Messtoleranzen bei der Prüfung von Armaturen der Wasserinstallation nach EN ISO 3822

Friederike Nordheim[1], Paul Bürgi[2], Oliver Wolff[2]
[1] *Fachhochschule Erfiurt, Gebäude- und Energietechnik, Erfurt*
[2] *Geberit International AG, CH-8645 Jona, Schweiz, E-Mail:oliver.wolff@geberit.com*

Einleitung

Die vorliegende Arbeit behandelt Untersuchungen an einem Armaturenprüfstand nach DIN EN ISO 3822-1. Diese Norm wird maßgeblich zur Einstufung der akustischen Güte von Armaturen im Trinkwasserbereich genutzt. Anhand der Einstufung in Klasse 1 und Klasse 2 wird die Verwendung von Armaturen in Gebäuden international geregelt. Die Arbeit untergliedert sich in zwei Bereiche:

a) Messtoleranzen: Bisher war es nicht möglich, die bei Anwendern der Norm bereits seit langem diskutierten Messtoleranzen frequenzselektiv zu quantifizieren und die Abhängigkeiten von den Prüfkörpern nachzuweisen. Man ist bislang von unspezifischen Unzulänglichkeiten bei der Vorbereitung des Prüfstandes bzw. der Durchführung der Messungen ausgegangen. Offenkundige Toleranzen wurden weitestgehend in Kauf genommen, ohne sie einer Ursache zuordnen oder genauer quantifizieren zu können.
In Langzeitversuchen dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die Standardabweichungen der Prüfergebnisse von der Frequenz abhängen. Messtoleranzen treten nur in spektral begrenzten Bereichen auf und hängen darüber hinaus von dem jeweilig verwendeten Prüfkörper ab. Es zeigt sich, dass die frequenzabhängigen Toleranzen der Prüfergebnisse mit der Komplexität des Aufbaus des Prüfkörpers korrelieren. Das Standard Referenz Ventil, auch IGN (Installations-Geräusch-Normal) genannt, ist in seiner Konstruktion vergleichsweise einfach aufgebaut und zeigt im Vergleich zu den komplexer aufgebauten Prüfobjekten das stabilste Verhalten.
Die Ergebnisse helfen, die Messtoleranzen bei der Prüfung von Armaturen der Wasserinstallationen zukünftig besser einzuschätzen und somit die Prüfergebnisse besser abzusichern.

b) Entwicklungsprüfstand: Der zweite Schwerpunkt der Untersuchung befasst sich mit der Erweiterung und Einmessung eines DIN EN ISO 3822-1 Entwicklungs-prüfstandes zur Produktoptimierung. Dieser Entwicklungs-prüfstand dient dem Zweck, akustische Messungen sehr nahe am eigentlichen Prüfobjekt selbst durchführen zu können. Hydrophon und Körperschallaufnehmer werden in unmittelbarer Nähe zum Prüfobjekt platziert. Aufgrund der Nähe zum Prüfkörper ist zu erwarten, dass derartige akustische Messungen auf Produktmodifikationen empfindlicher reagieren müssten als bei der reinen Luftschallmessung im benachbarten Empfangsraum. Diese These konnte allerdings durch eine grundlegende Untersuchung quantitativ widerlegt werden. Ein Entwicklungsprüfstand in dieser Form bietet keinen ent-wicklungstechnischen Vorteil gegenüber einem her-kömmlichen Normprüfstand nach der DIN EN ISO 3822-1.

Messtoleranzen

Zur Untersuchung des Einschwingverhaltens des Prüfstandes und der Stabilität der Messwerte wurden an verschiedenen Prüfkörpern Langzeitmessungen durchgeführt. Es zeigte sich, dass das Einschwingverhalten des Prüfstandes (Abb.1) vom Prüfobjekt abhängt.

Abbildung 1: Bild des Normprüfstandes des Bauphysikalischen Labors von GEBERIT in Jona, Schweiz.

Prüfung an einem Füllventil, das als interne Referenz verwendet wird.

Zeitbereich

Die Stabilisierung der Messwerte erfolgte beim Referenzventil nach ca. 150 Minuten (Abb. 2). Andere Prüfkörper zeigten je nach konstruktiven Aufbau davon abweichende Einschwing-zeiten. Das IGN wies in der vorliegenden Untersuchung die kürzeste Einschwingzeit auf.

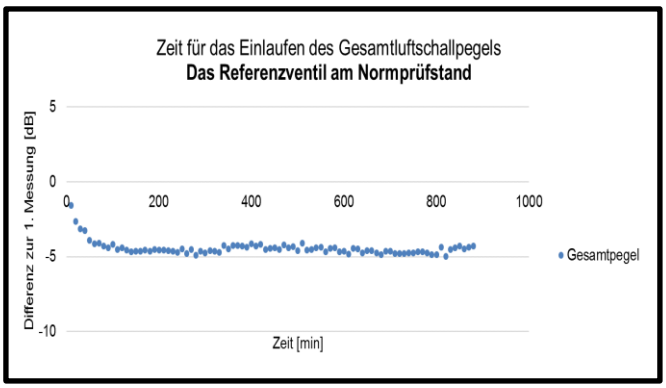

Abbildung 2: Einlaufverhalten des Referenzventils.

Frequenzbereich

Einzelne Frequenzbereiche bleiben stabil, andere verändern sich stark, siehe z.B. 466 Hz in Abb. 3. Diese Frequenzbereiche sind spezifisch für den jeweiligen Prüfkörper.

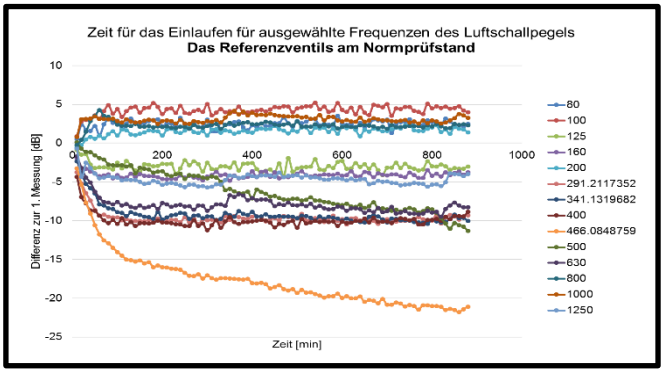

Abbildung 3: Frequenzverhalten des Referenzventils.

Darstellung der Messtoleranzen in Form von Standardabweichung über Frequenz

Zur besseren Übersicht sind die Messtoleranzen für die 4 untersuchten Prüfkörper in Form von Standardabweichung als Funktion der Frequenz dargestellt (Abb. 4 bis Abb. 6). In blau ist der Luftschall im Normprüfstand und in grün und grau jeweils der Körperschall an zwei ausgewählten Punkten auf der Rohroberfläche gezeigt. Alle drei Kurven ähneln sich in ihrem Verlauf. Mit zunehmender Komplexität des Prüfkörpers steigt die Standardabweichung an. Das IGN (Installations-Geräusch-Normal) ist in Abb.7. dargestellt. Es ist das am einfachsten aufgebaute Ventil und zeigt die geringste Standardabweichung über den gesamten Frequenzbereich.

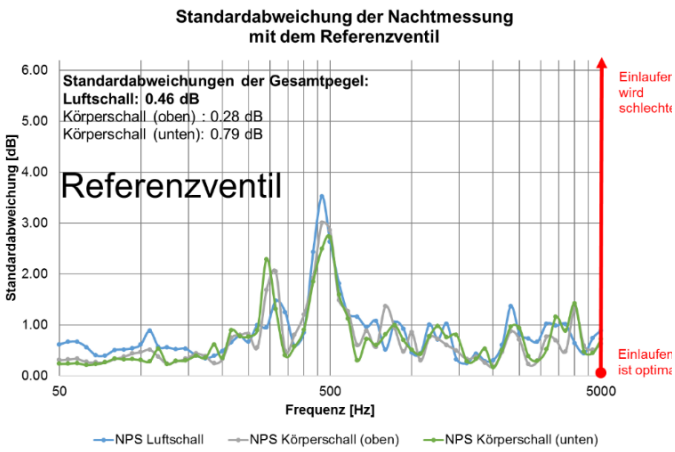

Abbildung 4: Frequenzabhängige Standardabweichung des Referenzventils.

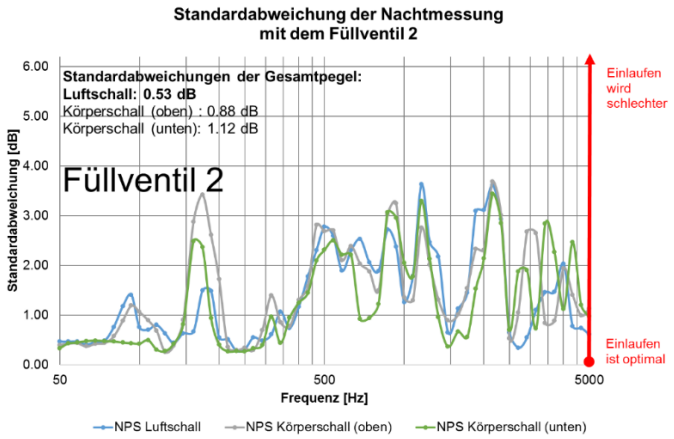

Abbildung 5: Frequenzabhängige Standardabweichung des Füllventils 2.

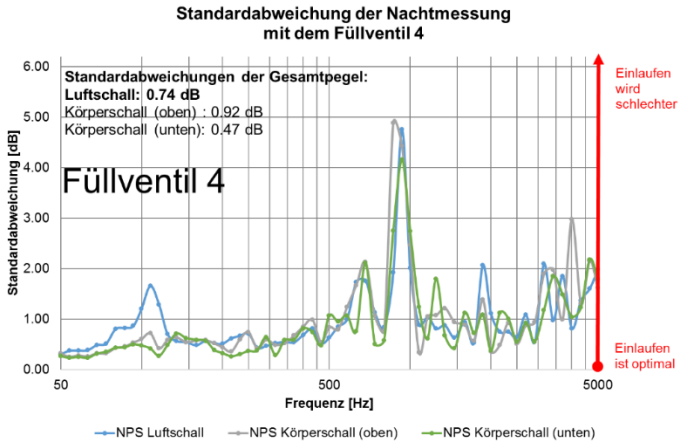

Abbildung 6: Frequenzabhängige Standardabweichung des Füllventils 4.

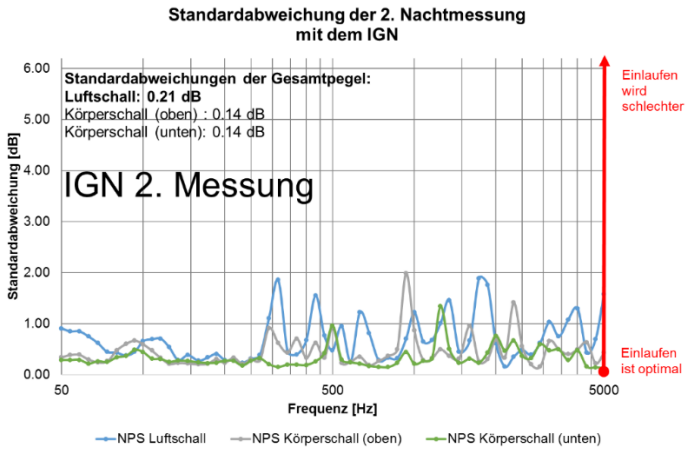

Abbildung 7: Frequenzabhängige Standardabweichung des Installationsgeräuschnormals IGN.

Entwicklungsprüfstand

In Ergänzung zum Normprüfstand (Abb. 8) sollte ein Entwicklungsprüfstand (Abb. 9) hinsichtlich seiner Eignung, d.h. seiner Empfindlichkeit gegenüber Produktmodifikationen, untersucht werden. Nahe am Prüfobjekt befanden sich Hydrophon, Beschleunigungsaufnehmer, Volumenfluss- und Drucksensor.

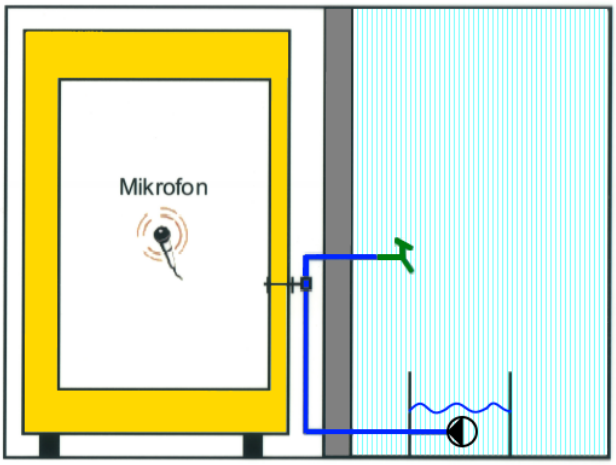

Abbildung 8: Normgerechter Prüfstand gemäss Vorgaben der ISO 3822-3.

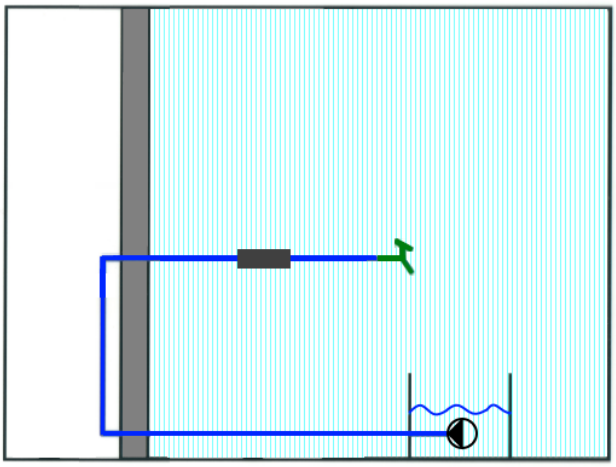

Abbildung 9: Entwicklungsprüfstand zur zielgerichteten Optimierung von Armaturen.

Hypothese

«Die Empfindlichkeit bezüglich Produktmodifikationen ist am grössten beim Wasserschall (Hydrophon), weniger stark beim Körperschall (Beschleunigungssensor auf Rohroberfläche) und am geringsten beim Luftschall (Mikrophon im benachbarten Empfangsraum).»

Zur quantitativen Untersuchung dieser These wurden die Empfindlichkeiten gegenüber Produktmodifikationen, d.h. die Pegeländerungen bei Bauteilmodifikationen, für den Wasserschall Δ_X, den Körperschall auf der Rohroberfläche Δ_Y und den Luftschall im Empfangsraum Δ_Z miteinander in Beziehung gesetzt (Abb. 10). Als Bezugspunkt für den Grundzustand der Bauteilmodifikation diente jeweils das IGN.

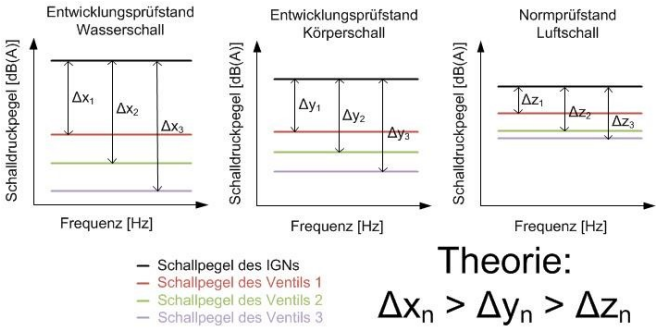

Abbildung 10: Gegenüberstellung der zu erwarteten Empfindlichkeiten gegenüber Bauteilvariationen.

Nach der Eingangshypothese müsste für jede untersuchte Armatur n die folgende Reihenfolge der Empfindlichkeiten nachweisbar sein:

$$\Delta_{Xn} > \Delta_{Yn} > \Delta_{Zn}$$

In Abb. 11 ist die Differenz zwischen der Empfindlichkeit des Wasserschalls und des Luftschalls für die drei untersuchten Probekörper über die Frequenz aufgetragen. Positive Werte unterstützen die These, negative Werte widerlegen sie.

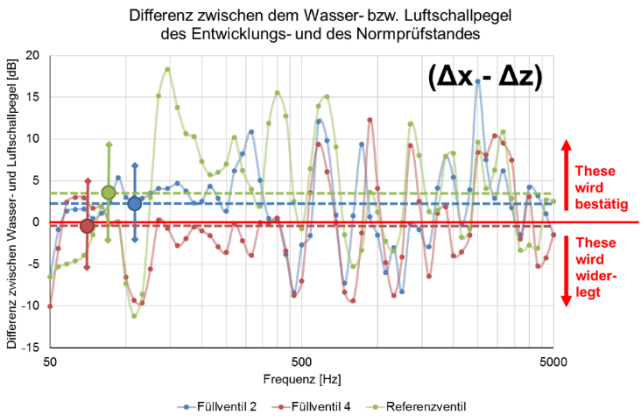

Abbildung 11: Abschätzung der These bezüglich Wasserschall und Luftschall.

Die These wird für das Referenzventil und das Füllventil 2 nur schwach und für das Füllventil 4 gar nicht bestätigt.

Abb. 12 zeigt die Differenz zwischen der Empfindlichkeit des Wasserschalls und des Körperschalls. Auch hier wird die These nicht eindeutig bestätigt. Lediglich für das Referenzventil wird sie schwach eingehalten.

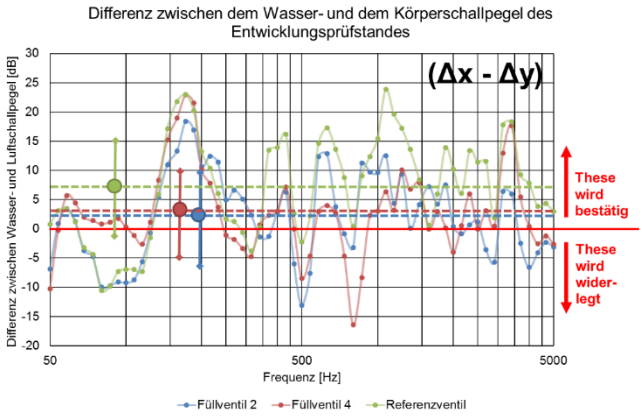

Abbildung 12: Abschätzung der These bezüglich Wasserschall und Körperschall.

Abb. 13 zeigt die Verhältnisse für den Vergleich zwischen Körperschall und Luftschall. Auch hier ist keine eindeutige Aussage bezüglich der aufgestellten Hypothese abzuleiten.

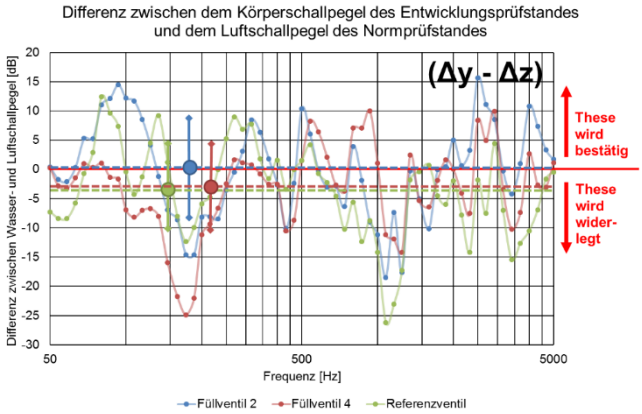

Abbildung 13: Abschätzung der These bezüglich Körperschall und Luftschall.

Alle drei Abbildungen (Abb. 11, 12 und 13) zeigen keine signifikanten Hinweise auf eine allgemeingültige Bestätigung der aufgestellten Hypothese. Der Entwicklungsprüfstand bietet somit keine hinreichenden Vorteile für Produktoptimierungen gegenüber dem Normprüfstand.

Fazit

Teil a) «Messtoleranzen»:
Messtoleranzen des Normprüfstands nach DIN EN ISO 3822-1 sind abhängig vom Prüfkörper und von der Frequenz.

Teil b) «Entwicklungsprüfstand»:
Der Entwicklungsprüfstand bietet keine signifikant höhere Empfindlichkeit auf Produktmodifikationen als der herkömmliche Normprüfstand.

Literatur

- F. Nordheim: «Erweiterung und Einmessung des Armaturenentwicklungsprüfstandes zur DIN EN ISO 3822-1», Bachelorarbeit, Fachhochschule Erfurt, 2017
- D. Kutzer, A. Worch: «2nd Round Robin Test Acoustics», ENAG SANTAP, Report, März 2004
- DIN EN ISO 3822-1, 2009