

Hinweise zu Schallmessungen an Türen, Überarbeitung VDI 3728

1 Was passiert bei Schallmessungen an Türen?

Bei Schallmessungen an Türen ist zu unterscheiden zwischen den physikalisch-mathematischen Zusammenhängen einerseits und den messtechnischen Gegebenheiten andererseits.

1.1 Was passiert physikalisch-mathematisch?

Im Prüfstand erfolgt der Schalldurchgang ausschließlich durch die Tür, alle anderen Bauteile sind so hoch schalldämmend, dass der Schalldurchgang durch sie praktisch vernachlässigt werden kann. Man misst somit das Schalldämm-Maß der Tür allein.

Am Bau erfolgt die Schallübertragung durch die verschiedensten Bauteile: die Tür mit Zarge, gegebenenfalls mit Ober- und Seitenlicht, die angrenzende Wandfläche, die linke und die rechte Seitenwand, die Decke und den Fußboden. Alle Bauteile können sehr unterschiedlich beschaffen sein.

1.2 Was passiert messtechnisch?

Im Prüfstand sind die Prüfwand und alle Nebenwege hoch schalldämmend. Ihr Anteil an der Schallübertragung braucht nicht berücksichtigt zu werden.

Am Bau sind die Rauntrennwand und alle Nebenwege weitgehend unbekannt. Ihre Wirkung muss abgeschätzt oder messtechnisch erfasst werden. Das Messmikrofon kann nicht feststellen, wo wie viel Schallenergie durchdringt.

Zur sachgerechten und sorgfältigen Erfassung hat sich bewährt, eine Wandansicht-Skizze anzufertigen und dazu vorab eine Schema-Zeichnung vorzubereiten. Diese kann man dann am Bau sehr schnell mit den notwendigen Angaben ausfüllen, siehe hierzu Anlage 1. Man wird dadurch im Allgemeinen die Bauteile sorgfältig erfassen und sich auch um deren Aufbau Gedanken machen.

2 Wie kann man die verschiedenen Schallübertragungswege erfassen?

2.1 einerseits die Tür – andererseits der „Rest“

Wenn es darum geht, z. B. für einen Lieferanten, das Schalldämm-Maß der Tür allein nachzuweisen, so muss man die Schalldurchgänge durch die Tür ganz deutlich von denen durch die übrigen Bauteile trennen. Dabei kann man zunächst nach Augenschein (ggf. Aufkleber im bandseitigen Falz) davon ausgehen, dass die Tür gemäß Prüfzeugnis geliefert wurde. Bisweilen wird die Zarge vom Hersteller mitgeliefert, zum Teil wird sie aber anderweitig zugekauft. Hier kann man sich also schon nicht mehr sicher sein, dass sie auch zum Prüfzeugnis passt. Die umgebende Wandfläche ist mit Sicherheit anders als im Prüfstand.

Alle Schalldurchgänge, die nicht durch die Tür erfolgen, die man aber bei der Mess-Auswertung rechnerisch der Tür „anlastet“, verringern virtuell das Schalldämm Maß der Tür. Nachlässigkeiten bei der messtechnischen Erfassung wirken sich also immer zum Nachteil des Türlieferanten aus.

2.2 Übertragungswege Tür – Zarge – Fugen

Auch dann, wenn man die Nebenwegübertragungen ausreichend genau ermittelt hat, bestehen für das Türelement selbst durchaus Veränderungen gegenüber dem im Prüfstand untersuchten Element. Man denke hier an die Einbaufuge zwischen Zarge und Wand sowie insbesondere an die Funktionsfugen Türblatt-Zarge und Türblatt-Boden. Eine sehr gute Abschätzung für das Fugen-Schalldämm-Maß ist im Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik (IfT-Rosenheim) enthalten. Hinweise, wie man den Einfluss des Schalldurchganges durch die Fugen vor Ort erfassen kann, werden weiter unten noch gegeben.

2.3 Physikalisch-mathematisch

Man kann die durch die verschiedenen Bauteile übertragenen Schallenergie-Anteile berechnen, auch durchaus schon während der Planung! Als Beispiel für die Trennwand wird eine Gipskarton Montagewand, 5 m breit und 3 m hoch, mit einem einfachen 100 mm breiten Ständer angenommen, der beidseitig doppelt mit Gipskarton beplankt ist. Weiterhin soll in unserem Beispiel ein verjüngter Fassadenanschluss in einer Breite von etwa 35 cm vorhanden sein und zwischen Kämpfer und Decke befindet sich auch ein Oberlicht, welches 7 mm Drahtspiegelglas enthält. Hinsichtlich der Türgröße ist zu beachten, dass generell das so genannte "Rohbau-Richtmaß" einzusetzen ist. Diese Öffnung hinterlässt nämlich der Maurer oder der Trockenbauer, damit der Tischler darin sein Türelement montieren kann. Damit ergibt sich die Situation wie folgt:

Wand allein		11,29 m ²	50 dB
verjüngter Fassadenanschluss,	0,350 x 3,000	1,05 m ²	42 dB
Türelement $R_{w,P} = 42$ dB	0,885 x 2,135	1,89 m ²	37 dB
7 mm Drahtspiegelglas,	0,885 x 0,865	0,77 m ²	30 dB
Gesamtbauteil		15,00 m ²	40,5 dB

Nach normgemäßer Rundung lautet das Rechenergebnis 40 dB

2.4 Messung und Rückrechnung des Schallenergie-Anteils der Tür

Bei der messtechnischen Überprüfung ergibt sich jetzt eine "Merkwürdigkeit": hat man nämlich das Schalldämm Maß mit 40,5 dB ermittelt und rundet dies normgemäß auf 40 dB, so ergibt die Rückrechnung mit denselben Bauteilen für die Tür nur noch ein Schalldämm-Maß von 35 dB.

Gesamtbauteil		15,00 m ²	40 dB
Wand allein		-11,29 m ²	50 dB
verjüngter Fassadenanschluss,	0,350 x 3,000	-1,05 m ²	42 dB
7 mm Drahtspiegelglas,	0,885 x 0,865	-0,77 m ²	30 dB
Türelement $R_{w,P} = 42$ dB	0,885 x 2,135	1,89 m ²	35,4 dB

Aufgrund der Rundung hat sich das Schalldämm-Maß scheinbar von 37 dB auf 35 dB verringert. Die Tür kann aber durchaus in Ordnung sein! Umso mehr ergibt sich die Notwendigkeit, beim messtechnischen Nachweis auf der Baustelle ausgesprochen sorgfältig vorzugehen und die Schalldurchgänge durch die verschiedenen Bauteile sowie Schallübertragungen entlang der Nebenwege genau von denen durch die Tür, durch die Zarge und durch die Fugen zu trennen.

3 Was ist der Unterschied zwischen dem Schalldämm-Maß einer Tür und dem Schallschutz am Bau?

3.1 Was will der Bauherr?

Der Bauherr benötigt eine bestimmte Schallschutzqualität zwischen zwei Räumen. Sie wird nach heutiger Auffassung (z.B.) durch D_{nTW} beschrieben. Siehe hierzu auch die Überlegungen zur Neufassung von DIN 4109.

3.2 Was will der Tischler?

Der Tischler will wissen, welche Tür er bestellen, liefern und einbauen soll. Er benötigt dazu die Vorgabe eines Schalldämm-Maßes (z.B.) R_{wR} . Im Entwurf zur VDI-Richtlinie 3728 werden unter Bezug auf die VOB, Teil A, § 9, Hinweise auf die Gestaltung von Ausschreibungstexten und Leistungsbeschreibungen (mit Einflüssen auf die Schalldämmung) gegeben:

In den Ausschreibungstexten und Leistungsbeschreibungen von Türen sind das am Bau geforderte Schalldämm-Maß $R_{w,B}$ sowie das zugehörige Prüfstands-Schalldämm-Maß $R_{w,P}$ und auch die umgebenden Bauteile, die sich maßgeblich auf das am Bau erreichbare Schalldämm-Maß auswirken, ausdrücklich anzugeben. Nur so kann der Auftragnehmer erkennen, ob mit der planungsgemäß gewünschten Ausführung die Anforderungen auch erfüllt werden können oder ob ihm ein ungewöhnliches Wagnis für Umstände und Ereignisse aufgebürdet wird, auf die er keinen Einfluss hat und die er ohne diese Kenntnisse nicht im voraus schätzen kann. Die Leistung ist vielmehr eindeutig und so erschöpfend zu beschreiben, dass alle Bewerber die Beschreibung im gleichen Sinne verstehen müssen und ihre Preise sicher und ohne große Vorarbeiten berechnen können (vgl. VOB, Teil A, § 9).

3.3 Wie kann der Akustiker helfen?

Hinterher: durch Messungen feststellen, warum es schiefgegangen ist.

Vorher: durch sachgerechte Planung.

"Wenn ich hinterher sagen muss: das hätte ich Ihnen vorher sagen können, dann würde ich es lieber vorher sagen."

Wichtig ist natürlich, dass bei den Messungen "hinterher" auch tatsächlich erfasst wird, worin denn der Mangel begründet ist. Dazu muss dem Therapievorschlagn eine sorgfältige Diagnose vorangehen.

4 Lösungsansatz der VDI 3728 „Schalldämmung von Türen“

4.1 Bemessung des Schallschutzes bei Wänden mit Türen als $D_{nT,w,res}$

Nach den derzeitigen Vorstellungen bei der Abfassung der Richtlinie VDI 3728 soll bei Wänden mit Türen der Schallschutz zwischen den nebeneinander liegenden Räumen nicht mit dem bewerteten Schalldämm-Maß, sondern mit der bewerteten nachhallzeitbezogenen Schallpegeldifferenz beschrieben werden. Diese muss dann als "resultierende bewertete nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenz" $D_{nT,w,res}$ angegeben werden.

4.2 Anforderungen an die Türen als R_{wB} bzw. als R_{wP}

Aus $D_{nT,w,res}$ werden Anforderungen an die Türen als R_{wB} bzw. als R_{wP} abgeleitet, vergleichbar VDI 2719 bzw. DIN 4109, Tab. 8

In gleicher Weise, wie seit vielen Jahren beim Schutz gegen Außenlärm das resultierende Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ von Außenwänden mit Fenstern angewendet wird, wird also zukünftig auch bei Trennwänden mit Türen vorgegangen. Das macht die Gewöhnung für alle Nutzer sicher einfacher.

4.3 Abnahme Messungen

Bei Abnahme-Messungen werden in gleicher Weise zunächst die resultierenden Schallpegeldifferenzen $D_{nT,w,res}$ bzw. Schalldämm-Maße $R'_{w,res}$ gemessen und nach energetischem Abzug der Schallübertragungen durch die umgebenden Bauteile sowie entlang der Flanken und Nebenwege wird $R'_{w,B}$ (oder näherungsweise $R_{w,B}$) errechnet.

4.4 Dazu gibt es einen VMPA-Beschlussbuch-Entwurf „Messung der Schalldämmung von Türen“

Messung der Schalldämmung von Türen: R'_w oder R_w ?

Generell wird bei der messtechnischen Ermittlung der Schalldämmung einer Tür in einer Wand durch Güteprüfungen zunächst das resultierende bewertete Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ ermittelt. Dies gilt unabhängig davon, ob bei der Messung das Nahfeldverfahren oder das Zwei-Hallraum-Verfahren angewendet wird. An der Schallübertragung zwischen zwei Räumen oder zwischen einem Flur und einem Raum sind nicht nur die Tür, sondern auch die angrenzende Wandfläche (und gegebenenfalls weitere Bauteile, z. B. ein durchlaufend verlegter schwimmender Estrich oder ein im Deckenhohlraum querender Lüftungskanal) beteiligt. Deshalb ist es falsch, das Schalldämm-Maß einer Tür allein dadurch zu ermitteln, dass bei der Auswertung der Messergebnisse als Prüffläche die Fläche der lichten Wandöffnung eingesetzt wird. Bei einer derartigen Auswertung erscheint nämlich das Schalldämm-Maß der Tür (je nach Situation deutlich) niedriger als es tatsächlich ist.

Richtig ist vielmehr, aus dem bewerteten resultierenden Schalldämm-Maß der Wand mit Tür und Flanken $R'_{w,res}$ die Schallenergieanteile der umgebenden Wandfläche und der flankierenden Bauteile herauszurechnen. Gegebenenfalls ist dafür eine weitere Güteprüfung erforderlich, bei der die Schalldurchgänge durch das Türblatt, die Funktionsfugen, die Zarge und die Einbaufugen in geeigneter Weise - z. B. durch eine schalldämmende Vorsatzschale - beseitigt sind, um so die „Grenzdämmung der Prüfsituation“ zu ermitteln. Man erhält dann $R'_{w,Tür}$ (und damit näherungsweise $R_{w,Tür}$).

4.5 Alle Bauteile berücksichtigen

Die obige Vorgabe führt dazu, dass man sich bei Messungen auf der Baustelle nicht nur um Türblatt, Zarge, Falz- und Bodendichtungen kümmern muss, sondern auch um weitere Nebenwege und Flanken. Das wiederum erfordert ggf. auch mehrere Diagnosemessungen an einer einzelnen Wand mit Tür.

- wie vorgefunden → Skizze anfertigen, siehe Anlage 2
- dominierenden Übertragungsweg (z. B. Bodenfuge) abkitten
- alle Falze und Bodenfuge abkitten, siehe Anlage 3
- Türelement flächig abschotten

Wand allein		11,29 m ²	50 dB
verjüngter Fassadenanschluss,	0,350 x 3,000	1,05 m ²	42 dB
Türelement mit Abschottung	0,885 x 2,135	1,89 m ²	50 dB
7 mm Drahtspiegelglas,	0,885 x 0,865	<u>0,77 m²</u>	30 dB
Gesamtbauteil	5,000 x 3,000	15,00 m ²	41,4 dB

Mit abgeschottetem Türelement erreicht man in dem obigen Beispiel nicht mehr $R'_{w,res} = 40,5$ dB, sondern $R'_{w,res} = 41,4$ dB. Rückgerechnet bringt die Tür beinahe (bis auf Rundungsfehler) den Sollwert:

Gesamtbauteil mit Tür		15,00 m ²	40,5 dB
Gesamtbauteil mit abgeschotteter Tür		<u>-13,11 m²</u>	41,4 dB
Türelement allein	0,885 x 2,135	1,89 m ²	36,9 dB

4.6 Erst Diagnose - dann Therapie

Hinweise auf weitere Diagnose-Notwendigkeiten und -Möglichkeiten ohne und mit Schallmessungen werden in VDI 3728 aufgenommen. Viele davon entstammen der handwerklichen (Tischler-) Praxis:

- visuelle Prüfung der Dichtigkeit mit Lichtquelle
- visuelle Prüfung der Falz- und Spaltgeometrien mit Fugenlehre
- akustische Prüfung durch Rauschbeschallung und Abtasten mit dem Messmikrofon im Nahbereich der Funktions- und Einbaufugen
- akustische Prüfung durch Rauschbeschallung und Abtasten mit einem Stethoskop mit offenem Schlauchende im Nahbereich der Funktions- und Einbaufugen Anlage 4
- visuelle Prüfung von Bodenebenheit und Gefälle mit Wasserwaage/Richtscheit und des Bodenspaltes mit Messkeil, *siehe Anlage 5*
- visuelle Prüfung der Falzmaße in der Zarge und am Blatt einschließlich Gleichmäßigkeit des Falzeinstandes links, rechts und oben, *siehe Anlage 6, Erläuterungen zu Maßlinien an Türen siehe Anlage 7, das Protokollblatt ist in Anlage 8 abgedruckt.*
- visuelle Prüfung der Zargen-Windschiefe mit Wasserwaage
- visuelle Prüfung der Parallelität der Zargenschenkel mit Maßstab
- visuelle Prüfung der Zargenausrichtung (Rechtwinkligkeit) durch Messung der Zargendiagonalen
- visuelle Prüfung der Dichtigkeit zwischen der Unterkante einer Holzzarge und dem Fußboden
- visuelle Prüfung der Türblattebenheit und Türblattwindschiefe mit Wasserwaage/Richtscheit, *siehe Anlage 9a*
- manuelle Prüfung der Gleichmäßigkeit des Türblatt-Anliegens an die Zarge im Falz-überschlag mit Fingerkuppentest, *siehe Anlage 9b*
- mechanische Prüfung der Wirksamkeit von Dichtungen mit Papier
- mechanische Prüfung des Spiels zwischen Schließblech und Falle (Türkloppern)

akustische Prüfung nach temporärer Abdichtung als undicht erkannter Falze und/oder Bodenspalte und/oder Einbaufugen mit dauerplastischem Kitt Anlage 3

akustische Prüfung nach temporärer Abschottung des Türblattes und/oder der Tür einschließlich Zarge mit einer Vorsatzschale zur Erfassung der durch die Flanken und Nebenwege vorgegebenen „Grenzdämmung der Prüfsituation“

4.7 Vorsicht bei der Anamnese

Vorschnelle Beurteilungen “Die eingebaute Tür ist nicht geeignet.“ lassen sich nicht immer halten. Bisweilen hilft auch schon ein sorgfältiges Ausrichten der Tür in der Zarge. Voraussetzung dafür ist natürlich, dass die Beschläge in der Zarge und in der Tür ein derartiges Ausrichten ermöglichen. Türen mit Anforderungen an eine erhöhte Schalldämmung sollten deshalb generell mit dreidimensional justierbaren Bändern ausgestattet sein. Derartige Bänder liefert zum Beispiel die Firma Simonswerk, vergleiche hierzu Anlagen 10 und 11. Auch ein sorgfältiges Anpassen und Nachjustieren einer automatisch absenkbaren Bodendichtung wirkt sich häufig günstig aus. Wenn bei einer derartigen Bodendichtung die luftdichte Bodenschiene und auch deren luftdichte Anpassung an den Estrich nicht ausgeschrieben und bestellt wurden und deshalb fehlen, so zeugt das im Allgemeinen nur von der Hilflosigkeit des Planers.

Derartige „gute“ Bauteile kosten natürlich ihr Geld, aber wie sagte vor 30 Jahren schon mein Chef, Otto Taubert?

Wer nichts hören will, muss zahlen.

5 Checklisten und weitere Hilfen

In der Richtlinie VDI 3728 werden in der (derzeitigen) Tabelle 8 Hinweise gegeben, welche Einflussgrößen auf die Schalldämmung von Türen von vornherein beachtet und deshalb in den Vorbemerkungen bzw. in den Positionen der Ausschreibung angegeben werden sollten. Alle dort genannten Einflussgrößen sind natürlich auch bei den Schalldämmungsmessungen zu beachten und zu prüfen. Im Hinblick auf die „Schuldfrage“ bei nicht ausreichendem Schallschutz ist im Sinne einer Anamnese zu prüfen, ob der Tischler vielleicht gar nicht anders handeln konnte und ob die Vor-Gewerke möglicherweise nicht sachgerecht/mangelfrei gearbeitet haben. Häufig ist es nämlich beim Türeneinbau zu spät, derartige Mängel noch zu beseitigen. Handwerker verzichten leider zu häufig (aus vermeintlichen Zeitgründen) auf eine schriftliche Bedenkenanmeldung.

Anforderungen an die Schalldämmung
am Bau mindestens einzuhaltendes (und ggf. durch Güteprüfung nachzuweisendes) Schalldämm-Maß der Tür allein $erf.R_w$
dafür erforderliches Prüfstands-Schalldämm-Maß der betriebsfertigen Tür einschließlich Zarge und Dichtungen $R_{w,P} \geq erf.R_w + 5 \text{ dB}$
Schalldämm-Maße von Ober- oder Seitenlichtern wie vor
Material des Türblattes
Türblatt - Werkstoff - einschalig homogen, einschalig geschichtet oder zweischalig - einflügelig oder zweiflügelig
Zarge und ihre Dichtungen in der Funktionsfuge (Bewegungsfuge)
Türzarge - Holz oder Metall - Einfach- oder Doppelfalz - Umfassungs-, Eck-, Block-, Blendzarge
Falzgeometrie - gefalzt (Doppel- oder Einfachfalz) - stumpf einschlagend - integrierter Ober-Türschließer
Anzahl, Art und Justierbarkeit der Bänder und der schlossseitigen Verriegelungen
Dichtungen in der Bewegungsfuge - Hohlprofilabdichtungen - Lippendichtungen - Dichtungen im Falzüberschlag - Federweg und Schließkräfte - verspringende Dichtungsebenen bei Oberblenden ohne Kämpfer
Bodenspalt - Spalthöhe - mit/ohne automatische Absenkabdichtung - mit/ohne Anschlagschwelle mit Dichtung
Fugenschalldämmung (IfT-Bericht)
Zarge und ihre Abdichtung in der Einbaufuge
Hinterfüllmaterial und Abdichtung der Einbaufugen zwischen Zarge und umgebender Wandfläche - Verguss- oder Quellschmauertel - Mineralwolle-Ausstopfung - Dämmschaum - Fugenversiegelung
Abdichtung der Einbaufuge zwischen Unterkante einer Holzzarge und Fußboden

andere beteiligte Gewerke im Umfeld der Tür
Fußboden - Ebenheit der Bodenoberfläche in der Türebene und im Aufschlagbereich - durchlaufender Teppichboden - Bodenschiene - schwimmender Estrich/Hohlraumboden mit/ohne Trennfuge - schwimmender Estrich/Hohlraumboden mit/ohne Trennschwelle zwischen verschiedenen Bodenbelägen - Estrich auf Trennlage - Verbundestrich - Bodenfliesen mit Fliesenfugen
umgebende Wandfläche - Material und Dicke - Größe im Verhältnis zur Türfläche - Stabilität des Wandanschlusses gegen Durchbiegen (Ständerprofil-Stärke)
weitere flankierende Bauteile und Nebenwege

6 Wie kann man „richtig falsch“ messen?

Antwort 1: Man misst „einfach so...“ und lässt das Programm allein auswerten. Das Prüfobjekt ist „egal“. Irgendetwas wird schon dabei herauskommen. Das ist aber nicht die rechte VMPA-Mentalität!

Antwort 2: Man misst - als VMPA-Prüfstelle - streng nach DIN 4109-11 mit der Nahfeldmethode. Dann schneiden die Türen immer zu schlecht ab und der Handwerker geht (normgemäß!) pleite!

Diese provokante Antwort verlangt nach einer ausführlichen Begründung. Aus den Berechnungen nach Ziffer 2.4 weiß man aber schon, wohin der Hase läuft: Wenn man gemäß DIN 4109-11, Ziffer 10 die gesamte von Raum zu Raum übertragene Schallenergie ausschließlich der Tür anlässt, dann kann das zu erheblichen Negativabweichungen gegenüber dem wahren Schalldämm-Maß der (aktuell überprüften) Tür führen.

In dem folgenden Beispiel soll eine Flurwand 4,00 m lang und 3,00 m hoch sein. Sie umfasst demnach insgesamt eine Fläche von 12,00 m². Darin befindet sich eine Standardtür mit einer Breite von 0,76 m und einer Höhe von 2,01 m, entsprechend einer Fläche von 1,53 m².

Die Tür habe ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_{w,R} = 37$ dB; das Schalldämm-Maß der Flurwand wird rechnerisch in 5 dB-Stufen variiert.

Tür allein	1,53 m ²	37 dB	37 dB	37 dB	37 dB
Flurwand allein	10,47 m ²	60 dB	55 dB	50 dB	45 dB
Flurwand mit Tür	12,00 m ²	45,8 dB	45,5 dB	44,7 dB	42,8 dB
10 lg (1,53 m ² /12,00 m ²)		-8,9 dB	-8,9 dB	-8,9 dB	-8,9 dB
„Messwert“ Tür		36,9 dB	36,6 dB	35,8 dB	33,9 dB

Bezogen auf die Wand mit Tür errechnen sich resultierende bewertete Schalldämm-Maße zwischen 45,8 dB und 42,8 dB. Für die Umrechnung von der Gesamtwand-Fläche auf die Tür-Fläche allein sind 8,9 dB zu subtrahieren. Lastet man auf diese Weise die gesamte Schallübertragung durch die Trennwand mit Tür allein der Tür an, so beträgt deren bewertetes Schalldämm-Maß in einem Fall 36,9 dB und entspricht damit dem Rechenwert. Im anderen Extremfall lautet das bewertete Schalldämm-Maß aber lediglich 33,9 dB (abgerundet 33 dB) und ist damit um 4 dB niedriger als der Rechenwert, obwohl sich an der Tür überhaupt nichts verändert hat. Die Schallübertragung durch die umgebende Wand und entlang der Flanken am Bau darf also keinesfalls vernachlässigt werden.

In dem folgenden Beispiel wird angenommen dass dieselbe Tür sich nicht in einer 12 m² umfassenden Bürotrennwand befinde, sondern dass sie als Wohnungseingangstür dient. Die Wand mit Tür zwischen dem Treppenraum und dem Flur sei 1,5 m breit und 2,5 m hoch, entsprechend einer Fläche von 3,75 m². Das resultierende Schalldämm-Maß für die Treppenraumwand mit Tür beträgt dann 40,7 dB. Bezieht man dieses Ergebnis auf die Türfläche allein, so sind als Korrektur 3,9 dB zu subtrahieren. Damit ergibt sich als "Messwert" für die Tür $R'_w = 36,8$ dB.

Tür allein	1,53 m ²	37 dB
Treppenraumwand allein	2,22 m ²	53 dB
Treppenraumwand mit Tür	3,75 m ²	40,7 dB
10 lg (1,53 m ² /3,75 m ²)		-3,9 dB
„Messwert“ Tür		36,8 dB

Bei kleinen Wandflächen und hohen Schalldämm-Maßen ist es also (mit für die Praxis hinreichender Genauigkeit) zulässig, das Messergebnis direkt auf die Türfläche (S_T) zu beziehen, in allen anderen Fällen aber nicht. Vielmehr muss man die gesamte übertragene Schallenergie zunächst der Gesamtheit der Bauteile (S_{W+T}) zuordnen und anschließend klären, welches Bauteil wie stark beteiligt ist.

Aber Vorsicht: Auch bei WE-Türen kann es zu Flankenschallübertragungen kommen, wenn der schwimmende Estrich vom Podest bis in die Wohnung ohne (schalltechnisch wirksame) Fuge verlegt ist!

Es ist wie im richtigen Leben:

Nie hat einer allein „Schuld“.

Im Manuskript zu VDI 3728 ist dazu (derzeit) folgender Hinweis enthalten.

In Abweichung von DIN 4109-11 wird für Güteprüfungen am Bau generell die Anwendung des „Zwei-Hallraum-Verfahrens“ vorgeschlagen, ausgenommen bei WE-Türen in massiven Treppenraumwänden mit kleiner Fläche. Zunächst wird die resultierende bewertete Norm-Schallpegeldifferenz für die Wand mit Tür $D_{nTw, res}$ ermittelt. Prüffläche ist die gesamte Wand- und Türfläche S_{W+F} .

Zusätzlich ist in geeigneter Weise auch das Schalldämm-Maß der die Tür umgebenden Bauteile zu erfassen, um nach dessen energetischer Subtraktion auf das Schalldämm-Maß der Tür allein $R'_{w, Tür}$ (oder näherungsweise $R_{w, Tür}$) zurückrechnen zu können.

Bei der messtechnischen Ermittlung des Schalldämm-Maßes der Tür in einer Flurwand (z.B. eines Bürogebäudes) kann man weiterhin Fehler begehen, wenn man die Vorgaben zur Aufstellung des Lautsprechers aus DIN 4109-11 strikt befolgt. Nach der dortigen Beschreibung soll nämlich der Abstand des Lautsprechers von der Türmitte mindestens das Zweifache der Flächendiagonalen betragen. Dies wäre etwa ein Abstand von 4,6 m. Damit würde aber nicht die gesamte Prüffläche (Wand mit Tür) ausreichend gleichmäßig beschallt. Vielmehr muss man den Lautsprecher so aufstellen, dass vor allen an der Schallübertragung beteiligten Bauteilen etwa der gleiche Schallpegel vorliegt.

Auch hierzu enthält das Manuskript zu VDI 3728 einen Vorschlag:

Bei Güteprüfungen zwischen einem Flur und einem Raum muss der Abstand des Lautsprechers von der Prüffläche so groß sein, dass sie ausreichend gleichmäßig beschallt wird. Die örtlichen Unterschiede des Schalldruckpegels vor der Messfläche sollten 5 dB nicht überschreiten. Sinnvoll sind deshalb Lautsprecherpositionen, bei denen sich das Messmikrofon vor der gesamten Prüffläche im Hallfeld des Lautsprechers befindet.

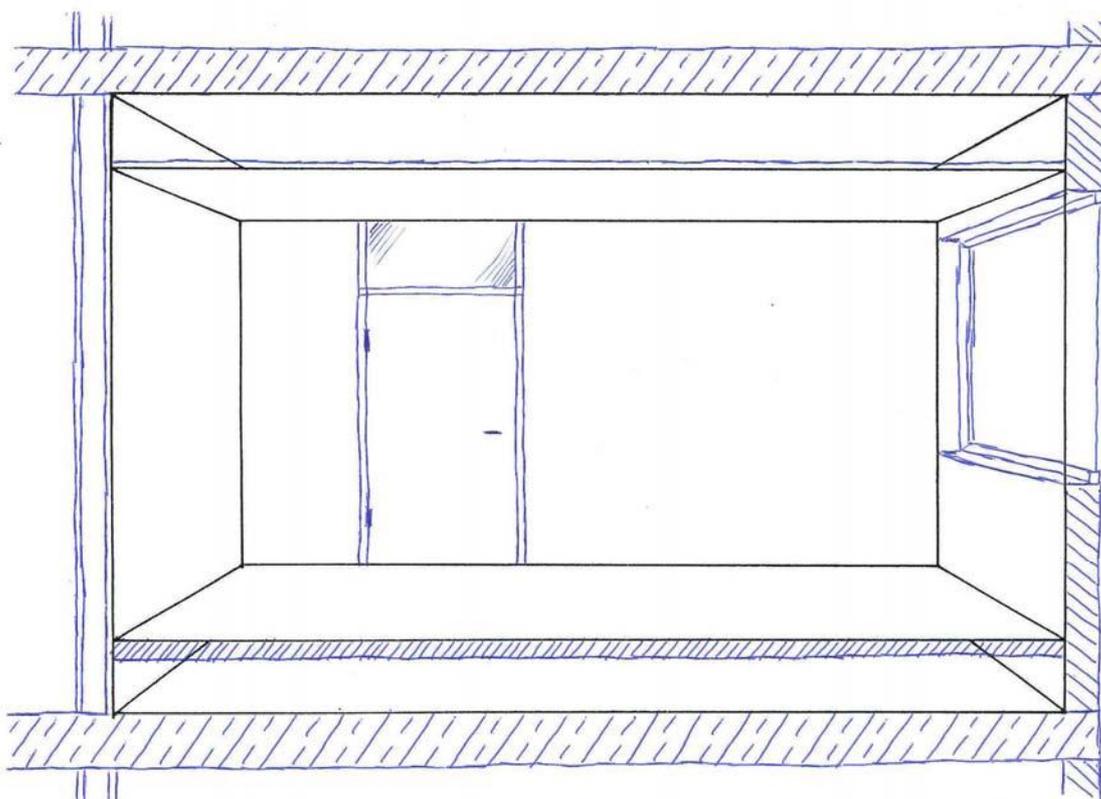
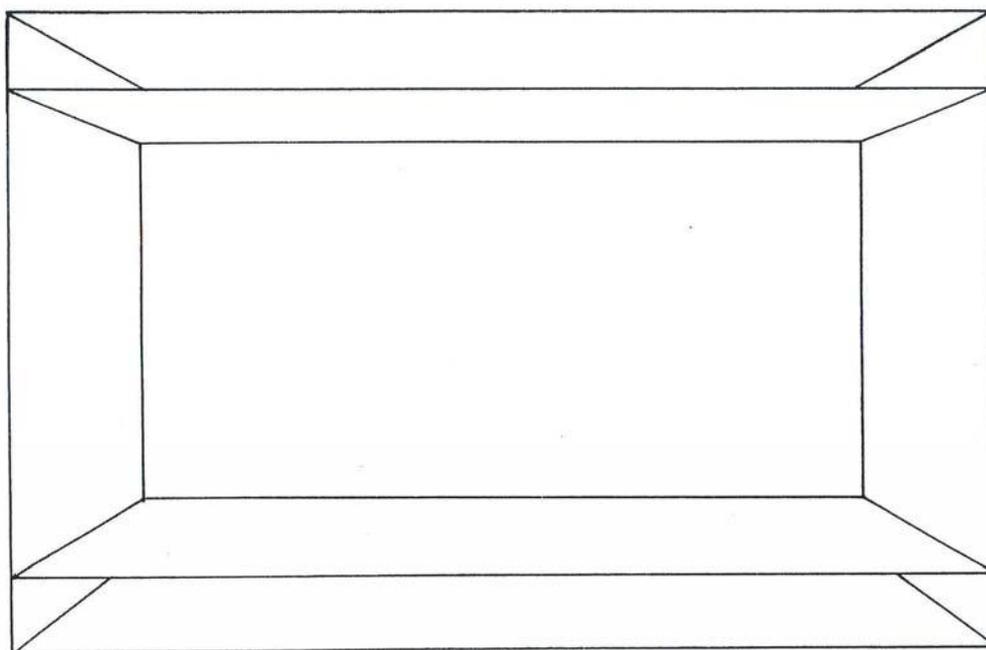
7 Was lernt man daraus?

Es gibt fast beliebig viele Möglichkeiten, Fehler zu machen. Will man sie aber vermeiden, so ist folgendes zu beachten:

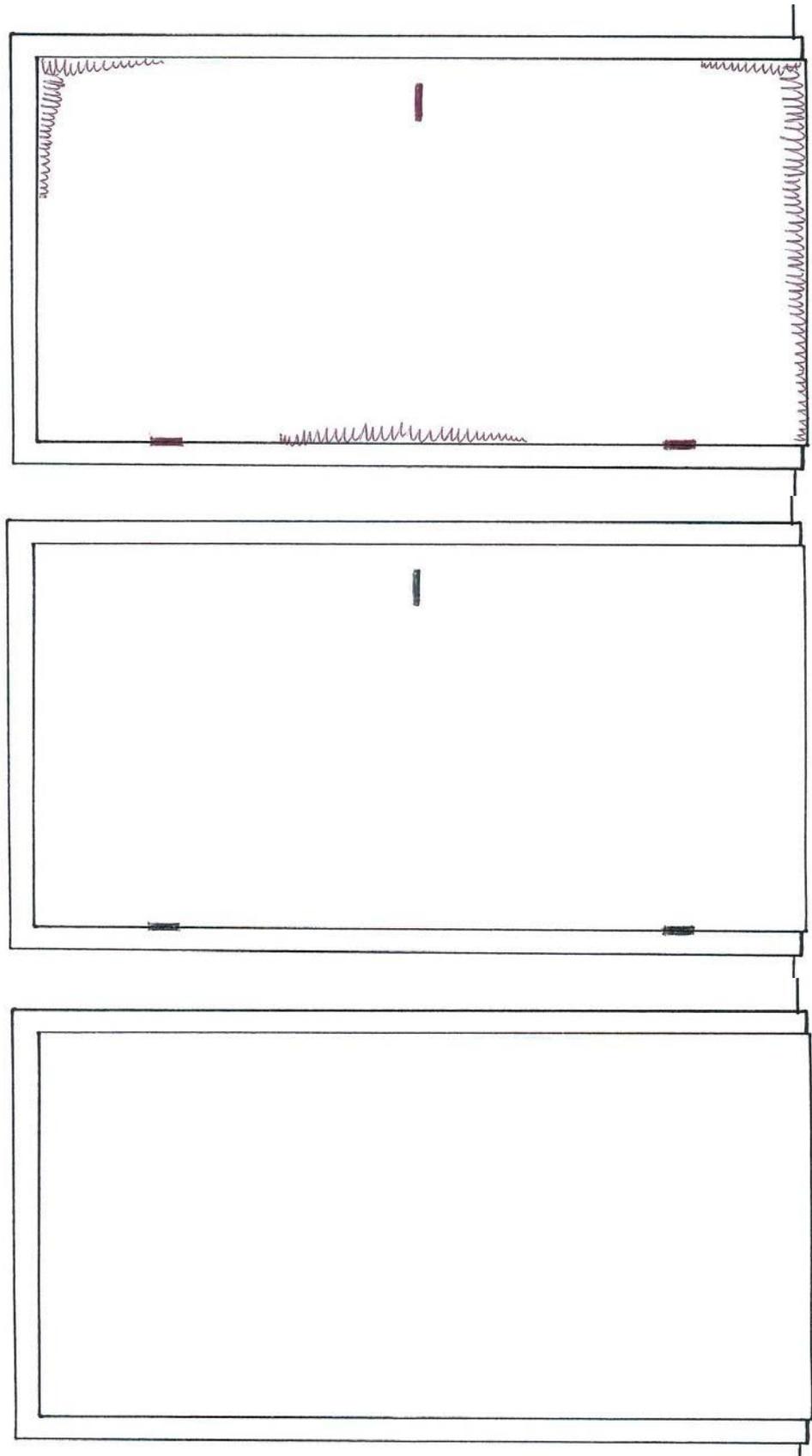
- Sowohl bei den Berechnungen als auch bei den Auswertungen von Messungen ist immer auf das gesamte zu untersuchende Bauteil (S_{W+T}) und nicht auf die Tür allein (S_T) zu beziehen.
- Somit ist immer ein resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ zu ermitteln.
- Sorgfalt bei der Erfassung der einzelnen Einflüsse vor Ort zahlt sich aus (Skizzen der Wand mit Tür und der Tür allein, Protokoll der Maße)
- Der Aufbau der umgebenden Bauteile und der Flanken ist zu erfassen und deren Schalldämm-Maße sind abschätzen oder messen.
- Die Schallübertragung durch umgebende Bauteile und entlang von Flanken ist aus dem resultierenden Schalldämm-Maß herauszurechnen. Erst damit ergibt sich (mit ausreichender Genauigkeit) das Schalldämm-Maß der Tür $R'_{w,Tür}$ (bzw. $R_{w,Tür}$).
- Die ausführenden Handwerksunternehmen sind froh, wenn ihnen der Akustiker Hilfestellung geben kann, wo bei der Tür Schwachstellen vorliegen und wie man diese beseitigen kann. Hierzu sind vorbereitete Protokollblätter und Checklisten sowie die oben genannten Prüfmittel hilfreich.
- Der Lautsprecher in einem Flur als Senderraum ist weit genug entfernt aufzustellen.
- Nur in wenigen Situationen (kleine umgebende Wände mit hoher Schalldämmung) kann man das Messergebnis direkt auf die Prüffläche der Tür (S_T) beziehen. Typisches Beispiel ist die WE-Tür.

Zum Schluss möchte ich Ihnen eine Ermahnung mit auf den Weg geben, die ich von meinem Vater, einem Tischlermeister, nicht nur einmal, sondern mehrfach gehört habe:

**Junge, du darfst pfuschen.
Aber du musst wissen wo!**



Wandansicht-Skizzen



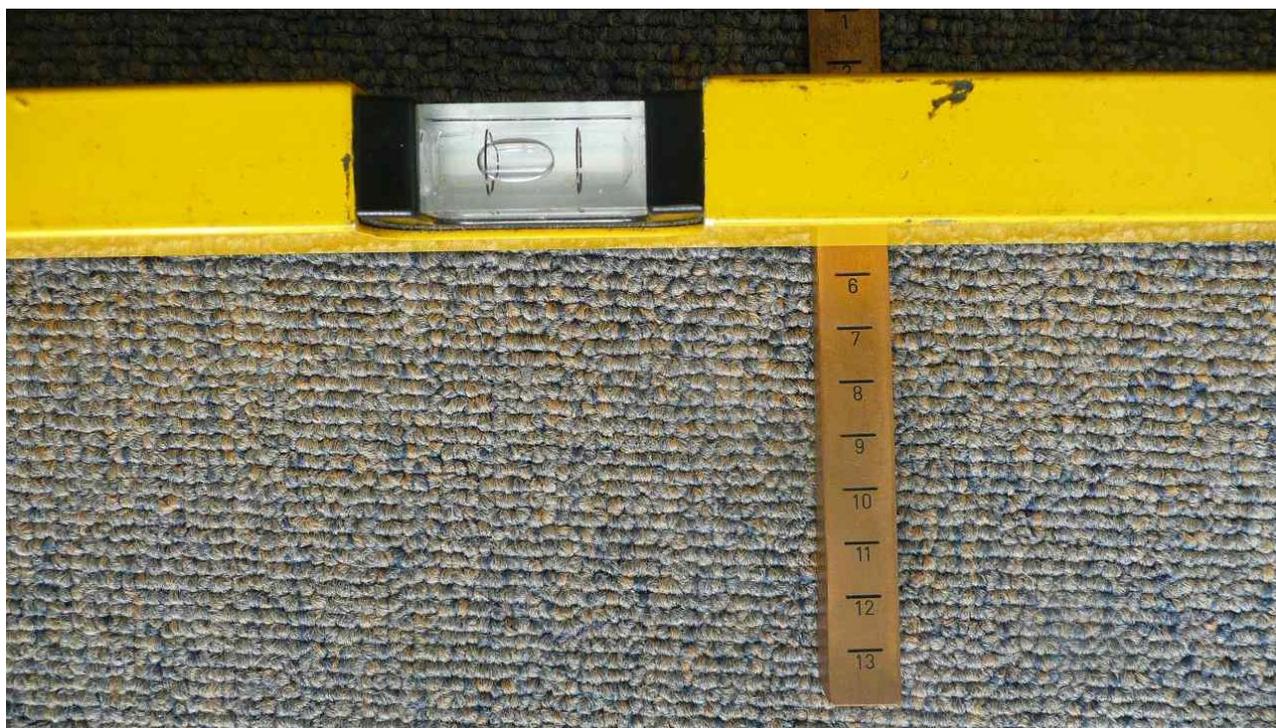
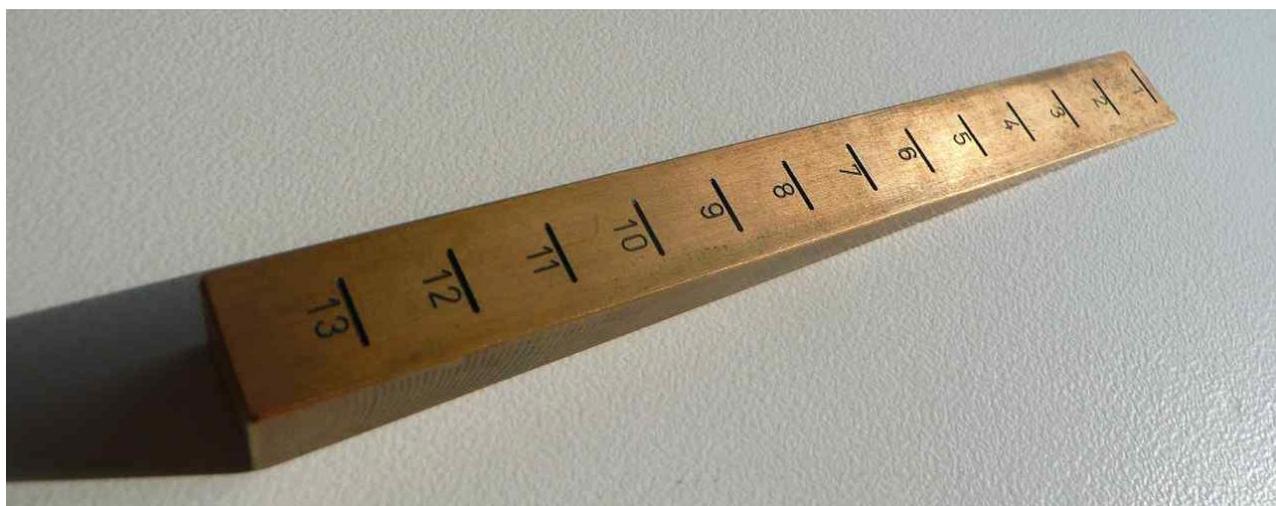
Türansicht-Skizzen



temporär abgedichtete Funktions- und Einbaufugen



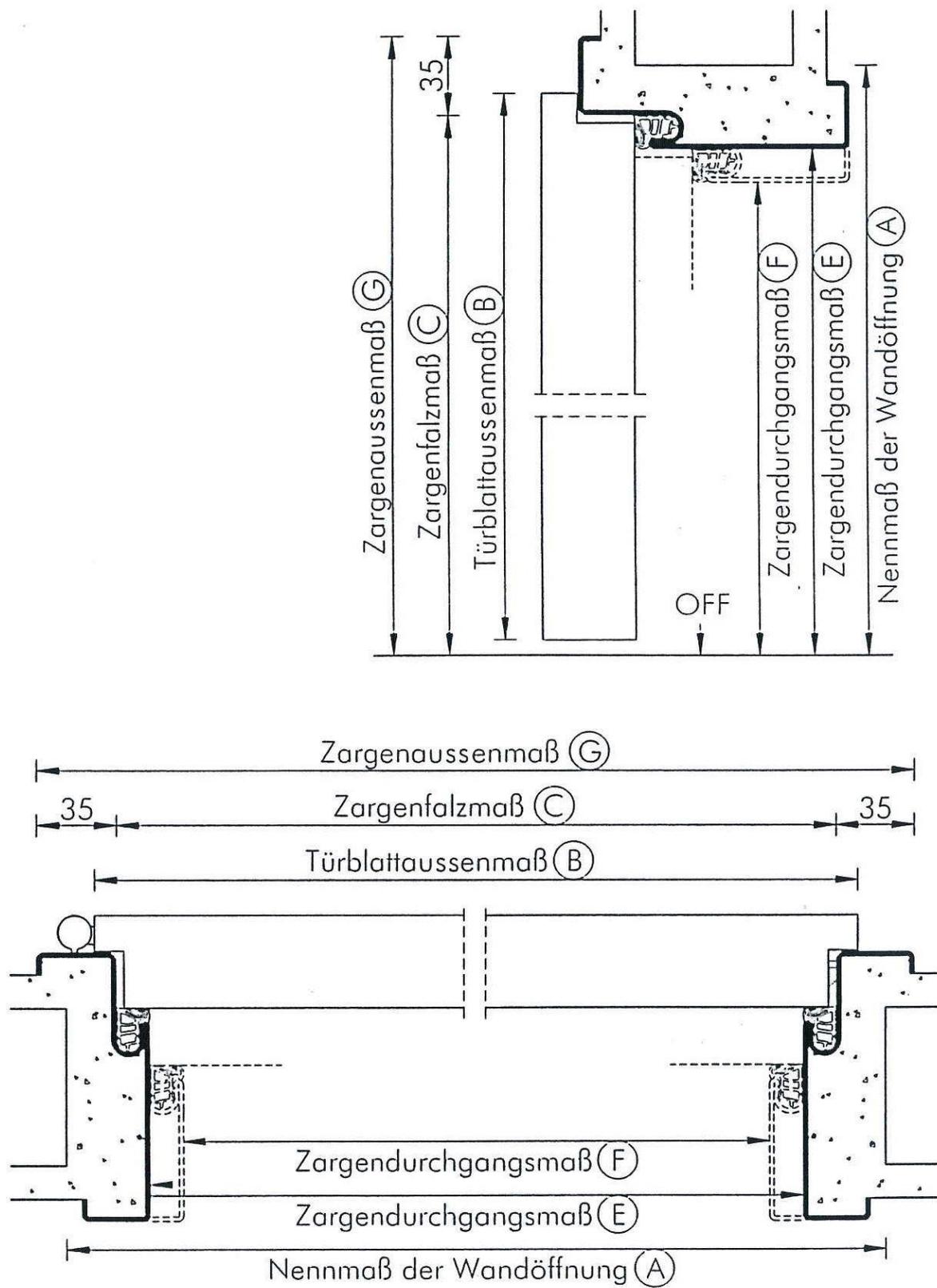
Stethoskop und Verlängerungsschlauch



Bodenebenheit und -gefälle, Messkeil



Prüfung der Falzeinstände



Maßlinien an Türen und Türzargen

Protokollblatt für Türen-Überprüfungen

Senderraum Nr.: / Empfangsraum Nr.: /

Holz- / Stahl- **Zarge** mit Einfachfalz / **Doppelfalz**:

Tiefe mm
beidseitige Bekleidungen mm und mm
Maulweite demnach mm

Falzbreiten mm und mm
Falztiefen mm und mm

im 1. Falz dreiseitig umlaufende Hohlprofil- oder Lippen-Dichtung

im 2. Falz dreiseitig umlaufende Hohlprofil- oder Lippen-Dichtung

Breite im 1. Falz mm bis mm

Breite im 2. Falz mm bis mm

Breite im Zargendurchgang mm bis mm

Höhe im 1. Falz mm bis mm

Höhe im 2. Falz mm bis mm

Höhe im Zargendurchgang mm bis mm

Gefälle der Zarge im Türsturz Bandseite oder Schloss-Seite nach oben mm

Abweichung des bandseitigen Zargenschenkels von der Senkrechten
in der Wand-Tür-Ebene, oben nach links oder rechts mm

senkrecht zur Wand-Tür-Ebene, oben nach innen oder außen mm

Abweichung des schlossseitigen Zargenschenkels von der Senkrechten
in der Wand-Tür-Ebene, oben nach links oder rechts mm

senkrecht zur Wand-Tür-Ebene, oben nach innen oder außen mm

Länge der Diagonale Schloss-Seite unten / Bandseite oben mm

Länge der Diagonale Bandseite unten / Schloss-Seite oben mm

Gefälle des Estrichs im Türbereich, schlossseitig tiefer oder höher mm

Unebenheit des Estrichs im Türbereich mm

Zargenfabrikat

stumpf oder einfach oder **doppelt** überfälztes Holz- / Stahl- **Türblatt**:

Dicke mm

Falzbreiten mm und mm

Falztiefen mm und mm

im Falzüberschlag dreiseitig umlaufende Lippendichtung? ja / nein

Breite im Falzüberschlag mm

Breite im 1. Falz mm

Breite im 2. Falz mm

Höhe im Falzüberschlag mm

Höhe im 1. Falz mm

Höhe im 2. Falz mm

Auflaufdichtung oder Absenkdichtung im 1. Falz? ja / nein
Fabrikat Typ

Auflaufdichtung im 2. Falz? ja / nein
Fabrikat Typ

Aluminium- / Holz- / Kunststoff- Bodenschiene?
als Kombischiene für Absenk- und Auflaufdichtung (Höckerschwelle)?
Fabrikat Typ

Höhe des Bodenspaltes mm bis mm

Messung von innen:

schlossseitiger Abstand zwischen Blattfläche und Falzdichtungsvorderkante
oben / Mitte / unten mm / mm / mm

sturzseitiger Abstand zwischen Blattfläche und Falzdichtungsvorderkante
Schloss-Seite / Bandseite mm / mm

demnach „Windschiefe“ des Blattes relativ zur Zarge mm

Zargeneinstand Sturz Schloss-Seite mm

Zargeneinstand Schloss-Seite oben mm

Zargeneinstand Schloss-Seite Mitte mm

Zargeneinstand Schloss-Seite unten mm

Zargeneinstand Sturz Bandseite mm

Zargeneinstand Bandseite oben mm

Zargeneinstand Bandseite Mitte mm

Zargeneinstand Bandseite unten mm

Messung von außen:

Falzüberschlag Sturz Schloss-Seite mm

Falzüberschlag Schloss-Seite oben mm

Falzüberschlag Schloss-Seite Mitte mm

Falzüberschlag Schloss-Seite unten mm

Falzüberschlag Sturz Bandseite mm

Falzüberschlag Bandseite oben mm

Falzüberschlag Bandseite Mitte mm

Falzüberschlag Bandseite unten mm

schlossseitiges Spiel im geschlossenen Zustand mm

bandseitiger Abstand Falzüberschlag / Zargenspiegel mm bis mm

Anzahl der Bänder Stk

Anordnung der Bänder oben/oben/unten oben/Mitte/unten

dreidimensional justierbare Bänder? ja / nein

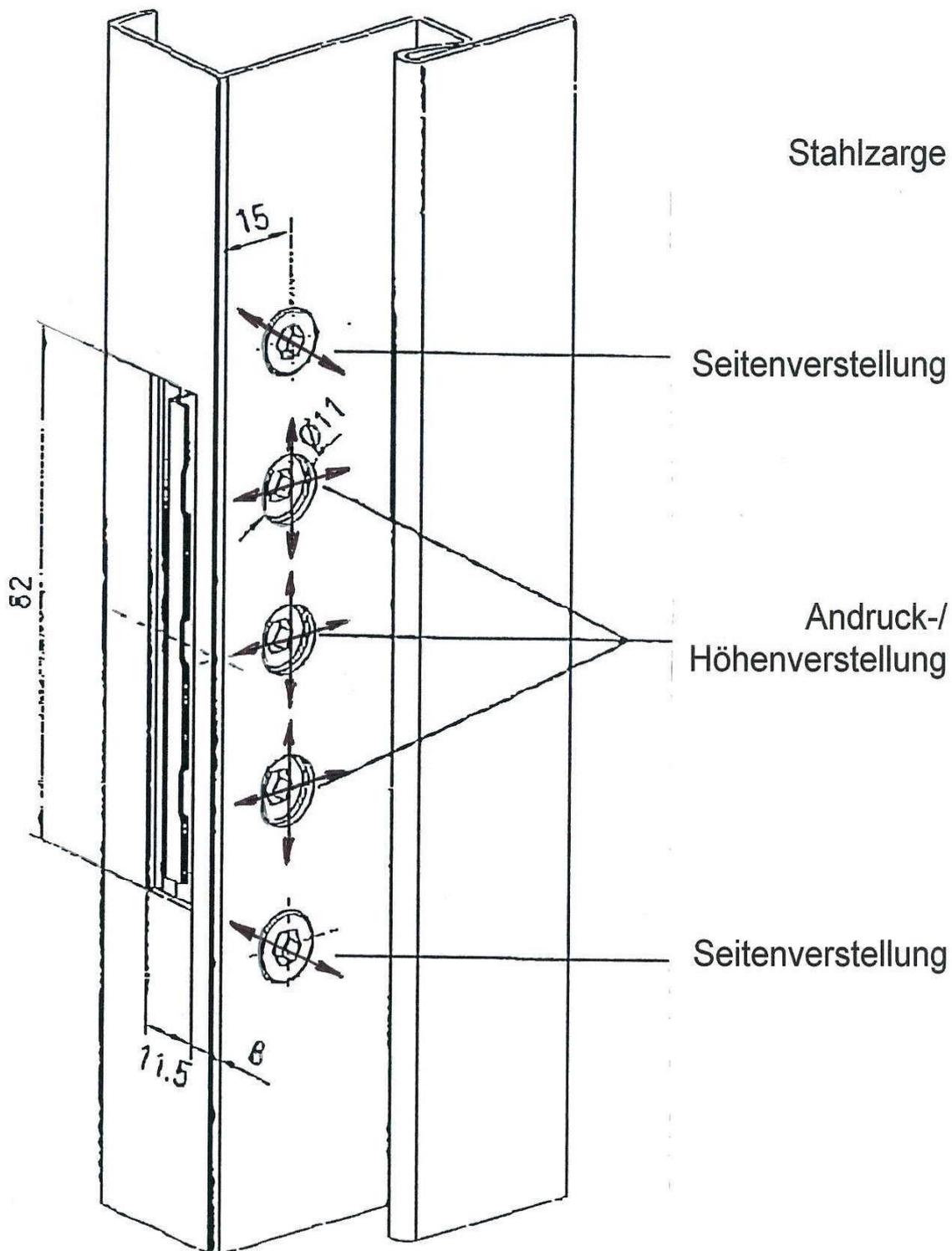
Türenfabrikat Typ.....



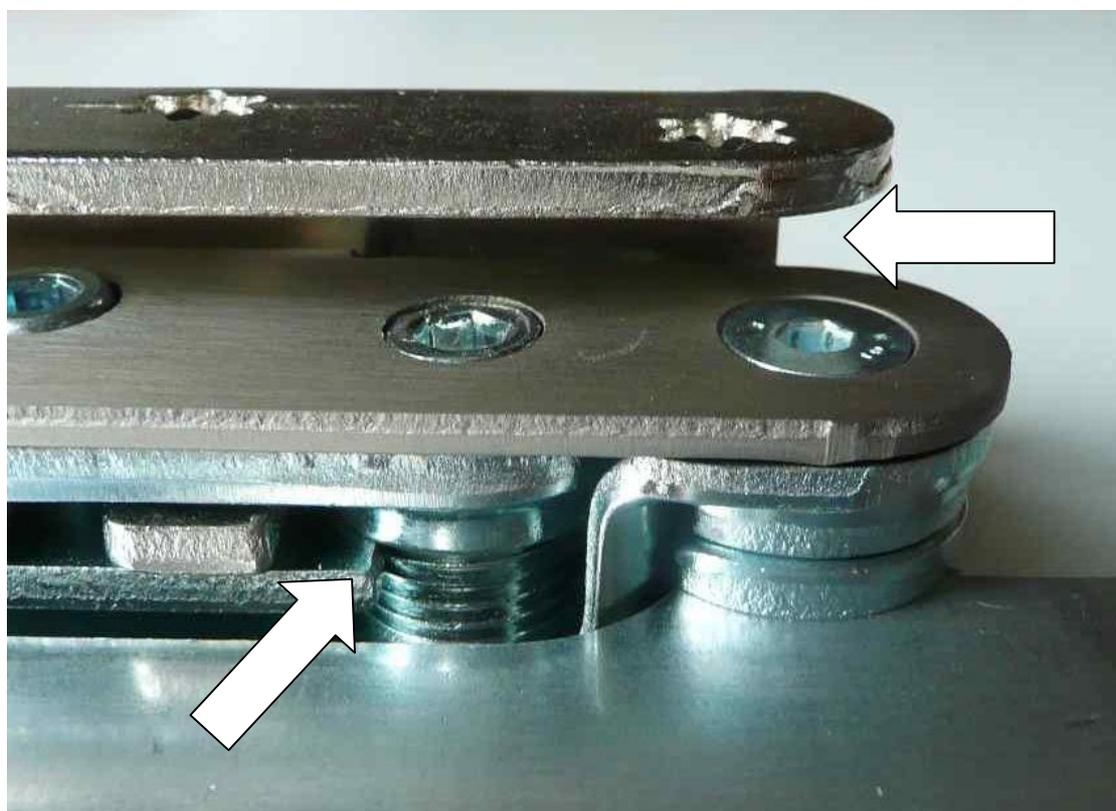
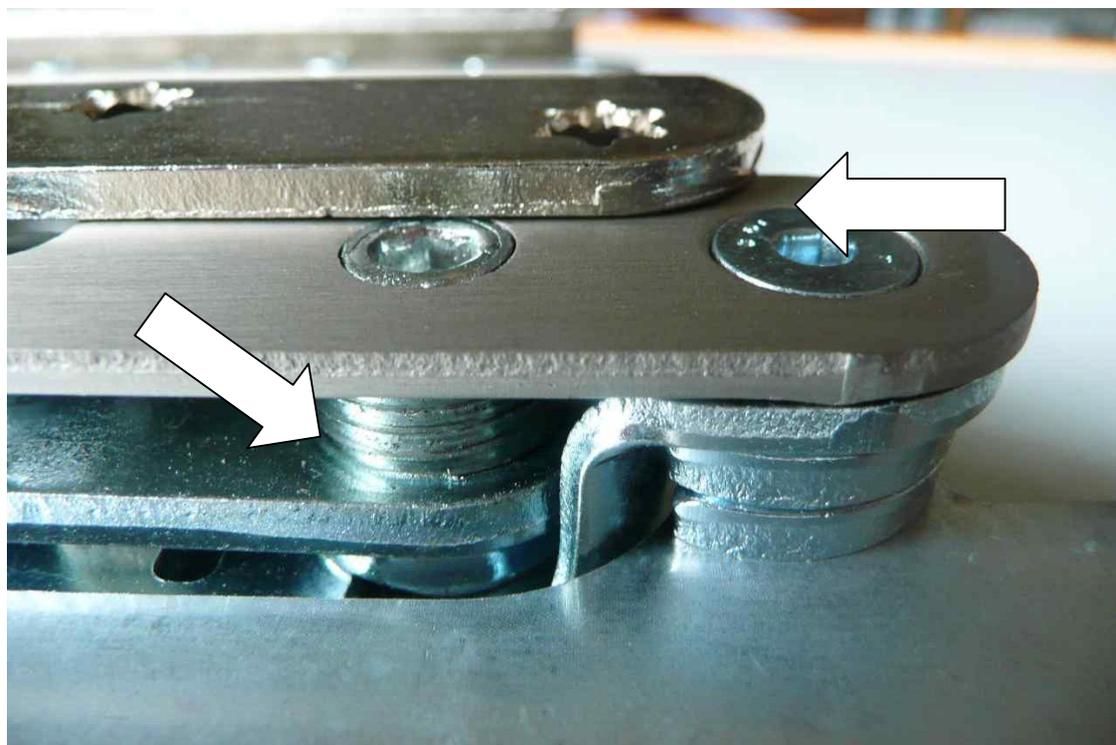
Überprüfung auf Ebenheit und Windschiefe



Überprüfung auf gleichmäßiges Anliegen
(Fingerkuppentest)



dreidimensional justierbares Türband
(z.B. Simonswerk Bandtechnik)



dreidimensional justierbares Türband
(z.B. Simonswerk Bandtechnik)