

8 Bauliche Vorgehensweise zur Raumakustik

8.1 Schallabsorbierende Unterdecke

Für den größten Anteil der Decke sollte man selbsttragende Mineralfaserdeckenplatten im sichtbaren T-Schienen-System verwenden. Derartige Platten sind scharfkantig erhältlich, (Prinzipiskizze in **Abbildung 8-1**), oder auch mit Stufenfalz (**Abbildung 8-2**).

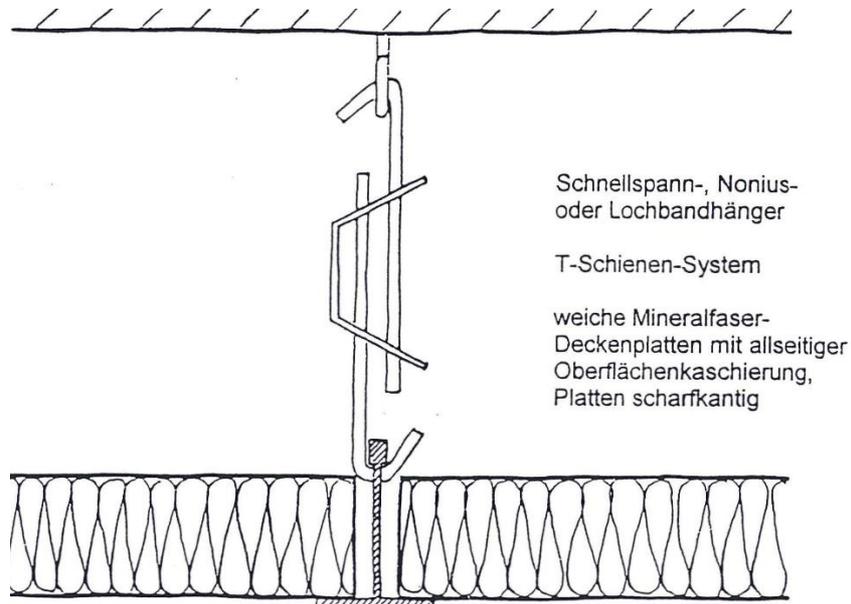


Abbildung 8-1 selbsttragende Mineralfaserdeckenplatten im sichtbaren T-Schienen-System, Platten scharfkantig (Kantentyp A)

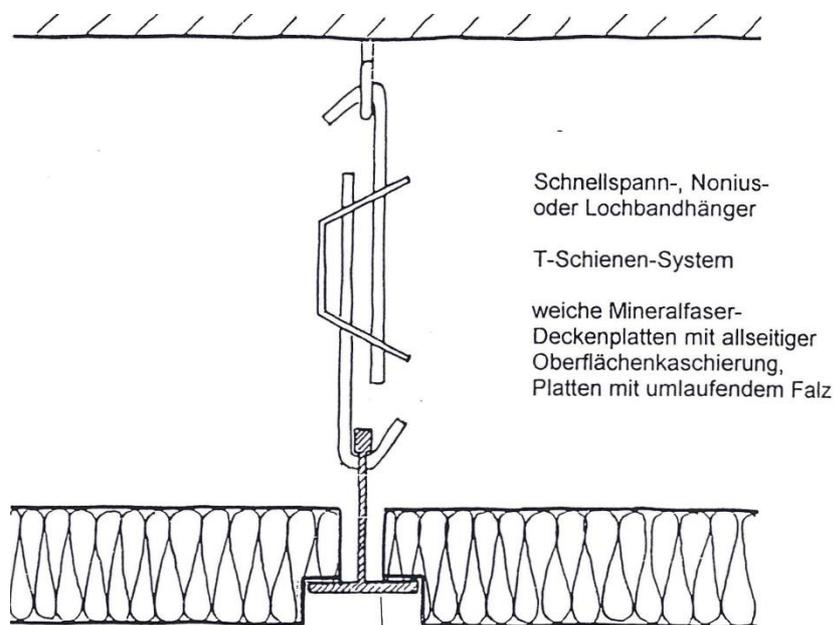


Abbildung 8-2 selbsttragende Mineralfaserdeckenplatten im sichtbaren T-Schienen-System, Platten mit Stufenfalz (Kantentyp E)

Die (hier nur beispielhaft benannten) Hersteller Ecophon, OWAcooustic und Rockfon liefern diese Platten sowohl im deutschen Rastermaß von 62,5 cm als auch im internationalen Rastermaß von 60 cm. Die typischen Luftauslasskästen und Quadrat-Leuchten sind in beiden Rastermaßen lieferbar. Somit kommen z. B. folgende Plattentypen mit hochgradiger Schallabsorption infrage:

<u>Hersteller</u>	<u>scharfkantig</u>	<u>mit Stufenfalz</u>
Ecophon	Focus A	Focus E
OWAcoustic	Brillanto A S3	Brillanto A S15b
Rockfon	Sonar A24	Sonar E24

Tabelle 8-1 Beispiele für Deckenplatten mit hoher Schallabsorption

Prinzipiell sollte man jeweils einen Spiegel aus schallabsorbierenden Platten im vollen Format ohne Zuschnitte einbauen und dieses Deckenfeld z. B. mit einem schmalen Gipskarton- oder Holzries einfassen. Auf diese Weise ist man mit dem Rastermaß der weiter unten beschriebenen Wandbekleidungen (60 cm) von dem Rastermaß der Deckenplatten (60 cm oder 62,5 cm) unabhängig. Ein solcher Fries vor den Fenstern ermöglicht auch eine einfachere Befestigung von Vorhangschienen an der stabileren Unterkonstruktion als an den leichten Schienen einer schallabsorbierenden Decke. Dieser Fries sollte möglichst schmal sein, sodass der schallabsorbierende Deckenanteil möglichst groß wird. Genaueres ist anhand eines Deckenspiegels festzulegen, der auch die Leuchtenkörper und die Luft-Ein- und -Auslässe zeigt. Auch der Aufschlag-Bereich des inneren Fensterflügels ist zu bedenken. Das gilt insbesondere dann, wenn die Unterkante der schallabsorbierenden Decke wegen zu geringer Rohbau-Höhe bereichsweise tiefer eingebaut werden muss als die Oberkante des Fensterflügels.

Günstig ist, wenn der Fenstersturz relativ niedrig liegt (oder wenn man einen vorhandenen Oberlicht-Flügel mit einer Blende verkleiden kann). Diese Höhe hat man dann für die schallabsorbierende Unterdecke zur Verfügung. Damit ergibt sich Platz für die Höhe der Luftauslasskästen und man kann auch die flexiblen Lüftungskanäle im Deckenhohlraum passend verziehen. LED-Leuchten-Elemente sind deutlich flacher als die Luft-Auslasskästen. Bei einer typischen Bauhöhe der für die recht geringen Volumenströme benötigten Luft-Auslasskästen von etwa 215 mm benötigt man für die schallabsorbierende Unterdecke eine totale Konstruktionshöhe von etwa 300 mm, damit das Einbringen und Befestigen dieser Auslasskästen handwerklich möglich ist.

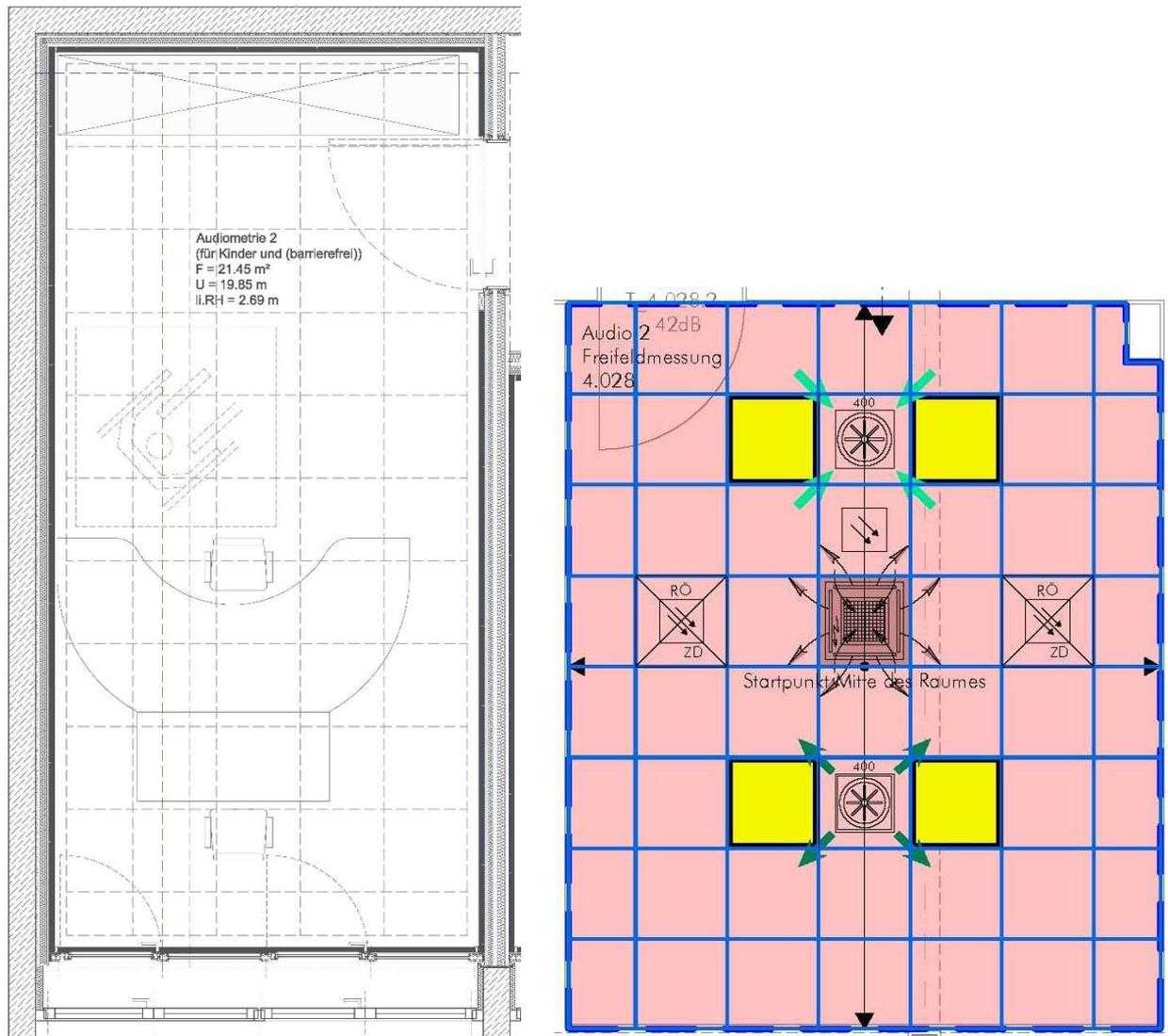


Abbildung 8-3 Beispiele von Deckenspiegeln mit absorbierenden Deckenplatten, Gipskartonfries (links), Luftauslasskästen und Lampen (rechts)

Schallabsorbierende Unterdecken sollten nicht nur im Hörprüfraum, sondern weiterhin auch in der Anmeldung, im Wartebereich, im Flur vor dem Hörprüfraum und im Besprechungsraum eingezogen werden. Dies sind zwar keine Hörprüfräume, aber eine gute Sprachverständlichkeit ermöglicht leisere Gespräche und bewirkt (nach dem sogenannten „Lombard-Effekt“) auch ein leiseres Verhalten. Damit verringert sich wiederum die Gefahr des Mithörens vertraulicher Daten durch unbeteiligte Personen.

8.2 Tiefton-Absorber

Bei den üblichen schallabsorbierenden Unterdecken ist für die tieffrequente Schallabsorption in der Oktave von 125 Hz eine ergänzende Maßnahme notwendig. Hierzu bietet es sich an, 80 mm bis 100 mm dicke Mineralfaserplatten mit einem längenspezifischen Strömungswiderstand zwischen 5 und 50 kNs/m⁴ (z. B. „Trennwandplatten“) auf einige Bereiche der schallabsorbierenden Deckenplatten aufzulegen. Eine besonders günstige Wirkung zeigen diese Auflagen dann, wenn sie im Raumwinkel der Deckenfläche direkt vor den Wandflächen angeordnet werden. Somit sollten die Mineralwolleplatten in etwa 1 m Raumtiefe entlang der Fassade und – rechtwinklig dazu – entlang mindestens einer der Längswände erfolgen. Sie dürfen dabei auch teilweise auf dem Gipskarton-Friesen liegen. Der Hersteller Ecophon bietet entsprechende Elemente, eingeschweißt in einen dünnen PE-Folien-Beutel, unter der Bezeichnung [Extra-Bass](#) an.

8.3 Schallabsorbierende Wandbekleidungen

Die Festlegung der Wandflächen, an denen im Audiometrieräum die nachfolgend beschriebenen Absorptionsverkleidungen anzubringen sind, muss in Abhängigkeit von der Möblierung, insbesondere des Audiometrietisches, der daran angepassten Anordnung der Lautsprecher und des Sitzplatzes der Probandin im Einzelnen erfolgen. Dabei kommt es primär darauf an, schädliche Schallreflexionen an den Wänden und Fenstern zu verhindern und hierfür die entsprechenden Bereiche hochgradig schallabsorbierend zu gestalten. Auf diese Weise ergeben sich im Allgemeinen bereits ausreichend kurze Nachhallzeiten.

Üblicherweise würde man für raumakustische Berechnungen zunächst von allseits schallharten Flächen ausgehen und lediglich die bereits festgelegten Ausstattungsmaterialien in die Berechnung einbeziehen. Die weiterhin notwendigen Maßnahmen wären dann aus der zu errechnenden Nachhallzeit abzuleiten. Wenn gemäß Kapitel 5.2 für die Freifeld-Beschallung ein Hallradius von $r_h = 1,0$ m eingehalten werden soll (entspricht dem Abstand der Lautsprecher von der Probandin am „Bezugspunkt“), dann ist nach der dort beschriebenen Berechnung eine Nachhallzeit von $T_m = 0,26$ s erforderlich. Das bedeutet in Ergänzung zur hochgradig schallabsorbierenden Decke auch eine weitgehende Belegung der Wandflächen mit Schallabsorptionsmaterial. Sonst ist eine derart kurze Nachhallzeit nicht zu erreichen.

Raumakustische Berechnungen nach der sogenannten „Sabineschen Nachhallgleichung“ oder der „Eyring-Formel“ setzen für die Gültigkeit ein diffuses Schallfeld voraus. Das ist aber in Messräumen nicht vorhanden, sodass solche Berechnungen hier fehlerhaft oder zumindest sehr unsicher wären.

Für die schallabsorbierende Bekleidung der Umschließungswände wurden bei früheren Beratungen drei Varianten beschrieben und in Prinzipskizzen dargestellt. Aus Kostengründen und wegen der sehr günstigen Schallabsorption wurde jedes Mal die dritte Variante gewählt, obwohl sie mechanisch etwas empfindlicher ist als die beiden anderen. Mit dieser Art von Wandbekleidung wurden aber – sowohl in Krankenhäusern als auch in den Audiometrie-Bereichen mehrerer Förderschulen für Hörgeschädigte – so gute Erfahrungen hinsichtlich Robustheit und Verschmutzung gemacht, dass sie nachfolgend als einzige beschrieben wird.

Dieses Schallabsorptionsmaterial mit sehr hohem Absorptionsgrad wird von der Firma Ecophon unter der Bezeichnung „[Akusto-Wall C](#)“ mit den Oberflächen „Super G“ bzw. „Texona“ angeboten. Diese Elemente sind 60 cm breit, 270 cm lang und 4 cm dick (Kantenausführung C). Die fabrikmäßige Länge von 270 cm ermöglicht es, diese Platten freistehend zwischen der Decke in ca. 2,85 m Höhe und dem Fußboden einzuspannen, ohne dass ein Querstoß benötigt wird. In diesem Fall kann man sie freistehend vor der Wand in U-Profile einstellen, die auf dem Kabelkanal als Fußbodensockel und unter

dem Deckenfries angeschraubt werden. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn sie vollflächig vor einer Wand angebracht werden können.

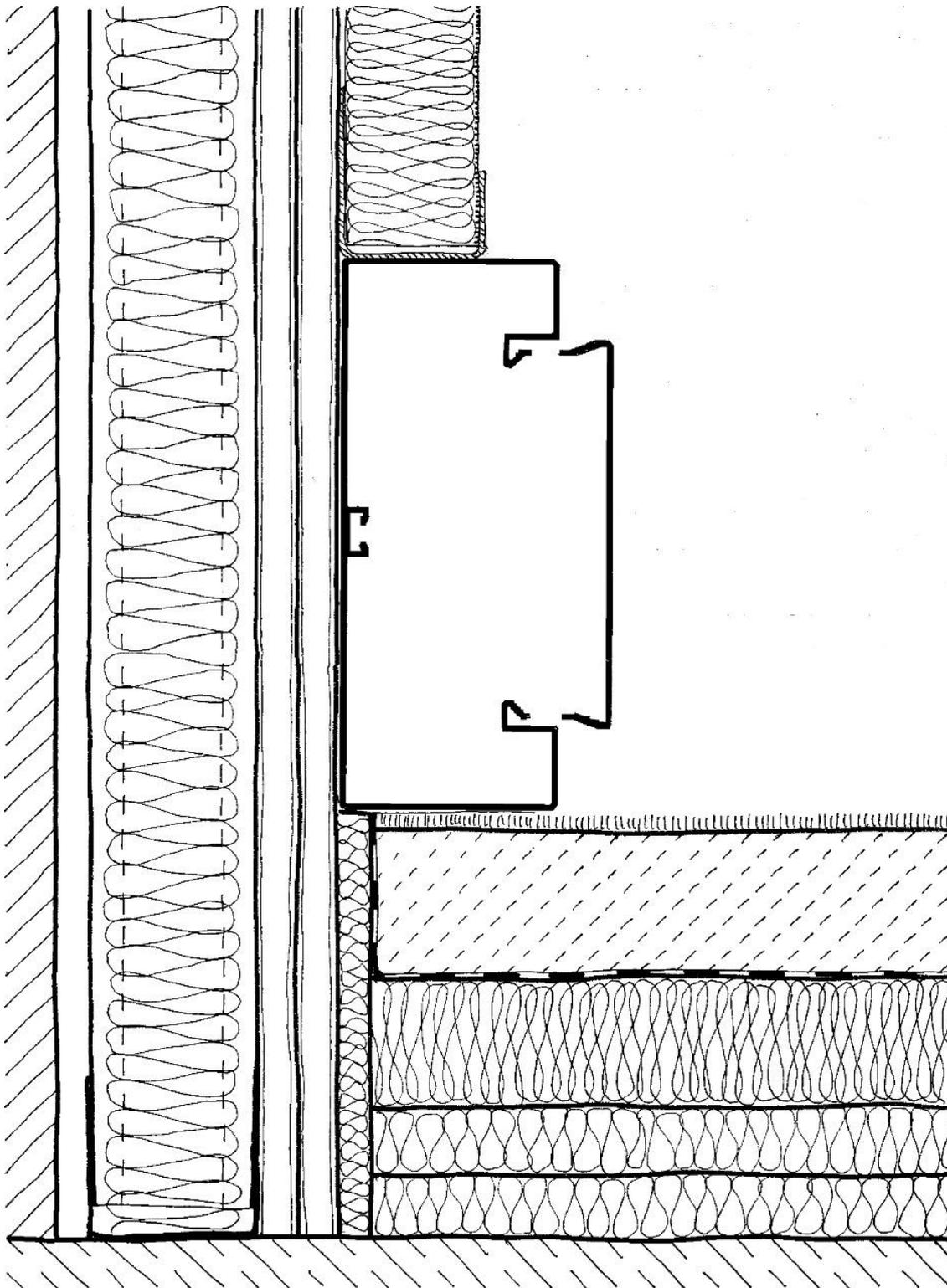


Abbildung 8-4 Beispiel des Fußbodenanschlusses für ein schallabsorbierendes Wandpaneel (40 mm dick) über einem Sockel-Kabelkanal (66 mm tief)

Die Firma Rockfon stellt unter der Bezeichnung „[VertiQ](#)“ gleichartige und gleichwertige Wandpaneele her, deren Breite ebenfalls 60 cm beträgt. Diese sind aber nur 2,40 m lang. Bei einer lichten Raumhöhe bis 2,55 m ist auch das ausreichend, wenn über dem Fußboden zunächst der später im Kapitel **9.2** beschriebene Sockel-Kabelkanal eingebaut wird. Er dient nicht nur der Elektroversorgung, sondern bildet darüber hinaus gleichzeitig auch ein Art Fußleisten-Sockel unterhalb der schallabsorbierenden Wandpaneele. Dadurch sind diese im unteren Stoßbereich gut geschützt. Der Kabelkanal ist üblicherweise 66 mm tief, das Wandpaneel nur 40 mm.

Die ballwurfsicheren Paneele „Super G“ und „VertiQ“ werden in Weiß oder Hellgrau geliefert, die Paneele „Texona“ in Weiß, Schwarz und drei Grautönen sowie in mehreren Uni-Farben. Im Zusammenhang mit Hörprüfräumen bei einem Krankenhaus-Neubau hat der dortige Hygieniker die ballwurfsicheren Wandpaneele, bei denen aus Gründen der Stoßfestigkeit die Oberflächen mit einem Glasfaser-Gewebe kaschiert sind, auf die Beständigkeit gegenüber einfachen Desinfektionsmitteln geprüft. Bei der Anwendung von Isopropanol hat er keine Veränderungen festgestellt.

Die 60 cm breiten Paneele mit der Kantenausführung C haben abgerundete Längskanten und einen leichten Hinterschnitt. Weiterhin sind sie an diesen Kanten genutet. Das dient bei Bedarf der Aufnahme von Z-Profilen zur Abstützung an der Wand dahinter und zum sicheren Einhalten der gleichen Oberflächen-Ebene benachbarter Paneele. Bei dieser Kantenausführung können die Platten also prinzipiell auf Stoß aneinandergesetzt werden, ohne dass dazwischen ein Abdeck-Profil benötigt wird.

Andererseits besteht auch die Möglichkeit, diese Längskanten mit Hut-Profilen einzufassen. Dadurch erhält man an solchen Stellen einen definierten festen Untergrund, welchen man zur Befestigung leichter Einrichtungsgegenstände (z. B. Aufhänge-Vorrichtungen für Labor-Kabel oder zum Anhängen von Schaubildern/Tafeln) verwenden kann. Diese Gestaltung sollte man deshalb mit den Nutzern anhand von Wandabwicklungen abstimmen. Anhand derartiger Wandabwicklungen lassen sich die Wandpaneele auch in ihrer relativen Lage zu Türzargen und dem vertikalen Kabelkanal so positionieren, dass wenig Verschnitt anfällt und keine unnötig schmalen Streifen verbleiben.

Schallabsorbierende Mineralfaser-Wandpaneele, z. B. das obengenannte Ecophon Wall-Panel C mit Oberfläche Texona oder Super-G (Glasfasergewebe, ballwurfsicher und entsprechend stoßfest), werden jeweils zu 4 Elementen einer Verpackungseinheit geliefert. Die Elemente sind 2,7 m lang und 0,6 m breit. Wenn man sie für Räume mit geringeren Anforderungen an die Freifeld-Situation 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 lfdm, zur Verfügung. Diese könnten so angebracht werden, dass sie z. B. direkt oberhalb der Stuhllehnenhöhe, eines Sideboards o. ä. beginnen und dann bis in etwa in die Höhe des Türsturzes reichen. Rockfon VertiQ hat eine Liefer-Länge von 2,4 m, nach der Hal-

bierung also 1,2 m, ist aber ansonsten identisch. Die Einfassung erfolgt „bilderrahmenartig“ mit herstellerseitig gelieferten stranggepressten Aluminiumprofilen „Thinline“, welche in weiß, grau und schwarz lieferbar sind.

Wie bereits oben beschrieben ist die Ausrichtung relativ zum Schienensystem der Decke unkritisch, wenn man einen schmalen Deckenfries einplant. Sonst muss man sie im Zusammenhang mit dem Deckenspiegel entwickeln, was nicht nur planerisch wesentlich aufwendiger ist, sondern auch in der handwerklichen Umsetzung. Trotz exakten Einbaus hat man beim schrägen Blick auf die Kante zwischen Decke und Wand leicht das Gefühl, das „etwas nicht stimmt“ (sogenannte Parallaxen-Verschiebung). Das wird mit einem schmalen Fries vermieden. Weiterhin würde bei einem Einbau „im Fugenkreuz“ in den Raumecken unnötig viel Verschnitt anfallen.



Abbildung 8-5 Beispiel des Deckenanschlusses für ein schallabsorbierendes Wandpaneel an einen Gipskarton-Deckenfries

Während man in Räumen mit „echter Freifeldnutzung“ eine vollflächige Bekleidung der Wände mit schallabsorbierenden Paneelen benötigt, ist das in Hörtest-Räumen von HNO-Praxen oder von Hörakustikern, in denen häufig unter Verwendung von Kopfhörern nach den Anforderungen der KBV getestet wird, oder auch in CI-Anpassräumen nicht notwendig. Hier reicht es vielmehr aus, an zwei senkrecht zueinander stehenden Wänden (also einer Längs- und einer Querwand) solche Paneele etwa im Höhenbereich zwischen 0,8 m (oberhalb der Stuhllehnenhöhe) bis etwa 2,0 m anzubringen.

8.4 Teppichboden

Der Teppichboden im Audiometrier Raum stellt eine die Decke ergänzende Schallabsorptionsfläche bei vertikaler Schallausbreitung dar. Ihre Bedeutung als Absorber für erste Schallreflexionen ist wegen der bevorzugten horizontalen Schallabstrahlung der Lautsprecher und durch den im Raum aufzustellenden Audiometrietisch relativ gering. Beim Teppichboden besteht die vorrangige Aufgabe darin, die Entstehung von körperschallinduziertem Luftschall (Gehschall, Sohlenquietschen oder -knirschen, Geräusche herunterfallender Gegenstände u. Ä.) zu verringern. Die Qualität des Belages kann deshalb primär nach anderen Anforderungen, wie z. B. mechanischer Belastbarkeit, Stuhlrolleneignung, Verschmutzung und Reinigung oder dergleichen ausgerichtet werden. Hierzu hat sich als Objektware das Material „[Kugelgarn](#)“ sehr bewährt. Aus Gründen des verbesserten horizontalen Trittschallschutzes sollte auch auf dem Flur der gleiche Teppichboden verlegt werden.

Einige Teppichböden neigen dazu, sich elektrostatisch aufzuladen, insbesondere wenn die Raumluft aufgrund von Sonneneinstrahlung von außen sehr trocken wird. Gefahren für die Messapparaturen sind dadurch – im Gegensatz zu früheren Zeiten – heute nicht mehr gegeben. Aber überspringende Entladungen, z. B. von Händen auf Türklinken, können schmerzhaft sein. Hier sollte man rechtzeitig an eine ableitfähige Verlegung des Bodenbelages (unterseitig mit geerdeten Kupfer-Flachbändern) denken.

8.5 Verdunkelung und Vorhänge

Zwischen den Fenstern sollte ein Blendschutz angeordnet werden, weil eventuell auf der Außenseite des Gebäudes zum Schutz gegen Überhitzung des Hörprüfraumes vorgesehene / vorhandene Verschattungsanlagen windabhängig gesteuert werden. Beim Blendschutz geht es nicht nur um Blendung durch direktes Sonnenlicht. Vielmehr ist auch das Mundabsehen im Gegenlicht durch die starken Hell-Dunkel-Kontraste schwierig. Günstig ist, wenn man den Blendschutz in der Form eines Plissee-Rollos anbringt. Damit kann man gut auf unterschiedliche Einstrahlwinkel reagieren, ohne den Raum vollständig abzuschotten. Vertikal-Lamellen (auch in lichtdichter Ausführung) sind nach den bisherigen Kenntnissen nicht so gut geeignet.

Lichtdichte schallabsorbierende Samt- oder Molton-Theatervorhänge könnte man raumseitig vom Innenfenster (nicht im Fenster-Zwischenraum) auch zur Vermeidung von Schallreflexionen der Scheiben verwenden. Unabhängig davon, ob man solche Vorhänge anbringt oder nicht, sollte man oberhalb der abgehängten schallabsorbierenden Decke (bzw. des GK-Randfrieses) bereits eine Tragkonstruktion (z. B. eine entsprechende Holzbohle) für eine spätere Montage vorsehen. Der für eine Vorhangschiene erforderliche Höhenbedarf von einigen Zentimetern ist auch im Zusammenhang mit der Oberkanten-Höhe der Innenfenster-Flügel zu bedenken. Auch muss neben dem Fenster ausreichend Platz für das recht voluminöse Paket des zusammengeschobenen Vorhangs sein.

Von Bauherrenseite / Nutzerseite wird bisweilen – über die akustischen Anforderungen hinausgehend – den Wunsch geäußert, vor dem Außenfenster auch Fliegengitter anzubringen. Das hat keine akustische Bewandnis, sondern damit soll einer übermäßigen Verschmutzung des Fenster-Zwischenraumes entgegengewirkt werden.

8.6 Möblierung

Bei geringer Durchgangsbreite ist zumindest eine der beiden seitlichen Lautsprecherboxen der Freifeld-Beschallung beweglich anzuordnen/aufzustellen, um einen ungehinderten Durchgang zu ermöglichen. Die andere wird in solchen Fällen sogar direkt vor einer Wand stehen. Durch eine geeignete Größe der Lautsprecher kann man die Gesamtbreite des Audiometrie-Tisches begrenzen. Die Vorgabe von 1,0 m Abstand zum Kopf des Probanden am Bezugspunkt bei Freifeld-Messungen ist aber in jedem Fall einzuhalten.

In einigen Fällen werden insgesamt acht Lautsprecher kreisförmig um den Probandenplatz angeordnet. Dazu kann man die zugehörigen Kabel-Anschlüsse in den Sockelkanal nach Kapitel 9.2 legen und dadurch die Stolpergefahren minimieren. Dem gleichen Zweck dient die Verwendung von schweren Rundsockel-Stativen, z. B. [K&M 260](#), (anstelle von Dreibein-Stativen) für die Lautsprecher bzw. auch von drehbaren Wandhalterungen. Für letztere muss man in den Wänden/Vorsatzschalen die erforderlichen Unterkonstruktionen planen und einbauen. Wenn man für die Lautsprecher qualitativ hochwertige kleine Studio-Monitore verwenden möchte, z. B. [Fostex 6301NX](#), so benötigt man für diese Aktivboxen auch 230-V-Anschlüsse im Sockelkanal.

Wenn der Hersteller des Audiometrietisches die benötigten Lautsprecher mitliefert, dann müssen Sie sich um deren Typ keine Gedanken machen. Ihre Aufstellung und die Kabelführung sind aber dennoch zu bedenken. Eine zumindest „nicht ganz geglückte“ Lösung ist in **Abbildung 8-6** dargestellt.



Abbildung 8-6 Aufstellung von acht Lautsprechern im Kreis um den Bezugspunkt

8.7 Schränke oder offene Regale

Bisweilen müssen einige für die Nutzung notwendige Möbel im Hörprüfraum stehen, insbesondere, wenn dieser gleichzeitig auch als Beratungs- / Besprechungsraum genutzt wird. Zur Unterbringung von Geräten und / oder Prospektmaterial benötigt man geschlossene Schränke; in der Kinderaudiometrie dienen offene Regale dem schnellen Zugriff auf Spielzeug. Regale können rückseitig offen bleiben, sodass die Schallabsorption der Wandpaneele wirksam ist. Siehe z. B. **Abbildung 8-7**. Schranktüren gibt es in perforierter Bauweise aus Holz oder Stahlblech. Perforierte Holztüren können als Rohlinge bezogen werden, die dann auf Maß zu verarbeiten sind. Kontaktdaten sind unter <https://www.carsten-ruhe.de/links/flaechige-schallabsorber/> zu finden. Hersteller von Büromöbeln mit perforierten Schrankfronten sind aufgeführt unter <https://www.carsten-ruhe.de/links/schallabsorber-elemente/>.



Abbildung 8-7 Offene Regale mit akustisch wirksamer Rückseite

8.8 Was ist zu tun?

Schallabsorbierende Unterdecke, ggf. Tiefton-Absorber, schallabsorbierende Wandpaneele (je nach Anspruch vollflächig oder zwischen 0,8 m und 2,0 m), Teppichboden, ggf. Vorhänge, besser offene Regale statt Schränke