

Bestimmung der Mörteldruckfestigkeit im Bestand mittels Eindringverfahren

Senior Scientist Dipl.-Ing. Dr. **Sinan Korjenic**,
Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Karl Deix**
Institute for Building Construction and Technology,
Research Centre for Construction and Building Maintenance
Vienna University of Technology, Austria
Karlsplatz 13/206-4, A - 1040 Vienna
Tel.: +43/1/58801 - 21511,
Fax: +43/1/58801 – 21599,
Email: sinan.korjenic@tuwien.ac.at
Web: www.hochbu.tuwien.ac.at

Kurzfassung

Ziel dieser Arbeit ist die Vorstellung eines Verfahrens zur Bestimmung der Mörteldruckfestigkeit in der Fuge. Das ist eine schnelle und einfache Bestimmung von Mörteldruckfestigkeiten in alten Gebäuden, an „weichen“ Mörtel, mittels Eindringverfahren. Dieses Eindringverfahren verwendet einen modifizierten Rückprallhammer nach „Schmidt“.

Das Eindringverfahren benutzt den, in der Betonprüfung bewährten Rückprallhammer nach Schmidt in seiner leichten Ausführung (Schlagenergie 0,735 N/m) zur zerstörungswarmen Bestimmung der Festigkeit von Mörtel in der Fuge. Da die ursprüngliche Bolzenform hierfür nicht geeignet ist, wird auf den bestehenden Schlagbolzen eine zum Mörtel hin keilförmig ausgebildete Schneide aufgesetzt.

Es werden das Prüfgerät und der Prüfvorgang sowie die Auswertung mittels gegebener Formeln allgemein gezeigt. Zur Veranschaulichung wird das Verfahren an einem Anwendungsbeispiel vollständig erläutert.

Abstract

In this thesis a procedure for determining compression strength of mortar in joints is explained. This is a quick and easy determination of compressive strength mortar in old buildings, by means of "soft" mortar, through penetrant. The penetrant used a modified "Schmidt" rebound hammer.

The penetrant used to, in the concrete test hammer by "Schmidt" rebound proven its ease of implementation (impact energy 0.735 N / m) for non-destructive determination of the low strength of mortar in the joints. The bolt form is not suitable for mortar and is replaced by a wedge-shaped cutting edge.

The testing instrument is shown as the procedure of testing as well as an interpretation with given formulas in general. The whole determining process is illustrated by an example of use.

1 Einleitung

Diese Arbeit soll ein Verfahren zur Bestimmung der Mörteldruckfestigkeit in der Fuge erläutern. Das Verfahren stellt ein schnelles und praxistaugliches Prüfverfahren für Messungen in situ dar. Dies ist vor allem bei Altbausanierungen, bei Nutzungsänderungen beziehungsweise bei Bauwerksaufstockungen von großer Bedeutung. Angewendet wird es beispielsweise bei der Untersuchung von Wiener Gründerzeithäusern. Ist ein Dachgeschoßausbau geplant, ist im Zuge des rechtlich vorgeschriebenen Ingenieurbefunds die Mörtelfestigkeit zu bestimmen.

Von Vorteil gegenüber der Stempeldruckmethode ist auch die zerstörungsfreie Prüfung des Mauerwerks. Bei schlanken Pfeilern ist dies von eminenter Bedeutung, da eine Probenentnahme oft zu einer Stabilitätsgefährdung führen kann.

Bei dem erläuterten Verfahren handelt es sich um ein Eindringverfahren, das einen modifizierten Schmidhammer (Rückprallhammer, Abbildung 1) verwendet.

2 Eindringverfahren

Als Basisgerät für die Versuchsdurchführung wird ein Rückprallhammer nach E. Schmidt verwendet. Der Rückprallhammer wird vor allem in der Betonprüfung, aber auch zur Ziegelprüfung vor Ort verwendet.

Zur Bestimmung der Mörteldruckfestigkeit ist er nur eingeschränkt brauchbar.



Abbildung 1: Rückprallhammer mit modifiziertem Schlagbolzen

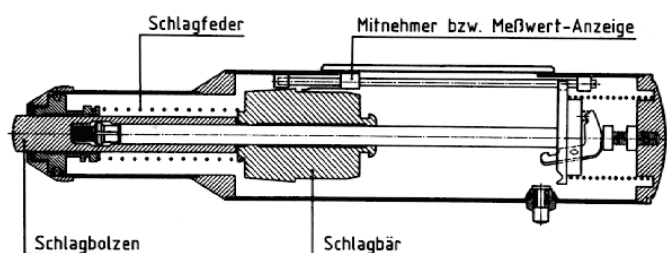


Abbildung 2: Schnitt durch den Rückprallhammer nach Schmidt [9]

Das Funktionsprinzip (Abbildung 2) beruht auf dem Rückprall eines Schlaggewichtes, das durch Entspannen einer Feder auf den Schlagbolzen geschleudert wird. Der Schlagbolzen (**Abbildung 7**) wird auf die Oberfläche des zu untersuchenden Materials senkrecht aufgesetzt. Durch die Elastizität des zu prüfenden Materials wird die Aufprallenergie über den Schlagbolzen wieder an das Schlaggewicht zurückgegeben, worauf dieses zurückprallt. Dieser Rückprallweg wird gemessen. Daraus lässt sich die Härte des Materials ermitteln, welche wiederum mit der Druckfestigkeit korreliert.

Wie bereits erwähnt, eignet sich der Rückprallhammer nach Schmidt nicht für die Bestimmung der Mörteldruckfestigkeit. Daher verwendet man ein modifiziertes Verfahren, das den gewünschten Anforderungen gerecht wird.

Das Grundgerät bleibt unverändert und man bedient sich weiterhin der standardisierten Schlagenergie von 0,735 N/m für den modifizierten Versuch nach Hofmann [1], der aber in seiner weiterentwickelten Form verwendet wird, da die

erzielten Ergebnisse unbrauchbar waren. Im Gegensatz zur Betonprüfung wird beim modifizierten Rückprallhammer nicht mehr aus dem Rückprall auf die Festigkeit geschlossen, sondern aus der standardisierten Eindringtiefe des schneideförmigen Bolzens (**Abbildung 8**) aus Einsatzhärtestahl HRC 58-60 in den Mörtel. Dabei handelt es sich nun um ein Eindringverfahren.

Die Weiterentwicklung fand in Form des Forschungsvorhabens H34/94 [2] des Instituts für Hochbau und Industriebau der TU Wien statt. Ziel dabei war die Festlegung einer anwendbaren Schneidenform durch Versuche mit zehn verschiedenen Schneideformen (**Abbildung 3**).

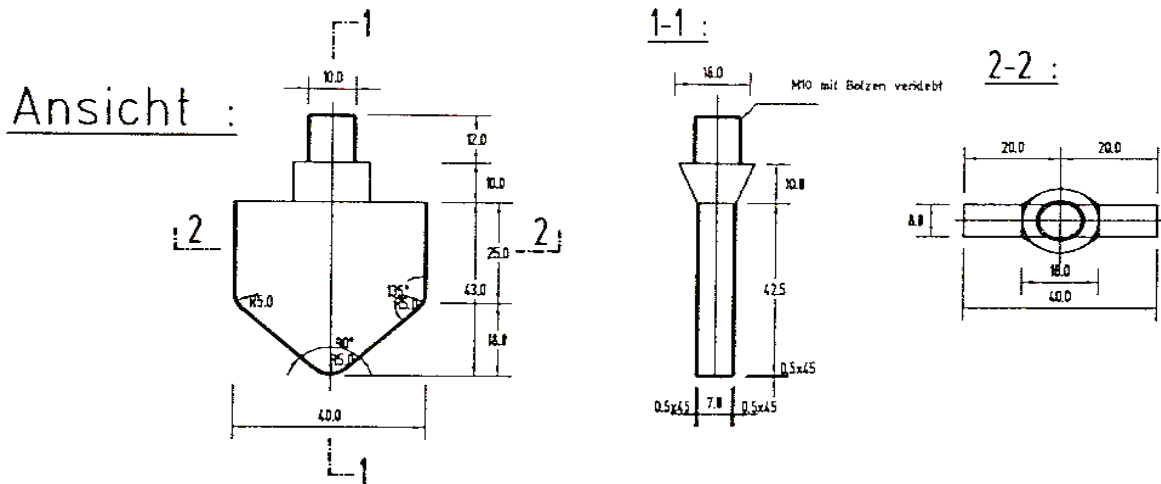


Abbildung 4: modifizierter Schlagbolzen Nr. X [2]

Aus den Versuchsreihen ergab sich für die Mörtelfestigkeit in der Fuge und der Eindringtiefe d_{1-10} folgender Zusammenhang: (vgl. **Abbildung 5**):

$$f_{m,Ein} = \frac{8}{d_{1-10}} \quad (1)$$

mit

$f_{m,Ein}$ Mörtelfestigkeit in der Fuge nach dem Eindringverfahren in [N/mm²]

d_{1-10} Differenz der Eindringtiefe nach dem ersten und dem zehnten Schlag in [mm]

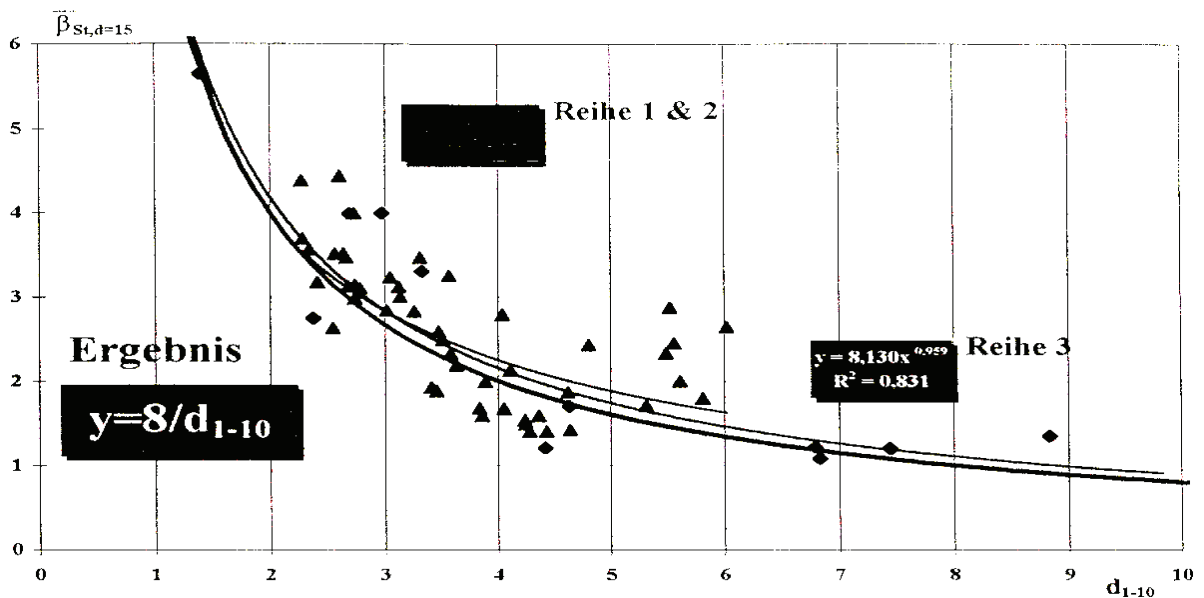


Abbildung 5: Beziehung zwischen d_{1-10} und der Mörtelfestigkeit in der Fuge [2]

Dieser Zusammenhang wurde von Kadner/Unger [3] noch weiter untersucht und führte zu Formel (3), die in dieser Arbeit zur Auswertung des Anwendungsbeispiels benutzt werden wird.

Für den Einfluss der Feuchtigkeit auf die Mörtelfestigkeit lässt sich lediglich eine Tendenz feststellen, da die Anzahl der Proben für eine genaue Aussage zu gering war. Es zeigte sich bei einem Feuchtegehalt des Mörtels von ~8% eine Festigkeitsreduktion von ca. 40% gegenüber trockenem Mörtel (**Abbildung 6**).

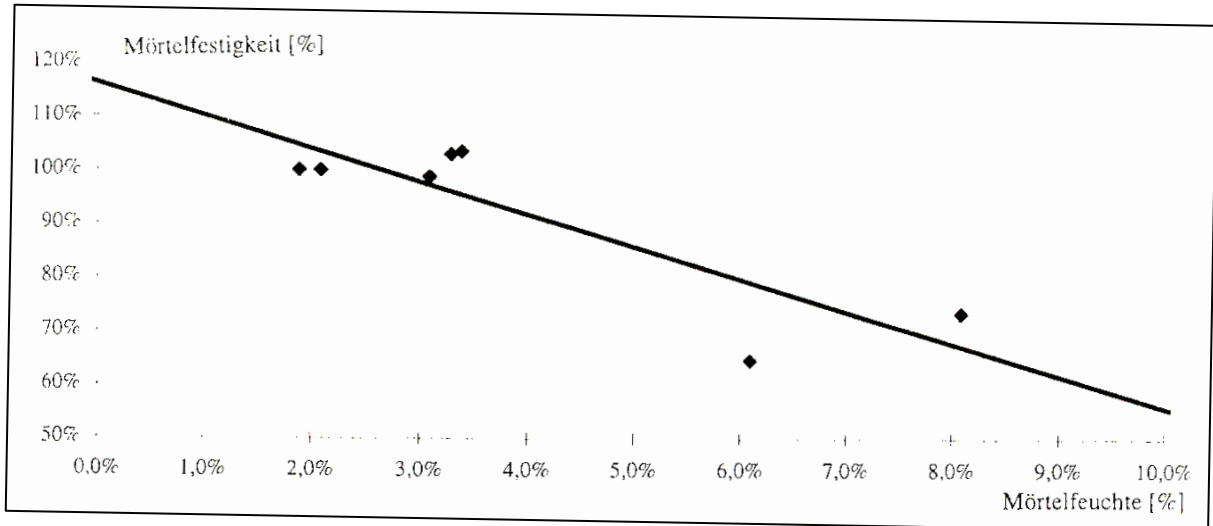


Abbildung 6: Abhängigkeit der Mörtelfestigkeit in der Fuge vom Feuchtegehalt [2]

Zur Abschätzung des Einflusses der Karbonatisierung wurden Proben einem künstlichen Alterungsprozess unterworfen und mit den herkömmlichen verglichen. Es ließ sich eine deutlich höhere Festigkeit der gealterten Proben feststellen.

Das Verfahren eignet sich nach Pech/Zach [4] nur für weiche Mörtel, beispielsweise Kalkmörtel, mit Mörtelfestigkeits bis maximal 2,5-3,0 N/mm² und liegt mit seinen Ergebnissen, die bis max. 20% niedriger ausfallen als mit der Stempeldruckprüfung, im sicheren Bereich. Die unter Laborbedingungen hergestellten Versuchskörper weichen jedoch zum Teil sehr stark von einer Baustellengerechtigkeit ab. Die Verhältnisswerte haben einen großen Streubereich und lassen nur sehr grobe Rückschlüsse über tatsächliche Materialwerte zu. Die genaue Kenntnis dieser Zusammenhänge mit aus bestehendem Mauerwerk entnommenen Proben wäre wichtig bei:

- Beurteilung der Mörtelgüte für Tragfähigkeitsnachweise bei Nutzungsänderung bzw. Aufstockung von bestehenden Bauwerken
- Altbausanierung
- Gütenachweis für ausgeführtes Mauerwerk
- Beurteilung der Mörtelgüte bei Schadensfällen

Es besteht daher der notwendige Bedarf für ein Verfahren zur zuverlässigen Bestimmung der mittleren Mörteldruckfestigkeit in der Fuge in bestehenden Objekten.

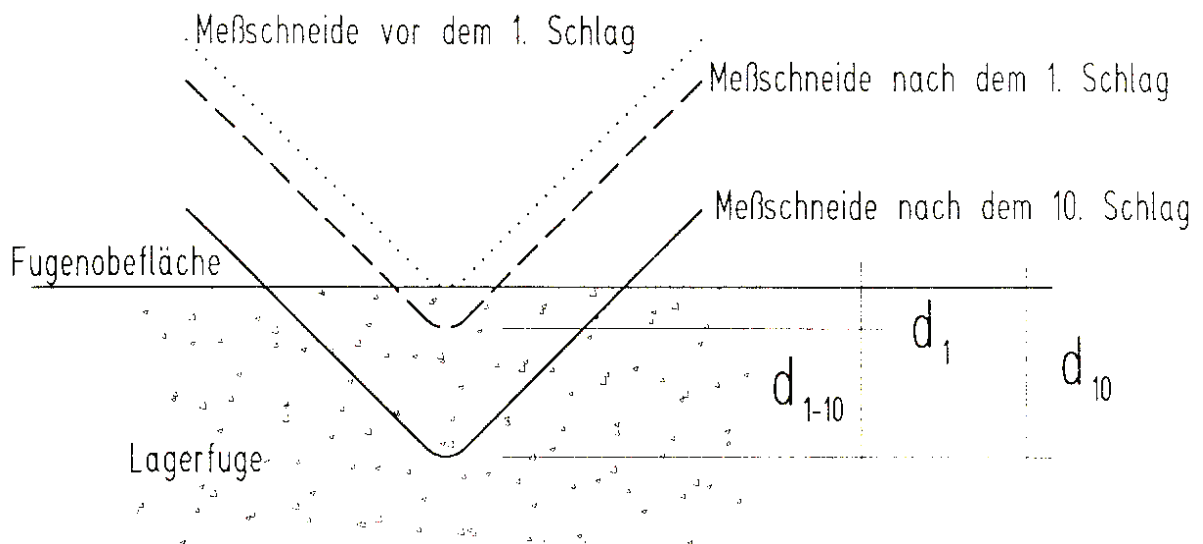


Abbildung 7: Schlagbolzen



Abbildung 8: modifizierter Schlagbolzen

Der Versuchsablauf sieht vor, dass man den Bolzen auf die Fuge aufsetzt, dann den ersten Schlag ausführt und die vorhandene Eindringtiefe feststellt. Danach folgen weitere neun Schläge, wobei nach dem letzten Schlag wiederum die Eindringtiefe festgestellt wird. Als Maß für die Eindringtiefe ist die Differenz zwischen dem zehnten und ersten Schlag heranzuziehen (siehe **Abbildung 9**).

Abbildung 9: Definition von d_{1-10} [2]

Um aus der Eindringtiefe auf die Festigkeit schließen zu können, muss das Verfahren einmalig kalibriert werden. Dazu werden gleiche Probenkörper hergestellt und nach ÖNORM EN 1015-11 [5] beziehungsweise nach dem Eindringversuch auf ihre Druckfestigkeit geprüft. Die erhaltenen Ergebnisse dienen der Kalibrierung des modifizierten Schmidthammer, vgl. [3].

3 Prüfvorgang

Für eine aussagekräftige Auswertung sind, laut zurückzogener ÖNORM B 3350 [6], mindestens zehn Einzelstellen pro Probereich mit gleichen Materialeigenschaften vorzusehen. Dieser Vorschlag über die Probenanzahl wird beibehalten.

Ist das zu untersuchende Mauerwerk verputzt oder anderweitig beschichtet, muss dieses Material bis auf den unbeeinflussten Mauermörtel entfernt werden.



Abbildung 10: Ermittlung der Eindringtiefe

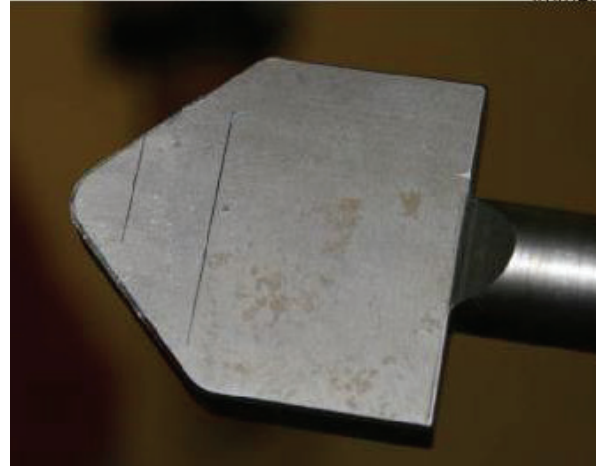


Abbildung 11: Schlagbolzen mit aufgetragenen Messwerten d_{1-10} [3]

Die Probestelle darf keine offensichtlichen Fehlstellen, wie zum Beispiel größere Zuschlagkörner oder eine Verfälschung durch Putzmörtelreste anderer Güte, aufweisen. Weiters dürfen sich keine Risse oder Hohlräume im Mörtel abzeichnen. Um dies sicherzustellen entfernt man mit einem Flachsraubendreher oder ähnlichem Werkzeug die oberste Mörtelschicht in der Fuge.

Die Probestelle muss sich in einer Mauerwerksfuge mit ausreichender Breite befinden um den pfeilförmigen Schlagbolzen ($d = 7,5 \text{ mm}$, **Abbildung 4**) ansetzen zu können. Es ist darauf zu achten, dass sich bei ausreichender Breite der Fugenprüfstelle die Fuge nicht mit zunehmender Mauerwerksdicke verjüngt und so ein Eindringen des Bolzens behindert.

Der Mindestabstand der einzelnen Probestellen soll 50 mm betragen, bei besonders weichem Mörtel ist der Abstand zu verdoppeln.

Alle angeführten Vorgaben müssen eingehalten werden um eine Verfälschung der Proben zu verhindern.

Nun wird der modifizierte Prüfhammer auf die vorbereitete Fuge, wie beschrieben, aufgesetzt und ein Schlag ausgeführt. Um eine Referenz für das Maß der Eindringtiefe d_1 zu erhalten, legt man ein Geodreieck an das Mauerwerk über der Prüfstelle an und vermerkt die Eindringtiefe durch Anbringen einer Linie auf dem Schlagbolzen (siehe **Abbildung 10**). Es folgen die weiteren neun benötigten Schläge. Nach dem letzten Schlag stellt man die Eindringtiefe d_{10} wiederum wie nach dem ersten Schlag fest und notiert die Differenz aus erster und zehnter Eindringtiefe d_{1-10} (siehe **Abbildung 11**). Wichtig dabei ist, dass man die zehn

Schläge ohne Absetzen des Prüfhammers ausführt. Sind mindestens zehn Stellen des Mauerwerks geprüft, ist die Prüfung abgeschlossen.

4 Auswertung der Prüfergebnisse

Aus den bestimmten Prüfergebnissen berechnet man den arithmetischen Mittelwert der Eindringtiefen d_{1-10} mit:

$$\bar{d}_{1-10} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{1-10,i}, \quad n = 10 \quad (2)$$

mit

\bar{d}_{1-10} Mittelwert der Differenzen der Eindringtiefen in [mm]

Alle Einzelwerte der Eindringtiefen, die mehr als 25% vom Mittelwert abweichen, sind auszusondern und nicht zu verwenden. Die Mörtelfestigkeit in der Fuge ergibt sich nach dem Eindringverfahren laut [3] wie folgt:

$$f_{m,Ein} = \frac{9}{d_{1-10}} \quad (3)$$

mit

$f_{m,Ein}$ Mörtelfestigkeit in der Fuge nach dem Eindringverfahren in [N/mm²]

d_{1-10} Differenz der Eindringtiefe nach dem ersten und dem zehnten Schlag in [mm]

$f_{m,Ein}$ entspricht nicht der der Mörtelfestigkeit f_m laut EC 6 [7]. Die Mörtelfestigkeit f_m ermittelt sich nach Kompiller [8] wie folgt:

$$f_m = \sqrt{f_{m,Ein} + 0,3} - 0,55 \quad 0,5 < f_m < 2,5 \quad (4)$$

mit

f_m Mörtelfestigkeit laut EC 6 in [N/mm²]

$f_{m,Ein}$ Mörtelfestigkeit in der Fuge nach dem Eindringverfahren in [N/mm²]

Um die Mörtelfestigkeit f_m direkt aus der Eindringtiefe d_{1-10} zu berechnen, verwendet man nach [3]

$$f_m = \left(\frac{4,0}{d_{1-10}} \right)^{0,60} \quad (5)$$

mit

f_m Mörtelfestigkeit laut EC 6 in [N/mm²]

d_{1-10} Differenz der Eindringtiefe nach dem ersten und dem zehnten Schlag in [mm]

Aus den so ermittelten Einzelfestigkeiten wird wiederum das arithmetische Mittel mit Hilfe von

$$\bar{f}_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{m,i} \quad , n = \sum_i x_i < 25\% \text{ Abweichung} \quad (6)$$

mit

\bar{f}_m Mittelwert der Mörtelfestigkeit laut EC 6 in [N/mm²]

gebildet.

\bar{f}_m stellt die Mörtelfestigkeit für die zu führenden statischen Nachweise laut EC 6 [7] dar.

5 Anwendungsbeispiel

Zur Veranschaulichung des vorgestellten Prüfverfahrens wird anhand eines Anwendungsbeispiels das gesamte Prüfverfahren mit Auswertung der Ergebnisse gezeigt.

Geprüft werden Kellerwände im Bereich der Stiege 6 des Panigltraktes der TU Wien, Karlsplatz 13, 1040 Wien (**Abbildung 12**), der im 19. Jahrhundert errichtet wurde.

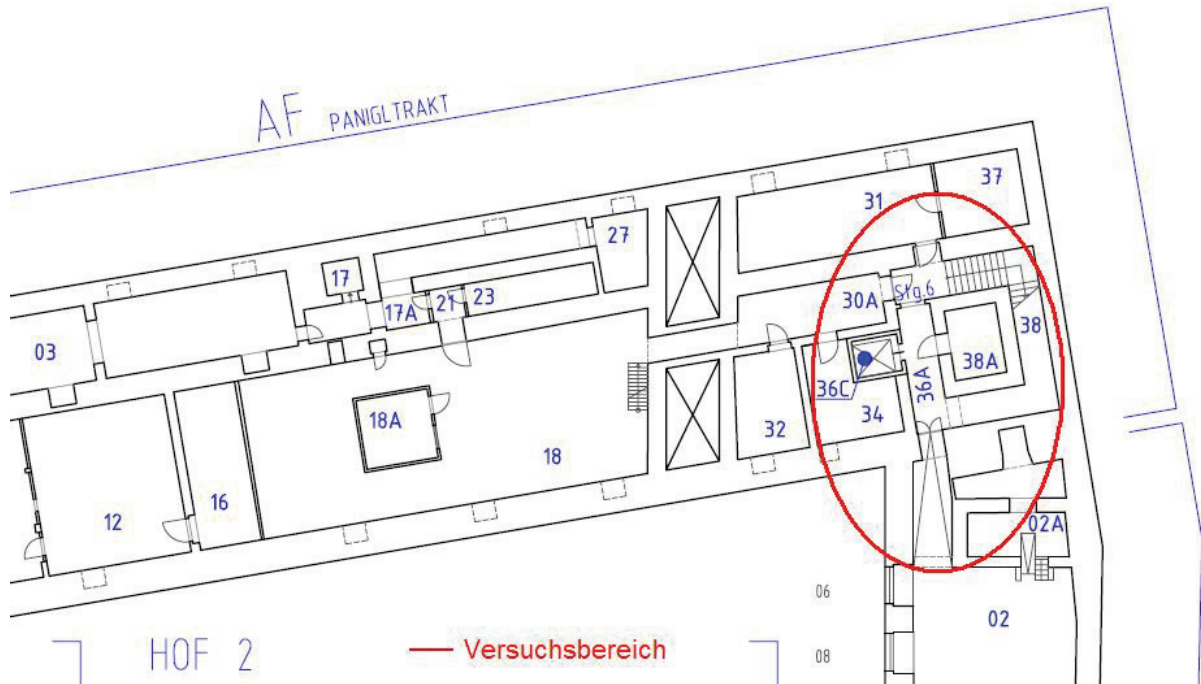


Abbildung 12: Lageplan des Versuchsbereiches [10] (bearbeiteter Ausschnitt)

Zur Prüfung wurden Probestellen ausgesucht, die keine offensichtlichen Fehlstellen, Risse oder Hohlräume hatten. Es wurden insgesamt 10 Stellen geprüft, welche auf vertikalen Seitenflächen verteilt waren.

Die zehn Probeneinzelstellen liefern Ergebnisse, die in **Tabelle 1** aufgelistet sind.

Tabelle 1: gemessene Eindringtiefen d_{1-10}

Probe Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_{1-10} [mm]	6,0	5,0	3,0	7,0	12,0	13,5	8,0	12,0	11,0	6,0

Daraus errechnet man mit (2): $\bar{d}_{1-10} = 8,35$ mm.

Die erlaubte Abweichung von 25% ergibt eine untere Grenze von 6,26 mm und eine obere Grenze von 10,44 mm.

Aus jenen Proben, die im vorgegebenen Wertekorridor enthalten sind, wird die Mörtelfestigkeit in der Fuge mit (3) und daraus die Mörtelfestigkeit nach [8] mit (4)

bestimmt, oder direkt mit (5). Mit diesen erhaltenen Mörtelfestigkeiten wird der Mittelwert \bar{f}_m mit (6) gebildet, der die Mörtelfestigkeit darstellt, die in die statische Berechnung zum Nachweis der Tragfähigkeit laut [7] eingeht.

An diesem Beispiel wird die Mörtelfestigkeit zu 0,68 N/mm² nach (4) und 0,69 N/mm² nach (5) ermittelt.

Die Auswertung erfolgt tabellarisch, wie in **Tabelle 2** zu sehen ist.

Tabelle 2: Auswertung des Anwendungsbeispiels

Probe Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_{1-10} [mm]	6,0	5,0	3,0	7,0	12,0	13,5	8,0	12,0	11,0	6,0
\bar{d}_{1-10} [mm]	8,35									
Abweichung	28%	40%	64%	16%	44%	62%	4%	44%	32%	28%
$x_i < 25\%$	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-
$f_{m, Ein}$ [N/mm ²]	-	-	-	1,286	-	-	1,125	-	-	-
f_m [N/mm ²] (4)	-	-	-	0,71	-	-	0,64	-	-	-
f_m [N/mm ²] (5)	-	-	-	0,71	-	-	0,66	-	-	-
\bar{f}_m [N/mm ²] (6)	0,68 (4)/0,69 (5)									

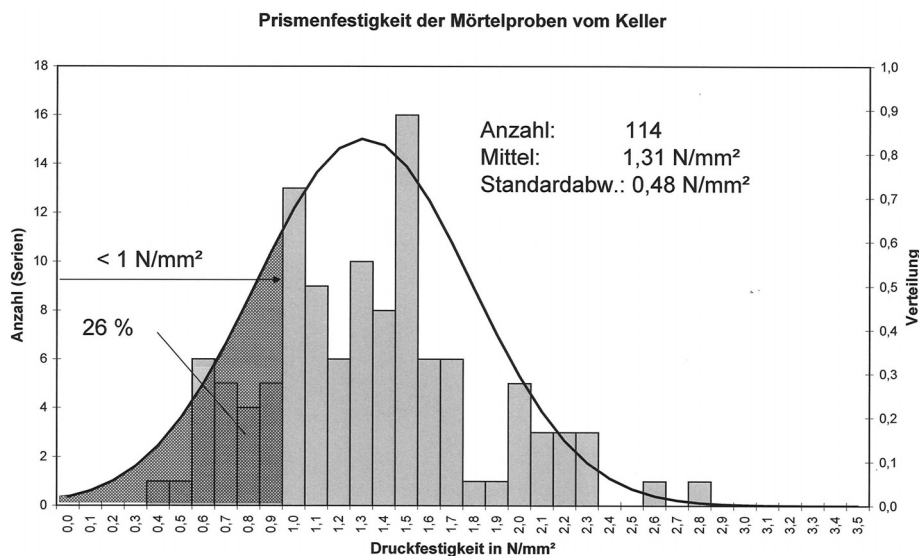
6 Schlussfolgerung

Bei dem vorgestellten Verfahren zur Bestimmung der Mörteldruckfestigkeit in der Fuge handelt es sich um eine sehr praktische und schnelle Möglichkeit, Mörtelfestigkeiten im Bestand zu bestimmen. Eine Abhängigkeit des Eindringverhaltens der Prüfschneide von dem im Mauerwerk herrschenden Spannungszustand durch Auflast wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht. Berücksichtigt man jedoch die Tatsache, dass in historischen Gebäuden die im Mauerwerk hersehende Druckspannung zufolge Eigengewicht und Nutzlast selten den Wert von 1 N/mm² überschreitet, ist eine wichtige Beeinflussung des Prüfergebnisses von dem in Mauerwerk herrschenden Spannungszustand nicht zu erwarten.

Dadurch, dass es sich bei dem verwendeten Eindringverfahren mit dem Rückprallhammer nach Schmidt um ein modifiziertes Prüfgerät handelt, sei angemerkt, dass man zur Versuchsdurchführung zwei Personen benötigt um exakte Eindringwerte zu erhalten. Beträgt die Eindringtiefe der Prüfschneide (d_{1-10}) mehr als 1 mm, so gilt die Umrechnung auf die Mörteldruckfestigkeit in der Fuge als gesichert. Dies entspricht einem Wert f_E von 8 N/mm² bzw. einer Normmörtelfestigkeit von f_m 2,5 N/mm², ein Wert, der in alten Gebäuden selten überschritten wird.

An der Auswertung des Anwendungsbeispiels lässt sich erkennen, dass bei Altbauten, insbesondere jenen, die vor 1900 errichtet wurden, extrem große Streuungen der Mörtelfestigkeiten sowie geringe Festigkeiten zu verzeichnen sind.

Im Vergleich dazu ist die Verteilung der Mörtelfestigkeit bei einer größeren Anzahl von Mörtelserien (ca. je 10 Proben) stammend aus 55 Wiener Gründerzeithäusern nach der Stempeldruckmethode aus [11] dargestellt. Für den Keller ergab sich ein Mittelwert von 1,31 N/mm² und eine Standardabweichung von 0,48 N/mm²; 26 % der Mörtelserien liegen unter dem Mindestwert von 1 N/mm². Für das Erdgeschoss und die oberen Stockwerke wurde der Mittelwert von 1,65 N/mm² und eine Standardabweichung von 0,62 N/mm² festgestellt. Ein geringerer Anteil von 15 % lag unter 1 N/mm².



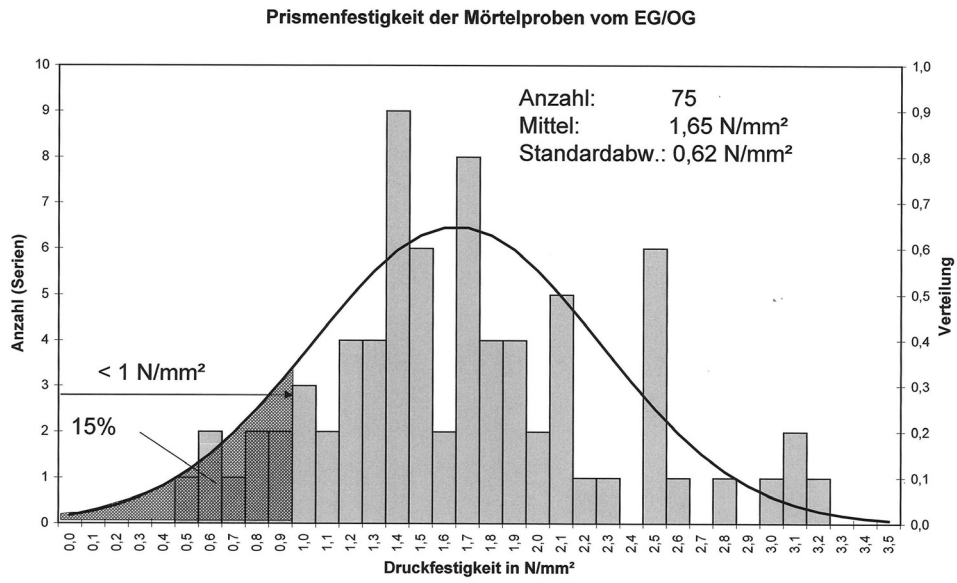


Abbildung 13: Verteilung der Festigkeit von Mörtelproben aus dem Keller und EG/OG aus 55 Wiener Gründerzeithäuser, aus [11]

Literaturverzeichnis

- [1] HOFMANN, Robert, Diplomarbeit - Grundlagen zur Bestimmung der Mörteldruckfestigkeit mit dem Rückprallhammer nach E. Schmidt, TU Wien Institut für Hochbau und Technologie 1992
- [2] FORSCHUNGSVORHABEN H34/93, Bestimmung der Festigkeit von Mauermörtel mittels Schlagversuchen/Grundlagenversuche zur Entwicklung eines In situ Prüfverfahrens, TU Wien Institut für Hochbau und Industriebau, 1995
- [3] KADNAR, Martin/UNGER, Clemens, Interdisziplinäre Seminararbeit. Untersuchung der Eigenschaften von Kalkmörtel im Altbau, TU Wien Institut für Hochbau und Technologie 2008
- [4] PECH, Anton/ZACH Franz, Festigkeitsprüfungen an Mauerwerk unter Berücksichtigung von baupraktisch üblichen Anwendungen, in: Venzmer, Helmuth (Hg.), Europäischer Sanierungskalender 2007, Berlin 2007
- [5] ÖNORM EN 1015-11: 2007 03 01
- [6] ÖNORM B 3350: 2006 01 01, Zurückziehung: 2009 03 01
- [7] ÖNORM EN 1996-1-1: 2009 11 15
- [8] KOMPILLER, Bernhard, Diplomarbeit - Versuche zur Ermittlung der Druckfestigkeit von Mauermörtel Stempeldruckfestigkeit, TU Wien Institut für Hochbau und Industriebau 1993
- [9] http://www.bam.de/microsites/zfp_kompendium/geraete/g002/g002_S.html [28.2.2010]
- [10] http://www.gut.tuwien.ac.at/fileadmin/t/Im/Plaene/Code_AA_-_AS/AABCDEFGHI/U1U2.pdf [27.2.2010]
- [11] DEIX Karl, Der Mörtel macht's – Stempeldruckmethode – Festigkeitsuntersuchung von altem Ziegelmauerwerk, Bautenschutz und Bausanierung, 6/2008

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 2:	SCHNITT DURCH DEN RÜCKPRALLHAMMER NACH SCHMIDT [9]	1
ABBILDUNG 3:	GETESTETE SCHNEIDFORMEN [2], (BEARBEITET)	3
ABBILDUNG 4:	MODIFIZIERTER SCHLAGBOLZEN NR. X [2]	4
ABBILDUNG 5:	BEZIEHUNG ZWISCHEN d_{1-10} UND DER MÖRTELFESTIGKEIT IN DER FUGE [2]	4
ABBILDUNG 6:	ABHÄNGIGKEIT DER MÖRTELFESTIGKEIT IN DER FUGE VOM FEUCHTEGEHALT [2]	5
ABBILDUNG 7:	SCHLAGBOLZEN	6
ABBILDUNG 8:	MODIFIZIERTER SCHLAGBOLZEN	6
ABBILDUNG 9:	DEFINITION VON d_{1-10} [2]	6
ABBILDUNG 10:	ERMITTLUNG DER EINDRINGTIEFE	7
ABBILDUNG 11:	SCHLAGBOLZEN MIT AUFGETRAGENEN MESSWERTEN d_{1-10} [3]	7
ABBILDUNG 12:	LAGEPLAN DES VERSUCHSBEREICHES [10] (BEARBEITETER AUSSCHNITT)	10
ABBILDUNG 13:	VERTEILUNG DER FESTIGKEIT VON MÖRTELPROBEN AUS DEM KELLER UND EG/OG AUS 55 WIENER GRÜNDERZEITHÄUSER, AUS[11]	13

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1:	GEMESSENE EINDRINGTIEFEN d_{1-10}	10
TABELLE 2:	AUSWERTUNG DES ANWENDUNGSBEISPIELS	11