

Hinweise zu Schallmessungen an Türen, Überarbeitung von VDI 3728

Dipl.-Ing. Carsten Ruhe,
Beratender Ingenieur für Akustik VBI
www.TAUBERTundRUHE.de

Übersicht:

- 1 Was passiert bei Schallmessungen an Türen?
- 2 Wie kann man die verschiedenen Schall-Übertragungswege erfassen?
- 3 Was ist der Unterschied zwischen Schalldämm-Maß und Schallschutz?
- 4 Lösungsansatz der VDI 3728
- 5 Checklisten und weitere Hilfen
- 6 Wie kann man „richtig falsch“ messen?
- 7 Was lernt man daraus?

1 Was passiert bei Schallmessungen an Türen?

1.1 Was passiert physikalisch-mathematisch?

Im Prüfstand:

Schalldurchgang ausschließlich durch die Tür, alle anderen Bauteile hoch schalldämmend.

Am Bau:

- Schallübertragung durch die Tür mit Zarge, sowie
- ggf. Ober- und/oder Seitenlicht,
- die angrenzende Trennwand-Fläche,
- die linke und die rechte Seitenwand,
- die Decke und den Fußboden.

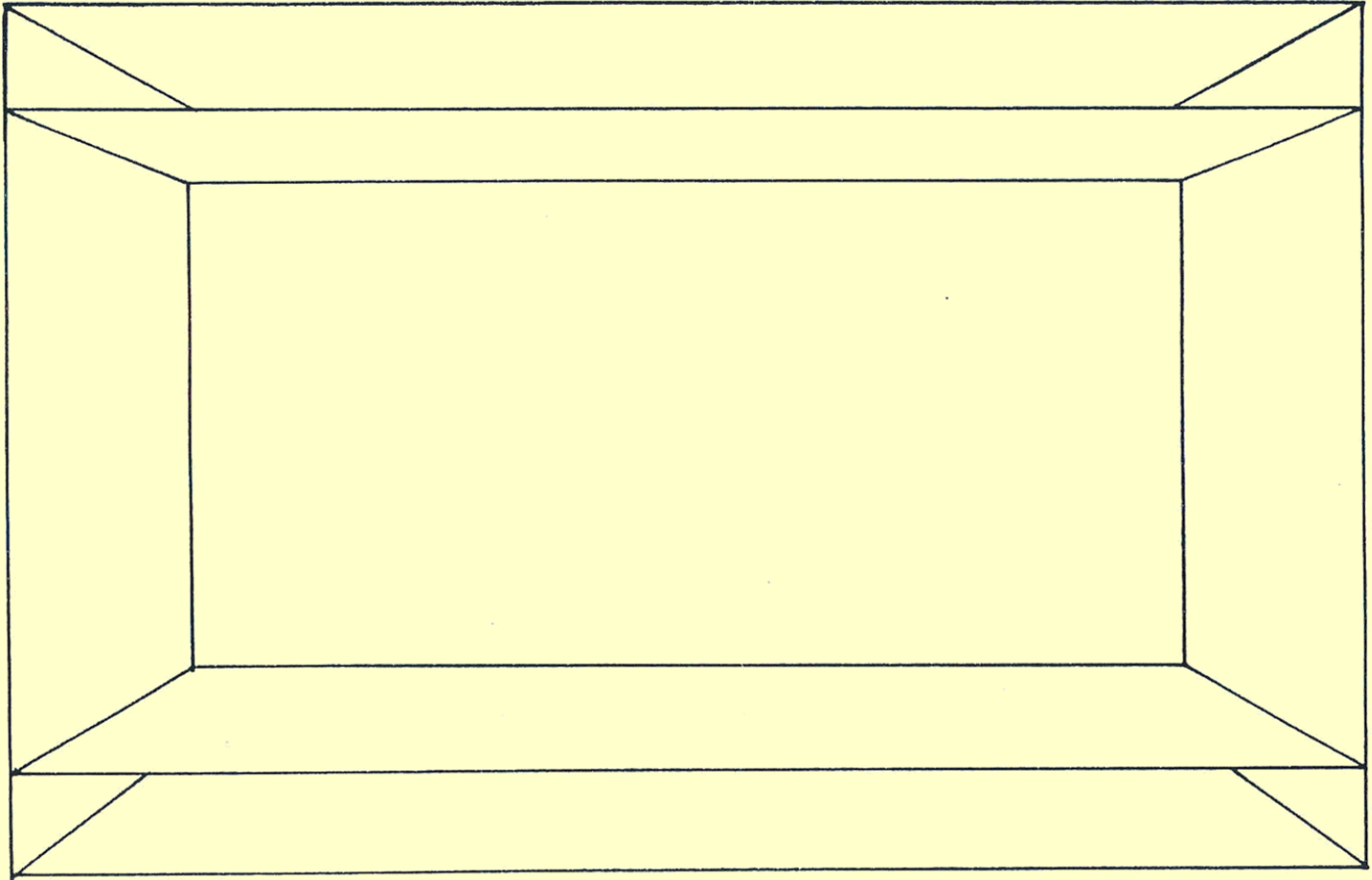
1 Was passiert bei Schallmessungen an Türen?

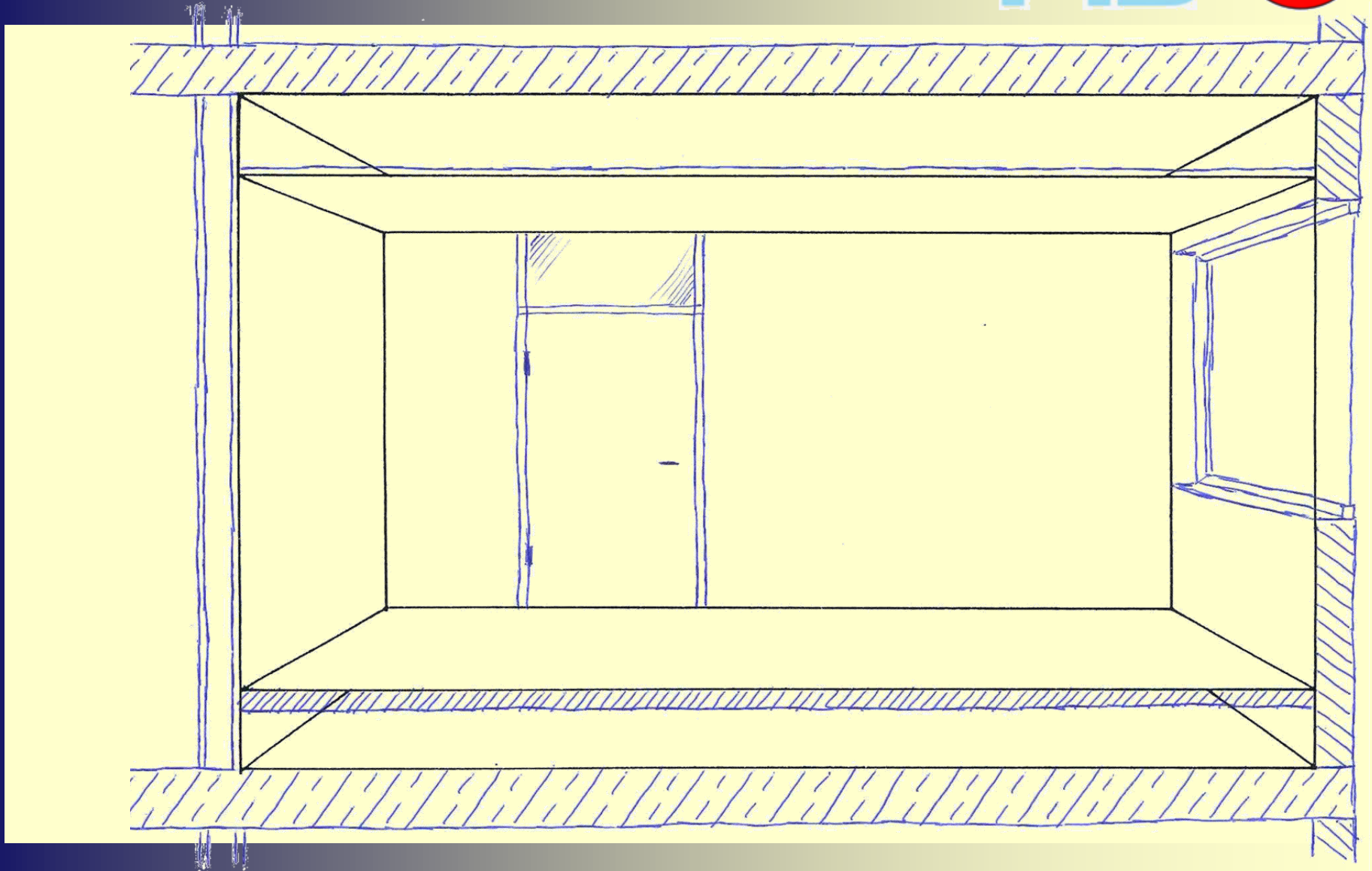
1.2 Was passiert am Bau messtechnisch?

Raumtrennwand und alle Nebenwege sind weitgehend unbekannt, Ihre Wirkung muss abgeschätzt oder gemessen werden.

Das Messmikrofon kann nicht feststellen, wo wie viel Schallenergie durchdringt, also: **selbst horchen!**

Zur sachgerechten und sorgfältigen Erfassung Wandansicht-Schema-Skizze vorbereiten, am Bau mit den notwendigen Angaben ausfüllen.





2 Wie kann man die verschiedenen Schallübertragungswege erfassen?

2.1 einerseits die Tür – andererseits der „Rest“

Türblatt / Zarge <--> Wand / Flanken / Nebenwege:

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

2 Wie kann man die verschiedenen Schallübertragungswege erfassen?

2.2 Übertragungswege Tür – Zarge – Fugen

Auch dann, wenn man die Nebenwegübertragungen ausreichend genau erfasst hat, bestehen für das Türelement selbst durchaus Veränderungen gegenüber dem im Prüfstand untersuchten Element.

- Einbaufuge zwischen Zarge und Wand sowie
- Funktionsfugen Türblatt-Zarge und Türblatt-Boden.

Zum Fugen-Schalldämm-Maß siehe Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik (IfT-Rosenheim)

2 Wie kann man die verschiedenen Schallübertragungswege erfassen?

2.3 Berechnung der durch die verschiedenen Bauteile übertragenen Schallenergie-Anteile

Wand allein		11,29 m ²	50 dB
Fassadenanschluss	0,350 x 3,000	1,05 m ²	42 dB
Türelement	0,885 x 2,135	1,89 m ²	37 dB
Drahtspiegelglas	0,885 x 0,865	<u>0,77 m²</u>	<u>30 dB</u>
Gesamtbauteil	5,000 x 3,000	15,00 m ²	40,5 dB

Nach normgemäßer Rundung lautet das Rechenergebnis der gesamten Wand $R'_{w,res} = 40$ dB

2 Wie kann man die verschiedenen Schallübertragungswege erfassen?

2.4 Messung und Rückrechnung des Schallenergie-Anteils der Tür

Gesamtbauteil	5,000 x 3,000	15,00 m ²	40 dB
Wand allein		-11,29 m ²	50 dB
Fassadenanschluss	0,350 x 3,000	-1,05 m ²	42 dB
Drahtspiegelglas	0,885 x 0,865	<u>-0,77 m²</u>	30 dB
Türelement	0,885 x 2,135	1,89 m ²	35,4 dB

Allein durch die Rundung hat sich das Schalldämm-Maß von $R_w = 37$ dB auf $R'_w = 35$ dB verringert!

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

3.1 Was will der Bauherr?

Der Bauherr benötigt eine bestimmte Schallschutzqualität zwischen zwei Räumen, z.B. $D_{nTw} = \dots$ dB. Siehe hierzu auch 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 verbindliche Vorgabe eines Bauteil-Schalldämm-Maßes $R_{wR} = \dots$ dB.

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

Aus VDI 3728: 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 Unterschied zwischen Schalldämm-Maß einer Tür und dem Schallschutz am Bau?

3.3 Wie kann der Akustiker helfen?

Hinterher: durch Messungen feststellen, warum es schief gegangen ist. Wichtig ist natürlich, dass durch die Messungen auch tatsächlich erfasst wird, worin denn der Mangel begründet ist (**Nach-Denken**).

Vorher: durch sachgerechte Planung (**Vor-Denken**).

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

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

3.3 Wie kann der Akustiker helfen?

Weiß er nach der ersten Messung wirklich schon, worin der Mangel begründet ist, oder muss man weitersuchen bzw. weiterdenken?

Erst eine sorgfältige Diagnose (Erkennen der Gründe), ggf. mit ergänzenden Untersuchungen,

dann ein abgewogener Therapie (Heilungs-) Vorschlag ggf. mit Anamnese (Ermitteln der Vorgeschichte).

**Nicht nur im Wörterbuch
kommt Diagnose vor Therapie !**

- 4 Lösungsansatz der VDI 3728
Schalldämmung von Türen (und Mobilw.)
- 4.1 Bemessung des Schallschutzes bei Wänden mit
Türen in der Planung als $D_{nTw, res'}$, nicht als $R_{w, Tür}$
- 4.2 Aus $D_{nTw, res}$ werden Anforderungen an die Türen
als $R_{w, B}$ bzw. als $R_{w, P}$ abgeleitet, vergleichbar zu
VDI 2719 bzw. DIN 4109, Tab. 8
- 4.3 Abnahme-Messungen wieder als $D_{nTw, res'}$
dann energetischer Abzug der Übertragungen
durch die umgebenden Bauteile sowie entlang
der Flanken und Nebenwege, das führt zu
 $R'_{w, B, Tür}$ (oder näherungsweise $R_{w, B, Tür}$)

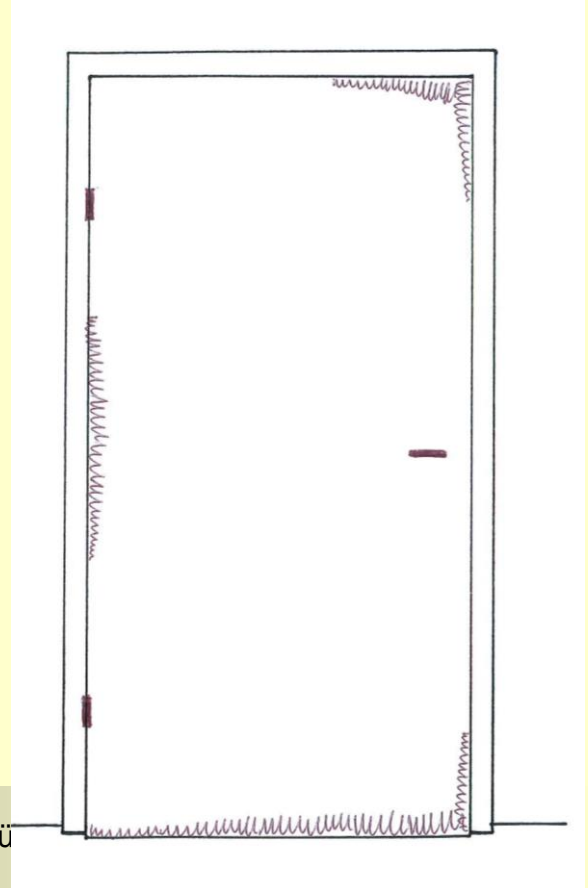
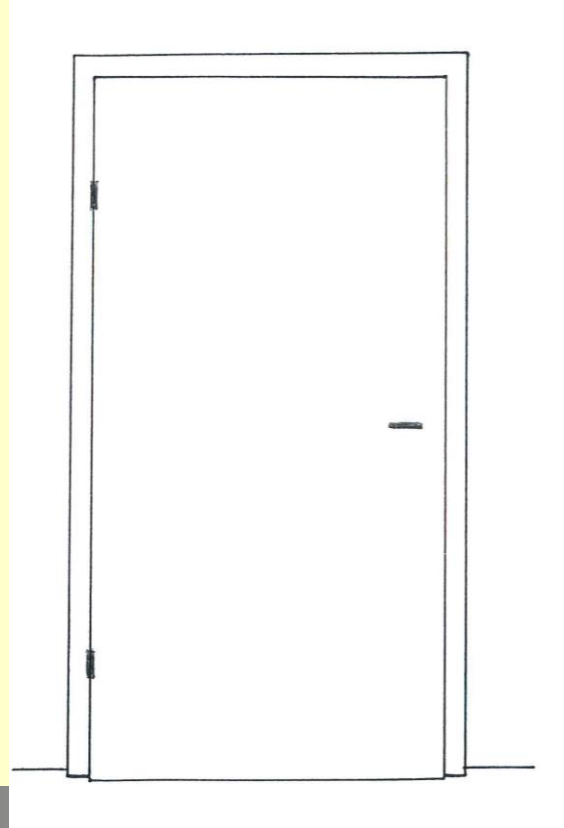
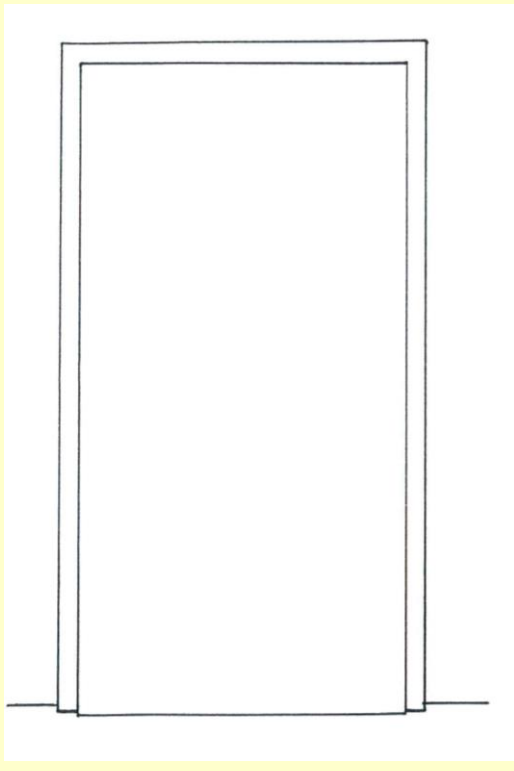
4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

4.4 Dazu gibt es einen VMPA-Beschlussbuch-Entwurf
Messung der Schalldämmung von Türen: R'_w oder R_w ?

4.5 Auf der Baustelle nicht nur Messung von
Türblatt mit Zarge, Falz- und Bodendichtungen,
sondern ggf. auch weitere Diagnosemessungen:

- wie vorgefunden → Skizzen anfertigen
- dominierenden Übertragungsweg abkitten
- alle Falze und Bodenfuge abkitten
- Türelement flächig abschotten

- # 4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen
- wie vorgefunden → Skizzen anfertigen



- 4 Lösungsansatz der VDI 3728
Schalldämmung von Türen
- alle Falze und Bodenfuge abkitten



4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

Wand allein		11,29 m ²	50 dB
Fassadenanschluss	0,350 x 3,000	1,05 m ²	42 dB
Türelement flächig abgeschottet		1,89 m ²	50 dB
Drahtspiegelglas	0,885 x 0,865	0,77 m ²	30 dB
Gesamtbauteil	5,000 x 3,000	15,00 m ²	41,4 dB

Rückrechnung auf das Türelement allein:

Gesamtbauteil mit Tür wie oben		15,00 m ²	40,5 dB
Gesamtbauteil allein		-13,11 m ²	41,4 dB
Türelement allein		1,89 m ²	36,9 dB

4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

4.6 Diagnose-Notwendigkeiten und -Möglichkeiten ohne und mit Schallmessungen, viele davon entstammen der handwerklichen (Tischler-) Praxis:

- visuelle Prüfung der Dichtigkeit mit Lichtquelle
- akustische Prüfung der Funktions- und Einbaufugen durch Rauschbeschallung und Abtasten mit dem Messmikrofon im Nahbereich

4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

- oder Rauschbeschallung und Abtasten der Funktions- und Einbaufugen mit einem Stethoskop



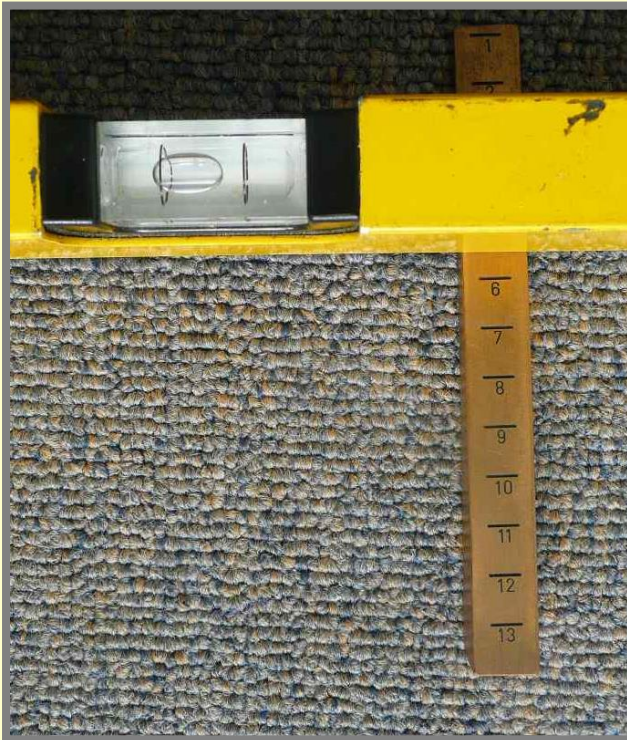
4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

- visuelle Prüfung von Bodenebenheit und Gefälle mit Richtscheit/Wasserwaage



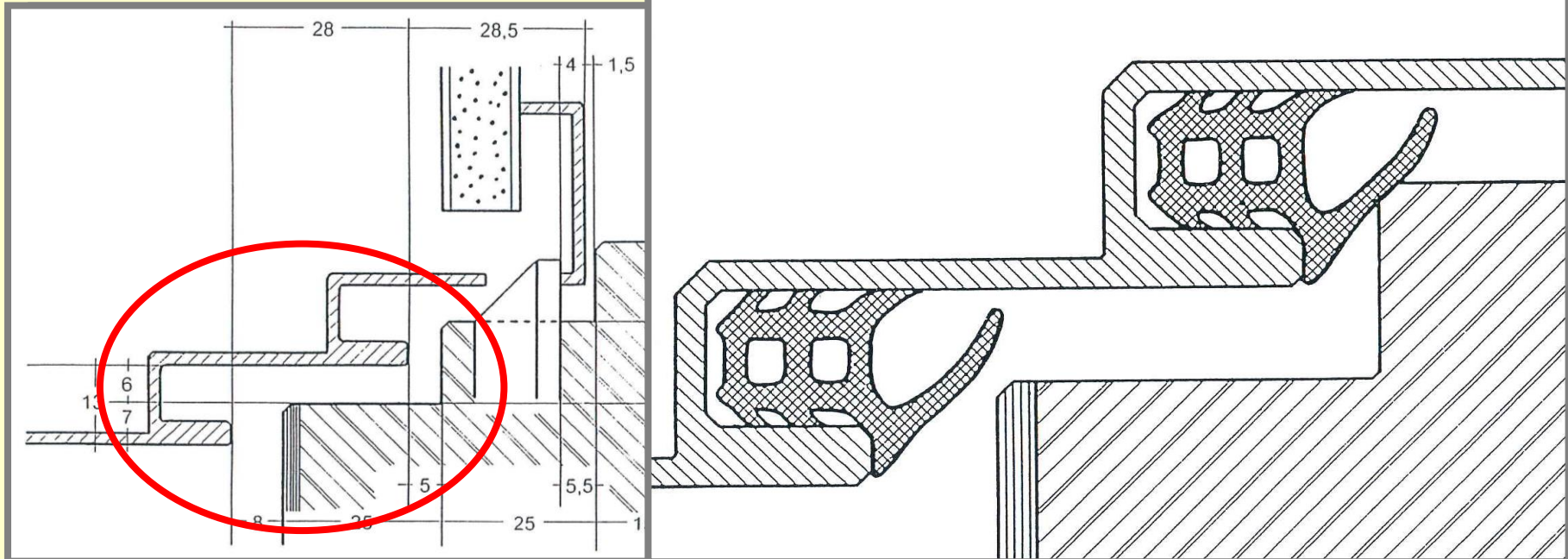
4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

- visuelle Prüfung des Bodenspaltes mit Messkeil



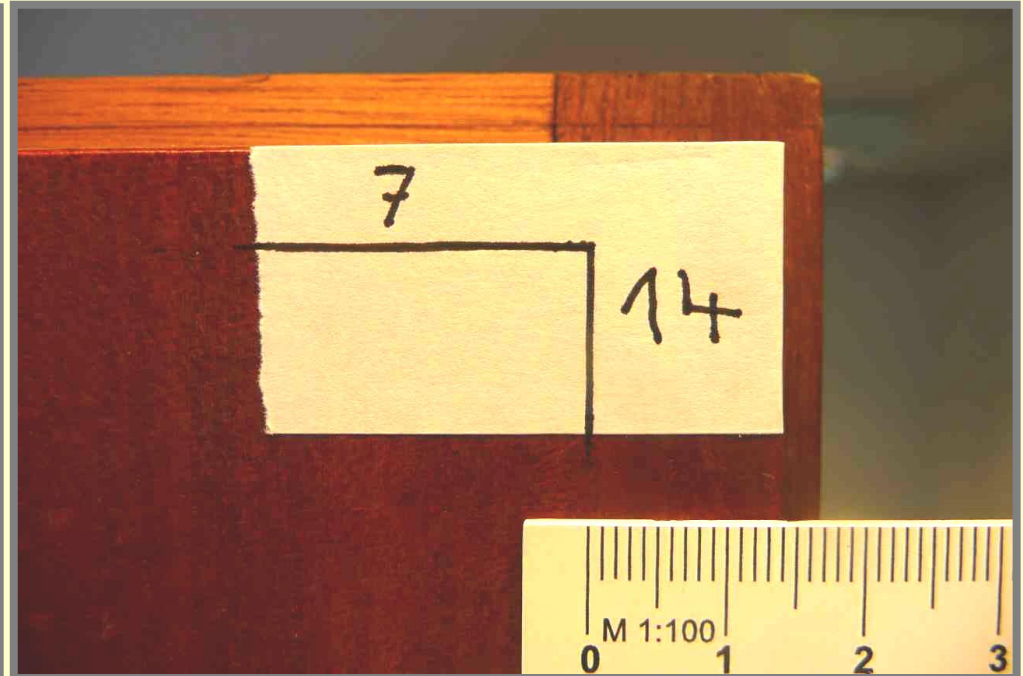
4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

- visuelle Prüfung der Falz- und Spaltgeometrien mit Maßstab



4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

- visuelle Prüfung der Gleichmäßigkeit des Falzeinstandes links, rechts und oben





4 Lösungsansatz der Schalldämmung

- visuelle Prüfung der Gleichmäßigkeit des Falzeinstandes links, rechts und oben



4 Lösungsansatz Schalldämmung

Protokollblatt mit
Maßangaben
vorbereiten
und am Bau
ausfüllen

Technische Zeichnungsbüro mbH
Anlage 7

Protokollblatt für Türen-Überprüfungen

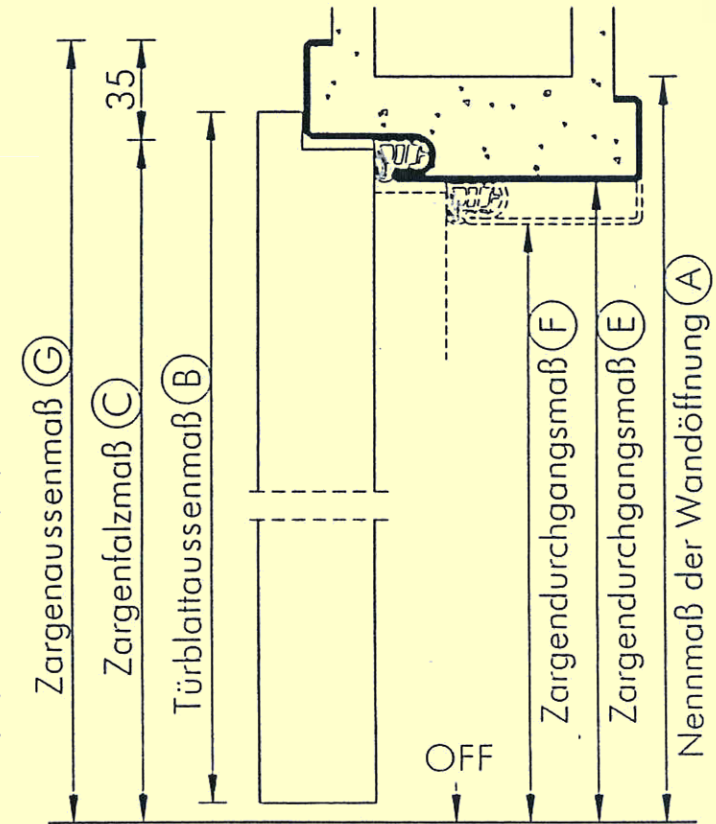
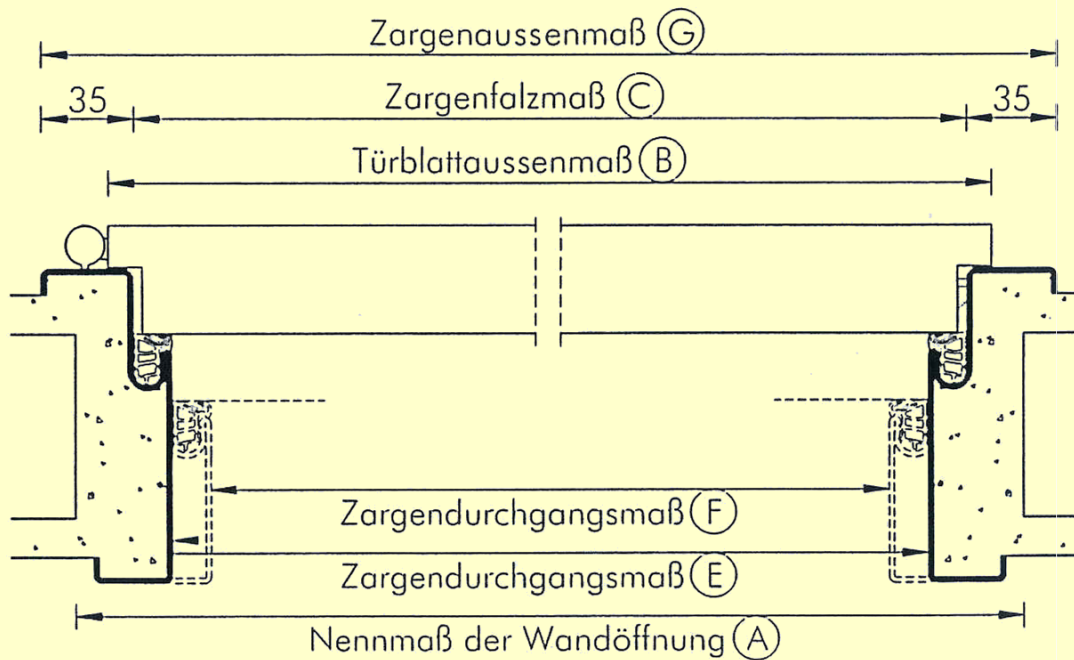
Senderraum Nr.: / Empfangsraum Nr.: /

Holz- / Stahl- Zarge mit Einfachfalz / Doppelfalz:

Tiefe	..... mm und	..... mm
beidseitige Bekleidungen	..... mm und	..... mm
Maulweite demnach	..... mm und	..... mm
Falzbreiten	..... mm bis	..... mm
Falztiefen	..... mm bis	..... mm
im 1. Falz dreiseitig umlaufende Hohlprofil- oder Lippen-Dichtung	..... mm bis	..... mm
im 2. Falz dreiseitig umlaufende Hohlprofil- oder Lippen-Dichtung	..... mm bis	..... mm
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 bis	..... mm
Abweichung des bandseitigen Zargenschenkels von der Senkrechten in der Wand-Tür-Ebene, oben nach links oder rechts	..... mm bis	..... mm
senkrecht zur Wand-Tür-Ebene, oben nach innen oder außen	..... mm bis	..... mm
Abweichung des schlossseitigen Zargenschenkels von der Senkrechten in der Wand-Tür-Ebene, oben nach links oder rechts	..... mm bis	..... mm
senkrecht zur Wand-Tür-Ebene, oben nach innen oder außen	..... mm bis	..... mm
Länge der Diagonale Schloss-Seite unten / Bandseite oben	..... mm	..... mm
Länge der Diagonale Bandseite unten / Schloss-Seite oben	..... mm	..... mm
Gefälle des Estrichs im Türbereich, schlossseitig tiefer oder höher	..... mm	..... mm
Unebenheit des Estrichs im Türbereich	..... mm	..... mm
Zargenfabrikat	..... mm	..... mm
stumpf oder einfach oder doppelt überfälztes Holz	..... mm	..... mm
Dicke	..... mm	..... mm
Falzbreiten	..... mm	..... mm
Falztiefen	..... mm	..... mm
im F	..... mm	..... mm

4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

Benennung von Maßlinien:



4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

Rechenwerte für die Maße von Türelementen:

Bezugsfläche des Türelementes (S_T) ist die Öffnung, die der Rohbauer oder Trockenbauer gelassen hat und in die der Tischler seine Tür mit Zarge und Einbaufugen-Dichtung hineinstellt.

Die Standard-Öffnungs-Maße errechnen sich zu
 $(n \times 12,5 \text{ cm}) + 1 \text{ cm}$.

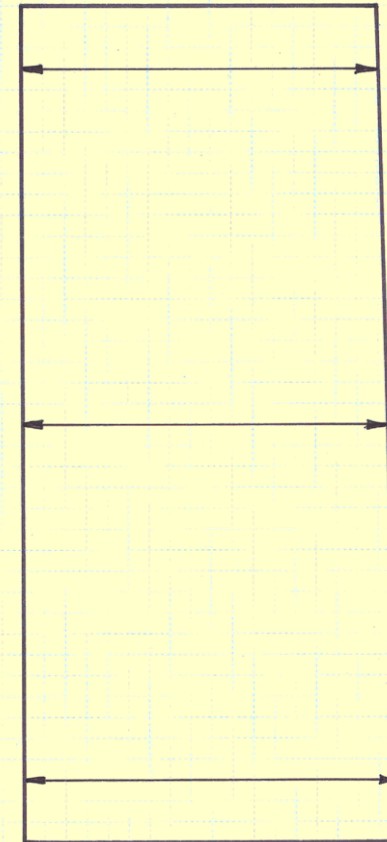
typische Türbreiten: 63,5 cm, 76 cm, 88,5 cm, 101 cm

typische Türhöhen: 201 cm, 213,5 cm, 226 cm

4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

- visuelle Prüfung
der Zargenschenkel
auf Parallelität
mit Maßstab oder Zollstock:

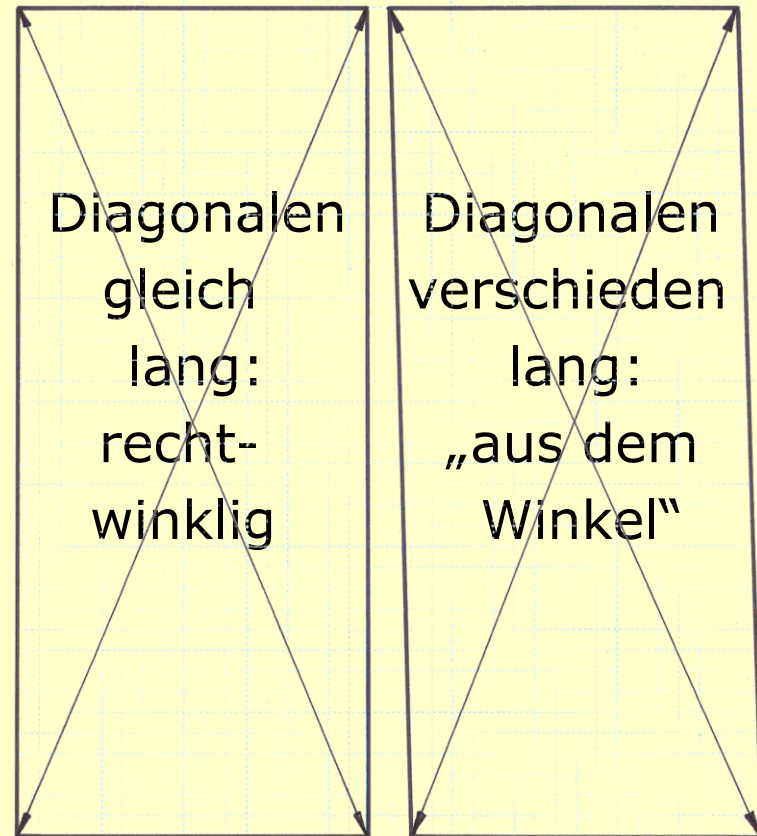
Sind
oben
mittig
unten
die Abstände gleich?



4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

- visuelle Prüfung der Zargenausrichtung (Rechtwinkligkeit) durch Messung der Zargen-Diagonalen mit Schiebe-Maßstab (ein Zollstock ist dafür zu kurz)

Sind die Diagonalen gleich lang?



4 Lösungsansatz der Schalldämmung von

- visuelle Prüfung der
Türblatt-Ebenheit
und der Windschiefe:

Wasserwaage oder
Richtscheit in beiden
Diagonalen auflegen



4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

- visuelle oder manuelle Prüfung des Türblatt-Anliegens an die Zarge im Falzüberschlag mit dem



4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

akustische Prüfung nach Abdichtung undichter Falze,
Bodenspalte und Einbaufugen mit dauerplastischem Kitt

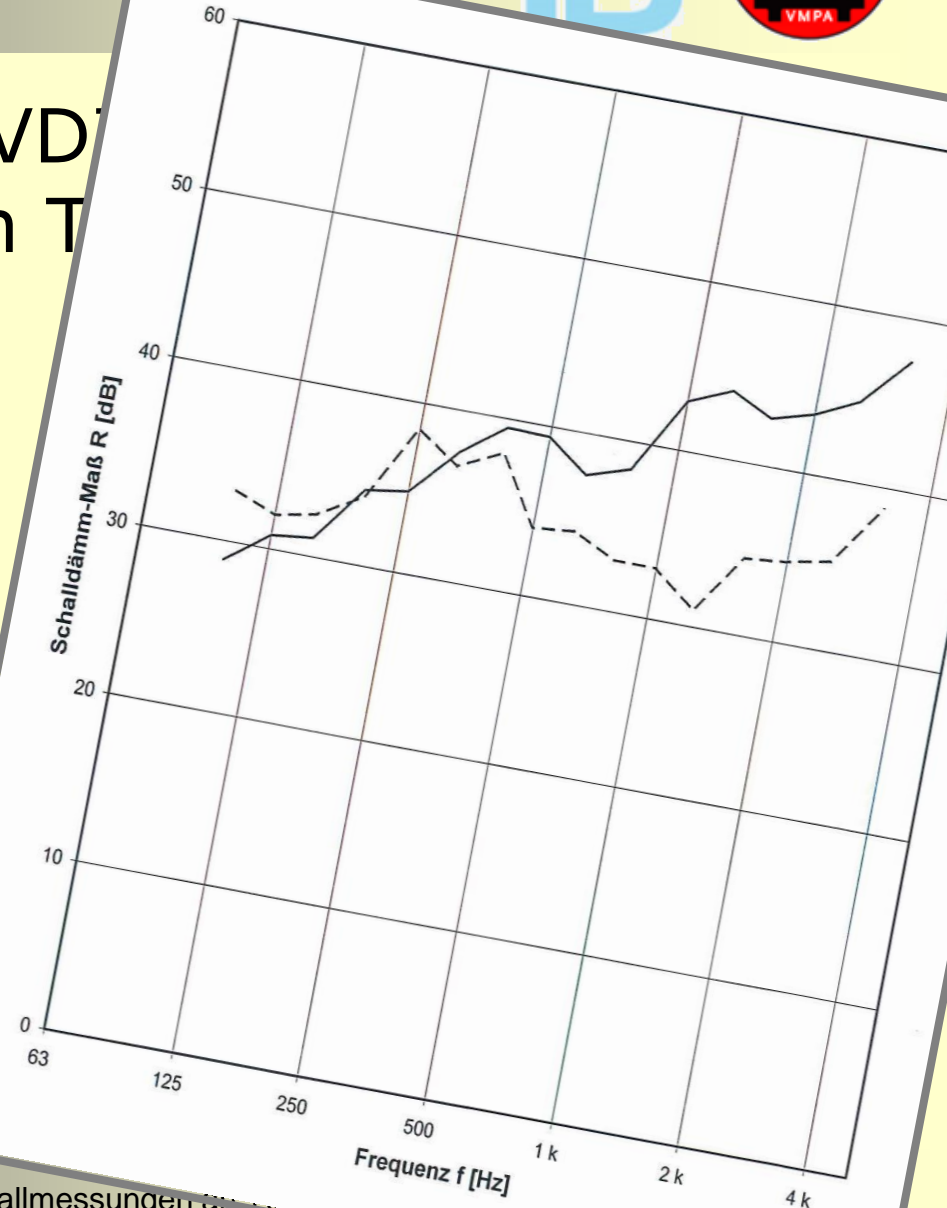


4 Lösungsansatz der VDI Schalldämmung von T

Vorschnelle Beurteilungen

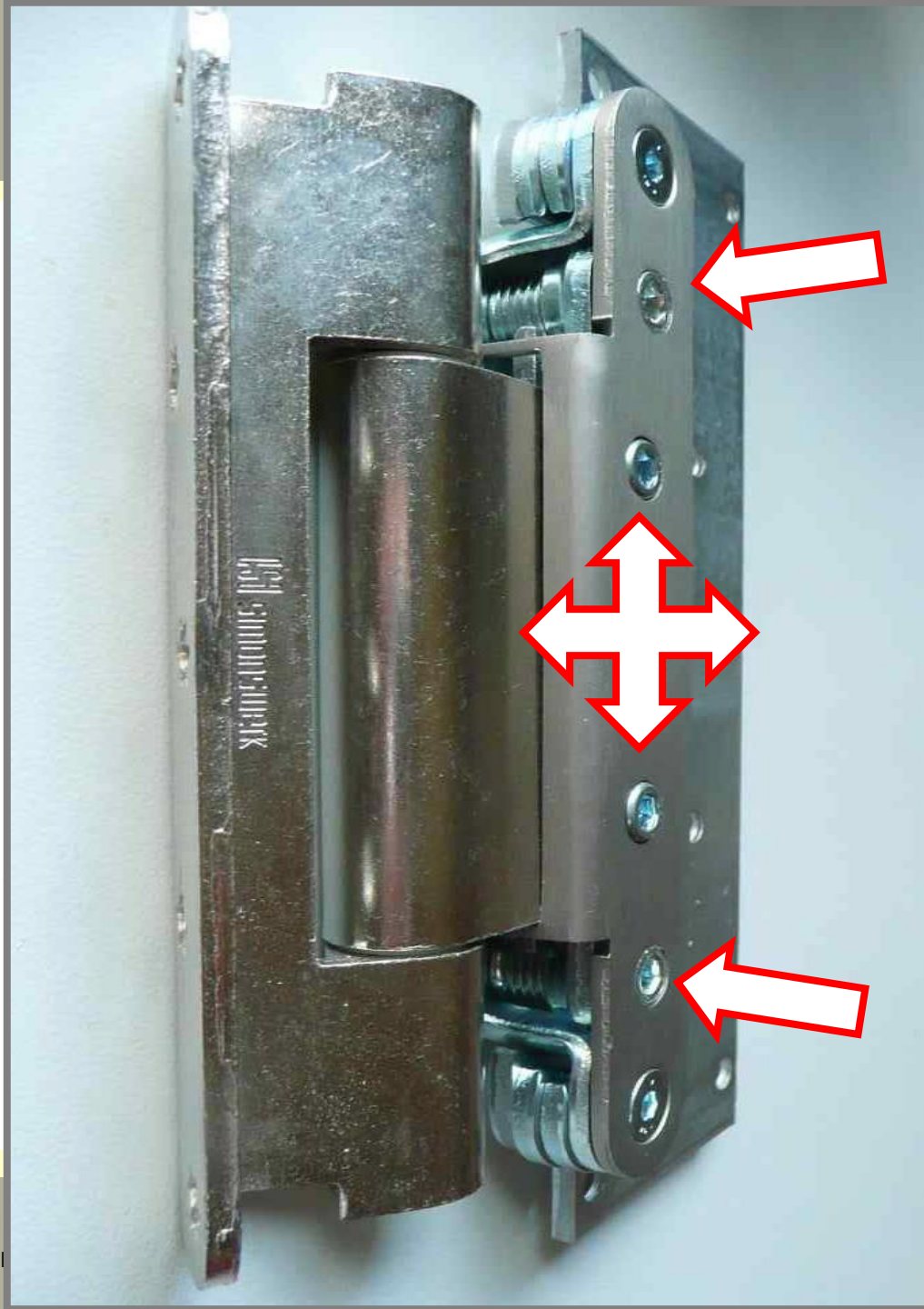
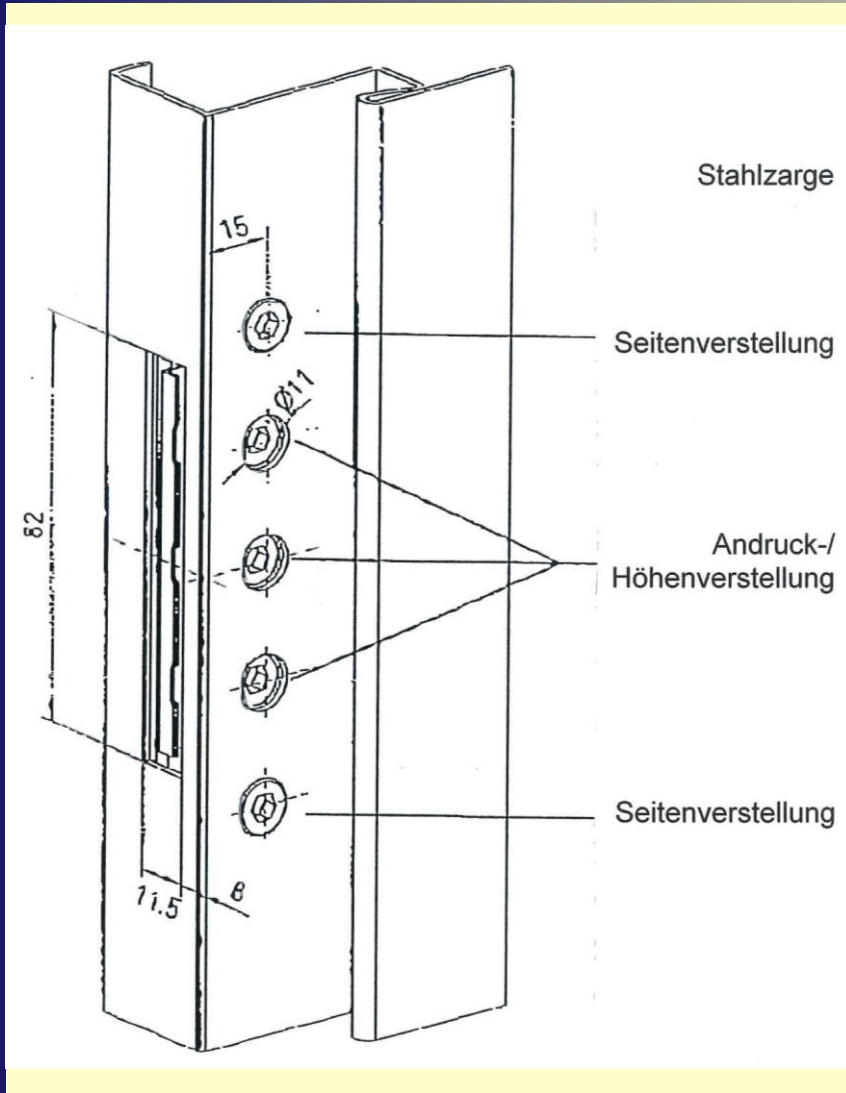
“Die eingebaute Tür ist nicht geeignet.“ lassen sich nicht immer halten. Bisweilen hilft auch schon ein sorgfältiges Ausrichten der Tür in der Zarge.

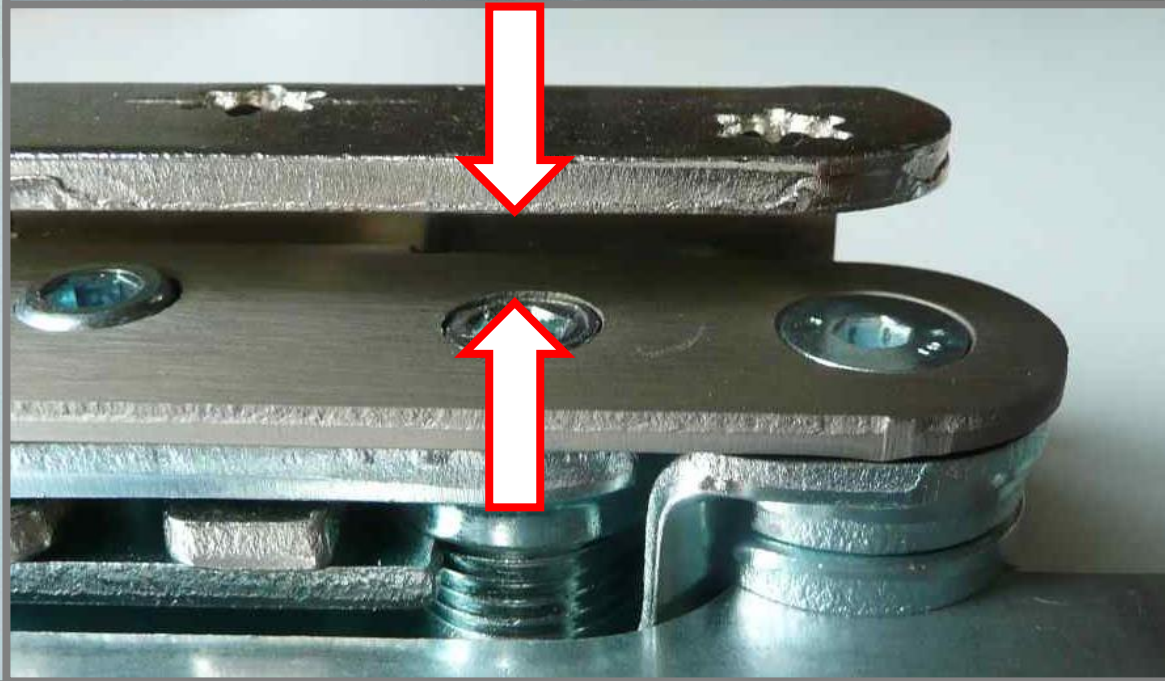
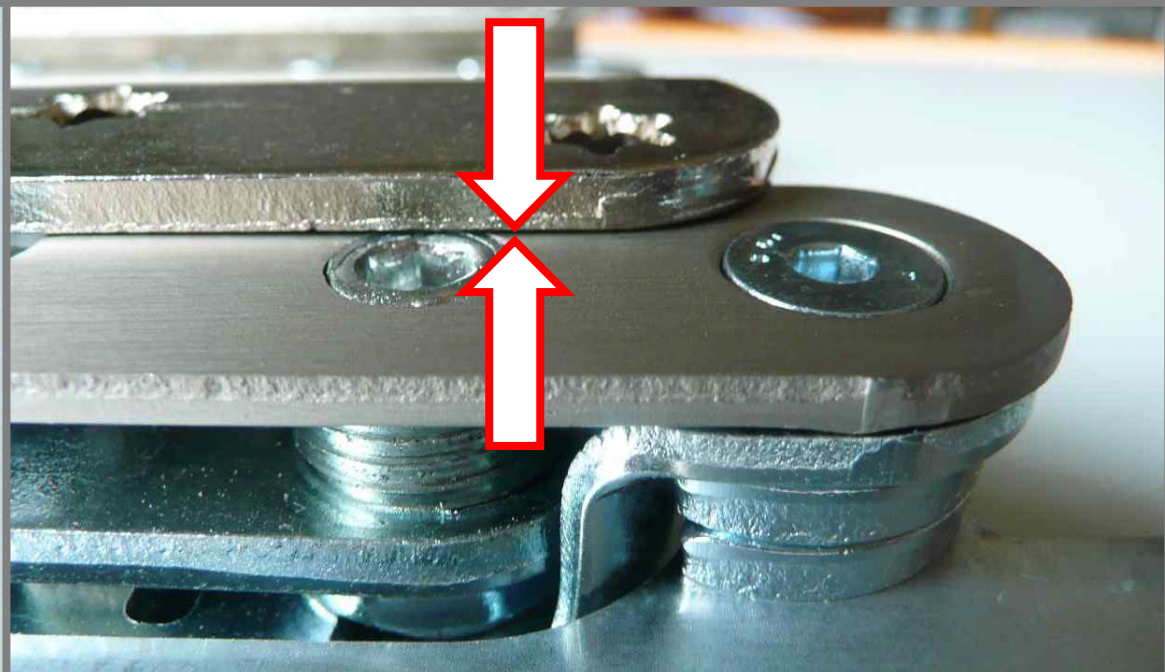
Tür justiert $R'w = 42 \text{ dB}$
wie vorgefunden 35 dB



TAUBERT und RUHE

Akustik und Thermische Bauphysik





4 Lösungsansatz der VDI 3728 Schalldämmung von Türen

Solche dreidimensional verstellbaren Bänder **kosten** ihr **Geld**, genau so wie auch gute automatisch absenkende Bodendichtungen und die zugehörigen luftdichtenden Bodenschienen.

Wie sagte schon 1977 der Bürogründer,
Otto Taubert, zu mir?

**Wer nichts hören will,
muss zahlen!**

5 Checklisten und weitere Hilfen: VDI 3728, Tabelle 8

enthält zahlreiche Hinweise auf in der Ausschreibung zu benennende Einflussgrößen:

- genaue Anforderungen an die Schalldämmung
- Material des Türblattes
- Zargenmaterial und ihre Dichtungen in der Funktionsfuge (Bewegungsfuge)
- Abdichtung der Zarge in der Einbaufuge
- andere beteiligte Gewerke im Umfeld der Tür

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. Dann schneiden die Türen immer zu schlecht ab und der Handwerker geht (normgemäß!) pleite!

6 Wie kann man „richtig falsch“ messen? 1. Fehlerquelle

DIN 4109-11, Ziffer 10, fordert die **Nahfeldmessung**. Wenn man damit die gesamte von Raum zu Raum übertragene Schallenergie ausschließlich der Tür anlastet, dann kann das zu erheblichen Negativ-Abweichungen gegenüber dem wahren Schalldämm-Maß (der aktuell überprüften Tür) führen.

Beispiel 1: Flurwand 4,00 m lang und 3,00 m hoch, Fläche 12,00 m². Darin Standardtür 0,76 m breit und 2,01 m hoch, Fläche 1,53 m² mit $R_{w,R} = 37$ dB.

6 Wie kann man „richtig falsch“ messen?

1. Fehlerquelle

Flurwand allein	60 dB	55 dB	50 dB	45 dB
Tür allein	37 dB	37 dB	37 dB	37 dB
Flurwand mit Tür	45,8 dB	45,5 dB	44,7 dB	42,8 dB
$10 \lg (1,53/12)$	-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
	≈ 37 dB			≈ 33 dB

An der Tür hat sich nichts geändert, nur an der Wand.
Die Schallübertragung durch die umgebende Wand
und entlang der Flanken am Bau
darf also keinesfalls vernachlässigt werden.

6 Wie kann man „richtig falsch“ messen?

1. Fehlerquelle

Beispiel 2: Treppenraumwand 1,50 m breit und 2,50 m hoch, Fläche 3,75 m² mit $R'_w = 53$ dB, Standardtür 0,76 m breit und 2,01 m hoch, Fläche 1,53 m² und $R_{w,R} = 37$ dB.

Treppenraumwand allein	2,22 m ²	$R'_w =$	53 dB
Tür allein	1,53 m ²	$R_{w,R} =$	37 dB
Treppenraumwand mit Tür	3,75 m ²	$R'_{w,res} =$	40,7 dB
$10 \lg (1,53/3,75)$			-3,9 dB
„Messwert“ Tür		$R'_{w,Tür} =$	36,8 dB
		$R_{w,Tür} \approx$	37 dB

6 Wie kann man „richtig falsch“ messen? 1. Fehlerquelle

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.

Aber Vorsicht: Auch bei WE-Türen kann es zu Flankenschallübertragungen kommen, wenn z. B. 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“.

6 Wie kann man „richtig falsch“ messen? Vorschlag aus VDI 3728:

In Abweichung von DIN 4109-11 wird für Güteprüfungen am Bau generell die Anwendung des „Zwei-Hallraum-Verfahrens“ vorgeschlagen. 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 [Abschottung der Türfläche] 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.

6 Wie kann man „richtig falsch“ messen? 2. Fehlerquelle

Schalldämm-Maß der Tür in einer Flurwand
(z.B. eines Bürogebäudes):

Vorgabe zur Lautsprecher-Aufstellung aus DIN 4109-11:
Abstand des Lautsprechers von der Türmitte
mindestens 2 x Flächendiagonale ($\approx 4,6$ m).

Damit wird aber die gesamte Prüffläche (Wand mit Tür)
nicht ausreichend gleichmäßig beschallt.

Vielmehr muss man den Lautsprecher so aufstellen,
dass vor allen an der Schallübertragung beteiligten
Bauteilen etwa der gleiche Schallpegel vorliegt.

6 Wie kann man „richtig falsch“ messen? **Vorschlag aus VDI 3728:**

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?

- Sowohl Berechnungen als auch Auswertungen immer auf S_{W+T} beziehen, nicht auf S_T allein
- somit immer als $R'_{w,res}$ ($D_{nTw,res}$) berechnen/auswerten
- Skizzen und Maßprotokolle erstellen
- umgebende Bauteile/Flanken messen oder abschätzen
- die Flankenübertragung herausrechnen, erst dann ergibt sich $R'_{w,Tür}$ (bzw. $R_{w,Tür}$)
- Lautsprecher im Flur weit genug weg stellen

**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!**

TAUBERT und RUHE GmbH
Beratungsbüro für Akustik
und Thermische Bauphysik

Bickbargen 151
25469 Halstenbek

www.TAUBERTundRUHE.de
carsten.ruhe@TAUBERTundRUHE.de