

Prüfbericht

Dokumentennummer: (1101/505/18) – Bod vom 06.06.2018

Auftraggeber: medifa hygienic rooms GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 4
76470 Ötigheim

Auftrag vom: 26.01.2018

Auftragszeichen: -

Auftragseingang: 26.01.2018

Inhalt des Auftrags: Prüfung einer Wand 3,50 m x 3,60 m vom Typ MediFa, Biegefestigkeit und Absturzsicherung nach DIN 4103-1 und in Anlehnung an ETAG 003

Prüfungsgrundlage: DIN 4103-1: 2015, DIN 18183-1: 2018
ETAG 003: 2013

Probeneingang: 20. KW 2018

Probennahme: Durch den Auftraggeber

Probenkennzeichnung: Durch MPA Braunschweig

Prüftermin: 20. KW 2018

Dieser Prüfbericht umfasst 17 Seiten inkl. Deckblatt, 8 Anlagen A, 11 Anlagen B, 7 Anlagen C und 1 Anlage D.



Dieser Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Kürzungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung der MPA Braunschweig. Von der MPA nicht veranlasste Übersetzungen dieses Dokuments müssen den Hinweis „Von der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung“ enthalten. Das Deckblatt und die Unterschriftenseite dieses Dokuments sind mit dem Stempel der MPA Braunschweig versehen. Dokumente ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit. Das Probenmaterial ist verbraucht.

Inhalt

1	Vorgang.....	3
2	Literatur	3
3	Probekörper für Wandversuche	3
3.1	Allgemein.....	3
3.2	Material	3
3.2.1	Bepankungsmaterial	3
3.2.2	Tragprofile	4
3.2.3	Befestigungsmittel Bepankungsmaterial auf Metallprofil	4
3.2.4	Befestigungsmittel auf Unterkonstruktion.....	4
4	Wandversuche.....	4
4.1	Allgemein.....	4
4.2	Statischer Versuch mit Holmlast.....	6
4.2.1	Versuchsbeobachtungen	7
4.3	Pendelschlagversuche.....	7
4.3.1	Allgemein.....	7
4.3.2	Wandversuche mit weichem Stoß.....	7
5	Auswertung der Wandversuche mit Holmlast	9
5.1	Allgemein.....	9
5.2	Auswertemethode der Wandversuche mit Holmlast.....	10
5.3	Berechnete Biegesteifigkeit aus den Teilversuchen.....	12
6	Nachweise gemäß DIN 4103.....	13
6.1	Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	13
6.1.1	Allgemein.....	13
6.1.2	Auswertung auf Basis der Verformungen.....	13
6.1.3	Auswertung des weichen Stoßes.....	14
6.1.4	Auswertung des weichen Stoßes in Anlehnung an ETAG 003.....	15
6.2	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Nachweis der Bruchlast gemäß DIN 4103-1).....	15
7	Zusammenfassung	16
Anlage A.....		A.1 - A.8
Anlage B.....		B.1 - B.11
Anlage C		C.1 – C.7
Anlage D		D.1

1 Vorgang

Die Firma medifa hygienic rooms GmbH mit Sitz in Ötigheim beauftragte die MPA Braunschweig am 26.01.2018 mit der Prüfung einer leichten inneren Schachtwand mit Metallprofilen (60x30x2) und einer einseitigen Beplankung mit Edelstahl-Blech beschichteten Platten ($d = 19 \text{ mm}$), Bauart medifa. Dazu erfolgten Prüfungen an einer $h_{\text{Wand}} = 3,00 \text{ m}$ ($h_{\text{Rohdecke}} = 3,50 \text{ m}$) hohen Wandkonstruktion unter Berücksichtigung der Lastannahmen der DIN 4103-1: 2015 und ETAG 003.

Die verschiedenen Teilversuche wurden am 15.05.2018 in der MPA Braunschweig durchgeführt. Weitere Belange, z.B. Schall- und Brandschutzeigenschaften, werden im Rahmen der Berechnungen zu diesem Untersuchungsbericht nicht betrachtet.

2 Literatur

- [1] DIN 4103-Teil 1, Nichttragende innere Trennwände, Juni 2015.
- [2] ETAG 003, Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Bausätze für innere Trennwände zur Verwendung als nichttragende Wände, Berlin, August 2013.
- [3] Struck, Limberger: Die Energieübertragung auf leichte, nichttragende Bauteile, Mitteilungen Ibt 9, 1978.
- [4] Forschungsbericht 204, Struck, Limberger: Der Glaskugelsack als Prüfkörper für Beanspruchungen durch weichen Stoß – eine erweiterte Modellvorstellung, Berlin, 1994.

3 Probekörper für Wandversuche

3.1 Allgemein

In der 20. KW 2018 wurde eine $h_{\text{Wand}} = 3,20 \text{ m}$ ($h_{\text{Rohdecke}} = 3,50 \text{ m}$) hohe und $b_{\text{Wand}} = 3,60 \text{ m}$ breite, leichte Trennwand durch den Auftraggeber (Frau Buhlinger und Herrn Stockmar) im Wandprüfstand der MPA Braunschweig aufgebaut.

3.2 Material

Das Material für die Herstellung des Probekörpers, bestehend aus Stahlprofilen (60x30x2) und Edelstahl-Blech beschichteten GKB-Platten $d_{\text{GKB-Platte}} = 18 \text{ mm}$ und Schrauben, stammten vom Auftraggeber.

3.2.1 Beplankungsmaterial

Typenbezeichnung: beschichtete GKB-Bauplatte ($d_{\text{Platte, GKB}} = 18 \text{ mm}$), vgl. Anlage A.4,
Material: GKB-Bauplatte beschichtet mit $t = 0,8 \text{ mm}$ dickem Edelstahl-Blech,
Abmessungen: $19 \text{ mm} \times 1,20 \text{ m} \times 1,60 \text{ m}$ (0,90 m und 0,20 m).

3.2.2 Tragprofile

Abmessungen: 60 mm x 30 mm x 2 mm, vgl. Anlage A.3,
Material: Stahl,
Nennstärke: $t = 2,0$ mm , glatt.

3.2.3 Befestigungsmittel Beplankungsmaterial auf Metallprofil

Typenbezeichnung: Blechschraube 4,2 x 13 mm und 4,8 x 19 mm, vgl. Anlage A.2,
Befestigungsklammer und Stahlwinkel $t = 3,0$ mm, vgl. Anlage A.6.

3.2.4 Befestigungsmittel auf Unterkonstruktion

Typenbezeichnung: Holzschraube 8 x 70 mm, vgl. Anlage A.2.

4 Wandversuche

4.1 Allgemein

Der Probekörper wurde von Seiten des Auftraggebers in der 20. KW 2018 im Wandprüfstand der MPA Braunschweig aufgebaut.

Bei der Wandkonstruktion handelte es sich um eine $h_{\text{Wand}} = 3,20$ m hohe ($h_{\text{Rohdecke}} = 3,50$ m) und eine $b_{\text{Wand}} = 3,60$ m breite innere Trennwand mit einem Ständerwerk aus vier Metallprofilen (60 mm x 30 mm x 2 mm) und mit einer einlagigen Beplankung je Seite aus beschichteten GKB-Platten $d_{\text{Platte, GKB}} = 18,0$ mm, $d_{\text{medifa, Platte, GKB}} = 19,0$ mm (Bauart medifa).

Die Stahlprofile (H101-0001-01, 60x30x2) waren im Achsabstand von $e_b = 1,20$ m in $t = 2,0$ mm starke Metall-U-Bodenschienen (H101-0022 02) verschraubt. Die U-Bodenschienen wurden im Abstand von $e = 50$ cm mit Sechskantschrauben (H422-0730, 8 x 40) an der Fußholzbohle (#16/16) des Wandprüfstandes befestigt. Die Stahlprofile wurden je Seite mit einer Blechschraube (H422-0240, 3,5 x 13) mit der U-Bodenschiene verschraubt, vgl. Anlagen A.2 bis A.5.

Die beschichteten GKB-Platten wurden im Abstand von ca. 45 cm (H422-02403, 3,5 x 13) über verschraubte Befestigungsklammern (H102-0007-02) an den Stahlprofilen montiert, vgl. Anlage A.6. Am oberen Rand wurden die Platten mit einer Stahl-Deckenschiene (H101-0008 01, $t = 3$ mm) gehalten, vgl. Anlage A.5.

Am oberen Rand war die Wand nicht direkt an der oberen Kopfholzbohle (#16/16) befestigt. Über drei mit 45° Neigung montierte Abhänger (H101-0001-01, 60x30x2) wurde die obere Quer-U-Schiene (H101-0001-01, 60x30x2) montiert. Diese drei schrägen Abhänger waren zug- und druck-

fest im Abstand von $e = 1,0$ m mit der oberen Holzbohle (H422-0730, 8 x 40) und dem Querriegel der Wand verschraubt (H422-0220, 4 x 4,8 x 19), vgl. Anlage A.5. Bild 1 zeigt diese Konstruktion.



Bild 1: Zug- und druckfeste Montage der Wand am oberen Rand über zwei Winkel und ein Stahlprofil an die Querholme des Versuchsstandes

Die senkrechten Stahlprofile hatten eine Länge von $L = 3,20$ m. Auf dieser Höhe war der Querriegel über Winkel an den senkrechten Profilen verschraubt (Sechskant-Bohrschraube, H422-0220, 4,8x19), vgl. Anlage A.4. Die Beplankung hatte eine maximale Höhe von $h_{\text{Wand}} = 3,00$ m, am oberen Rand war als Beplankungsabschluss zusätzlich eine horizontale Stahl-Deckenschiene (H101-0008 01, $t = 3$ mm) angeordnet. Die Schiene war mit einer Bohrschraube (H422-0220, 4,8x19) mit den senkrechten Profilen verbunden, vgl. Anlage A.4. Bild 2 zeigt den Aufbau.



Bild 2: Vorderansicht der Trennwand, die Beplankungshöhe der Wand beträgt $h = 3,00$ m

Der obere Rand der Wandkonstruktion war unbeplankt, so wie es der Einsatz dieser Wände bei abgehängten Deckenkonstruktionen vorsieht. Gleiches gilt für die schrägen Abhänger, die in einem Abstand von $e = 1,0$ m montiert waren (H422-0730, 8 x 40, Winkel 135°, H101-001801), vgl. Anlagen A.5, A.7 und A.8.

Die Beplankung wurde einseitig einlagig ausgeführt. Der vertikale Abstand der Befestigungsmittel betrug bei den großen Platten $e = 45$ cm, vgl. Anlage A.6. Die Beplankung wurde über Befestigungsklammern (H102-0007 02) und Blechschrauben an die Stahlprofile geschraubt. Die vertikalen und horizontalen Fugen wurden mit einem elastischen Fugenband geschlossen.

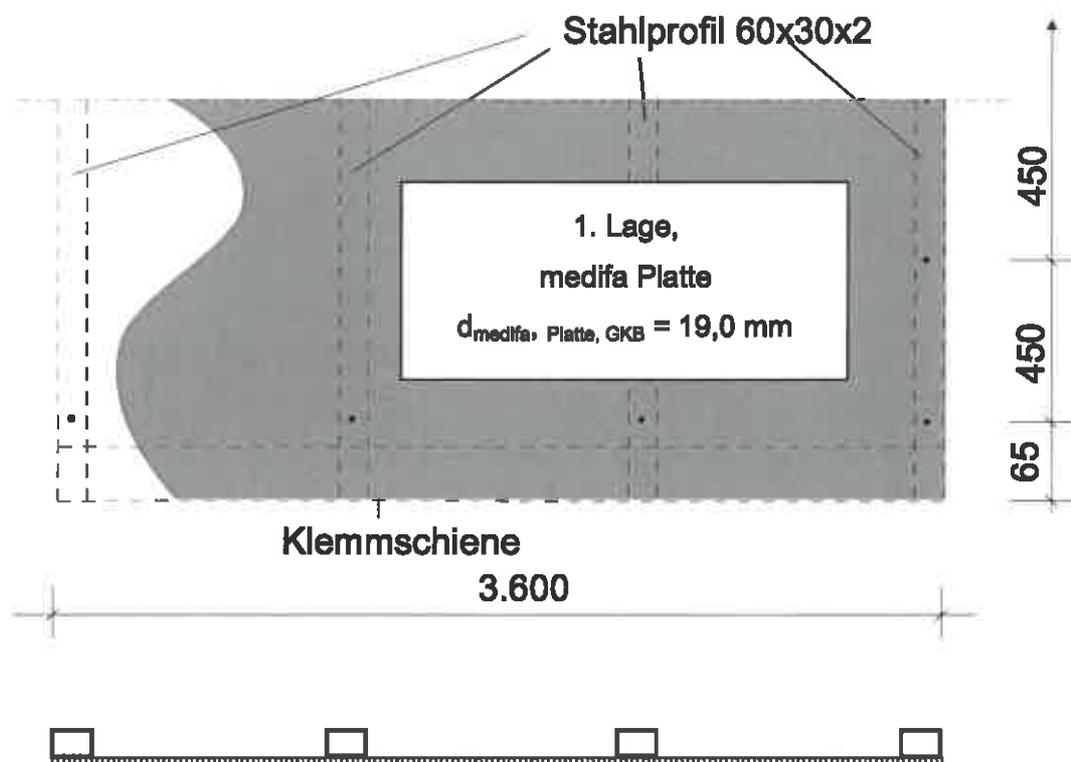


Bild 3: Prinzipzeichnung und Schnitt des Aufbaus der Wandkonstruktion

4.2 Statischer Versuch mit Holmlast

Am 15.05.2018 wurde ein Biegetraglastversuch durchgeführt. Die Verformungen des Probekörpers wurden von drei Seilzugaufnehmern (Inv.-Nr. 6751 a, Inv.-Nr. 6751 b und Inv. WS01) an der lastabgewandten Seite aufgezeichnet, vgl. Anlage B.3. Die Wegaufnehmer wurden in Wandmitte bei $h_{\text{Wegaufnehmer}} = 1,75$ m Höhe positioniert. Die aufgebrachte Last wurde mit einer Kraftmessdose (C 20292, Typ C2) gemessen.

Die Last wurde auf $h_{\text{Holmlast}} = 0,90$ m in die Wand eingeleitet, vgl. Anlage B.4. Die Höhe der Last wurde auf $F_{\text{Versuch}} \approx 5,4$ kN begrenzt. Beim Erreichen der Lasthöhe von $F_{\text{Versuch}} = 5,4$ kN wurde die

Last nicht weiter gesteigert. Die Last wurde kurz gehalten und der Probekörper wurde wieder entlastet. Die Versuchslast von $F_{\text{Versuch}} \approx 5,4$ kN entspricht dabei der Traglast gemäß DIN 4103-1.

4.2.1 Versuchsbeobachtungen

An dem Wandprobekörper (Versuchsname Roosy) wurde eine Biegeprüfung mit linienförmiger Lasteinleitung nach DIN 4103-1 durchgeführt. Die Beobachtungen zum Wandversuch wurden während der Versuchsdurchführung protokolliert und fotografiert.

Tabelle 1: Pressenkräfte, Verformung und Beobachtungen

Versuch	Druckkraft [kN]	Auslenkung [mm]	Beobachtungen
Roosy	1,8	6,1	Belastung, Einbaubereich 1, keine Schäden.
	3,6	12,0	Belastung, Einbaubereich 2, keine Schäden.
	5,57	19,2	Belastung, Traglast gemäß Norm, keine Schäden.

4.3 Pendelschlagversuche

Nach dem statischen Druckversuch wurden an dem gleichen Probekörper noch Pendelschlagversuche zum Nachweis des weichen Stoß auf die Beplankung durchgeführt, vgl. Anlage B.5.

4.3.1 Allgemein

Gemäß DIN 4103-1 muss der ausreichende Widerstand der Wand gegenüber stoßartiger Belastung, die durch den Anprall eines menschlichen Körpers (weicher Stoß) verursacht wird, nachgewiesen werden. Folgende Bedingungen sind einzuhalten [1]:

- die Trennwand darf nicht aus den Befestigungen herausgerissen werden,
- Wandteile, die Menschen ernsthaft verletzen könnten, dürfen nicht herabfallen,
- die Trennwand darf in ihrer gesamten Dicke nicht durchstoßen werden.

4.3.2 Wandversuche mit weichem Stoß

Nach dem Teilversuch mit der Holmlast wurden anschließend an derselben Trennwand Pendelschlagversuche zum Nachweis des weichen Stoß geführt. Der Stoß wurde hierbei auf $h = 1,50$ m (in Anlehnung an die ETAG 003) Höhe der Wand durchgeführt.

Die Fallhöhe des Stoßkörpers (Stoßkörpermasse = 50 kg) für die einlagig je Seite beplankte Trennwand betrug beim ersten Pendelschlagversuch $h_{\text{Pendel},1} = 0,24$ m. Die einwirkende Pendelstoßenergie betrug bei diesem Versuch $E_{\text{Versuch},1} = 500 \times 0,24 = 120$ Nm.



Bild 4: Versuchsaufbau der Pendelschlagprüfung, $h = 1,50$ m, an der Trennwand

Bild 4 zeigt den Versuchsaufbau. Nach dem Versuch wurde die Wandkonstruktion auf Schäden hin handnah untersucht. Der Versuch wurde gemäß ETAG 003 noch zweimal mit der Pendelstoßenergie von $E_{\text{Versuch}} = 120$ Nm wiederholt.

Die Pendelhöhe des Stoßkörpers (Stoßkörpermasse = 50 kg) beim nächsten Pendelschlagversuch betrug $h_{\text{Pendel},2} = 40$ cm. Die einwirkende Pendelstoßenergie betrug bei diesem Versuch $E_{\text{Versuch},2} = 500 \times 0,40 = 200$ Nm.

Nach dem Versuch wurde die Wandkonstruktion auf Schäden hin handnah untersucht. Anschließend wurde noch ein weiterer Pendelschlagversuch

$h_{\text{Pendel},3} = 1,15$ m durchgeführt. Die einwirkende Pendelstoßenergie betrug bei diesem Versuchen $E_{\text{Versuch},3} = 575$ Nm. Die Durchführung der Pendelschlagversuche mit Angabe der Auftreffstellen sowie der handnahen Untersuchungen nach der Prüfung sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Auftreffstellen, Fallhöhen und Ergebnisse für die Pendelschlagversuche

Wand	Auftreffstelle	Fallhöhe [mm]	Ergebnis
Roosy	1, $h = 1,50$ m, Pfosten Nr. 2	3 x 240	Keine Schäden an der Beplankung und der Metallunterkonstruktion.
	1, $h = 1,50$ m, Pfosten Nr.2	1 x 400	Keine Schäden an der Beplankung und der Metallunterkonstruktion.
	2, $h = 1,50$ m, Mitte Beplankung im Feld 1	3 x 240	Keine Schäden an der Beplankung und der Metallunterkonstruktion.
	2, $h = 1,50$ m, Mitte Beplankung im Feld 1	1 x 400	Auf der linken Seite der oberen Beplankung im Feld 1 sind 2 von 5 Befestigungsklammern gelöst.

Nach jedem Pendelschlagversuch wurde die Wand handnah an Vorder- und Rückseite untersucht, Beschädigungen sind in der Spalte Ergebnis aufgeführt.

Die Pendelschlaghöhen der Tabelle 2 sind der ETAG 003 für die Nutzungsklasse II entnommen.

Die obere Beplankung im ersten Feld wurde ausgetauscht. Weitere Pendelschlagtests wurden gemäß DIN 4103-1 durchgeführt. Die ausführliche Berechnung der Pendelstoßenergien gemäß DIN 4103-1 zeigt die Anlage C.6 und C.7. Die Durchführung der Pendelschlagversuche mit Angabe der Auftreffstellen sowie der handnahen Untersuchungen nach der Prüfung sind nachfolgend in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Auftreffstellen, Fallhöhen und Ergebnisse für die Pendelschlagversuche

Wand	Auftreffstelle	Fallhöhe [mm]	Ergebnis
Roosy	3, h = 1,60 m, Pfosten Nr. 2	1 x 1.150	Keine Schäden an der Beplankung und der Metallunterkonstruktion. Bleibende Verformung im Metallpfosten $\Delta w = 3$ mm.
	4, h = 1,15 m, Mitte Beplankung im Feld 1, Installationspanel	1 x 700	Bruch der GKB-Platte im Installationspanel. Keine GKB-Stücke sind herabgefallen, da die GKB-Platte mit der Edelstahlbeplankung verklebt ist. Bleibende Verformung in der Beplankung $\Delta w = 15$ mm, vgl. Anlage B.10.

Nach jedem Pendelschlagversuch wurde die Wand handnah an Vorder- und Rückseite untersucht, Beschädigungen sind in der Spalte Ergebnis aufgeführt.

5 Auswertung der Wandversuche mit Holmlast

5.1 Allgemein

Bei einer horizontalen Holmlast von $F_{\text{Versuch}} \sim 5,57$ kN (Lastbereich für den Einbaubereich 1 und 2 der DIN 4103-1:1984 [1]) wurde die Last nicht mehr weiter gesteigert.

$$F_{\text{Versuch}} \sim 5,40 \text{ kN} = F_{\text{Versuch}} / b = 5,57 / 3,60 = 1,55 \text{ kN/m, mit } b_{\text{Wand}} = 3,60 \text{ m.}$$

Die Last wurde bei dieser Lasthöhe kurz angehalten und anschließend wurde die Wand wieder entlastet.

Einbaubereich 1 (DIN 4103-1) $p_1 = 0,50 \text{ kN/m}$.

Einbaubereich 1: Bereiche mit geringer Menschenansammlung, z.B. Wohnungen, Hotel-, Büro- und Krankenzimmer; Trennwände ohne absturzsichernde Funktion.

Einbaubereich 2 (DIN 4103-1) $p_2 = 1,00 \text{ kN/m}$.

Einbaubereich 2: Bereiche mit großer Menschenansammlung, z.B. in größeren Versammlungsräumen, Schulräumen, Hörsälen, Ausstellungs- und Verkaufsräumen, Trennwände mit absturzsichernder Funktion.

5.2 Auswertemethode der Wandversuche mit Holmlast

Die Last-Verformungs-Kurve, vgl. Diagramm 1, wurde hier für den Versuch 001 im linear-elastischen Bereich ausgewertet. Diagramm 1 und Anlage C.2 zeigen das Last-Verformungs-Diagramm für die Wand im Biegeversuch.

In Diagramm 1 ist die Vorgehensweise für die Auswertemethode (vgl. Diagramm 1 und Tabelle 2, eine Sekante zwischen den Punkten P1 und P2) schematisch angegeben. Im elastischen Bereich der Last-Verformungs-Kurve zwischen den Punkten P1 und P2 (vgl. Diagramm 1, blaue Linie) wurde die Sekantensteifigkeit berechnet. Die Auswertung erfolgte in Tabellenform (vgl. Tabelle 2).

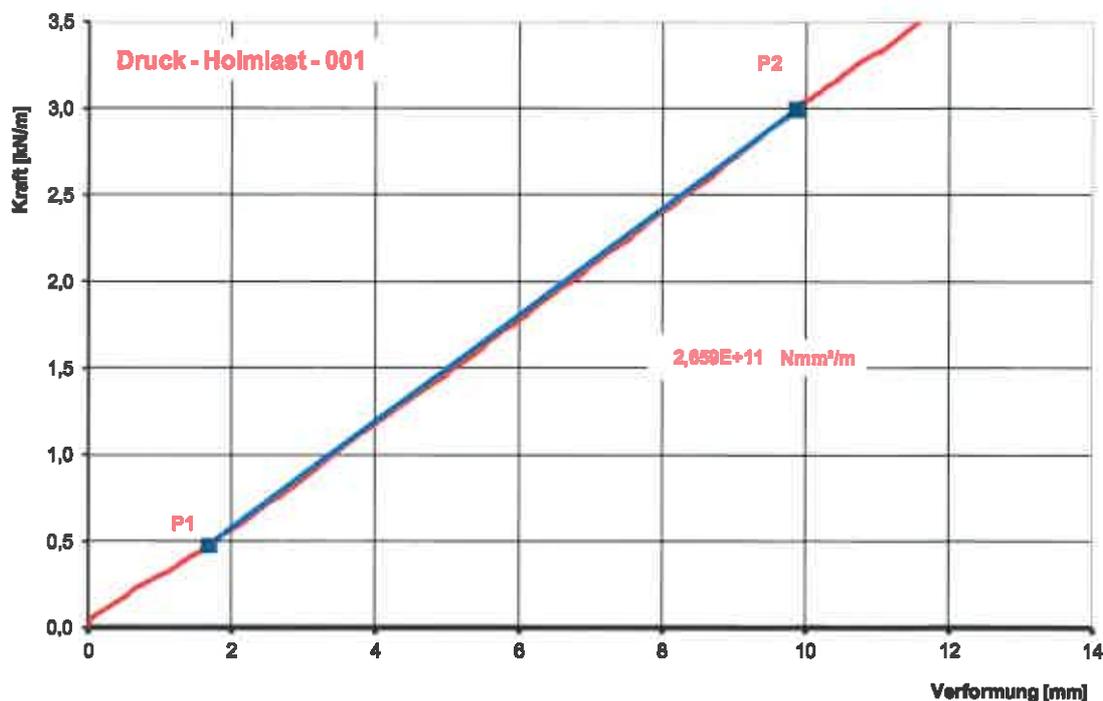


Diagramm 1: Graphische Darstellung der Auswertung für die Wand Roosy 001

Bei dem Versuch, vgl. Diagramm 2, wurde die horizontale Last bis zum Erreichen der Traglast $F_{\text{Versuch}} \sim 5,57 \text{ kN}$ gesteigert, die Last wurde kurz angehalten und anschließend wurde die Wand wieder entlastet.

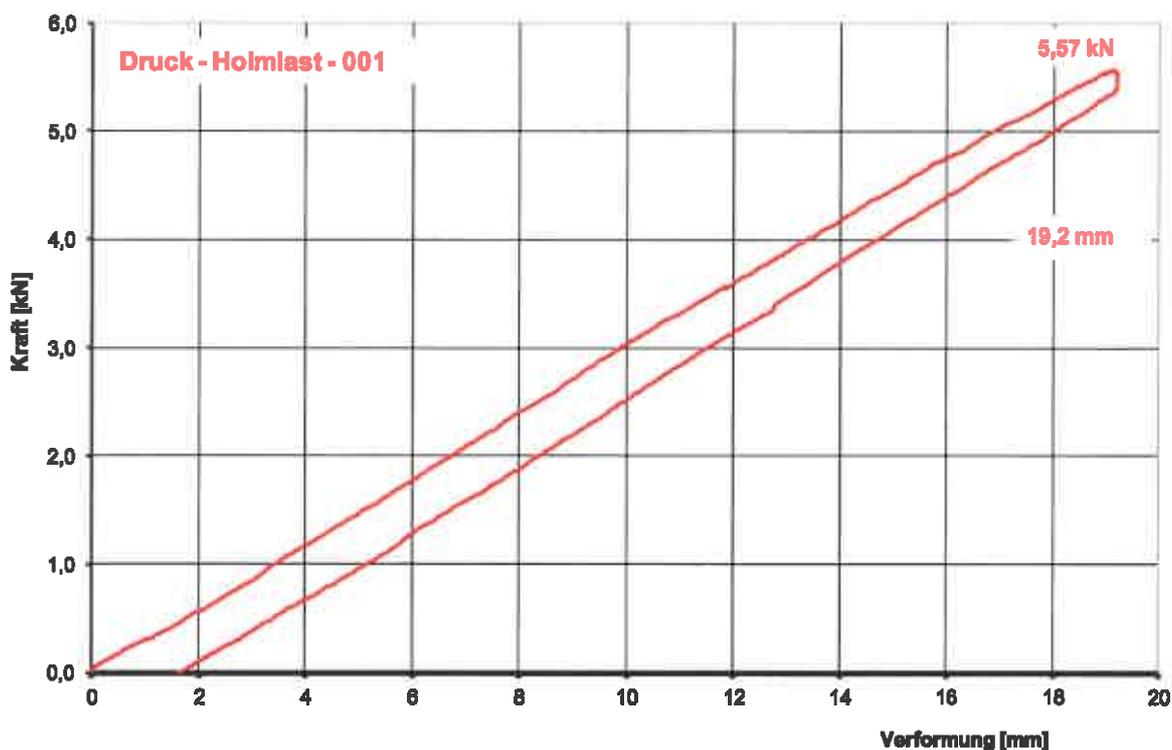


Diagramm 2: Graphische Darstellung der Auswertung für die Wand Roosy 001

Die im Versuch erreichte Holmlast F_{max} betrug $F_{\text{max}} = 5,57 \text{ kN}$. Die zugehörige Verformung betrug $w_{\text{max}} = 19,2 \text{ mm}$, vgl. Anlage C.2 und C.3.

Bei der Auswertung in Tabellenform, vgl. Tabelle 4, wird die maximal erreichte Versuchslast mit F angegeben.

Tabelle 4: Biegesteifigkeiten für die Wand Roosy 001, Ständerabstand 1.200 mm

Biegesteifigkeit des Probekörpertyps Roosy										
Lichte Höhe 3.500 mm, Probekörperbreite 3.800 mm (Einfachständerwand, Profile (80/30/2), einseitige einlagige Bepflankung $d = 19 \text{ mm}$, Pfostenabstand 1.200 mm)										
	F_{Versuch}	max. F_{Versuch}	max. F_U / γ	max. δ_{Versuch}	ΔF_{elast}	$\Delta \delta_{\text{elast}}$	Breite B	Stützweite H	eb (Pfostenabstand)	$EI_{y \text{ elast. Versuch}}$
	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[Nmm ²]
Roosy	5,57	5,57	3,71	19,2	2,51	8,17	3,80	3,5	1,20	2,659E+11

Die Systemabmessungen, die Breite B und die Höhe H (Stützweite l) der Konstruktion sind angegeben sowie der Abstand der Metallständer e_b untereinander.

Mit $\Delta F_{\text{elast. Versuch}}$ ist in der Auswertung die Last zwischen den Punkten P1 und P2, entsprechend der Last für die Einbaubereiche 1 und 2 der DIN 4103-1 im elastischen Bereich der Last-Verformungs-Kurve (vgl. Diagramm 1), gemeint. Die zugehörige Verformung zwischen den Punkten P1 und P2 (vgl. Diagramm 1) ist mit $\Delta\delta_{\text{elast. Versuch}}$ bezeichnet, vgl. dazu auch Anlage C.2 und C.3.

5.3 Berechnete Biegesteifigkeit aus den Teilversuchen

Die Biegesteifigkeit $EI_{y, \text{elast. Versuch}}$ im elastischen Bereich der Last-Verformungs-Kurve (vgl. Tabelle 4) wird in der Auswertung der Versuchsergebnisse nach (Gleichung 1) als Sekantensteifigkeit (blaue Gerade in Diagramm 1) aus den Punkten P1 (das Lastniveau liegt bei 0,50 kN) und P2 (das Lastniveau liegt bei 3,0 kN) berechnet.

$$EI_{y, \text{elast. Versuch}} = ef \cdot EI = \frac{1}{48} \cdot \Delta F \cdot h^3 / \Delta\delta \quad (\text{Gleichung 1})$$

Mit:

h Wandhöhe,

ΔF $\Delta F_{\text{elast. Versuch}}$ Lastdifferenz zwischen Punkt P1 und P2,

$\Delta\delta$ $\Delta\delta_{\text{elast. Versuch}}$ zur Lastdifferenz $\Delta F_{\text{elast. Versuch}}$ korrespondierende Verformungsdifferenz.

In der Tabelle 5 ist für den Versuch die gemessene Last und die berechnete Steifigkeit für die Wand aufgetragen.

Tabelle 5: Pressenkraft, berechnete effektive Steifigkeit für die leichte Trennwand mit einlagiger Beplankung

Versuch	Last [kN]	ef. EI aus Versuch [Nmm ²]	Besonderheit
001	5,57	2,659 E ⁺¹¹	Versuch im elastischen Bereich der Last-Verformungskurve. Versuch bis zur Traglast gemäß DIN 4103-1.

6 Nachweise gemäß DIN 4103

6.1 Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

6.1.1 Allgemein

Die Nachweise werden unter Berücksichtigung der DIN 18183-1, Tabelle 1, unter Ansatz der statischen Belastungen und unter Berücksichtigung von drei Verformungsgrenzwerten geführt. Das Sicherheitsniveau der jeweiligen Konstruktion wird im Ermessen des Auftraggebers durch die aus den Verformungsgrenzwerten resultierenden Verformungsklassen festgelegt (mit h = Wandhöhe):

Verformungsklasse 1:	max. zulässige Durchbiegung $h / 200$,
Verformungsklasse 2:	max. zulässige Durchbiegung $h / 350$,
Verformungsklasse 3:	max. zulässige Durchbiegung $h / 500$.

Die Auswertung der Verformungen bei verschiedenen Wandhöhen und Belastungsstufen erfolgt über den Vergleich der zugehörigen effektiven Steifigkeiten $ef \cdot EI$ zu den zulässigen Durchbiegungen δ_{zul} .

6.1.2 Auswertung auf Basis der Verformungen

Die Biegesteifigkeit der geprüften Konstruktion wurde nach Gleichung 1 ermittelt. Für die nachzuweisende Wandkonstruktion wurde die effektive Biegesteifigkeit $ef \cdot EI$ unter Berücksichtigung der zulässigen Durchbiegung δ_{zul} infolge Belastung aus Linienlast gemäß DIN 18183 nach Gleichung 2 berechnet.

$$ef \cdot EI_{y,elast.} = ef \cdot EI = \frac{1}{48} \frac{F \cdot h^3}{\delta_{zul}} \quad (\text{Gleichung 2})$$

Mit:

$$\begin{aligned} \delta_{zul} &\leq h / 200, \\ \text{oder} &\leq h / 350, \\ \text{oder} &\leq h / 500 \text{ gemäß DIN 18183.} \end{aligned}$$

Mit Gleichung 3 wurde für die Holmlast aus dem Einbaubereich 1 und 2 die zugehörige Verformung δ_{vorh} berechnet:

$$\delta_{vorh} = \frac{1}{48} \frac{F \cdot h^3}{ef \cdot EI_{y,elast.}} \quad (\text{Gleichung 3})$$

Tabelle 6: Berechnete Verformungen mit Hilfe der berechneten effektiven Biegesteifigkeiten aus den Wandversuchen

Biegesteifigkeit des Probekörpertyps Rocoy													
Leichte Höhe 3.800 mm, Probekörperbreite 3.800 mm (Einseitigföhrerwand, Profile (90/30/2), einseitige einlagige Beplankung d = 18 mm, Pfostenabstand 1.200 mm)													
	F_U	δ_U (Messwert)	B (Probekörperbreite)	l (Stützweite)	ab (Pfostenabstand)	$M_{y,elast. Versuch}$	$M_{y,elast. rech.n.}$	Ausnutzung	$E_{Iy,elast. Versuch}$	δ Rechnung	δ l/200	δ l/350	δ l/500
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[%]	[kNm ² /mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Rocoy 001	5,57	19,2	3,80	3,50	1,20	–	0,689	–	2,859E+11	13,2	17,5	10,0	7,0

6.1.3 Auswertung des weichen Stoßes

Der Nachweis der Sicherheit gegenüber weichem Stoß wird hier auf Grundlage der Ergebnisse aus den Pendelschlagversuchen erbracht. Der Stoß wird hierbei an ungünstigster Stelle wirkend zwischen den Profilen ausgeführt.

Der Nachweis des weichen Stoßes wurde nach Gleichung 4 für die 3,50 m hohe leichte Trennwand geführt.

$$E_R \geq v \cdot \alpha' / \alpha'' \cdot E_{Basis} \quad \text{(Gleichung 4)}$$

Mit:

$$v = 1,25,$$

$$E_{Basis} = 100 \text{ Nm},$$

m_t Gesamtmasse der Trennwand in kg, berücksichtigt wird vereinfachend nur die Beplankung,

λ Massenfaktor, $\lambda = 0,5$ nach Tabelle 2 DIN 4103,

m mitschwingende Masse, $m = \lambda \cdot m_t$,

α' Stoßübertragungsfaktor, nach Tabelle 1, DIN 4103-1,

α'' aus [8] nach Bild 4.

Für die 3,50 m hohe einlagig beplankte Trennwandkonstruktion wurde eine erforderliche Aufprallenergie $E_{Aufprall} = E_{Versuch} \approx 545 \text{ Nm}$ berechnet, vgl. Anlage C.6. Im Versuch wurden Aufprallenergien von bis zu $E_{Aufprall} = E_{Versuch} = 575 \text{ Nm}$ von der Wandkonstruktion aufgenommen.

Die ausführliche Berechnung der Aufprallenergie $E_{Aufprall}$ der leichten Trennwand ist in Anlage C.6 und C.7 dargestellt.

6.1.4 Auswertung des weichen Stoßes In Anlehnung an ETAG 003

Der Nachweis der Sicherheit gegenüber weichem Stoß wird hier auf Grundlage der Ergebnisse aus den Pendelschlagversuchen in Ablehnung an die ETAG 003 geführt. Angewendet werden die Stoßenergien der jeweiligen Nutzungsklasse für funktionales Versagen durch Weichkörperaufprall und Prüfung der baulichen Beschädigung ebenfalls durch Weichkörperaufprall, ETAG 003, Tabelle 6 und 11. Der Stoß wird hierbei an ungünstigster Stelle wirkend zwischen den Profilen und auch auf dem Profil in einer Höhe von $h = 1,50$ m ausgeführt. Die Kategorie für die Gebäudefläche nach Tabelle 1 ist A. Die Nutzungskategorie gemäß Tabelle 2 ist II. Gemäß Tabelle 6 wird eine Pendelhöhe von $3 \times \Delta h = 24$ cm und gemäß Tabelle 11 von $1 \times \Delta h = 40$ cm geprüft.

Der Nachweis gilt als erbracht, wenn:

- kein funktionales Versagen der Wand eintritt,
- die maximale bleibende Durchbiegung nach 3 Stößen kleiner gleich 5 mm groß ist,
- die Zunahme der Durchbiegung sich während der Prüfung stabilisiert,
- der Pendelschlagkörper die Wand nicht durchdringt bzw. die Wand zum Einsturz bringt und
- kein anderes gefährliches Versagen in und an der Wand auftritt.

In Anlehnung an die ETAG 003 wurden Pendelschlagversuche für die Nutzungsklasse A.II durchgeführt. Die Anforderungen zum Nachweis durch Weichkörperaufprall auf leichte Trennwände gemäß ETAG 003 wurden erfüllt.

6.2 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Nachweis der Bruchlast gemäß DIN 4103-1)

Die Bruchlast gemäß DIN 4103-1 muss $\gamma = 1,50$ -fach größer sein als die Gebrauchslast. Für den Einbaubereich 1 und 2 werden in DIN 4103-1:1984 folgende Beanspruchungen für den Nachweis der Biegetragfähigkeit gefordert:

$F_{\text{Einbaubereich 2}}$	$F_{\text{EB 2}} = 1,00$ kN,
Sicherheitsbeiwert (DIN 4103-1)	$\gamma_F = 1,5$ [-],
Breite	$b_{\text{Wand}} = 3,60$ m,

$$F_u = \gamma_F \cdot F_{\text{EB 2}} \cdot b_{\text{Wand}} = 1,5 \cdot 1,00 \cdot 3,60 = 5,40 \text{ kN.}$$

F (Versuch Roosy 001)	$F_{\text{Versuch}} = 5,57 \text{ kN} > 5,40 \text{ kN.}$
-------------------------	---

7 Zusammenfassung

Die Firma medifa hygienic rooms GmbH mit Sitz in Ötigheim beauftragte die MPA Braunschweig mit der Prüfung einer leichten Inneren Schachtwand mit Metallprofilen (60x30x2) und einer einseitigen Beplankung mit Edelstahl-Blech beschichteten Platten ($d = 19 \text{ mm}$), Bauart medifa.

Dazu erfolgten Prüfungen an einer $h_{\text{Wand}} = 3,20 \text{ m}$ ($h_{\text{Rohdecke}} = 3,50 \text{ m}$) hohen Wandkonstruktion unter Berücksichtigung der Lastannahmen der DIN 4103-1:1984 und ETAG 003.

Die Versuche wurden in der Prüfhalle der MPA Braunschweig durch Mitarbeiter der MPA Braunschweig in der 20. KW 2018 durchgeführt.

Im Versuch konnte die 1,5-fache Holmlast für den Einbaubereich 2 gemäß DIN 4103-1 getragen werden.

$$F_{\text{(Versuch Roosy 001)}} = 5,57 \text{ kN} > 5,40 \text{ kN.}$$

Der Nachweis der Biegegrenztragfähigkeit für den Einbaubereich 1 und 2 gemäß DIN 4103-1:2015, Abschnitt 5.2.3, konnte für die $h_{\text{Wand}} = 3,50 \text{ m}$ hohe Schachtwand mit Stahlprofilen experimentell erbracht werden.

Die Anforderungen zum Nachweis des weichen Stoß auf leichte Trennwände gemäß DIN 4103-1:2015 wurden erfüllt, so dass die Standsicherheit gegenüber einer weichen Stoßbeanspruchung für die $h_{\text{Wand}} = 3,50 \text{ m}$ hohe Wandkonstruktion als gegeben angesehen werden kann.

Zusätzlich wurden in Anlehnung an die ETAG 003 Pendelschlagversuche für die Nutzungsklasse A.II durchgeführt.

Die Anforderungen zum Nachweis durch Weichkörperaufprall auf leichte Trennwände gemäß ETAG 003 wurden ebenfalls erfüllt, so dass die Standsicherheit gegenüber einer weichen Stoßbeanspruchung für die $h_{\text{Wand}} = 3,50 \text{ m}$ hohe Wandkonstruktion als gegeben angesehen werden kann.

Der Nachweis der Biegegrenztragfähigkeit für den Einbaubereich 1 und 2 und die Anforderungen zum Nachweis des weichen Stoß auf leichte Trennwände konnten von der Schachtwandkonstruktion im Versuch erfüllt werden. Eine Trennwand-Konstruktion der Bauart medifa mit einer beidseitigen Beplankung wurde nicht geprüft. Eine Trennwand-Konstruktion hat erfahrungsgemäß ein etwas steiferes Material- bzw. Verformungsverhalten und erfüllt u.E. ebenfalls die Anforderungen zum Nachweis des weichen Stoß und der Biegegrenztragfähigkeit für den Einbaubereich 1 und 2.

Die Schall- und Brandeigenschaften der Trennwände sind gesondert zu prüfen.

Braunschweig, den 06.06.2018

Der Prüfstellenleiter

Dr.-Ing. A.-W. Gutsch



Der Sachbearbeiter
i.A.

Dr.-Ing. P. Bodendiek

Aufbau Schachtwand

Bauart
medifa



Bild A.2.1: Montage der U-Bodenschiene, H101-0022-02, durch den Auftraggeber auf der Fußbohle (#16/16), Versuchsstand der MPA Braunschweig



Bild A.2.2: Montage der U-Bodenschiene durch den Auftraggeber auf der Fußbohle (#16/16), Versuchsstand der MPA Braunschweig. Abstand der Verschraubung $e \approx 50$ cm. Verschraubung mit Sechskantschraube 8 x 40, H422-0730



Bild A.2.3: Verschraubung Stütze und U-Bodenschiene Seite mit Senk-Bohrschraube 4,2 x 13, H422-0240

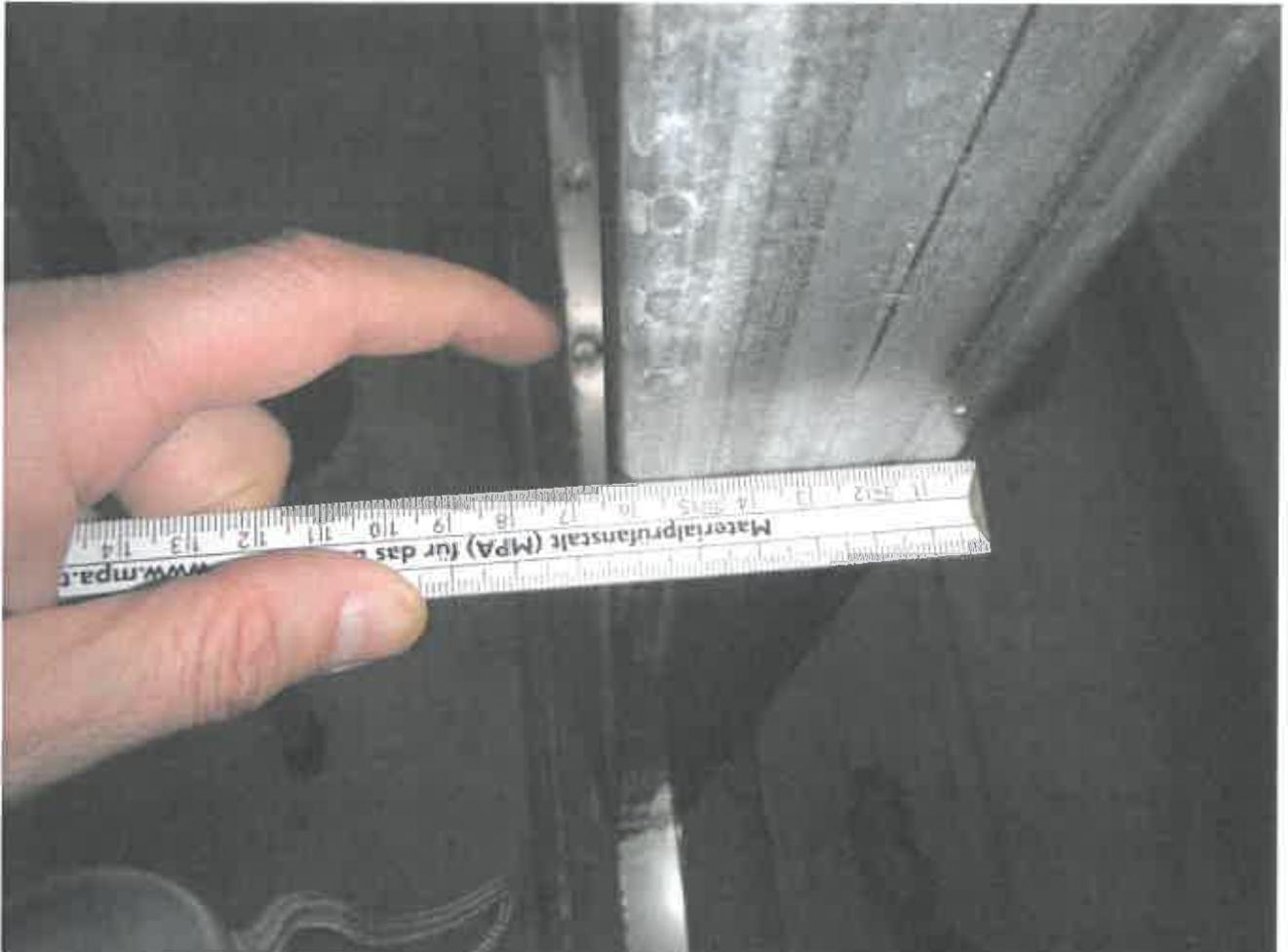


Bild A.3.1: Stützen-Profil 60 x 30 x 2, H101-0001-01

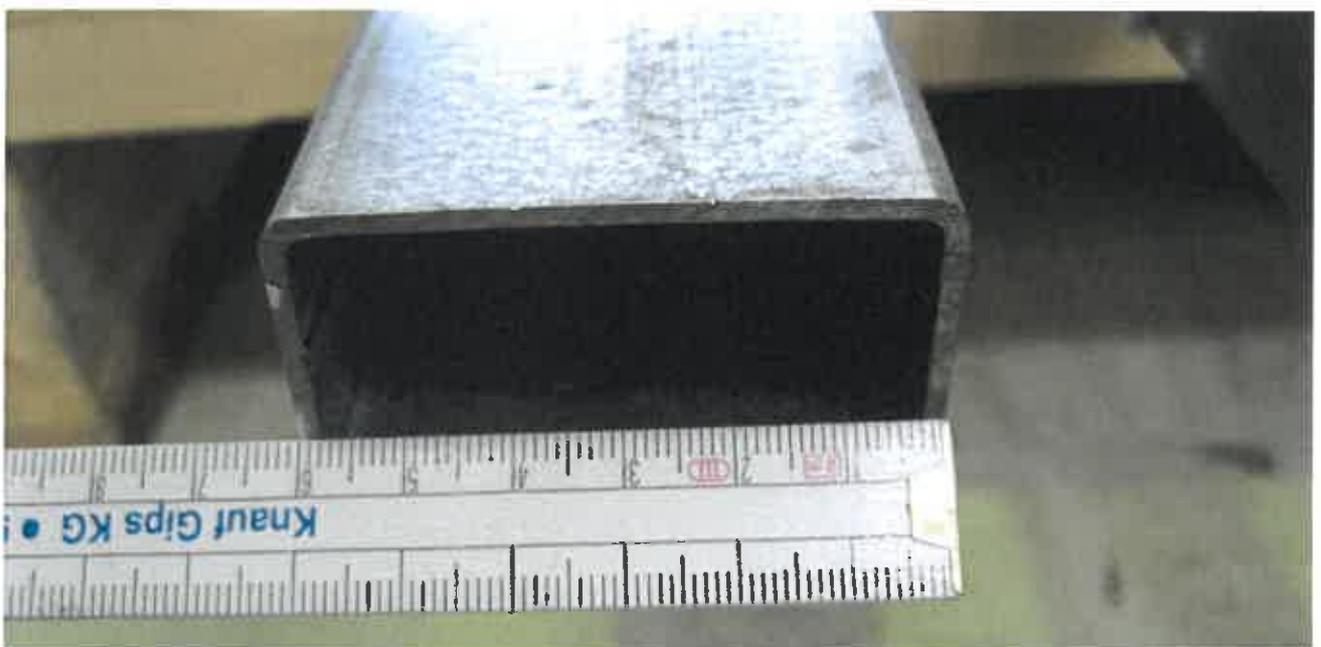


Bild A.3.2: Wand-Stützenprofil im Querschnitt 60 x 30 x 2, H101-0001-01



Bild A.4.1: Aufbau der Stützenprofile 60 x 30 x 2 im Raster $e = 1,20$ m



Bild A.4.2: Am oberen Rand wird die gleiche U-Schiene montiert. Mit Sechskant-Bohrschrauben 4,8 x 19 werden die Stützenprofile an der U-Schiene verschraubt, H422-0220



Bild A.5.1: Obere Verstrebung, Winkelprofile 135°, $t_{\text{Winkel}} = 2,0$ mm, H101-0018-01 und Holm (60 x 30 x 2) verschraubt mit Blehschrauben je Seite 6 x 4,8 x 19, H422-0220



Bild A.5.2: Die GKB-Platten werden in einer Deckenschiene, H101-0008 01, geführt. Die Deckenschiene ist mit der Sechskant-Bohrschraube, H422-0220, am Profil befestigt



Bild A.6.1: Die Bepankung wird über Befestigungsklemmen, H102-0007-02, mit den Tragprofilen, Senk-Bohrschraube 3,5 x 13, H422-0240, verschraubt



Bild A.6.2: Die Befestigungsklammern haben in der Regel einen Abstand von ca. $e = 45 \text{ cm}$



Bild A.7: Die Vorderseite der Wand ist bereits fertig montiert. Wandelement oben, 1.193 mm x 1.755 mm, Install-Element 1.193 mm x 200 mm und Wandelement unten 1.193 mm x 950 mm



Bild A.8: Der Rückseite Rand der Wand bleibt unbedeckt. Am oberen Rand der Bepunktung ist eine Schiene verschraubt, an der eine abgehängte Decke befestigt werden kann. Auf halber Wandhöhe ist ein Holzbalken montiert. An diesem Holzbalken werden im Versuch die Wegaufnehmer angebracht

Biege- und Pendel- schlagversuche

an

Schachtwand

Bauart

medifa



Bild B.2.1: Versuch Roosy 001, Holmlast in 90 cm Höhe, Biegeprüfung im elastischen Tragbereich der Stahlprofile



Bild B.2.2: Holmlast in 90 cm Höhe über ein $l = 4,0$ m langes Doppel-T-Profil. Vor dem Versuch muss das Doppel-T-Profil infolge des hohen Eigengewichtes im Kran gesichert werden



Bild B.3.1: Wegaufnahme Nr. 1 bis Nr. 3 an der Rückseite der Wand



Bild B.3.2: Aufnahme der horizontalen Verformungen mittels Seilzugaufnehmern. Die grüne "Messschnur" wurde direkt mit den Profilen verschraubt



Bild B.4: Ende, Biegeversuch Roosy 001, die Last beträgt ca. 5,0 kN. Die horizontale Verformung beträgt ca. $w = 30$ mm



Bild B.5.1: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf den Pfosten Nr. 2, an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß ETAG 003, $h = 1,50$ m. Pendelfallhöhe $3 \times h = 24$ cm, Aufprallenergie $3 \times E = 120$ Nm



Bild B.5.2: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf die Bepunktung zwischen den Pfosten Nr. 1 und Nr. 2, an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß ETAG 003, $h = 1,50$ m. Pendelfallhöhe $3 \times h = 24$ cm, Aufprallenergie $3 \times E = 120$ Nm und Pendelfallhöhe $1 \times h = 40$ cm, Aufprallenergie $1 \times E = 200$ Nm



Bild B.6: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf die Beplankung zwischen den Pfosten Nr. 1 und Nr. 2, an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß ETAG 003, $h = 1,50$ m. Pendelfallhöhe $1 \times h = 40$ cm, Aufprallenergie $1 \times E = 200$ Nm. Zwei Befestigungsklammern am linken Rand der Beplankung haben sich gelöst



Bild B.7: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf die Beplankung zwischen den Pfosten Nr. 1 und Nr. 2, an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß ETAG 003, $h = 1,50$ m. Pendelfallhöhe $1 \times h = 40$ cm, Aufprallenergie $1 \times E = 200$ Nm. Die GKB-Beplankung ist in der Mitte gebrochen



Bild B.8: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf den Pfosten Nr. 2 an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß DIN 4103-1, $h = 1,60$ m. Pendelfallhöhe $1 \times h = 1,15$ m, Aufprallenergie $1 \times E = 575$ Nm

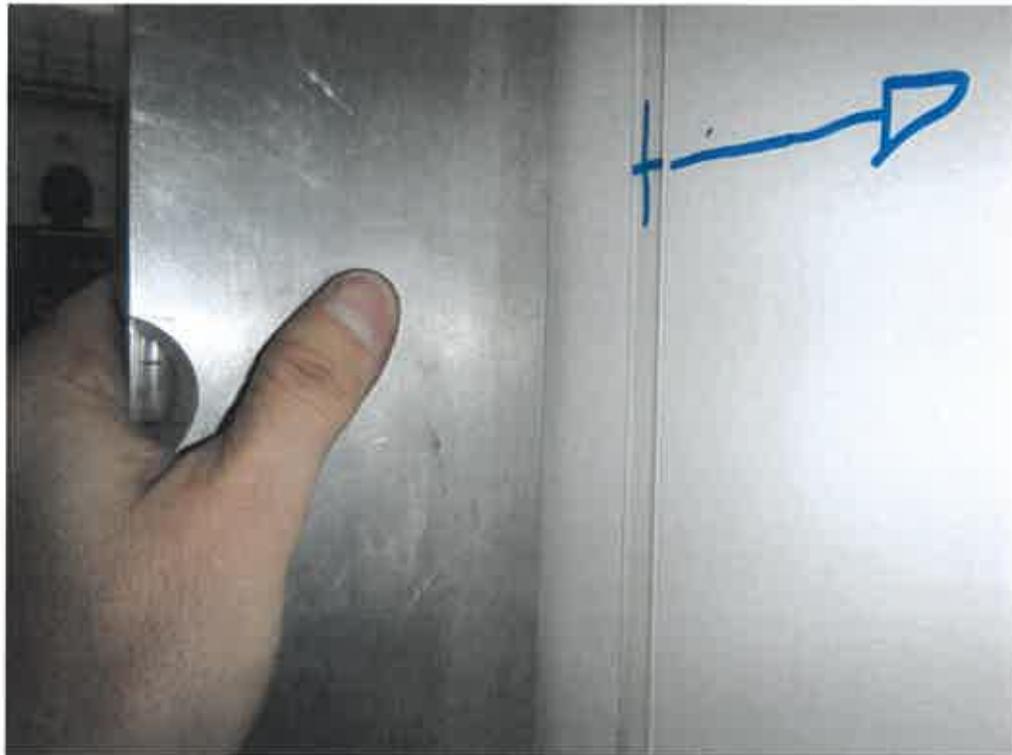


Bild B.9.1: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf den Pfosten Nr. 2 an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß DIN 4103-1, $h = 1,15$ m. Pendelfallhöhe $1 \times h = 1,15$ m, Aufprallenergie $1 \times E = 575$ Nm. Verformungskontrolle mit Richtscheid, $\Delta w = 3$ mm



Bild B.9.2: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf die Beplankung (Installationspanel) zwischen den Pfosten Nr. 1 und Nr. 2, an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß DIN 4103-1, $h = 1,15$ m. Pendelfallhöhe $1 \times h = 70$ cm, Aufprallenergie $1 \times E = 350$ Nm



Bild B.10.1: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf die Beplankung (Installationspanel) zwischen den Pfosten Nr. 1 und Nr. 2, an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß DIN 4103-1, $h = 1,15$ m. Pendelfallhöhe $1 \times h = 70$ cm, Aufprallenergie $1 \times E = 350$ Nm



Bild B.10.2: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf die Beplankung (Installationspanel) zwischen den Pfosten Nr. 1 und Nr. 2, an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe, gemäß DIN 4103-1, $h = 1,15$ m. Pendelfallhöhe $1 \times h = 70$ cm, Aufprallenergie $1 \times E = 350$ Nm. Verformungskontrolle mit Richtscheid, $\Delta w = 15$ mm



Bild B.11: Teilversuch, Pendelschlagversuch, Pendelschlagversuch direkt auf die Beplankung (Installationspanel) zwischen den Pfosten Nr. 1 und Nr. 2, an der linken Seite der Wand. Auftreffhöhe gemäß DIN 4103-1, $h = 1,15$ m. Pendelfallhöhe $1 \times h = 70$ cm, Aufprallenergie $1 \times E = 350$ Nm. Verformungskontrolle mit Richtscheid, $\Delta w = 15$ mm. Bruch der GKB-Beplankung im Installationspanel auf der Rückseite der Wand

Auswertung

Versuche

Schachtwand

Bauart

medifa



Bild C.2: Kraft-Weg Diagramm zu Versuch 001

Tabelle C.2.1: Auswertung (kurz) zu Versuch 001

Biegesteifigkeit des Probekörpertyps Roosy										
Lichte Höhe 3.500 mm, Probekörperbreite 3.600 mm (Einfachständerwand, Profile (60/30/2), einseitige einlagige Bepankung d = 19 mm, Pfostenabstand 1.200 mm)										
	F_{Versuch}	max. F_{Versuch}	max. F_U / γ	max. δ_{Versuch}	ΔF_{elast}	$\Delta \delta_{\text{elast}}$	Breite B	Stützweite H	eb (Pfostenabstand)	$EI_{y \text{ elast. Versuch}}$
	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[Nmm ²]
Roosy	5,57	5,57	3,71	19,2	2,51	8,17	3,60	3,5	1,20	2,659E+11

Tabelle C.2.2: Auswertung (lang) zu Versuch 001

Biegesteifigkeit des Probekörpertyps Roosy													
Lichte Höhe 3.500 mm, Probekörperbreite 3.600 mm (Einfachständerwand, Profile (60/30/2), einseitige einlagige Bepankung d = 19 mm, Pfostenabstand 1.200 mm)													
	F_U	δ_U [mittelwert]	B (Probekörperbreite)	l (Stützweite)	eb (Pfostenabstand)	$M_{y \text{ elast. Versuch}}$	$M_{y \text{ elast. rechs.}}$	Ausnutzung	$EI_{y \text{ elast. Versuch}}$	$\delta_{\text{Neubauung}}$	δ l/200	δ l/350	δ l/500
	[kN]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[%]	[Nmm ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Roosy 001	5,57	19,2	3,60	3,50	1,20	–	0,669	–	2,659E+11	13,2	17,5	10,0	7,0



Bild C.3.1: Kraft-Weg Diagramm zu Versuch 001. Zusätzlich sind noch die Verformungsgrenzen $H/200$ (schwarze Linie), $H/350$ (blaue Linie) und $H/500$ (grüne Linie) eingetragen



Bild C.3.2: Kraft-Weg Diagramm zu Versuch 001. Zusätzlich sind noch die Kräfte zu Einbaubereich 1 (grüne Linie), Einbaubereich 2 (blaue Linie) und zur Traglast (schwarze Linie) eingetragen.

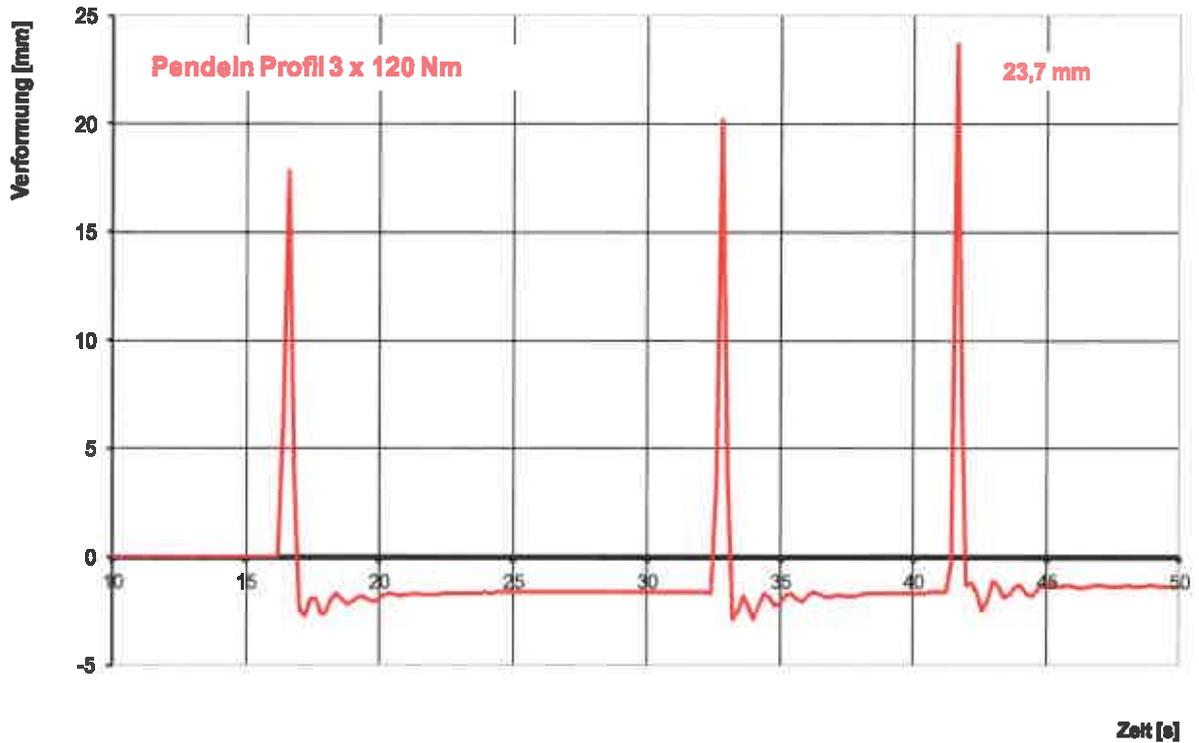


Bild C.4.1: Weg-Zeit Diagramm, Pendelschlagversuch in Wandmitte (Profil), $h = 1,50$ m. Drei Pendelschlagversuche mit 120 Nm, Pendelfallhöhe $\Delta h = 24$ cm

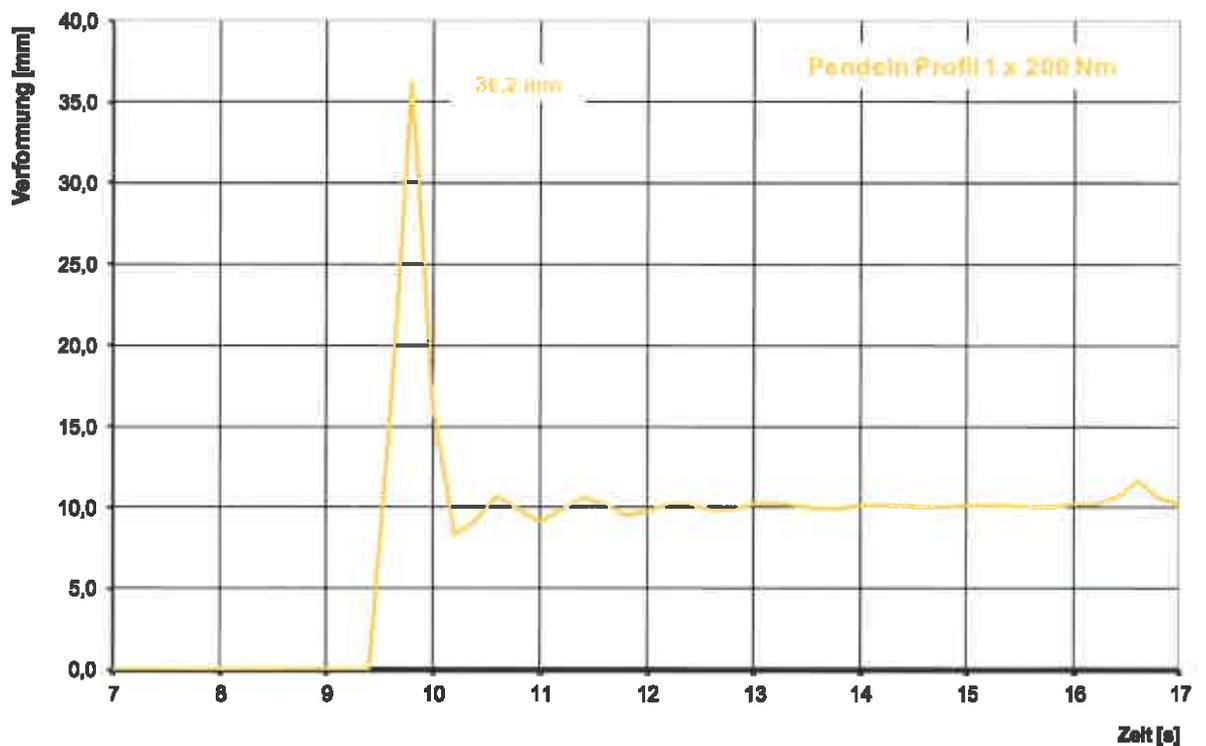


Bild C.4.2: Weg-Zeit Diagramm, Pendelschlagversuch in Wandmitte (Profil), $h = 1,50$ m. Ein Pendelschlagversuch mit 200 Nm, Pendelfallhöhe $\Delta h = 40$ cm

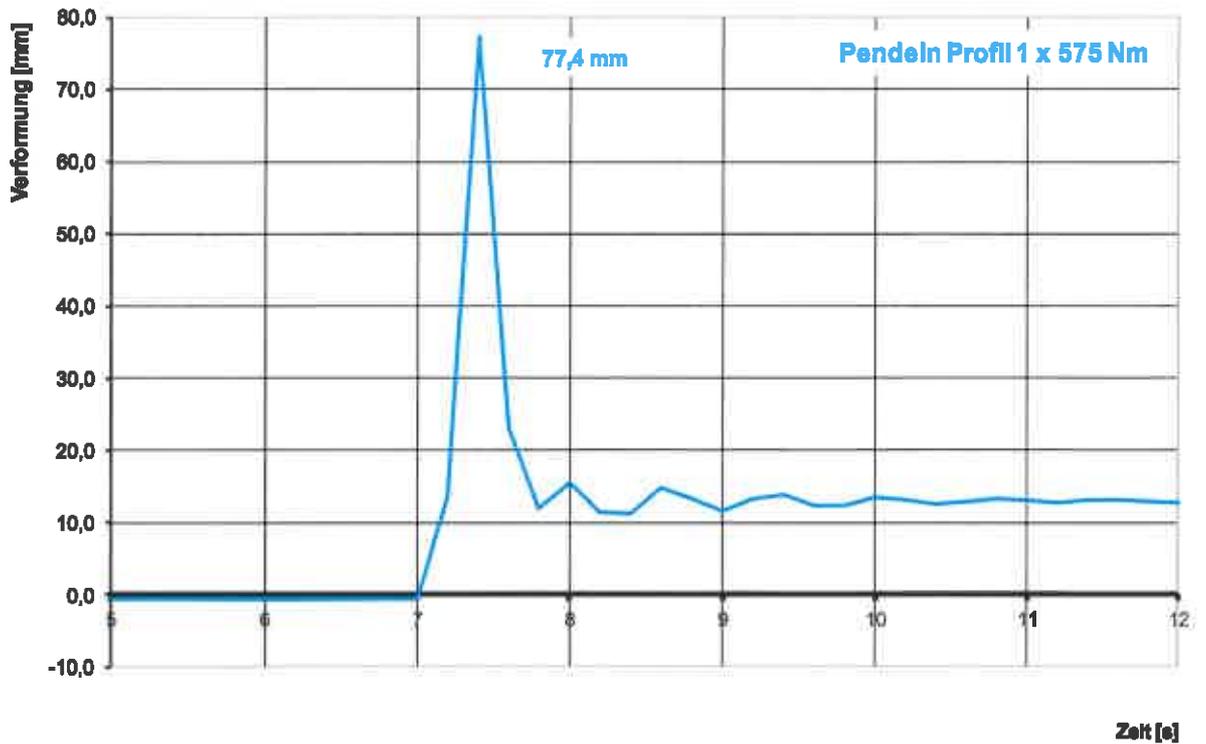


Bild C.5.1: Weg-Zeit Diagramm, Pendelschlagversuch in Wandmitte (Profil), $h = 1,60$ m. Ein Pendelschlagversuch mit 575 Nm, Pendelfallhöhe $\Delta h = 1,15$ m

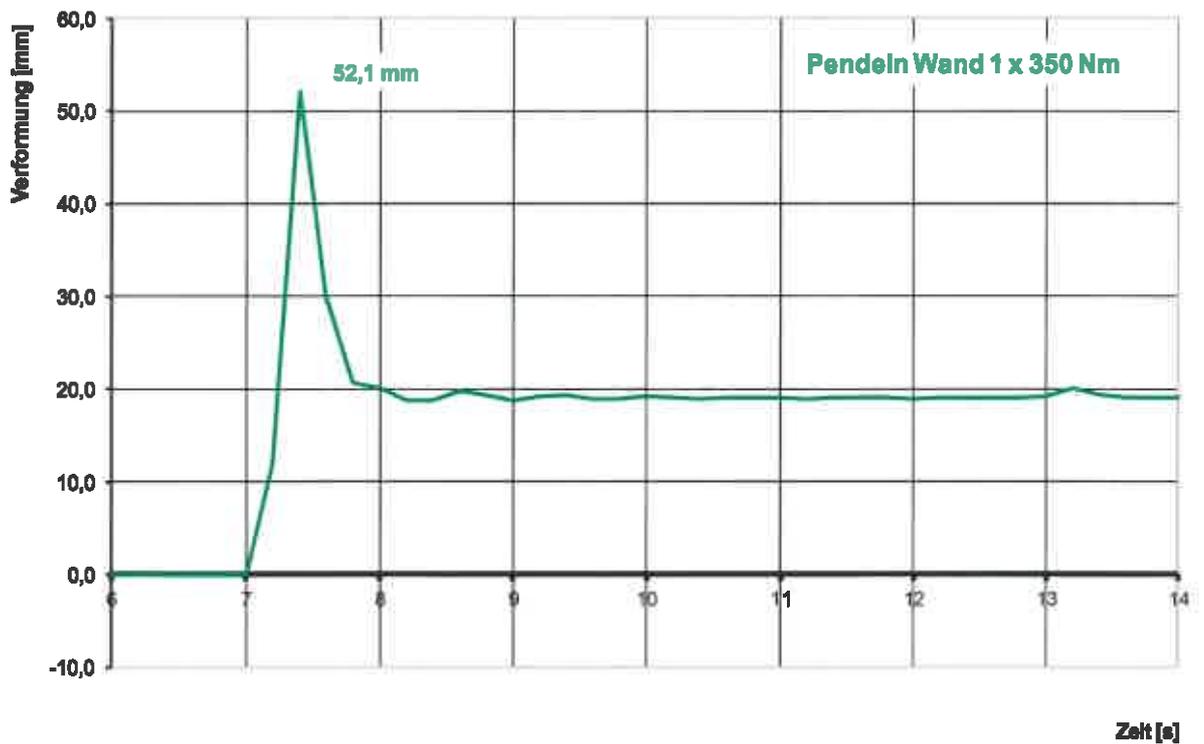


Bild C.5.2: Weg-Zeit Diagramm, Pendelschlagversuch in Wandmitte (Panel), $h = 1,15$ m. Ein Pendelschlagversuch mit 350 Nm, Pendelfallhöhe $\Delta h = 0,70$ m

Tabelle C.6: Berechnung der erforderlichen Pendelschlaghöhe für einen Pendelschlag auf den Pfosten direkt, auf h = 1,60 m Höhe. Gewählt $\Delta h = 1,15 \text{ m} > 1,11 \text{ m}$ für die Pendelfallhöhe

DIN 4103-1 Nachweis des weichen Stoßes		Stoß auf Ständer		(Eingabefelder)	
Eingabedaten		Eingabe			
Pendelkörper Masse	m_1 [kg]		50		
Pendelkörper Typ			Glaskugelsack		
Wandtyp			Roosy		
Höhe der Wand (incl. Beplankung)	H [m]		3,5		
Breite der Wand (incl. Beplankung)	B [m]		3,6		
Dicke der Beplankung	D [m]		0,019		
Anzahl der Lagen Seite 1	[-]		1		
Anzahl der Lagen Seite 2	[-]		0		
Rohdichte der Beplankung	ρ [kg/m ³]		1200		
Masse der Beplankung	[kg]		100		
Abstand der Profile	[m]		1,2		
Masse der Profile/m	m_p [kg/m ²]		0		(vernachlässigbar)
Masse der Trennwand	m_2 [kg]		100	Kontrolle:	(Handrechnung-optional)
Lagerungsart			2		(2-seitig, Plattenausschnitt etc. nach DIN 4103-1)
Resultierende Werte		Berechnet			
Lambda			0,5	(abh. von Lagerungsart, siehe Tab. 2 der DIN 4103-1)	
Mitschw. Masse	m [kg]		50		
alfa'	α' [-]		1,0000		
alfa''	α'' [-]		0,2750		
Nachweis durch Pendelschlagversuche					
Berechnung der Energie:	E_{Aufprall}	\geq	$\gamma \cdot \nu \cdot \alpha' / \alpha'' \cdot E_{\text{Basis}}$		
	E_{Aufprall}	\geq	545 Nm		
mit:	E_{Basis} [Nm]		100		
Teilsicherheitsfaktor	γ [-]		1,2		zwischen 1,1 und 1,2
Sicherheitsfaktor	ν [-]		1,25		(festgelegt, bei Versuchen)
Berechnung der Pendelfallhöhe:	h	=	$E_{\text{Aufprall}} / (m_1 \cdot g)$		
	h	=	1,11 m		545 Nm
mit:	g [m/sec ²]		9,81		

Seite 1/2 *

* 2/2 nicht relevant bei Abstand der Profile $\leq 0,625 \text{ m}$

Tabelle C.7: Berechnung der erforderlichen Pendelschlaghöhe für einen Pendelschlag auf die einlagige Beplankung zwischen die Pfosten (Installationspanel). Gewählt $\Delta h = 0,70 \text{ m} > 0,67 \text{ m}$ für die Pendelfallhöhe

DIN 4103-1		Nachweis des weichen Stoßes		Stoß auf Beplankung	
 <small>Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz Materialprüfanstalt für das Bauwesen</small>					
<u>Eingabedaten</u>	<u>Eingabe</u>				
Pendelkörper Masse	m_1 [kg]	50			
Pendelkörper Typ		Glaskugelsack			
Wandtyp		Roosy			
Höhe der Wand (Incl. Beplankung)	H [m]	1,8			→ red. zu quad. Plattenausschnitt
Breite der Wand (Incl. Beplankung)	B [m]	1,2			→ wie Abstand der Profile
Dicke der Beplankung	D [m]	0,019			
Anzahl der Lagen Seite 1	[-]	1			
Anzahl der Lagen Seite 2	[-]	0			
Rohdichte der Beplankung	ρ [kg/m ³]	1200			
Masse der Beplankung	[kg]	49,248			
Abstand der Profile	[m]	1,2			
Masse der Profile/m	m_p [kg/m ²]	0			(vernachlässigbar)
Masse der Trennwand	m_1 [kg]	49,248		Kontrolle: []	(Handrechnung-optional)
Lagerungsart					2 (2-seitig, Plattenausschnitt etc. nach DIN 4103-1)
<u>Resultierende Werte</u>	<u>Berechnet</u>				
Lambda		[]			0,2 (abh. von Lagerungsart, siehe Tab. 2 der DIN 4103-1)
Mitschw. Masse	m [kg]	9,8496			
alfa'	α' [-]	1,0000			
alfa''	α'' [-]	0,4595			
<u>Nachweis durch Pendelschlagversuche</u>					
Berechnung der Energie:	E_{Aufprall}	\geq	$\gamma \cdot \nu \cdot \alpha' / \alpha'' \cdot E_{\text{Basis}}$		
	E_{Aufprall}	\geq	326 Nm		
mit:					
E_{Basis}	E_{Basis} [Nm]		100		
Teilsicherheitsfaktor	γ [-]		1,2		zwischen 1,1 und 1,2
Sicherheitsfaktor	ν [-]		1,25		(festgelegt, bei Versuchen)
Berechnung der Pendelfallhöhe:	h	=	$E_{\text{Aufprall}} / (m_1 \cdot g)$		
	h	=	0,67 m		326 Nm
mit:					
Fallbeschleunigung	g [m/sec ²]		9,81		

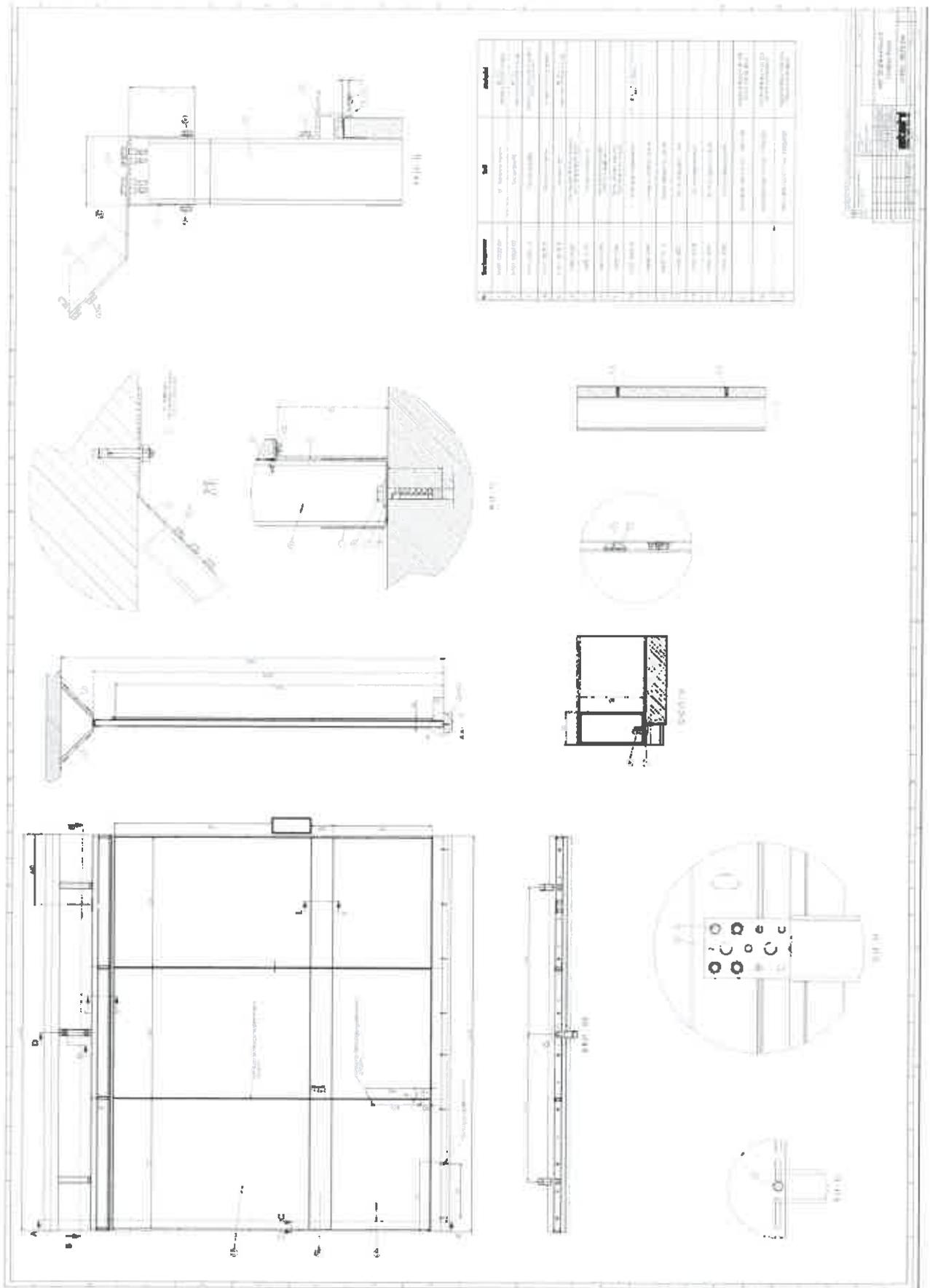


Bild D.1: Planungsunterlagen MediFa, MZ Statik- und Pendelversuch, Plan H180 – 0020 04.