

II-22. Deformation Characteristics with Light-Weight Mortars

By K. Kirtschig and W.R. Metje
University of Hannover

ABSTRACT

For the improvement of heat retention, the use of light-weight mortars, that is mortar under the application of artificial or natural additives (inferior raw sealers to natural sand) is coming more and more into practice. It has been shown in wall and pillar pressure tests with the use of light-weight mortars, that it shows one of the presently experienced deviating characteristics with respect to deformations and wall stabilities. Therefore the wall stabilities fall short, sometimes to a great degree of expected wall stability. In order to gain further knowledge of light-weight mortar characteristics, more advanced tests using several types of light-weight mortars and bricks were required. These research results in conjunction with tests that are already under consideration, will be reported on.

Four light-weight mortars with differing deformation characteristics were chosen for the tests. In addition to the investigation of the usual known factors such as, consistency, pressure and flexibility steadiness, raw sealers, deformation characteristics etc., the four light-weight mortars and two normal mortars as well as lime and cement mortars were tested for creepage and shrinkage.

The wall tests were conducted on the RILEM-testing surface with three types of brick (gas foamed concrete, air entrained concrete, lime sand-hollow bricks) and two light-weight mortars and two masonry mortars according to DIN 1053 respectively. Thereby the breakage burden and the deformation module in each case was determined.

In order to follow up the question of whether the thrust capacity is influenced by the use of light-weight mortars, thrust tests on walls of 2, 0x2, 0x0, 3m, were conducted.

Pour améliorer l'isolation thermique on emploie de plus en plus du mortier léger, c'est-à-dire du mortier avec des matériaux inertes naturelles ou artificielles avec une densité apparente inférieure au sable naturel. Des essais de compression des piles et des parois avaient montrés un comportement divergent des expériences en ce qui concerne les déformations et les résistances des parois. Les résistances descendaient au-dessous des résistances espérées en partie très fort. Pour tenir autres connaissances sur le comportement de mortier léger on avait besoin des recherches avec plusieurs mortiers légers et espèces de pierre. On rapporte ici sur les résultats des recherches, en rapport avec des recherches anciennes.

On avait choisi 4 mortiers légers avec des comportements de déformation différentes. Avec la détermination des valeurs comme consistance, résistance à la compression et à la traction par flexion, comportement de déformation etc. on avait fait des recherches de fluage et de retrait avec 4 mortiers légers et 2 mortiers comme mortier de chaux-ciment et mortier de ciment.

Les essais des parois étaient exécutés avec des échantillons RILEM avec 3 espèces de pierre (agglomérat de béton-gaz, agglomérat à base d'argile expansée et brique silico-calcaire creuse) et chaque fois 2 mortiers légers et 2 mortiers après DIN 1053. On a déterminé la force portante de rupture et le module de déformation.

Pour éclaircir la question, si l'emploi de mortier léger a une influence sur la résistance à l'effort tranchant, on a fait des essais tranchants aux parois (2,0 m x 2,0 m x 0,3 m).

Zur Verbesserung der Wärmedämmung werden mehr und mehr Leichtmauermörtel, d. h. Mörtel unter Verwendung von künstlichen oder natürlichen Zuschlägen, geringerer Rohdichte als Natursand, eingesetzt. Nun hat sich bei Wand- und Pfeilerdruckversuchen mit Leichtmauermörteln gezeigt, daß diese ein von den bisherigen Erfahrungen abweichendes Verhalten in Bezug auf die Verformungen und die Wandfestigkeiten aufweisen. Dabei werden die Wandfestigkeiten gegenüber den sonst zu erwartenden Wandfestigkeiten z. T. stark unterschritten. Um weitere Kenntnisse über das Verhalten von Leichtmauermörteln zu bekommen, wurden eingehendere Untersuchungen unter Einbeziehung mehrerer Leichtmauermörtel und Steinarten erforderlich. Über die Versuchsergebnisse wird -auch im Zusammenhang mit bereits vorliegenden Untersuchungen- berichtet.

Für die Versuche wurden 4 Leichtmauermörtel mit unterschiedlichem charakteristischem Verformungsverhalten ausgewählt. Neben der Ermittlung der üblichen Kenngrößen wie: Konsistenz, Druck- und Biegezugfestigkeit, Rohdichte, Verformungsverhalten usw. wurden an den 4 Leichtmauermörteln und 2 Normalmörteln als Kalkzement- und Zementmörtel Kriech- und Schwinduntersuchungen durchgeführt.

Die Wandversuche wurden an RILEM-Prüfkörpern durchgeführt mit 3 Steinsorten (Gasbeton-, Blähton-vollblöcke und Kalksand-Hohlblocksteine) und je 2 Leichtmauermörteln und 2 Mauermörteln nach DIN 1053. Dabei wurden jeweils die Bruchlast und der Verformungsmodul bestimmt.

Um der Frage nachzugehen, ob auch die Schubtragfähigkeit von Mauerwerk bei Verwendung von Leichtmauermörteln beeinflusst wird, wurden Schubversuche an Wänden (2,0 x 2,0 x 0,3 m) durchgeführt.

Allo scopo di poter migliorare la coibentazione si va vieppiù impiegando malta leggera da muratura ovvero malta, a cui vengono aggiunti additivi artificiali e naturali, di minor peso specifico apparente come sabbia naturale. Ora, dagli esiti risultati da prove di compressione con malta leggera fatte su pareti e pilastri si può dedurre un comportamento, per ciò che riguarda deformazione e stabilità di parete, che si discosta dalle esperienze finora fatte. In proposito si è potuto constatare che la stabilità di parete si è in parte fortemente ridotta rispetto alla stabilità di parete immaginata. Per poter raccogliere ulteriori cognizioni circa il comportamento della malta leggera usata per l'erezione di muratura, sono state eseguite prove meticolose abbracciando più tipi di malte leggere usate per opera muraria e più generi di pietre. Per ciò che riguarda i relativi esiti — pure in connessione alle prove già esistenti — si fa relazione di prosieguo.

Per eseguire le prove sono stati scelti 4 tipi di malte leggere per opera muraria caratterizzate dai più svariati comportamenti deformanti. Accanto alle ricerche riguardanti la granulometria come consistenza, resistenza alla compressione ed alla flessione, peso specifico apparente, comportamento deformante ecc. i 4 tipi di malte da impiegare su muratura ed i 2 tipi di malte normali sono stati sottoposti come malte cementizie e malte di calce-cemento a prova di scorrimento e prova di contrazione.

Le prove su pareti sono state eseguite con provini RILEM e 3 tipi di pietre (blocchi in calcestruzzo poroso, blocchi in argilla soffiata e foratoni in silico-calcare) e su ogni tipo di pietra sono state applicate 2 malte leggere da muratura e 2 malte per opera muraria secondo norma DIN 1053. Da queste è stato possibile determinare, per ciascuna prova, relativo carico di rottura e modulo di deformazione. Per poter dare una risposta al quesito se venga pure influenzata la portata/resistenza al taglio nel caso vengano impiegate malte leggere per muratura, sono state fatte sulle pareti rispettive prove di taglio (2,0 × 2,0 × 0,3 m.).

EINLEITUNG

Um die Wärmedämmung von Mauerwerk zu erhöhen bzw. um bauphysikalische Schwachstellen im Bereich des Fugennetzes zu beseitigen, werden mehr und mehr Leichtmörtel, d. h. Mörtel unter Verwendung von Leichtzuschlägen eingesetzt. Entsprechend den verwendeten Zuschlägen kann man unterscheiden zwischen Mauerwerk aus:

- Mineralischen Leichtzuschlägen mit verhältnismäßig hoher Korneigenfestigkeit (z. B. Blähton, Blähschiefer)
- Mineralischen Leichtzuschlägen mit geringerer Korneigenfestigkeit (z. B. Perlite, Blähglimmer)
- Leichtzuschlägen aus Schaumkunststoffen ohne nennenswerte Korneigenfestigkeit (z. B. Polystyrol)

Es werden auch Gemische der oben genannten Zuschläge verwendet und auch Luftporenbildner eingesetzt.

Versuche an mit Leichtmörteln hergestellten Mauerwerksprüfkörpern haben gezeigt, daß die Tragfähigkeit dieses Mauerwerks nicht ohne weiteres mit der von Mauerwerk aus üblichem Mörtel vergleichbar ist: Trotz gleicher Mörtelfestigkeit ist die Tragfähigkeit z. T. erheblich geringer^{1,2,3}. Dies hat u. a. in der Bundesrepublik Deutschland dazu geführt, daß Mauerwerk mit Leichtmörtel hinsichtlich der zulässigen Spannungen gewissen Einschränkungen unterworfen ist.

Die Ursache des abweichenden Verhaltens von mit Leichtmörteln hergestelltem Mauerwerk wird im unterschiedlichen Verformungsverhalten der Leichtmörtel gesehen. Um diesem Einfluß näher nachzugehen wurden von den Verfassern und dem Institut für Ziegelforschung, Essen, entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Nachstehend wird über das Ergebnis der von den Verfassern durchgeführten Untersuchungen berichtet. Die Untersuchungen wurden im Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung der Universität Hannover durchgeführt.

VERSUCHE AN MÖRTELN

Auswahl der Mörtel

Nach Vorversuchen wurden folgende Leichtmörtel in die Untersuchungen einbezogen:

- Leichtmörtel 1 (LM 1): mit überwiegend Perlite als Zuschlag
- Leichtmörtel 2 (LM 2): mit überwiegend Bims als Zuschlag
- Leichtmörtel 3 (LM 3): mit Bims in Korngruppe 0/2 mm und Blähton in der Korngruppe 2/4 mm
- Leichtmörtel 4 (LM 4): mit überwiegend Blähschiefer als Zuschlag

Zum Vergleich wurden Normalmörtel der Mörtelgruppe IIa (mittl. Druckfestigkeit 5,0 N/mm²) und III (mittl. Druckfestigkeit 10,0 N/mm²) herangezogen. Festigkeitsmäßig sollten die Leichtmörtel LM 1 und LM 2 der Mörtelgruppe IIa und die Leichtmörtel LM 3 und LM 4 der Mörtelgruppe III entsprechen.

Ermittlung der Spannungsdehnungslinien

An den Mörteln wurden die Spannungsdehnungslinien ermittelt. Dabei wurden nicht nur die Längsverformungen sondern auch die Querverformungen bestimmt. Als Probekörper wurden Prismen 10 × 10 × 20 cm³ verwendet. Die Prüfung erfolgte im Alter von 28 Tagen. Die Verformungen wurden mit Dehnungsmeßstreifen gemessen und mit Hilfe eines Druckers automatisch registriert. Die Bilder 1 und 2 zeigen mittlere Verformungskennlinien für die Querverformungen der Mörtel. In den Bildern 3 und

4 sind die Querdehnzahlen $\mu = \frac{\epsilon_q}{\epsilon_l}$ (ϵ_q = Dehnung senkrecht zur Belastungsrichtung, ϵ_l = Dehnung in Belastungsrichtung) aufgetragen. Auf die Wiedergabe der Verformungskennlinien für die Längsverformungen mußte

hier aus Platzgründen verzichtet werden. Hinsichtlich des Verformungsverhaltens der verschiedenen 6 untersuchten Mörtel lassen sich zunächst folgende Aussagen treffen:

- Die Verformungskennlinien der Normalmörtel IIa und III sind völliger als die der vergleichbaren Leichtmörtel. Bei gleichem Spannungsniveau (gleich groß auf die jeweilige Mörtelfestigkeit bezogene Spannung) sind die Querverformungen bei den Normalmörteln z. T. beträchtlich niedriger als bei den Leichtmörteln.
- Errechnet man für die Längs- und Querverformungen die bei der bezogenen Spannung $\frac{\sigma}{B_p} = 0,4$ vorhandenen Sekantenmoduln, so erhält man die in Tabelle 1 angegebenen Werte. Auf die Bedeutung der Werte wird noch im Zusammenhang mit den Ergebnissen an Mauerwerksprüfkörpern eingegangen (vgl. Abschn. 3.4).
- Bei den Querdehnzahlen fällt auf, daß die Querdehnzahlen des Mörtels IIa bedeutend geringer sind als die des Mörtels III, wobei letztere in der Größenordnung der Querdehnzahlen der übrigen Mörtel liegen. Bei den nach Tabelle 1 sonst von den Eigenschaften des Mörtels III z. T. stark abweichenden anderen Kennwerten wird man daraus schließen können, daß die Querdehnzahlen kaum geeignete Kenngrößen sind, mit denen auf das Verhalten eines Mauermörtels im Mauerwerk geschlossen werden kann.

VERSUCHE AN MAUERWERKSPRÜFKÖRPERN

Verwendete Mauersteine

Die Mauerwerksprüfungen wurden mit Gasbetonsteinen, Vollblocksteinen aus Blähton und zwei Arten Kalksand-Hohlblocksteinen durchgeführt. Die wichtigsten Angaben über die Eigenschaften der Steine sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Das Sollmaß der Steinhöhen betrug bei allen Steinarten 238 mm.

Verwendete Mauermörtel

Die Versuche wurden mit den Normalmörteln IIa und III sowie den Leichtmörteln LM 1 und LM 4 durchgeführt.

Mauerwerksversuche

Die Mauerwerksversuche wurden an rd. 125 cm hohen und jeweils 2-steinlangen Versuchskörpern vorgenommen. Die Prüfkörperdicke betrug bei allen Versuchen 30 cm. Je Versuchsvariante wurden 3 Versuche vorgesehen. Jeweils 2 Prüfkörper sollten bei Mörtelfestigkeiten von 6 bzw. 12 N/mm² und ein Prüfkörper im Alter von 28 Tagen geprüft werden. Die Mörtelfestigkeit wurde an Prismen 4 × 4 × 16 cm³ ermittelt. Vor der Druckfestigkeitsprüfung wurden die Prismen gehälftet. An den Hälften wurde die Druckfestigkeit bestimmt. Die Mörtelprismen wurden aus den Mischungen zur Herstellung der Mauerwerkskörper entnommen.

Die Belastung der Prüfkörper erfolgte zentrisch und stufenweise. Gemessen wurden die Vertikal- und Horizontalverformungen an den Längsseiten der Prüfkörper sowie die Horizontalverformungen an den Stirnseiten.

Die wichtigsten Angaben zu den Versuchsvarianten und den Versuchsergebnissen sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Auswertung der Versuchsergebnisse

Nach den allgemeinen Vorstellungen über den Bruchmechanismus von Mauerwerk ist bei den üblichen Stein-Mörtel-Kombinationen die gegenüber den Steinen größere Querverformung der Mörtel maßgebend für das Versagen des Mauerwerks. Will man dabei Aussagen über das wahrscheinliche Tragverhalten von Mauerwerk mit verschiedenen Stein-Mörtel-Kombinationen machen, so wäre das Querdehnungsverhalten der in Aussicht genommenen Steine und Mörtel zu ermitteln und miteinander so in Bezug zu bringen, daß die Kombinationen mit den möglichst geringsten Querdehnungsdifferenzen der Steine und des Mörtels ausgewählt werden. Nun ist bekannt, daß dieser Weg üblicherweise nicht beschritten wird. Vielmehr weiß man aus zahlreichen Versuchen, daß eine bestimmte Steinfestigkeitsklasse kombiniert mit einer bestimmten Mörtelfestigkeitsklasse zu einer bestimmten Mauerwerksfestigkeit führt. Dabei gilt, daß mit wachsender Stein- und Mörteldruckfestigkeit auch die Wandfestigkeit zunimmt. Die Tragfähigkeit von Mauerwerk wird also nicht über die für den Bruch als maßgebend angesehenen Größen der Querverformungen der Steine und der Mörtel sondern über deren Druckfestigkeit beschrieben. Dieses Vorgehen ist solange möglich wie Querdehnungs- und Druckfestigkeitsverhalten einander in dem Sinne gleichen, daß mit wachsender Druckfestigkeit auch das Querdehnungsverhalten sich entsprechend ändert. Sieht man sich unter diesem Gesichtspunkt die in Tabelle 1 angegebenen Sekantenmoduln der Querverformungen für die Mörtelgruppen IIa und III an, so sieht man, daß zwischen beiden Mörtelarten in dem Sinne eine Reihung vorhanden ist, daß mit wachsender Mörtelfestigkeit die Querverformungsmoduln ebenfalls ansteigen. D. h. mit Mörteln der Gruppe III ist unter sonst gleichen Verhältnissen eine größere Mauerwerksfestigkeit als mit Mörteln der Gruppe IIa zu erwarten. Das ist üblicherweise auch der Fall.

Die gleichsinnige Zuordnung von Druckfestigkeit und Querdehnungsverhalten bei Normalmörteln muß aber offensichtlich als zufällig angesehen werden. Dies zeigen deutlich die weiteren in Tabelle 1 angegebenen Werte. Betrachtet man etwa die Mörtel IIa und LM 2, deren Druckfestigkeit etwa gleich groß ist, so sieht man, daß die Querdehnungsmoduln sich dagegen stark unterscheiden. Oder vergleicht man den Mörtel IIa mit dem Mörtel LM 4, so zeigt sich, daß bei doppelter Mörtelfestigkeit des Mörtels LM 4 dieser etwa nur den gleich großen Querdehnungsmodul wie der Mörtel IIa erreicht. Bei sonst gleichen Verhältnissen wird man also für diese beiden Mörtel schließen können, daß trotz starken unterschiedlichen Mörteldruckfestigkeiten nur in etwa die gleichen Mauerwerksfestigkeiten erreicht werden dürften.

Um zu überprüfen, inwieweit eine Abhängigkeit zwischen Querdehnungsmoduln der Mörtel und den Mauerwerksfestigkeiten besteht, sind in Bild 5 die aus Tabelle 1 bzw. Tabelle 3 entnommenen Werte aufgetragen. Dabei sind in den Bildern 5a) und 5c) die Reiß- bzw. Bruchspannungen bei den Kalksand-Hohlblocksteinen und in den Bildern 5b) und 5d) die entsprechenden Werte für die Vollsteine aus Gasbeton bzw. Blähton eingezeichnet. Die getroffenen Unterscheidungen zielen dabei nicht auf die verwendeten Stoffe sondern auf Loch- bzw. Vollsteine hin. Bei eingehenderen Untersuchungen über das Verhalten von Mauerwerk hat sich diese Unterscheidung mehrfach als erforderlich gezeigt.

Diskutiert seien zunächst die Abhängigkeiten zwischen den Querdehnungsmoduln und den erreichten Reißspannungen. Hier ist erkennbar, daß mit wachsendem Querdehnungsmodul bei den Hohlblocksteinen über den gesamten untersuchten Bereich die Reißspannungen steigen. Die durch die Einzelwerte nach Augenschein gelegten Kurvenzüge lassen einen eindeutigen Zusammenhang erkennen. Bezeichnend ist, daß die Zunahme der Reißspannungen mit wachsendem Querdehnungsmodul geringer wird. D. h. würde man Mörtel mit noch größeren Querdehnungsmoduln verwenden, so werden nur noch geringfügige Reißspannungserhöhungen zu erwarten sein. Die Ursache hierfür dürfte sein, daß bei den vorliegenden Steindruckfestigkeiten mit steigenden Querdehnungsmoduln weniger diese die Mauerwerksfestigkeit maßgeblich beeinflussen, sondern die Steinfestigkeit selbst zur kennzeichnenden Größe wird. Dies zeigt sich bereits auch deutlich bei den Vollsteinen mit einer gegenüber den Hohlblocksteinen geringeren Steinfestigkeit. Bei diesen ist ab einem Querdehnungsmodul von rd. 40 000 N/mm² praktisch keine Steigerung der Reißlasten mehr vorhanden. Die für diese Erscheinung bisher übliche Folgerung ist, daß es wenig sinnvoll ist, Steine geringer Festigkeit mit Mörteln großer Festigkeit (oder umgekehrt) zu kombinieren oder daß Stein- und Mörtelfestigkeit "aufeinander abgestimmt" sein sollten.

Insgesamt kann für die Abhängigkeit zwischen Querdehnungsmoduln und Reißspannungen gesagt werden, daß neben den besprochenen quantitativen Zusammenhängen

der Querdehnungsmodul eine entscheidende Größe ist, mit deren Hilfe das von den üblichen Vorstellungen abweichende Verhalten der Leichtmörtel sich erklären läßt. Hier sei noch bemerkt, daß zwischen dem Sekantenmodul nach Spalte 3 der Tabelle 1 (Vertikaler Verformungsmodul) und den Reißlasten ein weniger guter Zusammenhang vorhanden ist. Dies erklärt sich auch aus den unterschiedlichen Querdehnungszahlen.

Es sei noch auf die Abhängigkeiten zwischen Querdehnungsmodul und den Bruchspannungen hingewiesen. Hier zeigen die Bilder 5c) und 5d), daß entsprechende Abhängigkeiten wie zuvor bestehen; d. h. der Querdehnungsmodul ist insbesondere auch geeignet, um über zu erwartende Bruchspannungen Aussagen zu machen.

An dieser Stelle muß auch noch auf das Verhältnis zwischen Reiß- und Bruchspannungen eingegangen werden. Dies geht einmal aus dem Vergleich der Werte in Bild 5 hervor und ist ziffernmäßig aber auch in Spalte 5 der Tabelle 3 zu entnehmen. Bei Mauerwerksversuchen ist es zwar üblich, die Reißspannungen mit aufzunehmen, sie werden bei weiteren Auswertungen—oder auch beim Bemessen von Mauerwerk—aber kaum berücksichtigt. Dies hat seinen Grund darin, daß sie meistens nicht bedeutend unter den Bruchspannungen liegen und daher ein Reißversagen über die Sicherheitszahl gegen Bruch abgedeckt ist. Nach den hier durchgeführten Untersuchungen trifft dies nicht mehr ohne weiteres zu. Hier muß vor allem auf das ungünstige Verhalten des Leichtmörtels LM 1 hingewiesen werden, bei dem die Reißspannungen z. T. nur rd. 30 % der Bruchspannungen betragen.

LITERATUR

1. Meyer, H.G.: Zur Frage der Tragfähigkeit von mit Leichtmörteln gemauertem Mauerwerk. Beitrag zur 4. Internationalen Mauerwerkskonferenz. Brügge/Belgien 26.-28.4.1976
2. Jung, E.: Wärmedämmender Mauermörtel. Seine Auswirkung auf Wärmedämmung, Tragfähigkeit und Verformungsverhalten tragender Wände. Proceedings der 4. Internationalen Mauerwerkskonferenz. Brügge/Belgien 26.-27.4.1976
3. Plank, A.u. Kretschmann, G.: Über die Eignung von Leichtmörteln als Mauermörtel. Mitteilungen Institut für Bautechnik 1/1977

TABELLE 1—Sekantenmoduln bei $\frac{\sigma}{\beta_p} = 0,4$ der untersuchten Mörtel

Mörtelart	Mörtelfestigkeit	Sekantenmodul in	
		Längsrichtung	Querrichtung
—	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
1	2	3	4
IIa	6,7	7040	48500
LM 1	3,2	1960	10100
LM 2	8,0	4910	21300
III	16,8	13750	73800
LM 3	13,9	6370	28500
LM 4	13,4	8500	42900

TABELLE 2—Eigenschaften der verwendeten Steine

“Steinart”	Kurzbezeichnung	Abmessungen		Druckfestigkeit	Spaltzugfestigkeit	Wassersaugvermögen
		Länge	Breite			
—	—	mm	mm	N/mm ²	N/mm ²	g/dm ² min
1	2	3	4	5	6	7
Gasbeton	G 6	240	300	6,8	—	14,2
Blähton	Vbl 6	490	300	7,6	0,86	36,0
Kalksand-	KSHbl 12	240	300	15,5	0,80*	17,4
Hohlblocksteine	KSHbl 6	365	300	12,6	0,52*	14,3

*bezogen auf den Bruttoquerschnitt

TABELLE 3—Angaben zu den Mauerwerksversuchen

Versuchsmaterial	Festigkeiten			Rißspannung/ Bruchspannung
	Mörtel	Mauerwerk		
		Riß	Bruch	
—	N/mm²	N/mm²	N/mm²	—
1	2	3	4	5
KSHbl 12 und IIa	6,4	5,8	6,5	0,88
	5,9	5,6	6,4	0,87
	6,2	5,6	6,3	0,88
Mittel:	—	5,7	6,4	0,88
KSHbl 12 und LM 1	3,6	2,6	4,7	0,54
	3,8	2,0	4,2	0,48
	3,8	1,7	4,5	0,39
	3,9	1,9	4,1	0,47
Mittel:	—	2,1	4,4	0,47
KSHbl 12 und III	14,0	6,3	7,5	0,84
	13,5	5,9	7,3	0,81
	21,0	6,9	7,6	0,90
Mittel:	—	6,4	7,5	0,85
KSHbl 12 und LM 4	12,9	5,6	6,3	0,89
	12,7	5,2	6,1	0,85
	16,3	4,9	6,2	0,79
Mittel:	—	5,2	6,2	0,84
KSHbl 6 und IIa	7,3	3,7	4,2	0,88
	5,4	4,6	5,0	0,91
	6,7	4,1	5,9	0,70
	12,6	4,1	5,9	0,70
Mittel:	—	4,1	5,2	0,80
KSHbl 6 und LM 1	4,0	1,4	2,3	0,60
	4,1	0,9	3,2	0,28
	4,2	1,1	3,9	0,29
Mittel:	—	1,1	3,1	0,39

TABELLE 3—Angaben zu den Mauerwerksversuchen (continued)

Versuchsmaterial	Festigkeiten			Rißspannung/ Bruchspannung
	Mörtel	Mauerwerk		
		Riß	Bruch	
—	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	—
1	2	3	4	5
KSHbl 6 und III	16,8	4,8	5,4	0,89
	16,9	4,6	5,4	0,85
	20,6	4,1	5,4	0,76
Mittel:	—	4,5	5,4	0,83
KSHbl 6 und LM 4	12,2	2,3	3,0	0,77
	12,4	3,2	3,6	0,88
	16,4	3,9	4,5	0,85
Mittel:	—	3,1	3,7	0,83
G 6 und IIa	6,3	4,0	4,9	0,81
	5,8	3,6	4,4	0,83
	8,9	4,6	5,0	0,93
Mittel:	—	4,1	4,8	0,86
G 6 und LM 1	3,9	2,4	3,0	0,80
	3,6	2,4	3,6	0,66
	4,1	2,2	3,2	0,69
Mittel:	—	2,3	3,3	0,72
G 6 und III	11,9	3,7	4,7	0,79
	12,2	4,3	4,5	0,96
	18,3	3,7	4,6	0,79
Mittel:	—	3,9	4,6	0,85
G 6 und LM 4	13,8	3,7	3,8	0,97
	14,7	3,6	3,7	0,98
	15,8	3,2	3,4	0,94
Mittel:	—	3,5	3,6	0,96
Vbl 6 und IIa	7,2	4,4	4,4	1,00
	8,3	4,7	4,7	1,00
	12,7	5,5	5,5	1,00
Mittel:	—	4,9	4,9	1,00
Vbl 6 und LM 1	4,0	3,0	4,9	0,62
	4,2	2,4	4,6	0,51
	4,3	3,7	5,0	0,73
Mittel:	—	3,0	4,8	0,62
Vbl 6 und III	15,4	4,6	4,6	1,00
	15,1	4,5	4,5	1,00
	25,1	4,5	4,5	1,00
Mittel:	—	4,5	4,5	1,00
Vbl 6 und LM 4	14,3	5,4	5,4	1,00
	13,7	4,6	4,6	1,00
	18,1	5,4	5,4	1,00
Mittel:	—	5,1	5,1	1,00

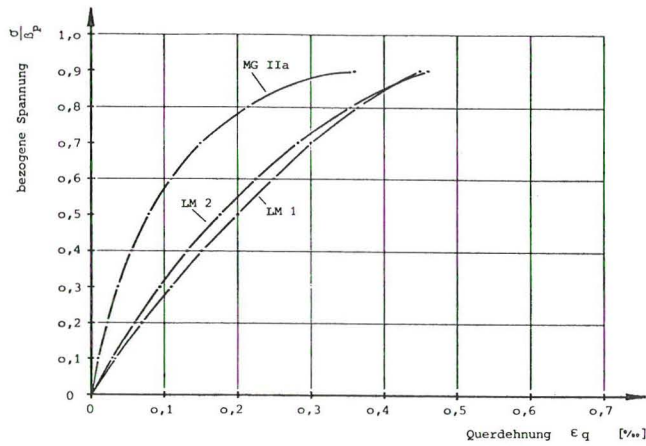


Bild 1. Auf die Prismenfestigkeit σ_p bezogene Spannungs-Querdehnungslinien der Leichtmörtel LM 1, LM 2 und des Mauermörtels IIa

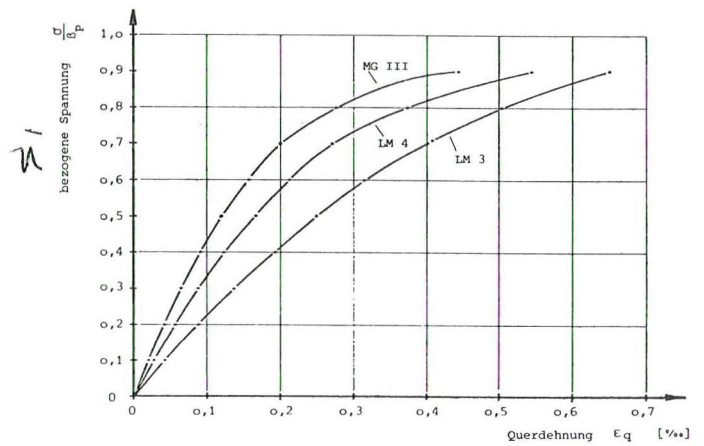


Bild 2. Auf die Prismenfestigkeit σ_p bezogene Spannungs-Querdehnungslinien der Leichtmörtel LM 3, LM 4 und des Mauermörtels III

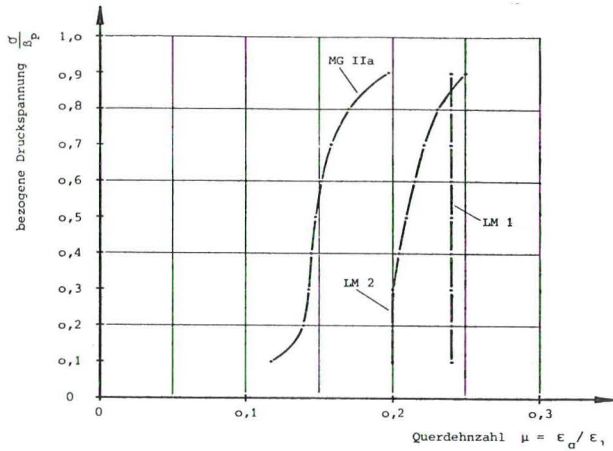


Bild 3. Querdehnnzahl in Abhängigkeit von der bezogenen Druckspannung für Leichtmörtel LM 1 und LM 2 sowie Mauermörtel IIa

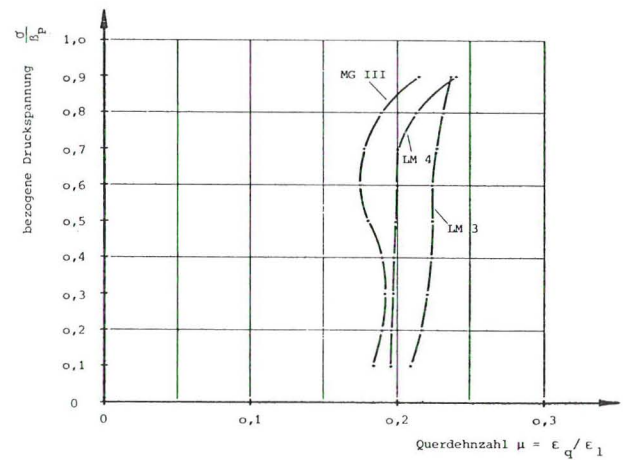


Bild 4. Querdehnnzahl in Abhängigkeit von der bezogenen Druckspannung für Leichtmörtel LM 3 und LM 4 sowie Mauermörtel III

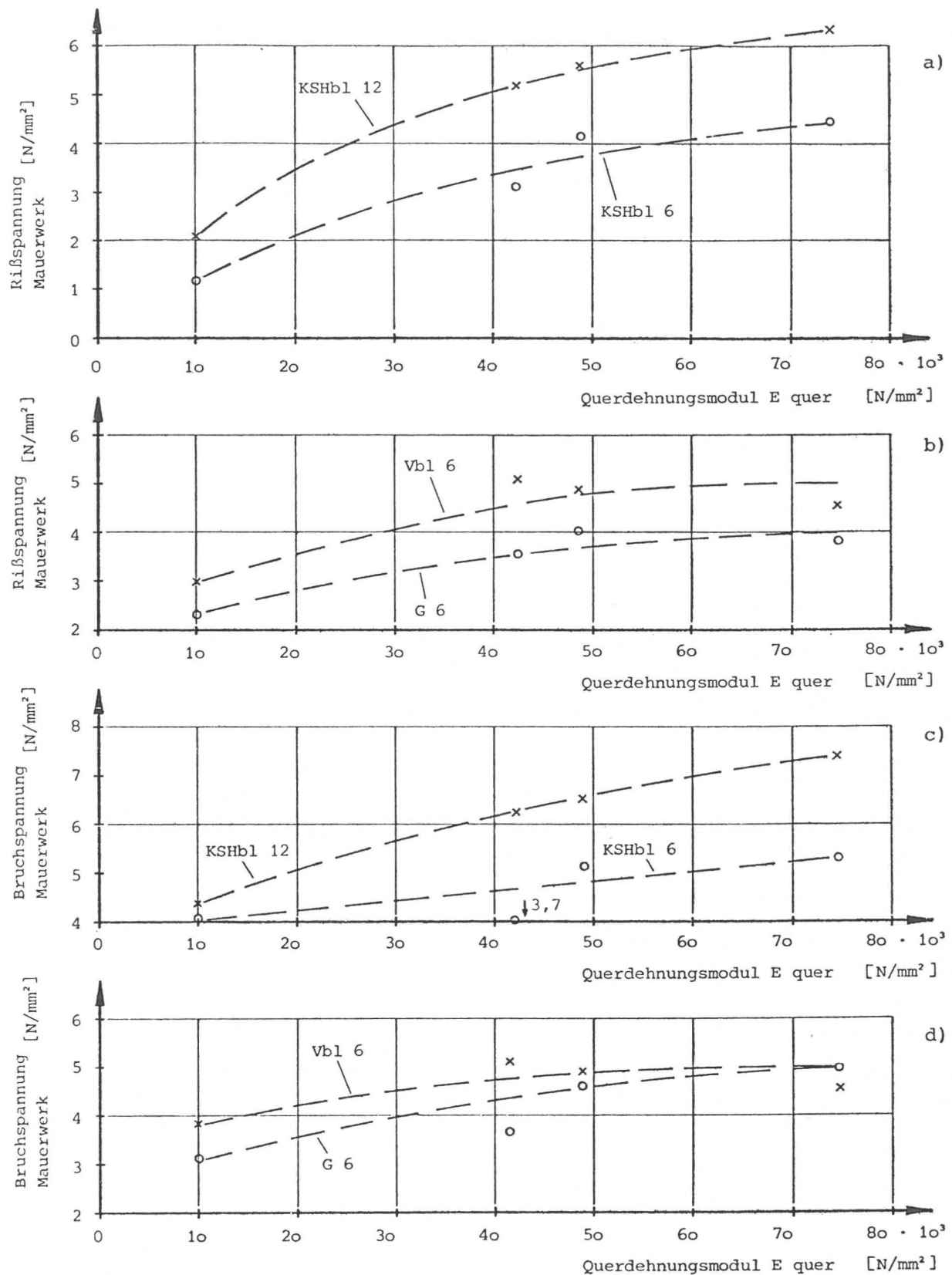


Bild 5. Abhängigkeit zwischen den Querdehnungsmoduln E_{quer} der Mörtel und den Riß- bzw. Bruchspannungen der Mauerwerksproben