

Prüfbericht Nr. 235056

1. Ausfertigung vom 13. September 2023

Auftraggeber Bremer Holzwerke GmbH
Hafenstraße 55
28217 Bremen

Auftrag vom 17.08.2023 / Herr Hartmut Oberstech

Inhalt des Auftrags Diverse Prüfungen an einem Balkonbrüstungselement nach der ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“

Bekleidungsplatte:
„DURACOM“, 6 mm
Befestigungsmittel:
Balkonschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm
Handlaufhöhe 900 mm

Bekleidungsplatte:
„DURACOM“, 8 mm
Befestigungsmittel:
Balkonschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm
Handlaufhöhe 1100 mm

Der Prüfbericht umfasst 13 Seiten.

Das Probenmaterial ist verbraucht.

Die Ergebnisse aus diesem Prüfbericht werden auch in einem anderen Prüfbericht wiedergegeben.



Der Prüfbericht darf nur ungekürzt veröffentlicht werden. Die auszugsweise Wiedergabe bedarf der schriftlichen Zustimmung der Prüfanstalt. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf das geprüfte Probenmaterial.

1. Allgemeines

Der Auftraggeber hat die MPA HANNOVER mit der Prüfung des weichen Stoßes, des harten Stoßes sowie der Befestigungselemente an einem Balkonbrüstungselement gemäß der ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985, beauftragt. Der Prüfumfang ist in Abschnitt 3 dargestellt. In diesem Prüfbericht werden die Ergebnisse dieser Prüfungen mitgeteilt.

2. Einlieferung

Am 16.12.2022 wurden folgende Proben durch eine Spedition in die MPA HANNOVER eingeliefert.

- 7 Stück Bekleidungsplatten „DURACOM“,
l x b x d ca. 1000 mm x 700 mm x 6 mm, Farbe: Holzdekor
- 7 Stück Bekleidungsplatten „DURACOM“,
l x b x d ca. 1000 mm x 900 mm x 8 mm, Farbe: Holzdekor

Weiterhin wurden am 06.01.2023 folgende Befestigungsmittel durch den Auftraggeber in die MPA HANNOVER eingeliefert:

- 100 Stück Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm mit Hutmutter, Dichtscheibe, Unterlegscheibe und Federring, Firma MBE

3. Prüfumfang

Es sollten Prüfungen des weichen, des harten Stoßes sowie der Befestigungselemente an dem Balkonbrüstungselement gemäß der ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985, durchgeführt werden. Als Unterkonstruktion dienten zwei Stahlrechteckpfosten 40 mm x 30 mm x 3 mm sowie zwei Stahlrechteckriegel 35 mm x 25 mm x 2 mm aus dem hiesigen Stahlhandel, die entsprechend der in Anhang A2 und A3 dargestellten Skizzen montiert wurden. Die Handlaufhöhe betrug 900 mm für die Brüstungselemente mit 6 mm dicken Bekleidungsplatten und 1100 mm für die Brüstungselemente mit 8 mm dicken Bekleidungsplatten. Die Bekleidungsplatten wurden mit dem in Anhang A1 dargestellten Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm mit Hutmutter, Dichtscheibe, Unterlegscheibe und Federring, Firma MBE, an der Unterkonstruktion befestigt, wobei die Schrauben durch das Rechteckprofil der Stahlriegel reichten. Der Bohrlochdurchmesser in der Bekleidungsplatte betrug 8,5 mm im Gleitpunkt und 5,1 mm im Festpunkt. Der Bohrlochdurchmesser in der Stahlunterkonstruktion betrug 5,1 mm. Ergänzend wurden die Biegefestigkeiten der Schichtstoffplatten gemäß DIN EN ISO 178:2019-08, Verfahren A sowie die Stahleigenschaften im Zugversuch nach DIN EN ISO 6892-1:2017-02, Verfahren B bestimmt.

4. Prüfergebnisse

4.1 Prüfung des Balkensystems

4.1.1 Prüfgrundlagen

- ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985
- DIN 4103-1:1984-07 Nichttragende innere Trennwände – Teil 1: Anforderungen und Nachweise

Gemäß ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985, Abschnitt 3.2.1 bestehen an die Balkonbrüstungselemente folgende Anforderungen:

Erhaltung der Standsicherheit

- Kein Herausreißen aus der Halterung
- Kein Herabfallen Menschen gefährdender Bruchstücke
- Kein Durchstoßen der gesamten Dicke infolge der aufgebracht Lasten



4.1.2 Beanspruchung durch weichen Stoß

Untersucht wurde eine Brüstungskonstruktion mit einer Handlaufhöhe von 900 mm für die 6 mm dicken Bekleidungsplatten und 1100 mm für die 8 mm dicken Bekleidungsplatten über OK Balkonfußboden. Nach Abschnitt 4 der o. g. Richtlinie darf die Erfüllung der Anforderungen des weichen Stoßes durch Versuche nachgewiesen werden, wenn der Nachweis nicht rechnerisch geführt werden kann. Die Versuche sind nach DIN 4103-1, Abschnitt 5 durchzuführen und auszuwerten. Hiernach wurde im vorliegenden Fall verfahren.

Die Befestigung der Pfosten auf der Balkonplatte wurde durch eine starre Festklemmung auf einem verankerten Stahlträger der Prüfmaschine nachgeahmt. Der Versuchsaufbau ist in Anhang A2 dargestellt. Das Brüstungselement wurde waagrecht liegend geprüft.

Für den Nachweis des weichen Stoßes wurde in der Mitte der Prüffläche die Kraft F über eine kreisförmige Stahlplatte von 200 mm Durchmesser und eine zwischen Stahlplatte und Probekörper liegende 6 mm dicke Gummilage mit Shore-A-Härte ≈ 80 nach DIN 53505 in die Bekleidungsplatte eingeleitet. Die Verschiebung der Krafteinleitungsplatte gegenüber der Auflagerebene des Probekörpers (Verformung an der Stoßstelle) wurde während des Versuchs in Stufen aufgezeichnet. Aus dem Kraft-Verschiebungs-Diagramm wird die aufnehmbare Energie (Widerstandsenergie)

$$E_u = \int_{\delta=0}^{\delta_u} F \cdot d\delta$$

ermittelt, wobei F die Last, δ die zugehörige Verschiebung und δ_u die Verschiebung bei Versagen bedeuten.

Der für den Nachweis maßgebende Wert $E_{Versuch}$ errechnet sich aus den Werten der drei geforderten Einzelversuche zu

$$E_{Versuch} = \bar{E}_u / \gamma$$

Dabei ist näherungsweise

$$\gamma = \sqrt{1 + (s_E / \bar{E}_u)^2} \cdot \exp(K \cdot s_E / \bar{E}_u)$$

mit \bar{E}_u als Mittelwert,

s_E als Standardabweichung der Versuchsergebnisse nach DIN 53804-1 und

$K = 0,9$.

Nach der ETB-Richtlinie ist erforderlich:

$$E_{Versuch} = 1,25 \cdot 1,0 \cdot E_{Basis} = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 100 = 125 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Die Ergebnisse sind in den Tafeln 1 und 2 dargestellt.

Tafel 1: Ergebnisse der Prüfungen mit dem weichen Stoß –
 Bekleidungsplatte: „DURACOM“, 6 mm
 Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm
 Prüfaufbau: s. Anhang 2.1
 (Prüfdatum: 18.01.2023)

Handlaufhöhe 900 mm				
Versuch Nr.	Höchstkraft F_{max} N	Verformung δ mm	Energie E_u N · m	Versagen —
1	5240	61	159	Plattenbruch
2	5180	62	161	Plattenbruch
3	6220	70	218	Plattenbruch/ Ausbruch Befestigungsbereich
Mittelwert E_u			179	—
Standardabweichung s_E			33,54	—
γ			1,2039	—
$E_{Versuch}$			179	—
Erforderlich $E_{Versuch}$			125	—
Anforderung gemäß ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985, Abschnitt 3.2.1			erfüllt	—

Tafel 2: Ergebnisse der Prüfungen mit dem weichen Stoß –
 Bekleidungsplatte: „DURACOM“, 8 mm
 Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm
 Prüfaufbau: s. Anhang 2.2
 (Prüfdatum: 17.01.2023)



Handlaufhöhe 1100 mm				
Versuch Nr.	Höchstkraft F_{max} N	Verformung δ mm	Energie E_u N · m	Versagen —
1	6580	84	277	Versuch abgebrochen, Pfosten leicht verbogen
2	6520	85	275	
3	6520	83	271	
Mittelwert E_u			274	—
Standardabweichung s_E			2,86	—
γ			1,0095	—
$E_{Versuch}$			272	—
Erforderlich $E_{Versuch}$			125	—
Anforderung gemäß ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985, Abschnitt 3.2.1			erfüllt	—

4.1.3 Beanspruchung durch harten Stoß

Die Beanspruchung durch harten Stoß wurde gemäß Abschnitt 3.2.3 der o. g. Richtlinie durch den Aufprall einer Stahlkugel mit 63,5 mm Durchmesser (1 kg) aus 1,0 m Fallhöhe auf das waagrecht in eine Prüfmaschine eingebaute Balkensystem geprüft. Es wurden jeweils 15 Fallversuche auf einem Balkenelement durchgeführt, wobei als Kugelaufschlagstellen die Plattenmitte, die freien Tafelränder und die Befestigungsbereiche gewählt wurden. Die Ergebnisse der Prüfung sind in Tafel 3 wiedergegeben.

Tafel 3: Ergebnisse der Prüfungen der Beanspruchung durch harten Stoß –
Bekleidungsplatte: „DURACOM“
Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm
(Prüfdatum: 17.01.2023 und 18.01.2023)

Bekleidungsplattendicke; Handlaufhöhe	Beobachtungen nach 15 Fallversuchen hinsichtlich der Anforderungen gemäß o.g. Richtlinie	Anforderungen gemäß ETB- Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985, Abschnitt 3.2.1
d = 6 mm; 900 mm	keine Beeinträchtigungen erkennbar	erfüllt
d = 8 mm; 1100 mm	keine Beeinträchtigungen erkennbar	erfüllt

4.1.4 Prüfung der Befestigungselemente

Gemäß Abschnitt 3.2.2.2.3 der o. g. Richtlinie wurde ein weiteres Balkenelement geprüft. Hierbei wurde eine kreisförmige Stahlplatte von 200 mm Durchmesser mit einer 6 mm dicken Gummilage (Shore-A-Härte \approx 80 nach DIN 53505) dort angebracht, wo die für die Befestigung ungünstigste Stelle vermutet wurde (siehe Anhang A3). Die o. g. Richtlinie fordert eine Höchstlast von mindestens 2,8 kN. Die Ergebnisse sind in Tafel 4 dargestellt.

Tafel 4: Ergebnisse der Prüfungen der Beanspruchung durch harten Stoß –
Bekleidungsplatte: „DURACOM“
Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm
(Prüfdatum: 17.01.2023 und 18.01.2023)

Bekleidungs- plattendicke; Handlaufhöhe; Prüfaufbau	Versuch	Beobachtungen hinsichtlich der Anforderungen gemäß o.g. Richtlinie	Anforderungen gemäß ETB- Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985, Abschnitt 3.2.1
6 mm; 900 mm; s. Anhang 3.1	1: Mitte unten	<ul style="list-style-type: none"> Last erreicht keine Beeinträchtigungen erkennbar 	erfüllt
	2: Ecke oben	<ul style="list-style-type: none"> Last erreicht keine Beeinträchtigungen erkennbar 	
8 mm; 1100 mm, s. Anhang 3.2	1: Mitte unten	<ul style="list-style-type: none"> Last erreicht keine Beeinträchtigungen erkennbar 	erfüllt
	2: Ecke oben	<ul style="list-style-type: none"> Last erreicht keine Beeinträchtigungen erkennbar 	

4.2 Biegeprüfung der Schichtstoffplatten

Im Anschluss an die Prüfung der Balkenelemente wurden jeweils 10 Biegeproben für die Prüfung der Biegefestigkeit in Längsrichtung und in Querrichtung aus den geprüften Bekleidungsplatten entnommen. An diesen Proben wurden Biegeversuche mit der Sichtseite in der Biegedruckzone nach DIN EN ISO 178:2019-08 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tafel 5 und 6 zusammengestellt.

Die Prüfung der parallel zu den Stahlriegeln entnommenen Proben wird als „Längsrichtung“ bezeichnet. Die Prüfung der senkrecht zu den Stahlriegeln entnommenen Proben wird als „Querrichtung“ bezeichnet.

Tafel 5: Bekleidungsplatte: „DURACOM“, 6 mm
Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm

Längsrichtung				Prüfdatum: 30.01.2023	
Probe Nr.	Stützweite	Dicke	Biegefestigkeit	Biegemodul	
—	mm	mm	MPa	MPa	
1	96	5,8	144,7	—*	
2	96	5,9	143,3	8789	
3	96	5,9	126,8	8403	
4	96	5,9	135,9	8385	
5	96	5,9	153,6	—*	
6	96	5,9	150,7	8740	
7	96	6,2	147,4	9978	
8	96	6,2	141,2	10711	
9	96	5,9	167,5	10638	
10	96	5,9	172,2	10761	
Statistische Auswertung					
arithmetisches Mittel	—	5,9	148,3	9551	
Querrichtung				Prüfdatum: 30.01.2023	
Probe Nr.	Stützweite	Dicke	Biegefestigkeit	Biegemodul	
—	mm	mm	MPa	MPa	
1	96	5,9	163,0	—*	
2	96	5,9	174,4	12428	
3	96	5,8	158,2	12888	
4	96	5,9	170,5	13182	
5	96	6,5	122,1	9914	
6	96	6,5	76,2	7153	
7	96	6,2	132,1	9163	
8	96	6,3	145,3	7904	
9	96	5,8	162,5	10437	
10	96	5,9	150,3	—*	
Statistische Auswertung					
arithmetisches Mittel	—	6,1	145,5	10384	
* Messfehler					

Tafel 6: Bekleidungsplatte: „DURACOM“, 8 mm
Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm

Längsrichtung					Prüfdatum: 30.01.2023
Probe Nr.	Stützweite	Dicke	Biegefestigkeit	Biegemodul	
—	mm	mm	MPa	MPa	
1	128	8,5	150,0	11542	
2	128	8,4	153,0	11222	
3	128	8,5	142,5	10823	
4	128	8,5	137,1	10262	
5	128	8,0	148,4	10857	
6	128	8,0	161,9	10749	
7	128	8,5	137,2	9891	
8	128	8,4	140,5	10298	
9	128	8,2	120,6	8878	
10	128	8,2	131,8	8899	
Statistische Auswertung					
arithmetisches Mittel	—	8,3	142,3	10342	
Querrichtung					Prüfdatum: 30.01.2023
Probe Nr.	Stützweite	Dicke	Biegefestigkeit	Biegemodul	
—	mm	mm	MPa	MPa	
1	128	8,5	136,0	8555	
2	128	8,5	128,1	8782	
3	128	8,4	131,4	8694	
4	128	8,4	127,8	8981	
5	128	8,1	131,9	8890	
6	128	8,1	139,8	9054	
7	128	8,5	113,4	7841	
8	128	8,4	125,9	8802	
9	128	8,3	139,0	10327	
10	128	8,2	140,2	10390	
Statistische Auswertung					
arithmetisches Mittel	—	8,3	131,3	9032	

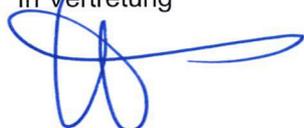
4.3 Werkstoffkennwerte der Unterkonstruktion

Die Werkstoffkennwerte der Unterkonstruktion wurden im Zugversuch nach DIN EN ISO 6892-1: 2020-06, Verfahren B an Proben entsprechend Anhang B der Norm mit einer Breite von 20 mm und einer Anfangsmesslänge von 80 mm ermittelt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tafel 5 zusammengestellt.

Tafel 5: Werkstoffkennwerte der Unterkonstruktion
(Prüfdatum: 23.01.2023)

Probe Nr.	Stahlrechteckquerschnitt	Dicke	Dehngrenze $R_{p0,2}$	Zugfestigkeit R_m	Bruchdehnung A_{80}
—	mm	mm	MPa	MPa	%
1	Pfosten	2,777	472	515	15,8
2	40 x 30 x 3	2,772	467	513	14,4
3	Riegel	1,896	357	407	21,1
4	35 x 25 x 2	1,896	364	411	21,6

Hannover, 13. September 2023
Leiter der Prüfstelle
In Vertretung



(ORR Dr.-Ing. H. Höveling)



Sachbearbeiterin



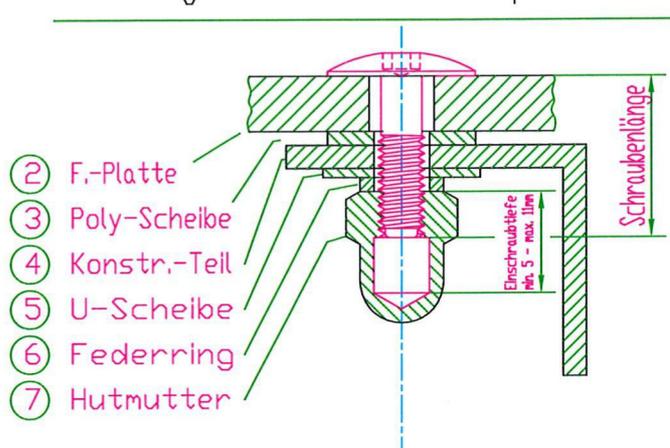
(Dr.-Ing. K. Fischer)

ANHANG

Anhang A1: Montageskizze für das verwendete Balkonschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm
Das Konstruktionsteil bestand aus dem Stahlrechteckriegel 35 mm x 25 mm x 2 mm.

MBE MONTAGESKIZZE / BESTIMMUNG DER SCHRAUBENLÄNGE

A) Ausführung mit Hutmutter in Kopflackierung



② F.-Platte
③ Poly-Scheibe
④ Konstr.-Teil
⑤ U-Scheibe
⑥ Federring
⑦ Hutmutter

Bohrungen:
Fassadenplatte: nach Herstellerangabe
Konstr.-Teil: Ø5,1mm

Beispiel-Addition zur Festlegung der Schraubenlänge

②	_____	Dicke Platte
③	2,0mm	
④	_____	Dicke konstrukt. Teil
⑤	1,0mm	
⑥	1,0mm	
⑦	5,0mm	min. Hutmutter Überdeckung

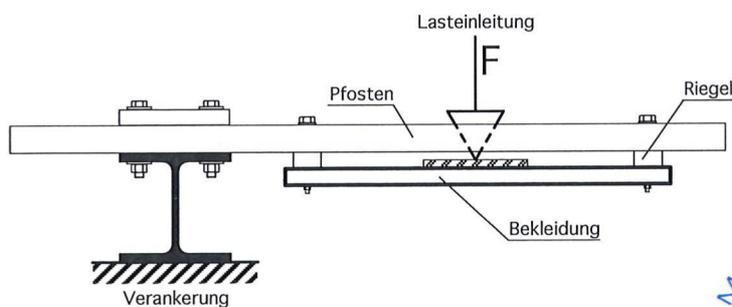
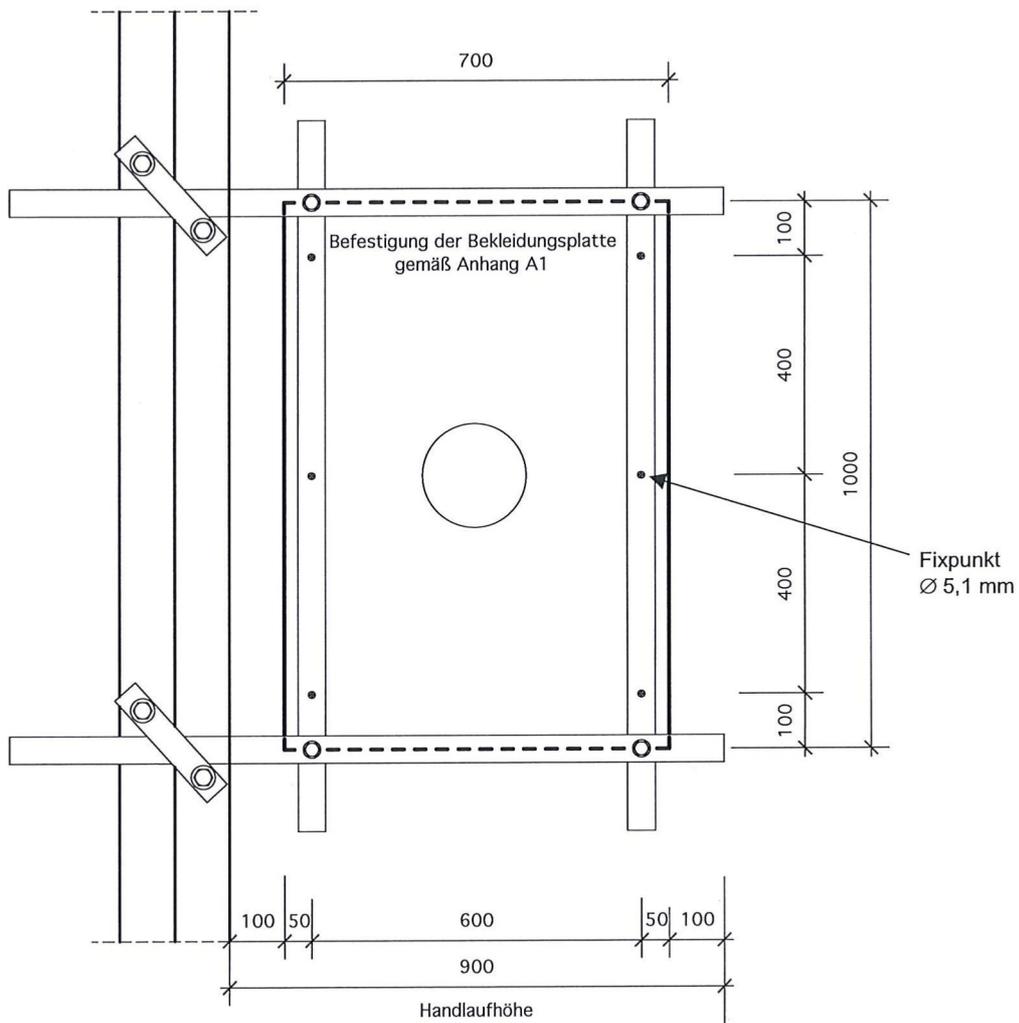
Min. Schraubenlänge= _____
Max. Schraubenlänge= Min. Schraubenlänge + 5mm

MBE – Balkon Befestigung auf Winkel-UK

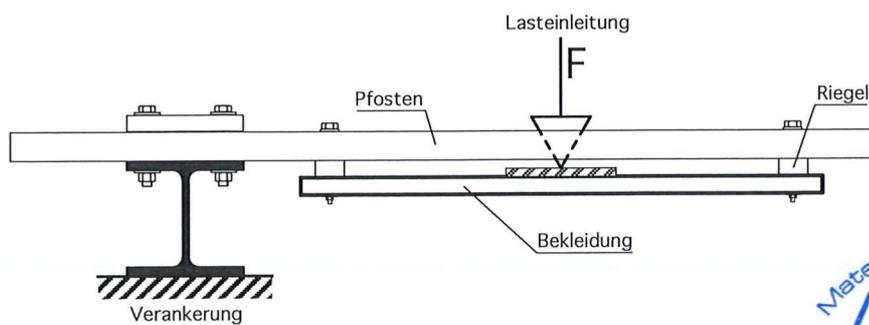
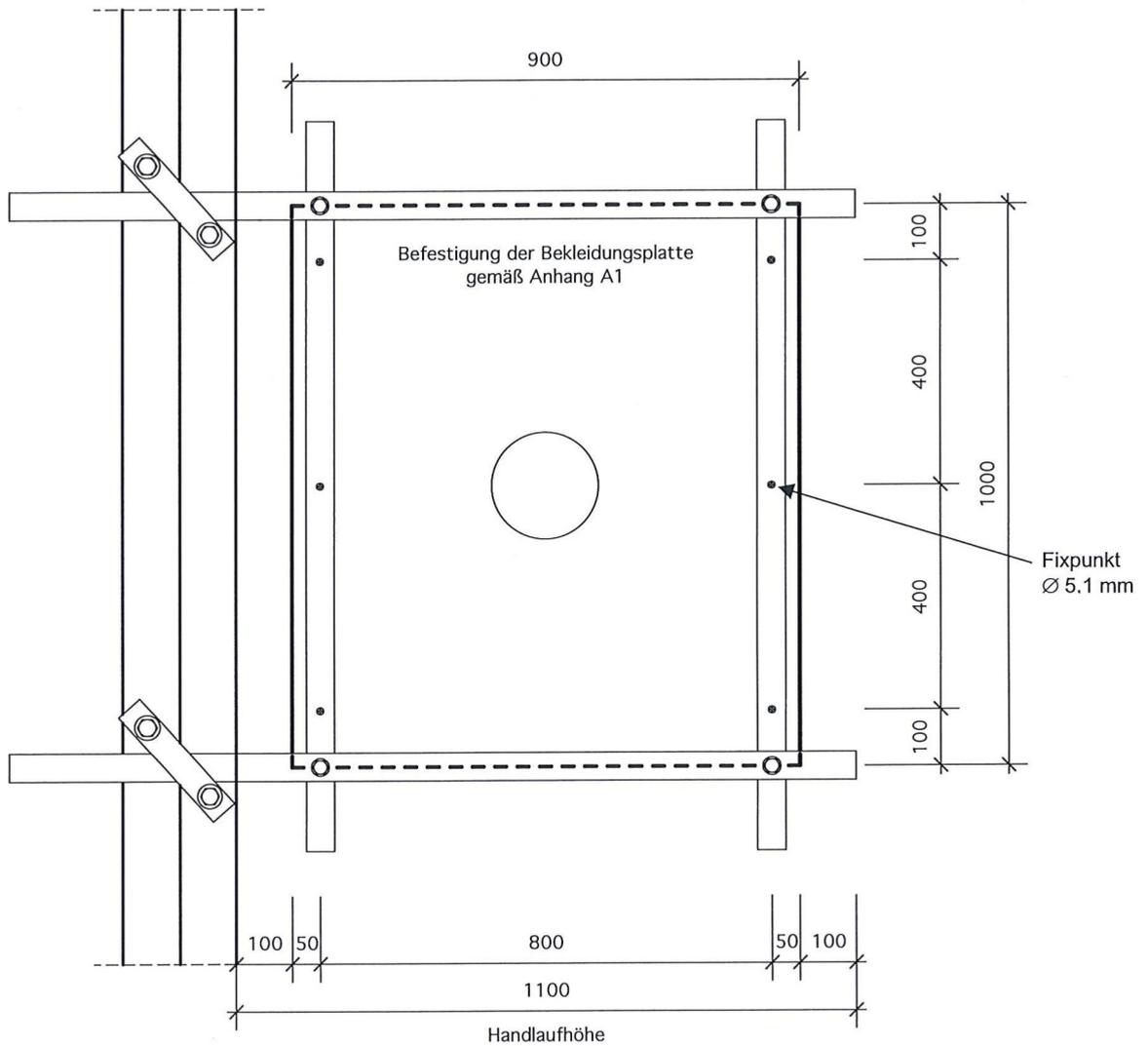


Anhang A2: Skizzen zum Versuchsaufbau für die Beanspruchung durch weichen Stoß

Anhang A2.1: Versuchsaufbau für die Beanspruchung durch weichen Stoß –
 Bekleidungsplatte: „DURACOM“, $d = 6 \text{ mm}$
 Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm

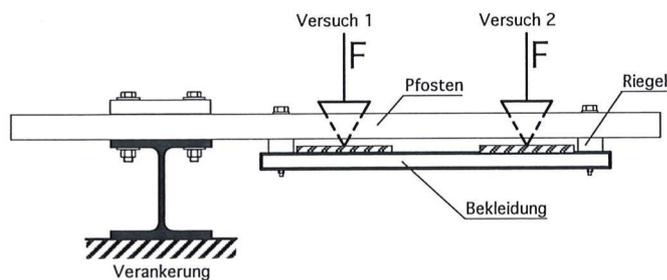
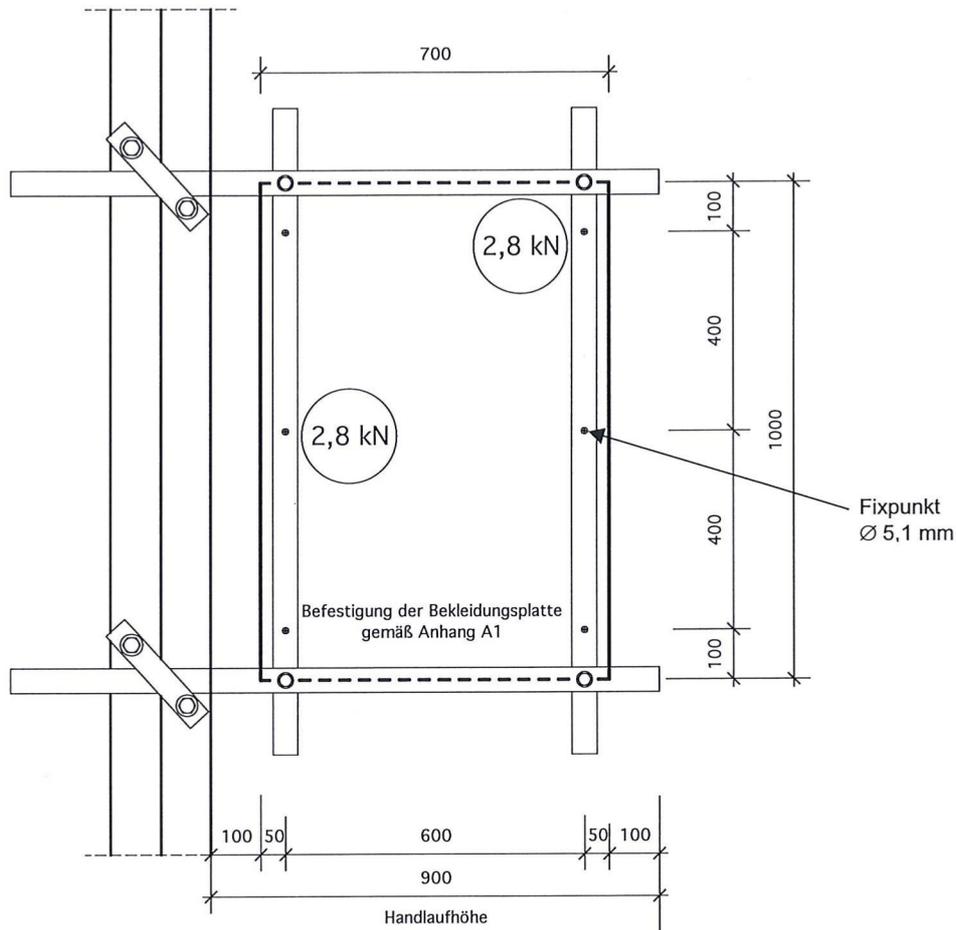


Anhang A2.2: Versuchsaufbau für die Beanspruchung durch weichen Stoß –
 Bekleidungsplatte: „DURACOM“, $d = 8 \text{ mm}$
 Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm



Anhang A3: Skizzen zum Versuchsaufbau für die Prüfung der Befestigungselemente

Anhang A3.1: Versuchsaufbau für die Prüfung der Befestigungselemente –
 Bekleidungsplatte: „DURACOM“, d = 6 mm
 Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm



Anhang A3.2: Versuchsaufbau für die Prüfung der Befestigungselemente –
 Bekleidungsplatte: „DURACOM“, $d = 8 \text{ mm}$
 Befestigungsmittel: Balkenschrauben-Set M5 x 45 mm, Kopf 16 mm

