



## **Dipl.-Ing. Karl HARTL**

Staatlich befugter und beeideter Zivilingenieur für Bauwesen

**Statische Berechnung + Konstruktive Planung**

A-4030 Linz, Dallingerstraße 25

Tel 0732/ 372 372

Mobil 0699/17372372

www.hartl-statik.at

email: hartl.statik@aon.at

# **PRÜFUNG DER MAUERWERKSFESTIGKEIT IM BESTAND**

Linz, 8. 1. 2017

### **Aufgabenstellung:**

Bei Umbauten oder Aufstockungen von Bauten muss man als Statiker zunächst die Tragstruktur und die Festigkeit der Materialien festzustellen.

Bei Beton und Stahl ist dies mit den gängigen Materialentnahmen und Laborprüfungen relativ einfach. Bei Ziegelmauerwerk wird die Sache meist sehr schwierig.

### **Mauerwerksfestigkeit $f_k$ :**

Um die Mauerwerksfestigkeit  $f_k$  feststellen zu können behilft man sich in der Norm mit einer Mischformel aus der Steindruckfestigkeit  $f_b$  des Ziegels und der Mörtelfestigkeit  $f_m$ .

Während man die Steindruckfestigkeit mit normalem Aufwand feststellen kann, ist die Entnahme von Mörtelproben und die Prüfung derer nur mit sehr hohem Aufwand oder teilweise gar nicht möglich. Selbst wenn man dies konnte, kommen noch die Einflüsse aus der Steinart, Steingeometrie, der Vermauerungsart und der Mörteldicken hinzu, welche Einfluss auf die Mauerwerksfestigkeit  $f_k$  haben.

Um diese Unsicherheiten auszuschalten, könnte man große Proben entnehmen und in ein Labor bringen. Allerdings ist die Entnahme und der Transport von großen Mauerwerksprobekörpern auf Grund des großen Probekörpergewichtes und der Schädigung des Probekörpers durch Risse im Mörtel, welche durch den Transport entstehen, mit normalen Mitteln nahezu unmöglich. Daher die Idee der Feststellung der Mauerwerksfestigkeit  $f_k$  mit einfachen Mitteln vor Ort.

### **Prüfeinrichtung für In Situ Mauerwerksprüfung:**

Die von mir konstruierte und Stahlbau mäßig berechnete Prüfeinrichtung besteht aus einem Hydraulikzylinder mit Hydraulikpumpe und einem Manometer, genauer gesagt 2er Manometer mit unterschiedlichem Messbereich zu Feststellung des Druckes.

Weiters Stahlplatten zur Lastverteilung, 4 Zugstangen und 2 normalen Messuhren, zur Feststellung der Längenänderungen. All diese Teile können normal im Handel bezogen werden und waren relativ günstig.

### **Einbau und Funktion:**

Zunächst werden im Mauerwerk 2 Öffnungen hergestellt.

In die untere Öffnung kommt der Prüfzylinder mit den Lastverteilplatten. In die obere Öffnung die Gegenplatten. Zwischen dem Prüfling und den Lastverteilplatten wird eine Zementmörtelausgleichsschicht eingebaut.

Dann werden die unteren Platten und die oberen Platten mittels 4 Zugstangen verbunden.

Der Zementmörtel wird im Verhältnis 1:1 gemischt und 24 Std. erhärtet. Der Mörtel ist danach druckfester als der bestehende Mörtel, aber noch so verformungsfähig, dass er die unerwünschte Querzugspannung an den Prüfplatten reduziert.

Copyright © by DI Hartl. Darf nur mit meiner Zustimmung weiterverwendet oder veröffentlicht werden.

Unmittelbar nach dem Einbringen wird der noch frische Mörtel minimal vorgespannt, damit der überall gleichmäßig anliegt.

Am nächsten Tag wird die Probe abgedrückt. Vor dem Abdrücken wird der Prüfling vom übrigen Mauerwerk mit einer 10mm dicken Ziegelsäge frei geschnitten.

Am besten mit einer hartmetallbestückten und wassergekühlten Ziegel motorsäge.

Beim Abdrücken wird der Druck stufenweise erhöht und die Verkürzung des Prüflings jeweils gemessen. Man erhält dadurch die Spannungsdehnungslinie und den Druck Emodul, sowie die Mauerwerksfestigkeit  $f_k$  unter Berücksichtigung aller Einflüsse vor Ort.

Mit dieser Einrichtung sind zum Erhalt eines statischen Mittelwertes je 3 Prüfungen pro Mauertyp durchzuführen.

Gleichzeitig kann man bei jeder Druckstufe die Verbreiterung des Prüfkörpers messen und erhält so die Querdrehzahl  $\gamma$ .

### **Reales Bauvorhaben:**

Beim Umbau und der Aufstockung eines Gründerzeithauses, wurde die Mauerwerksfestigkeit an den tragenden Wänden, den Kaminwänden und an einer aussteifenden Zwischenwänden geprüft. Eine Nachrechnung des Bestandes nach den jetzigen Normen zeigte, dass das Mauerwerk teilweise zu ca. 80% ausgenutzt war. Also eine erstaunlich gute Kenntnis der Tragfähigkeit und Ausnutzung der Baustoffe bei der Errichtungszeit. Die Mauerfestigkeit der Zwischenwände war gleich wie die der tragenden Wände. Das Kaminmauerwerk hatte, obwohl augenscheinlich gleich hergestellt wie das tragende Mauerwerk, eine um ca. 35% geringere Festigkeit. Ich führe dies auf eine Materialermüdung infolge der Temperaturwechselbeanspruchung des Kamins und der Beanspruchung durch die Rauchgase zurück.

Auf Grund der genauen Prüfungen konnten die Tragreserven für die Aufstockung unter Einhaltung der normgemäßen Sicherheiten mobilisiert werden.

Dipl.-Ing. Karl Hartl

### **Fotodokumentation:**

Eingebaute Prüfeinrichtung vor dem Abdrücken



Unten Prüfzylinder mit Manometer,  
Oben Gegenplatten mit jeweils einer Messuhr vor und einer Messuhr hinter dem Prüfkörper.

Wenn der Zylinder unter Druck gesetzt wird, vergrößert er seine Länge und drückt die Platten oberhalb des Zylinders nach oben.

Wichtig ist, dass Prüfkörper links und rechts vor dem Aufbringen der Prüfdrücke lotrecht freigeschnitten wird, damit sich der Prüfkörper sich seitlich ungehindert ausdehnen kann. Ansonst würden durch die seitliche Einspannung viel zu hohe Druckspannungen gemessen.

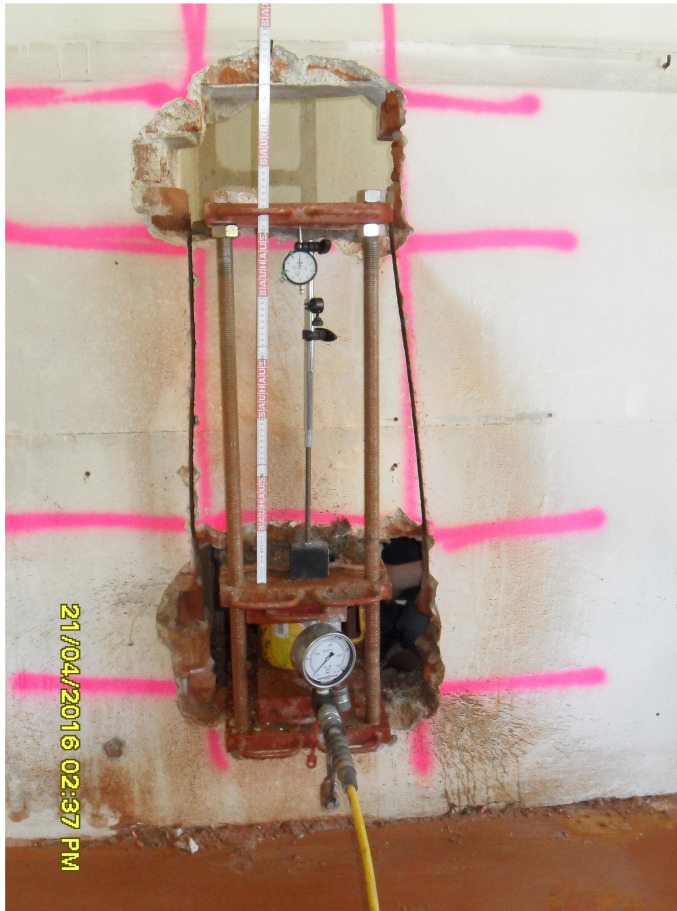
Prüfkörper nach dem Abdrücken:



Infolge der hohen lotrechten Druckspannungen hat sich die Breite des Prüfkörpers, so weit vergrößert, dass die ursprünglichen 10mm breiten Schlitze geschlossen wurden.



Bedingt durch die hohen lotrechten Druckspannungen entstehen rechtwinkelig dazu hohe Querkzugspannungen. Da das Ziegelmauerwerk im Verhältnis zur Druckfestigkeit nur eine geringe Zugfestigkeit hat, entstehen dadurch die typischen Querkzugrisse. Weiters gehen damit einher: das Absprengen des Verputzes und durch die Vergrößerung der Breite, das Schließen der ursprünglichen seitlichen Lotschnitte.

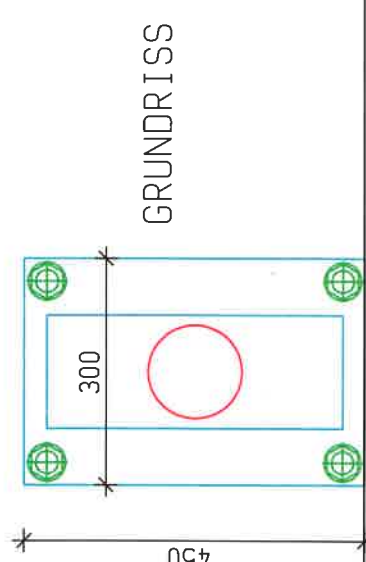
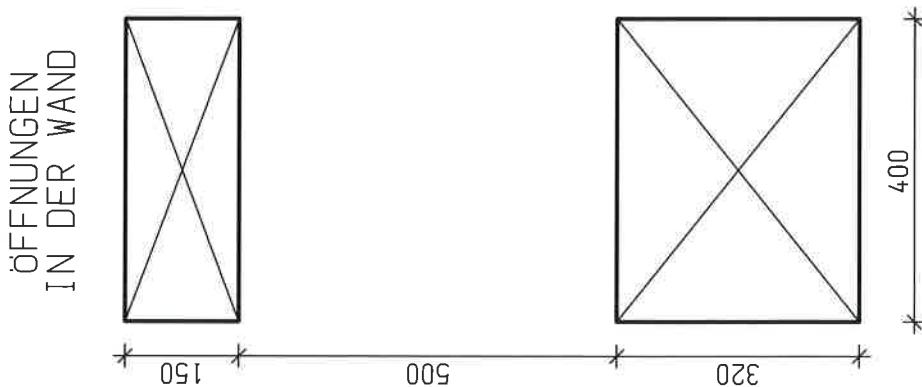
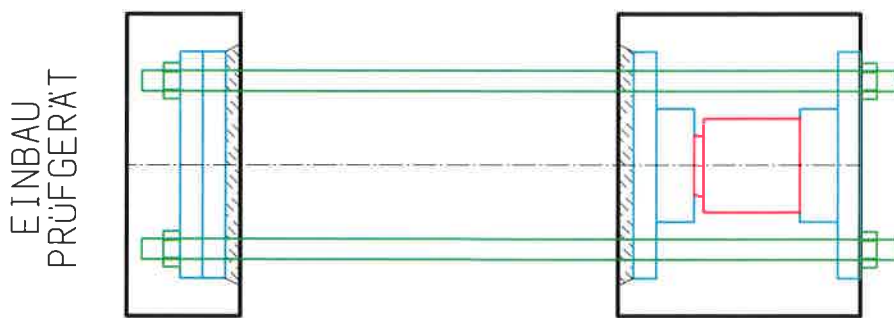
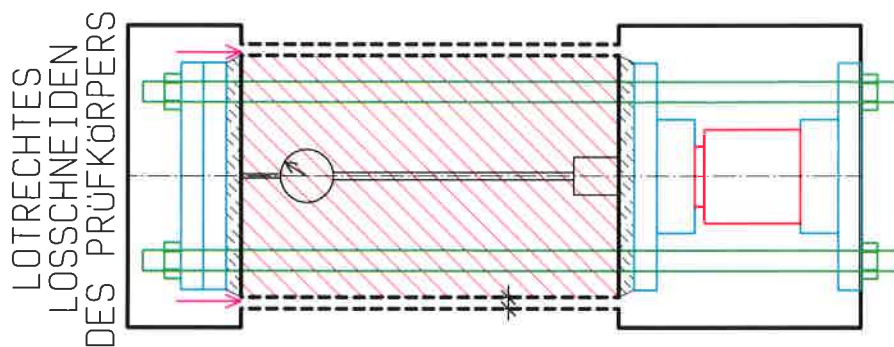
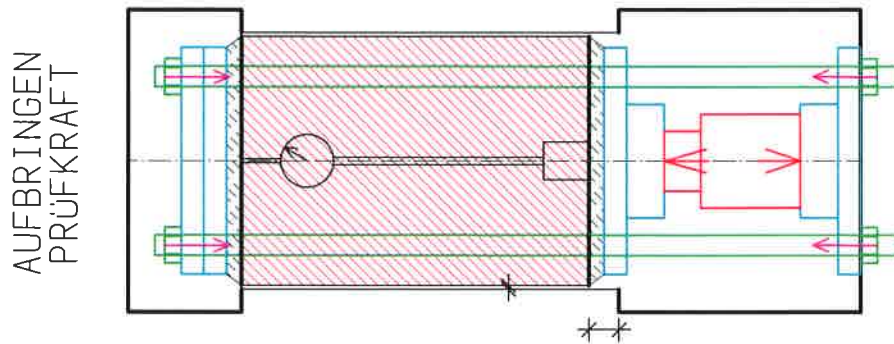


Eingebaute Prüfapparatur bei der Zwischenwand.  
Der Prüfkörper links und rechts 10mm breit frei geschnitten.

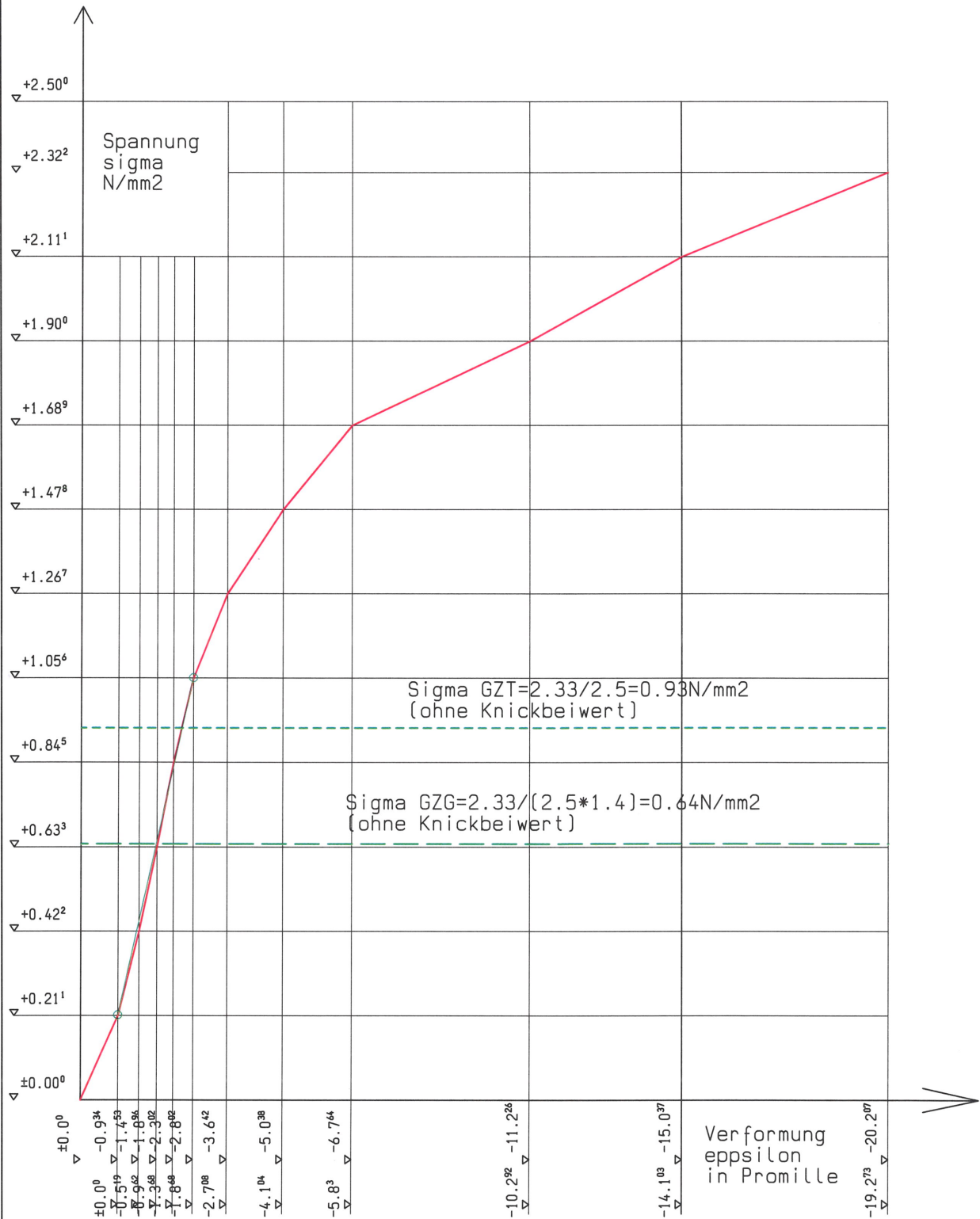


Prüfkörper nach dem Abdrücken.

PROJEKT: 1900-00 Test	SEITE: 0
KAPITEL:	KAPNR: 0
BAUTEIL: Prüfung der Mauerwerksfestigkeit im Bestand	BAUTN: 0
PUNKT : -- Prüfeinrichtung	PKTNR: 0-A
AD 07.06.16 21:26	







## Bauvorhaben Kroatengasse

Druckversuch      Geschoß      Lage      Datum  
 Mauerwerk 2.OG      Mittelwand Süd      26.04.2016

Seite 1

Prüfkörper      30cm NF-Mauerwerk  
 Querschnitt      Länge      310 mm  
                          Breite      300 mm  
                          Höhe      550 mm  
                          QS-Fläche      93000 mm<sup>2</sup>

DN Druckzyl      88,9  
 Fläche cm<sup>2</sup>      6207 mm<sup>2</sup>

Bar (kp/cm <sup>2</sup> )	Kraft (kN)	Stauchung		Stauchung Mittel (1+2)/2	Dehnung epsilon Delta 1/1000	Dehnung epps gesamt	Dehnung epsilon gesamt ohne 1.Wert	Stauchung Delta in1/100mm	Spannung sigma gesamt N/mm <sup>2</sup>	Spannung sigma delta N/mm <sup>2</sup>	Emodul= delta sigma/ delta epps *1000 N/mm <sup>2</sup>
		Ablesung 1 in1/100mm	Wert1								
0	0,00	0	0	0	0,0			0,0	0,000	0,00	
20	12,41	46	46	10	28,0	0,509	0,509	28,0	0,133	0,13	262
40	24,83	65	65	14	39,5	0,209	0,718	11,5	0,267	0,13	638
60	37,24	81	81	22	51,5	0,218	0,936	12,0	0,400	0,13	612
80	49,66	97	97	29	63,0	0,209	1,145	11,5	0,534	0,13	638
100	62,07	107	107	34	70,5	0,136	1,282	7,5	0,667	0,13	979
120	74,49	119	119	40	79,5	0,164	1,445	9,0	0,801	0,13	816
140	86,90	130	130	46	88,0	0,155	1,600	8,5	0,934	0,13	864
160	99,31	140	140	52	96,0	0,145	1,745	8,0	1,068	0,13	918
180	111,73	149	149	57	103,0	0,127	1,873	7,0	1,201	0,13	1049
200	124,14	159	159	62	110,5	0,136	2,009	7,5	1,335	0,13	979
220	136,56	166	166	66	116,0	0,100	2,109	5,5	1,468	0,13	1335
240	148,97	173	173	69	121,0	0,091	2,200	5,0	1,602	0,13	1468
260	161,39	182	182	74	128,0	0,127	2,327	7,0	1,735	0,13	1049
280	173,80	190	190	78	134,0	0,109	2,436	6,0	1,869	0,13	1224
300	186,21	201	201	84	142,5	0,155	2,591	8,5	2,002	0,13	864
320	198,63	212	212	88	150,0	0,136	2,727	7,5	2,136	0,13	979
340	211,04	228	228	93	160,5	0,191	2,918	10,5	2,269	0,13	699
360	223,46	250	250	104	177,0	0,300	3,218	16,5	2,403	0,13	445
380	235,87	296	296	128	212,0	0,636	3,855	35,0	2,536	0,13	210
400	248,29	384	384	164	274,0	1,127	4,982	62,0	2,670	0,13	118

# Bauvorhaben Kroatengasse

Druckversuch      Geschoß      Lage      Datum  
Mauerwerk 2.OG    Mittelwand Süd    26.04.2016

