Schalldämmung und Installationsgeräusche von Trockenbau-Installationsregistern

Sven Öhler, Simon Müller, Bernd Kaltbeitzel und Nico Dachtler

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, E-Mail: sven.oehler@ibp.fraunhofer.de

Einleitung

Im Neubau sowie in der Sanierung kommen vermehrt industriell vorgefertigte Trockenbau-Installationsregister (vgl. Abbildung 1) zum Einsatz, die bereits ab Werk vollständig mit Sanitärinstallationen vorbereitet sind. Durch ihren Einsatz kann die Bauzeit deutlich verkürzt, aber auch die Rückbauphase vereinfacht und damit die Recycelbarkeit gesteigert werden. Bei der Herstellung, für den Transport und beim späteren Einbau der Trennwandregister sind allerdings konstruktionsbedingt Maßnahmen notwendig, die unmittelbar Einfluss auf die schallschutztechnischen Eigenschaften haben. Werden an Registerwände Schallschutzanforderungen gestellt, z. B. wenn die Installationswand zwei Hotelzimmer voneinander trennt, so sind diese oftmals nur mit hohem Material- und Montageeinsatz erreichbar.

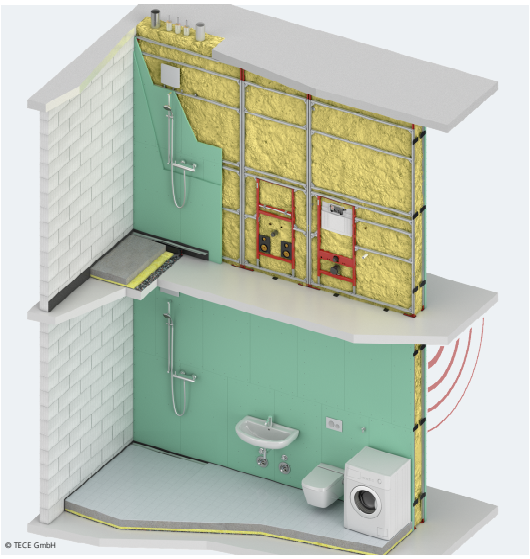

Abbildung 1: Ausschnitt aus einem Geschossbau mit Trennwänden aus Trockenbau-Installationsregistern.

Voruntersuchungen an solchen Registerwänden zeigen, statisch erforderliche Aussteifungsprofile (Tiefenstreben), die Wanddicke, das Einbringen von Einblasdämmung (EBD) in den Hohlraum der Wände sowie die Art und Weise der Beplankung, beeinflussen die Luftschalldämmung der Trockenbau-Installationsregisterwände. Aber auch die entstehenden Geräusche beim Betrieb der eingebauten Sanitärkomponenten werden durch die konstruktionsbedingten Eigenschaften der Registerwände beeinflusst.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens, gefördert durch die Zukunft Bau Forschungsförderung vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung BBSR, werden, systematische Untersuchungen der Zusammenhänge durchgeführt und daraus bereits praktische und innovative Lösungen abgeleitet. Das Forschungsvorhaben wird dabei unterstützt durch die TECE GmbH, die AUSTROFLEX Rohr-Isolierungssysteme GmbH und die Firma EBD services.

Für die Untersuchungen hinsichtlich der schallschutztechnischen Eigenschaften von Installationsregistern, werden im Rahmen des Forschungsvorhabens, in unterschiedlichen bauakustischen Prüfständen am Fraunhofer IBP in Stuttgart, Messungen durchgeführt. Der Beitrag schließt an die Projektübersicht „Schalldämmung von Trockenbau-Installationsregistern“ [1] an, die bei der DAGA 2023 vorgestellt wurde, und fasst weitere Ergebnisse und Erkenntnisse zusammen. Erster Teil der Untersuchungen beleuchtete akustische Auswirkungen der Art der Verschraubung der Beplankungsplatten an den Registerprofilen, Einflüsse der Tiefenstreben (Verbinder) zur Stabilisierung der beiden Wandschalen, die Schalldämmung mit und ohne Einblasdämmung sowie das Verbesserungspotential mehrlagiger Beplankung mit Gipsplatten. Dazu wurde eine Registerwand (ohne Installationen) im Wandprüfstand aufgebaut und schrittweise die Luftschalldämmung nach obigen Parametervariationen untersucht [1]. Im zweiten Teil wurden an kleinen, vorgefertigten Teilregistern im Fensterprüfstand Parameterstudien zur Feststellung der Einflüsse auf die Luftschalldämmung durchgeführt. Im dritten und letzten Untersuchungsschritt wurden praxisgerechte Musterinstallationswände über zwei Stockwerke im IBP-Installationsprüfstand aufgebaut und neben der Luftschalldämmung zusätzlich die Installationsgeräusche beim Betrieb der Sanitärinstallationen untersucht.

Messtechnische Untersuchungen der Luftschalldämmung im Fensterprüfstand

Im Fensterprüfstand des Fraunhofer IBP können neben Fenstern, Fassadenelementen und Verglasungen jegliche Art von kleinen Bauteilen hinsichtlich derer Luftschalldämmeigenschaften untersucht werden.

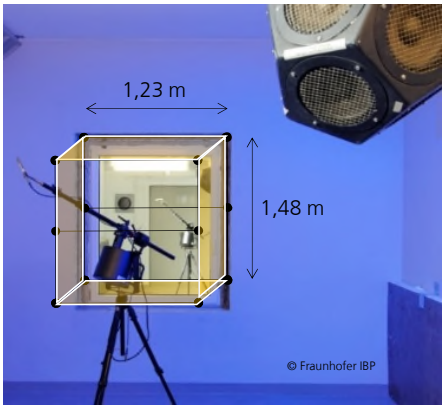

Abbildung 2: Fensterprüfstand des IBP mit schematisch angedeutetem Teil-Register.

Abbildung 2 zeigt den Fensterprüfstand des IBP in Stuttgart mit Blick auf die Prüföffnung und dort schematisch angedeutetem Teil-Installationsregister. Die Teilregister wurden für die Untersuchungen unterschiedlicher Aufbauvarianten komplett, jedoch ohne Installationen, vorgefertigt und für die messtechnischen Untersuchungen in die Prüföffnung eingebaut. Die umlaufende Fuge wurde hierfür stets mit gleicher Menge an dauerelastischer Dichtmasse abgedichtet. Durch diese Vorgehensweise konnten mit erheblich reduziertem Montage- und Prüfaufwand vergleichende Untersuchungen zur Bewertung unterschiedlicher Einflussgrößen auf die Luftschalldämmung von Installationsregistern durchgeführt werden.

Dabei wurden unterschiedliche Wanddicken in 250 mm, 350 mm und 450 mm untersucht. Die Teilregister in der Wanddicke 250 mm wurden eingehender betrachtet, wobei die Art der Beplankung variiert, und der Einfluss der Einblasdämmung untersucht wurden. Auf die Ergebnisse zu folgenden Variationen der EBD wird näher eingegangen.

Tabelle 1: Varianten untersuchter Teilregister in Abhängigkeit der Dichte der Einblasdämmung.

Teilregister: Wanddicke 250 mm, Beplankung mit beidseitig 1 x 18 mm GKB					
Typ	1	2	3	4	5
EBD-Dichte [kg/m³]	ohne	80	90	100	140

Zielwert in der Baupraxis ist bei der Befüllung von Installationsregistern eine Fülldichte von 90 kg/m³ einzuhalten, mit der, in Verbindung mit geeigneter Beplankung, die Anforderung an den Brandschutz zwischen den einzelnen Stockwerken erreicht werden soll. Die Einhaltung der geforderten Einblasdichte wird in der Praxis mittels des Einblasdrucks eingestellt, der beim Befüllen eines Hohlraums maximal an der Öffnung der Einblaslanze anliegen darf. Durch Wägung eines definiert befüllten Hohlraums kann so die gewünschte Dichte anhand des Einblasdrucks voreingestellt werden. Abbildung 3 zeigt diesen Vorgang vor der Befüllung einer Registerwand.

Abbildung 3: Einstellen des notwendigen Einblasdrucks zur Erreichung der gewünschten Einblasdichte.

Für die Teilregister konnte die Einblasdichte zusätzlich über die Gewichtsänderung der Probekörper kontrolliert werden.

Vergleicht man die Schalldämmung eines Teilregisters ohne EBD mit den Werten des Registers mit 90 kg/m³, so ergibt sich obiges Ergebnis in Abbildung 4.

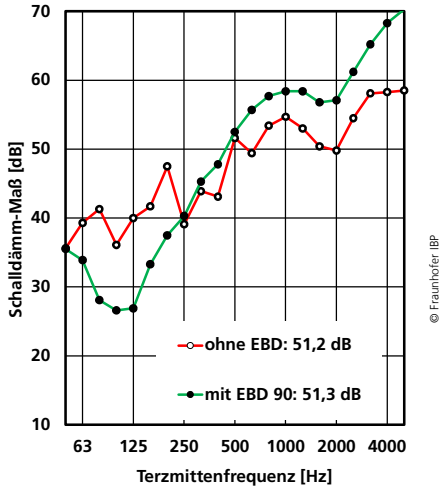

Abbildung 4: Schalldämm-Maß der Registerwand ohne und mit Einblasdämmung. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße ohne und mit EBD angegeben.

Wie auch bei den Untersuchungen im Wandprüfstand festgestellt werden konnte [1], wirkt sich die Befüllung der Wand mit Einblasdämmung, ab mittleren und zunehmend zu hohen Frequenzen, positiv auf die Luftschalldämmung der Registerwand aus. Unterhalb 250 Hz zeigt hier das Teil-Register ohne EBD allerdings höhere Werte auf als die befüllte Wand. Grund hierfür könnte die Resonanzfrequenz des mehrschaligen Aufbaus liegen, die bei der leeren Wand bei tieferen Frequenzen eintritt als beim befüllten Register.

Abbildung 5 zeigt die Schalldämm-Maße dieser Teilregister mit unterschiedlicher Fülldichte der Einblasdämmung.

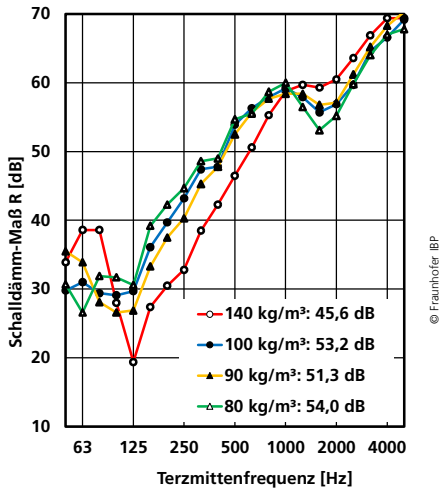

Abbildung 5: Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss der Fülldichte der Einblasdämmung. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße und jeweilige Dichte der EBD angegeben.

Variiert die Dichte lediglich im Bereich 90 ± 10 kg/m³ lässt sich hieraus kein systematischer Einfluss auf die Luftschalldämmung ableiten, da die Füllmengen 80 kg/m³ und 100 kg/m³, sowohl in den bewerteten Schalldämm-Maßen als auch weitgehend im Frequenzverlauf, günstigere

Werte aufweisen als das Teilregister mit 90 kg/m³. Wird die empfohlenen Einblasdichte von 90 kg/m³ jedoch mit 140 kg/m³ deutlich überschritten, so verschlechtert sich die Luftschalldämmung des Teilregisters im mittleren Frequenzbereich erheblich. Vermutlich trägt hierzu die Verschiebung der Resonanzfrequenz der zweischaligen Konstruktion bei, die sich hier mutmaßlich bei 125 Hz zeigt. Im Bereich der Koinzidenz-Grenzfrequenz der Beplankungsplatten bei ca. 1600 Hz weist die Konstruktion mit der höchsten Einblasdichte von 140 kg/m³ höhere Werte auf als die übrigen Varianten. Der Koinzidenzeinbruch wird also durch die straff anliegende Einblasdämmung bedämpft und unterdrückt.

Luftschalldämmung und Installationsgeräusche im Installationsprüfstand

Im Installationsprüfstand des Fraunhofer IBP können Trockenbau-Installationswände hinsichtlich ihrer Eigenschaften der Luftschalldämmung und der Installationsgeräusche untersucht werden.

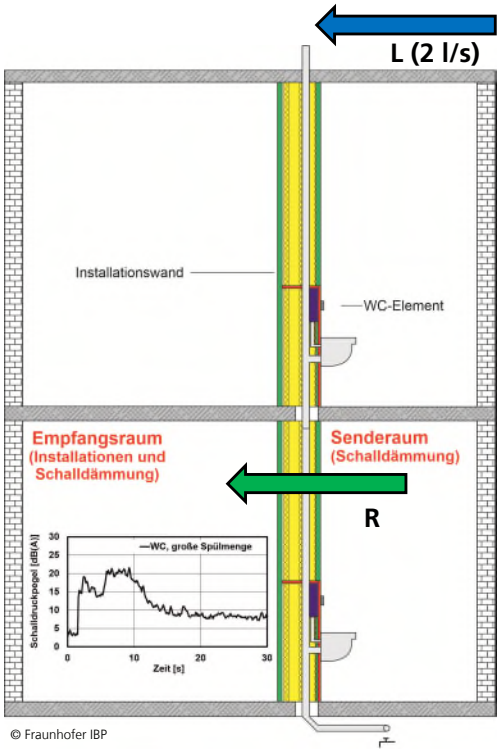

Abbildung 6: Vertikalschnitt durch den Trockenbau-Installationsprüfstand am Fraunhofer IBP in Stuttgart. Aufbau von 2 Registerwänden im EG und UG zur Messung der Schalldämmung im UG (grüner Pfeil) und zur Messung der Abwassergeräusche im Empfangsraum bei einem konstanten Durchfluss von 2 l/s (blauer Pfeil; Wassereinleitung).

Abbildung 6 zeigt den Messaufbau für die Untersuchung der Luftschalldämmung und der Schallpegel gebäudetechnischer Anlagen kompletter und praxisgerecht aufgebauter Installationsregister. Für die Untersuchungen der Geräusche der gebäudetechnischen Anlagen wurden die Sanitärinstallationen funktionsfähig angeschlossen und die beim Betrieb entstehenden Schallpegel im Empfangsraum gemessen. In Abbildung 6 ist beispielhaft für einen Spülvorgang eines WCs mit großer Spülmenge der Verlauf des Schalldruckpegels im Empfangsraum über der Zeit aufgetragen. Der Pegelverlauf kann im Wesentlichen in 3 Ereignisabschnitte unterteilt werden. Beim Beginn des Spülvorgangs tritt nach ca. 2,5 s die erste Pegelspitze auf, die dem Öffnen des Ablaufventils und dem sturzartig in die Keramik einlaufenden Wassers zugeordnet werden kann. Anschließend fließt das Wasser in die Fallleitung und verursacht zwischen 5-10 s durch das Auftreffen an Abzweigen und Umlenkungen (Kellerbogen) die höchsten Pegel. Ist das Wasser vollständig abgelaufen tritt nur noch das Füllgeräusch des Spülkastens auf (ab ca. 15 s). Häufig werden, wie im Beispiel, die lautesten Geräusche durch das Abwasser im Fallstrang verursacht. Deshalb wurde für die Untersuchungen das Abwassergeräusch durch einen stationären Volumenstrom von 2 l/s simuliert (Wassereinleitung im „Dachgeschoß“, angedeutet durch den blauen Pfeil in Abbildung 6). Eindeutige Vorteile des an die Norm DIN EN 14366-1 [2] angelehnten Messaufbau und stationären Betrieb der Sanitärinstallation, sind gleichbleibende Anregungs- und Messbedingungen bei vergleichbaren Anregungsmechanismen.

Im Folgenden werden Ergebnisse an unterschiedlichen Wandaufbauten vorgestellt, wobei die Grundwand für die Messungen immer aus derselben Konstruktion mit einer Wanddicke von 250 mm, Beplankung mit beidseitig 1 x 18 mm GKB und gleichbleibender Ausstattung mit Sanitärinstallationen bestand. Variiert wurde die Art der Tiefenstreben (Verbinder zwischen den beiden Wandschalen), wobei neben den Standardstreben akustisch optimierte Verbinder zum Einsatz kamen (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7: links: Standard-Tiefenstreben (S-TS, rot) und rechts: akustisch optimierte Prototyp-Tiefenstreben (P-TS, grün).

Die Tiefenstreben sorgen dafür, dass die beiden Wandschalen miteinander verbunden werden. Das sorgt zwar für die nötige Stabilität der Register, jedoch wird die Wirksamkeit der schallschutztechnisch gewünschten „Zweischaligkeit“ reduziert. Deshalb wurden ein Prototyp entwickelt, der mittels eines elastischen Entkopplungselements die akustische Trennung der Wandschalen verbessert und trotzdem die notwendigen statischen Voraussetzungen gewährleistet.

Abbildung 8 zeigt die Schalldämmung der Registerwände im Vergleich der beiden Varianten der in Abbildung 7 beschriebenen Tiefenstreben. Zusätzlich wurden die beiden Verbinder jeweils mit und ohne Einblasdämmung (EBD) untersucht.

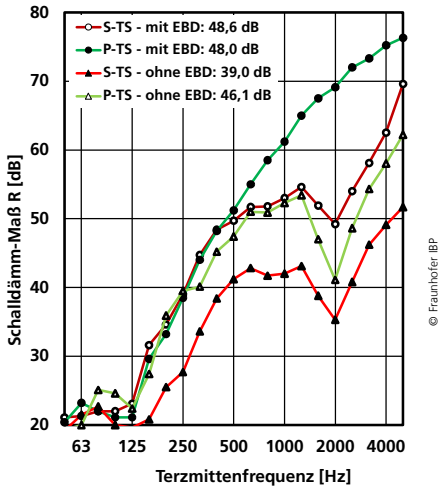

Abbildung 8: Schalldämm-Maße der Registerwand ohne und mit Einblasdämmung für die Standard-Tiefenstreben (rot) und die Prototyp Tiefenstreben (grün).

Die Schalldämmung des Versuchsaufbaus mit Standard-Tiefenstreben und ohne EBD, zeigt in nahezu dem kompletten betrachteten Frequenzbereich die ungünstigsten Werte. Generell wirkt sich auch hier das Befüllen der Wand mit Einblasdämmung deutlich positiv auf die Schalldämmung aus. Durch den zusätzlichen Einsatz der akustisch optimierten Verbinder zeigt sich vor allem ab 500 Hz ein deutlicher Anstieg der Schalldämmkurve und der ansonsten markante Koinzidenzeinbruch bei ca. 2 kHz hebt sich vollständig auf.

Betrachtet man die entstehenden Installationsgeräusche bei Durchfluss des Abwassersystems mit einem konstanten Volumenstrom von 2 l/s, lassen sich aus Abbildung 9 folgende Erkenntnisse ableiten.

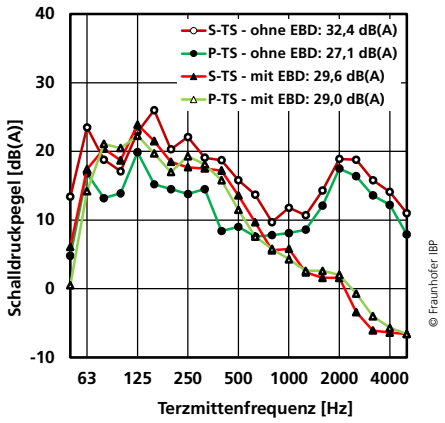

Abbildung 9: Schalldruckpegel bei konstantem Durchfluss von 2 l/s des Abwassersystems in der Registerwand ohne und mit Einblasdämmung für die Standard-Tiefenstreben (rot) und die Prototyp Tiefenstreben (grün).

Auch bei der Übertragung von Installationsgeräuschen wirkt sich die Befüllung mit EBD ab einer Frequenz von ca. 500 Hz schallschutztechnisch positiv aus. Trotzdem werden ohne EBD und mit den akustisch optimierten Tiefenstreben (dunkelgrün) die niedrigsten A-bewerteten Summenpegel (50-5k Hz) erreicht. Wird die Wand mit EBD verfüllt, ist weder im Frequenzverlauf noch in den Summenpegeln kaum eine Veränderung zwischen den Standard-Verbindern (29,6 dB(A), hellrot) und den Prototyp-Verbindern (29,0 dB(A), hellgrün) festzustellen. Grund hierfür dürfte sein, dass durch die verhältnismäßig hohe Dichte der Einblasdämmung (90 kg/m³) die Schwingungen des Abwassersystems vermehrt in die Profilkonstruktion und die beiden Wandschalen übertragen werden. Die Entkopplungswirkung durch die akustisch optimierten Verbinder wird überbrückt.

Fazit

Anhand von zahlreichen Messungen an Trockenbau-Installationsregistern in unterschiedlichen bauakustischen Prüfständen wurden Einflüsse auf die schallschutztechnischen Eigenschaften der Wände untersucht. Unter anderem wurden dabei die Einblasdämmung zur Befüllung des Wandhohlraums sowie die Verbindung zwischen den beiden Wandschalen mittels Tiefenstreben variiert und jeweils sowohl die Luftschalldämmung als auch die Schalldruckpegel beim Betrieb der Sanitärinstallationen (Abwassergeräusche mit 2 l/s in Anlehnung an DIN EN 14366-1 [2]) gemessen.

Durch das Einbringen der Einblasdämmung aus Steinwolle-Granulat mit einer Einblasdichte zwischen 80 und 100 kg/m³ steigt die Schalldämmung gegenüber der leeren Wand (spätestens) ab der Terzmittenfrequenz von 500 Hz steil an. Wird die EBD mit zu hoher Dichte (140 kg/m³) eingebracht, verschlechtert sich die Schalldämmung im mittleren Frequenzbereich deutlich.

Generell konnte ein verbesserter Schallschutz hinsichtlich Luftschalldämmung und Installationsgeräusche erzielt werden, wenn anstelle der Standard-Tiefenstreben akustisch optimierte Tiefenstreben zur Entkopplung der beiden Wandschalen eingesetzt wurden. Allerdings war die Verbesserungswirkung hinsichtlich der entstehenden Abwassergeräusche aufgehoben, wenn in die Wände mit optimierten Tiefenstreben anschließend EBD eingebracht wurde. Ursächlich sind vermutlich die Schwingungen der Abwasserrohrleitung, die über die EBD in die Wandkonstruktion übertragen werden. Der Einsatz von körperschallisolierenden Rohrummantelungen könnte hier gegebenenfalls zur Minderung der Abwassergeräusche beitragen.

Literatur

[1] Sven Öhler, Simon Müller, Bernd Kaltbeitzel: „Schalldämmung von Trockenbau-Installationsregistern“. DAGA 2023, Hamburg; Tagungsband, Seiten 312-315

[2] DIN EN 14366-1:2023-09, Bauakustik - Messung von Luftschall und Körperschall von gebäudetechnischen Anlagen im Prüfstand - Teil 1: Anwendungsregeln für Abwasserinstallationen