

1. Die Deckenspannweite von 3,80 m steht in einem günstigen Verhältnis zur Konstruktionsdicke von 21 cm.

2. Der Einbau der Wände erfolgte so spät nach dem Betonieren, daß mit auftretenden Kriechverformungen nennenswerter Größe nicht mehr zu rechnen war.
3. Durch die bewußte Trennung von Wand und Decke durch einen 8 cm breiten Spalt ist eine unbeabsichtigte Belastung aus sich durchbiegenden Konstruktionsteilen mit Sicherheit vermieden worden.

Obwohl diese drei Maßnahmen aufwendig sind, haben sie im Hinblick auf die Schadensfreiheit gezeigt, daß sie gerechtfertigt sind.

Bei dem zweiten Gebäude liegt ein Achsmaß von 5,60 m vor, das von einer Stahlbeton-Rippendecke mit einer Gesamthöhe von 30 cm überspannt wird. Die eingebauten Trennwände haben eine Länge von 5,60 m, eine Höhe von 2,50 m und eine Dicke von 8 cm. Sie stoßen stumpf gegen die angrenzenden Bauteile. Auch hier ließen sich keine Risse feststellen. Wegen der relativ großen Bauhöhe der Decke sind dabei keine nennenswerten Durchbiegungen aufgetreten.

2.3 Zusammenfassung

In einer Auswahl von 5 Beispielen wurde von Schäden an leichten Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten berichtet. Die Wände waren in Gebäuden unterschiedlicher Konstruktion eingebaut und in den Jahren 1958 bis 1966 errichtet worden.

Betrachtet man die vorliegenden Schadensfälle, so lassen sich folgende charakteristische Schadensbilder und Rißverläufe erkennen:

1. Klaffungen zwischen Trennwänden und angrenzenden Bauteilen: Die Wände lösen sich von angrenzenden vertikalen oder horizontalen Baugliedern; es bilden sich Spalten, die die Gebrauchstüchtigkeit der Wand herabsetzen.
2. Risse in Trennwänden: Die Wände reißen entweder von den unteren Ecken ausgehend schräg zur Mitte nach oben oder von Wandmitte unten beginnend zur Wandmitte oben.

Es wäre falsch, das Verhalten leichter Gips-Trennwände isoliert ohne die angrenzenden Bauteile zu betrachten. Wie die Beschreibung der Schadensfälle deutlich gezeigt hat, grenzen die Gips-Trennwände häufig unmittelbar an andere Konstruktionen und haben mit diesen engen Kontakt. Erweitert man die Betrachtungsweise in dieser Hinsicht, so muß das Verhalten der Gips-Trennwände wesentlich günstiger gesehen werden. Offenbar ist ihr Versagen eine Folge von Mängeln, die der eigentlichen Tragkonstruktion angelastet werden müssen.

Vor allem die Beispiele 6 und 7 haben gezeigt, daß Trennwände aus Gips sehr wohl in der Lage sind, in einem Bauwerk rissefrei ihre Aufgaben zu erfüllen. Natürlich ist dafür richtige Planung und Ausführung Voraussetzung.

Um diese Voraussetzungen erfüllen zu können, ist es notwendig, die Schadensursachen zu kennen. Hierüber werden im folgenden Kapitel Untersuchungen angestellt.

3. Untersuchungen zur Klärung der Schadensursachen

In der Praxis konnte immer wieder beobachtet werden, daß Trennwände aus Gips-Wandbauplatten Belastungen aus angrenzenden Bauteilen nicht standhielten. Obwohl in DIN 4103 [1] derartige Trennwände von der Lastaufnahme und -weiterleitung ausgeschlossen werden, kommt es durch falsche Planung und Bauausführung häufig zu Belastungen und damit zu Schäden.

Es muß daher untersucht werden, ob diese Wände in Wirklichkeit überhaupt belastbar sind.

In den folgenden Abschnitten wird deshalb das Tragverhalten von Gipswänden diskutiert, werden die Baustoffkennwerte der in Wandbauplatten verwendeten Gipse im Versuch ermittelt und das Verhalten von Gipswänden im Großmodellversuch studiert.

3.1 Allgemeines

3.1.1 Der Aufbau von leichten Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten

Für die Herstellung von Gips-Trennwänden kommen die in DIN 18 163 [6] genormten Wandbauplatten aus Gips zur Anwendung. Sie werden in Abhängigkeit von der Platten-Rohdichte in drei Gruppen eingeteilt:

Maße in mm			Platten-Rohdichte in kg/dm ³		
Dicke	Länge	Höhe	0,7	0,9	1,2
			Plattengewicht in kg		
60	666	500	14,0	18,0	24,0
80			18,7	24,0	-
100			23,4	30,0	-
120			28,0	-	-

Dabei werden folgende Plattenarten unterschieden:

Plattenart	Platten-Rohdichte kg/dm ³
Porengips-Wandbauplatte LP Gips-Wandbauplatte LG	bis 0,70
Gips-Wandbauplatte MG	über 0,70 bis 0,90
Gips-Wandbauplatte S	über 0,90 bis 1,20

Im allgemeinen haben die Platten Nut und Feder. Auf der Baustelle werden diese Platten im Verband versetzt, so daß niemals Fuge auf Fuge zu stehen kommt. Als Fugenmörtel dient entweder reiner Gipsmörtel aus Stuckgips oder aber ein "Kleber", eine Mischung aus Stuckgips und Zellulosekleister. Alle Platten lassen sich leicht mit einer Säge schneiden, so daß beliebige Abmessungen hergestellt werden können.

Die nach DIN 4103 [1] an leichte Trennwände zu stellenden Anforderungen sagen u.a., daß die Festigkeit der Trennwände ausreichend sein muß, um bei der Benutzung auftretende Druck- und Stoßbeanspruchungen aufnehmen zu können. Ausschlaggebend für die Wandfestigkeit sind daher die richtige Befestigung an den angrenzenden Wänden und Decken und die richtige Zusammensetzung und Verarbeitung des Mörtels.

Im allgemeinen werden die Wände getrennt durch einen 3 mm dicken Bitumenfilzstreifen auf die Decken gestellt und in 5 cm tiefe Schlitze der angrenzenden Wände eingeführt. Anschließend werden die Schlitze entweder mit Mörtel ausgegossen oder mit Glaswolle verstopft.

Einen besonderen Hinweis zur Ausführung der obersten Fuge an Plattenwänden gibt DIN 4103 [1]:

Die oberste Fuge zwischen Platte und Decke ist sorgfältig zu verkeilen und auszufüllen.

Durch diese Maßnahme sollen die Wände u.a. bei auftretendem Druck und Stoß vor dem Umstürzen gesichert werden.

Die im Kapitel 2 behandelten Schadensfälle haben jedoch gezeigt, daß die Ausführung von Trennwänden aus Gips in dieser Art nicht vorteilhaft ist. Sich durchbiegende tragende Bauteile führen auf diese Weise unbeabsichtigt Lasten in die Trennwände ein, zu deren Aufnahme sie nicht geeignet sind; Rißbildungen sind die Folge. Hierdurch ist zwar die Gebrauchstüchtigkeit der Wand als raumtrennendes Element beeinträchtigt, jedoch, wie die Praxis gezeigt hat, ihre Standsicherheit nicht gefährdet.

Dem Verfasser ist kein Beispiel bekannt, wo es zum Einsturz einer Gips-Trennwand infolge Belastung durch angrenzende Tragwerksglieder gekommen ist.

3.1.2 Allgemeines über den Baustoff Gips

Gips, wie er zur bautechnischen Anwendung in Deutschland gelangt, ist in DIN 1168 "Baugips" [7] genormt. Bei dem in der Natur vorkommenden Rohgipsstein handelt es sich meistens um das Calciumsulfat-Dihydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Die Entwässerung des Dihydrats zum Hemihydrat erfolgt mit steigender Temperatur zwischen 125° bis 150° C in Drehrohröfen. Es entsteht vorwiegend β -Hemihydrat, ein Gips geringer Festigkeit mit großer Ergiebigkeit ($\beta \text{ CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$). Die Hydratisierung erfolgt stets über die Zwischenstufe der wässrigen Lösung. Da Hemihydrat leichter löslich ist als Dihydrat, kristallisiert aus einem Gemisch von Hemihydrat und Wasser sofort Dihydrat infolge Übersättigung aus. Das Abbinden besteht somit in fortgesetztem Lösen von Hemihydrat bzw. Anhydrit II und dem Ausfällen des Dihydrats aus den übersättigten Lösungen.

Beim Abbinden bildet sich ein Haufwerk meist fadenförmiger, innig verwachsener Dihydratkristalle von filzartigem Verband, der um so dichter ist, je weniger überschüssiges Wasser zum Anmachen verwendet wurde. Die Rückbildung von Hemihydrat zum Dihydrat ist mit einer starken Volumenvergrößerung verbunden.

Im Rahmen der an technische Gips zu stellenden physikalischen Anforderungen ist wohl die Festigkeit das wichtigste Gütemaß für mechanisch beanspruchte Baustoffe. Für die Bestimmung der Festigkeit ist besonders bei Gipsprodukten die Einheitlichkeit der Versuchsbedingungen von größter Bedeutung. Hierbei spielt der Feuchtigkeitsgehalt eine außerordentlich große Rolle. Gipsmörtel erreicht die größte Festigkeit in absolut trockenem Zustand. Obwohl Gipsmörtel wenig hygroskopisch ist (Wasseraufnahme in feuchtigkeitsgesättigter Luft 1 - 3%), tritt schon bei geringsten Feuchtigkeitsaufnahmen (etwa 1%) ein merklicher

Festigkeitsabfall, offenbar durch Wirkung eines auf den Kristalloberflächen adsorbierten Wasserfilmes, ein. Bei Feuchtigkeiten über 2% bleibt die Festigkeit dann nahezu konstant [8].

Der eben erwähnte Effekt scheint jedoch in der Praxis von geringerer Bedeutung zu sein, da die Platten nach der Herstellung entweder einem künstlichen Trocknungsprozeß im Ofen oder einem Trocknungsprozeß in offenen Hallen unterworfen werden. Hierbei verdunstet das zum Anmachen benötigte, aber nun nicht hydratisierte Wasser, und es kommt zu einer Festigkeitssteigerung in den Platten. Der abgebundene Gips trocknet bei allen Luftfeuchtigkeiten unter 100% praktisch vollständig aus, so daß er kein freies Wasser mehr enthält. Er wird also unter normalen Verhältnissen bei der Lagerung im Bauwerk diesem Endzustand zustreben.

Daraus kann für die Baupraxis der Schluß gezogen werden, daß auf diese Weise getrocknete Platten auf der Baustelle - sofern ihnen kein freies Wasser zugeführt wird bzw. sie nicht in gesättigter Luft lagern - keine Festigkeitsbeeinflussung durch die umgebende Luftfeuchtigkeit erfahren. Für die angestellten Untersuchungen in den nächsten Kapiteln ist diese Tatsache von entscheidender Bedeutung.

3.1.3 Erläuterungen der Tragwirkung eines wandartigen Trägers

Leichte Gips-Trennwände der hier erörterten Art verhalten sich hinsichtlich ihrer statischen Lastabtragung wie wandartige Träger.

Wandartige Träger unterscheiden sich von stabförmigen Tragwerken zunächst äußerlich dadurch, daß die Ausdehnungen in zwei Richtungen groß im Vergleich zur dritten sind, hingegen beim stabförmigen Träger die Ausdehnungen in einer Dimension die beiden anderen weit übertreffen.

Während bei stabförmigen Elementen zur Bestimmung des Gleichgewichts nur die Schubspannungen und die linear über die

Querschnittshöhe verteilten Längsspannungen - Hypothese von Bernoulli-Navier - berücksichtigt werden müssen, ist der wandartige Träger grundsätzlich als Zweidimensions-Kontinuum zu behandeln. Den äußeren Kräften wird hierbei das Gleichgewicht durch Schubspannungen τ_{xy} und zwei Normalspannungen, z.B. σ_x und σ_y gehalten.

Die Bernoulli-Navier-Hypothese vom Ebenbleiben der Querschnitte kann hierbei nicht mehr aufrechterhalten bleiben. Die Spannungsverteilung über die Querschnittshöhe ergibt einen gekrümmten Verlauf, der von der geradlinigen Verteilung um so mehr abweicht, je größer das Verhältnis $H : L$ (H = Querschnittshöhe, L = Stützweite zwischen den Auflagern) ist. Als Grenzwert gilt etwa ein Verhältnis von $H : L = 1$. Die hierfür maßgebenden Differentialgleichungen der Festigkeitslehre sind seit langem bekannt und können der Literatur (vgl. z.B. Girkmann [9]) entnommen werden. Eine für den Praktiker brauchbare Zusammenstellung des Schnittkraftverlaufes in wandartigen Trägern gibt z.B. Theimer [10] bzw. Pfeiffer [11].

Wie daraus zu ersehen ist, erstreckt sich der Bereich der Längszugspannungen in Feldmitte beim wandartigen Träger über eine relativ große Höhe, so daß sinnvollerweise bei der Festlegung zulässiger Spannungen für wandartige Träger aus verschiedenen Materialien der Wert der Spaltzugfestigkeit anstatt der Biegezugfestigkeit wie beim stabförmigen Träger in Ansatz zu bringen ist.

Besondere Bedeutung kommt bei den diskutierten Trennwänden der Frage zu, inwieweit eine Behandlung der Längsverschieblichkeit an den beiden lotrechten Scheibenenden die Schnittkraftverteilung gegenüber dem Einfeldträger mit freiem Rand verändert. Da hier nach Wissen des Verfassers keinerlei theoretische Lösungen vorliegen, wird im folgenden diese Frage auf experimentellem Wege zu klären versucht.

Da diese Träger ihre Belastung üblicherweise durch "Wegkriechen" der sie unterstützenden Stahlbetondecke erhalten, wobei sich

die Auflagerbreite stetig bis zu einem Minimalwert vermindert, kommt der Frage variabler Auflagerbreite besondere Bedeutung zu. Dies gilt um so mehr, als sich im Zustand II, abweichend von den theoretischen Ergebnissen der Elastizitätslehre, die Schnittkräfte derart umlagern, daß die am oberen Rand eingeleitete Last mit zunehmender Erhöhung der Last direkt über Gewölbewirkung zu den Auflagern hin abgeleitet wird. Die Neigung dieser "Druckbogen" hängt selbstverständlich in entscheidendem Maße vom Verhältnis $H : L$ ab. Versuchsergebnisse zeigen, daß infolge dieser Umlagerung eine sehr hohe Bruchsicherheit vorhanden ist.

3.2 Ermittlung der Baustoffkennwerte im Versuch

In den nachfolgenden Abschnitten wird auf Versuche Bezug genommen, die der Verfasser in den Jahren 1966 und 1967 am Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Technischen Universität Braunschweig im Auftrage des Bundesverbandes der Gips- und Gipsbauplattenindustrie e.V., Darmstadt, durchgeführt hat.

Bei den untersuchten Gipsen wurden bestimmt:

Druckfestigkeit
Biegezugfestigkeit
Spaltzugfestigkeit und der
Elastizitäts-Modul.

Um die Homogenität der gesamten Gipswand zu prüfen, wurden ergänzende Untersuchungen an Gipsplatten mit und ohne Fuge durchgeführt.

Das zur Verfügung stehende Plattenmaterial hatte Rohdichten von:

0,65 kg/dm³ (Porengips)
und
0,85 kg/dm³ (Massivgips).

3.2.1 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeitsprüfung wurde nach DIN 1168 [7] in Anlehnung an DIN 1164 "Portlandzement, Eisen-Portlandzement, Hochofen-Zement" [12] an prismatischen Prüfkörpern mit den Abmessungen 4/4/6,25 cm durchgeführt.

Es wurden je 6 Proben von Massivgips und Porengips geprüft. Bei den Prüfkörpern handelte es sich um die Bruchhälften von Prismen, die zuvor auf Biegezugfestigkeit untersucht worden waren. Die Proben entstammten dem gleichen Plattenmaterial, das später für die Errichtung der Wände benutzt wurde. Sie waren mittels einer Steinsäge aus den Wandbauplatten in den gewünschten Abmessungen herausgeschnitten worden.

Wie im Abschnitt 3.1.2 bereits angedeutet wurde, hat der Feuchtigkeitsgehalt einer Gipsprobe auf die Festigkeit bedeutenden Einfluß. Daher wurde an den für die Ermittlung der Baustoffkennwerte benutzten Platten der Feuchtigkeitsgehalt im lufttrockenen Zustand bestimmt.

Die Meßwerte für die Prüfung der Druckfestigkeit sind in Tafel 1 wiedergegeben, die Meßwerte für die Prüfung des Feuchtigkeitsgehaltes in Tafel 2.

Die Prüfungen der Druckfestigkeit ergaben als Mittelwert bei:

Massivgips: 56,65 kp/cm²
Porengips: 26,70 kp/cm².

Der Feuchtigkeitsgehalt der Platten, an deren Proben die oben genannten Druckfestigkeiten ermittelt wurden, betrug bei beiden Gipsen annähernd 0%.

3.2.2 Biegezugfestigkeit

An je 3 Prismen von Massivgips und Porengips mit den Abmessungen 4/4/16 cm wurde die Biegezugfestigkeit ermittelt. Auch diese Prüfungen erfolgten in Anlehnung an DIN 1168 [7] und DIN 1164 [12]. Die Entnahme der Proben und die Ermittlung des

Feuchtigkeitsgehaltes der Proben erfolgte wie im Abschnitt 3.2.1 beschrieben.

In Tafel 3 sind Einzelwerte der Prüfung auf Biegezugfestigkeit an Prismen aus Massivgips und Porengips zusammengestellt. Die Biegezugfestigkeit ergab sich danach für:

Massivgips: 25,82 kp/cm²
Porengips: 14,14 kp/cm².

Der Feuchtigkeitsgehalt der Proben betrug zum Zeitpunkt der Prüfung 0%.

3.2.3 Spaltzugfestigkeit

Nach Bonzel [13] und Mitchell [14] bringt die Ermittlung der Spaltzugfestigkeit an Würfeln oder an zylinderförmigen Prüfkörpern dann brauchbare Ergebnisse, wenn das Verhältnis Druckfestigkeit : Zugfestigkeit gleich oder größer 10 : 1 ist. Dieser Grenzwert liegt näherungsweise beim Gips vor. Deshalb schien es vertretbar, auch in diesem Falle die Spaltzugfestigkeit als Ersatz für die reine Zugfestigkeit zu ermitteln.

Die Prüfungen wurden an jeweils 10 Probewürfeln mit 8 cm Kantenlänge für Massivgips und Porengips durchgeführt. Der Verfasser hat sich dabei weitgehend an die von Bonzel [13] gemachten Vorschläge für die Durchführung der Spaltzugfestigkeitsprüfung bei Beton gehalten. Die würfelförmigen Probekörper wurden normal in die Druckprüfmaschine eingesetzt. Zwischen den Druckplatten der Prüfmaschine und dem Probekörper wurden oben und unten mittig Lastverteilungsstreifen aus Hartfilz eingelegt, deren Breite 1/10 der Würfelkante betrug und die 5 mm dick waren. Die Versuche wurden mit einer konstanten Prüfungsgeschwindigkeit von etwa 10 bis 30 kp/cm² in der Minute durchgeführt.

Bei den Versuchen wurde die Richtung der auftretenden Zugspannungen in dem Prüfkörper so gewählt, daß sie genau der Zugspannungsrichtung entsprach, die in den unteren Platten der einge-

bauten Wände beim Belastungsversuch auftreten mußte.

Die Spaltzugfestigkeit ist von den Abmessungen üblicher Probekörper weitgehend unabhängig. Nach Bonzel [13] gilt für würfelförmige Probekörper:

$$\sigma_{zs} = 0,64 \frac{P}{a^2}$$

Hierin bedeutet:

P Bruchlast in kp

a Länge der Würfelkante in cm.

Die für Massivgips und Porengips gemessenen Ergebnisse zeigen die Tafeln 4 und 5. Danach betrug die Spaltzugfestigkeit bei:

Massivgips: (senkrecht ⁺)	6,88 kp/cm ²
Massivgips: (parallel ⁺)	7,38 kp/cm ²
Porengips:	2,57 kp/cm ²

Setzt man die erhaltenen Spaltzugfestigkeiten beider Gipsarten ins Verhältnis zu den ermittelten Biegezug- und Druckfestigkeiten, so erhält man folgende Verhältniswerte:

+))

Bei Massivgips wurde die Richtung der Druckbelastung zur Einfüllrichtung (bei der Plattenherstellung) variiert. Es wurde sowohl senkrecht als auch parallel zur Einfüllrichtung geprüft. Durch diese Maßnahme sollten evtl. auftretende Festigkeitsunterschiede erfaßt werden. - Bei Porengips wurde wegen der künstlich erzeugten Porosität von dieser Maßnahme Abstand genommen.

Verhältnis	Spaltzugfestigkeit : Biegezugfestigkeit	
Massivgips (senkrecht ⁺⁺)	1	: 4,1
Porengips	1	: 5,5

Verhältnis	Spaltzugfestigkeit : Druckfestigkeit	
Massivgips (senkrecht ⁺⁺)	1	: 8,2
Porengips	1	: 10,4

3.2.4 Bestimmung des Elastizitäts-Moduls

Im vorliegenden Falle wurde zur Bestimmung der Elastizitäts-Moduli von Massivgips und Porengips folgendes Verfahren angewendet:

Ein als Träger auf zwei Stützen mit beidseitigem Kragarm ausgebildetes Prisma mit den Abmessungen 40/6/3 cm wurde an den Kragarmen mit je einer Einzellast belastet (Bild 8). Auf der Ober- und Unterseite des Prismas waren Dehnmeßstreifen (DMS) geklebt, so daß aus den jeweils berechneten Spannungen bzw. den gemessenen Dehnungen der Elastizitäts-Modul sowohl in der Zug- als auch in der Druckzone zu ermitteln war.

⁺⁺)

Biegezug- und Druckfestigkeit wurden entsprechend DIN 1168, Bl. 2 [7] nur senkrecht zur Einfüllrichtung geprüft. Daher können die bei der Spaltzugprüfung an "Massivgips parallel" ermittelten Werte nicht zur Bildung von Verhältniswerten herangezogen werden.

Es wurden jeweils 3 Prismen aus verschiedenen Wandbauplatten der Gipsart "Massivgips" und jeweils 3 Prismen aus verschiedenen Wandbauplatten der Gipsart "Porengips" entnommen. Die Entnahmestellen zeigt Bild 9. Hierdurch wurden verschiedene Bereiche innerhalb einer Platte erfaßt und einer möglichen Streuung der Versuchsergebnisse vorgebeugt.

Insgesamt standen 9 Prismen je Gipsart für E-Modul-Messungen zur Verfügung.

Zur Ermittlung des E-Moduls bediente sich der Verfasser zum Teil der bisher gebräuchlichen Methode beim Beton. Dabei wurde der E-Modul aus der jeweiligen Spannung und der bei mehrmaliger Belastung gemessenen elastischen Formänderung errechnet, also aus

$$E = \frac{\sigma_{\text{rechnerisch}}}{\varepsilon_{\text{gemessen}}}$$

Darüber hinaus wurde die elastische Dehnung bei zunehmenden Laststufen ermittelt.

Nach diesem Verfahren wurde in zwei Durchgängen jeweils bis zu zwei Drittel der mutmaßlichen Bruchlast belastet und dabei die Formänderung des Prismas festgestellt. Im dritten Durchgang wurde das Prisma dann bis zum Bruch gefahren.

Die Ergebnisse der Messungen sind in Tafel 6 zusammengestellt.

Auf Grund der Messungen ergab sich der E-Modul im Mittel wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Massivgips:} & \quad 40\,000 \text{ kp/cm}^2 \\ \text{Porengips:} & \quad 23\,000 \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

Die Formänderungslinien von Massiv- und Porengips sind in Bild 10 dargestellt.

3.2.5 Untersuchung der Fugenfestigkeit

Um Klarheit darüber zu gewinnen, inwieweit die aus Platten hergestellte Wandscheibe auch wirklich als monolithisches Bauteil wirkt, war es notwendig, die Fugenfestigkeit zu untersuchen. Es lag also nahe, zu prüfen, ob die Fuge, bedingt durch ihre geringe Zugfestigkeit in jedem Falle den Ausgangspunkt eines Risses darstellt.

Die Prüfkörper bestanden aus zwei Wandbauplatten, die an ihrer kurzen Seite durch einen Fugenmörtel zusammengeklebt waren. Es wurden jeweils zwei Platten aus Massivgips und zwei Platten aus Porengips zusammengesetzt. Für die Untersuchungen standen je Gipsart 5 dieser Probekörper zur Verfügung. Der Fugenmörtel bestand aus einer Mischung von Stuckgips und Zellulosekleber, wie er auch bei der Errichtung von Trennwänden aus diesem Material bauüblich ist (vergl. 3.3.1).

Um das Bruchverhalten im Bereich der Fuge zu untersuchen, wurde der in den Bildern 11 und 12 gezeigte Versuchsaufbau geschaffen.

Das aus zwei Platten mit einer Stoßfuge bestehende Versuchsstück (Höhe $h = 50$ cm, Dicke $d = 8$ cm) wurde als Träger auf zwei Stützen mit einer Stützweite von $l = 100$ cm gelagert und einer Einzellast in Plattenmitte ausgesetzt. Dabei lag die Last einmal direkt in der Fugenebene, zum anderen 5 cm neben der Fugenebene. Die Lasten wurden kontinuierlich bis zum Bruch gesteigert.

Aus den gemessenen Bruchlasten wurden Biegezugspannungen errechnet. Tafel 7 gibt einen Überblick über ermittelte Bruchlasten und Biegezugspannungen in Abhängigkeit von den verschiedenen Gipsarten.

Einen Überblick, in welchen Bereichen der Platte der Bruch eintrat, gibt Tafel 8.

In dieser Zusammenstellung fällt auf, daß bis auf einen Fall

alle Brüche in der Fuge auftraten. Es liegt natürlich nahe, das Versagen in einer schlechten Fugenausbildung zu suchen. Bild 13 zeigt das typische Bruchbild einer Fuge.

Aus den gemessenen Bruchlasten wurden im Mittel folgende Biegezugspannungen errechnet:

Massivgips: $9,21 \text{ kp/cm}^2$
Porengips: $5,91 \text{ kp/cm}^2$

In einer zweiten Versuchsreihe wurden bei gleichem Versuchsaufbau und bei gleicher Lastanordnung Platten ohne Fuge geprüft.

Die Versuchskörper (Höhe $h = 24,5 \text{ cm}$, Dicke $d = 8 \text{ cm}$) wurden durch mittiges Aufschneiden von Wandbauplatten aus Massivgips und Wandbauplatten aus Porengips - parallel zur langen Seite - erhalten. In diesem Falle betrug die Stützweite $l = 60 \text{ cm}$. Damit entsprach ihr Seitenverhältnis etwa dem der zusammengesetzten Platten mit Fuge. Es standen für die Prüfung insgesamt 8 Probekörper jeder Gipsart zur Verfügung.

Die Tafeln 9 und 10 geben einen Überblick über die ermittelten Bruchlasten und Biegezugspannungen in Abhängigkeit von den verschiedenen Gipsarten.

Die aus den gemessenen Bruchlasten errechneten Biegezugspannungen betragen im Mittel für:

Massivgips: $12,63 \text{ kp/cm}^2$
Porengips: $6,75 \text{ kp/cm}^2$

Die Fugenfestigkeit betrug somit bei beiden Gipsarten etwa $3/4$ der Biegezugfestigkeit ungestoßener Platten.

3.2.6 Auswertung und Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Es wurden Untersuchungen zur Ermittlung der Baustoff-Kennwerte von Massivgips und Porengips durchgeführt.

Darüber hinaus wurden Versuche an Platten mit und ohne Fuge vorgenommen.

Bei den Versuchen ergaben sich folgende Festigkeitswerte (Mittelwerte) in Abhängigkeit von der Gipsart:

[kp/cm ²]	Massivgips	Porengips
<u>Druckfestigkeit:</u>	56,65	26,70
<u>Biegezugfestigkeit:</u>		
Prismen 4 x 4 x 16 cm	25,82	14,14
Plattenversuche mit Fuge (h = 50 cm)	9,21	5,91
Plattenversuche ohne Fuge (h = 24,5 cm)	12,63	6,75
<u>Spaltzugfestigkeit:</u>	7,13	2,57
<u>E-Modul:</u>	40 000	23 000

Der Verlauf der Formänderungslinie beider Gipse ist geradlinig. Dieses Verhalten zeigten beide Gipsarten bis zum Bruch. Es handelt sich also um einen spröden Werkstoff. Damit kann der Gips als ideal-elastisches Material angesehen werden.

Die Untersuchungen ergaben, daß zwischen Massivgips und Porengips nicht nur hinsichtlich der verschiedenen Raumgewichte Unterschiede bestehen, sondern daß auch die Festigkeitskennwerte stark voneinander abweichen.

Gelegentlich kann es bei der Herstellung der Platten durch bereits hydratisierte Gipsteilchen innerhalb der Platte zu einer Klumpenbildung kommen. An dieser Stelle wirkt sich der Festigkeitsverlust besonders stark aus. Diese Lunkerstellen lassen sich offenbar bei der Herstellung der Platten zur Zeit nicht vermeiden.

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß der - unter Zuhilfenahme eines Blähmittels erzeugte - Porengips in bezug auf Biegezug-, Druck- und Spaltzugfestigkeit nur etwa 50% der Stoffwerte erreicht, die der treibmittelfreie Massivgips erreicht hat. Diese Tatsache ist auf die stark poröse Struktur vom Porengips zurückzuführen. Darüber hinaus konnte beobachtet werden, daß die Gipsoren unterschiedlich groß waren und keineswegs von einer gleichen Porenstruktur gesprochen werden kann. Die breite Streuung der Meßergebnisse beim Porengips läßt sich damit begründen.

Ebenso fällt bei Massivgips bei einzelnen Untersuchungen auf, daß Meßwerte voneinander abweichen. Auch dieser Umstand ist auf Klumpenbildung oder größere Poren zurückzuführen, die an den Bruchstellen beobachtet werden konnten.

Neben der unterschiedlichen Dichte (Porosität) der beiden Materialien kommt dem Feuchtigkeitsgehalt, wie schon erwähnt, besondere Bedeutung zu. Der Einfluß schon geringer Feuchtigkeitsgehalte auf die Festigkeitseigenschaften ist aus der Literatur [8] bekannt. Dennoch kann bei der Betrachtung der Materialeigenschaften davon ausgegangen werden, daß die auf Baustellen eingesetzten Wandbauplatten zum Zeitpunkt ihrer Erstbelastung nahezu trocken sind (vergl. 3.1.2). Tatsächlich zeigten auch im Klimaraum bei einer Temperatur von +20^o C und einem Feuchtigkeitsgehalt von 65% rel. Luftfeuchtigkeit gelagerte Platten bei ihrer Prüfung einen Feuchtigkeitsgehalt von 0% (vergl. Tafel 2).

3.2.6.1 Druckfestigkeit

Die in Tafel 1 wiedergegebenen Werte der Druckfestigkeitsprüfung bei Porengips und Massivgips nach DIN 1168 [7] und DIN 1164 [12] lassen erkennen, daß hauptsächlich bei Porengips die Ergebnisse nicht den Mindestanforderungen der DIN 1168, Blatt 2 [7] entsprachen. Porengips erreichte höchstens 50% der geforderten Mindestdruckfestigkeit von 60 kp/cm².

Diese Tatsache kann mit dem verminderten Querschnitt infolge der vorhandenen Poren erklärt werden.

Aber auch beim Massivgips erreichten von 6 Prüfkörpern nur 2 die geforderte Mindestfestigkeit. Auch hier dürfte der Grund für die verminderten Festigkeiten in Lunkerstellen zu suchen sein.

3.2.6.2 Biegezugfestigkeit

Ähnlich wie bei der Druckfestigkeit verhielten sich auch beide Gipsarten bei der Ermittlung der Biegezugfestigkeit. Hier erreichte zwar der Massivgips die in DIN 1168 [7] geforderten Werte, jedoch war bei Porengips wiederum eine Festigkeitsminderung von 50% festzustellen. Hier macht sich die Schwächung des Querschnitts durch die Poren besonders bemerkbar.

3.2.6.3 Spaltzugfestigkeit

Wie im Kapitel 3.2.3 bereits näher erläutert, wurde im vorliegenden Fall die Spaltzugfestigkeit als Ersatz für die Zugfestigkeit des Materials benutzt.

Bei den Ergebnissen zeigte sich, daß auch hier bedeutende Unterschiede zwischen Massivgips und Porengips bestehen. Die Spaltzugfestigkeit bei Porengips lag im Mittel bei 35% der Spaltzugfestigkeit von Massivgips. Vergleichsweise sei noch einmal auf das Verhältnis der Druckfestigkeiten hingewiesen: Porengips erreichte etwa 47% der Druckfestigkeit von Massivgips.

Besonders interessant beim Massivgips ist, daß eine Beziehung zwischen der Spaltzugfestigkeit und der Einfüllrichtung bei der Plattenherstellung festgestellt werden konnte. So lagen die Werte parallel zur Einfüllrichtung etwa um 7% höher. Diese Tatsache läßt vermuten, daß beim Herausdrücken der Plat-

te aus dem Drehtisch durch die hydraulischen Pressen eine zusätzliche Verdichtung des Materials bewirkt wird. +)

Beim Massivgips ist dieser Umstand insofern bedeutungsvoll, als die Platten im allgemeinen in Wände so eingebaut werden, daß eine Beanspruchung auf Zug parallel zur Einfüllrichtung stattfinden kann. Somit muß von Platten, die auf diese Weise hergestellt worden sind, ein günstigeres Verhalten bei Zugbeanspruchung erwartet werden.

Auf Grund der porösen Struktur beim Porengips ist vermutlich keine Festigkeitssteigerung zu erwarten. Daher wurde die Einfüllrichtung bei Porengipsen in den Prüfungen auch nicht näher berücksichtigt.

Die Ergebnisse haben gezeigt, daß bei beiden Gipsarten dem Beton ähnliche Beziehungen zwischen Druckfestigkeit und Zugfestigkeit bestehen. Danach verhält sich die Druckfestigkeit zur Zugfestigkeit etwa wie 10 : 1.

Ein auf Zug beanspruchter Gips-Bauteil wird deshalb schon bei geringen Zugspannungen zerstört werden.

+)

Die Platten werden in vollmechanisierten Betrieben auf einem Drehtisch hergestellt. In dem Drehtisch befinden sich radial angeordnete Schlitze, die in ihrer Breite der Plattendicke und in ihrer Länge der kleineren Plattenseite entsprechen. Die Tiefe der abgeschotteten Kammer entspricht der fertigen Plattenlänge von 666 mm. Der Gipsmörtel läuft von oben in die Kammer ein und versteift. Durch eine unter der Kammer angeordnete hydraulische Hebevorrichtung wird die Platte dann nach oben herausgedrückt und von einem mechanischen Greifer abgenommen.

3.2.6.4 Elastizitäts-Modul

Die an Proben aus Wandbauplatten für Massiv- und Porengips ermittelten Elastizitäts-Moduli machen wiederum den Festigkeitsunterschied beider Gipsarten deutlich. Mit einem E-Modul von $40\ 000\ \text{kp/cm}^2$ liegt Massivgips etwa 42% über dem E-Modul von Porengips.

Die linear bis zum Bruch verlaufenden Spannungsdehnungslinien von Massiv- und Porengips zeigen ein elastisches Materialverhalten. Plastische Verformungen treten nicht auf. Das bedeutet, daß der Bruch ohne Vorankündigung plötzlich eintritt.

3.2.6.5 Fugenfestigkeit

Im Hinblick auf Kapitel 3.3 gewinnen die Untersuchungen an Gipsplatten mit und ohne Fuge besondere Bedeutung.

Das Ergebnis der Untersuchungsreihe an Platten mit Fuge zeigte, daß der Bruch stets in einer Fuge eintrat, auch wenn die Last neben der Fuge angesetzt wurde. Daraus kann geschlossen werden, daß die Fuge eine geringere Festigkeit als die Platte aufweist. Der Bruch trat nicht an der Stelle des größten Momentes - im homogenen Gipsmaterial -, sondern im 50 mm danebenliegenden Fugenbereich ein. Hieraus kann die Vermutung abgeleitet werden, daß entweder die Festigkeitseigenschaften des Fugenklebers ungenügend oder die handwerkliche Ausführung mangelhaft waren. Das bauübliche Verfahren der Mischung des Fugenmörtels aus Stuckgips und Zellulosekleber "von Hand" deutet auf eine mögliche Ursache hin. Durch dieses Verfahren scheint keine gleichbleibende Mörtelqualität gewährleistet zu sein.

Aus den Vergleichsuntersuchungen an Gipsplatten mit und ohne Fuge geht hervor, daß bei Porengips offenbar infolge der porösen Struktur die Fugenfestigkeit von untergeordneter Bedeutung ist, während bei Massivgips durch Verbesserung der Fugenfestigkeit ein günstigeres Ergebnis erwartet werden kann.

Zur Erläuterung der Versuchsergebnisse sind im Diagramm 1 die Biegezugfestigkeiten von Massiv- und Porengips in Abhängigkeit von der Prüfkörperhöhe aufgetragen. In diesem Zusammenhang interessieren besonders die Versuchswerte der Platten mit und ohne Fuge. Bei einer vergleichenden Betrachtung kann jedoch wegen der unterschiedlichen Prüfkörperhöhe nicht von den Biegezugfestigkeiten ausgegangen werden, vielmehr müssen die Spannungsgradienten herangezogen werden. Dann zeigt sich, daß bei Massivgips das Verhältnis der Spannungsgradienten untereinander etwa $1/3$ größer ist als bei Porengips. Da der Bruch - bis auf eine Ausnahme - jeweils in der Fuge auftrat, kann daraus gefolgert werden:

1. Bei Massivgips erscheint eine Verbesserung der Fugenfestigkeit um etwa 30% sinnvoll, damit diese Platten in ihren Festigkeitseigenschaften voll ausgenutzt werden können.
2. Bei Porengips würde auch eine Verbesserung der Fugenfestigkeit keine wesentlich höhere Ausnutzung der Platten erlauben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die ermittelten Festigkeitswerte bei Massivgips und bei Porengips auf ein geringes Tragvermögen hindeuten, sofern dieses Material in Form von tragenden Plattenwänden zum Einsatz gelangt.

3.3 Belastungsversuche an leichten Trennwänden

Um theoretische Überlegungen über die Schadensursachen bei leichten Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten begründen zu können, reicht jedoch die Kenntnis der Baustoffeigenschaften allein nicht aus. Es ist vielmehr notwendig, unter praxisnahen Bedingungen das Verhalten eines Baustoffes in der Konstruktion im Großmodellversuch zu studieren.

Im Bauwerk erhalten die Wände in der Regel ihre Last aus

Durchbiegungen angrenzender Stahlbeton-Bauteile. Dementsprechend wurde der Versuchsaufbau so gewählt, daß sich Deckendurchbiegungen und daraus resultierende Streckenlasten simulieren ließen.

Die Belastungsversuche wurden an Großmodellen durchgeführt, die im Maßstab 1 : 1 etwa den in Bauwerken eingebauten Trennwänden entsprachen.

Die im Abschnitt 3.2.5 beschriebenen Versuche zeigten, daß die Risse zwar in den Fugen begannen, sich jedoch im weiteren Verlauf durch die Platten fortsetzten. Es war daher auch wegen der Plattengröße nicht zu erwarten, daß die Risse - ähnlich wie im Mauerwerk - durch die Fugen abgetrept verlaufen würden. Bei den Versuchen konnte daher von der Homogenität der Wandscheiben ausgegangen werden.

Um das von dem Verhältnis Höhe : Länge ($H : L$) abhängige unterschiedliche Tragverhalten derartiger Wandscheiben im Versuch zu beobachten, wurden zwei verschiedene Seitenverhältnisse gewählt. Es wurden Wände mit einem Verhältnis $H : L = 1 : 1$, die noch als wandartige Träger wirken, und solche mit einem Verhältnis $H : L = 1 : 2$, die etwa als Balken anzusehen sind, untersucht.

Gips-Trennwände werden in der Baupraxis aus schalltechnischen Gründen mit einem umlaufenden elastischen Randstreifen versehen oder, wenn keine schalltechnischen Maßnahmen erforderlich sind, direkt mit Gipsmörtel an die angrenzenden Bauteile angeschlossen.

Da vermutet wurde, daß dem seitlichen elastischen Anschluß bei der Belastung besondere Bedeutung zukommt, wurde neben dem kraftschlüssigen der seitliche elastische Anschluß als Variante mit in das Versuchsprogramm aufgenommen.

Bei den Versuchen wurden im wesentlichen drei Versuchsbedingungen variiert:

Die Gipsart

1. Massivgips
2. Porengips

Das Seitenverhältnis Höhe : Länge

1. 2,55 m : 2,69 m
2. 2,55 m : 4,69 m

Die Randanschlüsse

1. kraftschlüssig
(Randfugen mit Stuckgips ausgegossen)
2. elastisch
(durch Einlegen von 1 cm dicken Glaswollestreifen)

3.3.1 Versuchsaufbau

Für die Durchführung der Versuche wurde ein Prüfgerüst im Baukastensystem angewendet, das es gestattete, sowohl die quadratischen als auch - nach einfachem Umbau - die langen Wände zu prüfen.

Das Prüfgerüst bestand im wesentlichen aus zwei senkrechten, am Boden der Prüffeldplatte verspannten Stahlträgern, die bei den quadratischen Wänden 269 cm und bei den langen Wänden 469 cm voneinander entfernt waren. Am Fußpunkt eines jeden Stahlträgers befand sich eine Auflagerkonsole von 30 cm Höhe. Auf diese Konsolen wurden die in vorgefertigte Stahlrahmen aus [120-Profilen eingebauten Gipswände gestellt (Bild 14).

Die für den Einbau verwendeten Platten entsprachen in ihren Güteeigenschaften den Anforderungen der DIN 18 163 [6]. Die mit Nut und Feder versehenen Platten wurden mit einem Gipsmörtel (Mischung aus Stuckgips und Zellulosekleber) waagrecht im Verband in die genannten Stahlrahmen eingesetzt.

Die Lager- und Stoßfugen konnten durch die Anwendung des Klebemörtels auf etwa 2 - 3 mm Dicke begrenzt werden. Durch Einlegen einer Plastikfolie in das untere Rahmenprofil wurde ein Festkleben der Mörtelschicht am Stahl verhindert.

Durch die Verwendung von Stahlrahmen aus [120-Profilen konnten die Wände in der nach DIN 4103 [1] geforderten 5 cm tiefen Nut an den Seiten geführt und entsprechend der einen Versuchsbedingung die Randanschlüsse (kraftschlüssig, elastisch) variiert werden.

Der kraftschlüssige Anschluß wurde durch Ausgießen der Randfugen mit Stuckgips, der elastische Anschluß durch seitliches Einlegen eines etwa 1 cm dicken Glaswollestreifens erzielt. Bei der Ausführung der Plattenwände wurden die in DIN 4103 [1], Tafel 1, Zeile 17, angegebenen zulässigen Höhen und Längen für leichte Trennwände (Länge 6,00 m, Höhe 3,50 m, Mindestdicke 7,5 cm) berücksichtigt.

Nach dem Einbau der von den Stahlrahmen umschlossenen Trennwände in das Prüfgüst wurden die zur Aussteifung im Montagezustand notwendigen Eckknotenbleche entfernt, so daß die [-Profile des Stahlrahmens untereinander nicht mehr verbunden waren.

Durch Zugstangen wurde das untere [-Profil der Stahlrahmen so weit heruntergezogen, daß in Abhängigkeit von der Stützweite eine Durchbiegung des Profils von $L/300$ - bei den quadratischen Wänden: 9 mm, bei den langen Wänden: 15,60 mm - eintrat. Das durchgebogene [-Profil wurde durch eine Untermauerung mit Ziegelsteinen abgefangen. Durch diese Maßnahme war den Wänden in unbelastetem Zustand die Auflagerfläche entzogen worden. Sie standen somit rechts und links nur in den Konsolbereichen auf, und es bildete sich in Wandmitte eine deutlich sichtbare klaffende Bodenfuge.

3.3.2 Belastungseinrichtung

Die Lasteintragung erfolgte am oberen Wandrand durch Aufbringen einer Streckenlast mittels 4 hydraulischer Pressen, die über Lastverteiler gleichmäßig von oben auf die Wand wirkten. Bild 15 zeigt schematisch das Prinzip bei den quadratischen Wänden.

Um bei den langen Wänden eine gleichmäßige Verteilung der Last aus den 4 Preßtöpfen sicherzustellen, war es notwendig, eine zweite Reihe von Lastverteilern anzuordnen (siehe Bild 16).

3.3.3 Meßeinrichtung

Während der Belastungsversuche wurden an den Wänden folgende Messungen vorgenommen:

Dehnungsmessungen;

Durchbiegungen in dem mittleren
Wandquerschnitt, sowohl in der
Lastebene als auch senkrecht dazu.

Zusätzlich wurden durch eine am unteren [-Profil angesetzte Meßuhr Bewegungen dieses Profils kontrolliert.

Die Messung der Verformungen der Wände wurde mit Setzdehnungsmessern vorgenommen. Bild 17 zeigt die hierfür angeordneten Meßstellen auf einer quadratischen Wand, Bild 18 die Meßstellen auf einer langen Wand.

Zur Ermittlung der Durchbiegungen wurden an den bereits beschriebenen Stellen Meßuhren angebracht (siehe Bild 19).

Um das Ausbeulen in Wandmitte zu beobachten, wurden bei den quadratischen Wänden Rollengeräte benutzt, die jedoch bei den langen Wänden durch Meßuhren ersetzt wurden.

3.3.4 Versuche an quadratischen Wänden

3.3.4.1 Beschreibung der Modelle

Für die Untersuchungen standen 5 Wände im Maßstab 1 : 1 zur Verfügung. Davon waren 2 aus Massivgips-Wandbauplatten und 3 aus Porengips-Wandbauplatten errichtet worden.

Geometrische Daten:

Länge L = 269 cm

Höhe H = 255 cm

Dicke d = 8 cm

Seitenverhältnis L/H = 1,05.

Von den Massivgips-Wänden waren zwei mit elastischem Randanschluß versehen, von den Porengips-Wänden eine mit kraftschlüssigem und zwei mit elastischem Randanschluß.

3.3.4.2 Versuchsablauf

Nach dem Einbau der Wände in das Prüfgerüst wurde die vorgegebene "Deckendurchbiegung" auf das untere \square -Profil aufgebracht. Sie betrug in diesem Fall $f = 9$ mm. Den Wänden war dadurch die Aufstandsfläche entzogen worden: sie lagerten nur noch im Eckbereich auf und trugen sich selbst.

Die Nullablesung der Meßstellen erfolgte unter Eigengewicht. Dieses setzte sich zusammen aus dem Eigengewicht der Wand einschließlich des oben angeordneten Halteprofils aus \square 120 und der Lastverteiler aus I PB 120.

Die Belastung der Wände wurde stufenweise bis zum Bruch durchgeführt. In den einzelnen Laststufen wurden die beschriebenen Messungen vorgenommen, nachdem die aufgebrachte Last 5 Minuten eingewirkt hatte.

Als Rißlast wurde diejenige Last definiert, bei der der erste vollkommen durch die Wandplatten durchgehende Riß auftrat.

Sie setzte sich zusammen aus dem Eigengewicht der Wand und der hydraulisch aufgebracht Last.

Bis zur Reißlast wurde die Last in kleineren Stufen gesteigert. Sie betrug je Laststufe und Presse 250 kp, das entspricht 0,37 Mp/m. Nach dem Eintritt des ersten Risses wurde die Last auf 1 Mp/Presse und Laststufe erhöht.

Kurz nach Beginn der hydraulischen Belastung bildeten sich in den Auflagerbereichen kleinere Risse von wenigen Zentimetern Länge, die nicht durch die Wandbauplatten hindurchgingen. Sie wurden daher als Kriterium für die Reißlast nicht herangezogen. Ihre Ursache ist in der mit steigender Belastung sich vergrößernden Auflagerpressung zu suchen. Vor Erreichen der Reißlast konnten dann auch hauptsächlich an diesen Stellen in den linken und rechten unteren Ecken örtliche Abplatzungen festgestellt werden (vergl. Bild 20).

Es zeigte sich, daß bei beiden Gipsarten der erste Reiß schon bei verhältnismäßig geringer Last eintrat. So konnten die ersten Risse bei Massivgips zwischen 0,95 Mp/m⁺⁾ und 2,07 Mp/m und bei Porengips zwischen 2,04 Mp/m und 3,15 Mp/m beobachtet werden.

Die Bruchlasten der einzelnen Wände lagen im allgemeinen wesentlich höher. Bei Massivgips betrugen die Werte in allen Fällen 18,05 Mp/m, bei Porengips hingegen zwischen 7,61 Mp/m und 13,56 Mp/m.

Einen Überblick, aus welchen Lasten sich die Reiß- und Bruchlasten bei den einzelnen Wänden zusammensetzten, gibt Tafel 11.

+)

Dieser Wert wird bei einer späteren Beurteilung nicht mitherangezogen, da die Wand offensichtlich infolge handwerklicher Mängel versagte.

Darin kommt deutlich zum Ausdruck, daß diese Wände eine sehr hohe Bruchsicherheit besitzen.

Während der Belastungsversuche waren die Entwicklung und Länge der Risse bei beiden Gipsarten unterschiedlich. So konnte beobachtet werden, daß der entscheidende Riß bei Massivgips bis zu 1,50 m Länge plötzlich auftrat, während bei Porengips Rißlängen von maximal 0,40 m auftraten. Bei Massivgips verliefen die Risse in einem klaren, deutlich weitverzweigten System, dagegen kam es bei Porengips zu einem engen, scheinbar wahllos verlaufenden Riß-System (vergl. Bild 21 und 22).

Für beide Gipsarten ist jedoch typisch, daß der erste Riß in verhältnismäßig großer Länge auftritt. Mit steigender Last verlängerten sich die Risse jedoch dann in immer kürzer werdenden Abschnitten.

Wie schon erwähnt, wurde am unteren Rand in Wandmitte die in Abhängigkeit von der aufgebrachten Last eingetretene Durchbiegung gemessen. Tafel 13 gibt einen Überblick über die Anordnung der Meßstellen und die gemessenen Durchbiegungen bei den Wänden beider Gipsarten unter Rißlast. Hierin zeigt sich deutlich, daß sich die Massivgips-Wände unter Belastung bis zum Eintritt des ersten Risses nicht oder nur sehr wenig durchgebogen haben. Dagegen haben sich die Wände aus Porengips unter gleichen Bedingungen wesentlich mehr verformt. Die unterschiedlich hohen E-Moduli bestätigen diese Beobachtung (vergl. 3.2.4).

Ein Ausbeulen der quadratischen Wände während der Belastung konnte bis zum Eintritt des Bruches in keinem Falle festgestellt werden.

Die Versuche wurden jedesmal bis zum Bruchzustand geführt. Ein typisches Bruchbild zeigt Bild 23.

3.3.5 Versuche an langen Wänden

3.3.5.1 Beschreibung der Modelle

Für die Belastungsversuche an langen Wänden standen 4 Großmodelle im Maßstab 1 : 1 zur Verfügung. Hierzu waren zwei Wände aus Massivgips und zwei Wände aus Porengips hergestellt worden, wobei jeweils eine Wand einer Gipsart mit einem kraftschlüssigen und eine Wand mit einem elastischen Randanschluß ausgestattet war.

Geometrische Daten:

Länge $L = 469$ cm
Höhe $H = 255$ cm
Dicke $d = 8$ cm
Seitenverhältnis $L/H = 1,84$

Die konstruktiven Einzelheiten sowie die Herstellung entsprechen denen der quadratischen Wände.

3.3.5.2 Versuchsablauf

Die vorgegebene "Deckendurchbiegung" wurde - ähnlich wie bei den quadratischen Wänden - auf das untere [-Profil aufgebracht. In Abhängigkeit von der Stützweite betrug sie $f = 15,60$ mm. Damit lagerten auch diese Wände nur noch im Eckbereich auf und trugen sich selbst.

Die Nullablesung der Meßstellen erfolgte unter Eigengewicht.

Die Durchführung der Belastungen in einzelnen Laststufen bis zum Bruch und die vorgenommenen Messungen entsprachen im Prinzip dem Verfahren bei den quadratischen Wänden.

Für die Definition der Rißlast gelten die bei den quadratischen Wänden angegebenen Bedingungen.

Es wurde mit einer Laststeigerung von 250 kp/Presse und Laststufe begonnen, das entspricht umgerechnet einer Last von 0,21 Mp/m. Ähnlich wie bei den quadratischen Wänden wurde die Last nach Eintritt des ersten Risses pro Laststufe auf 1 Mp/Presse erhöht.

Im Bereich der Auflager wurden - ähnlich wie bei den quadratischen Wänden (vergl. 3.3.4.2) - bereits vor Erreichen der Rißlast örtliche Zerstörungen beobachtet.

Bei den langen Wänden lag die Rißlast bei Massivgips zwischen 1,93 Mp/m und 2,86 Mp/m und bei Porengips zwischen 1,48 Mp/m und 2,33 Mp/m.

Der Bruchzustand trat bei den langen Wänden aus Massivgips unter einer Gesamtlast von 9,09 Mp/m und 15,57 Mp/m aus Porengips unter einer Gesamtlast von 6,72 Mp/m und 8,13 Mp/m ein.

Tafel 12 gibt einen Überblick, aus welchen Lasten sich die Riß- und Gesamtlasten bei den langen Wänden zusammensetzten.



Bei den langen Wänden traten bei beiden Gipsarten die Risse anfangs in noch größerer Länge als bei den quadratischen Wänden auf. Mit zunehmender Belastung verlängerten sich die Risse dann aber auch in kleineren Abschnitten als bei den quadratischen Wänden.

Der Einfluß der Randausbildung zeigte sich in der Rißbildung an den langen Wänden bei der Belastung besonders deutlich. So führte die Verwendung von elastischen Randstreifen bei beiden Gipsarten zum Versagen der Biegezugzone in der Trägermitte, gekennzeichnet durch einen langen senkrechten Riß in der Wandmitte (Bild 24). Kraftschlüssige Randanschlüsse - Ausgießen der Randfugen mit Gipsmörtel - führten hingegen zu schrägen, von den Auflagern ausgehenden Schubrisen (Bild 25).

Während des Versuchsablaufes wurden die Durchbiegungen am oberen und unteren Wandrand und in Wandmitte gemessen. Die unter Reißlast gemessenen Werte sind Tafel 14 zu entnehmen. Die gemessenen Durchbiegungen lassen bei den langen Wänden deutlich die größeren Werte in Abhängigkeit von der Randausbildung erkennen.

Die für die Beobachtung des Ausbeulens angebrachte Meßuhr zeigte bei keiner Wand einen Ausschlag.

Die Versuche an langen Wänden wurden - ähnlich wie bei den quadratischen Wänden - dann abgebrochen, wenn die Bruchlast erreicht war, d.h. wenn die Wand bei einer weiteren Laststeigerung einzustürzen drohte.

3.3.6 Auswertung und Zusammenfassung der Versuchsunterlagen

3.3.6.1 Auswertung

In einer Reihe von Großmodell-Versuchen an Gips-Trennwänden baupraktischer Abmessungen wurde deren Verhalten gegenüber unbeabsichtigt auftretenden Belastungen studiert.

Die Versuche wurden an 5 quadratischen und 4 langen Wandscheiben durchgeführt. Gipsart (Massivgips und Porengips) und Randanschlüsse (kraftschlüssig, elastisch) wurden variiert.

Die Wände wurden in einem Prüfgerüst stufenweise bis zum Bruch belastet.

In den einzelnen Laststufen wurden Messungen der Verformungen der Durchbiegungen und des Ausbeulens durchgeführt. Lastabhängige Reißbildungen in der Wand wurden beobachtet.

Mit dem Auftreten des ersten durch die Dicke der Wand vollkommen durchgehenden Risses änderte sich deren Gebrauchstüchtigkeit wesentlich. Daher wurde diejenige Last, bei der dieser erste Reiß auftrat, als ein Beurteilungskriterium herangezogen

(Rißlast). Als weiteres Beurteilungskriterium wurde diejenige Last gesehen, bei der die Wand zusammenzustürzen drohte (Bruchlast).

Die bei den Versuchen an Wänden gewonnenen wichtigsten Ergebnisse sind in Tafel 15 zusammengestellt. Die Tafel gibt einen Überblick über die untersuchten Wandgruppen in Abhängigkeit von der Gipsart, den Randausbildungen, den Riß- und Bruchlasten, den Zugspannungen am unteren Wandrand unter Rißlast, den maximalen Durchbiegungen zum Zeitpunkt der Rißlast, den Rißbildern und einen Hinweis, ob der erste Riß in einer Fuge auftrat.

Allgemein haben die Versuche an Wänden gezeigt, daß schon geringe Lasten Zugspannungen am unteren Wandrand in einer Größenordnung zu wecken vermochten, die zur Rißbildung führten. Der Ermittlung der Zugspannungen bei den langen Wänden (Seitenverhältnis $L/H = 1,84$) mit Längsverschieblichkeit im Auflagerbereich (elastischer Seitenanschluß) wurde die "reine Biegebalkenwirkung" zugrunde gelegt, hingegen wurde die "Scheibentheorie" [9], [10] zur Ermittlung der Zugspannungen bei den langen Wänden mit kraftschlüssigem Seitenanschluß und bei den quadratischen Wänden (Seitenverhältnis $L/H = 1,05$) herangezogen. Die errechneten maximalen Spannungen, bei denen der erste Riß auftrat, können Tafel 15 entnommen werden.

Obwohl bei allen Wänden Risse schon bei verhältnismäßig geringen Belastungen auftraten, verhinderte das sich nach dem ersten Riß bildende neue, andersartige Tragsystem zunächst den Einsturz der Wände, indem es den äußeren Lasten das Gleichgewicht hielt. Bei einigen Wänden bildete sich ein Stützgewölbe aus: die eingeleiteten Kräfte wurden - entsprechend der Stützlinie dieses Gewölbes - in die unteren Wändecken abgetragen. Andere Wände trugen die Lasten nach dem ersten Riß aber auch direkt über Druckstreben in die Auflagerbereiche ab. Bei Erhöhung der Belastung auf ein Vielfaches der Rißlast kam es zu Zerstörungen in den Eckbereichen infolge Überschreitung der Druckfestigkeit der jeweilig verwendeten Gipsart.

Wie bereits gezeigt wurde (vergl. 3.2.3), verhält sich bei Gips die Druckfestigkeit zur Zugfestigkeit wie etwa 10 : 1. Aus dieser Tatsache und der Beanspruchung des Werkstoffes auf Druck durch die sich einstellende Gewölbewirkung und die direkte Lastabtragung über Druckstreben kann auf eine hohe Bruchsicherheit bei Wänden aus Gips geschlossen werden. Dies wird von den Versuchsergebnissen bestätigt.

Eine deutliche Beziehung bestand auch zwischen den beiden verwendeten Gipsarten und den von ihnen ertragenen Lasten bis zum Bruch. Es konnte festgestellt werden, daß Wände aus Massivgips-Platten durchschnittlich doppelt so hohe Bruchlastwerte aufwiesen wie solche aus Porengips-Platten. Dieses Versuchsergebnis stimmt völlig mit der bei den Baustoffkennwerten ermittelten Druckfestigkeiten beider Gipsarten überein: Massivgips weist eine doppelt so hohe Druckfestigkeit wie Porengips auf (vergl. 3.2.1).

Bei den quadratischen Wänden begannen die Risse bis auf eine Ausnahme in den Fugen. Bei Wänden mit elastischem Randanschluß konnte beobachtet werden, daß die Risse von den unteren Wandecken zur Wandmitte hin schräg verliefen. Dagegen begann bei der Wand mit kraftschlüssigem Randanschluß der Riß in Wandmitte unten und verlief senkrecht nach oben. Diese Wände tragen auf Grund ihres Seitenverhältnisses $L/H = 1,05$ als wandartige Träger.

Die Ursache der schrägen Rißbildung ist darin zu suchen, daß sich die Wände aus Massivgips in den vorliegenden Fällen unter Belastung dem durchgebogenen \square -Profil in den unteren Wandecken nur wenig anzupassen vermochten, so daß die Auflagerkraft in diesen Bereichen selbst Spaltzugspannungen erzeugte, die zu den beobachteten Schrägrissen führten. Bei den Wänden aus Porengips war - bedingt durch den kleineren E-Modul - eine bessere Anpassungsfähigkeit gegeben. Dieses führte zu einer weniger konzentrierten Lasteintragung, so daß sich eine Rißspannung ergab, die größer als die Spaltzugfestigkeit des Poren-

gipses war. Diagramm 2 zeigt, daß die Gradienten des Spannungsabfalles nach der Scheibentheorie größer als nach der Balkentheorie ist.

Es fällt auf, daß bei den langen Wänden (Seitenverhältnis $L/H = 1,84$), gleich mit welchem Randanschluß sie ausgebildet waren, der erste Riß in einer Fuge begann. Sowohl die mit elastischem Randanschluß als Biegeträger wirkenden langen Wände als auch die mit kraftschlüssigem Anschluß scheibenartig wirkenden langen Wände beanspruchten den Fugenkleber in ganz besonderem Maße.

Deutlich läßt sich der Einfluß der Randausbildung auf den Ort der Rißbildung bei den langen Wänden erkennen. Bei Wänden mit kraftschlüssigem Randanschluß traten die Risse in den unteren Eckbereichen auf und verliefen schräg zur Wandmitte nach oben. Bei den Wänden mit elastischem Anschluß bildete sich ein Riß genau in Wandmitte unten, der senkrecht nach oben verlief.

Die unter Rißlast auftretenden Rißlängen waren abhängig von der Wandgröße und dem Randanschluß. Bei den quadratischen Wänden wurden kürzere, bei den langen Wänden mit elastischem Randanschluß längere Risse festgestellt. Hierin kommt das unterschiedliche Tragverhalten beider Wandgrößen zum Ausdruck: Die quadratischen Wände wirken als wandartige Träger; der Bereich der maximalen Zugspannungen ist auf das untere Wandviertel konzentriert, die "Nulllinie" liegt im Verhältnis zur Wandmitte tief, so daß Risse nur in kurzer Länge auftreten können. Dagegen bildeten sich bei langen Wänden mit elastischem Randanschluß wesentlich längere Risse aus, da diese Wände mehr als Biegeträger wirkten und ihre "Nulllinie" etwa in halber Wandhöhe lag. Hingegen zeigten lange Wände mit kraftschlüssigem Randanschluß unter dem Einfluß eines scheibenartigen Tragverhaltens etwas kürzere Rißlängen. Bild 26 gibt schematisch einen Überblick über die Spannungsverteilung in einer quadratischen und in einer langen Wand.

Alle untersuchten Wände haben sich unter Last bis zum Eintritt des ersten Risses durchgebogen. Der in Wandmitte am unteren Rand gemessene Durchbiegungszuwachs betrug bei den langen Wänden zwischen 2,00 mm und 5,90 mm und bei den quadratischen Wänden zwischen 1,30 mm und 3,39 mm. Wegen des niedrigen E-Moduls ertrugen Wände aus Porengips bis zur Reißlast größere Verformungen.

Sowohl bei den quadratischen als auch bei den langen Wänden konnte während der Belastung bis zum Bruch kein Beulen beobachtet werden. Der rechnerische Nachweis - unter Zugrundelegung der Neufassung DIN 1045, Abschn. 25.3.3.2 - ergibt für

a) quadratische Wände $\lambda = 58$

b) lange Wände $\lambda = 85$.

3.3.6.2 Zusammenfassung

Das Verhalten von leichten Trennwänden aus Massiv- und Porengips hat im Versuch gezeigt:

1. Schon geringe Belastungen vermögen die Reißbildung in der Wand einzuleiten. Der untere Grenzwert betrug bei den Versuchen etwa 1 t/m.

Die Wahl eines elastischen oder kraftschlüssigen Randanschlusses hat keinen erheblichen Einfluß auf die Veränderlichkeit des Grenzwertes.

2. Die zum Einsturz der Wand erforderliche Bruchlast übersteigt die Reißlast um mindestens den vierfachen Wert. Mit einem Einsturz der Wand ist beim Auftreten des ersten Risses nicht zu rechnen. Daher ist eine hohe Bruchsicherheit gegeben.

4. Deutung der gewonnenen Ergebnisse Erläuterung und Darstellung der möglichen Schadensursachen

Nachfolgend werden einzelne Einflüsse, die dem Verfasser zur Beurteilung der Gebrauchstüchtigkeit von Gips-Wänden wichtig erscheinen, näher diskutiert.

4.1 Die Festigkeit der Fugen

Versuche an Probekörpern, die aus zwei Wandbauplatten mit einer Fuge zusammengesetzt waren, und die Untersuchungen an Wänden haben gezeigt, daß Risse größtenteils an den Fugen selbst auftreten (vergl. 3.2.5 und Tafel 15).

Es liegt also nahe zu prüfen, inwieweit eine Verbesserung der Fugenfestigkeit eine Erhöhung der Tragfähigkeit der Wände zur Folge haben kann.

Bei Porengips entsprach bei den Plattenversuchen die Fugenfestigkeit der Plattenfestigkeit, so daß hier eine Verbesserung der Fugenfestigkeit kein Ergebnis bringen würde.

Beim Massivgips konnte bei den Plattenversuchen jedoch gezeigt werden, daß eine Erhöhung der Festigkeit des Fugenklebers eine geringfügige Verbesserung des Tragverhaltens der Wände erwarten läßt. Die Verbesserungsmöglichkeit strebt jedoch einem unteren Grenzwert entgegen, der in der geringen Zugfestigkeit von Massivgips begründet ist. Dies läßt sich am Beispiel der quadratischen Wände besonders gut zeigen.

Bedient man sich hierbei als Vergleichsgrundlage der Berechnung der am unteren Wandrand auftretenden Zugspannungen des Tabellenwerkes für wandartige Träger nach Theimer [10], so kann man erkennen, daß eine Verbesserung der Fugenfestigkeit bei Porengips keinen und bei Massivgips nur einen geringen Erfolg bringt.

Danach betrug bei Massivgips (Wand II/2) die Zugspannung am unteren Wandrand $4,16 \text{ kp/cm}^2$ im Vergleich zu einer Spaltzugfestigkeit des Materials von $6,88 \text{ kp/cm}^2$. Da die Risse jedoch immer in den Fugen auftraten, also die reine Zugfestigkeit des Materials nicht voll ausgenutzt war, würde hier eine Verbesserung der Festigkeit des Fugenmörtels vorteilhaft sein können, um die Differenz von etwa 3 kp/cm^2 noch auszunutzen.

Bei Porengips (Wand III/1) betrug hingegen die Spannung am unteren Wandrand nach dieser Berechnungsmethode $4,09 \text{ kp/cm}^2$, während die Spaltzugfestigkeit mit $2,57 \text{ kp/cm}^2$ errechnet worden war. Das bedeutet in jedem Falle die volle Ausnutzung der Zugfestigkeit des Materials und schließt somit jeden Einfluß der Fugenfestigkeit aus. In diesem Zusammenhang wird noch einmal auf die vergleichende Darstellung der Versuchsergebnisse bei Massiv- und Porengips in Diagramm 1 hingewiesen.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß bei Porengips der Gips "schwächer" als die Fugenzugfestigkeit ist oder dieser größenordnungsmäßig entspricht. Hingegen ist bei Massivgips die Fugenzugfestigkeit geringer als die Zugfestigkeit des Gipses. Das bedeutet, daß die Festigkeit von Fugenmörteln bei Porengipsen für die Tragfähigkeit von Wänden aus diesem Material von untergeordneter Bedeutung ist. Dagegen ist bei Massivgipsen eine geringfügige Verbesserung der Tragfähigkeit durch Erhöhung der Zugfestigkeit des Fugenmörtels möglich.

4.2 Der Einfluß der Randanschlüsse

In der Baupraxis werden die Randanschlüsse von Trennwänden vornehmlich aus schalltechnischen Gründen durch Einlegen eines umlaufenden elastischen Streifens ausgebildet.

Welche konstruktive Bedeutung muß diesen elastischen Anschlüssen beigemessen werden? Hierfür ist es notwendig, die einzelnen Wandseiten getrennt zu betrachten.

Wandunterseite

Das Einlegen eines elastischen Streifens an dieser Stelle hat auf das Tragverhalten der Wand keinerlei Einfluß. Mit wachsender Last wird der Streifen zusammengepreßt und leitet die Kraft aus der Wand in das darunterliegende Bauteil ein.

Wandoberseite

Der Einbau eines elastischen Streifens an der Wandoberseite in der zur Zeit bauüblichen Dicke von 3 mm bewirkt bei Lasteinleitung von oben nur eine kurze zeitliche Verzögerung der Belastung der Wand. Daher vermag ein Streifen in dieser Dicke vor einer Beschädigung der Wand nicht zu schützen. Im Kapitel 5.2 wird auf diese sehr wichtige Anschlußfuge noch näher eingegangen.

Rechte und linke Wandseite

Diesen elastischen Streifen kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, als sie bei einer von oben eingeleiteten Belastung der Wand ein seitliches Ausweichen ermöglichen. Daher wird im folgenden nur der seitliche elastische Randanschluß in die Betrachtung einbezogen.

4.2.1 Kraftschlüssiger Anschluß

Bei den Versuchen konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem kraftschlüssigen Randanschluß und dem Rißbild beobachtet werden.

So zeigte sich bei den langen Wänden (Seitenverhältnis $L/H = 1,84$) die Ausbildung von Schubrisen, die unter einem Winkel von 45° , vom Auflager ausgehend, verliefen.

Das Rißbild läßt erkennen, daß die Lastabtragung über Druckstreben in die Auflagerbereiche erfolgte. Dadurch wurden Zugspannungen geweckt, die zu den beobachteten Schäden führten.

Die Wände erfuhren durch den kraftschlüssigen Anschluß eine seitliche Dehnungsbehinderung, so daß sich infolge der fehlenden Längsverschieblichkeit im Auflagerbereich keine reine "Biege-Balkenwirkung" ausbilden konnte.

Bei den quadratischen Wänden (Seitenverhältnis $L/H = 1,05$) stand eine Versuchswand mit kraftschlüssigem Randanschluß zur Verfügung. Bei dieser Wand verlief der erste Riß in Wandmitte senkrecht von unten nach oben. Gerade dieses Rißbild war hier jedoch nicht zu erwarten. Warum trat der Riß trotzdem an der beschriebenen Stelle auf? Über das Tragverhalten eines durchlaufenden wandartigen Trägers mit den Abmessungen $H/L \sim 1$ schreibt Pfeiffer in [11]: "Im unteren Scheibenteil bilden sich von den Auflagern aus nach oben hin in der Breite zunehmende Druckkeile aus, die die Lasten aufnehmen. Im Feldbereich werden die Lasten weiterhin von einem dort am unteren Rand entstehenden Zugband aufgenommen, das sich von Stütze zu Stütze spannt und sich an den Druckkeilen über den Auflagern aufhängt." Im vorliegenden Falle versagte das Zugband an der schwächsten Stelle: der Plattenstoßfuge in $L/2$. Die Zugbeanspruchung wuchs unter Belastung an, so daß die Zugfestigkeit der Fuge überschritten wurde

Kennzeichnend für beide Wandgrößen ist jedoch, daß Schäden schon bei geringen Lasten von 1 - 2 t/m entstehen. Der kraftschlüssige Anschluß hat somit nur einen Einfluß auf den Ort der Rißbildung, nicht jedoch auf die Höhe der schadensauslösenden Rißlast.

4.2.2 Elastischer Anschluß

Das Rißbild steht auch hier in einem ursächlichen Zusammenhang mit dem elastischen Randanschluß. Das läßt sich am Rißverlauf erkennen.

Bei den langen Wänden bildete sich bei Erreichen der Rißlast - ausgehend von der Wandmitte unten - ein senkrecht nach oben

verlaufender Riß aus. Unter Belastung vermochten diese Wände nach rechts und links auszuweichen, so daß sich auch wegen des Verhältnisses Höhe : Länge eine balkenartige Tragwirkung einstellte. Dabei wirkte sich auf Grund der Trägerhöhe die Zugkomponente am unteren Rand besonders deutlich aus und leitete beim Überschreiten der Zugfestigkeit des Materials die Rißbildung ein.

Bei den quadratischen Wänden verlief die Rißbildung anders. Diese Wände konnten zwar auch seitlich ausweichen, jedoch bildeten sich die Risse zunächst lotrecht aus, die dann aber unter einem Winkel von 45° weiterliefen. Hieran kann man erkennen, daß sich, ähnlich wie im Abschnitt 4.2.1 bei den langen Wänden beschrieben, Druckstreben ausgebildet hatten, die durch ein kontinuierliches Anpassen der Wand in den Auflagerbereichen an den durchgebogenen Träger ermöglicht wurden. Diese Tatsache bedeutet vor allem für Porengips durch seinen niedrigen E-Modul eine erhebliche Verformungsreserve.

Sowohl bei den langen als auch bei den quadratischen Wänden mit elastischem Randanschluß wurden Risse durch Lasten in der Größenordnung von 1 - 2 t/m ausgelöst. Daraus geht hervor, daß die Belastbarkeit der Wände durch einen elastischen Randanschluß nicht beeinflußt werden kann. Es bilden sich lediglich verschiedene Rißbilder in Abhängigkeit von der Wandlänge aus.

In den vorangegangenen beiden Abschnitten ist hauptsächlich der Einfluß der Randanschlüsse auf die schadenauslösende Rißlast und auf die Rißbilder beschrieben worden. Welchen Einfluß haben die Randanschlüsse auf die Bruchlast der Wände?

Bei den langen Wänden zeigte sich, daß Wände mit kraftschlüssigem Anschluß höhere Lasten aushielten als Wände mit elastischem Randanschluß. Bei kraftschlüssigem Anschluß vermag die Wand sich offenbar - infolge des größeren Reibungswiderstandes an den Seitenflächen - dem Einsturz länger zu entziehen.

Bei der quadratischen Wand mit kraftschlüssigem Randanschluß war keine Erhöhung der Bruchfestigkeit gegenüber Wänden mit elastischem Randanschluß festzustellen. Allerdings steht für diese Aussage nur ein Versuch mit kraftschlüssigem Randanschluß zur Verfügung.

4.3 Der Einfluß des Seitenverhältnisses

Um die Auswirkung des Wandformates berücksichtigen zu können, muß man - im Gegensatz zum vorher Gesagten - nicht von der Intensität der Rißlast, sondern von den durch sie erzeugten Zugspannungen ausgehen.

Von den errechneten Spannungen können die Zugspannungen bei den statisch bestimmt gelagerten Wänden zu weiteren Überlegungen herangezogen werden. Bei Wänden mit Durchlaufwirkung tritt jedoch im Stützenbereich eine starke Konzentration der Schubspannung τ_{xy} im unteren Wandteil ein. Der Wert für τ_{xy} wächst bis kurz vor dem unteren Rand an und fällt dann plötzlich auf den Wert Null ab. Es ist daher bei Wänden mit Durchlaufwirkung erforderlich, den Schubspannungen τ_{xy} im Stützenbereich besondere Beachtung zu schenken.

Im Falle des quadratischen Formates kann auf Grund des Seitenverhältnisses $H/L \approx 1,00$ nicht mehr von einer geradlinigen Spannungsverteilung ausgegangen werden. Der Spannungsverlauf nimmt vielmehr eine gekrümmte Form an (vergl. Bild 26). Dies führt am unteren Wandrand zu einer erhöhten Zugspannung. Die Berechnung der Spannungen erfolgte auf der Grundlage der "Scheibentheorie" mit Hilfe des Tabellenwerkes für wandartige Träger nach Theimer [10].

Im folgenden sind die aus der Rißlast errechneten Zugspannungen σ_u sowie die Schubspannungen τ_{xy} der Spaltzugfestigkeit und der Fugenfestigkeit der beiden Gipsarten gegenübergestellt.

Wand ^{+))}	Zugspannung im Feld σ_u	Schubspannung τ_{xy}	Spaltzug- festigkeit	Fugenfest- igkeit
	[kp/cm ²]			
II/1	(+ 1,90) ⁺⁺⁺⁾	(± 0,95)	6,88	9,21
II/2	+ 4,16	± 2,07		
III/1	+ 4,09	± 2,04	2,57	5,91
III/2	+ 6,30	± 3,15		
III/3 ⁺⁺⁾	+ 2,82	± 7,91		

+) Massivgips (II)
Porengips (III)

++) Wand mit Durchlaufwirkung

+++) vergl. Fußnote S. 47

Während bei den quadratischen Wänden - unabhängig von einem elastischen oder kraftschlüssigen Randanschluß - auf Grund des Seitenverhältnisses immer von einer gekrümmten Spannungsverteilung ausgegangen werden muß, gewinnt bei den langen Wänden ($H = 0,54 L$) zusätzlich zum Seitenverhältnis der seitliche Anschluß in bezug auf die Spannungsverteilung an Bedeutung.

Nach Theimer [10] gestattet das Seitenverhältnis H/L bis zu einem Grenzwert von $H = 0,8 L$ bei frei aufliegenden Einfeldträgern die Annahme der geradlinigen Spannungsverteilung nach Navier. Eine ähnliche Auffassung vertritt Pfeiffer in [11].

Anders dagegen liegen die Verhältnisse bei den langen Wänden mit kraftschlüssigem Randanschluß (Durchlaufwirkung). Bei der hier fehlenden Längsverschieblichkeit im Auflagerbereich kann die "reine Biegebalkenwirkung" nicht eintreten. Wegen der seit-

lichen Einspannung (kraftschlüssiger Anschluß kann die geradlinige Spannungsverteilung nur bis zu $H = 0,4 L$ erwartet werden [10], [11]. Hieraus ist ersichtlich, daß die Berechnung der Spannungen nach der "Scheibentheorie" bei Wänden mit Durchlaufwirkung bereits bei kleineren Seitenverhältnissen erforderlich wird. Deshalb sind im folgenden die Spannungen berechnet bei

a) elastischem Randanschluß nach Balkentheorie

Wand ⁺⁾	Zugspannung σ_u	Spaltzugfestigkeit	Fugenfestigkeit
	kp/cm ²		
II L/2; m	8,91	6,88	9,21
III L/1;m	4,64	2,57	5,91

+) Massivgips (II)
Porengips (III)

b) kraftschlüssigem Randanschluß (Durchlaufwirkung) nach der Scheibentheorie mit Hilfe von [10]

Wand ⁺⁾	Feld	Stütze		Schub	Spaltzugfestigkeit	Fugenfestigkeit
		Achse	Rand			
kp/cm ²						
II L/1;o	+3,13	-18,80	-10,40	± 8,45	6,88	9,21
III L/2;o	+3,79	-22,70	-12,50	±10,20	2,57	5,91

+) Massivgips (II)
Porengips (III)

Die Versuche ließen erkennen, daß das Seitenverhältnis der untersuchten Wände in Verbindung mit deren Randanschluß in erster Linie einen Einfluß auf die Verteilung der Spannungen ausübt. Als Folge davon zeigte sich, daß Rißbildungen dort auftraten, wo eine relativ große Spannung auf ein verhältnismäßig schwaches Material - oder eine Fuge - traf. Bei den statisch bestimmt gelagerten Wänden führten Zugspannungen am unteren Rand im Feld zur Rißbildung, hingegen leiteten bei den Wänden mit Durchlaufwirkung die Schubspannungen am unteren Rand im Stützenbereich die Rißbildungen ein.

Darüber hinaus war festzustellen, daß die nach Eintritt des ersten Risses sich ausbildende sekundäre Lastabtragung sowohl vom Format als auch von der Ausbildung des Seitenanschlusses beeinflusst wird und aus beiden Einflüssen Auswirkungen auf die Größe der Bruchlast zu erwarten sind. Vermochte sich nach Eintritt des ersten Risses eine Gewölbewirkung einzustellen (z.B. bei den langen Wänden mit kraftschlüssigem Randanschluß), so trat der Bruch durch Überschreiten der Druckfestigkeit des Gipsmaterials ein. Diese Bruchlastwerte lagen durchweg höher als bei Wänden mit elastischem Anschluß, bei denen sich zum Teil auch ein Stützgewölbe ausbilden konnte; jedoch entfiel der erhöhte Reibungswiderstand an den Flanken der Wände durch den elastischen Anschluß. Da Massivgips eine doppelt so hohe Druckfestigkeit wie Porengips aufweist, erreichten Wände aus Massivgips etwa doppelt so hohe Bruchlastwerte wie Wände aus Porengips.

4.4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Untersuchungen an Wänden aus Massiv- und Porengips haben gezeigt, daß die Tragfähigkeit der Wände bis zur Rißbildung von der Zugfestigkeit des Materials - hier ersatzweise durch die Spaltzugfestigkeit bzw. Fugenfestigkeit gegeben - bestimmt wird. Die Zugrundelegung der Spaltzugfestigkeit als zulässige Zugspannung kann mit den üblichen Bauhöhen der in der Praxis ausgeführten Wände begründet werden. Aus Diagramm 2 ist zu ersehen, daß der den "hohen" Zugzonen entsprechende relativ langsame Spannungsabfall nur Zugspannungen in der Größenordnung der Spaltzugfestigkeit erlaubt.

Darüber hinaus war erkennbar, daß das Seitenverhältnis in Verbindung mit den Randausbildungen die Verteilung der Zugspannungen beeinflusst.

Auch auf die Höhe der Bruchlasten wirkt sich das Seitenverhältnis aus. Bei den quadratischen Wänden mit geringer Stützweite erfolgte die Lastabtragung primär über Druckstreben in die Auflagerbereiche. Die Druckfestigkeit bestimmte damit bei diesen Wänden die Höhe der Bruchlast.

Dagegen wird bei den langen Wänden wegen der größeren Stützweite nur ein Teil der Last in die Auflagerbereiche geleitet, so daß deren Bruchverhalten ganz von der Ausbildung der sekundären Lastabtragung nach der Bildung des ersten Risses abhängt. Seitlich angeordnete elastische Wandstreifen beeinflussen die Art der Rißbildung und dadurch indirekt über die verschiedenen Lastabtragungen die Höhe der Bruchlast.

5. Konstruktive Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden

Die in Kapitel 2 beschriebenen Schadensfälle an Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten waren überwiegend die Folge unbeabsichtigter Belastungen durch angrenzende Tragglieder.

Um derartige Schäden zu verhindern, bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- a) Die Durchbiegung von angrenzenden Traggliedern zu vermeiden;
- b) die Anschlüsse zwischen Trennwand und Traggliedern unter Berücksichtigung der sich später einstellenden Durchbiegungen auszubilden;
- c) die Trennwände zur Aufnahme von unbeabsichtigten Belastungen tragfähig zu machen.

Im nachstehenden wird daher untersucht, welche konstruktiven Maßnahmen bei Tragwerk und Trennwänden erforderlich sind, um eine der erwähnten Möglichkeiten ausnutzen zu können.

5.1 Maßnahmen beim Tragwerk

Bei dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, daß es sich bei den tragenden Konstruktionen um das Material Stahlbeton handelt. Diese Vereinfachung ist sicherlich begründet, wenn man die häufige Anwendung von Stahlbeton-Deckenkonstruktionen im Stahlskelettbau berücksichtigt. Um Schäden an Trennwänden zu vermeiden, die sich aus sich durchbiegenden Stahlbeton-Bauteilen ergeben, muß zunächst ein sicherer Wert der tatsächlichen Durchbiegungen ermittelt werden. Eine gezielte Untersuchung von Mayer [15] ergab, daß die Größe der zu erwartenden Durchbiegung von vielen Parametern abhängt, wobei für die Richtigkeit solcher Berechnungen vor allem die wirklichkeitsnahe Wahl der Verformungskonstanten des Betons von größter Bedeutung ist. Es zeigte sich jedoch, daß bei einer entsprechend groß gewählten Sicherheitszahl bereits die einfachste Näherung $E_b \varphi = E_{b0} / (1 + \varphi)$ zur Erfassung der zeitabhängigen Kriechdeformationen brauchbare Ergebnisse liefert.

Die nach den heutigen Vorschriften erlaubten Durchbiegungen liegen jedoch in einer Größenordnung, die für die allgemein nicht tragfähigen Trennwände eine in jedem Falle auftretende

unbeabsichtigte Belastung bedeuten. Die im Rahmen dieser Arbeit angestellten Versuche an Wänden aus Gipsplatten zeigen, daß eine Beschädigung der Wände nur durch eine Beschränkung der Durchbiegungen von angrenzenden Tragelementen auf etwa 1/1000 hätte vermieden werden können.

Solche Beschränkungen sind jedoch für die Praxis nicht anwendbar. Die konstruktive Folge derartiger Bedingungen wäre eine außergewöhnlich unwirtschaftliche Konstruktionshöhe.

Bleibt man nun bei der heutigen Praxis, so müssen im Rahmen der wirtschaftlichen Durchführbarkeit folgende Grundprinzipien zur Verringerung von schädlichen Durchbiegungen berücksichtigt werden:

- a) Verwendung von durchbiegungs-unempfindlichen Konstruktionen, z.B. Kassetten-Decken, Rippendecken usw., an Stelle von dicken Massivplatten;
- b) Vermeidung von großen Stützweiten in Bauteilen, wo leichte Trennwände verwendet werden;
- c) zeitliche Verzögerung zwischen Fertigstellung von tragenden Bauteilen und Einbau leichter Trennwände;
- d) Trennwände möglichst senkrecht zur Spannrichtung der tragenden Konstruktion einbauen.

Da diese Maßnahmen nur in den wenigsten Fällen getroffen werden können, müssen, wie eingangs erwähnt, andere Wege gesucht werden, um die Rissefreiheit der Trennwände sicherzustellen.

5.2 Maßnahmen an der Trennwand

Die im Vorangegangenen aufgestellten Überlegungen zeigen, daß sich größere Durchbiegungen von Bauteilen nur kostenaufwendig vermeiden lassen. Daraus folgt, daß die Rissefreiheit von leichten Trennwänden aus Gips durch deren richtige konstruktivi-

ve Durchbildung erreicht werden muß. Dies bezieht sich nicht nur auf eine einwandfreie handwerkliche Ausführung, sondern auch auf eine richtige Ausbildung der Anschlüsse.

Da fast alle bekannten Baukonstruktions-Lehrbücher diese Probleme außer acht lassen, soll nachfolgend gezeigt werden, welche Möglichkeiten zur richtigen Ausbildung für Trennwände aus Gips-Wandbauplatten bestehen, um Rißschäden zu vermeiden. Zunächst sollen noch einmal die grundsätzlichen Konstruktionsmöglichkeiten aufgezeigt werden, wie leichte Trennwände an Decken, Wänden und Böden angeschlossen werden können.

Bei der Montage im Deckenbereich ist zu unterscheiden zwischen der Montage unter der Decke - vor bzw. nach dem Putzen der Decke - und der Montage bei abgehängter Decke. Wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte, kommt dabei dem kraftschlüssigen Anschluß im Deckenbereich besondere Bedeutung zu, weil durch ihn - unabhängig vom Putzauftrag auf der Unterseite der Decke - Kräfte infolge Durchbiegung der Rohdecke in die Wand eingeleitet werden, zu deren Aufnahme sie nicht geeignet ist. Daher ist es auch nicht erforderlich, den Anschluß unter einer abgehängten Decke in die Betrachtung einzubeziehen, da durch die abgehängte Decke wegen des üblicherweise hierfür verwendeten Konstruktionssystems keinerlei Kräfte übertragen werden können.

Stößt die Trennwand an den Seiten gegen angrenzende Bauteile, so ist es erforderlich, die Wand in einer Nut zu führen. Aber auch der "stumpfe Stoß" ist denkbar, sofern geeignete Maßnahmen ergriffen werden, die Wand vor dem Umstürzen zu sichern.

Unten kann die Trennwand entweder auf der Rohdecke, auf dem Estrich oder direkt auf dem Fußbodenbelag stehen. Diesem Anschluß kommt die gleiche Bedeutung zu wie dem Anschluß unter der Decke, sofern die erforderliche elastische Ausgleichsschicht in diesem Bereich angeordnet werden soll. Bild 33 gibt skizzenhaft und systematisch einen Überblick über die beschriebenen grundsätzlichen Möglichkeiten.

In diesem Zusammenhang soll noch einmal auf die Ausführungsvorschriften der DIN 4103 [1] hingewiesen werden, die für die Ausbildung der obersten Fuge folgenden Hinweis geben: "Die oberste Fuge zwischen Platte und Decke ist sorgfältig zu verkeilen und auszufüllen." Nach den bisher gewonnenen Erkenntnissen muß eine Ausführung in dieser Art bei Durchbiegung von Tragwerksteilen zu Schäden führen und ist daher nicht zu empfehlen.

Eine ähnliche Montageanleitung gibt Pollack[16] in der Zeitschrift "Deutsche Architektur": "Nach Montage ... werden die Fugen an der Decke an den Wandanschlüssen und an den Plattenstößen mit Gipsmörtel ausgeworfen und verspachtelt." Auch hier muß mit Schäden gerechnet werden.

Auch Volkart [17] und der Bundesverband der Gips- und Gipsbauplatten-Industrie, Darmstadt [18], geben Aufbau-Anleitungen dieser Art, um den Bestimmungen der DIN 4103 gerecht zu werden.

Volkart [17] zeigt in verschiedenen Skizzen Anschlüsse von Gips-Trennwänden an Decke, Wand und Fußboden und schreibt: "Die oberste Plattenreihe sollte etwa 2 - 3 cm Abstand von der Unterfläche der Decke haben, sie ist gegebenenfalls vorher entsprechend zuzuschneiden und an der Oberkante leicht abzuschrägen. Abschließend wird die Anschlußfuge gegen die Decke mit Gips ausgedrückt und verspachtelt."

Die vorstehenden, aus der Literatur zitierten Maßnahmen müssen auf Grund der vorangegangenen Überlegungen zwangsläufig zu Schäden führen und können daher nicht empfohlen werden.

Im Gegenteil zu den zitierten Empfehlungen sollte möglichst zwischen Wandscheibe und angrenzenden Traggliedern auf jeden Fall ein entsprechend großer Sicherheitsabstand eingehalten werden; dabei kann selbstverständlich die Gebrauchsfähigkeit der Wand nicht beeinträchtigt werden, d.h. es muß gleichzeitig für ihre notwendige Steifigkeit senkrecht zu ihrer Ebene gesorgt werden.

Hierbei ist die Ausbildung des oberen Wandanschlusses von besonderer Wichtigkeit, da die Seitenanschlüsse nur bei außergewöhnlich hohen Bauwerken, bei denen durch Temperatur- und Windbeanspruchungen größere seitliche Deformationen auftreten können, von Bedeutung sind.

Um die Fuge beim oberen Anschluß dimensionieren zu können, müssen die auftretenden Durchbiegungen bekannt sein. Hierbei sind die Kriechverformungen in jedem Falle zu berücksichtigen. Die nach vereinfachtem Verfahren errechneten Durchbiegungswerte sind sinngemäß mit einem Sicherheitszuschlag zu erhöhen. Dabei kann ein solcher Sicherheitsbeiwert relativ klein gehalten werden, wenn man den Wänden im Sicherheitsbereich gewisse Tragfähigkeit zumutet. Auf der Grundlage der Spaltzugfestigkeit und der Wandabmessungen kann ein Rißmoment ermittelt werden, das Schlüsse auf die voraussichtliche Tragfähigkeit der Wände zuläßt. Dennoch empfiehlt es sich nicht, dieses Rißmoment direkt auszunutzen, sondern dadurch die notwendige Sicherheit gegen die rechnerisch ermittelten Durchbiegungen zu erhöhen.

Es muß außerdem berücksichtigt werden, aus welchen Gips-Wandbauplatten die Wand errichtet wird. Die im Rahmen dieser Arbeit wiedergegebenen Versuchsergebnisse zeigen, daß Wände aus Porengips trotz niedriger Zugfestigkeit, bedingt durch ihr günstigeres Verformungsverhalten, besser in der Lage sind, größeren Deformationen rissefrei zu widerstehen. Auf diese Tatsache muß deshalb besonders hingewiesen werden, weil im Rahmen der durchgeführten Versuche die Lasteintragung durch eine Belastungseinrichtung und nicht, wie in Wirklichkeit, durch Durchbiegungen von angrenzenden Bauteilen erfolgte.

Sofern die Wand nicht in seitlichen Nuten geführt wird und damit vor dem Umstürzen bewahrt bleibt, ist es notwendig, der Wand im oberen Bereich einen zusätzlichen Halt zu geben. Hierzu könnten 2 \square -Profile aus Kunststoff oder Blech dienen, deren oberes an der tragenden Konstruktion befestigt ist und deren unteres die obere Plattenreihe der Wand einfaßt. Zwischen beiden Profilen müßte sich der elastische Randstreifen befinden

(Bild 27). Weitere konstruktive Lösungsmöglichkeiten dieses Anschlusses sind in Bild 28 dargestellt.

Interessante aber auch aufwendige Beispiele zur Lösung dieser Anschlüsse werden in der Veröffentlichung der United States Gypsum Company [5] gegeben (Bild 30 und 31).

Darüber hinaus macht Mayer [4] den Vorschlag, die Trennwand über Zugstangen an die obere Deckenkonstruktion anzuhängen. Die Trennwand würde in diesem Fall auf einem unteren [-Profil stehen, das seinerseits an den Zugstangen befestigt ist. Auf diese Weise ergibt sich die erforderliche elastische Ausgleichsschicht zwischen Unterkante Wand und dem Fußboden. Bei dieser Konstruktion könnte die Wand direkt an die Decke stoßen und dort fest vermörtelt werden. Die unten verbleibende sichtbare Fuge mit der elastischen Ausgleichsschicht könnte durch die Anbringung von Fußleisten verdeckt werden. In Bild 29 zeigt der Verfasser einen baupraktischen Vorschlag für die Ausbildung dieses Fußpunktes.

Den Einbau von Trennwänden in selbsttragende Stahlrahmen zur Vermeidung von Rißbildungen beschreibt ebenfalls Mayer [4]. Diese Möglichkeit bestünde auch für Gipswände, jedoch erscheint der wirtschaftliche Aufwand nicht vertretbar.

Überlegungen, daß Trennwände der Deckenverformung schadensfrei folgen können müßten, finden sich bei Mayer [4] und bei Dahms [19]. Das würde bedeuten, daß die Wand in einzelne vertikale, mit Fugen versehene Streifen aufgeteilt werden müßte. Die Fugen könnten durch geeignete Kunststoffprofile oder Leisten verdeckt werden.

Auf die Schwierigkeit beim Transport großformatiger Plattenstreifen geht Dahms [19] näher ein. Er berichtet, daß geschoßhohe Plattenstreifen als Verbundbauplatten mit einer beidseitigen Glasvliesbewehrung entwickelt worden sind. Bei diesen Platten handelt es sich um 7 cm dickes Porengipsmaterial, das in 3 Schichten aufgebaut ist: außen jeweils eine 7 mm dicke Beplankung aus Massivgips, bewehrt mit Glasvliesstreifen; der

Kern aus 56 mm dickem Porengips.

Leider ist in [19] über das Verhalten derartiger Trennwände im Bauwerk nicht berichtet worden.

Um zu zeigen, bis zu welchen Spannweiten L die Spaltzugfestigkeit von Massiv- und Porengips ausreicht, ein eventuelles "Wegkriechen" der unteren Stahlbetonkonstruktion zu Überbrücken, sind auf der Grundlage von Versuchsergebnissen dieser Arbeit zwei Kurven für lange Wände als Beispiel im Diagramm 3 aufgetragen. Sie zeigen, daß unter Eigengewicht relativ große Spannweiten zu überbrücken sind, jedoch mit zunehmender Last diese Stützweiten sehr schnell abnehmen.

5.3 Erhöhung der Tragfähigkeit der Trennwände

In den bisherigen Untersuchungen wurde davon ausgegangen, daß die Trennwände selbst nicht tragfähig und vor schädlichen Durchbiegungen unbedingt zu schützen sind. Es wäre jedoch denkbar, Trennwände von schädlichen Wirkungen der sich durchbiegenden Bauteile in der Weise unabhängig zu machen, indem man die Tragfähigkeit dieser Wände erhöht.

Die Aufnahme von Zugspannungen im unteren Wandbereich durch Bewehrungseinlage in der horizontalen Fuge über der ersten unteren Plattenreihe bietet sich hierfür als einfachste Möglichkeit an. Ein Vorschlag dieser Art findet sich auch bei Mayer [4]. Da Mayer jedoch von Ziegelmauerwerk ausgeht und damit die Möglichkeit eingeräumt wird, die Bewehrung in geringem Abstand über dem Boden anzuordnen, bei Gipsplatten die Bewehrung jedoch nicht tiefer als in Höhe der ersten Plattenreihe 50 cm über dem Erdboden eingebaut werden kann, scheint im Falle der Gips-Trennwände diese Möglichkeit wenig Aussicht auf Erhöhung der Zugfestigkeit im gefährdeten Bereich, unmittelbar über der Bodenfuge zu haben.

Einen größeren Erfolg dagegen verspricht der Einbau eines schmalen Spannbetonbalkens in geringer Bauhöhe direkt über

dem Boden, auf den die Gipswand dann aufgesetzt wird. Bei dieser Lösung bestünde das Problem hauptsächlich darin, einen einwandfreien Verbund zwischen den Gipsplatten und dem Spannbetonbalken herzustellen. Bild 32 zeigt einen Vorschlag zu dieser Konstruktion.

6. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Fragen der Rißsicherheit von leichten Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten untersucht.

Über Schäden an Gipswänden in Bauwerken wurde an Hand vorliegender Literatur und zahlreicher Besichtigungen des Verfassers berichtet. Hierbei zeigte sich, daß die Schäden an den Trennwand-Konstruktionen in jedem Falle durch unbeabsichtigte Belastungen hervorgerufen wurden. Auf Grund dieser Feststellung wurden zwei Wege verfolgt, um künftig die Rißfreiheit von Gipswänden sicherstellen zu können.

Als erstes wurde in einer Versuchsserie durch Belastungsversuche an Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten zweier handelsüblicher Gipsarten (Massiv- und Porengips) geklärt, wie groß die Last beim Auftreten von Rißschäden ist und welche Bruchreserven vorhanden sind. An Hand dieser Untersuchungen konnte einwandfrei festgestellt werden, daß Gipswände schon bei geringen Lastintensitäten reißen. Demgegenüber besitzen sie jedoch eine relativ hohe Bruchsicherheit. Die Versuchsergebnisse weisen auf die Notwendigkeit hin, die Wände zur Rissesicherung von Belastungen freizuhalten.

Deshalb wurden weiter verschiedene Möglichkeiten untersucht, die es gestatten, Trennwände vor Belastungen durch angrenzende durchgebogene Konstruktionselemente zu schützen. Dies kann entweder durch steifere Ausbildung der tragenden Bauteile oder

durch eine entsprechende Konstruktion der Anschlußfuge, die selbst im Falle größerer Durchbiegungen einen ausreichenden Sicherheitsabstand zwischen tragenden Bauteilen und nicht-tragenden Trennwänden gewährleistet, erreicht werden. Die erste Möglichkeit - steifere Ausbildung von angrenzenden Bauteilen - erwies sich wegen der dann notwendigen Beschränkung der Durchbiegung auf $1/1000$ der Stützweite und der damit verbundenen Konstruktionsdicke als wirtschaftlich nicht vertretbar.

Eine praxisnahe und vernünftige wirtschaftliche Lösung des Problems läßt sich jedoch durch die konstruktive richtige Ausbildung der Randanschlüsse erreichen.

Keinesfalls sollten die Konstruktionshinweise in DIN 4103 [1] für die Ausbildung dieser Fugen herangezogen werden. Auf Grund der Ergebnisse dieser Arbeit empfiehlt sich eine Überprüfung des entsprechenden Abschnittes der DIN.

Die Einhaltung eines entsprechend großen Sicherheitsabstandes zu den angrenzenden Traggliedern ist besonders wichtig. Die dadurch entstehende Anschlußfuge soll mit einem elastischen Material geschlossen werden. Diese Fuge kann sich entweder am oberen oder unteren Wandrand befinden.

Um die Standsicherheit der Wände zu gewährleisten, ist es darüber hinaus notwendig, diese in besonderen Profilen zu führen, zwischen denen z.B. das elastische Material angeordnet werden kann. Durch diese Maßnahmen lassen sich Belastungen und daraus resultierende Rißbildungen weitgehend vermeiden.

Abschließend wurden Überlegungen zur Erhöhung der Tragfähigkeit von Gips-Trennwänden angestellt. Möglichkeiten hierzu scheinen sowohl durch eine schlaaffe Bewehrung der Wände im unteren Plattenbereich als auch durch einen unter der letzten Plattenreihe angeordneten Spannbetonbalken gegeben zu sein. Dadurch werden jedoch neue Fragen, wie Haftung, Korrosion usw., aufgeworfen, die bislang in Verbindung mit Gips-Bauteilen noch nicht eingehend studiert worden sind. Sie können lediglich an Hand weiterer Versuche beantwortet werden.

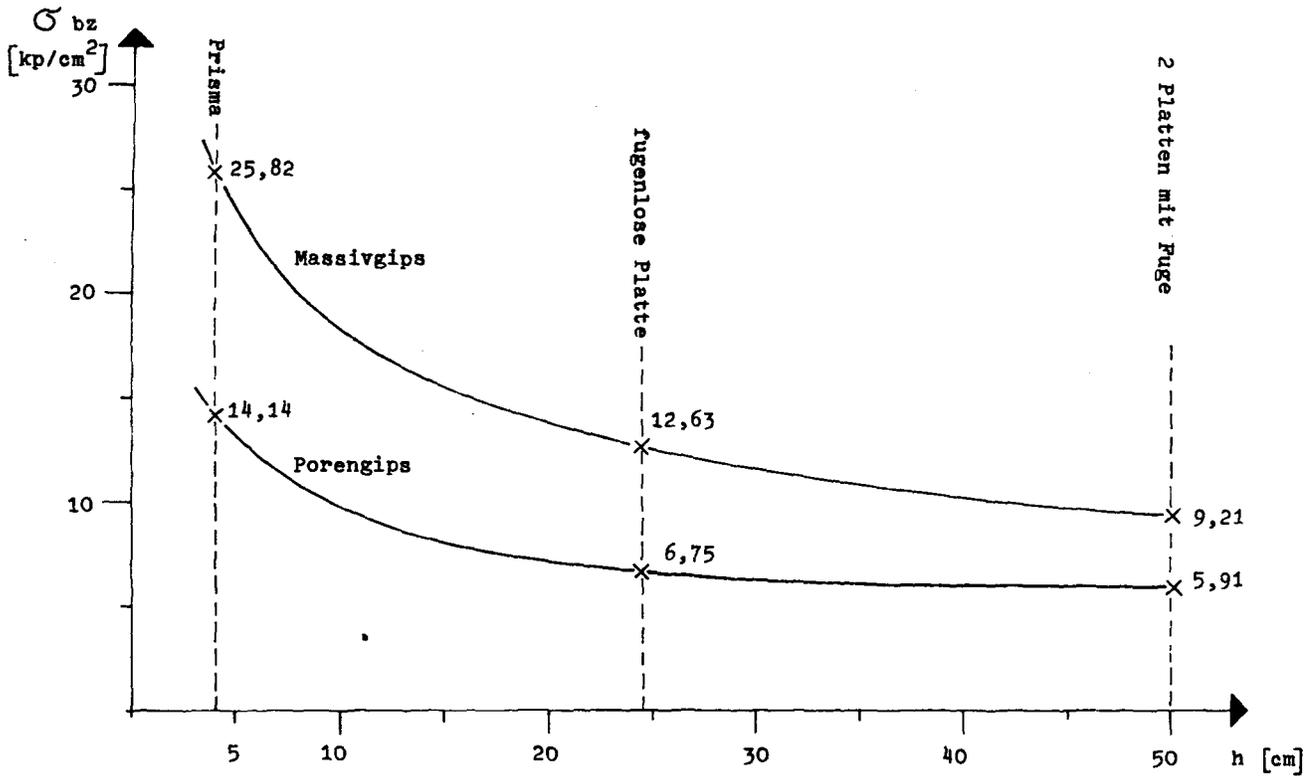


Diagramm 1: Biegezugfestigkeiten von Massiv- und Porengips in Abhängigkeit von der Prüfkörperhöhe

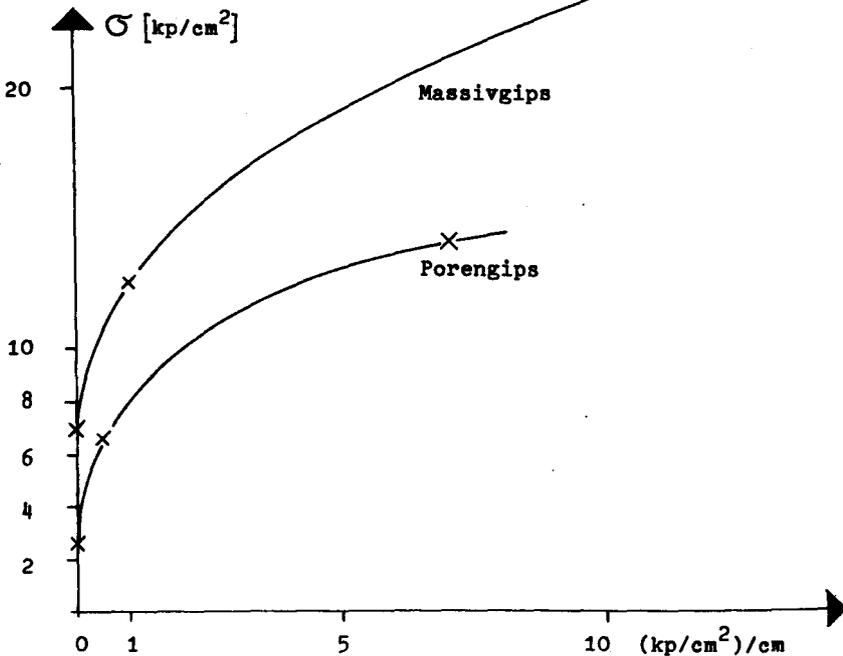
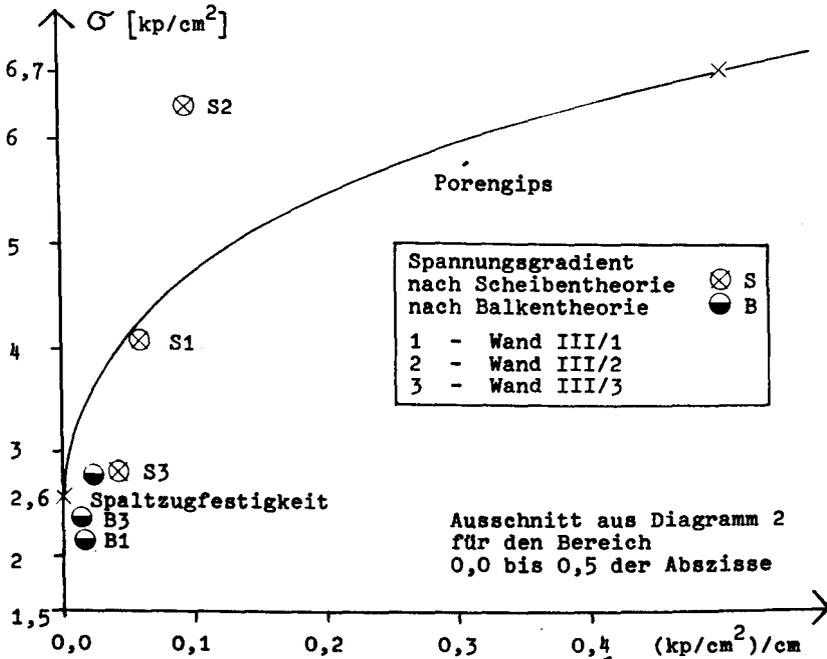


Diagramm 2 Spannungsgradienten von Massiv- und Porengips

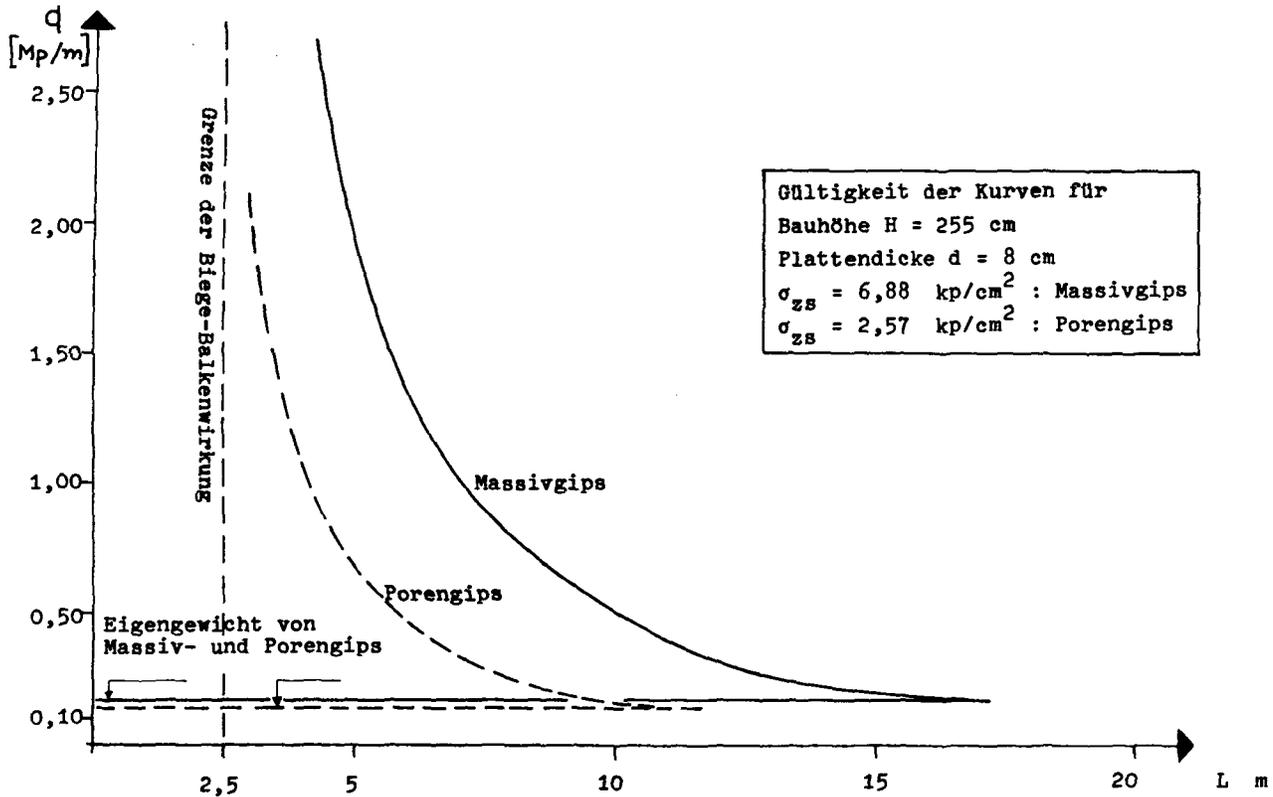


Diagramm 3: Beziehungen zwischen der freien Spannweite L und der Belastbarkeit von Massiv- und Porengipswänden bei Biege-Balkenwirkung, gegebenen Querschnittsabmessungen und Spaltzugfestigkeiten

P O R E N G I P S

Prüf- körper Nr.	Breite B [mm]	Länge L [mm]	Fläche F ₂ [mm ²]	Bruchlast P [kp]	σ_D [kp/cm ²]
1	40,2	62,5	2500	720	28,80
2	40,2	62,5	2500	775	31,00
3	40,2	62,5	2500	620	24,80
4	40,2	62,5	2500	675	27,00
5	40,2	62,5	2500	620	24,80
6	40,2	62,5	2500	595	23,80

Mittelwert: 26,70

M A S S I V G I P S

Prüf- körper Nr.	Breite B [mm]	Länge L [mm]	Fläche F ₂ [mm ²]	Bruchlast P [kp]	σ_D [kp/cm ²]
1	39,3	62,5	2456	1340	54,56
2	40,0	62,5	2500	1515	61,69
3	39,9	62,5	2494	1305	52,20
4	39,3	62,5	2456	1505	60,20
5	40,0	62,5	2500	1305	52,33
6	39,9	62,5	2494	1470	58,94

Mittelwert: 56,65

Tafel 1: Druckfestigkeit (DIN 1168 und DIN 1164)
an Prismenhälften 40 x 40 x 62,5 mm

P O R E N G I P S

Prüf- körper Nr.	Länge L [mm]	Breite B [mm]	Höhe H [mm]	lufttrocken G [kp]	trocken 1. Wäg. G [kp]	trocken 2. Wäg. G [kp]	Feuchtigkeits- gehalt [%]
1	76,1	80,7	80,3	0,334	0,334	0,334	0
2	78,0	80,4	80,3	0,347	0,347	0,347	0
3	76,0	81,2	80,5	0,328	0,328	0,328	0
4	78,0	81,0	80,4	0,339	0,339	0,339	0

Die Prüfkörper zeigten bei Trocknung auf +40° C keinen Gewichtsunterschied gegenüber dem lufttrockenen Zustand, der Feuchtigkeitsgehalt der Prüfkörper betrug demnach 0 %

M A S S I V G I P S

Prüf- körper Nr.	Länge L [mm]	Breite B [mm]	Höhe H [mm]	lufttrocken G [kp]	trocken 1. Wäg. G [kp]	trocken 2. Wäg. G [kp]	Feuchtigkeits- gehalt [%]
1	77,4	79,7	80,0	0,445	0,445	0,445	0
2	79,3	80,0	80,0	0,459	0,459	0,459	0
3	78,6	79,7	79,9	0,453	0,453	0,453	0

Die Prüfkörper zeigten bei Trocknung auf +40° C keinen Gewichtsunterschied gegenüber dem lufttrockenen Zustand, der Feuchtigkeitsgehalt der Prüfkörper betrug demnach 0 %

Tafel 2: Prüfung des Feuchtigkeitsgehaltes an Probewürfeln in lufttrockenem Zustand (DIN 1168 und DIN 18 163)

P O R E N G I P S

Prüf- körper Nr.	Länge L [mm]	Breite B [mm]	Höhe H [mm]	Bruchlast P [kp]	σ_{BZ} [kp/cm ²]
1	159,2	40,2	40,2	64,4	14,87
2	159,2	40,1	40,2	59,7	13,82
3	159,2	39,9	40,1	58,7	13,72

Mittel 14,14

M A S S I V G I P S

Prüf- körper Nr.	Länge L [mm]	Breite B [mm]	Höhe H [mm]	Bruchlast P [kp]	σ_{BZ} [kp/cm ²]
1	159,4	39,4	39,3	107,5	26,50
2	159,4	40,4	40,0	105,7	24,53
3	159,4	39,0	39,9	109,4	26,43

Mittel 25,82

Tafel 3: Biegezugfestigkeit (DIN 1168 und DIN 1164)
an Prismen 160 x 40 x 40 mm

Richtung der Druckbelastung zur Einfüllrichtung (Plattenherstellung)	Prüfkörper Nr.	Bruchlast P [kp]	a [cm]	Abmessungen a (Mittel) [cm]	a ² [cm ²]	Spaltzugfestigkeit σ_{zs} [kp/cm ²]
senkrecht	1	655	7,99 7,95 8,02	7,98	64	6,55
	2	726	7,92 7,98 8,01	7,97	64	7,26
	3	665	7,95 8,00 7,98	7,97	64	6,65
	4	662	7,95 7,95 8,01	7,97	64	6,62
	5	730	7,96 7,95 8,00	7,97	64	7,30

Mittelwert: 6,88

parallel	1	792	8,03 7,99 7,97	7,99	64	7,92
	2	700	7,96 8,00 7,99	7,98	64	7,00
	3	770	7,97 8,00 7,95	7,97	64	7,70
	4	750	7,95 7,99 7,96	7,96	64	7,50
	5	680	8,00 8,01 7,99	8,00	64	6,80

Mittelwert: 7,38

Tafel 4: Spaltzugfestigkeit an Probewürfeln aus Massivgips

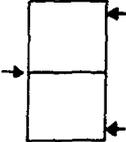
Prüf- körper Nr.	Bruchlast P [kp]	Abmessungen			Spaltzug- festigkeit σ_{zs} [kp/cm ²]
		a [cm]	a(Mittel) [cm]	a ² [cm ²]	
1	302	7,95	7,90	64	3,02
		7,94			
		8,08			
2	274	7,85	7,94	63	2,78
		7,90			
		8,06			
3	278	7,99	8,00	64	2,78
		7,93			
		8,10			
4	279	7,90	8,00	64	2,79
		8,01			
		8,09			
5	270	7,91	7,92	63	2,74
		7,81			
		8,06			
6	260	7,95	7,98	64	2,11
		7,92			
		8,06			
7	305	7,86	7,95	63	2,52
		7,94			
		8,06			
8	281	8,00	8,00	64	2,28
		7,93			
		8,07			
9	283	7,97	7,98	64	2,30
		7,90			
		8,07			
10	289	7,93	7,93	63	2,38
		7,90			
		8,06			

Mittelwert: 2,57

Tafel 5: Spaltzugfestigkeit an Probewürfeln aus Porengips

<u>MASSIVGIPS</u>		<u>PORENGIPS</u>	
Prüfkörper Nr.	E-Modul [kp/cm ²]	Prüfkörper Nr.	E-Modul [kp/cm ²]
II 0/1	36.709	III 0/1	21.624
S/1	38.070	S/1	23.505
U/1	39.661	U/1	24.798
II 0/2	39.654	III 0/2	20.451
S/2	35.565	S/2	24.052
U/2	41.819	U/2	20.613
II 0/3	45.990	III 0/3	zerbrochen
S/3	36.729	S/3	23.325
U/3	35.334	U/3	22.079
Mittelwert	39.003	Mittelwert	22.579

Tafel 6: Zusammenstellung der Ergebnisse der E-Modul-Messungen an verschiedenen Prüfkörpern bei Massiv- und Porengips

Gruppe	Bezeichnung ⁺)	Lastangriff	Bruchlast [kp]	$M = \frac{P \cdot l}{4}$ [kpcm]	Widerstandsmoment W [cm ³]	σ_{BZ} [kp/cm ²]
	II _I	in Fuge	1225	30.625	3333,33	9,18
	II _{II}		1415	35.375		10,62
	II ₁	5 cm neben der Fuge	1160	29.000		8,70
	II ₂		1320	33.000		9,90
	II ₃		1020	25.500		7,65
	Mittelwert:					9,21
	III _I	in Fuge	890	22.250	3333,33	6,70
	III _{II}		810	20.250		6,10
	III ₁	5 cm neben der Fuge	730	18.250		5,49
	III ₂		860	21.500		6,45
III ₃	645		16.125	4,83		
Mittelwert:						5,91

⁺) Massivgips (II)
Porengips (III)

Tafel 7: Zusammenstellung der errechneten Biegezugspannungen aus Bruchversuchen an Probekörpern mit Fuge aus Massiv- und Porengips

Gipsart	Probenzahl	2		3	
		Last auf Fuge		Last neben Fuge	
		Bruch		Bruch	
		in Fuge	neben Fuge	in Fuge	neben Fuge
Massivgips	5	2x	-	2x	1x
Porengips	5	2x	-	3x	-

Tafel 8: Übersicht über die Bruchstellen bei Versuchen an Massiv- und Porengipsplatten mit Fuge

Bezeichnung		Bruchlast [kp]	$M = \frac{P \cdot l}{4}$ [kpcm]	Widerstandsmoment, W [cm ³]	σ_{BZ} [kp/cm ²]
II ₁ ^{+))}	Lastangriff in 1/2	620,0	9.300	800,33	11,60
II ₂		790,0	11.850		14,82
II ₃		642,5	9.640		12,06
II ₄		595,0	8.930		11,16
II ₅		726,0	10.900		13,62
II ₆		706,0	10.600		13,26
II ₇		620,0	9.300		11,64
II ₈		687,5	10.300		12,87

Mittelwert: 12,63

^{+))} Massivgips

Tafel 9: Zusammenstellung der errechneten Biegezugspannungen aus Bruchversuchen an Probekörpern ohne Fuge aus Massivgips

Bezeichnung		Bruchlast [kp]	$M = \frac{P \cdot l}{4}$ [kpcm]	Widerstandsmoment W [cm ³]	σ_{BZ} [kp/cm ²]
III ₁ ^{+))}	Lastangriff in 1/2	378	5670	800,33	7,10
III ₂		386	5790		7,23
III ₃		352	5280		6,60
III ₄		304	4560		5,70
III ₅		335	5020		6,27
III ₆		-	-		zerbrochen
III ₇		383	5750		7,17
III ₈		385	5770		7,20

Mittelwert: 6,75

^{+))}Porengips

Tafel 10: Zusammenstellung der errechneten Biegezugspannungen aus Bruchversuchen an Probekörpern ohne Fuge aus Porengips

Spalte		1	2	3	4	5	6	
Gruppe	Bezeichnung	Eigen- gewicht [Mp/m]	Halteein- richtung und Last- verteiler aus 120 u. IPB 120 [Mp/m]	hydraulisch aufgebrachte Last bis zum 1. Riß [Mp/m]	Rißlast (Sp.1+2+3) [Mp/m]	hydraulisch aufgebrachte Last bis zum Bruch [Mp/m]	Gesamtlast (Sp.1+2+5) [Mp/m]	
quadratische Wände	Massivgips	II/1	0,170	0,040	0,740	0,950	17,840	18,050
		II/2	0,170	0,040	1,860	2,070	17,840	18,050
	Porengips	III/1	0,143	0,040	1,860	2,043	13,380	13,563
		III/2	0,143	0,040	2,970	3,153	8,920	9,103
		III/3	0,143	0,040	2,080	2,263	7,430	7,613

Tafel 11: Zusammenstellung der Belastungen bei quadratischen Wänden

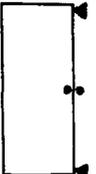
Spalte		1	2	3	4	5	6
Gruppe	Bezeichnung	Eigen- gewicht [Mp/m]	Halteein- richtung und Last- verteiler aus 120 u. IPB 120 [Mp/m]	hydraulisch aufgebrachte Last bis zum 1. Riß [Mp/m]	Rißlast (Sp.1+2+3) [Mp/m]	hydraulisch aufgebrachte Last bis zum Bruch [Mp/m]	Gesamtlast (Sp.1+2+5) [Mp/m]
lange Wände	Massivgips						
	II L/1,0	0,170	0,053	1,710	1,933	15,350	15,573
	II L/2,m	0,170	0,053	2,640	2,863	8,870	9,093
	Porengips						
	III L/2,0	0,143	0,053	2,130	2,326	7,930	8,126
	III L/1,m	0,143	0,053	1,280	1,476	6,520	6,716

Tafel 12: Zusammenstellung der Belastungen bei langen Wänden

Gruppe	Bezeichnung ⁺)	Riß- last $\left[\frac{Mp}{m} \right]$	Durchbiegungszuwachs	
			Wandrand unten f [mm]	Stahlprofil unten f [mm]
	II/1	0,950	-	-
	II/2	2,070	1,30	0,00
	III/1	2,043	2,45	- 0,05
	III/2	3,153	2,29	- 0,15
	III/3	2,263	3,39	- 0,25

⁺) Massivgips (II)
Porengips (III)

Tafel 13: Durchbiegungen der quadratischen Wände unter Rißlast

Gruppe	Bezeichnung ⁺)	Rißlast [$\frac{Mp}{m}$]	Durchbiegungszuwachs	
			Wandrand unten f [mm]	Stahlprofil unten f [mm]
	II L/1;o	1,933	2,00	- 0,02
	II L/2;m	2,863	5,44	0,01
	III L/2;o	2,326	2,46	- 0,08
	III L/1;m	1,476	5,90	0,01

⁺) Massivgips (II)
Porengips (III)

Tafel 14: Durchbiegungen der langen Wände unter Rißlast

Gruppe	Bezeichnung ⁺⁺)	Rißlast [Mp/m]	Spannungen nach						1. Riß in einer Fuge	Rißbild	Bruchlast P [Mp/m]	Durchbiegungszuwachs f [mm]
			Balkentheorie Stütze		Scheibentheorie Stütze		Schub					
			Feld	Stütze	Feld	Achse	Rand					
			[kp/cm ²]									
lange Wand H/L = 255/469 cm $\beta = \frac{H}{L} = 1,84$	II L/1 ⁺)	1,93	+4,11	-4,11	+3,13	-18,80	-10,40	±8,45	ja		15,57	2,00
	II L/2	2,86	+8,91	—	+12,15	—	—	±3,57	ja		9,09	5,44
	III L/2 ⁺)	2,33	+4,94	-4,94	+3,79	-22,70	-12,50	±10,20	ja		8,12	2,46
	III L/1	1,48	+4,64	—	+6,30	—	—	±1,11	ja		6,71	5,90
	II/1	0,95	+0,89	—	+1,90	—	—	±0,95	nein		18,05	—
quadratische Wand H/L = 255/269 cm $\beta = \frac{H}{L} = 1,05$	II/2	2,07	+1,95	—	+4,16	—	—	±2,07	ja		18,05	1,30
	III/1	2,04	+1,91	—	+4,09	—	—	±2,04	ja		13,56	2,45
	III/2	3,15	+2,95	—	+6,30	—	—	±3,15	ja		9,10	2,29
	III/3 ⁺)	2,26	+1,41	-1,41	+2,82	-25,90	-11,59	±7,91	ja		7,61	3,39

⁺) Wände mit Durchlaufwirkung

⁺⁺) Massivgips (II)
Porengips (III)

Tafel 15: Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Wandversuchen

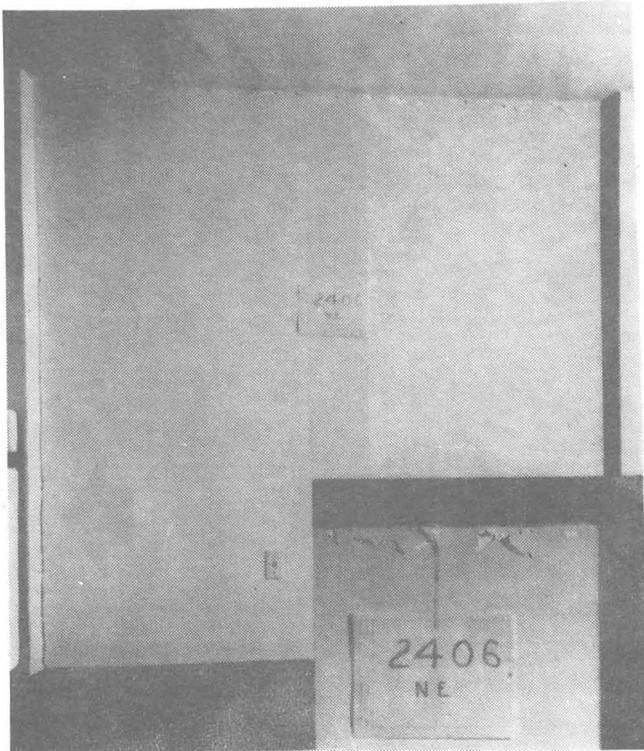


Bild 1 Rißtyp A an Wänden in amerikanischen Hochhäusern, hervorgerufen durch Übertragung von Längenänderungen des äußeren Tragwerks auf die innere Konstruktion infolge Wärme-
dehnung [5]

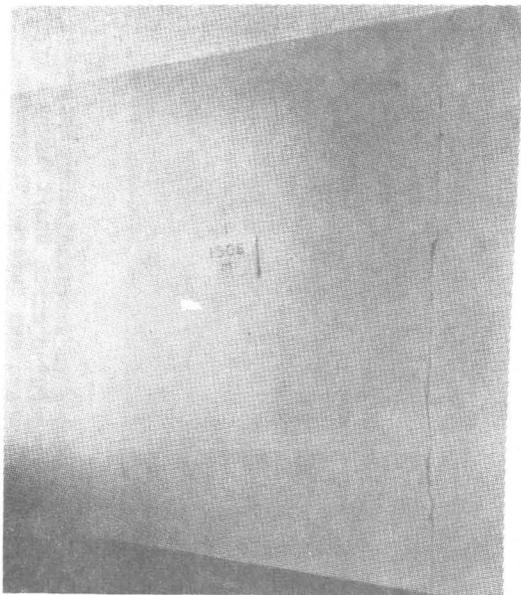


Bild 2



Bild 3

Bild 2 und 3 Rißtyp B an Gips-Wänden in USA durch Lastein-
tragung infolge Durchbiegung der Decken [5]

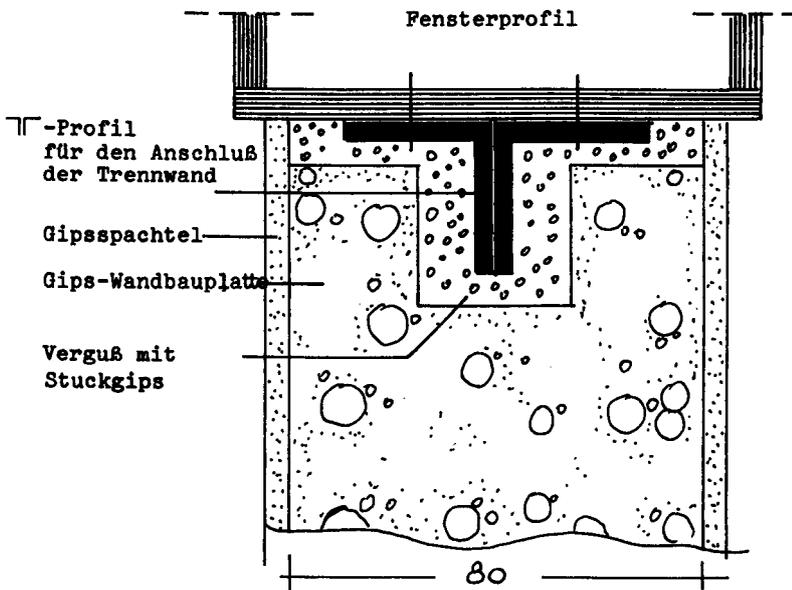
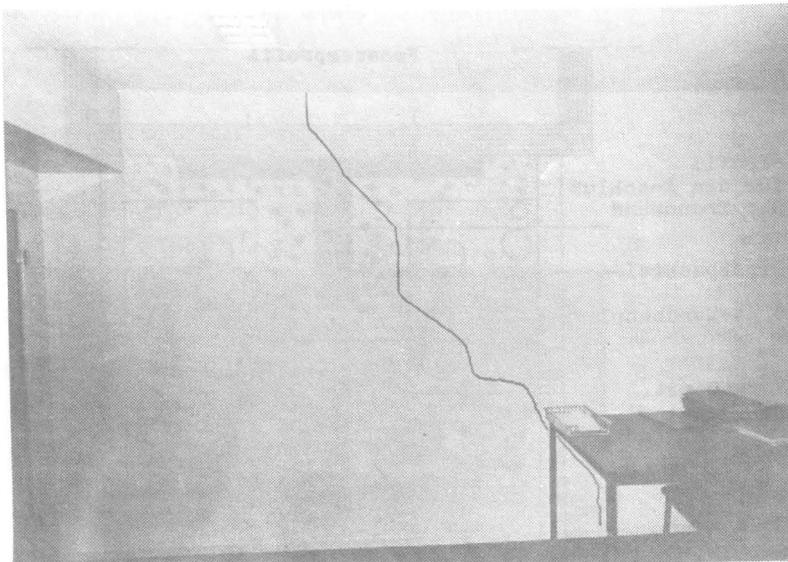
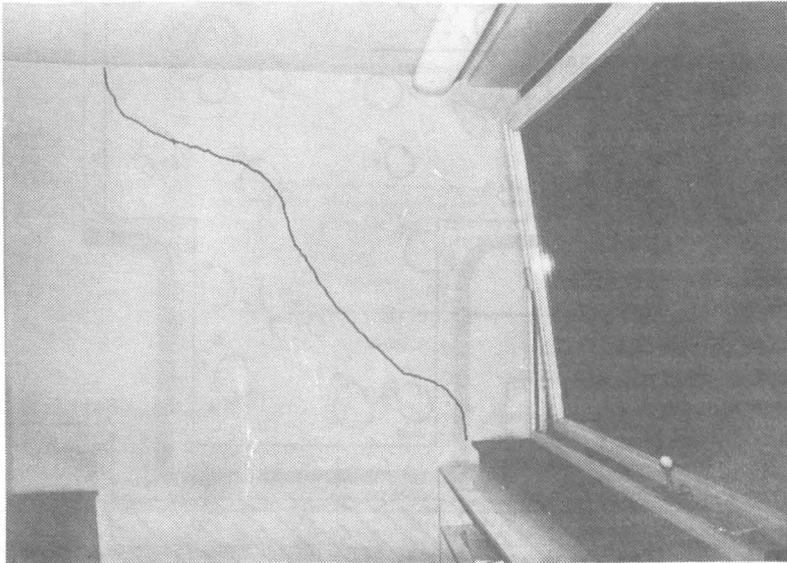


Bild 4 Ausbildung der Befestigung der Trennwand an vertikalen Fensterprofilen aus Stahl



**Bild 5 Trennwandrisse in einem 13-geschossigen
Stahlskelett-Bauwerk**



**Bild 6 Trennwandrisse in einem 8-geschossigen
Stahlbeton-Skelettbau**

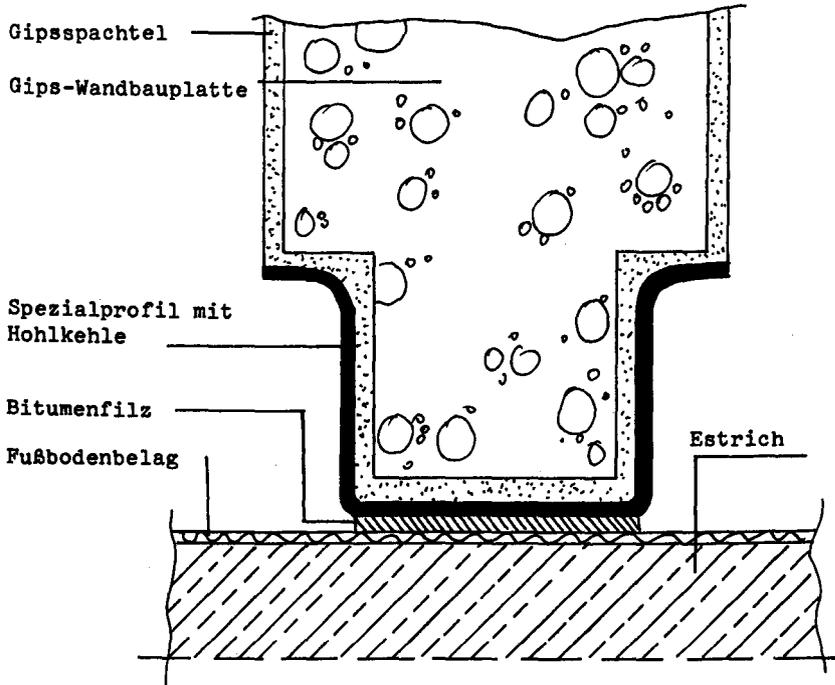
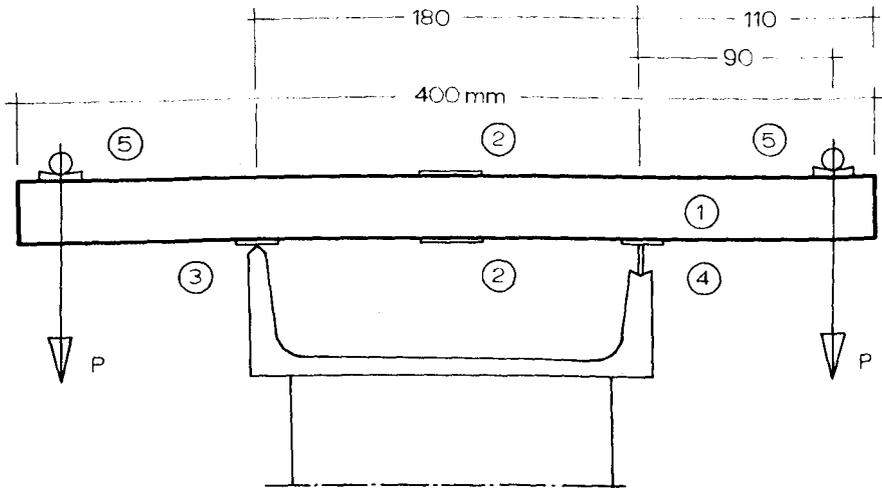
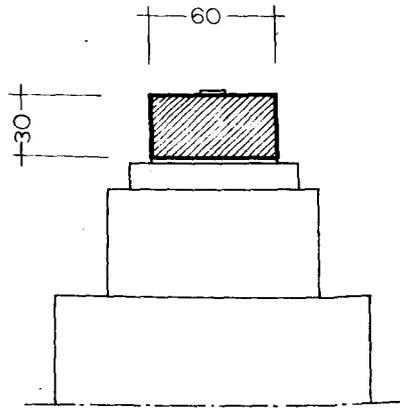


Bild 7 Ausbildung des Fußpunktes einer Trennwand mit einem Sonderprofil



ANSICHT

- ① GIPSPRISMA
- ② DEHNMESSTREIFEN
- ③ FESTES AUFLAGER
- ④ BEWEGLICHES AUFLAGER
- ⑤ LASTEINTRAGUNG AN DEN KRAGARMEN



SCHNITT

Bild 8 Versuchsanordnung zur Bestimmung des Elastizitäts-Moduls

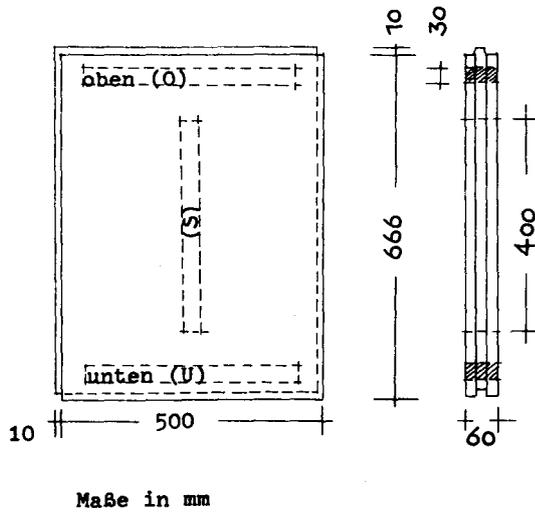


Bild 9 Übersicht der Entnahmestellen von Prismen für die E-Modul-Untersuchungen

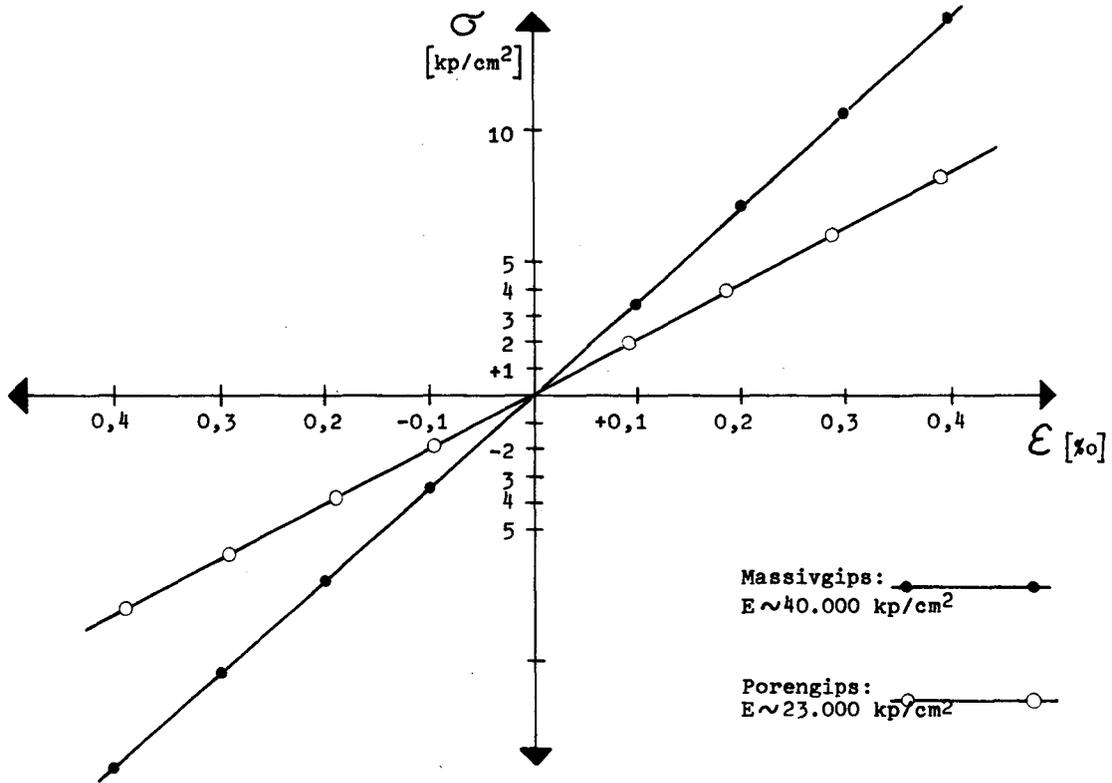
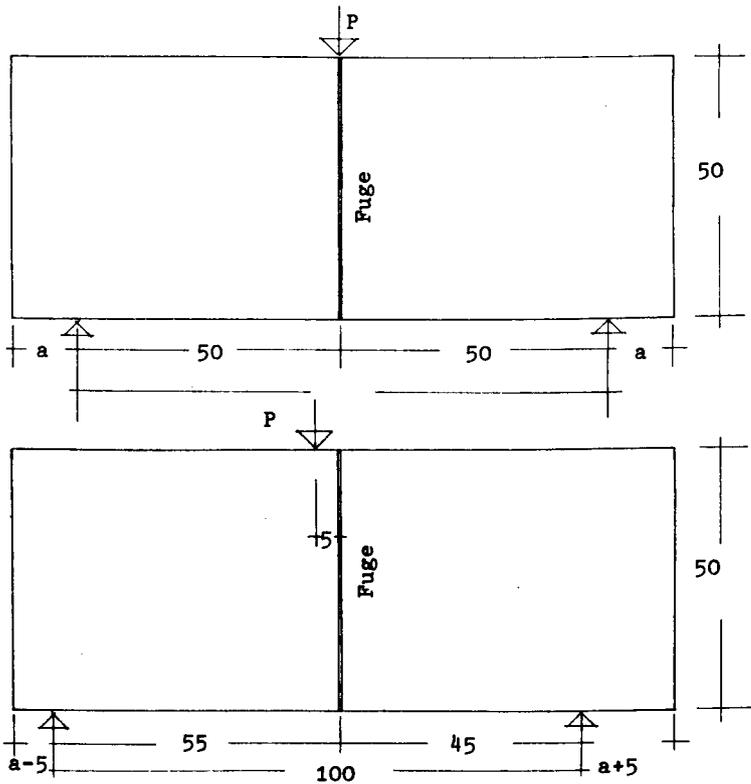


Bild 10 Arbeitslinien der untersuchten Gipsarten
(Meßwerte aus den Biegezugversuchen)



Maße in cm

Bild 11 Skizze der Versuchsanordnung zur Untersuchung der Fugenfestigkeit

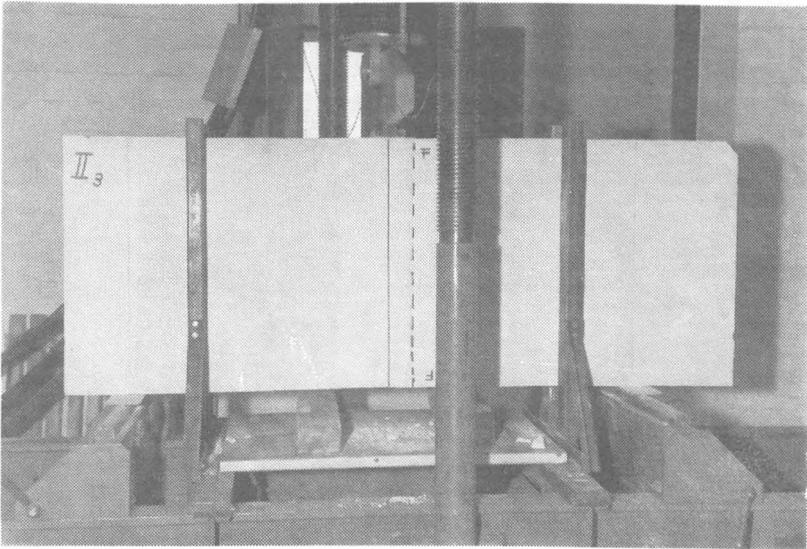


Bild 12 Versuchsaufbau zur Untersuchung
der Fugenfestigkeit

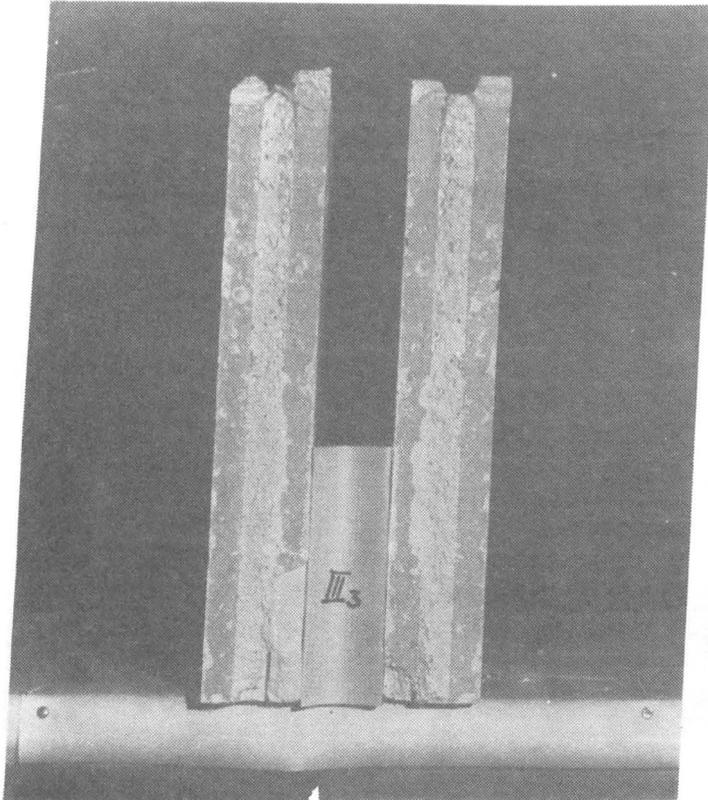


Bild 13 Typisches Bruchbild einer Fuge

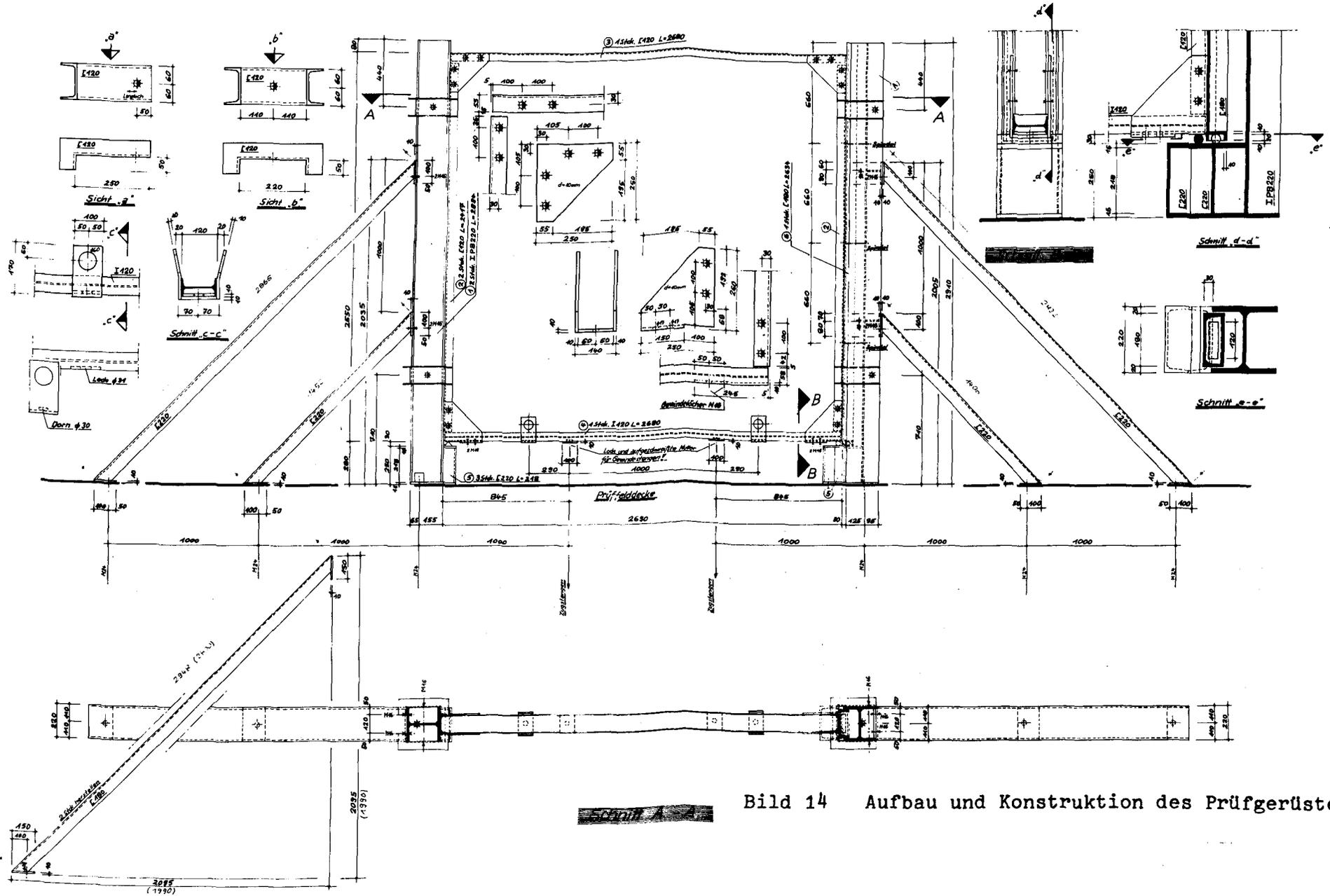


Bild 14 Aufbau und Konstruktion des Prüfgerüsts

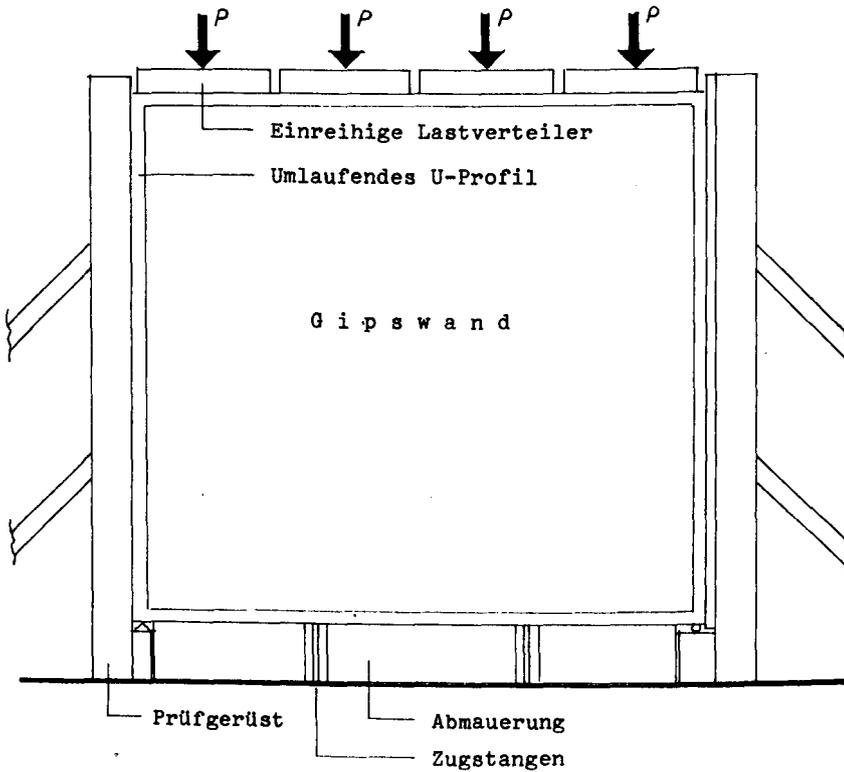


Bild 15 Schematische Darstellung der Anordnung von Lastverteilern bei den quadratischen Wänden

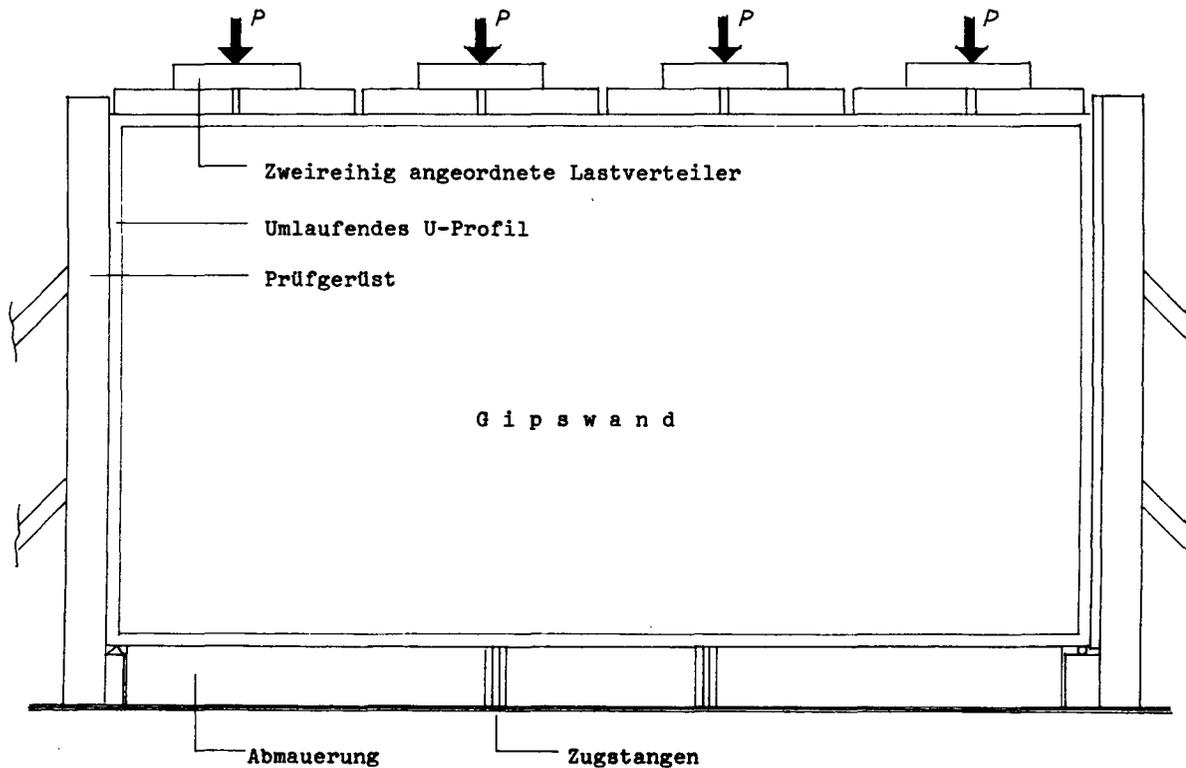


Bild 16 Schematische Darstellung der Anordnung von zweireihigen Lastverteilern bei den langen Wänden

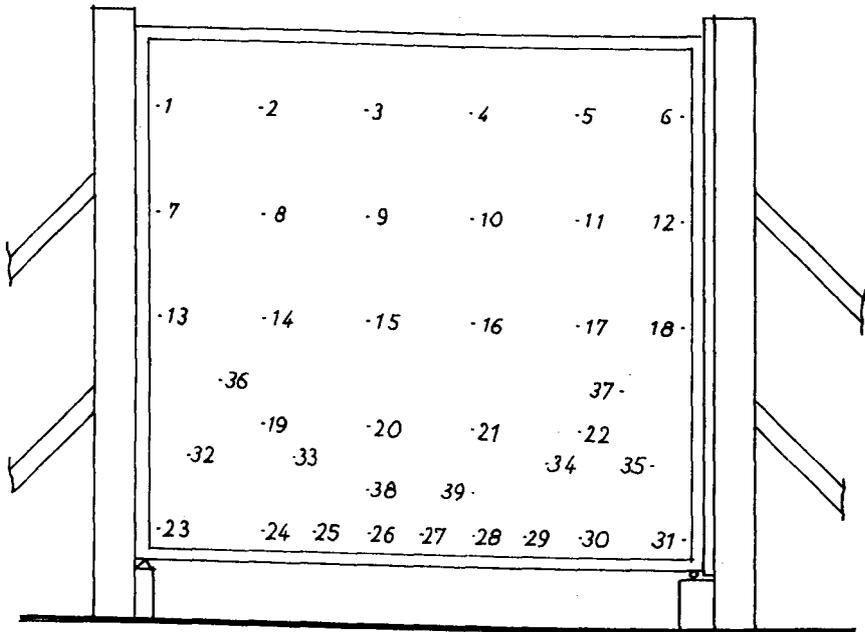


Bild 17 Anordnung der Setzdehnungs-Meßstellen bei den quadratischen Wänden

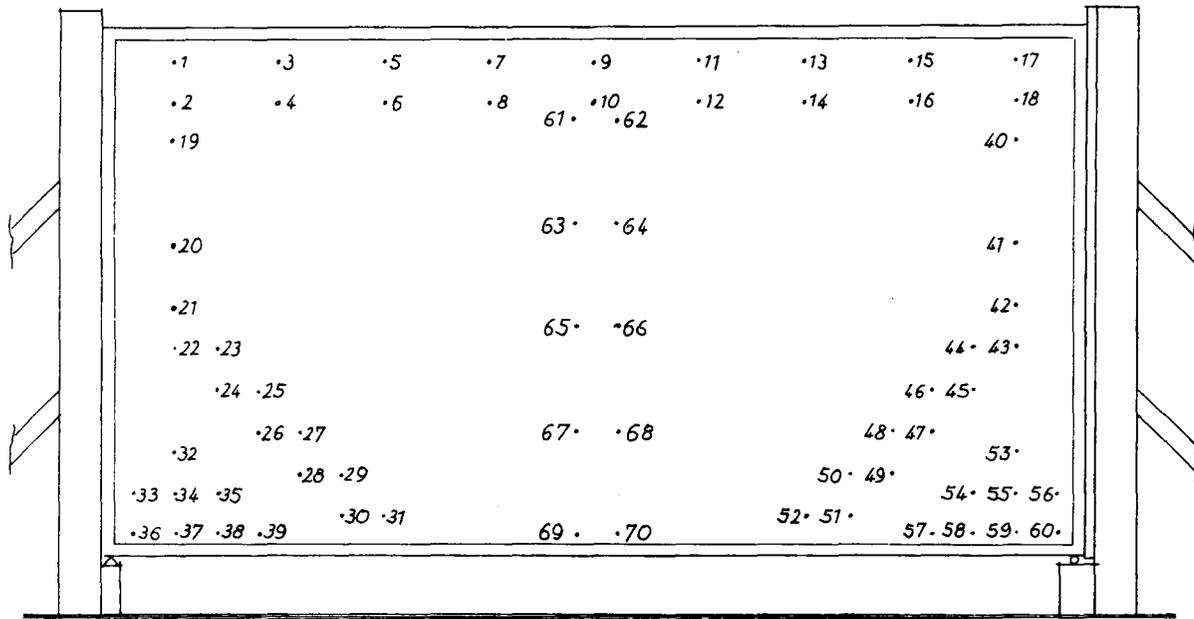


Bild 18 Anordnung der Setzdehnungs-Meßstellen bei den langen Wänden

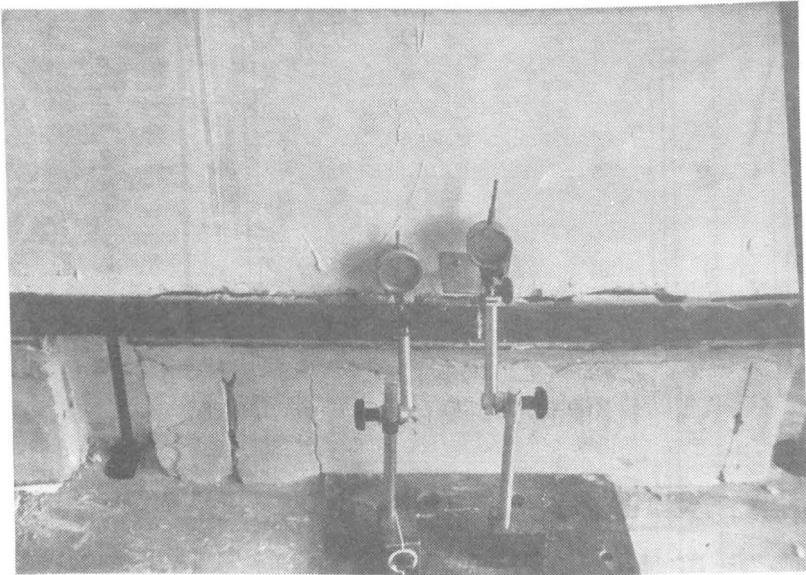


Bild 19 Meßuhren zur Ermittlung der Durchbiegungen

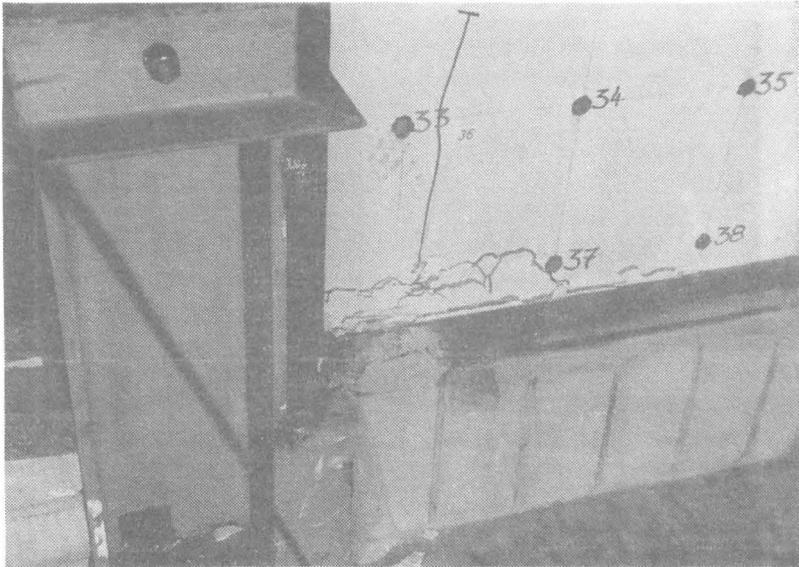


Bild 20 Abplatzungen in einer unteren Ecke

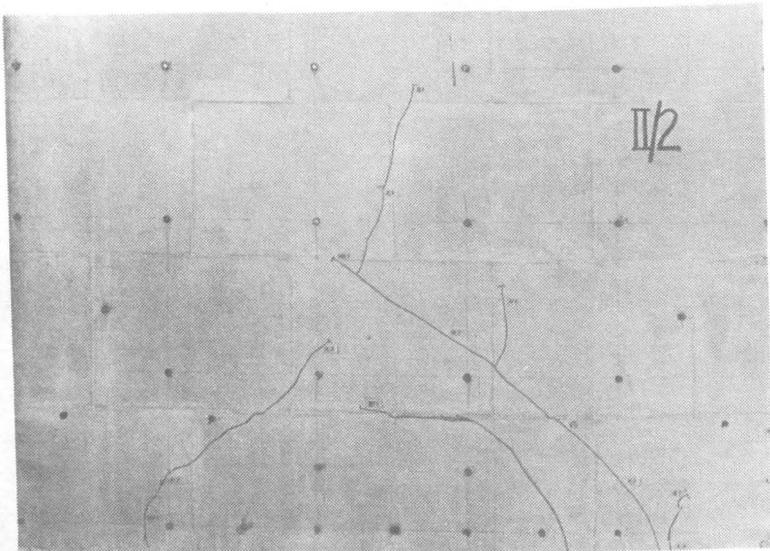


Bild 21 Typisches Rißbild einer quadratischen Wand aus Massivgips (Ausschnitt)

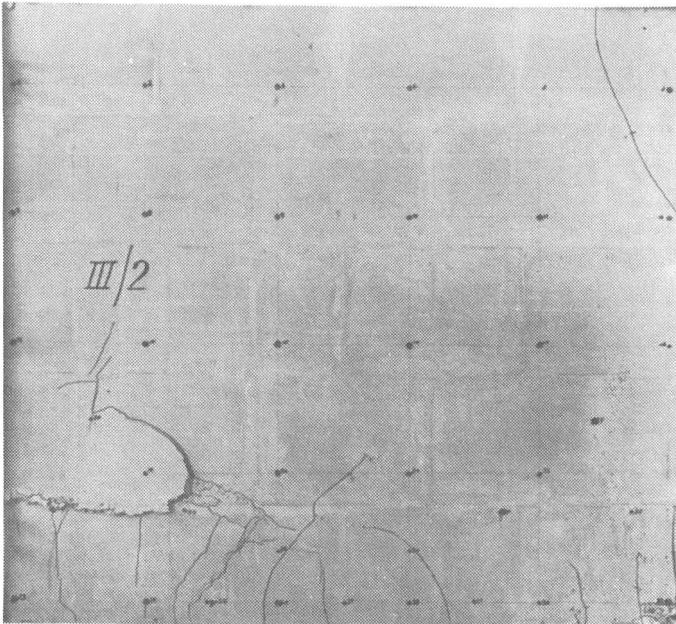


Bild 22 Typisches Rißbild einer quadratischen Wand aus Porengips

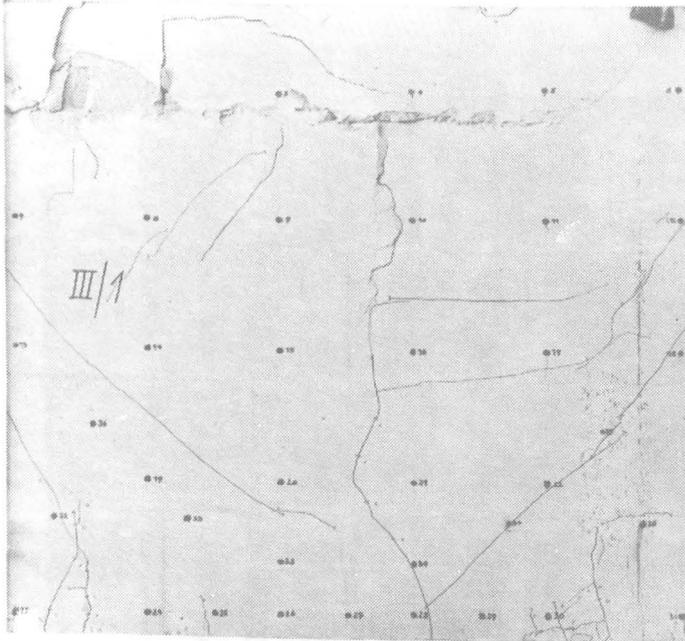


Bild 23 Typisches Bruchbild einer quadratischen Wand

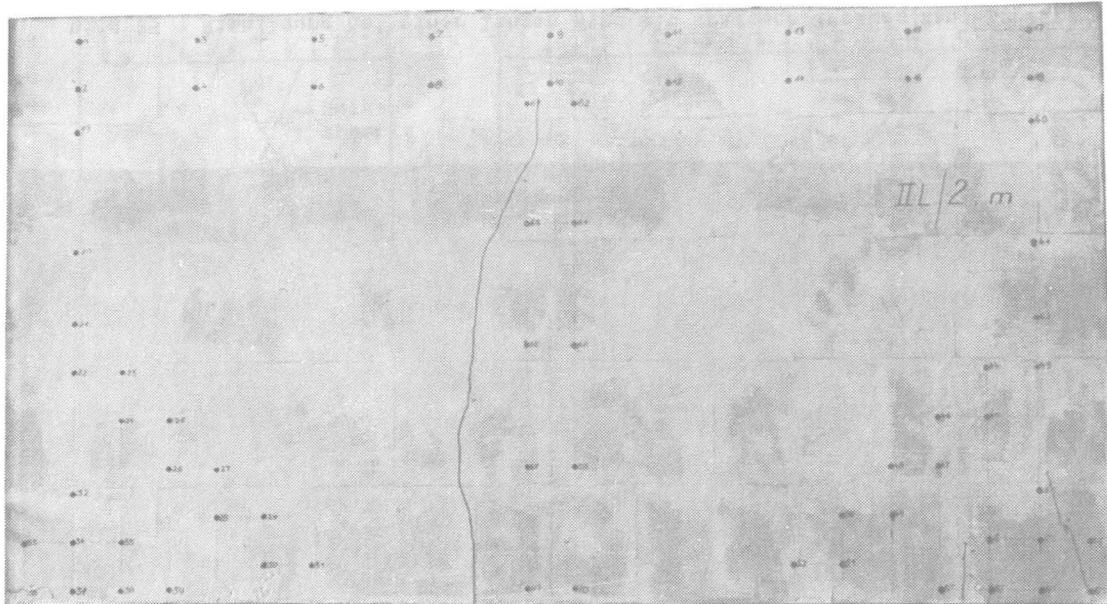


Bild 24 Rißbildung an einer langen Wand mit elastischem Randanschluß

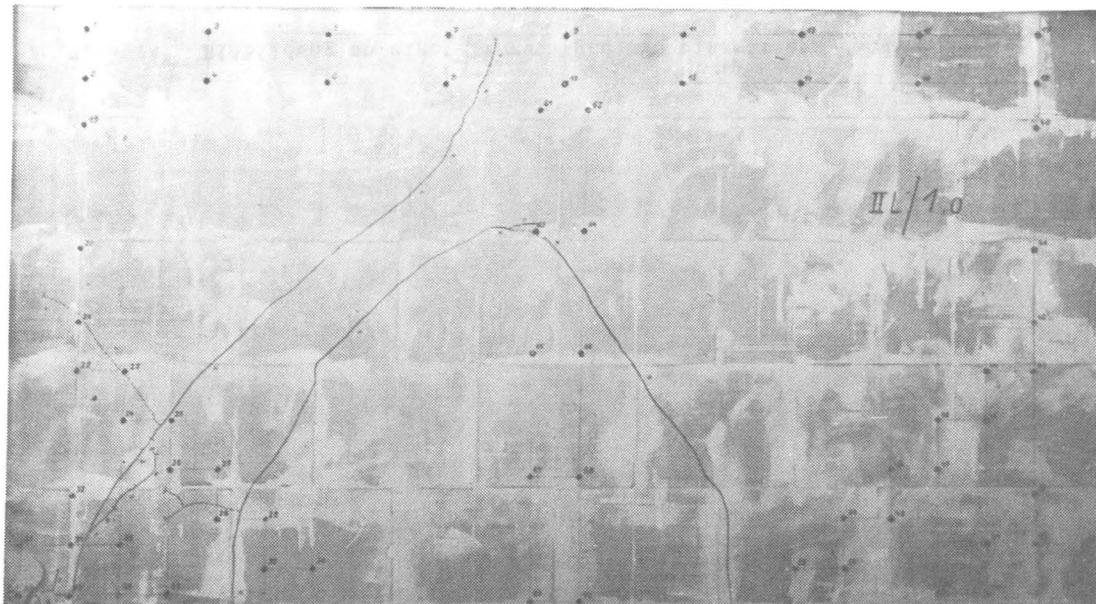


Bild 25 Rißbildung bei einer langen Wand mit kraftschlüssigem Randanschluß

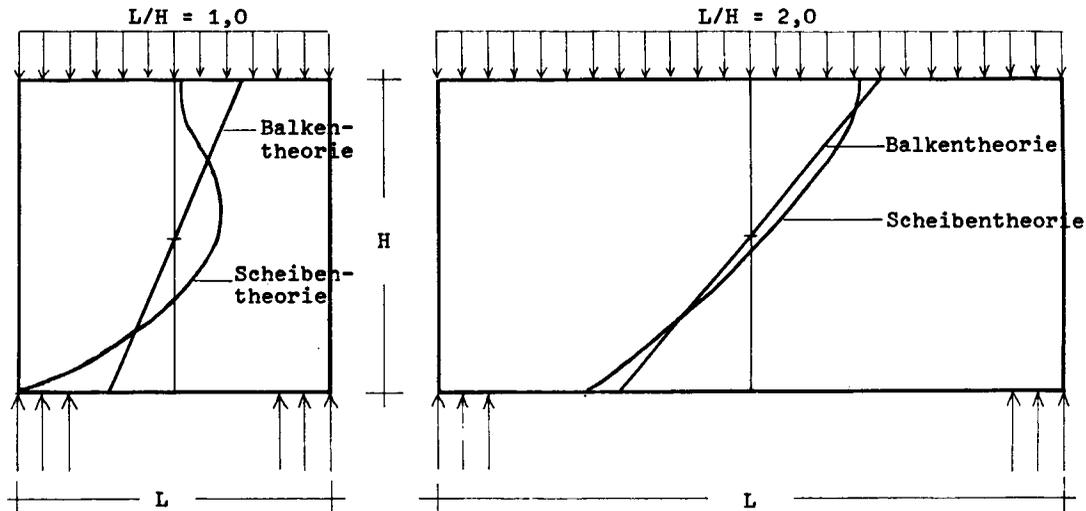


Bild 26 Spannungsverteilung in einer rechteckigen Scheibe in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis

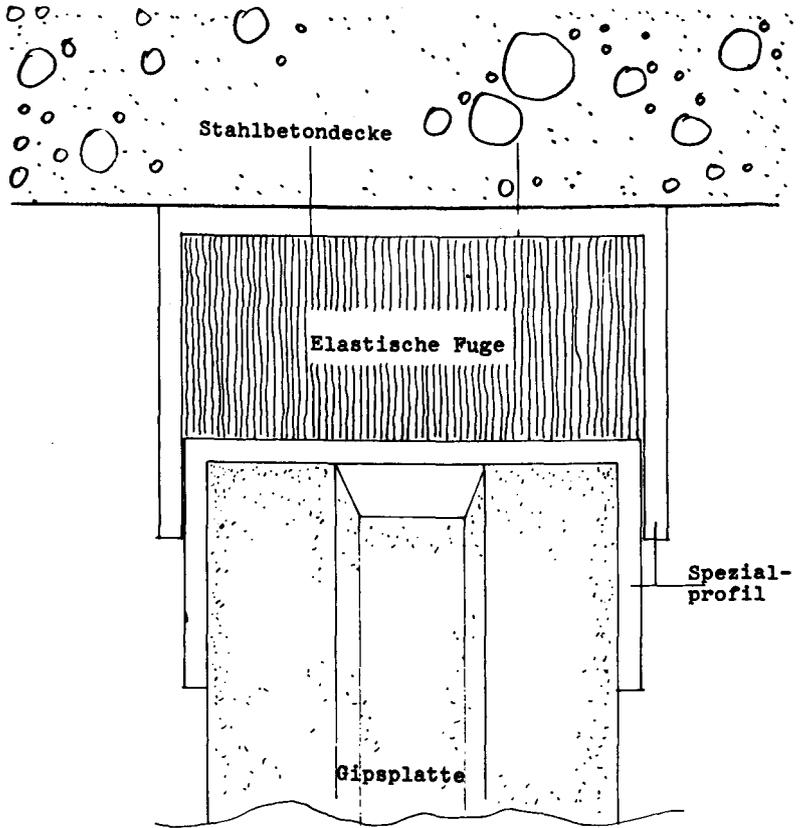


Bild 27 Schematische Darstellung eines elastischen Deckenanschlusses unter Verwendung von Spezialprofilen

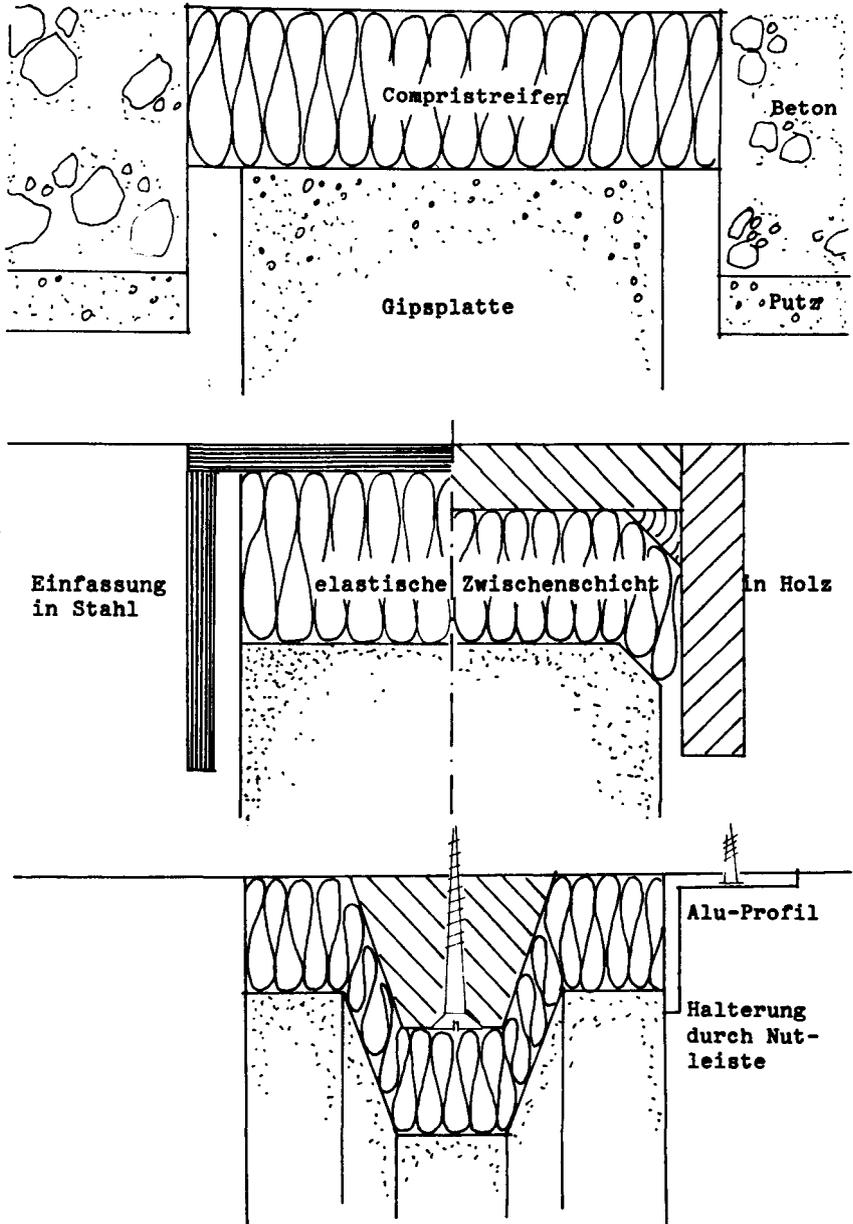


Bild 28 **Verschiedene Deckenanschlüsse**

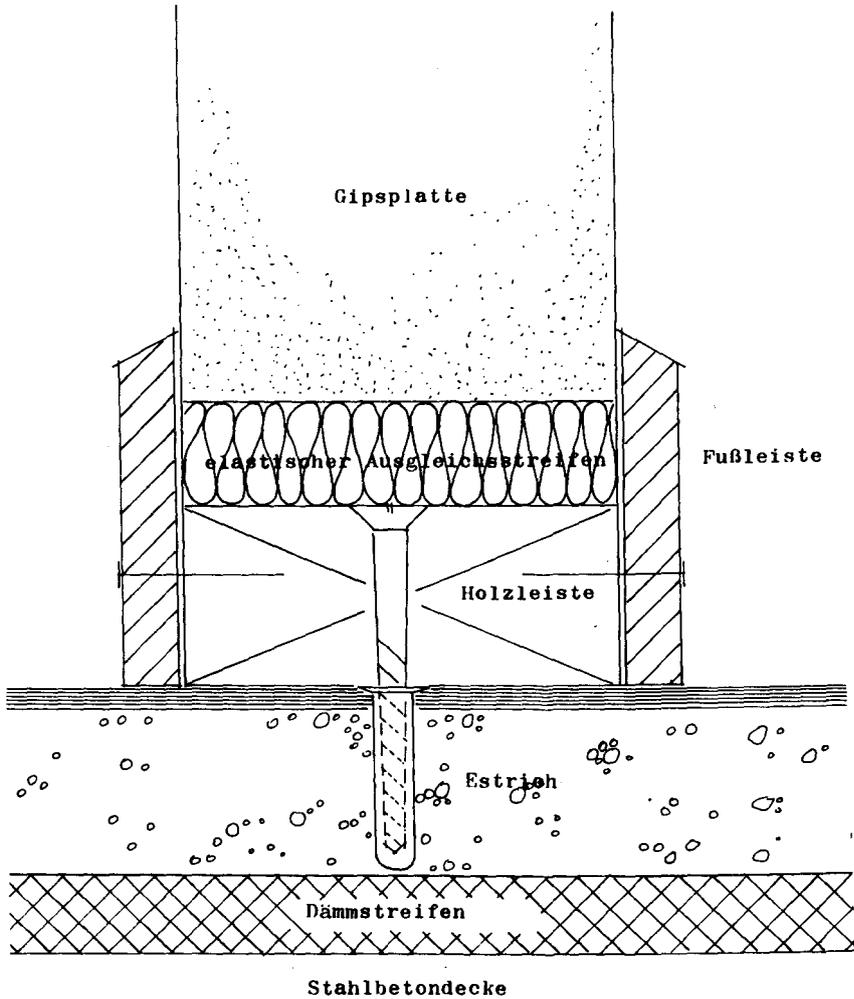


Bild 29 Ausbildung des Fußpunktes bei unten angeordnetem elastischen Ausgleichstreifen

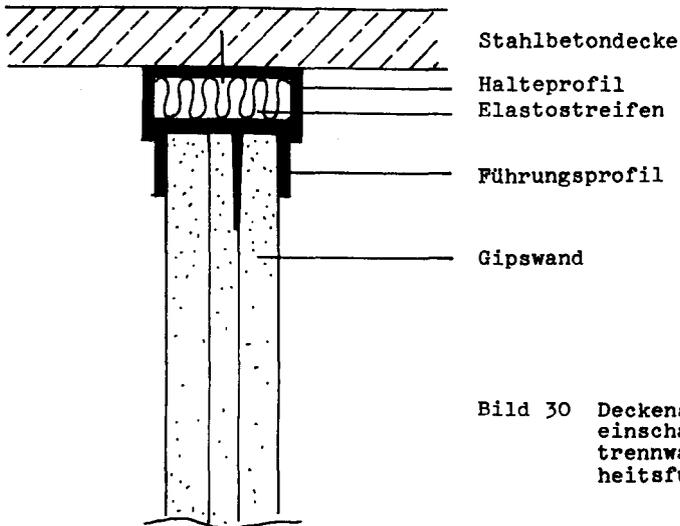


Bild 30 Deckenanschluß einer einschaligen Gips-trennwand mit Sicherheitsfuge

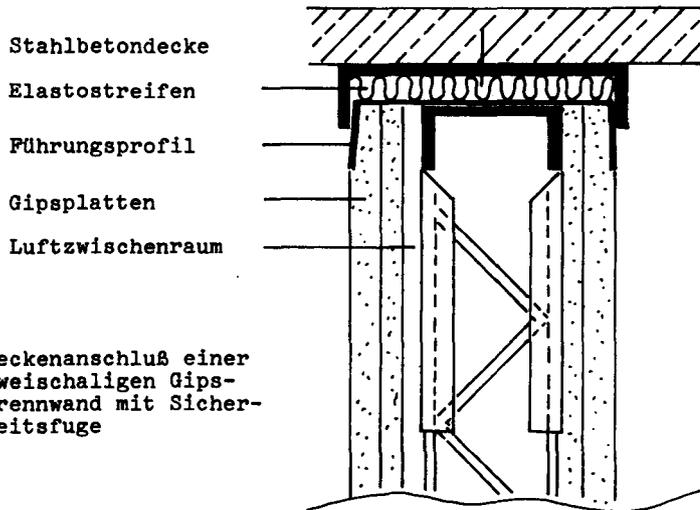


Bild 31 Deckenanschluß einer zweischaligen Gips-Trennwand mit Sicherheitsfuge

Bild 30 und 31 Amerikanische Beispiele für Deckenanschlüsse von Trennwänden unter Verwendung von Sicherheitsfugen und Spezialprofilen aus Metall

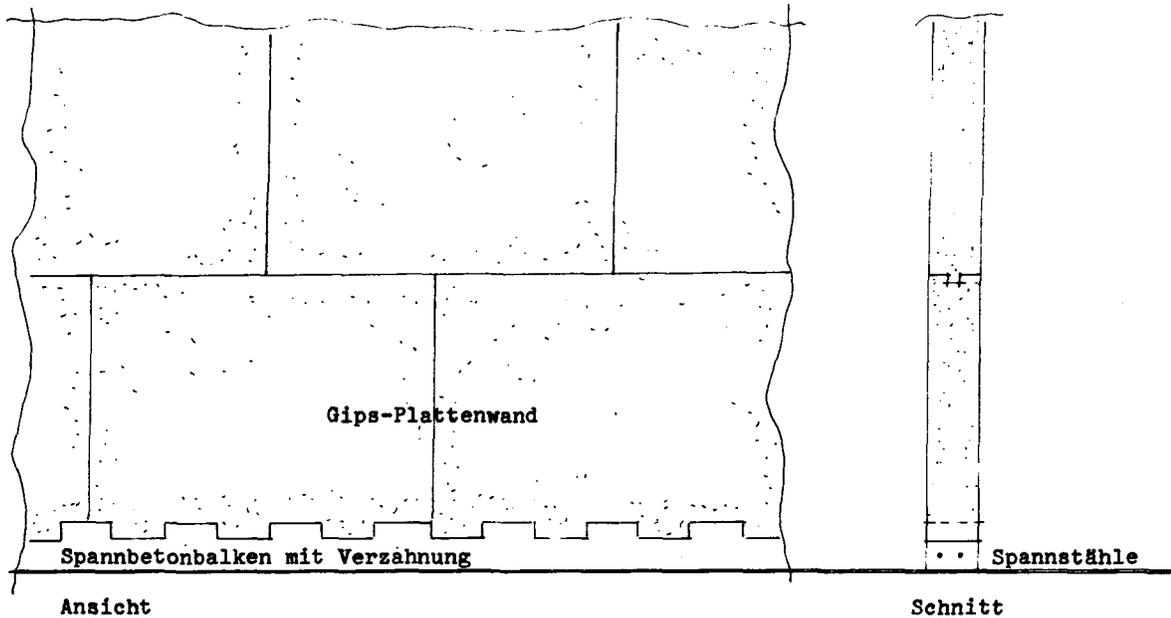


Bild 32 Konstruktionsvorschlag unter Verwendung eines Spannbetonbalkens

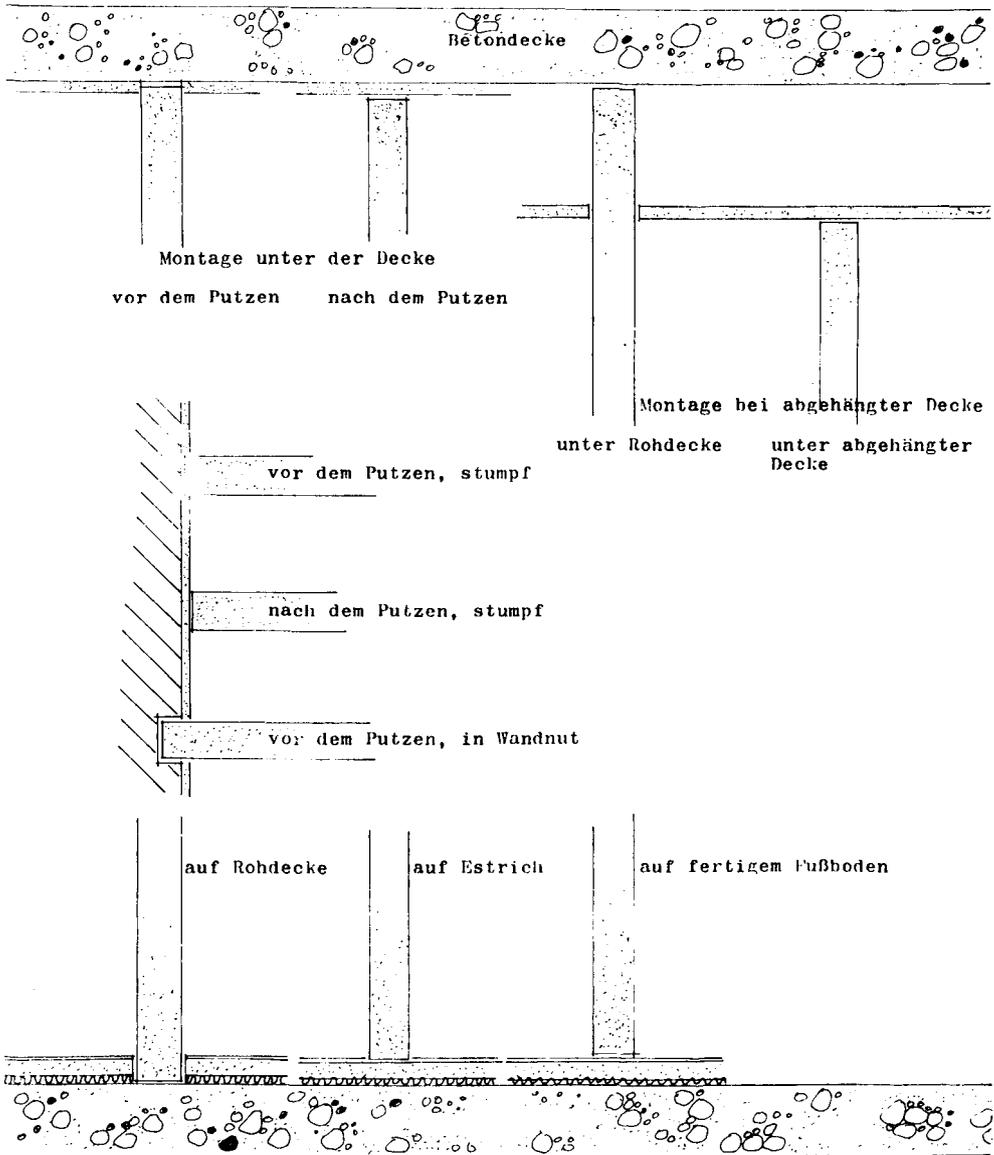


Bild 33 Grundsätzliche Möglichkeiten für den Einbau von leichten Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten

11. 12. 14