Ein neues Hammerwerk für Geh- und Trittschallmessungen

Christoph Fichtel[1], Jochen Scheck[1], Roland Kurz [1,2]

[1] *STEP GmbH, 71364 Winnenden, Deutschland, Email: info@steponline.de*

[2] *Kurz u. Fischer GmbH, 71364 Winnenden, Deutschland, Email: winnenden@kurz-fischer.de*

Einleitung

Seit nunmehr über 50 Jahren wird das mechanisch angetriebene Norm-Hammerwerk (NHW) zur Messung und Beurteilung der Trittschalldämmung von Bauteilen verwendet. Auch in der neuen DIN 4109 hat das Norm-Hammerwerk einen festen Platz trotz bekannter Probleme mit der standardisierten Körperschallquelle durch eine nicht gehgerechte Anregung, die Unhandlichkeit und ein hohes Eigengeräusch, das vor allem bei Gehschallmessungen problematisch ist. Vor diesem Hintergrund wurde ein neues Hammerwerk (neues HW) entwickelt, welches elektrodynamisch angetrieben wird und dadurch eine Vielzahl zusätzlicher neuer Möglichkeiten bietet.

Anforderungen an ein Norm-Hammerwerk

Nach DIN EN ISO 140 Teil 7 Anhang A besteht ein NHW aus 5 längs einer Geraden im Abstand von 100 mm angeordneten Stahl-Hämmern mit einer Masse von je 500 g und einem Durchmesser von 30 mm. Die Hämmer müssen aus einer Höhe von 40 mm senkrecht aufschlagen. Bei freiem Fall ergibt sich daraus eine Aufschlaggeschwindigkeit von 0,886 m/s die erreicht werden muss. Die Zeit zwischen den Hammerschlägen muss 100 ms betragen. Daraus ergibt sich eine Anregefrequenz von 10 Hz.

Das neue Hammerwerk

Das neue HW (Abbildung 1) wurde auf Basis der o.g. Anforderungen konzipiert, um u.a. die Möglichkeit zu schaffen, das NHW nachzubilden. Die wesentlichen Unterschiede zum NHW bestehen darin, dass der Antrieb elektrodynamisch erfolgt und dass nur ein Hammer verwendet wird.

Abbildung 1: Das neue elektrodynamische Hammerwerk mit Fernbedienung

Der Hammer selbst ist austauschbar, um verschiedene Anregevorgänge nachbilden zu können. Durch die Verwendung nur eines Hammers konnte die Größe gegenüber dem NHW um ca. die Hälfte verringert werden. Damit kann auch auf Bauteilen gemessen werden, deren Abmessungen eine Positionierung des NHW nicht zulassen (z.B. Spindeltreppen). Durch den elektrodynamischen Antrieb ist es möglich, die Anregefrequenz von 1 bis 20 Hz in 1 Hz Schritten einzustellen, sowie auch Einzelimpulse auszulösen. Die Anregestärke kann in 1 dB Schritten von – 20 dB bis ca. + 10 dB zum Niveau des NHW verstellt werden. Sämtliche Parameter können mit einer Fernbedienung eingestellt werden. Das neue HW verfügt über ein internes Regelungssystem, welches die Aufschlaggeschwindigkeit je nach Hub immer dem Normwert von 0,886 m/s anpasst. Unebenheiten der anzuregenden Oberfläche sind dadurch weit weniger problematisch als bei der Anregung durch das NHW. Zudem ist die Anregerichtung beliebig, d.h. nicht auf die Anregung von oben beschränkt. Dadurch kann beispielsweise der Einfluss von Rohdecke (Anregung von unten) und Deckenaufbau (Anregung von oben) auf die Trittschalldämmung separat beurteilt und zur Analyse im Schadensfall herangezogen werden. Eine weitere baupraktische Einsatzmöglichkeit ist die Überprüfung der Qualität von Haustrennwandfugen in der Rohbauphase. Zur „Kalibrierung“ des Regelungssystems wird das neue HW mit einem Laser-Vibrometer eingemessen. Die wichtigsten technischen Daten von NHW und neuem HW sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Eigenschaften des neuen HW und des NHW

Beschreibung	Neues Hammerwerk Neues HW	Norm-Hammerwerk NHW
Größe (L x B x H)	320 x 120 x 180 [mm]	730 x 225 x 330 [mm]
Impulserzeugung	Stahlstößel 500 g (gehärtet, r = 500 mm) Hammer austauschbar	Stahlstößel 500 g (gehärtet, r = 500 mm)
Anzahl der Impulserzeuger	1	5, Abstand 100 mm
Anregestärke	variabel	konstant
Impulsfrequenz	einstellbar von 1 - 20 Hz	10 Hz
Arbeitslage des Gerätes	beliebig	nur nach unten

Vergleich von NHW und neuem HW

Zum Vergleich von NHW und neuem HW wurden Körperschallmessungen an der horizontalen Empfangsplatte des Empfangsplattenprüfstandes der HfT Stuttgart durchgeführt [1]. Dabei wurde zunächst das NHW auf der Platte positioniert und der Schnellepegel an einer festen Referenzposition mit einem Körperschallaufnehmer gemessen. Die Auftreffpositionen der Hämmer wurden markiert. Im zweiten Schritt erfolgte die Anregung mit dem neuen HW nacheinander an den fünf Positionen. Die Schnellepegel an der Referenzposition wurden energetisch gemittelt. Abbildung 3 zeigt eine - im Rahmen der Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit - sehr gute Übereinstimmung für die beiden Hammerwerke im Frequenzbereich bis 2 kHz.

Das Eigengeräusch des NHW ist insbesondere bei Gehschallmessungen problematisch. Beim neuen HW wurde die Selbstabstrahlung demgegenüber deutlich verringert. In Abbildung 4 ist der Vergleich der Lautheit, gemessen im Deckenauflagenprüfstand der HfT Stuttgart, bei Anregung einer elastischen Unterlage dargestellt [2]. Deutlich zu erkennen ist, dass die bisher üblichen NHW ein mehr als doppelt so hohes Eigengeräusch aufweisen.

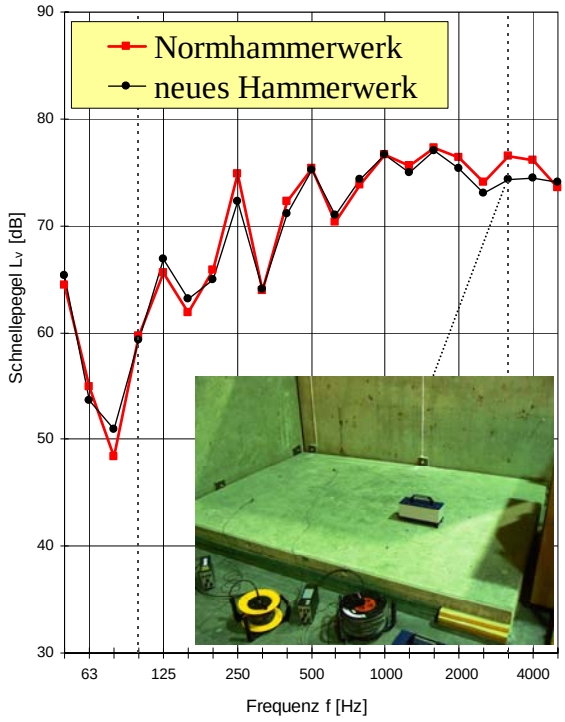

Abbildung 3: Schnellepegel auf einer horizontalen Empfangsplatte bei Anregung mit dem NHW / neuen HW

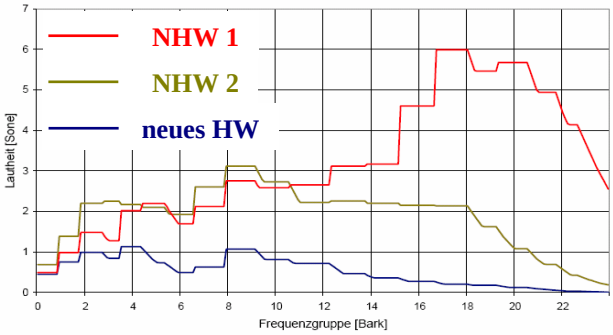

Abbildung 4: Vergleich Eigengeräusch der Hammerwerke beim Betrieb auf einer elastischen Unterlage

Nachbildung eines Gehers

Die Anregung durch das NHW ist bekanntermaßen nicht geeignet um die reale Anregung durch gehende Personen bzw. springende Kinder nachzuempfinden [3]. Um die tatsächliche Störwirkung, die beim Begehen einer Decke bzw. Treppe auftritt, besser beurteilen zu können, werden alternative Anregequellen wie z.B. ein modifiziertes Norm-Hammerwerk [3] oder ein Japanischer Gummiball eingesetzt, deren Admittanz besser mit der eines menschlichen Gehers übereinstimmt. Beide Quellen sind in DIN EN ISO 140 Teil 11 beschrieben. Beim neuen HW besteht die Möglichkeit, den Hammerkopf auszutauschen und somit die Quellen-Admittanz gezielt zu verändern. Erste Messungen an der Empfangsplatte mit einem überschlägig dimensionierten Hammer zeigen bereits eine gute Übereinstimmung mit dem Anregespektrum einer auf der Stelle gehenden Person (Abbildung 5). Die Anregefrequenz wurde entsprechend der typischen Gehfrequenz auf 2 Hz eingestellt. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber den o. g. Anregegequellen ist, dass die Anregestärke um bis zu 10 dB erhöht werden kann. Damit sind Messungen auch an Konstruktionen mit hoher Schalldämmung (z.B. Leichtbautreppe an zweischaliger Haustrennwand [4]) möglich.

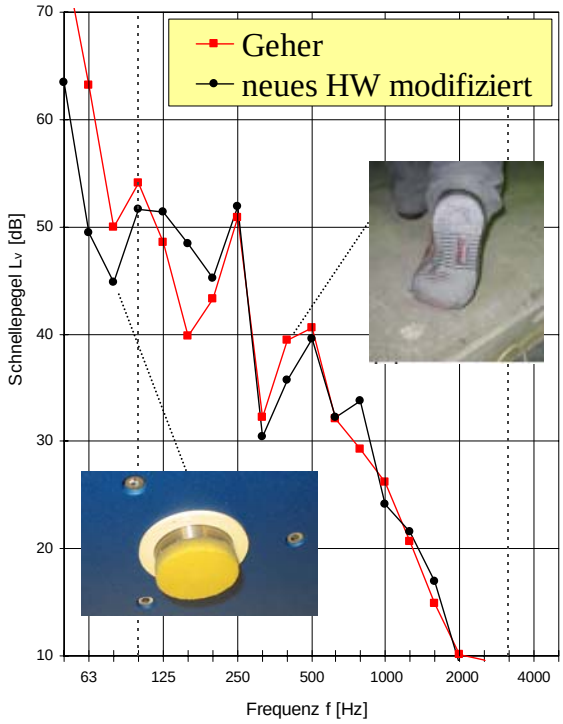

Abbildung 5: Schnellepegel auf einer horizontalen Empfangsplatte bei Anregung durch einen Geher / neues HW mit modifiziertem Hammer

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund bestehender Probleme mit dem mechanisch angetriebenen Norm-Hammerwerk wurde ein neues elektrodynamisch angetriebenes Hammerwerk entwickelt. Das neue Hammerwerk ist in der Lage, die Anregung durch das Norm-Hammerwerk nachzubilden und eröffnet darüber hinaus zahlreiche neue baupraktische Anwendungsmöglichkeiten sowie neue Möglichkeiten im Bereich Forschung und Entwicklung. Bisher bestehende messtechnische Probleme durch ein zu hohes Eigengeräusch, den großen Platzbedarf und die nicht veränderbare Arbeitslage der üblichen NHW wurden konstruktiv beseitigt. Durch die Austauschbarkeit des Hammers und die Variationsmöglichkeit der Anregestärke und –frequenz können beliebige Anregevorgänge (z.B. durch eine gehende Person oder Nutzergeräusche) nachgebildet werden. Untersuchungen hierzu in Kooperation mit Forschungseinrichtungen u.a. mit der Hochschule für Technik Stuttgart sind im Gange.

Literatur

[1] M. Späh et al: New Laboratory for Measurement of Structure-borne Sound Power of Sanitary Installations, Tagungsband DAGA 2005, München

[2] S. Czychi: „Untersuchungen zur Optimierung von Geh- und Trittschall mittels Dämmunterlagen unter Laminatböden“, Diplomarbeit im Studiengang Bauphysik, HfT Stuttgart

[3] W. Scholl: Das Norm-Trittschallhammerwerk muss laufen lernen!, Tagungsband DAGA 2001, Hamburg

[4] J. Scheck, C. Fichtel, R. Kurz: „Handbuch Schallschutz von Leichtbautreppen im Wohnungsbau“, Ausgabe 02/2007, www.steponline.de / www.stratenschulte-messtechnik.de