

Studentische Druckfestigkeitsprüfung durch optischen Rückprallhammer

Athanasia Avramidou [REDACTED], Anna Sender [REDACTED], Sarah
Spliethove [REDACTED]

Der Rückprallhammer ist ein Instrument, welches der zerstörungsfreien Bauwerksdiagnostik angehört. Mit dessen Hilfe werden durch punktuelle Messungen die Druckfestigkeit der zu untersuchenden Prüffläche abgeschätzt und man erhält somit eine schnelle und gute Übersicht des Zustandes, unter anderem auch an Stellen, an denen aus statischen oder bautechnischen Gründen keine Kernprobeentnahme möglich ist.

In unserer studentischen Arbeit wird die Druckfestigkeitsprüfung mit dem optischen Rückprallhammer (SilverSchmidt OS8200 Typ N) vorgestellt. Dabei beziehen wir uns auf die Funktion des Rückprallhammers, die Versuchsvorbereitung mit Durchführung der Prüfung und die Auswertung der Ergebnisse.

Als Erstes haben wir uns mit der Frage befasst:
Wie funktioniert ein Rückprallhammer?

Uns wurden zwei Prüfhammer zur Auswahl vorgeschlagen bei dem wir uns für den SilverSchmidt Hammer entschieden haben. Der SilverSchmidt Hammer besteht aus einem Gehäuse mit einem elektronischen und einem mechanischen Modul. Die wichtigste Komponente ist der Schlagbolzen, welcher durch eine gespannte Feder eine ausgelöste Kraft auf die Oberfläche der zu prüfende Fläche abgibt. Von dort prallt die Schlagmasse zurück. Diese Messung beschreibt das Verhältnis von Aufschlag- und Rückprallenergie.



Abbildung 1: Beispieldarstellung einer Prüfung

Der Unterschied zum Original Schmidt Hammer bzw. zur mechanischen Messung liegt dabei auf dem gemessenen Wert.

Der „R“-Wert der mechanischen Messung, spiegelt den mechanischen Weg, der beim Rückprall zurückgelegt wird, wider. Bei dieser Prüfung sind die Werte jedoch von mehreren Faktoren abhängig, wie unter anderem die Abweichung von der horizontalen Aufschlagrichtung (aufgrund der Erdanziehungskraft: Abminderung der Rückprallzahl bei Bodenbemessungen, Erhöhung der Rückprallzahl bei Deckenbemessungen), Reibung der Führungsstange oder der Relativgeschwindigkeit zwischen dem Gerät und des Testobjektes. Insgesamt sind die Abweichungen und Streuungen viel größer. Bei der Berechnung des „Q“-wertes wird die Geschwindigkeit vom Schlag und Rückprall optisch gemessen und somit bestehen nahezu keine Fehlerquellen. Es sind keine Korrekturwerte nötig.

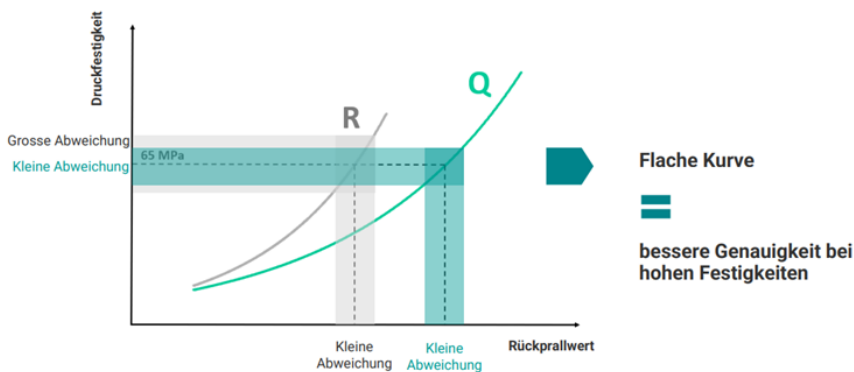


Abbildung 2: Vergleich Kurvenverlauf der R und Q Werte

Die entstandene Rückprallzahl wird in Skalenteilen gemessen und gibt so einen Kennwert für das elastische Verhalten des Betons in den oberflächennahen Schichten an.

Da der Beton aufgrund unterschiedlicher Zusatzstoffe aus mehreren Materialien unterschiedlicher Festigkeiten und E-Moduln besteht, welche auf der Prüffläche unterschiedlich stark verteilt sind, können die Messwerte an einzelnen Prüfstellen stark streuen. Um eine Homogenität zu erzielen, sind mehrere Messstellen von Nöten.

Nachdem wir uns mit der Technik des Rückprallhammers vertraut gemacht haben, kamen wir mit den uns zu Verfügung gestellten Testobjekten in Kontakt. Es wurden uns drei unterschiedliche Betonobjekte vorgestellt an denen wir die Versuche ausführen konnten (Radarplatte, Plattenbalken, Platte auf Träger). Die Durchführung der Messungen wurde unter der Berücksichtigung der DIN EN 12504-2 geführt.

Zuerst wurde die Oberfläche von losem Staub gereinigt. Dann wurden die Prüfflächen mit den jeweils 9 Messstellen (30 x 30 cm) durch die von uns angefertigte Schablone auf den ersten Prüfkörper angezeichnet. So entstanden insgesamt 81 Anschlagpunkte, die alle einen Mindestabstand von 25 mm untereinander aufgewiesen haben. Wir setzten den Schlagbolzen mit der Bewegung zur Prüffläche möglichst rechtwinklig auf die jeweiligen Messpunkte an. Der Schmidt-Hammer wurde langsam und stetig gegen den Beton gedrückt bis der Schlag ausgelöst wurde. Die mit dem Schmidt-Hammer verbundene App „Schmidt Live“ dokumentierte für uns automatisch die einzelnen Messwerte. Dadurch wurde der Median pro Prüffläche ermittelt. Nachdem alle neun angezeichneten Prüfflächen mit dem Rückprallhammer untersucht wurden, galt es den Median aus den jeweils neun vorher bestimmten Medianen zu errechnen, den sogenannten „Median der Mediane“. Dieser Wert gibt nun Auskunft über die Druckfestigkeit des Prüfkörpers. Dieser Vorgang wurde mit dem zweiten und dritten Prüfkörper wiederholt.

Messstellen	Prüfflächen								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	53	47	42	43	34	44	53	44	41
2	42	52	41	53	48	43	48	39	43
3	54	49	48	47	41	40	35	42	41
4	60	41	43	46	55	41	43	38	47
5	51	40	42	45	43	43	36	45	44
6	59	41	45	40	42	43	45	45	44
7	62	39	44	41	44	44	44	42	41
8	54	34	42	38	43	43	43	46	44
9	57	41	40	46	43	41	43	44	42
Mediane d. Messstellen	54	41	42	45	43	43	43	44	43
Median d. Prüfflächen	43								

Tabelle 1: Messergebnis aus Radarplatte

Messstellen	Prüfflächen								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	54	43	48	54	65	62	49	54	55
2	51	48	47	44	45	49	58	53	53
3	50	46	47	55	50	53	48	50	55
4	43	55	52	52	69	47	58	49	46
5	50	46	41	44	43	44	51	45	56
6	52	44	62	50	54	58	52	49	54
7	52	50	52	56	44	57	54	52	49
8	53	46	43	42	57	54	49	48	54
9	54	47	52	47	49	59	57	51	51
Mediane d. Messstellen	52	46	48	50	50	54	52	50	54
Median d. Prüfflächen	50								

Tabelle 2: Messergebnis aus Plattenbalken

Messstellen	Prüfflächen								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	58	58	59	57	53	56	56	49	56
2	53	56	56	55	60	52	54	53	51
3	56	52	55	57	63	53	60	57	51
4	53	58	53	53	58	55	57	58	55
5	56	56	55	53	53	56	53	59	55
6	54	55	57	55	55	54	62	51	55
7	52	53	56	54	58	58	64	52	52
8	58	56	65	54	54	55	57	54	57
9	59	56	55	52	57	48	57	58	46
Mediane d. Messstellen	56	56	56	54	57	55	57	54	55
Median d. Prüfflächen	56								

Tabelle 3: Messergebnis aus Platte auf Träger

Mit dem kleinsten Median der einzelnen Messstellen und dem errechneten Median der Mediane, kann man mithilfe der Tabelle NA.7 aus der Norm DIN EN 13791/A20 die im Bauteil vorhandene Druckfestigkeit ablesen. In folgender Tabelle sind die Prüfergebnisse und die dazu abgelesenen Druckfestigkeiten dargestellt.

Prüfkörper	Rückprallzahl Q		Festigkeit des zu prüfenden Betons	
	für Messstellen (kleinster Wert)	für Prüfbereich (Median)	für Messstellen (kleinster Wert)	für Prüfbereich (Median)
1. Radarplatte	41	43	C16/20	C12/15
2. Plattenbalken	46	50	C25/30	C20/25
3. Platte auf Träger	54	56	C30/37	C30/37

Tabelle 4: Auswertung der Messergebnisse nach DIN EN 13791/A20

1. Prüfkörper: Radarplatte

Der erste Prüfkörper, die Radarplatte, zeigt an den verschiedenen Messstellen sehr geringe Mediane und einen geringen Median der Mediane auf. Mithilfe der Tabelle kann eine Druckfestigkeit von C12/15 abgelesen werden. Diese geringe Druckfestigkeit ist auffällig im Gegensatz zu den anderen Prüfkörpern. Außerdem sind starke Schwankungen zwischen den einzelnen Prüfflächen erkennbar.

Der Prüfkörper enthält an einer Stelle eine Styroporplatte.

Mithilfe des Rückprallhammers lässt sich allerdings nur die oberflächennahe Druckfestigkeit eines Bauteils sicher bestimmen. Die Tiefe der Messung reicht etwa 10 mm in das Bauteil.

Aus diesem Grund ist es auszuschließen, dass die Styroporplatte einen Einfluss auf die Messergebnisse hat.

Weitere Fehlerquellen, die wir ausschließen konnten, sind; die Temperatur, Karbonatisierung, Verschmutzung & Wasser und eine Brandbeschädigung. Es ist zu erwähnen, dass einzelne Messstellen nicht aufgenommen worden sind und wir deswegen viele Durchgänge an diesem Prüfkörper wiederholen mussten. Die Oberfläche des Prüfkörpers war sehr porig und einzelne Poren wurden durch den Aufprall des Rückprallhammers zerstoßen.

Deswegen lässt sich daraus folgern, dass wahrscheinlich durch die beschädigte und stark porige Oberfläche, eine so geringe Druckfestigkeit als Ergebnis herauskommt.

2. Prüfkörper: Plattenbalken

Der zweite Prüfkörper, der Plattenbalken, weist über das komplette Bauteil hinweg einheitliche Messergebnisse auf. Mithilfe der Tabelle kann eine Druckfestigkeit von C20/25 abgelesen werden.

Das Bauteil weist Beschädigungen und Risse an der Oberfläche auf, diese haben jedoch keinen Einfluss auf die Druckfestigkeit des Betons an sich.

3. Prüfkörper: Platte auf Träger

Der dritte Prüfkörper, die Platte auf zwei Trägern, weist ebenfalls einheitliche Messergebnisse auf. Es wurde eine Druckfestigkeit von C30/37 abgelesen.

Unser Fazit zur Druckfestigkeitsprüfung:

Die zerstörungsfreie Prüfung mithilfe eines Rückprallhammers hat durchaus Vorteile.

Allerdings sollten die erlangten Ergebnisse immer mit Vorsicht behandelt werden.

Die Untersuchung liefert lediglich Aufschlüsse von der obersten Schicht, in etwa 10 mm, von der Druckfestigkeit des untersuchten Prüfkörpers.

Wenn man detaillierte und tiefgehende Ergebnisse über den gesamten Prüfkörper erlangen möchte, muss man letztendlich doch auf die Entnahme von Bohrkernen zurückgreifen.

Ein weiterer negativer Aspekt dieser Untersuchungsart ist, dass sie fehleranfällig ist. Da die Messungen von Hand durchgeführt werden, können bei verschiedenen Prüfern unterschiedliche Ergebnisse auftreten. Es kommt bei der Untersuchung zum Beispiel auf die angewendete Kraft und den Winkel, in dem der Rückprallhammer an den Prüfkörper gehalten wird, an.

Abschließend kann man sagen, dass die zerstörungsfreie Untersuchung mithilfe des Rückprallhammers eine gute Methode ist, um sich ein Überblick über die Druckfestigkeit eines unbekanntes Bauteils zu machen. Allerdings sollte diese Prüfmethode immer in Verbindung mit anderen Prüfungen einhergehen, um sichere Ergebnisse zu dem zu untersuchenden Bauteil zu liefern.

Quellenangabe:

[1] Dr.-Ing. Algernon, D., Zerstörungsfreie Bauwerksdiagnostik. (2022)

[2] Schmidt, Optische Messung des Rückprallwertes. (2022)

[3] Beurteilung der Betonqualität und des Konstruktionsaufbaus. (2022):

<https://zerstoerungsfreie-pruefungen.de/zfp/beurteilung-der-betonqualitaet.html>

[4] Merkel, M.; Breit, W., Zerstörungsfrei zur Bauwerksfestigkeit, Vergleichende Untersuchungen zur Rückprallhammerprüfung.

(September 2018): <https://www.trid.trb.org/view/1549880>

[5] Podcampus, HCU Abschätzung der Betondruckfestigkeit

(Rückprallhammer, zFP) nach DIN EN 12504-2 und DIN EN 13791. (2014):

<https://www.podcampus.de/nodes/RbqNo>

[6] Proceq SilverSchmidt Flyer. (2017):

https://www.tvwbuende.de/media/pdf/4b/46/50/proceq_SilverSchmidt_Flyer.pdf

[7] M.Sc. Beßling, M., Erweiterte Betontechnologie III, Festbeton II. (April 2022).

[8] DIN EN 13791/A20 Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken und in Bauwerksteilen. (April 2022).

[9] Taffe,A., Untersuchungen zum Einfluss der Karbonatisierungstiefe auf Ergebnisse der Rückprallhammerprüfung zur verbesserten Ermittlung der Betondruckfestigkeit.(2013):

<https://www.ndt.net/article/dgzfp2013/papers/poster9.pdf>