Dipl.-Ing. CARSTEN RUHE
hörgerecht planen und bauen
Beratungsbüro für Akustik

Rethwisch 10
25497 Prisdorf
Tel: +49 4101 79 37 56
carsten.ruhe@hoeren-und-bauen.de
www.carsten-ruhe.de

Schallabsorbierende Wandpaneele (Bastelanleitung)

Warum überhaupt Wandpaneele?

(Wer nur „basteln“ will, kann diese „wissenschaftliche Begründung“ überschlagen und liest ab Seite 3.)

Raumakustische Notwendigkeiten: viel Direktschall, wenig Diffusschall

Personen, die darauf angewiesen sind, das Sprachsignal mit dem Hörgerät aus dem Raum heraus aufzunehmen, benötigen eine möglichst „trockene“ raumakustische Situation, die fast ausschließlich Direktschall-Anteile enthält. Die Diffusschall-Anteile sollen noch geringer sein, als dies für Guthörende ausreichend wäre. Jeder Diffusschall verschlechtert die Sprachverständlichkeit, weil er bereits wieder als Störsignal wirkt. Dies gilt bei Guthörenden erst für Schallsignale, die mehr als 35 ms gegenüber dem Direktschall verzögert sind. Bis etwa 35 ms wirken solche Schallanteile bei ihnen lautstärke- und verständlichkeitserhöhend.

Die größte Fläche im Raum, die man zur Schallabsorption heranziehen kann/muss, ist die Decke. Sie sollte zunächst vollflächig mit einem hochgradig schallabsorbierenden Material belegt werden. Damit wird die erste Raumdimension schalltechnisch behandelt.

Rückwandecho vermeiden

Eine stehende Lehrerin und die vorne sitzenden Schülerinnen hören bei horizontaler Schallausbreitung über die Köpfe der Schülerinnen hinweg ein Rückwandecho mit einer Zeitverzögerung von fast 50 ms. Dieses Echo verschlechtert die Sprachverständlichkeit, obwohl man es noch nicht bewusst als Einzel-Echo wahrnimmt[1]. Bringt man ein schallabsorbierendes Rückwandpaneel an, so entstehen für die horizontale Schallausbreitungsrichtung (und damit die zweite Raumdimension) angenäherte Freifeldbedingungen, weil das Rückwandecho entfällt. Der Sprachschallpegel nimmt gemäß **Abbildung 1** von 1 m Abstand bis zu den hinteren Plätzen um etwa 10 dB ab. Dies sind etwa 2,5 dB mehr als nach der Hallfeld-Theorie zu erwarten wäre. Somit ist entsprechend geringerer Diffusschall vorhanden, welcher die Sprachverständlichkeit verschlechtern würde. Der etwas geringere Nutzsignalpegel wird durch den deutlich geringeren Störgeräuschpegel mehr als wettgemacht. Zunächst erscheint

[1] Ruhe, C. (2019) Schallabsorbierende Wandpaneele? Ein MUSS in der Klassenraumgestaltung! HörPäd, H.2

es unglaublich, dass durch eine derartige Maßnahme das Signal/Rausch-Verhältnis sogar günstiger wird. Dies ist dadurch begründet, dass sich Schülerinnen in gedämpften Klassenräumen erheblich ruhiger verhalten als in hallenden. Sehr eindrücklich ist dieser Nachweis in der „Essex-Studie“[2] gelungen. Auch in zwei eigenen Veröffentlichungen von 2003 sind die Zusammenhänge ausführlich beschrieben [3] [4].

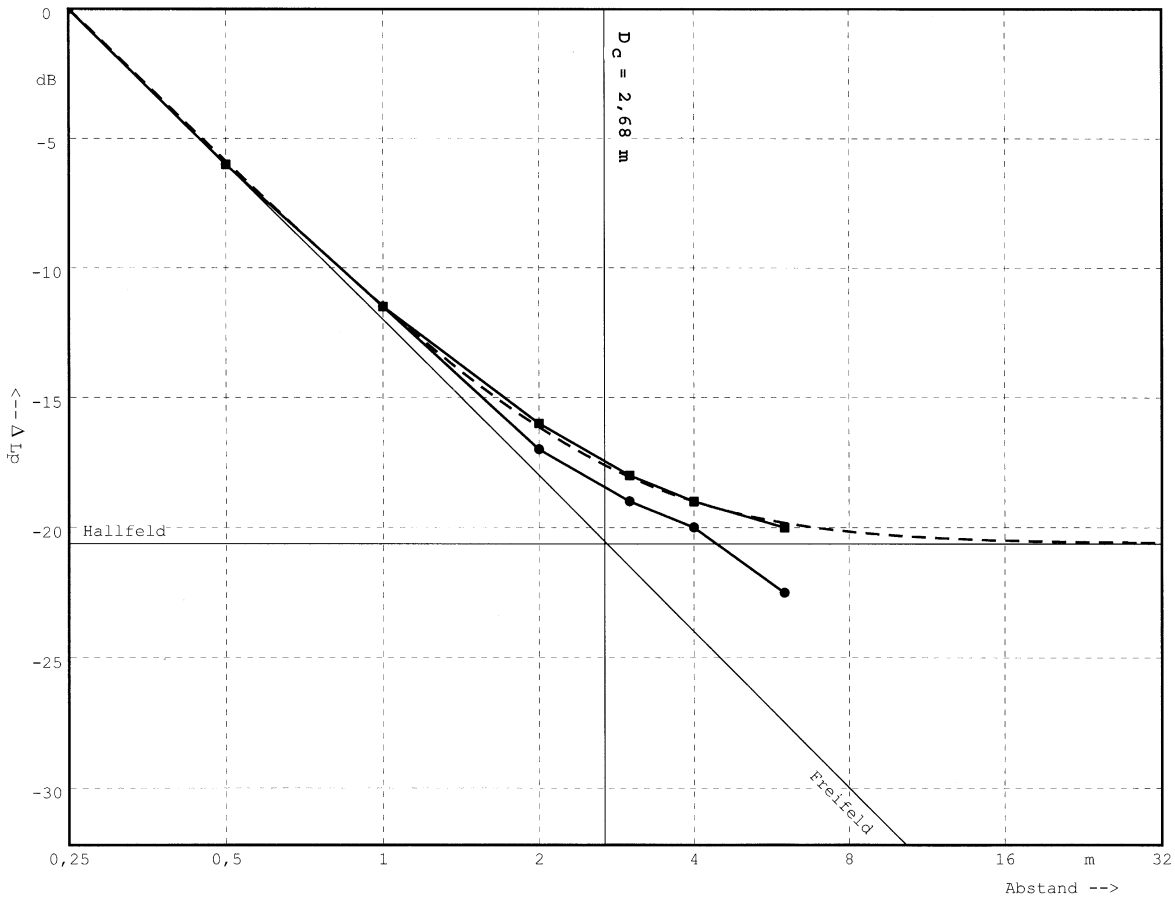


Abbildung 1: Schallausbreitung in verschiedenen Klassenräumen
oben: ohne schallabsorbierendes Rückwandpaneel liegt bei 3 m bis 6 m eine Hallfeldsituation vor
unten: mit schallabsorbierendem Rückwandpaneel liegen bei 3 m bis 6 m näherungsweise noch Freifeldbedingungen vor (Echofreiheit), weniger Diffusschall.

[2] Canning D, James A (2012) Essex Study Final Report: Optimised classroom acoustics for all. London South Bank University, The Association of Noise Consultants, St Albans
[3] Ruhe, C (2003) Klassenraumgestaltung für die Integrative Beschulung hörgeschädigter Kinder
[4] Ruhe, C (2003) Schulraum-Akustik aus der Sicht der Beratungspraxis. 9. Oldenburger Symposium zur psychologischen Akustik, Hören in Schulen, BIS, Oldenburg

Bastelanleitung

Anforderungen an Wandpaneele

Bisher ergaben sich bei zahlreichen Projekten regelmäßig folgende Anforderungen:

- hochgradige und breitbandige Schallabsorption
- gute Lichtreflexion
- optisch ansprechend
- hohe mechanische Stabilität (z.B. „ballwurfsicher“ nach DIN 18032)
- Brandschutz-Klassifizierung mindestens B1
- Allergie, Hygiene und Reinigung
- Umweltverträglichkeit
- geringe Gesamt-Konstruktionshöhe (bei Wandpaneelen ca. 40...100 mm)
- gängige Rastermaße mit wenig Verschnitt aber optimaler Ausnutzung der Flächen
- schnelle Verfügbarkeit
- handwerksgerechte Konstruktionen
- schneller Einbau (gegebenenfalls auch in Eigenhilfe / die Hausmeisterin)
- günstiger Preis
- geeignet für die Montage zwischen 0,8 m und 2,0 m (Ohrhöhe sitzender und stehender Personen, aber auch in Handreichweite)

Prinzipieller Aufbau

Die Wirkung eines schallabsorbierenden Wandpaneels wird besser, wenn sich hinter dem eigentlichen Absorber – also zur Wand hin – noch eine Luftschicht befindet. Sie ist aber nicht immer vorhanden.

Das schallabsorbierende Wandpaneel besteht zur Hauptsache (natürlich) aus der schallabsorbierenden Schicht.

Einige schallabsorbierende Materialien sind so stabil, dass sie keinen weiteren Beschädigungsschutz benötigen. Das gilt aber für viele Schaumstoffe nicht und auch nicht für alle Mineralwolleplatten.

Nicht jede Oberfläche ist dauerhaft ansehnlich. Auch werden schallabsorbierende Wandpaneele gern in die optische Raumgestaltung einbezogen. In beiden Fällen sind raumseitig entweder eine Farbbehandlung oder eine Sichtabdeckung vorzusehen.

Das Schallabsorptionsmaterial muss an/vor der Wand angebracht werden. Dazu benötigt man einen Rahmen bzw. eine Unterkonstruktion (UK).

Luftschicht

Die Wirkung des schallabsorbierenden Wandpaneels wird – besonders bei den tiefen Tönen – besser, wenn sich hinter dem eigentlichen Absorber –also zur Wand hin – noch eine Luftschicht (meist zwischen 40 mm und 60 mm) befindet. Weil Rückwandechos häufig im hochfrequenten Bereich der Zisch- und Explosivlaute stören, ist die Luftschicht aber (wenn der Absorber selbst mindestens 40 mm dick ist) nicht zwingend notwendig.

Schallabsorbierende Schicht

Typische Absorber bestehen aus Mineralwolle, Holzwolle oder offenporigem Schaumstoff, seit kurzem auch aus Polyesterfaser-Filz (aus dem PET-Flaschen-Recycling). Bei den Mineralwolle-Absorbern gibt es solche aus Steinwolle (z. B. Rockwool) mit dickeren Fasern und solche aus Glaswolle (z. B. Isover) mit dünneren Fasern. Für die Wirksamkeit ist der „Schallabsorptionsgrad“ des Materials wichtig, der möglichst nahe bei $\alpha = 1$ liegen soll. Einige Hersteller (billiger) Schaumstoffe geben den Wert nicht an. Dann ist Vorsicht geboten!

Ersatzweise kann man auch nach dem „längenbezogenen Strömungswiderstand“ beurteilen. Er gibt einen Kennwert dafür an, wie leicht die Luftbewegung (der Schall) in das Material eindringen kann und wie stark sie dort abgebremst (und somit in Wärme umgewandelt) wird. Normgemäß soll dieser Wert 5…50 kNs/m^4 (bzw. 5…50 kPa/m^2 oder auch 5…50 Rayl/cm) betragen. Platten mit 5…30 kNs/m^4 sind weicher, die mit 30…50 kNs/m^4 sind mechanisch stabiler und damit besser handwerklich zu verarbeiten. Weil in denen mehr Stein- / Glaswollematerial verarbeitet ist, sind sie leider auch teurer.

Die typischen schallabsorbierenden Wandpaneele aus oberflächenfertig kaschierten Stein- oder Glaswolleplatten sind meistens etwa 40 mm dick und werden direkt vor den Wänden montiert, zum Beispiel das Wall-Panel C, Oberfläche Texona, Fabrikat Ecophon oder das Wandpaneel VertiQ, Fabrikat Rockfon. Mit dem festen Hintergrund (als Abstützung) verringert sich die Gefahr der Beschädigung beim stumpfen Stoß oder Schlag. Einige der Materialien sind auch ballwurfsicher lieferbar.

Wenn Wandpaneele aus einer hinteren Absorptionsschicht und einer vorderen Sichtabdeckung mit Beschädigungsschutz bestehen sollen, dann sollten die schallabsorbierenden Mineralfaserplatten im Hohlraum mindestens 40 mm

dick sein. Bei dünneren Platten besteht die Gefahr, dass sie im Laufe der Zeit einknicken und nach unten sacken.

Beschädigungsschutz

Einige schallabsorbierende Materialien, z. B. hochverdichtete Mineralfaserplatten sind so stabil, dass sie keinen weiteren Beschädigungsschutz benötigen. Weiche Mineralwolleplatten und viele Schaumstoffe sind dagegen mechanisch sehr empfindlich. Als Beschädigungsschutz kommen z. B. Holzwolleplatten (Heradesign, Troldtekt), Polyesterfaser-Filz (Top-Sport, Knauf, Filzfabrik Fulda) gelochte oder geschlitzte MDF-Platten oder auch Lochbleche in Frage. Gipskarton-Lochplatten (Knauf, Rigips) sind dagegen für Wandpaneele vielfach nicht bruchfest genug, sondern eher als Deckenbekleidungen geeignet. Knauf bietet seit einiger Zeit mit „Cleaneo Go“ ein Plattenelement mit quadratischen Löchern 3,5 mm für direkte Verschraubung in einer Holz-UK an, das recht stoßfest sein soll. Eine Prüfung auf Ballwurfsicherheit liegt aber noch nicht vor.

Der Perforationsgrad der Abdeckung muss möglichst hoch sein, damit der Schall auch durch die Löcher/Schlitze hindurch bis in die eigentliche Absorptionsschicht gelangt. Das erfordert mindestens 18 % Lochanteil und einen Lochdurchmesser, der mindestens der Materialdicke entspricht (bei Lochblech >3 mm, bei MDF-Platten >15 mm). Lochbleche gehen bei Stoß oder Schlag zwar nicht kaputt, verbeulen aber und diese Beulen sind nicht mehr zu beseitigen. Wenn Lochbleche aus Stahl bestehen, werden sie oft auch als Magnet-Pinnwände „mitbenutzt“ (das ist bis zu 30% der Fläche auch durchaus zulässig). Optimal stabil mit gleichzeitig einer gewissen schallabsorbierenden Wirkung des Beschädigungsschutzes ist die feinwollige Holzwolle, allerdings müssen diese Platten für die Einstufung „ballwurfsicher“[5] gemäß Prüfzeugnis mindestens 35 mm dick sein. Polyesterfaserfilz ist bereits in 25 mm Dicke ballwurfsicher. Knauf hat inzwischen sogar ein entsprechendes Prüfzeugnis für die nur 10 mm dünnen Elemente „Single Smart“, wenn diese in einer Holz-UK verschraubt werden, Genaueres dazu kommt weiter unten.

Sichtabdeckung

Schallabsorbierende Wandpaneele werden gern in die optische Raumgestaltung einbezogen (als „Farbtupfer“ oder auch als Bildelemente). Auch ist nicht jede Oberfläche dauerhaft ansehnlich. Dann sind raumseitig entweder eine

[5] DIN 18032-3:2018-04, Prüfung der Ballwurfsicherheit

Farbbehandlung oder eine Sichtabdeckung (z. B. aus Stoff) vorzusehen. Holzwolleplatten sind serienmäßig in verschiedenen Farben lieferbar. Mehrere Hersteller bringen Fotos (nach Wunsch) auf schalltransparente Stoffbahnen, die dann als raumgestaltende Elemente genutzt werden können. Demnächst soll man auch Platten aus weißem Polyesterfaserfilz mit Fotos bedrucken können, ohne dass die Schallabsorption leidet. Ecophon liefert das Wandpaneel „Texona“ in weiß, schwarz, drei Graustufen und einigen Uni-Farben. Knauf Single Smart gibt es bisher in weiß, hellgrau und anthrazit. Für Schulen und KiTas halte ich das hellgraue für am besten geeignet.

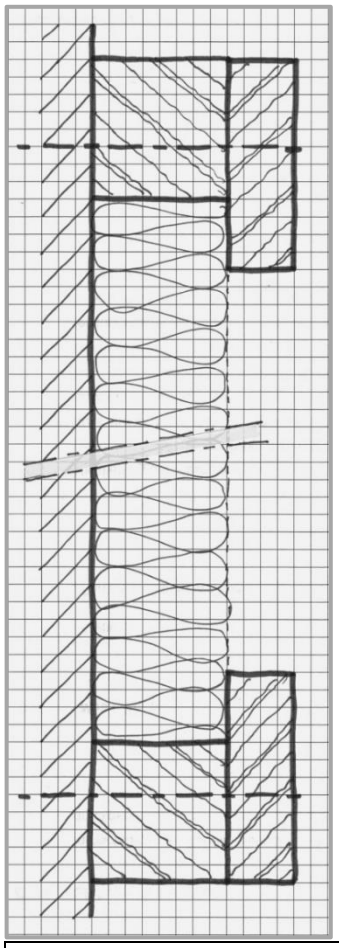
Die schallabsorbierenden Mineralfaser-Wandpaneele, z. B. das Ecophon Akusto Wall-Panel C mit Oberfläche Texona, werden jeweils zu 4 Elementen einer Verpackungseinheit geliefert. Die Elemente sind 2,7 m lang und 0,6 m breit. Wenn man sie in der Länge halbiert, dann hat man 8 Elemente von jeweils 1,35 m Höhe und 0,6 m Breite, in der Summe also 4,8 m, zur Verfügung. Diese könnten so angebracht werden, dass sie direkt oberhalb der Stuhllehnenhöhe beginnen und dann bis in etwas größere Höhe als 2,2 m reichen. Rockfon VertiQ hat eine Liefer-Länge von 2,4 m, nach der Halbierung also 1,2 m, ist aber ansonsten identisch.

Knauf Cleaneo Single Smart gibt es zu vier Stück 1,2 m x 1,2 m im Karton. Damit kann man ebenfalls ein Wandpaneel 1,2 m x 4,8 m herstellen. Und Knauf Cleaneo GO ist jeweils zu acht Elementen 0,6 m x 0,6 m verpackt. Da benötigt man für die gleiche Fläche dann zwei Kartons.

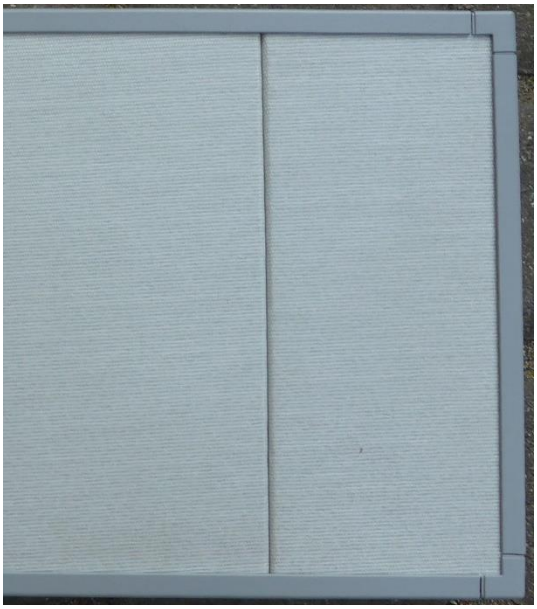
Alle Hersteller liefern als minimale Mengen jeweils einen Karton, der immer ausschließlich Platten der gleichen Farbe enthält.

Rahmen und (Unter)-Konstruktionen

In den meisten Fällen ist es sinnvoll, schallabsorbierende Wandpaneele mit einem Rahmen einzufassen. Hierzu stehen bei einigen Herstellern stranggepresste Aluminium-Profile zur Verfügung, aber auch einbrennlackierte Stahlblechprofile und handwerklich hergestellte Rahmen aus Holz sind üblich. Aluminiumprofile mit Nut bieten die Möglichkeit, großformatige Fotos mit einem Keder einzuklemmen (und bei Bedarf auch auszutauschen). Die Aluminium-Profile sind optisch sehr ansprechend gestaltet, auch mit werksmäßig vorbereiteten Ecken (siehe nächste Seite), sie haben aber den Nachteil der recht hohen Kosten.



Insbesondere dann, wenn die schallabsorbierenden Wandpaneele nur für einen gewissen Zeitraum eingebaut werden (zum Beispiel weil anschließend eine Klassenraum-Sanierung ansteht), kann man zwar die sehr stabilen Mineralwolle-Platten mit fertiger Oberflächen-Kaschierung verwenden, sie aber in einen handwerklich hergestellten Holzleisten-Rahmen einstellen, wie dies in der nebenstehenden Abbildung zu sehen ist. Dazu verwendet man einen umlaufenden Rahmen aus Holzprofilen 40 mm x 40 mm, in welchen dann die ebenfalls 40 mm dicken Platten eingestellt werden. Abschließend wird eine umlaufende 60 mm breite und 20 mm dicke Abdeckung aus Holzleisten aufgeschraubt, welche an den Ecken auf Gehrung gearbeitet sind. Alle für den Rahmen benötigten Materialien sind im Baumarkt erhältlich und müssen lediglich geschliffen, an den Kanten gebrochen und gegebenenfalls angestrichen werden.

	
Mineralfaser-Paneel mit Elementstoß und Aluminium-Rahmen	Holzwollepaneel auf Holz-UK 40/40 mit 40 mmMineralwolle-Einlage, während der Montage

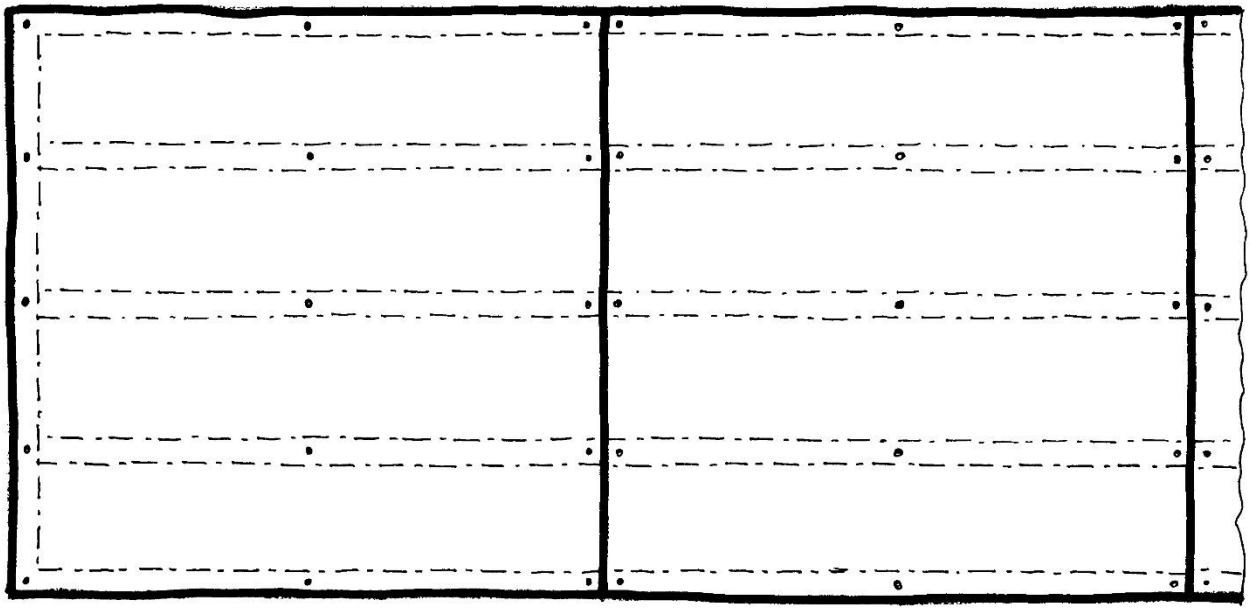
Für die Montage von Holzwolleplatten wird zunächst (angepasst an die Fugen der Platten) an der Wand eine UK montiert, die mindestens 40 mm tief (dick)

ist, besser jedoch 60 mm. Dann können Mineralfaser- oder offenporige Schaumstoff-Platten eingelegt werden, bevor die Holzwolleplatten (sichtbar) angeschraubt werden. (Achtung: vorher Drehmomentbegrenzung einschalten!) Die Hersteller liefern dazu auch Schrauben mit farbig angepassten Köpfen. Auf dem Foto oben stehen die Platten (zum Ausgleich geringer handwerklicher Ungenauigkeiten) allseitig ca. 20 mm über den Rahmen hinaus.

Filze aus Polyesterfasern werden von verschiedenen Herstellern in 10 mm und 25 mm Dicke geliefert (inzwischen beide mit Prüfzeugnis auf Ballwurfsicherheit). Für diese Platten verwendet man gleichartige Unterkonstruktionen wie oben beschrieben. Die Filze sind so stabil, dass man sie – in gleicher Weise wie die Holzwolleplatten – sichtbar in der UK verschrauben kann. Ein eigener Versuch hat gezeigt, dass man dabei nicht einmal Unterlegscheiben unter den Schraubenköpfen braucht und trotzdem reißt nichts aus. Wenn man die Drehmomentbegrenzung richtig einstellt, dann ziehen sich die Schraubenköpfe ein wenig in die Platten hinein. Dabei bildet sich ein kleiner Krater und eine Verletzungsgefahr ist ausgeschlossen. Diese PET-Filze werden (abhängig vom Hersteller) in den Formaten 1,2 m x 1,2 m, 1,20 m x 2,40 m oder 2,0 m x 3,0 m geliefert. Letztere kann man ohne Verschnitt aufteilen auf „handliche“ Größen von z. B. 0,6 m x 2,0 m, 1,0 m x 2,0 m oder auch 1,5 m x 2,0 m.

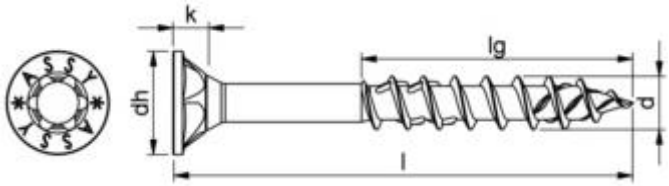
Wenn man hinter den Paneelen umlaufend Abschlussleisten anordnet, dann sollten die vertikalen Leisten bei Holzwolleplatten und 25 mm PET-Filzen keinen größeren Achs-Abstand als 60 cm aufweisen, um den Prüfzeugnissen für die Ballwurfsicherheit zu entsprechen. Für die (kostengünstigeren) 10 mm PET-Filze Cleaneo Single-Smart und die Gips-Lochplatten Cleaneo GO von

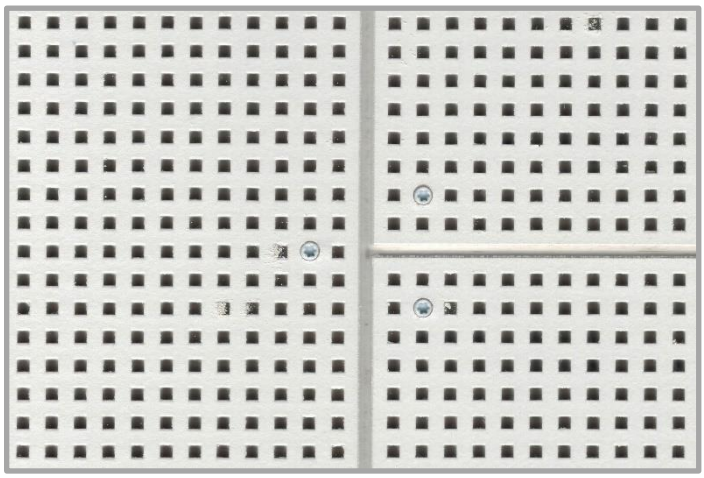
Knauf darf der Achsanstand maximal 30 cm betragen. In der folgenden Abbildung ist das für zwei der vier Single-Smart-Paneele skizziert. Als UK wurde KVH 40/60 mm angenommen. Wenn man bei diesen Polyesterfilz-Platten die Zwischen-Lattung in 30 cm Abstand horizontal anbringt, dann erhält man jeweils auf dieser Höhe auch einen festen Hintergrund zum Eindrücken von Pinnnadeln. Die Hohlräume sind hier (wie auch bei den Holzwolleplatten) mit 40 mm Mineralwolle-Trennwandplatten zu füllen.



gestrichelt: Holz-UK 40/60mm, Punkte: Schrauben

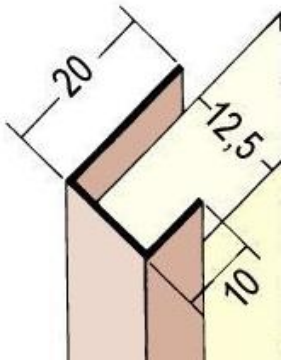
Im Prüfzeugnis zur Ballwurfsicherheit sind die verwendeten Schrauben haarklein aufgeführt. Die Typbezeichnung lautet Würth ASSY 4 CSMP 4X40/24 mm und dazu findet man dieses Bild:





Auch für die Gips-Lochplatten Cleaneo-Go liefert Knauf die passenden Schrauben, welche nur beim genauen Hinsehen erkennbar sind. Bei dem Muster, das man mir zur Verfügung gestellt hat, sind die Platten „im Verband“ angeordnet und nicht im „Kreuz-Stoß“, wie er bei den Wandpaneelen wohl eher angewendet wird.

Die äußeren Ränder dieser Gipsplatten sind etwas empfindlich. Deshalb sollte man sie mit einem auf Gehrung geschnittenen Kunststoff-Einfassprofil (vorne 10 mm, hinten 20 mm) sichern, welches vor dem Verschrauben der Randplatten aufgeschoben und mit den Schrauben gesichert wird. Hierfür eignet sich z. B. das Protektor-Profil 3741.



Hersteller und Lieferanten

Häufig benötigt man für die Herstellung schallabsorbierender Wandpaneele nur wenige Quadratmeter Material. Solche „Mindermengen“ werden oft mit hohen Aufschlägen verkauft. Etliche Bezugsquellen für kleine Mengen gibt es auf meinen Internetseiten im Link-Bereich. Auch zahlreiche Hersteller von flächigen Schallabsorbern und von Schallabsorber Elementen sind dort zu finden.

Aus Kostengründen soll oft mit Melaminharz-Schaumstoff (Basotect®) gearbeitet werden, welcher von verschiedenen Anbietern veredelt wird (z.B. Lahnau Mikropor AS VE). Dieses Material ist aber nicht für die Montage in Handreichweite geeignet, weil es nicht stoßfest ist. Oft wird es deshalb direkt unterhalb der Decke – und damit nur an der zweitgünstigsten Stelle – angeklebt. Dann sollte man es aber dreiseitig umlaufend (an Stirnwand, Flurwand und Rückwand) montieren.

Pinnen erlaubt!

Immer wieder wird gefordert, die Wandpaneele keinesfalls als Pinnwände zu „missbrauchen“. Aus akustischer Sicht gilt diese Forderung nur begrenzt. 80 g-Papier darf man ohne nennenswerte Nachteile vollflächig aufbringen. Bei Karton oder laminierten Flächen sollten nicht mehr als 30 % des Paneels abgedeckt sein. Die Nadeln sollten aber nur in Materialien gedrückt werden, die das auch ohne großen Widerstand erlauben, also nicht in Gips und nicht in grobfaserige Holzwolle.

Dipl.-Ing. CARSTEN RUHE
hörgerecht planen und bauen
Beratungsbüro für Akustik
www.carsten-ruhe.de