

Prüfverfahren für Mauerwerk – Bestimmung der Haftscherfestigkeit

T 3222

T 3222

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

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

© by Fraunhofer IRB Verlag

2009

ISBN 978-3-8167-8143-1

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

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Schlussbericht

Prüfverfahren für Mauerwerk Bestimmung der Haftscherfestigkeit

ZP 52-5-15.65-1152/06

Stand : 30.01.2009

Kontakt:

(Sekretariat)
Universität Hannover, Institut für Baustoffe
Appelstraße 9 A, Raum MZ 430

Tel.: +49 (0)511.762-3722
Fax: +49 (0)511.762-4736
E-Mail: institut@baustoff.uni-hannover.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	1
2.1 Haftscherfestigkeit.....	1
2.1.1 Einführung	1
2.1.2 Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5	2
2.1.3 Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3	4
2.1.4 Bisherige Erfahrungen	6
3 Eigene Versuche	8
3.1 Ziel der Versuche	8
3.2 Versuchsprogramm	8
3.3 Prüfverfahren	9
3.3.1 Steinprüfungen	9
3.3.2 Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5	9
3.3.3 Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3	10
3.4 Versuchsergebnisse	11
3.4.1 Allgemeines.....	11
3.4.2 Auswertung nach Steinarten.....	12
3.4.3 Auswertung nach Mörtelarten	14
4 Schlussfolgerungen	15
Literatur	17
Anhang	19

1 Einleitung

Nach DIN 1053-1 [N1] ist die Haftscherfestigkeit an Mauermörteln gemäß DIN 18555-5 [N2] an Prüfkörpern (Zweisteinkörper) aus Referenzsteinen zu bestimmen. Die so ermittelte Haftscherfestigkeit bildet u. a. die Grundlage für die Bemessung von Mauerwerk auf Biegung und Schub. Die europäisch harmonisierte Norm für Mauermörtel DIN EN 998-2 [N3] sieht die Prüfung der Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 [N4] vor. Die Prüfung nach dieser Norm unterscheidet sich von der Prüfung nach DIN 18555-5. Nach DIN EN 1052-3 erfolgt die Prüfung unter Einbeziehung unterschiedlicher Auflasten an Dreisteinkörpern. Weiterhin kann die Prüfung unter gewissen Voraussetzungen auch mit großformatigen Steinen durchgeführt werden. DIN EN 1052-3 wurde seit ihrer Entstehung mehrfach überarbeitet, so dass derzeit eine gesicherte Korrelation zwischen den Ergebnissen der beiden Prüfnormen nicht bekannt ist.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, durch ergänzende Versuche mit Normal-, Leicht- und Dünnbettmörtel die vorhandenen Lücken hinsichtlich der nach den beiden Prüfnormen ermittelten Haftscherfestigkeiten zu schließen. Letztlich soll das in DIN V 18580 [N5] bzw. DIN V 20000-412 [N6] festgelegte Verhältnis der Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 zur Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5 von 0,5 überprüft werden.

2 Stand der Forschung

2.1 Haftscherfestigkeit

2.1.1 Einführung

Die Haftscherfestigkeit ist definiert als Verbundfestigkeit zwischen Mörtel und Stein bei einachsiger Scherbeanspruchung parallel zur Mörtelfuge ohne Auflast. Bei vorhandener Auflast spricht man von Scherfestigkeit, die sich aus der Haftscherfestigkeit und einem Anteil aus Reibung infolge Auflast zusammensetzt. Wenn die Haftscherfestigkeit maßgebend wird, versagt gemäß Definition der Verbund zwischen Mörtel und Stein. Bei geringen Auflasten kann das Versagen auch im Mörtel auftreten.

Die Nachweisführung auf Schub erfolgt nach DIN 1053 auf der Basis der Mann/Müllerschen Schubtheorie [1]. Es wird dabei zwischen dem Reibungsversagen in der Fuge, dem Steinzugversagen und dem Druckversagen unterschieden. Beim Nachweis des Reibungsversagens geht direkt die Haftscherfestigkeit ein.

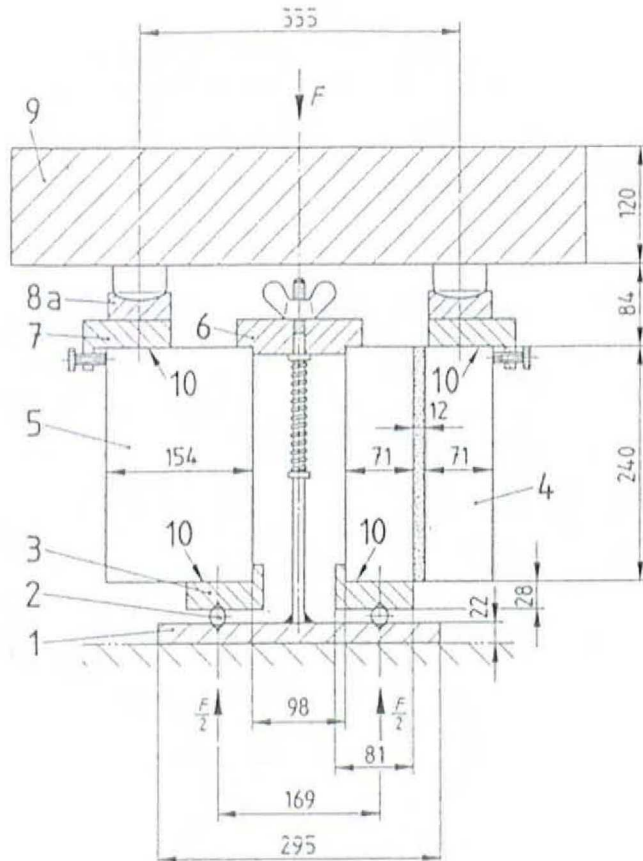
Nach DIN 1053-1 [N1] wird die Haftscherfestigkeit an Mauermörteln gemäß DIN 18555-5 [N2] an Prüfkörpern (Zweisteinkörper) aus Referenzsteinen bestimmt. Die europäisch harmonisierte Norm für Mauermörtel DIN EN 998-2 [N3] sieht die Prüfung der Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 [N4] vor.

Nach Glitza et al. [2] hat die Größe der Haftscherfestigkeit folgende Einflussfaktoren:

- Zusammensetzung der Mauermörtels
- Fugendicke
- Oberflächenstruktur des Steines bis hin zur Lochung / Lochanteil
- Sauberkeit der Lagerfuge
- kapillare Wasseraufnahme der Steine
- Umgebungsbedingungen beim Erhärten

2.1.2 Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5

In Deutschland erfolgt die Prüfung der Haftscherfestigkeit gemäß DIN 1053-1 [N1] nach DIN 18555-5 [N2]. Hierbei kommen ein symmetrischer Zweisteinkörper mit einer Lagerfuge und ein Gegenkörper zur Anwendung. Durch diesen Versuchsaufbau soll eine möglichst momentenfreie Belastung des Prüfkörpers erreicht werden. Bei der Prüfung muss ein Referenzstein-Kalksandstein DIN 106 – KS 12 – 2,0 – NF mit einer Eigenfeuchte von 3 bis 5 M.-% verwendet werden. Die Wahl des Referenzsteines beruht auf den Erfahrungen, dass durch die glatte Oberfläche des KS-Steins und deren relativ hohes Saugvermögen (Wasseraufnahmefähigkeit) die geringsten Haftscherfestigkeiten verglichen mit anderen Steinarten ermittelt werden. Die Prüfung kann mit Steinen im Format NF (Normalformat), DF (Dünformat) und 2DF durchgeführt werden. Weiterhin zeichnet sich dieses Verfahren durch eine einfache Prüfkörperherstellung aus. Der Versuchsaufbau ist in Bild 1 dargestellt.



- 1 Grundplatte 295 mm × 120 mm × 22 mm
Abstand der Rollen 169 mm
- 2 Rolle, Durchmesser 16 mm, Länge 120 mm
- 3 Fußplatte für Prüfkörper und Gegenkörper
81 mm × 120 mm × 28 mm
- 4 Prüfkörper
- 5 Gegenkörper (240 mm × 154 mm × 115 mm)
- 6 Einspannvorrichtung für Versuchsaufbau
- 7 Kopfplatte 90 mm × 120 mm × 28 mm mit
Distanzschrauben
- 8a Kugelkalotte mit Pfanne, Kalottenradius R
58 mm, Bauhöhe 56 mm
- oder
- 8b alternativ Kugellager mit Kugeldurchmesser
20 mm; Bauhöhe 56 mm
- 9 Lastverteilungsträger IPBv 100, Länge 600 mm
- 10 Stirnfläche (siehe Abschnitt 5.1)

Bild 1: Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5

Die Haftscherfestigkeit berechnet sich zu:

$$f_{HS} = \frac{F_u}{2 \cdot A}$$

mit:

f_{HS} Haftscherfestigkeit in N/mm^2

F_u Bruchlast in N (Lastanteile aus der Prüfeinrichtung sind zu berücksichtigen)

A Lagerfläche des Steins in mm^2

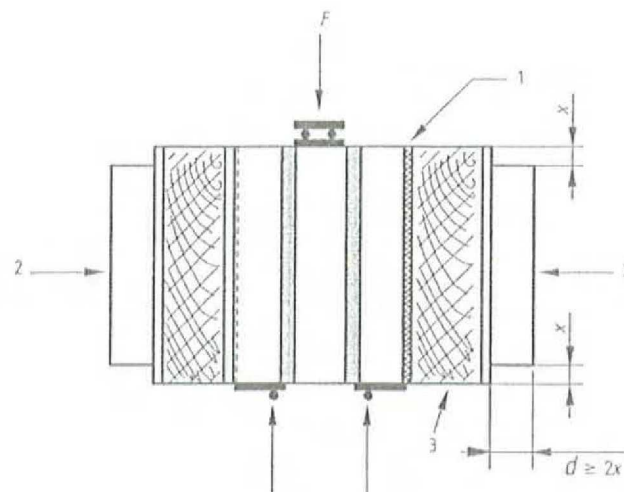
Nach DIN V 18580 [N5] ergibt sich die maßgebende Haftscherfestigkeit (Mittelwert) durch Multiplikation des Prüfwertes mit dem Prüffaktor 1,2.

Nach DIN 18555-5 werden drei Bruchbilder unterschieden. Das Ergebnis ist nach Bruchbild a (Bruch in der Haftfläche zwischen Mörtel und Stein), Bruchbild b (Bruch im Mörtel) oder in das Bruchbild c (Bruch im Stein) einzuteilen.

2.1.3 Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3

In der europäischen Mörtelnorm DIN EN 998-2 [N3] wird die Prüfung der Haftscherfestigkeit gemäß DIN EN 1052-3 [N4] gefordert. Die Prüfung erfolgt an einem symmetrischen Dreisteinkörper mit zwei Fugen (Bild 2).

Dieses Prüfverfahren bietet den Vorteil, dass auch vom Format NF bzw. DF abweichende Steinformate verwendet werden können. Bei der normativen Bearbeitung der DIN EN 1052-3 kam es aufgrund von Schwierigkeiten mit der Versuchsdurchführung bereits zu mehreren Änderungen der Norm. Aktuell gilt die Fassung DIN EN 1052-3:2007-06 [N4]. In der letzten Änderung wurde im Wesentlichen die Prüfung ohne Vorlast aufgenommen.



Legende

- 1 Strohplatte/Weichfaserplatte/Gips
- 2 Vorlast
- 3 Lastverteilungsbalken

- d Tiefe des Lastverteilungsbalkens
- x Länge, um die der Lastverteilungsbalken über die Druckplatte hinausragt

Bild 2: Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3

Bei der Prüfung wird zwischen dem Verfahren A und B unterschieden. Beim Verfahren A erfolgt die Prüfung bei 3 Vorlaststufen mit jeweils mindestens 3 Prüfkörpern. Die Vorlast ist bei den einzelnen Stufen im Bereich von +/- 2 % zu halten. Beim Verfahren B wird die Prüfung an mindestens 6 Probekörpern bei einer Vorlast von 0 geprüft. Die Berechnungen ergeben sich wie folgt:

$$f_{voi} = \frac{F_{i,max}}{2 \cdot A_i}$$

mit:

f_{voi} Scherfestigkeit einer Einzelprobe in N/mm²

$F_{i,max}$ Höchstwert der Scherkraft in N

A_i Querschnittsfläche eines Prüfkörpers parallel zu den Lagerfugen in mm²

Beim Verfahren A sind die Einzelwerte in Bezug zur Vorlast grafisch aufzutragen. Mittels linearer Regression ist die Haftscherfestigkeit aus den ermittelten Scherfestigkeiten zu extrapolieren. Zusätzlich ist die Steigung der Geraden als Winkel der inneren Reibung anzugeben. Der charakteristische Wert der Anfangsscherfestigkeit wird mit f_{vko} bezeichnet. Dabei ergeben sich $f_{vko} = 0,8 \times f_{vo}$ und der charakteristische Winkel der inneren Reibung $\tan \alpha_k = 0,8 \times \alpha$.

Beim Verfahren B ergibt sich der charakteristische Wert der Anfangsscherfestigkeit ebenfalls zu $f_{vko} = 0,8 \times f_{vo}$ oder er entspricht dem kleinsten Einzelwert, wobei der kleinere Wert maßgebend ist. Alternativ kann eine statistische Auswertung durchgeführt werden.

Im Prüfbericht muss das Bruchbild angegeben werden. Es wird zwischen Schubbruch im Verbund zwischen Mauerstein und Mörtelmörtel, Schubbruch nur im Mörtel, Schubbruch im Mauerstein und Versagen durch Zerschlagen oder Spalten der Mauersteine unterschieden.

Nach DIN V 18580 [N5], Tabelle 2 ergibt sich die maßgebende charakteristische Anfangsscherfestigkeit durch Multiplikation des charakteristischen Wertes der Anfangsscherfestigkeit mit dem Prüffaktor 1,2. Nach DIN V 18580, Tabelle 2, Fußnote d darf die Prüfung der Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 auch ohne Vorlast durchgeführt werden. Diese Fußnote kann als überflüssig angesehen werden, da die Prüfung ohne Vorlast als Verfahren B mit der A1-Änderung 2007/06 mittlerweile Einzug in die DIN EN 1052-3 gefunden hat.

2.1.4 Bisherige Erfahrungen

Die Prüfverfahren nach DIN 18555-5 [N2] und DIN EN 1052-3 [N4] unterscheiden sich durch den Spannungszustand in der Fuge und damit sind die Messwerte nicht direkt miteinander vergleichbar. Schon früher durchgeführte Versuche von Stöckl [3] haben gezeigt, dass die Prüfeinrichtung die Prüfergebnisse maßgebend beeinflusst, so dass eine Kalibrierung zwischen Anforderungs- und Rechenwerten vorgenommen werden muss. Die Prüfergebnisse zwischen den genannten Prüfverfahren sind somit nicht direkt umrechenbar.

Die Haftscherfestigkeit wird stark von der Mörtelart, -zusammensetzung, Steinart und dem Feuchtezustand der Steine beeinflusst. Tabelle 1 zeigt Anhaltswerte für die Haftscherfestigkeit unterschiedlicher Mörtel bei der Prüfung nach DIN 18555-5 nach Schubert [4]. Gesicherte Anhaltswerte für die Prüfung der Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 sind der Literatur nicht zu entnehmen.

Tabelle 1: Anhaltswerte für die Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5 in N/mm²

Mörtelgruppe	HLz	Mz	KS, KS-L	Hbl	Pb
NM II	0,40	0,40	0,15	0,40	0,10
NM IIa	0,50	0,50	0,20	0,60	0,15
NM III	0,70	0,70	0,30	0,70	0,20
NM IIIa	1,00	1,00	0,40	0,90	0,25
DM	0,60	k. A.	1,30	k. A.	1,00

Die DIN V 18580 [N5] enthält Angaben zur Haftscherfestigkeit für die unterschiedlichen Mörtelarten, unabhängig von der Steinart. In DIN V 18580 sind Anforderungswerte bei Prüfung nach DIN 18555-5 für die Haftscherfestigkeit bei einer Eignungsprüfung für die unterschiedlichen Mörtelarten angegeben.

In der deutschen Restnorm DIN V 18580 ist die Prüfung der Haftscherfestigkeit für Mauermörtel vorgeschrieben, wobei die Prüfung sowohl nach DIN 18555-5 als auch nach DIN EN 1052-3 erfolgen kann. Die maßgebende Haftscherfestigkeit bei der Prüfung sowohl nach DIN 18555-5 als auch nach DIN EN 1052-3 ergibt sich aus dem Prüfwert multipliziert mit dem Faktor 1,2. Die Mindestanforderungen nach DIN V 18580 für die Haftscherfestigkeit sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Mindestanforderungen an die Verbundfestigkeit nach 28 d gemäß DIN V 18580

Mörtelgruppe	Mindesthaftscherfestigkeit (Mittelwert) nach DIN 18555-5 in N/mm ²	Charakteristische Anfangscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 in N/mm ²
NM II	0,10	0,04
NM IIa	0,20	0,08
NM III	0,25	0,10
NM IIIa	0,30	0,12
DM	0,50	0,20
LM 21 LM 36	0,20	0,08

Bisherige Vergleichsuntersuchungen z. B. von Kirtschig [5] zwischen den Prüfverfahren zeigen, dass sich die Prüfwerte deutlich unterscheiden. Neuere umfangreiche Vergleichsversuche und Auswertungen wurden am Institut für Bauforschung der RWTH Aachen durchgeführt ([6], [7], [8], [9]). Die Auswertungen zeigten starke Streuungen der Versuchsergebnisse, wobei die Ursachen hierfür sehr vielfältig waren. Trotz Ausschluss diverser Einflussfaktoren ergaben sich keine gesicherten Festlegungen für unterschiedliche Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen. Bei Berücksichtigung aller erfassten Vergleichsuntersuchungen ergab sich ein Verhältniswert von Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 zu DIN 18555-5 von rd. 0,50. Dieses Verhältnis ist in die Normvorgaben nach DIN V 18580 eingeflossen. Für NM IIa gilt beispielsweise unter Berücksichtigung des Faktors für den charakteristischen Wert von 0,8 gemäß Tabelle 2:

$$(f_{vko, \text{DIN EN 1052-3}} / 0,8) / (\beta_{HS, \text{DIN 18555-5}}) = (0,08 / 0,8) / 0,20 = 0,10 / 0,20 = 0,50$$

3 Eigene Versuche

3.1 Ziel der Versuche

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, durch ergänzende Versuche mit Normal-, Leicht- und Dünnbettmörtel die vorhandenen Lücken hinsichtlich der Vergleichbarkeit der nach den beiden Prüfnormen ermittelten Haftscherfestigkeiten zu schließen. Letztlich soll das in DIN V 20000-412 bzw. DIN V 18580 festgelegte Verhältnis von Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 zu Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5 von 0,5 überprüft werden.

3.2 Versuchsprogramm

Folgende Versuche wurden durchgeführt:

- jeweils eine Versuchsserie Prüfung der Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5 und eine Serie nach DIN 1052-3 sowohl mit Verfahren A als auch mit Verfahren B
- zur Reduzierung der Versuchsparameter nur Format NF
- Stein- / Mörtelkombinationen nach Tabelle 3
- Begleitende Prüfungen an Mauersteinen und Mauermörtel

Tabelle 3: Übersicht Versuchsserien

	MG II	MG IIa	MG III	LM 21	DM
KS-Referenzsteine	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4a Serie 4b	Serie 5 Serie 6
KS-Lochstein	---	Serie 7	---	---	---
Porenbeton	---	---	---	---	Serie 8a Serie 8b
Mauerziegel	---	Serie 9a Serie 9b	Serie 10	---	---
Hochlochziegel	---	Serie 11	---	---	---
Planziegel	---	---	---	---	Serie 12
Leichtbetonsteine	---	Serie 13	---	Serie 14	---

Anmerkungen

- Serie 4a (keine Auswertung für Prüfung mit Vorlast), Serie 4b Wiederholung der Serie 4a
- Serie 5 Dünnbettmörtel mit Stützkorn, Serie 6 Dünnbettmörtel ohne Stützkorn
- Serie 8a Porenbeton PP2, Serie 8b Porenbeton PP4
- Serie 9a (Prüfung mit zu geringer Vorlast), Serie 9b Wiederholung Serie 9a

3.3 Prüfverfahren

3.3.1 Steinprüfungen

Die Ermittlung der maßgebenden Steineigenschaften wurde nach den jeweils gültigen Produkt- und Prüfnormen durchgeführt.

3.3.2 Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5

Die Herstellung der Prüfkörper erfolgte nach DIN 18555-5. Die Prüfkörper lagerten bis zur Prüfung bei 15 bis 22 °C und einer relativen Feuchte von 50 bis 70 %. Zur Prüfung wurden die Prüfkörper zunächst über eine mittig angebrachte Spindel und horizontale Distanzschrauben so in der Maschine eingebaut, dass die Kraftereinwirkung senkrecht zu den Stirnflächen und parallel zur Mörtelfuge erfolgt. Vor Beginn der Prüfung wurde der Prüfkörper mit einer geringen Auflast fixiert und die Spindel wieder gelöst. Anschließend wurden der Prüf- und der Gegenkörper gleichmäßig in 30 bis 90 s bis zum Bruch belastet. Bild 3 zeigt die Versuchseinrichtung.

Für die Auswertung wurden die ermittelten Haftscherfestigkeiten ohne etwaige Prüffaktoren oder Faktoren für charakteristische Kennwerte gemäß Abschnitt 2.1.2 berechnet. Nach dem Versuch wurden die Bruchbilder aufgenommen.

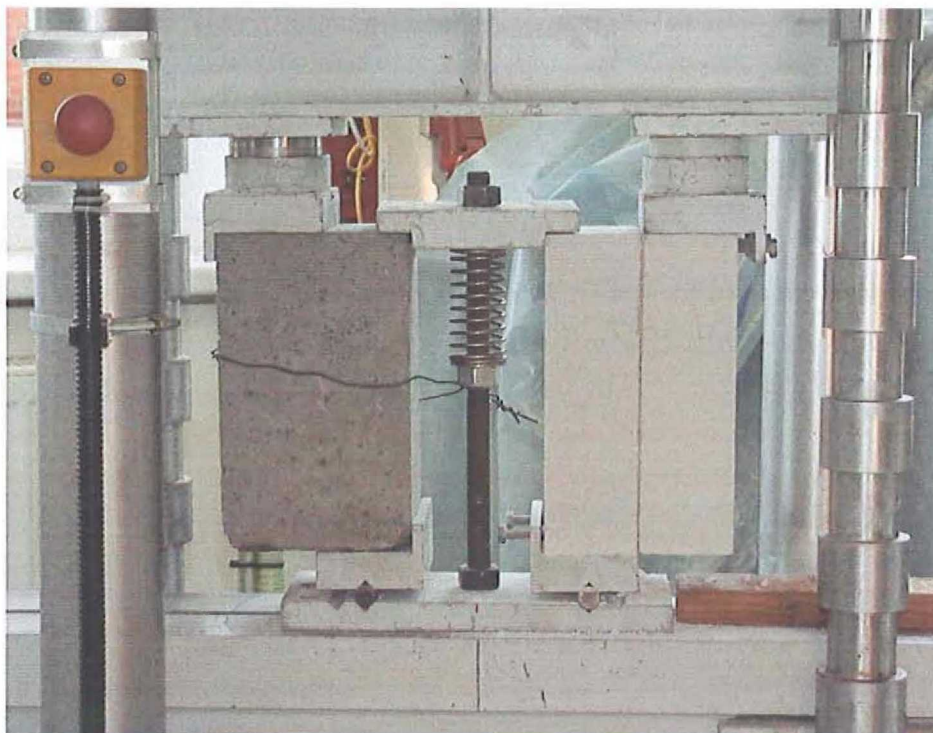


Bild 3: Prüfeinrichtung Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5

3.3.3 Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3

Die Prüfungen erfolgten gemäß DIN EN 1052-3 [N4]. Nach der Konditionierung der Mauersteine wurden die Prüfkörper des Typs I mit Mauersteinen im Format NF hergestellt. Die erforderliche Drucklast zur Aushärtung wurde durch aufgelegte Gewichte erreicht. Die Prüfung erfolgte sowohl mit dem Verfahren A mit Vorlast als auch mit dem Verfahren B ohne Vorlast. Die Vorlast wurde manuell gesteuert über einen horizontalen Hydraulikzylinder aufgebracht und im Bruchzustand aufgezeichnet.

Für die Auswertung wurden die ermittelten Haftscherfestigkeiten ohne etwaige Prüffaktoren oder Faktoren für charakteristische Kennwerte gemäß Abschnitt 2.1.3 berechnet. Nach dem Versuch wurden die Bruchbilder aufgenommen.

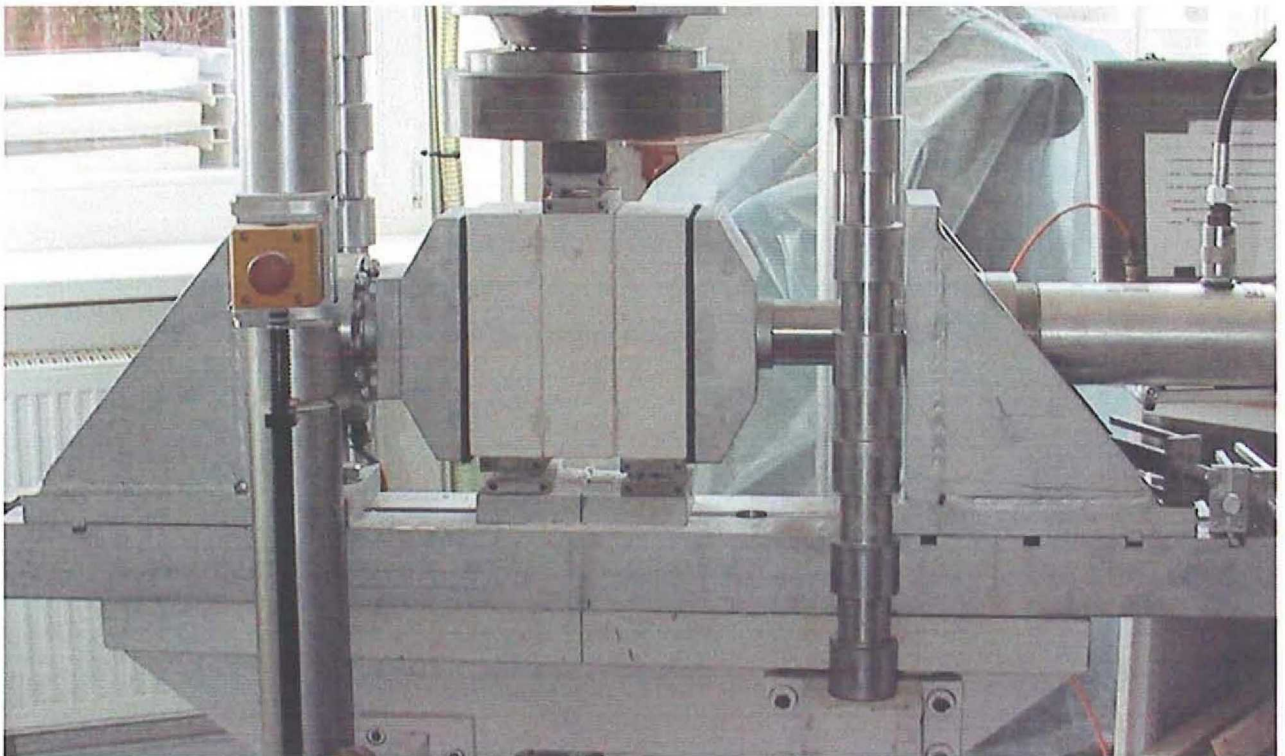


Bild 4: Prüfeinrichtung Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3

3.4 Versuchsergebnisse

3.4.1 Allgemeines

Zum direkten Vergleich der Ergebnisse zwischen den Prüfverfahren werden bei der Auswertung nur die reinen Prüfwerte verwendet. Etwaige Prüffaktoren oder Faktoren für charakteristische Kennwerte bleiben unberücksichtigt. Die Tabelle 4 stellt die normativen Mindestanforderungen umgerechnet auf die Prüfwerte dar.

Zu jeder Steinsorte wurden Steinprüfungen an ganzen eingelieferten Mauersteinen durchgeführt. Die Ergebnisse können dem Anhang 1 bis 8 entnommen werden.

Alle Versuchsserien wurden mit Steinen im Format NF durchgeführt. Folgende Festlegungen wurden getroffen:

KS-Referenzstein:	Format wie bei der Anlieferung
KS-Lochstein:	Anlieferung im Format 2 DF, Zuschnitt von der Unterseite auf das Format NF, so dass die Oberseite unverändert blieb
Mauerziegel:	Format wie bei der Anlieferung
Hochlochziegel:	Format wie bei der Anlieferung
Planhochlochziegel:	Anlieferung im Format NF als Hochlochziegel, Planhochlochziegel wurden durch Schleifen hergestellt
Porenbeton PP2 und PP4:	Anlieferung großformatiger Steine, Zuschnitt auf das Format NF, alle Lagerflächen waren geschnittene Flächen

Je Versuchsserie wurden 10 Prüfkörper zur Prüfung nach DIN 18555-5, mindestens 9 Prüfkörper zur Prüfung nach DIN EN 1052-3 – Verfahren A und 6 Prüfkörper zur Prüfung nach DIN EN 1052-3 – Verfahren B hergestellt. Zusätzlich wurde am Herstelltag mindestens 1 Satz Prismen aus dem verarbeiteten Mörtel hergestellt. Die Prüfung der Haftscherfestigkeit erfolgte zum dem Zeitpunkt, zu dem der Mörtel die Anforderungen an die Druckfestigkeit erfüllte. Anhang 9 zeigt einen Überblick der Prüfergebnisse. Die Detailergebnisse der Versuchsserien sind im Anhang 10 bis 26 wieder gegeben. Für einzelne Versuchsserien sind Fotos der Bruchbilder dargestellt.

Tabelle 4: Übersicht Anforderungen an die Haftscherfestigkeit an Referenzsteinen
- Umrechnung auf Prüfwerte -

	DIN 1053-1 (Bemessung)		DIN 1053-1	DIN EN 998-2 (DIN EN 1052-3)	DIN V 20000-412 oder DIN V 18580		
	Stoßfugen vermörtelt	Stoßfugen unvermörtelt	Prüfwert ¹⁾ DIN 18555-5	char. Wert ohne Prüfung	Prüfwert ¹⁾ DIN 18555-5	Prüfwert ²⁾ DIN EN 1052-3 ohne Auflast	Prüfwert ²⁾ DIN EN 1052-3 mit Auflast
NM I	0,010	0,005	-	0,15	-	-	-
NM II	0,040	0,020	0,08	0,15	0,08	0,04	0,04
NM IIa	0,090	0,045	0,17	0,15	0,17	0,08	0,08
NM III	0,110	0,055	0,21	0,15	0,21	0,10	0,10
NM IIIa	0,130	0,065	0,25	0,15	0,25	0,13	0,13
LM 21	0,090	0,045	0,17	0,15	0,17	0,08	0,08
LM 36	0,090	0,050	0,17	0,15	0,17	0,08	0,08
DM	0,110	0,055	0,42	0,30	0,42	0,21	0,21

¹⁾ Prüfwert entspricht Mindestanforderung geteilt durch 1,2

²⁾ Prüfwert entspricht Mindestanforderung geteilt durch 1,2 und geteilt durch 0,8

3.4.2 Auswertung nach Steinarten

Tabelle 5 zeigt die Prüfergebnisse für die Versuchsserien mit Kalksandsteinen. Dabei sind jeweils die Mittelwerte der einzelnen Prüfungen angegeben. Für alle Versuche mit Normal- und Leichtmauermörtel werden die Anforderungen der Normen sowohl für die Prüfung nach DIN 18555-5 als auch nach DIN EN 1052-3 um mehr als das Doppelte überschritten. Bei der Versuchsserie mit Dünnbettmörtel mit Stützkorn wurden die Anforderungswerte nicht erreicht. Der Dünnbettmörtel ohne Stützkorn erfüllt die Anforderungen relativ knapp.

Die Versuche nach dem Verfahren A der DIN EN 1052-3 (mit Auflast) zeigen im Vergleich zu den Versuchen nach dem Verfahren B (ohne Auflast) im Mittel 20-25 % höhere Werte. Beim Vergleich der Prüfverfahren nach DIN EN 1052-3 zu DIN 18555-5 ergibt sich für den Vergleich mit dem Verfahren A ein Verhältnisswert von rd. 60 % und mit dem Verfahren B von 53 %.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass über alle durchgeführten Haftscherfestigkeitsversuche relativ große Streuungen zu beobachten waren.

Tabelle 5: Prüfergebnisse mit Kalksandsteinen

Serie	Steine	Mörtel	DIN 18555-5		DIN EN 1052-3			Verhältnis EN zu DIN			mit/ohne Auflast
			Püfwert	Anforderung	Prüfwert ohne Vorlast	Prüfwert mit Vorlast	Anforderung	ohne Auflast	mit Auflast		
										N/mm ²	
1	KS-Referenz	MG II	0,16	0,08	0,09	0,11	0,04	0,56	0,69	1,22	
2	KS-Referenz	MG IIa	0,32	0,17	0,17	0,20	0,08	0,53	0,63	1,18	
3	KS-Referenz	MG III	0,47	0,21	0,22	0,25	0,10	0,47	0,53	1,14	
4a ¹⁾	KS-Referenz	LM 21 Referenz	0,40	0,17	0,31	-	0,08	0,78	-	-	
4b	KS-Referenz	LM 21 Referenz	0,53	0,17	0,22	0,25	0,08	0,42	0,47	1,14	
5	KS-Referenz	DM (mit Stützkorn)	0,33	0,42	0,18	0,17	0,21	0,55	0,52	0,94	
6	KS-Referenz	DM (ohne Stützkorn)	0,51	0,42	0,34	0,44	0,21	0,67	0,86	1,29	
7	KSL	MG IIa	0,47	0,17	0,12	0,22	0,08	0,26	0,47	1,83	

¹⁾ Prüfung mit Vorlast gemäß DIN EN 1053-3 nicht auswertbar

Bei den Versuchsserien mit weiteren Mauersteinen hat sich das für die Kalksandsteine beschriebene Ergebnis bestätigt. Die Anforderungswerte werden für alle Versuchsserien deutlich überschritten und die Versuche nach dem Verfahren A bringen ca. 20 % höhere Haftscherfestigkeiten als nach dem Verfahren B. Das Verhältnis der Prüfergebnisse nach DIN EN 1052-3 zu DIN 18555-5 ergibt sich beim Verfahren A zu rd. 50 % und beim Verfahren B zu rd. 45 %.

Weitergehend können die Versuche nach DIN EN 1052-3 mit dem Verfahren A im Hinblick auf die Regressionsgerade ausgewertet werden. Für den Großteil der Versuche ergibt sich eine Steigung der Geraden zwischen 0,6 und 0,7 (siehe Anhang 9). Das Bestimmtheitsmaß liegt in der Regel größer 80 %, bei diversen Versuchsserien auch größer als 90 %. Bei der Auswertung zukünftiger Versuchsserien sollten diese Kennwerte zur Überprüfung der Plausibilität verwendet werden.

Ausnahmen ergeben sich für die Serien 8a (PP2), 11 (Hochlochziegel) und 12 (Planhochlochziegel). Bei diesen Serien ist die Steigung der Regressionsgeraden deutlich geringer als bei den anderen Serien. Die Begründung für diese Ausnahmen liegt in der Art des Versagens. Aus den Ergebnissen und dargestellten Bruchbildern im Anhang ist zu erkennen, dass das Versagen insbesondere bei höheren Vorlasten nicht im Mörtel erfolgt, sondern die Steine auf Längsdruckfestigkeit versagen. Dies hat zur Folge, dass eine höhere Vorlast nicht zu einer Steigerung der Versuchslast führt.

Für die Auswertung bedeutet dies, dass bei Steinen mit geringer Längsdruckfestigkeit bei der Prüfung nach DIN EN 1052-3 mit dem Verfahren A nicht direkt die Haftscherfestigkeit ermittelt wird. In Abhängigkeit der Verschiebung der Regressionsgeraden kann die Haftscherfestigkeit höher oder niedriger liegen.

Bei der Serie 9a mit Vollziegeln ergab sich eine sehr hohe Steigung. Da diese Versuchsserie mit zu geringen Vorlasten geprüft wurde, wird auf einer weitergehende Bewertung verzichtet.

Tabelle 6: Prüfergebnisse mit weiteren Mauersteinen

Serie	Steine	Mörtel	DIN 18555-5		DIN EN 1052-3			Verhältnis DIN zu EN		mit/ohne
			Püfwert N/mm ²	Anforderung N/mm ²	Prüfwert ohne Vorlast	Prüfwert mit Vorlast N/mm ²	Anforderung	ohne Aullast	mit Aullast	Aullast
8a	Porenbeton PP2	DM	0,84	0,42	0,42	0,47	0,21	0,50	0,56	1,12
8b	Porenbeton PP4	DM	0,91	0,42	0,35	0,40	0,21	0,38	0,44	1,14
9a ²⁾	Vollziegel	MG IIa	0,55	0,17	0,16	0,15	0,08	-	-	-
9b	Vollziegel	MG IIa	0,61	0,17	0,22	0,23	0,08	0,36	0,38	1,05
10	Vollziegel	MG III	0,57	0,21	0,27	0,35	0,10	0,47	0,61	1,30
11	Hochlochziegel	MG IIa	0,43	0,17	0,18	0,26	0,08	0,42	0,60	1,44
12	Planhochlochziegel	DM	0,48	0,42	0,22	0,31	0,21	0,46	0,65	1,41
13	V4-0,8 Leichtbeton	MG IIa	0,95	0,17	0,41	0,36	0,08	0,43	0,38	0,88
14	V4-0,8 Leichtbeton	LM 21 Referenz	0,98	0,17	0,51	0,53	0,21	0,52	0,54	1,04
							mittel	0,44	0,51	1,18

²⁾ nicht in die Auswertung mit aufgenommen, da mit falscher Aullast geprüft

3.4.3 Auswertung nach Mörtelarten

Weiterhin wurden die Ergebnisse im Hinblick auf die unterschiedlichen Mörtelarten ausgewertet. Die Zusammenstellung kann der Tabelle 7 entnommen werden. Für alle Mörtelmörtelarten gilt, dass der KS-Referenzstein jeweils die geringsten Haftscherfestigkeiten gebracht hat. Eine Ausnahme ergibt sich bei der Versuchsserie 7 mit KS-Lochsteinen, bei der der Prüfwert nach DIN EN 1052-3 mit dem Verfahren B etwas unter dem Prüfwert mit dem Referenzstein liegt.

Bei den Normalmörteln wurden die absolut größten Haftscherfestigkeiten mit dem Leichtbetonstein ermittelt. Sie liegen etwa um das 5fache über dem Anforderungswert. Die größten Haftscherfestigkeiten bei der Verwendung von Dünnbettmörtel ergaben sich bei der Verwendung von Porenbeton. Die über alle Versuche absolut größte Haftscherfestigkeit wurde bei der Versuchsserie 14 mit Leichtbetonsteinen und LM21 gemessen.

Tabelle 7: Prüfergebnisse nach Mörtelarten

Serie	Steine	Mörtel	DIN 18555-5		DIN EN 1052-3			Verhältnis EN zu DIN		mit/ohne
			Püfwert N/mm ²	Anforderung N/mm ²	Prüfwert ohne Vorlast	Prüfwert mit Vorlast N/mm ²	Anforderung	ohne Auflast	mit Auflast	Auflast
1	KS-Referenz	MG II	0,16	0,08	0,09	0,11	0,04	0,56	0,69	1,22
2	KS-Referenz	MG IIa	0,32	0,17	0,17	0,20	0,08	0,53	0,63	1,18
7	KSL	MG IIa	0,47	0,17	0,12	0,22	0,08	0,26	0,47	1,83
9b	Vollziegel	MG IIa	0,61	0,17	0,22	0,23	0,08	0,36	0,38	1,05
11	Hochlochziegel	MG IIa	0,43	0,17	0,18	0,26	0,08	0,42	0,60	1,44
13	V4-0,8 Leichtbeton	MG IIa	0,95	0,17	0,41	0,36	0,08	0,43	0,38	0,88
3	KS-Referenz	MG III	0,47	0,21	0,22	0,25	0,10	0,47	0,53	1,14
10	Vollziegel	MG III	0,57	0,21	0,27	0,35	0,10	0,47	0,61	1,30
5	KS-Referenz	DM (mit Stützkorn)	0,33	0,42	0,18	0,17	0,21	0,55	0,52	0,94
6	KS-Referenz	DM (ohne Stützkorn)	0,51	0,42	0,34	0,44	0,21	0,67	0,86	1,29
8a	Porenbeton PP2	DM	0,84	0,42	0,42	0,47	0,21	0,50	0,56	1,12
8b	Porenbeton PP4	DM	0,91	0,42	0,35	0,40	0,21	0,38	0,44	1,14
12	Planhochlochziegel	DM	0,48	0,42	0,22	0,31	0,21	0,46	0,65	1,41
4a ¹⁾	KS-Referenz	LM 21 Referenz	0,40	0,17	0,31	-	0,08	0,78	-	-
4b	KS-Referenz	LM 21 Referenz	0,53	0,17	0,22	0,25	0,08	0,42	0,47	1,14
14	V4-0,8 Leichtbeton	LM 21 Referenz	0,98	0,17	0,51	0,53	0,21	0,52	0,54	1,04
								0,49	0,55	1,21

¹⁾ Prüfung mit Vorlast gemäß DIN EN 1053-3 nicht auswertbar

4 Schlussfolgerungen

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden vergleichende Versuche zur Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5 und DIN EN 1052-3 durchgeführt. Die aus den Versuchen abgeleiteten Aussagen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Prüfung der Haftscherfestigkeit ist mit großen Streuungen behaftet.
- Die in den Normen angegebenen Anforderungen für die Haftscherfestigkeit werden in den allermeisten Fällen sowohl bei der Prüfung nach DIN 18555-5 als auch bei der Prüfung nach DIN EN1052-3 sowohl mit und ohne Auflast erfüllt.
- Der Dünnbettmörtel mit Stützkorn in Verbindung mit dem KS-Referenzstein hat die Anforderungen nicht erfüllt.
- Die größten Haftscherfestigkeiten werden bei Normal- und Leichtmauermörtel mit dem Leichtbetonstein gemessen.
- Die größten Haftscherfestigkeiten bei Dünnbettmörtel werden mit den Porenbetonsteinen gemessen.
- Die Prüfung mit dem Verfahren A der DIN EN 1052-3 ergibt ca. 10 % höhere Werte als die Prüfung nach dem Verfahren B.

- Die Prüfung der Haftscherfestigkeit nach DIN EN 1052-3 nach dem Verfahren A mit Vorlast von Mauersteinen mit geringer Längsdruckfestigkeit liefert unter Umständen falsche Ergebnisse, da bei der Prüfung nicht die Haftscherfestigkeit sondern die Längsdruckfestigkeit der Mauersteine maßgebend ist.
- Über alle durchgeführten Versuchsserien ergeben sich beim Vergleich der Prüfverfahren folgende Verhältnismerte:
 - DIN EN 1052-3 Verfahren B zu DIN 18555-5 ==> rd. 0,5
 - DIN EN 1052-3 Verfahren A zu DIN 18555-5 ==> rd. 0,55

Die Schwankungsbreite des Verhältnismerts liegt mit wenigen Ausnahmen bei etwa 0,4 bis 0,6. Die normative Festlegung des Verhältnismerts zwischen DIN EN 1052-3 und DIN 18555-5 scheint für alle gängigen Stein-/Mörtelkombinationen praktikabel zu sein.

Literatur

Normen

[N1] DIN 1053: Mauerwerk

Teil 1:1996-11: Berechnung und Ausführung

Teil 2:1996-11: Mauerwerksfestigkeitsklassen aufgrund von Eignungsprüfungen

Teil 3:1990-02: Bewehrtes Mauerwerk; Berechnung und Ausführung

Teil 4:2004-02: Fertigbauteile

Teil 100:2007-09: Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts

[N2] DIN 18555: Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln

Teil 1:1982-09: Allgemeines, Probenahme, Prüfmörtel

Teil 2:1982-09: Frischmörtel mit dichten Zuschlägen; Bestimmung der Konsistenz, der Rohdichte und des Luftgehalts

Teil 3:1982-09: Festmörtel; Bestimmung der Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit und Rohdichte

Teil 4:1982-09: Festmörtel; Bestimmung der Längs- und Querdehnung sowie von Verformungskenngrößen von Mauermörteln im statischen Druckversuch

Teil 5:1986-03: Festmörtel; Bestimmung der Haftscherfestigkeit von Mauermörtel

Teil 6:1987-11: Festmörtel; Bestimmung der Haftzugfestigkeit

Teil 7:1987-11: Frischmörtel; Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens nach dem Filterplattenverfahren

Teil 8:1987-11: Frischmörtel; Bestimmung der Verarbeitbarkeitszeit und der Korrigierbarkeitszeit von Dünnbettmörteln für Mauerwerk

Teil 9:1999-09: Festmörtel; Bestimmung der Fugendruckfestigkeit

[N3] DIN EN 998: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau

Teil 1:2003-09: Putzmörtel

Teil 2:2003-09: Mauermörtel

- [N4] DIN EN 1052: Prüfverfahren für Mauerwerk
Teil 1:1998-12: Bestimmung der Druckfestigkeit
Teil 2:1999-10: Bestimmung der Biegezugfestigkeit
Teil 3:2007-06: Bestimmung der Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit)
Teil 4:2000-09: Bestimmung der Scherfestigkeit bei einer Feuchtesperrschicht
Teil 5:2005-06: Bestimmung der Biegehaftzugfestigkeit
- [N5] DIN V 18580:2007-03: Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften
- [N6] DIN V 20000-412:2004-03: Regeln für die Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2:2003-09

Literatur

- [1] Mann, W. und Müller, H.: Schubtragfähigkeit von Mauerwerk, Mauerwerk-Kalender 1978. Berlin: Verlag Ernst & Sohn, S. 35 ff.
- [2] Glitza, H.; Jäger, W.; Burkert, T.: Zur Haftscherfestigkeit bei Mauerwerk aus Leichtbetonsteinen, Zeitschrift Mauerwerk 10 (2006), Heft 3.
- [3] Stöckl, S.; Hofmann, P.; Mainz, J.: Methoden für Haftscherversuche, Mauerwerk-Kalender 15 (1990), S. 507 – 511, Herausgeber P. Funk, Verlag Ernst & Sohn.
- [4] Schubert, P.: Eigenschaftswerte von Mauerwerk, Mauersteinen und Mauermörtel, Mauerwerk-Kalender 2008. Berlin: Verlag Ernst & Sohn, S. 3 ff
- [5] Kirtschig, K.; Anstötz, W.: Harmonisierung europäischer Baubestimmungen – Eurocode 6 – Mauerwerksbau -, Prüfung der Haftscherfestigkeit zwischen Mauersteinen und Mauermörtel, Forschungsbericht Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung, Universität Hannover, 10/1989.
- [6] Schubert, P.; Caballero Gonzalez, A.: Vergleichende Untersuchungen nach DIN 18555-5 und DIN EN 1052-3, Institut für Bauforschung, RWTH Aachen, Forschungsbericht F449, 01/1995.
- [7] Schubert, P.; Caballero Gonzalez, A.: Vergleichende Untersuchungen nach DIN 18555-5 und DIN EN 1052-3, Institut für Bauforschung, RWTH Aachen, Forschungsbericht F449/2, 07/1996.
- [8] Schubert, P.; Förster, Ch.; Schmidt, U.: Vergleichsversuche Haftscherfestigkeit nach DIN 18555-5 und DIN EN 1052-3, Institut für Bauforschung, RWTH Aachen, Forschungsbericht F786, 01/2000.
- [9] Brameshuber, W.; Graubohm, M.: Auswertung Haftscherfestigkeit, Institut für Bauforschung, RWTH Aachen, Forschungsbericht F7018, 03/2006.

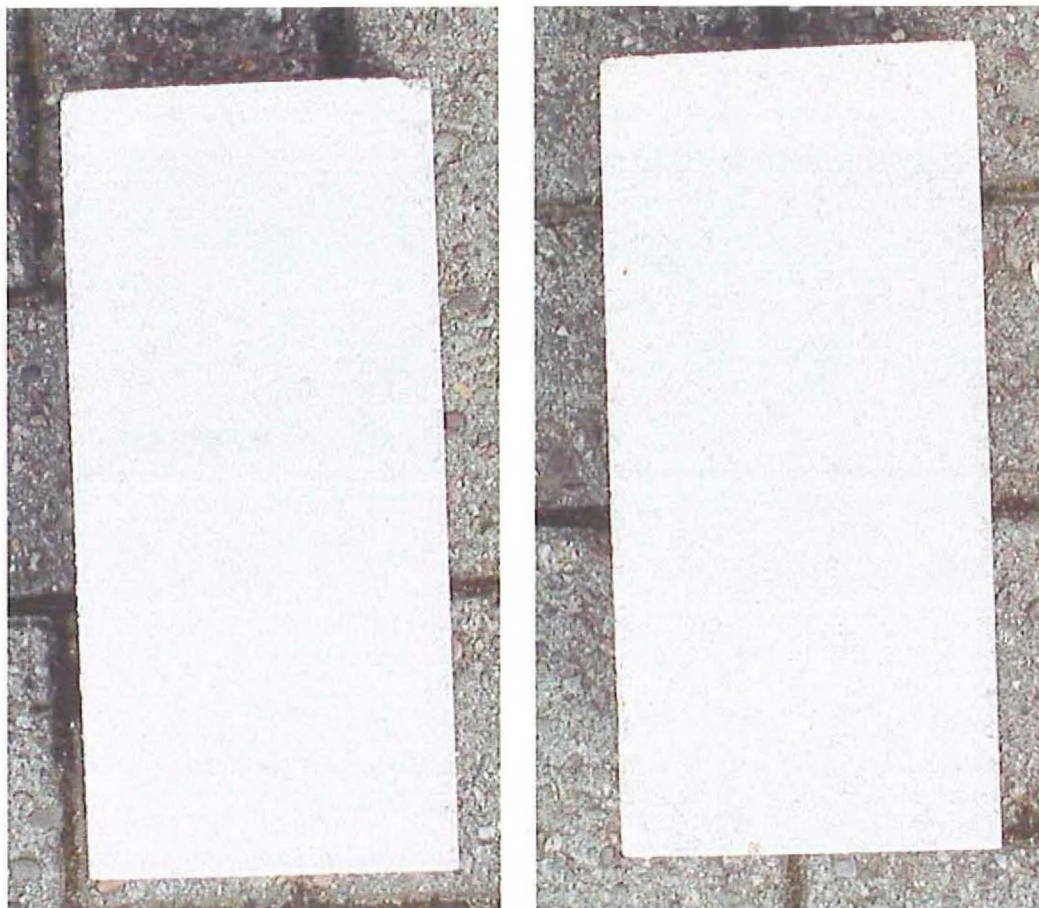
Anhang

Anhang 1: Steinprüfung KS-Referenzstein

Stein Nr.	Abmessungen			Rohdichte		Druckfestigkeit		Feuchte M.-%
	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	lufttrocken kg/dm ³	trocken ¹⁾ kg/dm ³	β_{PR} N/mm ²	$\beta_{D, St = f^2} \cdot \beta_{PR}$ N/mm ²	
1	239	112	71	1,88	1,81	19,0	19,0	3,9
2	238	113	71	1,92	1,88			2,2
3	238	114	71	1,92	1,86	19,2	19,2	3,2
4	239	114	72	1,96	1,91			2,5
5	239	114	71	1,95	1,88	19,1	19,1	3,5
6	239	114	71	1,91	1,86			3,0
7	238	113	71	1,93	1,88	20,0	20,0	2,4
8	239	114	71	1,91	1,89			1,5
9	238	114	71	1,98	1,88	18,0	18,0	5,4
10	239	114	70	1,88	1,82			3,5
11	238	114	71	1,90	1,86	20,1	20,1	2,4
12	240	114	71	1,93	1,85			3,9
Mittel	—	—	—	—	1,87	—	19,2	3,1

¹⁾ ermittelt durch Rückwiegen

²⁾ $f = 1,0$ nach DIN V 106-1:2003-02, Tabelle 11

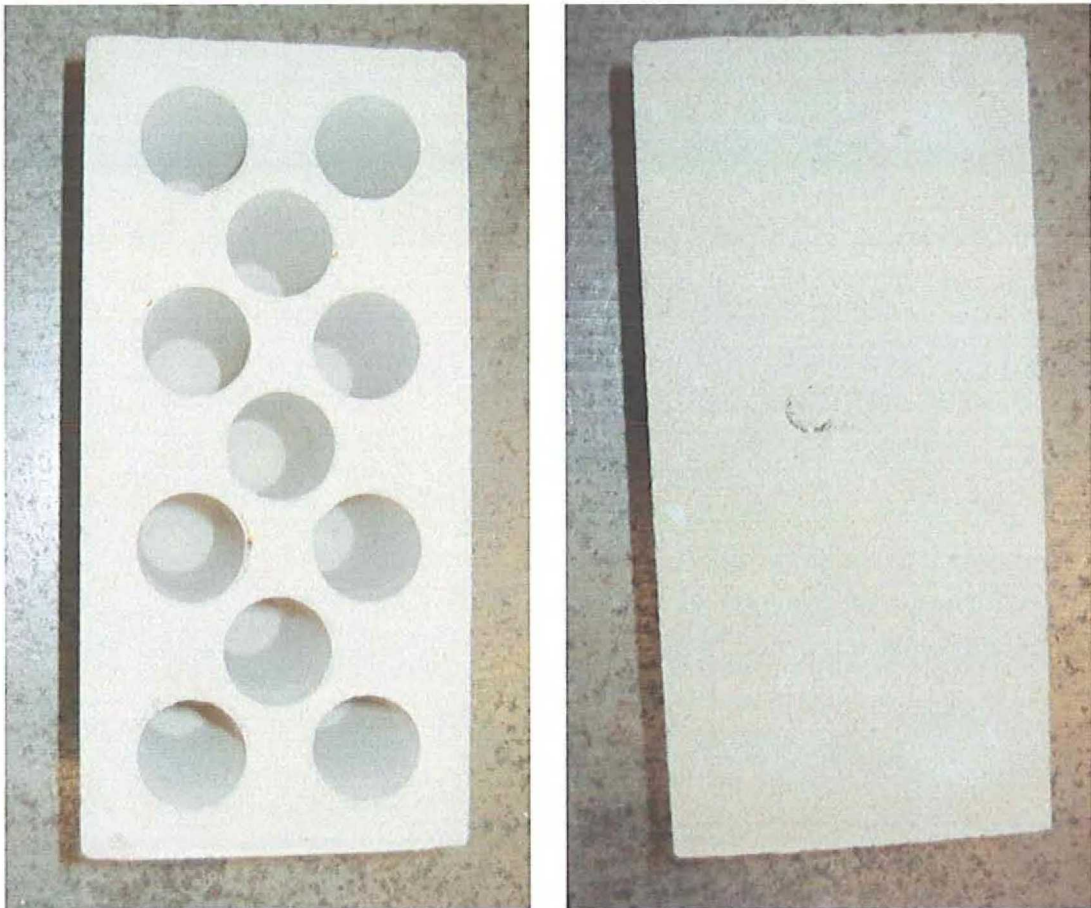


Lagerflächen KS-Referenzstein

Anhang 2: Steinprüfung KS-Lochsteine im Anlieferungszustand

Stein	Abmessungen			Rohdichte	Druckfestigkeit		Feuchte
	Länge	Breite	Höhe		β_{PR}	$\beta_{D, St = f^1) \cdot \beta_{PR}$	
Nr.	mm	mm	mm	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²	M.- %
1	239,7	114,2	113,5	1,19	14,4	17,3	k. A.
2	239,6	114,2	113,5	1,19	14,7	17,6	k. A.
3	239,7	114,3	113,4	1,20	14,2	17,0	k. A.
4	239,8	114,4	113,8	1,20	13,9	16,7	k. A.
5	239,6	114,6	113,4	1,20	14,1	16,9	k. A.
Mittel	—	—	—	1,20	14,3	17,1	—

) $f = 1,0$ nach DIN V 106-1:2003-02, Tabelle 11

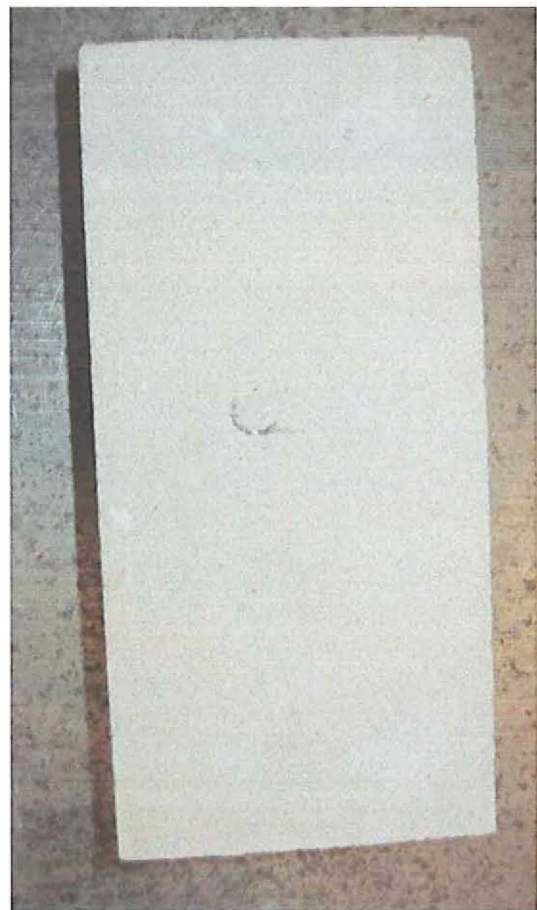
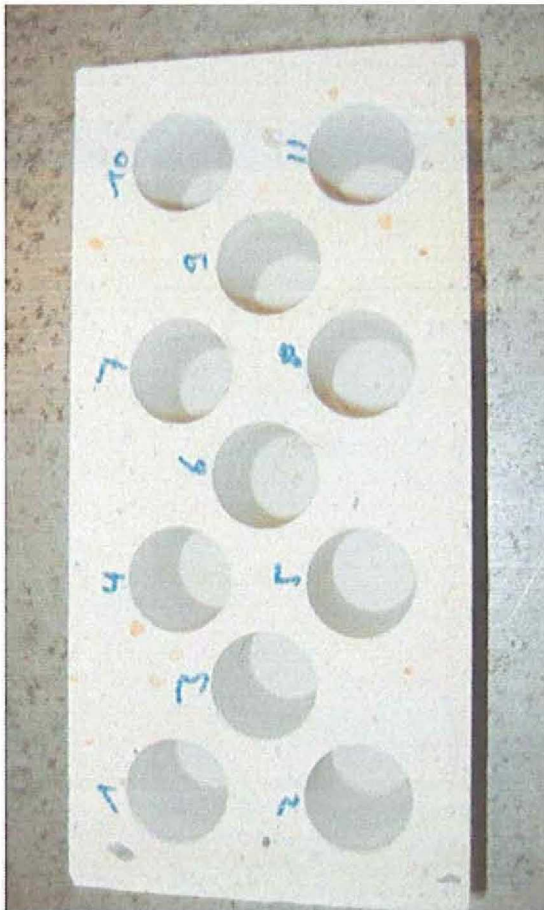


Lagerflächen KS-Lochstein

Anhang 3: Steinprüfung KS-Lochsteine im Format NF

Stein	Abmessungen			Rohdichte	Druckfestigkeit		Feuchte
	Länge	Breite	Höhe		β_{PR}	$\beta_{D, St = f^1) \cdot \beta_{PR}$	
Nr.	mm	mm	mm	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²	M.-%
1	239,4	114,4	71,3	1,39	20,4	24,5	k. A.
2	239,5	114,3	71,9	1,39	18,9	22,7	k. A.
3	239,3	114,3	70,8	1,39	19,9	23,9	k. A.
4	239,5	114,4	71,6	1,39	19,4	23,3	k. A.
5	240,0	114,2	70,7	1,39	18,7	22,4	k. A.
Mittel	—	—	—	1,39	19,5	23,4	—

) $f = 1,0$ nach DIN V 106-1:2003-02, Tabelle 11



Lagerflächen KS-Lochstein

Anhang 4: Steinprüfung Porenbetonstein PP2

Stein	Abmessungen			Rohdichte	Druckfestigkeit		Feuchte
	Länge	Breite	Höhe		β_{PR}	$\beta_{D, St = f^1) \cdot \beta_{PR}$	
Nr.	mm	mm	mm	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²	M.-%
1	102,2	103,3	102,2	0,36	3,1	3,1	6,0
2	101,7	102,5	101,6	0,35	3,2	3,2	2,4
3	101,3	102,5	101,1	0,35	3,2	3,2	2,3
4	100,9	102,2	101,1	0,36	3,0	3,0	6,0
5	101,0	102,2	100,6	0,35	3,3	3,3	2,6
6	101,3	102,4	100,4	0,35	3,0	3,0	2,5
Mittel	101,4	102,5	101,2	0,35	3,1	3,1	3,6

) $f = 1,0$ nach DIN V 106-1:2003-02, Tabelle 11

Anhang 5: Steinprüfung Porenbetonstein PP4

Stein	Abmessungen			Rohdichte	Druckfestigkeit		Feuchte
	Länge	Breite	Höhe		β_{PR}	$\beta_{D, St = f^1) \cdot \beta_{PR}$	
Nr.	mm	mm	mm	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²	M.-%
1	100,1	100,7	98,9	0,46	5,6	5,6	5,1
2	100,4	100,6	98,7	0,48	5,4	5,4	5,1
3	100,3	100,5	99,0	0,49	4,7	4,7	5,6
4	99,7	100,6	99,1	0,47	5,4	5,4	5,0
5	99,7	100,0	99,1	0,47	5,2	5,2	5,2
6	99,4	100,5	99,1	0,45	4,5	4,5	5,9
Mittel	99,9	100,5	99,0	0,47	5,1	5,1	5,3

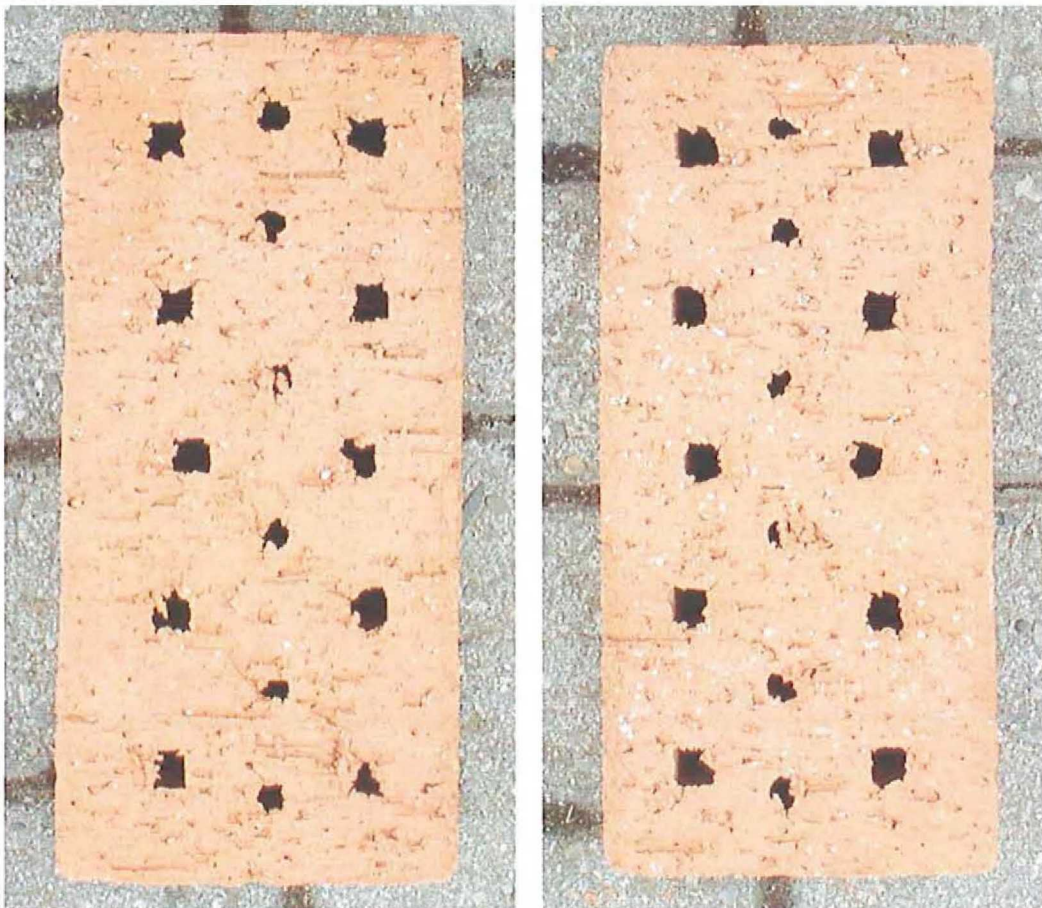
) $f = 1,0$ nach DIN V 106-1:2003-02, Tabelle 11

Anhang 6: Steinprüfung Mauerziegel

Stein	Abmessungen			Rohdichte	Druckfestigkeit		Feuchte
	Länge	Breite	Höhe		β_{PR}	$\beta_{D, St} = f^1) \cdot \beta_{PR}$	
Nr.	mm	mm	mm	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²	M.-%
1	236	113	72	1,62	17,6	17,6	k. A.
2	236	112	71	1,64	20,1	20,1	k. A.
3	236	113	71	1,63	19,0	19,0	k. A.
4	238	113	72	1,60	20,7	20,7	k. A.
5	236	112	72	1,62	19,2	19,2	k. A.
Mittel	—	—	—	1,63	19,3	19,3	—

¹⁾ $f = 1,0$ nach DIN V 106-1:2003-02, Tabelle 11

Geometrie		1	2	3	Mittelwert
Gesamtlochanteil nach Sandfüllverfahren	%	10,9	9,6	9,6	10,0



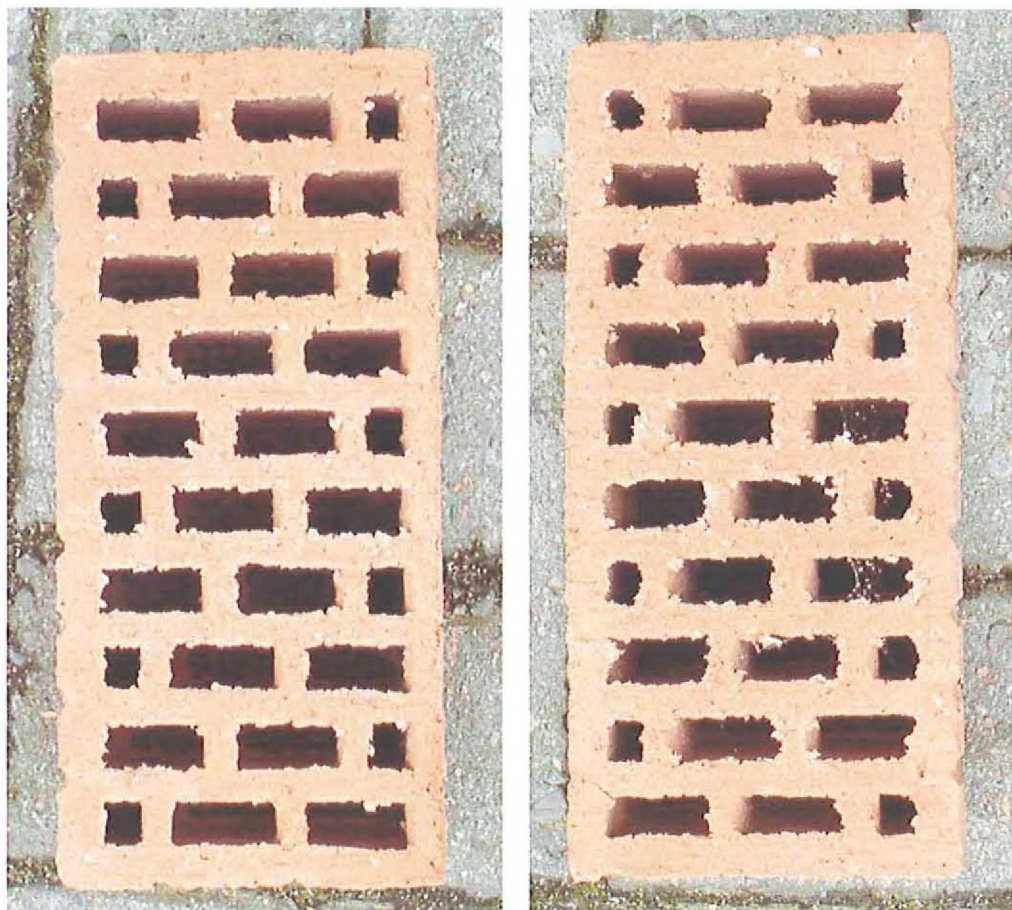
Lagerflächen Mauerziegel

Anhang 7: Steinprüfung Hochlochziegel (Ausgangssteine für Planhochlochziegel)

Stein Nr.	Abmessungen			Rohdichte kg/dm ³	Druckfestigkeit	
	Länge mm	Breite mm	Höhe mm		β_{PR} N/mm ²	$\beta_{D, St} = f^1) \cdot \beta_{PR}$ N/mm ²
1	241	114	72	0,86	13,4	13,4
2	242	115	72	0,87	14,7	14,7
3	242	115	72	0,86	14,3	14,3
4	242	116	72	0,87	14,1	14,1
5	241	115	72	0,87	14,8	14,8
6	241	115	72	0,87	14,3	14,3
Mittel	242	115	72	0,87	14,3	14,3

¹⁾ $f = 1,0$ nach DIN V 106-1:2003-02, Tabelle 11

Geometrie		1	2	3	Mittelwert
Gesamtlochanteil nach Sandfüllverfahren	%	45,6	44,3	44,5	44,8
Gesamtlochanteil nach Unterwasserwägung	%	46,0	46,6	46,8	46,4
Scherbenrohddichte	kg/dm ³	1,61	1,63	1,60	1,61



Lagerflächen Hochlochziegel

Anhang 8: Steinprüfung Leichtbetonstein

Stein	Abmessungen			Rohdichte	Druckfestigkeit	
	Länge	Breite	Höhe		β_{PR}	$\beta_{D, St} = f^{1)} \cdot \beta_{PR}$
Nr.	mm	mm	mm	kg/dm ³	N/mm ²	N/mm ²
1	239	116	70	0,74	5,5	5,5
2	239	115	70	0,73	5,4	5,4
3	239	116	70	0,73	5,3	5,3
4	239	116	70	0,74	5,4	5,4
5	240	116	70	0,72	5,0	5,0
6	240	116	69	0,73	4,9	4,9
Mittel	239	116	70	0,73	5,3	5,3

¹⁾ $f = 1,0$ nach DIN V 106-1:2003-02, Tabelle 11



Lagerflächen Leichtbetonstein

Anhang 9: Ergebnisübersicht - Prüfung der Haftfestigkeit

Serie	Steine	Mörtel	DIN 18555-5		DIN EN 1052-3					Verhältnis EN zu DIN		mit/ohne	Vergleich Anforderung			
			Püfwert	Anforderung	Prüfwert ohne Vorlast	Prüfwert mit Vorlast	Anforderung	Steigung	Bestimmtheit	ohne Auflast	mit Auflast	Aufラスト	18555-5	ohne Auflast	mit Auflast	
										N/mm ²				N/mm ²		---
1	KS-Referenz	MG II	0,16	0,08	0,09	0,11	0,04	0,678	0,97	0,56	0,69	1,22	192	214	262	
2	KS-Referenz	MG IIa	0,32	0,17	0,17	0,20	0,08	0,682	0,98	0,53	0,63	1,18	192	205	241	
3	KS-Referenz	MG III	0,47	0,21	0,22	0,25	0,10	0,594	0,84	0,47	0,53	1,14	226	212	240	
4a ¹⁾	KS-Referenz	LM 21 Referenz	0,40	0,17	0,31	-	0,08	-	-	0,78	-	-	240	373	-	
4b	KS-Referenz	LM 21 Referenz	0,53	0,17	0,22	0,25	0,08	0,596	0,87	0,42	0,47	1,14	318	265	301	
5	KS-Referenz	DM (mit Stützkorn)	0,33	0,42	0,18	0,17	0,21	0,738	0,97	0,55	0,52	0,94	79	87	82	
6	KS-Referenz	DM (ohne Stützkorn)	0,51	0,42	0,34	0,44	0,21	0,575	0,86	0,67	0,86	1,29	122	163	212	
7	KSL	MG IIa	0,47	0,17	0,12	0,22	0,08	0,684	0,90	0,26	0,47	1,83	282	145	265	
8a	Porenbeton PP2	DM	0,84	0,42	0,42	0,47	0,21	0,094	0,21	0,50	0,56	1,12	201	202	226	
8b	Porenbeton PP4	DM	0,91	0,42	0,35	0,40	0,21	0,661	0,63	0,38	0,44	1,14	218	168	192	
9a ²⁾	Vollziegel	MG IIa	0,55	0,17	0,16	0,15	0,08	4,171	0,99	-	-	-	-	-	-	
9b	Vollziegel	MG IIa	0,61	0,17	0,22	0,23	0,08	0,711	0,94	0,36	0,38	1,05	366	265	277	
10	Vollziegel	MG III	0,57	0,21	0,27	0,35	0,10	0,626	0,80	0,47	0,61	1,30	274	260	337	
11	Hochlochziegel	MG IIa	0,43	0,17	0,18	0,26	0,08	0,353	0,76	0,42	0,60	1,44	258	217	313	
12	Planhochlochziegel	DM	0,48	0,42	0,22	0,31	0,21	0,160	0,60	0,46	0,65	1,41	115	106	149	
13	V4-0,8 Leichtbeton	MG IIa	0,95	0,17	0,41	0,36	0,08	0,678	0,80	0,43	0,38	0,88	570	494	434	
14	V4-0,8 Leichtbeton	LM 21 Referenz	0,98	0,17	0,51	0,53	0,21	0,329	0,69	0,52	0,54	1,04	588	245	255	
										mittel	0,49	0,55	1,21	265	226	252

¹⁾ Prüfung mit Vorlast gemäß DIN EN 1053-3 nicht auswertbar

²⁾ nicht in die Auswertung mit aufgenommen, da mit falscher Auflast geprüft

Anhang 10: Haftscherfestigkeit – Serie 1

Serie 1

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	27.02.07
Prüfung	06.03.07
Alter	8 Tage

Stein	KS-Referenzsteine
Steinfestigkeit	19,2 N/mm ²
Feuchte bei Herstellung	4,3 M.-%

Mörtel	MG II
Mörtelfestigkeit	2,7 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,19	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,09	0,47
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,11	0,58

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte		
Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,16	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,09	0,58
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,11	0,69

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit β _{ufl,ph}	Haftscherfestigkeit β _{ufl,ph} =1,2*β _{ufl,ph}	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	9,1	0,16	0,20	b
2	8,8	0,16	0,19	b
3	4,9	0,09	0,11	b
4	9,7	0,18	0,21	b
5	8,9	0,16	0,19	b
6	6,7	0,12	0,15	b
7	8,2	0,15	0,18	b
8	16,6	0,30	0,36	b
9	6,9	0,13	0,15	b
10	7,6	0,14	0,17	b
Mittelwert		0,16	0,19	
max		0,30	0,36	
min		0,09	0,11	
Standardabweichung		0,06	0,07	
Variationskoeffizient		35,5	35,5	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

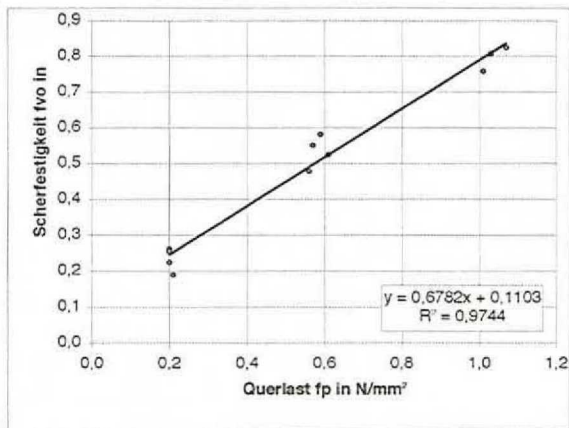
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	14,42	5,7	0,26	0,20	A1
2	14,05	5,4	0,25	0,20	A1
3	12,35	5,4	0,22	0,20	A1
4	10,46	5,7	0,19	0,21	A1
5	32,12	16,2	0,58	0,59	A1
6	28,95	16,8	0,52	0,61	A1
7	30,37	15,7	0,55	0,57	A1
8	26,41	15,3	0,48	0,56	A1
9	45,46	29,6	0,82	1,07	A1
10	44,55	28,5	0,81	1,03	A1
11	41,81	27,8	0,76	1,01	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,11	N/mm ²	
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,11	N/mm ²	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probekörper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	6,01	0,11	0,11	A1
2	3,04	0,06	0,06	A1
3	0,61	keine Auswertung		A1
4	6,19	0,11	0,11	A1
5	5,08	0,09	0,09	A1
6	1,04	keine Auswertung		A1
Mittelwert		0,09	0,09	
max		0,11	0,11	
min		0,06	0,06	
Standardabweichung		0,02	0,02	
Variationskoeffizient		25,5	25,5	



Anhang 11: Haftscherfestigkeit – Serie 2

Serie 2

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	13.03.07
Prüfung	21.03.07
Alter	8 Tagen

Stein	KS-Referenzsteine
Steinfestigkeit	19.2 N/mm ²

Mörtel	MG IIa
Mörtelfestigkeit	5.7 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,39	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,16	0,41
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,19	0,49

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,32	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,17	0,51
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,20	0,62

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{MS,Pr}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{MS}=1,2 \cdot \beta_{MS,Pr}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	18,0	0,33	0,39	a
2	18,5	0,33	0,40	a
3	15,6	0,28	0,34	a
4	12,6	0,23	0,27	a
5	15,8	0,29	0,34	a
6	15,6	0,28	0,34	a
7	18,4	0,33	0,40	a
8	16,3	0,30	0,36	a
9	22,0	0,40	0,48	a
10	24,4	0,44	0,53	a
Mittelwert		0,32	0,39	
max		0,44	0,53	
min		0,23	0,27	
Standardabweichung		0,06	0,07	
Variationskoeffizient		19,3	19,3	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

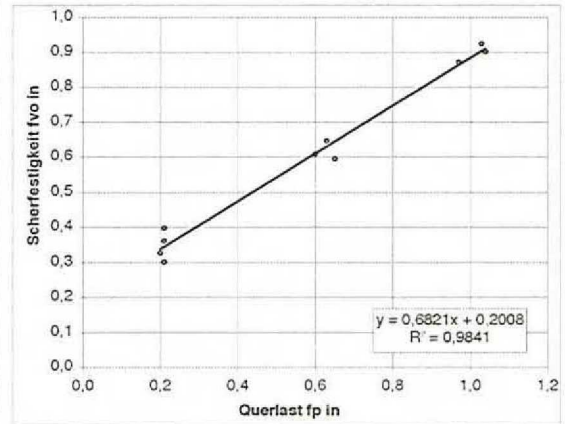
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	16,60	5,8	0,30	0,21	A1
2	21,95	5,7	0,40	0,21	A1
3	19,88	5,7	0,36	0,21	A1
4	18,02	5,5	0,33	0,20	A1
5	32,79	17,9	0,59	0,65	A1
6	33,59	16,5	0,61	0,60	A1
7	35,70	17,3	0,65	0,63	A1
9	49,74	28,6	0,90	1,04	A1
10	50,98	28,3	0,92	1,03	A1
11	48,10	26,9	0,87	0,97	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,20 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,19 N/mm ²		

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	11,03	0,20	0,19	A1
2	10,88	0,20	0,19	A1
3	9,64	0,17	0,16	A1
4	6,58	0,12	0,12	A1
5	9,21	0,17	0,16	A1
6	7,14	0,13	0,12	A1
Mittelwert		0,17	0,16	
max		0,20	0,19	
min		0,12	0,12	
Standardabweichung		0,03	0,03	
Variationskoeffizient		20,6	20,6	



Anhang 12: Haftscherfestigkeit – Serie 3

Serie 3

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	25.04.07
Prüfung	07.05.07
Alter	12 Tagen

Stein	KS-Referenzsteine
Steinfestigkeit	19,2 N/mm ²

Mörtel	MG III
Mörtelfestigkeit	10,0 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,57	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,21	0,37
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,24	0,42

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,47	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,22	0,47
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,25	0,53

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit β_{HVF}	Haftscherfestigkeit $\beta_{HVF} = 1,2 \cdot \beta_{HVF,th}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	24,0	0,43	0,52	a
2	26,6	0,48	0,58	a
3	26,5	0,48	0,58	a
4	19,7	0,36	0,43	a
5	29,0	0,53	0,63	a
6	31,5	0,57	0,69	a
7	27,3	0,49	0,59	a
8	18,5	0,33	0,40	a
9	40,5	0,73	0,88	a
10	17,2	0,31	0,37	a
Mittelwert		0,47	0,57	
max		0,73	0,88	
min		0,31	0,37	
Standardabweichung		0,13	0,15	
Variationskoeffizient		26,5	26,5	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

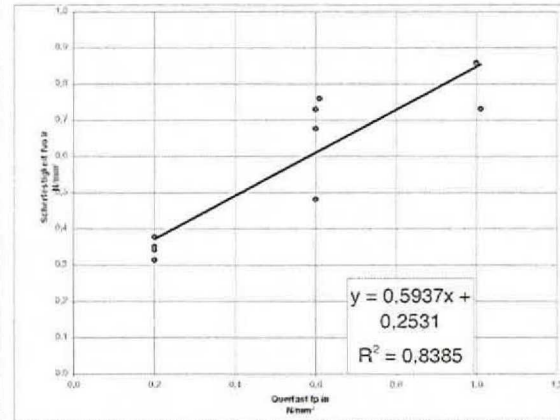
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	19,35	5,6	0,35	0,20	A1
2	20,88	5,6	0,38	0,20	A1
3	18,88	5,5	0,34	0,20	A1
4	17,38	5,5	0,31	0,20	A1
5	37,36	16,6	0,68	0,60	A1
6	41,92	16,7	0,76	0,61	A1
7	26,59	16,7	0,48	0,60	A1
8	40,26	16,6	0,73	0,60	A1
9	47,34	27,6	0,86	1,00	A1
10	40,35	28,0	0,73	1,01	A1
11	47,22	27,6	0,86	1,00	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,25 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2·0,8·fvo			0,24 N/mm ²		

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2·0,8·fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	12,03	0,22	0,21	A1
2	14,64	0,27	0,26	A1
3	10,34	0,19	0,18	A1
4	11,92	0,22	0,21	A1
5	12,09	0,22	0,21	A1
6	10,86	0,20	0,19	A1
Mittelwert		0,22	0,21	
max		0,27	0,26	
min		0,19	0,18	
Standardabweichung		0,03	0,03	
Variationskoeffizient		12,5	12,5	



Anhang 13: Haftscherfestigkeit – Serie 4a

Serie 4a

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	06.03.07
Prüfung	16.03.07
Alter	10 Tagen

Stein	KS-Referenzsteine
Steinfestigkeit	19,2 N/mm ²

Mörtel	LM 21 Referenzmörtel
Mörtelfestigkeit	5,1 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,48	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,30	0,62
DIN 1052-3 (mit Auflast)	-	-

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,40	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,31	0,78
DIN 1052-3 (mit Auflast)	keine Auswertung	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{HS, Fu}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{HS} = 1,2 \cdot \beta_{HS, Fu}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	23,8	0,43	0,52	a
2	16,0	0,29	0,35	a
3	19,3	0,35	0,42	a
4	16,1	0,29	0,35	a
5	27,8	0,50	0,60	a
6	18,6	0,34	0,40	a
7	22,6	0,41	0,49	a
8	31,9	0,58	0,69	a
9	19,8	0,36	0,43	a
10	24,4	0,44	0,53	a
Mittelwert		0,40	0,48	
max		0,58	0,69	
min		0,29	0,35	
Standardabweichung		0,09	0,11	
Variationskoeffizient		23,2	23,2	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

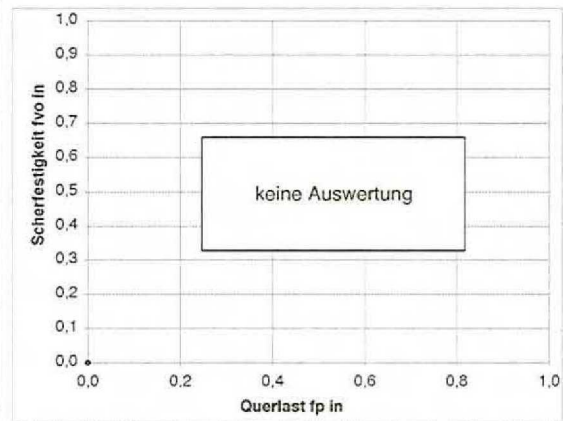
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1					A1
2					A1
3					A1
4					A1
5					A1
6					A1
7					A1
8					A1
9					A1
10					A1
11					A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,00	N/mm ²	
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,00	N/mm ²	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	16,57	0,30	0,29	A1
2	11,98	0,22	0,21	A1
3	18,97	0,34	0,33	A1
4	15,65	0,28	0,27	A1
5	19,04	0,34	0,33	A1
6	21,08	0,38	0,36	A1
Mittelwert		0,31	0,30	
max		0,38	0,36	
min		0,22	0,21	
Standardabweichung		0,06	0,05	
Variationskoeffizient		18,1	18,1	



Serie 4b

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	24.04.07
Prüfung	02.05.07
Alter	8 Tagen

Stein	KS-Referenzsteine
Steinfestigkeit	19,2 N/mm ²

Mörtel	LM 21 Referenzmörtel
Mörtelfestigkeit	5,5 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18550, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,63	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,21	0,33
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,24	0,38

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,53	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,22	0,41
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,25	0,48

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{HT, Fu}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{HT, Fu} = 1,2 \cdot \beta_{HT, Fu}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	20,6	0,37	0,45	a
2	20,5	0,37	0,45	a
3	28,0	0,51	0,61	a
4	34,6	0,63	0,75	a
5	40,3	0,73	0,88	a
6	22,1	0,40	0,48	a
7	22,0	0,40	0,48	a
8	32,5	0,59	0,71	a
9	44,6	0,81	0,97	a
10	25,3	0,46	0,55	a
Mittelwert		0,53	0,63	
max		0,81	0,97	
min		0,37	0,45	
Standardabweichung		0,16	0,19	
Variationskoeffizient		29,7	29,7	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

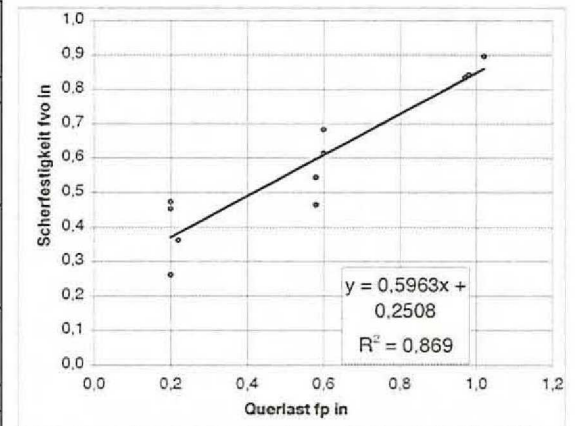
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	14,45	5,6	0,26	0,20	A1
2	19,97	6,1	0,36	0,22	A1
3	26,05	5,5	0,47	0,20	A1
4	25,05	5,4	0,45	0,20	A1
5	30,02	16,0	0,54	0,58	A1
6	25,59	16,0	0,46	0,58	A1
7	37,71	16,6	0,68	0,60	A1
8	33,93	16,6	0,61	0,60	A1
9	46,46	27,1	0,84	0,98	A1-A2
10	46,01	26,9	0,83	0,97	A1-A2
11	49,45	28,1	0,90	1,02	A1-A2
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,25 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,24 N/mm ²		

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	10,07	0,18	0,17	A1
2	9,47	0,17	0,16	A1
3	19,86	0,36	0,35	A1
4	14,42	0,26	0,25	A1
5	9,18	0,17	0,16	A1
6	8,48	0,15	0,14	A1
Mittelwert		0,22	0,21	
max		0,36	0,35	
min		0,15	0,14	
Standardabweichung		0,08	0,08	
Variationskoeffizient		37,5	37,5	



Serie 5 mit Stützkorn

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	19.02.07
Prüfung	27.02.07
Alter	8 Tagen

Stein	KS-Referenzsteine
Steinfestigkeit	19,2 N/mm ²

Mörtel	DM mit Stützkorn
Mörtelfestigkeit	15,0 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,39	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,17	0,45
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,16	0,41

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,33	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,18	0,56
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,17	0,52

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{HT, Fu}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{HT, Fu} = 1,2 \cdot \beta_{HT, Fu}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	18,4	0,33	0,40	b
2	16,9	0,31	0,37	b
3	16,6	0,30	0,36	b
4	16,2	0,29	0,35	b
5	16,4	0,30	0,36	b
6	18,9	0,34	0,41	b
7	20,7	0,38	0,45	b
8	17,4	0,32	0,38	b
9	18,1	0,33	0,39	b
10	19,8	0,36	0,43	b
Mittelwert		0,33	0,39	
max		0,38	0,45	
min		0,29	0,35	
Standardabweichung		0,03	0,03	
Variationskoeffizient		8,5	8,5	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

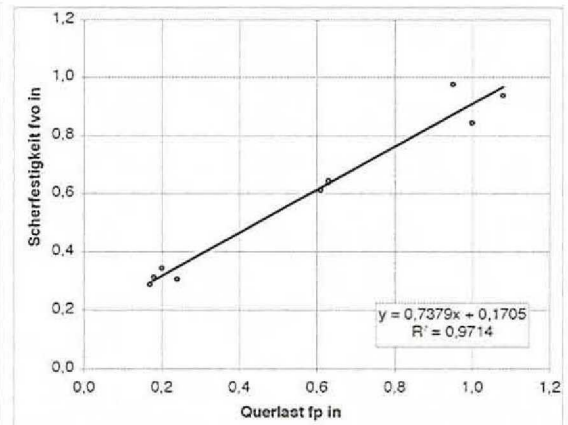
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	16,95	6,6	0,31	0,24	A1
2	19,05	5,6	0,35	0,20	A1
3	15,95	4,8	0,29	0,17	A1
4	17,29	4,9	0,31	0,18	A1
5	33,96	16,7	0,62	0,61	A1
6	35,24	17,5	0,64	0,63	A1
7	35,64	17,4	0,65	0,63	A1
8	33,79	16,8	0,61	0,61	A1
9	51,84	29,8	0,94	1,08	A1
10	53,86	26,3	0,98	0,95	A1
11	46,58	27,7	0,84	1,00	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,17 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,16 N/mm ²		

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	9,47	0,17	0,16	A1
2	8,88	0,16	0,15	A1
3	11,99	0,22	0,21	A1
4	9,62	0,17	0,16	A1
5	8,94	0,16	0,15	A1
6	11,57	0,21	0,20	A1
Mittelwert		0,18	0,17	
max		0,22	0,21	
min		0,16	0,15	
Standardabweichung		0,03	0,03	
Variationskoeffizient		14,5	14,5	



Serie 6 ohne Stützkorn

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	27.03.07
Prüfung	04.03.07
Alter	7 Tagen

Stein	KS-Referenzsteine
Steinfestigkeit	19,2 N/mm ²

Mörtel	DM ohne Stützkorn
Mörtelfestigkeit	14,6 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,61	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,33	0,54
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,42	0,69

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,51	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,34	0,67
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,44	0,87

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{s,c,0}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{s,c}=1,2 \cdot \beta_{s,c,0}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	29,7	0,54	0,65	b
2	29,5	0,53	0,64	b
3	26,7	0,48	0,58	b
4	27,0	0,49	0,59	b
5	26,5	0,48	0,58	b
6	26,4	0,48	0,57	b
7	26,6	0,48	0,58	b
8	29,7	0,54	0,65	b
9	28,2	0,51	0,61	b
10	29,8	0,54	0,65	b
Mittelwert		0,51	0,61	
max		0,54	0,65	
min		0,48	0,57	
Standardabweichung		0,03	0,03	
Variationskoeffizient		5,4	5,4	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

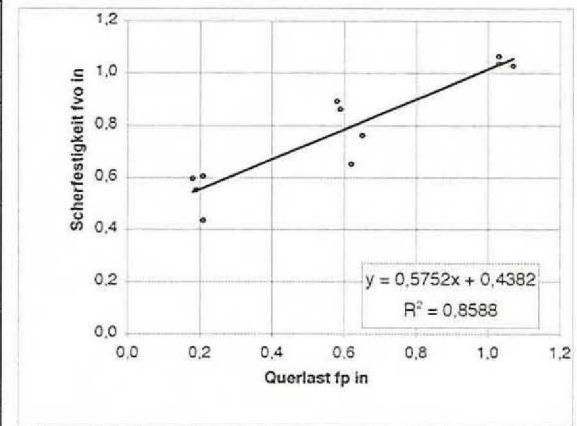
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	32,87	5,0	0,60	0,18	A2
2	30,50	5,2	0,55	0,19	A2
3	24,05	5,8	0,44	0,21	A2
4	33,38	5,7	0,60	0,21	A2
5	49,28	16,1	0,89	0,58	A2
6	35,88	17,1	0,65	0,62	A2
7	42,01	18,0	0,76	0,65	A2
8	47,57	16,3	0,86	0,59	A2
9	57,15	28,4	1,04	1,03	A2
10	56,65	29,5	1,03	1,07	A2
11	58,68	28,4	1,06	1,03	A2
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,44	N/mm ²	
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvo _k =1,2*0,8*fvo			0,42	N/mm ²	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvo _k =1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	17,53	0,32	0,31	A2
2	18,09	0,33	0,32	A2
3	18,76	0,34	0,33	A2
4	22,80	0,41	0,39	A2
5	18,84	0,34	0,33	A2
6	17,04	0,31	0,30	A2
Mittelwert		0,34	0,33	
max		0,41	0,39	
min		0,31	0,30	
Standardabweichung		0,04	0,03	
Variationskoeffizient		10,4	10,4	



Anhang 17: Haftscherfestigkeit – Serie 7

Serie 7

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	03.08.07
Prüfung	13.08.07
Alter	10 Tagen

Stein	KSL
Steinfestigkeit	ca. 15 N/mm ²

Mörtel	MG IIa
Mörtelfestigkeit	6,4 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,56	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,12	0,21
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,21	0,38

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,47	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,12	0,26
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,22	0,47

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit β_{f_{sc}, F_u}	Haftscherfestigkeit $\beta_{f_{sc}} = 1,2 \cdot \beta_{f_{sc}, F_u}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	17,9	0,32	0,39	a
2	21,3	0,39	0,46	a
3	24,8	0,45	0,54	a
4	31,0	0,56	0,67	a
5	29,5	0,53	0,64	a
6	31,0	0,56	0,67	a
7	25,4	0,46	0,55	a
8	29,9	0,54	0,65	a
9	26,1	0,47	0,57	a
10	20,4	0,37	0,44	a
Mittelwert		0,47	0,56	
max		0,56	0,67	
min		0,32	0,39	
Standardabweichung		0,08	0,10	
Variationskoeffizient		18,2	18,2	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

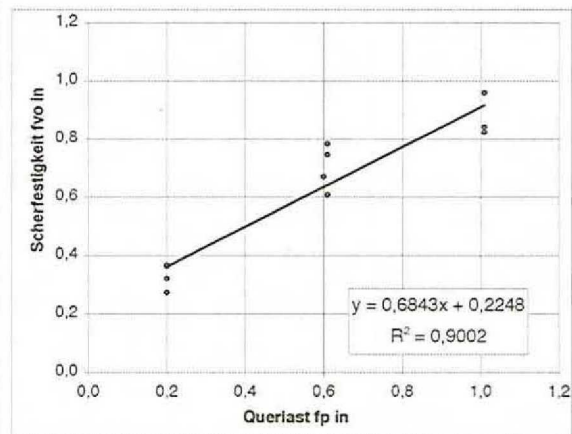
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	20,04	5,6	0,36	0,20	A1
2	20,25	5,5	0,37	0,20	A1
3	17,74	5,6	0,32	0,20	A1
4	15,05	5,5	0,27	0,20	A1
5	41,17	16,8	0,75	0,61	A1
6	33,56	16,8	0,61	0,61	A1
7	37,07	16,5	0,67	0,60	A1
8	43,29	16,8	0,78	0,61	A1
9	46,44	27,8	0,84	1,01	A1
10	45,45	27,9	0,82	1,01	A1
11	52,89	27,8	0,96	1,01	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,22 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*f			0,21 N/mm ²		

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probekörper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	6,03	0,11	0,11	A1
2	6,83	0,12	0,12	A1
3	6,68	0,12	0,12	A1
4	6,29	0,11	0,11	A1
5	7,84	0,14	0,13	A1
6	7,89	0,14	0,13	A1
Mittelwert		0,12	0,12	
max		0,14	0,13	
min		0,11	0,11	
Standardabweichung		0,01	0,01	
Variationskoeffizient		11,1	11,1	



Serie 8a

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	20.03.07
Prüfung	30.03.07
Alter	10 Tagen

Stein	PP2-0,35 (4,3 %)
Steinfestigkeit	3.1 N/mm ²

Mörtel	DM
Mörtelfestigkeit	17.3 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten (Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	1,01	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,40	0,40
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,45	0,45

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte		
Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,84	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,42	0,50
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,47	0,56

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{\text{Hf}, \text{Fu}}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{\text{Hf}} = 1,2 \cdot \beta_{\text{Hf}, \text{Fu}}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	49,2	0,89	1,07	b-c
2	50,9	0,92	1,11	b-c
3	47,9	0,87	1,04	c
4	49,3	0,89	1,07	b-c
5	44,5	0,81	0,97	c
6	45,6	0,83	0,99	b-c
7	48,3	0,87	1,05	b-c
8	44,9	0,81	0,98	b-c
9	40,9	0,74	0,89	b-c
10	43,7	0,79	0,95	b-c
Mittelwert		0,84	1,01	
max		0,92	1,11	
min		0,74	0,89	
Standardabweichung		0,06	0,07	
Variationskoeffizient		6,6	6,6	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

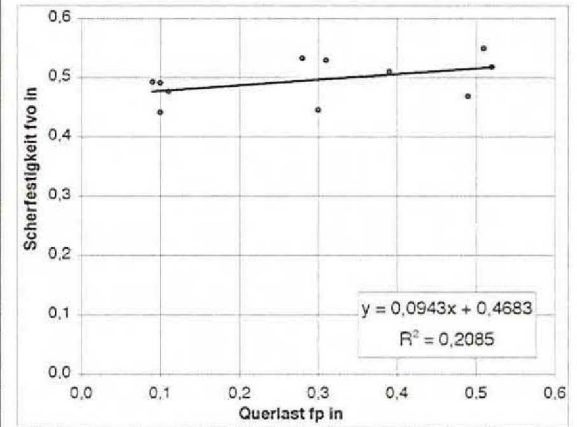
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	27,18	2,6	0,49	0,09	A3
2	24,36	2,7	0,44	0,10	Druckvers.
3	27,10	2,8	0,49	0,10	Druckvers.
4	26,30	3,1	0,48	0,11	Druckvers.
5	29,20	8,6	0,53	0,31	Druckvers.
6	28,15	10,8	0,51	0,39	A3
7	24,57	8,3	0,45	0,30	Druckvers.
8	29,38	7,7	0,53	0,28	Druckvers.
9	28,56	14,3	0,52	0,52	Druckvers.
10	25,87	13,6	0,47	0,49	Druckvers.
11	30,32	14,1	0,55	0,51	Druckvers.
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,47	N/mm ²	
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,45	N/mm ²	

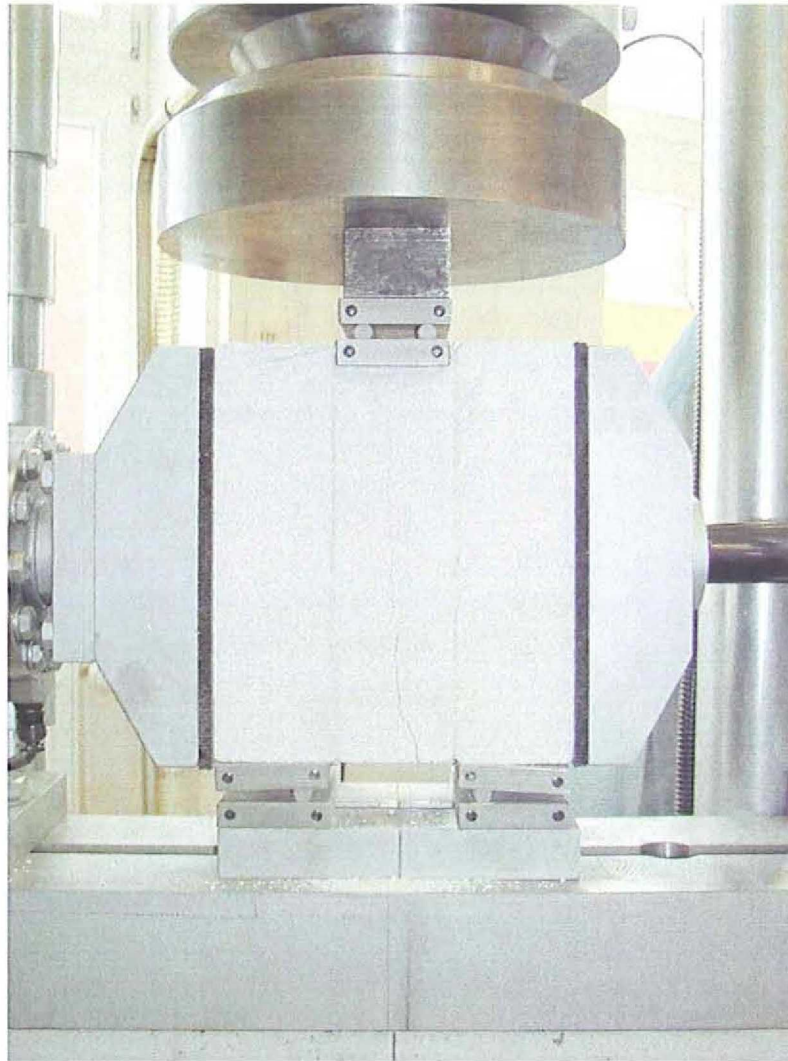
Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	23,43	0,42	0,40	A3
2	23,58	0,43	0,41	A3
3	22,48	0,41	0,39	A2
4	25,74	0,47	0,45	A4
5	20,86	0,38	0,36	A2
6	22,54	0,41	0,39	—
Mittelwert		0,42	0,40	
max		0,47	0,45	
min		0,38	0,36	
Standardabweichung		0,03	0,03	
Variationskoeffizient		7,1	7,1	



Fortsetzung Anhang 18: Bruchbild – Serie 8a



Serie 8b

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	04.05.07
Prüfung	11.05.07
Alter	7 Tagen

Stein	PP4-05 (6%)
Steinfestigkeit	N/mm ²

Mörtel	DM
Mörtelfestigkeit	17,2 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	1,09	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,33	0,30
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,38	0,35

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,91	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,35	0,38
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,40	0,44

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{HS,Pr}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{HS}=1,2 \cdot \beta_{HS,Pr}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	55,3	1,00	1,20	b
2	56,5	1,02	1,23	b
3	47,6	0,86	1,04	b
4	43,2	0,78	0,94	b
5	46,2	0,84	1,00	b
6	54,2	0,98	1,18	b
7	38,3	0,69	0,83	b
8	58,2	1,05	1,27	b
9	47,3	0,86	1,03	b
10	56,5	1,02	1,23	b
Mittelwert		0,91	1,09	
max		1,05	1,27	
min		0,69	0,83	
Standardabweichung		0,12	0,15	
Variationskoeffizient		13,4	13,4	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

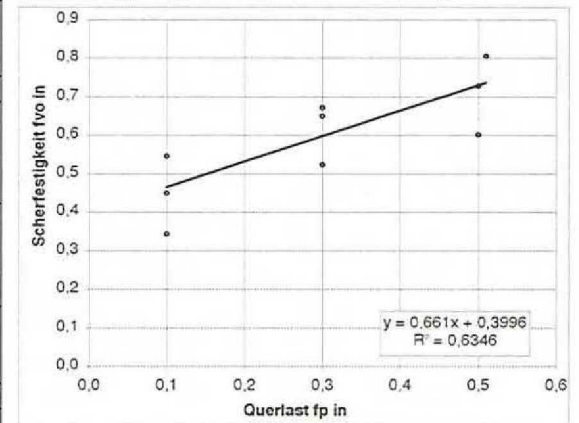
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	---	---	---	---	---
2	24,78	2,7	0,45	0,10	Druckvers.
3	19,00	2,8	0,34	0,10	Druckvers.
4	30,08	2,8	0,54	0,10	Druckvers.
5	35,83	8,4	0,65	0,30	Druckvers.
6	37,05	8,4	0,67	0,30	A3
7	28,86	8,4	0,52	0,30	Druckvers.
8	36,99	8,4	0,67	0,30	Druckvers.
9	33,19	13,8	0,60	0,50	Druckvers.
10	40,20	13,9	0,73	0,50	Druckvers.
11	44,43	14,0	0,80	0,51	Druckvers.
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,40	N/mm ²	
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,38	N/mm ²	

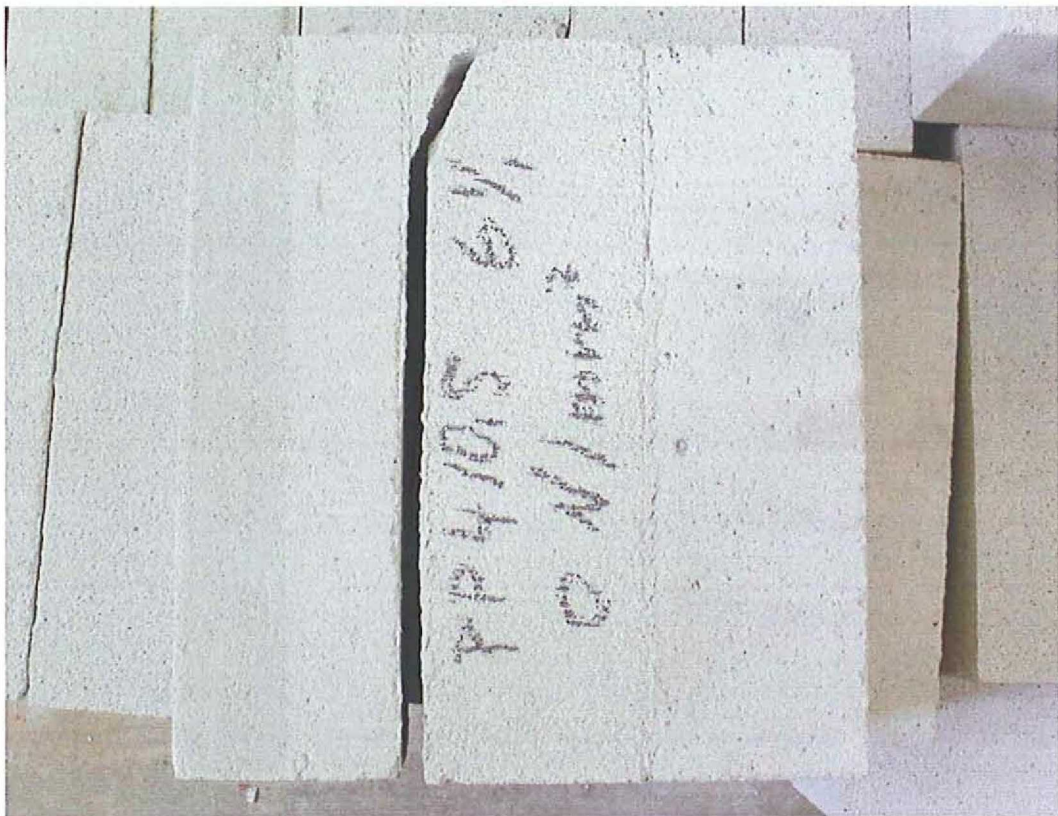
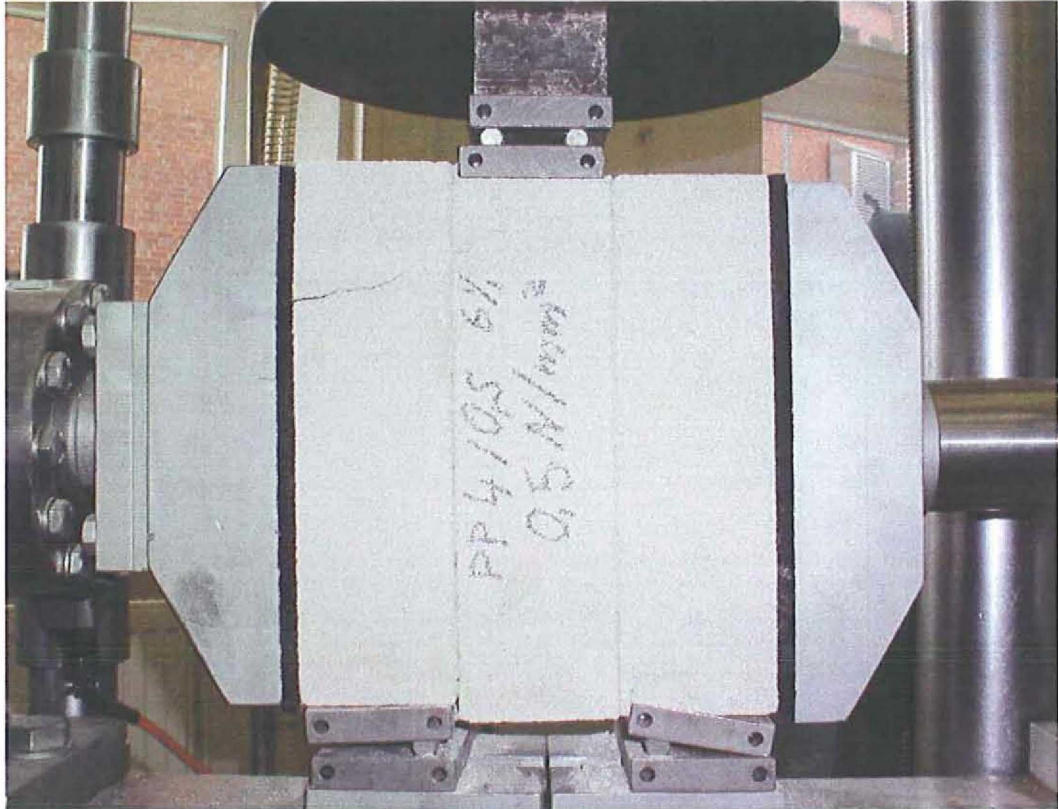
Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	19,00	0,34	0,33	A2
3	21,91	0,40	0,38	A2
4	27,87	0,50	0,48	A2
5	21,72	0,39	0,37	A2
6	24,64	0,45	0,43	A2
Mittelwert		0,35	0,33	
max		0,50	0,48	
min		0,00	0,00	
Standardabweichung		0,18	0,17	
Variationskoeffizient		51,5	51,5	



Fortsetzung Anhang 19: Bruchbild – Serie 8b



Serie 9a

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	22.05.07
Prüfung	05.06.07
Alter	14 Tagen

Stein	Mz
Steinfestigkeit	N/mm ²

Mörtel	MGIIa
Mörtelfestigkeit	6,9 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,66	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,19	0,29
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,14	0,21

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,55	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,16	0,30
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,15	0,27

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{\text{HT}} = \frac{F_u}{A_p}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{\text{HT}} = 1,2 \cdot \beta_{\text{HT}}^{\text{DIN 18555-5}}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	27,8	0,50	0,61	b
2	29,8	0,54	0,65	b
3	31,4	0,57	0,68	b
4	20,5	0,37	0,45	b
5	25,0	0,45	0,54	b
6	41,4	0,75	0,90	b
7	33,0	0,60	0,72	b
8	22,3	0,40	0,48	b
9	41,2	0,75	0,90	b
10	---	---	---	---
Mittelwert		0,55	0,66	
max		0,75	0,90	
min		0,37	0,45	
Standardabweichung		0,13	0,16	
Variationskoeffizient		24,6	24,6	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

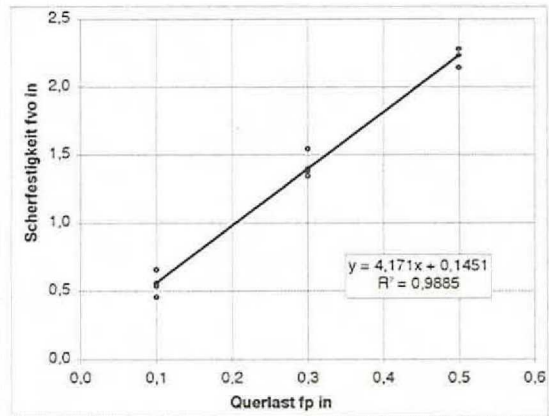
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	25,17	2,8	0,46	0,10	A1
2	29,78	2,8	0,54	0,10	A1
3	30,82	2,8	0,56	0,10	A1
4	36,26	2,8	0,66	0,10	A1
5	74,26	8,3	1,35	0,30	A1
6	76,06	8,3	1,38	0,30	A1
7	76,97	8,3	1,39	0,30	A1
8	85,27	8,3	1,54	0,30	A1
9	118,23	13,8	2,14	0,50	A1
10	123,33	13,8	2,23	0,50	A1
11	125,72	13,8	2,28	0,50	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,15	N/mm ²	
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvo _k =1,2*0,8*f			0,14	N/mm ²	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvo _k =1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	6,09	0,11	0,11	A1
2	11,90	0,22	0,21	A1
3	8,91	0,16	0,15	A1
4	12,78	0,23	0,22	A1
5	14,47	0,26	0,25	A1
6	0,00	0,00		0,00
Mittelwert		0,16	0,19	
max		0,26	0,25	
min		0,00	0,11	
Standardabweichung		0,10	0,06	
Variationskoeffizient		59,1	30,7	



Anhang 21: Haftscherfestigkeit – Serie 9b

Serie 9b

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	13.09.07
Prüfung	25.09.07
Alter	12 Tagen

Stein	Mz
Steinfestigkeit	N/mm ²

Mörtel	MGIIa
Mörtelfestigkeit	5,8 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,72	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,20	0,28
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,22	0,31

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,61	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,22	0,36
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,23	0,37

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruch-last Fu	Haftscher-festigkeit $\beta_{HT,Pr}$	Haftscher-festigkeit $\beta_{HT} = 1,2 \cdot \beta_{HT,Pr}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	31,0	0,56	0,67	a
2	40,2	0,73	0,87	a
3	33,3	0,60	0,72	a
4	24,6	0,45	0,54	a
5	30,9	0,56	0,67	a
6	26,9	0,49	0,58	a
7	34,1	0,62	0,74	a
8	36,4	0,66	0,79	a
9	41,0	0,74	0,89	a
10	40,7	0,74	–	a
Mittelwert		0,61	0,72	
max		0,74	0,89	
min		0,45	0,54	
Standardabweichung		0,10	0,12	
Variationskoeffizient		16,9	16,7	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

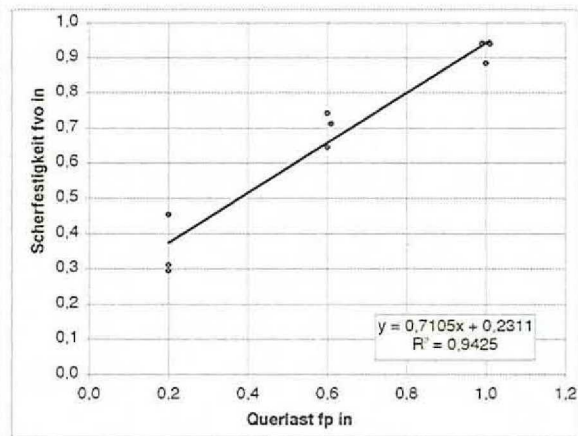
nach DIN 1052-3:2002-10 / prA1:2004

Proe-körper	Bruch-last Fmax	Quer-last Fquer	Haftscher-festigkeit fvo	Quer-spannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	16,26	5,6	0,29	0,20	A1
2	17,19	5,5	0,31	0,20	A1
3	25,08	5,6	0,45	0,20	A1
4					
5	35,58	16,6	0,64	0,60	A1
6	39,28	16,8	0,71	0,61	A1
7	40,96	16,6	0,74	0,60	A1
8					
9	51,96	27,2	0,94	0,99	A1
10	48,81	27,5	0,88	1,00	A1
11	51,84	27,8	0,94	1,01	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,23	N/mm ²	
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8			0,22	N/mm ²	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2002-10 / prA1:2004

Probe-körper	Bruch-last Fmax	Haftscher-festigkeit fvo	Haftscher-festigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	8,84	0,16	0,15	A1
2	9,62	0,17	0,16	A1
3	8,29	0,15	0,14	A1
4	12,58	0,23	0,22	A1
5	19,26	0,35	0,34	A1
6	14,30	0,26	–	A1
Mittelwert		0,22	0,20	
max		0,35	0,34	
min		0,15	0,14	
Standardabweichung		0,08	0,08	
Variationskoeffizient		35,0	39,2	



Anhang 22: Haftscherfestigkeit – Serie 10

Serie 10

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	04.07.07
Prüfung	13.07.07
Alter	9 Tagen

Stein	Mz
Steinfestigkeit	N/mm ²

Mörtel	MG III
Mörtelfestigkeit	11,4 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,69	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,25	0,37
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,34	0,50

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte		
Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,57	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,27	0,46
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,35	0,61

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{\text{ver,th}}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{\text{ver}}=1,2 \cdot \beta_{\text{ver,th}}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	30,4	0,55	0,66	a
2	29,3	0,53	0,64	a
3	28,3	0,51	0,61	c
4	32,8	0,59	0,71	a
5	27,4	0,50	0,60	a
6	36,5	0,66	0,79	a
7	34,2	0,62	0,74	a
8	31,2	0,57	0,68	a
9	33,4	0,61	0,73	a
10	32,4	0,59	0,70	a
Mittelwert		0,57	0,69	
max		0,66	0,79	
min		0,50	0,60	
Standardabweichung		0,05	0,06	
Variationskoeffizient		8,9	8,9	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

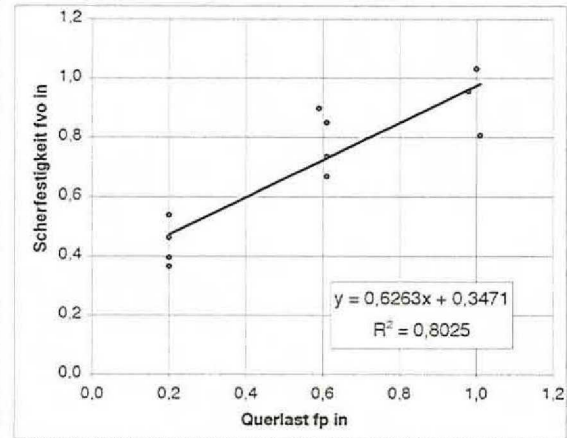
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	20,20	5,6	0,37	0,20	A1
2	29,75	5,6	0,54	0,20	A1
3	25,57	5,6	0,46	0,20	A1
4	21,77	5,5	0,39	0,20	A1
5	36,85	16,7	0,67	0,61	A1
6	46,89	16,8	0,85	0,61	A1
7	40,61	16,7	0,74	0,61	A1
8	49,56	16,3	0,90	0,59	A1
9	52,73	27,1	0,96	0,98	A1
10	56,93	27,7	1,03	1,00	A1
11	44,57	27,8	0,81	1,01	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,35 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8			0,34 N/mm ²		

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	16,37	0,30	0,29	A1
2	18,32	0,33	0,32	A1
3	14,39	0,26	0,25	A1
4	15,63	0,28	0,27	A1
5	11,15	0,20	0,19	A1
6	12,08	0,22	0,21	A1
Mittelwert		0,27	0,25	
max		0,33	0,32	
min		0,20	0,19	
Standardabweichung		0,05	0,05	
Variationskoeffizient		18,4	18,4	



Anhang 23: Haftscherfestigkeit – Serie 11

Serie 11

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	16.05.07
Prüfung	23.05.07
Alter	7 Tagen

Stein	HLzB
Steinfestigkeit	N/mm ²

Mörtel	MG IIa
Mörtelfestigkeit	6,6 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,52	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,18	0,34
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,25	0,48

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,43	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,18	0,42
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,26	0,60

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{k,18555}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{k,1052} = 1,2 \cdot \beta_{k,18555}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	22,0	0,40	0,48	a
2	22,5	0,41	0,49	a
3	31,8	0,58	0,69	c
4	15,6	0,28	0,34	a
5	23,3	0,42	0,51	a
6	26,9	0,49	0,58	a
7	22,4	0,41	0,49	a-c
8	31,5	0,57	0,68	a
9	21,7	0,39	0,47	a
10	21,3	0,39	0,46	a
Mittelwert		0,43	0,52	
max		0,58	0,69	
min		0,28	0,34	
Standardabweichung		0,09	0,11	
Variationskoeffizient		20,5	20,5	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

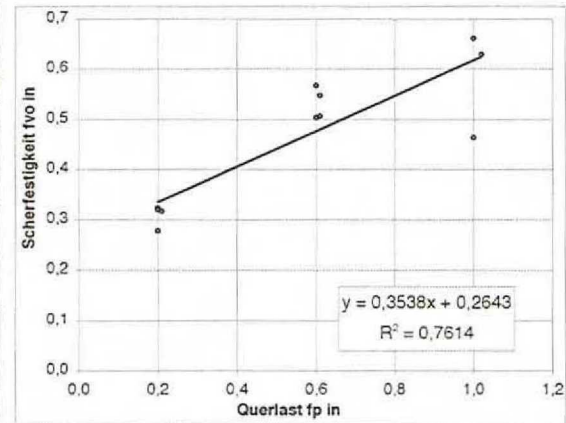
nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	15,35	5,5	0,28	0,20	A4
2	17,52	5,7	0,32	0,21	A4
3	17,89	5,5	0,32	0,20	A4
4	17,66	5,6	0,32	0,20	A4
5	27,94	16,7	0,51	0,61	A4
6	30,25	16,7	0,55	0,61	A4
7	31,30	16,7	0,57	0,60	A4
8	27,76	16,6	0,50	0,60	A4
9	25,61	27,7	0,46	1,00	A4
10	34,77	28,1	0,63	1,02	A4
11	36,50	27,6	0,66	1,00	A4
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,26 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvo,k=1,2*0,8*fvo			0,25 N/mm ²		

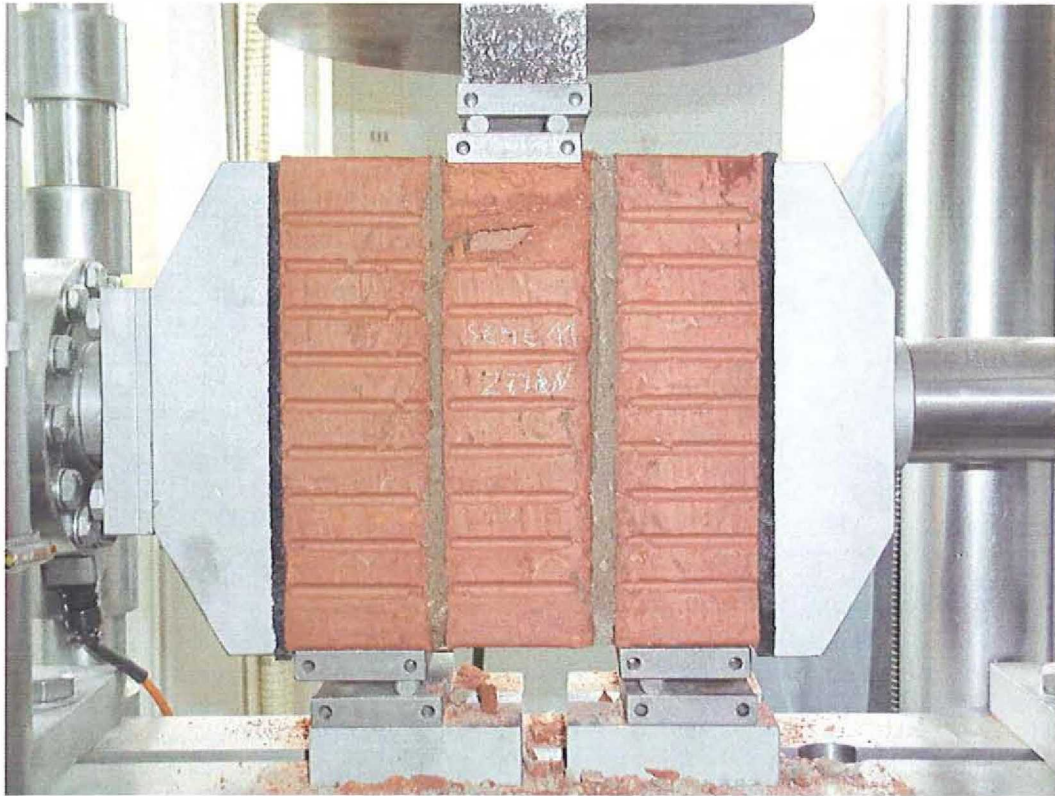
Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvo,k=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	9,51	0,17	0,16	A1
2	11,53	0,21	0,20	A1
3	10,84	0,20	0,19	A1
4	6,94	0,13	0,12	A1
5	9,62	0,17	0,16	A1
6	12,19	0,22	0,21	A1
Mittelwert		0,18	0,18	
max		0,22	0,21	
min		0,13	0,12	
Standardabweichung		0,03	0,03	
Variationskoeffizient		18,1	18,1	



Fortsetzung Anhang 23: Bruchbild – Serie 11



Serie 12

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	26.04.07
Prüfung	07.05.07
Alter	11 Tagen

Stein	HLzB Plan
Steinfestigkeit	N/mm ²

Mörtel	DM
Mörtelfestigkeit	11,0 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,57	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,21	0,37
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,30	0,52

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,48	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,22	0,46
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,31	0,65

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{\text{Mitt}} \cdot F_u$	Haftscherfestigkeit $\beta_{\text{Mitt}} = 1,2 \cdot \beta_{\text{Mitt, Pl}}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	26,7	0,48	0,58	a
2	26,6	0,48	0,58	c
3	25,6	0,46	0,56	a
4	23,0	0,42	0,50	c
5	18,0	0,33	0,39	a
6	25,6	0,46	0,56	a
7	32,2	0,58	0,70	a
8	35,6	0,65	0,77	a
9	22,5	0,41	0,49	c
10	28,7	0,52	0,62	a
Mittelwert		0,48	0,57	
max		0,65	0,77	
min		0,33	0,39	
Standardabweichung		0,09	0,11	
Variationskoeffizient		18,8	18,8	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

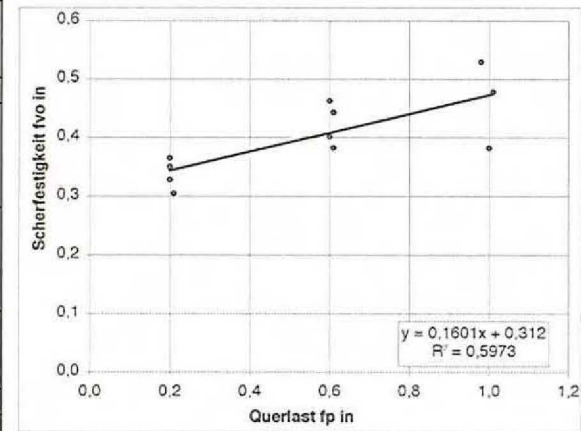
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	18,12	5,6	0,33	0,20	A1
2	20,16	5,6	0,37	0,20	A1
3	19,34	5,6	0,35	0,20	A1
4	16,82	5,8	0,30	0,21	A1
5	21,09	16,9	0,38	0,61	A4
6	22,20	16,5	0,40	0,60	A4
7	25,54	16,6	0,46	0,60	A4
8	24,44	16,8	0,44	0,61	A4
9	26,40	27,8	0,48	1,01	A4
10	21,12	27,6	0,38	1,00	A4
11	29,17	27,2	0,53	0,98	A4
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,31 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*f			0,30 N/mm ²		

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

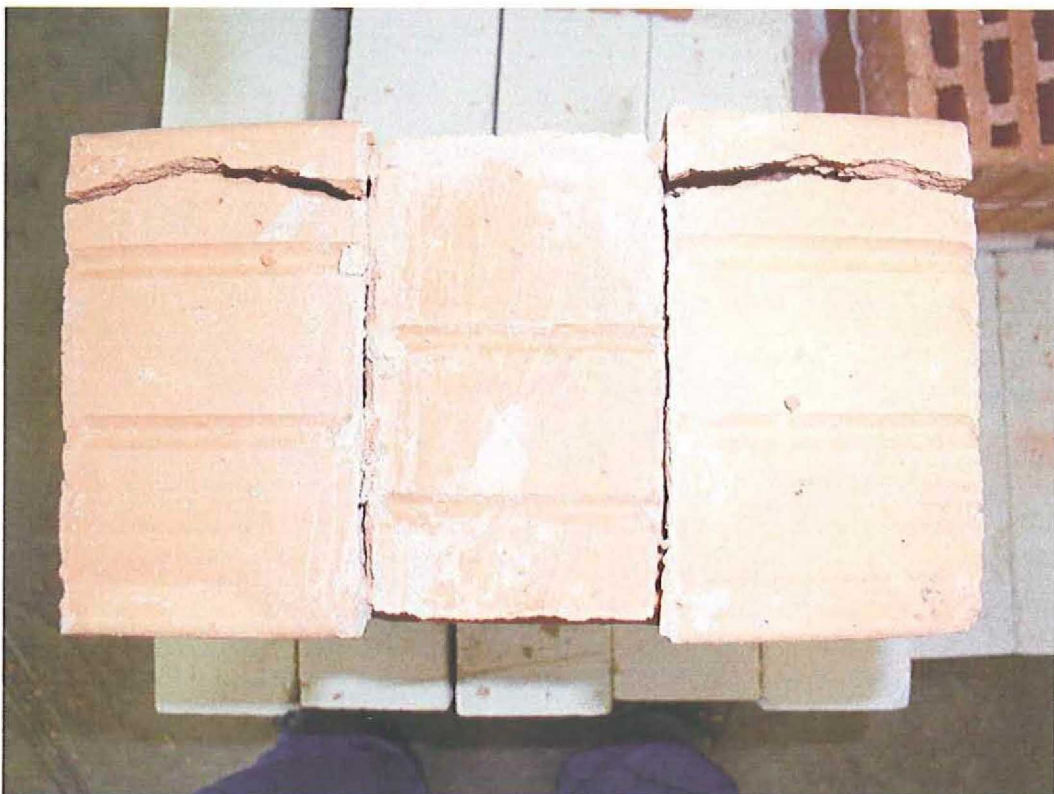
nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	13,06	0,24	0,23	A1
2	8,96	0,16	0,15	A1
3	15,13	0,27	0,26	A1
4	12,77	0,23	0,22	A1
5	12,18	0,22	0,21	A1
6	10,79	0,20	0,19	A1
Mittelwert		0,22	0,21	
max		0,27	0,26	
min		0,16	0,15	
Standardabweichung		0,04	0,04	
Variationskoeffizient		17,0	17,0	



Anhang 24: Haftscherfestigkeit – Serie 12

Fortsetzung Anhang 24: Bruchbilder – Serie 12



Anhang 25: Haftscherfestigkeit – Serie 13

Serie 13

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	15.02.07
Prüfung	23.02.07
Alter	8 Tagen

Stein	V4-0,8 Leichtbeton
Steinfestigkeit	4,5 N/mm ²

Mörtel	MGIIa
Mörtelfestigkeit	5,2 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	1,14	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,39	0,34
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,35	0,31

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
—	N/mm ²	—
DIN 18555-5	0,95	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,41	0,43
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,36	0,38

Bestimmung der Haftscherfestigkeit
nach DIN 18555-5:1986-03

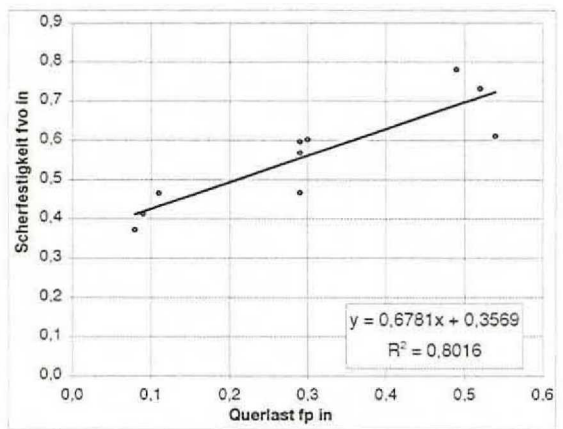
Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{HT,0}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{HT,1} = 1,2 \cdot \beta_{HT,0}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	44,3	0,80	0,96	a
2	67,8	1,23	1,47	a
3	55,2	1,00	1,20	a
4	54,6	0,99	1,19	a
5	44,3	0,80	0,96	a
6	54,8	0,99	1,19	a
7	62,2	1,13	1,35	a
8	56,6	1,03	1,23	a
9	34,3	0,62	0,75	a
10	49,6	0,90	1,08	a
Mittelwert		0,95	1,14	
max		1,23	1,47	
min		0,62	0,75	
Standardabweichung		0,17	0,21	
Variationskoeffizient		18,4	18,4	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	20,54	2,1	0,37	0,08	A1
2	22,80	2,5	0,41	0,09	A1
3	25,74	2,9	0,47	0,11	A1
4	22,76	2,6	0,41	0,09	A1
5	25,79	8,1	0,47	0,29	A1
6	33,25	8,4	0,60	0,30	A1
7	31,33	7,9	0,57	0,29	A1
8	32,92	8,1	0,60	0,29	A1
9	33,75	15,0	0,61	0,54	A1
10	40,40	14,4	0,73	0,52	A1
11	43,10	13,5	0,78	0,49	A1
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,36 N/mm ²		
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,35 N/mm ²		

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)
nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	—
1	26,38	0,48	0,46	A1
2	23,78	0,43	0,41	A1
3	25,01	0,45	0,43	A1
4	19,27	0,35	0,34	A1
5	18,48	0,33	0,32	A1
6	—	—	—	—
Mittelwert		0,41	0,39	
max		0,48	0,46	
min		0,33	0,32	
Standardabweichung		0,06	0,06	
Variationskoeffizient		15,9	15,9	



Anhang 26: Haftscherfestigkeit – Serie 14

Serie 14

Angaben zu den Prüfkörpern

Herstellung	22.02.07
Prüfung	08.03.07
Alter	14 Tagen

Stein	V4-0,8 Leichtbeton
Steinfestigkeit	4,5 N/mm ²

Mörtel	LM 21 Referenzmörtel
Mörtelfestigkeit	4,6 N/mm ²

Zusammenstellung der Ergebnisse

Vergleich der Haftscherfestigkeiten
(Auswertung nach DIN V 18580, Tabelle 2)

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	1,17	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,49	0,42
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,51	0,44

Vergleich der Haftscherfestigkeiten

Prüfwerte

Prüfung nach	Haftscherfestigkeit	Faktor
–	N/mm ²	–
DIN 18555-5	0,98	1,00
DIN 1052-3 (ohne Auflast)	0,51	0,53
DIN 1052-3 (mit Auflast)	0,53	0,54

Bestimmung der Haftscherfestigkeit

nach DIN 18555-5:1986-03

Proe-körper	Bruchlast Fu	Haftscherfestigkeit $\beta_{HS, Fu}$	Haftscherfestigkeit $\beta_{HS} = 1,2 \cdot \beta_{HS, Fu}$	Bruchbild nach DIN 18555-5
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	53,5	0,97	1,16	b
2	55,0	1,00	1,19	b
3	50,7	0,92	1,10	b
4	53,3	0,97	1,16	b
5	60,3	1,09	1,31	b-c
6	59,9	1,08	1,30	b
7	47,4	0,86	1,03	b
8	55,0	1,00	1,20	b
9	54,3	0,98	1,18	b
10	49,6	0,90	1,08	b
Mittelwert		0,98	1,17	
max		1,09	1,31	
min		0,86	1,03	
Standardabweichung		0,07	0,09	
Variationskoeffizient		7,6	7,6	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (mit Auflast)

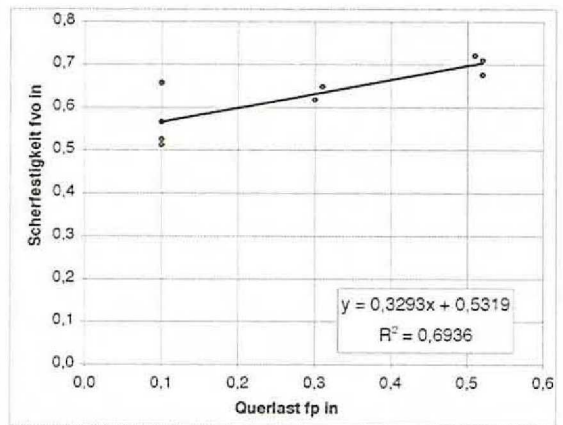
nach DIN 1052-3:2007-06

Proe-körper	Bruchlast Fmax	Querlast Fquer	Haftscherfestigkeit fvo	Querspannung fp	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	28,99	2,8	0,53	0,10	A2-A3
2	28,28	2,7	0,51	0,10	A2-A3
3	36,23	2,6	0,66	0,10	A2-A3
4	31,18	2,8	0,56	0,10	A2-A3
5	34,12	8,4	0,62	0,30	A2-A3
6	35,76	8,5	0,65	0,31	A2-A3
7					
8					
9	39,78	14,2	0,72	0,51	A2-A3
10	39,19	14,4	0,71	0,52	A2-A3
11	37,27	14,3	0,68	0,52	A2-A3
Mittelwert der Haftscherfestigkeit fvo			0,53	N/mm ²	
Maßgebende Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo			0,51	N/mm ²	

Bestimmung der Haftscherfestigkeit (ohne Auflast)

nach DIN 1052-3:2007-06

Probe-körper	Bruchlast Fmax	Haftscherfestigkeit fvo	Haftscherfestigkeit fvok=1,2*0,8*fvo	Bruchbild nach DIN EN 1052-3
Nr.	kN	N/mm ²	N/mm ²	–
1	25,75	0,47	0,45	A2-A3
2	28,05	0,51	0,49	A2-A3
3	27,69	0,50	0,48	A3
4	27,09	0,49	0,47	A2-A3
5	32,42	0,59	0,57	A2-A3
6	28,43	0,52	0,50	A2-A3
Mittelwert		0,51	0,49	
max		0,59	0,57	
min		0,47	0,45	
Standardabweichung		0,04	0,04	
Variationskoeffizient		8,0	8,0	



Fortsetzung Anhang 26: Bruchbild – Serie 14

