

**Ermittlung des Verhältniswertes Fugendruckfestigkeit/Normdruckfestigkeit von Mauerwerk in Abhängigkeit vom Prüfalter**

**T 2964**

T 2964

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

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

Im Originalmanuskript enthaltene Farbvorlagen, wie z.B. Farbfotos, können nur in Grautönen wiedergegeben werden. Liegen dem Fraunhofer IRB Verlag die Originalabbildungen vor, können gegen Berechnung Farbkopien angefertigt werden. Richten Sie Ihre Anfrage bitte an die untenstehende Adresse.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2001, ISBN 3-8167-5987-4

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

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

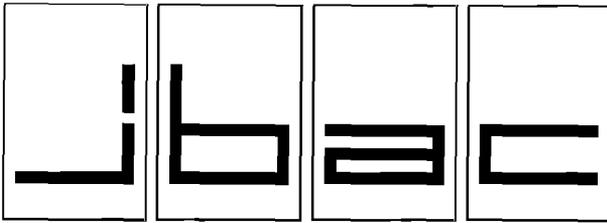
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

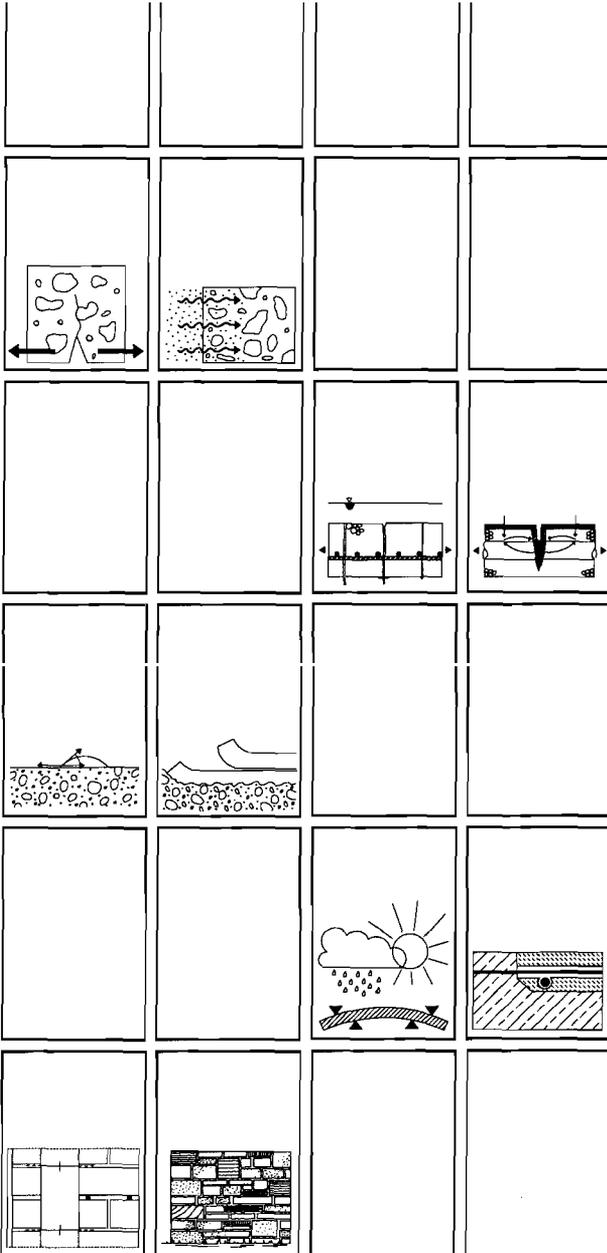
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

e-mail [info@irb.fhg.de](mailto:info@irb.fhg.de)

URL <http://www.IRBbuch.de>



**Institut für Bauforschung Aachen**  
**Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule**

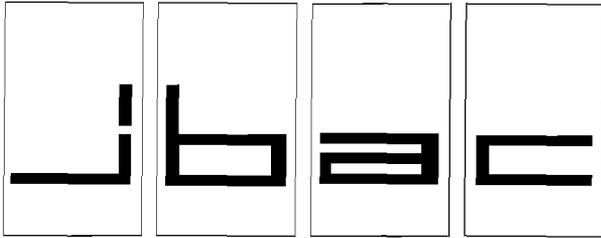


## **Forschungsbericht** **F 690**

**Ermittlung des Verhältnswertes Fugen-  
druckfestigkeit/Normdruckfestigkeit von  
Mauermörtel in Abhängigkeit vom Prüf-  
alter**

**Baustoff · Bauteil · Bauwerk**

**Forschung · Entwicklung**  
**Überwachung**  
**Prüfung · Beratung**



# INSTITUT FÜR BAUFORSCHUNG

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Leitung: Professor Dr.-Ing. W. Brameshuber  
Professor Dr.-Ing. M. Raupach

Postfach, D-52056 Aachen  
Schinkelstraße 3, D-52062 Aachen

Telefon (02 41) 80-51 00 · Telex 8 32 704 thac d · Telefax (02 41) 88 88-139

Boh/Fk

1. Ausfertigung

## THEMA

Ermittlung des Verhältniswertes Fugendruckfestigkeit/Normdruckfestigkeit von Mauermörtel in Abhängigkeit vom Prüfalter

## ABSCHLUSSBERICHT

Forschungsbericht Nr.

F 690  
vom 09.07.2001

Projektbearbeitung

Dr.-Ing. P. Schubert

Dipl.-Ing. D. Bohne

Auftraggeber/  
Förderer

Deutsches Institut für Bautechnik  
Kolonnenstr. 30 L

10829 Berlin

Auftragsdatum

20.09.1999

Aktenzeichen

-

Dieser Bericht umfaßt 121 Seiten, davon 50 Textseiten.

Soweit Versuchsmaterial nicht verbraucht ist, wird es nach 4 Wochen vernichtet.

Eine längere Aufbewahrung bedarf einer schriftlichen Vereinbarung.

Die auszugsweise Veröffentlichung dieses Berichtes, seine Verwendung für Werbezwecke sowie die inhaltliche Übernahme in Literaturdatenbanken bedürfen der Genehmigung des ibac.

<u>INHALTSVERZEICHNIS</u>		Seite
1	EINFÜHRUNG .....	1
2	VERWENDETE MATERIALIEN UND VERSUCHSPROGRAMM .....	2
2.1	Verwendete Materialien .....	2
2.1.1	Mauersteine .....	2
2.1.2	Mauermörtel .....	2
2.2	Versuchsprogramm.....	3
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN .....	5
3.1	Mauersteine .....	5
3.2	Mauermörtel .....	5
3.2.1	Frischmörteleigenschaften.....	5
3.2.2	Festmörteleigenschaften - Normprisma .....	5
3.2.3	Festmörteleigenschaften - Fugemörtel .....	5
4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE .....	6
4.1	Mauersteine - Wasseraufnahmekoeffizient .....	6
4.2	Frischmörteleigenschaften.....	8
4.3	Festmörteleigenschaften - Normprisma .....	9
4.3.1	Trockenrohdichte und Druckfestigkeit.....	9
4.3.2	Dynamischer E-Modul $E_{dyn,N}$ .....	10
4.4	Festmörteleigenschaften - Fugemörtel .....	12
4.4.1	NM IIa WTM.....	12
4.4.1.1	Trockenrohdichte und Fugendruckfestigkeit.....	12
4.4.1.2	Verhältnismerte $\beta_{F,III}/\beta_N$ .....	15
4.4.1.3	Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$ .....	15
4.4.2	NM IIa WFM.....	18
4.4.2.1	Trockenrohdichte und Fugendruckfestigkeit.....	18
4.4.2.2	Verhältnismerte $\beta_{F,III}/\beta_N$ .....	20
4.4.2.3	Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$ .....	21

## INHALTSVERZEICHNIS

Seite

4.4.3	NM III.....	22
4.4.3.1	Trockenrohdichte und Fugendruckfestigkeit.....	22
4.4.3.2	Verhältnswerte $\beta_{F,III}/\beta_N$ .....	24
4.4.3.3	Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$ .....	25
4.4.4	LM 21 WTM .....	27
4.4.4.1	Trockenrohdichte und Fugendruckfestigkeit.....	27
4.4.4.2	Verhältnswerte $\beta_{F,III}/\beta_N$ .....	29
4.4.4.3	Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$ .....	30
4.4.5	LM 36 WTM .....	32
4.4.5.1	Trockenrohdichte und Fugendruckfestigkeit.....	32
4.4.5.2	Verhältnswerte $\beta_{F,III}/\beta_N$ .....	34
4.4.5.4	Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$ .....	35
5	VORLÄUFIGE KORREKTURFAKTOREN.....	37
6	ZUSAMMENFASSUNG .....	44
7	LITERATUR.....	47
	TABELLEN.....	A1-A71

## 1 EINFÜHRUNG

Im Rahmen von Untersuchungen für allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen von Mauerwerkbaustoffen, vor allem von Mauersteinen aber auch von Mauerwerk nach Eignungsprüfung nach DIN 1053-2, wird u. a. die Druckfestigkeit von Mauerwerk aus den zu untersuchenden Mauerwerkbaustoffen ermittelt. Da i. a. die Druckfestigkeit der verwendeten Mauersteine und Mauermörtel zum Zeitpunkt der Druckfestigkeitsprüfung des Mauerwerks von den jeweiligen Norm-Mindestdruckfestigkeiten abweicht, wird nach DIN 18 554-1 die versuchsmäßig ermittelte Mauerwerkdruckfestigkeit über eine entsprechende Gleichung unter Bezug auf die Norm-Mindestwerte der Druckfestigkeiten der Mauersteine und des Mauermörtels umgerechnet. Bei der Umrechnung bzw. der Festlegung des Mauerwerkprüfalteres unter Bezug auf die Normdruckfestigkeit des Mörtels, bleibt der zu erwartende Unterschied im zeitlichen Verlauf der Druckfestigkeit des Mörtels in der Fuge und bei Normprüfung bislang unberücksichtigt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß dieser Unterschied in einigen Fällen beträchtlich ist und sich somit auch nicht unerheblich auf das Sicherheitsniveau auswirken kann. Dies ist besonders auch bei Mauerwerk nach Eignungsprüfung von Bedeutung, da für dieses Mauerwerk die Grundwerte der zulässigen Druckspannung nach DIN 1053-1 um bis zu 50 % angehoben werden können.

In diesem Forschungsprojekt wurden Untersuchungen an verschiedenen Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen durchgeführt. Mittels dieser Versuche soll der Unterschied im zeitlichen Festigkeitsverlauf zwischen Norm- ( $\beta_N$ ) und Fugendruckfestigkeit ( $\beta_{F,III}$ ) quantifiziert und hinsichtlich seiner Auswirkungen auf die Mauerwerkdruckfestigkeit beurteilt werden.

Die Mörteldruckfestigkeit in der Fuge wird wesentlich vom Wasseraufsaugverhalten sowie von dem Feuchtezustand der Steine beeinflusst. Für die Versuche wurden daher Mauersteine mit hohem Wasseraufnahmekoeffizienten verwendet. Zur Ermittlung der Fugendruckfestigkeit wurden je Mauerstein-Mauermörtel-Kombination und Prüftermin 3 Zweisteinkörper hergestellt. Die Mauersteine wurden sowohl im lufttrockenen als auch im feuchten Zustand vermörtelt.

An den Mauersteinen wurde der Wasseraufnahmekoeffizient bestimmt. Angaben zur Rohdichte und Druckfestigkeit wurden der Güteüberwachung entnommen. An den Mauermörteln wurden die Druckfestigkeit, die Rohdichte und der dynamische E-Modul ohne und mit Steinkontakt (Mörtel aus der Lagerfuge) bei verschiedenem Prüfalter ermittelt. Als Prüfverfahren für die Fugendruckfestigkeit wurde das Verfahren III nach DIN 18 555-9 angewendet. Punktuell kam auch das Verfahren II zum Einsatz. Der dynamische E-Modul wurde geprüft, um zusätzlich zur Druckfestigkeit Aussagen über die zeitliche Entwicklung der Verformbarkeit der Mauermörtel in der Fuge und bei Normprüfung zu erhalten.

Unter Bezug auf die Ergebnisse entsprechender Untersuchungen an verschiedenen Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen und unterschiedlichen Prüfaltern soll versucht werden, zeitabhängige Korrekturfaktoren für die Normdruckfestigkeit  $\beta_N$  unter Bezug auf die Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  und in Abhängigkeit vom Prüfalter anzugeben. Da nach dem derzeitigen Kenntnisstand (s. /2/) der gestaltsbezogene Umrechnungsfaktor für  $\beta_{F,III}/\beta_N = 1,0$  ist, können die  $\beta_{F,III}$ -Werte direkt mit den  $\beta_N$ -Werten verglichen werden.

## 2 VERWENDETE MATERIALIEN UND VERSUCHSPROGRAMM

### 2.1 Verwendete Materialien

#### 2.1.1 Mauersteine

Als Mauersteine wurden repräsentative Vertreter der wesentlichen Steingruppen verwendet (s. Tabelle 1). Die Kurzbezeichnungen werden im folgenden beibehalten.

Nach dem bisherigen Erkenntnisstand beeinflusst das Wasseraufsaugverhalten der Steine die Mörteldruckfestigkeit in der Fuge sehr wesentlich. Deshalb wurden für die Untersuchungen jeweils Mauersteine mit hohem Wasseraufnahmekoeffizienten (großer Einfluß) verwendet. Da neben dem Wasseraufsaugverhalten der Mauersteine auch deren Feuchtezustand beim Vermörteln von Einfluß auf die Fugendruckfestigkeit ist, wurden die Mauersteine sowohl im lufttrockenen als auch im nassen (hoher Feuchtegehalt: etwa 10 M.-%) Zustand vermörtelt.

Tabelle 1: Verwendete Mauersteine

Steinart	Bezeichnungen nach DIN	Bezeichnung im Bericht
1	2	3
Kalksandsteine	KS 12 – 1,6 - 2 DF	KS
Mauerziegel	HLz 12 – 0,8 - 2 DF	HLz
	LHLz 12 – 1,0 – 2 DF	LHLz
Leichtbetonsteine	Vbl 2 – 0,5 - 20 DF	Vbl
	V 12 – 2,0 - 2 DF	V

#### 2.1.2 Mauermörtel

Die Tabelle 2 enthält die für die Untersuchungen verwendeten Mauermörtel. Die Kurzbezeichnungen werden im folgendem beibehalten.

Die für die Untersuchungen vorgesehenen Werk-Frischmörtel wurden jeweils zu Beginn der Verzögerungszeit, d. h. unmittelbar nach dem Mischen, verarbeitet, da für diesen Zustand der größte Einfluß auf die Druckfestigkeit des Mörtels in der Fuge zu erwarten war.

**Tabelle 2:** Verwendete Mauermörtel

Mörtelart	Lieferform	Bezeichnung im Bericht
1	2	3
Normalmörtel IIa	Werk-Trockenmörtel	NM IIa WTM
	Werk-Frischmörtel	NM IIa WFM
Normalmörtel III	Werk-Trockenmörtel	NM III WTM
	Werk-Frischmörtel	NM III WFM
Leichtmörtel ( $\lambda_R = 0,21 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ )	Werk-Trockenmörtel	LM 21 WTM
Leichtmörtel ( $\lambda_R = 0,36 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ )	Werk-Trockenmörtel	LM 36 WTM

## 2.2 Versuchsprogramm

Eine Übersicht über das Versuchsprogramm geben die Tabellen 3 bis 5.

**Tabelle 3:** Versuchsprogramm, Steinkennwerte

Mauerstein	Feuchtezustand <sup>1)</sup>	Prüfgröße	Prüfung nach
1	2	3	4
KS , HLz LHLz Vbl V	trocken und feucht	Wasseraufnahmekoeffizient	DIN 52 617

1) trocken: Ausgleichfeuchte Normalklima 20/65; feucht: ca. 10 M.-% Feuchtegehalt

**Tabelle 4:** Versuchsprogramm, Mörtelkennwerte ohne Steinkontakt

Mörtel	Prüfgröße		Prüfung nach	Prüfalter
1	2		3	4
LM 21 WTM LM 36 WTM	Frischmörtel- kennwerte	Ausbreitmaß	DIN 18 555-2	-
		Luftgehalt		
		Frischmörtelrohddichte		
NM IIa WTM NM IIa WFM NM III WTM NM III WFM	Festmörtel- kennwerte	Rohddichte lufttrocken $\rho_1$	DIN 18 555-3	7d
		Trockenrohddichte $\rho_d$		14 d
		Druckfestigkeit $\beta_D$		21 d
		Dynamischer E-Modul $E_{\text{dyn,N}}$		28 d
		/1/		90 d

Tabelle 5: Versuchsprogramm, Untersuchungen an Mauermörtel im Steinkontakt

Versuchsserie		Mörtel		Stein	Feuchtezustand <sup>1)</sup>	Prüfgröße		Prüfalter
1	2	3	4	5	6	7		8
V1	a	NM III	WTM	KS	trocken	$\rho_d$ $E_{dyn,F}$ $\beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V2	a	NM III	WFM		trocken			
	b				feucht			
V3	a	NM IIa	WTM	HLz	trocken	$\rho_d$ , $E_{dyn,F}$	$\beta_{F,III}$	
	b				feucht			
	c				trocken	$\beta_{F,II}$		
V4	a	NM IIa	WTM	KS	trocken	$\rho_d$ , $E_{dyn,F}$	$\beta_{F,III}$	7 d
	b				feucht			
	c				trocken		$\beta_{F,II}$	
V5	a	NM IIa	WTM	V	trocken	$\rho_d, E_{dyn,F}, \beta_{F,III}$		14 d
	b				feucht			
V6	a	NM IIa	WFM	V	trocken			21 d
	b				feucht			
V7	a	NM IIa	WFM	HLz	trocken	$\rho_d$ $E_{dyn,F}$ $\beta_{F,III}$		28 d
	b				feucht			
V8	a	NM IIa	WFM	KS	trocken			90 d
	b				feucht			
V9	a	LM 21	WTM	LHLz	trocken	$\rho_d$ $E_{dyn,F}$ $\beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V10	a	LM 21	WTM	Vbl	trocken			
	b				feucht			
V11	a	LM 36	WTM	LHLz	trocken	$\rho_d$ $E_{dyn,F}$ $\beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V12	a	LM 36	WTM	Vbl	trocken			
	b				feucht			

1) trocken: Ausgleichsfeuchte Normalklima 20/65 feucht: ca. 10 M.-% Feuchtegehalt

### **3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**

#### **3.1 Mauersteine**

An allen Mauersteinen wurde für beide Feuchtezustände der Wasseraufnahmekoeffizient nach DIN 52 617 /D7/ bestimmt.

#### **3.2 Mauermörtel**

##### **3.2.1 Frischmörteleigenschaften**

An allen Mauermörteln wurden das Ausbreitmaß, der Luftgehalt und die Frischmörtelrohddichte nach DIN 18 555-2 /D4/ ermittelt.

##### **3.2.2 Festmörteleigenschaften - Normprisma**

An allen Mauermörteln wurden die Rohddichte lufttrocken  $\rho_1$ , die Trockenrohddichte  $\rho_d$  und die Druckfestigkeit nach DIN 18 555-3 /D5/ im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft.

Zusätzlich wurde an jedem Prüftermin der dynamische E-Modul an Normprismen  $E_{\text{dyn,N}}$  mit dem Impulslaufzeitverfahren /1/ bestimmt. Dabei wird der dynamische E-Modul aus der Laufzeit eines den Prüfkörper durchlaufenden Schallimpulses und der Prüfkörperrohddichte errechnet. Die Herstellung und Lagerung der Prüfkörper erfolgten nach DIN 18 555-3 /D5/.

##### **3.2.3 Festmörteleigenschaften - Fugenmörtel**

Zur Ermittlung der Trockenrohddichte, der Fugendruckfestigkeit und des dynamischen E-Moduls wurden je Mauerstein-Mauermörtelkombination und Prüftermin (7, 14, 21, 28 und 90 Tage) aus einer Mörtelmischung 3 Zweisteinkörper mit einer Fugendicke von ca. 12 mm hergestellt.

Für die Bestimmung der Fugendruckfestigkeit des Mauermörtels stehen nach DIN 18 555-9 /D6/ 3 Verfahren zur Verfügung. Das Verfahren I (Würfeldruckverfahren) eignete sich für die durchgeführten Untersuchungen aus folgenden Gründen nicht: Die Zweistein-Prüfkörper sollten ohne Zwischenvlies hergestellt werden und es sollten auch Lochsteine mit hohem Lochanteil in die Untersuchungen einbezogen werden. Beim Verfahren II (Plattendruck-

verfahren) beträgt die beanspruchte Druckfläche  $40 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm}$ , die Gesamtprobenfläche ist  $80 \text{ mm} \cdot 80 \text{ mm}$ . Bei Lochsteinen sind die einwandfreie Entnahme derartiger großflächiger Proben und das i. d. R. notwendige Abgleichen der Druckflächen schwierig. Es wurde deshalb für die vorliegenden Untersuchungen als Regelprüfverfahren das Verfahren III (ibac-Verfahren) mit einer Probenfläche von  $50 \text{ mm} \cdot 50 \text{ mm}$  und einer belasteten kreisförmigen Teilfläche mit einem Durchmesser von  $20 \text{ mm}$  angewendet. Punktuell wurde zum Vergleich - soweit möglich - zusätzlich nach dem Plattendruckverfahren geprüft. Probleme hinsichtlich der Bewertung der Druckfestigkeitswerte nach dem Verfahren III im Vergleich zur Normdruckfestigkeit bestehen nicht, da inzwischen ausreichend abgesicherte Faktoren zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Prüfkörpergestalt und -form vorliegen (/2/). Die Fugendruckfestigkeit wurde an jeweils 6 Prüfkörpern bestimmt.

Um zusätzlich zur Druckfestigkeit auch Aussagen über die zeitliche Entwicklung des E-Moduls der Mauermörtel in der Fuge und bei der Normprüfung zu erhalten, wurde an aus dem Lagerfugenmörtel herausgeschnittenen Prismen der dynamische E-Modul  $E_{\text{dyn,F}}$  geprüft. Die Prüfung erfolgte analog Kapitel 3.2.2.

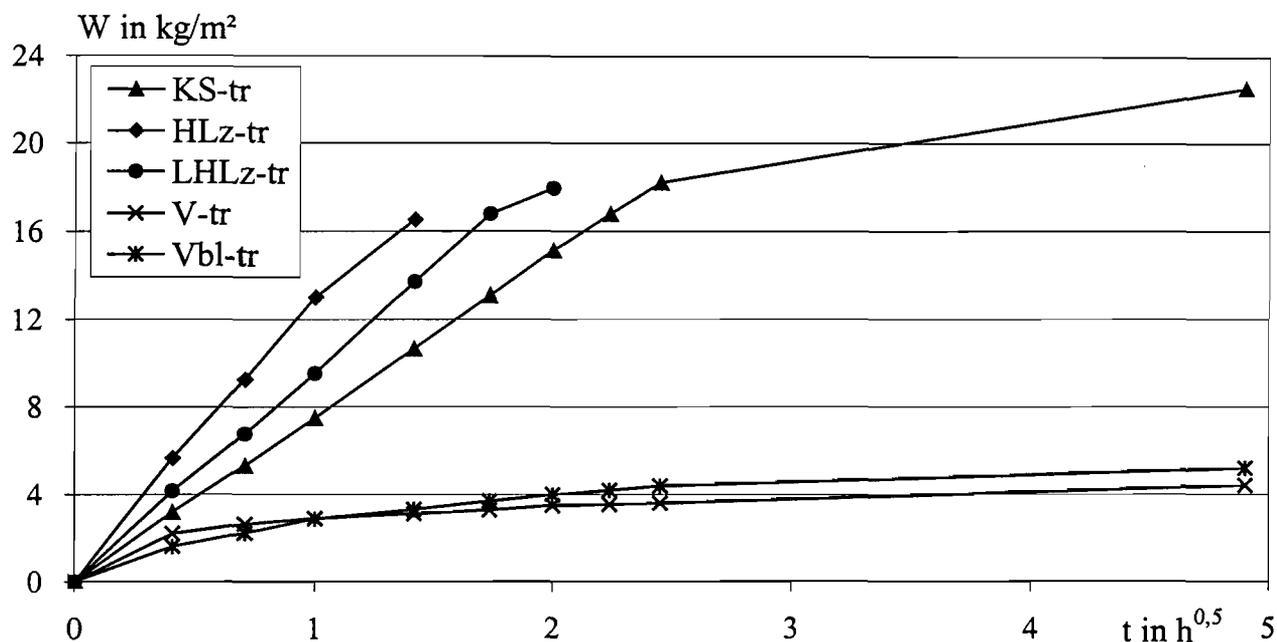
## 4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### 4.1 Mauersteine - Wasseraufnahmekoeffizient

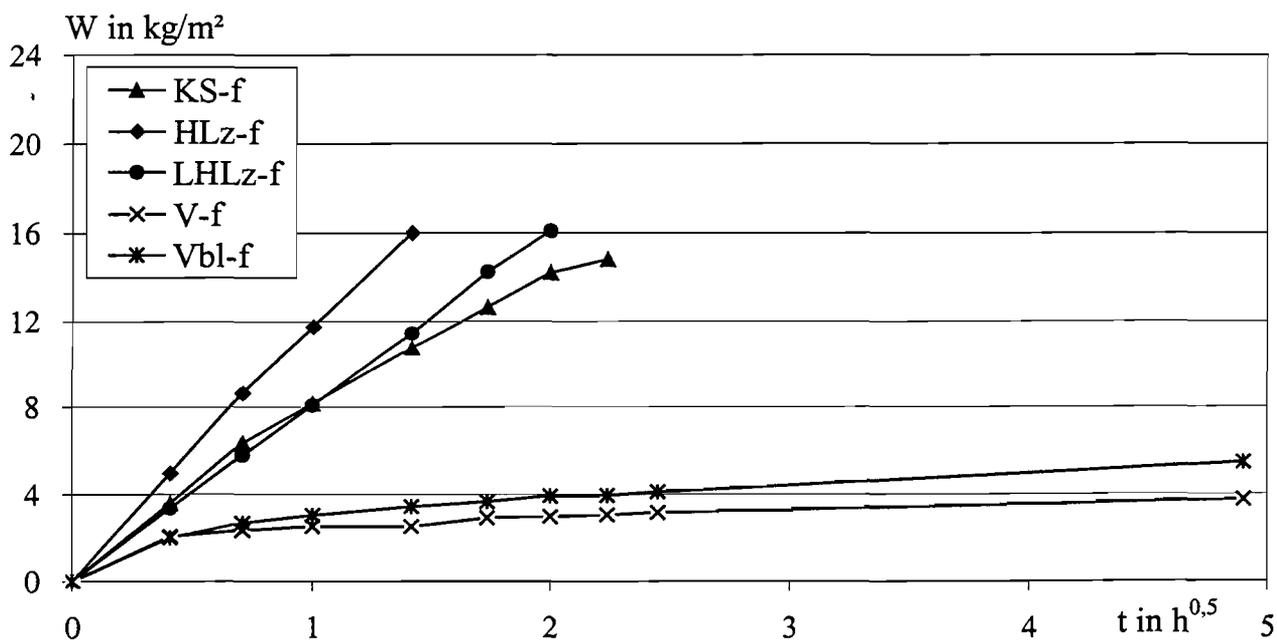
Bild 1 enthält die Mittelwertkurven für die Wasseraufnahme in Abhängigkeit von der Saugzeit für alle trockenen Mauersteine, Bild 2 für die feuchten Mauersteine. Die Wasseraufnahmekoeffizienten nach DIN 52 617 /D7/ sind in Bild 3 zusammengestellt.

Die höchsten Wasseraufnahmekoeffizienten wiesen die beiden Mauerziegel auf. Für die trockenen Steine ergab sich für den HLz ein Mittelwert von  $12,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$  und für den LHLz ein Mittelwert von  $9,9 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ . Bei den Leichtbetonsteinen besaß der V-tr mit  $5,4 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$  einen höheren Wasseraufnahmekoeffizienten als der Vbl-tr mit  $3,9 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ . Für den trockenen Kalksandstein wurde der Wasseraufnahmekoeffizient mit einem Mittelwert von  $7,8 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$  ermittelt.

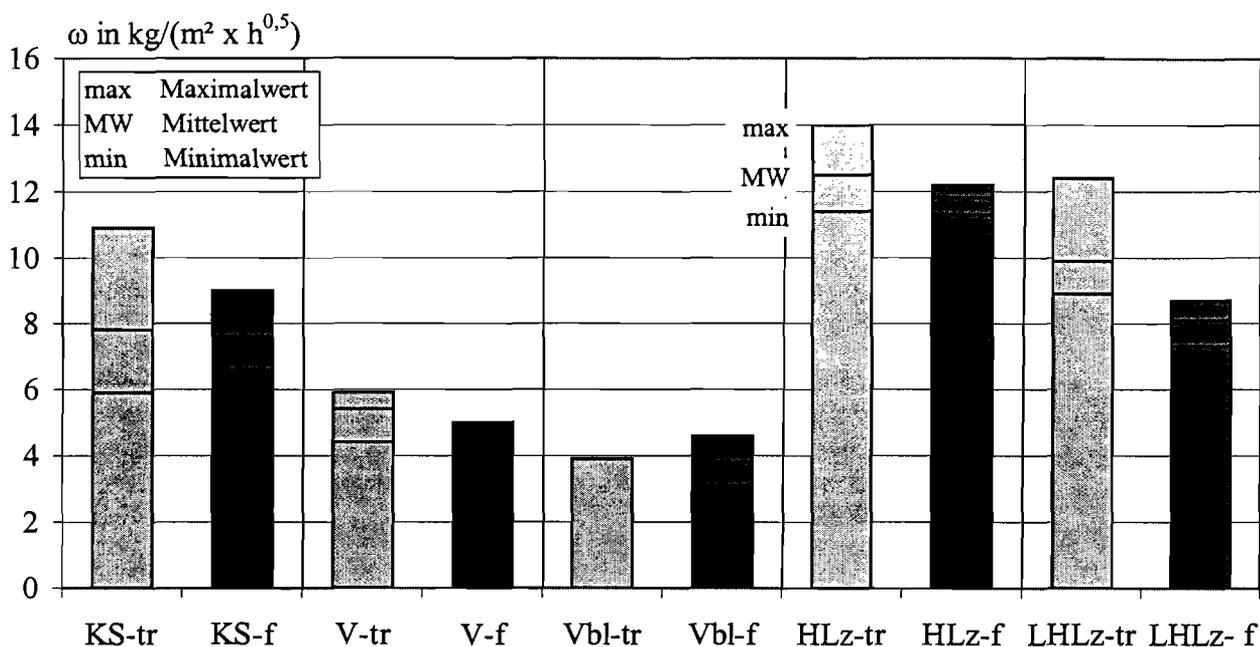
Erwartungsgemäß nahmen die feuchten Steine (rd. 10 M.-% Feuchte) gegenüber den trockenen Mauersteinen (rd. 0 M.-% Feuchte) insgesamt weniger Wasser in Abhängigkeit von der Zeit auf.



**Bild 1:** Untersuchungen an Mauersteinen  
Kapillare Wasseraufnahme W in Abhängigkeit von der Zeit t  
Mittelwerte – trockenen Steine



**Bild 2:** Untersuchungen an Mauersteinen  
Kapillare Wasseraufnahme W in Abhängigkeit von der Zeit t  
Mittelwerte – feuchte Steine



**Bild 3:** Untersuchungen an Mauersteinen  
Wasseraufnahmekoeffizient  $\omega$

## 4.2 Frischmörteleigenschaften

In den Tabellen A5, A23, A39, A40, A54 und A68 sind die Ergebnisse der Frischmörtelprüfungen – Ausbreitmaß, Luftgehalt und Frischmörtelrohddichte – zusammengestellt, in Tabelle 6 die Mittelwerte.

**Tabelle 6:** Frischmörtelkennwerte - Mittelwerte  
Mörtelart, Ausbreitmaß a, Luftgehalt L,  
Frischmörtelrohddichte  $\rho_{fr}$

Mörtelart	a	L	$\rho_{fr}$
-	mm	Vol.-%	kg/dm <sup>3</sup>
1	2	3	4
NM IIa WTM	190	19,6	1,73
NM IIa WFM	167	18,6	1,70
NM III WTM	196	10,5	1,93
NM III WFM	138	17,3	1,79
LM 21 WTM	178	18,1	1,07
LM 36 WTM	176	9,8	1,37

## 4.3 Festmörteleigenschaften - Normprisma

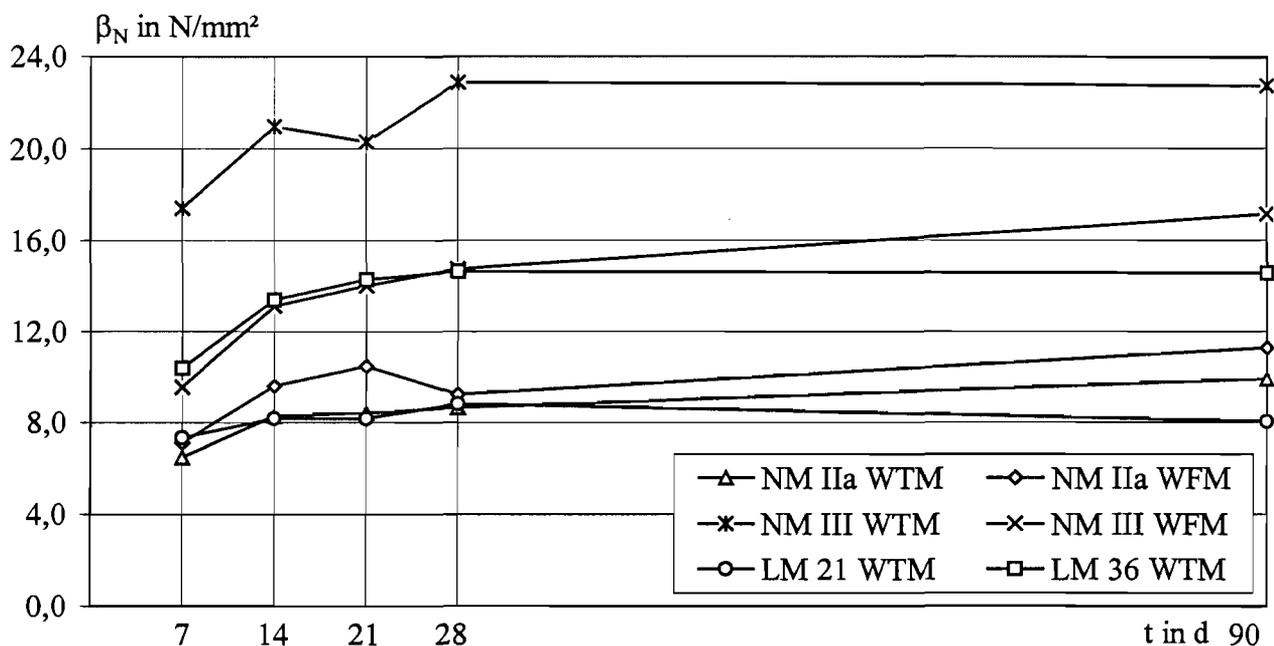
### 4.3.1 Trockenrohddichte und Druckfestigkeit

Die Festmörtelrohddichte sowie Trockenrohddichte und Druckfestigkeit nach DIN 18 555-3 am Normprisma wurden für jede Mörtelart einmal im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen und für jede weitere Mischung im Alter von 28 Tagen geprüft. In den Tabellen A6, A7, A24, A25, A41 bis A44, A55, A56, A69 und A70 sind die Prüfergebnisse dargestellt. Die Mittelwerte sind in Tabelle 7 aufgeführt. Mit Ausnahme des NM II WFM erfüllen alle Mörtel bereits im Alter von 7 Tagen die Anforderungen an die Mörteldruckfestigkeit nach DIN 1053-1.

Tabelle 7: Festmörtelkennwerte Normprisma - Mittelwerte  
Mörtelart, Prismendruckfestigkeit  $\beta_N$

Mörtelart	$\beta_{D,N}$					$\rho_d$				
	7 d	14 d	21 d	28 d	90 d	7 d	14 d	21 d	28 d	90 d
-	N/mm <sup>2</sup>					kg/dm <sup>3</sup>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NM IIa WTM	6,48	8,28	8,44	8,64	9,91	1,61	1,64	1,62	1,64	1,66
NM IIa WFM	7,12	9,60	10,47	9,24	11,26	1,61	1,57	1,58	1,56	1,59
NM III WTM	17,38	20,94	20,27	22,85	22,75	1,74	1,75	1,75	1,77	1,77
NM III WFM	9,54	13,10	13,99	14,74	17,12	1,67	1,64	1,66	1,66	1,69
LM 21 WTM	7,34	8,17	8,18	8,81	8,05	0,79	0,80	0,79	0,80	0,81
LM 36 WTM	10,36	13,99	14,26	14,62	14,55	1,09	1,10	1,12	1,10	1,14

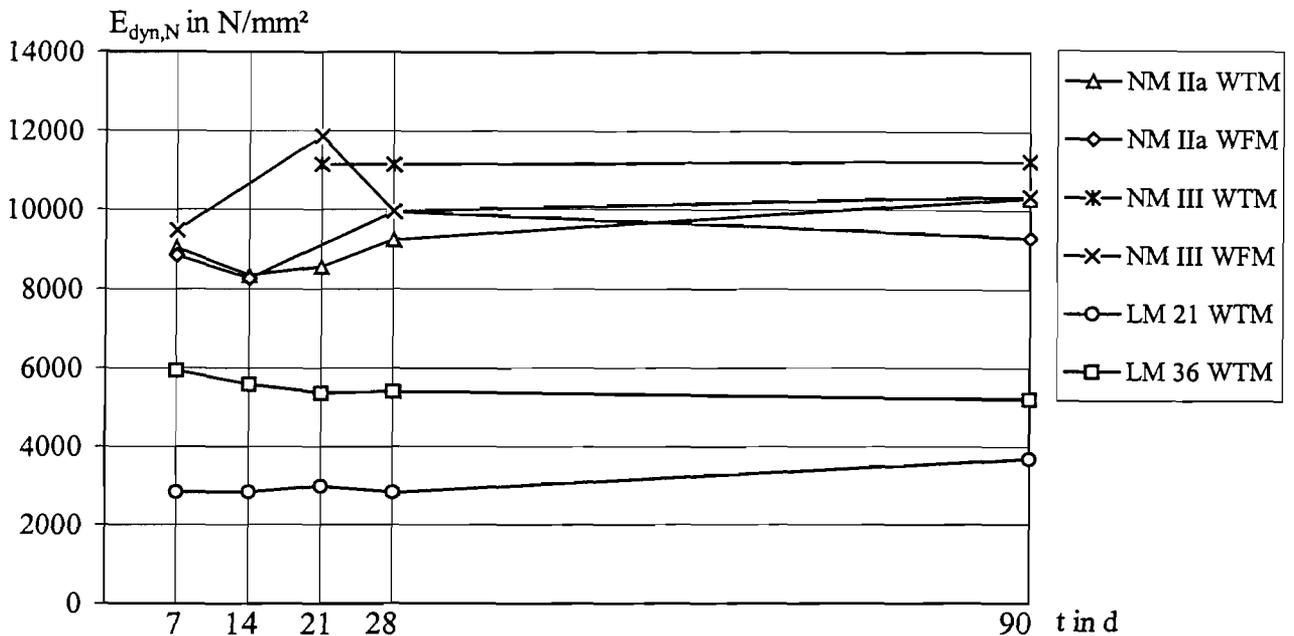
Die Festigkeitsentwicklung der Prismen der einzelnen Mauermörtel in Abhängigkeit vom Prüfalter ist in Bild 4 dargestellt. In der Regel nahmen die Fugendruckfestigkeiten mit zunehmenden Alter zu. Im Alter von 28 Tagen ist die Festigkeitsentwicklung des NM IIa WTM und NM III WFM noch nicht abgeschlossen, die Mörteldruckfestigkeit steigt danach weiter an. Im Gegensatz dazu haben die restlichen vier Mörtel im Alter von 28 Tagen nahezu ihre Endfestigkeit erreicht.



**Bild 4:** Untersuchungen an Mauermörteln  
Prismendruckfestigkeit  $\beta_N$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

### 4.3.2 Dynamischer E-Modul $E_{dyn,N}$

Der dynamische E-Modul wurde für jede Mörtelart im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen an jeweils drei Normprismen geprüft. In den Tabellen A7, A25, A42, A44, A56 und A70 sind die Prüfergebnisse dargestellt. Die Mittelwerte sind in Tabelle 8 aufgeführt. Die zeitliche Entwicklung des dynamischen E-Moduls der Normprismen der einzelnen Mauermörtel in Abhängigkeit vom Prüfalter ist in Bild 5 dargestellt.



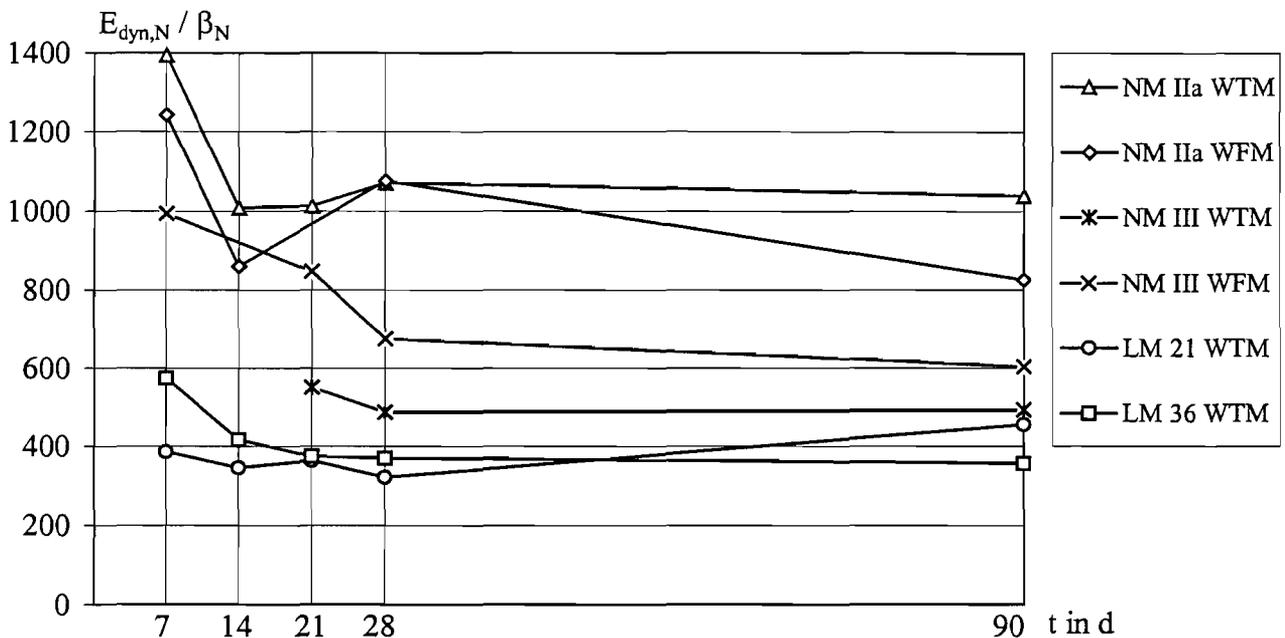
**Bild 5:** Dynamischer E-Modul  $E_{dyn,N}$  der Mörtelprismen (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

**Tabelle 8:** Festmörtelkennwerte Normprisma - Mittelwerte  
Mörtelart, dynamischer E-Modul  $E_{dyn,N}$

Mörtelart	$E_{dyn,N}$				
	7 d	14 d	21 d	28 d	90 d
-	N/mm <sup>2</sup>				
1	2	3	4	5	6
NM IIa WTM	9000	8300	8500	9300	10300
NM IIa WFM	8800	8300	n. b.	9900	9300
NM III WTM	n. b.	n. b.	11100	11100	11200
NM III WFM	9500	n. b.	11900	10000	10400
LM 21 WTM	2800	2800	3000	2800	3700
LM 36 WTM	6000	6000	5400	5400	5200

n. b. nicht bestimmt

In Bild 6 sind die Mittelwerte der dynamischen E-Moduln bezogen auf die Prismendruckfestigkeit  $E_{dyn,N}/\beta_N$  im Prüfalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen dargestellt.



**Bild 6:** Dynamischer E-Modul  $E_{dyn,N}$  bezogen auf die Prismendruckfestigkeit  $\beta_N$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

## 4.4 Festmörteleigenschaften - Fugemörtel

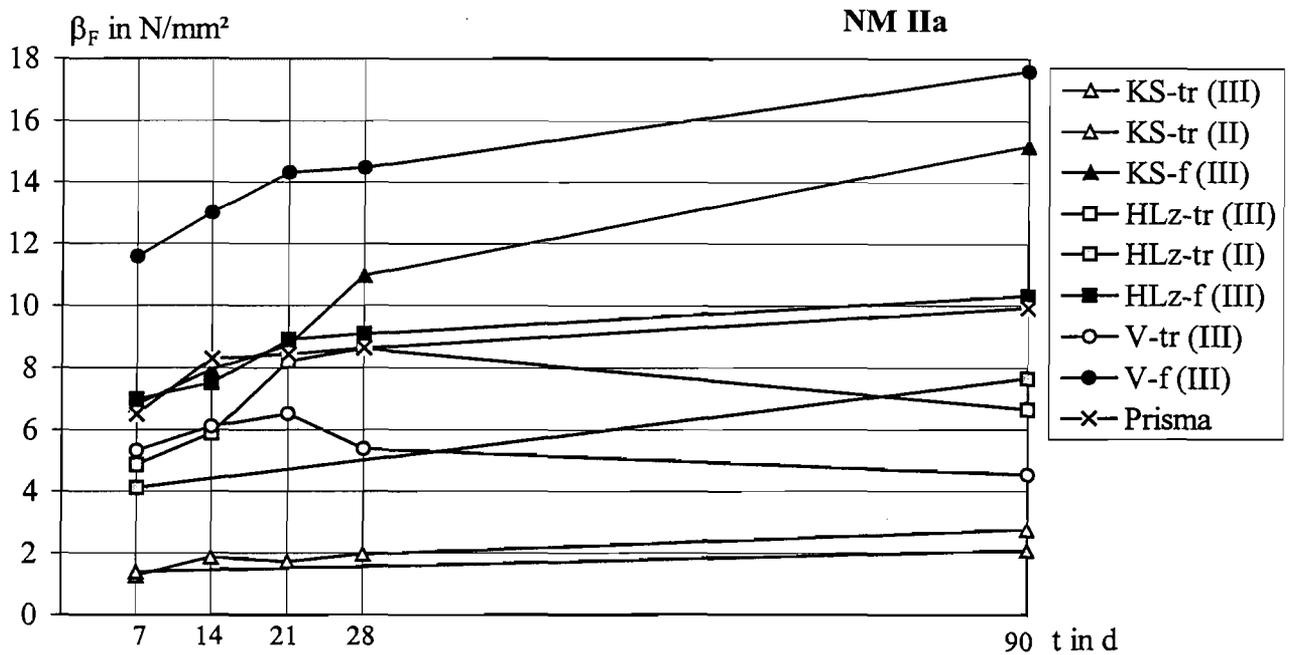
### 4.4.1 NM IIa WTM

In den Serien V3, V4 und V5 wurden Zweisteinprüfkörper aus NM IIa WTM mit feuchten und trockenen Hochlochziegeln, Kalksandsteinen und Leichtbetonvollsteinen hergestellt.

#### 4.4.1.1 Trockenrohichte und Fugendruckfestigkeit

Die Festmörtelrohichte und Trockenrohichte sowie Fugendruckfestigkeit (Verfahren III) nach DIN 18 555-9 wurden für jede Mauerstein-Mauermörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen ermittelt. Aus Vergleichsgründen wurden für zwei Kombinationen auch die Fugendruckfestigkeiten im Alter von 7 und 90 Tagen nach Verfahren II, DIN 18 555-9 geprüft.

In den Tabellen A8, A10, A12, A13, A15, A17, A18 und A20 sind die Prüfergebnisse dargestellt. Die Mittelwerte sind in Tabelle 9 aufgeführt. In Bild 7 sind die Fugendruckfestigkeiten der sechs Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die Prismendruckfestigkeit mit aufgeführt.



**Bild 7:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_F$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

Die Verwendung feuchter Mauersteine (Vornässen der Steine) bewirkte im Vergleich zu trockenen Mauersteinen jeweils höhere Fugendruckfestigkeiten, mit je nach Mauerstein verschieden großen Unterschieden. Die Fugendruckfestigkeiten nach Verfahren III und II nach DIN 18 555-9 unterschieden sich in ihren Größenordnungen nicht voneinander. In der Regel nahmen die Fugen- und Prismendruckfestigkeiten mit zunehmenden Alter zu.

**Tabelle 9:** NM IIa WTM  
 Festmörtelkennwerte Fugenprisma- Mittelwerte  
 Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$ , Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Prüfmalter t, Versuchsserie,  
 Steinart, Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V3a	V3b	V4a	V4b	V5a	V5b
			HLz		KS		V	
-		d	tr	f	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\beta_{F,III}$	N/mm <sup>2</sup>	7	4,86	6,98	1,26	6,79	5,31	11,58
		14	5,86	7,50	1,86	7,94	6,10	13,00
		21	8,20	8,90	1,71	8,71	6,51	14,30
		28	8,61	9,09	1,97	10,98	5,37	14,46
		90	6,63	10,32	2,74	15,18	4,52	17,59
$\rho_d$	kg/dm <sup>3</sup>	7	1,40	1,46	1,50	1,61	1,35	1,57
		14	1,43	1,47	1,50	1,57	1,38	1,57
		21	1,46	1,52	1,49	1,61	1,37	1,58
		28	1,45	1,51	1,52	1,65	1,36	1,49
		90	1,44	1,53	1,51	1,61	1,27	1,60

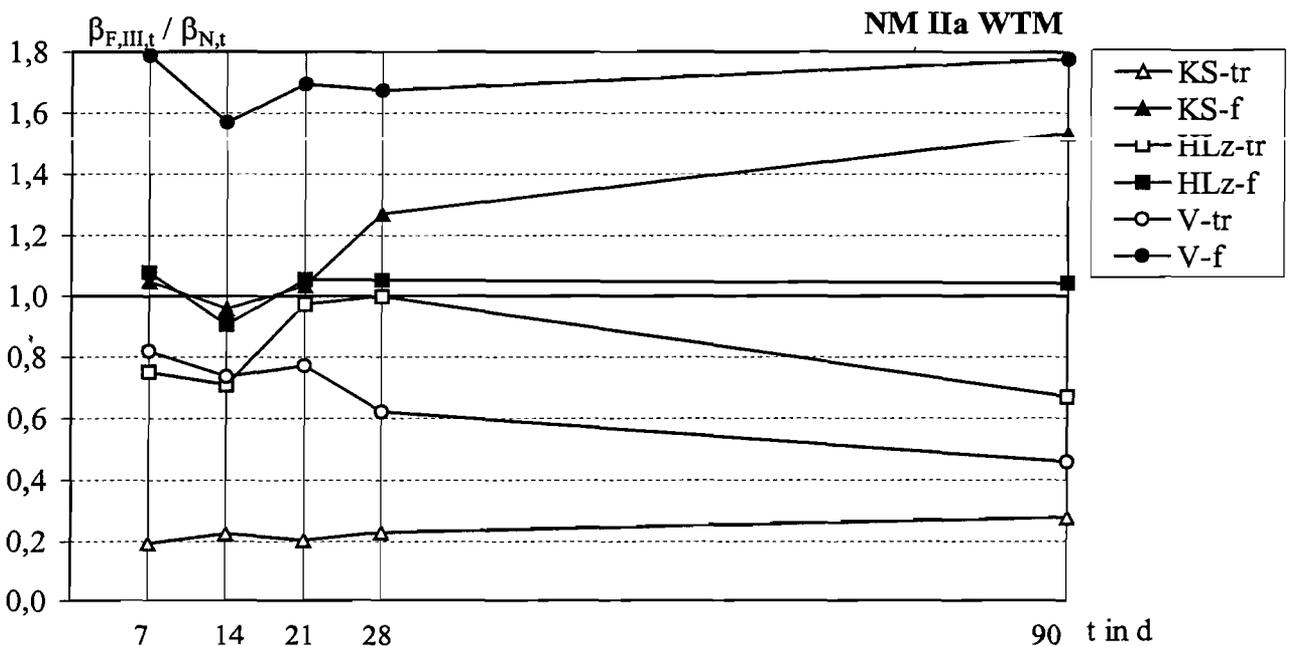
Beim Vergleich der 28-Tage-Fugendruckfestigkeiten unterschieden sich die Festigkeitswerte der trockenen und feuchten Hochlochziegel mit 8,6 N/mm<sup>2</sup> (HLz-tr) und 9,1 N/mm<sup>2</sup> (HLz-f) kaum voneinander. Dagegen waren die Fugendruckfestigkeiten der feuchten Leichtbetonvollsteine mit einem Mittelwert von 14,5 N/mm<sup>2</sup> (V-f) fast dreimal so groß wie die der trockenen Leichtbetonvollsteine (5,4 N/mm<sup>2</sup>). Ein noch größerer Unterschied zeigte sich bei den Kalksandsteinen, die feuchten Mauersteine erreichten Festigkeiten im Mittel von 11,2 N/mm<sup>2</sup> (KS-f), die trockenen Mauersteine nur von 2,0 N/mm<sup>2</sup> (KS-tr).

Bei Bewertung der Kurvenverläufe (s. Bild 7), wie z. B. die unerwartete Abnahme der Fugendruckfestigkeit im Alter von 28 und 90 Tagen bei den trockenen Leichtbetonvollsteinen (V-tr), sind die unterschiedlichen Streuungen (s. statistische Auswertungen: Standardabweichung, Variationskoeffizient, Minimal- und Maximalwert im Tabellen-Anhang) zu berücksichtigen.

#### 4.4.1.2 Verhältniswerte $\beta_{F,III}/\beta_N$

In Bild 8 und Tabelle A22 sind die Mittelwerte der Fugendruckfestigkeiten bezogen auf die Normdruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$  im Prüfalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die verschiedenen Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt.

Die Verhältniswerte  $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$  der im trockenen Zustand vermauerten Mauersteine lagen stets unter denen der im feuchten Zustand vermauerten Steine. Bei den Kalksandsteinen und Leichtbetonvollblöcken war der Unterschied erwartungsgemäß besonders groß. Die Verhältniswerte der feuchten Mauersteine waren – bis auf zwei Ausnahmen – größer als 1,0, die Verhältniswerte der trockenen Mauersteine ergaben sich zumeist deutlich unter 1,0. Das heißt, in diesen Fällen ist die Fugendruckfestigkeit i. d. R. erheblich geringer als die Normdruckfestigkeit. Bei den feuchten Mauersteinen ist dies umgekehrt.

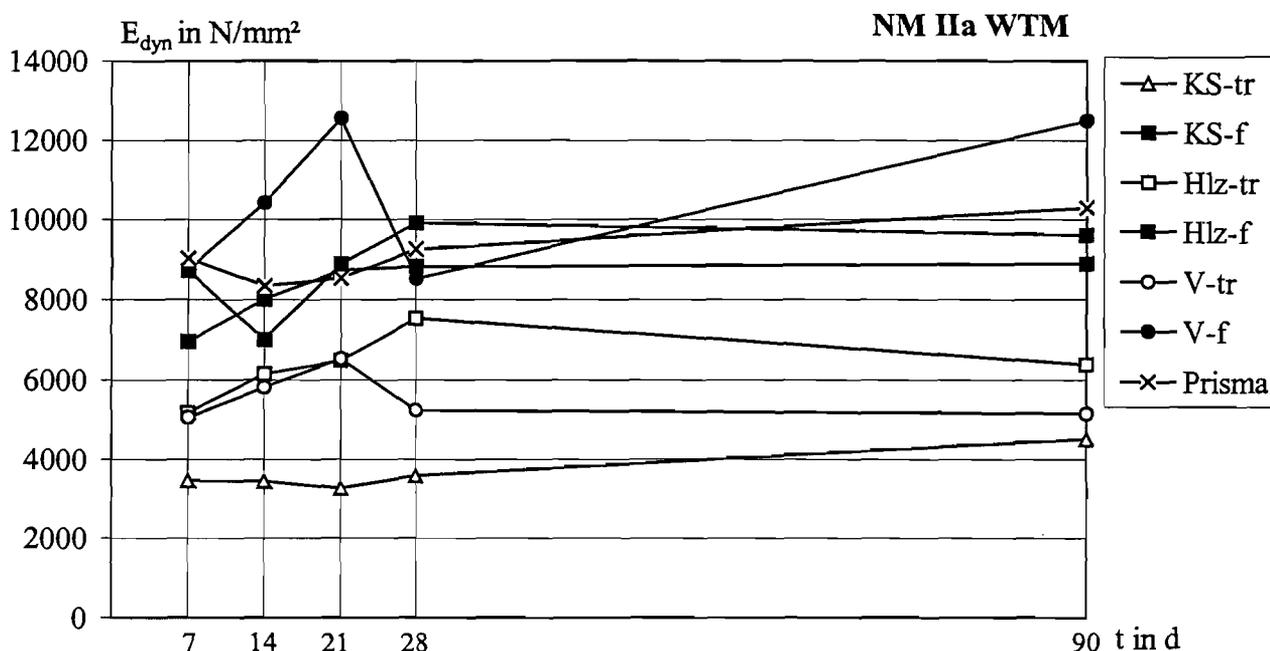


**Bild 8:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}$  bezogen auf die Prismendruckfestigkeit  $\beta_{N,t}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

#### 4.4.1.3 Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$

Der dynamische E-Modul wurde für jede Mauerstein-Mauermörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft. Die Tabellen A9, A11, A14, A16, A15, A19 und A21 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 10 aufgeführt. In Bild 9 sind die dynamischen E-Moduln der sechs Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt.

Besonders große Schwankungen im zeitlichen Verlauf waren bei den Mörteln der feuchten Hochlochziegel und Leichtbetonvollsteine festzustellen. Dies ist auf ein nur annähernd erreichbares völlig gleiches Vorkonditionieren der feuchten Mauersteine zurückzuführen, welches sich auch auf die Fugendruckfestigkeiten auswirkt.



**Bild 9:** Dynamischer E-Modul  $E_{dyn,F}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

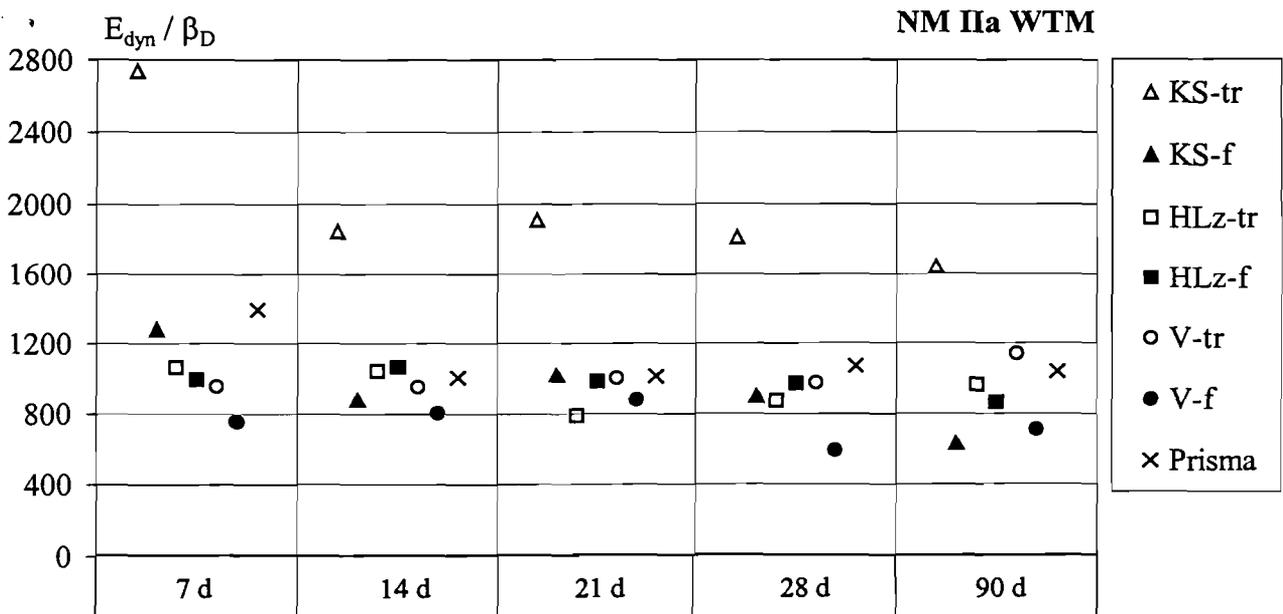
Der Vergleich der 28-Tage-Werte zeigt erwartungsgemäß ähnliche Verhältnisse wie bei den Fugendruckfestigkeiten. Die E-Moduln der Mörtel der trockenen und feuchten Hochlochziegel unterschieden sich mit Mittelwerten von 7500 N/mm<sup>2</sup> (HLz-tr) und 8800 N/mm<sup>2</sup> (HLz-f) kaum voneinander. Dagegen waren sowohl bei den Leichtbetonvollsteinen als auch bei den Kalksandsteinen die E-Moduln der Mörtel der feuchten Mauersteine mit Werten im Mittel von 8500 N/mm<sup>2</sup> (V-f) bzw. 10000 N/mm<sup>2</sup> (KS-f) deutlich größer als die der trockenen Mauersteine mit Mittelwerten von 5200 N/mm<sup>2</sup> (V-tr) bzw. 3600 N/mm<sup>2</sup> (KS-tr).

In Bild 10 sind die Mittelwerte des dynamischen E-Moduls bezogen auf die Fugen- bzw. Prismendruckfestigkeit  $E_{dyn}/\beta_D$  im Prüfalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die verschiedenen Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt. Zum Vergleich ist die zeitliche Entwicklung des dynamischen E-Moduls des Normprismas mit aufgeführt.

**Tabelle 10: NM Ila WTM**  
 Festmörtelkennwerte Fugenprisma- Mittelwerte  
 dyn. E-Modul  $E_{dyn,F}$ , Prüfalter  $t$ , Versuchsserie, Steinart, Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V3a	V3b	V4a	V4b	V5a	V5b
			Hlz		KS		V	
-		d	tr	f	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$E_{dyn,F}$	N/mm <sup>2</sup>	7	5200	6900	3500	8700	5100	8700
		14	6100	8000	3400	7000	5800	10400
		21	6500	8700	3300	8900	6500	12600
		28	7500	8800	3600	10000	5200	8500
		90	6400	8900	4500	9600	5200	12500

Mit Ausnahme des 7-Tage-Wertes der trockenen Kalksandsteine (KS-tr) waren die Schwankungen der Verhältniswerte für alle Stein-Mörtel-Kombinationen und dem Normprisma in Abhängigkeit vom Prüfalter sehr gering. Für KS-tr lagen die Verhältniswerte in einem Bereich von 1600 bis 2000 und für die übrigen Prüfkörper überwiegend in einem Bereich zwischen 800 und 1200.



**Bild 10:** Dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$  bezogen auf die Fugen- bzw. Normdruckfestigkeit  $\beta_D$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

#### 4.4.2 NM IIa WFM

Bei den Versuchsserien V6, V7 und V8 wurden Zweisteinprüfkörper aus NM IIa WFM mit feuchten und trockenen Leichtbetonvollsteinen, Hochlochziegeln und Kalksandsteinen hergestellt.

##### 4.4.2.1 Trockenrohichte und Fugendruckfestigkeit

Die Festmörtelrohichte und Trockenrohichte sowie Fugendruckfestigkeit (Verfahren III) nach DIN 18 555-9 wurden für jede Mauerstein-Mauermörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft.

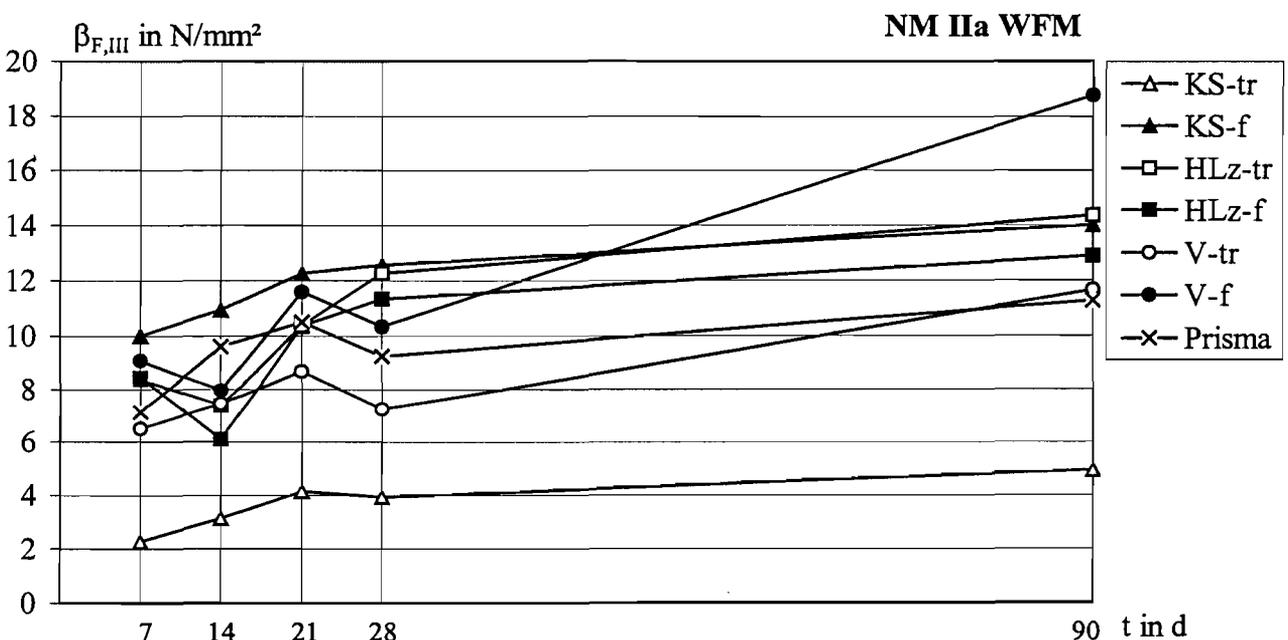
Die Tabellen A26, A28, A30, A32, A34 und A36 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 11 aufgeführt. In Bild 11 sind die Fugendruckfestigkeiten der sechs Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die Prismendruckfestigkeit mit aufgeführt.

**Tabelle 11:** NM IIa WFM  
 Festmörtelkennwerte Fugenprisma - Mittelwerte  
 Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$ , Trockenrohichte  $\rho_d$ , Prüfalter t in d,  
 Versuchsserie, Steinart, Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V6a	V6b	V7a	V7b	V8a	V8b
			V		HLz		KS	
-		d	tr	f	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\beta_{F,III}$	N/mm <sup>2</sup>	7	6,49	9,07	8,37	8,45	2,27	10,00
		14	7,45	7,96	7,37	6,10	3,13	10,93
		21	8,67	11,58	10,36	10,34	4,13	12,26
		28	7,23	10,32	12,25	11,32	3,91	12,57
		90	11,63	18,75	14,34	12,89	4,92	13,99
$\rho_d$	kg/dm <sup>3</sup>	7	1,39	1,44	1,42	1,41	1,43	1,54
		14	1,39	1,42	1,40	1,51	1,45	1,52
		21	1,39	1,46	1,49	1,52	1,46	1,55
		28	1,39	1,51	1,52	1,53	1,47	1,61
		90	1,41	1,46	1,47	1,50	1,49	1,57

Die Verwendung feuchter Mauersteine (Vornässen der Steine) bewirkte im Vergleich zu trockenen Mauersteinen, mit Ausnahme der Hochlochziegel, jeweils höhere Fugendruckfestigkeiten. In der Regel nahmen die Fugen- und Prismendruckfestigkeiten mit zunehmenden Alter zu. Schwankungen sind zum Teil auf unterschiedliche Rohdichten im lufttrockenen Zustand zum Prüfzeitpunkt zurückzuführen. Bei Bewertung der Kurvenverläufe (s. Bild 11) sind die unterschiedlichen Streuungen (s. statistische Auswertungen: Standardabweichung, Variationskoeffizient, Minimal- und Maximalwert im Tabellen-Anhang) zu berücksichtigen.

Beim Vergleich der 28-Tage-Fugendruckfestigkeiten unterschieden sich die Festigkeitswerte der trockenen und feuchten Hochlochziegel mit  $12,3 \text{ N/mm}^2$  (HLz-tr) und  $11,3 \text{ N/mm}^2$  (HLz-f) kaum voneinander. Dagegen waren die Fugendruckfestigkeiten der feuchten Leichtbetonvollsteine mit einem Mittelwert von  $10,4 \text{ N/mm}^2$  (V-f) ca. 50 % größer als die der trockenen Leichtbetonsteine ( $7,2 \text{ N/mm}^2$ ). Ein noch größerer Unterschied zeigte sich bei den Kalksandsteinen, die feuchten Mauersteine erreichten Festigkeiten im Mittel von  $12,6 \text{ N/mm}^2$  (KS-f), die trockenen Mauersteine nur von  $3,9 \text{ N/mm}^2$  (KS-tr).

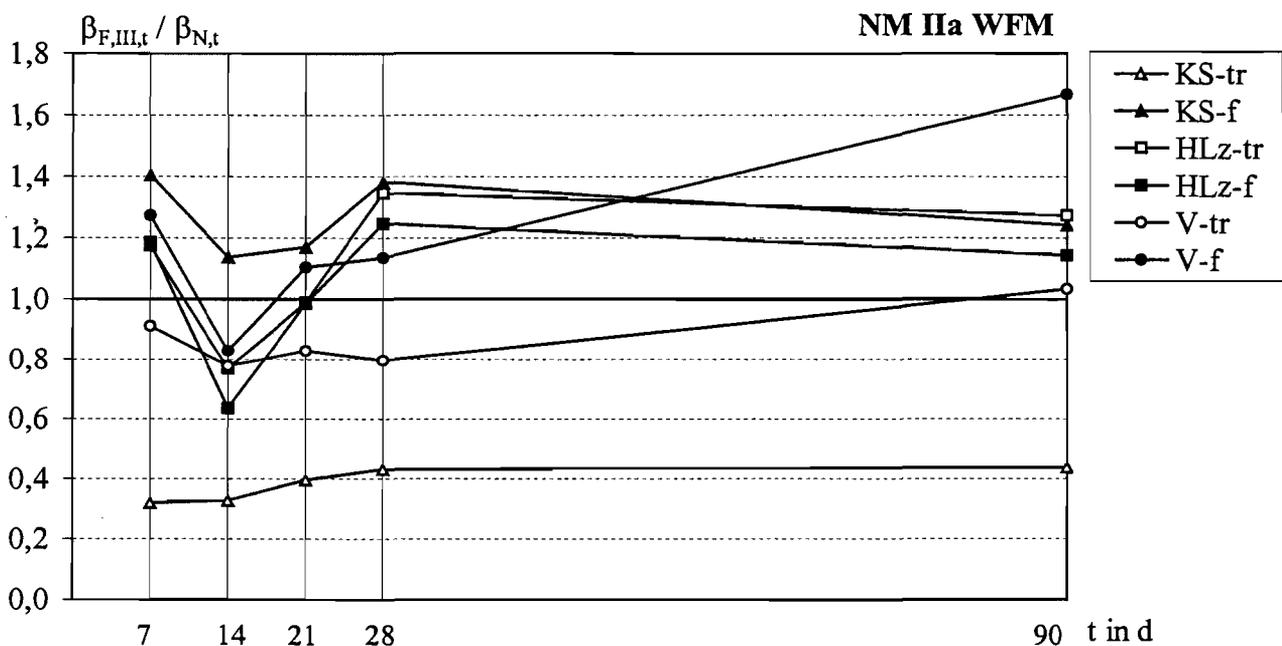


**Bild 11:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

#### 4.4.2.2 Verhältnswerte $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$

In Bild 12 und Tabelle A 38 sind die Mittelwerte der Fugendruckfestigkeiten bezogen auf die Normdruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$  im Prüfalalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die verschiedenen Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt.

Die Verhältnswerte  $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$  der im trockenen Zustand vermauerten Mauersteine lagen, mit Ausnahme der Hochlochziegel, i. d. R. unter denen der im feuchten Zustand vermauerten Steine. Bei den Kalksandsteinen und Leichtbetonvollblöcken war der Unterschied erwartungsgemäß besonders groß. Die Verhältnswerte der feuchten Mauersteine waren – bis auf eine Ausnahme – größer als 1,0, die Verhältnswerte der trockenen Mauersteine ergaben sich zumeist unter 1,0. Das heißt, in diesen Fällen ist die Fugendruckfestigkeit i. d. R. erheblich geringer als die Normdruckfestigkeit. Bei den feuchten Mauersteinen ist dies umgekehrt. Die zum Teil kleinen 14-Tage-Verhältnswerte sind auf die geringen Fugendruckfestigkeiten im Alter von 14 Tagen zurückzuführen.



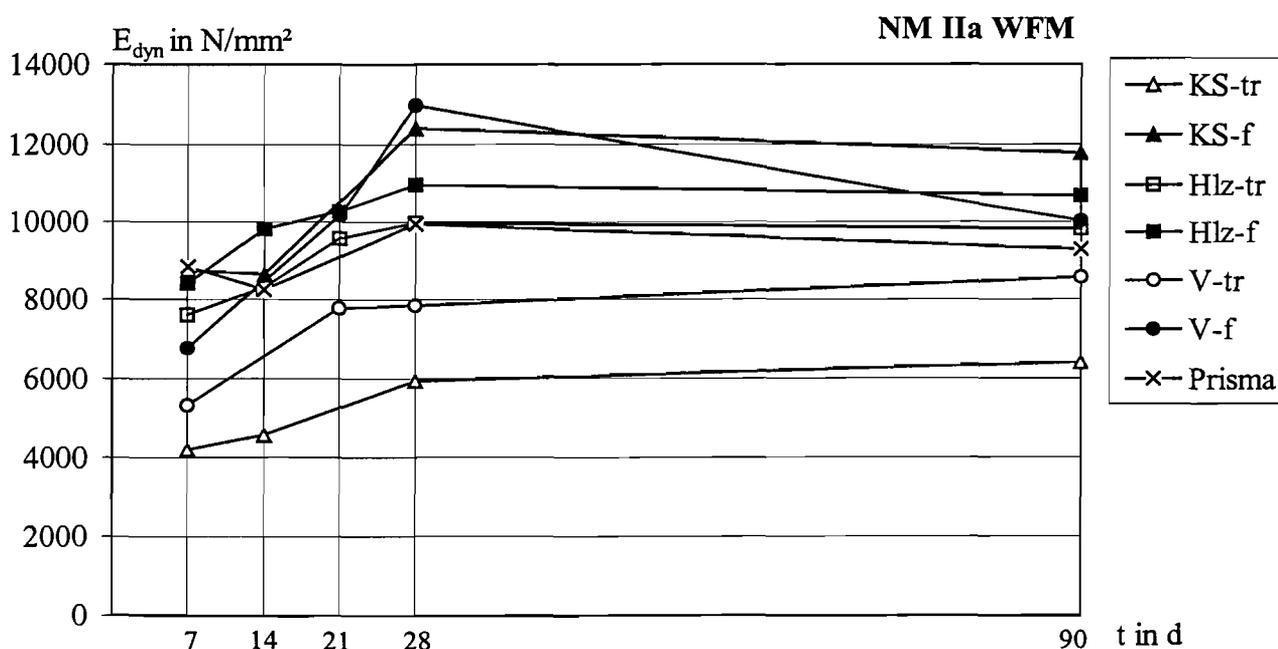
**Bild 12:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}$  bezogen auf die Prismendruckfestigkeit  $\beta_{N,t}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalalter t

### 4.4.2.3 Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$

Der dynamische E-Modul wurde für jede Mauerstein-Mauermörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft. Die Tabellen A27, A29, A31, A33, A35 und A37 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 12 aufgeführt. In Bild 13 sind die dynamischen E-Moduln der sechs Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die Entwicklung des dynamischen E-Moduls des Normprismas mit aufgeführt.

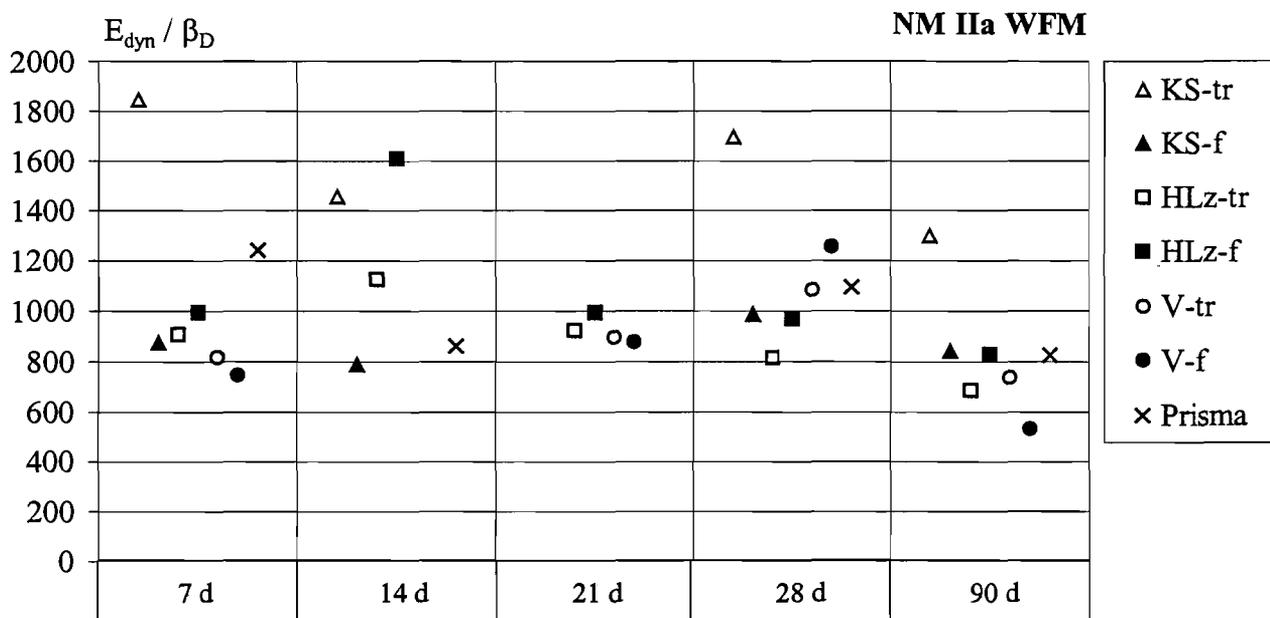
Besonders große Schwankungen im zeitlichen Verlauf waren bei den Mörteln der feuchten Kalksandsteine und Leichtbetonvollsteine festzustellen. Dies ist auf ein nur annähernd erreichbares völlig gleiches Vorkonditionieren der feuchten Mauersteine zurückzuführen. Die E-Moduln der Mörtel der feuchten Mauersteine waren größer als die der Normprismen, die der trockenen Hochlochziegel ähnlich groß wie die der Normprismen.

Der Vergleich der 28-Tage-Werte zeigt erwartungsgemäß ähnliche Verhältnisse wie bei den Fugendruckfestigkeiten. Die E-Moduln der Mörtel der trockenen und feuchten Hochlochziegel unterschieden sich mit Mittelwerten von 10000 N/mm<sup>2</sup> (HLz-tr) und 11000 N/mm<sup>2</sup> (HLz-f) kaum voneinander. Dagegen waren sowohl bei den Leichtbetonvollsteinen als auch bei den Kalksandsteinen die E-Moduln der Mörtel der feuchten Mauersteine mit Werten im Mittel von 13000 N/mm<sup>2</sup> (V-f) bzw. 12400 N/mm<sup>2</sup> (KS-f) deutlich größer als die der trockenen Mauersteine mit Mittelwerten von 7800 N/mm<sup>2</sup> (V-tr) bzw. 5900 N/mm<sup>2</sup> (KS-tr).



**Bild 13:** Dynamischer E-Modul  $E_{dyn,F}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

In Bild 14 sind die Mittelwerte des dynamischen E-Moduls bezogen auf die Fugen- bzw. Prismendruckfestigkeit  $E_{dyn}/\beta_D$  im Prüfalalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die verschiedenen Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt.



**Bild 14:** Dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$  bezogen auf die Fugen- bzw. Normdruckfestigkeit  $\beta_D$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalalter t

### 4.4.3 NM III

Bei der Versuchsserie V1 wurden Zweisteinprüfkörper aus NM III WTM und bei Serie V2 Prüfkörper aus NM III WFM mit feuchten und trockenen Kalksandsteinen hergestellt.

#### 4.4.3.1 Trockenrohichte und Fugendruckfestigkeit

Die Festmörtelrohichte und Trockenrohichte sowie Fugendruckfestigkeit (Verfahren III) nach DIN 18 555-9 wurden für NM III WTM und NM III WFM mit Kalksandsteinen im feuchten und trockenen Zustand im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft.

Die Tabellen A45, A47, A49 und A51 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 12 aufgeführt. In Bild 15 sind die Fugendruckfestigkeiten der zu allen Prüfalaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die jeweilige Prismendruckfestigkeit mit aufgeführt.

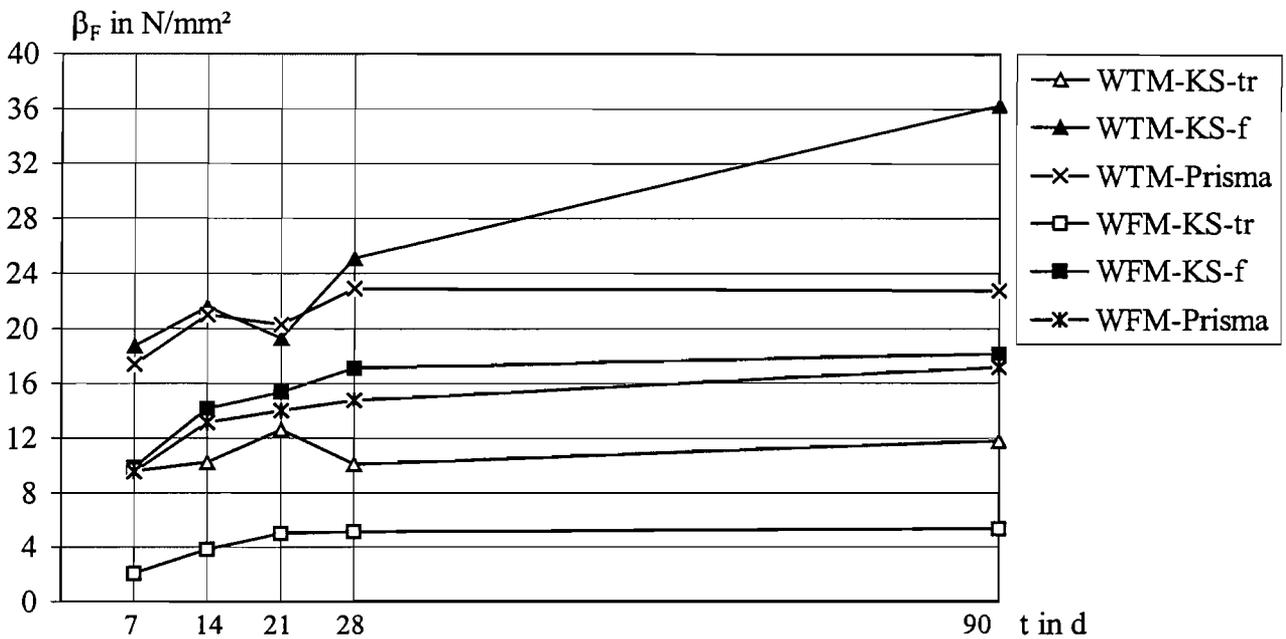
Bild 15: Fugendruckfestigkeit  $\beta_F$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

Tabelle 12: NM III

Festmörtelkennwerte Fugenprisma - Mittelwerte

Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$ , Trockenrohdichte  $\rho_d$ , Prüfalter t in d, Versuchsserie, Mauermörtel, Steinart, Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V1a	V1b	V2a	V2b
			WTM KS		WFM KS	
-	-	d	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7
$\beta_{F,III}$	N/mm <sup>2</sup>	7	9,57	18,74	2,04	9,86
		14	10,21	21,50	3,82	14,13
		21	12,61	19,26	4,99	15,35
		28	10,08	25,07	5,14	17,08
		90	11,74	36,26	5,31	18,13
$\rho_d$	kg/dm <sup>3</sup>	7	1,73	1,76	1,51	1,60
		14	1,75	1,80	1,52	1,63
		21	1,80	1,79	1,57	1,65
		28	1,74	1,81	1,55	1,62
		90	1,74	1,76	1,53	1,60

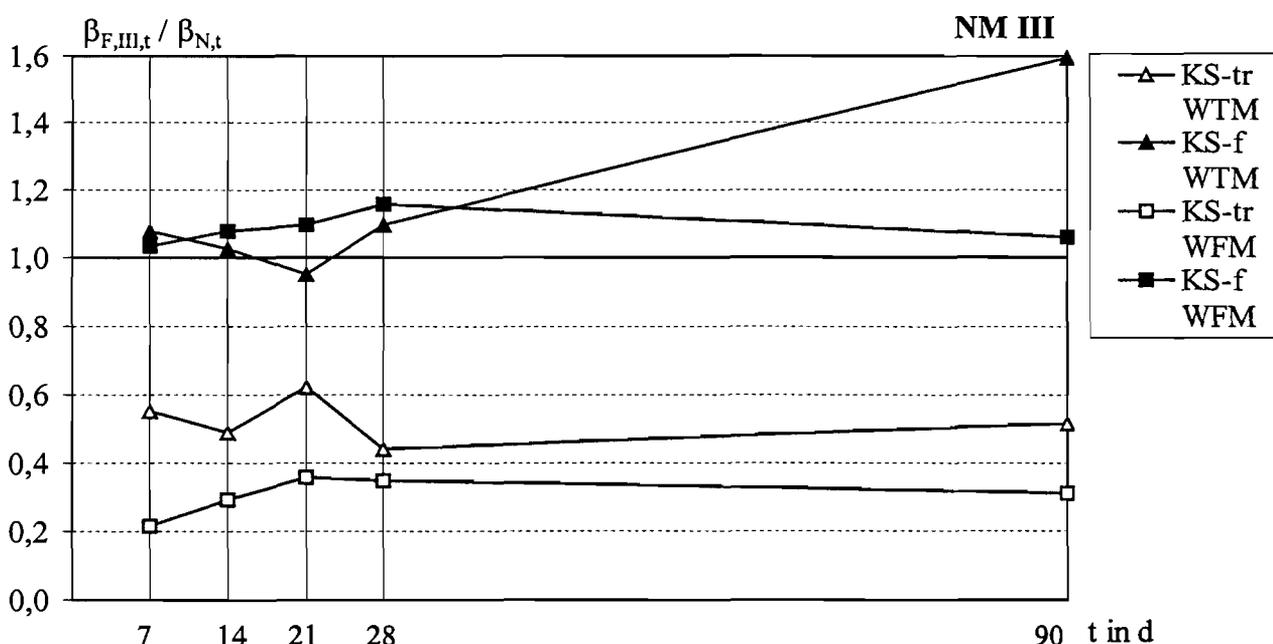
Mit den feuchten Kalksandsteine ergaben sich sowohl mit NM III WTM als auch mit NM III WFM ähnlich große Fugendruckfestigkeiten wie bei den zugehörigen Normprismen. Die Fugendruckfestigkeiten der Versuchsserien mit trockenen Kalksandsteinen waren hingegen ca. 60 % niedriger als die Druckfestigkeiten der Normprismen.

Beim Vergleich der 28-Tage-Fugendruckfestigkeiten waren die Festigkeitswerte des NM III WTM mit feuchten Kalksandsteinen mit 25,1 N/mm<sup>2</sup> doppelt und die des NM III WFM mit 17,1 N/mm<sup>2</sup> dreimal so groß wie die Festigkeiten der Mörtel mit trockenen Kalksandsteinen.

#### 4.4.3.2 Verhältnismerte $\beta_{F,III}/\beta_N$

Zur Ergänzung sind in Bild 16 und Tabelle A53 die Mittelwerte der Fugendruckfestigkeiten bezogen auf die Normdruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$  im Prüfalalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die zwei Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt.

Die Verhältnismerte  $\beta_{F,t}/\beta_{N,t}$  für die Versuchsserien mit trocken vermauerten Mauersteinen lagen deutlich unter 1,0, die für die Serien mit feucht vermauerten Steinen etwas über 1,0. Somit waren die Fugendruckfestigkeiten der feuchten Mauersteine in der Regel etwas größer als die jeweilige Prismendruckfestigkeit. Deutlich unterhalb der Prismendruckfestigkeit lagen dagegen die Festigkeiten der Fugemörtel der Serien mit den trockenen Mauersteinen.



**Bild 16:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}$  bezogen auf die Prismendruckfestigkeit  $\beta_{N,t}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalalter t

Die Verhältniszwerte  $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$  für die Versuchsserien mit trocken vermauerten Mauersteinen lagen deutlich unter 1,0, die für die Serien mit feucht vermauerten Steinen etwas über 1,0. Somit waren die Fugendruckfestigkeiten der feuchten Mauersteine in der Regel etwas größer als die jeweilige Prismendruckfestigkeit. Deutlich unterhalb der Prismendruckfestigkeit lagen dagegen die Festigkeiten der Fugenmörtel der Serien mit den trockenen Mauersteinen.

#### 4.4.3.3 Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$

Der dynamische E-Modul wurde für jede Kalksandstein-Mörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft. Die Tabellen A46, A48, A50 und A52 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 13 aufgeführt. In Bild 17 sind die dynamischen E-Moduln der vier Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die zeitliche Entwicklung der dynamischen E-Moduln der Normprismen mit aufgeführt.

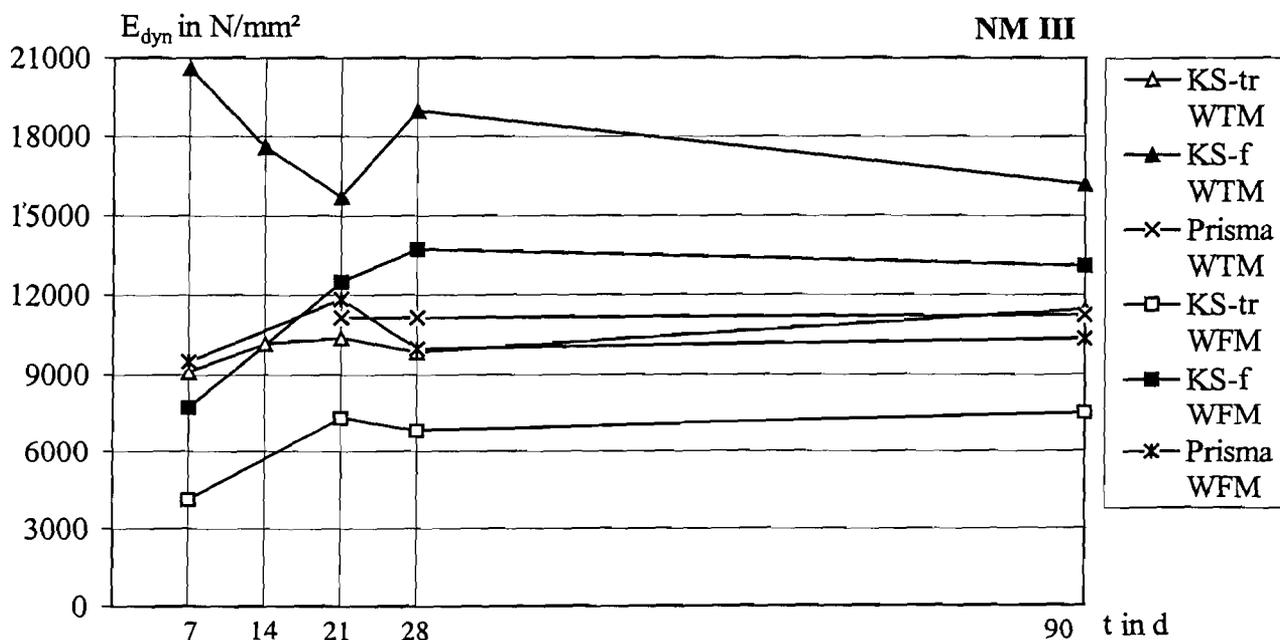


Bild 17: Dynamischer E-Modul  $E_{dyn,F}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

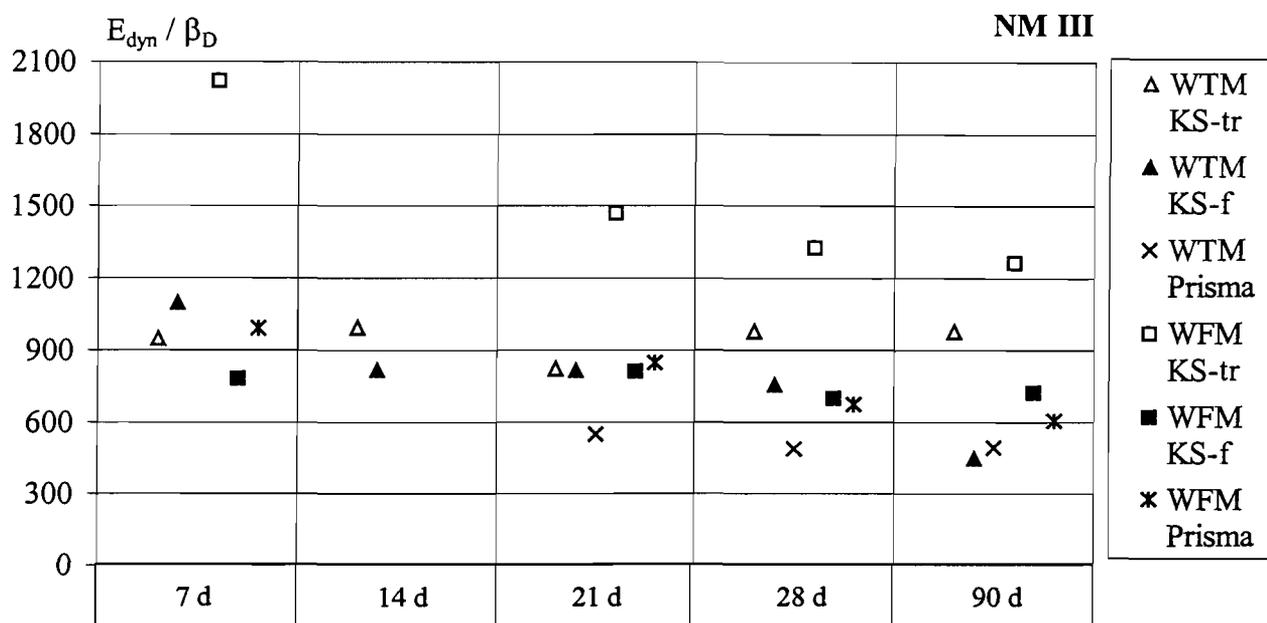
Besonders große Schwankungen im zeitlichen Verlauf von  $E_{dyn}$  sind bei den Serien mit feuchten Kalksandsteinen festzustellen. Dies ist auf ein nur annähernd erreichbares völlig gleiches Vorkonditionieren der feuchten Mauersteine zurückzuführen. Die E-Moduln der Serien mit trockenen Kalksandsteinen sind niedriger als die der Serie mit feuchten Steinen.

**Tabelle 13: NM III WTM/WFM**  
 Festmörtelkennwerte Fugenprisma - Mittelwerte  
 dyn. E-Modul  $E_{\text{dyn,F}}$ , Prüfalter  $t$ , Versuchsserie, Mauermörtel,  
 Steinart, Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V1a	V1b	V2a	V2b
			NM III WTM KS		NM III WFM KS	
-		d	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7
$E_{\text{dyn,F}}$	N/mm <sup>2</sup>	7	9100	20600	4100	7700
		14	10200	17600	-	-
		21	10400	15700	7300	12500
		28	9800	19000	6800	13700
		90	11500	16200	7500	13100

Beim Vergleich der 28-Tage-Werte waren die E-Moduln der Mörtel der Serie mit feuchten Kalksandsteinen mit Mittelwerten von 19000 N/mm<sup>2</sup> (NM III WTM) bzw. 13700 N/mm<sup>2</sup> (NM III WFM) etwa doppelt so hoch wie die der Mörtel mit trockenen vermauerten Kalksandsteinen mit Mittelwerten von 9800 N/mm<sup>2</sup> (NM III WTM) bzw. 6800 N/mm<sup>2</sup> (NM III WFM).

In Bild 18 sind die Mittelwerte des dynamischen E-Moduls bezogen auf die Fugen- bzw. Prismendruckfestigkeit  $E_{\text{dyn}}/\beta_D$  im Prüfalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die verschiedenen Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt. Mit Ausnahme der Kombination KS-tr mit NM III WFM sind die Streuungen der Verhältniswerte für die Stein-Mörtel-Kombinationen und die Normprismen in Abhängigkeit vom Prüfalter sehr gering. Die Verhältniswerte liegen in einem Bereich von 500 bis 1000.



**Bild 18:** Dynamischer E-Modul  $E_{\text{dyn}}$  bezogen auf die Fugen- bzw. Normdruckfestigkeit  $\beta_D$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

#### 4.4.4 LM 21 WTM

Bei den Versuchsserien V9 und V10 wurden Zweisteinprüfkörper aus LM 21 WTM mit feuchten und trockenen Leichthochlochziegeln und Leichtbetonvollblöcken hergestellt.

##### 4.4.4.1 Trockenrohddichte und Fugendruckfestigkeit

Die Festmörtelrohddichte und Trockenrohddichte sowie Fugendruckfestigkeit (Verfahren III) nach DIN 18 555-9 wurden für jede Mauerstein-Mauermörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft. Aus Vergleichsgründen wurden für zwei Kombinationen auch die Fugendruckfestigkeiten im Alter von 7 und 90 Tagen nach Verfahren II, DIN 18 555-9 geprüft.

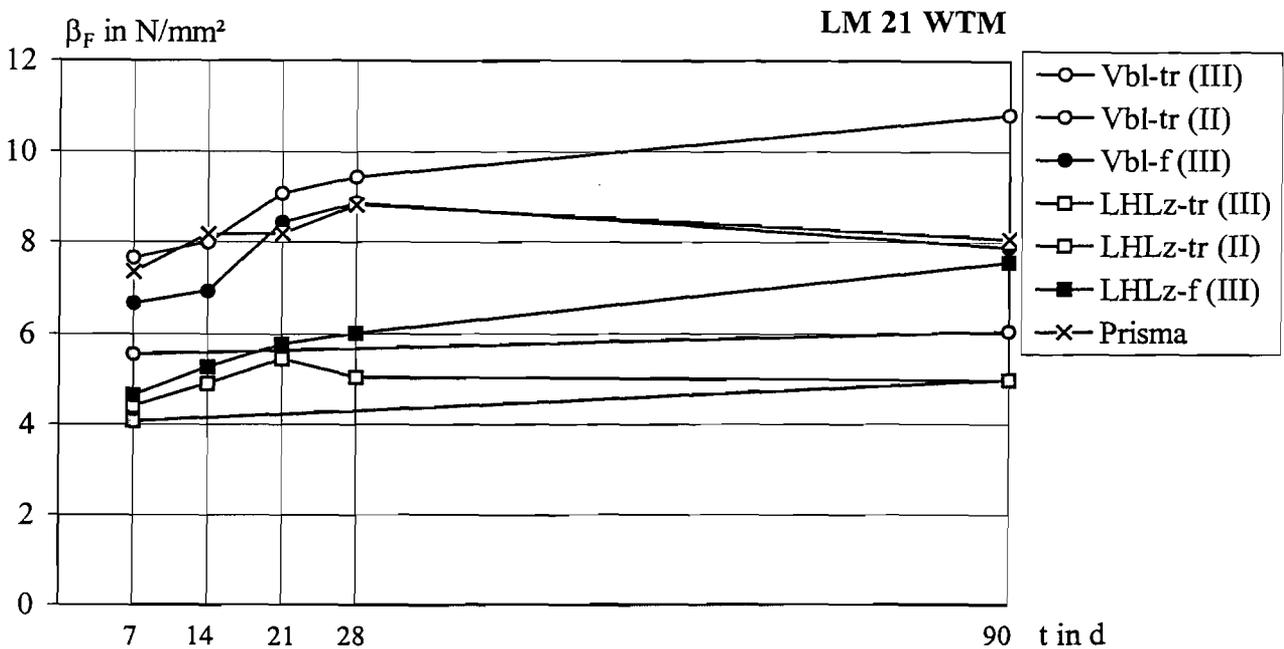
Die Tabellen A57, A59, A61, A62, A64 und A66 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 14 aufgeführt. In Bild 19 sind die Fugendruckfestigkeiten der Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die Prismendruckfestigkeit mit aufgeführt.

**Tabelle 14: LM 21 WTM**  
 Festmörtelkennwerte Fugenprisma - Mittelwerte  
 Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$ , Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Prüfalter t,  
 Versuchsserie, Steinart, Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V9a	V9b	V10a	V10b
			LHLz		Vbl	
-		d	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7
$\beta_{F,III}$	N/mm <sup>2</sup>	7	4,41	4,64	7,64	6,65
		14	4,90	5,26	7,99	6,92
		21	5,45	5,77	9,06	8,44
		28	5,04	6,01	9,43	8,85
		90	4,96	7,55	10,79	7,87
$\rho_d$	kg/dm <sup>3</sup>	7	0,76	0,69	0,86	0,82
		14	0,77	0,74	0,81	0,77
		21	0,72	0,74	0,83	0,81
		28	0,75	0,77	0,84	0,82
		90	0,75	0,78	0,86	0,84

Die Verwendung feuchter Mauersteine bewirkte im Vergleich zu trockenen Mauersteinen bei den Leichtbetonsteinen niedrigere und bei den Leichthochlochziegeln annähernd gleich große Fugendruckfestigkeiten. Die Fugendruckfestigkeiten der Leichtbetonsteine nach Verfahren III und II nach DIN 18 555-9 unterschieden sich im Alter von 7 Tagen um ca. 2,0 N/mm<sup>2</sup> und im Alter von 90 Tagen um ca. 5,0 N/mm<sup>2</sup> voneinander. In der Regel vergrößerten sich die Fugen- und Prismendruckfestigkeiten mit zunehmenden Alter.

Beim Vergleich der 28-Tage-Fugendruckfestigkeiten unterschieden sich die Festigkeiten des LM 21 der Serien mit trockenen und feuchten Hochlochziegeln erwartungsgemäß mit Mittelwerten von 5,0 N/mm (LHLz-tr) und 6,0 N/mm (LHLz-f) nur wenig voneinander. Unerwartet sind die ebenfalls annähernd gleichen Druckfestigkeiten der Mörtel der Serien mit Leichtbetonvollblöcken mit 9,4 N/mm<sup>2</sup> (Vbl-tr) und 8,9 N/mm<sup>2</sup> (Vbl-f).

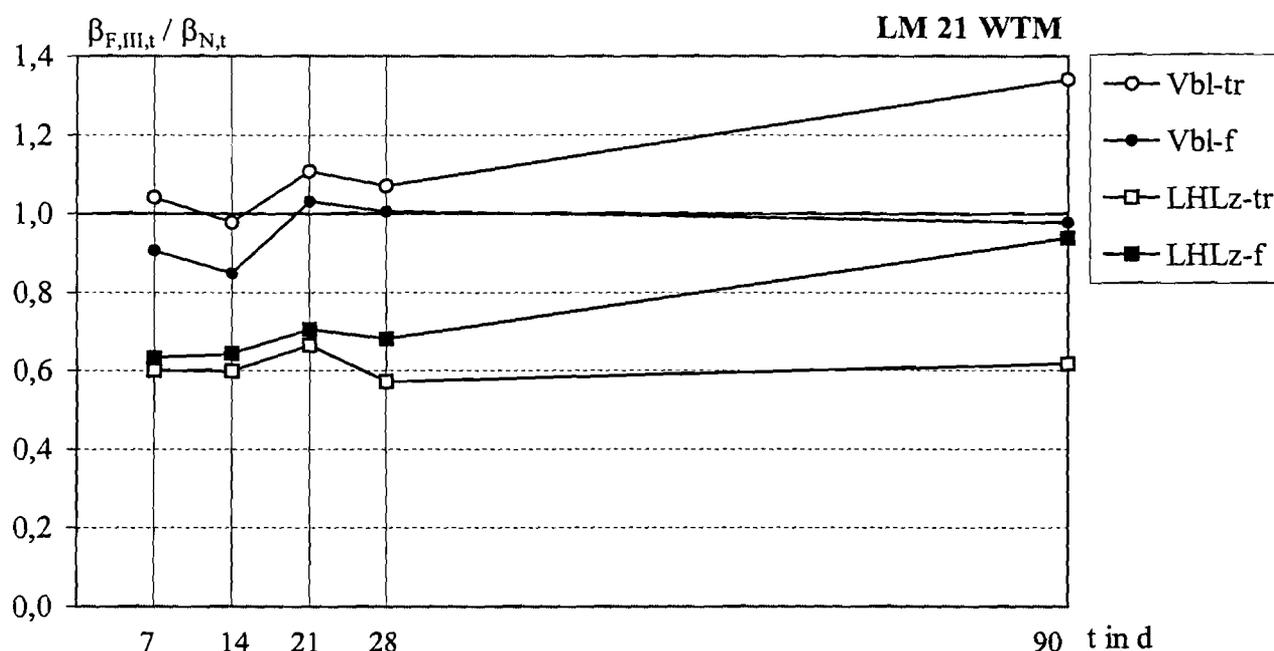


**Bild 19:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_F$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

#### 4.4.4.2 Verhältniswerte $\beta_{F,III,t} / \beta_N$

In Bild 20 und Tabelle A67 sind die Mittelwerte der Fugendruckfestigkeiten bezogen auf die Normdruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t} / \beta_{N,t}$  im Prüfalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die verschiedenen Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt.

Die Verhältniswerte  $\beta_{F,III,t} / \beta_{N,t}$  der Serien mit trocken vermauerten Mauersteinen unterschieden sich bis zum Alter von 28 Tagen nicht sehr von den Serien feucht vermauerter Steine. Bis zu diesem Alter lagen die Verhältniswerte der Leichtbetonsteine nahe bei 1,0, die der Leichthochlochziegel deutlich unter 1,0 und somit unterhalb der Prismendruckfestigkeit.



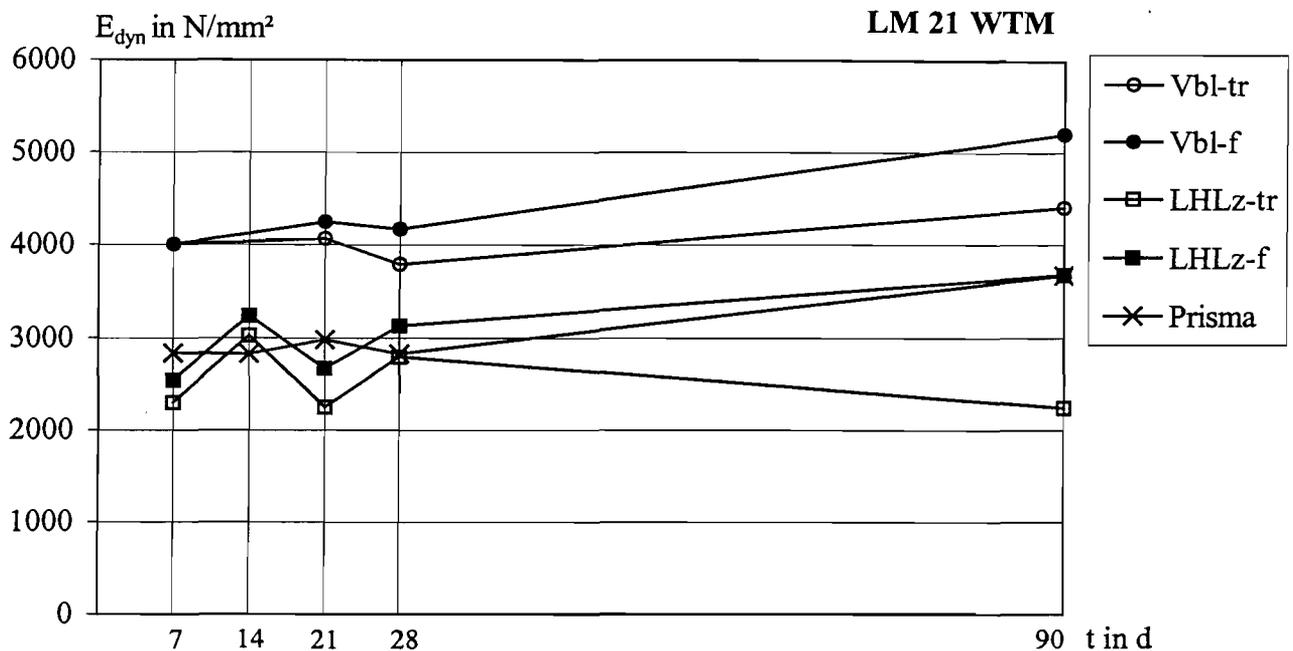
**Bild 20:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}$  bezogen auf die Prismendruckfestigkeit  $\beta_{N,t}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

#### 4.4.4.3 Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$

Der dynamische E-Modul wurde für jede Mauerstein-Mauermörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft. Die Tabellen A58, A60, A63 und A65 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 15 aufgeführt. In Bild 21 sind die dynamischen E-Moduln der sechs Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die Entwicklung des dynamischen E-Moduls der Normprismen mit aufgeführt.

Bei allen Stein-Mörtelkombinationen ergaben sich keine großen Schwankungen im zeitlichen Verlauf. Bei allen Versuchsserien lagen die E-Moduln der Serien mit feuchten Steinen über denen der Serien mit trockenen Mauersteinen.

Der Vergleich der 28-Tage-Werte ergab ähnliche Verhältnisse wie bei den Fugendruckfestigkeiten. Die E-Moduln der Mörtel der Serien mit trockenen und feuchten Hochlochziegeln und Leichtbetonsteinen unterschieden sich mit Mittelwerten von 2800 N/mm<sup>2</sup> (LHLz-tr) und 3100 N/mm<sup>2</sup> (LHLz-f) bzw. von 3800 N/mm<sup>2</sup> (Vbl-tr) und 4200 N/mm<sup>2</sup> (Vbl-f) nur wenig voneinander.



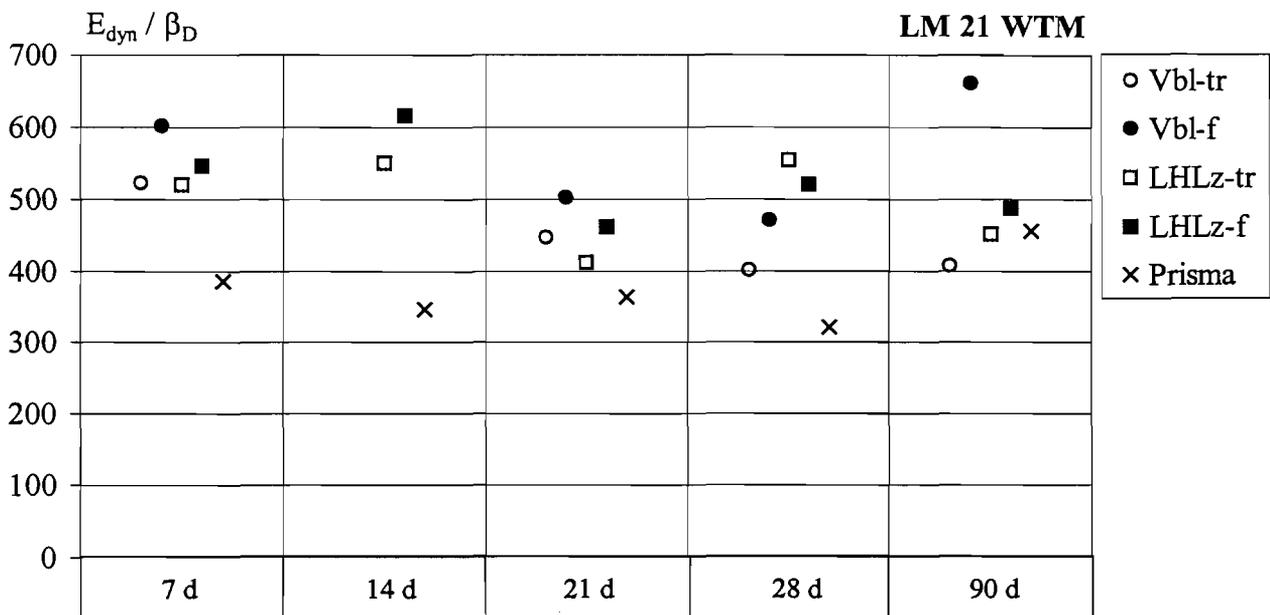
**Bild 21:** Dynamischer E-Modul  $E_{dyn,F}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

**Tabelle 15:** LM 21 WTM  
Festmörtelkennwerte Fugenprisma - Mittelwerte  
dyn. E-Modul  $E_{dyn,F}$ , Prüfalter t, Versuchsserie, Steinart,  
Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V9a	V9b	V10a	V10b
			LHLz		Vbl	
-		d	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7
$E_{dyn,F}$	N/mm <sup>2</sup>	7	2300	2500	4000	4000
		14	3000	3200	-	-
		21	2200	2700	4100	4200
		28	2800	3100	3800	4200
		90	2200	3700	4400	5200

In Bild 22 sind die Mittelwerte des dynamischen E-Moduls bezogen auf die Fugen- bzw. Prismendruckfestigkeit  $E_{dyn}/\beta_D$  im Prüfalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die verschiedenen Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt.

Die Verhältniswerte liegen in einem relativ großen Streubereich zwischen 300 bis 700.



**Bild 22:** Dynamischer E-Modul  $E_{\text{dyn}}$  bezogen auf die Fugen- bzw. Normdruckfestigkeit  $\beta_D$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

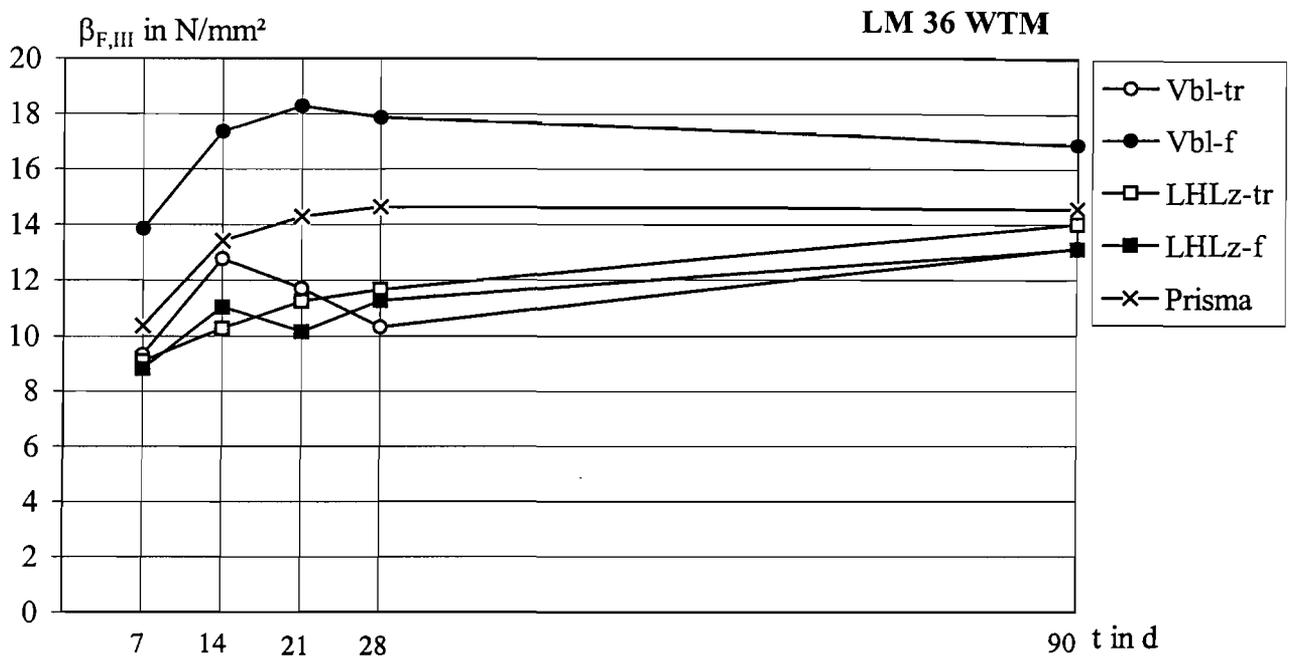
#### 4.4.5 LM 36 WTM

Bei den Versuchsserien V11 und V12 wurden Zweisteinprüfkörper aus LM 36 WTM mit feuchten und trockenen Leichthochlochziegeln und Leichtbetonvollblöcken hergestellt.

##### 4.4.5.1 Trockenrohichte und Fugendruckfestigkeit

Die Festmörtelrohichte und Trockenrohichte sowie Fugendruckfestigkeit (Verfahren III) nach DIN 18 555-9 wurden für jede Mauerstein-Mauermörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft.

Die Tabellen A71, A73, A75 und A77 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 16 aufgeführt. In Bild 23 sind die Fugendruckfestigkeiten der Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die Prismendruckfestigkeit mit aufgeführt.



**Bild 23:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

Die Verwendung feuchter Mauersteine bewirkte im Vergleich zu trockenen Mauersteinen bei den Leichtbetonsteinen größere und bei den Leichthochlochziegeln annähernd gleich große Fugendruckfestigkeiten. Die Fugendruckfestigkeiten der Serien mit Leichthochlochziegeln nahmen mit zunehmenden Alter zu.

Beim Vergleich der 28-Tage-Fugendruckfestigkeiten unterschieden sich die Festigkeiten des LM 21 der Serien mit trockenen und feuchten Hochlochziegeln erwartungsgemäß mit Mittelwerten von 11,7 N/mm (LHLz-tr) und 11,3 N/mm (LHLz-f) nicht voneinander. Dagegen waren die Fugendruckfestigkeiten der Serien mit feuchten Leichtbetonvollblöcken mit 17,9 N/mm<sup>2</sup> (Vbl-f) ca. 60 % größer als die der Serien mit trockenen Steinen (10,3 N/mm<sup>2</sup>).

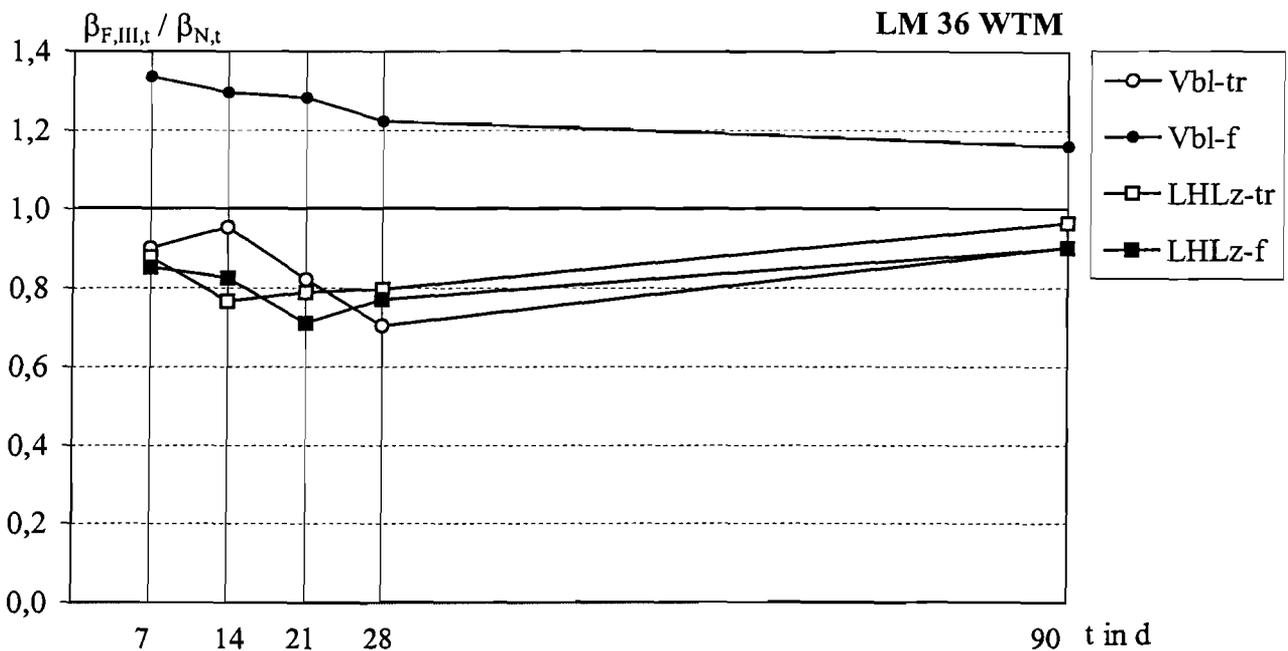
**Tabelle 16: LM 36 WTM**  
 Festmörtelkennwerte Fugenprisma - Mittelwerte  
 Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$ , Trockenrohdichte  $\rho_d$ , Prüfalter t,  
 Versuchsserie, Steinart, Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V11a	V11b	V12a	V12b
			LHLz		Vbl	
-		d	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7
$\beta_{F,III}$	N/mm <sup>2</sup>	7	9,08	8,82	9,32	13,84
		14	10,25	11,03	12,75	17,35
		21	11,23	10,14	11,70	18,28
		28	11,65	11,26	10,30	17,86
		90	14,00	13,09	13,11	16,86
$\rho_d$	kg/dm <sup>3</sup>	7	1,09	1,10	1,09	1,10
		14	1,01	1,10	1,10	1,10
		21	1,13	1,12	1,09	1,12
		28	1,12	1,13	1,08	1,11
		90	1,12	1,12	1,11	1,15

#### 4.4.5.2 Verhältniswerte $\beta_{F,III}/\beta_N$

In Bild 24 und Tabelle A79 sind die Mittelwerte der Fugendruckfestigkeiten bezogen auf die Normdruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$  im Prüfalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die zwei Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt.

Die Verhältniswerte  $\beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$  der Serien mit feucht vermauerten Leichtbetonvollblöcken nahmen mit zunehmenden Alter ab und waren stets größer als 1,0. Für die übrigen Stein-Mörtel-Kombinationen ergaben sich Verhältniswerte unter 1,0, d. h. die Fugendruckfestigkeit war kleiner als die Normdruckfestigkeit.



**Bild 24:** Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III,t}$  bezogen auf die Prismendruckfestigkeit  $\beta_{N,t}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter t

#### 4.4.5.4 Dynamischer E-Modul $E_{dyn,F}$

Der dynamische E-Modul wurde für jede Mauerstein-Mauermörtel-Kombination im Alter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen geprüft. Die Tabellen A72, A74, A76 und A78 enthalten die Einzelwerte. Die Mittelwerte sind in Tabelle 17 aufgeführt. In Bild 25 sind die dynamischen E-Moduln der vier Stein-Mörtel-Kombinationen zu allen Prüfaltern dargestellt. Zum Vergleich ist die zeitliche Entwicklung des dynamischen E-Moduls der Normprismen mit aufgeführt.

Große Schwankungen im zeitlichen Verlauf traten, mit Ausnahme der Serie mit feuchten Leichtbetonvollblöcken, nicht auf. Bei den Leichtbetonvollblöcken lagen die E-Moduln der Serie mit feuchten Steinen deutlich über denen der Serie mit trockenen Mauersteinen. Die E-Moduln der Serien mit feuchten und trockenen Leichthochziegeln waren annähernd gleich groß.

Beim Vergleich der 28-Tage-Werte ergaben sich ähnliche Verhältnisse wie bei den Fugendruckfestigkeiten. Die E-Moduln der Mörtel der Serien mit trockenen und feuchten Hochlochziegel unterschieden sich mit Mittelwerten von 4900 N/mm<sup>2</sup> (LHLz-tr) und 5100 N/mm<sup>2</sup> (LHLz-f) praktisch nicht voneinander. Dagegen waren bei den Serien mit Leichtbetonvollblöcken die E-Moduln mit 7000 N/mm<sup>2</sup> (Vbl-f) und 5200 N/mm<sup>2</sup> (Vbl-tr) verschieden groß.

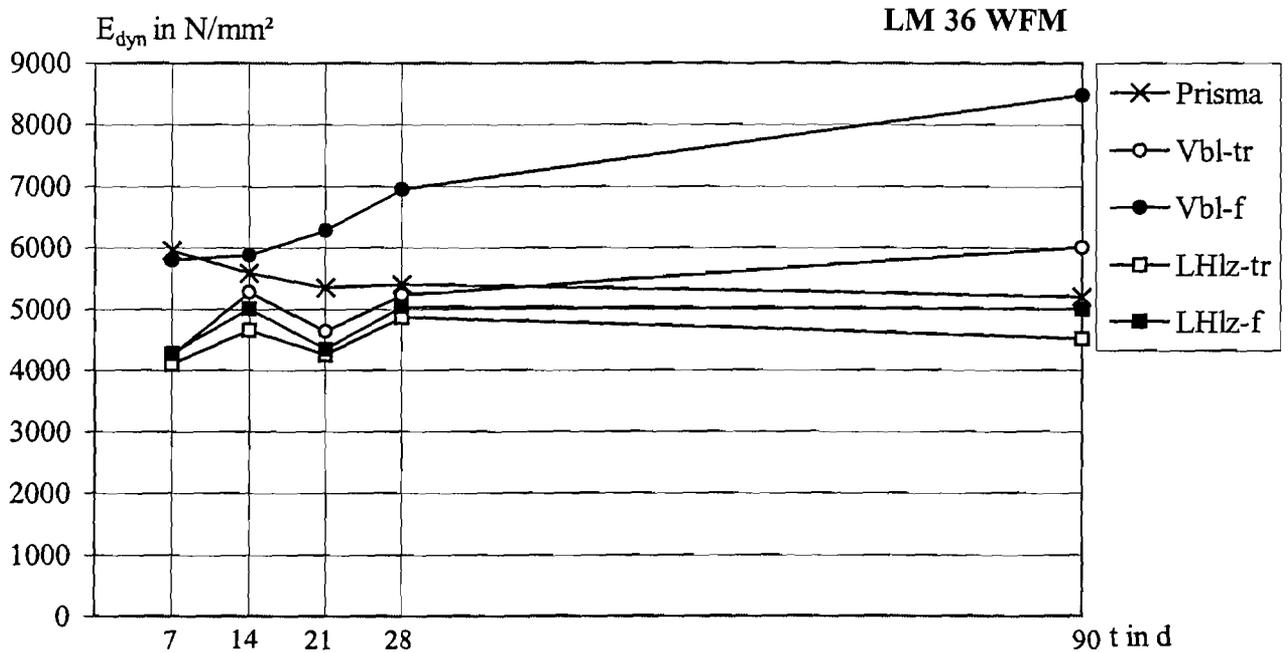


Bild 25: Dynamischer E-Modul  $E_{dyn,F}$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

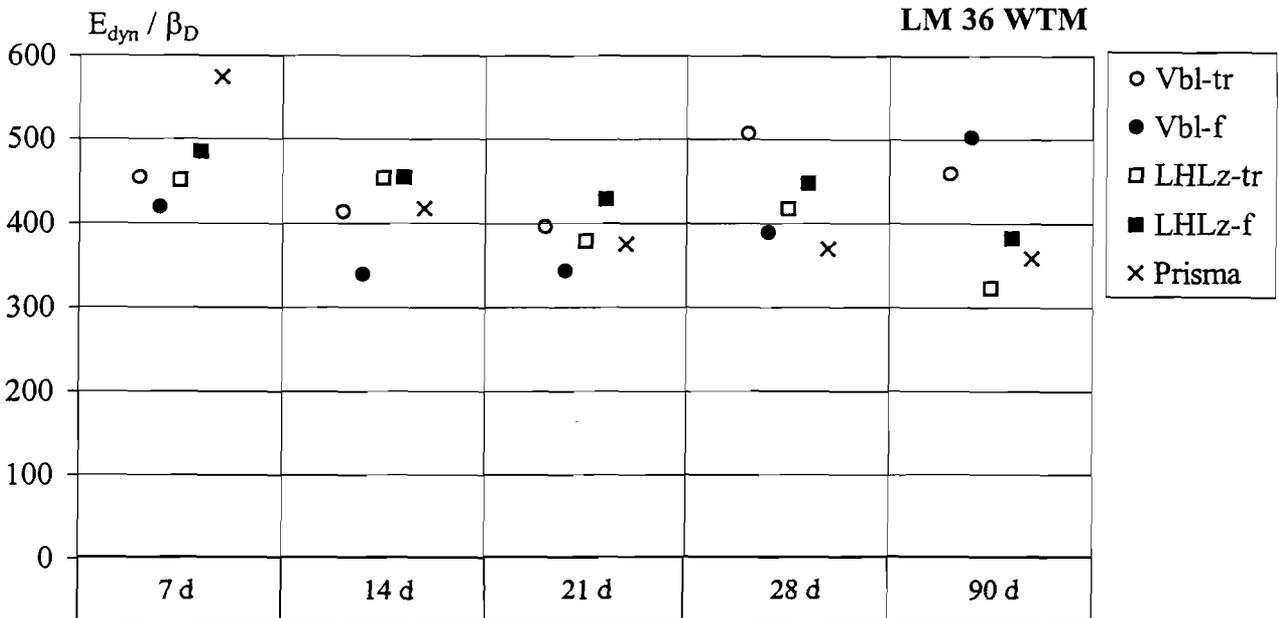
Tabelle 17: LM 36 WTM

Festmörtelkennwerte Fugenprisma - Mittelwerte  
 dyn. E-Modul  $E_{dyn,F}$ , Prüfalter  $t$ , Versuchsserie, Steinart,  
 Feuchtezustand

Prüfgröße		t	V11a	V11b	V12a	V12b
			LHLz		Vbl	
-		d	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7
$E_{dyn,F}$	N/mm <sup>2</sup>	7	4100	4300	4200	5800
		14	4700	5000	5300	5900
		21	4300	4300	4600	6300
		28	4900	5000	5200	7000
		90	4500	5000	6000	8500

In Bild 26 sind die Mittelwerte des dynamischen E-Moduls bezogen auf die Fugen- bzw. Prismendruckfestigkeit  $E_{dyn}/\beta_D$  im Prüfalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen für die verschiedenen Mauermörtel-Mauerstein-Kombinationen dargestellt.

Die Verhältniswerte liegen in einem relativ großen Streubereich zwischen 300 bis 600.



**Bild 26:** Dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$  bezogen auf die Fugen- bzw. Normdruckfestigkeit  $\beta_D$  (Mittelwerte) in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$

## 5 VORLÄUFIGE KORREKTURFAKTOREN

Unter Bezug auf die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen an den verschiedenen Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen zu unterschiedlichen Prüfaltern werden vorläufige, zeitabhängige Korrekturfaktoren  $\alpha_t$  für die Normdruckfestigkeit unter Bezug auf die Fugendruckfestigkeit und in Abhängigkeit vom Prüfalter angegeben.

$$\alpha_t = \beta_{F,III,t} / \beta_{N,t}$$

In den Tabellen 20 bis 22 und in den Bildern 27 bis 29 sind die vorläufigen Korrekturfaktoren für die Normdruckfestigkeit der untersuchten Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen dargestellt. Die Mittelwerte der vorläufigen Korrekturfaktoren  $\alpha_t$  für  $t < 28$  d und für  $t = 28$  d sind in den Tabellen 18 und 19 aufgeführt.

**Tabelle 18:** Korrekturfaktoren  $\alpha_t$  für  $t < 28$  d (Mittelwerte)

Mauermörtel	KS		HLz		LHLz		V		Vbl	
	tr	f	tr	f	tr	f	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NM IIa WTM	0,2	1,0	0,9	1,0	-	-	0,7	1,7	-	-
NM IIa WFM	0,3	1,2	1,1	1,1			0,8	1,1		
NM III WTM	0,5	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
NM III WFM	0,3	1,1								
LM 21 WTM	-	-	-	-	0,6	0,6	-	-	1,0	0,9
LM 36 WTM					0,8	0,8			0,9	1,3

**Tabelle 19:** Korrekturfaktoren  $\alpha_t$  für  $t = 28$  d (Mittelwerte)

Mauermörtel	KS		HLz		LHLz		V		Vbl	
	tr	f	tr	f	tr	f	tr	f	tr	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NM IIa WTM	0,2	1,3	1,0	1,1	-	-	0,6	1,7	-	-
NM IIa WFM	0,4	1,4	1,4	1,3			0,8	1,1		
NM III WTM	0,4	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
NM III WFM	0,3	1,2								
LM 21 WTM	-	-	-	-	0,6	0,7	-	-	1,0	1,0
LM 36 WTM					0,8	0,8			0,7	1,2

Bei der Bewertung der versuchsmäßig ermittelten Mauerwerkdruckfestigkeit im Rahmen von Untersuchungen für allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, aber auch für Eignungsprüfungen nach DIN 1053-2, muß i. d. R. die Mauerwerkdruckfestigkeit auf die Mindestwerte der Normdruckfestigkeit des Mauermörtels umgerechnet werden. Die Druckfestigkeitsentwicklung des Mörtels im Mauerwerk kann jedoch erheblich vom zeitlichen Verlauf der Normdruckfestigkeit des Mörtels abweichen. Bei der Umrechnung bzw. der Festlegung des Mauerwerkprüfalters unter Bezug auf die Normdruckfestigkeit des Mörtels, bleibt der zu erwartende Unterschied im zeitlichen Verlauf der Druckfestigkeit des Mörtels in der Fuge und bei Normprüfung bislang unberücksichtigt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß dieser Unterschied in einigen Fällen beträchtlich ist und sich somit auch nicht unerheblich auf das Sicherheitsniveau auswirken kann. Dies ist besonders auch bei Mauerwerk nach Eignungsprüfung von Bedeutung, da für dieses Mauerwerk die Grundwerte der zulässigen Druckspannung nach DIN 1053-1 um bis zu 50 % angehoben werden können.

Für viele Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen kann die Mauerwerkdruckfestigkeit unter Bezug auf die heute vorliegenden zahlreichen Versuchsergebnisse, im wesentlichen aus Forschungsarbeiten, durch differenzierte Auswertungen ermittelt werden. Dies erfolgt bezogen auf den empirischen Zusammenhang:

$$\beta_{D,mw} = a \cdot \beta_{D,st}^b \cdot \beta_{D,mö}^c \quad (\beta_{D,mö} \text{ wird im Bericht mit } \beta_N \text{ bezeichnet}) \quad (1)$$

In /3/ sind die Parameter a, b und c für verschiedene Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen angegeben. Da nach dem derzeitigen Kenntnisstand (s. /2/) der gestaltsbezogene Umrechnungsfaktor für  $\beta_{F,III}/\beta_N = 1,0$  ist, können die  $\beta_{F,III}$ -Werte direkt mit den  $\beta_N$ -Werten verglichen werden. Wird gleicher Einfluß von  $\beta_{F,III}$  und  $\beta_N$  auf die Mauerwerkdruckfestigkeit (Exponent c ist gleich groß) angenommen, so gilt für die Verhältniswerte bzw. Korrekturfaktoren:

$\beta_{F,III}/\beta_N < 1,0$  die Mauerwerkdruckfestigkeit  $\beta_{D,mw}$  wird – durch Ansatz von  $\beta_N$  – überschätzt, d. h. die Sicherheit wird kleiner.

$\beta_{F,III}/\beta_N > 1,0$  die Mauerwerkdruckfestigkeit  $\beta_{D,mw}$  wird – durch Ansatz von  $\beta_N$  – unterschätzt, d. h. Reserven beim Umrechnen auf die Mindestwerte  $\beta_{D,mö}$  werden nicht berücksichtigt.

Wird bei der rechnerischen Bestimmung der Mauerwerkdruckfestigkeit für  $\beta_{D,mö}$  die Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  und nicht die Normdruckfestigkeit  $\beta_N$  angesetzt, so ergibt sich in Abhängigkeit vom Exponent c, z. B. für NM IIa WTM mit trockenen Kalksandsteinen ( $c = 0,21$ ,  $\alpha_t = 0,2$ ), eine bis zu 40 % kleinere Mauerwerkdruckfestigkeit.

Soll die Mauerwerkdruckfestigkeit auf die Mindestwerte der Mörteldruckfestigkeit umgerechnet werden, so kann dies unter Bezug auf die entsprechende Gleichung in DIN 18 554-1 mit

$$\beta'_{D,mw} = \beta_{D,mw} \cdot \left( \frac{\min \beta_{D,mö}}{\beta_{D,mö}} \right)^{0,2} \quad (2)$$

bzw. zutreffender mit den Exponenten für die verschiedenen Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen aus /3/

$$\beta'_{D,mw} = \beta_{Dmw} \cdot \left( \frac{\min \beta_{D,mö}}{\beta_{D,mö}} \right)^c \quad (3)$$

geschehen. Dabei sind

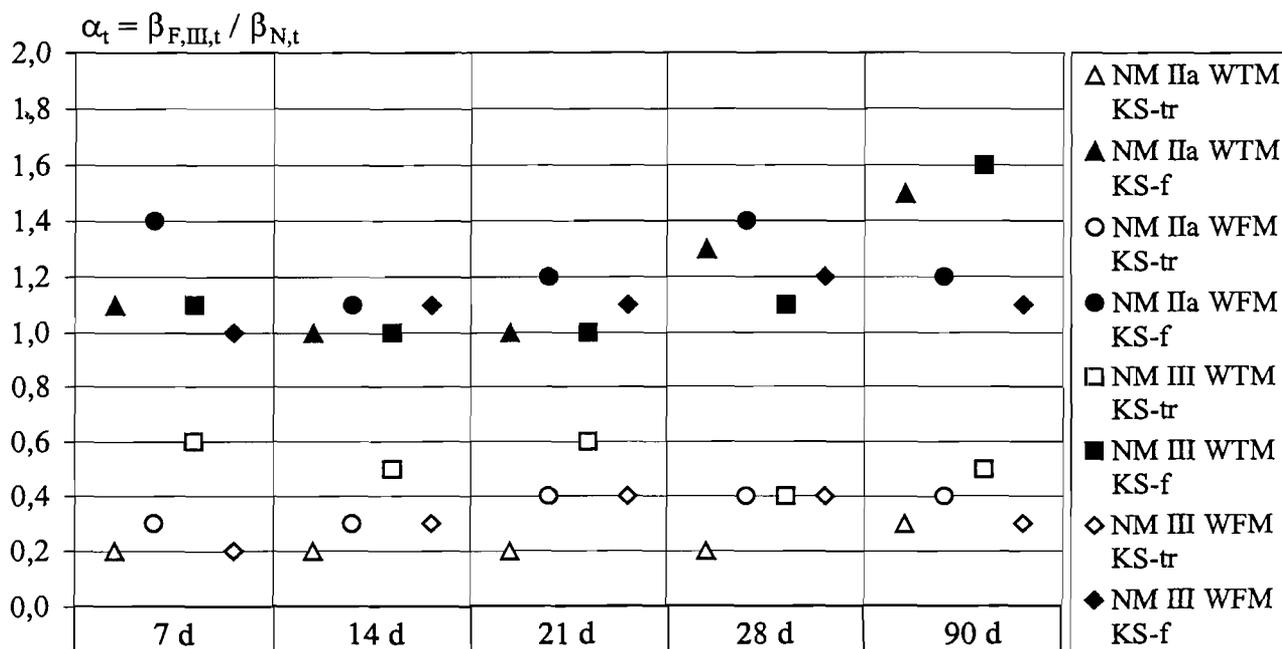
$\beta_{D,mw}$	Mauerwerkdruckfestigkeit nach Versuch
$\min \beta_{D,mö}$	Minstdruckfestigkeit für den jeweiligen Mauermörtel nach DIN 1053-1 (hier: $\min \beta_N$ )
$\beta_{D,mö}$	Mörteldruckfestigkeit nach Versuch (hier: $\beta_N$ )

Bei  $\alpha_t = \beta_{F,III}/\beta_N < 1,0$  und  $\beta_N > \min \beta_N$  wird nach den obigen Voraussetzungen – auf der sicheren Seite – eine zu kleine Mauerwerkdruckfestigkeit und bei  $\alpha_t > 1,0$  und  $\beta_N < \min \beta_N$  – auf der unsicheren Seite – eine zu große Mauerwerkdruckfestigkeit errechnet.

Die vorangegangenen Betrachtungen gehen davon aus, daß  $\beta_F$  die Mauerwerkdruckfestigkeit grundsätzlich in gleicher Weise (gleich großer Exponent  $c$ ) wie  $\beta_N$  beeinflusst. Dies ist jedoch noch durch ergänzende Druckfestigkeitsuntersuchungen an Mauerwerk aus Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen, bei denen sich der zeitliche Verlauf der Fugendruckfestigkeit und der Normdruckfestigkeit besonders stark unterscheidet, zu belegen. Dazu war ein zweiter Teil des Forschungsprojektes beantragt. Mit den Ergebnissen aus den Mauerwerkuntersuchungen und denen aus diesem Forschungsprojekt (Teil 1) können dann „endgültige“ zeitabhängige Korrekturfaktoren für die Normdruckfestigkeit unter Bezug auf die Fugendruckfestigkeit angegeben werden.

Tabelle 20: Kalksandstein – Korrekturfaktoren  $\alpha_t$ 

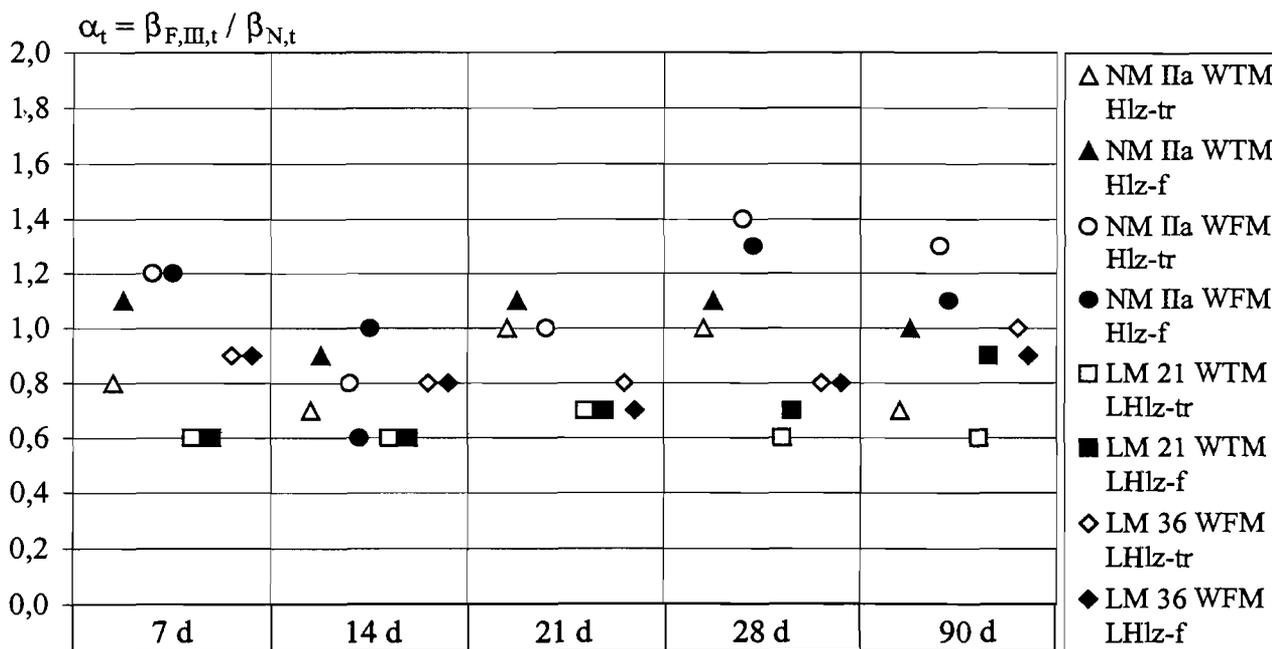
Feuchte- zustand	Prüfalter	Mauermörtel			
		NM IIa WTM	NM IIa WFM	NM III WTM	NM III WFM
-	d	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6
trocken	7	0,2	0,3	0,6	0,2
	14	0,2	0,3	0,5	0,3
	21	0,2	0,4	0,6	0,4
	28	0,2	0,4	0,4	0,4
	90	0,3	0,4	0,5	0,3
feucht	7	1,1	1,4	1,1	1,0
	14	1,0	1,1	1,0	1,1
	21	1,0	1,2	1,0	1,1
	28	1,3	1,4	1,1	1,2
	90	1,5	1,2	1,6	1,1



**Bild 27:** Korrekturfaktoren  $\alpha_t$  für die Normdruckfestigkeit  $\beta_N$  unter Bezug auf die Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  in Abhängigkeit vom Prüfalter t (Mittelwerte) für Kalksandsteine

**Tabelle 21:** Hochloch- bzw. Leichthochlochziegel – Korrekturfaktoren  $\alpha_t$

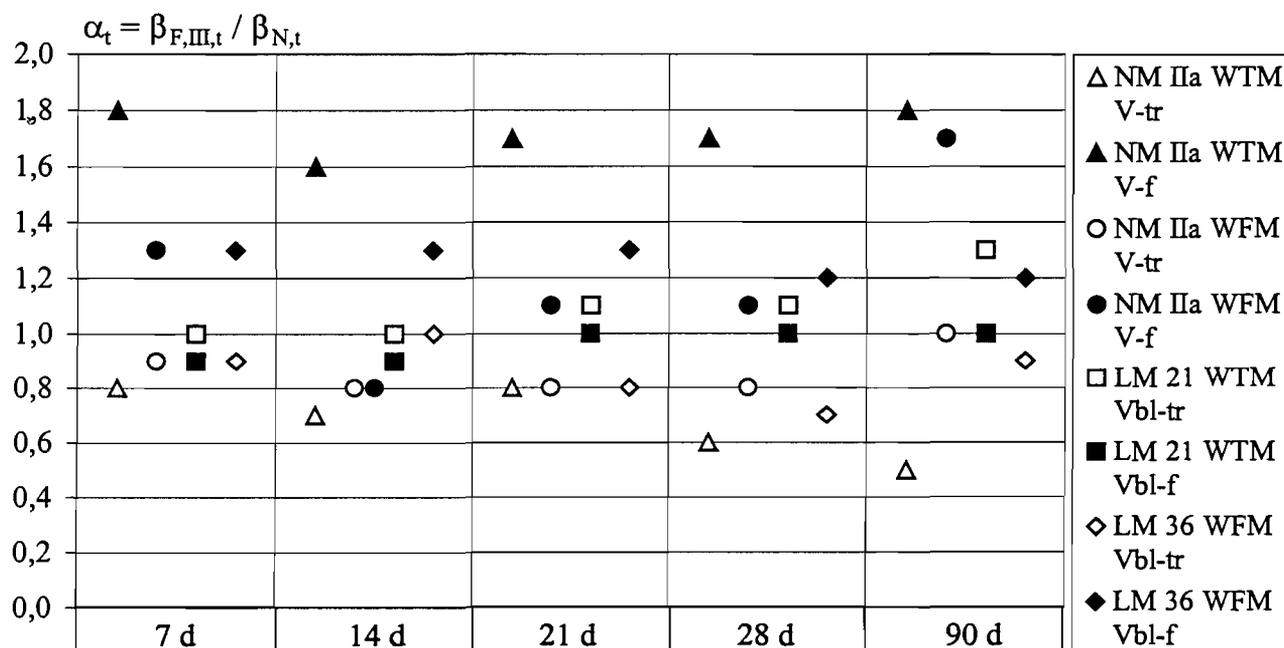
Feuchte- zustand	Prüfalter	Mauermörtel			
		NM IIa WTM	NM IIa WFM	NM III WTM	NM III WFM
-	d	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6
trocken	7	0,8	1,2	0,6	0,9
	14	0,7	(0,8)	0,6	0,8
	21	1,0	1,0	0,7	0,8
	28	1,0	1,4	0,6	0,8
	90	0,7	1,3	0,6	1,0
feucht	7	1,1	1,2	0,6	0,9
	14	0,9	(0,6)	0,6	0,8
	21	1,1	1,0	0,7	0,7
	28	1,1	1,3	0,7	0,8
	90	1,0	1,1	0,9	0,9



**Bild 28:** Korrekturfaktoren  $\alpha_t$  für die Normdruckfestigkeit  $\beta_N$  unter Bezug auf die Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$  (Mittelwerte) für Hochloch- bzw. Leichthochlochziegel

Tabelle 22: Leichtbetonvollsteine bzw. Leichtbetonvollblöcke – Korrekturfaktoren  $\alpha_t$ 

Feuchte- zustand	Prüfalter	Mauermörtel			
		NM IIa WTM	NM IIa WFM	NM III WTM	NM III WFM
-	d	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6
trocken	7	0,8	0,9	1,0	0,9
	14	0,7	0,8	1,0	1,0
	21	0,8	0,8	1,1	0,8
	28	0,6	0,8	1,1	0,7
	90	0,5	1,0	1,3	0,9
feucht	7	1,8	1,3	0,9	1,3
	14	1,6	0,8	0,9	1,3
	21	1,7	1,1	1,0	1,3
	28	1,7	1,1	1,0	1,2
	90	1,8	1,7	1,0	1,2


 Bild 29: Korrekturfaktoren  $\alpha_t$  für die Normdruckfestigkeit  $\beta_N$  unter Bezug auf die Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  in Abhängigkeit vom Prüfalter  $t$  (Mittelwerte) für Leichtbetonvollsteine bzw. Leichtbetonvollblöcke

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Ein wesentliches Kriterium für Mauermörtel in Hinblick auf seine Eigenschaften im Mauerwerk ist dessen Festigkeitsentwicklung in der Fuge. Diese wurde an ausgewählten repräsentativen Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen untersucht. Schwerpunkte bildeten dabei die Ermittlung des zeitlichen Verlaufs der Fugendruckfestigkeiten und der Elastizitätsmoduln.

Gegenüber Beton haben Mauermörtel bekanntlich einen relativ hohen Wasser-Bindemittelwert. Bei der Prismenherstellung und -lagerung nach Norm kann zumindest bis zum Alter von 7 Tagen – Herstellen in Stahlformen, Feuchtlagerung nach dem Entschalen - eine Austrocknung und somit eine Reduzierung des Wasser-Bindemittelwertes praktisch nicht erfolgen. Dies führt zu i. d. R. niedrigeren Prismendruckfestigkeiten gegenüber den tatsächlichen Fugendruckfestigkeiten. Bei der Lagerung zwischen Mauersteinen wird dem Mörtel durch die Mauersteine Wasser entzogen und somit der Wasser-Bindemittelwert reduziert, was zu höheren Festigkeiten führen kann. Bei der Verwendung stark saugender Steine (z. B. trockene Kalksandsteine) kann dem Mörtel allerdings zu viel Wasser entzogen werden, so daß keine optimale Festigkeitsbildung mehr möglich ist. Der Mörtel „verdurstet“ und das Ergebnis ist eine verringerte Fugendruckfestigkeit. Maßnahmen dies zu verhindern, sind z. B. die Zugabe von Wasserrückhaltemitteln zum Mörtel und/oder das Vornässen der Steine.

Die Fugenmörtel unterscheiden sich hinsichtlich der Wasserabgabe an die Steine zum Teil beträchtlich. Zugleich weisen die Mauersteine ein unterschiedliches Saugverhalten auf. Die Mauerziegel entziehen dem Mörtel relativ schnell, dafür aber nur in einem recht kurzen Zeitraum, das Wasser. Demgegenüber steht das langsame, jedoch kontinuierliche Wasserabsaugen der Kalksandsteine über einen verhältnismäßig langen Zeitraum. Erwartungsgemäß ist insgesamt der Wasserentzug aus dem Fugenmörtel bei der Verwendung trockener Mauersteine höher.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde an insgesamt zwölf unterschiedlichen Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen die zeitliche Entwicklung der Fugendruckfestigkeiten im Prüfalalter von 7, 14, 21, 28 und 90 Tagen ermittelt. Dabei wurden Mauersteine (repräsentative Vertreter der wesentlichen Steingruppen) mit hohen Wasseraufnahmekoeffizienten verwendet. Sie wurden sowohl im lufttrockenen als auch im feuchten (Feuchtegehalt etwa 10 M.-%) Zustand vermörtelt. Allgemein wurden mit feuchten Steinen, mit Ausnahme der Hochlochziegel, höhere Fugendruckfestigkeiten als mit trockenen Mauersteinen erreicht.

Unter Bezug auf die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen an den verschiedenen Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen werden vorläufige, zeitabhängige Korrekturfaktoren  $\alpha_t$  ( $\alpha_t = \beta_{F,III,t}/\beta_{N,t}$ ) für die Normdruckfestigkeit ( $\beta_N$ ) unter Bezug auf die Fugendruckfestigkeit ( $\beta_{F,III}$ ) und in Abhängigkeit vom Prüfalter angegeben.

Bei der Bewertung der versuchsmäßig ermittelten Mauerwerkdruckfestigkeit im Rahmen von Untersuchungen für allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, aber auch für Eignungsprüfungen nach DIN 1053-2, muß i. d. R. die Mauerwerkdruckfestigkeit auf die Mindestwerte der Normdruckfestigkeit des Mauermörtels umgerechnet werden. Die Druckfestigkeitsentwicklung des Mörtels im Mauerwerk kann jedoch erheblich vom zeitlichen Verlauf der Normdruckfestigkeit des Mörtels abweichen. Bei der Umrechnung bzw. der Festlegung des Mauerwerkprüfaltes unter Bezug auf die Normdruckfestigkeit des Mörtels, bleibt der zu erwartende Unterschied im zeitlichen Verlauf der Druckfestigkeit des Mörtels in der Fuge und bei Normprüfung bislang unberücksichtigt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß dieser Unterschied in einigen Fällen beträchtlich ist und sich somit auch nicht unerheblich auf das Sicherheitsniveau auswirken kann. Dies ist besonders auch bei Mauerwerk nach Eignungsprüfung von Bedeutung, da für dieses Mauerwerk die Grundwerte der zulässigen Druckspannung nach DIN 1053-1 um bis zu 50 % angehoben werden können.

Bei der rechnerischen Bestimmung der Mauerwerkdruckfestigkeit nach

$$\beta'_{D,mw} = a \cdot \beta_{D,st}^b \cdot \beta_{D,mö}^c$$

wird bislang für  $\beta_{D,mö}$  die Normdruckfestigkeit  $\beta_N$  angesetzt. Unter der Annahme des gleich großen Einflusses von  $\beta_F$  und  $\beta_N$  auf die Mauerwerkdruckfestigkeit, gilt für die Verhältniswerte bzw. Korrekturfaktoren  $\alpha_t = \beta_{F,III}/\beta_N$ :

$\beta_{F,III}/\beta_N < 1,0$  die Mauerwerkdruckfestigkeit  $\beta_{D,mw}$  wird überschätzt, d. h. die Sicherheit wird kleiner.

$\beta_{F,III}/\beta_N > 1,0$  die Mauerwerkdruckfestigkeit  $\beta_{D,mw}$  wird unterschätzt, d. h. Reserven beim Umrechnen auf die Mindestwerte  $\beta_{D,mö}$  werden nicht berücksichtigt.

So ergibt sich in Abhängigkeit vom Exponent c und dem Korrekturfaktor  $\alpha_t$  eine mehr oder weniger unterschiedliche Mauerwerkdruckfestigkeit, wenn diese mit  $\beta_{F,III}$  statt mit  $\beta_N$  errechnet wird.

Wird die Mauerwerkdruckfestigkeit nach Gleichungen (2) und (3) in Abschnitt 5 auf die Mindestwerte der Mörteldruckfestigkeit umgerechnet werden, so errechnet sich bei

$\alpha_t < 1,0$  und  $\beta_N > \min \beta_N$  eine zu kleine Mauerwerkdruckfestigkeit  
(auf der sicheren Seite) bzw.

$\alpha_t > 1,0$  und  $\beta_N < \min \beta_N$  eine zu große Mauerwerkdruckfestigkeit  
(auf der unsicheren Seite).

Die vorangegangenen Betrachtungen gehen davon aus, daß  $\beta_{F,III}$  die Mauerwerkdruckfestigkeit grundsätzlich in gleicher Weise (gleich großer Exponent c) wie  $\beta_N$  beeinflusst. Dies ist jedoch noch durch ergänzende Druckfestigkeitsuntersuchungen an Mauerwerk aus Mauerstein-Mauermörtel-Kombinationen, bei denen sich der zeitliche Verlauf der Fugendruckfestigkeit und der Normdruckfestigkeit besonders stark unterscheidet, zu belegen. Mit den Ergebnissen aus den Mauerwerkuntersuchungen und denen aus diesem Forschungsprojekt können dann abgesicherte zeitabhängige Korrekturfaktoren für die Normdruckfestigkeit unter Bezug auf die Fugendruckfestigkeit angegeben werden.

## 7 LITERATUR

- /D1/ DIN 105-2 08.89. Mauerziegel; Leichthochlochziegel
- /D2/ DIN 106-1 9.80. Kalksandsteine; Vollsteine, Lochsteine, Blocksteine, Hohlblocksteine
- /D3/ DIN 18 152-1 04.87. Vollsteine und Vollblöcke aus Leichtbeton
- /D4/ DIN 18 555-2 09.82. Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln; Frischmörtel mit dichten Zuschlägen; Bestimmung der Konsistenz, der Rohdichte und des Luftgehalts
- /D5/ DIN 18 555-3 09.82. Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln; Festmörtel; Bestimmung der Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit und Rohdichte
- /D6/ DIN 18 555-9 09.99. Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln – Teil 9: Festmörtel; Bestimmung der Fugendruckfestigkeit
- /D7/ DIN 52 617 05.87. Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten von Baustoffen
- /1/ Schubert, P.: Bestimmung von physikalischen Kennwerten sowie Prüfverfahren. Berlin : Ernst & Sohn, 1993. - In: Handbuch „Mörtel und Steinergänzungstoffe in der Denkmalpflege“ (Knöfel, D. ; Schubert, P. (Ed.)), S. 54-85
- /2/, Riechers, H.-J. ; Schubert, P. ; Deutler, T.: Prüfung der Druckfestigkeit von Mauer-  
mörtel-Formfaktoren für den Vergleich der unterschiedlichen Prüfverfahren. In:  
Mauerwerk 2 (1998), Nr. 3, S. 102-106
- /3/ Schubert, P.: Eigenschaftswerte von Mauerwerk, Mauersteinen und Mauermörtel.  
Berlin : Ernst & Sohn. - In: Mauerwerk-Kalender 26 (2001), S. 5-22

## 1 VERSUCHSPROGRAMM

Tabelle A1: Verwendete Mauersteine

Mauerstein	Feuchtezustand	Prüfgröße	Prüfung nach
1	2	3	4
KS 12 – 1,6 - 2 DF	trocken (Klima 20/65)	Wasseraufnahme- koeffizient	DIN 52 617
	feucht (ca. 10 M.-%)		
HLz 12 – 0,8 - 2 DF	trocken (Klima 20/65)		
	feucht (ca. 10 M.-%)		
LHLz 12 – 1,0 – 2 DF	trocken (Klima 20/65)		
	feucht (ca. 10 M.-%)		
Vbl 2 – 0,5 - 20 DF	trocken (Klima 20/65)		
	feucht (ca. 10 M.-%)		
V 12 – 2,0 - 2 DF	trocken (Klima 20/65)		
	feucht (ca. 10 M.-%)		

Tabelle A2: Verwendete Mauermörtel

Mauermörtel	Eigenschaft	Prüfgröße	Prüfung nach	Alter
1	2	3	4	5
LM 21	WTM	Trockenrohddichte $\rho_d$ Druckfestigkeit $\beta_D$ Dynamischer E-Modul $E_{dyn}$	DIN 15 555-3 DIN 15 555-3 Impulslaufzeitverfahren	7 d
LM 36	WTM			14 d
NM IIa	WTM			21 d
	WFM			28 d
NM III	WTM			90 d
	WFM			

Tabelle A3: Verbundprüfkörper

Serie		Mörtel		Stein	Feuchtezustand	Prüfgröße		Alter
1	2	3	4	5	6	7		8
V1	a	NM III	WTM	KS	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V2	a	NM III	WFM		trocken			
	b				feucht			
V3	a	NM IIa	WTM	HLz	trocken	$\rho_d, E_{dyn}$	$\beta_{F,III}$	
	b				feucht		$\beta_{F,II}$	
	c				trocken	$\beta_{F,II}$		
V4	a	NM IIa	WTM	KS	trocken	$\rho_d, E_{dyn}$	$\beta_{F,III}$	
	b				feucht		$\beta_{F,II}$	
	c				trocken		$\beta_{F,II}$	
V5	a	NM IIa	WTM	V	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V6	a	NM IIa	WFM	V	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V7	a	NM IIa	WFM	HLz	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V8	a	NM IIa	WFM	KS	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V9	a	LM 21	WTM	LHLz	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V10	a	LM 21	WTM	Vbl	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V11	a	LM 36	WTM	LHLz	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			
V12	a	LM 36	WTM	Vbl	trocken	$\rho_d, E_{dyn}, \beta_{F,III}$		
	b				feucht			

Tabelle A4: Verwendete Kurzzeichen und ihre Bedeutung

Kurzzeichen	Einheit	Bedeutung	
1	2	3	
DM	-	Dünnbettmörtel	
$E_{dyn,F}$	N/mm <sup>2</sup>	dynamischer E-Modul Fugenprisma	
$E_{dyn,N}$		dynamischer E-Modul Normprisma	
f	-	Feuchtezustand: feucht	
HLz		Hochlochziegel	
LHLz		Leichthochlochziegel	
KS		Kalksandstein	
LM		Leichtmörtel	
max x		Maximalwert	
min x		Minimalwert	
MW		Mittelwert	
n.b.		nicht bestimmt	
NM		Normalmörtel	
s		Standardabweichung	
t		d	Prüfalter
tr		-	Feuchtezustand: trocken
v		m/s	Schallgeschwindigkeit
v	-	Variationskoeffizient	
V		Leichtbeton-Vollstein	
Vbl		Leichtbeton-Vollblock	
WFM		Werkfrischmörtel	
WTM		Werk trockenmörtel	
$\beta_F$		N/mm <sup>2</sup>	Fugendruckfestigkeit
$\beta_{F,II}$	Fugendruckfestigkeit nach Verfahren II, DIN 18 555-6		
$\beta_{F,III}$	Fugendruckfestigkeit nach Verfahren III, DIN 18 555-6		
$\beta_N$	Prismendruckfestigkeit		
$\beta_{N,28d}$	Prismendruckfestigkeit im Alter von 28 Tagen		
$\rho_d$	kg/dm <sup>3</sup>	Trockenrohddichte	
$\rho_{d,N}$		Trockenrohddichte Normprisma	
$\rho_{d,N,28d}$		Trockenrohddichte Normprisma im Alter von 28 Tagen	
$\rho_l$		Rohddichte lufttrocken	

## 2 VERSUCHSERGEBNISSE

### 2.1 NM IIa WTM

Tabelle A5: NM IIa WTM – Frischmörtelkennwerte  
 Versuchsserie, Mischung-Nr., Ausbreitmaß  
 a, Luftgehalt L, Frischmörtelrohddichte  $\rho_{fr}$

Serie	Mischung	a	L	$\rho_{fr}$
-	-	mm	Vol.-%	kg/dm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Normprisma	24	187	20,0	1,76
V3a	6	198	18,8	1,74
V3b	7	193	19,4	1,73
V3c, V4b	5	188	18,8	1,75
V4a, V4c	4	195	18,6	1,76
V5a	8	187	22,0	1,66
V5b	9	187	19,5	1,74
<i>Mittelwert</i>		<i>190</i>	<i>19,6</i>	<i>1,73</i>

Tabelle A6: NM IIa WTM - Prismendruckfestigkeit  
 Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Druckfestigkeit  $\beta_N$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_N$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,71	6,06	1,69	8,16	1,69	8,34	1,69	9,53	1,70	9,83
2		6,70		8,61		8,25		9,38		10,17
3	1,73	5,88	1,70	8,51	1,68	8,85	1,69	7,76	1,72	9,89
4		6,63		8,27		8,76		9,62		10,24
5	1,73	6,96	1,68	8,49	1,69	8,74	1,68	8,46	1,71	9,76
6		6,62		7,63		7,71		7,09		9,56
<i>MW</i>	<i>1,72</i>	<i>6,48</i>	<i>1,69</i>	<i>8,28</i>	<i>1,69</i>	<i>8,44</i>	<i>1,69</i>	<i>8,64</i>	<i>1,71</i>	<i>9,91</i>
s		0,41		0,36		0,43		1,05		0,26
v		0,06		0,05		0,06		0,15		0,03
min x	-	5,88	-	7,63	-	7,71	-	7,09	-	9,56
max x		6,96		8,61		8,85		9,62		10,24

Tabelle A7: NM IIa WTM – Normprisma

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn,F}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,61	1,74	2171,0	8184	1,63	1,71	2086,0	7440	1,61	1,71	2209,9	8353
2	1,61	1,75	2305,5	9310	1,64	1,72	2222,2	8483	1,63	1,72	2206,9	8371
3	1,61	1,78	2325,6	9609	1,64	1,75	2282,5	9091	1,63	1,75	2256,7	8893
<i>MW</i>	<i>1,61</i>	<i>1,76</i>	<i>2267,3</i>	<i>9034</i>	<i>1,64</i>	<i>1,72</i>	<i>2196,9</i>	<i>8338</i>	<i>1,62</i>	<i>1,73</i>	<i>2224,5</i>	<i>8539</i>

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,64	1,71	2292,3	8999	1,66	1,73	2416,9	10077
2	1,64	1,72	2332,4	9362	1,66	1,73	2435,3	10280
3	1,63	1,75	2315,5	9376	1,67	1,76	2442,7	10507
<i>MW</i>	<i>1,64</i>	<i>1,73</i>	<i>2313,4</i>	<i>9246</i>	<i>1,66</i>	<i>1,74</i>	<i>2431,7</i>	<i>10288</i>

**Tabelle A8: NM IIa WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 3a  
 Mauerstein: HLz  
 Feuchtezustand: trocken

Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 9,16 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,62 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,40	4,13	1,46	5,81	1,50	8,76	1,52	9,45	1,49	8,25
2	1,49	4,81	1,50	6,38	1,50	9,10	1,51	8,13	1,39	5,98
3	1,41	4,37	1,41	6,65	1,46	8,00	1,56	10,92	1,42	6,24
4	1,42	5,37	1,46	5,65	1,45	7,91	1,46	8,53	1,44	5,98
5	1,45	5,40	1,46	4,56	1,50	7,54	1,41	7,06	1,41	5,95
6	1,44	5,10	1,48	6,13	1,48	7,93	1,48	7,58	1,44	7,35
<i>MW</i>	<i>1,44</i>	<i>4,86</i>	<i>1,46</i>	<i>5,86</i>	<i>1,48</i>	<i>8,20</i>	<i>1,49</i>	<i>8,61</i>	<i>1,43</i>	<i>6,63</i>
s	0,03	0,53	0,03	0,74	0,02	0,59	0,05	1,39	0,03	0,96
v	0,02	0,11	0,02	0,13	0,02	0,07	0,04	0,16	0,02	0,14
min x	1,40	4,13	1,41	4,56	1,45	7,54	1,41	7,06	1,39	5,95
max x	1,49	5,40	1,50	6,65	1,50	9,10	1,56	10,92	1,49	8,25

**Tabelle A9: NM IIa WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 3a

Mauerstein: HLz

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn,F}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,38	1,40	1908,6	5091	1,41	1,44	2055,2	6092	1,57	1,59	2064,7	6770
2	1,39	1,41	1920,9	5215	1,45	1,48	2040,2	6148	1,52	1,55	2117,9	6945
3	1,42	1,44	1896,6	5177	1,44	1,46	2012,1	5925	1,40	1,43	2055,8	6021
4	1,41	1,43	1968,7	5557	1,37	1,40	2120,3	6312	1,45	1,48	2086,3	6439
5	1,45	1,47	1824,5	4878	1,43	1,46	2067,9	6229	1,42	1,44	2115,4	6440
6	1,37	1,40	1904,1	5058	1,46	1,49	2021,9	6072	1,42	1,45	2075,5	6229
<i>MW</i>	<i>1,40</i>	<i>1,42</i>	<i>1903,9</i>	<i>5163</i>	<i>1,43</i>	<i>1,46</i>	<i>2052,9</i>	<i>6130</i>	<i>1,46</i>	<i>1,49</i>	<i>2085,9</i>	<i>6474</i>
s	0,03	0,03	-	226	0,03	0,03	-	134	0,07	0,07	-	340
v	0,02	0,02	-	0,04	0,02	0,02	-	0,02	0,05	0,04	-	0,05
min x	1,37	1,40	-	4878	1,37	1,40	-	5925	1,40	1,43	-	6021
max x	1,45	1,47	-	5557	1,46	1,49	-	6312	1,57	1,59	-	6945

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,52	1,54	2291,2	8105	1,43	1,45	2114,4	6480
2	1,44	1,46	2227,3	7250	1,45	1,47	2014,6	5963
3	1,39	1,42	2164,8	6654	1,46	1,48	2143,2	6789
4	1,46	1,49	2418,1	8681	1,45	1,47	2049,5	6153
5	1,48	1,50	2193,9	7228	1,46	1,48	2112,5	6598
6	1,45	1,47	2216,8	7237	1,41	1,43	2092,8	6263
<i>MW</i>	<i>1,45</i>	<i>1,48</i>	<i>2252,0</i>	<i>7526</i>	<i>1,44</i>	<i>1,46</i>	<i>2087,8</i>	<i>6374</i>
s	0,04	0,04	-	732	0,02	0,02	-	304
v	0,03	0,03	-	0,10	0,01	0,01	-	0,05
min x	1,39	1,42	-	6654	1,41	1,43	-	5963
max x	1,52	1,54	-	8681	1,46	1,48	-	6789

Tabelle A10: NM Ila WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 3b  
 Mauerstein: HLz  
 Feuchtezustand: feucht

Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 8,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,62 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,51	7,26	1,62	6,83	1,53	8,46	1,57	9,13	1,56	11,59
2	1,49	6,91	1,52	7,11	1,56	8,20	1,58	8,63	1,59	11,82
3	1,51	5,95	1,52	7,91	1,59	9,08	1,57	8,61	1,49	7,40
4	1,55	6,64	1,55	8,07	1,56	10,56	1,56	10,73	1,57	11,80
5	1,56	7,20	1,49	7,55	1,58	8,62	1,61	7,51	1,62	9,01
6	1,57	7,95	1,55	7,56	1,54	8,46	1,55	9,91	1,60	10,28
<i>MW</i>	<i>1,53</i>	<i>6,98</i>	<i>1,54</i>	<i>7,50</i>	<i>1,56</i>	<i>8,90</i>	<i>1,57</i>	<i>9,09</i>	<i>1,57</i>	<i>10,32</i>
s	0,03	0,67	0,04	0,47	0,02	0,86	0,02	1,12	0,05	1,80
v	0,02	0,10	0,03	0,06	0,01	0,10	0,01	0,12	0,03	0,17
min x	1,49	5,95	1,49	6,83	1,53	8,20	1,55	7,51	1,49	7,40
max x	1,57	7,95	1,62	8,07	1,59	10,56	1,61	10,73	1,62	11,82

**Tabelle A11: NM IIa WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 3b  
 Mauerstein: HLz  
 Feuchtezustand: feucht

Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,51	1,56	2231,3	7757	1,41	1,46	2291,9	7676	1,50	1,56	2297,9	8254
2	1,50	1,55	2182,8	7382	1,47	1,53	2319,8	8223	1,57	1,63	2291,6	8560
3	1,48	1,52	2125,8	6871	1,49	1,55	2295,3	8168	1,51	1,57	2486,1	9704
4	1,40	1,44	2119,6	6480	1,50	1,56	2301,6	8247	1,52	1,59	2296,5	8369
5	1,43	1,47	2089,2	6426	1,52	1,58	2262,4	8092	1,52	1,58	2257,3	8038
6	1,47	1,52	2114,2	6772	1,45	1,50	2247,2	7593	1,54	1,60	2443,6	9548
<i>MW</i>	<i>1,46</i>	<i>1,51</i>	<i>2143,8</i>	<i>6948</i>	<i>1,47</i>	<i>1,53</i>	<i>2286,4</i>	<i>8000</i>	<i>1,52</i>	<i>1,59</i>	<i>2345,5</i>	<i>8745</i>
s	0,04	0,05	-	524	0,04	0,04	-	289	0,02	0,02	-	704
v	0,03	0,03	-	0,08	0,03	0,03	-	0,04	0,02	0,02	-	0,08
min x	1,40	1,44	-	6426	1,41	1,46	-	7593	1,50	1,56	-	8038
max x	1,51	1,56	-	7757	1,52	1,58	-	8247	1,57	1,63	-	9704

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,52	1,58	2363,8	8810	1,53	1,60	2520,4	10163
2	1,49	1,55	2432,8	9184	1,54	1,61	2476,2	9841
3	1,54	1,60	2348,3	8842	1,49	1,54	2277,9	8001
4	1,56	1,63	2420,5	9521	1,49	1,56	2218,3	7668
5	1,47	1,54	2308,1	8181	1,54	1,60	2269,1	8242
6	1,48	1,54	2337,3	8402	1,56	1,62	2419,8	9482
<i>MW</i>	<i>1,51</i>	<i>1,57</i>	<i>2368,5</i>	<i>8823</i>	<i>1,53</i>	<i>1,59</i>	<i>2363,6</i>	<i>8899</i>
s	0,04	0,04	-	491	0,03	0,03	-	1056
v	0,02	0,02	-	0,06	0,02	0,02	-	0,12
min x	1,47	1,54	-	8181	1,49	1,54	-	7668
max x	1,56	1,63	-	9521	1,56	1,62	-	10163

Tabelle A12: NM IIa WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 3c  
 Mauerstein: HLz  
 Feuchtezustand: trocken

Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,II}$  (Verfahren II)

$$\beta_{N,28d} = 9,40 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,61 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,II}$	$\rho_l$	$\beta_{F,II}$
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	10	11
1	1,39	4,62	1,46	6,71
2	1,45	3,61	1,48	6,84
3	1,44	4,51	1,52	7,61
4	1,50	4,28	1,42	7,21
5	1,50	3,57	1,46	8,06
6	1,45	4,14	1,51	9,48
<i>MW</i>	1,46	4,12	1,48	7,65
s	0,04	0,45	0,04	1,02
v	0,03	0,11	0,02	0,13
min x	1,39	3,57	1,42	6,71
max x	1,50	4,62	1,52	9,48

Tabelle A13: NM IIa WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 4a

Mauerstein: KS

Feuchtezustand: trocken

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

 $\beta_{N,28d} = 9,82 \text{ N/mm}^2$ 
 $\rho_{d,N,28d} = 1,62 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,53	1,17	1,52	1,71	1,54	1,98	1,41	1,46	1,51	2,77
2	1,49	1,22	1,53	1,85	1,54	1,81	1,50	1,96	1,52	2,87
3	1,53	1,11	1,54	1,92	1,53	1,66	1,39	1,68	1,47	2,58
4	1,50	1,49	1,48	1,84	1,49	1,31	1,39	2,07	1,54	2,60
5	1,54	1,32	1,51	1,79	1,50	1,76	1,53	2,59	1,57	2,83
6	1,59	1,22	1,50	2,03	1,55	1,77	1,51	2,05	1,56	2,77
<i>MW</i>	<i>1,53</i>	<i>1,26</i>	<i>1,51</i>	<i>1,86</i>	<i>1,53</i>	<i>1,71</i>	<i>1,46</i>	<i>1,97</i>	<i>1,53</i>	<i>2,74</i>
s	0,04	0,14	0,02	0,11	0,02	0,22	0,07	0,39	0,04	0,12
v	0,02	0,11	0,01	0,06	0,02	0,13	0,04	0,20	0,02	0,04
min x	1,49	1,11	1,48	1,71	1,49	1,31	1,39	1,46	1,47	2,58
max x	1,59	1,54	1,54	2,03	1,55	1,98	1,53	2,59	1,57	2,87

**Tabelle A14:** NM IIa WTM – dynamischer E-Modul

Serie: V 4a  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: trocken

Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,50	1,53	1531	3409	1,52	1,55	1514,3	3556	1,49	1,51	1467,5	3243
2	1,52	1,55	1550	3718	1,50	1,53	1561,3	3727	1,47	1,49	1463,8	3198
3	1,49	1,52	1522	3662	1,49	1,52	1442,3	3165	1,56	1,58	1512,7	3615
4	1,49	1,52	1523	3113	1,52	1,56	1418,8	3133	1,48	1,50	1421,2	3035
5	1,48	1,52	1523	3454	1,47	1,51	1497,8	3378	1,45	1,46	1499,3	3277
6	1,53	1,56	1557	3365	1,50	1,52	1556,1	3685	1,50	1,52	1456,5	3231
<i>MW</i>	<i>1,50</i>	<i>1,53</i>	<i>1534</i>	<i>3453</i>	<i>1,50</i>	<i>1,53</i>	<i>1498,4</i>	<i>3441</i>	<i>1,49</i>	<i>1,51</i>	<i>1470,1</i>	<i>3266</i>
s	0,02	0,02		219	0,02	0,02		257	0,04	0,04		191
v	0,01	0,01		0,06	0,01	0,01		0,07	0,03	0,03		0,06
min x	1,48	1,52	-	3113	1,47	1,51	-	3133	1,45	1,46	-	3035
max x	1,53	1,56		3718	1,52	1,56		3727	1,56	1,58		3615

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,57	1,59	1508,2	3616	1,54	1,55	1755,6	4786
2	1,53	1,55	1557,6	3771	1,55	1,56	1701,0	4526
3	1,53	1,54	1455,5	3261	1,46	1,48	1764,8	4597
4	1,51	1,53	1547,7	3660	1,47	1,49	1680,9	4211
5	1,50	1,52	1509,0	3466	1,52	1,54	1714,0	4516
6	1,49	1,51	1564,6	3688	1,54	1,56	1684,0	4425
<i>MW</i>	<i>1,52</i>	<i>1,54</i>	<i>1523,8</i>	<i>3577</i>	<i>1,51</i>	<i>1,53</i>	<i>1716,7</i>	<i>4510</i>
s	0,03	0,03		185	0,04	0,04		190
v	0,02	0,02		0,05	0,03	0,02		0,04
min x	1,49	1,51	-	3261	1,46	1,48	-	4211
max x	1,57	1,59		3771	1,55	1,56		4786

Tabelle A15: NM IIa WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 4b  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: feucht

Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 9,40 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,60 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,58	7,03	1,55	8,09	1,51	7,67	1,62	13,38	1,62	15,76
2	1,53	5,18	1,56	7,77	1,57	9,12	1,62	11,20	1,64	14,42
3	1,55	7,89	1,57	8,01	1,68	10,71	1,59	10,14	1,65	16,90
4	1,55	6,95	1,63	10,19	1,46	6,94	1,58	10,22	1,63	15,14
5	1,55	6,29	1,57	6,35	1,60	7,77	1,61	10,88	1,63	15,76
6	1,55	7,40	1,58	7,23	1,60	10,07	1,59	10,04	1,63	13,06
<i>MW</i>	<i>1,55</i>	<i>6,79</i>	<i>1,58</i>	<i>7,94</i>	<i>1,57</i>	<i>8,71</i>	<i>1,60</i>	<i>10,98</i>	<i>1,63</i>	<i>15,18</i>
s	0,02	0,95	0,03	1,28	0,08	1,49	0,02	1,26	0,01	1,32
v	0,01	0,14	0,02	0,16	0,05	0,17	0,01	0,11	0,01	0,09
min x	1,53	5,18	1,55	6,35	1,46	6,94	1,58	10,04	1,62	13,06
max x	1,58	7,89	1,63	10,19	1,68	10,71	1,62	13,38	1,65	16,90

**Tabelle A16:** NM IIa WTM – dynamischer E-Modul

Serie: V 4b  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: feucht

Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,60	1,63	2362,1	9110	1,60	1,65	2225,7	8154	1,60	1,64	2283,4	8557
2	1,58	1,61	2266,2	8286	1,58	1,63	2193,9	7830	1,61	1,65	2314,8	8864
3	1,58	1,61	2285,1	8422	1,59	1,64	2287,0	8567	1,59	1,63	2337,2	8880
4	1,60	1,63	2243,9	8213	1,57	1,61	2163,1	7544	1,65	1,70	2251,7	8593
5	1,71	1,73	2300,9	9148	1,54	1,58	1290,3	2625	1,61	1,66	2421,6	9726
6	1,60	1,63	2366,2	9141	1,55	1,74	2046,8	7309	1,58	1,63	2304,3	8669
<i>MW</i>	<i>1,61</i>	<i>1,64</i>	<i>2304,1</i>	<i>8720</i>	<i>1,57</i>	<i>1,64</i>	<i>2034,5</i>	<i>7005</i>	<i>1,61</i>	<i>1,65</i>	<i>2318,8</i>	<i>8882</i>
s	0,05	0,04		458	0,02	0,06		2191	0,03	0,03		435
v	0,03	0,03		0,05	0,02	0,03		0,31	0,02	0,02		0,05
min x	1,58	1,61	-	8213	1,54	1,58		2625	1,58	1,63		8557
max x	1,71	1,73		9148	1,60	1,74		8567	1,65	1,70		9726

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,61	1,66	2662,2	11750	1,71	1,75	2357,1	9730
2	1,60	1,65	2466,3	10024	1,55	1,59	2251,1	8041
3	1,74	1,80	2251,7	9112	1,63	1,67	2579,6	11132
4	1,77	1,82	2309,7	9698	1,59	1,64	2407,8	9480
5	1,60	1,65	2401,0	9511	1,59	1,64	2347,5	9034
6	1,61	1,66	2375,3	9379	1,61	1,66	2481,2	10199
<i>MW</i>	<i>1,65</i>	<i>1,71</i>	<i>2411,0</i>	<i>9912</i>	<i>1,61</i>	<i>1,66</i>	<i>2404,1</i>	<i>9603</i>
s	0,08	0,08		951	0,06	0,05		1048
v	0,05	0,05		0,10	0,03	0,03		0,11
min x	1,60	1,65	-	9112	1,55	1,59		8041
max x	1,77	1,82		11750	1,71	1,75		11132

**Tabelle A17:** NM IIa WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 4c  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: trocken

Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,II}$  (Verfahren II)

$$\beta_{N,28d} = 9,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,62 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,II}$	$\rho_l$	$\beta_{F,II}$
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
1	1,51	1,30	1,60	2,36
2	1,59	1,45	1,55	1,73
3	1,54	1,38	1,60	2,05
4	1,46	1,61	1,53	1,63
5	1,55	1,35	1,53	2,22
6	1,57	1,28	1,40	2,41
<i>MW</i>	1,54	1,39	1,54	2,06
s	0,05	0,12	0,07	0,33
v	0,03	0,09	0,05	0,16
min x	1,46	1,28	1,40	1,63
max x	1,59	1,61	1,60	2,41

**Tabelle A18: NM IIa WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 5a

Mauerstein: V

Feuchtezustand: trocken

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_F$ 
 $\beta_{N,28d}$ : Prüfung wurde versehentlich nicht durchgeführt

 $\rho_{d,N,28d} = 1,56 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,42	5,10	1,39	6,56	1,45	7,32	1,45	5,96	1,32	4,55
2	1,41	5,40	1,43	5,08	1,48	6,86	1,36	3,67	1,39	6,28
3	1,39	5,03	1,44	7,67	1,40	6,22	1,45	5,61	1,32	3,26
4	1,33	5,23	1,32	5,24	1,41	5,64	1,42	4,23	1,31	2,95
5	1,46	5,28	1,40	5,89	1,48	6,24	1,41	5,59	1,37	4,48
6	1,43	5,83	1,46	6,16	1,44	6,78	1,40	7,13	1,43	5,61
<i>MW</i>	<i>1,41</i>	<i>5,31</i>	<i>1,41</i>	<i>6,10</i>	<i>1,44</i>	<i>6,51</i>	<i>1,42</i>	<i>5,37</i>	<i>1,36</i>	<i>4,52</i>
s	0,04	0,29	0,05	0,95	0,03	0,59	0,03	1,24	0,05	1,29
v	0,03	0,05	0,04	0,16	0,02	0,09	0,02	0,23	0,04	0,29
min x	1,33	5,03	1,32	5,08	1,40	5,64	1,36	3,67	1,31	2,95
max x	1,46	5,83	1,46	7,67	1,48	7,32	1,45	7,13	1,43	6,28

**Tabelle A19: NM IIa WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 5a

Mauerstein: V

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohichte  $\rho_d$ , Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,33	1,36	1921,0	5026	1,40	1,43	2057,5	6060	1,40	1,43	2258,9	7279
2	1,36	1,39	1955,3	5325	1,38	1,41	2062,8	6006	1,42	1,44	2231,6	7187
3	1,29	1,32	1848,4	4496	1,37	1,40	2054,1	5921	1,36	1,38	2116,9	6204
4	1,32	1,40	1845,9	4779	1,52	1,55	2085,5	6730	1,37	1,39	2192,1	6678
5	1,38	1,41	1955,3	5386	1,35	1,38	1918,6	5084	1,28	1,31	2020,7	5331
6	1,41	1,44	1925,3	5336	1,25	1,28	1975,9	4992	1,37	1,40	2142,9	6407
<i>MW</i>	<i>1,35</i>	<i>1,39</i>	<i>1908,5</i>	<i>5058</i>	<i>1,38</i>	<i>1,41</i>	<i>2025,7</i>	<i>5799</i>	<i>1,37</i>	<i>1,39</i>	<i>2160,5</i>	<i>6514</i>
s	0,04	0,04	-	361	0,08	0,09	-	657	0,05	0,05	-	717
v	0,03	0,03	-	0,07	0,06	0,06	-	0,11	0,03	0,03	-	0,11
min x	1,29	1,32	-	4496	1,25	1,28	-	4992	1,28	1,31	-	5331
max x	1,41	1,44	-	5386	1,52	1,55	-	6730	1,42	1,44	-	7279

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,36	1,38	1917,1	5086	1,35	1,37	2088,8	5996
2	1,36	1,39	1911,5	5085	1,26	1,28	2000,0	5130
3	1,39	1,42	1913,0	5207	1,27	1,29	1965,0	4975
4	1,34	1,36	1868,7	4746	1,26	1,28	1938,6	4823
5	1,37	1,40	1969,6	5419	1,21	1,23	2043,2	5127
6	1,36	1,40	2037,3	5790	1,26	1,28	1950,6	4867
<i>MW</i>	<i>1,36</i>	<i>1,39</i>	<i>1936,2</i>	<i>5222</i>	<i>1,27</i>	<i>1,29</i>	<i>1997,7</i>	<i>5153</i>
s	0,02	0,02	-	354	0,05	0,05	-	432
v	0,01	0,01	-	0,07	0,04	0,04	-	0,08
min x	1,34	1,36	-	4746	1,21	1,23	-	4823
max x	1,39	1,42	-	5790	1,35	1,37	-	5996

Tabelle A20: NM IIa WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 5b

Mauerstein: V

Feuchtezustand: feucht

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

 $\beta_{N,28d}$ : Prüfung wurde versehentlich nicht durchgeführt

 $\rho_{d,N,28d} = 1,63 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,71	11,96	1,68	14,86	1,67	15,64	1,65	16,74	1,72	19,48
2	1,71	11,89	1,63	13,30	1,70	13,81	1,64	13,49	1,67	17,69
3	1,67	10,43	1,69	13,23	1,71	14,77	1,68	13,42	1,74	16,79
4	1,63	9,26	1,68	11,43	1,64	13,47	1,70	15,99	1,68	18,02
5	1,72	12,53	1,70	12,68	1,67	13,35	1,65	14,15	1,66	19,57
6	1,73	13,42	1,62	12,52	1,71	14,73	1,63	12,99	1,65	13,98
<i>MW</i>	<i>1,70</i>	<i>11,58</i>	<i>1,67</i>	<i>13,00</i>	<i>1,68</i>	<i>14,30</i>	<i>1,66</i>	<i>14,46</i>	<i>1,69</i>	<i>17,59</i>
s	0,04	1,50	0,03	1,13	0,03	0,90	0,03	1,54	0,04	2,07
v	0,02	0,13	0,02	0,09	0,02	0,06	0,02	0,11	0,02	0,12
min x	1,63	9,26	1,62	11,43	1,64	13,35	1,63	12,99	1,65	13,98
max x	1,73	13,42	1,70	14,86	1,71	15,64	1,70	16,74	1,74	19,57

**Tabelle A21: NM Iia WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 5b

Mauerstein: V

Feuchtezustand: feucht

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,59	1,70	2295,9	8940	1,59	1,69	2395,1	9717	1,56	1,64	2907,7	13891
2	1,56	1,66	2300,2	8791	1,54	1,63	2495,0	10157	1,57	1,66	2705,4	12144
3	1,60	1,71	2274,4	8857	1,56	1,66	2635,2	11510	1,61	1,71	2759,0	12997
4	1,56	1,66	2261,2	8499	1,55	1,64	2535,4	10526	1,55	1,64	2778,7	12676
5	1,58	1,68	2299,1	8880	1,56	1,66	2475,5	10163	1,62	1,72	2606,3	11664
6	1,55	1,65	2261,6	8450	1,60	1,70	2483,7	10472	1,57	1,67	2688,2	12035
<i>MW</i>	<i>1,57</i>	<i>1,68</i>	<i>2282,1</i>	<i>8736</i>	<i>1,57</i>	<i>1,66</i>	<i>2503,3</i>	<i>10424</i>	<i>1,58</i>	<i>1,67</i>	<i>2740,9</i>	<i>12568</i>
s	0,02	0,02		209	0,03	0,03		605	0,03	0,03		804
v	0,01	0,01		0,02	0,02	0,02		0,06	0,02	0,02		0,06
min x	1,55	1,65	-	8450	1,54	1,63	-	9717	1,55	1,64	-	11664
max x	1,60	1,71	-	8940	1,60	1,70	-	11510	1,62	1,72	-	13891

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,52	1,62	2349,3	8915	1,60	1,68	2753,4	12738
2	1,45	1,55	2317,0	8298	1,60	1,69	2687,7	12198
3	1,49	1,58	2333,3	8609	1,59	1,68	2881,8	13922
4	1,47	1,55	2286,0	8117	1,61	1,70	2710,8	12507
5	1,54	1,63	2332,6	8862	1,61	1,70	2607,4	11521
6	1,45	1,53	2327,9	8302	1,60	1,69	2675,7	12075
<i>MW</i>	<i>1,49</i>	<i>1,58</i>	<i>2324,4</i>	<i>8517</i>	<i>1,60</i>	<i>1,69</i>	<i>2719,5</i>	<i>12494</i>
s	0,04	0,04		329	0,01	0,01		813
v	0,03	0,02		0,04	0,00	0,01		0,07
min x	1,45	1,53	-	8117	1,59	1,68	-	11521
max x	1,54	1,63	-	8915	1,61	1,70	-	13922

Tabelle A22: NM IIa WTM – Verhältnis  $\beta_{F,t} / \beta_{N,t}$

Mauersteinart, Verhältniswerte  $\alpha_t = \beta_{F,t} / \beta_{N,t}$

Mauerstein	$\alpha_7$	$\alpha_{14}$	$\alpha_{21}$	$\alpha_{28}$	$\alpha_{90}$
1	2	3	4	5	6
V-tr	0,82	0,74	0,77	0,62	0,46
V-f	1,79	1,57	1,69	1,67	1,77
HLz-tr	0,75	0,71	0,97	1,00	0,67
HLz-f	1,08	0,91	1,05	1,05	1,04
KS-tr	0,19	0,22	0,20	0,23	0,28
KS-f	1,05	0,96	1,03	1,27	1,53

## 2.2 NM IIa WFM

**Tabelle A23:** NM IIa WFM – Frischmörtelkennwerte  
 Versuchsserie, Mischung-Nr., Ausbreitmaß a, Luftgehalt L, Frischmörtelrohddichte  $\rho_{fr}$

Serie	Mischung	a	L	$\rho_{fr}$
-	-	mm	Vol.-%	kg/dm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Normprisma	10	168	19,3	1,67
V8a, V8b	-	-	-	-
V6a, V6b	12	163	18,1	1,68
V7a, V7b	11	171	18,3	1,74
<i>Mittelwert</i>		<i>167</i>	<i>18,6</i>	<i>1,70</i>

**Tabelle A24:** NM IIa WFM- Prismendruckfestigkeit  
 Rohddichte lufttrocken  $\rho_1$ , Druckfestigkeit  $\beta_N$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_N$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,69	6,76	1,61	9,83	1,67	10,33	1,61	9,54	1,61	11,19
2		7,00		9,70		10,96		9,11		10,42
3	1,69	7,33	1,63	9,44	1,67	10,08	1,60	9,74	1,61	11,61
4		6,92		9,09		10,79		8,48		11,58
5	1,70	7,28	1,63	9,98	1,67	10,35	1,60	9,49	1,62	10,70
6		7,36		9,56		10,30		9,09		12,06
<i>MW</i>	<i>1,69</i>	<i>7,12</i>	<i>1,62</i>	<i>9,60</i>	<i>1,67</i>	<i>10,47</i>	<i>1,60</i>	<i>9,24</i>	<i>1,61</i>	<i>11,26</i>
s	-	0,25	-	0,31	-	0,33	-	0,45	-	0,61
v		0,04		0,03		0,03		0,05		0,05
min x		6,76		9,09		10,08		8,48		10,42
max x		7,36		9,98		10,96		9,74		12,06

**Tabelle A25:** NM IIa WFM– Normprisma  
 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn,F}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,60	1,66	2168,0	7820	1,57	1,61	2276,0	8357	1,59	1,61	2623,0	11083
2	1,61	1,66	2366,9	9323	1,57	1,61	2253,5	8191	1,58	1,61	2597,4	10866
3	1,62	1,66	2373,9	9387	1,57	1,62	2253,5	8209	1,58	1,61	2623,0	11106
<i>MW</i>	<i>1,61</i>	<i>1,66</i>	<i>2302,9</i>	<i>8843</i>	<i>1,57</i>	<i>1,61</i>	<i>2261,0</i>	<i>8252</i>	<i>1,58</i>	<i>1,61</i>	<i>2614,4</i>	<i>11018</i>

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,56	1,61	2492,2	9968	1,58	1,62	2442,7	9660
2	1,56	1,60	2496,1	9996	1,59	1,62	2373,9	9120
3	1,55	1,61	2473,0	9835	1,59	1,62	2366,9	9088
<i>MW</i>	<i>1,56</i>	<i>1,61</i>	<i>2487,1</i>	<i>9933</i>	<i>1,59</i>	<i>1,62</i>	<i>2394,5</i>	<i>9289</i>

Tabelle A26: NM IIa WFM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 6a  
 Mauerstein: V  
 Feuchtezustand: trocken

Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 11,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,57 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,47	6,83	1,34	6,68	1,46	8,58	1,51	6,53	1,51	8,42
2	1,43	5,87	1,41	5,42	1,50	8,00	1,51	10,28	1,52	10,85
3	1,46	7,15	1,42	8,70	1,46	8,40	1,43	6,06	1,53	12,63
4	1,44	7,15	1,41	7,91	1,46	10,41	1,48	7,72	1,52	10,65
5	1,48	7,68	1,42	9,21	1,50	8,40	1,52	6,50	1,52	11,84
6	1,42	4,27	1,40	6,78	1,56	8,22	1,51	6,26	1,57	15,42
<i>MW</i>	<i>1,45</i>	<i>6,49</i>	<i>1,40</i>	<i>7,45</i>	<i>1,49</i>	<i>8,67</i>	<i>1,49</i>	<i>7,23</i>	<i>1,53</i>	<i>11,63</i>
s	0,02	1,24	0,03	1,41	0,04	0,88	0,03	1,60	0,02	2,33
v	0,02	0,19	0,02	0,19	0,03	0,10	0,02	0,22	0,01	0,20
min x	1,42	4,27	1,34	5,42	1,46	8,00	1,43	6,06	1,51	8,42
max x	1,48	7,68	1,42	9,21	1,56	10,41	1,52	10,28	1,57	15,42

**Tabelle A27: NM IIa WFM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 6a

Mauerstein: V

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,38	1,40	1938,0	5265	1,41	1,44	2496,1	8959	1,44	1,46	2276,3	7572
2	1,43	1,45	1008,2	-	1,43	1,46	2510,0	9183	1,40	1,42	2323,3	7683
3	1,37	1,39	1953,3	5307	1,32	1,35	2547,8	8758	1,42	1,45	2377,4	8203
4	1,35	1,38	1971,9	5349	1,39	1,42	2498,8	8839	1,44	1,47	2380,1	8330
5	1,40	1,42	1912,6	5198	1,39	1,42	2555,6	9246	1,22	1,24	2331,0	6742
6	1,43	1,46	1925,5	5407	1,39	1,42	2614,6	9703	1,45	1,48	2344,5	8125
<i>MW</i>	<i>1,39</i>	<i>1,42</i>	<i>1784,9</i>	<i>5305</i>	<i>1,39</i>	<i>1,42</i>	<i>2537,1</i>	<i>9115</i>	<i>1,39</i>	<i>1,42</i>	<i>2338,8</i>	<i>7776</i>
s	0,03	0,03		80	0,04	0,04		345	0,09	0,09		588
v	0,02	0,02		0,01	0,03	0,03		0,04	0,06	0,06		0,08
min x	1,35	1,38	-	5198	1,32	1,35	-	8758	1,22	1,24	-	6742
max x	1,43	1,46		5407	1,43	1,46		9703	1,45	1,48		8330

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,43	1,45	2561,0	9500	1,46	1,48	2515,3	9377
2	1,37	1,39	2377,5	7844	1,44	1,46	2373,5	8195
3	1,36	1,38	2401,9	7974	1,41	1,43	2414,2	8333
4	1,40	1,42	2300,9	7524	1,48	1,50	2475,1	9173
5	1,38	1,40	2259,7	7165	1,42	1,43	2367,5	8038
6	1,37	1,39	2251,1	7053	1,28	1,29	2529,1	8267
<i>MW</i>	<i>1,39</i>	<i>1,41</i>	<i>2358,7</i>	<i>7843</i>	<i>1,41</i>	<i>1,43</i>	<i>2445,8</i>	<i>8564</i>
s	0,02	0,03		889	0,07	0,07		563
v	0,02	0,02		0,11	0,05	0,05		0,07
min x	1,36	1,38	-	7053	1,28	1,29	-	8038
max x	1,43	1,45		9500	1,48	1,50		9377

Tabelle A28: NM IIa WFM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 6b

Mauerstein: V

Feuchtezustand: feucht

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 11,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,57 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,53	8,92	1,57	8,25	1,62	13,46	1,60	10,63	1,68	18,61
2	1,57	9,18	1,61	6,73	1,66	11,41	1,57	9,62	1,69	22,67
3	1,68	9,72	1,60	8,86	1,63	11,73	1,67	10,63	1,70	19,09
4	1,59	6,67	1,58	10,15	1,60	8,56	1,61	10,26	1,67	16,85
5	1,58	9,34	1,56	7,57	1,63	13,13	1,63	9,76	1,61	16,08
6	1,63	10,61	1,50	6,18	1,65	11,20	1,55	11,03	1,65	19,25
<i>MW</i>	<i>1,60</i>	<i>9,07</i>	<i>1,57</i>	<i>7,96</i>	<i>1,63</i>	<i>11,58</i>	<i>1,61</i>	<i>10,32</i>	<i>1,67</i>	<i>18,76</i>
s	0,05	1,32	0,04	1,45	0,02	1,75	0,04	0,55	0,03	2,30
v	0,03	0,15	0,02	0,18	0,01	0,15	0,03	0,05	0,02	0,12
min x	1,53	6,67	1,50	6,18	1,60	8,56	1,55	9,62	1,61	16,08
max x	1,68	10,61	1,61	10,15	1,66	13,46	1,67	11,03	1,70	22,67

**Tabelle A29:** NM IIa WFM – dynamischer E-Modul

Serie: V 6b

Mauerstein: V

Feuchtezustand: feucht

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,47	1,58	2037,0	6537	1,41	1,53	2653,2	10766	1,40	1,50	2549,4	9735
2	1,45	1,56	2071,1	6700	1,33	1,45	2686,5	10477	1,49	1,59	2554,7	10352
3	1,45	1,57	2061,9	6651	1,47	1,59	2713,9	11696	1,47	1,58	2495,1	9819
4	1,42	1,53	2032,9	6334	1,40	1,52	2741,0	11386	1,40	1,51	2491,1	9370
5	1,44	1,55	2146,9	7126	1,43	1,56	2630,3	10769	1,47	1,58	2588,5	10554
6	1,43	1,53	2170,7	7227	1,46	1,58	2659,6	11205	1,55	1,66	2594,2	11161
<i>MW</i>	<i>1,44</i>	<i>1,55</i>	<i>2086,7</i>	<i>6763</i>	<i>1,42</i>	<i>1,54</i>	<i>2680,8</i>	<i>11050</i>	<i>1,46</i>	<i>1,57</i>	<i>2545,5</i>	<i>10165</i>
s	0,02	0,02	-	346	0,05	0,05	-	457	0,06	0,06	-	650
v	0,01	0,01	-	0,05	0,03	0,03	-	0,04	0,04	0,04	-	0,06
min x	1,42	1,53	-	6334	1,33	1,45	-	10477	1,40	1,50	-	9370
max x	1,47	1,58	-	7227	1,47	1,59	-	11696	1,55	1,66	-	11161

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,55	1,66	2958,0	14483	1,49	1,58	2498,7	9834
2	1,52	1,63	2656,1	11478	1,50	1,59	2484,9	9814
3	1,51	1,62	2937,7	13995	1,47	1,56	2602,6	10567
4	1,48	1,58	2894,4	13230	1,43	1,52	2530,2	9733
5	1,52	1,62	2851,4	13194	1,44	1,53	2621,1	10523
6	1,49	1,59	2682,7	11462	1,46	1,55	2494,9	9629
<i>MW</i>	<i>1,51</i>	<i>1,62</i>	<i>2830,0</i>	<i>12974</i>	<i>1,46</i>	<i>1,55</i>	<i>2538,7</i>	<i>10017</i>
s	0,02	0,03	-	1262	0,03	0,03	-	416
v	0,02	0,02	-	0,10	0,02	0,02	-	0,04
min x	1,48	1,58	-	11462	1,43	1,52	-	9629
max x	1,55	1,66	-	14483	1,50	1,59	-	10567

**Tabelle A30:** NM IIa WFM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 7a  
 Mauerstein: HLz  
 Feuchtezustand: trocken

Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 10,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,60 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,48	9,88	1,50	7,99	1,56	12,69	1,57	11,57	1,50	14,14
2	1,50	8,95	1,43	7,70	1,52	10,39	1,53	12,73	1,56	15,86
3	1,49	8,05	1,42	7,01	1,49	8,48	1,55	12,77	1,55	14,64
4	1,43	7,65	1,44	7,37	1,49	9,21	1,54	11,44	1,56	15,44
5	1,33	7,78	1,46	7,81	1,51	11,04	1,53	13,40	1,55	13,45
6	1,47	7,89	1,50	6,35	1,54	n.b.	1,55	11,58	1,49	12,53
<i>MW</i>	<i>1,45</i>	<i>8,37</i>	<i>1,46</i>	<i>7,37</i>	<i>1,52</i>	<i>10,36</i>	<i>1,55</i>	<i>12,25</i>	<i>1,54</i>	<i>14,34</i>
s	0,06	0,87	0,03	0,61	0,03	1,64	0,02	0,82	0,03	1,24
v	0,04	0,10	0,02	0,08	0,02	0,16	0,01	0,07	0,02	0,09
min x	1,33	7,65	1,42	6,35	1,49	8,48	1,53	11,44	1,49	12,53
max x	1,50	9,88	1,50	7,99	1,56	12,69	1,57	13,40	1,56	15,86

**Tabelle A31: NM IIa WFM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 7a

Mauerstein: HLZ

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,44	1,48	2329,4	8046	1,39	1,43	2387,6	8133	1,52	1,56	2523,9	9907
2	1,42	1,46	2291,7	7685	1,45	1,49	2430,3	8807	1,50	1,54	2462,5	9360
3	1,37	1,42	2277,8	7350	1,38	1,42	2338,8	7753	1,47	1,51	2473,4	9207
4	1,42	1,46	2282,5	7598	1,43	1,46	2391,7	8373	1,43	1,46	2495,1	9099
5	1,43	1,48	2297,3	7803	1,38	1,41	2419,8	8260	1,49	1,52	2549,4	9889
6	1,43	1,48	2204,9	7188	1,40	1,44	2436,4	8516	1,53	1,56	2531,3	9996
<i>MW</i>	<i>1,42</i>	<i>1,46</i>	<i>2280,6</i>	<i>7612</i>	<i>1,40</i>	<i>1,44</i>	<i>2400,8</i>	<i>8307</i>	<i>1,49</i>	<i>1,52</i>	<i>2505,9</i>	<i>9576</i>
s	0,02	0,03		310	0,03	0,03		357	0,04	0,04		399
v	0,02	0,02		0,04	0,02	0,02		0,04	0,02	0,02		0,04
min x	1,37	1,42	-	7188	1,38	1,41	-	7753	1,43	1,46	-	9099
max x	1,44	1,48		8046	1,45	1,49		8807	1,53	1,56		9996

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,51	1,55	1549	10387	1,50	1,52	2626,7	10454
2	1,49	1,53	1529	9407	1,40	1,42	2526,6	9038
3	1,55	1,59	1587	10015	1,52	1,54	2614,2	10526
4	1,52	1,56	1559	9471	1,47	1,49	2581,8	9905
5	1,51	1,55	1548	10056	1,43	1,46	2534,6	9364
6	1,54	1,57	1573	10466	1,50	1,52	2516,5	9629
<i>MW</i>	<i>1,52</i>	<i>1,56</i>	<i>1557</i>	<i>9967</i>	<i>1,47</i>	<i>1,49</i>	<i>2566,7</i>	<i>9819</i>
s	0,02	0,02		446	0,05	0,05		594
v	0,01	0,01		0,04	0,03	0,03		0,06
min x	1,49	1,53	-	9407	1,40	1,42	-	9038
max x	1,55	1,59		10466	1,52	1,54		10526

Tabelle A32: NM IIa WFM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 7b  
 Mauerstein: HLZ  
 Feuchtezustand: feucht

Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 10,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,60 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,51	6,63	1,32	6,13	1,53	10,88	1,60	11,87	1,57	13,87
2	1,49	8,23	1,57	4,95	1,55	9,41	1,58	11,93	1,53	11,89
3	1,54	9,91	1,45	6,34	1,52	11,03	1,56	10,69	1,57	13,16
4	1,50	9,53	1,50	6,64	1,59	9,65	1,57	11,25	1,56	12,98
5	1,45	7,33	1,59	7,05	1,58	9,91	1,57	12,13	1,61	13,19
6	1,52	9,05	1,61	5,50	1,60	11,14	1,54	10,06	1,61	12,23
<i>MW</i>	<i>1,50</i>	<i>8,45</i>	<i>1,51</i>	<i>6,10</i>	<i>1,56</i>	<i>10,34</i>	<i>1,57</i>	<i>11,32</i>	<i>1,58</i>	<i>12,89</i>
s	0,03	1,29	0,11	0,77	0,03	0,77	0,02	0,82	0,03	0,72
v	0,02	0,15	0,07	0,13	0,02	0,07	0,01	0,07	0,02	0,06
min x	1,45	6,63	1,32	4,95	1,52	9,41	1,54	10,06	1,53	11,89
max x	1,54	9,91	1,61	7,05	1,60	11,14	1,60	12,13	1,61	13,87

**Tabelle A33:** NM IIa WFM – dynamischer E-Modul

Serie: V 7b  
 Mauerstein: HLz  
 Feuchtezustand: feucht

Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,50	1,56	2614,6	10667	1,46	1,51	2578,9	10014	1,49	1,55	2531,0	9922
2	1,42	1,47	2399,0	8458	1,46	1,50	2439,2	8938	1,53	1,59	2617,3	10915
3	1,42	1,47	2377,1	8313	1,53	1,58	2578,1	10522	1,51	1,56	2498,8	9754
4	1,39	1,44	2234,8	7170	1,52	1,58	2456,4	9511	1,56	1,62	2500,0	10114
5	1,40	1,45	2379,8	8202	1,58	1,64	2506,3	10272	1,50	1,56	2561,1	10210
6	1,36	1,41	2326,4	7612	1,53	1,58	2470,4	9653	1,51	1,57	2617,6	10740
<i>MW</i>	<i>1,41</i>	<i>1,47</i>	<i>2388,6</i>	<i>8404</i>	<i>1,51</i>	<i>1,56</i>	<i>2504,9</i>	<i>9818</i>	<i>1,52</i>	<i>1,57</i>	<i>2554,3</i>	<i>10276</i>
s	0,05	0,05		1210	0,05	0,05		572	0,02	0,03		459
v	0,03	0,04		0,14	0,03	0,03		0,06	0,02	0,02		0,04
min x	1,36	1,41	-	7170	1,46	1,50	-	8938	1,49	1,55	-	9754
max x	1,50	1,56		10667	1,58	1,64		10522	1,56	1,62		10915

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,53	1,60	2667,5	11385	1,47	1,53	2640,0	10644
2	1,53	1,61	2599,5	10866	1,49	1,55	2564,8	10199
3	1,53	1,60	2641,9	11176	1,47	1,54	2700,8	11203
4	1,54	1,61	2634,2	11171	1,50	1,58	2587,6	10578
5	1,53	1,60	2597,9	10816	1,53	1,60	2564,1	10508
6	1,52	1,58	2577,3	10500	1,52	1,59	2632,5	11025
<i>MW</i>	<i>1,53</i>	<i>1,60</i>	<i>2619,7</i>	<i>10986</i>	<i>1,50</i>	<i>1,56</i>	<i>2615,0</i>	<i>10693</i>
s	0,01	0,01		319	0,03	0,03		365
v	0,00	0,01		0,03	0,02	0,02		0,03
min x	1,52	1,58	-	10500	1,47	1,53	-	10199
max x	1,54	1,61		11385	1,53	1,60		11203

Tabelle A34: NM IIa WFM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 8a

Mauerstein: KS

Feuchtezustand: trocken

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

 $\beta_{N,28d} = 9,24 \text{ N/mm}^2$ 
 $\rho_{d,N,28d} = 1,56 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,40	2,32	1,30	2,81	1,46	4,39	1,44	2,84	1,36	5,36
2	1,41	2,05	1,31	2,34	1,43	4,70	1,43	4,12	1,37	5,47
3	1,43	2,37	1,35	2,10	1,48	3,65	1,36	2,75	1,34	4,32
4	1,43	2,58	1,42	3,26	1,46	4,18	1,44	5,18	1,29	3,88
5	1,48	1,93	1,48	3,67	1,37	4,28	1,46	4,65	1,47	5,61
6	1,44	2,38	1,46	4,62	1,45	3,58	n.b.	n.b.	1,46	4,86
<i>MW</i>	<i>1,43</i>	<i>2,27</i>	<i>1,39</i>	<i>3,13</i>	<i>1,44</i>	<i>4,13</i>	<i>1,43</i>	<i>3,91</i>	<i>1,38</i>	<i>4,92</i>
s	0,03	0,24	0,08	0,93	0,04	0,44	0,04	1,08	0,07	0,70
v	0,02	0,10	0,06	0,30	0,03	0,11	0,03	0,28	0,05	0,14
min x	1,40	1,93	1,30	2,10	1,37	3,58	1,36	2,75	1,29	3,88
max x	1,48	2,58	1,48	4,62	1,48	4,70	1,46	5,18	1,47	5,61

**Tabelle A35:** NM IIa WFM – dynamischer E-Modul

Serie: V 8a  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: trocken

Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,45	1,47	1706,2	4277	1,47	1,48	1784,4	4715	1,42	1,44	2205,8	7004
2	1,47	1,49	1710,3	4356	1,36	1,38	1705,3	4005	1,47	1,49	2227,9	7380
3	1,45	1,47	1740,4	4440	1,47	1,48	1793,9	4767	1,51	1,53	2134,0	6961
4	1,44	1,46	1733,0	4394	1,46	1,47	1807,3	4800	1,43	1,45	2138,9	6623
5	1,39	1,41	1613,0	3673	1,47	1,48	1739,5	4484	1,45	1,47	2093,8	6457
6	1,41	1,43	1672,3	3995	1,45	1,46	1767,1	4564	1,46	1,48	2093,8	6497
<i>MW</i>	<i>1,43</i>	<i>1,46</i>	<i>1695,9</i>	<i>4189</i>	<i>1,45</i>	<i>1,46</i>	<i>1766,3</i>	<i>4556</i>	<i>1,46</i>	<i>1,48</i>	<i>2149,0</i>	<i>6820</i>
s	0,03	0,03	-	298	0,04	0,04	-	296	0,03	0,03	-	359
v	0,02	0,02	-	0,07	0,03	0,03	-	0,06	0,02	0,02	-	0,05
min x	1,39	1,41	-	3673	1,36	1,38	-	4005	1,42	1,44	-	6457
max x	1,47	1,49	-	4440	1,47	1,48	-	4800	1,51	1,53	-	7380

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,45	1,46	1759,3	4533	1,52	1,54	2161,9	7175
2	1,47	1,49	2045,5	6236	1,49	1,51	1950,9	5743
3	1,48	1,50	2011,8	6055	1,47	1,49	2020,3	6061
4	1,48	1,51	2099,2	6632	1,50	1,52	2064,5	6460
5	1,45	1,47	2046,5	6159	1,44	1,45	2038,9	6029
6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1,50	1,52	2133,2	6896
<i>MW</i>	<i>1,47</i>	<i>1,49</i>	<i>1992,5</i>	<i>5923</i>	<i>1,49</i>	<i>1,50</i>	<i>2061,6</i>	<i>6394</i>
s	0,02	0,02	-	807	0,03	0,03	-	554
v	0,01	0,01	-	0,14	0,02	0,02	-	0,09
min x	1,45	1,46	-	4533	1,44	1,45	-	5743
max x	1,48	1,51	-	6632	1,52	1,54	-	7175

**Tabelle A36: NM IIa WFM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 8b

Mauerstein: KS

Feuchtezustand: feucht

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 9,24 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,56 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,58	11,04	1,52	11,73	1,55	13,32	1,63	15,51	1,58	13,62
2	1,59	10,34	1,49	9,23	1,45	13,34	1,63	11,55	1,61	14,44
3	1,56	10,07	1,53	11,69	1,52	9,07	1,55	12,47	1,62	17,36
4	1,56	10,28	1,49	11,90	1,54	13,51	1,50	10,33	1,59	12,87
5	1,54	9,40	1,54	9,97	1,56	11,42	1,64	12,09	1,59	12,95
6	1,50	8,87	1,56	11,07	1,50	12,91	1,63	13,44	1,57	12,73
<i>MW</i>	<i>1,56</i>	<i>10,00</i>	<i>1,52</i>	<i>10,93</i>	<i>1,52</i>	<i>12,26</i>	<i>1,60</i>	<i>12,57</i>	<i>1,59</i>	<i>13,99</i>
s	0,03	0,76	0,03	1,10	0,04	1,74	0,06	1,77	0,02	1,77
v	0,02	0,08	0,02	0,10	0,03	0,14	0,04	0,14	0,01	0,13
min x	1,50	8,87	1,49	9,23	1,45	9,07	1,50	10,33	1,57	12,73
max x	1,59	11,04	1,56	11,90	1,56	13,51	1,64	15,51	1,62	17,36

**Tabelle A37: NM IIa WFM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 8b  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: feucht

Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,56	1,60	2505,0	10042	1,51	1,56	2350,2	8620	1,57	1,64	2737,6	12252
2	1,58	1,63	2315,3	8726	1,54	1,58	2292,3	8316	1,55	1,61	2774,1	12376
3	1,52	1,56	2425,4	9199	1,50	1,55	2452,1	9295	1,58	1,65	2858,8	13459
4	1,48	1,52	2312,5	8117	1,53	1,58	2387,4	8990	1,55	1,61	2813,0	12709
5	1,53	1,58	2332,6	8596	1,51	1,56	2270,0	8025	1,57	1,63	2829,1	13078
6	1,56	1,60	2212,4	7812	1,54	1,58	2331,0	8599	1,50	1,57	2832,9	12556
<i>MW</i>	<i>1,54</i>	<i>1,58</i>	<i>2350,5</i>	<i>8749</i>	<i>1,52</i>	<i>1,57</i>	<i>2347,2</i>	<i>8641</i>	<i>1,55</i>	<i>1,62</i>	<i>2807,6</i>	<i>12738</i>
s	0,04	0,04		797	0,02	0,02		455	0,03	0,03		455
v	0,02	0,02		0,09	0,01	0,01		0,05	0,02	0,02		0,04
min x	1,48	1,52	-	7812	1,50	1,55	-	8025	1,50	1,57	-	12252
max x	1,58	1,63		10042	1,54	1,58		9295	1,58	1,65		13459

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,63	1,70	2791,5	13267	1,60	1,66	2750,7	12588
2	1,62	1,69	2682,1	12155	1,55	1,61	2658,7	11357
3	1,61	1,68	2609,0	11426	1,57	1,63	2704,9	11956
4	1,58	1,65	2751,4	12458	1,58	1,64	2741,1	12349
5	1,62	1,69	2752,1	12785	1,54	1,60	2684,5	11546
6	1,62	1,69	2701,4	12329	1,55	1,61	2603,1	10909
<i>MW</i>	<i>1,61</i>	<i>1,68</i>	<i>2714,6</i>	<i>12403</i>	<i>1,57</i>	<i>1,63</i>	<i>2690,5</i>	<i>11784</i>
s	0,02	0,02		619	0,02	0,02		632
v	0,01	0,01		0,05	0,01	0,02		0,05
min x	1,58	1,65	-	11426	1,54	1,60	-	10909
max x	1,63	1,70		13267	1,60	1,66		12588

Tabelle A38: NM IIa WFM – Verhältnis  $\beta_{F,t} / \beta_{N,t}$ 

 Mauersteinart, Verhältniswerte  $\alpha_t = \beta_{F,t} / \beta_{N,t}$ 

Mauerstein	$\alpha_7$	$\alpha_{14}$	$\alpha_{21}$	$\alpha_{28}$	$\alpha_{90}$
1	2	3	4	5	6
V-tr	0,91	0,78	0,83	0,79	1,03
V-f	1,27	0,83	1,11	1,14	1,67
HLz-tr	1,18	0,77	0,99	1,35	1,27
HLz-f	1,19	0,64	0,99	1,25	1,14
KS-tr	0,32	0,33	0,39	0,43	0,44
KS-f	1,40	1,14	1,17	1,38	1,24

## 2.3 NM III WTM / WFM

**Tabelle A39:** NM III WTM – Frischmörtelkennwerte  
 Versuchsserie, Mischung-Nr., Ausbreitmaß a, Luft-  
 gehalt L, Frischmörtelrohddichte  $\rho_{fr}$

Serie	Mischung	a	L	$\rho_{fr}$
-	-	mm	Vol.-%	kg/dm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Normprisma	1	199	10,0	1,95
V1a	2	195	10,5	1,93
V1b	3	195	11,0	1,92
<i>Mittelwert</i>		<i>196</i>	<i>10,5</i>	<i>1,93</i>

**Tabelle A40:** NM III WFM – Frischmörtelkennwerte  
 Versuchsserie, Mischung-Nr., Ausbreitmaß a, Luft-  
 gehalt L, Frischmörtelrohddichte  $\rho_{fr}$

Serie	Mischung	a	L	$\rho_{fr}$
-	-	mm	Vol.-%	kg/dm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Normprisma	13	138	17,3	1,79
V2a, V2b				

**Tabelle A41: NM III WTM - Prismendruckfestigkeit**  
 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Druckfestigkeit  $\beta_N$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_N$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,94	17,66	1,85	20,31	1,85	21,17	1,86	22,89	1,85	22,78
2		17,41		21,67		20,21		23,54		23,04
3	1,94	17,63	1,85	20,41	1,84	19,31	1,85	20,93	1,84	22,49
4		16,36		21,26		21,11		23,89		22,97
5	1,94	17,86	1,86	20,84	1,86	21,2	1,86	22,69	1,84	22,73
6		17,37		21,17		18,61		23,18		22,46
<i>MW</i>	1,94	17,38	1,85	20,94	1,85	20,27	1,86	22,85	1,84	22,75
s		0,53		0,52		1,10		1,04		0,24
v		0,03		0,03		0,05		0,05		0,01
min x	-	16,36	-	20,31	-	18,61	-	20,93	-	22,46
max x		17,86		21,67		21,2		23,89		23,04

**Tabelle A42: NM III WTM- Normprisma**  
 Trockenrohichte  $\rho_d$ , Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit v, dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	v	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	v	$E_{dyn,F}$	$\rho_d$	$\rho_l$	v	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,73	1,88	1675,4	5270	1,75	1,84	2684,6	13245	1,75	1,83	2531,6	11721
2	1,74	1,88	1649,5	5114	1,74	1,84	2635,9	12781	1,76	1,83	2454,0	11021
3	1,74	1,88	1684,2	5323	1,75	1,84	2758,6	13985	1,75	1,83	2416,9	10686
<i>MW</i>	1,74	1,88	1669,7	5236	1,75	1,84	2693,0	13337	1,75	1,83	2467,5	11143

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	v	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	v	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,77	1,83	2531,6	11707	1,76	1,83	2473,0	11165
2	1,77	1,83	2454,0	11005	1,77	1,83	2450,2	10964
3	1,77	1,83	2416,9	10673	1,78	1,83	2515,7	11560
<i>MW</i>	1,77	1,83	2467,5	11128	1,77	1,83	2479,6	11230

**Tabelle A43: NM III WFM - Prismendruckfestigkeit**  
 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Druckfestigkeit  $\beta_N$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_N$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,76	9,80	1,75	14,30	1,73	13,39	1,73	15,12	1,76	16,95
2		7,40		13,69		13,89		14,59		17,94
3	1,78	10,14	1,75	14,06	1,73	13,91	1,71	14,30	1,74	16,63
4		10,33		13,53		14,58		14,71		15,33
5	1,76	9,79	1,74	10,83	1,74	13,39	1,72	15,05	1,77	17,97
6		9,78		12,16		14,78		14,68		17,92
MW	1,77	9,54	1,75	13,10	1,73	13,99	1,72	14,74	1,76	17,12
s		1,07		1,34		0,58		0,30		1,05
v		0,11		0,10		0,04		0,02		0,06
min x	-	7,4	-	10,83	-	13,39	-	14,3	-	15,33
max x		10,33		14,3		14,78		15,12		17,97

**Tabelle A44: NM III WFM-Normprisma**  
 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn,F}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,67	1,81	2312,1	9648	1,65	1,75	2589,0	11724	1,65	1,74	2662,2	12313
2	1,67	1,80	2247,2	9064	1,64	1,74	2773,0	13362	1,66	1,73	2580,6	11496
3	1,66	1,83	2302,2	9695	1,64	1,77	2768,2	13552	1,66	1,76	2584,8	11737
MW	1,67	1,81	2287,2	9469	1,64	1,75	2710,0	12880	1,66	1,74	2609,2	11848

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,66	1,74	2454,0	10480	1,69	1,75	2439,0	10411
2	1,67	1,73	2339,2	9462	1,70	1,74	2454,0	10476
3	1,66	1,76	2373,9	9915	1,68	1,77	2395,2	10146
MW	1,66	1,74	2389,0	9952	1,69	1,75	2429,4	10345

Tabelle A45: NM III WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 1a

Mauerstein: KS

Feuchtezustand: trocken

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 22,74 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,76 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,68	8,58	1,69	11,71	1,64	11,68	1,77	9,26	1,70	11,89
2	1,68	8,99	1,68	8,98	1,74	12,05	1,75	9,49	1,69	10,33
3	1,65	8,36	1,69	8,76	1,72	13,77	1,72	10,58	1,83	14,49
4	1,70	11,12	1,66	7,29	1,72	12,75	1,65	9,28	1,74	10,49
5	1,70	9,79	1,75	11,45	1,71	13,92	1,71	10,10	1,68	14,01
6	1,72	10,59	1,75	13,10	1,73	11,51	1,80	11,74	1,69	9,25
<i>MW</i>	<i>1,69</i>	<i>9,57</i>	<i>1,70</i>	<i>10,21</i>	<i>1,71</i>	<i>12,61</i>	<i>1,73</i>	<i>10,08</i>	<i>1,72</i>	<i>11,74</i>
s	0,02	1,12	0,04	2,20	0,04	1,05	0,05	0,96	0,06	2,12
v	0,01	0,12	0,02	0,22	0,02	0,08	0,03	0,10	0,03	0,18
min x	1,65	8,36	1,66	7,29	1,64	11,51	1,65	9,26	1,68	9,25
max x	1,72	11,12	1,75	13,10	1,74	13,92	1,80	11,74	1,83	14,49

**Tabelle A46:** NM III WTM – dynamischer E-Modul

Serie: V 1a

Mauerstein: KS

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,72	1,75	2250,0	8857	1,75	1,77	2386,1	10079	1,76	1,78	2422,3	10453
2	1,70	1,73	2181,8	8241	1,74	1,76	2314,8	9428	1,76	1,79	2408,7	10384
3	1,73	1,76	2413,3	10263	1,71	1,74	2321,0	9369	1,88	1,91	2430,6	11253
4	1,74	1,77	2292,1	9314	1,73	1,76	2348,1	9684	1,92	1,95	2281,5	10169
5	1,74	1,77	2208,8	8647	1,79	1,82	2441,7	10825	1,76	1,79	2334,1	9750
6	1,75	1,78	2274,6	9217	1,77	1,80	2535,4	11543	1,73	1,76	2411,5	10204
<i>MW</i>	<i>1,73</i>	<i>1,76</i>	<i>2270,1</i>	<i>9090</i>	<i>1,73</i>	<i>1,77</i>	<i>2391,2</i>	<i>10155</i>	<i>1,80</i>	<i>1,83</i>	<i>2381,4</i>	<i>10309</i>
s	0,02	0,02	-	695	0,03	0,03	-	866	0,08	0,08	-	498
v	0,01	0,01	-	0,08	0,02	0,02	-	0,09	0,04	0,04	-	0,05
min x	1,70	1,73	-	8241	1,71	1,74	-	9369	1,73	1,76	-	9750
max x	1,75	1,78	-	10263	1,79	1,82	-	11543	1,92	1,95	-	11253

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,74	1,76	2335,7	9602	1,74	1,76	2527,0	11227
2	1,75	1,77	2279,2	9204	1,75	1,77	2568,5	11652
3	1,72	1,74	2311,6	9312	1,75	1,77	2519,2	11223
4	1,75	1,77	2346,9	9756	1,79	1,81	2552,7	11773
5	1,77	1,80	2506,2	11281	1,73	1,75	2516,8	11058
6	1,74	1,76	2372,1	9920	1,70	1,72	2617,9	11804
<i>MW</i>	<i>1,74</i>	<i>1,77</i>	<i>2358,6</i>	<i>9846</i>	<i>1,74</i>	<i>1,76</i>	<i>2550,3</i>	<i>11456</i>
s	0,02	0,02	-	752	0,03	0,03	-	324
v	0,01	0,01	-	0,08	0,02	0,02	-	0,03
min x	1,72	1,74	-	9204	1,70	1,72	-	11058
Max x	1,77	1,80	-	11281	1,79	1,81	-	11804

**Tabelle A47: NM II WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 1b  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: feucht

Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$\beta_{N,28d} = 19,80 \text{ N/mm}^2$

$\rho_{d,N,28d} = 1,74 \text{ kg/dm}^3$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,80	17,60	1,82	22,80	1,72	18,31	1,80	27,43	1,87	36,91
2	1,84	17,66	1,82	21,84	1,58	18,45	1,88	29,40	1,87	38,41
3	1,83	20,47	1,89	17,36	1,83	21,08	1,80	23,28	1,89	37,04
4	1,83	19,47	1,82	21,11	1,83	20,80	1,82	21,58	1,86	39,46
5	1,75	18,73	1,86	21,61	1,77	18,75	1,84	26,76	1,86	35,45
6	1,83	18,50	1,84	24,29	1,74	18,19	1,81	21,94	1,85	30,29
<i>MW</i>	<i>1,81</i>	<i>18,74</i>	<i>1,84</i>	<i>21,50</i>	<i>1,75</i>	<i>19,26</i>	<i>1,83</i>	<i>25,07</i>	<i>1,87</i>	<i>36,26</i>
s	0,03	1,10	0,03	2,32	0,09	1,32	0,03	3,24	0,01	3,23
v	0,02	0,06	0,02	0,11	0,05	0,07	0,02	0,13	0,01	0,09
min x	1,75	17,60	1,82	17,36	1,58	18,19	1,80	21,58	1,85	30,29
max x	1,84	20,47	1,89	24,29	1,83	21,08	1,88	29,40	1,89	39,46

**Tabelle A48: NM III WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 1b  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: feucht

Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,78	1,87	3350,0	20965	1,77	1,86	3260,5	19746	1,79	1,88	2918,1	15984
2	1,68	1,76	3381,3	20139	1,77	1,87	3079,3	17717	1,79	1,88	2979,4	16691
3	1,77	1,86	3233,4	19418	1,94	2,04	3092,6	19503	1,83	1,92	2866,9	15761
4	1,77	1,86	3334,4	20649	1,80	1,89	2919,1	16099	1,80	1,88	3006,0	17001
5	1,77	1,85	3228,0	19322	1,76	1,85	2976,5	16429	1,78	1,87	2848,3	15145
6	1,78	1,86	3512,0	22973	1,74	1,84	2952,9	16023	1,73	1,82	2737,4	13622
<i>MW</i>	<i>1,76</i>	<i>1,84</i>	<i>3339,9</i>	<i>20577</i>	<i>1,80</i>	<i>1,89</i>	<i>3046,8</i>	<i>17586</i>	<i>1,79</i>	<i>1,87</i>	<i>2892,7</i>	<i>15701</i>
s	0,04	0,04	-	1342	0,07	0,08	-	1694	0,03	0,03	-	1215
v	0,02	0,02		0,07	0,04	0,04		0,10	0,02	0,02		0,08
min x	1,68	1,76		19322	1,74	1,84		16023	1,73	1,82		13622
max x	1,78	1,87		22973	1,94	2,04		19746	1,83	1,92		17001

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,80	1,89	3410,0	21919	1,82	1,89	2909,1	16020
2	1,79	1,88	3189,5	19096	1,76	1,82	3060,7	17049
3	1,76	1,85	3073,6	17464	1,66	1,74	2876,8	14397
4	1,89	1,99	3027,0	18202	1,78	1,86	3008,8	16863
5	1,83	1,92	3095,7	18357	1,77	1,84	2953,4	16052
6	1,81	1,90	3148,7	18807	1,77	1,85	3014,8	16789
<i>MW</i>	<i>1,81</i>	<i>1,90</i>	<i>3157,4</i>	<i>18974</i>	<i>1,76</i>	<i>1,83</i>	<i>2970,6</i>	<i>16195</i>
s	0,04	0,05	-	1547	0,05	0,05	-	981
v	0,02	0,02		0,08	0,03	0,03		0,06
min x	1,76	1,85		17464	1,66	1,74		14397
max x	1,89	1,99		21919	1,82	1,89		17049

**Tabelle A49: NM III WFM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 2a

Mauerstein: KS

Feuchtezustand: trocken

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

 $\beta_{N,28d} = 14,74 \text{ N/mm}^2$ 
 $\rho_{d,N,28d} = 1,66 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,44	2,30	1,42	3,70	1,62	5,37	1,52	3,07	1,54	6,04
2	1,48	1,91	1,38	3,07	1,64	6,34	1,46	3,82	1,47	3,19
3	1,35	1,86	1,53	4,24	1,48	5,35	1,50	6,87	1,49	4,50
4	1,45	2,10	1,53	3,47	1,62	4,53	1,35	2,84	1,52	5,71
5	n.b.	n.b.	1,54	3,71	1,52	4,39	1,58	6,75	1,51	5,67
6	n.b.	n.b.	1,54	4,75	1,55	3,98	1,59	7,49	1,55	6,77
<i>MW</i>	<i>1,43</i>	<i>2,04</i>	<i>1,49</i>	<i>3,82</i>	<i>1,57</i>	<i>4,99</i>	<i>1,50</i>	<i>5,14</i>	<i>1,51</i>	<i>5,31</i>
s	0,06	0,20	0,07	0,59	0,06	0,86	0,09	2,12	0,03	1,27
v	0,04	0,10	0,05	0,15	0,04	0,17	0,06	0,41	0,02	0,24
min x	1,35	1,86	1,38	3,07	1,48	3,98	1,35	2,84	1,47	3,19
max x	1,48	2,30	1,54	4,75	1,64	6,34	1,59	7,49	1,55	6,77

**Tabelle A50: NM III WFM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 2a

Mauerstein: KS

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,47	1,49	1717,5	4384	1,51	1,53	2069,7	6567	1,60	1,63	2251,7	8241
2	1,56	1,57	1660,6	4338	1,57	1,59	2129,4	7218	1,61	1,64	2274,4	8462
3	1,43	1,44	1557,1	3494	1,44	1,47	215,4	68	1,55	1,57	2092,8	6876
4	1,58	1,60	1632,3	4260	1,48	1,51	2315,4	8067	1,59	1,61	2150,5	7466
5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1,52	1,54	2175,4	7301	1,50	1,53	1990,3	6045
6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1,58	1,60	2160,4	7460	1,54	1,56	2093,2	6853
<i>MW</i>	<i>1,51</i>	<i>1,53</i>	<i>1641,9</i>	<i>4119</i>	<i>1,52</i>	<i>1,54</i>	<i>1844,3</i>	<i>6114</i>	<i>1,57</i>	<i>1,59</i>	<i>2142,2</i>	<i>7324</i>
s	0,07	0,07		420	0,05	0,05		3001	0,04	0,04		918
v	0,05	0,05		0,10	0,03	0,03		0,49	0,03	0,03		0,13
min x	1,43	1,44	-	3494	1,44	1,47		68	1,50	1,53		6045
max x	1,58	1,60		4384	1,58	1,60		8067	1,61	1,64		8462

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,54	1,56	2079,0	6741	1,56	1,58	2202,3	7656
2	1,50	1,52	2079,8	6562	1,53	1,56	2125,0	7020
3	1,55	1,56	2140,4	7162	1,51	1,53	2172,1	2409
4	1,55	1,57	2078,6	6763	1,53	1,55	2320,0	8327
5	1,62	1,64	1970,2	6368	1,58	1,60	2208,5	7826
6	1,53	1,55	2172,5	7307	1,49	1,51	2156,2	7001
<i>MW</i>	<i>1,55</i>	<i>1,57</i>	<i>2086,8</i>	<i>6817</i>	<i>1,53</i>	<i>1,58</i>	<i>2197,3</i>	<i>6707</i>
s	0,04	0,04		356	0,03	0,04		2165
v	0,03	0,03		0,05	0,02	0,02		0,32
min x	1,50	1,52	-	6368	1,49	1,51		2409
max x	1,62	1,64		7307	1,58	1,60		8327

Tabelle A51: NM III WFM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 2b

Mauerstein: KS

Feuchtezustand: feucht

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

 $\beta_{N,28d} = 14,74 \text{ N/mm}^2$ 
 $\rho_{d,N,28d} = 1,66 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,69	10,57	1,69	16,11	1,69	15,82	1,71	16,42	1,63	16,95
2	1,70	9,11	1,59	14,48	1,70	17,17	1,69	18,24	1,63	14,47
3	1,65	9,61	1,68	13,59	1,64	14,37	1,70	18,64	1,70	21,98
4	1,65	10,30	1,69	13,76	1,70	17,47	1,68	17,24	1,66	20,16
5	1,63	10,29	1,70	13,00	1,69	12,38	1,61	15,81	1,60	16,65
6	1,63	9,29	1,74	13,85	1,70	14,89	1,64	16,10	1,67	18,57
<i>MW</i>	<i>1,66</i>	<i>9,86</i>	<i>1,68</i>	<i>14,13</i>	<i>1,69</i>	<i>15,35</i>	<i>1,67</i>	<i>17,08</i>	<i>1,65</i>	<i>18,13</i>
s	0,03	0,60	0,05	1,08	0,02	1,90	0,04	1,17	0,04	2,69
v	0,02	0,06	0,03	0,08	0,01	0,12	0,02	0,07	0,02	0,15
min x	1,63	9,11	1,59	13,00	1,64	12,38	1,61	15,81	1,60	14,47
max x	1,70	10,57	1,74	16,11	1,70	17,47	1,71	18,64	1,70	21,98

**Tabelle A52:** NM III WFM – dynamischer E-Modul

Serie: V 2b  
 Mauerstein: KS  
 Feuchtezustand: feucht

Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,61	1,65	2217,3	8127	1,62	1,68	2925,3	14363	1,67	1,73	2669,4	12353
2	1,62	1,66	2208,1	8099	1,62	1,68	2853,0	13710	1,64	1,71	2701,9	12448
3	1,61	1,64	2156,7	7648	1,64	1,70	2849,0	13822	1,66	1,72	2672,1	12265
4	1,56	1,59	2133,6	7249	1,61	1,68	2738,0	12580	1,63	1,69	2805,1	13323
5	1,60	1,65	2180,0	7828	1,63	1,70	2899,1	14258	1,65	1,71	2655,1	12018
6	1,59	1,63	2136,5	7418	1,62	1,68	2842,0	13596	1,64	1,70	2711,2	12484
<i>MW</i>	<i>1,60</i>	<i>1,64</i>	<i>2172,0</i>	<i>7728</i>	<i>1,63</i>	<i>1,69</i>	<i>2851,1</i>	<i>13721</i>	<i>1,65</i>	<i>1,71</i>	<i>2702,4</i>	<i>12482</i>
s	0,02	0,03	-	358	0,01	0,01	-	637	0,01	0,02	-	444
v	0,01	0,02	-	0,05	0,01	0,01	-	0,05	0,01	0,01	-	0,04
min x	1,56	1,59	-	7249	1,61	1,68	-	12580	1,63	1,69	-	12018
max x	1,62	1,66	-	8127	1,64	1,70	-	14363	1,67	1,73	-	13323

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,60	1,65	3027,2	15156	1,60	1,65	2894,4	13843
2	1,60	1,66	2852,2	13517	1,61	1,67	2767,5	12756
3	1,63	1,68	2982,0	14964	1,60	1,65	2783,1	12780
4	1,64	1,70	2808,5	13401	1,62	1,67	2818,4	13277
5	1,60	1,66	2759,1	12596	1,57	1,62	2843,3	13128
6	1,63	1,68	2752,8	12760	1,60	1,65	2782,7	12774
<i>MW</i>	<i>1,62</i>	<i>1,67</i>	<i>2863,6</i>	<i>13732</i>	<i>1,60</i>	<i>1,65</i>	<i>2814,9</i>	<i>13093</i>
s	0,02	0,02	-	1090	0,02	0,02	-	427
v	0,01	0,01	-	0,08	0,01	0,01	-	0,03
min x	1,60	1,65	-	12596	1,57	1,62	-	12756
max x	1,64	1,70	-	15156	1,62	1,67	-	13843

Tabelle A53: NM III – Verhältnis  $\beta_{F,t} / \beta_{N,t}$ Mauersteinart, Verhältnswerte  $\alpha_t = \beta_{F,t} / \beta_{N,t}$ 

Mauerstein	Mörtel	$\alpha_7$	$\alpha_{14}$	$\alpha_{21}$	$\alpha_{28}$	$\alpha_{90}$
1	2	3	4	5	6	7
KS-tr	WTM	0,55	0,49	0,62	0,44	0,52
KS-f		1,08	1,03	0,95	1,10	1,59
KS-tr	WFM	0,21	0,29	0,36	0,35	0,31
KS-f		1,03	1,08	1,10	1,16	1,06

## 2.4 LM 21 WTM

**Tabelle A54:** LM 21 WTM – Frischmörtelkennwerte  
 Versuchsserie, Mischung-Nr., Ausbreitmaß a, Luftgehalt L, Frischmörtelrohddichte  $\rho_{fr}$

Serie	Mischung	a	L	$\rho_{fr}$
-	-	mm	Vol.-%	kg/dm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Normprisma	20	184	17,0	1,07
V9a	16	185	19,6	1,05
V9b	17	182	20,0	1,03
V9c, V10c	21	182	18,8	1,05
V10a	14	174	16,3	1,12
V10b	15	161	16,8	1,09
<i>Mittelwert</i>		<i>178</i>	<i>18,1</i>	<i>1,07</i>

**Tabelle A55:** LM 21 WTM - Prismendruckfestigkeit  
 Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Druckfestigkeit  $\beta_N$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_N$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,08	7,14	0,98	8,09	0,93	8,56	0,92	9,26	0,90	8,31
2		6,96		8,61		8,19		8,86		8,76
3	1,08	7,46	1,00	7,91	0,93	8,51	0,93	8,71	0,89	7,38
4		7,25		7,96		8,48		8,94		7,46
5	1,06	7,64	1,00	8,36	0,93	7,71	0,92	8,78	0,89	5,24
6		7,61		8,08		7,62		8,33		8,17
<i>MW</i>	<i>1,07</i>	<i>7,34</i>	<i>0,99</i>	<i>8,17</i>	<i>0,93</i>	<i>8,18</i>	<i>0,92</i>	<i>8,81</i>	<i>0,89</i>	<i>8,05</i>
s		0,27		0,27		0,42		0,30		0,53
v		0,04		0,03		0,05		0,03		0,07
min x	-	6,96	-	7,91	-	7,62	-	8,33	-	7,38
max x		7,64		8,61		8,56		9,26		8,76

Tabelle A56: LM 21 WTM-Normprisma

 Trockenrohdichte  $\rho_d$ , Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn,F}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,78	1,03	1659,8	2826	0,80	0,93	1698,5	2694	0,79	0,91	1826,5	3027
2	0,79	1,02	1675,4	2857	0,80	0,93	1758,2	2889	0,79	0,91	1826,5	3019
3	0,79	1,01	1670,1	2804	0,80	0,93	1766,0	2898	0,78	0,91	1785,7	2873
<i>MW</i>	<i>0,79</i>	<i>1,02</i>	<i>1668,4</i>	<i>2829</i>	<i>0,80</i>	<i>0,93</i>	<i>1740,9</i>	<i>2827</i>	<i>0,79</i>	<i>0,91</i>	<i>1812,9</i>	<i>2973</i>

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0,80	0,90	1748,6	2747	0,81	0,89	2048,7	3747
2	0,80	0,90	1783,7	2848	0,81	0,89	2072,5	3814
3	0,79	0,89	1797,8	2886	0,81	0,89	1970,4	3447
<i>MW</i>	<i>0,80</i>	<i>0,90</i>	<i>1776,7</i>	<i>2827</i>	<i>0,81</i>	<i>0,89</i>	<i>2030,5</i>	<i>3669</i>

**Tabelle A57: LM 21 WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 9a  
 Mauerstein: LHLz  
 Feuchtezustand: trocken

Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 7,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 0,74 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,91	4,31	0,87	4,77	0,86	5,79	0,88	4,96	0,86	5,35
2	0,81	4,96	0,90	4,25	0,86	5,01	0,90	5,70	0,86	4,68
3	0,85	4,89	0,86	4,70	0,85	4,82	0,93	5,12	0,87	4,85
4	0,84	3,11	0,87	4,82	0,80	5,78	0,86	4,77	0,86	5,87
5	0,88	4,59	0,85	5,22	0,87	5,72	0,80	5,14	0,84	4,72
6	0,86	4,61	0,89	5,64	0,76	5,57	0,82	4,54	0,85	4,30
<i>MW</i>	<i>0,86</i>	<i>4,41</i>	<i>0,87</i>	<i>4,90</i>	<i>0,83</i>	<i>5,45</i>	<i>0,87</i>	<i>5,04</i>	<i>0,86</i>	<i>4,96</i>
s	0,03	0,68	0,02	0,48	0,04	0,42	0,05	0,39	0,01	0,56
v	0,04	0,15	0,02	0,10	0,05	0,08	0,06	0,08	0,01	0,11
min x	0,81	3,11	0,85	4,25	0,76	4,82	0,80	4,54	0,84	4,30
max x	0,91	4,96	0,90	5,64	0,87	5,79	0,93	5,70	0,87	5,87

**Tabelle A58: LM 21 WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 9a

Mauerstein: LHLz

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,72	0,78	1618,0	2053	0,80	0,89	1879,6	3156	0,70	0,79	1724,2	2348
2	0,79	0,87	1664,4	2415	0,80	0,90	1878,6	3180	0,74	0,84	1655,3	2296
3	0,77	0,86	1648,3	2345	0,70	0,79	1848,7	2698	0,74	0,84	1695,8	2403
4	0,76	0,85	1644,8	2294	0,75	0,83	1819,5	2746	0,68	0,77	1679,6	2172
5	0,79	0,89	1694,1	2547	0,79	0,89	1872,0	3115	0,74	0,85	1594,2	2161
6	0,70	0,79	1639,8	2121	0,78	0,88	1923,8	3261	0,74	0,85	1563,0	2079
<i>MW</i>	<i>0,76</i>	<i>0,84</i>	<i>1651,6</i>	<i>2296</i>	<i>0,77</i>	<i>0,86</i>	<i>1870,3</i>	<i>3026</i>	<i>0,72</i>	<i>0,82</i>	<i>1652,0</i>	<i>2243</i>
s	0,04	0,04		184	0,04	0,04		241	0,03	0,03		125
v	0,05	0,05		0,08	0,05	0,05		0,08	0,04	0,04		0,06
min x	0,70	0,78	-	2053	0,70	0,79	-	2698	0,68	0,77	-	2079
max x	0,79	0,89		2547	0,80	0,90		3261	0,74	0,85		2403

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0,76	0,87	1896,7	3122	0,76	n.b.	n.b.	n.b.
2	0,72	0,82	1825,0	2718	0,75	1,01	1432,7	2074
3	0,77	0,87	1806,3	2852	0,76	0,83	1698,1	2387
4	0,78	0,89	1841,1	3017	0,77	0,78	1753,9	2412
5	0,73	0,83	1750,4	2552	0,72	1,05	1548,0	2504
6	0,73	0,82	1740,8	2497	0,74	1,01	1342,4	1820
<i>MW</i>	<i>0,75</i>	<i>0,85</i>	<i>1810,1</i>	<i>2793</i>	<i>0,75</i>	<i>0,92</i>	<i>1555,0</i>	<i>2240</i>
s	0,02	0,03		250	0,02	116		285
v	0,03	0,04		0,09	0,02	0,13		0,13
min x	0,72	0,82	-	2497	0,72	784	-	1820
max x	0,78	0,89		3122	0,77	1,05		2504

**Tabelle A59:** LM 21 WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 9b  
 Mauerstein: LHLz  
 Feuchtezustand: feucht

Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 7,66 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 0,73 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,83	5,06	0,86	5,15	0,88	5,91	0,94	5,66	0,93	8,61
2	0,85	4,61	0,86	5,22	0,86	5,58	0,93	5,56	0,98	8,11
3	0,82	4,66	0,91	5,65	0,87	6,39	0,94	6,26	0,97	7,44
4	0,84	4,61	0,85	5,06	0,88	5,58	0,98	5,19	0,96	7,25
5	0,85	4,50	0,89	5,64	0,88	5,16	0,95	6,49	0,92	6,93
6	0,82	4,41	0,89	4,84	0,89	6,00	0,95	6,89	0,91	6,97
<i>MW</i>	<i>0,84</i>	<i>4,64</i>	<i>0,88</i>	<i>5,26</i>	<i>0,88</i>	<i>5,77</i>	<i>0,95</i>	<i>6,01</i>	<i>0,95</i>	<i>7,55</i>
s	0,01	0,22	0,02	0,32	0,01	0,42	0,02	0,64	0,03	0,67
v	0,02	0,05	0,03	0,06	0,01	0,07	0,02	0,11	0,03	0,09
min x	0,82	4,41	0,85	4,84	0,86	5,16	0,93	5,19	0,91	6,93
max x	0,85	5,06	0,91	5,65	0,89	6,39	0,98	6,89	0,98	8,61

**Tabelle A60: LM 21 WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 9b  
 Mauerstein: LHLz  
 Feuchtezustand: feucht

Trockenrohdichte  $\rho_d$ , Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,71	0,82	1751,4	2510	0,77	0,91	1835,2	3059	0,76	0,91	1629,1	2424
2	0,72	0,84	1749,6	2565	0,76	0,89	1994,1	3548	0,74	0,89	1662,7	2458
3	0,73	0,85	1735,2	2548	0,76	0,89	1955,4	3411	0,74	0,90	1904,9	3249
4	0,68	0,80	1782,3	2531	0,71	0,84	1898,3	3019	0,72	0,87	1778,0	2738
5	0,65	0,82	1763,9	2560	0,71	0,84	1972,3	3281	0,76	0,90	1751,3	2760
6	0,69	0,80	1776,2	2509	0,72	0,85	1918,1	3123	0,74	0,88	1643,0	2373
<i>MW</i>	<i>0,69</i>	<i>0,82</i>	<i>1759,7</i>	<i>2537</i>	<i>0,74</i>	<i>0,87</i>	<i>1928,9</i>	<i>3240</i>	<i>0,74</i>	<i>0,89</i>	<i>1728,2</i>	<i>2667</i>
s	0,03	0,02	-	24	0,03	0,03	-	210	0,01	0,02	-	329
v	0,04	0,03	-	0,01	0,04	0,03	-	0,06	0,02	0,02	-	0,12
min x	0,65	0,80	-	2509	0,71	0,84	-	3019	0,72	0,87	-	2373
max x	0,73	0,85	-	2565	0,77	0,91	-	3548	0,76	0,91	-	3249

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0,78	0,95	1850,6	3257	0,78	0,94	2000,0	3774
2	0,76	0,92	1803,2	2997	0,76	0,93	1897,5	3336
3	0,75	0,90	1905,2	3276	0,79	0,95	2036,6	3931
4	0,78	0,93	1795,0	3006	0,78	0,94	1963,7	3631
5	0,79	0,94	1827,0	3129	0,78	0,94	2012,0	3818
6	0,79	0,94	1818,2	3090	0,78	0,94	1950,6	3589
<i>MW</i>	<i>0,77</i>	<i>0,93</i>	<i>1833,2</i>	<i>3126</i>	<i>0,78</i>	<i>0,94</i>	<i>1976,8</i>	<i>3680</i>
s	0,02	0,02	-	120	0,01	0,01	-	210
v	0,02	0,02	-	0,04	0,01	0,01	-	0,06
min x	0,75	0,90	-	2997	0,76	0,93	-	3336
max x	0,79	0,95	-	3276	0,79	0,95	-	3931

**Tabelle A61: LM 21 WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 9c

Mauerstein: LHLz

Feuchtezustand: trocken

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,II}$  (Verfahren II)

 $\beta_{N,28d} = 7,75 \text{ N/mm}^2$ 
 $\rho_{d,N,28d} = 0,76 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,II}$	$\rho_1$	$\beta_{F,II}$
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	10	11
1	0,84	3,87	0,83	4,58
2	0,84	3,93	0,81	4,69
3	0,84	4,59	0,83	4,87
4	0,84	4,65	0,82	4,86
5	0,83	3,77	0,82	5,52
6	0,85	3,60	0,82	5,29
<i>MW</i>	<i>0,84</i>	<i>4,07</i>	<i>0,82</i>	<i>4,97</i>
s	0,01	0,44	0,01	0,36
v	0,01	0,11	0,01	0,07
min x	0,83	3,60	0,81	4,58
max x	0,85	4,65	0,83	5,52

Tabelle A62: LM 21 WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 10a

Mauerstein: Vbl

Feuchtezustand: trocken

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 9,36 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 0,81 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,99	7,77	1,04	7,96	1,05	9,94	1,03	10,19	1,00	9,88
2	1,03	6,85	1,03	8,04	1,04	10,13	1,06	10,64	1,00	8,37
3	1,01	8,26	1,00	7,80	1,01	8,67	1,01	9,91	1,01	12,57
4	1,03	6,95	1,01	8,11	0,99	8,55	1,01	7,51	1,04	10,89
5	0,98	7,59	1,03	8,48	1,03	8,07	1,03	9,39	1,00	11,54
6	1,08	8,43	1,05	7,53	1,04	9,02	1,05	8,95	1,04	11,51
<i>MW</i>	<i>1,02</i>	<i>7,64</i>	<i>1,03</i>	<i>7,99</i>	<i>1,03</i>	<i>9,06</i>	<i>1,03</i>	<i>9,43</i>	<i>1,02</i>	<i>10,79</i>
s	0,04	0,65	0,02	0,32	0,02	0,82	0,02	1,11	0,02	1,48
v	0,04	0,09	0,02	0,04	0,02	0,09	0,02	0,12	0,02	0,14
min x	0,98	6,85	1,00	7,53	0,99	8,07	1,01	7,51	1,00	8,37
max x	1,08	8,43	1,05	8,48	1,05	10,13	1,06	10,64	1,04	12,57

**Tabelle A63: LM 21 WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 10a

Mauerstein: Vbl

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,85	1,01	1950,0	3842	0,80	0,97	2086,8	4239	0,84	1,01	2000,0	4051
2	0,87	1,03	1936,6	3873	0,81	1,01	2026,3	4138	0,84	1,02	2002,0	4084
3	0,83	1,00	2045,2	4184	0,79	0,98	1924,0	3613	0,82	0,98	1963,2	3784
4	0,84	1,01	1922,3	3740	0,80	1,00	2005,9	4012	0,82	0,99	1978,9	3856
5	0,88	1,06	2027,0	4370	0,83	1,02	2062,8	4327	0,81	0,98	2064,0	4161
6	0,88	1,06	1943,5	4012	0,83	1,01	2034,1	4193	0,85	1,03	2073,7	4432
<i>MW</i>	<i>0,86</i>	<i>1,03</i>	<i>1970,8</i>	<i>4003</i>	<i>0,81</i>	<i>1,00</i>	<i>2023,3</i>	<i>4087</i>	<i>0,83</i>	<i>1,00</i>	<i>2013,6</i>	<i>4061</i>
s	0,02	0,03		237	0,02	0,02		255	0,01	0,02		231
v	0,02	0,03		0,06	0,02	0,02		0,06	0,02	0,02		0,06
min x	0,83	1,00	-	3740	0,79	0,97	-	3613	0,81	0,98	-	3784
max x	0,88	1,06		4370	0,83	1,02		4327	0,85	1,03		4432

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0,87	1,05	1949,0	3978	0,84	0,98	2068,3	4189
2	0,84	1,02	1956,9	3900	0,86	1,00	2037,8	4152
3	0,82	0,98	1814,5	3240	0,88	1,03	2170,4	4864
4	0,84	1,00	1917,0	3666	0,86	1,01	2048,2	4230
5	0,87	1,04	2004,0	4190	0,88	1,03	2109,7	4571
6	0,83	0,99	1947,0	3767	0,83	0,97	417,8	n.b.
<i>MW</i>	<i>0,84</i>	<i>1,01</i>	<i>1931,4</i>	<i>3790</i>	<i>0,86</i>	<i>1,00</i>	<i>1808,7</i>	<i>4401</i>
s	0,02	0,03		324	0,02	0,03		308
v	0,02	0,03		0,09	0,03	0,03		0,07
min x	0,82	0,98	-	3240	0,83	0,97	-	4152
max x	0,87	1,05		4190	0,88	1,03		4864

**Tabelle A64: LM 21 WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 10b

Mauerstein: Vbl

Feuchtezustand: feucht

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

 $\beta_{N,28d} = 9,29 \text{ N/mm}^2$ 
 $\rho_{d,N,28d} = 0,80 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,09	5,81	1,05	6,33	1,09	7,89	1,10	7,54	1,03	7,33
2	1,03	7,08	1,08	7,33	1,10	7,89	1,11	9,47	1,06	9,18
3	1,05	6,39	1,07	7,08	1,10	8,92	1,05	8,93	1,06	7,36
4	1,06	6,33	1,07	6,56	1,11	9,39	1,07	7,75	1,05	6,60
5	1,10	7,06	1,10	6,83	1,13	8,60	1,13	9,39	1,09	8,09
6	1,05	7,28	1,11	7,41	1,12	7,94	1,11	10,02	1,05	8,66
<i>MW</i>	<i>1,06</i>	<i>6,65</i>	<i>1,08</i>	<i>6,92</i>	<i>1,11</i>	<i>8,44</i>	<i>1,10</i>	<i>8,85</i>	<i>1,06</i>	<i>7,87</i>
s	0,03	0,57	0,02	0,43	0,01	0,64	0,03	1,00	0,02	0,95
v	0,02	0,09	0,02	0,06	0,01	0,08	0,03	0,11	0,02	0,12
min x	1,03	5,81	1,05	6,33	1,09	7,89	1,05	7,54	1,03	6,60
max x	1,10	7,28	1,11	7,41	1,13	9,39	1,13	10,02	1,09	9,18

**Tabelle A65: LM 21 WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 10b

Mauerstein: Vbl

Feuchtezustand: feucht

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,85	1,13	1952,3	4302	0,78	1,08	1952,8	4113	0,78	1,02	2013,8	4124
2	0,80	1,06	1898,9	3813	0,77	1,05	1936,8	3941	0,82	1,08	1990,3	4276
3	0,81	1,07	1941,2	4043	0,75	1,01	1984,5	3987	0,80	1,03	2009,9	4162
4	0,80	0,88	1932,0	3292	0,80	1,08	2000,0	4304	0,82	1,07	1953,4	4072
5	0,79	1,07	1935,9	4000	0,77	1,05	1982,6	4118	0,83	1,11	2011,8	4508
6	0,86	1,16	1985,9	4566	0,78	1,06	1986,2	4180	0,82	1,10	1980,1	4322
<i>MW</i>	<i>0,82</i>	<i>1,06</i>	<i>1941,0</i>	<i>4003</i>	<i>0,77</i>	<i>1,05</i>	<i>1973,8</i>	<i>4107</i>	<i>0,81</i>	<i>1,07</i>	<i>1993,2</i>	<i>4244</i>
s	0,03	0,10	-	436	0,02	0,02	-	131	0,02	0,04	-	160
v	0,04	0,09	-	0,11	0,02	0,02	-	0,03	0,02	0,04	-	0,04
min x	0,79	0,88	-	3292	0,75	1,01	-	3941	0,78	1,02	-	4072
max x	0,86	1,16	-	4566	0,80	1,08	-	4304	0,83	1,11	-	4508

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0,82	1,09	2075,2	4692	0,84	1,06	2249,5	5370
2	0,83	1,10	1987,9	4340	0,85	1,09	2202,6	5273
3	0,83	1,06	1936,2	3967	0,84	1,06	2248,4	5381
4	0,81	1,05	1917,8	3843	0,83	1,06	2196,1	5113
5	0,83	1,10	1956,6	4227	0,91	1,16	2123,1	5228
6	0,81	1,08	1910,7	3925	0,81	1,02	2175,7	4847
<i>MW</i>	<i>0,82</i>	<i>1,08</i>	<i>1964,1</i>	<i>4166</i>	<i>0,84</i>	<i>1,08</i>	<i>2199,2</i>	<i>5202</i>
s	0,01	0,02	-	320	0,03	0,05	-	200
v	0,01	0,02	-	0,08	0,04	0,04	-	0,04
min x	0,81	1,05	-	3843	0,81	1,02	-	4847
max x	0,83	1,10	-	4692	0,91	1,16	-	5381

**Tabelle A66:** LM 21 WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 10c  
 Mauerstein: Vbl  
 Feuchtezustand: trocken

Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,II}$  (Verfahren II)

$$\beta_{N,28d} = 7,75 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 0,76 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,II}$	$\rho_1$	$\beta_{F,II}$
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	10	11
1	0,99	5,58	0,88	6,16
2	0,95	5,45	0,87	5,64
3	0,97	5,30	0,91	6,06
4	1,01	5,78	0,89	5,94
5	1,00	5,81	0,86	6,38
6	0,97	5,33	0,92	6,07
<i>MW</i>	<i>0,98</i>	<i>5,54</i>	<i>0,89</i>	<i>6,04</i>
s	0,02	0,22	0,02	0,25
v	0,02	0,04	0,03	0,04
min x	0,95	5,30	0,86	5,64
max x	1,01	5,81	0,92	6,38

Tabelle A67: LM 21 WTM – Verhältnis  $\beta_{F,t} / \beta_{N,t}$

Mauersteinart, Verhältniswerte  $\alpha_t = \beta_{F,t} / \beta_{N,t}$

Mauerstein	$\alpha_7$	$\alpha_{14}$	$\alpha_{21}$	$\alpha_{28}$	$\alpha_{90}$
1	2	3	4	5	6
LHLZ-tr	0,60	0,60	0,67	0,57	0,62
LHLZ-f	0,63	0,64	0,71	0,68	0,94
Vbl-tr	1,04	0,98	1,11	1,07	1,34
Vbl-f	0,91	0,85	1,03	1,00	0,98

## 2.5 LM 36 WTM

**Tabelle A68:** LM 36WTM – Frischmörtelkennwerte  
 Versuchsserie, Mischung-Nr., Ausbreitmaß a, Luftgehalt L, Frischmörtelrohddichte  $\rho_{fr}$

Serie	Mischung	a	L	$\rho_{fr}$
-	-	mm	Vol.-%	kg/dm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Normprisma	23	167	9,8	1,37
V11a	18	181	9,8	1,36
V11b	19	184	9,5	1,38
V12a	22	175	9,4	1,38
V12b	25	171	10,4	1,37
<i>Mittelwert</i>		<i>176</i>	<i>9,8</i>	<i>1,37</i>

**Tabelle A69:** LM 36 WTM - Prismendruckfestigkeit  
 Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Druckfestigkeit  $\beta_N$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_N$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,32	10,09	1,22	12,67	1,21	13,98	1,20	13,80	1,23	12,11
2		10,40		12,83		14,10		14,56		14,71
3	1,32	10,61	1,23	13,53	1,21	14,68	1,22	14,71	1,24	14,68
4		10,67		13,59		14,51		14,75		16,47
5	1,31	10,19	1,23	13,40	1,21	13,88	1,22	15,05	1,23	14,38
6		10,24		14,29		14,40		14,86		14,96
<i>MW</i>	<i>1,32</i>	<i>10,36</i>	<i>1,23</i>	<i>13,39</i>	<i>1,21</i>	<i>14,26</i>	<i>1,21</i>	<i>14,62</i>	<i>1,23</i>	<i>14,55</i>
s		0,24		0,58		0,32		0,43		1,41
v		0,02		0,04		0,02		0,03		0,10
min x	-	10,09	-	12,67	-	13,88	-	13,8	-	12,11
max x		10,67		14,29		14,68		15,05		16,47

**Tabelle A70: LM 36 WTM-Normprisma**  
 Trockenrohichte  $\rho_d$ , Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ ,  
 dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn,F}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,09	1,34	2322,2	7228	1,11	1,23	2059,2	5196	1,12	1,21	2094,2	5304
2	1,08	1,35	2012,6	5467	1,10	1,24	2185,8	5915	1,12	1,22	2064,5	5207
3	1,09	1,33	1968,0	5146	1,10	1,23	2144,8	5649	1,11	1,21	2136,2	5537
<i>MW</i>	<i>1,09</i>	<i>1,34</i>	<i>2100,9</i>	<i>5947</i>	<i>1,10</i>	<i>1,23</i>	<i>2129,9</i>	<i>5587</i>	<i>1,12</i>	<i>1,21</i>	<i>2098,3</i>	<i>5349</i>

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,10	1,20	2213,0	5889	1,15	1,20	2072,5	5156
2	1,10	1,21	2046,0	5083	1,14	1,21	2102,5	5355
3	1,11	1,21	2083,3	5239	1,14	1,21	2056,6	5099
<i>MW</i>	<i>1,10</i>	<i>1,21</i>	<i>2114,1</i>	<i>5404</i>	<i>1,14</i>	<i>1,21</i>	<i>2077,2</i>	<i>5203</i>

**Tabelle A71: LM 36 WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 11a

Mauerstein: LHLz

Feuchtezustand: trocken

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

 $\beta_{N,28d} = 14,79 \text{ N/mm}^2$ 
 $\rho_{d,N,28d} = 1,06 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,21	9,09	1,22	11,83	1,23	12,04	1,22	13,55	1,19	17,24
2	1,23	10,14	1,19	9,93	1,23	10,77	1,23	9,15	1,17	12,21
3	1,20	6,89	1,23	11,01	1,23	11,40	1,19	10,62	1,15	13,01
4	1,19	9,52	1,12	9,55	1,23	12,71	1,23	14,43	1,11	14,38
5	1,21	9,11	1,19	7,86	1,24	11,16	1,21	9,08	1,16	13,14
6	1,18	9,75	1,20	11,34	1,23	9,33	1,25	13,05	1,24	14,04
<i>MW</i>	<i>1,20</i>	<i>9,08</i>	<i>1,19</i>	<i>10,25</i>	<i>1,23</i>	<i>11,23</i>	<i>1,22</i>	<i>11,65</i>	<i>1,17</i>	<i>14,00</i>
s	0,02	1,15	0,04	1,45	0,00	1,16	0,02	2,33	0,04	1,76
v	0,01	0,13	0,03	0,14	0,00	0,10	0,02	0,20	0,04	0,13
min x	1,18	6,89	1,12	7,86	1,23	9,33	1,19	9,08	1,11	12,21
max x	1,23	10,14	1,23	11,83	1,24	12,71	1,25	14,43	1,24	17,24

**Tabelle A72: LM 36 WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 11a

Mauerstein: LHLz

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,09	1,20	2000,0	4808	1,08	1,19	1916,5	4352	1,11	1,22	1816,2	4028
2	1,11	1,23	1638,8	3303	1,08	1,19	1931,4	4429	1,11	1,23	1845,9	4173
3	1,11	1,22	1761,6	3789	1,12	1,24	1965,9	4772	1,12	1,23	1953,6	4678
4	1,06	1,16	1750,9	3565	1,11	1,23	1885,3	4367	1,13	1,25	1866,9	4344
5	1,08	1,19	1965,8	4612	0,56	1,19	2150,3	5506	1,13	1,25	1911,5	4570
6	1,10	1,22	1919,4	4480	1,10	1,21	1931,4	4493	1,20	1,32	1679,1	3733
<i>MW</i>	<i>1,09</i>	<i>1,20</i>	<i>1839,4</i>	<i>4093</i>	<i>1,01</i>	<i>1,21</i>	<i>1963,5</i>	<i>4653</i>	<i>1,13</i>	<i>1,25</i>	<i>1845,5</i>	<i>4255</i>
s	0,02	0,02	-	621	0,22	0,02	-	445	0,03	0,04	-	351
v	0,02	0,02		0,15	0,22	0,02		0,10	0,03	0,03		0,08
min x	1,06	1,16		3303	0,56	1,19		4352	1,11	1,22		3733
max x	1,11	1,23		4808	1,12	1,24		5506	1,20	1,32		4678

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,12	1,23	1858,7	4257	1,10	1,20	1936,2	4489
2	1,10	1,21	2055,7	5131	1,11	1,20	2118,9	5390
3	1,13	1,24	1972,5	4838	1,08	1,16	1726,6	3468
4	1,12	1,23	2007,8	4970	1,08	1,16	1984,4	4579
5	1,11	1,23	1984,4	4830	1,10	1,19	1841,5	4028
6	1,11	1,22	2047,8	5134	1,12	1,22	2064,8	5197
<i>MW</i>	<i>1,12</i>	<i>1,23</i>	<i>1987,8</i>	<i>4860</i>	<i>1,10</i>	<i>1,19</i>	<i>1945,4</i>	<i>4525</i>
s	0,01	0,01	-	324	0,02	0,02	-	717
v	0,01	0,01		0,07	0,01	0,02		0,16
min x	1,10	1,21		4257	1,08	1,16		3468
max x	1,13	1,24		5134	1,12	1,22		5390

**Tabelle A73: LM 36 WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 11b

Mauerstein: LHLz

Feuchtezustand: feucht

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_l$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

 $\beta_{N,28d} = 14,57 \text{ N/mm}^2$ 
 $\rho_{d,N,28d} = 1,09 \text{ kg/dm}^3$ 

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_l$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,19	6,67	1,28	11,64	1,250	8,82	1,31	9,15	1,28	10,70
2	1,24	8,19	1,27	11,85	1,230	11,12	1,28	12,22	1,27	14,04
3	1,21	10,78	1,26	9,99	1,270	9,25	1,29	8,57	1,33	13,61
4	1,21	9,50	1,27	12,16	1,250	11,23	1,27	13,21	1,29	15,59
5	1,16	8,42	1,26	11,61	1,270	9,71	1,29	13,87	1,27	11,21
6	1,24	9,35	1,20	8,95	1,270	10,70	1,25	10,53	1,27	13,42
<i>MW</i>	<i>1,21</i>	<i>8,82</i>	<i>1,26</i>	<i>11,03</i>	<i>1,26</i>	<i>10,14</i>	<i>1,28</i>	<i>11,26</i>	<i>1,29</i>	<i>13,09</i>
s	0,03	1,40	0,03	1,27	0,02	1,02	0,02	2,18	0,02	1,83
v	0,03	0,16	0,02	0,12	0,01	0,10	0,02	0,19	0,02	0,14
min x	1,16	6,67	1,20	8,95	1,23	8,82	1,25	8,57	1,27	10,70
max x	1,24	10,78	1,28	12,16	1,27	11,23	1,31	13,87	1,33	15,59

**Tabelle A74: LM 36 WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 11b

Mauerstein: LHLz

Feuchtezustand: feucht

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,12	1,26	1804,0	4085	1,10	1,26	2033,5	5198	1,13	1,26	1990,0	4988
2	1,07	1,21	1885,6	4283	1,10	1,26	2014,4	5128	1,10	1,23	1784,8	3914
3	1,11	1,24	1924,9	4599	1,13	1,27	1903,7	4595	1,12	1,26	1818,3	4176
4	1,11	1,25	1898,1	4517	1,10	1,24	2002,0	4986	1,10	1,24	1847,3	4231
5	1,10	1,24	1825,7	4117	1,08	1,22	2102,1	5370	1,14	1,30	1852,3	4449
6	1,06	1,19	1846,3	4046	1,10	1,24	1962,1	4783	1,13	1,28	1838,1	4336
<i>MW</i>	<i>1,10</i>	<i>1,23</i>	<i>1864,1</i>	<i>4275</i>	<i>1,10</i>	<i>1,25</i>	<i>2003,0</i>	<i>5010</i>	<i>1,12</i>	<i>1,26</i>	<i>1855,2</i>	<i>4349</i>
s	0,03	0,03		235	0,02	0,02		284	0,02	0,03		361
v	0,02	0,02		0,06	0,01	0,02		0,06	0,02	0,02		0,08
min x	1,06	1,19	-	4046	1,08	1,22		4595	1,10	1,23		3914
max x	1,12	1,26		4599	1,13	1,27		5370	1,14	1,30		4988

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,14	1,28	1945,9	4829	1,13	1,28	2004,0	5128
2	1,12	1,26	1919,5	4642	1,13	1,27	1990,3	5022
3	1,12	1,26	2009,9	5108	1,12	1,28	2060,3	5432
4	1,13	1,28	2084,9	5568	1,12	1,28	2038,4	5320
5	1,14	1,28	2179,0	6084	1,11	1,26	1873,6	4423
6	1,11	1,25	1794,3	4024	1,10	1,25	1946,2	4725
<i>MW</i>	<i>1,13</i>	<i>1,27</i>	<i>1988,9</i>	<i>5043</i>	<i>1,12</i>	<i>1,27</i>	<i>1985,5</i>	<i>5008</i>
s	0,01	0,01		722	0,01	0,01		378
v	0,01	0,01		0,14	0,01	0,01		0,08
min x	1,11	1,25		4024	1,10	1,25		4423
max x	1,14	1,28		6084	1,13	1,28		5432

**Tabelle A75: LM 36 WTM - Fugendruckfestigkeit**

Serie: V 12a  
 Mauerstein: Vbl  
 Feuchtezustand: trocken

Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 13,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,10 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,19	9,75	1,22	16,18	1,18	13,62	1,14	11,89	1,17	13,43
2	1,18	7,25	1,19	11,30	1,19	10,66	1,21	10,95	1,20	10,91
3	1,19	8,42	1,19	12,08	1,19	14,25	1,17	12,16	1,18	14,99
4	1,22	11,52	1,22	14,10	1,20	10,88	1,16	8,99	1,18	12,27
5	1,19	10,10	1,18	11,17	1,18	9,80	1,16	8,15	1,15	13,42
6	1,15	8,88	1,20	11,70	1,18	10,97	1,15	9,66	1,15	15,66
<i>MW</i>	<i>1,19</i>	<i>9,32</i>	<i>1,20</i>	<i>12,75</i>	<i>1,19</i>	<i>11,70</i>	<i>1,17</i>	<i>10,30</i>	<i>1,17</i>	<i>13,11</i>
s	0,02	1,48	0,02	1,99	0,01	1,79	0,02	1,62	0,02	1,38
v	0,02	0,16	0,01	0,16	0,01	0,15	0,02	0,16	0,02	0,11
min x	1,15	7,25	1,18	11,17	1,18	9,80	1,14	8,15	1,13	10,91
max x	1,22	11,52	1,22	16,18	1,20	14,25	1,21	12,16	1,20	14,99

**Tabelle A76: LM 36 WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 12a

Mauerstein: Vbl

Feuchtezustand: trocken

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,12	1,20	1944,6	4549	1,11	1,23	2151,7	5683	1,09	1,18	2082,0	5117
2	1,08	1,16	1776,0	3661	1,10	1,21	2193,1	5831	1,09	1,18	2109,9	5266
3	1,09	1,19	2002,0	4778	1,08	1,17	1952,0	4470	1,11	1,19	1983,6	4692
4	1,08	1,18	1832,1	3943	1,08	1,18	2107,1	5232	1,07	1,15	1852,5	3930
5	1,10	1,20	1938,4	4496	1,11	1,22	2049,0	5100	1,10	1,19	1812,7	3914
6	1,10	1,20	1815,0	3956	1,09	1,19	2112,5	5329	1,11	1,20	2016,6	4891
<i>MW</i>	<i>1,09</i>	<i>1,19</i>	<i>1884,7</i>	<i>4231</i>	<i>1,10</i>	<i>1,20</i>	<i>2094,2</i>	<i>5274</i>	<i>1,09</i>	<i>1,18</i>	<i>1976,2</i>	<i>4635</i>
s	0,01	0,02	-	437	0,01	0,02	-	482	0,01	0,02	-	586
v	0,01	0,01	-	0,10	0,01	0,02	-	0,09	0,01	0,02	-	0,13
min x	1,08	1,16	-	3661	1,08	1,17	-	4470	1,07	1,15	-	3914
max x	1,12	1,20	-	4778	1,11	1,23	-	5831	1,11	1,20	-	5266

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,09	1,17	2026,1	4820	1,11	1,17	2195,7	5648
2	1,06	1,15	2190,5	5514	1,11	1,17	2174,1	5538
3	1,09	1,18	2107,9	5262	1,09	1,16	2134,3	5277
4	1,07	1,17	2200,4	5677	1,10	1,17	2265,4	5979
5	1,08	1,18	2096,0	5188	1,13	1,30	2417,7	7003
6	1,08	1,18	2038,3	4889	1,14	1,21	2345,6	6643
<i>MW</i>	<i>1,08</i>	<i>1,17</i>	<i>2109,9</i>	<i>5225</i>	<i>1,11</i>	<i>1,18</i>	<i>2255,5</i>	<i>6015</i>
s	0,01	0,01	-	337	0,02	0,02	-	675
v	0,01	0,01	-	0,06	0,02	0,02	-	0,11
min x	1,06	1,15	-	4820	1,09	1,16	-	5277
max x	1,09	1,18	-	5677	1,14	1,21	-	7003

**Tabelle A77:** LM 36 WTM - Fugendruckfestigkeit

Serie: V 12b

Mauerstein: Vbl

Feuchtezustand: feucht

 Rohdichte lufttrocken  $\rho_1$ , Fugendruckfestigkeit  $\beta_{F,III}$  (Verfahren III)

$$\beta_{N,28d} = 15,79 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{d,N,28d} = 1,12 \text{ kg/dm}^3$$

Nr.	7 d		14 d		21 d		28 d		90 d	
	$\rho_1$	$\beta_{F,III}$								
-	kg/dm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,35	13,19	1,34	17,85	1,28	19,15	1,29	18,56	1,31	18,17
2	1,33	13,28	1,32	16,57	1,30	17,10	1,32	18,89	1,31	18,20
3	1,34	13,08	1,31	17,69	1,29	17,59	1,27	18,14	1,31	18,11
4	1,35	13,50	1,29	18,06	1,31	19,97	1,28	16,06	1,32	14,19
5	1,31	14,94	1,32	16,68	1,31	19,17	1,28	16,93	1,33	15,78
<i>o</i>	1,34	13,04	1,30	17,24	1,30	18,12	1,28	18,58	1,32	18,71
<i>MW</i>	1,34	13,84	1,31	17,35	1,30	18,28	1,29	17,86	1,32	16,86
<i>s</i>	0,02	0,90	0,02	0,62	0,01	1,32	0,02	1,12	0,01	1,64
<i>v</i>	0,01	0,07	0,01	0,04	0,01	0,07	0,01	0,06	0,01	0,10
min x	1,31	13,08	1,29	16,57	1,28	16,72	1,27	16,06	1,31	14,19
max x	1,35	15,04	1,34	18,06	1,31	19,97	1,32	18,89	1,33	18,20

**Tabelle A78: LM 36 WTM – dynamischer E-Modul**

Serie: V 12b

Mauerstein: Vbl

Feuchtezustand: feucht

 Trockenrohddichte  $\rho_d$ , Rohddichte lufttrocken  $\rho_l$ , Schallgeschwindigkeit  $v$ , dynamischer E-Modul  $E_{dyn}$ 

Nr.	7 d				14 d				21 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,09	1,32	2092,8	5761	1,09	1,31	2140,8	5994	1,14	1,33	2241,2	6661
2	1,12	1,34	2094,1	5865	1,08	1,29	2170,8	6095	1,12	1,31	2202,6	6333
3	1,11	1,33	2126,6	6005	1,10	1,32	2139,5	6049	1,12	1,30	2172,1	6149
4	1,08	1,29	2070,2	5543	1,12	1,34	2087,3	5850	1,12	1,30	2173,2	6147
5	1,10	1,33	2091,7	5798	1,11	1,33	2085,6	5765	1,13	1,32	2201,3	6406
6	1,10	1,31	2100,9	5793	1,09	1,31	2048,1	5501	1,10	1,28	2163,4	5977
<i>MW</i>	<i>1,10</i>	<i>1,32</i>	<i>2096,1</i>	<i>5794</i>	<i>1,10</i>	<i>1,32</i>	<i>2112,0</i>	<i>5875</i>	<i>1,12</i>	<i>1,31</i>	<i>2192,3</i>	<i>6279</i>
s	0,01	0,02	-	151	0,01	0,02	-	222	0,01	0,02	-	0,01
v	0,01	0,01	-	0,03	0,01	0,01	-	0,04	0,01	0,01	-	0,01
min x	1,08	1,29	-	5543	1,08	1,29	-	5501	1,10	1,28	-	1,10
max x	1,12	1,33	-	6005	1,12	1,34	-	6095	1,14	1,33	-	1,14

Nr.	28 d				90 d			
	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$	$\rho_d$	$\rho_l$	$v$	$E_{dyn}$
-	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>	kg/dm <sup>3</sup>		m/s	N/mm <sup>2</sup>
14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,12	1,32	2328,6	7148	1,16	1,33	2440,4	7933
2	1,15	1,34	2375,9	7575	1,15	1,33	2475,7	8158
3	1,11	1,27	2305,4	6768	1,15	1,32	2538,1	8492
4	1,07	1,23	2319,8	6633	1,16	1,34	2559,8	8764
5	1,09	1,27	2286,4	6618	1,16	1,34	2541,4	8679
6	1,12	1,31	2309,8	6967	1,14	1,30	2603,6	8835
<i>MW</i>	<i>1,11</i>	<i>1,29</i>	<i>2321,0</i>	<i>6951</i>	<i>1,15</i>	<i>1,33</i>	<i>2526,5</i>	<i>8477</i>
s	0,03	0,04	-	367	0,01	0,02	-	360
v	0,02	0,03	-	0,05	0,01	0,01	-	0,04
min x	1,07	1,23	-	6618	1,14	1,30	-	7933
max x	1,15	1,34	-	7575	1,16	1,34	-	8835

Tabelle A79: LM 36 WTM – Verhältnis  $\beta_{F,t} / \beta_{N,t}$ Mauersteinart, Verhältnswerte  $\alpha_t = \beta_{F,t} / \beta_{N,t}$ 

Mauerstein	$\alpha_7$	$\alpha_{14}$	$\alpha_{21}$	$\alpha_{28}$	$\alpha_{90}$
1	2	3	4	5	6
LHLz-tr	0,88	0,77	0,79	0,80	0,96
LHLz-f	0,85	0,82	0,71	0,77	0,90
Vbl-tr	0,90	0,95	0,82	0,70	0,90
Vbl-f	1,34	1,30	1,28	1,22	1,16