



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



BBSR-
Online-Publikation
26/2025

Schallschutz von Trockenbau- Installationsregistern

von

Sven Öhler
Simon Müller
Bernd Kaltbeitzel
Nico Dachtler



Schallschutz von Trockenbau-Installationsregistern

Schalltechnische Optimierung an Raumtrennwänden aus
Trockenbau-Installationsregistern

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-21.53

Projektlaufzeit: 09.2021 bis 08.2023

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Fachbetreuer

Steffen Kisseler, Brüggemann Kisseler Ingenieure
im Auftrag des BBSR, Referat WB 3 „Forschung und Innovation im Bauwesen“
s.kisseler@brueggemann.kisseler.de

Autoren

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart
Sven Öhler (Projektleitung)
sven.ohler@ibp.fraunhofer.de

Simon Müller

Bernd Kaltbeitzel

Nico Dachtler

Redaktion

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

Stand

Oktober 2025

Gestaltung

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

Bildnachweis

Titelbild: TECE GmbH

Abbildungen und Grafiken: Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Zitierweise

Öhler, S.; Müller, S.; Kaltbeitzel, B.; Dachtler, N., 2025: Schallschutz von Trockenbau-Installationsregistern: Schalltechnische Optimierung an Raumtrennwänden aus Trockenbau-Installationsregistern. BBSR-Online-Publikation 26/2025. Bonn.
<https://doi.org/10.58007/gj28-4b11>

DOI 10.58007/gj28-4b11

ISSN 1868-0097

Bonn 2025

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	5
Abstract	7
Einführung [-Was]	9
Themenfeld	9
Untersuchungsgegenstand	10
Problemstellung [-Warum]	12
Stand der Forschung/Baupraxis	12
(daraus folgend) Forschungslücke/Entwicklungsbedarf	12
Zielstellung [-Wofür]	14
Konkrete Projektziele	14
Übergeordnete Ziele und der Beitrag des Projekts dazu	15
Weitere Themen	15
Forschungsdesign [-Wie]	17
Arbeitshypothesen	17
Methodischer Ansatz	18
Projektteam und Organisation, Kooperationspartner	20
Arbeitspakete und Meilensteine	20
Projektverlauf – Hauptteil, „Beweisführung“	23
Darstellung der durchgeföhrten Arbeiten und der Erkenntnisse daraus (inkl. Zwischenergebnisse und Meilensteine)	23
Beschreibung und Begründung von möglichen Änderungen gegenüber dem ursprünglichen Antrag	61
Ergebnisse	62
Zusammenföhrung der Zwischenergebnisse zum Endergebnis	62
Bewertung/Diskussion/Zielerreichung – Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext inkl. möglicherweise bekannt gewordenen Ergebnissen von dritter Seite	63
Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit	65
Fazit	66
Mitwirkende	69
Kurzbiographien	70
Literaturverzeichnis	71
Abbildungsverzeichnis	72
Tabellenverzeichnis	76
Anlagen	77

Kurzfassung

Die Montage von Sanitärinstallationen im Neubau sowie in der Sanierung wird zu wesentlichen Anteilen in Trockenbauweise ausgeführt. Häufig wird die später mit Gips- oder Gipsfaserplatten beplankte Ständerkonstruktion zusätzlich für die Montage von Sanitärinstallationen verwendet, wobei aus schallschutztechnischer Sicht einiges zu beachten ist. Vermehrt kommen hierbei, neben herkömmlichen Trockenbau-Ständerwänden, industriell vorgefertigte Installationsregister zum Einsatz, die bereits vom Werk ab vollständig mit Sanitärinstallationen vorbereitet sind. Auf der Baustelle werden die Register einfach in eine Wandöffnung eingesetzt, am Baukörper befestigt und abschließend die Versorgungsleitungen (Zu- und Abwasser) stockwerksweise miteinander verbunden. Werden an diese Wände Schallschutzanforderungen gestellt, z. B. wenn durch die Installationswand zwei Hotelzimmer voneinander getrennt sind, so sind diese selten und wenn nur mit hohem Material- und Montageeinsatz erreichbar. Untersuchungen der akkreditierten Prüfstelle am Fraunhofer IPB an Registerwänden unterschiedlicher Hersteller haben gezeigt, dass neue Konstruktionstechniken (z. B. Einblasdämmung im Wandhohlraum, statisch erforderliche Aussteifungen der Wandschalen, Leitungsführung und Befestigung, etc.) dringenden Optimierungsbedarf aufweisen und eine systematische Untersuchung der Zusammenhänge noch aussteht. Im Forschungsvorhaben wurde dieser Aufgabe nachgegangen, indem systematische Untersuchungen der Zusammenhänge durchgeführt und daraus praktische und innovative Lösungen abgeleitet werden konnten. Ziel war es, mit Installationsregistern als Raumtrennwände die hohen Anforderungen an den Schallschutz einhalten zu können. Gleichzeitig soll dabei der hohe Vorfertigungsgrad, als wesentlicher Zeitvorteil und geringe Fehleranfälligkeit bei der Montage, sowie der Materialeinsatz und die Kosten der Gesamtkonstruktion im Wesentlichen beibehalten werden. Den Fragen welche Möglichkeiten und Grenzen zur akustischen Optimierung von Wänden aus Trockenbau-Installationsregistern bestehen, wurde im Forschungsprojekt nachgegangen.

Hierzu fanden in speziellen bauakustischen Prüfständen am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IPB zahlreiche experimentelle Untersuchungen an Trockenbau-Installationsregistern statt. Zum einen wurden in einem Wandprüfstand Luft-Schalldämmungsmessungen durchgeführt und dabei der Einfluss von Beplankung, Profilgerüst und der Hohlraumbefüllung eingehend untersucht und beziffert. Wesentlichen Einfluss auf die Schalldämmung konnte dabei nicht nur durch z. B. mehrlagige Beplankung mit Gipsplatten sondern auch der Anzahl der verwendeten Schrauben zur Befestigung der Platten nachgewiesen werden. Zudem wurde ein Prototyp-Verbinder zur akustischen Entkopplung der beiden Wandschalen der Registerwände entwickelt und erfolgreich getestet. Da im Rahmen eines Forschungsvorhabens der wiederholte Aufbau einer Wand in wechselnden Varianten, trotz des hohen Vorfertigungsgrades von Installationsregisterwänden, recht zeitaufwändig und kostspielig ist, wurden Einflüsse durch Beplankung, Gesamtdicke der Wand und vor Allem der Einblasdichte der Hohlraumbefüllung mit Steinwollegranulat an kleinen weitgehend vorgefertigten Probekörpern in einem Prüfstand für kleine Prüfobjekte untersucht. Der Einbau im sogenannten Fensterprüfstand konnte dabei recht schnell durchgeführt werden, indem die Probekörper komplett in der Prüffönnung platziert wurden und für die Prüfung nur umlaufend an den Prüfstand abgedichtet werden mussten. Die Untersuchungsreihe lieferte dabei wichtige Erkenntnisse was passiert, wenn vom angestrebten Zielwert der Fülldichte der Einblasdämmung von ca. 90 kg/m³ abgewichen wird.

Mit den Erkenntnissen aus den Untersuchungen im Wandprüfstand und im Fensterprüfstand konnten die abschließenden Messungen im Installationsprüfstand geplant werden. Dieser Prüfstand ermöglicht unter Laborbedingungen die praxisgerechte Nachstellung zweier übereinanderliegender Wohneinheiten in einem Geschosswohnungsbau. Durch den Einbau von zwei Registerwänden im EG und UG des Prüfstands entstehen vier Räume wobei zwei die übereinanderliegenden Badezimmer und zwei die übereinanderliegenden ruhebedürftigen Wohn- oder Schlafzimmer darstellen. Die geregelte Wasserversorgung ermöglicht es dabei unter praxisgerechten Bedingungen die Schallpegel ausgehend

von Sanitärinstallationen in Gebäuden mit Trockenbau-Installationsregistern zu bewerten. Auch bei diesen Untersuchungen wurden wieder die Einflüsse der Beplankung, der Registerprofile, der Wanddicke und der Einblasdämmung auf die Luftschalldämmung, aber auch auf die entstehenden Installationsgeräusche beim Durchfließen der Abwasserleitung in der Registerwand gemessen, analysiert und bewertet.

Die Ergebnisse bieten dabei einen breiten Überblick zu den akustischen Eigenschaften der, nach wie vor, neuen Bauweise mit werkseitig vorgefertigten Installationsregistern. Zum Zeitpunkt der Beantragung des Forschungsvorhabens bestand bereits großer Bedarf durch serielle Bauweisen und industrielle Vorfertigung zeit- und kostengünstiger zu bauen. Heute nach Abschluss des Forschungsvorhabens hat sich dieser Bedarf dramatisch potenziert. Zusätzlich sind in der aktuellen Diskussion schallschutztechnische Anforderungen im Fokus als mögliche (Haupt-) Kostentreiber am Bau. Mit den Ergebnissen kann gezeigt werden, dass unter Einhaltung einiger konstruktiven Voraussetzungen mit industriell vorgefertigten Bauweisen ein hohes Schallschutzniveau erreicht werden kann. Dabei sind gegenüber der bisherigen Ausführung der Register keine aufwendigen oder kostensteigernden Zusatzmaßnahmen erforderlich, die die praktische Einsatztauglichkeit von Trockenbau-Installationsregistern am Bau reduzieren. Die gewonnenen Erkenntnisse (z. B. die Optimierung der Schraubabstände bei der Befestigung von Beplankungsplatten) können sogar auf konventionellen Trockenbau übertragen werden.

Mit den Erkenntnissen aus dem Projekt wurde ein Standard für den Aufbau von Trockenbau-Installationsregistern festgelegt, der, wenn eingehalten, zu einem konstanten Schallschutzniveau führt. Weiter sind die Parameter festgelegt, anhand derer Installations-Registerwände charakterisiert werden müssen, um eben diesen Standard zu sichern und daraus eine Qualitätssicherung (z. B. für Produktnormen oder Zulassungsverfahren) abzuleiten.

Abstract

The assembly of sanitary installations in new buildings as well as in renovation is carried out to a large extent in dry construction. Frequently, the post construction that is later covered with gypsum or gypsum fiber boards is also used for the assembly of sanitary installations, whereby there is a lot to consider from a sound insulation point of view. In addition to traditional drywall stud walls, industrially prefabricated installation registers are increasingly being used, which are already fully prepared with sanitary installations from the factory. On the construction site, the registers are simply inserted into a wall opening, attached to the building structure and finally the supply lines (supply and waste water) are connected to each other on a floor-by-floor basis. If sound insulating requirements are placed on these walls, e.g. if two hotel rooms are separated from each other by the installation wall, these are rarely achievable and if only with high material and assembly effort. Investigations by the accredited testing laboratory at the Fraunhofer IBP on register walls from different manufacturers have shown, that new construction techniques (e.g. blown-in insulation in the wall cavity, statically required bracing of the wall shells, routing and attachment of pipes, etc.) urgently need optimization and a systematic investigation of the interrelationships is still pending. The research project addressed this task by conducting systematic investigations of the relationships and deriving practical and innovative solutions from them. The goal was to be able to comply with the requirements for sound insulation with installation registers as room dividers. At the same time, the high degree of prefabrication, as a significant time advantage and low susceptibility to errors during assembly, as well as the material input and the costs of the overall construction should essentially be maintained. The questions of what possibilities and limits exist for the acoustic optimization of walls made from drywall installation registers were addressed in the research project.

For this purpose, numerous experimental investigations on drywall installation registers were carried out in special building acoustic test stands at the Fraunhofer Institute for Building Physics IBP. On the one hand, sound insulation measurements were carried out in a wall test stand and the influence of cladding, profile frame and the cavity filling was thoroughly investigated and quantified. A significant influence on the sound insulation could not only be demonstrated by e.g. multi-layer cladding with gypsum boards but also the number of screws used to attach the boards. In addition, a prototype connector for the acoustic decoupling of the two wall shells of the register walls was developed and successfully tested. Since within the framework of a research project the repeated construction of a wall in changing variants, despite the high degree of prefabrication of installation register walls, is quite time-consuming and costly, influences due to cladding, overall thickness of the wall and above all the blow-in density of the cavity filling with rock wool granulate were investigated on small largely prefabricated test bodies in a test stand for small test objects. The installation in the so-called window test facility could be carried out quite quickly by placing the test bodies completely in the test opening and only having to be sealed all around to the test stand for the test. The series of tests provided important insights into what happens when the target value for the fill density of the blown-in insulation of approximately 90 kg/m^3 is deviated from.

With the findings from the investigations in the wall test stand and in the window test stand, the final measurements in the installation test stand could be planned. This test stand allows, under laboratory conditions, the practical replication of two overlying residential units in a multi-storey residential building. By installing two register walls on the ground floor and basement of the test stand, four rooms are created, two representing the overlying bathrooms and two the overlying bedrooms in need of quiet. The regulated water supply allows the sound levels emanating from sanitary installations in buildings with drywall installation registers to be evaluated under practical conditions. In these investigations, too, the influences of the cladding, the register profiles, the wall thickness and the blow-in insulation on the

air sound insulation, but also on the installation noises that arise when the wastewater pipe in the register wall is flowing through, were measured, analyzed and evaluated.

The results provide a broad overview of the acoustic properties of the still new construction method with factory-prefabricated installation registers. At the time of applying for the research project, there was already a great need to build more time and cost-effectively through serial construction methods and industrial prefabrication. Today, after completion of the research project, this need has dramatically multiplied. In addition, sound insulation requirements are in focus in the current discussion as potential (main) cost drivers in construction. The results show that a high level of sound insulation can be achieved using industrially prefabricated construction methods, provided that certain constructional prerequisites are met. No elaborate or cost-increasing additional measures are required compared to the previous execution of the register, which would reduce the practical suitability of drywall installation registers for construction. The findings obtained (e.g. optimizing the screw spacing when attaching cladding panels) can even be transferred to conventional drywall construction.

With the knowledge gained from the project, a standard was set for the construction of drywall installation registers, which, if adhered to, leads to a constant level of sound insulation. Furthermore, the parameters have been defined on the basis of which installation register walls must be characterized in order to secure this standard and to derive quality assurance from it (e.g. for product standards or approval procedures).

Einführung [-Was]

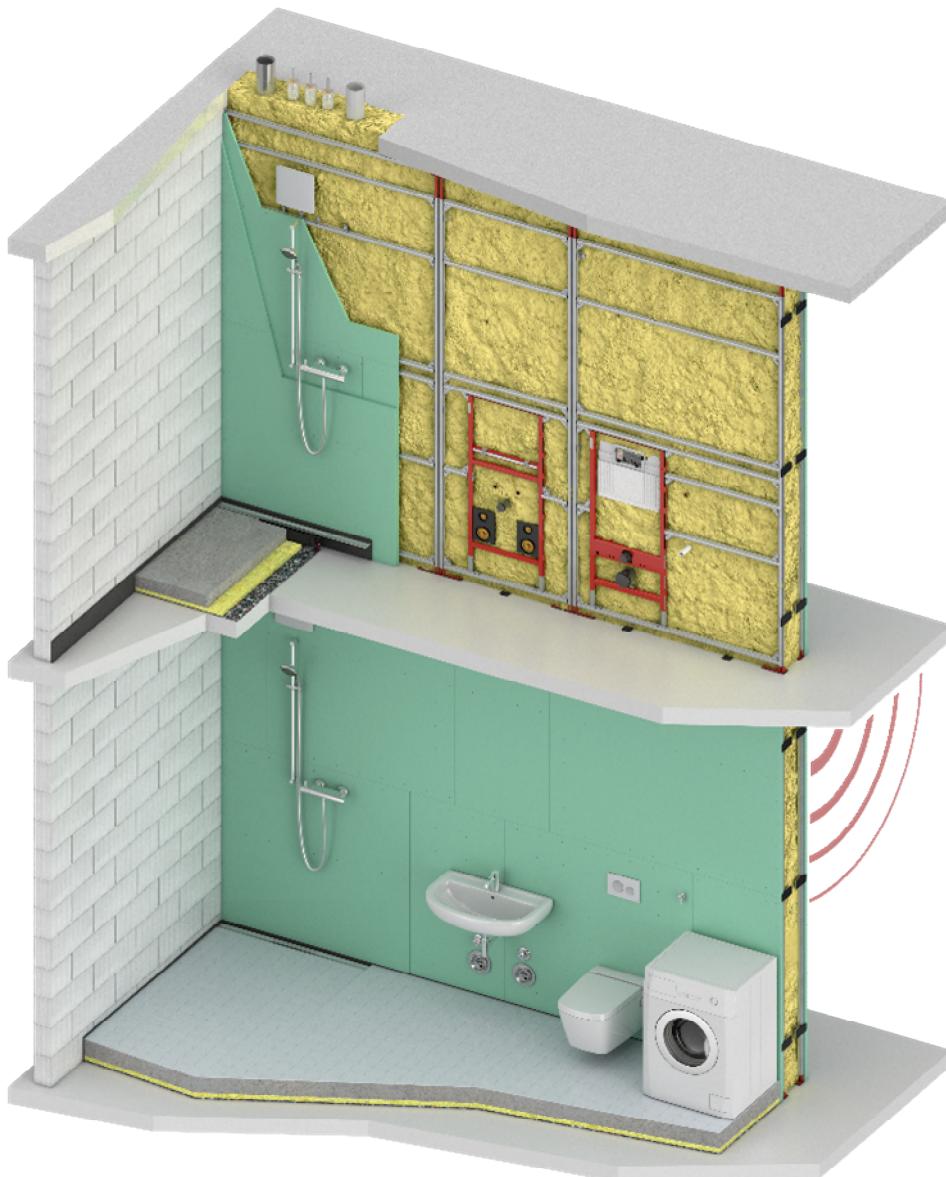


Foto: TECE GmbH

Raumtrennwände aus Trockenbau-Installationsregistern

Themenfeld

Der Schallschutz bei gebäudetechnischen Anlagen ist nach wie vor wichtiger Bestandteil der baulichen Schallschutzplanung (1), (2). Im Neubau sowie in der Sanierung kommen vermehrt industriell vorgefertigte Trockenbau-Installationsregister 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 selten und wenn, dann nur mit hohem Material- und Montageeinsatz erreichbar.

Voruntersuchungen an Trockenbau-Installationswänden und Registerwänden zeigen, dass statisch erforderliche Aussteifungsprofile (Tiefenstreben), die Wandtiefe, das Einbringen von Einblasdämmung (EBD) in den Hohlraum der Wände sowie die Art und Weise der Beplankung die Luftschalldämmung der Trockenbau-Installationsregisterwände beeinflussen. In diesem Forschungsvorhaben werden, systematische Untersuchungen der Zusammenhänge durchgeführt und daraus praktische und innovative Lösungen abgeleitet. Das Forschungsvorhaben wird dabei unterstützt durch die TECE GmbH, die AUSTROFLEX Rohr-Isolierungssysteme GmbH und die Firma EBD services.

Untersuchungsgegenstand

Installationsregister (vgl. obiges Bild) bestehen aus speziellen Metall-Profilrohren, die über Winkelverbinder zu einem Grundgerüst mit frei wählbaren Abmessungen aufgebaut werden können. Das Grundgerüst wird bereits ab Werk mit allen für den späteren Betrieb gebäudetechnischer Anlagen und Geräte notwendigen Installationen bestückt. Vor allem im Neubau und in der Sanierung, wo Räume identisch ausgestattet werden sollen, z. B. in Hotels oder im Geschosswohnungsbau, werden die werkseitig vorbereiteten Register auf die Baustelle geliefert, in die vorbereiteten Wandöffnungen montiert und die Ver- und Entsorgungsleitungen nur noch stockwerksweise verbunden. Obiges Bild zeigt Installationsregister, die mit WC- und Waschtisch-Modulen, Anschlussmöglichkeiten für Duschsysteme sowie den Leitungssträngen für Trinkwasser, Abwasser und Lüftung ausgestattet sind. Sobald die einzelnen Register in der Wandöffnung befestigt und fertig angeschlossen sind, erfolgt die Beplankung meistens mit Gipsplatten in ein- oder zweilagiger Ausführung. Im letzten Arbeitsschritt vor dem Innenausbau, werden die verschlossenen Wände mit einer Einblasdämmung (EBD) verfüllt, wobei als Einblasmaterial häufig Steinwolle-Granulat verwendet wird. Je nach Ausführung der Beplankung sind dadurch die Brandschutzanforderungen in vertikaler und horizontaler Überschlagsrichtung bereits eingehalten, ohne dass die Deckendurchbrüche gesondert verschlossen werden müssen.

Installationsregister lassen sich industriell vorfertigen und so individuell an die Gegebenheiten und Anforderungen im Gebäude anpassen und vorbereiten (vgl. Abbildung 1). Im Sinne serieller und modularer Bauweisen lässt sich dadurch eine enorme Zeit-, Kosten- und Ressourceneinsparung realisieren. Technisch anspruchsvolle und detailreiche Installationen, wie die Etagenverrohrung, können mit gleichbleibend hoher Qualität ausgeführt werden, wodurch Fehlerquellen in Planung und Ausführung minimiert werden. Wichtiger Vorteil ist die gewerk- und funktionsübergreifende Planung und Realisierung hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen an den Brandschutz, der Versorgung und den Schallschutz.

Abbildung 1

Montage eines vorgefertigten Trockenbau-Installationsregisters.



Quelle: © EBD services / Matthias Ibeler

Problemstellung [-Warum]

Nicht nur im Sanierungsfall, sondern leider auch im Neubau kommt es jedoch nicht selten vor, dass die Rohbaumaße von den geplanten Abmessungen abweichen. Dann müssen einzelne Register oder die Lage der Rohrleitungen aufwändig auf der Baustelle nachjustiert werden. Ein Nachteil gegenüber dem konventionellen Trockenbau besteht derzeit noch im mit den Registerwänden erreichbaren Schallschutz. Ursachen und mögliche Verbesserungsmaßnahmen hierfür werden im Folgenden vorgestellt.

Stand der Forschung/Baupraxis

Für Trockenbau-Installationsregister mit Einblasdämmung muss für jedes einzelne Bauvorhaben eine Zustimmung im Einzelfall oder vorhabenbezogene Bauartgenehmigung beim DIBt beantragt werden, obwohl die Bauweise durch das hohe Maß an Vorfertigung einen gleichbleibenden Qualitätsstandard verspricht und durch die modulare Bauweise höchst effizient eingesetzt werden könnte. Wichtiger Grund hierfür ist sicherlich, dass die Bauweise zwar stetig wachsende Beliebtheit bei der Planung von Bauvorhaben erfährt, aber im Vergleich zu Standard-Trockenbau-Installationen, wenig über das schallschutztechnische Verhalten bekannt ist. Vor Allem unter Berücksichtigung statischer Anforderungen (z. B. Aussteifungsprofile) und brandschutztechnischer Voraussetzungen (z. B. Einblasdichte der EBD) an die Installationsregister, sind keine Ergebnisse aus systematischen Untersuchungen bekannt. Anhand von Prüfergebnissen an Installationsregistern unterschiedlicher Hersteller konnte dahingehend der hohe Forschungsbedarf abgeleitet und erste, mögliche Ansätze identifiziert werden. Wichtigste Erkenntnis dabei ist, dass bisher Trockenbau-Installationsregistern mit Einblasdämmung noch schallschutztechnische Nachteile gegenüber vergleichbaren Installationswänden in Standard-Trockenbauweise haben.

Aus den Ergebnissen eigener Untersuchungen am Fraunhofer-Institut für Bauphysik (3), (4) wurden eingehende Erfahrungen zum Schallschutz von Leichtbaukonstruktionen gesammelt. Die Erkenntnisse dieser Untersuchungen bilden eine wichtige Grundlage, für das gezielte Vorgehen in o. g. Forschungsvorhaben.

(daraus folgend) Forschungslücke/Entwicklungsbedarf

Im Neubau sowie in der Sanierung kommen vermehrt industriell vorgefertigte Installationsregister zum Einsatz, die bereits vom Werk ab vollständig mit Sanitärinstallationen vorbereitet sind. Bei der Herstellung und beim späteren Einbau der Trennwandregister sind allerdings konstruktionsbedingt Maßnahmen notwendig, die unmittelbar negativen Einfluss auf die schallschutztechnischen Eigenschaften haben. Werden an diese Wände Schallschutzanforderungen gestellt, z. B. wenn die Installationswand zwei Hotelzimmer voneinander trennt, so sind diese selten und wenn, dann nur mit hohem Material- und Montageeinsatz erreichbar. Zudem sind Bauaufsichtsbehörden mit vorgefertigten Raum-Trennwandregistern noch nicht vertraut, so dass bauvorhabenbezogene Einelnachweise gefordert sind.

Aus Untersuchungen an Registerwänden unterschiedlicher Hersteller in der akkreditierten Prüfstelle Akustik des Fraunhofer IPB, konnten folgende Problemstellen identifiziert werden.

- Statisch erforderliche Aussteifungsprofile koppeln die beiden Wandschalen und schränken den erreichbaren Schallschutz deutlich ein,
- die Befestigung der Ver- und Entsorgungsleitungen an den Registerprofilen sorgt für hohe Installationsgeräusche und

- das Einbringen von Einblasdämmung in den Hohlraum der Wände beeinflusst die erreichbare Luftschalldämmung der Raumtrennwände.

Um die vorhandenen Kenntnislücken zu schließen, ist im Sinne einer bedarfsgerechten und nachhaltigen Bauweise die Entwicklung von Schallschutzlösungen dringend erforderlich.

Zielstellung [-Wofür]

Im Forschungsvorhaben werden systematische Untersuchung der Zusammenhänge durchgeführt und daraus praktische und innovative Lösungen abgeleitet. Ziel ist es, mit Installationsregistern als Raumtrennwände die hohen Anforderungen an den Schallschutz einhalten zu können. Gleichzeitig soll dabei der hohe Vorfertigungsgrad (Zeitvorteil, geringe Fehleranfälligkeit bei der Montage), sowie Materialeinsatz und Kosten der Gesamtkonstruktion im Wesentlichen beibehalten werden.

Ziel des Forschungsvorhabens ist die schalltechnische Optimierung von Raumtrennwänden aus (vorgefertigten) Trockenbau-Installationsregistern. Dabei sollen zum einen die Luftschalldämmung der Wände erhöht und zum anderen die von den Sanitärobjekten ausgehenden Geräusche weit möglichst reduziert werden. Hierbei ergeben sich vor allem folgende Forschungsfragen:

- a) Wie kann die Luftschalldämmung der Registerwände erhöht werden, ohne gleichzeitig die statischen Eigenschaften der Wände (statisch erforderliche Aussteifungen durch Verbindung der Wandschalen) zu vermindern?
- b) Wie kann mit Registerwänden die Luftschalldämmung vergleichbarer, konventioneller Trockenbaukonstruktionen erreicht werden, ohne dafür die Beplankung der Register mehrlagig und/oder mit speziellen Gips- oder Gipsfaserplatten ausführen zu müssen?
- c) Welche Maßnahmen (Leitungsführung und Befestigungen) müssen getroffen werden, um die Übertragung von Installationsgeräuschen in angrenzende schutzbedürftige Räume zu minimieren?
- d) Welchen Einfluss hat der Einsatz von Einblasdämmung aus Steinwolleflocken auf die Luftschalldämmung und die Installationsgeräusche von Trennwänden aus Trockenbau-Installationsregistern und wie kann darauf Einfluss genommen werden (z. B. Fülldichte, etc.)?

Konkrete Projektziele

Raumtrennwände stehen im Fokus neuer Anwendungen im Bausektor. Gerade im Bereich von Sonderbauvorhaben wie Hotels, Krankenhäuser, Wohnheime etc., aber auch im Wohnungsbereich von z. B. Mikroappartements wird diese Bauausführung immer mehr von Architekten und Projektentwicklern entdeckt und geplant. Das Fraunhofer IBP möchte zusammen mit den Industriepartnern TECE, EBD services und Austroflex diese Bautechnik praxisgerecht im Bereich vom Schallschutz weiterentwickeln. Da die heutigen baurechtlichen Rahmenbedingungen zum Teil auf diese Bautechnik nicht eingehen, ist ein entsprechendes Forschungsprojekt dringend notwendig.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es alle Einflussfaktoren auf die zu erreichende Luftschalldämmung und die zu erwartenden Installationsgeräusche eines Trockenbau-Installationsregisters eindeutig zu kennen.

- Es ist eine praxistaugliche Lösung für den Einsatz von Profilstreben bekannt, mit der die Anforderungen in DIN 4109 (5) an die Luftschalldämmung von Wohnungstrennwänden ($R'_{w} \geq 53 \text{ dB}$) sicher eingehalten werden können.
- Es sind Lösungen bekannt, die zur Reduktion der Schallübertragung von Installationsgeräuschen beitragen. Insbesondere sind hierbei praktikable Lösungen für die schallentkoppelte Führung der Abwasserleitung bekannt. Mindestziel ist auch hier die Einhaltung der Anforderungen in DIN 4109 (5) an Installationsgeräusche von $L_{AFmax,n} \leq 30 \text{ dB}$.

- Der Einfluss der in den Hohlraum der Trennwandregister eingebrachten Einblasdämmung aus Steinwolleflocken (-granulat) ist bekannt. Vorschläge mit positiver Wirkung auf die Luftschalldämmung und die Installationsgeräusche können benannt werden.

Die Ergebnisse sind hier in einem umfassenden Bericht zusammengefasst und wurden bisher in Form von Fachbeiträgen auf den Akustiktagungen DAGA 2023 in Hamburg (6) und DAGA 2024 in Hannover (7) veröffentlicht.

Übergeordnete Ziele und der Beitrag des Projekts dazu

Gewerübergreifende Leistungen müssen im Neubau wie in der Sanierung optimal koordiniert sein. Um einen reibungslosen, fehlerfreien, zeit- und kostengünstigen Bauablauf zu sichern, ist es deshalb sinnvoll komplexe Montageabläufe, die eine hohen Anteil an Vorplanung erfordern, in industrieller Vorfertigungstechniken sowie serieller und modularer Bauweise zu erledigen. In Anbetracht der angespannten Wohnungssituation eignen sich deshalb vorgefertigte Trockenbau-Installationsregister ideal um z. B. im Geschosswohnungsbau verlässlich und planbar Leistungen mit gleichbleibender Qualität anbieten zu können. Wesentliche Vorteile der vorgefertigten Register lassen sich nicht zuletzt im effizienten Planungs- und Bauablauf und in der Senkung von Bau- und Lebenszykluskosten erkennen. Die gesamte Wertschöpfungskette in Produktion (aufgewendete Energie, CO₂-Bilanz, Einsparen von Ressourcen), raumsparende Bauweise, Instandhaltung, Umbauten, Rückbau und Recycling, etc. kann hiervon profitieren. Damit entspricht der Inhalt des Vorhabens nicht nur einem Forschungsschwerpunkt mit erheblichem Bundesinteresse.

Deshalb müssen baldmöglichst praktikable Lösungen angeboten werden können, um bisherige schallschutztechnische Nachteile von Trockenbau-Installationsregistern gegenüber herkömmlicher (Trocken-) Bauweise abzubauen. Konkret werden mit den Ergebnissen des Forschungsvorhabens optimierte Konstruktionsdetails und neue Komponenten erarbeitet, um das Schallschutzniveau bezüglich Geräuschen von Sanitärinstallationen aus Trockenbau-Installationsregistern und deren Luftschalldämmung dem der herkömmlichen Konstruktionen mindestens anzugeleichen. Zukunftsweisend kann so diese neue Bautechnik im Baurecht Berücksichtigung finden.

Weitere Themen

Trockenbau-Installationsregister versprechen, durch den hohen Vorfertigungsgrad, deutliche Zeiter sparnis und tragen zur Vermeidung von Montagefehlern auf der Baustelle bei. Dementsprechend ist auch eine hohe Planungssicherheit in Aussicht gestellt. Allerdings besteht derzeit noch schallschutztechnischer Optimierungsbedarf und Bauaufsichtsbehörden sind mit vorgefertigten Raum-Trennwandregistern noch nicht vertraut, so dass bauvorhabenbezogene Einelnachweise gefordert sind.

Wichtigste Indikatoren für die Zielerreichung sind dabei die Angaben für Anforderungen an die Luftschalldämmung von Raumtrennwänden und an die Geräusche von Sanitärinstallationen, wie sie z. B. in nationalen Anforderungsnormen wie der DIN 4109 (5) verbindlich festgelegt sind. Beispielsweise ist dort die Mindestanforderung an die Luftschalldämmung einer Wohnungstrennwand in einem Mehrfamilienhaus mit $R'_w \geq 53$ dB angegeben. Installationsgeräusche in fremden, schutzbedürftigen Räumen dürfen einen Wert von $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB nicht überschreiten. Beide Anforderungen gelten gleichzeitig und müssen mit Projektabschluss mindestens mit den entwickelten Lösungsansätzen für die Konstruktion der Installationsregister erreicht werden können.

Darüber hinaus dürfte die (bau-) praktische Übertragbarkeit und Umsetzbarkeit der Erkenntnisse und erarbeiteten Maßnahmen ein wichtiger Faktor für die Bewertung des Erfolges des Projekts sein. Die akustische Optimierung darf hierbei weder die statischen noch die brandschutztechnischen

Eigenschaften der Registerwände negativ beeinflussen. Auch müssen die Vorteile der Vorfertigung uneingeschränkt erhalten bleiben. Hierfür war die Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen Gewerken und der Austausch mit den Fachfirmen bei der Lieferung, Herstellung und Montage der Trockenbau-Installationsregister mit Einblasdämmung wichtiger Gradmesser.

Forschungsdesign [-Wie]

Schalltechnische Untersuchungen an Sanitärinstallationen werden zu einem großen Teil am Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt. Für die bauakustische Beurteilung von Bauteilen und Konstruktionen aller Art stehen dem Fraunhofer IBP zahlreiche, in ihrer Vielfalt und auch teils speziell einzigartige, Labore zur Verfügung. Diese Voraussetzungen sind die wichtigste Grundlage für die experimentelle Lösung und Beantwortung der gestellten Forschungsfragen.

Arbeitshypothesen

Ziel des Forschungsvorhabens ist es alle Einflussfaktoren auf die zu erreichende Luftschalldämmung und die zu erwartenden Installationsgeräusche eines Trockenbau-Installationsregisters eindeutig zu kennen.

- Es ist eine praxistaugliche Lösung für den Einsatz von Profilstreben bekannt, mit der die Luftschalldämmung der Registerwände von $R'_w \geq 53$ dB sicher eingehalten werden kann.
- Es sind Lösungen bekannt, die zur Reduktion der Schallübertragung von Installationsgeräuschen beitragen. Insbesondere sind hierbei praktikable Lösungen für die schallentkoppelte Führung der Abwasserleitung bekannt. Mindestziel ist auch hier die Einhaltung der Anforderungen an Installationsgeräusche von $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB.
- Der Einfluss der in den Hohlraum der Trennwandregister eingebrachten Einblasdämmung aus Steinwolleflocken (-granulat) ist bekannt. Vorschläge mit positiver Wirkung auf die Luftschalldämmung und die Installationsgeräusche können benannt werden.

Methodischer Ansatz

Die Untersuchungen erfolgten überwiegend auf messtechnischer Basis (vgl. Abbildung 2). Hierfür wurde in einem speziellen Prüfstand eine Komplettinstallation aus vorgefertigten Trockenbau-Installationsregistern aufgebaut und funktionsfähig angeschlossen. Der Prüfstand ist einem Ausschnitt aus einer typischen Wohnbausituation im Geschosswohnungsbau nachgebildet und in Raum-in-Raum Bauweise errichtet, so dass besonders niedrige Schalldruckpegel (z. B. Installationsgeräusche) praxisgerecht gemessen werden können.

Zunächst wurden jedoch Registerwände in einem Wandprüfstand zur Bestimmung der Luftschalldämmung untersucht (vgl. Anlage Abbildung 40). Eine erste Versuchsreihe widmet sich dem Einfluss der Profilstreben (Tiefenstreben bzw. Verbinder), die zur Aussteifung der Wandschalen notwendig sind. Davon ausgehend, dass diese sich nachteilig auf die zu erreichende Luftschalldämmung auswirken, werden verschiedene Maßnahmen untersucht (Produktoptimierung, -entwicklung elastischer Entkopplungselemente), um diesen Einfluss signifikant zu reduzieren. Im zweiten wesentlichen Untersuchungsschritt wird der Hohlraum der Referenzwand im herkömmlichen Verfahren mit Einblasdämmung (Steinwollegranulat, Einblasdichte 90-100 kg/m³) gefüllt und die Messungen zur Bestimmung der Luftschalldämmung wiederholt. Weiter werden Einflüsse durch Art und Anzahl von Beplankungsplatten und deren Montagebedingungen untersucht.

Um auf die Einflüsse von Einblasdichte, Beplankung und Wandaufbau (Dicke) näher einzugehen, wurden weitere Parameterstudien in einem Fensterprüfstand zur Bestimmung der Schalldämmung kleiner Bauteile durchgeführt (vgl. Anlage Abbildung 41). Der Vorteil hier ist, dass effizient und schnell an kleinen, vorgefertigten Probekörpern unterschiedliche Varianten miteinander verglichen werden können.

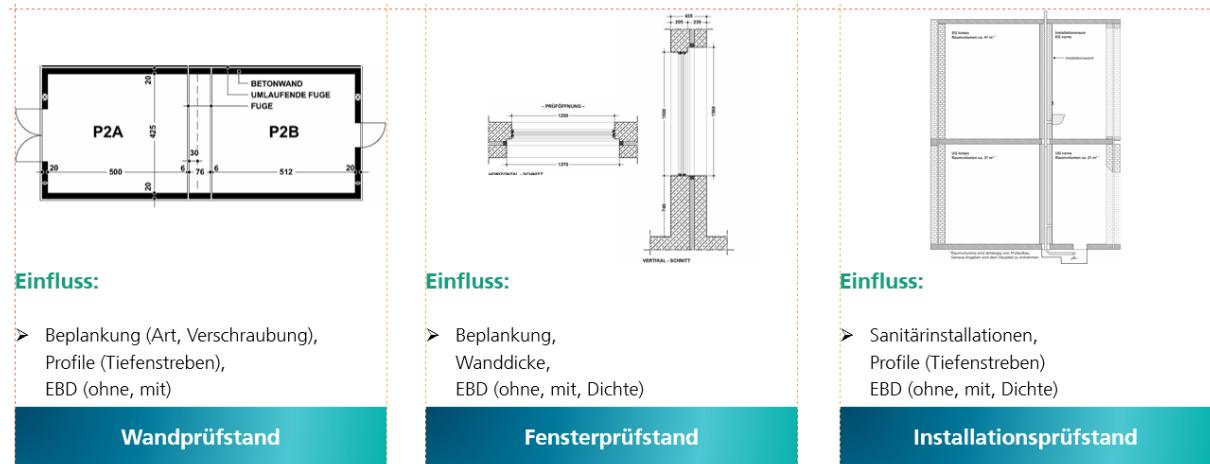
Anhand der frequenzabhängigen Messdaten wurden mögliche Stellgrößen wie Einblasdichte oder Füllgrad analysiert.

Anschließend wurde im Leichtbau-Installationsprüfstand (vgl. Anlage Abbildung 42) sowohl die Luftschalldämmung unterschiedlicher Konstruktionen von Installations-Registerwänden als auch die erzeugten Installationsgeräusche untersucht. Hierfür wurden identische Registerwände in zwei Stockwerken aufgebaut, so dass eine praxisgerechte Installation über mehrere Stockwerke, in Anlehnung an die Gegebenheiten in einem Geschosswohnungsbau, realisiert wird. Da in der Regel die ausgehend von den während eines WC-Spülvorgangs entstehenden Abwassergeräusche das lauteste Schallereignis bei üblichen Sanitärgeräuschen darstellt, wurden diese stellvertretend für die Betrachtungen herangezogen. Hierfür wurde in Anlehnung an die Messbedingungen in DIN EN 14366-1 (8) das in der Registerwand montierte Abwassersystem mit einem stationären Wasserdurchfluss von 2 l/s durchströmt, was der üblichen Durchflussmenge und somit der vergleichbaren Anregung entspricht, die bei einer WC-Spülung mit großer Spülmenge auftritt.

Da bei allen Optimierungsschritten immer sowohl die Luftschalldämmung als auch die Installationsgeräusche erfasst wurden, konnten Synergieeffekte erkannt und bewertet werden.

Abbildung 2

Labors für experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung der konstruktiven Einflussgrößen auf die Schallschutzeigenschaften

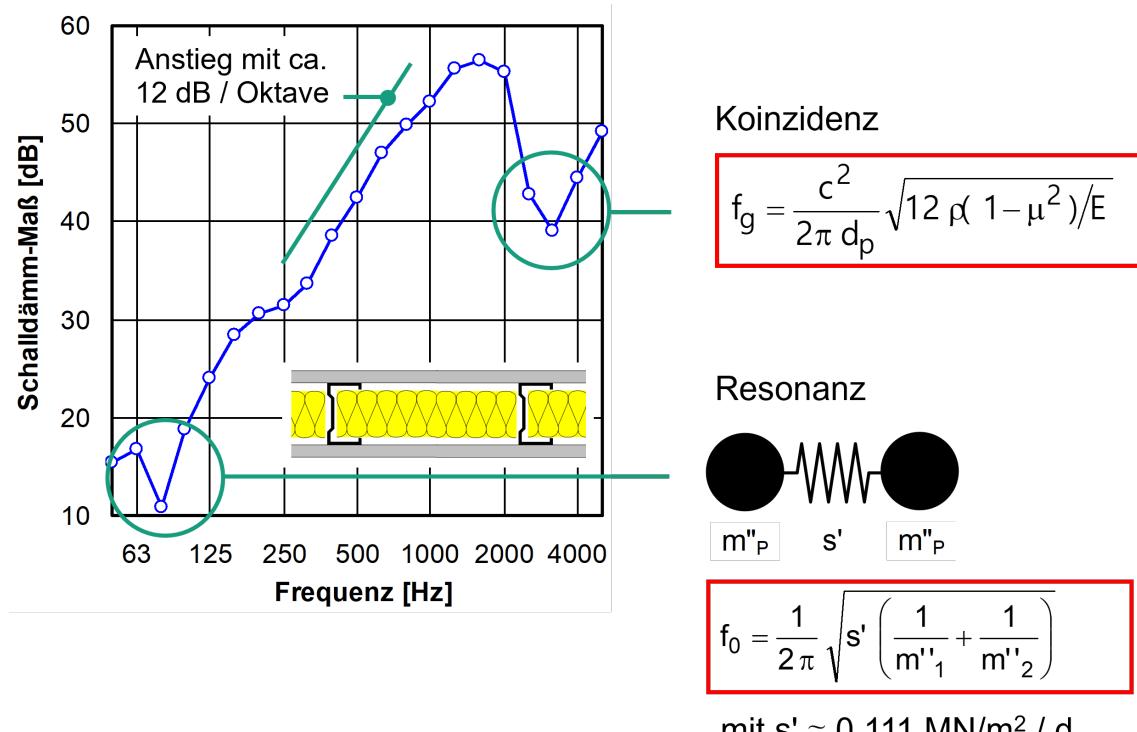


Quelle: © Fraunhofer IBP

Grundlage für die Analyse und Bewertung der bei den Messungen gewonnenen Ergebnisse sind die theoretischen Zusammenhänge zur Beschreibung des schallschutztechnischen Verhaltens zweischaliger Bauteile mit biegeweichen Wandschalen (Beplankungsplatten). Wesentlich sind dabei zwei akustische Phänomene, die sich zum einen bei tiefen Frequenzen in der Masse-Feder-Masse Resonanz und zum anderen bei hohen Frequenzen mit der Koinzidenz-Grenzfrequenz der Beplankungsplatten auftreten. Folgende Abbildung 3 zeigt beispielhaft die beiden Effekte an einer Messkurve für die Schalldämmung eines zweischaligen Trockenbau-Bauteils.

Abbildung 3

Typischer Verlauf der Schalldämmung eines zweischaligen Trockenbau-Bauteils mit Angabe der Berechnungsformeln für die Abschätzung der Koinzidenzfrequenz und der Masse-Feder-Masse Resonanz.



Quelle: © Fraunhofer IBP

Projektteam und Organisation, Kooperationspartner

Für die Messungen der Schalldämmung von Wandkonstruktionen und insbesondere zur Messung von Installationsgeräuschen sind spezielle Labore notwendig. Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik verfügt mit teilweise einzigartigen Prüfeinrichtungen (u. A. Installationsprüfstände mit regelbarer Wasserversorgung), erfahrenem Personal und modernster akustischer Messtechnik, über die notwendigen Voraussetzungen um das Forschungsvorhaben durchzuführen. Zudem unterhält das Fraunhofer IBP ein akkreditiertes Prüflabor, indem laufend vergleichbare Prüfungen an ähnlichen Konstruktionen und Einzelkomponenten durchgeführt werden.

Eine Übersicht über das akustische Tätigkeitsspektrum des Fraunhofer IBP ist der Webseite der Abteilung Akustik (<https://www.ibp.fraunhofer.de/de/kompetenzen/akustik.html>) zu entnehmen.

Das Projekt wurde ausschließlich in den Räumlichkeiten und Labors der Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP in Stuttgart durchgeführt. Das Fraunhofer IBP hatte auch die Projektleitung und war verantwortlich für die erfolgreiche Durchführung des Projektes. Das Projektteam bestand dabei aus erfahrenen Wissenschaftlern und Ingenieuren mit tiefem Verständnis für bauakustische Zusammenhänge und im Besonderen auf dem Spezialgebiet der bauakustischen Installationsmessungen. Namentlich sind dies Sven Öhler (Projektmanagement), Simon Müller (Koordination, Durchführung und Auswertung der experimentellen Untersuchungen), Bernd Kaltbeitzel (Koordination, Durchführung und Auswertung der experimentellen Untersuchungen), Nico Dachtler (Durchführung und Auswertung der experimentellen Untersuchungen) sowie Michael Höhn und Thomas Gräber (technischer Support, Aufbau und Montage).

Weiter waren im Projekt beteiligt die Industriepartner Fa. Austroflex Rohr-Isoliersysteme GmbH (Einblasdämmung, EBD-Technologie), die Fa. EBD services (Einblasdämmung, EBD-Technologie) und die Fa. TECE GmbH (Installationsregister, Sanitärmodule, Prototypen), denen an dieser Stelle besonderer Dank für die herausragende Unterstützung zukommen soll.

Abbildung 4
Projektteam, Kooperationspartner und deren Aufgaben im Projekt



Quelle: © Fraunhofer IBP

Die leitenden Mitarbeiter, die ebenfalls an der Bearbeitung des Vorhabens beteiligt waren, sind in den maßgebenden nationalen und internationalen Normungsgremien tätig, so dass ein intensiver fachlicher Austausch sowohl mit anderen Forschungseinrichtungen als auch mit der Industrie gewährleistet ist.

Arbeitspakete und Meilensteine

AP 1:

- Sichtung und Auswertung von Literatur, Forschung und vorliegenden Mess- und Prüfergebnissen.
- Festlegung der technischen Randbedingungen für den geplanten Referenzaufbau.

AP 2:

- Lieferung, Aufbau, Anschluss (durch Industriepartner) und
- AP 2 akustisches Vermessen der Referenzwand in der Ausgangssituation.

MS 1:

- Nach Beendigung des AP 2 sind die akustisch relevanten Messgrößen am Referenzaufbau festgestellt und die wesentlichen Einflussgrößen erkannt.

AP 3:

- Auswahl geeigneter Maßnahmen an der Profilkonstruktion zur Verbesserung der Luftschalldämmung der Installationswand (es werden in Absprache mit den Industriepartnern etwa fünf verschiedene Maßnahmen ausgewählt, untersucht und die Ergebnisse diskutiert).

MS 2:

- Nach Beendigung des AP 3 sind die Optimierungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Luftschalldämmung untersucht und bewertet. Gegebenenfalls kann an dieser Stelle Einfluss auf die Zeitplanung genommen werden, z. B. falls die Herstellung von Prototypen Zeit erfordert. So können Messungen auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden.

AP 4:

- Auswahl geeigneter Maßnahmen an der Profilkonstruktion und an der Leitungsführung zur Minderung der Installationsgeräusche (es werden in Absprache mit dem Industriepartner etwa fünf verschiedene Maßnahmen ausgewählt, untersucht und die Ergebnisse diskutiert).

MS 3:

- Nach Beendigung des AP 4 ist bereits der nächste Meilenstein gesetzt. Hier sind die Optimierungsmöglichkeiten zur Minderung der Installationsgeräusche untersucht und bewertet. Gegebenenfalls kann an dieser Stelle Einfluss auf die Zeitplanung genommen werden, z. B. falls die Herstellung von Prototypen Zeit erfordert. So können Messungen auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden.

AP 5:

- Auswahl geeigneter Maßnahmen zur Verbesserung der Luftschalldämmung der Installationswand mit Einblasdämmung (es werden in Absprache mit den Industriepartnern etwa fünf verschiedene Maßnahmen ausgewählt, untersucht und die Ergebnisse diskutiert).

MS 4:

- Nach Beendigung des AP 5 ist der Einfluss der Einblasdämmung auf die Luftschalldämmung (und die Installationsgeräusche) untersucht und bewertet.

AP 6:

- Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse und Auswahl der am besten geeigneten Konstruktion und genaue Dokumentation des Aufbaus sowie aller Montagedetails in einem Abschlussbericht. Veröffentlichung der Forschungsergebnisse auf Vortagsveranstaltungen, in Fachzeitschriften und im Internet.

Abbildung 5
Projektteam, Kooperationspartner und deren Aufgaben im Projekt

Arbeitspaket (Kurzbezeichnung)	Bearbeitungsmonat																											
	1. Jahr							2. Jahr																				
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
1 Auswertung Literatur + Forschung und vorliegenden Mess- und Prüfergebnissen																												
Randbedingungen Referenzaufbau																												
2 Lieferung, Aufbau, Anschluss und akustisches Vermessen des Referenzaufbaus																												
Meilenstein 1: akustische Untersuchungen am Referenzaufbau																			①									
3 Auswahl Profilkonstruktion zur Verbesserung der Luftschalldämmung																				②								
Meilenstein 2: Optimierung "Profil - Luftschalldämmung"																					③							
4 Auswahl Profilkonstruktion zur Minderung der Installationsgeräusche																												
Meilenstein 3: Optimierung "Profil, Leitung - Installationsgeräusche"																												
5 Auswahl Maßnahmen zur Verbesserung der Luftschalldämmung mit EBD																												
Meilenstein 4: Optimierung "Profil - Luftschalldämmung, EBD"																					④							
6 Abschlussbericht																												
Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse, Auswahl der geeigneten Konstruktionen und Montagedetails, Veröffentlichung der Forschungsergebnisse																												

Quelle: © Fraunhofer IPB

Projektverlauf – Hauptteil, „Beweisführung“

Im Forschungsvorhaben wurden systematische Untersuchungen der akustischen Zusammenhänge an unterschiedlichen Aufbauten von Installations-Registerwänden in unterschiedlichen Prüfständen durchgeführt und daraus praktische und innovative Lösungen abgeleitet. Ziel war es, mit Installationsregistern als Raumtrennwände die hohen Anforderungen an den Schallschutz einhalten zu können. Gleichzeitig soll dabei der hohe Vorfertigungsgrad, als wesentlicher Zeitvorteil und geringe Fehleranfälligkeit bei der Montage, sowie der Materialeinsatz und die Kosten der Gesamtkonstruktion im Wesentlichen beibehalten werden. Den Fragen welche Möglichkeiten und Grenzen zur akustischen Optimierung von Wänden aus Trockenbau-Installationsregistern bestehen, wurde im Forschungsprojekt nachgegangen.

Hierzu wurden in speziellen bauakustischen Prüfständen am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP zahlreiche experimentelle Untersuchungen an Trockenbau-Installationsregistern durchgeführt. Zum einen wurden in einem Wandprüfstand Luft-Schalldämmungsmessungen durchgeführt und dabei der Einfluss von Beplankung, Profilgerüst und der Hohlraumbefüllung eingehend untersucht und beziffert.

Da im Rahmen eines Forschungsvorhabens der wiederholte Aufbau einer Wand in wechselnden Varianten, trotz des hohen Vorfertigungsgrades von Installationsregisterwänden, recht zeitaufwändig und kostspielig ist, wurden Einflüsse durch Beplankung, Gesamtdicke der Wand und vor Allem der Einblasdichte der Hohlraumbefüllung mit Steinwollegranulat an kleinen weitgehend vorgefertigten Probekörpern in einem Prüfstand für kleine Prüfobjekte untersucht. Der Einbau im sogenannten Fensterprüfstand konnte dabei recht schnell durchgeführt werden, indem die Probekörper komplett in der Prüffönnung platziert wurden und für die Prüfung nur umlaufend an den Prüfstand abgedichtet werden mussten.

Mit den Erkenntnissen aus den Untersuchungen im Wandprüfstand und im Fensterprüfstand konnten die abschließenden Messungen im Installationsprüfstand geplant werden. Dieser Prüfstand ermöglicht unter Laborbedingungen die praxisgerechte Nachstellung zweier übereinanderliegender Wohneinheiten in einem Geschosswohnungsbau. Durch den Einbau von zwei Registerwänden im EG und UG des Prüfstands entstehen vier Räume wobei zwei die übereinanderliegenden Badezimmer und zwei die übereinanderliegenden ruhebedürftigen Wohn- oder Schlafzimmer darstellen. Die geregelte Wasserversorgung ermöglicht es dabei unter praxisgerechten Bedingungen die Schallpegel ausgehend von Sanitärinstallationen in Gebäuden mit Trockenbau-Installationsregistern zu bewerten. Auch bei diesen Untersuchungen wurden wieder die Einflüsse der Beplankung, der Registerprofile, der Wanddicke und der Einblasdämmung auf die Luftschalldämmung, aber auch auf die entstehenden Installationsgeräusche beim Durchfließen der Abwasserleitung in der Registerwand gemessen, analysiert und bewertet.

Darstellung der durchgeführten Arbeiten und der Erkenntnisse daraus (inkl. Zwischenergebnisse und Meilensteine)

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.

1. Messtechnische Untersuchungen der Luftschalldämmung im Wandprüfstand

Erster Teil der Untersuchungen beleuchtet 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.

Abbildung 6

Aufbau einer Trennwand aus Installationsregistern im Wandprüfstand des Fraunhofer IBP.



Quelle: © Fraunhofer IBP

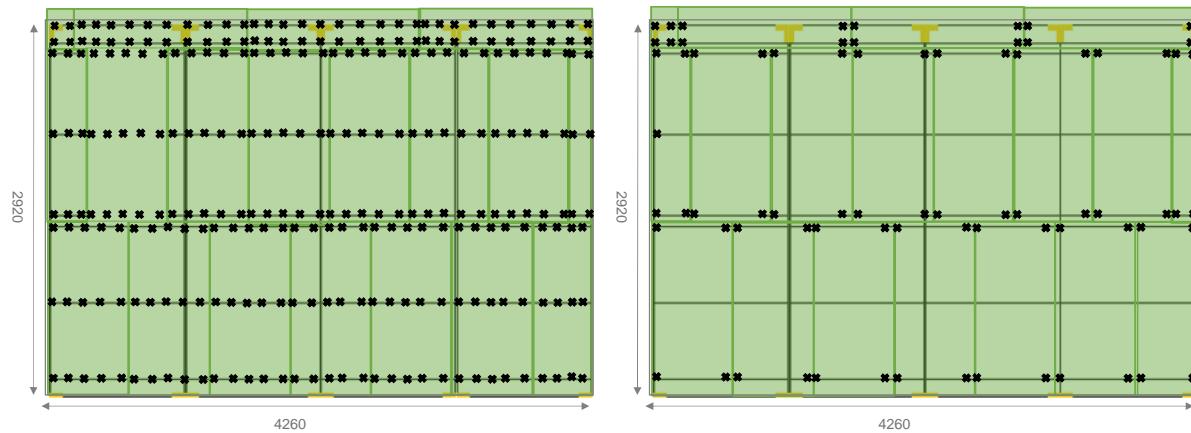
Abbildung 6 zeigt die senderaumseitig geöffnete Registerwand im Wandprüfstand des Fraunhofer IBP. Die Wand besteht aus 4 Stk. Einzelregistern mit den Abmessungen Höhe: 2900 mm, Breite: 1050 mm und Tiefe: 250 mm und ist umlaufend mit Befestigungswinkeln an Wänden, Decke und Boden verschraubt. Die beiden Wandschalen sind mit insgesamt 40 Stk. Tiefenstreben (Verbinder) stabilisiert. Im Wandhohlraum wurden zunächst mit 16 Stk. Melaminharzschaumplatten Dicke: 50 mm, Breite: 800 mm, Höhe: 400 mm eine reproduzierbare „Grundbedämpfung“ eingerichtet. Die Beplankung erfolgte mit 1 x 18 mm Gipsplatten in den Abmessungen Höhe: 1350 mm und Breite: 625 mm, wobei empfangsraumseitig die Wand praxisgerecht verspachtelt und abgedichtet wurde. Senderaumseitig wurden die Gipsplatten lediglich verschraubt und Stöße und Fugen revisionierbar mit dauerelastischer Dichtmasse abgedichtet.

Einfluss der Verschraubung der Beplankungsplatten

Im ersten Versuch wurden die Beplankungsplatten einmal nach Herstellerangabe mit einem empfohlenen Schraubabstand von 150 mm (insgesamt 271 Schrauben je Seite) befestigt und die Luftschalldämmung der Konstruktion gemessen. Anschließend wurden die einzelnen Gipsplatten lediglich mit je 4 Schrauben (insgesamt 76 Schrauben je Seite) befestigt, was einer praktischen Mindestanzahl von Befestigungsschrauben entspricht und die Messung wiederholt.

Abbildung 7

Schraubmuster bei herstellerseitig empfohlener Anzahl von Befestigungsschrauben (linkes Bild; n = 271, Schraubabstand 150 mm) sowie bei einer praktischen Mindestanzahl von Befestigungsschrauben (rechtes Bild; n = 76, 4 Schrauben pro Platte).

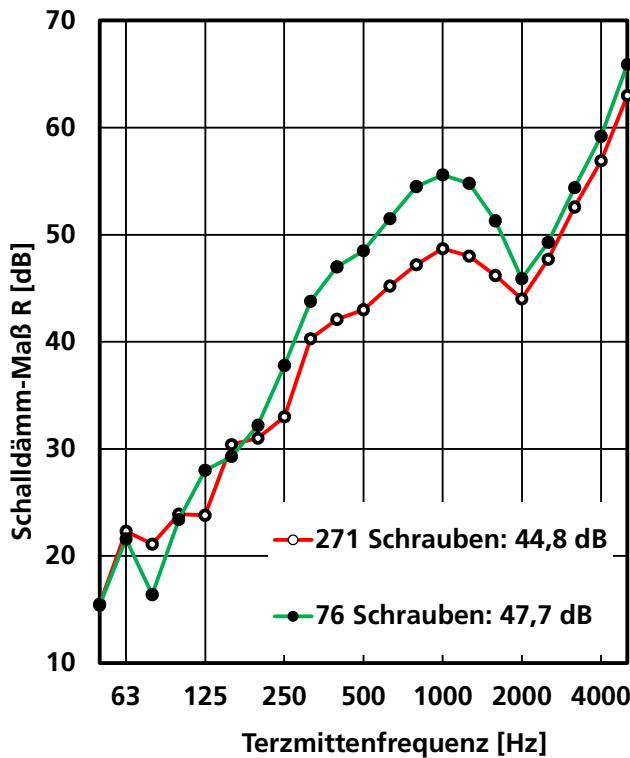


Quelle: © Fraunhofer IBP

Abbildung 8 zeigt, je geringer die Anzahl der Befestigungsschrauben und somit der Kontakt zwischen Beplankungsplatte und Registerprofil, desto höher ist demnach die Schalldämmung der Trockenbaukonstruktion. Vergleichbarer Effekt zeigt sich bei biegeweichen Vorsatzkonstruktionen, die freistehend schallschutztechnisch am günstigsten sind.

Abbildung 8

Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss der Verschraubung. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße und die Anzahl der Schrauben je Seite angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

Einfluss der Tiefenstreben zur Verbindung der beiden Wandschalen

Ohnehin sind bei Trockenbaukonstruktionen idealerweise die beiden Wandschalen vollständig voneinander entkoppelt, indem zwei getrennte Ständerreihen aufgebaut werden. Bei Installationswänden ist es aus Stabilitätsgründen, z. B. für die sicher Nutzung von WC-Keramiken oder auch für den Transport und den Einbau der Register, jedoch erforderlich, dass die beiden Wandschalen über Tiefenstreben miteinander verbunden sind. Mit den Verbindern wird gleichsam die Hohlraumtiefe bzw. der Wandabstand (hier 250 mm) eingestellt und fixiert. Im Ausgangszustand waren ab Werk in der gesamten Registerwand insgesamt 40 Metall-Verbinder (Anteil 100 %) verbaut.

Abbildung 9

Registerelement mit Tiefenstreben (Verbinder; linkes Bild) und im Hohlraum der Registerwand (rechtes Bild) zur stabilisierenden Verbindung der beiden Wandschalen (Schalenabstand bzw. Einbautiefe 25 cm).



Quelle: © Fraunhofer IBP

Im konventionellen Trockenbau wird diese Stabilität durch Laschen aus Gipsplatten erreicht, die in vorgegebenem Abstand zwischen die Ständerreihen verschraubt werden (vgl. Abbildung 10).

Abbildung 10

Tiefenstreben (Verbinder) im Hohlraum der Registerwand zur stabilisierenden Verbindung der beiden Wandschalen.
Installationswand mit insgesamt 32 Laschen aus Gipsbauplatten („GK-Laschen“, 8 Stück je Element, je mit 4 Schrauben befestigt;
Abmessungen: Tiefe 25 cm, Höhe 20-25 cm, Dicke 18 mm).

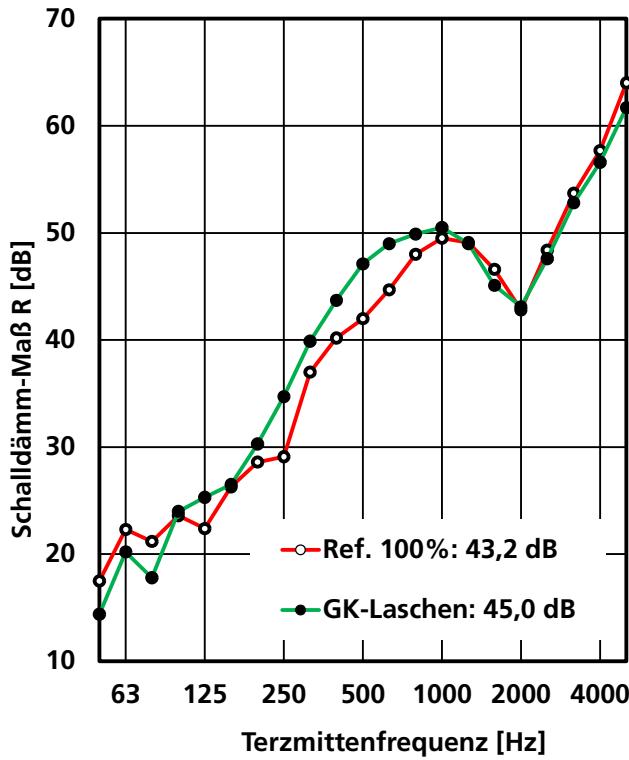


Quelle: © Fraunhofer IBP

Abbildung 11 zeigt die Schalldämmung der Registerwand im Ausgangszustand (40 Metall-Verbinder),
im Vergleich zur Variante, bei der die Tiefenstreben aus 18 mm dicken Gipslaschen (24 Stück, je 250 x
250 mm) hergestellt wurden.

Abbildung 11

Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss der Art der Tiefenstreben (Verbinder). In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die jeweiligen Verbinder aus Registerprofilen („Ref. 100 %“ mit 40 Metall-Verbinder) und Gipsplatten (32 Stück „GK-Laschen“) angegeben.



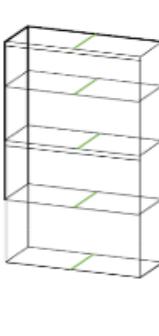
Quelle: © Fraunhofer IBP

Durch Verwendung der 24 Laschen aus Gipsplatten, anstelle der 40 Stk. Tiefenstreben aus Metallprofilen, lässt sich das bewertete Schalldämm-Maß also um 2 dB erhöhen. Dabei zeigt sich die Verbesserung wesentlich im mittleren Frequenzbereich zwischen 150 Hz und 1 kHz. Bei tiefen Frequenzen, im Bereich der Resonanzfrequenz der beiden Wandschalen, ist die Schalldämmung der Registerwand mit „GK-Laschen“ sogar geringer als bei der Wand Ausgangszustand, bei dem die Wandschalen mit Metallverbinder „starr“ miteinander verbunden sind.

Die Anzahl der Metall-Verbinder kann jedoch bis zu einem gewissen Anteil reduziert werden, ohne dass Funktion und Stabilität der Wand beeinträchtigt wird. Schrittweise wurde der Anteil der Metall-Verbinder variiert um den Einfluss auf die Schalldämmung der Registerwand anzuzeigen. Dabei wurden zunächst 50 % mehr Tiefenstreben als im Ausgangszustand verbaut, um anschließend den Anteil gegenüber dem Ausgangszustand auf 50 %, 25 % und 0 % zu reduzieren. Dabei wurde lediglich die Auswirkung auf die Schalldämmung untersucht, nicht jedoch die verbliebene Statik der Wand.

Tabelle 1

Anteil der Tiefenstreben aus Metallprofilen in Prozent gegenüber dem Ausgangszustand. In den Skizzen sind die Positionen der Verbinder angezeigt. Im Unteren Bereich ist das Ergebnis des bewerteten Schalldämm-Maßes im Ausgangszustand (100 %) und die Verbesserung der Schalldämmung ΔR_w durch die jeweilige Maßnahme angezeigt.

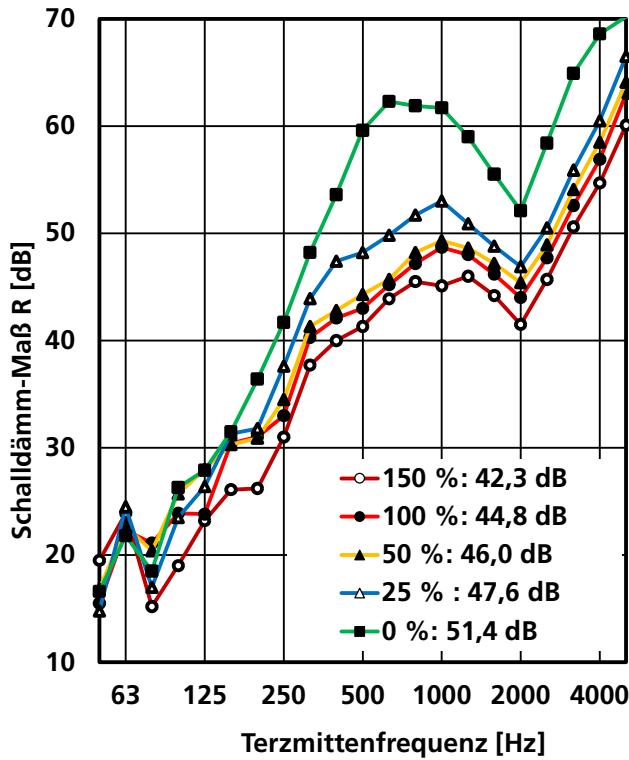
Anteil Tiefenstreben (Verbinder aus Metalprofilen)				
100 %	150 %	50 %	25 %	0 %
				
R_w	ΔR_w	ΔR_w	ΔR_w	ΔR_w
44,8 dB	-2,5 dB	1,2 dB	2,8 dB	6,6 dB

Quelle: © Fraunhofer IBP

Abbildung 12 zeigt die frequenzabhängigen Schalldämmkurven zu obiger Tabelle 1.

Abbildung 12

Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss des prozentualen Anteils von Metall-Tiefenstreben (Verbinder) im Vergleich zum Ausgangszustand. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die jeweiligen Anteile an Verbindern angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IPB

Auch durch die Variation des Anteils der Metall-Tiefenstreben zeigt sich ein deutlicher Einfluss auf die Höhe und den frequenzabhängigen Verlauf der Schalldämmung. Je weniger Verbindung zwischen den Wandschalen besteht, desto höher ist die Luftschalldämmung der Registerwand. Vor Allem im mittleren Frequenzbereich und wenn keine Verbinder eingesetzt werden wird der Einfluss deutlich. Zunächst scheint hier eine Verbesserung im Einzahlwert (vgl. Tabelle 1) von ca. 3 dB realistisch, die entweder durch Reduktion der Anzahl der Verbindungen oder durch anderweitige Entkopplungsmaßnahmen erreicht werden kann, ohne dass die Statik der Wand zu stark geschwächt wird.

Um also den offensichtlich ungünstigen Einfluss von Verbindern auf die Schalldämmung der Registerwand zu reduzieren, wurde im Rahmen des Projektes und gemeinsam mit den Industriepartnern ein schallschutztechnisch optimierter Prototypverbinder entwickelt. Dabei wurde vollständig auf Standardbauteile für den Aufbau der Registerwände zurückgegriffen. Die Gummielemente, die für die Verschraubung der Register an Wand, Decke und Boden eingesetzt werden, sind dabei die wesentlichen Bauteile, die eine Entkopplung der beiden Wandschalen bewirken sollen. Abbildung 13 zeigt die schallschutzoptimierten Verbinder, die aus 2 Halteklemmern, zwei Winkeln, einem Verbindungsblech und 4 Gummienteilscheiben hergestellt wurden. Zur Vermeidung einer zu starken Komprimierung der Gummielemente wurden die Verschlussschrauben mit einem Drehmoment von 2 Nm verschlossen. Das entspricht dem üblichen Anzugsdrehmoment von z. B. Rohrschellen, wodurch noch eine ausreichende statische Festigkeit und Stabilität der Verbindung gewährleistet wird.

Abbildung 13

Registerelement mit schalltechnisch optimierten Tiefenstreben (Prototyp-Verbinder) bestehend aus 2 Halteklemmern, zwei Winkeln, einem Verbindungsblech und 4 Gummiunterlagscheiben (Schalenabstand bzw. Einbautiefe 25 cm).



Quelle: © Fraunhofer IBP

Die Ergebnisse der Optimierungsmaßnahmen durch Einsatz des Prototypverbinder (PT25 %) sind in folgender Tabelle 2 und im Diagramm in Abbildung 14, dem Ausgangszustand (100 %), dem Ergebnis durch Reduktion der Anzahl der Standardverbinder (25 %) und der Messung gänzlich ohne Verbinder (0 %) gegenübergestellt.

Tabelle 2

Prototypverbinder und Anteil der Standardverbinder aus Metallprofilen in Prozent gegenüber dem Ausgangszustand. In den Skizzen sind die Positionen der Verbinder angezeigt. Im Unteren Bereich ist das Ergebnis des bewerteten Schalldämm-Maßes im Ausgangszustand (100 %) und die Verbesserung der Schalldämmung ΔR_w durch die jeweilige Maßnahme angezeigt.

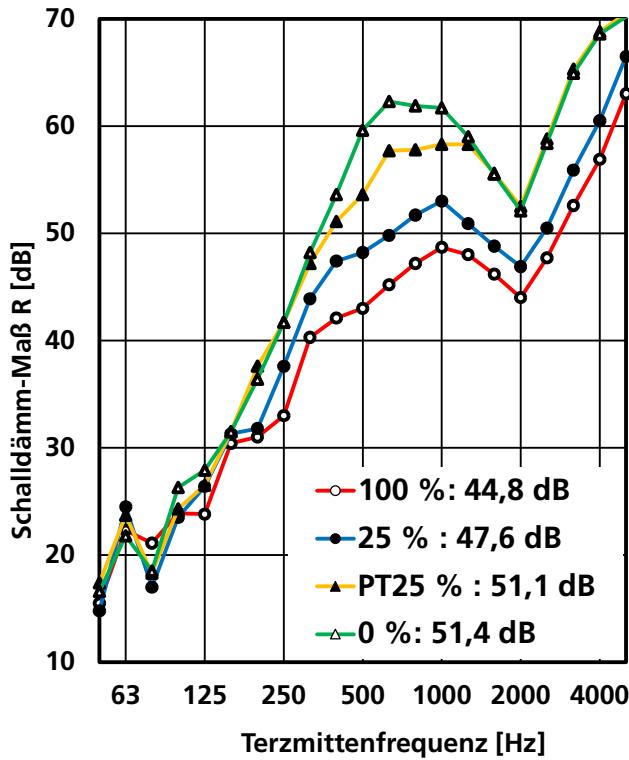
Art/Anteil Tiefenstreben (Prototyp- und Standardverbinder)			
100 %	25 %	PT25 %	0 %
			
R_w	ΔR_w	ΔR_w	ΔR_w
44,8 dB	2,8 dB	6,3 dB	6,6 dB

Quelle: © Fraunhofer IBP

Abbildung 14 zeigt die frequenzabhängigen Schalldämmkurven zu obiger Tabelle 2.

Abbildung 14

Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss des entwickelten Prototypverbinder (PT25 %) und des prozentualen Anteils von Standardverbinder aus Metall im Vergleich zum Ausgangszustand. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die jeweiligen Art und Anteile an Verbindern angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

Sowohl durch Reduktion der Anzahl der Verbinder gegenüber dem Ausgangszustand der Registerwand, als auch durch akustisch optimierte Verbinder (PT25 %), konnte in dieser Versuchsreihe die Schalldämmung der Registerwand um bis zu 6 dB verbessert werden. Alternativ können statt der üblichen Metallverbinder die beiden Wandschalen der Registerwand auch mit Laschen aus Gipsplattenstreifen („GK-Laschen“) hergestellt werden, wodurch gegenüber dem Ausgangszustand ebenfalls eine um 2 dB höhere Schalldämmung erreicht wurde. Ein vollständiger Verzicht auf Verbinder (0 %) ist zwar in der Praxis nicht zielführend, jedoch zeigt das Ergebnis, z. B. im Vergleich mit den Prototypverbinder, welche Verbesserung maximal erreicht werden kann. Die Verbesserung der Schalldämmung tritt dabei regelmäßig oberhalb der Terzmittenfrequenz von 100 Hz ein. Zwischen 100 Hz und 1 kHz erreicht die Verbesserung das Maximum, um im Bereich der Koinzidenzgrenzfrequenz (hier bei 2 kHz) wieder geringer und in gleichmäßigem Abstand zu verlaufen.

Die gewählte Konstruktion für die Prototypverbinder zeigt bereits praxistaugliche Eigenschaften hinsichtlich der Anforderungen bezüglich Montagefreundlichkeit und nötiger Aussteifung der Registerwand. Das Grundprinzip kann einfach aufgegriffen werden und zur Ableitung alternativer, möglicherweise sogar idealeren Konstruktionen, adaptiert werden.

Einfluss der Einblasdämmung (EBD) im Hohlraum der Registerwand

Bei den Vorangegangenen Untersuchungen waren im Hohlraum der Wand regelmäßig angeordnete Platten aus Melaminharzschaum an einer Wandschale befestigt. Dadurch wurde eine akustische Grundbedämpfung des Hohlraums erreicht, die, ähnlich für Trockenbauwände, den Einfluss der Hohlraumresonanz abmindern soll. Wände aus Trockenbau-Installationsregistern werden in der Praxis jedoch vollständig mit Einblasdämmung (EBD) verfüllt. Dadurch wird im Wesentlichen die Einhaltung der

Brandschutzanforderungen angestrebt. Mit dem nächsten Untersuchungsschritt wird der Einfluss der Einblasdämmung auf die Schalldämmung der Registerwand mit unterschiedlichem prozentualen Anteil an Standardverbindern aus Metall aufgezeigt.

Zur Bestimmung des Einflusses der Einblasdämmung auf die Schalldämmung der Wand, wurde die Registerwand zunächst zurück in den Ausgangszustand (100 % Standardverbinder aus Metall) versetzt.

Abbildung 15

Trennwand aus Installationsregistern im Wandprüfstand des Fraunhofer IBP mit Einblasöffnungen.

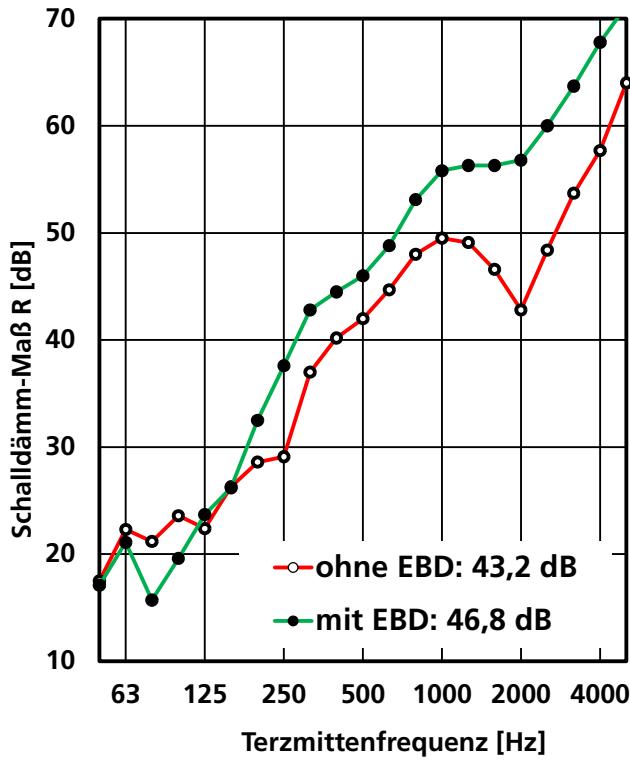


Quelle: © Fraunhofer IBP

Zum Verfüllen des Wandhohlraums mit der Einblasdämmung werden mittig der Wand 6 Einblasöffnungen in der Beplankung ausgesägt (vgl. Abbildung 15). Die Einblasdämmung aus Steinwollegranulat wird mit einer praxisüblichen Dichte von ca. 90 kg/m^3 empfangsraumseitig eingebracht.

Abbildung 16

Schalldämm-Maß der Registerwand im Ausgangszustand (100 % Standardverbinder aus Metall) unter Einfluss der Einblasdämmung aus Steinwollegranulat mit einer Einblasdichte von ca. 90 kg/m³. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die Registerwand mit und ohne EBD angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

Durch die Einblasdämmung erhöht sich das bewertete Schalldämm-Maß um 3 dB (vgl. Abbildung 16). Vor Allem im Bereich des Koinzidenzeinbruches der leeren Wand (2 kHz) bewirkt die Einblasdämmung deutliche Verbesserung, was vermutlich auf die zusätzliche Bedämpfung der Beplankungsplatten, infolge der im Wandhohlraum gepresst anliegenden EBD zurückzuführen ist.

Im nächsten Schritt wurde wieder die Anzahl der Standardverbinder in der Registerwand schrittweise auf 50 %, 25 % und 0 % gegenüber dem Ausgangszustand reduziert. Die Einblasdämmung war beim Entfernen der Verbinder durchgängig in der Wand enthalten. Um an die einzelnen Verbinder zu kommen, wurden für die Entnahme lediglich einzelne Beplankungsplatten entfernt. Damit die Einblasdämmung nicht herausfällt, wurde die Wand empfangsraumseitig mit einer zusätzlichen, dünnen PE-Folie zwischen Profilgerüst mit Einblasdämmung und den Beplankungsplatten versehen. Abbildung 17 zeigt die Trennwand und die Vorgehensweise zur Entnahme der einzelnen Verbinder.

Abbildung 17

Trennwand aus Installationsregistern im Wandprüfstand des Fraunhofer IBP mit Einblasöffnungen. Wand empfangsraumseitig mit einer zusätzlichen, dünnen PE-Folie zwischen Profilgerüst mit Einblasdämmung und den Beplankungsplatten.

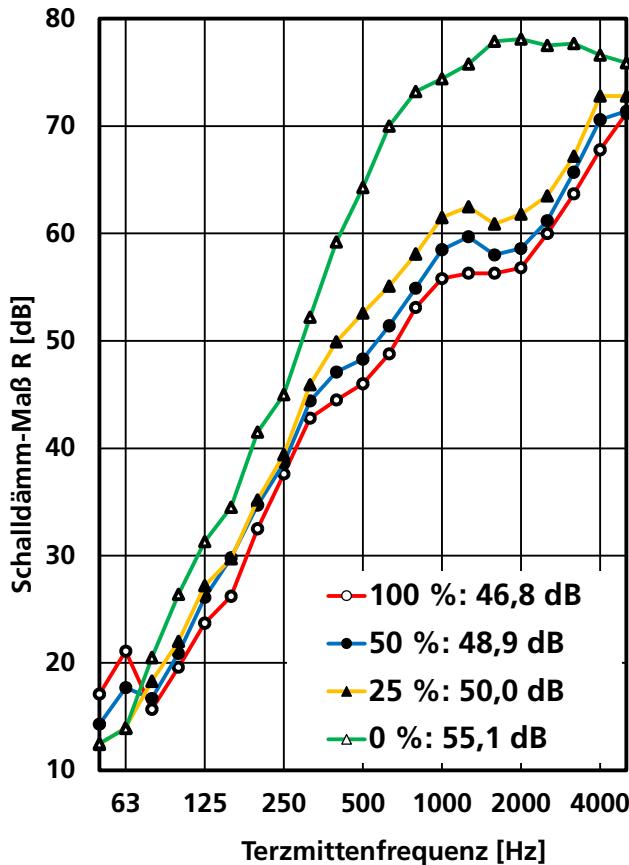


Quelle: © Fraunhofer IBP

In folgender Abbildung 18 sind die Ergebnisse der Messungen der Schalldämmung der Registerwand gefüllt mit Einblasdämmung angezeigt, wenn die Anzahl der Standardverbinder schrittweise reduziert wird.

Abbildung 18

Schalldämm-Maß der Registerwand mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat mit einer Einblasdichte von ca. 90 kg/m³ unter Einfluss des prozentualen Anteils von Standardverbinder aus Metall im Vergleich zum Ausgangszustand mit 100 %. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die jeweiligen Anteile an Verbindern angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

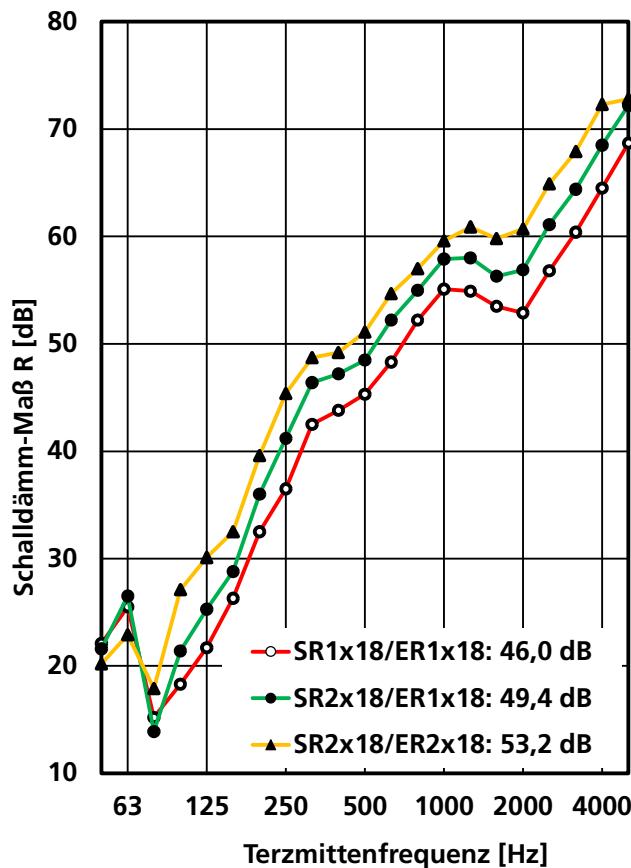
Die Verbesserungswirkung durch Reduktion der Verbinder zeigt sich in gleichem Maße, wie bei den Messungen ohne Dämmung, wobei die bewerteten Schalldämm-Maße mit Einblasdämmung an sich generell um ca. 3 dB höher sind. Die höhere Schalldämmung infolge der reduzierten Kopplung der beiden Wandschalen tritt hier bereits ab ca. 80 Hz ein. Den Ergebnissen folgend können also sowohl durch optimierte Kopplung der Wandschalen (z. B. durch reduzierte Anzahl der Standardverbinder oder optimierte Verbinder) als auch durch Einbringen einer Einblasdämmung, die Schalldämmung von Installationsregistern verbessert werden.

Einfluss der Beplankung mit Gipsplatten

Bei den vorangegangenen Messungen war die Wand jeweils mit einer Lage Feuchtraum-Gips-Panelplatten der Fa. TECE, mit den Abmessungen 1350 mm x 625 mm und einer Dicke von 18 mm beplankt, wobei die Platten mit dem vorgegebenen Schraubabstand (< 150 mm) angebracht wurden. Direkt im Anschluss an die vorangegangenen Messungen wurde die Anzahl der Beplankungen sende- und empfangsraumseitig schrittweise erhöht. Zunächst wurde im Senderaum eine zweite Lage Gipsplatten mit einer Dicke von 18 mm aufgebracht und die Luftschalldämmung gemessen. Danach wurde auch im Empfangsraum die Wand mit einer zweiten Lage 18 mm dicker Gipsplatten versehen. Das Ergebnis dieser Versuchsreihe ist in Abbildung 19 dargestellt.

Abbildung 19

Schalldämm-Maß der Registerwand mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (90 kg/m^3) unter Einfluss ein- und zweilagiger Beplankung mit 18 mm dicken Gipsplatten. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der Anzahl der sende- und empfangsraumseitigen Beplankungsplatten angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

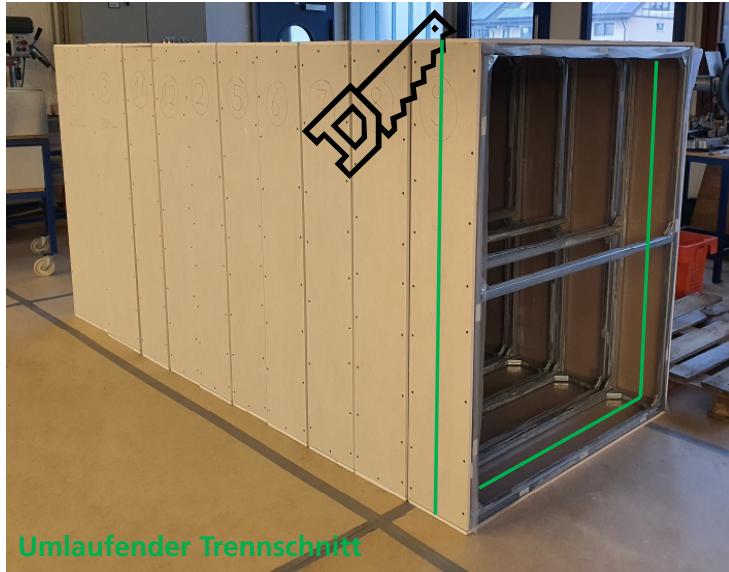
Gegenüber der beidseitig einlagigen Beplankung mit 1 x 18 mm dicken Gipsplatten, bewirkt eine senderaumseitig zusätzlich angebrachte Lage eine Verbesserung der Schalldämmung um 3 dB. Beidseitig zwei Lagen Gipsplatten, was im Grunde eine Masseverdoppelung entspricht, führt breitbandig zu einer um 6 dB erhöhten Schalldämmung.

2. Messtechnische Untersuchungen der Luftschalldämmung im Fensterprüfstand

Im zweiten Teil der experimentellen Versuchsreihe wurden an kleinen, vorgefertigten Teilregistern im Fensterprüfstand des Fraunhofer IBP Parameterstudien zur Feststellung der Einflüsse verschiedener Konstruktionsdetails auf die Luftschalldämmung durchgeführt. Die Probekörper wurden für die Untersuchungen von der Firma EBD services ab Werk vollständig vorbereitet. Abbildung 20 veranschaulicht die Herstellung der Teilregister. Für die Befüllung der Wände mit Einblasdämmung wurden die Teilregister seitlich mit einer Lage Gipsplatten verschlossen, die bei der späteren Messung durch einen umlaufenden Trennschnitt getrennt wurde.

Abbildung 20

Herstellung der Teilregister in unterschiedlichen Wanddicken vor der abschließenden Beplankung mit Gipsplatten und der Befüllung mit Einblasdämmung. Bei der späteren Messung wurde die seitlich umlaufende Beplankung mit einem Trennschnitt versehen.



Quelle: © Firma Rinklin

Im Fokus der Untersuchungen im Fensterprüfstand des IBP waren dabei der Einfluss der Einblasdichte des Steinwollegranulats, der Gesamthohlraumdicke des Wandaufbaus und der Dicke und Anzahl der Beplankungsplatten. In Tabelle 3 sind alle vermessenen Parametervariationen gelistet.

Tabelle 3

Teil-Registerwände - Aufbauvarianten für die Parameterstudien zur Einblasdichte des Steinwollegranulats, der Gesamthohlraumdicke des Wandaufbaus und der Dicke und Anzahl der Beplankungsplatten.

Teil-Registerwände – Aufbauvarianten

Dichte EBD	Füllmenge EBD	Wanddicke	Beplankung
Ohne EBD	-	250 mm	18 mm + 18 mm
80 kg/m ³	36,8 kg	250 mm	18 mm + 18 mm
90 kg/m ³	41,4 kg	250 mm	18 mm + 18 mm
90 kg/m ³	41,4 kg	250 mm	2 x 18 mm + 18 mm
90 kg/m ³	41,4 kg	250 mm	2 x 18 mm + 2 x 18 mm
90 kg/m ³	41,4 kg	250 mm	12,5 mm + 12,5 mm
90 kg/m ³	41,4 kg	250 mm	20 mm + 20 mm

Teil-Registerwände – Aufbauvarianten

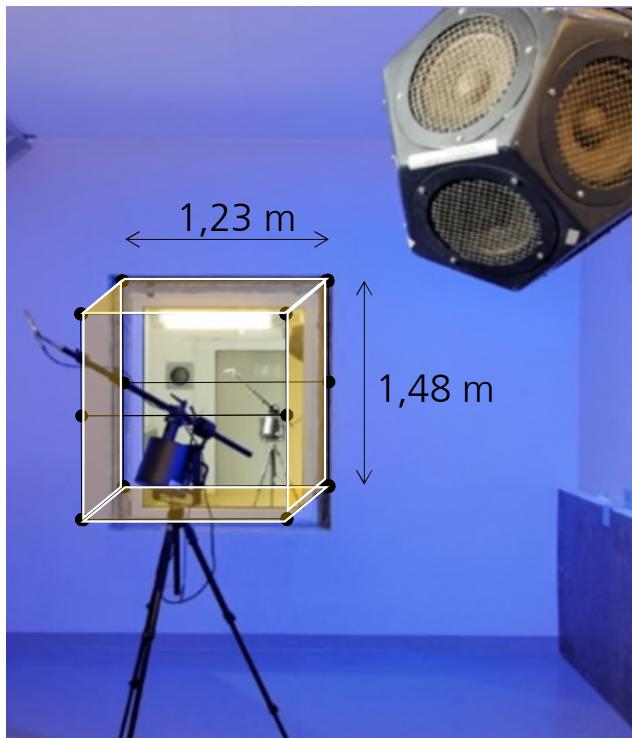
90 kg/m ³	57,6 kg	350 mm	18 mm + 18 mm
90 kg/m ³	73,8 kg	450 mm	18 mm + 18 mm
100 kg/m ³	46,0 kg	250 mm	18 mm + 18 mm
140 kg/m ³	64,4 kg	250 mm	18 mm + 18 mm

Quelle: © Fraunhofer IBP

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

Abbildung 21 zeigt den Fensterprüfstand des Fraunhofer 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. Wichtig ist zu beachten, dass die Übertragbarkeit der Ergebnisse gemessen im Fensterprüfstand an den Teilregistern nur eingeschränkt auf Messergebnisse an großformatigen Registerwänden möglich ist. Zwar lassen sich kleinformatig Änderungen (aus A/B-Vergleichen) sehr gut bestimmen und einordnen, doch liegen die Absolutwerte für die (bewerteten) Schalldämm-Maße im Vergleich zur „realen“ Größe mitunter weit auseinander. Grund hierfür ist vor Allem das unterschiedliche Schwingungsverhalten der großen und einer kleinen Wand bei tiefen Frequenzen. Durch die begrenzten Abmessungen der kleinen Wand können sich weder flächige Eigenmoden noch Dickenresonanzen im vergleichbaren Maße ausbreiten. Je höher die Frequenz, desto besser sind die Ergebnisse zwischen großem und kleinem Bauteil vergleichbar.

Abbildung 21
Fensterprüfstand des Fraunhofer IBP mit schematisch angedeutetem Teil-Register.



Quelle: © Fraunhofer IBP

Einfluss der Dichte der Einblasdämmung

Auf die Ergebnisse Variationen der Dichte der EBD wird im Folgenden näher eingegangen. Die Dichte der Einblasdämmung wurde durch Wiegen der Teilregister möglichst genau auf den Zielwert justiert. Zielwert in der Baupraxis ist bei der Befüllung von Installationsregistern eine Fülldichte von 90 kg/m^3 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 22 zeigt diesen Vorgang vor der Befüllung einer Registerwand.

Abbildung 22

Einstellen des notwendigen Einblasdrucks zur Erreichung der gewünschten Einblasdichte des Steinwollegranulats.



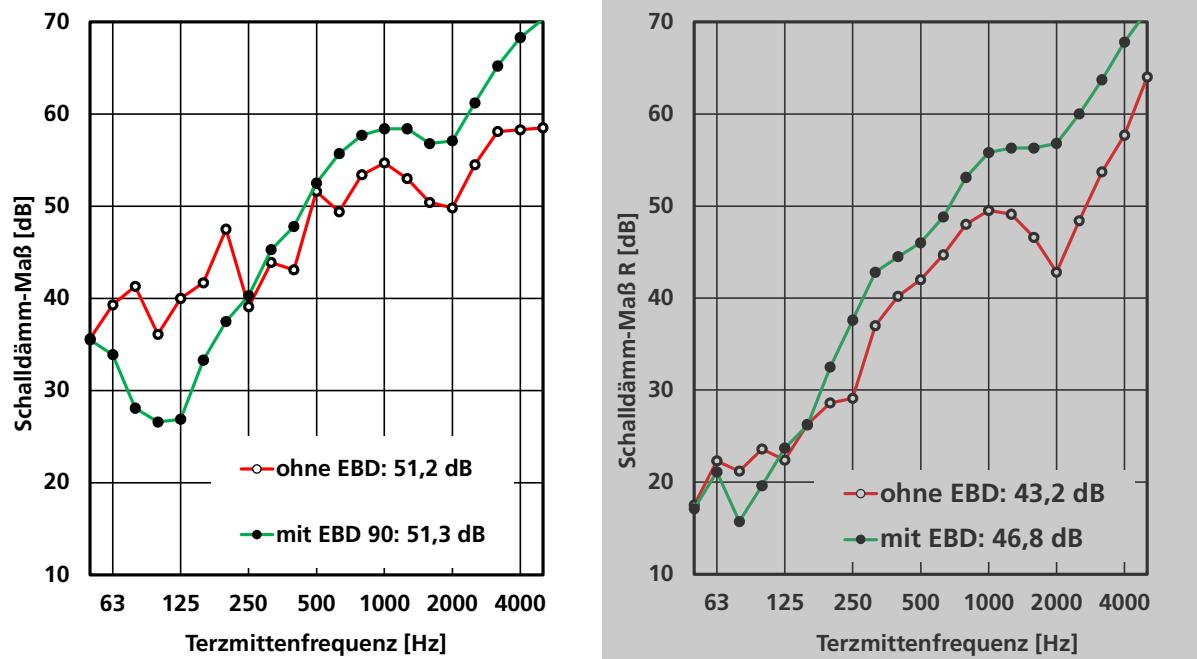
Quelle: © Fraunhofer IBP

Vergleicht man die Schalldämmung eines Teilregisters ohne EBD mit den Werten des Registers mit EBD mit einer Einblasdichte von 90 kg/m^3 , so ergibt sich folgendes Ergebnis in Abbildung 23. Zur Veranschaulichung der beschriebenen Unterschiede zwischen den Messergebnissen ermittelt an Prüfkörpern mit kleinen Abmessungen im Fensterprüfstand und mit praxisgerechten Abmessungen im Wandprüfstand ist zusätzlich nochmals das Ergebnis aus ursprünglicher Abbildung 16 (grau hinterlegt) aufgenommen.

Abbildung 23

Schalldämm-Maße von Registerwänden unter Einfluss der Einblasdämmung aus Steinwollegranulat mit einer Einblasdichte von ca. 90 kg/m³. linkes Bild: Teil-Registerwand gemessen im Fensterprüfstand / rechtes Bild (vgl. Abbildung 16, grau hinterlegt): Registerwand gemessen im Wandprüfstand.

In den Legenden sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die Registerwände mit und ohne EBD angegeben.



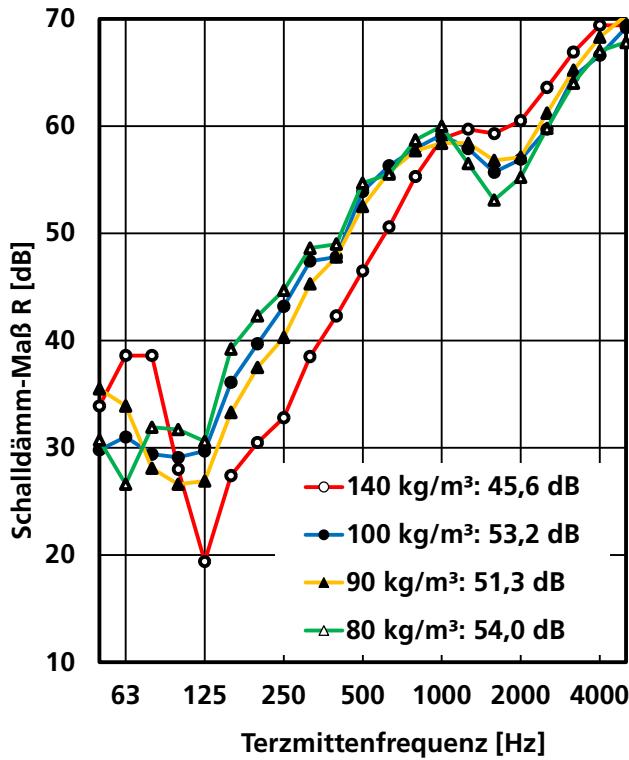
Quelle: © Fraunhofer IPB

Wie auch bei den Untersuchungen im Wandprüfstand festgestellt werden konnte, 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.

Variert die Dichte lediglich im Bereich $90 \pm 10 \text{ kg/m}^3$ lässt sich hieraus kein systematischer Einfluss auf die Luftschalldämmung ableiten, da die Füllmengen 80 kg/m^3 und 100 kg/m^3 , sowohl in den bewerteten Schalldämm-Maßen als auch weitgehend im Frequenzverlauf, günstigere Werte aufweisen als das Teilregister mit 90 kg/m^3 . Daraus lässt sich gegebenenfalls ableiten, dass geringe Abweichungen vom Zielwert der Einblasdichte von 90 kg/m^3 einen geringen Einfluss auf die Schallschutzeigenschaften der Registerwand haben. Wird die empfohlenen Einblasdichte von 90 kg/m^3 jedoch mit 140 kg/m^3 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/m^3 höhere Werte auf als die übrigen Varianten. Der Koinzidenzeinbruch wird also durch die straff anliegende Einblasdämmung bedämpft und unterdrückt.

Abbildung 24

Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat unter Einfluss unterschiedlicher Einblasdichte von 140 kg/m^3 , 100 kg/m^3 , 90 kg/m^3 und 80 kg/m^3 . In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der jeweiligen Dichte der EBD angegeben.



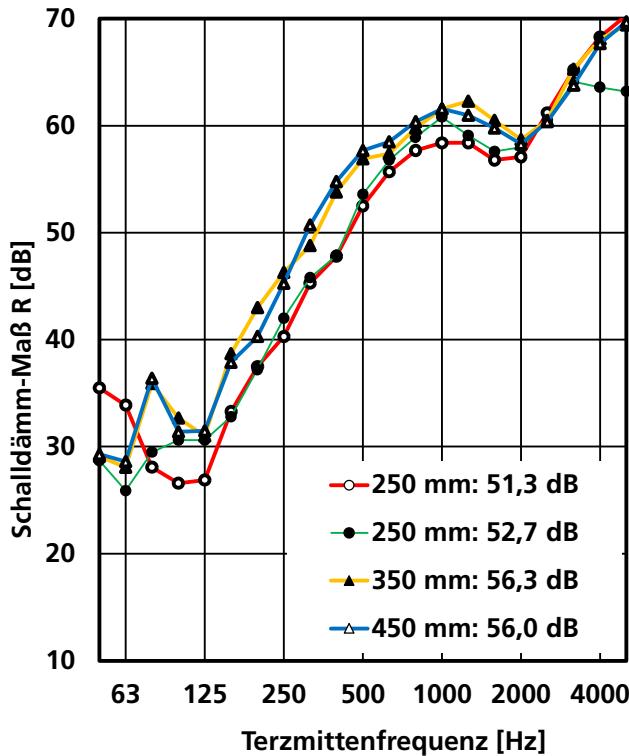
Quelle: © Fraunhofer IBP

Einfluss der Wanddicke der Register

Im nächsten Schritt wurde die Dicke der Teil-Registerwände variiert. Dabei wurden unterschiedliche Wanddicken in 250 mm, 350 mm und 450 mm untersucht. Mit einer Wanddicke von 250 mm existierten zwei gleich aufgebaute Probekörper. Beide Teil-Register wurden mit einer Einblasdichte von 90 kg/m^3 und einer Füllmenge von 41,4 kg Steinwollegranulat hergestellt. Die Gesamtmassen der 250 mm dicken Elemente wurden mit 126,3 kg und 125,9 kg nahezu identisch gewogen. Das Ergebnis des zweiten Probekörpers ist in Abbildung 25 zusätzlich angegeben, woraus in Summe die Reproduzierbarkeit in der Herstellung der Probekörper, der Montagebedingungen im Prüfstand und die Wiederholgenauigkeit der Messung abgeleitet werden kann.

Abbildung 25

Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat unter Einfluss unterschiedlicher Wanddicken von 250 mm, 350 mm und 450 mm. Zusätzlich wurde ein zweiter Probekörper mit der Dicke von 250 mm (dünne grüne Kurve) vermessen. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der Wanddicke angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

Die Wiederholgenauigkeit der Messungen ist insgesamt zufriedenstellend. Vor Allem ab 125 Hz bis 3150 Hz liegen die Werte der beiden Wände mit 250 mm gut übereinander. Bei tiefen Frequenzen ist die Wiederholgenauigkeit gering, wodurch auch die übrigen Vergleiche in diesem Bereich nur eingeschränkte Aussagekraft haben. Aus Abbildung 25 kann gefolgert werden, dass die Schalldämmung mit zunehmender Wanddicke ebenfalls zunimmt, wobei eine beliebige Steigerung nicht möglich ist und mit 450 mm Wanddicke ein Maximum erreicht. Das Ergebnis entspricht auch soweit den Erwartungen und der Erfahrung mit Schalldämmkurven herkömmlicher Trockenbauwände.

Einfluss der Beplankung mit Gipsplatten

Bei Trockenbauwänden wird die erforderliche Schalldämmung im wesentlichen Maße von der Art und Anzahl der verwendeten Beplankungsplatten beeinflusst. Üblicherweise werden dafür im Trockenbau ein- oder mehrlagig Beplankungsplatten nach DIN 18180 (9) bzw. DIN EN 520 (10) als imprägnierte (Zusatz „I“) oder nicht imprägnierte Gipsplatten, mit einer Dicke von 12,5 mm und einer flächenbezogenen Massen von $\geq 8,5 \text{ kg/m}^2$ (für Bauplatten „GKB“, „GKBI“) bzw. $\geq 10,0 \text{ kg/m}^2$ (für Feuerschutzplatten „GKF“, „GKFI“) eingesetzt. In DIN 18180 (9) genormte Dicken sind darüber hinaus Gipsplatten mit 9,5 mm, 15 mm und 18 mm, wobei auch andere Dicken (z. B. 20 mm) zulässig sind, die dann nach DIN EN 520 (10) charakterisiert werden können. Bei den im Folgenden vorgestellten Untersuchungsergebnissen wurden ein- oder zweilagig Gipsplatten „GKBI“ in den Dicken 12,5 mm, 18 mm und 20 mm eingesetzt. Als Prüfkörper wurden wieder die Teilregister mit einer Dicke von 250 mm und einer Einblasdichte von ca. 90 kg/m^3 verwendet.

In der folgenden Tabelle 4 sind die untersuchten Varianten sowie die Verbesserung der bewerteten Schalldämm-Maße im Vergleich zum Standardaufbau mit beidseitig 18 mm Gipsplatten in der Übersicht.

Tabelle 4

Anzahl und Dicke der Beplankungsplatten der Teil-Registerwände gegenüber dem Ausgangszustand mit beidseitig 1 x 18 mm dicken Gipsplatten. In den Skizzen sind die Anzahl und qualitativen Dicken der Gipsplatten (türkis) sowie die Profile (grau) und der Wandhohlräum mit EBD (gelb) angezeigt. Im Unteren Bereich ist das Ergebnis des bewerteten Schalldämm-Maßes im Ausgangszustand (beidseitig 1 x 18 mm) und die Verbesserung der Schalldämmung ΔR_w durch die jeweilige Maßnahme angezeigt.

Anzahl und Dicke der Beplankungsplatten der Teil-Registerwände				
1 x 18 mm 1 x 18 mm	2 x 18 mm 1 x 18 mm	2 x 18 mm 2 x 18 mm	2 x 12,5 mm 2 x 12,5 mm	2 x 20 mm 2 x 20 mm
R_w	ΔR_w	ΔR_w	ΔR_w	ΔR_w
51,3 dB	2,7 dB	5,9 dB	5,4 dB	6,8 dB

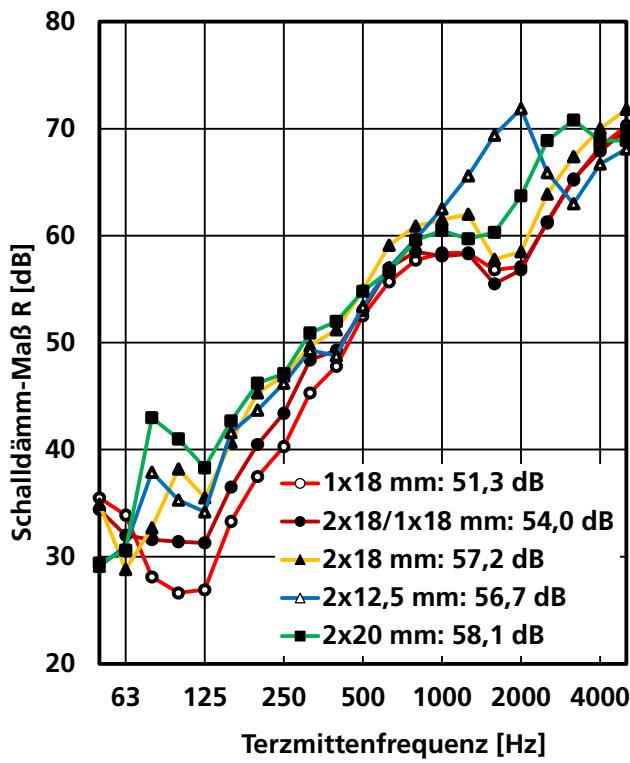
Quelle: © Fraunhofer IBP

Zu den jeweiligen Konstruktionen in Tabelle 4 sind in Abbildung 26 die frequenzabhängigen Schalldämm-Maße sowie die jeweiligen bewerteten Schalldämm-Maße einander gegenübergestellt.

Wie auch bereits bei den Messungen im Wandprüfstand P2 an der großflächigen Registerwand festgestellt werden konnte, bewirkt eine einseitig zusätzlich angebrachte Lage gegenüber der beidseitig einlagigen Beplankung mit 1 x 18 mm dicken Gipsplatten eine Verbesserung der Schalldämmung um ca. 3 dB. Beidseitig zwei Lagen 18 mm dicke Gipsplatten, was gegenüber dem Standardaufbau im Grunde eine Masseverdoppelung entspricht, führt im kompletten Frequenzbereich zu einer Verbesserung der Schalldämmung und im Einzahlwert zu einem um 6 dB erhöhten bewerteten Schalldämm-Maß.

Abbildung 26

Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden (Dicke 250 mm) mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte 90 kg/m³) unter Einfluss unterschiedlicher Art und Anzahl der Beplankungsplatten. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der Anzahl und der Dicke der Beplankungsplatten angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

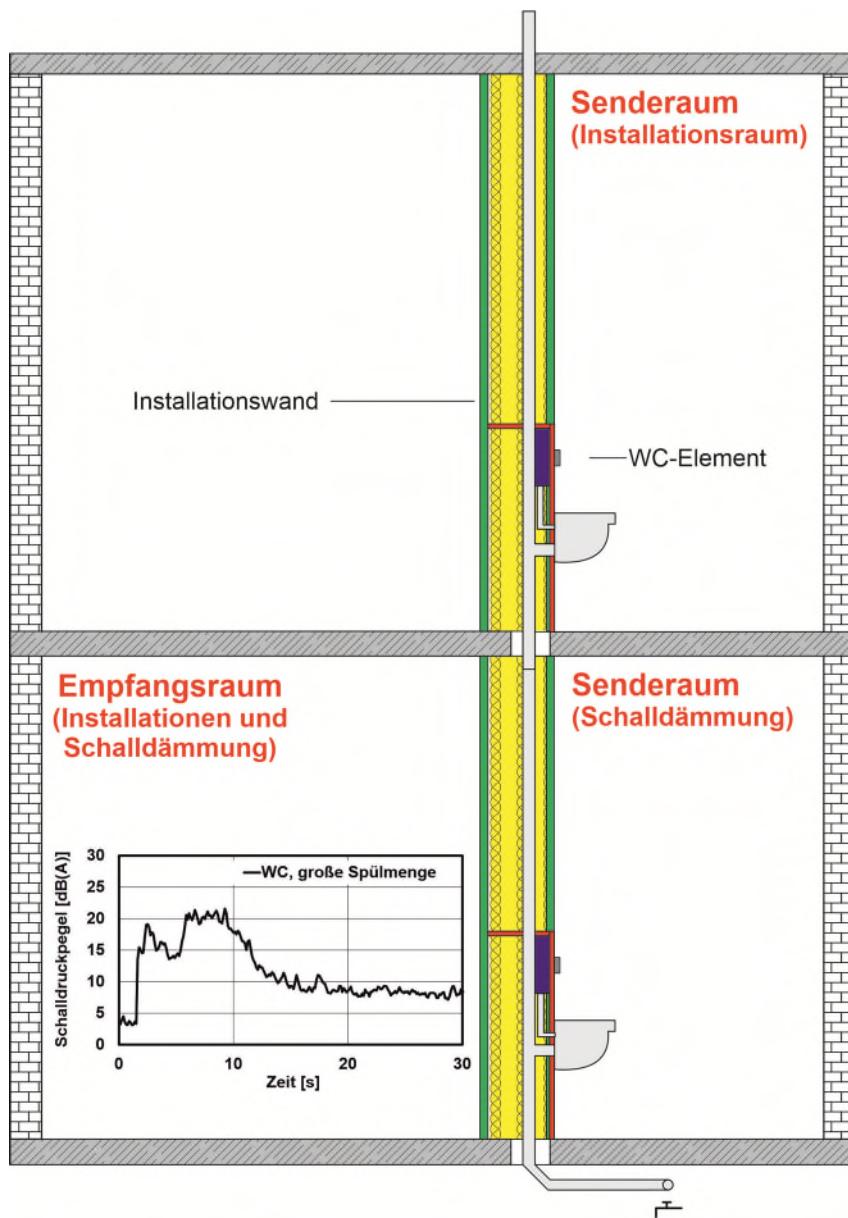
Bei den beiden untersuchten Prüfkörpern mit unterschiedlich dicken Gipsplatten von 12,5 mm und 20 mm zeigt sich neben dem Effekt durch die Mehrfachbeplankung und der aus dem Massezuwachs resultierenden höheren Schalldämmung, zusätzlich eine Veränderung der Frequenzcharakteristik. Bei hohen Frequenzen verschiebt sich infolge der unterschiedlichen Dicke (Biegesteifigkeit) der Einzelplatten der Einbruch bei der Koinzidenzgrenzfrequenz. Gegenüber dem Koinzidenzeinbruch der 18 mm dicken Gipsplatten bei der Terzmittelfrequenz von 1600 Hz, tritt die Spuranpassung bei den 12,5 mm dicken Platten bei 3150 Hz und bei den 20 mm Platten bei etwa 1250 Hz auf. Dem Verlauf bei tiefen Frequenzen folgend, zeigt sich der Einfluss durch die höheren Massen der dickeren bzw. zusätzlichen Beplankungsplatten ab 100 Hz gleichbleibend. Zwischen den dargestellten 50 Hz und 125 Hz schlagen sich die Effekte durch die Masse-Feder-Masse Resonanzen der zweischaligen Konstruktionen in Abhängigkeit der veränderlichen Massen auf den Frequenzverlauf nieder und überlagern sich mit den Einschränkungen durch die reduzierten Abmessungen der Prüfkörper.

3. Luftschalldämmung und Installationsgeräusche im Installationsprüfstand

Im dritten und letzten Untersuchungsschritt wurden praxisgerechte Musterinstallationswände über zwei Stockwerke im Installationsprüfstand P10 des Fraunhofer IBP aufgebaut und neben der Luftschalldämmung zusätzlich die Installationsgeräusche beim Betrieb der Sanitärinstallationen untersucht. In Abbildung 27 ist der Installationsprüfstand des Fraunhofer IBP in einem Vertikalschnitt dargestellt. Die Trenndecke und die flankierenden Wände bestehen aus 19 cm Stahlbeton. Die in Abbildung 27 rechts und links die Räume begrenzenden Wände bestehen aus Kalksandstein.

Abbildung 27

Vertikalschnitt durch den Trockenbau-Installationsprüfstand am Fraunhofer IBP in Stuttgart. Aufbau von 2 Registerwänden im EG und UG zur Messung der Schalldämmung und der Installationsgeräusche gebäudetechnischer Anlagen. Aufteilung der Räume in Senderaum für die Messung von Installationsgeräuschen, Senderaum für die Messung der Luftschalldämmung und den Empfangsraum zur Messung der Schalldruckpegel der Sanitärinstallation und für die Luftschalldämmung.



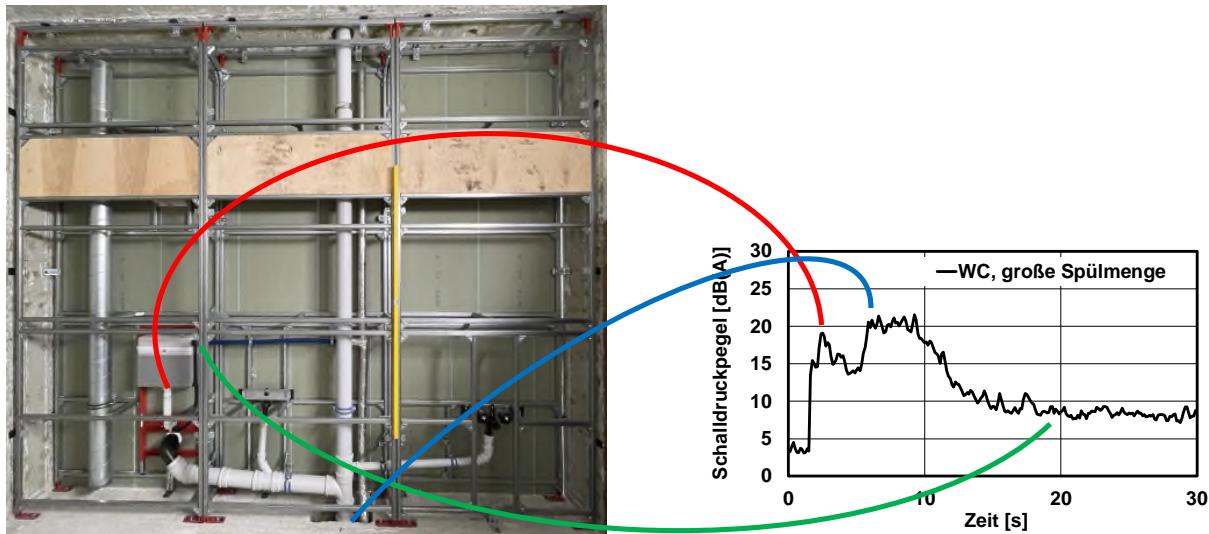
Quelle: © Fraunhofer IBP

Der Prüfstand bildet mit seinen vier Räumen einen Ausschnitt aus einem typischen Geschosswohnungsbau. Nachgestellt werden dadurch die Wohnsituation und Raumanordnung zweier übereinanderliegender Wohneinheiten mit jeweils den Räumen Badezimmer und Wohn- oder Schlafzimmer. Wird in der oberen Wohnung eine gebäudetechnische Anlage (z. B. WC-Spülung) betrieben, so darf nach den in Deutschland rechtlich verbindlichen Schallschutzanforderungen in DIN 4109 der Schalldruckpegel in einem Aufenthaltsraum in der darunterliegenden fremden Wohneinheit von $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB nicht überschritten werden.

Gebäudetechnischen Anlagen wie Sanitärinstallationen verursachen in fremden Wohneinheiten häufig störende Geräusche. Der Grund liegt dabei nicht immer nur an der schieren Lautstärke der Geräusche,

sondern mitunter auch an dem hohen Informationsgehalt, der mit diesen Geräuschen einhergeht. Besonders störend sind dabei Geräusche, die bei der Nutzung von WC-Anlagen entstehen. Hierbei tritt ein spezieller, zeitlich abhängiger Pegelverlauf auf, der Einzelereignissen einer WC-Spülung genau zugeordnet werden kann. In folgender Abbildung 28 ist eine Installations-Registerwand während der Montage im Prüfstand dargestellt, bevor die Wand rückseitig mit Gipsplatten beplankt und mit Einblasdämmung verfüllt wurde. Für die Untersuchungen der Geräusche der gebäudetechnischen Anlagen wurden die Sanitärinstallationen funktionsfähig an die Trink- und Abwasserleitung angeschlossen und die beim Betrieb entstehenden Schallpegel im Empfangsraum gemessen. In Abbildung 28 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. Wird der Spülvorgang ausgelöst, so öffnet sich das Ablaufventil im Spülkasten und das Wasser strömt durch das Spülrohr in die WC-Keramik. Das erste markante Geräusch im Pegel/Zeit-Verlauf im nebenstehenden Diagramm in Abbildung 28 tritt nach ca. 2,5 s in Form der ersten Pegelpitze in Erscheinung (rote Linie). Anschließend fließt das Wasser aus der WC-Keramik in die horizontale Stockwerksverrohrung der Abwasserführung und von dort in den Fallstrang. Danach bei zwischen 5-10 s entsteht das in der Regel lauteste Geräusch, das durch das fließende/fallende Wasser in der Fallleitung und vor Allem durch das Auftreffen des Wassers auf Abzweige und Umlenkungen (Kellerbogen) verursacht wird (blaue Linie). Ist das Abwasser vollständig abgeflossen erscheint im Pegel/Zeit-Verlauf (ab ca. 15 s) lediglich das Füllgeräusch des Zulaufventils am Spülkasten (grüne Linie).

Abbildung 28
Installations-Registerwand mit WC-Installation, Trink- und Abwasserleitung während der Montage im Prüfstand des Fraunhofer IBP vor rückseitiger Beplankung mit Gipsplatten und Einbringen der Einblasdämmung (links). Pegel/Zeit-Verlauf einer WC-Spülung mit großer Spülmenge und anzeigen der Geräuscherzeuger (rot: „Spülkasten“, blau: „Abwasser“, grün: „Befüllen“).

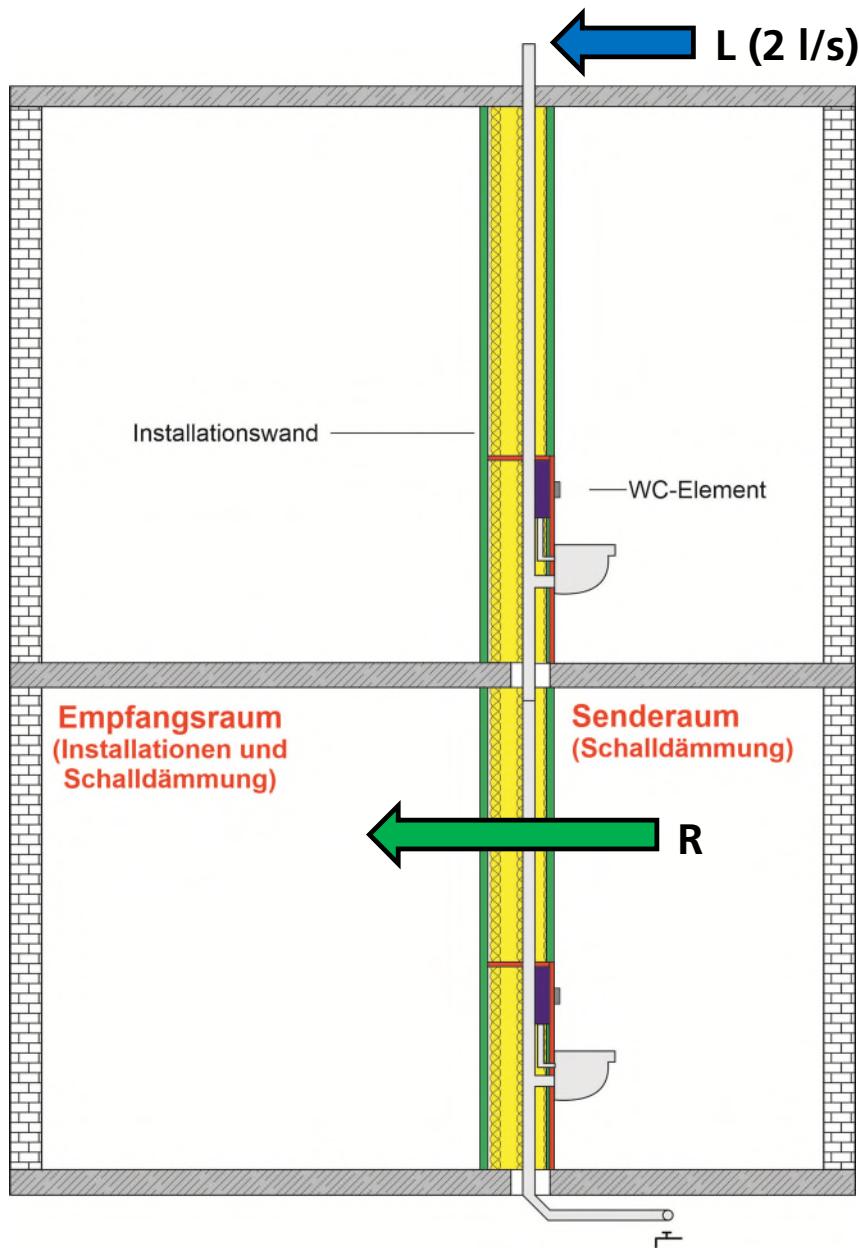


Quelle: © Fraunhofer IBP

Häufig werden, wie im Beispiel in Abbildung 28, 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 29). Eindeutige Vorteile des an die Norm DIN EN 14366-1 (8) angelehnten Messaufbau und des stationären Betriebs der Sanitärinstallation, sind gleichbleibende Anregungs- und Messbedingungen bei vergleichbaren Anregungsmechanismen. Zusätzlich wird für jeden Prüfaufbau die Luftschalldämmung der Installations-Registerwand gemessen (angedeutet durch den grünen Pfeil „R“ in Abbildung 29).

Abbildung 29

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).



Quelle: © Fraunhofer IBP

Für die Messungen waren die Installationsregister im EG und UG des Installationsprüfstands P10 am Fraunhofer IBP komplett mit gebäudetechnischen Anlagen ausgestattet. Details zu den Abmessungen der Wände und der Anordnung der Installationen können Abbildung 43 und Abbildung 44 entnommen werden.

In nachstehender Tabelle 5 sind alle untersuchten Varianten gelistet.

Tabelle 5

Installations-Registerwände - Aufbauvarianten für die Parameterstudien mit/ohne EBD, der Anzahl und Art der Verbinder (SV: Standardverbinder aus Metall, PV: Prototypverbinde), der Gesamthohlraumdicke des Wandaufbaus und der Dicke und Anzahl der Beplankungsplatten.

Installations-Registerwände – Aufbauvarianten

EBD	Verbinder Anzahl n, Typ	Wanddicke	Beplankung
Ohne EBD	n = 46, SV	250 mm	18 mm + 18 mm
Ohne EBD	n = 22, SV	250 mm	18 mm + 18 mm
Ohne EBD	n = 22, PV	250 mm	18 mm + 18 mm
Ohne EBD	n = 22, PV	250 mm	2 x 18 mm + 2 x 18 mm
90 kg/m ³	n = 22, SV	250 mm	18 mm + 18 mm
90 kg/m ³	n = 22, SV	250 mm	2 x 18 mm + 2 x 18 mm
90 kg/m ³	n = 22, PV	250 mm	18 mm + 18 mm
90 kg/m ³	n = 22, PV	250 mm	2 x 18 mm + 2 x 18 mm
Ohne EBD	n = 22, SV	350 mm	18 mm + 18 mm
Ohne EBD	n = 22, SV	350 mm	2 x 18 mm + 2 x 18 mm
90 kg/m ³	n = 22, SV	350 mm	2 x 18 mm + 2 x 18 mm

SV: Standardverbinder aus Metall, PV: Prototypverbinde

Quelle: © Fraunhofer IPB

Neben raumluftechnischen Anlagen bestehend aus einer Stockwerksverrohrung aus Wickelfalz und je Stockwerk einem Ventilator (nicht teil der Untersuchungen) wurden Sanitärinstallationen vormontiert. Diese umfassten eine Duschinstallation, eine Waschtischinstallation und eine WC-Installation.

Die Trinkwasserzuleitung wurde mit "TECEflex Mehrschichtverbundrohr", der Fa. TECE GmbH ausgeführt. Die Etagenverrohrung bestand aus D16 mit Rohrummantelung aus PE-Schaum mit ca. 9 mm Wanddicke und die Steigleitung in D20 mit Rohrummantelung aus Steinwolle (alukaschiert) mit ca. 20 mm Wanddicke. Alle Leitungen wurden mit Stahlrohrschenlen mit Gummieinlage am "TECEprofil Registerprofil" der Fa. TECE GmbH befestigt. Steigleitung mit Brandschutzrohrschale "Rockwool Conlit 150 U" zentrisch in Trenndecke EG und UG. Deckenverschlussplatte (verlorene Schalung) unterhalb der Trenndecke über Schalungshalter fixiert.

Die gesamte Abwasserführung wurde wie folgt ausgeführt: Kunststoffrohr "Wavin AS+", Fa. Wavin GmbH, DN 100 x 5,3 mm, Dichte: 1,8 g/cm³ (gemessen am Fraunhofer IPB), Rohrgewicht ca. 3,35 kg/m (gemessen am Fraunhofer IPB)", im EG und UG jeweils mit zwei Rohrschellen "Wavin Systemschelle

DN100 M8/M10" der Fa. Wavin GmbH über Systembefestigungen an den vorderen Tragwerkprofilen der TECEsystem-Installationswand befestigt. Die Abwasserleitung wurde mit Brandschutzmanschette "Rockwool BSM" unterhalb der Trenndecke EG und UG (PE-Dämmeschlauch mit 5 mm Wanddicke zwischen BSM und Abwasserleitung im Deckendurchgang) versehen. Deckenverschlussplatte (verlorene Schalung) unterhalb der Trenndecke über Schalungshalter fixiert. Im Kellergeschoss erfolgte die Abwasserführung über einen Kellerbogen (2 x 45°). Verbindung der stockwerksweise vormontierten Fallleitungssegmente über Langmuffe, Passlänge und LKS-Schelle. Befestigung der Rohrschellen der Etagenrohre an den Profilen (installationsseitig) des Tragwerks mittels Systembefestigungen.

Die WC-Installation bestand aus: "TECEprofil WC-Modul mit Uni-Spülkasten, Bauhöhe 1.120 mm" mit Ablaufventil "A2", Füllventil "F10" und "Standardventildrossel", Fa. TECE GmbH. WC-Modul an das Tragwerk "TECEprofil Registerprofile", Fa. TECE GmbH befestigt. WC-Keramik "TECEone", Fa. TECE GmbH mit "TECEprofil Schallschutzset für WC und Bidet", Fa. TECE GmbH mit dazugehörigem Befestigungssystem nach Beplankung mit "TECEprofil Paneelplatten" montiert. WC-Betätigungsplatte "TECEnow" für Zweimengentechnik zur manuellen Betätigung.

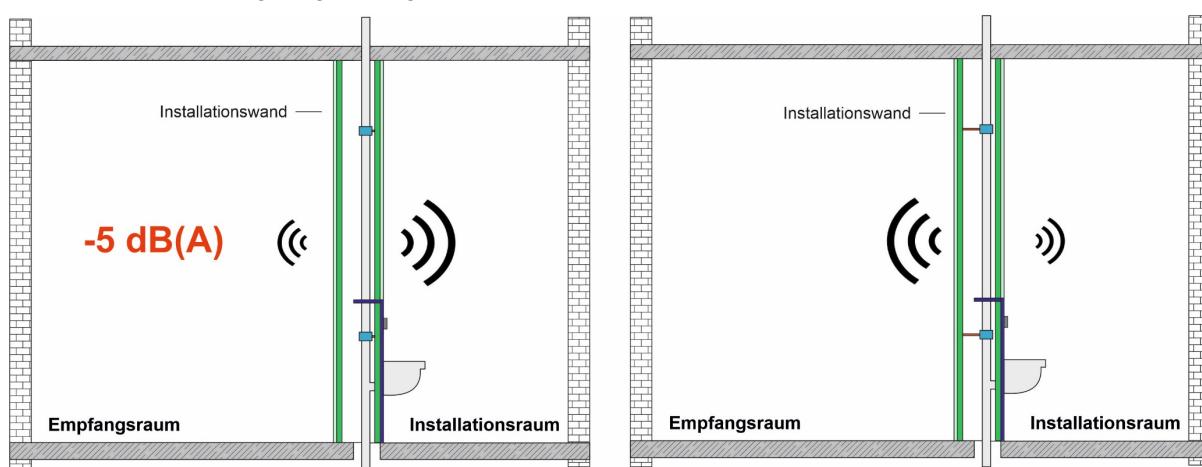
Wie bereits erwähnt sind Schallpegel von WC-Installationen in Verbindung mit den angeschlossenen Abwassersystem häufig maßgeblich für störende Geräusche bei Sanitärinstallationen. Dabei spielt es eine Rolle, ob das Abwassersystem an der dem Installationsraum („Badezimmer“, wo sich die Sanitärobjekte befinden) zugewandten Seite montiert wird, oder an der Wand (-schale), die an den hinter dem Installationsraum liegenden schutzbedürftigen Nachbarraum (z. B. Wohn- oder Schlafzimmer) angrenzt. Bei Befestigung der Rohrleitung auf der Installationsseite, kann im angrenzenden schutzbedürftigen Raum leicht ein um 5 dB geringerer Pegel erreicht werden. Abbildung 30 veranschaulicht diesen Zusammenhang an einem Beispiel mit Trockenbau-Vorwandinstallation an einer Trockenbau-Trennwand.

Abbildung 30

Vertikalschnitt durch den Installationsprüfstand des Fraunhofer IPB.

Links: Schalltechnisch günstige Montage des Abwasserrohrs mit Rohrschellen an der dem Installationsraum (Badezimmer) zugewandten Wandschale.

Rechts: Schalltechnisch ungünstige Montage des Abwasserrohrs mit Rohrschellen an der Installationswand.



Quelle: © Fraunhofer IPB

Auch die verwendeten Installationskomponenten des Abwassersystems können sich günstig auf möglichst geringe Abwassergeräusche in schutzbedürftigen Räumen auswirken. Das hier verwendete Abwasserrohr entspricht dabei, sowohl bei der Rohrwanddicke als auch beim Rohrgewicht, einem schallschutztechnisch günstigen Rohr („Schallschutzrohr“). Gegenüber leichteren Rohren, wie z. B. gewöhnliche HT-Rohren mit einer Rohrwanddicke von ca. 2-3 mm und einer Dichte von ca. 1 g/cm³, können dabei merklich geringere Schallpegel (ca. 5 dB) erreicht werden. Wesentlich für niedrige

Schallpegel in angrenzenden Räumen ist jedoch die Art der Befestigung des Abwasserrohrs an der Wand (11). In der Regel werden hierfür Stahlrohrschellen verwendet, die mit einer Gummieinlage zwischen Rohr und Schelle ausgestattet sind. Je weicher dabei die Gummieinlage und je geringer der Anpressdruck, der durch das Verschließen der Schrauben an den Verschlussbügel entsteht, desto geringer ist die Schwingungsweiterleitung des durchflossenen Rohrs via Rohrschellen in das angekoppelte Bauteil. Durch die Verwendung von speziellen Schellensystemen (z. B. schalltechnisch optimierte Doppelschellen aus Stütz- und Fixierschelle, oder Entkopplersysteme verschraubt zwischen Wand und Schelle) können im Vergleich zu Standardschellen um bis zu 15 dB geringere Werte erreicht werden. Wichtig bei der Montage der Abwasserinstallation ist, dass zusätzliche Schallbrücken in Form von starrem Kontakt zwischen Rohr und Baukörper (Wand, Decke, etc.) vermieden wird. Z. B. kann durch starren Mörtelverguss des Abwasserrohrs im Deckendurchbruch (oder der unsachgemäßen Montage einer Brandschutzmanschette) jegliche Verbesserungsmaßnahme zur Reduktion der Abwassergeräusche wieder zunichte gemacht werden.

Im Folgenden werden Ergebnisse an unterschiedlichen Wandaufbauten vorgestellt, wobei die Grundwand für die Messungen aus derselben Konstruktion mit einer Wanddicke von 250 mm bzw. 350 mm und gleichbleibender Ausstattung mit Sanitärinstallationen bestand. Variiert wurden zunächst die Art der Tiefenstrebene (Verbinder zwischen den beiden Wandschalen), wobei neben den Standardstrebene akustisch optimierte Verbinder zum Einsatz kamen (vgl. Abbildung 31).

Abbildung 31

Installations-Registerwand. Links: Standard-Verbinder (S-TS, rot) und rechts: akustisch optimierte Prototyp-Verbinder (P-TS, grün).



Quelle: © Fraunhofer IBP

Die Verbinder (Tiefenstrebene) bei Trockenbau-Installationsregistern sorgen dafür, dass die beiden Wandschalen miteinander verbunden werden, wodurch die nötige Stabilität der Register für den Transport und die Befestigung der Installationen eingehalten wird. Jedoch wird die Wirksamkeit der schallschutztechnisch gewünschten „Zweischaligkeit“ bei Trockenbauwänden reduziert. Deshalb wurde

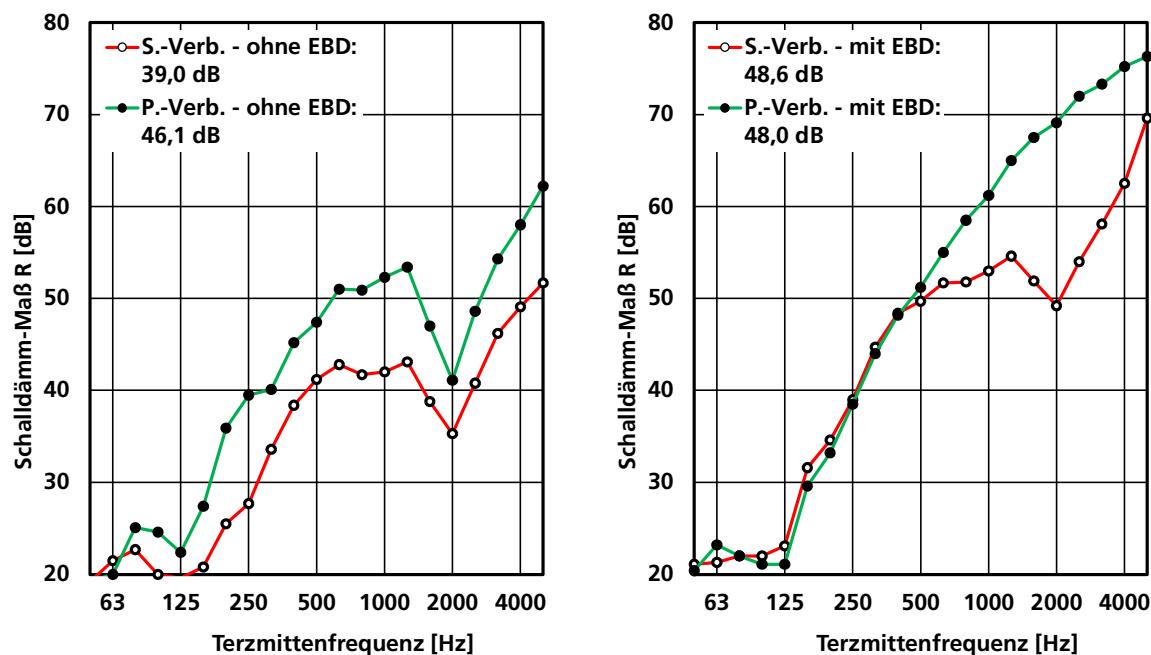
auf Grundlage der Erkenntnisse aus den Vorversuchen im Wandprüfstand P2 ein weiterer Prototyp-Verbinder entwickelt. Dabei wird mittels eines zwischen zwei Registerprofile verschraubten elastischen Entkopplungselements, die akustische Trennung der Wandschalen verbessert und trotzdem die notwendigen statischen Voraussetzungen gewährleistet.

Luftschalldämmung der Registerwände im Installationsprüfstand

Zunächst sind in folgender Abbildung 32 die Schalldämm-Maße (genauer die Bau-Schalldämm-Maße R' bzw. R'_{w}) für die experimentelle Bewertung der Wirksamkeit von akustisch optimierten Verbindungselementen aufgezeigt. Die Auswirkung auf die entstehenden Installationsgeräusche wird im späteren Verlauf diskutiert. Die im Folgenden gezeigten Ergebnisse beziehen sich jeweils auf Messungen in den beiden Räumen im Untergeschoss (UG) des Installationsprüfstandes P10 (vgl. Abbildung 29). Die Anzahl der Verbindungselemente ist bei diesen Messungen bereits auf eine optimale Anzahl reduziert, so dass mit insgesamt 22 Verbindern je Wand trotzdem die statischen Anforderungen und ein guter Schallschutz erreicht werden. Beide Varianten mit Standard-Verbindern (S.-Verb.) und den akustisch optimierten Prototyp-Verbindern (P.-Verb.) wurden jeweils ohne Einblasdämmung (links in Abbildung 32) und nach Befüllen mit Einblasdämmung (rechts in Abbildung 32) untersucht.

Abbildung 32

Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden gemessen im Raum „UG“ des Installationsprüfstands P10 (Dicke 250 mm, beidseitig einlagig beplankt mit 18 mm Gipsplatten, Anzahl Verbinder je 22 Stück), gemessen ohne Einblasdämmung und mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85–95 kg/m³) unter Einfluss von Standard-Verbindern (S.-Verb.) und den akustisch optimierten Prototyp-Verbindern (P.-Verb.). In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit des Verbindertyps ohne EBD (links) und mit EBD (rechts) angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IPB

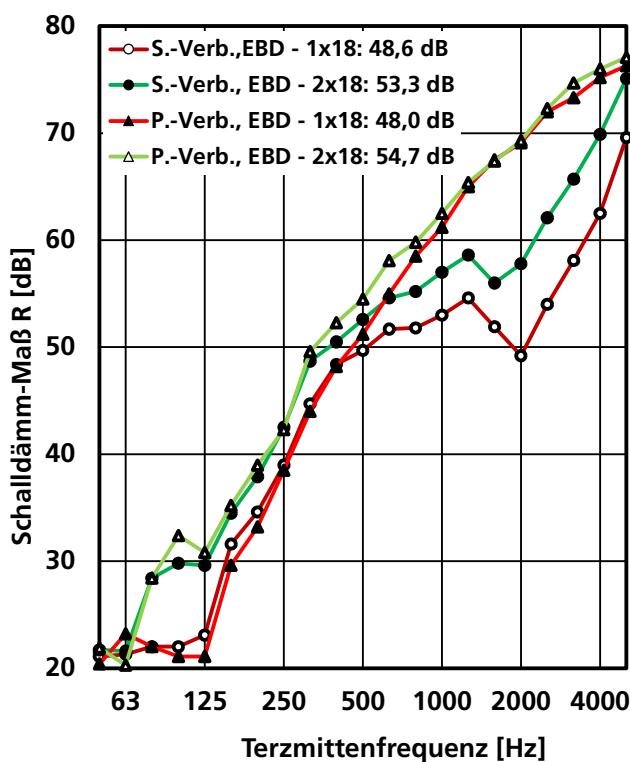
Die Schalldämmung des Versuchsaufbaus mit Standard-Verbindern und ohne EBD (rote Kurve in Abbildung 32, links), zeigt in nahezu dem kompletten betrachteten Frequenzbereich die ungünstigeren Werte als beim Versuchsaufbau mit den Prototyp-Verbindern. Beide Kurven weisen aufgrund der geringen Bedämpfung der Platten und des Wandhohlraums deutliche Einbrüche bei der Koinzidenzfrequenz. Generell wirkt sich auch hier das Befüllen der Wand mit Einblasdämmung deutlich positiv auf die Schalldämmung aus (Abbildung 32, rechts) und das Schalldämm-Maß steigt ab 250 Hz im Vergleich zu „ohne EBD“ stark an. Durch den Einsatz der akustisch optimierten Verbinder („P.-Verb.“)

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.

Folgende Abbildung 33 beinhaltet nochmals die beiden Kurven in der Abbildung 32, rechts. Zudem sind die Messergebnisse der beiden selben Wände, allerdings je mit einer beidseitig zusätzlich angebrachten Beplankung aus 18 mm Gipsplatten mit einer Dicke von 18 mm im Diagramm eingefügt.

Abbildung 33

Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden gemessen im Raum „UG“ des Installationsprüfstands P10 (Dicke 250 mm, je 22 Stück Standard-Verbinder (S.-Verb.) bzw. akustisch optimierte Prototyp-Verbinder (P.-Verb.)), gemessen mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85–95 kg/m³), unter Einfluss der beidseitig einlagig (rot) oder zweilagig (grün) angebrachten Beplankung aus 18 mm Gipsplatten. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit des Verbindertyps und der Anzahl der Gipsplatten angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IPB

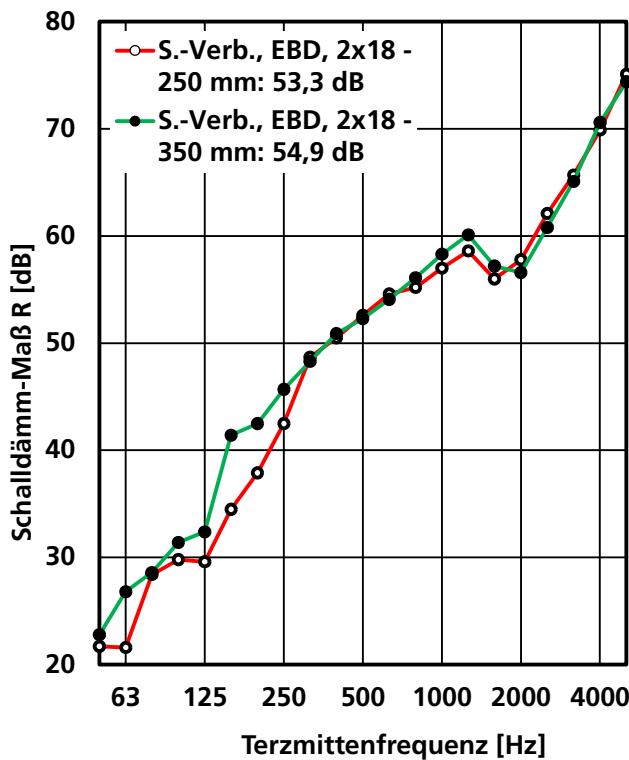
Abbildung 33 verdeutlicht nochmals, dass durch den Einsatz akustisch optimierter Verbinder die Kopplung der beiden Wandschalen reduziert und die Schalldämmung einer Trockenbau-Installationsregisterwand deutlich erhöht werden kann. Gegenüber dem Wandaufbau mit Standard-Metallverbinder steigt die Schalldämmung ab mittleren (315 Hz bzw. 400 Hz) zu hohen Frequenzen steil an. Bei der Verwendung von Standard-Metallverbinder tritt zudem jeweils die Koinzidenzfrequenz der Gipsplattenlage ausgeprägt in Erscheinung, wobei die dickere, „steifere“ zweilagige Beplankung mit 2 x 18 mm Gipsplatten bei ca. 1600 Hz und die einlagige Beplankung bei 2000 Hz Ihren Einbruch verzeichnet. Bemerkenswert in Abbildung 33 ist zudem, dass die Schalldämmung von Trockenbau-Installationsregistern mit Einblasdämmung ab 315 Hz bzw. 400 Hz zu tiefen Frequenzen hin von der Art der Verbindungselemente nahezu nicht beeinflusst wird. Durch die Einblasdämmung tritt scheinbar eine Kopplung der beiden Wandschalen ein und der Schalldämmverlauf folgt der Gesamtmasse aus Beplankung, Einblasdämmung und Profilen. Lediglich die zusätzliche Lage Gipsplatten verursacht durch die Zusatzmasse eine höhere Schalldämmung, die sich zudem in der tieferen Masse-Feder-Masse Resonanz des zweischaligen Bauteils ausdrückt, die hier bei ca. 63 Hz liegen dürfte. Abschließend ist

festzuhalten, dass durch den Einsatz einer beidseitig zweiten Lage mit 18 mm dicken Gipsplatten, die Mindestanforderungen in DIN 4109-1 (5) an den Schallschutz einer Wohnungstrennwand von $R'_{w} \geq 53$ dB eingehalten werden können, z. B. wenn sich in horizontaler Übertragungsrichtung hinter dem Installationsraum (Badezimmer) ein fremdes Wohnzimmer befindet.

Die Installations-Registerwand mit einer Dicke von 250 mm stellen dabei eine Mindestdicke für den Einbau von Sanitärlösungen dar. Wird die Wand dicker, so wird auch die Luftschalldämmung höher (vgl. Abbildung 34).

Abbildung 34

Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden gemessen im „UG“ des Installationsprüfstands P10 (je 22 Stück Standard-Verbinder (S.-Verb.), gemessen mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³) und beidseitig zweilagig angebrachten Beplankung aus 18 mm Gipsplatten), unter Einfluss der Wanddicke mit 250 mm (rot) bzw. 350 mm (grün). In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der Wanddicke angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

Installationsgeräusche von Registerwänden im Installationsprüfstand

Anhand der Spektren und Einzahlwerte der Luftschalldämmung von Wänden, können Verbesserungsmaßnahmen aber auch Schwachstellen sicher analysiert und bewertet werden. Die theoretischen Zusammenhänge sind weitgehend erklärbar und es liegen ausreichend Erfahrungswerte vor. Deutlich komplexer sind die Zusammenhänge bei der Auswertung von Messungen von Schalldruckpegeln gebäudetechnischer Anlagen in Gebäuden. Grund hierfür ist, dass die Schalldruckpegel eben nicht nur von der Gebäudesituation abhängen, sondern auch von den akustischen Eigenschaften der Geräuschquelle. Im Falle von gebäudetechnischen Anlagen muss man zunächst unterscheiden, ob die Installation bezüglich der maßgeblichen Schallübertragung zwischen Räumen als reine Luftschallquelle (z. B. Ventilatorgeräusche), als reine Körperschallquelle (häufig bei Sanitärlösungen) oder als Kombination aus Luft- und Körperschallquelle (z. B. bei Wärmepumpen) auftritt. Wie eingangs beschrieben wurde für die Bewertung der Installationsgeräusche bei den unterschiedlichen Varianten der Installationsregister stellvertretend die stationäre Geräuschanregung

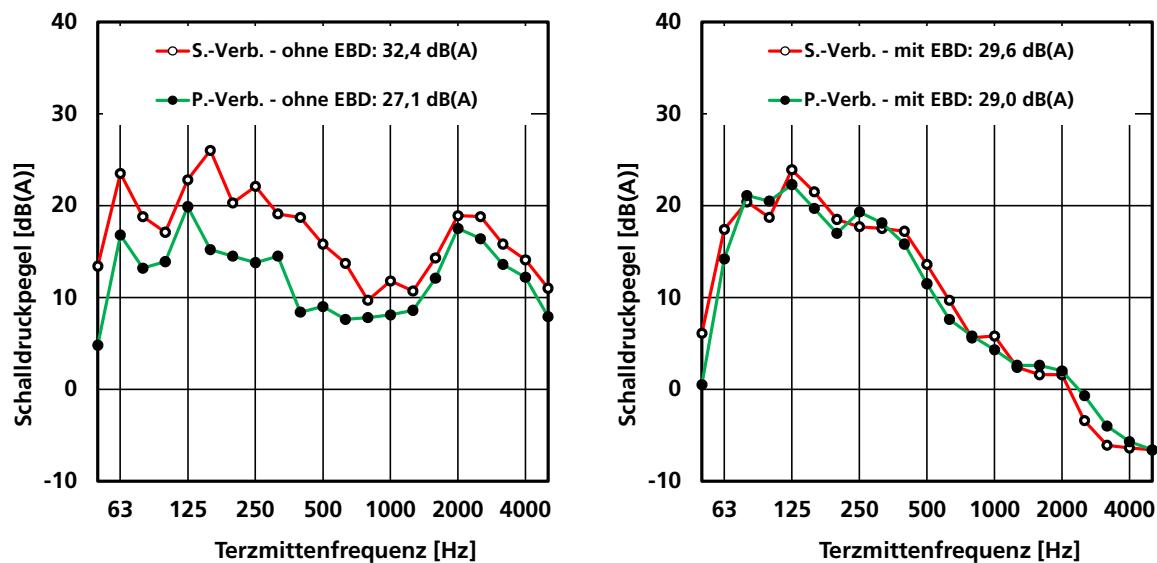
mittels eines im Dachgeschoss in die Abwasserfallleitung eingeleiteten konstanten Wasser-Volumenstroms mit 2 l/s eingesetzt. Der Aufbau und die Messung folgte dabei den Vorgaben in DIN EN 14366-1, „Messung von Luftschall und Körperschall von gebäudetechnischen Anlagen im Prüfstand - Teil 1: Anwendungsregeln für Abwasserinstallationen“. Neben der stationären und ideal reproduzierbaren Anregung wurde dadurch eine ausreichende, repräsentative und praxisgerechte Geräuschanregung gewährleistet.

Darüber hinaus sind gemessene Werte einer Installation in einer spezifischen Gebäudesituation nur eingeschränkt auf andere Übertragungs- und Gebäudesituationen übertragbar. Beispielsweise muss unterschieden werden, in welchem Raum Anforderungen an die Höhe der Schallpegel gestellt werden, wobei sich im Normalfall der nächstgelegene schutzbedürftige Raum diagonal gelegen zum Installationsraum (Badezimmer) befindet. Auch bei der Vorstellung der Ergebnisse im Folgenden, wird dieser Raum im Untergeschoss des Installationsraums als Empfangsraum für die Vergleiche herangezogen.

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

Abbildung 35

A-bewertete Schalldruckpegel $L_{Aeq,n}$ bei Anregung des Abwassersystems mit konstantem Durchfluss von 2 l/s, von Teil-Registerwänden (Dicke 250 mm, beidseitig einlagig beplankt mit 18 mm Gipsplatten, Anzahl Verbinder je 22 Stück) gemessen im Empfangsraum im „UG“ des Installationsprüfstands P10, ohne Einblasdämmung (links) und mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85–95 kg/m³, rechts) unter Einfluss von Standard-Verbbindern (S.-Verb.) und den akustisch optimierten Prototyp-Verbbindern (P.-Verb.). In der Legende sind die A-bewerteten Summenpegel für den abgebildeten Frequenzbereich in Abhängigkeit des Verbindertyps ohne EBD (links) und mit EBD (rechts) angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IPB

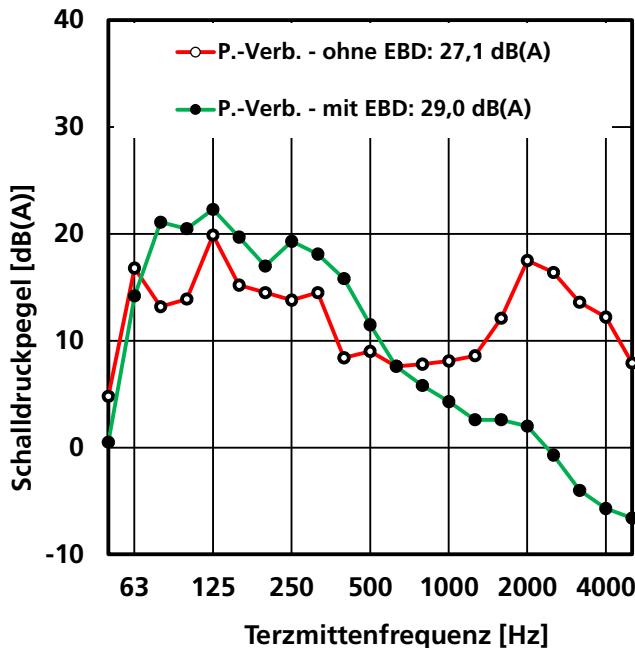
Obige Abbildung 35 beinhaltet die Messkurven für die Schalldruckpegel ausgehend von Installations-Registerwänden, die im Empfangsraum hinter der Installationswand bei Durchfließen des Abwassersystems mit einem konstanten Volumenstrom von 2 l/s gemessen wurden. Verglichen werden dabei jeweils die gemessenen Installationsgeräusche, wenn die Wand mit Standard-Verbbindern ausgestattet ist, mit den Ergebnissen, wenn als Tiefenstreben die akustisch optimierten Verbinder (vgl. Abbildung 31) eingesetzt werden. Beide Verbinder-Varianten wurden dabei ohne und mit Verfüllen der Wand mit Einblasdämmung vermessen. Wie auch bei den Messungen der Luftschalldämmung (vgl. Abbildung 32) verbessert sich der Schallschutz der leeren Wand („ohne EBD“, linkes Bild in Abbildung 35) durch den Einsatz der akustisch optimierten Prototyp-Verbinder im kompletten Frequenzbereich und

sorgen für in Summe 5,3 dB geringere Installationsgeräusche. Da die Abwasserfallleitung an der dem Installationsraum („Badezimmer“) zugewandten Wandschale befestigt ist, werden dort vermehrt die Schwingungen des Abwassersystems eingeleitet. Beim Einsatz der akustisch starren Standard-Verbinder werden die Schwingungen in die dem Empfangsraum zugewandten Wandschale nahezu ungehindert weitergeleitet. Die Entkopplungselemente der Prototyp-Verbinder vermögen diese Körperschallweiterleitung der angeregten Wandschale in die andere zu reduzieren, wodurch die Luftschallabstrahlung in den Empfangsraum reduziert wird.

Werden die beiden Wände mit Einblasdämmung verfüllt, treten 2 Effekte auf. Wie in Abbildung 35, rechts zu erkennen ist, wirkt sich zum einen die Befüllung im gleichen Maße bei den Standard-Verbbindern wie bei den Prototyp-Verbbindern aus. Die in den Empfangsraum abgestrahlten Abwassergeräusche sind im Rahmen der üblichen Mess- und Wiederholgenauigkeit sowohl im Frequenzverlauf als auch im Summenpegel nahezu identisch. Vergleicht man direkt die Schalldruckpegel der Wandvarianten mit den Prototyp-Verbbindern, mit und ohne Einblasdämmung, wird ein weiter Effekt deutlich (vgl. zudem folgende Abbildung 36).

Abbildung 36

A-bewertete Schalldruckpegel $L_{Aeq,n}$ bei Anregung des Abwassersystems mit konstantem Durchfluss von 2 l/s, von Teil-Registerwänden (Dicke 250 mm, beidseitig einlagig beplankt mit 18 mm Gipsplatten, 22 Stück akustisch optimierten Prototyp-Verbbindern (P.-Verb.)) gemessen im Empfangsraum im „UG“ des Installationsprüfstands P10 unter Einfluss ohne Einblasdämmung und mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³). In der Legende sind die A-bewerteten Summenpegel für den abgebildeten Frequenzbereich in Abhängigkeit ohne und mit EBD angegeben.



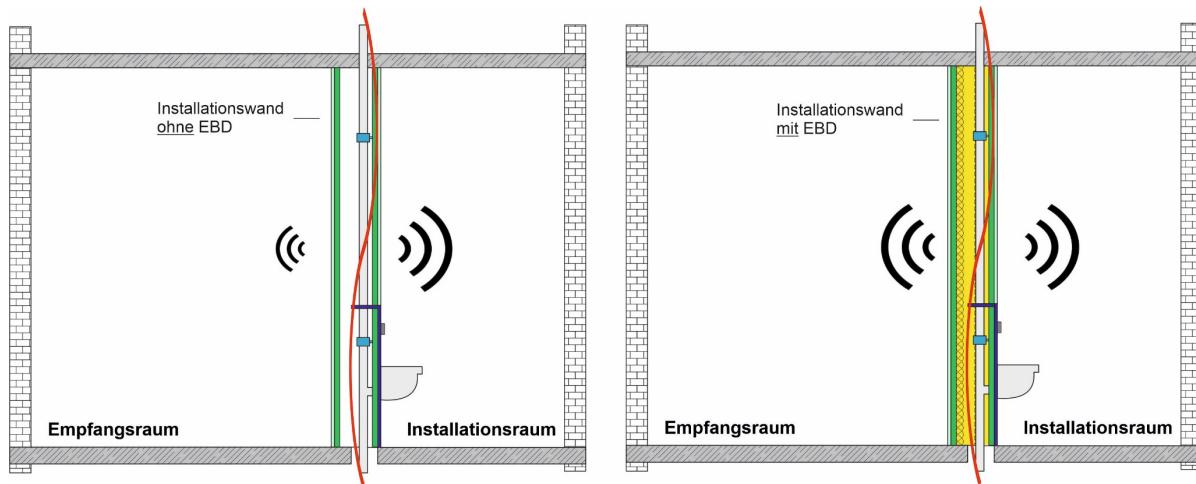
Quelle: © Fraunhofer IBP

Auch bei der Übertragung von Installationsgeräuschen wirkt sich, wie auf die Luftschalldämmung, die Befüllung mit EBD ab einer Frequenz von ca. 500 Hz schallschutztechnisch positiv aus. Dies dürfte wesentlich auf die bedämpfende Wirkung der EBD auf die Schwingungen der Wand (vgl. ausbleibender Koinzidenzeinbruch bei der Schalldämmung) und auch in Teilen auf die Schwingungsbedämpfung des Abwassersystems zurückzuführen sein. Trotzdem werden mit den akustisch optimierten Tiefenstreben, ohne EBD (rote Kurve in Abbildung 36) um 1,9 dB niedrigere A-bewertete Summenpegel (50-5k Hz) erreicht als mit EBD (grüne Kurve in Abbildung 36). Das liegt zum einen daran, dass Geräusche aus Abwasserinstallationen in der Regel unterhalb von 500 Hz im A-bewerteten Schalldruckpegel

energetisch die höchsten Anteile besitzen. Zudem verursacht dort die Einblasdämmung im Wandhohlräum offensichtlich eine erhöhte Körperschallübertragung der Rohrschwingungen auf die Registerwand und demzufolge eine erhöhte Schallabstrahlung in den Empfangsraum (Abbildung 37).

Abbildung 37

Vertikalschnitt durch den Installationsprüfstand des Fraunhofer IBP mit Installations-Registerwand.
 Links: Registerwand ohne Einblasdämmung mit verminderter Schallabstrahlung der dem Empfangsraum zugewandten Wandschale infolge der reduzierten Körperschallanregung durch die Schwingungen der Abwasserrohrleitung.
 Rechts: Registerwand mit Einblasdämmung mit erhöhter tief frequenter Schallabstrahlung der dem Empfangsraum zugewandten Wandschale infolge der Körperschallanregung durch die Schwingungen der Abwasserrohrleitung über die Einblasdämmung.



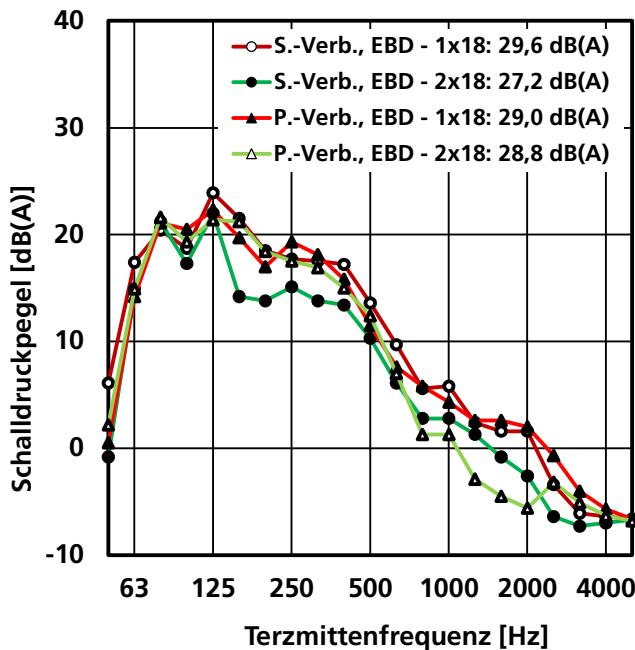
Quelle: © Fraunhofer IBP

Bei unverfüllter Wand werden die Rohrschwingungen in die an den Installationsraum zugewandten Wandschale eingeleitet. Die akustisch optimierten Prototyp-Verbinder sorgen dann dafür, dass die Abwasser-Rohrschwingungen nur reduziert auf die Empfangsraumseite übertragen werden (vgl. Abbildung 37, links). Wird die Wand mit EBD verfüllt, ist weder im Frequenzverlauf noch in den Summenpegeln eine merkliche Veränderung zwischen den Standard-Verbbindern und den Prototyp-Verbbindern festzustellen (Abbildung 35, rechts). Grund hierfür dürfte sein, dass durch die verhältnismäßig hohe Dichte der Einblasdämmung (ca. 90 kg/m³) die tiefenfrequenten Schwingungen des Abwassersystems vermehrt in die Profilkonstruktion und die beiden Wandschalen übertragen werden. Die Entkopplungswirkung durch die akustisch optimierten Verbinder wird überbrückt (vgl. Abbildung 37, rechts).

Abbildung 38 veranschaulicht die akustische Wirksamkeit einer zusätzlichen Beplankungslage von beidseitig 1 x 18 mm auf beidseitig 2 x 18 mm. Dabei zeigt sich, wie auch bei den Luftschaillmessungen (vgl. Abbildung 33), dass sich eine zusätzliche Beplankungslage schallschutztechnisch günstig auswirken kann. Allerdings wird die Verbesserungswirkung hier durch das Anregungsmaximum der Abwasserleitung bei der Terzmittenfrequenz von 125 Hz begrenzt, so dass in den Einzahlwerten (A-bewertete Summenpegel) nicht in dem Maße eine Pegelreduktion eintritt, wie zu erwarten wäre (bis zu 6 dB).

Abbildung 38

A-bewertete Schalldruckpegel $L_{Aeq,n}$ bei Anregung des Abwassersystems mit konstantem Durchfluss von 2 l/s, von Teil-Registerwänden (Dicke 250 mm, mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³), Anzahl Verbinder je 22 Stück) gemessen im Empfangsraum „UG“ des Installationsprüfstands P10 unter Einfluss von Standard-Verbindern (S.-Verb.) und den akustisch optimierten Prototyp-Verbindern (P.-Verb.) sowie beidseitig ein- und zweilagiger Beplankung mit 18 mm Gipsplatten. In der Legende sind die A-bewerteten Summenpegel für den abgebildeten Frequenzbereich in Abhängigkeit des Verbindertyps und der Anzahl der Beplankungsplatten angegeben.

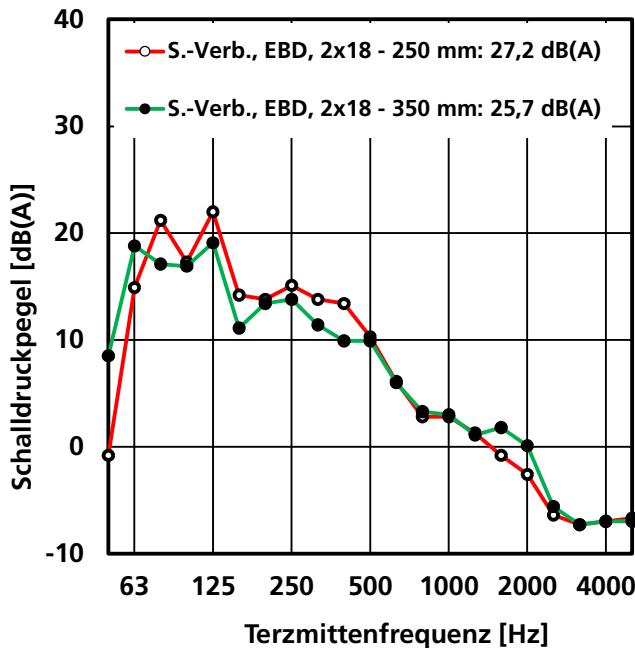


Quelle: © Fraunhofer IBP

Auch bei der Bewertung der Installationsgeräusche gilt, dass durch eine dickere Wand mit 350 mm statt 250 mm, auch geringer Pegel im angrenzenden Empfangsraum zu erwarten sind. Im vorliegenden Fall (vgl. Abbildung 39) bedeutet dies eine weitere Reduktion der Installationsgeräusche auf $L_{Aeq,n} = 25,7$ dB, womit hinsichtlich der Einhaltung von Schallschutzanforderungen ein sehr guter Wert erreicht ist.

Abbildung 39

A-bewertete Schalldruckpegel $L_{Aeq,n}$ bei Anregung des Abwassersystems mit konstantem Durchfluss von 2 l/s, von Teil-Registerwänden (beidseitig zweilagig beplankt mit 18 mm Gipsplatten, Anzahl S.-Verbinder je 22 Stück) gemessen im Empfangsraum „UG“ des Installationsprüfstands P10, mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³) unter Einfluss der Wanddicke von 250 mm (rot) und 350 mm (grün). In der Legende sind die A-bewerteten Summenpegel für den abgebildeten Frequenzbereich in Abhängigkeit Wanddicke angegeben.



Quelle: © Fraunhofer IBP

Beschreibung und Begründung von möglichen Änderungen gegenüber dem ursprünglichen Antrag

Inhaltlich wurden im Projekt alle Arbeitspakete und Meilensteine erfüllt. Lediglich in der Reihenfolge der Arbeitspakete hat sich schnell gezeigt, dass es hier einer Optimierung bedarf. So wurden die Untersuchungen, entgegen dem ursprünglichen Plan, nicht mit den Messungen im Installationsprüfstand begonnen, sondern zunächst im Wandprüfstand die Luftschalldämmung untersucht, anschließend die Parameterstudie im Fensterprüfstand durchgeführt, um abschließend die Erkenntnisse im Installationsprüfstand anzuwenden. Diese Änderung hatte allerdings keine Auswirkung auf die inhaltliche Bearbeitung der Forschungsfragen. Lediglich der Weg zur Erreichung der Ziele wurde den praktischen Gegebenheiten angepasst.

Ergebnisse

Wände aus Trockenbau-Installationsregistern bringen in einigen Bereichen erhebliche Vorteile mit sich. Da der konventionelle Trockenbau bisher jedoch gegenüber den Trockenbau-Installationsregistern schallschutztechnische Vorteile hat, wurden umfassende Untersuchungen zur Bestimmung der Einflussgrößen auf die Schalldämmung der Registerwände durchgeführt. Anhand von zahlreichen Messungen an Trockenbau-Installationsregistern in unterschiedlichen bauakustischen Prüfständen wurden Einflüsse auf die schallschutztechnischen Eigenschaften der Wände untersucht. Die aus den Experimenten gewonnenen Erkenntnisse werden im Folgenden zusammengefasst.

Zusammenführung der Zwischenergebnisse zum Endergebnis

Zur Bestimmung der schallschutztechnischen Eigenschaften von Trockenbau-Installationsregisterwänden fanden in speziellen bauakustischen Prüfständen am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP zahlreiche experimentelle Untersuchungen statt. Zum einen wurden in einem Wandprüfstand Luft-Schalldämmungsmessungen durchgeführt und dabei der Einfluss von Beplankung, Profilgerüst und der Hohlraumbefüllung eingehend untersucht und beziffert. Wesentlichen Einfluss auf die Schalldämmung konnte dabei durch mehrlagige Beplankung mit Gipsplatten erreicht werden, wobei sich die Verbesserung durch zusätzliche Platten oder der Einsatz dickerer Platten im vergleichbaren Maße auswirkt, wie auch bei konventionellem Trockenbau. Typische Verbesserungen ΔR_w liegen dabei zwischen 3 dB und 6 dB („Verdoppelung“). Aber auch durch die Anzahl der verwendeten Schrauben zur Befestigung der Platten konnte eine verbesserte Schalldämmung nachgewiesen werden. Werden anstelle der herstellerseitig empfohlenen Schraubabstände lediglich ein Minimum von 4 Schrauben je Platte verwendet, so verbessert sich die Schalldämmung der Wand um ca. 3 dB.

Der Grundkörper von Installationsregistern besteht aus einem stabilen Gerüst aus speziellen Metall-Registerprofilen. Dabei werden zwei gleich aufgebaute Rahmen mit kurzen Verbindungsstücken zu den Registerelementen zusammengeschraubt. Diese Verbindungsstücke (Verbinder oder auch Tiefenstreben) sorgen für die nötige Stabilität, wirken sich aber nachteilig auf die akustisch optimale Zweischaligkeit aus. Werden bei der messtechnischen Analyse des Einflusses der Tiefenstreben wieder durch eine bloße Reduktion der Anzahl an Verbinder, signifikant höhere Schalldämm-Maße gemessen werden. Wird die Anzahl der Verbinder um 50 % reduziert, womit die notwendige Stabilität noch gewährleistet wird, so konnte die Schalldämmung der Wand um 2 dB erhöht werden. Zudem wurde ein Prototyp-Verbinder zur akustischen Entkopplung der beiden Wandschalen der Registerwände entwickelt und erfolgreich getestet. Dabei konnte bei unverfüllter Wand eine um ca. 6 dB höhere Schalldämmung gemessen werden, womit beinahe der Wert für die Wand gänzlich ohne Verbinder erreicht wurde. Durch das anschließende Einbringen der Einblasdämmung aus Steinwolle-Granulat mit einer angestrebten Einblasdichte von 90 kg/m³ steigt die Schalldämmung der Wand nochmals um 3 dB an.

Da im Rahmen eines Forschungsvorhabens der wiederholte Aufbau einer Wand in wechselnden Varianten, trotz des hohen Vorfertigungsgrades von Installationsregisterwänden, recht zeitaufwändig und kostspielig ist, wurden Einflüsse durch Beplankung, Gesamtdicke der Wand und vor Allem der Einblasdichte der Hohlraumbefüllung mit Steinwollegranulat an kleinen weitgehend vorgefertigten Probekörpern in einem Prüfstand für kleine Prüfobjekte untersucht. Der Einbau im sogenannten Fensterprüfstand konnte dabei recht schnell durchgeführt werden, indem die Probekörper komplett in der Prüffönnung platziert wurden und für die Prüfung nur umlaufend an den Prüfstand abgedichtet werden mussten. Die Untersuchungsreihe lieferte dabei wichtige Erkenntnisse was passiert, wenn vom angestrebten Zielwert der Fülldichte der Einblasdämmung von ca. 90 kg/m³ abgewichen wird. Liegt die Fülldichte der Einblasdämmung aus Steinwollegranulat zwischen 80 kg/m³ und 100 kg/m³ steigt die

Schalldämmung im ähnlichen Maße gegenüber der leeren Wand an. Die Verbesserung zeigt sich dabei hauptsächlich (spätestens) ab der Terzmittelfrequenz von 500 Hz und nimmt zu hohen Frequenzen zu. Tendenziell nimmt die Schalldämmung mit zunehmender Einblasdichte ab. Wird die EBD mit zu hoher Dichte (140 kg/m^3) eingebracht, verschlechtert sich die Schalldämmung vor Allem im mittleren Frequenzbereich deutlich und im Einzahlwert ΔR_w um ca. 6 dB. Zusammenfassend sind kleine Änderungen der Dichte der EBD eher unbedenklich, wohingegen ein zu hoher Füllgrad zu einer merklichen Verschlechterung der Schalldämmung führt.

Mit den Erkenntnissen aus den Untersuchungen im Wandprüfstand und im Fensterprüfstand konnten die abschließenden Messungen im Installationsprüfstand geplant werden. Dieser Prüfstand ermöglicht unter Laborbedingungen die praxisgerechte Nachstellung zweier übereinanderliegender Wohneinheiten in einem Geschosswohnungsbau. Durch den Einbau von zwei Registerwänden im EG und UG des Prüfstands entstehen vier Räume wobei zwei die übereinanderliegenden Badezimmer und zwei die übereinanderliegenden ruhebedürftigen Wohn- oder Schlafzimmer darstellen. Die geregelte Wasserversorgung ermöglicht es dabei unter praxisgerechten Bedingungen die Schallpegel ausgehend von Sanitärinstallationen in Gebäuden mit Trockenbau-Installationsregistern zu bewerten. Auch bei diesen Untersuchungen wurden wieder die Einflüsse der Beplankung, der Registerprofile, der Wanddicke und der Einblasdämmung auf die Luftschalldämmung, aber auch auf die entstehenden Installationsgeräusche beim Durchfließen der Abwasserleitung (Abwassergeräusche mit 2 l/s in Anlehnung an DIN EN 14366-1 (8)) in der Registerwand gemessen, analysiert und bewertet. Zunächst konnte dabei 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 nahezu 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 körperschallisolierten Rohrummantelungen könnte hier gegebenenfalls zur Minderung der Abwassergeräusche beitragen.

Mit den Ergebnissen kann gezeigt werden, dass unter Einhaltung einiger konstruktiven Voraussetzungen mit industriell vorgefertigten Bauweisen der Schallschutz nach DIN 4109 (5) erreicht werden kann. Mit den Erkenntnissen aus dem Projekt wurde ein Standard für den Aufbau von Trockenbau-Installationsregistern festgelegt, der, wenn eingehalten, zu einem konstanten Schallschutzniveau führt. Weiter sind die Parameter festgelegt, anhand derer Installations-Registerwände charakterisiert werden müssen, um eben diesen Standard zu sichern und daraus eine Qualitätssicherung (z. B. für Produktnormen oder Zulassungsverfahren) abzuleiten. Die gewonnenen Erkenntnisse (z. B. die Optimierung der Schraubabstände bei der Befestigung von Beplankungsplatten) können sogar auf konventionellen Trockenbau übertragen werden.

Bewertung/Diskussion/Zielerreichung – Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext inkl. möglicherweise bekannt gewordenen Ergebnissen von dritter Seite

Trockenbau-Installationsregister versprechen, durch den hohen Vorfertigungsgrad, deutliche Zeiterparnis und tragen zur Vermeidung von Montagefehlern auf der Baustelle bei. Dementsprechend ist auch eine hohe Planungssicherheit in Aussicht gestellt. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens tragen wesentlich dazu bei, Hersteller, Planer, Bauaufsichtsbehörden, etc. mit den schallschutztechnischen Voraussetzungen und Optimierungsmöglichkeiten von Trockenbau-Installationsregistern vertraut zu machen.

Wichtigste Indikatoren für die Zielerreichung waren eingangs die Einhaltung von Anforderungen an die Luftschalldämmung von Raumtrennwänden und an die Geräusche von Sanitärinstallationen, wie sie z. B. in nationalen Anforderungsnormen wie der DIN 4109 (5) verbindlich festgelegt sind. Im Projekt konnten

nachvollziehbar Lösungen gezeigt werden, mit welchen Konstruktionen die Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung einer Wohnungstrennwand in einem Mehrfamilienhaus von $R'_w \geq 53$ dB oder Wände zwischen Übernachtungsräumen von $R'_w \geq 47$ dB sowie an die Installationsgeräusche in fremden, schutzbedürftigen Räumen von $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB eingehalten werden können. Beide Anforderungen gelten dabei gleichzeitig und wurden mit den entwickelten Lösungsansätzen für die Konstruktion der Installationsregister erreicht.

Darüber hinaus wurde die (bau-) praktische Übertragbarkeit und Umsetzbarkeit der Erkenntnisse und erarbeiteten Maßnahmen eingehalten. Die akustischen Optimierungsmaßnahmen haben weder die statischen noch die brandschutztechnischen Eigenschaften der Registerwände negativ beeinflusst. Auch wurden die Vorteile der Vorfertigung uneingeschränkt erhalten. Die Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen Gewerken und der Austausch mit den Fachfirmen bei der Lieferung, Herstellung und Montage der Trockenbau-Installationsregister mit Einblasdämmung bestätigte die Umsetzbarkeit der entwickelten Maßnahmen.

Eingang in die Praxis erhielten die Erkenntnisse bereits während der Projektbearbeitung, indem die beteiligten Firmen diese direkt in Ihre Produktentwicklung und tägliche (Bau-)Ausführung haben einfließen lassen. Zum Beispiel wird der Einstellung und Kontrolle der Einblasdichte der Dämmung wesentlich höhere Aufmerksamkeit gewidmet als zuvor. Auch die Anzahl der Tiefenstreben (Verbinder) konnte bereits während der Projektbearbeitung mit statischen Anforderungen abgeglichen und so bei der Vorfertigung der Register bedeutend reduziert werden. Weiter wurde von der TECE GmbH die Entwicklung einer akustisch optimierten Tiefenstrebe eingeleitet und in einem ersten Prototypen erfolgreich umgesetzt. Auch allgemeine Erkenntnisse zur Montage von Trockenbauwänden, die während der Durchführung des Projektes ausgearbeitet wurden, sind wertvolle Ergebnisse für die Projektpartner.

Durch die Publikation der Projektergebnisse, wesentlich bei zwei Jahrestagungen für Akustik – „DAGA“ in Hamburg 2023 (6) und Hannover 2024 (7), wurden die speziellen und allgemeinen Erkenntnisse zu den Einflüssen bei Installationsregistern auf die Luftschalldämmung und die Höhe der Installationsgeräusche der bauakustischen Fachwelt zugänglich gemacht. Erfahrungsgemäß wird durch Veröffentlichung auf der DAGA eine breite Mischung aus wissenschaftlichem und baupraktischem (Planer, Architekten, Kommunen, ...) Publikum erreicht.

Zukünftig werden die Erkenntnisse bei F&E-Projekten sowie bei der Beratung von Industriekunden des Fraunhofer IPB angewendet und weiter vertieft.

Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Die systematische Untersuchung der akustischen Einflussgrößen und die dadurch gewonnenen Erkenntnisse über schallschutztechnisches Optimierungspotenzial an der neuartigen Bauweise aus Trockenbau-Installationsregistern mit Einblasdämmung, liefert in vielerlei Hinsicht wissenschaftliche Anschlussfähigkeit. Zunächst kann der Einsatz von Einblasdämmung auch auf Standard-Trockenbauwände bis hin zu beliebigen zweischaligen Leichtbau-Konstruktionen z. B. im Flug- und Fahrzeugbau akustisch übertragen werden. Aufbau und vor Allem die Verbindung der Register-Metallprofile liefert weiteren Input für die Übertragung auf vergleichbare Konstruktionen. Da rückbaubare Leichtbau-Konstruktionen nicht nur im Bausektor sondern gerade im Mobilitätsbereich zur Ressourcenschonung erheblich beitragen können und müssen, ist auch nach Projektende die Weiterverfolgung der Thematik gesichert. Dabei ist das Fraunhofer IPB als Forschungseinrichtung durch weitere Anträge bei öffentlichen und industriellen Forschungsförderern in diesem Kontext ständig aktiv.

Darüber hinaus werden die Industriepartner die Erkenntnisse als wichtige Entscheidungshilfe für weitere Anschlussforschung, auch mit weiteren alternativen Forschungseinrichtungen nutzen können.

Der Schallschutz von Leichtbaukonstruktionen ist noch immer ein Thema, welches sowohl in der Abbildung in computergestützten Simulationen als auch in der bauakustischen Prognoseberechnung für die Erbringung von Schallschutznachweisen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand verursacht. Häufig übersteigt der Aufwand den Nutzen, so dass der messtechnische Einzelnachweis (z. B. in den akustischen Prüfständen des Fraunhofer IPB) nach wie vor die effizienteste und sicherste Methode darstellt. Durch den Erkenntnisgewinn bei der Untersuchung von Leichtbaukonstruktionen in diesem Forschungsvorhaben, kann das Fraunhofer IPB bestehende simulative Ansätze validieren und mögliche Anschlussforschung für die Bereitstellung von Simulations- und Prognosewerkzeugen klar skizzieren.

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik profitiert in erheblichem Maße durch die erfolgreiche Bearbeitung von öffentlich geförderten und industrielle gestützten Forschungsprojekten. Vor Allem die praxisbezogene und marktwirtschaftliche Relevanz sowie das öffentliche Interesse des Forschungsthemas, trägt zur Sichtbarkeit und Akzeptanz unserer Forschungseinrichtung bei.

Zur Dissemination der Forschungsergebnisse innerhalb der baulichen Fachwelt (insbesondere bei Architekten, Planern und Herstellern) wurden bisher die Projektergebnisse auf zwei akustischen Fachtagungen (Jahrestagung für Akustik – DAGA in Hamburg 2023 (6) und Hannover 2024 (7)) vorgestellt.

Die Standardisierung der neuartigen Bauweise aus Trockenbau-Installationsregistern mit Einblasdämmung soll zukünftig in einschlägigen Normen und Regelwerken (z. B. als Musterwand in DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau) und bei der Bauartzulassung (DIBt) bedacht werden. Dabei spielt die schallschutztechnische Qualitätssicherung und Praxistauglichkeit der gesamten Bauweise eine wichtige Rolle. Das Fraunhofer IPB wird durch die aktive Teilnahme an aktuellen Normungsvorhaben und durch die Mitgliedschaft im Sachverständigenausschuss des DIBT die Standardisierung vorantreiben können. Weitere Anbieter kann das Fraunhofer IPB sowohl bei der Prüfung, als auch bei der Optimierung und Entwicklung vergleichbarer Konstruktionen unterstützen.

Dadurch, dass die schallschutztechnischen Fragestellungen und Schwachstellen geklärt bzw. behoben sind, wird den Industriepartnern (und auch Anbietern von vergleichbaren Konstruktionsweisen) sofort eine tieferreichende Marktakzeptanz durch die neuartige Bauweise aus Trockenbau-Installationsregistern mit Einblasdämmung ermöglicht. Durch entsprechende Marketingmaßnahmen seitens der Projektpartner, werden Planer und Handwerker bereits über die Vorteile informiert.

Zunächst sind keine angestrebten Ergebnisse oder Teilergebnisse als Erfindung im Blickfeld der Projektbeteiligten, die mit Schutzrechten geschützt werden sollen oder bereits geschützt wurden.

Fazit

Die umfassenden Untersuchungen zeigen, dass Trockenbau-Installationsregister mit Einblasdämmung bei Einhaltung bestimmter konstruktiver Maßnahmen einen zuverlässigen Schallschutz gemäß DIN 4109 (5) bieten und die Anforderungen an Luftschalldämmung und Installationsgeräusche erfüllen. Optimierungen wie mehrlagige Beplankung, reduzierte Anzahl und/oder akustisch entkoppelte Tiefenstreben verbessern die Schalldämmung deutlich, ohne statische oder brandschutztechnische Nachteile. Die Erkenntnisse sind praxisnah, wirtschaftlich relevant und lassen sich auch auf konventionellen Trockenbau sowie andere Leichtbaukonstruktionen übertragen. Durch die Standardisierung und Qualitätssicherung wird die Marktakzeptanz erhöht; die Forschungsergebnisse bieten eine solide Basis für zukünftige Entwicklungen und Normungen im Bauwesen.

In nachstehender Tabelle 6 sind nochmals alle untersuchten Varianten gelistet und die Ergebnisse für die gemessenen bewerteten Schalldämm-Maße in der jeweiligen Laborumgebung dargestellt. Durch die farbliche Kennzeichnung kann nachvollzogen werden mit welcher Aufbauvariante die jeweiligen Anforderungen in DIN 4109 (5) an die Luftschalldämmung von Wänden eingehalten werden können. Wichtiger Hinweis an der Stelle sei gegeben, dass die Konstruktionen und daraus abgeleitete Vergleiche mit Anforderungen nur im Kontext dieser Arbeit betrachtet werden können und nicht für einen bauakustischen Nachweis verwendet werden dürfen.

Tabelle 6

Aufbauvarianten von Installations-(Teil-)Registerwänden (Variationen: mit/ohne EBD, Anzahl und Art der Verbinder (SV: Standardverbinder aus Metall, PV: Prototypverbinder), der Gesamthohlraumdicke des Wandaufbaus und der Art, Dicke und Anzahl der Beplankungsplatten) und Messergebnisse für bewertete Schalldämm-Maße R_w bzw. R'_w , gemessen in unterschiedlichen Prüfständen für Wände (P2), kleine Bauteile (P4) und für Musterinstallationswände (P10).

hellgrün kennzeichnen bewertete Schalldämm-Maße ≥ 47 dB (Anforderung in DIN 4109 (5) z. B. an Wände in Übernachtungsräumen)

dunkelgrün kennzeichnen bewertete Schalldämm-Maße ≥ 53 dB (Anforderung in DIN 4109 (5) z. B. an Wohnungstrennwände)

Aufbauvariante				Ergebnis		
EBD	Verbinder Anzahl n, Typ	Wand- dicke [mm]	Beplankung (ER+SR) [mm]	R_w - P2 [dB]	R_w - P4 [dB]	R'_w - P10 [dB]
ohne	100%, SV	250	18+18	44,8		
ohne	100%, SV	250	18+18 ^{*)}	47,7		
ohne	GK-Lasche	250	18+18	45		
ohne	150%, SV	250	18+18	42,3		
ohne	50%, SV	250	18+18	46		
ohne	25%, SV	250	18+18	47,6		
ohne	100%, SV	250	18+18	51,4		

Aufbauvariante				Ergebnis		
EBD	Verbinder Anzahl n, Typ	Wand- dicke [mm]	Beplankung (ER+SR) [mm]	R _w - P2 [dB]	R _w - P4 [dB]	R' _w - P10 [dB]
ohne	25%, PV	250	18+18	51,1		
90 kg/m ³	100%, SV	250	18+18	46,8		
90 kg/m ³	50%, SV	250	18+18	48,9		
90 kg/m ³	25%, SV	250	18+18	50		
90 kg/m ³	0%, SV	250	18+18	55,1		
90 kg/m ³	100%, SV	250	1x18+2x18	49,4		
90 kg/m ³	100%, SV	250	2x18+2x18	53,2		
ohne	SV	250	18+18		51,2	
80 kg/m ³	SV	250	18+18		54	
90 kg/m ³	SV	250	18+18		51,3	
100 kg/m ³	SV	250	18+18		53,2	
140 kg/m ³	SV	250	18+18		45,6	
90 kg/m ³	SV	350	18+18		56,3	
90 kg/m ³	SV	450	18+18		56	
90 kg/m ³	SV	250	1x18+2x18		54	
90 kg/m ³	SV	250	2x18+2x18		57,2	
90 kg/m ³	SV	250	2x12,5+2x12,5		56,7	
90 kg/m ³	SV	250	2x20+2x20		58,1	
ohne	n = 46, SV	250	18+18			37,4
ohne	n = 22, SV	250	18+18			39

Aufbauvariante				Ergebnis		
EBD	Verbinder Anzahl n, Typ	Wand- dicke [mm]	Beplankung (ER+SR) [mm]	R _w - P2 [dB]	R _w - P4 [dB]	R' _w - P10 [dB]
ohne	n = 22, PV	250	18+18			46,1
ohne	n = 22, PV	250	2x18+2x18			51,2
90 kg/m ³	n = 22, SV	250	18+18			48,6
90 kg/m ³	n = 22, SV	250	2x18+2x18			53,3
90 kg/m ³	n = 22, PV	250	18+18			48
90 kg/m ³	n = 22, PV	250	2x18+2x18			54,7
ohne	n = 22, SV	350	18+18			43,4
ohne	n = 22, SV	350	2x18+2x18			49,8
90 kg/m ³	n = 22, SV	350	2x18+2x18			54,9
90 kg/m ³	n = 22, SV	350	2x18+3x18			56,2

*) Beplankung mit reduzierter Anzahl an Befestigungsschrauben (n = 76; 4 Stück je Platte)

SV: Standardverbinder aus Metall, PV: Prototypverbinder

Quelle: © Fraunhofer IBP

Mitwirkende

Autorinnen und Autoren

Öhler, Sven (Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP)

Müller, Simon (Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP)

Weitere Mitwirkende

Kaltbeitzel, Bernd (Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP)

Dachtler, Nico (Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP)

Projektpartner und weitere Fördermittelgeber

Katzer, Richard (Austroflex Rohr-Isoliersysteme GmbH)

Simon, Friedhelm (EBD services)

Löchte, Olaf (TECE GmbH)

Sozialwissenschaftlicher Beirat

-

Fachliche Betreuung

Steffen Kisseler

BRÜGGMANN KISSELER INGENIEURE, Haan

Kurzbiographien



Dipl.-Ing. (FH) Öhler, Sven M.BP.

Bauphysikstudium HfT Stuttgart (2007) und Master of Building Physics Universität Stuttgart (2014); seit Mai 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter; seit Oktober 2014 Technischer Leiter (Prüfstellenleiter) im Prüflabor Akustik; seit Juni 2019 Gruppenleiter Bauakustik in der Abteilung Akustik am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart.



Dipl.-Ing. (FH) Simon Müller

Bauphysikstudium HfT Stuttgart (2008), seit März 2008 Technischer Angestellter am Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart; in allen Bereichen der Bauakustik tätig; seit Februar 2025 stellvertretender Technischer Leiter (Prüfstellenleiter) im Prüflabor Akustik am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP.

Literaturverzeichnis

- (1) Öhler, S.; Dr. Weber, L.; Mohr, J.; Kaltbeitzel, B.: „Lauschangriff im Bad“, IKZ-HAUSTECHNIK - Sonderheft 06/2018
- (2) DIN 4109-36:2016-07, Schallschutz im Hochbau – Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Gebäudetechnische Anlagen
- (3) Weber, L.; Kaltbeitzel, B.; Maysenhölder, W.: Verbesserung der Schalldämmung von leichten Ständerwänden bei tiefen Frequenzen. Bericht B-BA 2/2017 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (2017).
- (4) Weber, L.; Troll, A.; Öhler, S.: Geräuschübertragung durch technische Installationen im Leichtbau. Bericht B-AK 6/2018 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (2018).
- (5) DIN 4109-1:2018-01, Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
- (6) Öhler, S.; Müller, S.; Kaltbeitzel, B.: Schalldämmung von Trockenbau-Installationsregistern. DAGA-Tagung 2023, Hamburg, Seiten 312-315.
- (7) Öhler, S.; Müller, S.; Kaltbeitzel, B.; Dachtler, N.: Schalldämmung und Installationsgeräusche von Trockenbau-Installationsregistern. DAGA-Tagung 2024, Hannover, Seiten 318-321.
- (8) DIN EN 14366-1:2023-09, Bauakustik - Messung von Luftschall und Körperschall von gebäudetechnischen Anlagen im Prüfstand - Teil 1: Anwendungsregeln für Abwasserinstallationen
- (9) DIN 18180:2014-09, Gipsplatten - Arten und Anforderungen
- (10) DIN EN 520:2009-12, Gipsplatten - Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren
- (11) Mohr, J.; Weber, L.; Meister, A.: „Einfluss der Montage auf das Geräuschverhalten von Abwassersystemen“, DAGA 2010 - Berlin

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Montage eines vorgefertigten Trockenbau-Installationsregisters.	11
Abbildung 2 Labors für experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung der konstruktiven Einflussgrößen auf die Schallschutzeigenschaften	19
Abbildung 3 Typischer Verlauf der Schalldämmung eines zweischaligen Trockenbau-Bauteils mit Angabe der Berechnungsformeln für die Abschätzung der Koinzidenzfrequenz und der Masse-Feder-Masse Resonanz.	19
Abbildung 4 Projektteam, Kooperationspartner und deren Aufgaben im Projekt	20
Abbildung 5 Projektteam, Kooperationspartner und deren Aufgaben im Projekt	22
Abbildung 6 Aufbau einer Trennwand aus Installationsregistern im Wandprüfstand des Fraunhofer IPB.	24
Abbildung 7 Schraubmuster bei herstellerseitig empfohlener Anzahl von Befestigungsschrauben (linkes Bild; n = 271, Schraubabstand 150 mm) sowie bei einer praktischen Mindestanzahl von Befestigungsschrauben (rechtes Bild; n = 76, 4 Schrauben pro Platte).	25
Abbildung 8 Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss der Verschraubung. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße und die Anzahl der Schrauben je Seite angegeben.	25
Abbildung 9 Registerelement mit Tiefenstreben (Verbinder; linkes Bild) und im Hohlraum der Registerwand (rechtes Bild) zur stabilisierenden Verbindung der beiden Wandschalen (Schalenabstand bzw. Einbautiefe 25 cm).	26
Abbildung 10 Tiefenstreben (Verbinder) im Hohlraum der Registerwand zur stabilisierenden Verbindung der beiden Wandschalen. Installationswand mit insgesamt 32 Laschen aus Gipsbauplatten („GK-Laschen“, 8 Stück je Element, je mit 4 Schrauben befestigt; Abmessungen: Tiefe 25 cm, Höhe 20-25 cm, Dicke 18 mm).	27
Abbildung 11 Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss der Art der Tiefenstreben (Verbinder). In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die jeweiligen Verbinder aus Registerprofilen („Ref. 100 %“ mit 40 Metall-Verbinder) und Gipsplatten (32 Stück „GK-Laschen“) angegeben.	28
Abbildung 12 Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss des prozentualen Anteils von Metall-Tiefenstreben (Verbinder) im Vergleich zum Ausgangszustand. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die jeweiligen Anteile an Verbindern angegeben.	30
Abbildung 13 Registerelement mit schalltechnisch optimierten Tiefenstreben (Prototyp-Verbinder) bestehend aus 2 Halteklemmern, zwei Winkeln, einem Verbindungsblech und 4 Gummiunterlagscheiben (Schalenabstand bzw. Einbautiefe 25 cm).	31
Abbildung 14 Schalldämm-Maß der Registerwand unter Einfluss des entwickelten Prototypverbinder (PT25 %) und des prozentualen Anteils von Standardverbinder aus Metall im Vergleich zum Ausgangszustand. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die jeweiligen Art und Anteile an Verbindern angegeben.	33
Abbildung 15 Trennwand aus Installationsregistern im Wandprüfstand des Fraunhofer IPB mit Einblasöffnungen.	34
Abbildung 16 Schalldämm-Maß der Registerwand im Ausgangszustand (100 % Standardverbinder aus Metall) unter Einfluss der Einblasdämmung aus Steinwollegranulat mit einer Einblasdichte von ca.	

- 90 kg/m³. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die Registerwand mit und ohne EBD angegeben. 35
- Abbildung 17 Trennwand aus Installationsregistern im Wandprüfstand des Fraunhofer IBP mit Einblasöffnungen. Wand empfangsraumseitig mit einer zusätzlichen, dünnen PE-Folie zwischen Profilgerüst mit Einblasdämmung und den Beplankungsplatten. 36
- Abbildung 18 Schalldämm-Maß der Registerwand mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat mit einer Einblasdichte von ca. 90 kg/m³ unter Einfluss des prozentualen Anteils von Standardverbinder aus Metall im Vergleich zum Ausgangszustand mit 100 %. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die jeweiligen Anteile an Verbindern angegeben. 37
- Abbildung 19 Schalldämm-Maß der Registerwand mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (90 kg/m³) unter Einfluss ein- und zweilagiger Beplankung mit 18 mm dicken Gipsplatten. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der Anzahl der sende- und empfangsraumseitigen Beplankungsplatten angegeben. 38
- Abbildung 20 Herstellung der Teilregister in unterschiedlichen Wanddicken vor der abschließenden Beplankung mit Gipsplatten und der Befüllung mit Einblasdämmung. Bei der späteren Messung wurde die seitlich umlaufende Beplankung mit einem Trennschnitt versehen. 39
- Abbildung 21 Fensterprüfstand des Fraunhofer IBP mit schematisch angedeutetem Teil-Register. 41
- Abbildung 22 Einstellen des notwendigen Einblasdrucks zur Erreichung der gewünschten Einblasdichte des Steinwollegranulats. 42
- Abbildung 23 Schalldämm-Maße von Registerwänden unter Einfluss der Einblasdämmung aus Steinwollegranulat mit einer Einblasdichte von ca. 90 kg/m³. linkes Bild: Teil-Registerwand gemessen im Fensterprüfstand / rechtes Bild (vgl. Abbildung 16, grau hinterlegt): Registerwand gemessen im Wandprüfstand. In den Legenden sind die bewerteten Schalldämm-Maße für die Registerwände mit und ohne EBD angegeben. 43
- Abbildung 24 Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat unter Einfluss unterschiedlicher Einblasdichte von 140 kg/m³, 100 kg/m³, 90 kg/m³ und 80 kg/m³. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der jeweiligen Dichte der EBD angegeben. 44
- Abbildung 25 Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat unter Einfluss unterschiedlicher Wanddicken von 250 mm, 350 mm und 450 mm. Zusätzlich wurde ein zweiter Probekörper mit der Dicke von 250 mm (dünne grüne Kurve) vermessen. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der Wanddicke angegeben. 45
- Abbildung 26 Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden (Dicke 250 mm) mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte 90 kg/m³) unter Einfluss unterschiedlicher Art und Anzahl der Beplankungsplatten. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der Anzahl und der Dicke der Beplankungsplatten angegeben. 47
- Abbildung 27 Vertikalschnitt durch den Trockenbau-Installationsprüfstand am Fraunhofer IBP in Stuttgart. Aufbau von 2 Registerwänden im EG und UG zur Messung der Schalldämmung und der Installationsgeräusche gebäudetechnischer Anlagen. Aufteilung der Räume in Senderaum für die Messung von Installationsgeräuschen, Senderaum für die Messung der Luftschalldämmung und den Empfangsraum zur Messung der Schalldruckpegel der Sanitärinstallation und für die Luftschalldämmung. 48
- Abbildung 28 Installations-Registerwand mit WC-Installation, Trink- und Abwasserleitung während der Montage im Prüfstand des Fraunhofer IBP vor rückseitiger Beplankung mit Gipsplatten und Einbringen

der Einblasdämmung (links). Pegel/Zeit-Verlauf einer WC-Spülung mit großer Spülmenge und anzeigen der Geräuscherzeuger (rot: „Spülkasten“, blau: „Abwasser“, grün: „Befüllen“). 49

Abbildung 29 Vertikalschnitt durch den Trockenbau-Installationsprüfstand am Fraunhofer IPB 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). 50

Abbildung 30 Vertikalschnitt durch den Installationsprüfstand des Fraunhofer IPB. Links: Schalltechnisch günstige Montage des Abwasserrohrs mit Rohrschellen an der dem Installationsraum (Badezimmer) zugewandten Wandschale. Rechts: Schalltechnisch ungünstige Montage des Abwasserrohrs mit Rohrschellen an der Installationswand. 52

Abbildung 31 Installations-Registerwand. Links: Standard-Verbinder (S-TS, rot) und rechts: akustisch optimierte Prototyp-Verbinder (P-TS, grün). 53

Abbildung 32 Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden gemessen im Raum „UG“ des Installationsprüfstands P10 (Dicke 250 mm, beidseitig einlagig beplankt mit 18 mm Gipsplatten, Anzahl Verbinder je 22 Stück), gemessen ohne Einblasdämmung und mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³) unter Einfluss von Standard-Verbbindern (S.-Verb.) und den akustisch optimierten Prototyp-Verbbindern (P.-Verb.). In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit des Verbindertyps ohne EBD (links) und mit EBD (rechts) angegeben. 54

Abbildung 33 Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden gemessen im Raum „UG“ des Installationsprüfstands P10 (Dicke 250 mm, je 22 Stück Standard-Verbinder (S.-Verb.) bzw. akustisch optimierte Prototyp-Verbinder (P.-Verb.)), gemessen mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³), unter Einfluss der beidseitig einlagig (rot) oder zweilagig (grün) angebrachten Beplankung aus 18 mm Gipsplatten. In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit des Verbindertyps und der Anzahl der Gipsplatten angegeben. 55

Abbildung 34 Schalldämm-Maße von Teil-Registerwänden gemessen im „UG“ des Installationsprüfstands P10 (je 22 Stück Standard-Verbinder (S.-Verb.), gemessen mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³) und beidseitig zweilagig angebrachten Beplankung aus 18 mm Gipsplatten), unter Einfluss der Wanddicke mit 250 mm (rot) bzw. 350 mm (grün). In der Legende sind die bewerteten Schalldämm-Maße in Abhängigkeit der Wanddicke angegeben. 56

Abbildung 35 A-bewertete Schalldruckpegel L_{Aeq,n} bei Anregung des Abwassersystems mit konstantem Durchfluss von 2 l/s, von Teil-Registerwänden (Dicke 250 mm, beidseitig einlagig beplankt mit 18 mm Gipsplatten, Anzahl Verbinder je 22 Stück) gemessen im Empfangsraum im „UG“ des Installationsprüfstands P10, ohne Einblasdämmung (links) und mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³, rechts) unter Einfluss von Standard-Verbbindern (S.-Verb.) und den akustisch optimierten Prototyp-Verbbindern (P.-Verb.). In der Legende sind die A-bewerteten Summenpegel für den abgebildeten Frequenzbereich in Abhängigkeit des Verbindertyps ohne EBD (links) und mit EBD (rechts) angegeben. 57

Abbildung 36 A-bewertete Schalldruckpegel L_{Aeq,n} bei Anregung des Abwassersystems mit konstantem Durchfluss von 2 l/s, von Teil-Registerwänden (Dicke 250 mm, beidseitig einlagig beplankt mit 18 mm Gipsplatten, 22 Stück akustisch optimierten Prototyp-Verbbindern (P.-Verb.)) gemessen im Empfangsraum im „UG“ des Installationsprüfstands P10 unter Einfluss ohne Einblasdämmung und mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³). In der Legende sind die A-bewerteten Summenpegel für den abgebildeten Frequenzbereich in Abhängigkeit ohne und mit EBD angegeben. 58

Abbildung 37 Vertikalschnitt durch den Installationsprüfstand des Fraunhofer IBP mit Installations-Registerwand. Links: Registerwand ohne Einblasdämmung mit verminderter Schallabstrahlung der dem Empfangsraum zugewandten Wandschale infolge der reduzierten Körperschallanregung durch die Schwingungen der Abwasserrohrleitung. Rechts: Registerwand mit Einblasdämmung mit erhöhter tieffrequenter Schallabstrahlung der dem Empfangsraum zugewandten Wandschale infolge der Körperschallanregung durch die Schwingungen der Abwasserrohrleitung über die Einblasdämmung. 59

Abbildung 38 A-bewertete Schalldruckpegel $L_{Aeq,n}$ bei Anregung des Abwassersystems mit konstantem Durchfluss von 2 l/s, von Teil-Registerwänden (Dicke 250 mm, mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³), Anzahl Verbinder je 22 Stück) gemessen im Empfangsraum „UG“ des Installationsprüfstands P10 unter Einfluss von Standard-Verbbindern (S.-Verb.) und den akustisch optimierten Prototyp-Verbbindern (P.-Verb.) sowie beidseitig ein- und zweilagiger Beplankung mit 18 mm Gipsplatten. In der Legende sind die A-bewerteten Summenpegel für den abgebildeten Frequenzbereich in Abhängigkeit des Verbindertyps und der Anzahl der Beplankungsplatten angegeben. 60

Abbildung 39 A-bewertete Schalldruckpegel $L_{Aeq,n}$ bei Anregung des Abwassersystems mit konstantem Durchfluss von 2 l/s, von Teil-Registerwänden (beidseitig zweilagig beplankt mit 18 mm Gipsplatten, Anzahl S.-Verbinder je 22 Stück) gemessen im Empfangsraum „UG“ des Installationsprüfstands P10, mit Einblasdämmung aus Steinwollegranulat (Dichte ca. 85-95 kg/m³) unter Einfluss der Wanddicke von 250 mm (rot) und 350 mm (grün). In der Legende sind die A-bewerteten Summenpegel für den abgebildeten Frequenzbereich in Abhängigkeit Wanddicke angegeben. 61

Abbildung 40 Wandprüfstand P2 mit unterdrückter Flankenübertragung. 78

Abbildung 41 Fensterprüfstand P4. 80

Abbildung 42 Leichtbau-Installationsprüfstand P10. 82

Abbildung 43 Planunterlagen zur Installations-Registerwand im Prüfstand des Fraunhofer IBP im EG.84

Abbildung 44 Planunterlagen zur Installations-Registerwand im Prüfstand des Fraunhofer IBP im UG. 85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anteil der Tiefenstreben aus Metallprofilen in Prozent gegenüber dem Ausgangszustand. In den Skizzen sind die Positionen der Verbinder angezeigt. Im Unteren Bereich ist das Ergebnis des bewerteten Schalldämm-Maßes im Ausgangszustand (100 %) und die Verbesserung der Schalldämmung ΔR_w durch die jeweilige Maßnahme angezeigt.	29
Tabelle 2 Prototypverbinder und Anteil der Standardverbinder aus Metallprofilen in Prozent gegenüber dem Ausgangszustand. In den Skizzen sind die Positionen der Verbinder angezeigt. Im Unteren Bereich ist das Ergebnis des bewerteten Schalldämm-Maßes im Ausgangszustand (100 %) und die Verbesserung der Schalldämmung ΔR_w durch die jeweilige Maßnahme angezeigt.	32
Tabelle 3 Teil-Registerwände - Aufbauvarianten für die Parameterstudien zur Einblasdichte des Steinwollegranulats, der Gesamthohlraumdicke des Wandaufbaus und der Dicke und Anzahl der Beplankungsplatten.	39
Tabelle 4 Anzahl und Dicke der Beplankungsplatten der Teil-Registerwände gegenüber dem Ausgangszustand mit beidseitig 1 x 18 mm dicken Gipsplatten. In den Skizzen sind die Anzahl und qualitativen Dicken der Gipsplatten (türkis) sowie die Profile (grau) und der Wandhohlraum mit EBD (gelb) angezeigt. Im Unteren Bereich ist das Ergebnis des bewerteten Schalldämm-Maßes im Ausgangszustand (beidseitig 1 x 18 mm) und die Verbesserung der Schalldämmung ΔR_w durch die jeweilige Maßnahme angezeigt.	46
Tabelle 5 Installations-Registerwände - Aufbauvarianten für die Parameterstudien mit/ohne EBD, der Anzahl und Art der Verbinder (SV: Standardverbinder aus Metall, PV: Prototypverbinder), der Gesamthohlraumdicke des Wandaufbaus und der Dicke und Anzahl der Beplankungsplatten.	51
Tabelle 6 Aufbauvarianten von Installations-(Teil-)Registerwänden (Variationen: mit/ohne EBD, Anzahl und Art der Verbinder (SV: Standardverbinder aus Metall, PV: Prototypverbinder), der Gesamthohlraumdicke des Wandaufbaus und der Art, Dicke und Anzahl der Beplankungsplatten) und Messergebnisse für bewertete Schalldämm-Maße R_w bzw. $R'_{w,}$ gemessen in unterschiedlichen Prüfständen für Wände (P2), kleine Bauteile (P4) und für Musterinstallationswände (P10). hellgrün kennzeichnen bewertete Schalldämm-Maße ≥ 47 dB (Anforderung in DIN 4109 (5) z. B. an Wände in Übernachtungsräumen) dunkelgrün kennzeichnen bewertete Schalldämm-Maße ≥ 53 dB (Anforderung in DIN 4109 (5) z. B. an Wohnungstrennwände)	66

Anlagen

- Wandprüfstand P2 mit unterdrückter Flankenübertragung.
- Fensterprüfstand P4.
- Leichtbau-Installationsprüfstand P10.
- Planunterlagen zur Installations-Registerwand im Prüfstand des Fraunhofer IBP im EG.
- Planunterlagen zur Installations-Registerwand im Prüfstand des Fraunhofer im UG.

Abbildung 40
Wandprüfstand P2 mit unterdrückter Flankenübertragung.

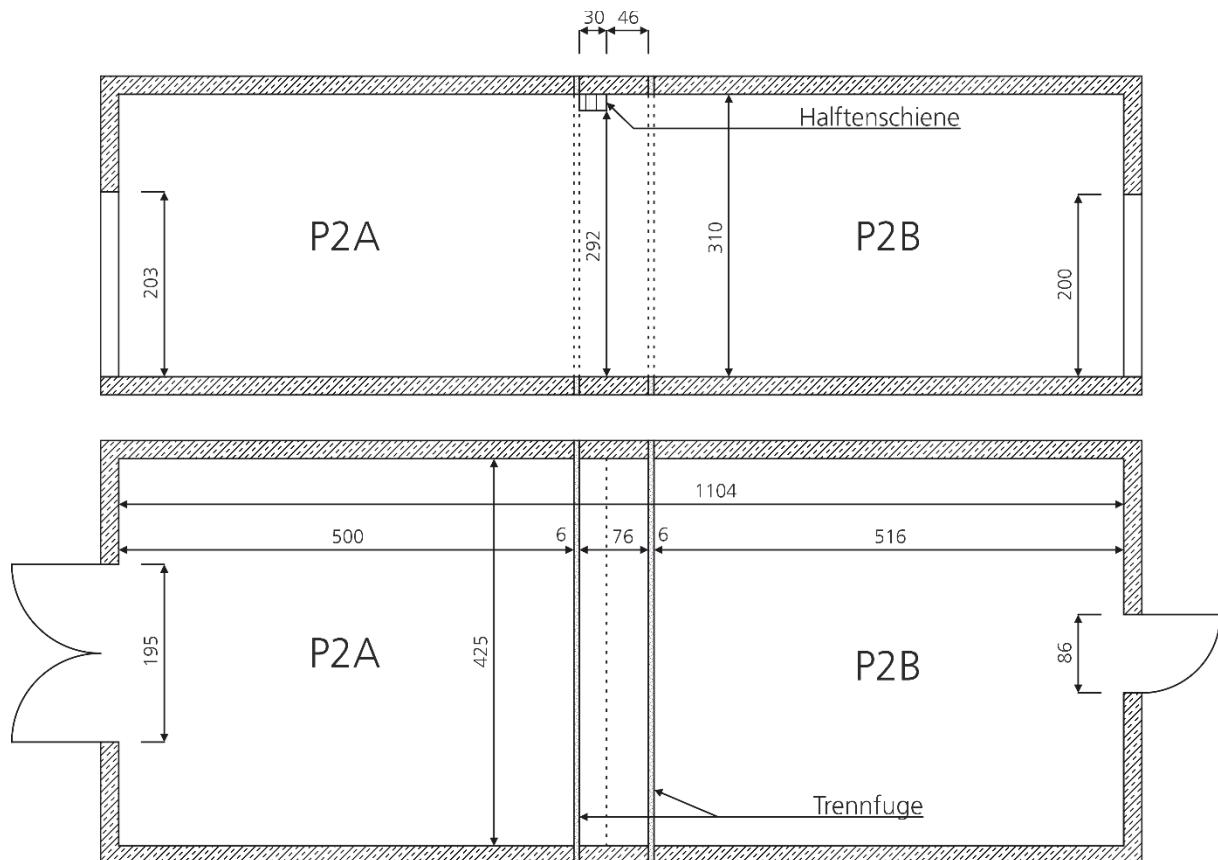


Messgröße	Schalldämm-Maß, Norm-Flankenschallpegeldifferenz Norm-Flankentrittschallpegel
Norm	DIN EN ISO 10140, DIN EN ISO 10848
Messobjekte	Hochschalldämmende Trennwände in Massiv- und Leichtbauweise, Kino-Trennwände, Fassaden, Dächer, Hohlraumböden, Doppelböden
Technische Daten	
Raumvolumen	66 m ³ und 76 m ³
Eingangstüren (H x B)	1,99 m x 0,835 m und 2,02 m x 1,95 m
Prüföffnung (H x B)	2,95 m x 4,25 m und 3,11 m x 4,25 m
Objektgröße (H x B)	2,93 m x 4,23 m und 3,09 m x 4,23 m
Maximal-Schalldämmung bezogen auf die Prüföffnung	$R_{max,w} = 89$ dB

Weitere Informationen

- Die Unterdrückung der Flankenübertragung erfolgt durch zwei umlaufende Trennfugen.
- In diesem Prüfstand können insbesondere Wandkonstruktionen mit hoher Schalldämmung bei tiefen Frequenzen, z. B. Trennwände für Kinos, untersucht werden.
- Die Höhe der Bauteile kann bis zur Rohdecke oder bis unter einen Sturz reichen.
- Pneumatisch bewegter Lautsprecher im Senderaum und Empfangsraum.
- Prüfstand mit Gabelstapler befahrbar
- Druckluft- und Elektroanschluss vorhanden.

Der Prüfstand eignet sich für die Messung der Luftschalldämmung von Wänden und Fassaden sowie der Luft- und Trittschalldämmung durch Hohlraumböden und Doppelböden.

Schnitt und Grundriss des Prüfstands (Maße in cm)

Quelle: © Fraunhofer IBP

Abbildung 41
Fensterprüfstand P4.

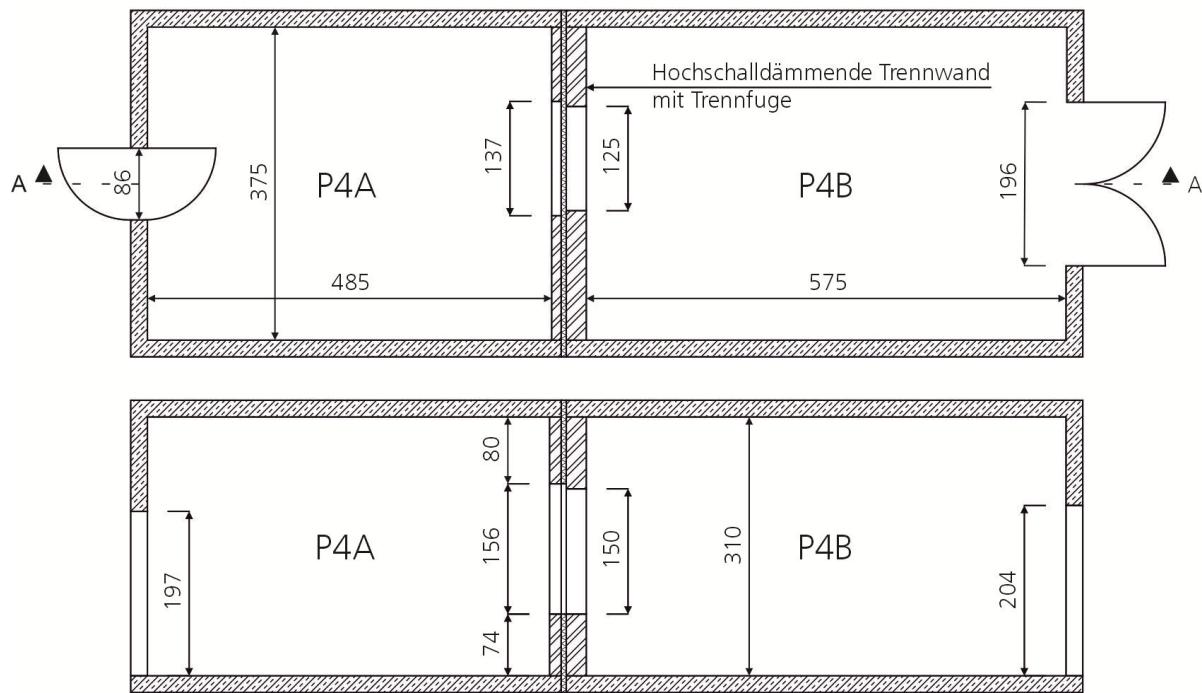


Messgröße	Schalldämm-Maß, Normalschallpegeldifferenz
Norm	DIN EN ISO 10140
Messobjekte	Fenster, Isolierglasscheiben, Rollladenkästen, Paneele, Lüftungselemente, Fugendichtungen, kleinformatige Bauteile (Revisionsklappen, Revisionstüren etc.)
Technische Daten	
Raumvolumen	Senderaum: 67 m^3 , Empfangsraum: 57 m^3
Eingangstüren (B x H)	Senderaum: $1,96 \text{ m} \times 2,03 \text{ m}$ Empfangsraum $0,83 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$
Prüföffnung (B x H)	$1,25 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$ oder $1,37 \text{ m} \times 1,56 \text{ m}$
Objektgröße (B x H)	$1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$ (Einbau in lichter Öffnung) $1,35 \text{ m} \times 1,54 \text{ m}$ (Einbau gegen Anschlag)
Maximal-Schalldämmung bezogen auf die Prüföffnung	$R_{\max,w} = 72 \text{ dB}$

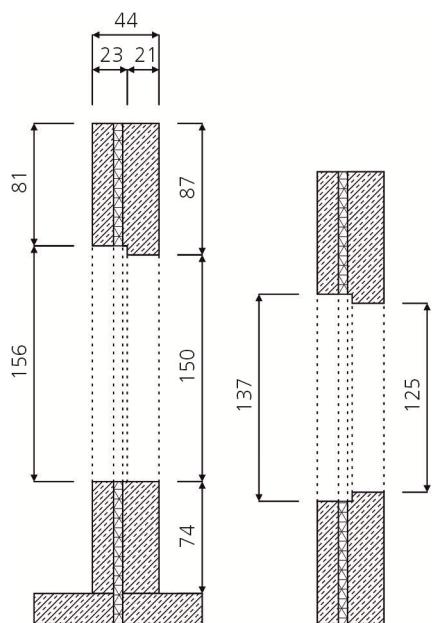
Weitere Informationen

- Fenster können stumpf oder gegen Anschlag eingebaut werden.
- Bei Bauteilen, die kleiner als die Prüföffnung sind wird die verbleibende Fläche mit einer hochschalldämmenden Maske verschlossen.
- Pneumatisch bewegter Lautsprecher im Senderaum und Empfangsraum.
- Prüfstand mit Gabelstapler befahrbar.
- Für schwere Elemente ist im Prüfstand ein Kran verfügbar (max. 1.000 kg).
- Druckluft- und Elektroanschluss vorhanden.

Schnitt und Grundriss des Prüfstands



Horizontal- und Vertikalschnitt der Prüffönnung (Maße in mm)



Quelle: © Fraunhofer IBP

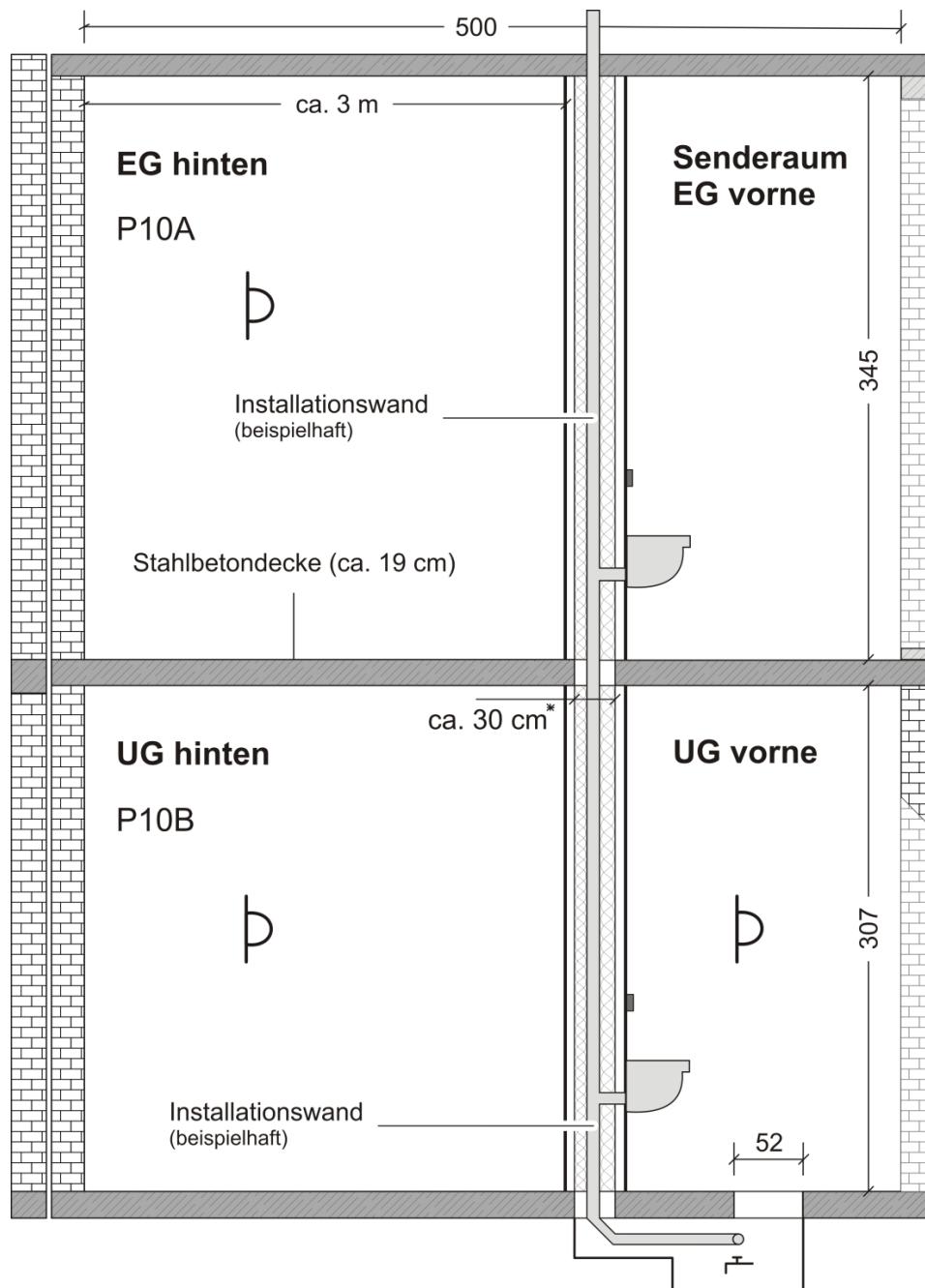
Abbildung 42
Leichtbau-Installationsprüfstand P10.



Messgröße	Installationsgeräusche
Norm	DIN 4109, VDI 4100, SIA 181 DIN EN ISO 10052
Messobjekte	Leichtbau (Trockenbau) Installationswände, Vorwand- und Inwandinstallationen Systemwände
Technische Daten	
Raumabmessungen (L x B x H)	EG gesamt: 5,00 m x 4,00 m x 3,45 m UG gesamt: 5,00 m x 4,00 m x 3,07 m
Eingangstüren (H x B)	EG: 1,95 m x 0,83 m UG: 1,99 m x 0,84 m
Trenndecke	Dicke ca. 0,19 m (Stahlbeton-Massivdecke)
Installationswände	beliebig

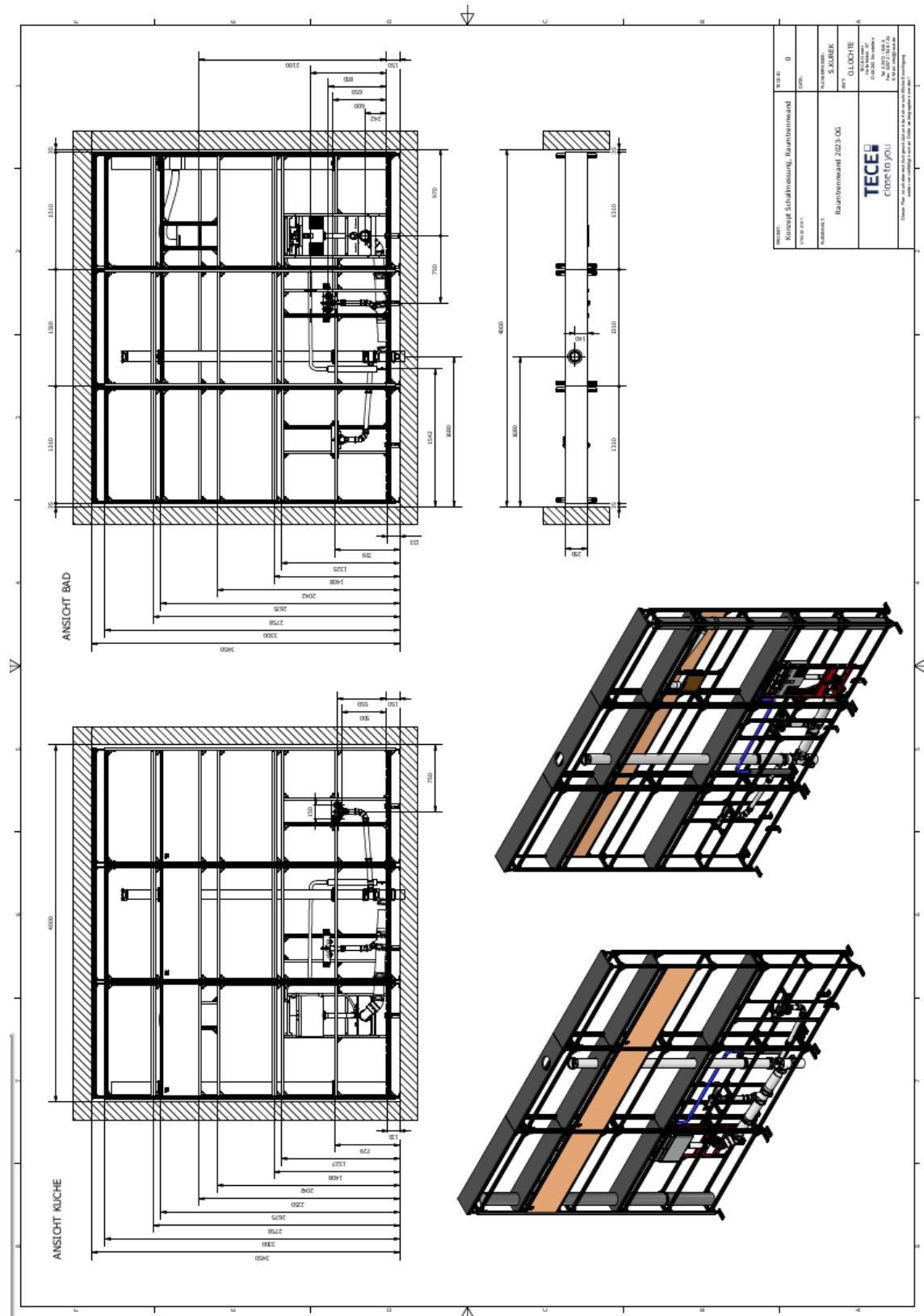
Weitere Informationen

- Prüfstand für Einbau kompletter Installationswände mit Installationen über zwei Stockwerke
- Regelbare Wasserversorgung im EG und UG (Fließdruck, Durchfluss)
- Musterbausituation (Prüfstand mit bauüblicher Flankenübertragung) aus zwei getrennten Wohneinheiten (EG und UG), Raumanordnung "Bad über Bad" mit je angrenzendem Wohnraum (schutzbedürftiger Raum)
- Die ermittelten Messwerte können zum Nachweis der in DIN 4109 und VDI 4100 festgelegten Schallschutzanforderungen herangezogen werden
- Aufgrund der Bauweise und der Raumanordnung des Prüfstandes können die Messwerte zudem in die Lärmempfindlichkeitsstufen nach SIA 181 (Schweizer Norm) eingestuft werden

Vertikalschnitt des Prüfstands (Maße in cm)

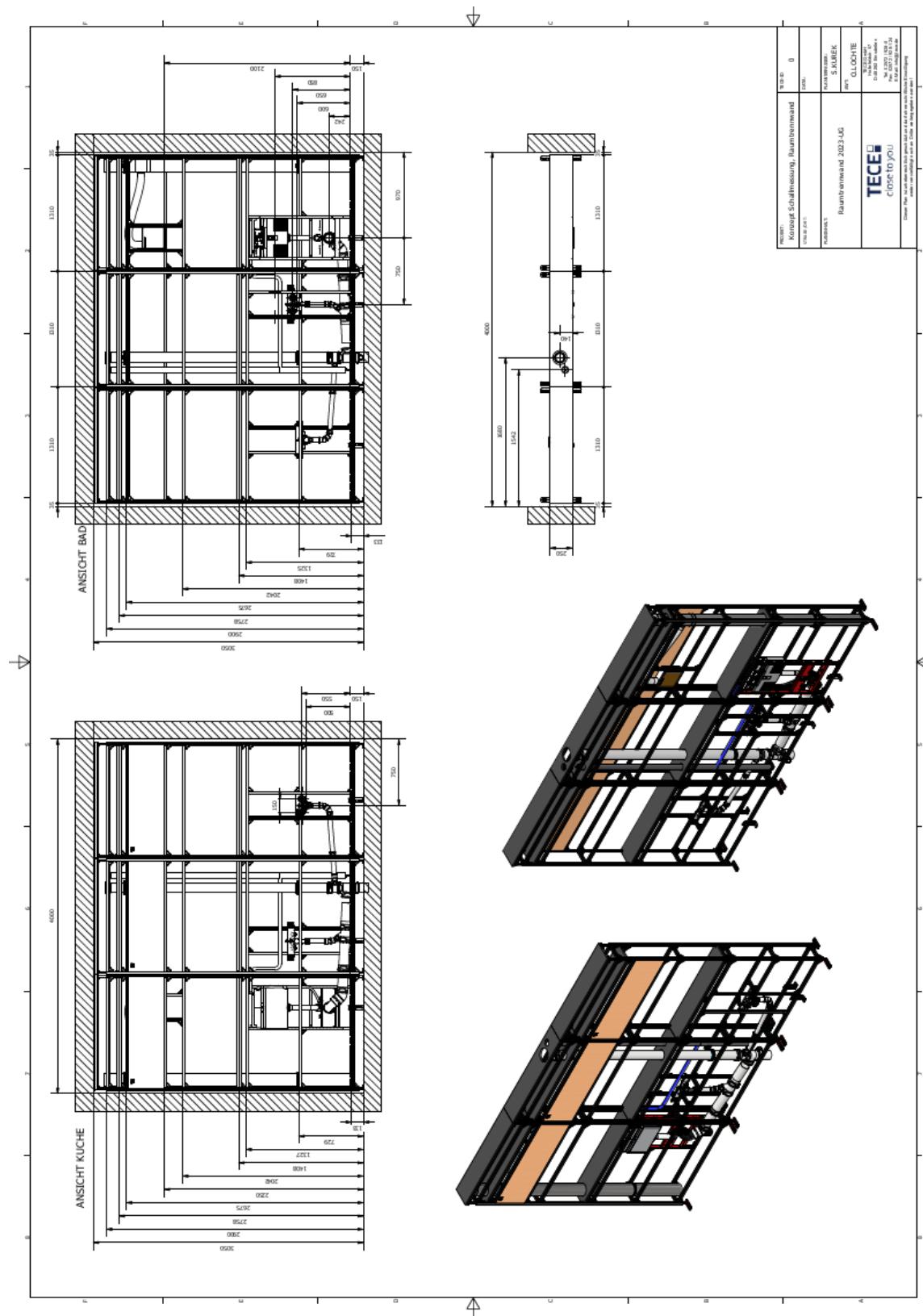
Quelle: © Fraunhofer IBP

Abbildung 43
Planunterlagen zur Installations-Registerwand im Prüfstand des Fraunhofer IBP im EG.



Quelle: © TECE GmbH

Abbildung 44
Planunterlagen zur Installations-Registerwand im Prüfstand des Fraunhofer IPB im UG.



Quelle: © TECE GmbH