

## IV-26. Partial Surface Load of Masonry

K. Kirtschig and D. Kasten  
University of Hannover, BR Germany

### ABSTRACT

Masonry regulations generally take into account that partial surface load may demand a higher permissible stress. The argument for this is accepted without further discussion, although support is lacking for the justification of the size of the higher permissible stress. For this, appropriate tests were carried out. Results of these tests will be reported upon. The tests were confined to four brick types (hollow brick, sand lime brick, hollow block stones and concrete brick) and two groups of mortars (portland cement lime mortar and masonry cement mortar) were used. Walls of 1 m in height and 1 m in width were used as testing bodies. Three types of loading levels were examined:

1. average partial surface load over the whole width of the wall
2. the same as 1., but only over one half of the wall width
3. above average partial surface load on wall ends

The fact of corner distortion of the load yielding building parts (e.g. window sills and ceiling beams) was considered insofar as the sizes of the load yielding surfaces were varied and the yielding surfaces were sealed to the masonry.

The tests that were carried out showed that with the exception of stress type 3, a higher pressure stability is present with partial surface load independent of the type of bricks and the type of mortar used but that the breakage stress increases with smaller load surfaces. They can be specified from the dependence on the size of the yielding surfaces and their distance in longitude from the next edge of the wall.

*Les règlements de maçonnerie permettent des tensions admissible en cas de la charge de surface partielle. La fondation est intelligible, mais il n'y a pas des essais systématiques. On a conduit des essais nécessaires. Les résultats sont ici énumérés. On avait choisi 4 briques (briques à perforations verticales, briques silico—calcaires perforées, agglomérés creux de granulats légers, agglomérés de béton-gaz) et 2 classes de mortier (mortier de chaux et de ciment, mortier de ciment). On avait choisi des pièces de paroi ( $h = 1$  m,  $b = 1$  m). On fait une différence en 3 cas de charge :*

1. axiale charge de surface partielle sur toute largeur de paroi
2. comme 1., mais sur la moitié de la paroi
3. excentrique charge de surface partielle sur les bouts des parois

*On simule la torsion des constructions (par exemple : Linteau de fenêtre, poutre de plancher) principalement par le changement de la grandeur des surfaces partielles.*

*Les essais montrent qu'il y a hors du cas de charge 3 une majorité de la résistance à la compression—indépendant des briques et du mortier. Les contraintes de ruptures argumentent avec surface plus petite. On peut rendre dépendant de ces contraintes de ruptures de la grandeur de surface et sa distance du bout de paroi.*

*Mauerwerksvorschriften sehen im allgemeinen vor, daß bei Teilflächenbelastung erhöhte zulässige Spannungen in Anspruch genommen werden dürfen. Die Begründung hierfür ist ohne weiteres einsehbar, allerdings fehlt es an Unterlagen, aus denen die Berechtigung für die Größe der erhöhten zulässigen Spannungen ersichtlich ist. Hierzu wurden entsprechende Untersuchungen durchgeführt, über deren Ergebnisse berichtet wird. Die Untersuchungen wurden auf 4 Steinsorten (Hochlochziegel, Kalksandlochsteine, Hohlblocksteine, Gasbetonsteine) und 2 Mörtelgruppen (Kalkzementmörtel und Zementmörtel) beschränkt. Als Versuchskörper wurden Wandstücke von 1 m Höhe und 1 m Breite vorgesehen. Es wurden 3 Belastungsarten geprüft:*

1. mittige Teilflächenbeanspruchung über die ganze Wandbreite
2. wie 1., jedoch über die halbe Wandbreite
3. ausmittige Teilflächenbeanspruchung an den Wandenden.

*Der in der Praxis übliche Fall der Endwinkelverdrehung der lasteintragenden Bauteile (z.B. Fensterstürze und Deckenbalken) wurde insofern berücksichtigt, als die Größen der lasteintragenden Flächen variiert wurden und die Eintragungsflächen mit dem Mauerwerk bündig abschlossen.*

*Die durchgeführten Versuche zeigen, daß mit Ausnahme der Belastungsart 3 eine Druckfestigkeitserhöhung bei Teilflächenbelastung, unabhängig von der Steinsorte und der Mörtelgruppe, vorhanden ist, wobei die Bruchspannungen mit kleiner werdender belasteter Fläche zunehmen. Sie können in Abhängigkeit von der Größe der Eintragungsfläche und ihrem Abstand in Längsrichtung vom nächsten Rand der Wand angegeben werden.*

*Le norme inerenti l'erezione d'opera muraria prevedono che carichi esercitati su superfici parziali possono comportare maggiori sollecitazioni tollerabili. I motivi sono senz'altro concepibili, manca tuttavia una documentazione da cui poter trarre l'ordine di grandezza tollerato per dette sollecitazioni. In proposito sono state effettuate*

*debite analisi i cui esiti vengono qui illustrati. Gli esami sono stati eseguiti su quattro tipi di pietra (mattonella in laterizio forato, blocchetto foratone silico-calcareo, blocco forato, blocco in calcestruzzo poroso) e su due tipi di malte (malta di calce-cemento e malta cementizia). Per effettuare le prove sono stati previsti corpi paretali di 1 metro d'altezza ed 1 metro di larghezza. Sono state eseguite 3 generi di prove:*

- 1. Sollecitazione centrale su tutta la larghezza di parete,*
- 2. idem come sopra, tuttavia solo su mezza larghezza di parete,*
- 3. sollecitazione asimmetrica esercitata su superficie parziale alle estremità paretali.*

*A tal riguardo è stato tenuto conto del caso solitamente praticato della prova di torsione dell'angolo terminale degli elementi portanti (ad es. architravi di finestre e travi di solaio) quando è stato variato l'ordine di grandezza delle superfici portanti il carico, le quali sono state chiuse a filo di muratura.*

*Gli esiti risultanti dalle prove eseguite dimostrano che, fatta eccezione per la 3<sup>a</sup> prova, si manifesta un'aumento della resistenza alla compressione in caso di carico su superficie parziale, indipendentemente dal genere di pietra e dal gruppo cementizio impiegato, considerato nel contempo che le sollecitazioni di rottura aumentano al diminuire della superficie sottoposta a carico. Esse possono essere infatti indicate condizionate dall'ordine di grandezza della superficie portante e dalla sua distanza in direzione longitudinale a partire dal prossimo spigolo di parete.*

## EINLEITUNG

Werden Wände oder Pfeiler z. B. aus Mauerwerk oder auch Beton vertikal belastet und erfolgt dabei die Belastung nicht auf voller Länge und/oder Dicke, so spricht man von einer Teilflächenbelastung dieser Bauteile. Derartige Belastungen erfolgen überwiegend durch Stützen, senkrecht zur Wand verlaufende Deckenbalken oder auch in Wandrichtung verlaufende Tür- oder Fensterstürze.

An der Lastübertragungsfläche zwischen Wand und des die Last eintragenden Bauteils entsteht wegen der gegenseitigen Behinderung der Querdehnungen von Wand und Bauteil sowie den nicht unmittelbar belasteten angrenzenden Wandteilen ein räumlicher Spannungszustand. Dieser führt zu einer Festigkeitserhöhung gegenüber einachsiger Beanspruchung. Dies bedeutet, daß an dieser Stelle die aufnehmbare Spannung  $\beta_1 = \frac{F}{A}$  ( $F$  = Last,  $A$  = belastete

Teilfläche) größer ist als bei über die volle Länge und/oder Dicke der Wand gleichmäßig verteilten Last. Bezeichnet man die bei voller Wandbelastung aufnehmbare Spannung mit  $\beta_0$ , so kann man die Festigkeitserhöhung durch die Gleichung

$$\beta_1 = (1 + \alpha) \beta_0 \quad \text{G1. 1}$$

zum Ausdruck bringen. Dabei ist  $\alpha$  ein Wert größer als null.

Die beschriebene Festigkeitserhöhung ist quantitativ und qualitative nicht vergleichbar mit der bei der Prüfung von z. B. Betonproben unterschiedlicher Gestalt zu beobachtenden Festigkeitserhöhung. Während dort die Querdehnungsbehinderung auf der ganzen Fläche der Probe wirkt und angrenzende "abstützende" Baustoffteile nicht vorhanden sind, ist bei Teilflächenbelastung die Querdehnungsbehinderung zwar unmittelbar ebenfalls nur unter der Teilfläche, ist aber auch in den angrenzenden Bereichen der Teilfläche vorhanden. Dies mag erklären, weshalb die Festigkeitserhöhung bei Teilflächenbelastungen z. T. erheblich über der durch Gestaltsabhängigkeit bedingten Festigkeitserhöhung liegt.

Bei Teilflächenbelastung erfolgt eine Ausbreitung der Last nach unten. Dies führt zu einem von der Lastrichtung abweichenden Verlauf der Spannungsdruck- und der

ihnen zugeordneten Zugtrajektorien. Senkrecht zur Last treten Zugspannungen auf, die bei entsprechender Größe zum Aufreißen und damit Versagen des Bauteils führen können. Einer Festigkeitserhöhung im unmittelbaren Lasteintragungsbereich steht somit u. U. eine Festigkeitserniedrigung infolge der auftretenden Zugspannungen entgegen; d. h., will man voll die Festigkeitserhöhung in Rechnung stellen, so muß auf jeden Fall dafür gesorgt werden, daß die Zugspannungen aufgenommen werden. Der Stahlbetonbau erreicht dies durch Einlegen von Bewehrung. Beim Mauerwerksbau entfällt diese Möglichkeit, da hier das Einlegen einer Bewehrung zu keiner Tragfähigkeitserhöhung führt. Dies haben Versuche, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt worden sind und auf die aber hier in diesem Bericht nicht eingegangen werden soll, gezeigt. Hieraus folgt, daß bei Mauerwerk von diesem die Spaltzugkräfte allein aufgenommen werden müssen. Wegen der geringen Tragfähigkeit von Mauerwerk auf Zug erscheint dies zunächst problematisch. Allerdings ist die Aufnahme von Zugspannungen bei Mauerwerk insofern nichts besonderes als dieses auch bei üblicher vertikaler Belastung bereits auf Zug beansprucht ist und das Zugversagen auch maßgebend für die Druckfestigkeit des Mauerwerks ist. Im Falle der Teilflächenbelastung muß lediglich überprüft werden, ob die nach G1. 1 möglichen größeren Druckspannungen  $\beta_1$  in Anspruch genommen werden können, ohne daß vorzeitiger Bruch infolge Zugversagens eintritt. Die Überprüfungen müssen experimentell vorgenommen werden. Die vorliegende Arbeit liefert hierzu einen Beitrag.

## VERSUCHSPROGRAMM

Wie üblich war das Versuchsprogramm auf ein Minimum zu beschränken. Ausgewählt wurden die aus Tabelle 1, Spalte 2 ersichtlichen Versuchskörper mit den ebenfalls dort angegebenen Belastungsarten. Als Steinarten wurden Hochlochziegel, Kalksandvoll- und Kalksandlochsteine sowie Hohlblocksteine gewählt (s. Spalte 3, Tab. 1). Die in Spalte 3 in Klammern angegebenen Ziffern sind die zu den verschiedenen Steinarten zugehörigen mittleren Steindruckfestigkeiten in N/mm<sup>2</sup>. Die Versuche wurden



mit den Mörtelgruppen II bzw. IIa (Kalkzementmörtel mit einer mittleren Druckfestigkeit von 2,5 N/mm<sup>2</sup> bzw. 5,0 N/mm<sup>2</sup>) und der Mörtelgruppe III (Zementmörtel mit einer mittleren Druckfestigkeit von 10 N/mm<sup>2</sup>) durchgeführt.

## VERSUCHSERGEBNISSE

Die Versuchsergebnisse können hier aus Platzgründen im Detail nicht angegeben werden. Die wichtigsten Werte sind jedoch den Spalten 5 bis 9 der Tabelle 1 zu entnehmen. Dort sind die Verhältniszahlen  $\beta_1/\beta_0 = 1 + \alpha = \alpha_T$ , wie sie entsprechend Gl. 1 aus den Versuchsergebnissen ermittelt wurden, zusammengestellt.

## AUSWERTUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

Eine erste Auswertung der Versuchsergebnisse führt zu folgenden Ergebnissen:

- 1) Es ist keine Abhängigkeit der  $\alpha_T$ -Werte von den Steinarten erkennbar.
- 2) Es ist keine Abhängigkeit der  $\alpha_T$ -Werte von der Mörtelfestigkeit erkennbar.

Zur weiteren Auswertung der Versuchsergebnisse wurden die  $\alpha_T$ -Werte in Abhängigkeit von der Belastungsbreite  $l_1$  und für die verschiedenen Belastungsarten in Bild 1 aufgetragen. Aus den Einzelwerten des Bildes ist folgendes zu entnehmen:

- 1) Die Versuchsergebnisse zeigen sehr große Streuungen.
- 2) Erwartungsgemäß werden die  $\alpha_T$ -Werte mit wachsender Belastungsbreite kleiner.
- 3) Die  $\alpha_T$ -Werte nehmen mit geringer werdender Belastungsbreite  $l_1$  mit Ausnahme der Belastungsart 4 sehr stark zu.
- 4) Die Größe der  $\alpha_T$ -Werte ist sehr stark von der Belastungsart abhängig.

Um einen besseren Überblick über die Versuchsergebnisse zu gewinnen, wurden durch die Versuchsergebnisse jeder Belastungsart ausgleichende Kurven mit dem Ansatz

$$\alpha_T = 1 + \frac{b}{l_1} \quad \text{Gl. 2}$$

gelegt. Dabei ist  $b$  eine für jede Belastungsart zu bestimmende Größe. Sie wurde durch Ausgleichsrechnungen ermittelt und ist in den Gleichungen für die verschiedenen Belastungsarten im Bild 1 angegeben. Der Ansatz entsprechend Gl. 2 wurde einmal gewählt, weil er von der mathematischen Form her geeignet erschien, die Versuchsergebnisse wiedergeben zu können, zum anderen aber auch einfachste mechanische Überlegungen zu diesem Ansatz führten. Bei der Größe der vorhandenen Versuchsstreuungen erschienen sowohl von der mathematischen Form als auch von der mechanischen Vorstellung her kompliziertere Ansätze unangebracht.

Als einfachste Belastungsart kann die Belastungsart 1 angesehen werden. Vergleicht man die zu dieser Belastungsart gehörigen  $\alpha_T$ -Werte mit denen der Belastungsart 2.2, so stellt man fest, daß die Belastungsart 2.2 zu wesentlich geringeren Erhöhungen der Teilflächenpressung führt. Dies ist wegen der geringeren Lastausbreitungsmöglichkeiten beim Pfeiler durchaus verständlich.

Ebenso ist verständlich, daß beim Belastungsfall 2.1 die  $\alpha_T$ -Werte relativ groß sind, da sich hier ein dreidimensionaler Spannungszustand mit einer entsprechenden Festigkeitserhöhung einstellen kann. Zunächst auffallend groß sind die  $\alpha_T$ -Werte im Belastungsfall 3. Wegen der großen Ausmitte der Last wurde hier mit einer deutlichen Abnahme der  $\alpha_T$ -Werte gerechnet. Offenbar ist aber die Lastausbreitung zum lastfernen Rand hin sehr ausgeprägt, so daß relativ große Teilflächenpressungen aufgenommen werden können. Beachtenswert sind die z. T. unter 1,0 liegenden  $\alpha_T$ -Werte beim Belastungsfall 4. Hier tritt offensichtlich keine Lastausstrahlung ein. Dies wurde auch bei den Bruchbildern deutlich. Hier wurde ein keilförmiges Herausscheren der unmittelbar belasteten Mauerwerksteile beobachtet.

Ziel der weiteren Auswertungen muß es sein, die bei den verschiedenen Belastungsarten ermittelten Ergebnisse miteinander in Verbindung zu bringen. Dies soll nachstehend erfolgen. Vorweg seien jedoch noch einige Überlegungen über die aus den Versuchsergebnissen zu ziehenden Folgerungen gemacht:

- 1) Wegen der großen Streuung der Versuchsergebnisse sollten die aus Gl. 2 zu berechnenden  $\alpha_T$ -Werte nicht unerheblich herabgesetzt werden. Vorgeschlagen wird, daß die Festwerte  $b$  um 50 % abgemindert werden. Man erhält dann für die verschiedenen Belastungsfälle folgende gerundete Gleichungen (vgl. die Originalgleichungen in Bild 1):

$$\text{Fall 1 : } \alpha_T = 1 + \frac{5}{l_1} \quad \text{Gl. 3}$$

$$\text{Fall 2.1 : } \alpha_T = 1 + \frac{7}{l_1} \quad \text{Gl. 4}$$

$$\text{Fall 2.2 : } \alpha_T = 1 + \frac{1,5}{l_1} \quad \text{Gl. 5}$$

$$\text{Fall 3 : } \alpha_T = 1 + \frac{10}{l_1} \quad \text{Gl. 6}$$

$$\text{Fall 4 : } \alpha_T = 1 \quad \text{Gl. 7}$$

Im Fall 4 dürfte es richtig sein, den  $\alpha_T$ -Wert auf etwa 0,9 festzulegen.

Im Fall 4 dürfte es richtig sein, den  $\alpha_T$ -Wert auf etwa 0,9 festzulegen.

- 2) Die  $\alpha_T$ -Werte im Bereich kleiner Belastungsbreiten  $l_1$  mit den damit verbundenen auch sonst üblichen großen Streuungen sollten in der Anwendung ausgeschlossen werden. Dies kann in der Weise erreicht werden, daß Belastungsbreiten von z. B.  $\leq 10$  cm ausgeschlossen werden. Darüberhinaus könnte der  $\alpha_T$ -Wert nach oben hin mit z. B. 1,5 begrenzt werden.

Es sei nun versucht, die bei den verschiedenen Belastungsarten ermittelten Versuchsergebnisse miteinander zu verknüpfen. Hierfür sei die Größe  $\gamma = a/l_1$  ( $a$  = Abstand der Teilfläche vom nächsten Rand der Wand in Längsrichtung) eingeführt. Gl. 2 geht dann über in

$$\alpha_T = 1 + \frac{b(2\gamma + 1)}{l_1} \quad \text{Gl. 8}$$

$$\text{mit } l = l_1 + 2a$$

Setzt man in Gl. 8 die entsprechenden Größen für die Belastungsarten 1, 2.2 und 3 ein, so erhält man für

$$\text{Belastungsart 1 : } \alpha_T = 1,05 + 0,1\gamma \quad \text{Gl. 9}$$

$$\text{Belastungsart 2.2: } \alpha_T = 1,06 + 0,13\gamma \quad \text{Gl. 10}$$

$$\text{Belastungsart 3 : } \alpha_T = 1,1 + 0,2\gamma \quad \text{Gl. 11}$$

Von der Belastungsart her unmittelbar vergleichbar sind die Fälle 1 und 2.2. Man kann sie daher—und insbesondere, da die Gl. 9 und Gl. 10 nur unwesentlich voneinander abweichen—zusammenfassen zu der auf der sicheren Seite liegenden Gleichung

$$\alpha_T = 1,0 + 0,1\gamma \quad \text{Gl. 12}$$

Belastungsart 3 und Belastungsart 1 unterscheiden sich nur in der Größe der Ausmittigkeit der Last. Sie ist bei Belastungsfall 1 null und beträgt bei Belastungsfall 3  $m = 2$ , wenn man unter Ausmitte die auf die Kernweite bezogene Ausmitte  $m$  versteht. Interpoliert man geradlinig zwischen beiden Werten die nach den Gleichungen 9 und 11 zugehörigen Faktoren von  $\gamma$ , so erhält man—beläßt man das Anfangsglied 1—

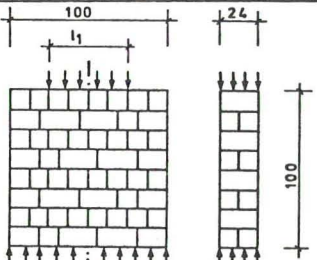
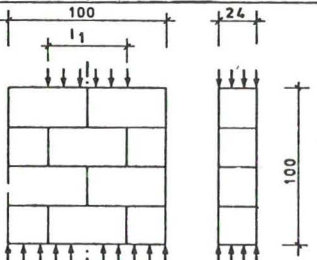
$$\alpha_T = 1 + (0,1 + 0,05 m)\gamma \quad \text{Gl. 13}$$

Mit Gleichung 13 sind mit Ausnahme des Lastfalles 2.1 alle untersuchten Lastfälle näherungsweise zusammengefaßt. Wie schon oben ausgeführt, könnte zur besseren Berücksichtigung der Versuchsergebnisse des Belastungsfalles 4 hier noch der Wert  $\alpha_T = 0,9$  gesetzt werden.

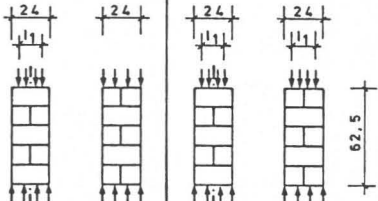
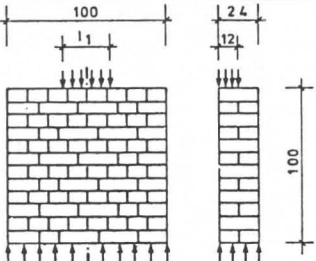
Der Lastfall 2.1 bedürfte noch einer besonderen Regelung. Hierzu wären allerdings noch weitere Untersuchungen erforderlich. Solange diese jedoch nicht vorliegen, dürfte es zulässig sein, Gl. 13 anzuwenden, da diese zu auf der sicheren Seite liegenden Werten führt.

Abschließend sei noch erwähnt, daß in einem Entwurf für "Ingenieurmauerwerk" in der Bundesrepublik Deutschland die Anwendung von Gl. 12 vorgesehen ist. Sie darf nur angewendet werden, wenn  $m \leq 1$  ist (der Einfluß von  $m$  entsprechend Gl. 13 ist also nicht berücksichtigt und darüberhinaus ist die Größe von  $m$  begrenzt) und die Größe der belasteten Teilfläche  $\leq 2 \text{ d}^2$  ist ( $d$  = Wanddicke).

**TABELLE 1—Übersicht über das Versuchsprogramm und Versuchsergebnisse**

Bezeichnung der Belastungsart	Prüfkörper und Belastungsart	Steinart	Mörtelgruppe	Versuchsergebnisse angegeben als $\frac{\beta_1}{\beta_0} = 1 + \alpha = \alpha_T$ (vgl. Gl. 1) bei einer Belastungsbreite von $l_1 =$ cm				
				5	6	7	8	9
1		Hochlochziegel (33,6 N/mm <sup>2</sup> )	II	$l_1=100$	$l_1=50$	$l_1=25$	$l_1=12,5$	
				1,0	1,01	1,43	1,79	
			III	1,0	1,03	1,41	1,51	
		Hohlblocksteine (36 N/mm <sup>2</sup> )	II	1,0	1,26	-	1,84	
			III	1,0	1,23	-	1,73	

FORTSETZUNG TABELLE 1—Übersicht über das Versuchsprogramm und Versuchsergebnisse

Bezeichnung der Belastungsart		Prüfkörper und Belastungsart	Steinart	Mörtelgruppe	Versuchsergebnisse angegeben als $\frac{\beta_1}{\beta_0} = 1 + \alpha = \alpha_T$ (vgl. Gl. 1) bei einer Belastungsbreite von $l_1 =$ cm					
1		2		3	4	5	6	7	8	9
2	2.1		Hochlochziegel (33,6 N/mm <sup>2</sup> )	IIa  III	$l_1=24$	$l_1=15$	$l_1=8$	$l_1=4,8$	$l_1=2,4$	
			1,0		1,21	1,60	2,00	2,96		
			1,0		1,13	1,41	1,64	2,49		
			1,0		1,05	1,20	1,26	1,66		
	2.2	2.1	2.2	Kalksandlochsteine (14,7 N/mm <sup>2</sup> )	IIa  III	1,0	1,19	1,58	1,84	2,11
		1,0	1,19	1,58		1,84	2,11			
3	2.1		Kalksandvollsteine (30,5 N/mm <sup>2</sup> )	II	$l_1=100$	$l_1=30$	$l_1=15$	$l_1=10$	-	
			1,0		1,91	2,43	3,04	-		
			1,0		1,91	2,43	3,04	-		
			1,0		1,91	2,43	3,04	-		
	2.2	2.1	2.2	Kalksandvollsteine (30,5 N/mm <sup>2</sup> )	II	$l_1=100$	$l_1=30$	$l_1=15$	$l_1=10$	-
		1,0	1,91	2,43		3,04	-			

FORTSETZUNG TABELLE 1—Übersicht über das Versuchsprogramm und Versuchsergebnisse

Bezeichnung der Belastungsart	Prüfkörper und Belastungsart	Steinart	Mörtelgruppe	Versuchsergebnisse angegeben als $\frac{\beta_1}{\beta_0} = 1 + \alpha = \alpha_T$ (vgl. Gl. 1) bei einer Belastungsbreite von $l_1 =$ cm				
				5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	2.1	Hochlochziegel (33,6 N/mm <sup>2</sup> )	II	$l_1=100$	$l_1=40$	$l_1=20$	$l_1=10$	-
				1,0	2,06	2,46	3,04	-
		Hohlblocksteine (3,6 N/mm <sup>2</sup> )	III	1,0	1,48	2,28	2,77	-
				1,0	1,84	2,21	2,63	-
	2.2	Hochlochziegel (33,6 N/mm <sup>2</sup> )	II	1,0	1,55	1,82	2,55	-
				1,0	1,55	1,82	2,55	-
4	2.1	Hochlochziegel (33,6 N/mm <sup>2</sup> )	II	$l_1=100$	$l_1=20$	$l_1=10$	$l_1=5$	$l_1=2$
				1,0	0,93	0,97	1,00	1,27
		Kalksandlochsteine (14,7 N/mm <sup>2</sup> )	III	1,0	0,88	0,78	0,96	0,95
				1,0	1,11	1,04	1,15	1,15
	2.2	Hochlochziegel (33,6 N/mm <sup>2</sup> )	II	1,0	1,11	1,04	1,15	1,15
				1,0	0,80	0,93	1,07	1,09

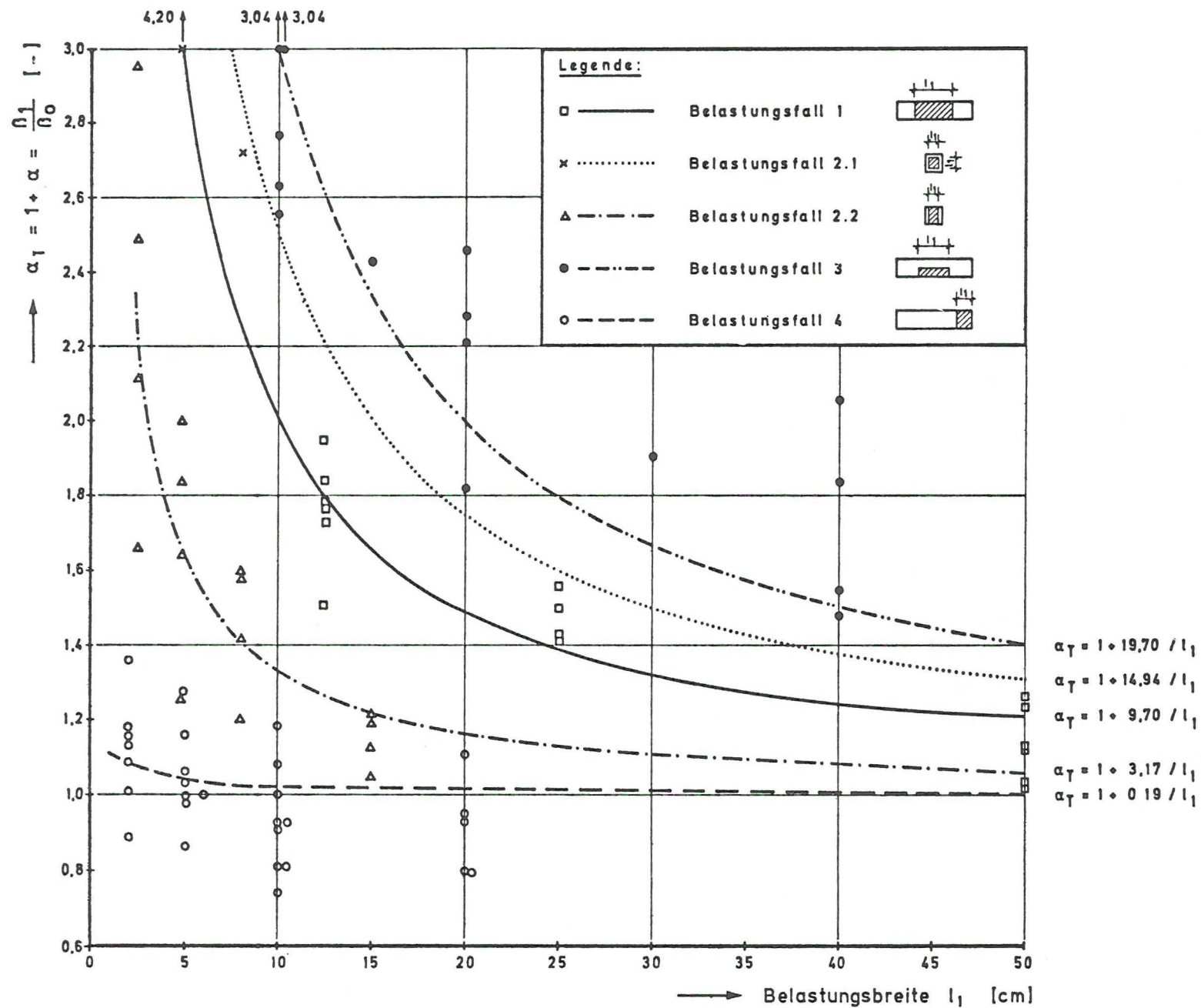


Bild 1. Versuchsergebnisse, dargestellt als Verhältniswerte  $\alpha_T = 1 + \alpha$  (s. Gl. 1) in Abhängigkeit von der Belastungsbreite  $l_1$