

## Untersuchungsbericht

Dokumentennummer: (1094/859/07) – Bod vom 14.05.2007

Auftraggeber: VG-Orth GmbH & Co. KG  
Postfach 1280  
D 37624 Stadtoldendorf

Auftrag vom: 19.02.2007

Auftragszeichen:

Auftragseingang: 19.02.2007

Inhalt des Auftrags: Tastversuche an drei Modellwänden mit Türöffnungen aus Gipswandbauplatten im Maßstab 1:2

Anlass:

Prüfungsgrundlage:

Probeneingang:

Probennahme:

Probenkennzeichnung: Durch MPA-BS

Untersuchungstermin: 20.03.2007, 21.03.2007, 27.03.2007 und 28.03.2007

Untersuchungszeitraum:

Ortstermin:



Dieser Untersuchungsbericht umfasst 17 Seiten inkl. Deckblatt und 21 Anlagen.

Dieser Untersuchungsbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Kürzungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung der MPA Braunschweig. Dokumente ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit. Das Deckblatt und die Unterschriftenseite dieses Dokuments sind mit dem Stempel der MPA Braunschweig versehen. Das Probenmaterial ist verbraucht.

Materialprüfanstalt (MPA)  
für das Bauwesen  
Beethovenstraße 52  
D-38106 Braunschweig

Fon +49 (0)531-391-5400  
Fax +49 (0)531-391-5900  
info@mpa.tu-bs.de  
www.mpa.tu-bs.de

Norddeutsche LB Hannover  
106 020 050 BLZ 250 500 00  
Swift-Code: NOLADE 2H  
USt.-ID-Nr. DE183500654  
Steuer-Nr.: 14/201/22859  
IBAN: DE5825050000106020050

Notified body (0761-CPD)

Die MPA Braunschweig ist für Prüfung, Überwachung, Inspektion und Zertifizierung bauaufsichtlich anerkannt und notifiziert. Die MPA Braunschweig ist als Prüf- und Kalibrierlaboratorium nach ISO/IEC 17025 und als Inspektionsstelle nach ISO/IEC 17020 akkreditiert.

## 1 Vorgang

Die Firma VG-Orth GmbH & Co. KG, 37627 Stadtoldendorf, beauftragte die Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Braunschweig am 19.02.2006 mit der Untersuchung von drei 1,50 m hohen und 2,05 m breiten "Modellwänden" aus Gips-Wandbauplatten.

In der Praxis sind vermehrt Risse in Wänden aus Gips-Wandbauplatten in den Ecken der Türstürze zu beobachten. In Anlehnung an die Praxis wurden drei Wände als Modell in 1:2 hergestellt, um die Ursache bzw. um eine Lösungsmöglichkeit zur Rissvermeidung zu überprüfen.

## 2 Literatur

- [1] Brameshuber, Wolfgang; Beer, Ingo; Kang, Bong-Gu: Untersuchungen zur Vermeidung von Risschäden bei nicht tragenden Trennwänden, Mauerwerk 11, Heft 1, 2007.
- [2] VG-Orth Gips, Gips-Wandbauplatten, Zubehör, Planung und Ausführung. VG-Orth GmbH & Co. KG, 2004.

## 3 Materialwerte

### 3.1 Wandaufbau der Modellwand

Am 01.03.2007 wurden die drei Modellwände aus Gips- Wandbauplatten  $d = 60$  mm der Firma VG - Orth GmbH & Co. KG durch einen Mitarbeiter der Firma VG - Orth aufgebaut. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Abmessungen der angelieferten Wandbauplatten.

Tabelle 1: Übersicht über die Abmessungen der Gips-Wandbauplatte.

	Länge [mm]	Breite [mm]	Höhe [mm]
Gipswandbauplatten	666	500	60

Die Modellwände hatten alle eine Plattendicke von 60 mm, waren 2048 mm lang und hatten eine Bauhöhe von 1500 mm. In der Mitte der Wand wurde eine Türöffnung mit einer Breite von 500 mm (entspricht im Original  $B = 1,00$  m) und einer Höhe von  $H = 1000$  mm (entspricht im Original  $H = 2,00$  m) vorgesehen. Die Türpfeiler rechts und links wurden aus einem Ganzen und einem halben Stein, die Stossfugen jeweils versetzt angeordnet, aufgemauert. In der dritten Lage der Gipswandbauplattensteine wurde der Türsturz angeordnet. Die Fugen in der dritten Steinlage waren so angeordnet, dass sich die Stossfuge der Steine in der Mitte der Tür befand. Die Steine untereinander wurden in den Lager- und Stossfugen mit VG-Orth Kleber (TT-70) verklebt. Am Wandfuß wurde zwischen Gipswandbauplattenwand und Prüfbalken eine Lage PE-Schwerschaum angeordnet.

Bild 1 zeigt die Gipsbauplattenwand in einer Skizze.

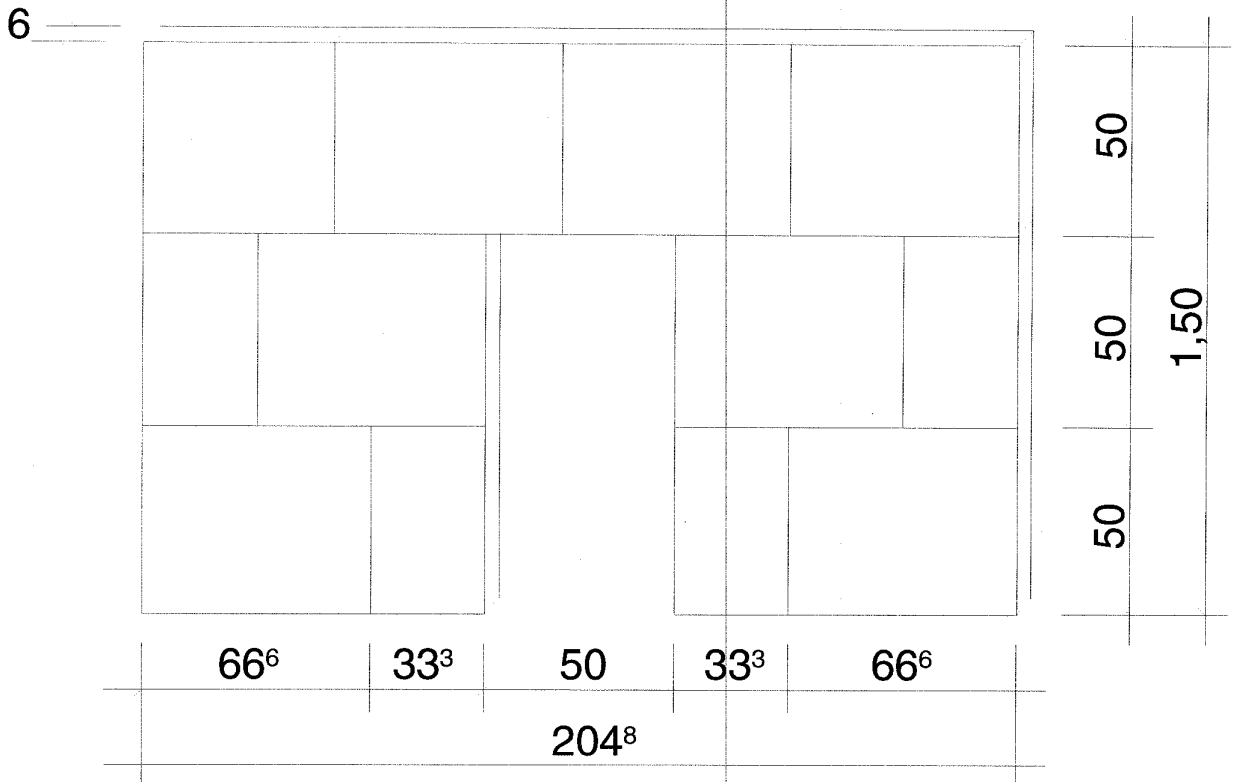


Bild 1: Skizzenhafte Darstellung der Modellwand mit Türöffnung.

### 3.2 Materialkennwerte der Gipswandbauplatte

#### 3.2.1 Eigenschaften der Gipswandbauplattensteine unter Druckbeanspruchung

Die Durchführung der Druckprüfungen erfolgte an quaderartigen Probekörpern. Aus drei Gipswandbauplatten wurde ein Probekörper mit einer Grundfläche von 60 x 60 mm entnommen. Die Stirnflächen wurden planparallel auf eine Höhe von ca. 120 mm geschnitten.

Die Ermittlung der Trockenrohddichte erfolgte nach DIN EN 12859:2001. Zusätzlich wurde noch die Druckfestigkeit bestimmt. Die Einzelergebnisse der Messungen enthält die Anlage 17.

#### 3.2.2 Eigenschaften der Gipswandbauplattensteine unter Zugbeanspruchung

Die Durchführung der Zugprüfungen erfolgte an zylindrischen Probekörpern. Aus drei Gipswandbauplatten wurde ein Probekörper mit einer Grundfläche von 60 x 60 mm entnommen. Die Stirnflächen wurden planparallel auf eine Höhe von ca. 120 mm geschnitten. Die Ermittlung der Trockenrohddichte erfolgte nach DIN EN 12 859:2001.

Zusätzlich wurden noch die Zugfestigkeit bestimmt. Die Einzelergebnisse der Messungen enthält die Anlage 18.

### 3.2.3 Ergebnisse der Druck- und Zugprüfungen

Die zusammengefassten Untersuchungsergebnisse der Probekörper sind in der Tabelle 1 dargestellt (vgl. auch Tabelle A.18 und A.20).

Tabelle 1: Zusammenfassung der Prüfergebnisse der Druck- und Zugfestigkeit.

	Rohdichte lufttrocken [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit H/d ≈ 2,0 [N/mm <sup>2</sup> ]	Zugfestigkeit H/d ≈ 2,0 [N/mm <sup>2</sup> ]
D-1	0,88	7,48	-
D-2	0,89	6,80	-
D-5	0,90	7,00	-
Z-1	0,89	-	1,34
Z-2	0,89	-	1,40
Z-5	0,89	-	1,30

Die Prüfung der Rohdichte  $\rho$  für die Proben ergab Werte zwischen 0,88 bis 0,90 kg/m<sup>3</sup>. Die Einordnung kann für mittlere Rohdichten ( $800 \text{ kg/m}^3 \leq \rho < 1.100 \text{ kg/m}^3$ ) vorgenommen werden.

Die Druckfestigkeit ergab Werte zwischen 6,80 N/mm<sup>2</sup> bis 7,48 N/mm<sup>2</sup>.

Die zentrische Zugfestigkeit wurde gemessen mit 1,30 N/mm<sup>2</sup> bis 1,40 N/mm<sup>2</sup>.

### 3.3 Materialkennwerte der elastischen Anschlussstreifen allein

Am 01.03.2007 wurden PE-Schwerschaumstreifen mit einer Rohdichte von  $\rho \geq 120 \text{ kg/m}^3$  durch die Firma VG - Orth GmbH & Co. KG angeliefert.

Tabelle 2: Übersicht über die Abmessungen der Anschlussstreifen.

	Länge [mm]	Breite [mm]	Dicke [mm]
PE-Hartschaum ( $\rho \geq 120 \text{ kg/m}^3$ )	-	158,3	3,78

### 3.4 Materialkennwerte des Flachstahls

Die Zugfestigkeit des Flachstahls wurde an einer ca. 50 cm langen Proben. Der Flachstahl hat eine Breite von  $b = 20,3 \text{ mm}$  und eine Querschnittshöhe von  $h = 3,5 \text{ mm}$ . An den Enden waren im Abstand von ca. 7,0 cm drei Nägel (3,7 x 33) angeschweißt. Die Zugfestigkeit der Nägel wurde nicht übergeprüft.

Tabelle 3: Zugfestigkeit des Flachstahls.

	Breite [mm]	Höhe [mm]	Fläche [mm <sup>2</sup> ]	F <sub>p0,2</sub> [kN]	R <sub>p0,2</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	F <sub>m</sub> [kN]	R <sub>m</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	R <sub>m</sub> /R <sub>p0,2</sub>	A <sub>g</sub> [%]	A <sub>gt</sub> [%]
Probe 1	20,3	3,5	71,05	23,5	330,0	30,0	423,0	1,28	18,6	18,9

Die größte Zugfestigkeit konnte mit  $\beta_z = 423,0 \text{ N/mm}^2$  festgestellt werden, die Fließgrenze lag bei  $\beta_{z,0,2} = 330,0 \text{ N/mm}^2$ . Die Ergebnisse der Zugprüfung sind der Anlage A.17 zu entnehmen.

## 4 Durchführung der Prüfungen

### 4.1 Prüfbalken aus Holz als Auflager für die Wände aus Gipswandbauplatten

Alle drei Wandsysteme wurden auf einem Prüfbalken ( $\neq 5^5/11$ ) aus Holz aufgebaut. Der Balken mit einer Gesamtlänge von  $L = 2,40 \text{ m}$  war an den Enden (vgl. Bild 2 und Bild 3 Achse A und D) fest auf kleinen Querbalken ( $\neq 8/8$ ) aus Holz aufgelagert. Der Querbalken war fest mit dem Prüfbalken verschraubt und diente zur horizontalen Stabilität. In der Mitte von dem Prüfbalken waren zwei bewegliche Stahlsockel (vgl. Bild 3, in der Skizze als Spindeln bezeichnet in Achse B und C) im Abstand von  $L = 60 \text{ cm}$  angeordnet.

Die Stahlsockel in Achse B und C konnten über Schrauben, die an jeder Seite angebracht waren, in ihrer Höhe verändert werden. Der Prüfbalken konnte so nach unten gespindelt werden.

Eine Messung der Höhe fand in der Mitte der Konstruktion zwischen den Achsen B und C mit Hilfe einer kalibrierten mechanischen Messuhr (Firma Käfer auf  $1/1000 \text{ mm}$  genau) statt.



Bild 2: Ansicht, Prüfbalken mit PE-Schwerschaum beklebt wie ausgerichtet.

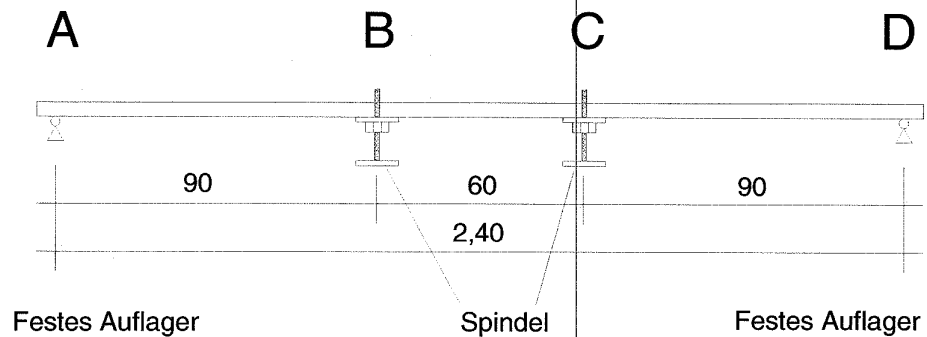


Bild 3: Skizze vom Prüfbalken und Achsbezeichnungen.

Auf den Prüfbalken wurde ein PE-Schwerschaumstreifen ( $\rho \geq 120 \text{ kg/m}^3$ ) geklebt und mit Hilfe der Spindeln waagrecht ausgerichtet (vgl. Bild 4 und Bild 5).

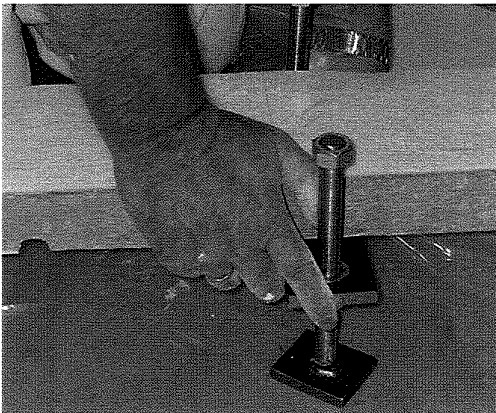


Bild 4: Spindeln der Konstruktion.

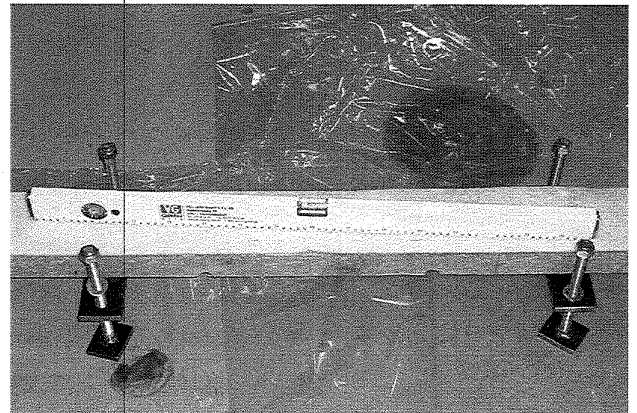


Bild 5: Ausrichten des Prüfbalkens.

## 4.2 Wandversuche

### 4.3 Wandmodell 1

#### 4.3.1 Wandmodell 1 – 1. Teilversuch

Nachdem der Prüfbalken ausgerichtet war, wurde die erste Reihe der Gipswandbauplatten trocken auf den PE-Schwerschaum gesetzt (Wand 1). Die Lagerfuge zwischen PE-Schwerschaum und Platte wurde nicht mit Kleber versehen; nur in den Stossfugen wurden die Platten geklebt. Diese Verfahrensweise entspricht nicht den Vorgaben der Informations-

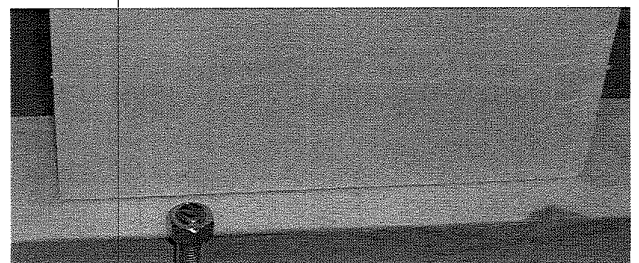


Bild 6: Gipswandbauplatte trocken auf PE-Schwerschaum.

schrift [2] der Firma VG-Orth. Diese Versuchsanordnung wurde bewusst gewählt, weil in der Praxis teilweise diese "trockene" Bauweise angewendet wird.

Nachdem die nächsten zwei Plattenreihen verklebt waren (in der zweiten und dritten Plattenreihe wurden die Platten in der Stoss- und Lagerfuge verklebt), wurden die Wände horizontal ausgerichtet. Durch eine Holzstrebe wurde die Wandkonstruktion horizontal gehalten.

Vor dem Belastungsversuch konnte die Wand drei Wochen lang austrocknen.

Am 20.03.07 wurde der erste Wandversuch durchgeführt. In den technischen Regelwerken (DIN 1045-1:2001) wird als Richtwert für die nach dem Einbau der Wände auftretenden zulässigen Deckendurchbiegungen  $l/500$  (entspricht im Versuch 4,8 mm) angegeben. Die Versuche sind nach Erreichen von  $l/300$  (entspricht im Versuch 8,0 mm, vgl. [1]) abgebrochen worden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse Wandmodell 1- 1. Teilversuch.

	Messung [mm]	Verformung w/ L	Beobachtung
Versuchsbeginn	0	0	Keine Risse
	3,143	1/ 763	Keine Risse
Versuchsende	5,920	1/ 405	Keine Risse, Pfosten löst sich vom PE

Bei einer Verformung aus Eigengewicht von  $w = 5,92$  mm waren keine Risse in der Konstruktion zu erkennen. Der Versuch wurde abgebrochen, weil sich die Ecken der Türpfosten in den Achsen B und C vom PE-Streifen gelöst hatten.

#### 4.3.2 Wandmodell 1 – 2. Teilversuch

Die Prüfung an Wandmodell 1 wurde um einen weiteren Teilversuch (2. Teilversuch) ergänzt. Im Unterschied zum vorhergehenden Versuch wurde die Wand am Wandkopf durch vier Stahlplatten (Gewicht je Stahlplatte = 11,9 kg) belastet, um eine Auflast aus der Übermauerung von Gipswandbauplatten zu simulieren.

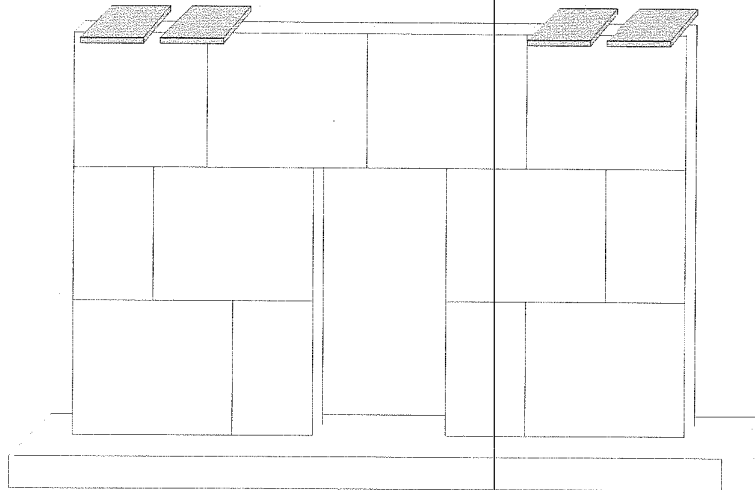


Bild 7: Skizze von Wandmodell 1 – 2. Teilversuch mit Auflast.

Tabelle 5: Ergebnisse Wandmodell 1 – 2. Teilversuch.

	Messung [mm]	Verformung w/ L	Beobachtung
Versuchsbeginn Auflast 47,6 kg	0	0	Keine Risse
	3,993	1/ 601	Keine Risse
	5,920	1/ 405	Keine Risse, Pfosten löst sich vom PE
Auflast 115,1 kg	8,504	1/ 282	Keine Risse, Pfosten löst sich vom PE

#### 4.3.3 Wandmodell 1 – 3. Teilversuch

Die Prüfung an Wandmodell 1 wurde um einen weiteren Teilversuch (3. Teilversuch) ergänzt. Im Unterschied zum Versuch an Wandmodell 1 – 2. Teilversuch wurde die Wand im 3. Teilversuch am Wandkopf durch vier Stahlplatten (Gewicht je Stahlplatte = 11,9 kg) belastet und der Türsturz nicht im Verhältnis 1:1, sondern im Verhältnis 1:4 ausgeführt. Die Wandkonstruktion wurde am Wandkopf waagrecht mit einer Handsäge um 37,5 cm abgeschnitten. Über der Tür war der neue Sturz nun 12,5 cm hoch (Verhältnis Stützweite zur Sturzhöhe 1:4).

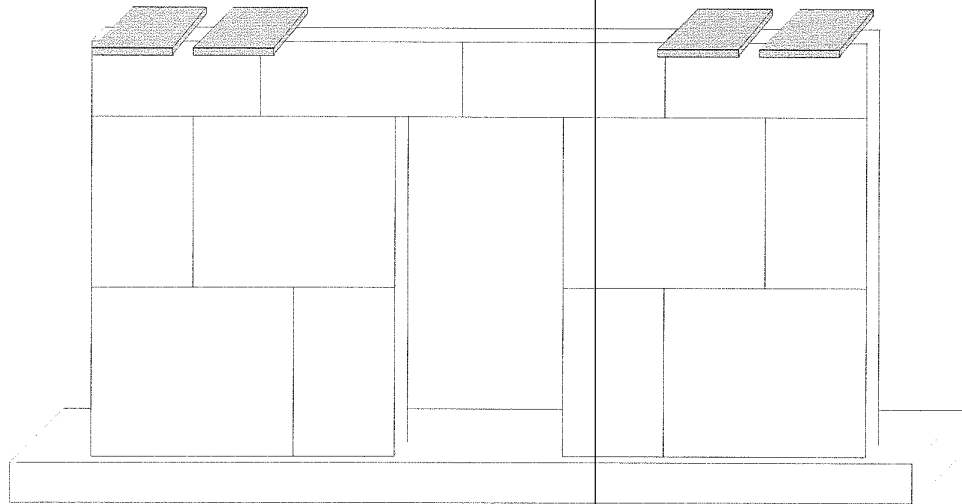


Bild 8: Skizze von Wandmodell 1 – 3. Teilversuch mit Auflast.

Tabelle 6: Ergebnisse Wandmodell 1 – 3. Teilversuch.

	Messung [mm]	Verformung w/ L	Beobachtung
Versuchsbeginn Auflast 47,6 kg	0	0	Keine Risse
	3,253	1/ 737	Keine Risse
	5,753	1/ 417	Keine Risse, Pfosten löst sich vom PE
Auflast 115,1 kg	8,778	1/ 273	Keine Risse, Pfosten löst sich vom PE

#### 4.3.4 Ergebnisse der Wandversuche Wandmodell 1 Teilversuche 1 bis 3

Die drei Wandteilversuche an Wandmodell 1 wurden in Abweichung der Ausführungshinweise der Firma VG-Orth [2] mit einer Wand in "trockener" Bauweise durchgeführt. Der Prüfbalken unterhalb der Wand wurde in der Mitte bis zu  $L/273$  (entspricht 8,778 mm) abgesenkt. Bei allen drei Teilversuchen war jedoch ein Lösen der Wand vom Untergrund (PE-Schwerschaumstreifen) zu beobachten.

In Teilversuch 2 an Wandmodell 1 wurde eine Auflast (47,6 kg) auf die Wand im Eckbereich aufgebracht. Diese Auflast entspricht einer Übermauerung einer  $d = 6,0$  cm dicken Platte von ca.

100 cm. In Teilversuch 3 an Wandmodell 1 wurde die Last auf 115,1 kg gesteigert. Diese Auflast entspricht einer Übermauerung einer  $d = 6,0$  cm dicken Platte von ca. 200 cm.

Bei keinem der Versuche konnte ein Riss im Bereich des Türsturzes festgestellt werden.

#### 4.4 Wandmodell 2

#### 4.5 Wandmodell 2 – 1. Teilversuch

Nachdem der Prüfbalken ausgerichtet war, wurde die untere Lage der Gipswandbauplatten im Kleberbett auf den PE-Schwerschaum gesetzt (Wand 2). Die Lagerfuge wurde zwischen PE-Schwerschaum und Platte wurde mit Kleber versehen, sowie die Stossfugen. Diese Verfahrensweise entspricht den Vorgaben der Informationsschrift [2] der Firma VG-Orth.



Bild 9:

Gipswandbauplatte im Kleberbett auf PE-Schwerschaum.

Nachdem die nächsten zwei Plattenreihen verklebt waren wurde die Wand horizontal ausgerichtet. Durch eine Holzstrebe wurden die Wandkonstruktion horizontal gehalten.

Vor dem Belastungsversuch konnte die Wand drei Wochen lang austrocknen.

Am 21.03.07 wurde der 1. Teilversuch an Wandmodell 2 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse Wandmodell 2 – 1. Teilversuch.

	Messung [mm]	Verformung w/ L	Beobachtung
Versuchsbeginn	0	0	Keine Risse
	3,98	1/ 603	Keine Risse
Versuchsende	8,28	1/ 289	Keine Risse

Bei einer Verformung aus Eigengewicht von  $w = 8,28$  mm waren keine Risse in der Konstruktion zu erkennen. Der Versuch wurde abgebrochen.

#### 4.5.1 Wandmodell 2 – 2. Teilversuch

Die Prüfung an Wandmodell 2 wurde um einen weiteren Teilversuch (2. Teilversuch) ergänzt. Im Unterschied zum Versuch an Wandmodell 2 – 1. Teilversuch wurde die Wand im 2. Teilversuch am Wandkopf durch vier Stahlplatten (Gewicht je Stahlplatte = 11,9 kg) belastet und der Türsturz wurde nicht im Verhältnis 1:1, sondern im Verhältnis 1:4 ausgeführt. Die Wandkonstruktion wurde daher am Wandkopf waagrecht mit einer Handsäge um 37,5 cm abgeschnitten. Über der Tür war der neue Sturz nun 12,5 cm hoch (Verhältnis Stützweite zur Sturzhöhe 1:4).

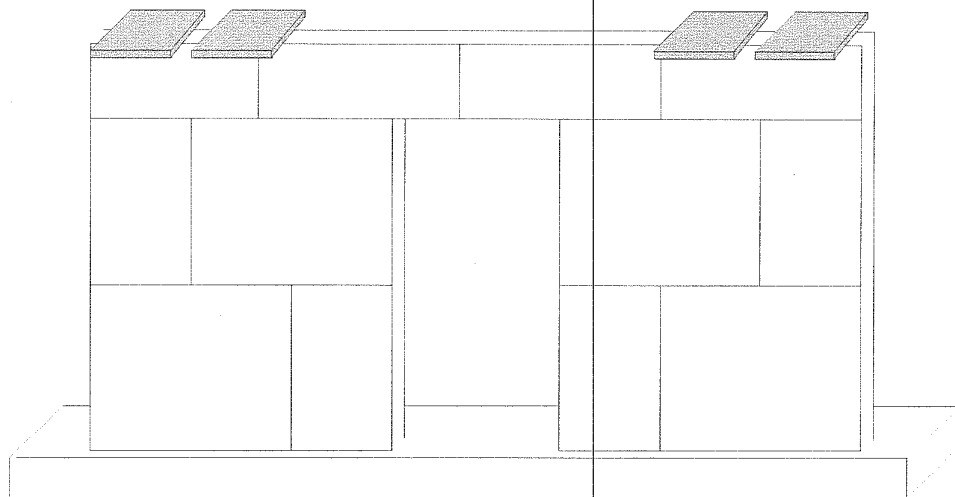


Bild 10: Skizze von Wandmodell 2 – 2. Teilversuch mit Auflast.

Tabelle 8: Ergebnisse von Wandmodell 2 – 2. Teilversuch.

	Messung [mm]	Verformung w/ L	Beobachtung
Versuchsbeginn Auflast 47,6 kg	0	0	Keine Risse
Versuchsende	3,08	1/ 737	Riss im Türsturz Achse B

#### 4.5.2 Wandmodell 2 – 3. Teilversuch

Die Prüfung an Wandmodell 2 wurde um einen weiteren Teilversuch (3. Teilversuch) ergänzt. Der Riss im Türsturz Achse B aus dem 2. Teilversuch an Wandmodell 2 wurde verklebt, zusätzlich wurde der Sturz in der Achse B durch eine Holzstrebe unterstützt. Über der Tür war der Sturz 12,5 cm hoch (Verhältnis Stützweite zur Sturzhöhe 1:4), zusätzlich wurden als Auflast 115,1 kg am Wandkopf eingeleitet.

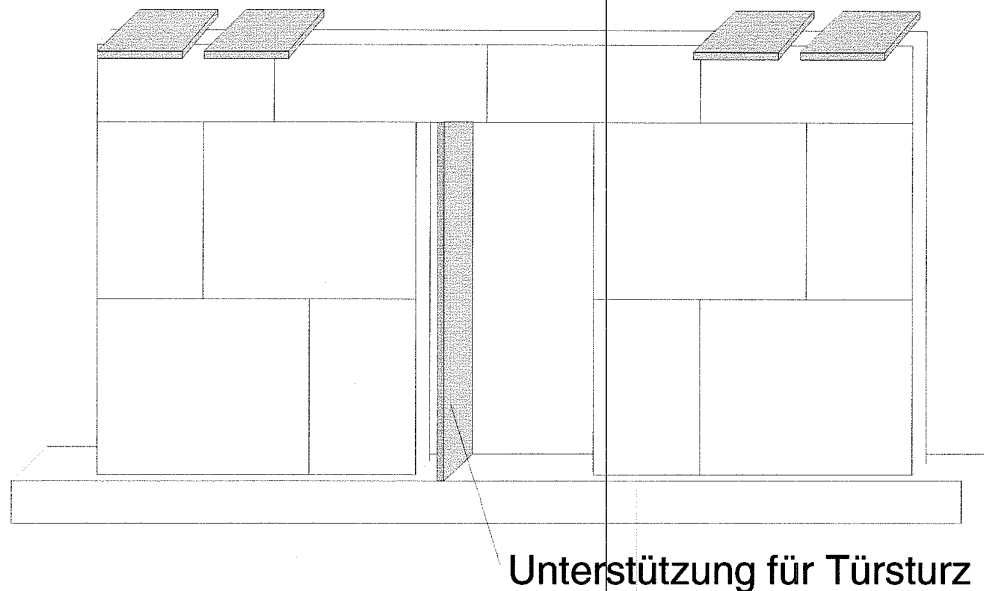


Bild 11: Skizze von Wandmodell 2 – 3. Teilversuch mit Auflast und Unterstützung in Achse B für den Türsturz.

Tabelle 9: Ergebnisse von Wandmodell 2 – 3. Teilversuch.

	Messung [mm]	Verformung w/ L	Beobachtung
Versuchsbeginn Auflast 115,1 kg	0	0	Keine Risse
	4,425	1/ 542	
	5,803	1/ 414	
Versuchsende	9,177	1/ 261	Riss im Türsturz Achse C

#### 4.5.3 Ergebnisse der Wandversuche Wandmodell 2 Teilversuche 1 bis 3

Die drei Wandteilversuche Wandmodell 2 wurden in Anlehnung an die Ausführungshinweise der Firma VG-Orth [2] mit einer Wand in "verklebter" Bauweise durchgeführt. Der Prüfbalken unterhalb von Wandmodell 2 wurde in der Mitte bis zu  $L/235$  (entspricht 10,182 mm) abgesenkt. Zusätzlich wurde eine Auflast von bis zu 115,1 kg auf die Wand im Eckbereich aufgebracht. Diese Auflast entspricht einer Übermauerung einer  $d = 6,0$  cm dicken Platte von ca. 200 cm. Geprüft wurden Türstürze im Verhältnis 1:1 und 1:4.

Bei dem 1. Teilversuch an Wandmodell 2 konnte kein Riss im Bereich des Türsturzes festgestellt werden. Bei dem 2. Teilversuch an Wandmodell 2 trat ein Riss im Eckbereich des Türsturzes in der Achse B nach einer Mittenverformung von 3,08 mm auf. Diese frühe Rissbildung bei  $w = 3,08$  mm Absenkung ist auf eine Vorschädigung (Horizontalbeanspruchung) beim waagerechten Absägen der Wand zurückzuführen.

Die Konstruktion bei dem 3. Teilversuch an Wandmodell 2 versagte in Achse C erst bei  $w = 9,177$  mm.

#### 4.6 Wandmodell 3

##### 4.7 Wandmodell 3 – 1. Teilversuch

Nachdem der Prüfbalken ausgerichtet war, wurde ein 1005 mm langer, 20 mm breiter und 3 mm dicker Bandstahl auf den Balken im Bereich der "Tür" gelegt. An den Enden waren in den Bandstahl drei Nägel (3,5 x 35) eingelassen. Zusätzlich wurden auf die Nägel zwei Nagelplatten (GN 20, 26 x 129) aufgesetzt. Die untere Lage der Gips-



Bild 12:

Gipswandbauplatte im Kleberbett auf PE-Schwerschaum.

wandbauplatten wurde mit Kleber auf den PE-Schwerschaum gesetzt. Die Lagerfuge zwischen PE-Schwerschaum und Platte entsprach der Verfahrensweise der Vorgaben der Informationsschrift [2] der Firma VG-Orth.

Nachdem die nächsten zwei Plattenreihen verklebt waren (in der zweiten und dritten Plattenreihe wurden die Platten in der Stoss- und Lagerfuge verklebt) wurden die Wände horizontal ausgerichtet. Durch eine Holzstrebe wurden die Wandkonstruktion horizontal gehalten.

Vor dem Belastungsversuch konnte die Wand drei Wochen lang austrocknen.

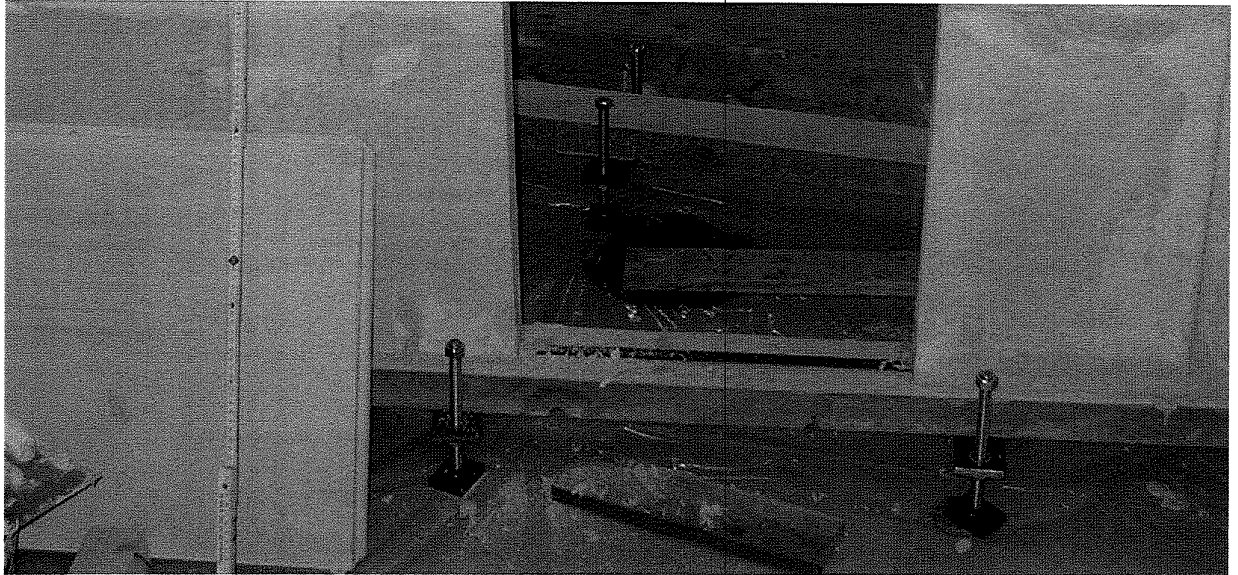


Bild 13: Ansicht auf die Türöffnung mit der Verstärkung durch den Bandstahl.

Nach den Erfahrungen aus den Versuchen an Wandmodell 1 und 2 wurde bei der Wandmodell 3 beim 1. Teilversuch am Wandkopf waagrecht mit einer Handsäge die Wand um 37,5 cm abgeschnitten. Über der Tür war der modifizierte Sturz nun 12,5 cm hoch (Verhältnis Stützweite zur Sturzhöhe 1:4). Am 28.03.07 wurde der erste Wandversuch mit einer Auflast von 47,6 kg durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Ergebnisse von Wandmodell 3 – 1. Teilversuch.

	Messung [mm]	Verformung w/ L	Beobachtung
Versuchsbeginn	0	0	Keine Risse
Mit Auflast 47,6 kg	4,471	1/ 536	Keine Risse
	5,216	1/ 460	24 h Standzeit, Bandstahl hebt ab
	9,276	1/ 258	Keine Risse, Bandstahl hebt ab
Zusätzlich Auflast 120 kg	9,476	1/ 253	Keine Risse, Bandstahl hebt ab
Versuchsende	12,369	1/ 194	Keine Risse, Bandstahl hebt ab

Bei einer Verformung aus Eigengewicht von  $w = 12,369$  mm waren keine Risse in der Konstruktion zu erkennen. Der Versuch wurde abgebrochen.

An Wandmodell 3 wurden keine weiteren Teilversuch mehr durchgeführt

#### **4.7.1 Ergebnisse der Wandversuche Wandmodell 3**

Der Wandversuch an Wandmodell 3 wurde in Anlehnung an die Ausführungshinweise der Firma VG-Orth [2] mit einer Wand in "verklebter" Bauweise und einer zusätzlichen Armierung im Türbereich durchgeführt. Es wurde nur ein Teilversuch durchgeführt. Der Prüfbalken unterhalb der Wand wurde in der Mitte bis zu  $L/194$  (entspricht  $12,369$  mm) abgesenkt. Zusätzlich wurde eine Auflast von bis zu  $167,6$  kg auf die Wand im Eckbereich aufgebracht. Diese Auflast entspricht einer Übermauerung einer  $d = 6,0$  cm dicken Platte von ca.  $300$  cm. Geprüft wurden Türstürze im Verhältnis von  $1:4$ .

Bei dem Versuch mit dem Wandmodell 3 konnte kein Riss im Bereich des Türsturzes festgestellt werden. Die Konstruktion ist sehr robust. Eine Vorschädigung, wie bei dem 2. Teilversuch an Wandmodell 2, beim waagerechten Absägen der Wand, war nicht festzustellen.

### **5 Zusammenstellung und Auswertung der Ergebnisse**

Untersucht wurden drei Wände (Wandmodell 1 bis 3) aus Gipswandbauplatten, zwei Wände (Wandmodelle 1 und 2) wurden herkömmlich ohne eine Verstärkung im Türschwellerbereich hergestellt und eine Wand (Wandmodell 3) mit einer Verstärkung durch einen Flachstahl im Türschwellerbereich. Beansprucht wurde die Wandkonstruktion durch eine Absenkung des Prüfbalkens. Der Prüfbalken wurde in der Mitte bis zu  $l/200$  abgesenkt [1]. Beobachtet wurden bei den drei Wandsystemen unterschiedliche Auswirkungen auf die Wand.

Wandmodell 1, trocken auf die PE-Schwertschaumstreifen gestellt, wurde bis zu  $8,8$  mm abgesenkt. In den Ecken des Türsturzes waren keine Risse zu beobachten. Festgestellt wurden ein Abheben der Türpfosten vom PE-Schwertschaum in der Achse B und C.

Wandmodell 2, im Kleberbett auf die PE-Schwertschaumstreifen gestellt, wurde im Versuch bis zu  $9,2$  mm abgesenkt. In der rechten Ecke des Türsturzes (Achse C) war eine Riss zu beobachten.

Wandmodell 3, im Kleberbett auf die PE-Schwertschaumstreifen gestellt und zusätzlich im Türschwellerbereich mit einem Flachstahl verstärkt, wurde im Versuch bis zu  $12,4$  mm abgesenkt. In den Ecken des Türsturzes waren keine Risse zu beobachten.

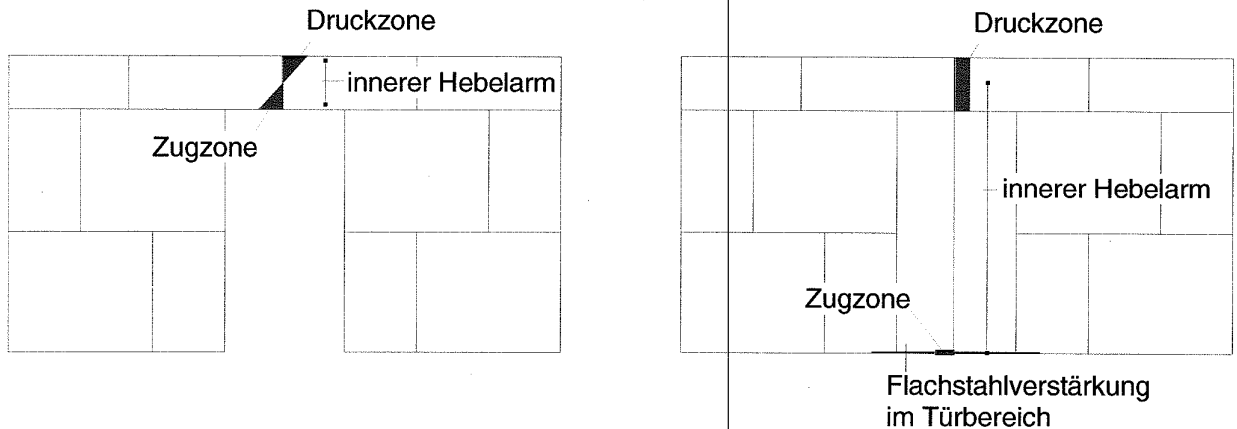


Bild 14: Skizze der Wand (unverstärkte und verstärkte Konstruktion) mit Darstellung des Spannungsverlaufs im Bereich des Türsturzes infolge Deckenverformung.

Bild 14 zeigt in einer Skizze die Auswirkungen der Verstärkungsmaßnahme (Flachstahleinbau im Türschwellerbereich). Ohne Flachstahl (linkes Bild) muss, bei einer Beanspruchung aus Deckenverformung nach unten, der Türsturz die Beanspruchung aufnehmen. Im Türsturz stellt sich ein Spannungsverlauf, gemäß Bild 14 (linkes Bild), mit einer Druckzone am oberen und einer Zugzone am unteren Rand ein. Die Wand reißt in einer Ecke des Türsturzes auf. Es bildet sich so ein Gelenk und die Wand kann der aufgezwungenen Verformung der Decke folgen.

Wird dagegen im Schwellenbereich der Tür ein Flachstahl eingelegt, erhält die Wand im Bereich der Türöffnung eine ähnlich große Steifigkeit, wie im übrigen Bereich links und rechts neben der Türöffnung. Am oberen Rand der Wand stellt sich die Druckzone ein, d.h. der Türsturz ist völlig im gedrückten Bereich (Druckzone der Wand) und am unteren Rand der Wand bzw. im Schwellenbereich der Tür übernimmt der Flachstahl die Zugbeanspruchung.

## 6 Zusammenfassung

In diesem Bericht werden die Ergebnisse aus drei Wandprüfungen (Modellversuche in 1:2) aus Gips- Wandbauplatten beschrieben und bewertet.

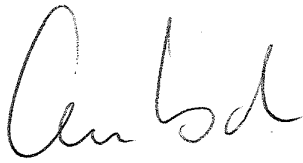
In die Wände sind Türöffnungen im Maßstab 1:2 eingebaut worden. Untersucht wurden Türstürze im Verhältnis Bauhöhe zur Stützweite von 1:1 bis 1:4. Die Ergebnisse der Versuche sind in Tabelle 4 bis Tabelle 10 dokumentiert.

Der Lastabtrag einer Wand kann durch den Einbau eines Zuggliedes im Türschwellerbereich deutlich verbessert werden. Die Gefahr einer Rissbildung in den Ecken des Türsturzes kann verringert werden, da durch die Verstärkung unten in der Tür, der Türsturz völlig in der Druckzone der Wand verbleibt.

Ein Spannungsverlauf mit Druck- und Zugzone (vgl. Bild 14 linkes Bild) im Bereich des Türsturzes kann durch die Anordnung eines geeigneten Zugband am Wandfuß im Schwellenbereich des Türsturzes vermieden werden.

Braunschweig, den 14.05.2007

Der Prüfstellenleiter



Dr.-Ing. A.-W. Gutsch



Der Sachbearbeiter

i.A.



Dr.-Ing. P. Bodendiek

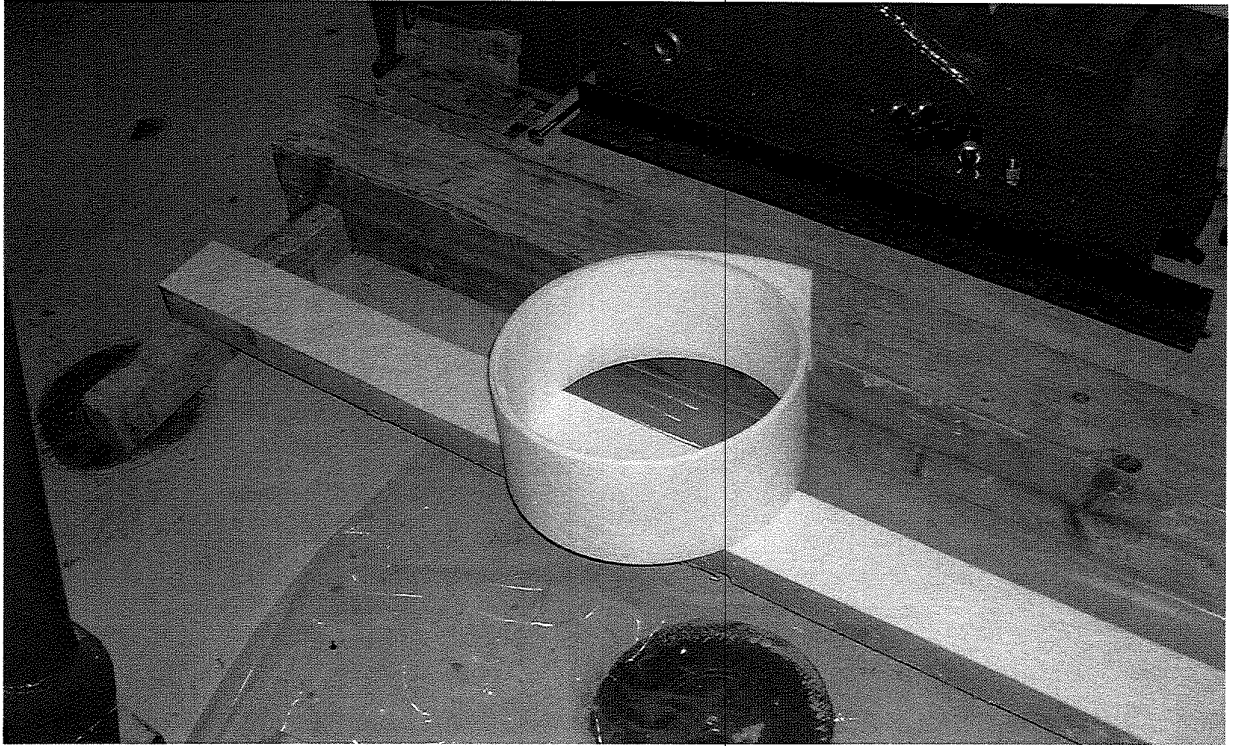


Bild A.1.1: Prüfbalken mit aufgeklebten PE-Schwerschaum.



Bild A.1.2: Prüfbalken mit aufgeklebten PE-Schwerschaum ( $\rho \geq 120 \text{ kg/m}^3$ ).

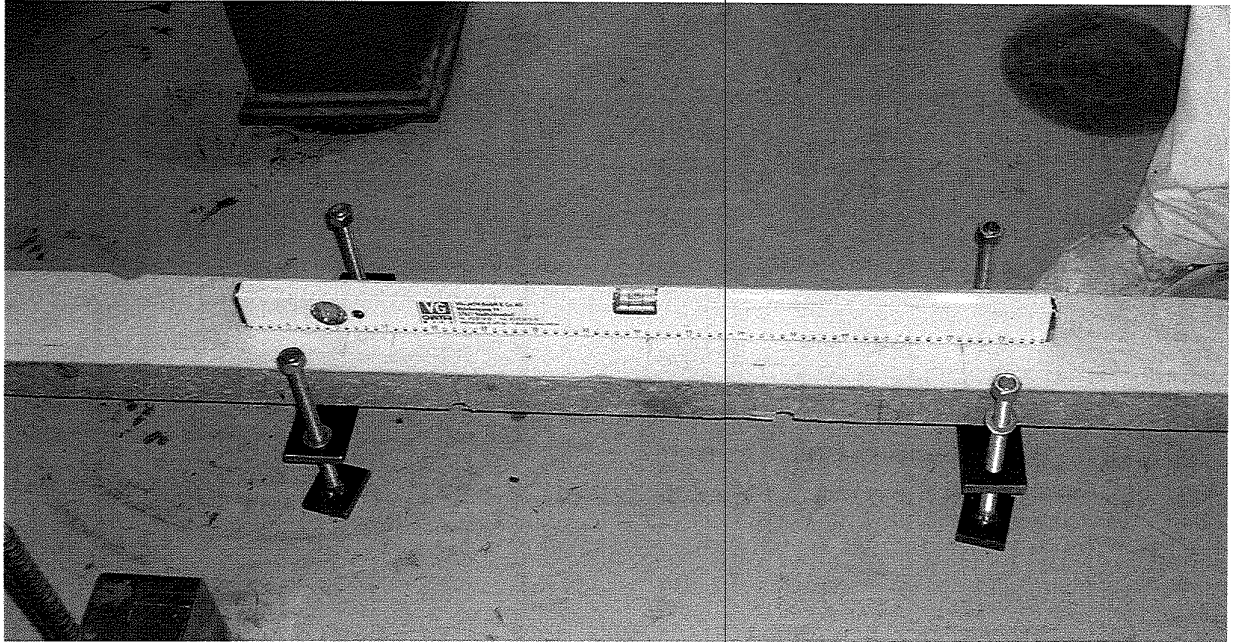


Bild A.2.1: Ausrichten des Prüfbalken mittels Wasserwaage und Metallspindeln.

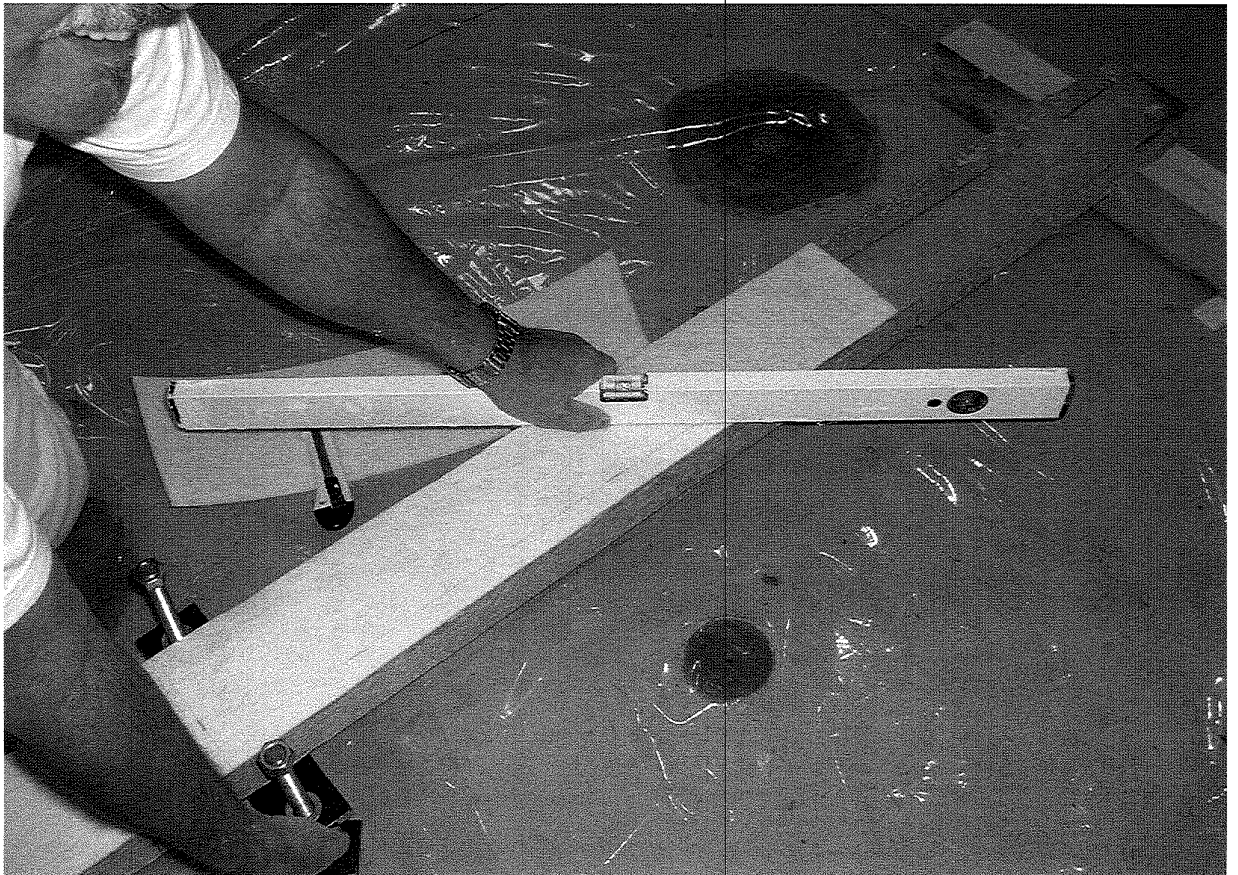


Bild A.2.2: Ausrichten des Prüfbalken mittels Wasserwaage und Metallspindeln.

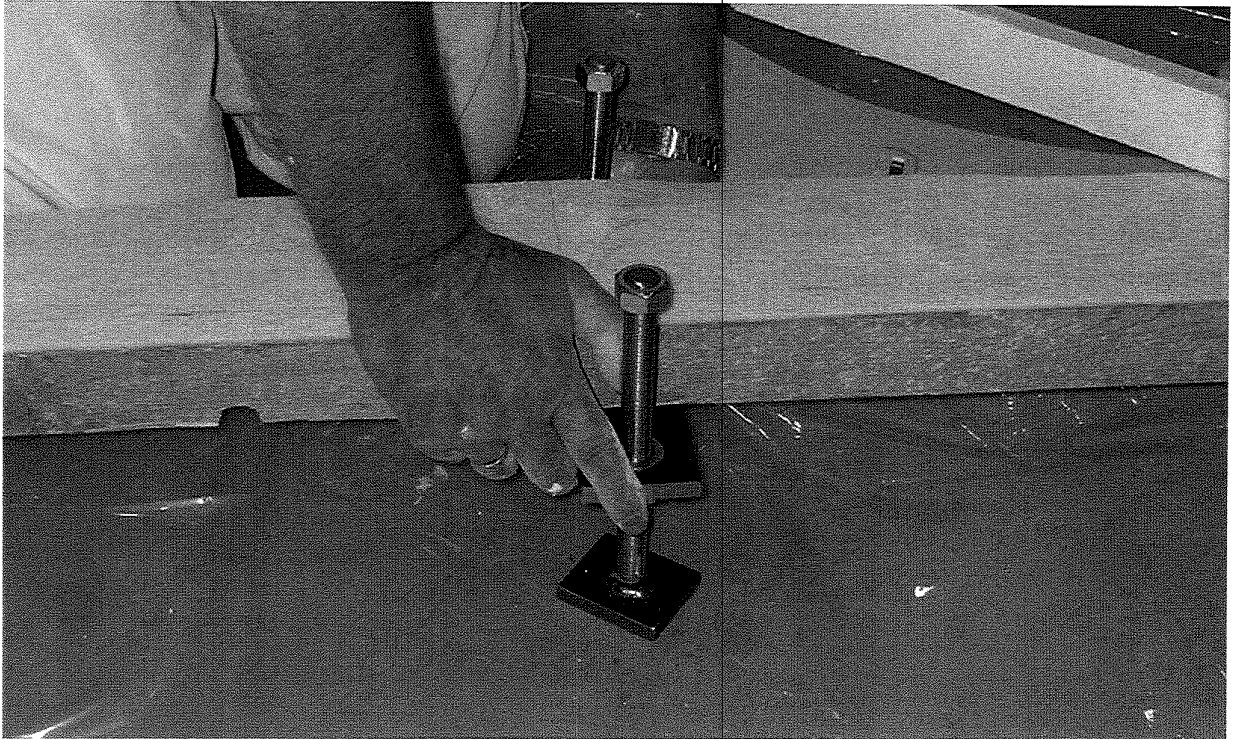


Bild A.3.1: Ausrichten des Prüfbalken mittels Wasserwaage und Metallspindeln.



Bild A.3.2: Aufsetzen der ersten Platte trocken auf den PE-Schwerschaum.



Bild A.4.1: Wand 1 im Aufbau.

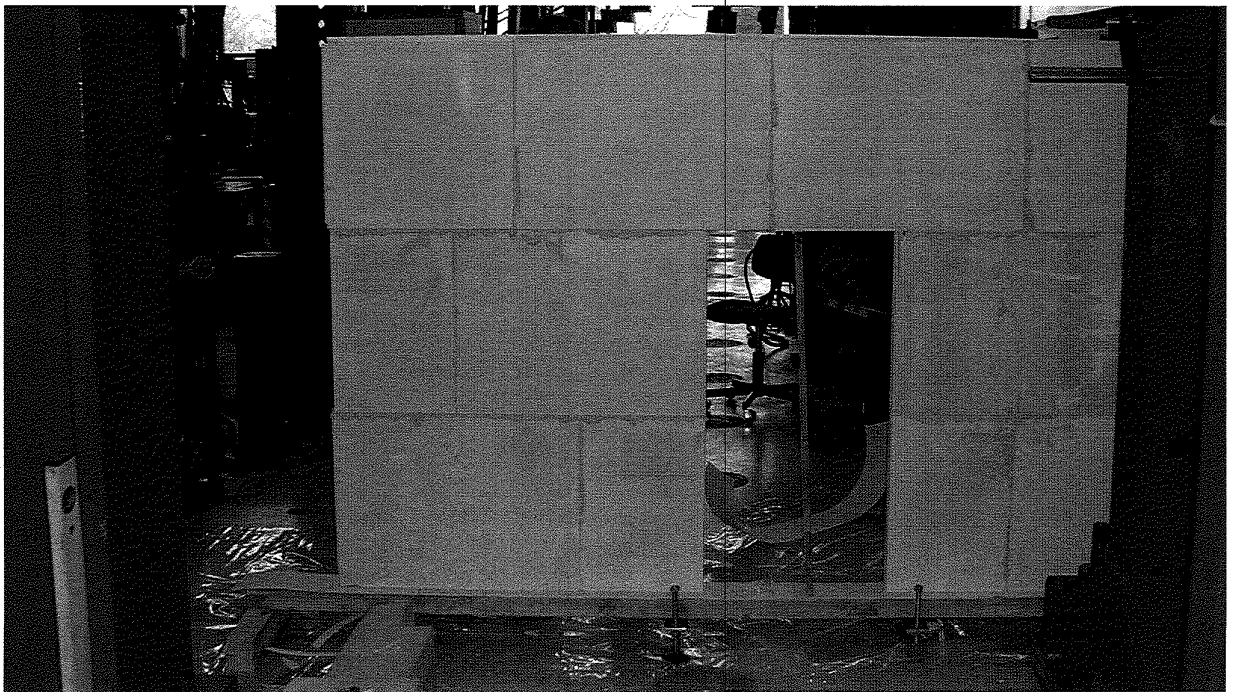


Bild A.4.2: Wand 1 in der Ansicht. Eine Abstützung zur Stabilisation des Türsturzes ist zusehen.

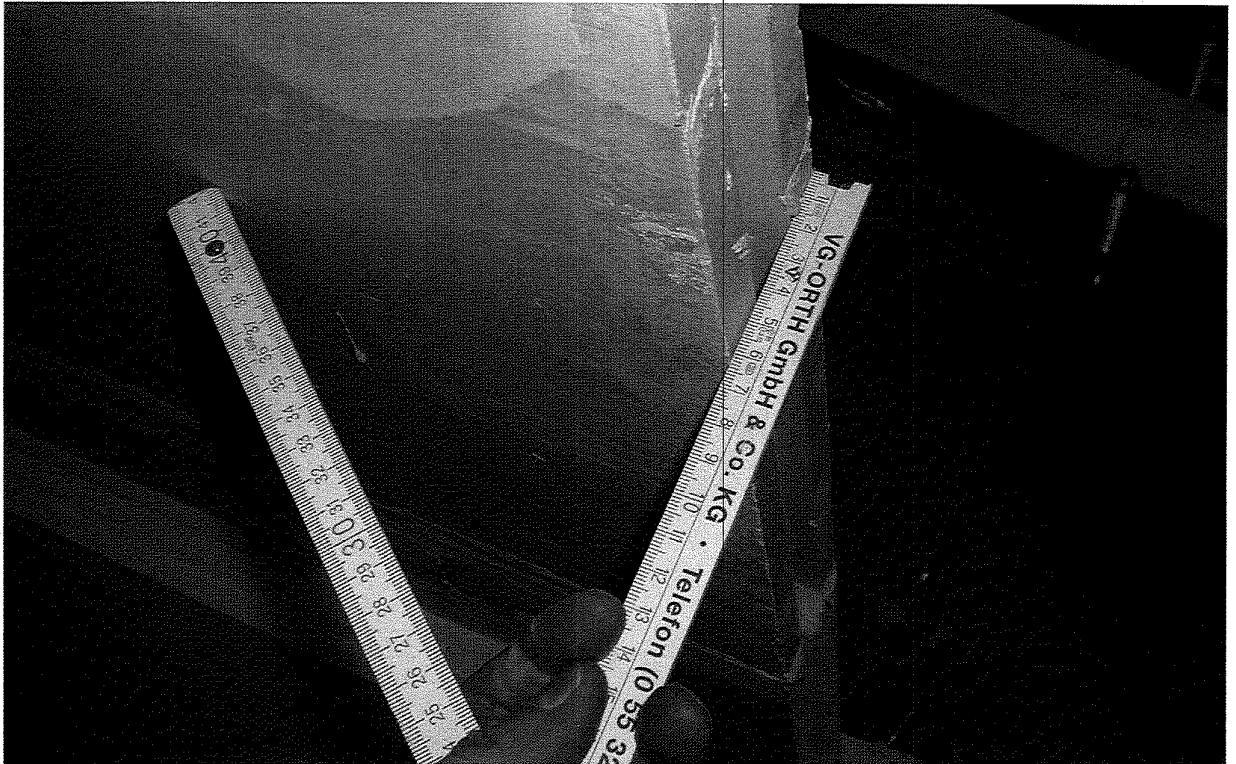


Bild A.5.1: Dicke der Wandbauplatten.

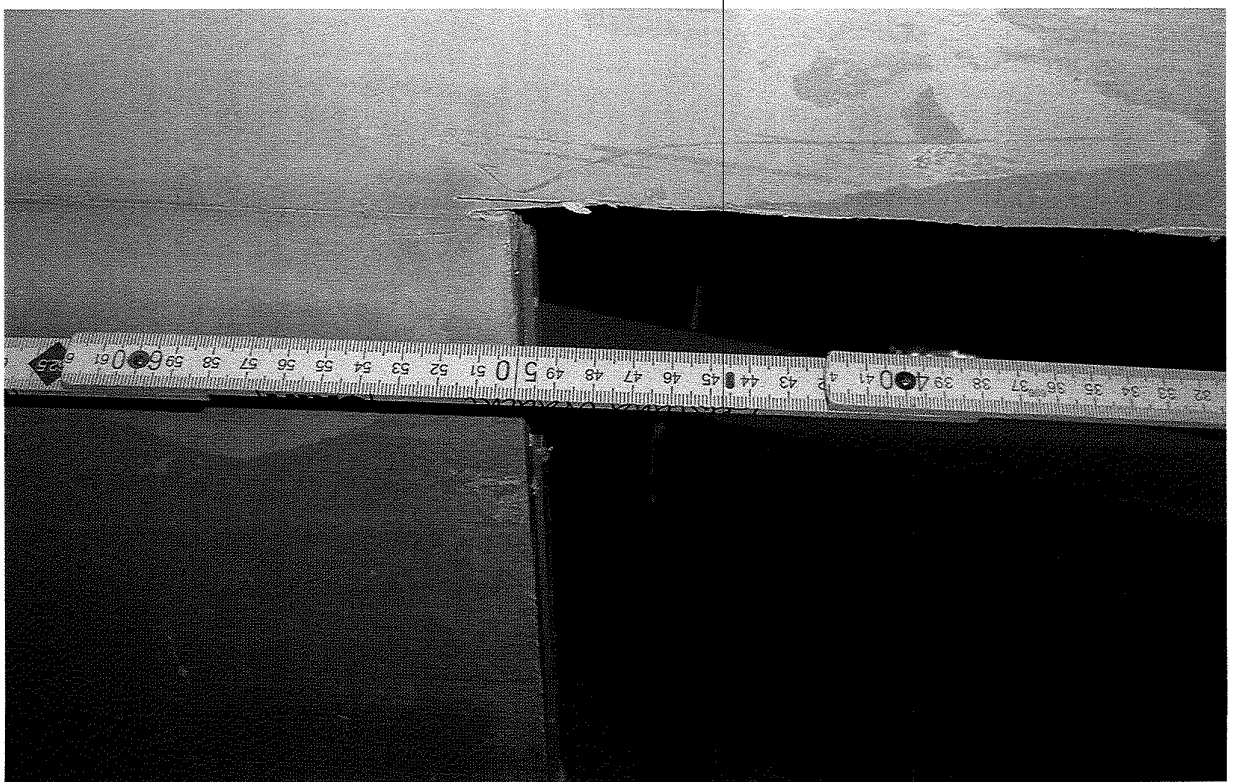


Bild A.5.2: Breite der Türöffnung.



Bild A.6.1: Höhe der Türöffnung.

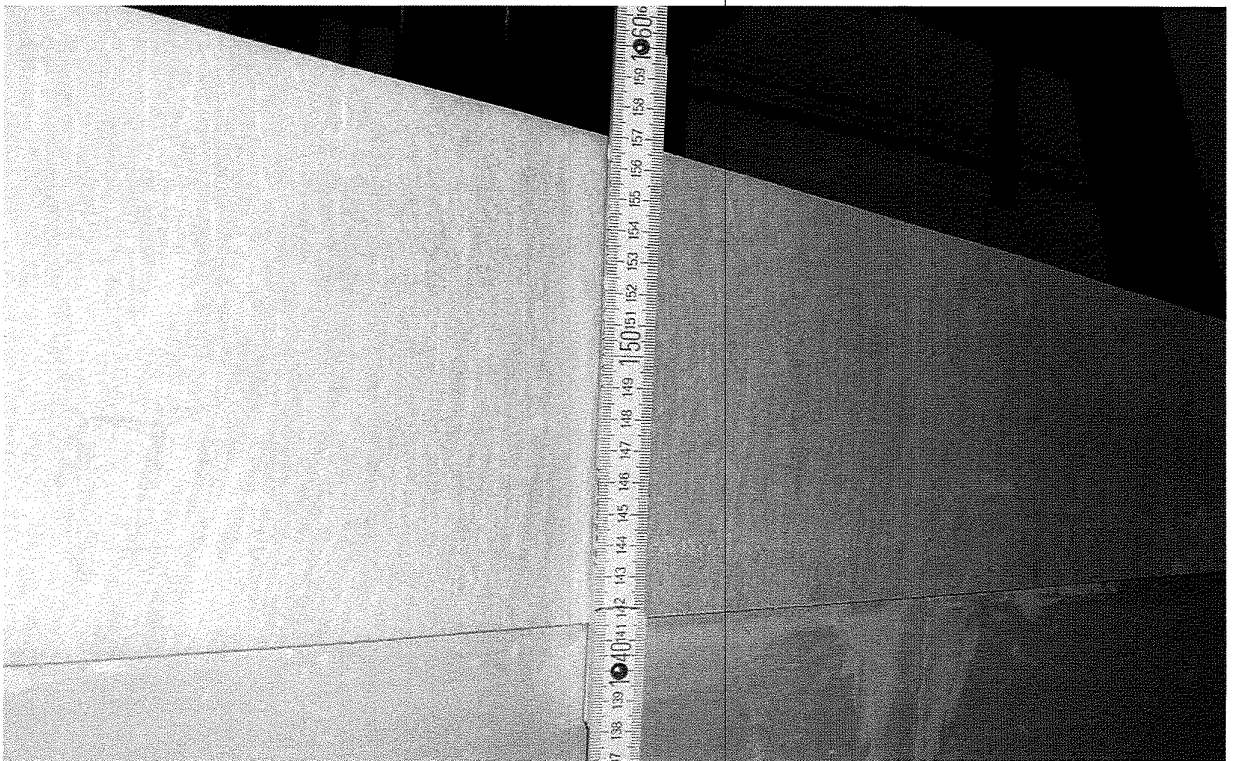


Bild A.6.2: Höhe der Wand.

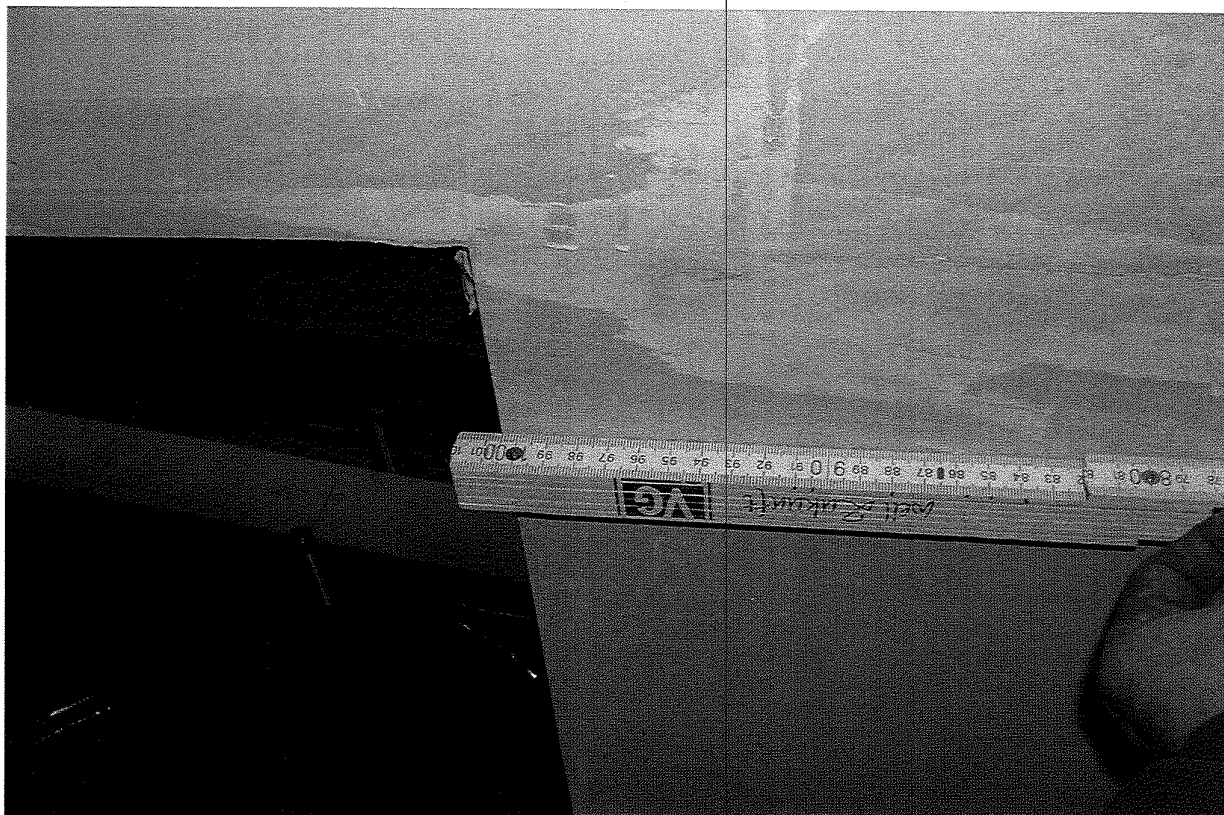


Bild A.7.1: Breite der Wand rechts und links der Türöffnung.

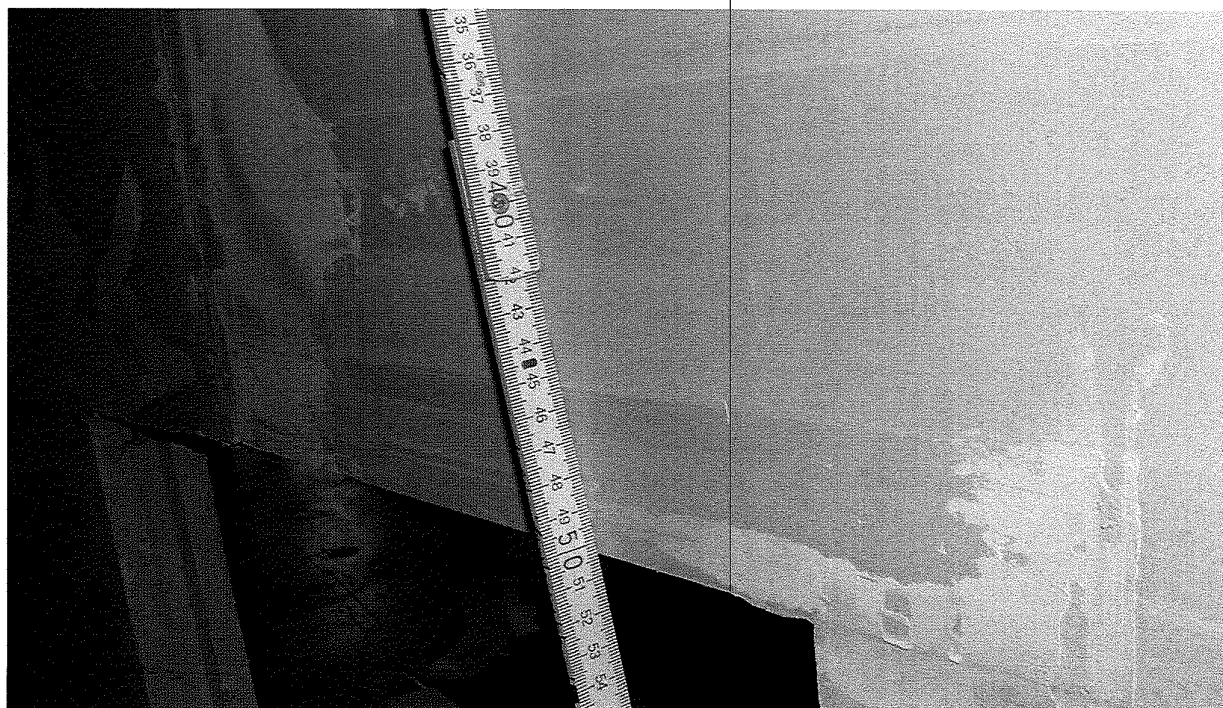


Bild A.7.2: Höhe des Sturzes über der Türöffnung.

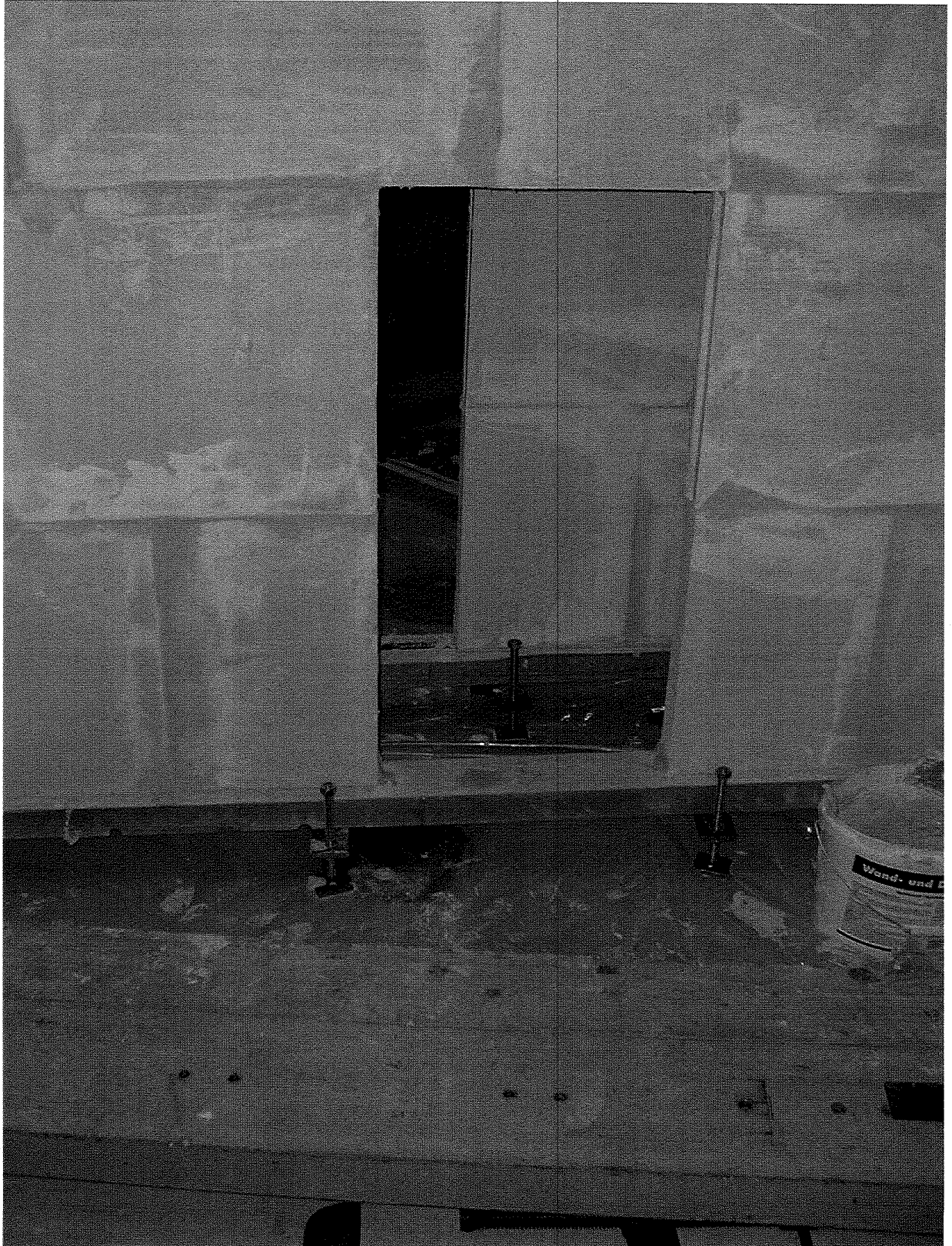


Bild A.8: Ansicht Wand 2.

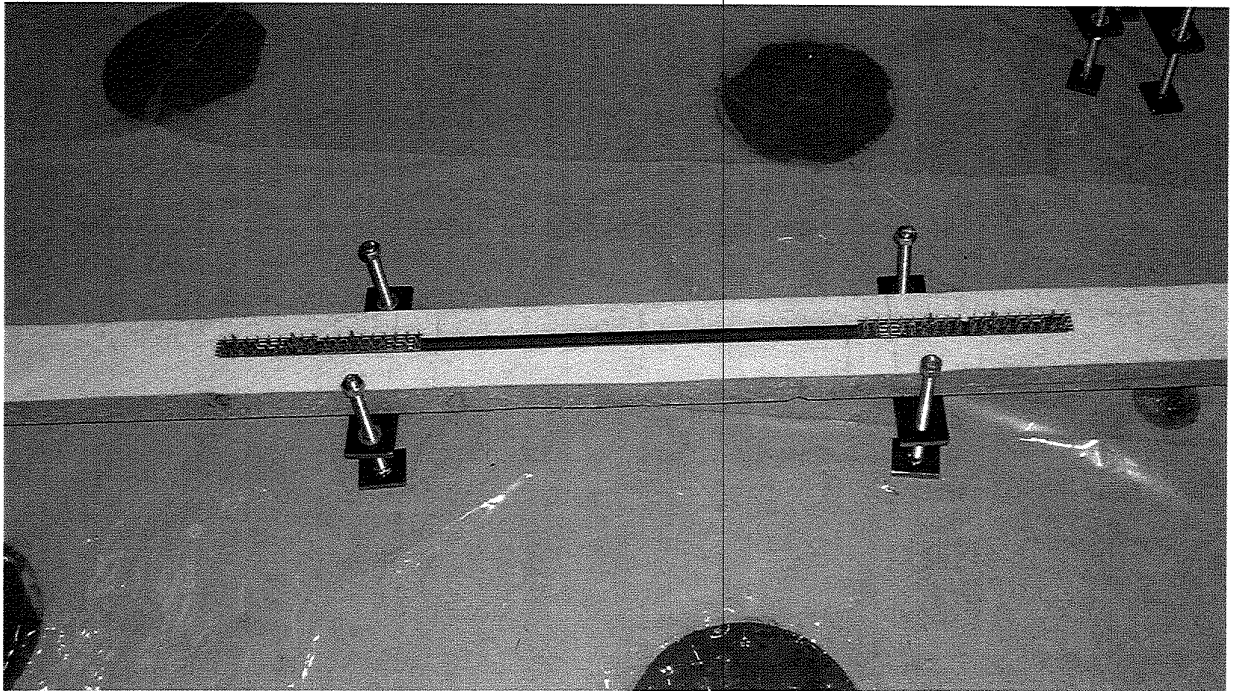


Bild A.9.1: Zugband im Schwellenbereich der Türöffnung.

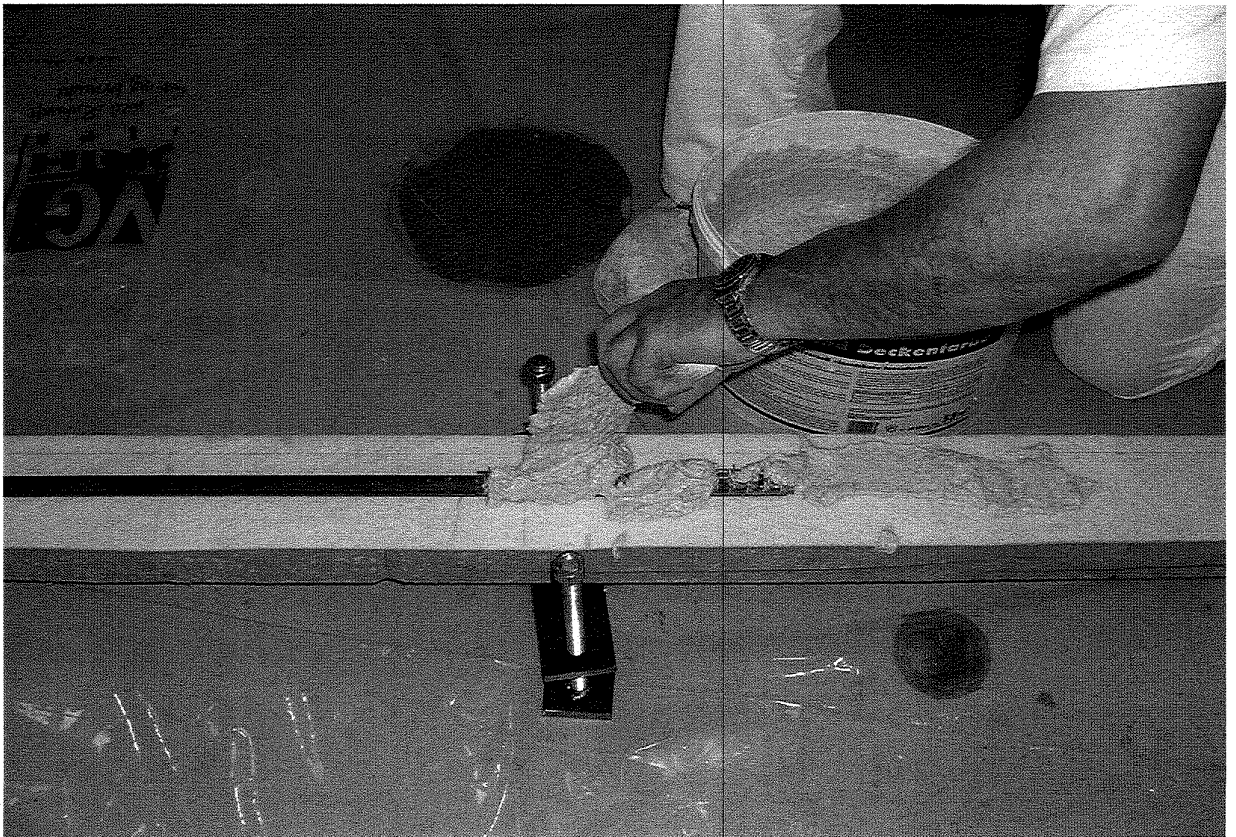


Bild A.9.2: Kleber im Pfostenbereich auf Zugband im Schwellenbereich der Türöffnung.

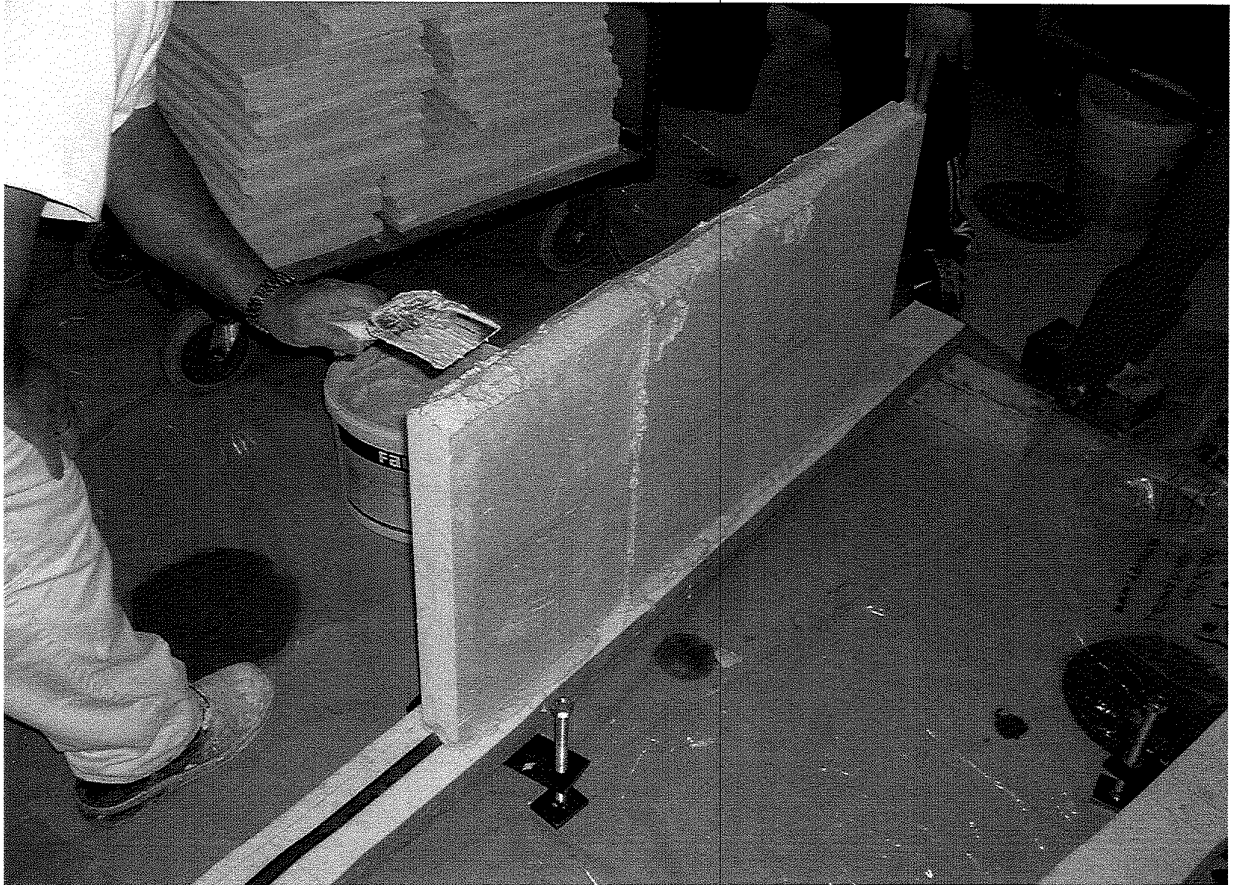


Bild A.10.1: Wand 3 im Aufbau.



Bild A.10.2: Wand 3 im Aufbau.

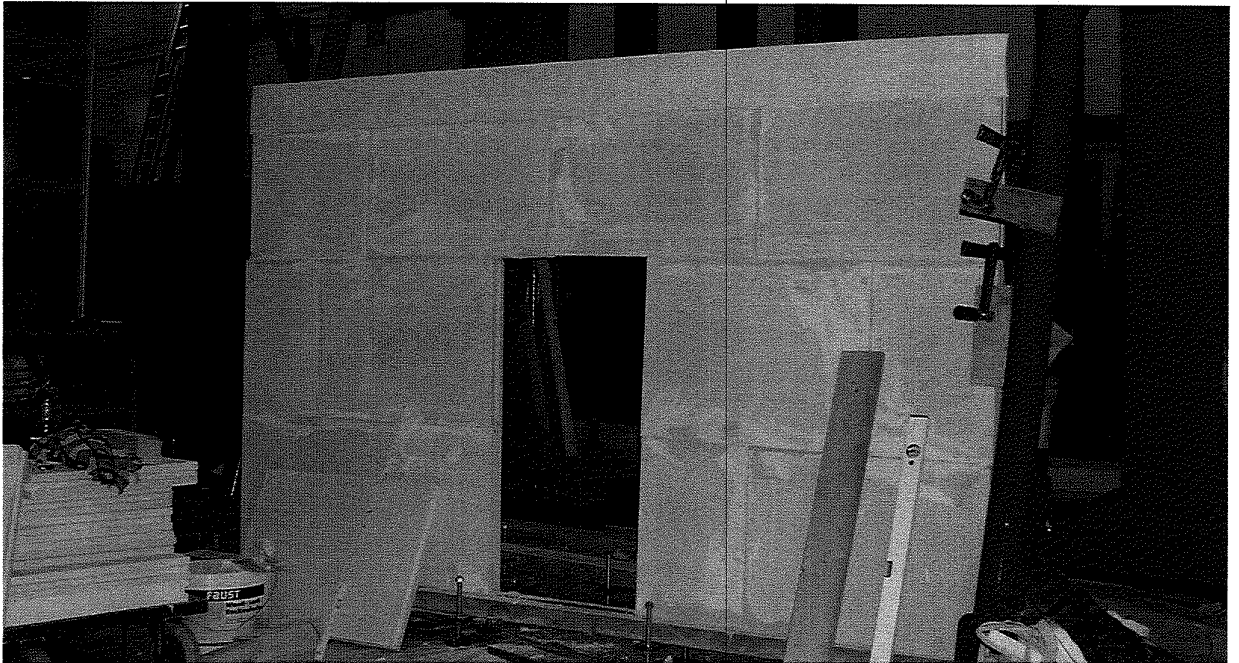


Bild A.11.1: Ansicht Wand 3. An der rechten Seite wird die Wand horizontal gehalten.



Bild A.11.2: Wand 3 mit Belastungsplatten. Messuhr in Feldmitte nimmt die Verformungen auf.



Bild A.12: Wand 2.2 mit Lastplatten. Messuhr in Feldmitte nimmt die Verformungen auf.  
Türsturz (12,5 cm hoch) im Maßstab 1:4.

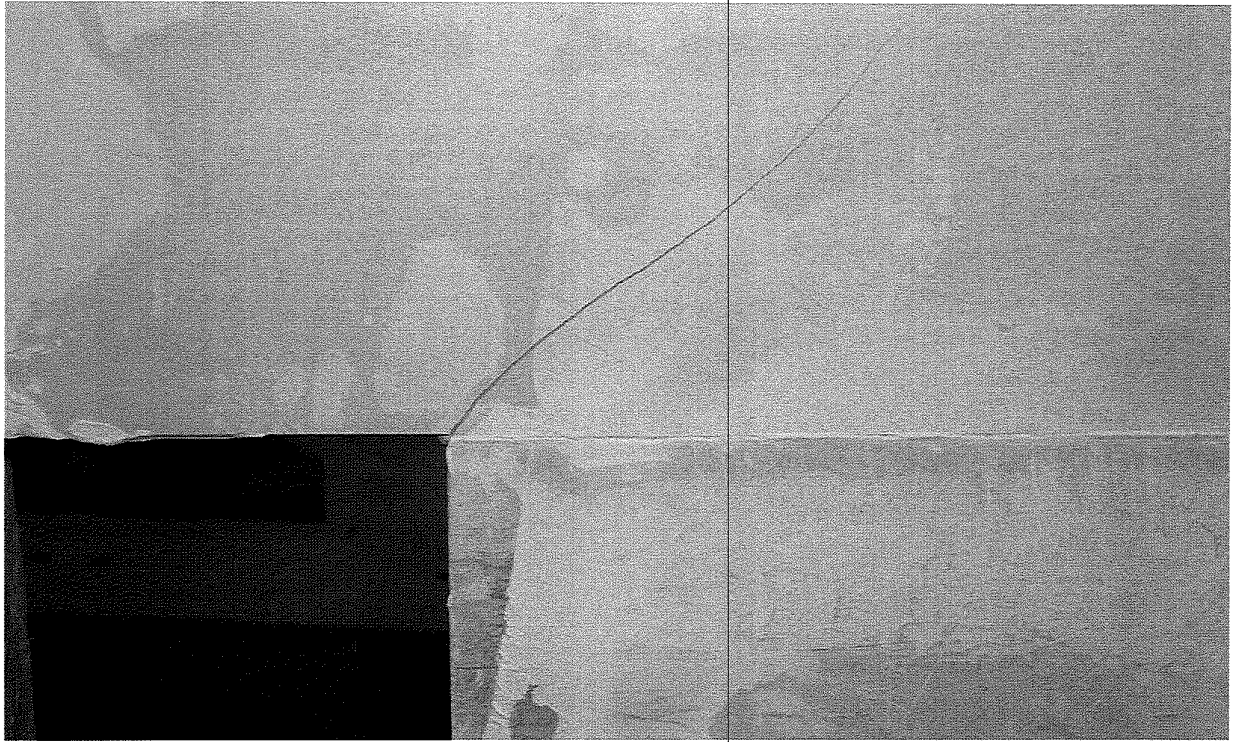


Bild A.13.1: Riss in Achse B in der Ecke des Türsturzes, Wand 2.2.

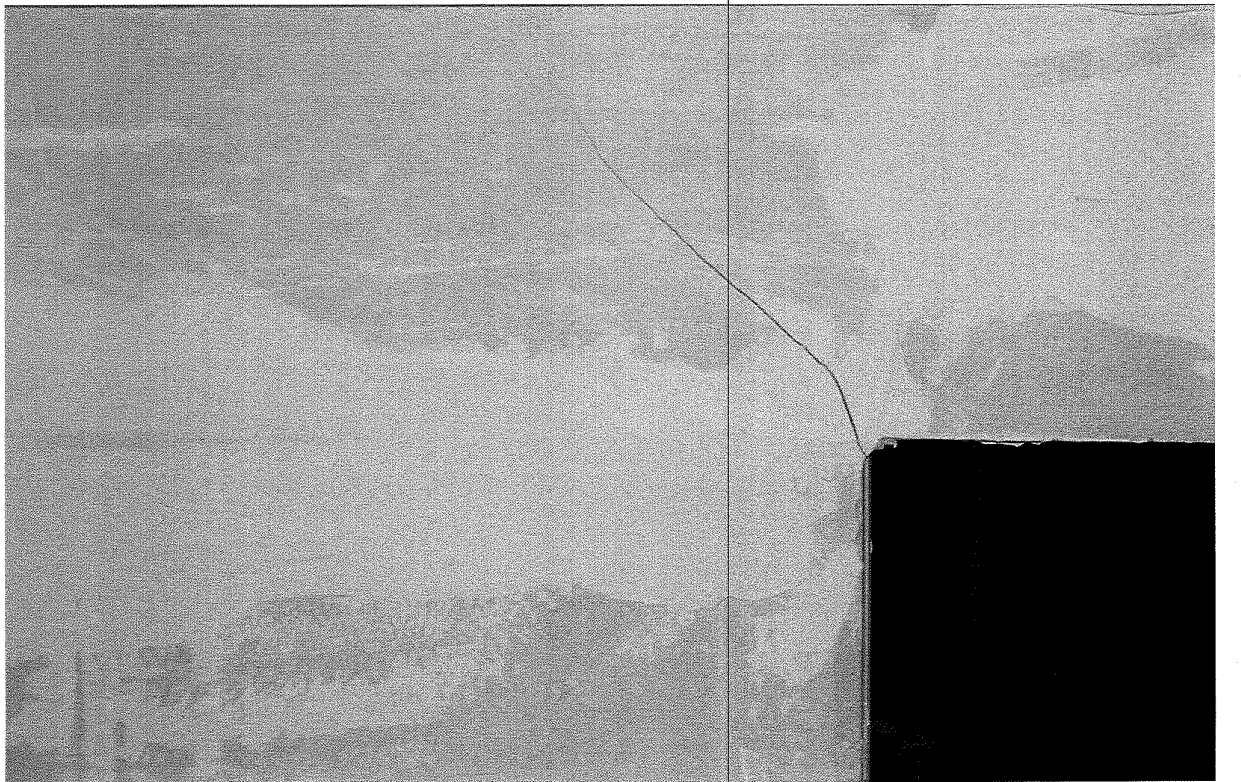


Bild A.13.1: Riss in Achse C in der Ecke des Türsturzes, Wand 2.3.

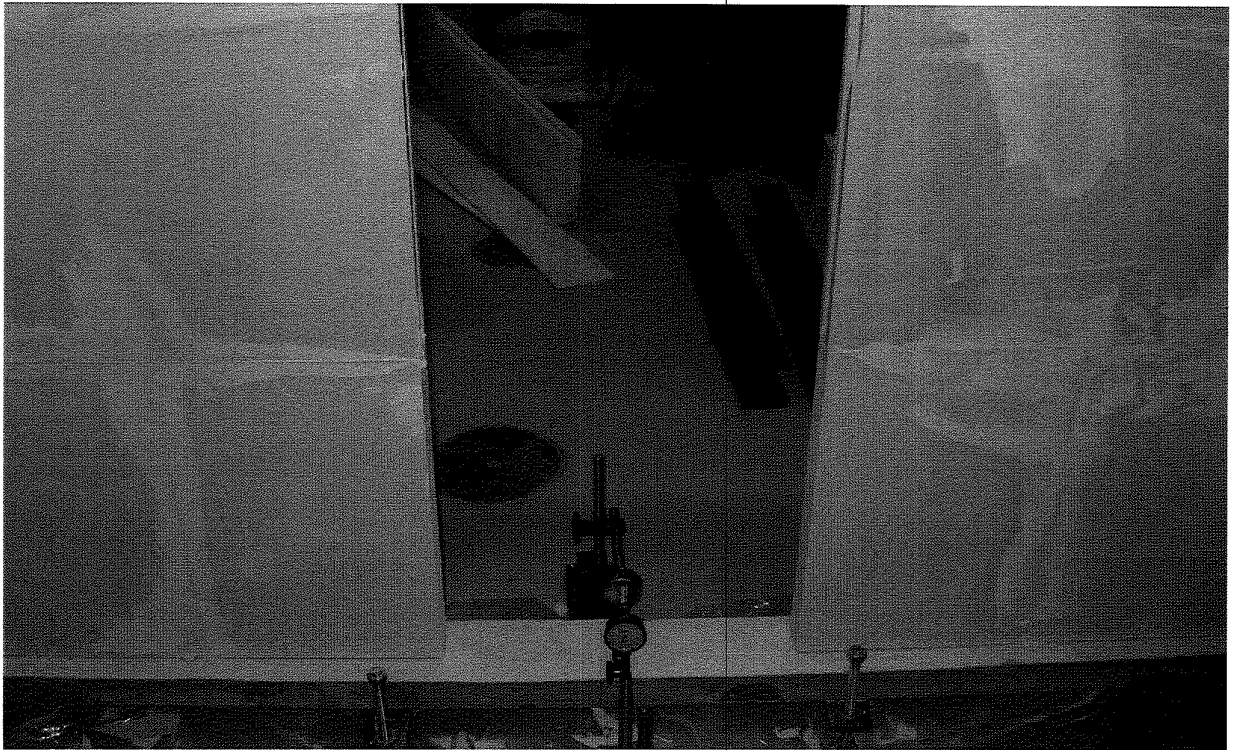


Bild A.14.1: Wand 1. Messuhr in Feldmitte nimmt die Verformungen auf.

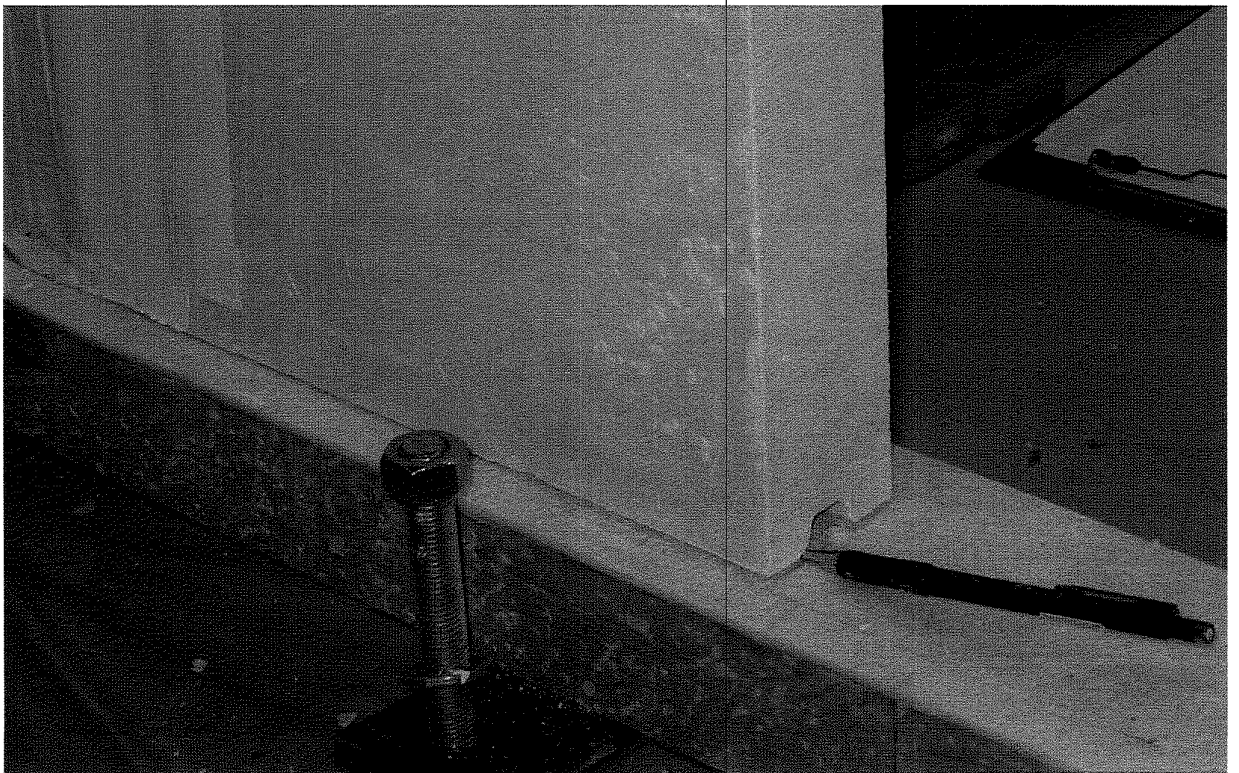


Bild A.14.2: Wand 1. Türpfosten in Achse C hebt unter Zwang ab.

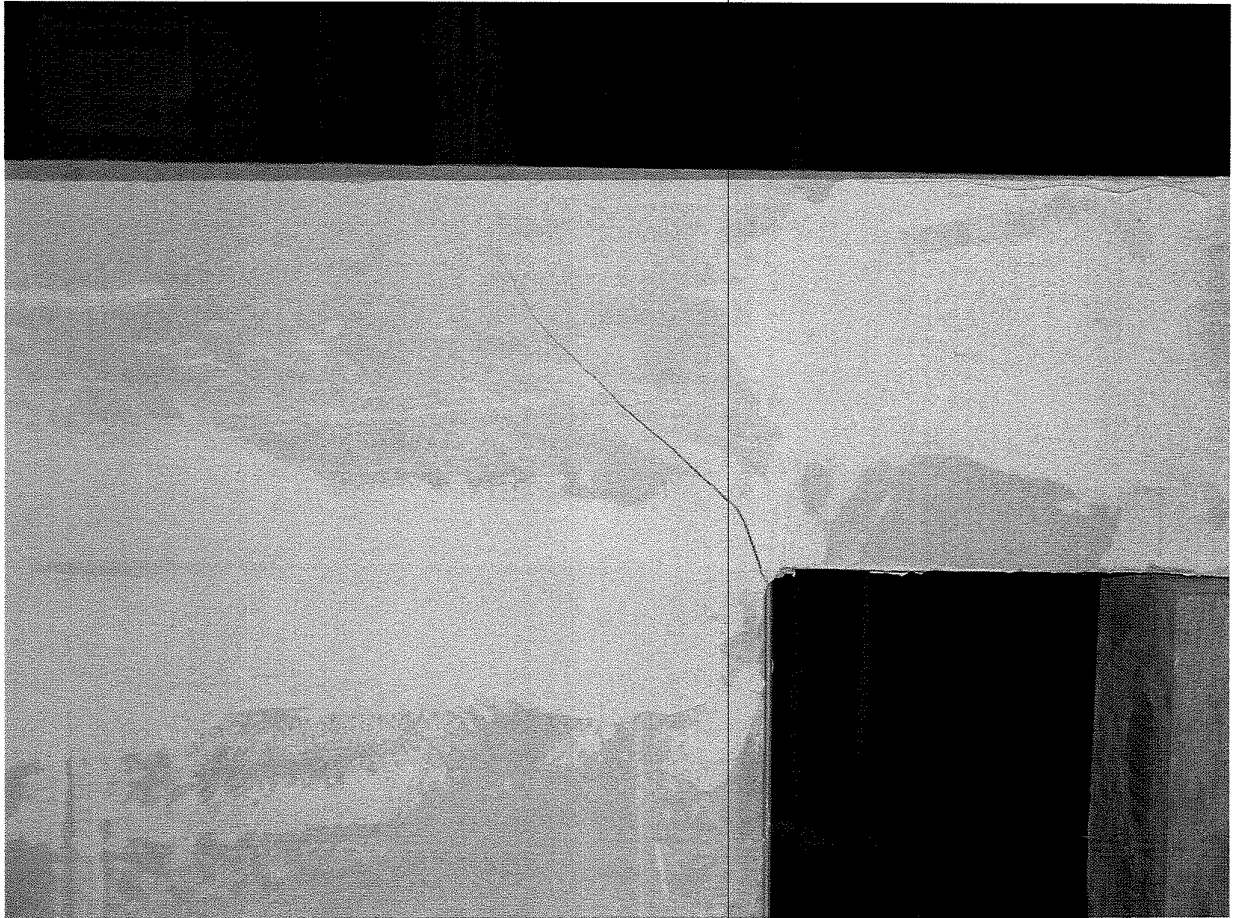


Bild A.15: Wand 2. Unterstützung des Sturzes in Achse B beim Versuch durch eine Holzstrebe ist am rechten unteren Bildrand zu erkennen.

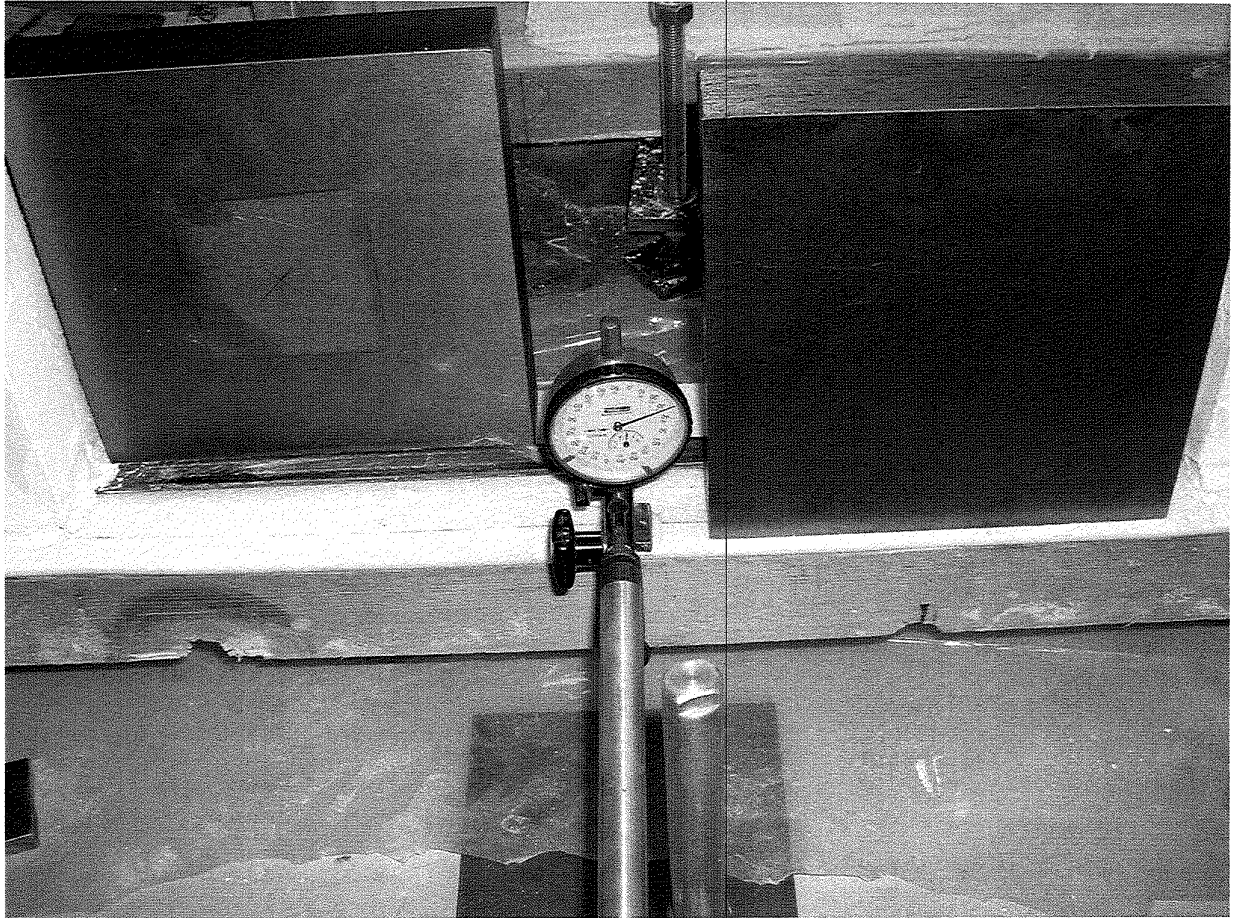


Bild A.16.1: Wand 3 mit Lastplatten. Messuhr in Feldmitte nimmt die Verformungen auf.

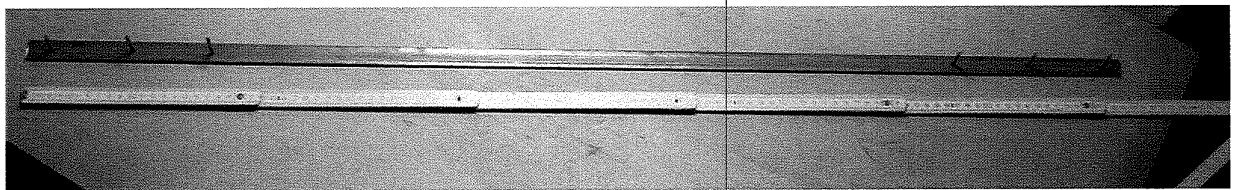


Bild A.16.2: Flachstahl zur Verstärkung im Türschwellenbereich.

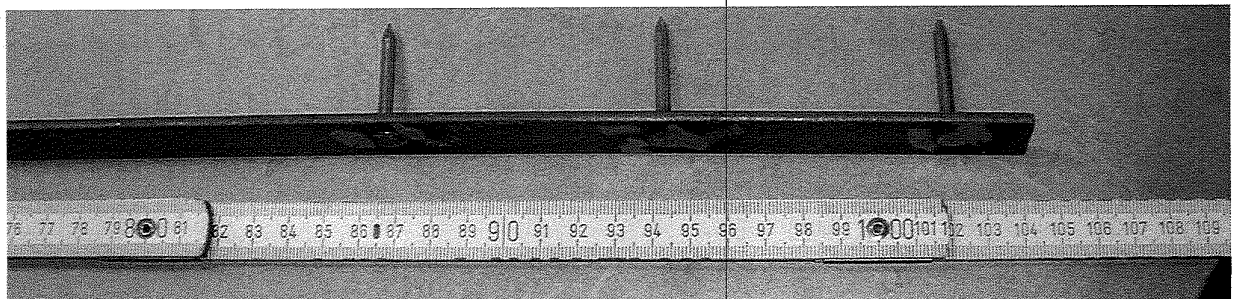


Bild A.16.3: Flachstahl zur Verstärkung im Türschwellenbereich.

Tabelle A.17: Datenblatt zur Ermittlung der Zugfestigkeit an einer Flachstahl-Probe.

## Prüfprotokoll

Prüfer : M. Weber  
Material : Flachstahl  
Auftragsnummer: 1094/859/07  
Prüfdatum : 25.04.2007

### Ergebnisse:

Probe	$F_{p0,2}$ kN	$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	$F_m$ kN	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m/R_{p0,2}$	$A_{gt}$ %	$A_{gt}$ %
1	23,5	330	30,0	423	1,28	18,6	18,9

### Probengrafik:

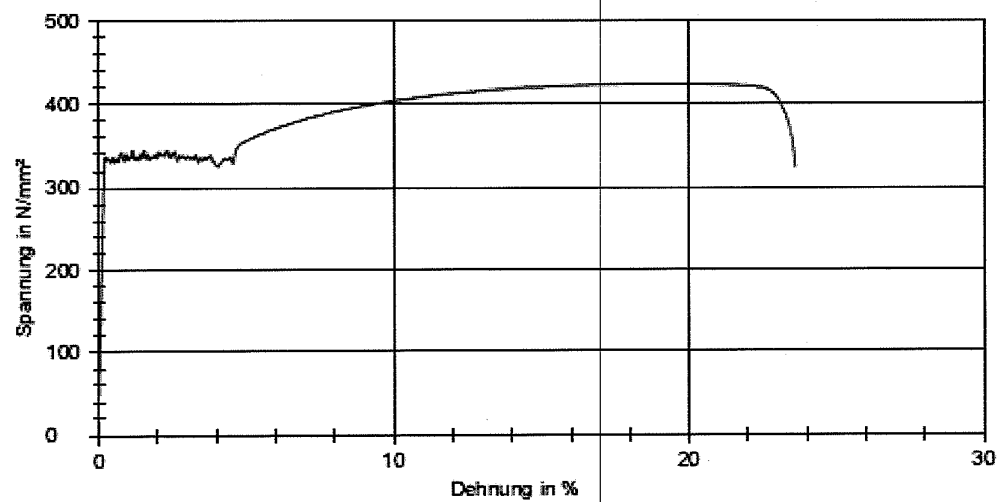




Bild A.18: Ansicht drei Gipsprismen zur Überprüfung der Druckfestigkeit der Proben.

Tabelle A.18: Protokoll der Ergebnisse der Druckprüfung.

**Druckfestigkeit an Prismen**

Wg. Nr.	Masse 1 (kg)	Masse 2 (kg)	Masse 3 (kg)	M konst. (kg)	Rohdichte (kg/dm <sup>3</sup> )
P1	0,3905	0,391	0,390	0,391	<b>0,88</b>
P2	0,388	0,389	0,389	0,389	<b>0,89</b>
P5	0,3908	0,390	0,391	0,390	<b>0,90</b>

Wg. Nr.	Länge ( mm )			Breite ( mm )			Höhe ( mm )			Bruchlast ( kN )	Druckf. ( MPa )
	1	2	Mittel	1	2	Mittel	1	2	Mittel		
P1	60,3	60,2	<b>60,3</b>	60,7	60,8	<b>60,8</b>	120,6	120,7	<b>120,7</b>	27,36	<b>7,48</b>
P2	60,2	60,3	<b>60,3</b>	60,3	60,4	<b>60,4</b>	119,4	119,6	<b>119,5</b>	24,71	<b>6,80</b>
P5	60,1	60,1	<b>60,1</b>	60,2	60,3	<b>60,3</b>	120,4	120,5	<b>120,5</b>	25,33	<b>7,00</b>
Mittelw.											<b>7,09</b>

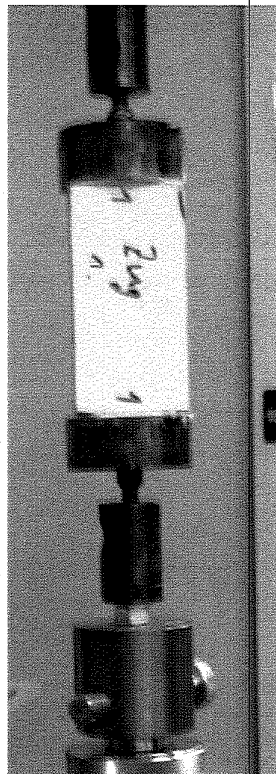


Bild A.19.1: Gips-Zugprobe in der Prüfmaschine.

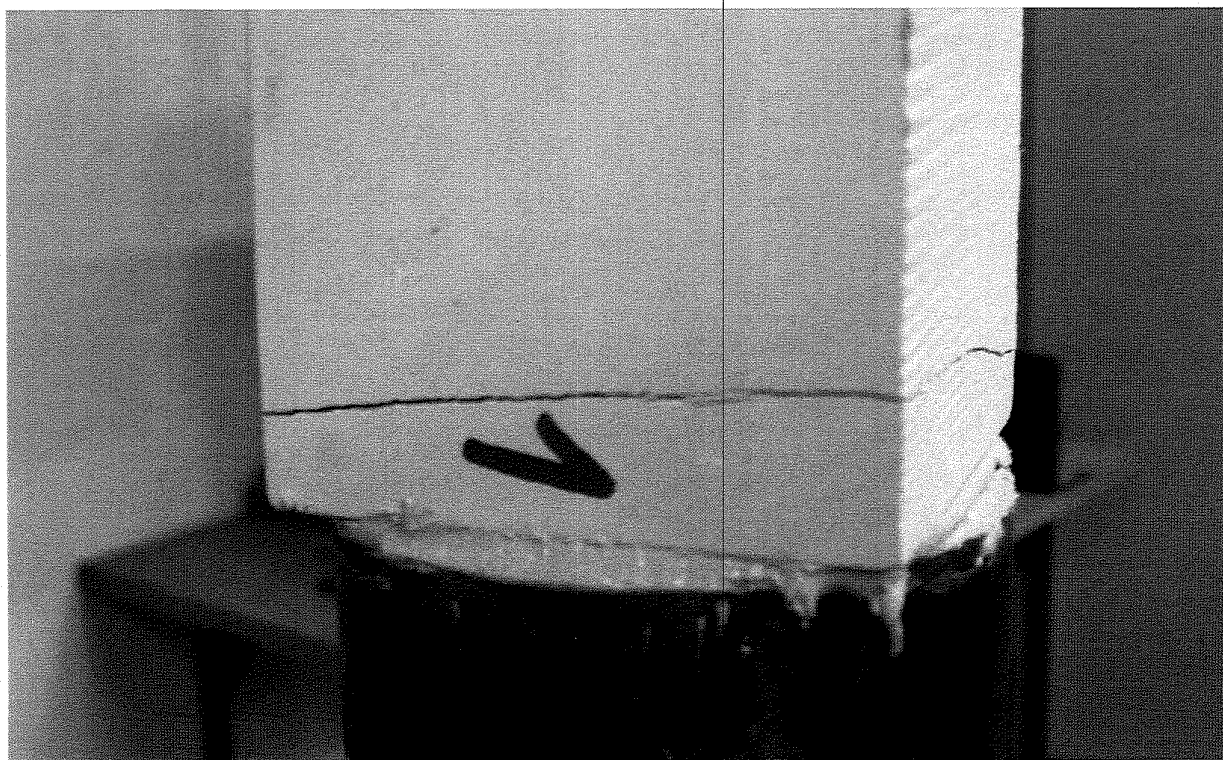


Bild A.19.2: Gips-Zugprobe nach der Zugprüfung.

Tabelle A.20: Protokoll der Ergebnisse der Druckprüfung.

Gips-Wandbauplatten

Zugfestigkeit an Prismen

Wg. Nr.	Masse 1 (kg)	Masse 2 (kg)	Masse 3 (kg)	M konst. (kg)	Rohdichte (kg/dm <sup>3</sup> )
P1	0,3905	0,390	0,390	0,390	<b>0,89</b>
P2	0,388	0,397	0,389	0,391	<b>0,89</b>
P5	0,3908	0,390	0,392	0,391	<b>0,89</b>

Wg. Nr.	Länge ( mm )			Breite ( mm )			Höhe ( mm )			Bruchlast ( kN )	Zugf. ( MPa )
	1	2	Mittel	1	2	Mittel	1	2	Mittel		
P1	60,3	60,4	<b>60,4</b>	60,3	60,4	<b>60,4</b>	119,4	120,7	<b>120,1</b>	4,878	<b>1,34</b>
P2	60,2	61,7	<b>61,0</b>	60,3	60,4	<b>60,4</b>	120,2	119,6	<b>119,9</b>	5,152	<b>1,40</b>
P5	60,1	60,3	<b>60,2</b>	60,6	60,7	<b>60,7</b>	120,1	120,5	<b>120,3</b>	4,763	<b>1,30</b>
Mittelw.											<b>1,35</b>

Bearb.: 1094/859/07

Prüfer: M.Weber

Sachbearbeiter: Dr.Bodendiek

Maschine Inv.Nr.: 600 kN /3055

Tabelle A.21: Datenblatt zur Ermittlung der Zugfestigkeit an drei Gipsprismen-Proben.

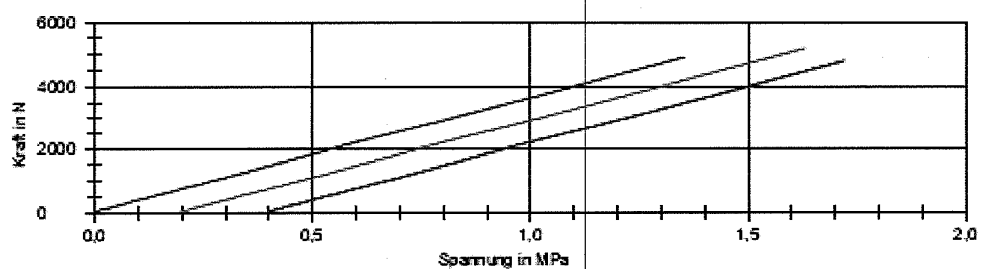
**Zugfestigkeit Prüfprotokoll**

**Parametertabelle:**

Kunde : VG-Orth  
 Material : Gips-Wandplatten  
 Bearbeitungsnr. : 1094/495/07  
 Sachbearbeiter : Dr. Bodendiek  
 Herstellungstag : -  
 Prüftag : 17.04.2007  
 Prüfmittel : -  
 Prüfer : M. Weber  
 Prüfnorm : Anlehnung an DIN 1048  
 Prüfgeschwindigkeit : 200,0 N/s  
 Versuchshinweis : 1. Versuchsreihe  
 Anmerkung zur Prüfung: Probe 1+2: Bruch unten  
 Nr.3: oben  
 Die Zugfestigkeiten sind bezogen auf die  
 quadratische Fläche 60x60mm.

**Ergebnisse:**

Legende	Nr	Probenbreite b0 mm	Probendicke a0 mm	S0 mm <sup>2</sup>	fmax N	Zugfestigkeit ( Rm ) MPa
■	1	60	60	3600	4878	1,36
■	2	60	60	3600	5152	1,43
■	3	60	60	3600	4763	1,32



**Statistik:**

Serie	fmax N	Zugfestigkeit ( Rm ) MPa
n = 3		
$\bar{x}$	4931	1,37
s	200	0,06
v	4,06	4,06