

**ETB-Richtlinie — „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ —  
Fassung Juni 1985**

**1. Allgemeines**

Nichttragende Bauteile, die nicht zur Gebäudeaussteifung herangezogen werden und außer ihrer Eigenlast nur auf ihre Fläche wirkende Lasten aufnehmen und auf andere Bauteile abtragen, haben neben bauphysikalischen Aufgaben auch die Aufgabe, den von ihnen umschlossenen Raum oder Raumabschnitt so zu sichern, daß Personen und Gegenstände, die auf diese Bauteile einwirken, nicht durch deren vorzeitigen Bruch gefährdet werden.

Solche nichttragenden Bauteile haben eine Sicherungsfunktion gegen Absturz.

Die Richtlinie ist anzuwenden bei Bauteilen, die einen Höhenunterschied zwischen Verkehrsflächen von mehr als 1 m sichern.

Sie gilt nicht für Bauteile, die in DIN 4103 Teil 1 behandelt werden.

Für Bauteile, die aus Erfahrung ausreichend sicher beurteilt werden können, braucht ein Nachweis der Stoßbelastung nach Abschnitt 3.2 dieser Richtlinie nicht geführt zu werden.

**2. Einbaubereich**

Für die in Abschnitt 3 beschriebenen Beanspruchungen werden zwei Einbaubereiche unterschieden:

Einbaubereich 1:

Raumabschließende Bauteile, Brüstungen, Umwehrungen und dergleichen in Bereichen mit geringer Menschenansammlung, wie sie z. B. in Wohnungen, Hotel-, Büro- und Krankenzimmern und ähnlich genutzten Räumen einschließlich der Flure vorausgesetzt werden muß.

Einbaubereich 2:

Raumabschließende Bauteile, Brüstungen, Umwehrungen und dergleichen in Bereichen mit großer Menschenansammlung, wie sie z. B. in größeren Versammlungsräumen, Schulräumen, Hörsälen, Ausstellungsräumen und Verkaufsräumen und ähnlich genutzten Räumen vorausgesetzt werden muß.

**Beanspruchungen und Nachweise**

**3.1 Horizontale, statische Lasten**

Als horizontale Lasten (Linienlasten) sind anzusetzen im Einbaubereich 1:

$p_1 = 0,5 \text{ kN/m}$  in 0,90 m Höhe vom Fußboden,

im Einbaubereich 2:

$p_2 = 1,0 \text{ kN/m}$  in 0,90 m Höhe vom Fußboden.

Bei Geländern ist die jeweilige Last  $p_1$  und  $p_2$ , auch dann in Holmhöhe anzusetzen, wenn diese von 0,90 m abweicht. Der rechnerische Nachweis darf durch Versuche ersetzt werden. Im Versuch ist die Bruchlast zu bestimmen. Der maßgebende Wert  $F_{\text{Versuch}}$  der Bruchlast aus den Versuchen (s. Abschnitt 4) muß um den Sicherheitsfaktor 1,5 größer als die Gebrauchslast sein.

Mit Bruch wird hier derjenige Zustand bezeichnet, bei dem eine Laststeigerung nicht mehr möglich ist, oder bei dem Bereiche des Bauteils soweit zerstört sind, daß dann die Sicherungsfunktion gegen Absturz nicht mehr gegeben ist.

Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern.

Der Nachweis ausreichender Biegegrenztragfähigkeit streifenförmig unterstützter Beplankung oder ausgesteifter Deckflächen ist jedoch nur für die horizontalen Streifenlasten zu führen (s. Abschnitt 3.3).

**3.2 Stoßartige Belastung**

**3.2.1 Anforderungen**

Bauteile in den Einbaubereichen 1 und 2 dürfen sowohl bei weichen als auch bei harten Stößen nicht insgesamt zerstört und örtlich durchstoßen werden.

Es sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- a) Die Standsicherheit der Bauteile muß erhalten bleiben.
- b) Das Bauteil darf nicht aus seiner Halterung herausgerissen werden.
- c) Bruchstücke, die Menschen ernsthaft verletzen können, dürfen nicht herabfallen.
- d) Das Bauteil darf von den nachfolgend definierten Lasten in seiner gesamten Dicke nicht durchstoßen werden.

**3.2.2 Weicher Stoß**

**3.2.2.1 Allgemeines**

Der weiche Stoß ist an der Stelle wirkend zu denken, mit der als Aufprallstelle der Stoß im Bauteil die ungünstigste Biegebeanspruchung erzeugt. Eine Überlagerung mit anderen Lastfällen ist nicht erforderlich.

Der Nachweis einer ausreichenden Widerstandsenergie des gestoßenen Bauteils darf auf folgende Weise geführt werden:

- a) rechnerisch, wenn für den Baustoff die Spannungs-Dehnungslinie bekannt ist (vgl. Abschnitt 3.2.2.2.1),
- b) durch Biegeversuche, wenn die Spannungs-Dehnungslinie für den Baustoff unbekannt ist oder ein möglichst wirklichkeitsnahes Verhalten ermittelt werden soll (vgl. Abschnitt 3.2.2.2.2, 1. Absatz),
- c) durch Stoßversuche (vgl. Abschnitt 3.2.2.2.2, 2. Absatz).

Der weiche Stoß darf vereinfachend als quasi-statischer Lastfall zur Beurteilung des Verhaltens des gesamten Bauteils mit einer einwirkenden Energie von

$$E_{\text{Basis}} = 100 \text{ Nm} \quad (1)$$

entsprechend einer wirksamen Stoßkörpermasse von 50 kg und einer Aufprallgeschwindigkeit von 2,0 m/s angesetzt werden.

Dem beim gedachten Stoß in das Bauteil übertragenen Energieanteil  $\alpha' \cdot E_{\text{Basis}}$  steht die Widerstandsenergie  $E_R$  (Arbeitsvermögen) des Bauteils entgegen. Es ist zu fordern:

$$E_R \geq \alpha' \cdot E_{\text{Basis}} \quad (2)$$

Hierin bedeutet:

$\alpha'$  = Stoßübertragungsfaktor nach Tabelle 1, abhängig von der mitschwingenden Masse  $m$  des gestoßenen Bauteils.

Bei 50 kg wirkender Stoßkörpermasse wurde angesetzt:  $\alpha' = 200 \cdot m / (50 + m)^2$  für  $m > 50 \text{ kg}$  (3)

**Tabelle 1 ( $\alpha'$ -Werte)**

$m \text{ (kg)}$	$\leq 50$	75	100	150	200	300	400
$\alpha'$	1,0	0,96	0,89	0,75	0,64	0,49	0,40

Die mitschwingende Masse  $m$  der Bauteilart, ausgedrückt in kg, darf mit Hilfe nachstehender Methoden festgelegt werden:

a) Rechnerische Abschätzung von m

$$m = \lambda \cdot m_1 \quad (4)$$

mit  $m_1$  = Gesamtmasse des Bauteils und  
 $\lambda$  = Massenfaktor, der bei einem Stoß in Platten- oder Balkenmitte bzw. auf das freie Ende eines auskragenden Bauteils die Werte der Tabelle 2 annimmt.

Tabelle 2 ( $\lambda$ -Werte)

Auflagerbedingungen	$\lambda$
Balken auf zwei Stützen	0,50
Kragbalken	0,24
quadratische Platte mit Lagerung an den vier Eckpunkten	0,29
rechteckige Platte mit vierseitiger gelenkiger Lagerung, Seitenverhältnis $1 \leq a/b \leq 3$	$0,2 \frac{6-a/b}{5}$
quadratische vierseitig eingespannte Platte	0,12
Elementausschnitt, der auf seinen beiden gegenüberliegenden Seiten lagert <sup>1)</sup>	0,50
Elementausschnitt, der auskragt <sup>1)</sup>	0,24

<sup>1)</sup> Wenn die aufgelagerte bzw. die eingespannte Seite länger ist als die senkrecht dazu verlaufende freie Seite, darf als  $m_1$  höchstens die Gesamtmasse eines quadratischen Ausschnittes berücksichtigt werden.

b) Ermittlung von m durch Versuche

$$m = c \cdot (T/2 \pi)^2 \quad (5)$$

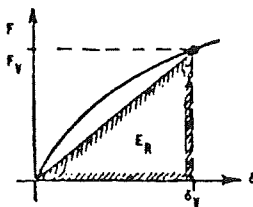
wobei hier zu verstehen ist unter  $c$  = Anfangssteifigkeit des Probekörpers in N/m, wenn dieser einem Biegeversuch mit einer an der gedachten Stoßstelle wirkenden Einzellast unterworfen wird.  
 $T$  = Eigenschwingungsdauer desselben Probekörpers im ursprünglichen Zustand, ausgedrückt in s.

In den Sonderfällen von Bauteilen mit großer Steifigkeit und nicht großer Mitschwingender Masse liegen die Werte für  $\alpha'$  in der Tabelle 1 weit auf der sicheren Seite. Zutreffendere Werte können nach dem in [1] Abschnitt 3.2 angegebenen Verfahren ( $\alpha' = E_A/E_s$ ) ermittelt werden.

3 2 Ermittlung der Widerstandsenergie  
 3.2.2.1 Rechnerischer Nachweis

Liegt die Annahme einer Linearisierung der Abhängigkeit zwischen Einzellast und Durchbiegung des Bauteils im Hinblick auf die Größe seiner Widerstandsenergie auf der sicheren Seite, genügt jeweils folgender Nachweis:

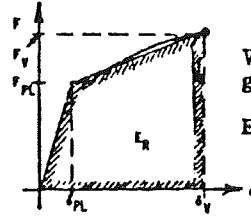
a) einfach-linearer Zusammenhang



Widerstandsenergie des gestoßenen Bauteils:

$$E_R \geq \frac{1}{2} \cdot F_V \cdot \delta_V \quad (6)$$

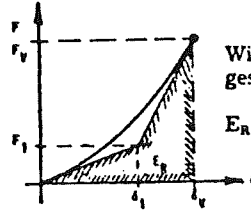
b) bilinearer Zusammenhang



Widerstandsenergie des gestoßenen Bauteils:

$$E_R = \frac{1}{2} F_{PL} \left( \delta_V + \frac{F_V}{F_{PL}} (\delta_V - \delta_{PL}) \right) \quad (7)$$

c) andere Zusammenhänge



Widerstandsenergie des gestoßenen Bauteils:

$$E_R \geq \frac{1}{2} F_V \left[ (\delta_V - \delta_1) + \frac{F_1}{F_V} \cdot \delta_V \right] \quad (8)$$

Allgemein gilt:

$$E_R = \int_0^{\delta_V} F \cdot d\delta \geq \alpha' \cdot E_{Basis} \quad (8a)$$

Im vorstehenden bedeuten:

$F$  = diejenige an der gedachten Stoßstelle wirkende Einzellast, die erforderlich ist, um dort die Durchbiegung  $\delta$  zu erzeugen

$\delta_V$  = die bei  $F = F_V$  sich ergebende Durchbiegung des Bauteils an der gedachten Stoßstelle

$F_V$  = Zahlenwert von  $F$ , bei dem der Versagenszustand erreicht ist

$F_{PL}$  = Zahlenwert von  $F$ , von dem an sich das Bauteil hauptsächlich nur noch plastisch verformt

$\delta_{PL}$  = die bei Erreichen von  $F = F_{PL}$  sich ergebende Durchbiegung des Bauteils an der Stoßstelle

Die zur Berechnung dieser Kräfte und Durchbiegungen erforderlichen Stoffwerte sind unter Berücksichtigung von Normen oder auch aus allgemeingültigen Untersuchungen mit auf der sicheren Seite liegenden Grenzwerten zu bestimmen.

3.2.2.2 Nachweis durch Versuche

Der rechnerische Nachweis darf durch Biegeversuche ersetzt werden. In diesem Falle ist der maßgebende Wert  $E_{Versuch}$  für die bis zum Versagen bei den Versuchen aufnehmbare Energie dem Energieanteil  $\alpha' \cdot E_{Basis}$  wie folgt gegenüberzustellen:

$$E_{Versuch} \geq v \cdot \alpha' \cdot E_{Basis} \quad (9)$$

mit  $v = 1,25$  Faktor zur Absicherung gegenüber Streuungen, die in den Versuchen nicht erfaßt werden.

Soll der Nachweis durch Stoßversuche erbracht werden, so ist zu berücksichtigen, daß unterschiedliche Stoßkörper (menschliche Schulter, Glaskugelsack, Sandsack, Bleischrotsack) bei gleicher Aufprallenergie  $E_{Aufprall}$  unterschiedliche Energieanteile in das gestoßene Bauteil übertragen. Anstelle der Gleichung (9) tritt dann:

$$\alpha' \cdot E_{Aufprall} \geq v \cdot \alpha' \cdot E_{Basis} \quad (10)$$

Dabei steht  $\alpha \cdot E_{\text{Aufprall}}$  für den Energieanteil der Aufprallenergie, den die jeweilige Stoßkörperart in das gestoßene Bauteil überträgt. Wie  $\alpha$  hängt auch der Faktor  $\alpha$  von den Eigenschaften der gestoßenen Wand ab. Er ist deshalb in Vorversuchen für die entsprechende Kombination Stoßkörperart/Probekörper zu bestimmen.

Für einen Glaskugelsack als Stoßkörper z. B. kann  $\alpha$  aus [2] Bild 4 ermittelt werden, sofern die Eigenschaften des zu untersuchenden Probekörpers in dem dort untersuchten Bereich liegen.

3.2.2.2.3 Befestigungselemente

Zur Abschätzung einer ausreichenden Tragsicherheit kann auf die Stoßkraft zurückgegriffen werden, die sich beim Auftreffen eines menschlichen Körpers auf die Befestigungsstelle ergibt:

$$F_{\text{Stoß}} = v_a \cdot \sqrt{m_1 \cdot c_1 / \sqrt{1 + c_1/c_2}} \text{ [N]} \tag{11}$$

Hierin bedeuten:

$v_a$  = Aufprallgeschwindigkeit [m/s]

$m_1$  = Körpermasse (30 kg)

$c_1$  = Federkonstante des stoßenden Körpers (N/m)

$c_2$  = Federkonstante des gestoßenen Bauteils

Für baupraktische Fälle genügt der Nachweis, daß das Befestigungselement eine größere Widerstandskraft besitzt als 2,8 kN. Als Widerstandskraft darf die Kraft eingesetzt werden, bei der ein Versagen gerade noch nicht eintritt.

Der harte Stoß braucht nicht nachgewiesen zu werden.

3.2.3 Harter Stoß

Der harte Stoß durch den Aufprall einer kleinen, kompakten Masse bei großer Geschwindigkeit dient primär zur Beurteilung des Verhaltens einer Bauteilart hinsichtlich örtlich begrenzter Zerstörungen infolge Stoßbeanspruchung. Dazu soll das Bauteil überall einer im Versuch aufzubringenden Stoßenergie von

$$E_{\text{Versuch}} = 10 \text{ Nm}$$

entsprechend einer Stoßkörpermasse von 1,0 kg und einer Aufprallgeschwindigkeit von 4,47 m/s widerstehen.

Der Nachweis kann in der Regel nur durch Stoßversuche erbracht werden.

3.3

Der Widerstand einer bestimmten Stelle des Bauteils wird als ausreichend angesehen, wenn bei 15 Versuchen mit jeweils einem Stoß je Stelle der betrachteten Art in keinem Fall Versagen entsprechend Abschnitt 3.2.1 eintritt.

Biegegrenztragfähigkeit streifenförmig unterstützter Beplankung oder ausgesteifter Deckflächen gegenüber statischer Belastung

Der Nachweis ausreichender Biegegrenztragfähigkeit ist für die horizontale Linienlast nach Abschnitt 3.1 zu führen; dabei ist die ungünstigste Beanspruchung zu erfassen.

Der Nachweis ist entweder rechnerisch unter Berücksichtigung der in den Normen für die Beplankungs- oder Deckschichtenmaterialien festgelegten Eigenschaften und zulässigen Spannungen durch Versuche zu erbringen.

Bei mehrschichtiger Beplankung, bei Beplankung mit Verbundbaustoffen oder bei Beplankungen aus Platten mit orthotropem Tragverhalten sind die Einbaubedingungen der Beplankung im Bauteil zu beachten.

Der maßgebende Wert  $F_{\text{Versuch}}$  der Bruchlast aus den Versuchen (s. Abschnitt 4) muß um den Sicherheitsfaktor  $v = 1,5$  größer als die aus der Gebrauchslast abgeleitete Bezugslast sein. Die Biegegrenztragfähigkeit ist bei der Last (Bruchlast) erreicht, über die hinaus eine weitere Laststeigerung nicht mehr möglich ist.

4.

Durchführung der Versuche und Auswertung

Wenn der Nachweis, daß die Anforderungen nach Abschnitt 3 erfüllt werden, nicht rechnerisch unter Einbeziehung durch Normen oder Zulassungen festgelegter oder durch Materialuntersuchungen bestätigter Eigenschaften der verwendeten Baustoffe und Befestigungselemente geführt werden kann, darf die Erfüllung der Anforderungen auch durch Versuche nachgewiesen werden.

Die Versuche sind nach Abschnitt 5 DIN 4103 Teil 1, Ausgabe Juli 1984, durchzuführen und auszuwerten.

Literaturhinweise:

[1] Struck, W.: „Die stoßartige Beanspruchung leichter, nichttragender Bauteile durch einen mit der Schulter gegenprallenden Menschen“, Vorschlag für ein Prüfverfahren, BAM-Berichte Nr. 37, Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin, Februar 1976.

[2] Struck, W. und Limberger, E.: Die Energieübertragung auf leichte, nichttragende Bauteile beim Stoß mit einem Glaskugelsack im Vergleich zum Schulterstoß, Mitteilungen Institut für Bautechnik 5 (1978), S. 129/136.

**RESOPLAN**  
**ETB-Prüfzeugnis Nr. 800/86**

Fassung Juni '86



# Technische Daten RESOPLAN

Eigenschaften	Prüfmethode	Richtung	Ergebnis	
Dichte	DIN 53 479 bzw. ISO/R 1183		ca. 1,4 g/cm <sup>3</sup>	
Zugfestigkeit	DIN 53 455 bzw. ISO/R 527	längs quer	≥ 100 MPa 1) ≥ 70 MPa	
Biegefestigkeit	DIN 53 452/ISO 178	längs quer	≥ 140 MPa ≥ 100 MPa	
Elastizitätsmodul	DIN 53 452/ISO 178	längs quer	≥ 14 000 MPa ≥ 10 000 MPa	
Thermischer Längenausdehnungskoeffizient	DIN 51 045	zwischen -20 °C und +80 °C	längs quer	0,9 · 10 <sup>-5</sup> 1/K 1,6 · 10 <sup>-5</sup> 1/K
Wärmeleitfähigkeit 2)	DIN 52 612		ca. 0,3 W/m · K	
Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	DIN 52 615		ca. 17 200	
Lichteichtheit	DIN 53 389/ISO 4892	ca. 650 h in gefilterter Xenonbogen-Strahlung	Stufe 8	
Verhalten gegenüber kochendem Wasser Gewichtszunahme / Dickenzunahme	DIN EN 438-2 Abs. 7	2 h bei 100 °C	≤ 2 %	
Maßänderung im Klimawechsel bei erhöhter Temperatur	DIN EN 438-2 Abs. 9	24 h bei 70 °C und 96 h bei 40 °C u. 92 % r.F.	längs quer	ca. 0,1 % ca. 0,2 %
Brandverhalten: RESOPLAN 3) RESOPLAN F 4) / B1 5)	DIN 4102 Teil 1:	Kleinbrenner Brandschacht	Baustoffkl. B2 B1	
Ausreißfestigkeit für RESOPLAN Sonderschrauben ø 5,0 mm; 5,0 mm Tiefe	Zugversuch mit ringförmiger Auflage ø 206 mm		ca. 1500 N	
Durchlässigkeit der Schutzschicht für UV-Licht zwischen 300 nm und 370 nm	Zweistrahlspektrometer		≤ 1	
Verhalten beim Einfrieren	16 h in Eis bei -20 °C, 8 h aufgetaut und an der Luft getrocknet, 15 Wechsel		ohne Befund	

## Erläuterungen

1) 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>

2) Bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (k-Wert) von kompletten Außenwänden mit RESOPLAN als hinterlüftete

Außenhaut ist nach DIN 4108 Teil 4 für den Wärmeübergangswiderstand außen ( $\frac{1}{\alpha_a}$ ) statt 0,04 m<sup>2</sup> K/W der günstigere Wert 0,08 m<sup>2</sup> K/W einzusetzen.

3) Nach DIN 4102 Teil 4, März 1981, ohne besonderen Nachweis B2 (normal entflammbar).

4) Zulassung Z-33.2-11

5) Zulassung Z-PA-III 2.2546

Änderungen von Farben, Dekoren, Oberflächen, Formaten oder Techniken behalten wir uns jederzeit und ohne Vorankündigung vor.

INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND MATERIALPRÜFUNG DER UNIVERSITÄT HANNOVER  
AMTLICHE MATERIALPRUFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN

Nienburger Straße 3, 3000 Hannover 1

Ruf (Durchwahl: Sachbearbeiter): 762- 5339 , Geschäftszimmer: 762-3104, Vermittlung Uni: 762-1  
Fernschreiber: 09-23868 unihn

PRÜFUNGSZEUGNIS NR. 800/86 - Mk/He -  
Ausfertigung

Antragsteller: RESOPAL WERKE H. Römmler GmbH  
Postfach 11 20  
6114 Groß-Umstadt

Antrag vom 06.06.1986 - Dr. Probsthain -

Inhalt des Antrages: Prüfung von Resoplan-Fassadenplatten  
mit dem weichen Stoß nach der  
ETB Richtlinie - "Bauteile, die gegen  
Absturz sichern" - Fassung Juni 1985

Das Prüfungszeugnis umfaßt 6 Blätter

Das Versuchsmaterial ist verbraucht

~~xxxxxxxxxxxxxxxx~~

~~xxxxxxxxxxxxxxxx~~



Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden; auszugsweise Wiedergabe bedarf der Zustimmung des Instituts.

zum Prüfungszeugnis Nr. 800/86

1. Einlieferung

- 1.1 "Resoplan"-Platten: Am 31.07.86 durch Boten des Antragstellers:  
2 Paletten mit zugeschnittenen "Resoplan"-Platten, 6 mm und 8 mm dick
- 1.2 Unterkonstruktionen: Am 05.08.85 durch die Firma "Vario Geländerbau":  
5 verschiedene Geländerkonstruktionen aus Stahl und Aluminium
- 1.3 Befestigungsmittel: Am 05.08.86 durch Herrn Dr. Probsthain für den Antragsteller:  
je ein Paket Niete und Schrauben

2. Das Versuchsmaterial:

2.1 Die RESOPLAN-Platten

Geprüft wurden die 6 mm und 8 mm dicken Fassadenplatten mit der Typenbezeichnung RESOPLAN F. Für die Platten ist vom Institut für Bautechnik ein Zulassungsbescheid (Z.-33.2-7) und ein Prüfbescheid (PA-III 2.1185) erteilt worden.

2.2 Das Geländer

Als Unterkonstruktionen dienten Stahl- und Aluminiumkonstruktionen der Firma Vario Geländerbau. Die Systeme können im einzelnen den Bildern 1 und 2 entnommen werden.

2.3 Die Befestigungsmittel

Bei den Versuchen der Versuchsreihe 1 mit 600 mm Stützweite wurden die RESOPLAN-Platten mittels Einfaßleisten gehalten. Für die Versuchsreihe 2 mit 800 mm Stützweite wurde eine Schraubenbefestigung gewählt. Die eingelieferten Schrauben hatten folgende Kenndaten:

RESOPLAN-BALKONSCHRAUBE mit Scheibe  
M 5 x L = 55 W.NR. 1.4301  
Polyamidscheibe: M 5 DIN 9021  
Federring: DIN 127 W.NR. 1.4301  
Hutmutter: DIN 1587 W.NR. 1.4301

Abstand der Schrauben = 30 cm



zum Prüfungszeugnis Nr. 800/86

3. Prüfgrundlage

Die Prüfung und Auswertung sollte nach der ETB-Richtlinie - "Bauteile, die gegen Absturz sichern" - Fassung Juni 1985 erfolgen.

4. Versuchsdurchführung und Ergebnisse

4.1 Versuchsaufbau

Es sollten jeweils drei Platten der Dicken 6 und 8 mm bei Stützweiten von 600 und 800 mm der Reihe nach an einem Stahlgeländer befestigt werden. Das Stahlgeländer wurde mittels Fußplatten an einem Längsträger der Prüfmaschine befestigt. Der Prüfkörper wurde liegend, frei auskragend, mit der Brüstungsinnenseite nach oben geprüft. Die Belastung wurde mittig von der Prüfmaschine auf die Platteninnenseite über eine Stahlscheibe mit 8 mm dicker Gummischeibe, beide 200 mm im Durchmesser, aufgebracht. Gleichzeitig wurde die Verformung bis zum Bruch der Platte oder des Geländers aufgezeichnet.

4.2 Versuchsreihe 1, Stützweite 600 mm

Für die Versuchsreihe 1 wurden drei Resoplan-Platten mit den Abmessungen 1250 mm x 620 mm x 6 mm verwendet. Den Versuchsaufbau zeigt Bild 1.

Jeweils eine Prüfplatte wurde mittels einer Aluminium-Einfaßleiste mit Gummifutter auf einem Stahlgeländer befestigt.

Die Stoßlast, die mittig auf die Prüfplatte einwirkte, wurde langsam und stetig gesteigert; dabei wurde die Kraft-Verformungslinie aufgezeichnet. Bis zum Erreichen der Höchstlast verlief die Linie jeweils linear. Bei Erreichen der Höchstlast war die Verformung der Resoplanplatte so groß, daß sie aus der Einfaßleiste rutschte ohne zu brechen. Anhand der aufgezeichneten Kraft-Verformungslinie wurde die Widerstandsenergie E entsprechend der o.g. ETB-Richtlinie wie folgt ermittelt:

$$\text{Versuch 1: } E_1 = 0,50 \times 0,118 \text{ m} \times 5820 \text{ N} = 343,4 \text{ Nm}$$

$$\text{Versuch 2: } E_2 = 0,50 \times 0,106 \text{ m} \times 5720 \text{ N} = 303,2 \text{ Nm}$$

$$\text{Versuch 3: } E_3 = 0,50 \times 0,110 \text{ m} \times 5770 \text{ N} = 317,4 \text{ Nm}$$

$$\bar{E}_u = 321,3 \text{ Nm}$$

$$\text{Standardabweichung } S_E = 20,4 \text{ Nm}$$





Die o.g. ETB-Richtlinie verlangt nach Abschnitt 4 eine Auswertung nach DIN 4103, Teil 1, Abschnitt 5.

Danach wird  $E_{\text{Versuch}}$  wie folgt ermittelt:

$$E_{\text{Versuch}} = \bar{E}_u : \gamma$$

$$\text{mit } \gamma = 1 + (S_E / \bar{E}_u)^2 \times \exp(K \cdot S_E / \bar{E}_u)$$

$$\text{und } K = 0,9$$

Im vorliegenden Fall ergibt sich somit

$$E_{\text{Versuch}} = 321,3 \text{ Nm} : 1,061 = 302,8 \text{ Nm}$$

Die Anforderung nach o.g. Richtlinie lautet

$$E_{\text{Versuch}} = \gamma \times \alpha' \times E_{\text{Basis}}$$

$$\text{mit } \gamma = 1,25$$

$$\alpha' = 1,0$$

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

$$E_{\text{Versuch}} = 302,8 \text{ Nm} > 1,25 \times 1,0 \times 100 \text{ Nm} = 125 \text{ Nm}$$

Auf die Prüfung der 8 mm dicken Platten bei einer Stützweite von 600 mm wurde verzichtet, da die 6 mm dicken Platten bei gleicher Stützweite die Anforderungen erfüllt hatten.

#### 4.3 Versuchsreihe 2, Stützweite 800 mm

##### 4.3.1 Versuche mit 6 mm dicken Resoplan-Platten

Für die Versuchsreihe 2 wurden keine Einfaßleisten verwendet. Die jeweils drei Platten hatten die Abmessungen 1250 mm x 900 mm und wurden mit jeweils 4 Stück RESOPLAN-Balkenschrauben mit Scheiben, Abstand = 30 cm, an zwei längslaufenden Vierkantrohren befestigt (s. Bild 2). Die Lasteintragung erfolgte wie in Abschnitt 4.1 beschrieben. Die Kraft-Verformungslinie verlief bis zur ersten Rißbildung bei allen drei Versuchen linear. Nach wiederholtem plötzlichen Lastabfall bei jeder neuen Rißbildung in der Platte konnte die Prüflast wieder bis zu einer Höchstlast gesteigert werden, bei der die Platte in mehrere Stücke zerbrach. Die ersten Risse verliefen immer parallel zu den Auflagern in Plattenmitte.



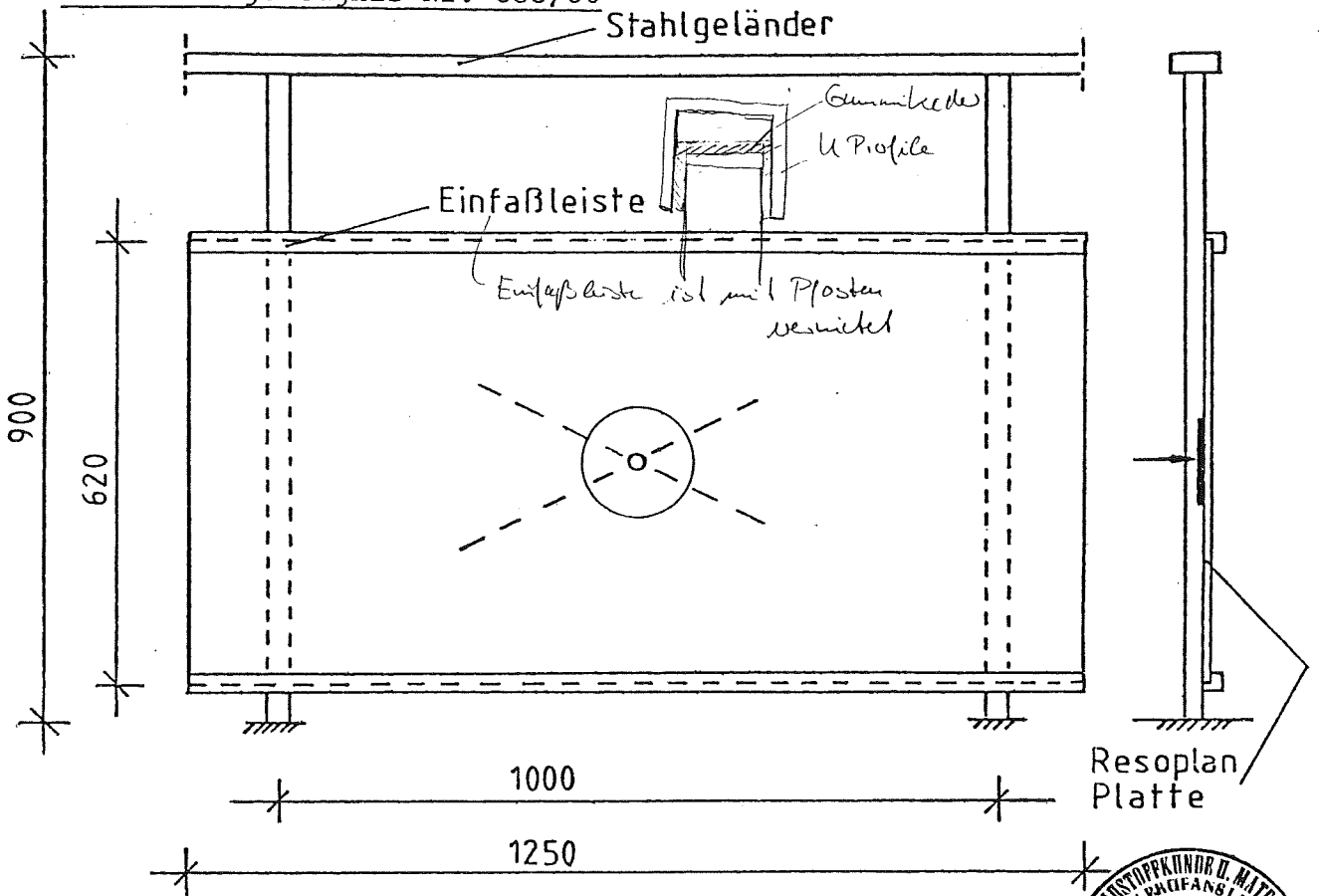
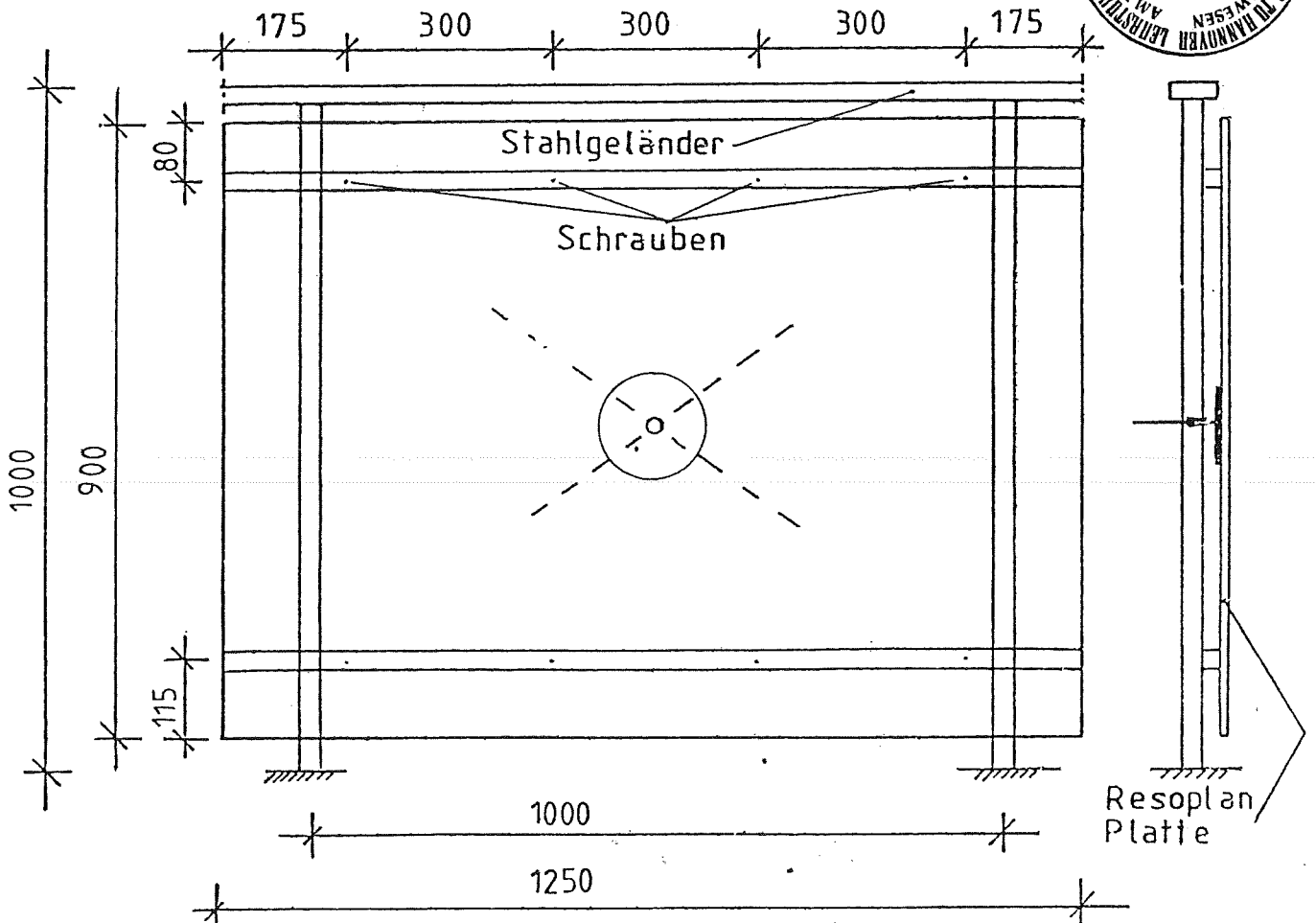


Bild 1 Aufbau der Versuchsreihe 1

Bild 2 Aufbau der Versuchsreihe 2



zum Prüfungszeugnis Nr. 800/86

Anhand der aufgezeichneten Kraft-Verformungslinie wurde die Widerstandsenergie E entsprechend der o.g. ETB-Richtlinie wie folgt ermittelt:

$$\text{Versuch 1: } E_1 = 0,5 \times 0,056 \text{ m} \times 4220 \text{ N} + 0,012 \text{ m} \times 3700 \text{ N} \\ + 0,02 \text{ m} \times 4100 \text{ N}$$

$$E_1 = 244,6 \text{ Nm}$$

$$\text{Versuch 2: } E_2 = 0,5 \times 0,06 \text{ m} \times 4120 \text{ N} + 0,016 \text{ m} \times 3800 \text{ N}$$

$$E_2 = 184,4 \text{ Nm}$$

$$\text{Versuch 3: } E_3 = 0,5 \times 0,061 \text{ m} \times 4320 \text{ N} + 0,019 \text{ m} \times 3900 \text{ N}$$

$$E_3 = 205,9 \text{ Nm}$$

Mittelwert aus den 3 Versuchen:

$$\bar{E}_u = 211,6 \text{ Nm}$$

$$S_E = 30,5 \text{ Nm}$$

Die weitere Auswertung erfolgt wie in Abschnitt 4.2 beschrieben:

$$E_{\text{Versuch}} = \bar{E}_u : \gamma = 211,6 \text{ Nm} : 1,150 = 184,0 \text{ Nm}$$

$$E_{\text{Versuch}} = 184,0 \text{ Nm} > 1,25 \times 1,0 \times 100 \text{ Nm} = 125 \text{ Nm}$$

4.3.2 Versuch mit 8 mm dicken Resoplan-Platten

Es wurde die Versuchsanordnung nach Abschnitt 4.3.1 verwendet. Die Kraft-Verformungslinie verlief bis zur ersten Rißbildung linear. Nach wiederholtem plötzlichen Lastabfall bei jeder neuen Rißbildung in der 8 mm dicken Platte konnte die Prüflast wieder gesteigert werden, bis entweder die Platte gänzlich versagte oder das Geländer brach. Bei den Versuchen 1 und 3 versagte bei Höchstlast das Geländer, bei Versuch 2 die Platte. Die ersten Risse verliefen immer parallel zu den Auflagern. Bei Versagen zerbrach die Platte in mehrere Stücke.



zum Prüfungszeugnis Nr. 800/86

Anhand der aufgezeichneten Kraft-Verformungslinie wurde die Widerstandsenergie E entsprechend der o.g. ETB-Richlinie wie folgt ermittelt:

$$\text{Versuch 1: } E_1 = 0,5 \times 0,151 \text{ m} \times 7620 \text{ N} = 575,3 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} \text{Versuch 2: } E_2 &= 0,5 \times 0,107 \text{ m} \times 6470 \text{ N} + 0,032 \text{ m} \times 6020 \text{ N} \\ &= 538,8 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\text{Versuch 3: } E_3 = 0,5 \times 0,150 \text{ m} \times 7720 \text{ N} = \underline{579,0 \text{ Nm}}$$

$$\bar{E}_u = 564,4 \text{ Nm}$$

$$S_E = 22,2 \text{ Nm}$$

Die weitere Auswertung erfolgt wie in Abschnitt 4.2 beschrieben:

$$E_{\text{Versuch}} = \bar{E}_u : \gamma = 564,4 \text{ Nm} : 1,037 = 544,3 \text{ Nm}$$

$$E_{\text{Versuch}} = 544,3 \text{ Nm} > 1,25 \times 1,0 \times 100 \text{ Nm} = 125 \text{ Nm}$$

---

Hannover, den 28.11.1986

Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung  
der Universität Hannover  
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen  
In Vertretung:

*Plähn*

(Prof. Dr.-Ing. Plähn)



INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND MATERIALPRÜFUNG  
DER UNIVERSITÄT HANNOVER  
AMTLICHE MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN

Nienburger Straße 3, 3000 Hannover 1

Ruf: Sachbearbeiter: (0511) 762-5339, Geschäftszimmer 762-3104  
Universität: Vermittlung: 762-1, Fernschreiber 09-23868 unihn

Prüfungszeugnis Nr.: 671/86 -Mk/Hi-

1. Ausfertigung

Antragsteller: Resopal-Werk  
H. Römmler GmbH  
Hans-Böckler-Straße 4  
6114 Groß Umstadt

Antrag vom: 03.06.1986

Inhalt des Antrags: Prüfung des Widerstandes von "Resoplan"-  
Fassadenplatten, 6 mm und 8 mm dick,  
gegenüber hartem Stoß durch eine 1 kg  
schwere Kugel aus 1 m Fallhöhe

Das Prüfungszeugnis umfaßt 10 Blätter

Das Versuchsmaterial ist verbraucht



Das Prüfungszeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugsweise Wiedergabe bedarf der Zustimmung des Instituts.

1. Prüfantrag und Vorbemerkung

Die Prüfung der 6 mm und 8 mm dicken RESOPLAN-Fassadenplatten sollte durch den "harten Stoß" bei Fallhöhe der Kugel aus 1 m Höhe erfolgen. Als Prüfgrundlage diene der Aufsatz "Zur Beanspruchung von Bauteilen, denen Sicherungsfunktionen gegen Absturz zugewiesen werden." \*)

Die Prüfung selbst fand am 05. August 1986 im Beisein von Herrn Dr. Probsthain, Vertreter des Antragstellers, in der Prüfungsanstalt statt. Die verschiedenen Unterkonstruktionen wurden von den Mitarbeitern der Firma "Vario Geländerbau" auf- und abmontiert.

2. Einlieferung

- 2.1 "Resoplan"-Platten: Am 31.07.86 durch Boten des Antragstellers:  
2 Paletten mit zugeschnittenen "Resoplan"-Platten, 6 mm und 8 mm dick
- 2.2 Unterkonstruktionen: Am 05.08.85 durch die Firma "Vario Geländerbau":  
5 verschiedene Geländerkonstruktionen aus Stahl und Aluminium
- 2.3 Befestigungsmittel: Am 05.08.86 durch Herrn Dr. Probsthain für den Antragsteller:  
je ein Paket Niete und Schrauben

3. Das Versuchsmaterial:

3.1 Die RESOPLAN-Platten

Geprüft wurden die 6 mm und 8 mm dicken Fassadenplatten mit der Typenbezeichnung RESOPLAN F. Für die Platten ist vom Institut für Bautechnik ein Zulassungsbescheid (Z.-33.2-7) und ein Prüfbescheid (PA-III 2.1185) erteilt worden.

3.2 Das Geländer

Als Unterkonstruktionen dienten Stahl- und Aluminiumkonstruktionen der Firma Vario Geländerbau. Die Systeme können im einzelnen den Skizzen auf den Seiten 5 bis 10 entnommen werden.

\*) Siehe: Mitteilungen des Instituts für Bautechnik, Heft 3, 1982, S. 83 ff.



### 3.3 Die Befestigungsmittel

Bei den Versuchen für die Systeme 1a, 1b und 3 wurden die RESOPLAN-Platten mittels Einfaßleisten gehalten. Die Systeme 2 wurden sowohl mit Niet als auch mit Schraubenbefestigung geprüft. Die Befestigungsmittel hatten folgende Kenndaten:

Schraube: RESOPLAN-BALKONSCHRAUBE mit Scheibe  
M 5 x L = 55 W.NR. 1.4301  
Polyamidscheibe: M 5 DIN 9021  
Federring: DIN 127 W.NR. 1.4301  
Hutmutter: DIN 1587 W.NR. 1.4301

Niet: Aluminium-Blindniet 5 x 18, Kopf  $\varnothing$  14 mm  
nach Zulassungsbescheid Z.-33.2-11 vom  
Juli 1986

(Weitere Einzelheiten s. Seiten 9 und 10).

### 4. Versuchsdurchführung

Auf den Seiten 5 bis 8 sind die 4 Geländersysteme wiedergegeben. Die Füße jedes Systems waren mit Stahlplatten versehen, die an die senkrechten Flansche eines waagrecht gelagerten, biegesteifen Stahlträgers IPB 160 geschraubt wurden. Die Prüffläche der waagrecht gelagerten RESOPLAN-Platte entsprach der Innenseite der Brüstung. Auf diese waagrechte Plattenfläche wurde eine etwa 1 kg schwere Stahlkugel aus 1 m Höhe 15 mal an verschiedenen Stellen fallengelassen. Auch die Plattenrandbereiche wurden dieser Beanspruchung ausgesetzt.

Nach jedem Versuch wurde die RESOPLAN-Platte auf beiden Seiten untersucht, um festzustellen, ob die Platte beschädigt worden war. Eine Aufstellung der geprüften Systeme gibt die folgende Tafel.



Tafel Zusammenstellung der geprüften Systeme  
(Platten 6 mm und 8 mm dick)

System Nr.	Geprüftes System
1a u. b	Stahlgeländer Plattenränder oben und unten eingefaßt
2a	Stahlgeländer 2 Gurte 8 Niete oder 8 Schrauben
2a *	2 Gurte, aber nur 6 Schrauben
2b	Stahlgeländer 3 Gurte 12 Niete oder 12 Schrauben
2b *	3 Gurte, aber nur 9 Schrauben
3	Alu-Geländer Plattenränder oben und unten eingefaßt; Plattenbreite 760 mm und 620 mm

5. Versuchsergebnisse

Alle geprüften Systeme wiesen nach Versuchsende keine sichtbaren Schäden infolge des "harten Stoßes" auf.

6. Hinweis:

Es folgen die Seiten 5 bis 10 mit Konstruktionszeichnungen des Antragstellers.

Hannover, den 1.9.1986  
Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung  
der Universität Hannover  
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen  
Im Auftrage:

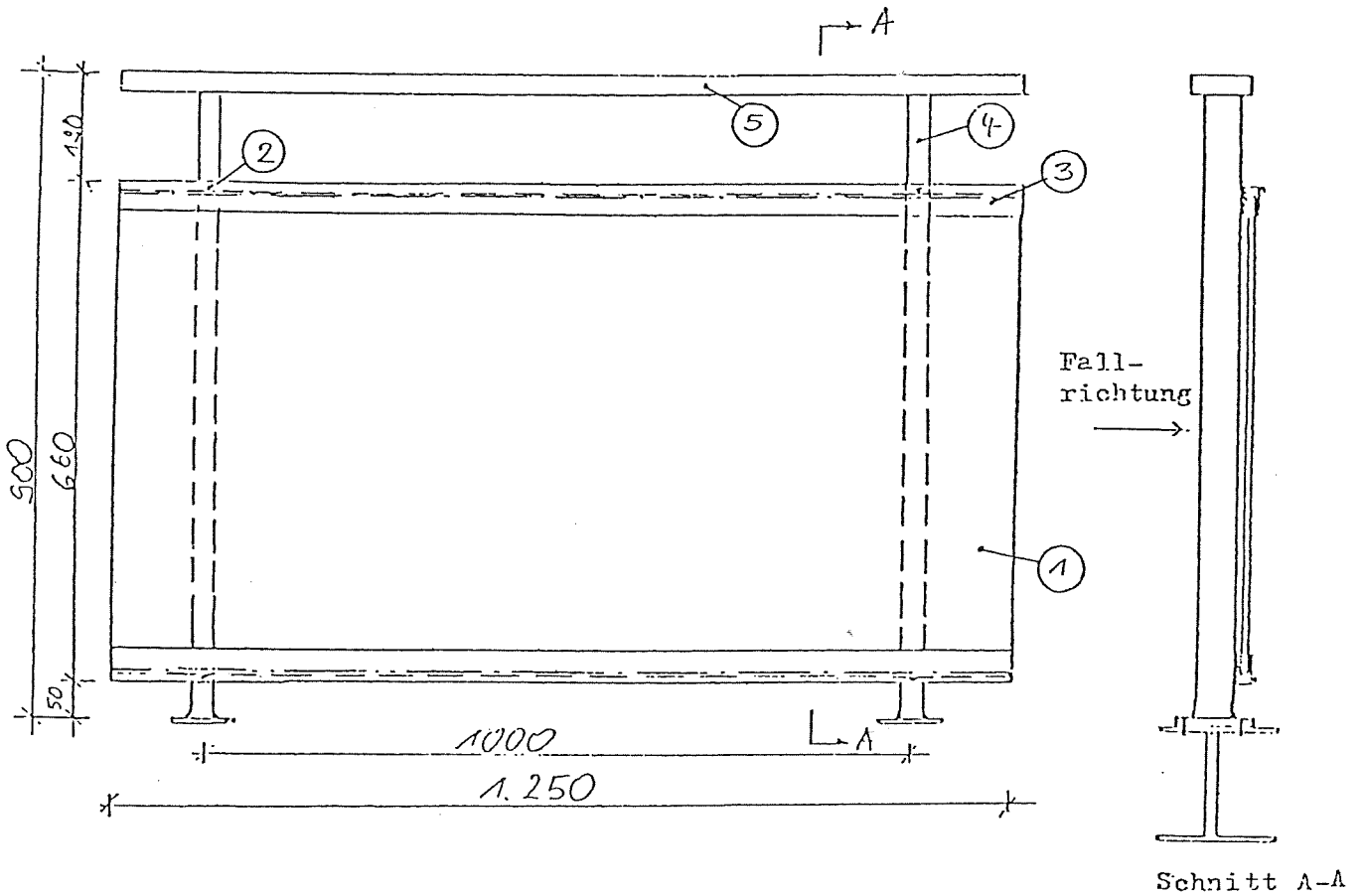
*Steinwede*  
(ORR Dr.-Ing. Steinwede)



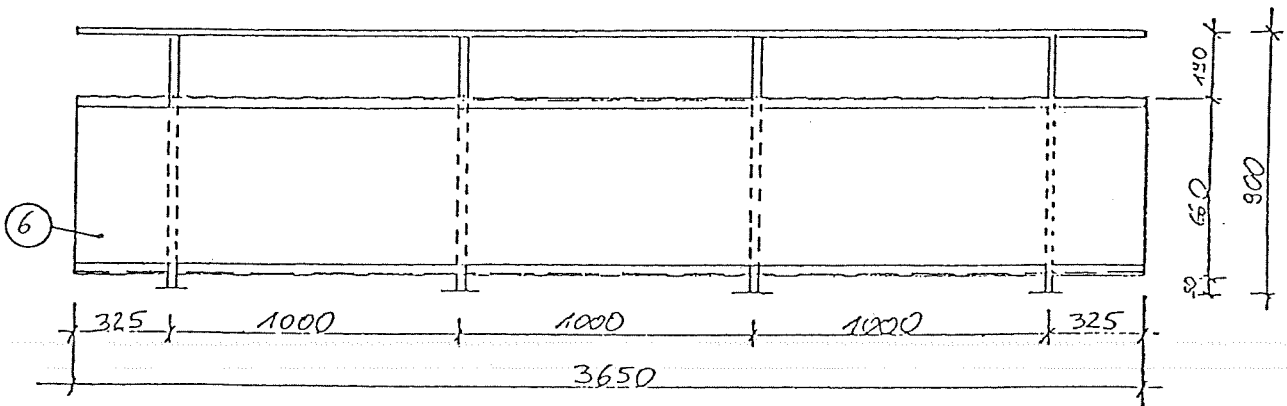


System (1): STAHLGELÄNDER MIT ALU-EINFASSLEISTEN

a) Platte mit 2 Ständern



b) Platte mit 4 Ständern

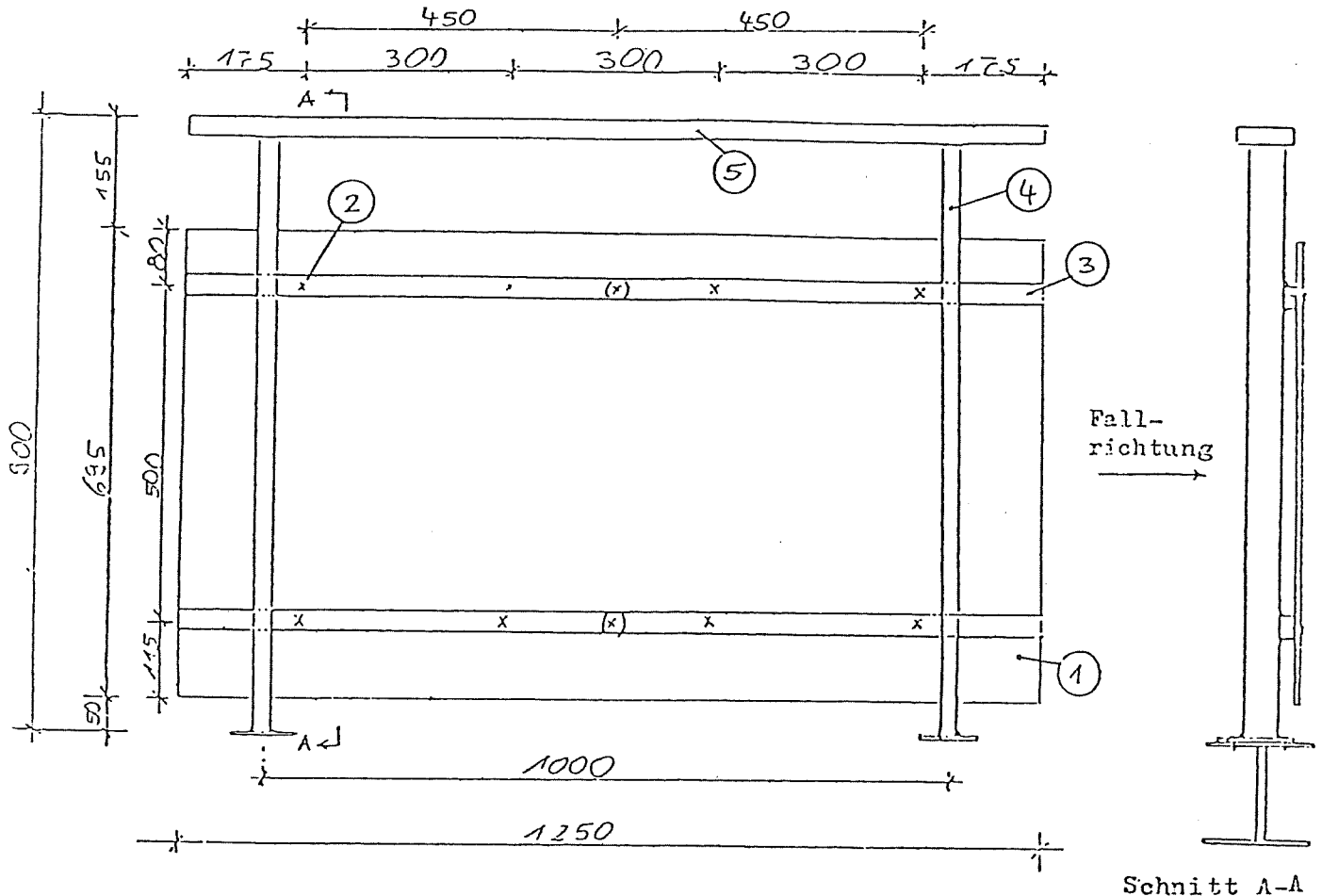


- (1) RESOPLAN-Platte 620x1250 mm, d=6 u. 8 mm
- (2) Zierkopfschraube aus Edelstahl
- (3) Alu-Glasleiste, eloxiert mit Keder für 6 u. 8 mm
- (4) Stahlpfosten: Rechteckprofil 40x30x3 mm
- (5) Stahlhandlauf: Rechteckprofil 50x30x2 mm
- (6) RESOPLAN-Platte 620x3650 mm, d=6 u. 8 mm



System (2): STAHLGELÄNDER MIT GURTEN

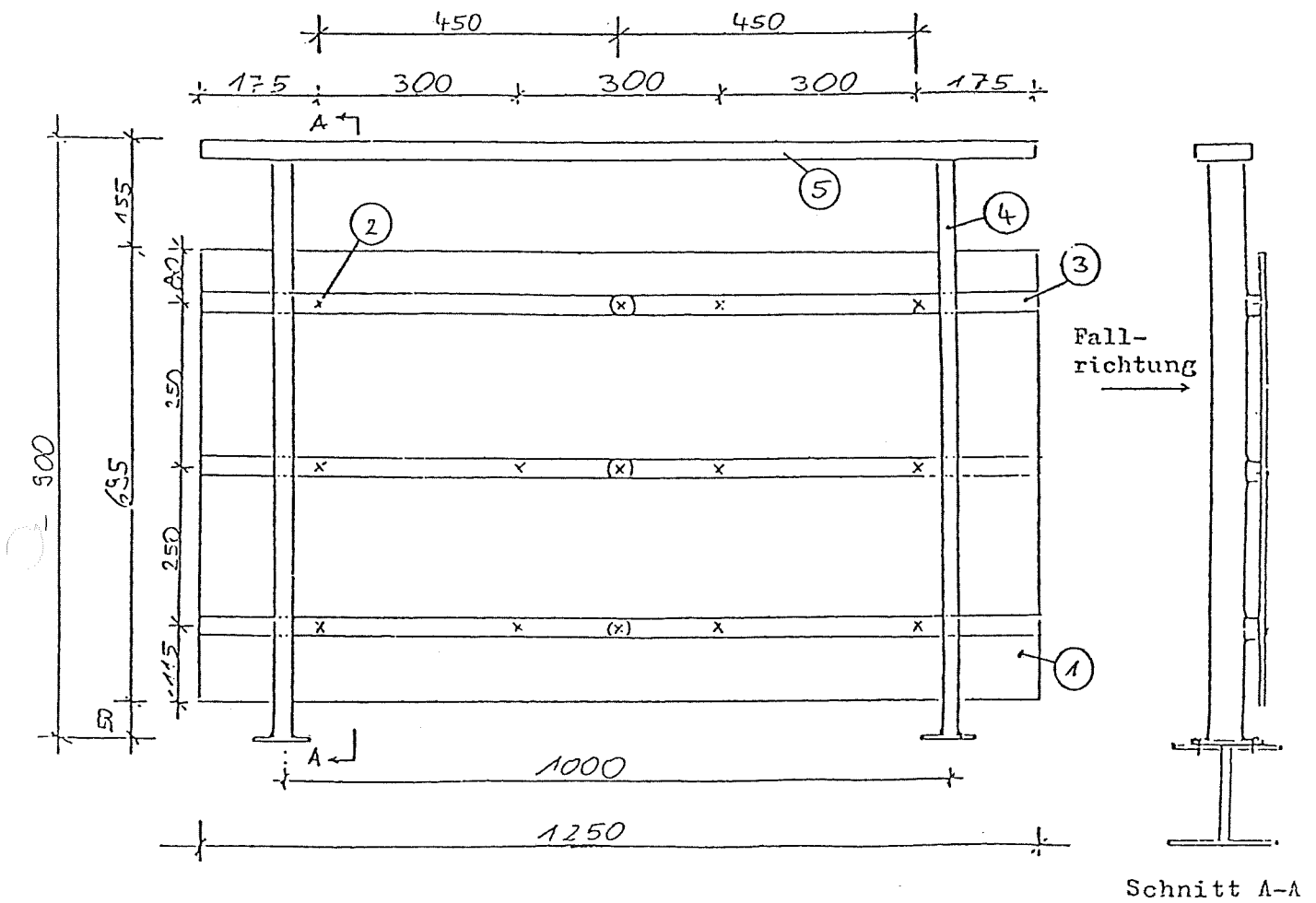
a) 2 Gurte



- (1) RESOPLAN-Platte 695x1250 mm, d=6 u. 8 mm
- (2) - RESOPLAN-Balkonschraube  
- Blindniet
- (3) Stahlgurt: Rechteckprofil 30x20x2 mm
- (4) Stahlpfosten: Rechteckprofil 40x30x3 mm
- (5) Stahlhandlauf: Rechteckprofil 50x30x2 mm



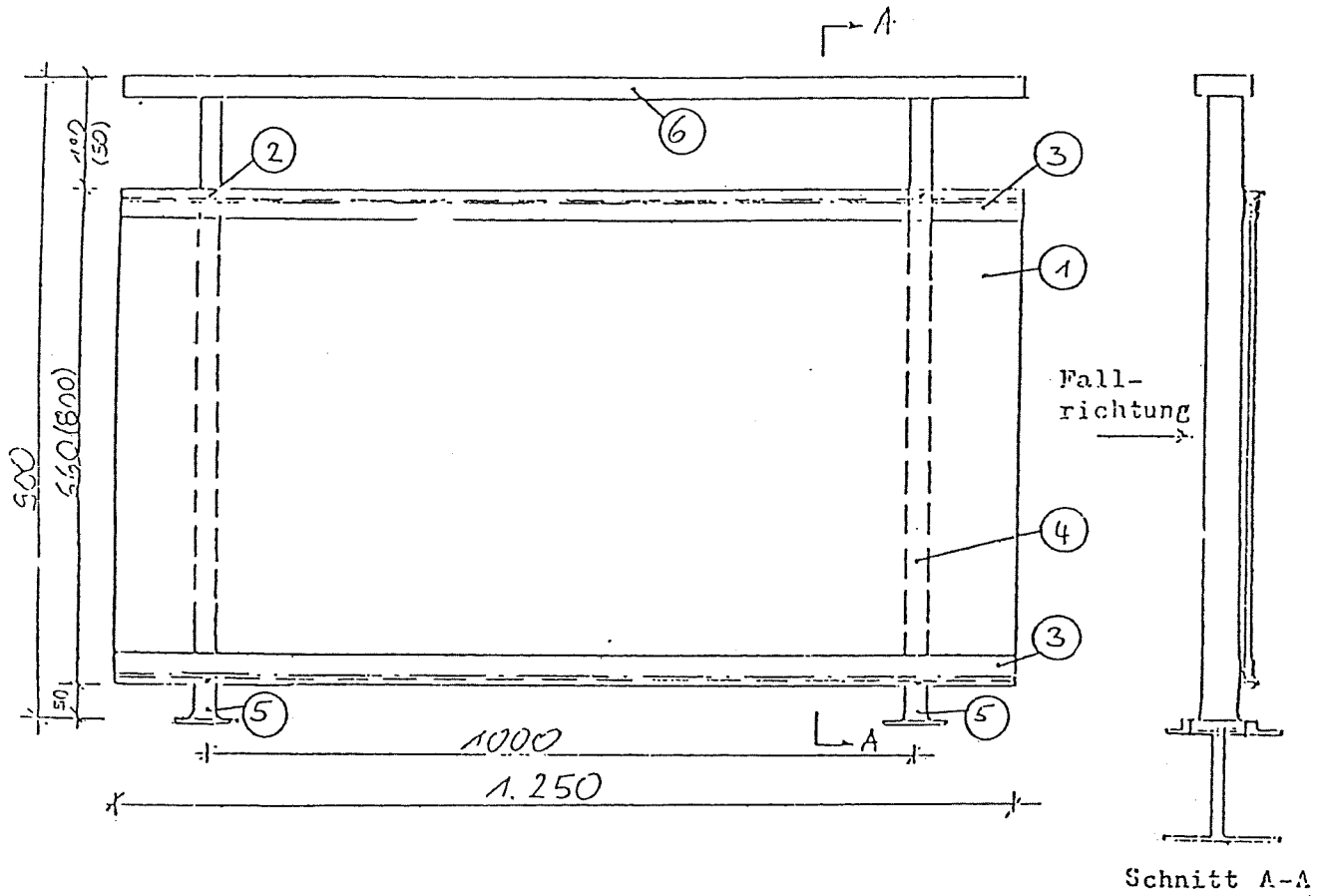
b) 3 Gurte



- (1) RESOPLAN-Platte 695x1250 mm, d=6 u. 8mm
- (2) - RESOPLAN-Balkonschraube  
- Blindniet
- (3) Stahlgurt: Rechteckprofil 30x20x2 mm
- (4) Stahlpfosten: Rechteckprofil 40x30x3 mm
- (5) Stahlhandlauf: Rechteckprofil 50x30x2 mm



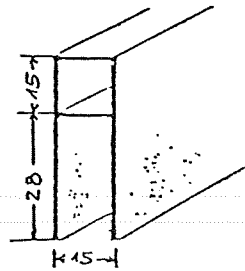
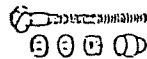
System (3): ALU-GELÄNDER MIT EINFASSELEISTEN



- (1) - RESOPLAN-Platte 620x1250 mm, d=6 u. 8 mm
- RESOPLAN-Platte 760x1250 mm, d=6 u. 8 mm

- (2) Zierkopfschraube aus Edelstahl, komplett

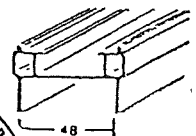
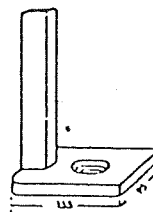
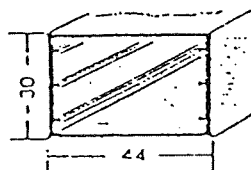
- (3) Alu-Glas-Leiste eloxiert, für 6 u. 8 mm



- (4) Alu-Postenprofil

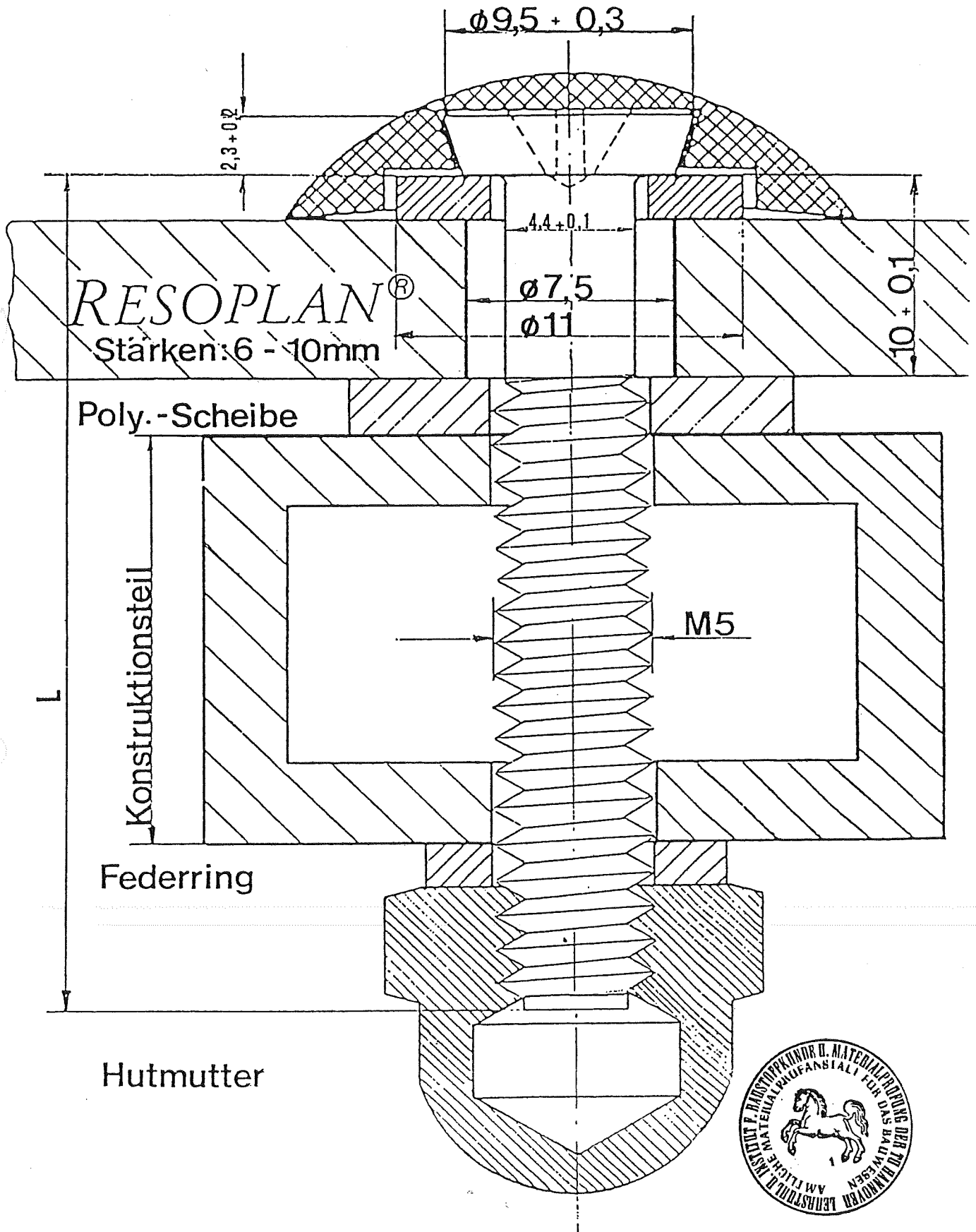
- (5) Alu-Stützfuß, aufgesetzt

- (6) Alu-Obergurtprofil



RESOPLAN-BALKONSCHRAUBE M. SCHEIBE  
M5 x L = 20,30, 55 mm W.NR. 1.4301  
Polyamidscheibe: M5 DIN 9021  
Federring: DIN 127 W.NR.1.4301  
Hutmutter: DIN 1587 W.NR.1.4301

Seite 9 zum  
Prüfungszeugnis  
Nr. 671/86



Blindniete

Hülse der VVG-Blindniete aus der Aluminiumlegierung Al Mg 3  
Werkstoff-Nr. 3.3535, Nietdorn aus nichtrostendem Stahl,  
Werkstoff-Nr. 1.4541

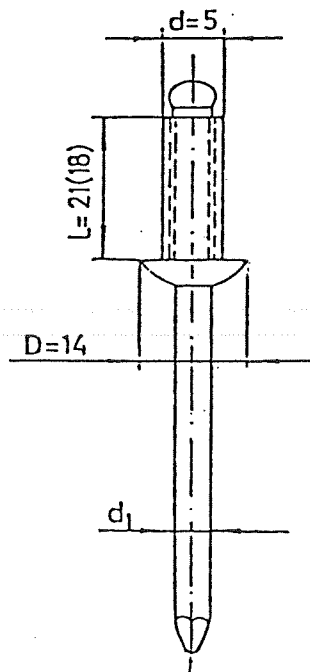
Hülse der POP-Blindniete aus der Aluminiumlegierung Al Mg 3 /  
Al Mg 3,5 Werkstoff-Nr. 3.3535, Best.Nr. 306 872, Nietdorn aus  
Stahl, Durchmesser  $d_1 = 2,64 \text{ mm}$  oder Best.Nr. 307 197, Nietdorn  
aus nichtrostendem Stahl

Nietdorne in Kopfbruchausführung

Dicke der RESOPLAN®-Platte (mm)	Abmessungen VVG-Blindniet (mm)	Abmessungen POP-Blindniet (mm)
6	5 x 18	5 x 18
8	5 x 18	5 x 18
10	5 x 21	5 x 18

Abmessung der Blindniete und Abreißkraft des Nietdorns

Abreißkraft des Nietdorns : 4,9 kN



Blindniet

5 x 18 Kopf  $\phi D = 14 \text{ mm}$

5 x 21 Kopf  $\phi D = 14 \text{ mm}$

Bohrloch

U-Unterkonstruktion 5,1mm  $\phi$



INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND MATERIALPRÜFUNG  
DER UNIVERSITÄT HANNOVER  
AMTLICHE MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN

Nienburger Straße 3, 3000 Hannover 1

Ruf: Sachbearbeiter: (0511) 762-5339, Geschäftszimmer 762-3104  
Universität: Vermittlung: 762-1, Fernschreiber 09-23868 unihn

Prüfungszeugnis Nr.: 389/86 -Mk/Hi-

1. Ausfertigung

Antragsteller: Resopal-Werk  
H. Römmler GmbH  
Hans-Böckler-Straße 4  
6114 Groß Umstadt

Antrag vom: 03.06.1986

Inhalt des Antrags: Prüfung des Widerstandes von "Resoplan"-  
Fassadenplatten, 8 mm dick, gegenüber  
hartem Stoß durch eine 1 kg schwere Kugel  
aus 5 m Fallhöhe

Das Prüfungszeugnis umfaßt 11 Blätter

Das Versuchsmaterial ist verbraucht



Das Prüfungszeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugsweise Wiedergabe bedarf der Zustimmung des Instituts.

1. Prüfantrag und Vorbemerkung

Die Prüfung der 8 mm dicken RESOPLAN-Fassadenplatten sollte durch den "harten Stoß" bei Fallhöhe der Kugel aus 5 m Höhe erfolgen. Als Prüfgrundlage diente der Aufsatz "Zur Beanspruchung von Bauteilen, denen Sicherungsfunktionen gegen Absturz zugewiesen werden." \*)

Die Prüfung selbst fand am 05. August 1986 im Beisein von Herrn Dr. Probsthain, Vertreter des Antragstellers, in der Prüfanstalt statt. Die verschiedenen Unterkonstruktionen wurden von den Mitarbeitern der Firma "Vario Geländerbau" auf- und abmontiert.

2. Einlieferung

- 2.1 "Resoplan"-Platten: Am 31.07.86 durch Boten des Antragstellers:  
1 Palette mit zugeschnittenen "Resoplan"-Platten, 8 mm dick
- 2.2 Unterkonstruktionen: Am 05.08.85 durch die Firma "Vario Geländerbau":  
5 verschiedene Geländerkonstruktionen aus Stahl und Aluminium
- 2.3 Befestigungsmittel: Am 05.08.86 durch Herrn Dr. Probsthain für den Antragsteller:  
je ein Paket Niete und Schrauben

3. Das Versuchsmaterial:

3.1 Die RESOPLAN-Platten

Geprüft wurde die 8 mm dicke Fassadenplatte mit der Typenbezeichnung RESOPLAN F. Für die Platte ist vom Institut für Bautechnik ein Zulassungsbescheid (Z.-33.2-7) und ein Prüfbescheid (PA-III 2.1185) erteilt worden.

3.2 Das Geländer

Als Unterkonstruktionen dienten Stahl- und Aluminiumkonstruktionen der Firma Vario Geländerbau. Die Systeme können im einzelnen den Skizzen auf den Seiten 6 bis 9 entnommen werden.

\*) Siehe: Mitteilungen des Instituts für Bautechnik, Heft 3, 1982, S. 83 ff.





### 3.3 Die Befestigungsmittel

Bei den Versuchen für die Systeme 1a, 1b und 3 wurden die RESOPLAN-Platten mittels Einfaßleisten gehalten. Die Systeme 2 wurden sowohl mit Niet als auch mit Schraubenbefestigung geprüft. Die Befestigungsmittel hatten folgende Kenndaten:

Schraube: RESOPLAN-BALKONSCHRAUBE mit Scheibe  
M 5 x L = 55 W.NR. 1.4301  
Polyamidscheibe: M 5 DIN 9021  
Federring: DIN 127 W.NR. 1.4301  
Hutmutter: DIN 1587 W.NR. 1.4301

Niet: Aluminium-Blindniet 5 x 18, Kopf  $\varnothing$  14 mm  
nach Zulassungsbescheid Z.-33.2-11 vom  
Juli 1986

(Weitere Einzelheiten s. Seiten 10 und 11).

### 4. Versuchsdurchführung

Auf den Seiten 6 bis 9 sind die 4 Geländersysteme wiedergegeben. Die Füße jedes Systems waren mit Stahlplatten versehen, die an die senkrechten Flansche eines waagrecht gelagerten, biegesteifen Stahlträgers IPB 160 geschraubt wurden. Die Prüffläche der waagrecht gelagerten RESOPLAN-Platte entsprach der Innenseite der Brüstung. Auf diese waagerechte Plattenfläche wurde eine etwa 1 kg schwere Stahlkugel aus 5 m Höhe 15 mal an verschiedenen Stellen fallengelassen. Auch die Plattenrandbereiche wurden dieser Beanspruchung ausgesetzt.

Nach jedem Versuch wurde die RESOPLAN-Platte auf beiden Seiten untersucht, um festzustellen, ob die Platte beschädigt worden war. Eine Aufstellung der geprüften Systeme gibt die folgende Tafel.



Tafel Zusammenstellung der geprüften Systeme

System Nr.	Geprüftes System
1a u. b	Stahlgeländer Plattenränder oben und unten eingefaßt
2a	Stahlgeländer 2 Gurte 8 Niete oder 8 Schrauben
2a *	2 Gurte, aber nur 6 Schrauben
2b	Stahlgeländer 3 Gurte 12 Niete oder 12 Schrauben
2b *	3 Gurte, aber nur 9 Schrauben
3	Alu-Geländer Plattenränder oben und unten eingefaßt; Plattenbreite 760 mm und 620 mm

5. Versuchsergebnisse

System 1a

Nach 9 Stößen wurde die Platte ausgewechselt, da keine Stoßstellen mehr gefunden werden konnten, deren Einflußbereich nicht Bereiche früherer Stoßstellen berührten. Die Platte wies zu diesem Zeitpunkt an mehreren Stellen Risse bis zu 50 cm Länge auf. Die 2. Platte wurde durch 6 Stöße beansprucht. Sie wies an 3 Stellen Risse auf.

System 1b

Die Platte wurde durch 15 Stöße beansprucht. Nach Versuchsende wies die Platte einige Risse auf.

System 2a (Niete)

Wie System 1b.

System 2b (Niete)

Wie System 1b.

System 2a (Schrauben)

Wie System 1a; die Platte wurde jedoch 2-mal nach jeweils 5 Stößen ausgewechselt.



System 2b (Schrauben)

Wie System 1b.

System 2a \*

Wie System 1a, jedoch Auswechslung nach 8 Stößen.

System 2b \*

Wie System 1b.

System 3 (760 mm breit)

Wie System 1a, jedoch Auswechslung nach 8 Stößen.

System 3 (620 mm breit)

Wie System 1a, jedoch Auswechslung nach 12 Stößen.

6. Anforderungen entsprechend "Beanspruchung von Bauteilen, denen Sicherungsfunktionen gegen Absturz zugewiesen werden"

Bauteile der Einbaubereiche I und II dürfen bei harten Stößen nicht insgesamt zerstört oder durchstoßen werden.

Es sind folgende Bedingungen einzuhalten:

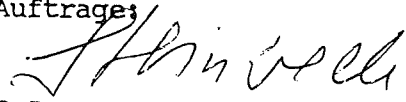
- a) Die Standsicherheit der Bauteile muß erhalten bleiben.
- b) Das Bauteil darf nicht aus seiner Halterung herausgerissen werden.
- c) Bruchstücke, die Menschen ernsthaft verletzen könnten, dürfen nicht herabfallen.
- d) Das Bauteil darf von einer 1 kg schweren Kugel bei 4,47 m/s Aufprallgeschwindigkeit nicht durchstoßen werden.

Diese Anforderungen wurden erfüllt.

7. Hinweis

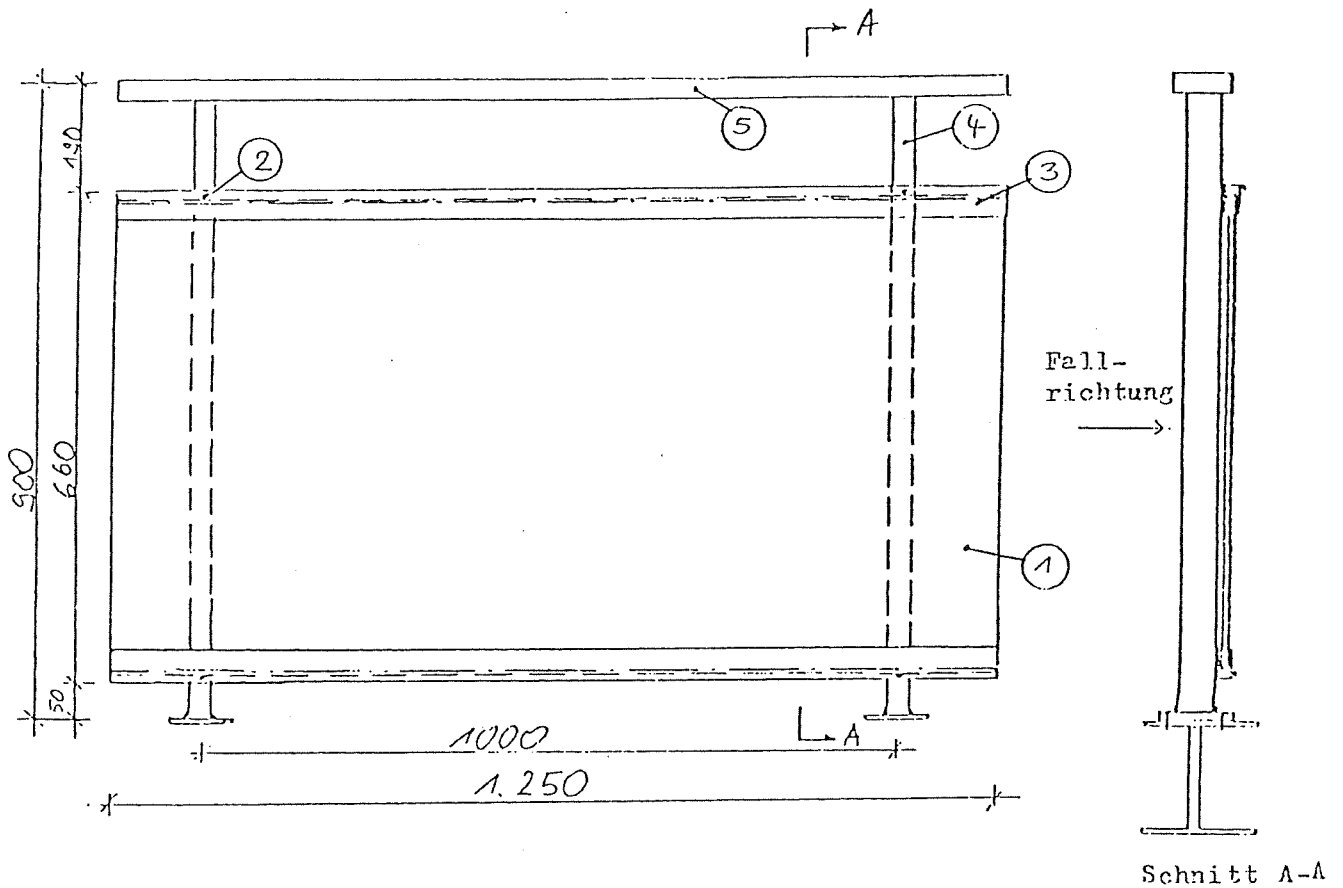
Es folgen die Seiten 6 bis 11 mit Konstruktionszeichnungen des Antragstellers.

Hannover, den 2.9.1986  
Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung  
der Universität Hannover  
Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen  
Im Auftrage:

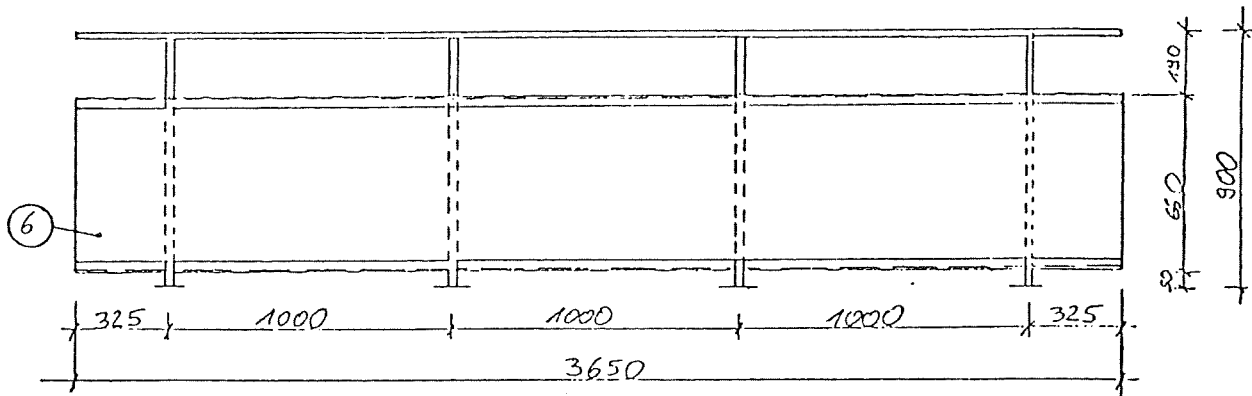
  
(ORR Dr.-Ing. Steinwede)



a) Platte mit 2 Ständern



b) Platte mit 4 Ständern

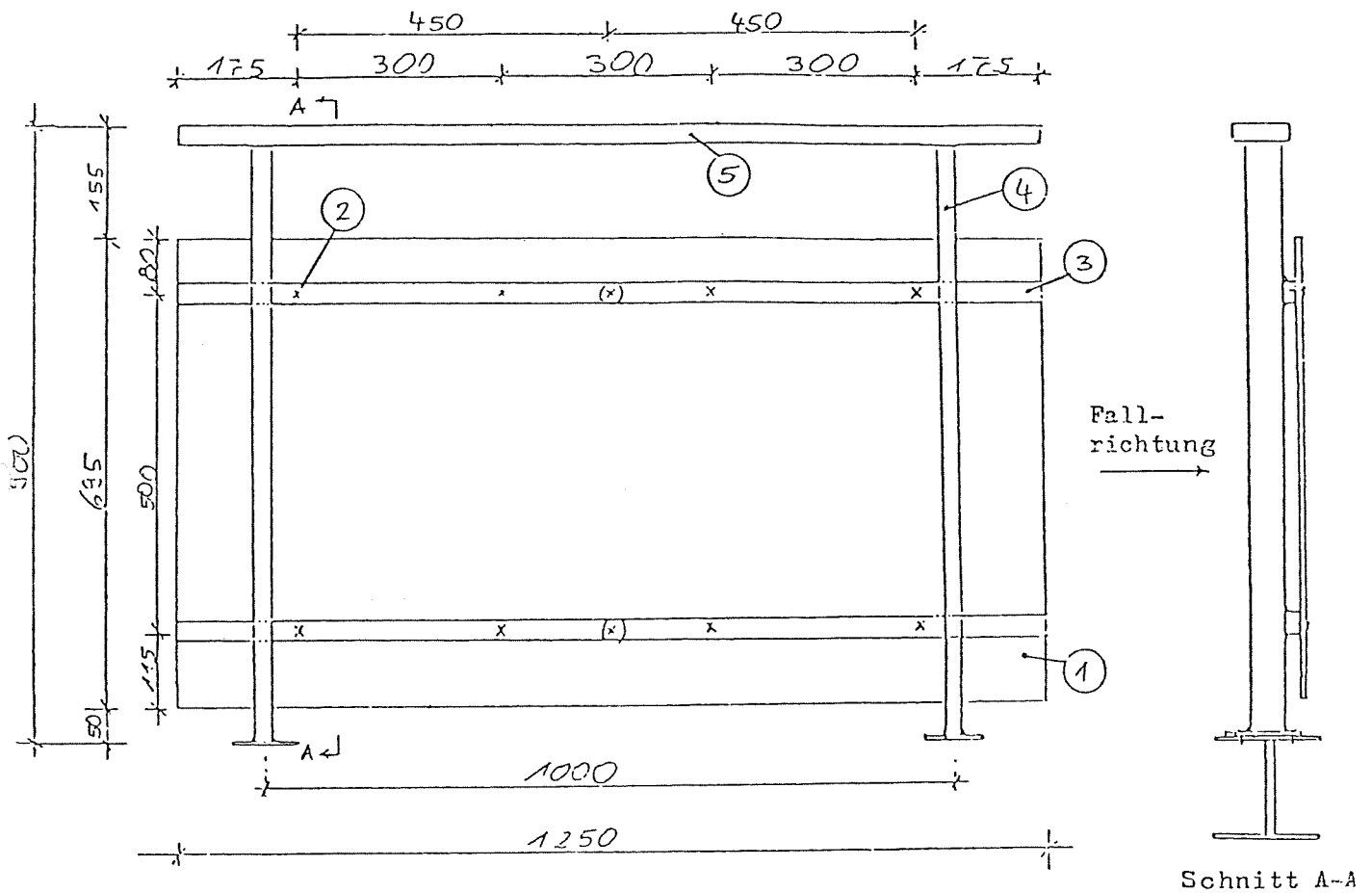


- (1) RESOPLAN-Platte 620x1250 mm, d = 8 mm
- (2) Zierkopfschraube aus Edelstahl
- (3) Alu-Glasleiste, eloxiert mit Keder für 8 mm
- (4) Stahlpfosten: Rechteckprofil 40x30x3 mm
- (5) Stahlhandlauf: Rechteckprofil 50x30x2 mm
- (6) RESOPLAN-Platte 620x3650 mm, d = 8 mm



System (2): STAHLGELÄNDER MIT GURTEN

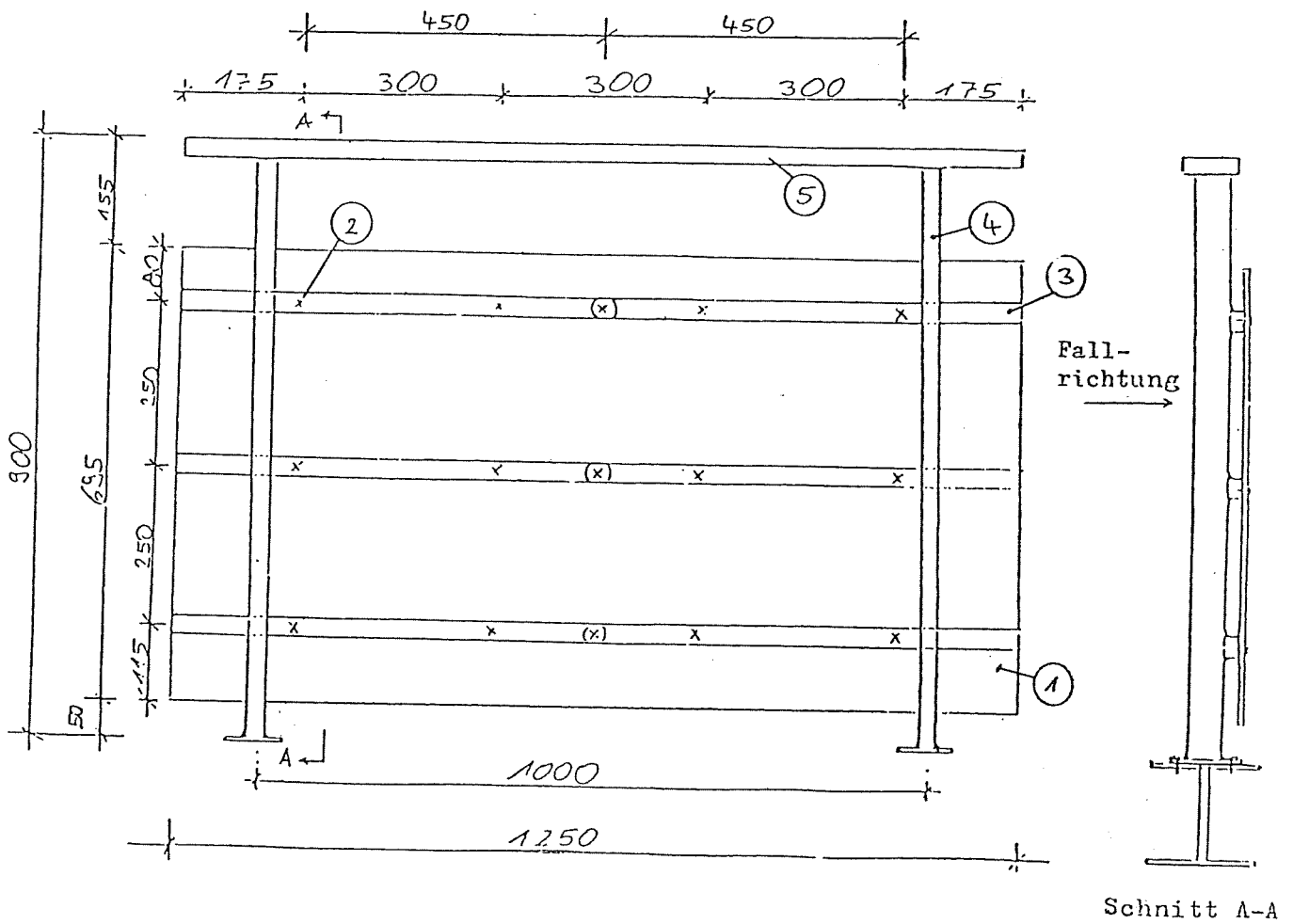
a) 2 Gurte



- (1) RESOPLAN-Platte 695x1250 mm, d = 8 mm
- (2) - RESOPLAN-Balkonschraube  
- Blindniet
- (3) Stahlgurt: Rechteckprofil 30x20x2 mm
- (4) Stahlpfosten: Rechteckprofil 40x30x3 mm
- (5) Stahlhandlauf: Rechteckprofil 50x30x2 mm

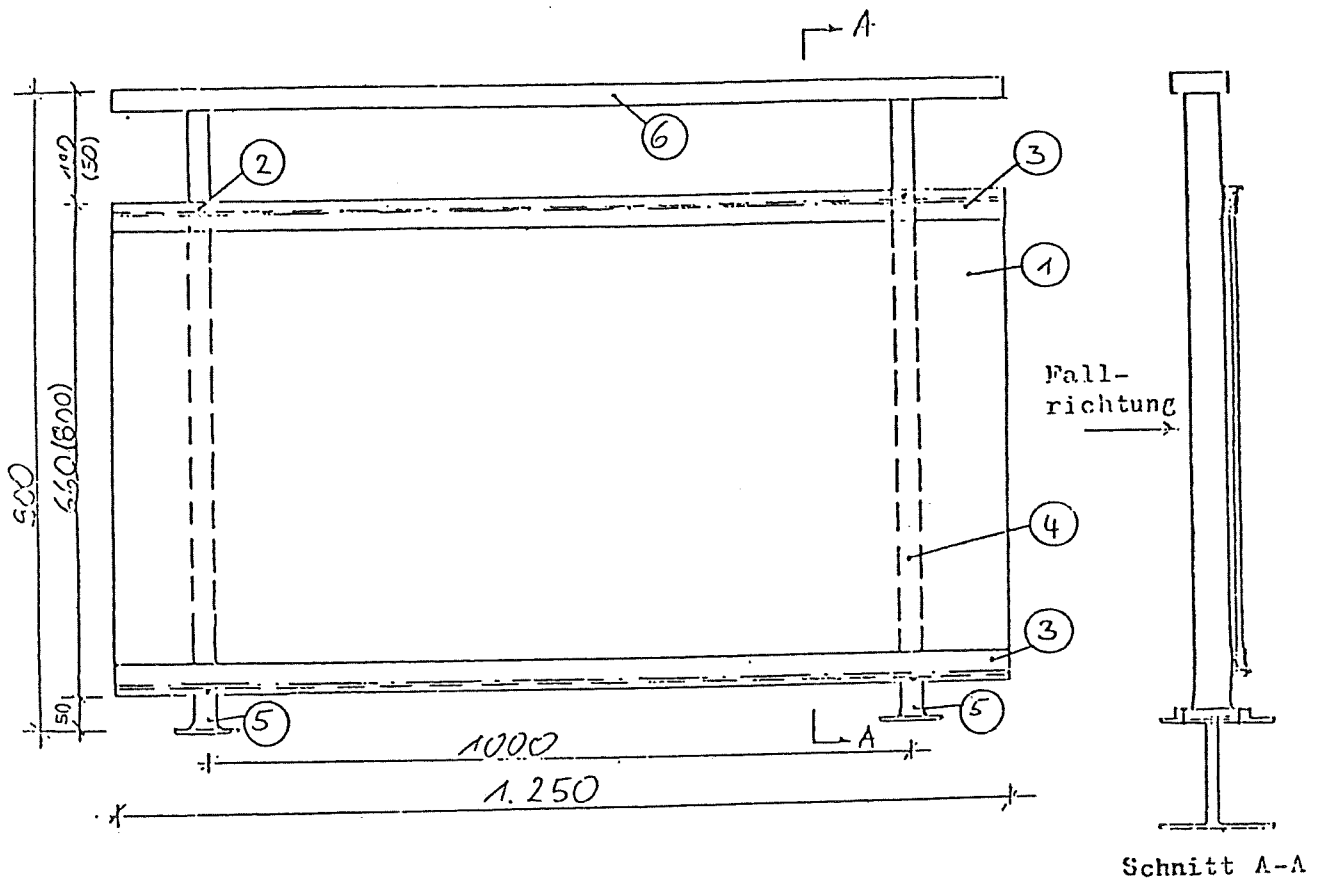


b) 3 Gurte



- (1) RESOPLAN-Platte 695x1250 mm, d = 8 mm
- (2) - RESOPLAN-Balkenschraube  
- Blindniet
- (3) Stahlgurt: Rechteckprofil 30x20x2 mm
- (4) Stahlpfosten: Rechteckprofil 40x30x3 mm
- (5) Stahlhandlauf: Rechteckprofil 50x30x2 mm

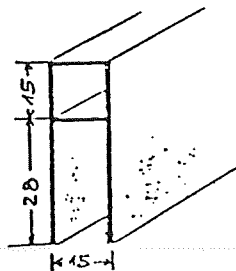
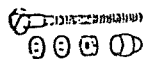




- (1) - RESOPLAN-Platte 620x1250 mm, d=6 u. 8 mm  
 - RESOPLAN-Platte 760x1250 mm, d=6 u. 8 mm

- (2) Zierkopfschraube aus  
 Edelstahl, komplett

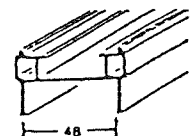
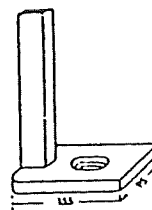
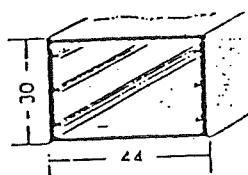
- (3) Alu-Glas-Leiste  
 eloxiert, für 6 u. 8 mm



- (4) Alu-Postenprofil

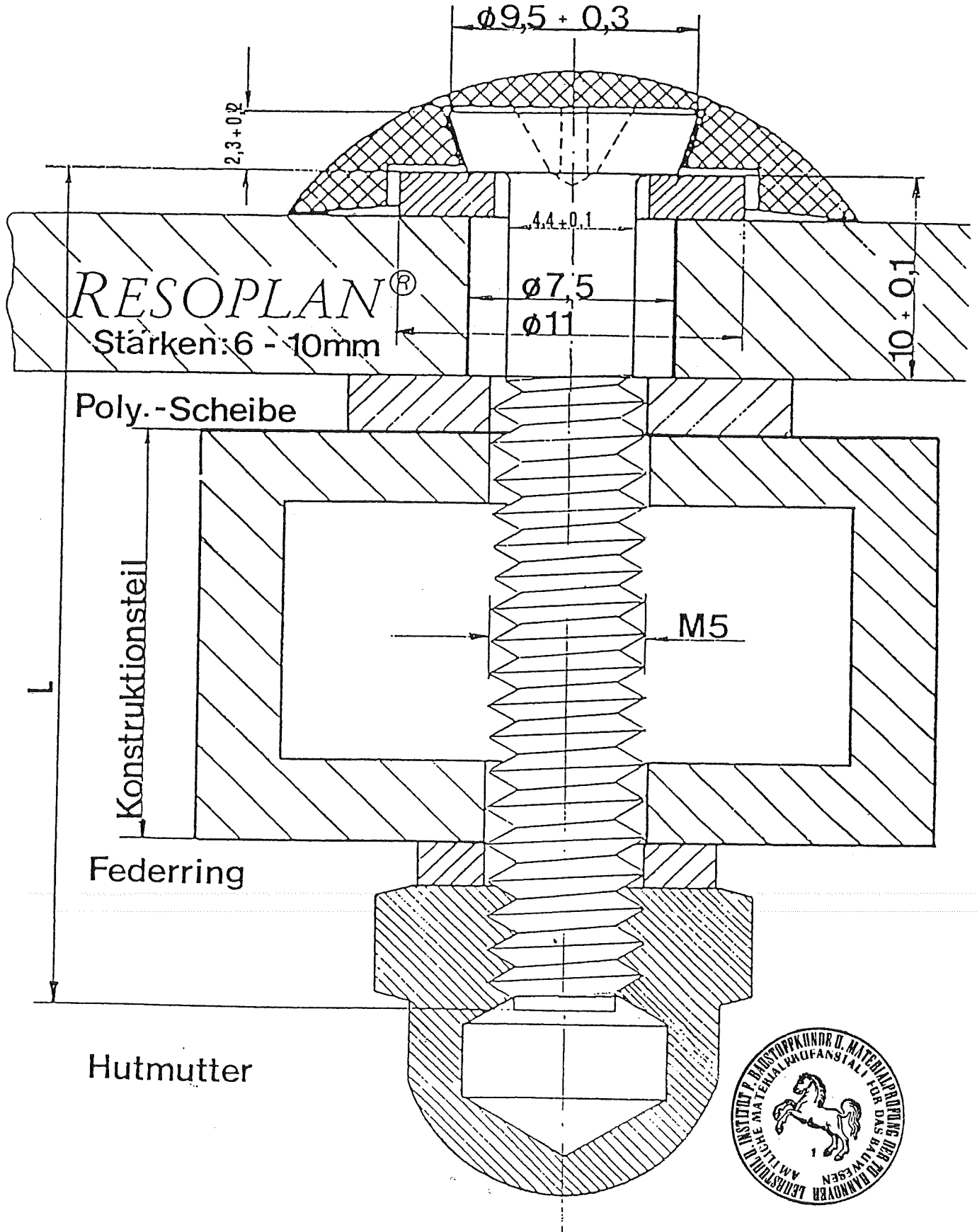
- (5) Alu-Stutzfuß,  
 aufgesetzt

- (6) Alu-Obergurtprofil



RESOPLAN-BALKONSCHRAUBE M. SCHEIBE  
M5 x L = 20, 30, 55 mm W.NR. 1.4301  
Polyamidscheibe: M5 DIN 9021  
Federring: DIN 127 W.NR.1.4301  
Hutmutter: DIN 1587 W.NR.1.4301

Seite 10 zum  
Prüfungszeugnis  
Nr. 389/86





Blindniete

Hülse der VVG-Blindniete aus der Aluminiumlegierung Al Mg3  
Werkstoff-Nr. 3.3535, Nietdorn aus nichtrostendem Stahl,  
Werkstoff-Nr. 1.4541

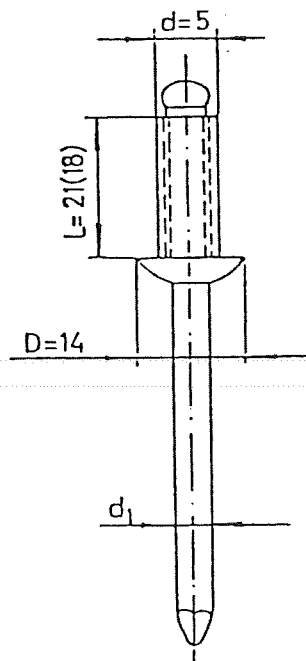
Hülse der POP-Blindniete aus der Aluminiumlegierung Al Mg3/  
AlMg 3,5 Werkstoff-Nr. 3.3535, Best.Nr. 306 872, Nietdorn aus  
Stahl, Durchmesser  $d_1=2,64\text{mm}$  oder Best.Nr. 307 197. Nietdorn  
aus nichtrostendem Stahl

Nietdorne in Kopfbruchausführung

Dicke der RESOPLAN®-Platte (mm)	Abmessungen VVG-Blindniet (mm)	Abmessungen POP-Blindniet (mm)
6	5 x 18	5 x 18
8	5 x 18	5 x 18
10	5 x 21	5 x 18

Abmessung der Blindniete und Abreißkraft des Nietdorns

Abreißkraft des Nietdorns : 4,9 kN



Blindniet

5 x 18 Kopf  $\phi D=14\text{mm}$   
5 x 21 Kopf  $\phi D=14\text{mm}$

Bohrloch

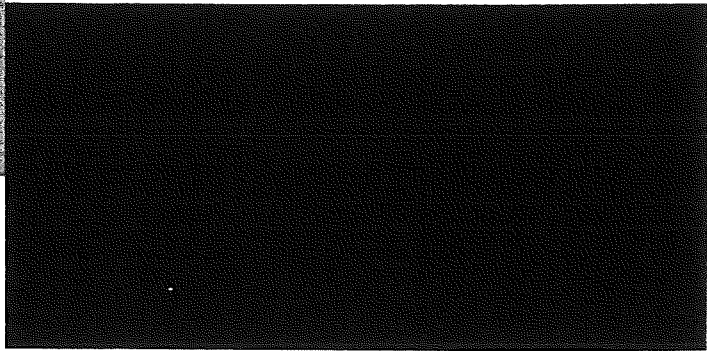
U-Unterkonstruktion 5,1mm $\phi$



Anlage 2 zum Zulassungsbescheid Z-33.2-11 vom 18. Juli 1985

**X-Line, die Bauplatte**  
**ETB-Prüfzeugnis Nr. 960 953**

Fassung Juni '96



## Technische Daten X-Line, die Bauplatte

Eigenschaften	Prüfmethode	Richtung	Ergebnis
Dichte	DIN 53 479 bzw. ISO/R 1183		ca. 1,4 g/cm <sup>3</sup>
Zugfestigkeit	DIN 53 455 bzw. ISO/R 527	längs quer	≥ 100 MPa <sup>1)</sup> ≥ 70 MPa
Biegefestigkeit	DIN 53 452/ISO 178	längs quer	≥ 140 MPa ≥ 100 MPa
Elastizitätsmodul	DIN 53 452/ISO 178	längs quer	≥ 14 000 MPa ≥ 10 000 MPa
Thermischer Längenausdehnungskoeffizient	DIN 51 045	zwischen -20 °C und +80 °C	längs quer 0,9 · 10 <sup>-5</sup> 1/K 1,6 · 10 <sup>-5</sup> 1/K
Wärmeleitfähigkeit	DIN 52 612		ca. 0,3 W/m · K
Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	DIN 52 615		ca. 17 200
Lichtechtheit	DIN 53 389/ISO 4892	ca. 350 h in gefilterter Xenonbogen-Strahlung	≥ Stufe 6
Verhalten gegenüber kochendem Wasser Gewichtszunahme / Dickenzunahme	DIN EN 438-2 Abs. 7	2 h bei 100°C	≤ 2% <sup>2)</sup>
Maßänderung im Klimawechsel bei erhöhter Temperatur <sup>2)</sup>	DIN EN 438-2 Abs. 9	24 h bei 70°C und 96 h bei 40°C u. 92% r.F.	längs quer ca. 0,2% <sup>2)</sup> ca. 0,4% <sup>2)</sup>
Brandverhalten: X-LINE <sup>3)</sup> X-LINE B1 <sup>4)</sup>	DIN 4102 Teil 1:	Kleinbrenner Brandschacht	Baustoffkl. B2 B1
Ausreißfestigkeit für RESOPLAN Sonderschrauben Ø 5,0 mm; 5,0 mm Tiefe	Zugversuch mit ringformiger Auflage Ø 206 mm		ca. 1500 N
Verhalten beim Einfrieren	16 h in Eis bei -20°C, 8 h aufgetaut und an der Luft getrocknet, 15 Wechsel		ohne Befund

### Erläuterungen

1) 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>

2) Werte für X-LINE  
mit einer Nenndicke ≥ 5 mm

3) Nach DIN 4102 Teil 4, März 1981  
ohne besonderen Nachweis B2  
(normal entflammbar)

4) Zulassung Z-33.2-212

Anderungen von Farben, Dekoren, Oberflächen,  
Formaten oder Techniken behalten wir uns jeder-  
zeit und ohne Vorankündigung vor.

# AMTLICHE MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN

BEIM INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND MATERIALPRÜFUNG

DER UNIVERSITÄT HANNOVER

Nienburger Straße 3, 30167 Hannover

☛ Geschäftszimmer: (05 11) 7 62-31 04, Telefax (05 11) 7 62-40 01, Vermittlung Universität: (05 11) 7 62-1, Telex: 09-23868 unihn  
Sachbearbeiter: Techn. Angest. Meek ☛ (05 11) 7 62- 5339

## Prüfungszeugnis Nr.: 960953 - Mk/Li

1. Ausfertigung

Antragsteller: Forbo-Resopal GmbH  
Hans-Böckler-Straße 4  
64823 Groß-Umstadt

Antrag vom: 17.06.1996 - Herr Reinhardt

Inhalt des Antrags: Prüfung von X-Line Platten als Balkonbekleidung nach der  
ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“,  
Fassung Juli 1985, bei einer Handlaufhöhe von 1.100 mm

Das Prüfungszeugnis umfaßt 17 Seiten.

Das Versuchsmaterial ist verbraucht.



**1. Prüfmaterial**

1.1 Einlieferung am 25.11.96 durch Spediteure:  
Schichtstoffplattenabschnitte in den Dicken 6 mm und 8 mm. Nach Angabe des Antragstellers handelt es sich um „X-Line“ Platten.

1.2 Einlieferung am 27.11.96 durch die Firma Vario:

1.2.1 3 Stück Balkongeländer aus Stahlrohr zusammengeschweißt, bestehend aus:  
zwei Pfosten 50 mm x 30 mm x 4 mm, a = 1.360 mm  
einem Handlauf 60 mm x 30 mm x 4 mm  
sowie (an die Pfosten mittels 4 Schrauben M5 geschraubt)  
zwei Riegel aus Aluminium 30 mm x 20 mm x 2 mm, a = 800 mm.

Die Höhe des Handlaufs über dem Balkonfußboden betrug 1.100 mm (s. Bild 1).

1.2.2 3 Stück Balkongeländer aus Stahlrohr zusammengeschweißt, bestehend aus:  
zwei Pfosten 50 mm x 30 mm x 4 mm, a = 1.360 mm  
zwei Riegeln 30 mm x 30 mm x 4 mm, a = 880 mm,  
an Pfosten u. Riegel geschweißt 6 Stahllaschen, t = 8 mm,  
einem Handlauf 60 mm x 30 mm x 4 mm, 1.100 mm  
über dem Balkonfußboden (s. Bild 2).

1.2.3 3 Stück Balkongeländer aus Stahlrohr zusammengeschweißt, bestehend aus:  
zwei Pfosten 50 mm x 30 mm x 4 mm, a = 1.360 mm  
einem Handlauf 60 mm x 30 mm x 4 mm, 1.150 mm  
über dem Balkonfußboden sowie jeweils 2 an die Pfosten (mittels 4 Schrauben M5) angeschraub-  
ten Einfaßleisten aus Aluminium - Fa. Otto Wolf, Typ ALWO-Rahmenprofil 11456 - (s. Bild 3).



M1:10

*100% prüfen  
nach Außen*

VERSUCH 1: GURTE/RIEGEL 30 mm x 20 mm x 2 mm aus Aluminium  
 X-LINE PLATTEN 6+8MM MIT BALKONSCHRAUBENSET M. ABDECKKAPPE  
 MIT BALKONSCHRAUBENSET M. TORXKOPF  
 MIT BLINDNIET  
 MIT FISCHER ZYKON-ANKER

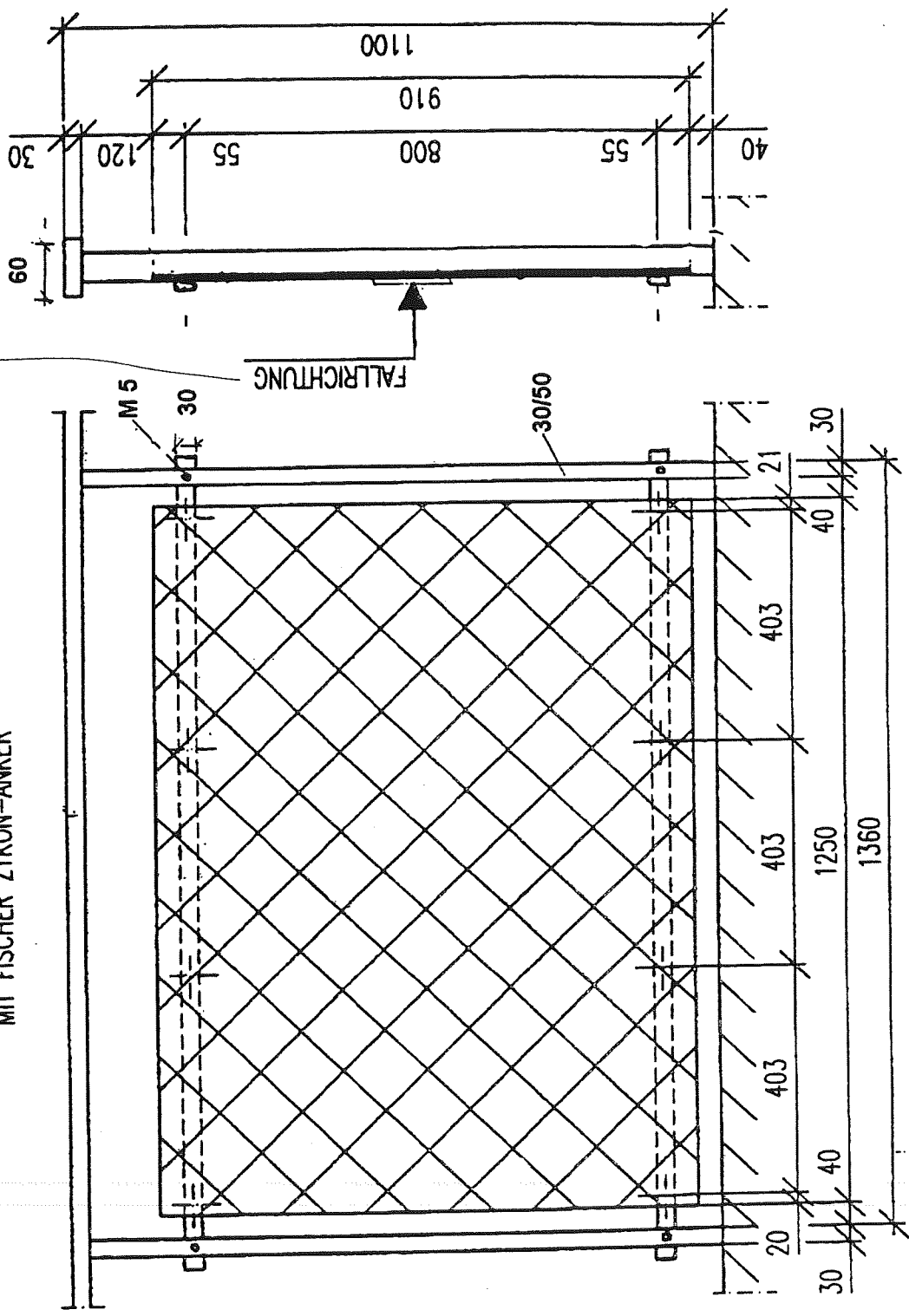
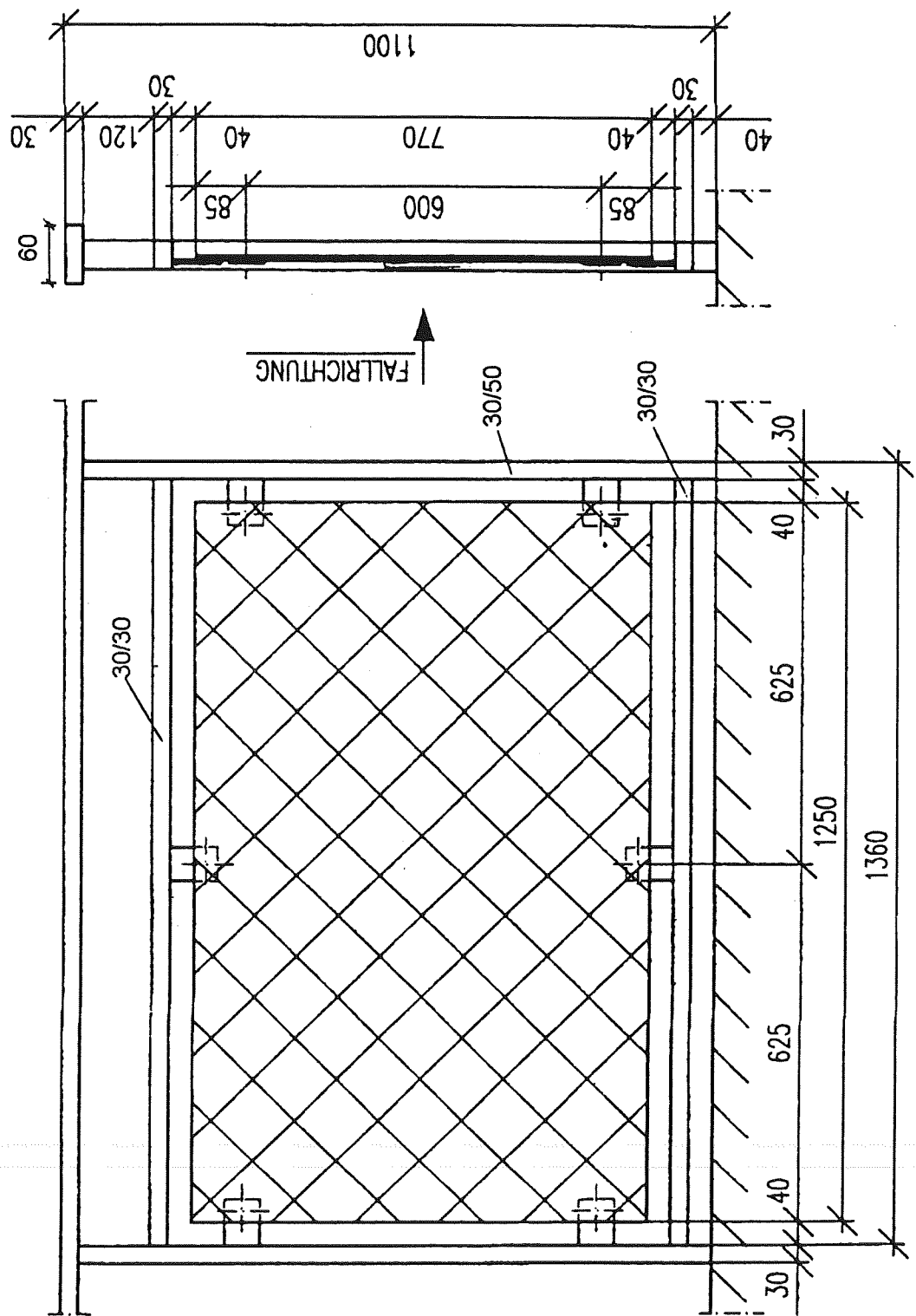


BILD 1 Versuchsaufbau mit Riegeln aus Aluminiumrohr



VERSUCHE II: BEFESTIGUNG AN LASCHEN  $t = 8 \text{ mm}$ , am Rahmen angeschweißt  
 X-LINE PLATTEN  $8 \text{ mm}$  MIT BALKONSCHRAUBENSET M. ABDECKKAPPE  
 MIT BALKONSCHRAUBENSET M. TORXKOPF

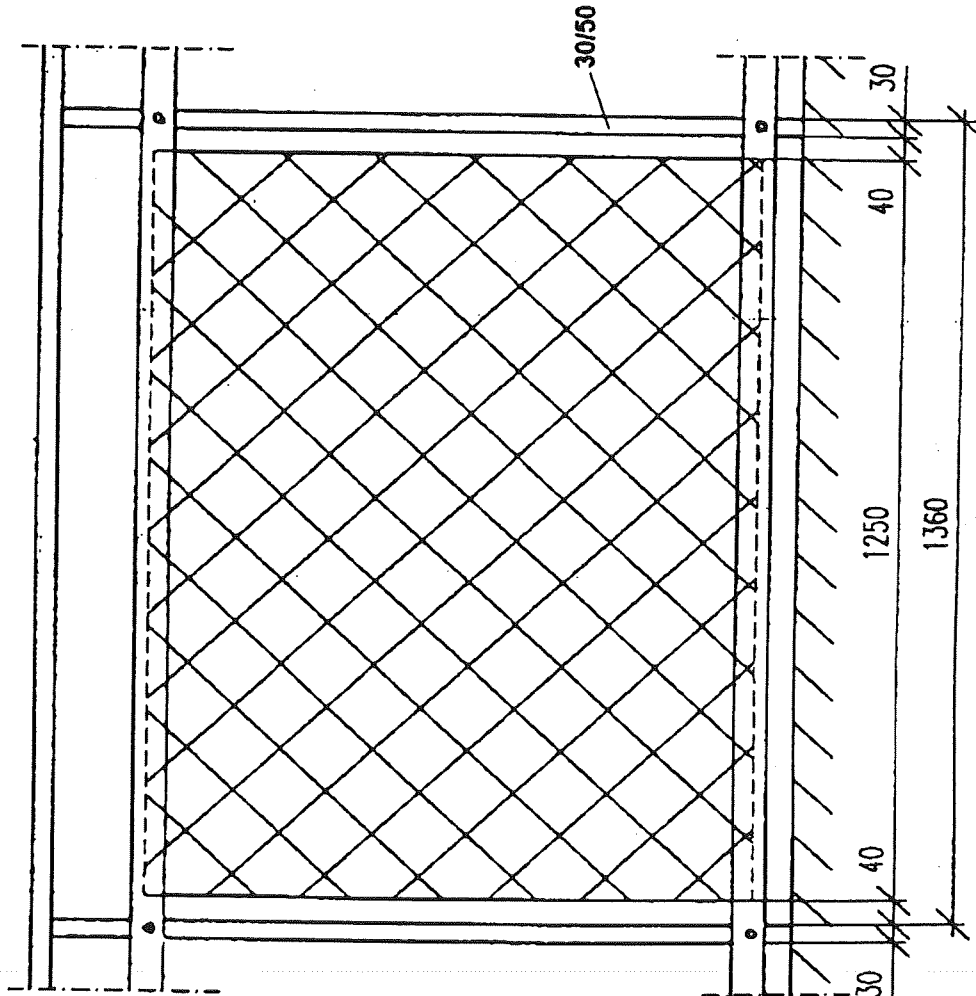
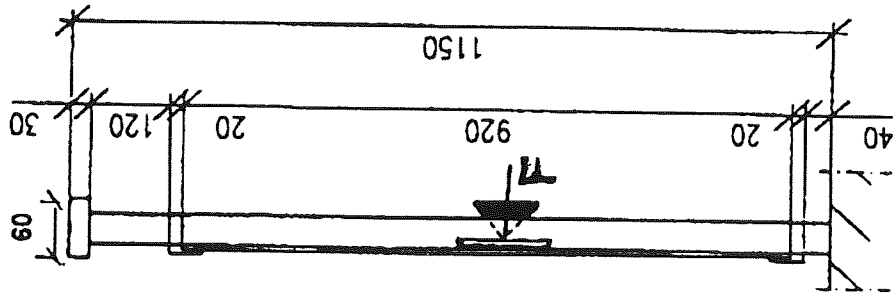


M1:10

BILD 2 Versuchsaufbau mit Laschen



M1:10



VERSUCH III: EINFASSLEISTEN  
X-LINE PLATTEN 6 + 8 MM

BILD 3 Versuchsaufbau mit Einfaßleiste





- 1.3 Einlieferung am 27.11.96 durch den Antragsteller:  
 1 Paket Balkonschrauben mit Abdeckkappe (s. Bild 4),  
 1 Paket Balkonschrauben mit Torxkopf (s. Bild 5),  
 1 Paket Blindniete 5/18, K 14 (s. Bild 6)
- 1.4 Einlieferung am 27.11.96 durch einen Mitarbeiter der Firma Fischer:  
 1 Paket FISCHER ZYKON ANKER (s. Bild 7).

2. **Prüfantrag vom 17.06.96**

Mit dem eingelieferten Prüfmaterial sollten Versuche nach der ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ durchgeführt werden.

3. **Materialkennwerte des Prüfmaterials**

3.1 Das Stahlrohr (Pfosten)

Aus Abschnitten des Pfostenmaterials wurden Zugprüfungen nach DIN EN 10002-1 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tafel 1 zusammengestellt.

Tafel 1: Ergebnisse der Zugprüfung mit Pfostenmaterial (50 mm x 30 mm x 4 mm)

Probe Nr.	Dicke mm	Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung $A_{10}$ %
1	3,96	430	464	13
2	3,95	433	464	16
3	3,92	430	463	14



### X-Line-Balkonschraube M. Scheibe

M5 x  $\overline{L}$  = 20, 30, 55 mm W.NR. 1.4301

Polyamidscheibe: M5 DIN 9021

Federring: DIN 127 W.NR.1.4301

Hutmutter: DIN 1587 W.NR.1.4301

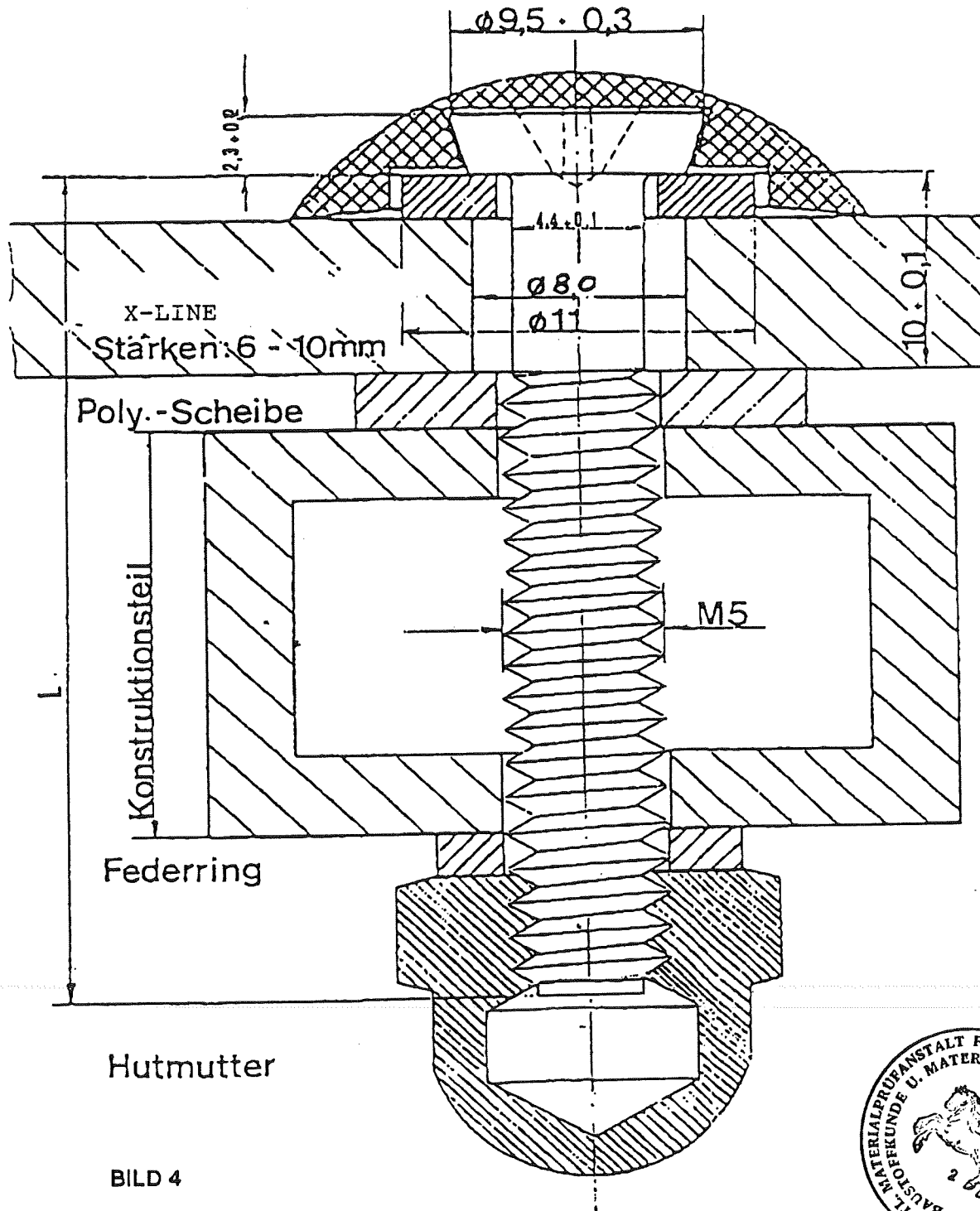


BILD 4



## X-Line-Balkonschraube kopflackiert

M5 x L = 20 — 55 mm W.NR. 1.4301

Polyamidscheibe: M5 DIN 9021

Federring: DIN 127 W.NR.1.4301

Hutmutter: DIN 1587 W.NR.1.4301

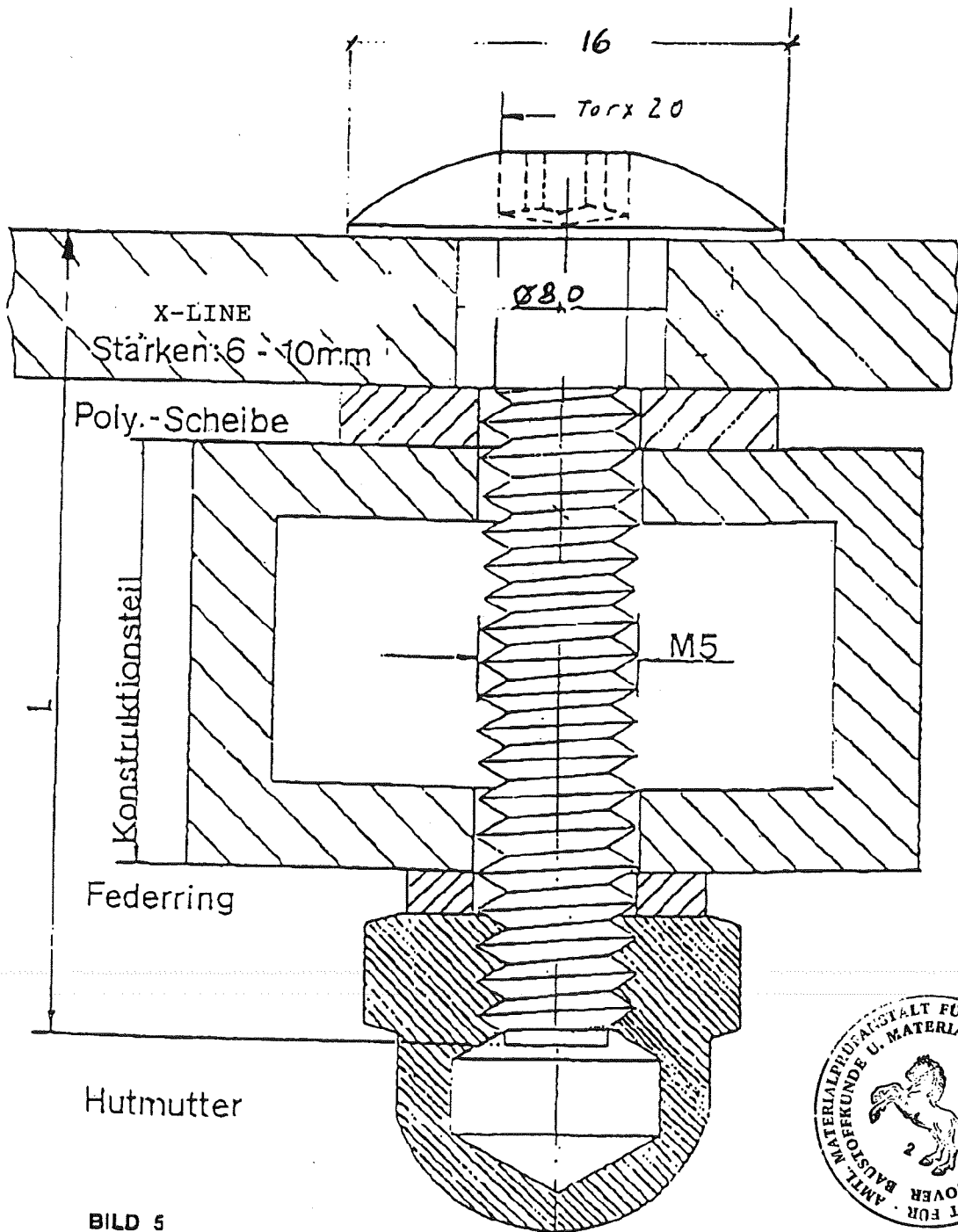
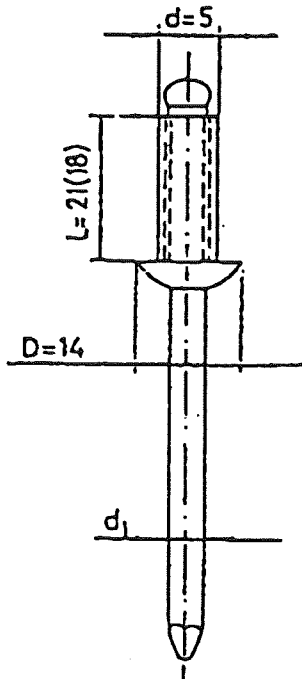


BILD 5



Hülse der VVG-Blindniete aus der Aluminiumlegierung Al Mg3  
Werkstoff-Nr. 3.3535, Nietdorn aus nichtrostendem Stahl,  
Werkstoff-Nr. 1.4541



Blindniet

5 × 18 Kopf  $\phi$  D = 14 mm

5 × 21 Kopf  $\phi$  D = 14 mm

Bohrloch

U-Unterkonstruktion 5,1 mm  $\phi$

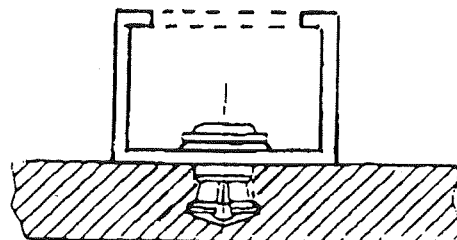
BILD 6



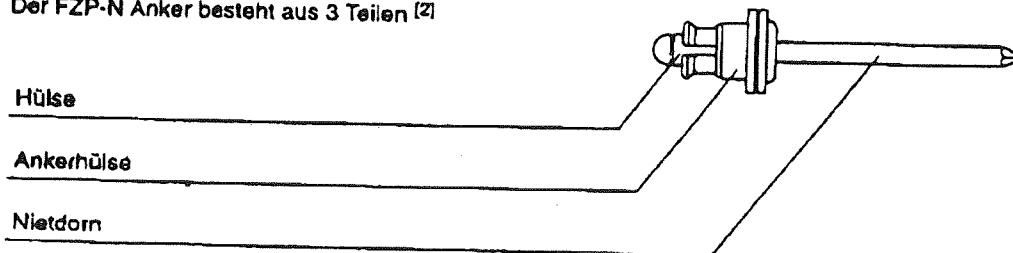
Abb. 1/1: Funktionsweise

Spreizdruckfreier FZP-N Hinterschnittanker!!!  
Abstützkräfte werden nur infolge äußerer Beanspruchung eingefleitet.

$F_U$  = Reaktionskräfte auf die Unterkonstruktion  
 $F_R$  = Abstützkräfte  
 $F_S$  = einwirkende Windkräfte



Der FZP-N Anker besteht aus 3 Teilen [2]



**B e m e r k u n g :**

Für die Versuche mit Fischer-Zykon-Ankern ist ein Mitarbeiter der Fa. Fischer anwesend gewesen, der sämtliche Sacklöcher gebohrt und Anker gesetzt hat.

BILD 7



### 3.2 Das Aluminiumrohr (Riegel)

Aus Abschnitten des Riegelmaterials wurden Zugprüfungen nach DIN EN 10002-1 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tafel 2 zusammengestellt.

Tafel 2: Ergebnisse der Zugprüfung mit Riegelmaterial (30 mm x 20 mm x 2 mm)

Probe Nr.	Dicke	Dehngrenze $R_{p0,2}$	Zugfestigkeit $R_m$	Bruchdehnung $A_{10}$
—	mm	N/mm	N/mm <sup>2</sup>	%
1	1,86	257	275	8
2	1,92	262	278	5
3	1,92	257	274	9

### 3.3 Die Einfaßleiste aus Aluminium

Aus Abschnitten des Leistenmaterials wurden Zugprüfungen nach DIN EN 10002-1 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tafel 3 zusammengestellt.

Tafel 3: Ergebnisse der Zugprüfung mit Leistenmaterial

Probe Nr.	Dicke	Dehngrenze $R_{p0,2}$	Zugfestigkeit $R_m$	Bruchdehnung $A_{10}$
—	mm	N/mm	N/mm <sup>2</sup>	%
1	1,47	208	228	9
2	1,51	203	223	9
3	1,48	206	226	10

### 3.4 X-Line Platte

Zur Kontrolle der Materialeigenschaften der verwendeten X-Line Platten wurden Biegeprüfungen in Anlehnung an DIN 53452 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Tafeln 4 und 5 zusammengestellt. Die verwendeten Proben hatten folgende Abmessungen: 120 mm x 20 mm x d.



**Tafel 4:** Ergebnisse der Biegeprüfung mit 6 mm dicken X-Line Platten

Probe Nr.	Proben- dicke	Elastizitätsmodul		Biegefestigkeit	
		längs	quer	längs	quer
–	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	5,9	20600	14000	148,6	112,2
2	5,9	20800	14100	150,2	109,5
3	5,9	19600	14200	152,1	103,6
4	5,9	20600	13900	141,9	95,6
5	5,9	20100	14000	148,5	106,0
6	5,9	20200	14300	156,8	92,1
7	5,9	19900	14100	140,2	99,4
8	5,9	20300	13900	154,9	103,5
9	5,9	20300	14200	148,1	104,6
10	5,9	21400	13900	150,8	84,5
$\bar{x}$	5,9	20380	14060	149,2	101,1

**Tafel 5:** Ergebnisse der Biegeprüfung mit 8 mm dicken X-Line Platten

Probe Nr.	Proben- dicke	Elastizitätsmodul		Biegefestigkeit	
		längs	quer	längs	quer
–	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	7,8	20800	13500	139,8	97,5
2	7,8	20200	13500	153,3	86,1
3	7,8	19800	13700	138,0	109,3
4	7,8	20200	13800	137,2	103,9
5	7,8	20700	13300	159,4	89,7
6	7,8	19600	13700	156,2	98,6
7	7,8	20900	13800	125,3	93,9
8	7,8	20200	13800	138,9	102,2
9	7,8	20600	13700	141,0	101,7
10	7,8	20600	13900	156,6	100,7
$\bar{x}$	7,8	20360	13670	144,6	98,4



#### 4. Prüfung der Balkensysteme

##### 4.1 Prüfgrundlagen

4.1.1 ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Fassung Juli 1985.

4.1.2 DIN 4103 Teil 1 „Nichttragende innere Trennwände“, Fassung Juli 1984.

##### 4.2 Vorbemerkung

Nach Abschnitt 4 der Prüfgrundlage 4.1.1 darf die Erfüllung der Anforderungen des weichen Stoßes auch durch Versuche nachgewiesen werden, wenn der Nachweis nicht rechnerisch geführt werden kann. Die Versuche sind nach Abschn. 5 der Prüfgrundlage 4.1.2 durchzuführen und auszuwerten. Hiernach wurde im vorliegenden Falle verfahren.

Untersucht wurden eine Brüstungskonstruktion mit einer Handlaufhöhe von 1100 mm über OK Balkonfußboden. Das Brüstungselement wurde jeweils waagrecht liegend geprüft. Die Befestigung der Pfosten auf der Balkonplatte wurde durch starre Festklemmung auf einem verankerten Stahlträger der Prüfmaschine nachgeahmt. Die Bilder 1 bis 3 zeigen den Versuchsaufbau bei Prüfungen mit den 3 verschiedenen Unterkonstruktionen. Tafel 6 ist eine Zusammenstellung der geprüften Elemente.

Tafel 6: Übersicht der durchgeführten Balkonprüfungen

Versuch Nr.	Aufbau nach Bild	Plattendicke	Befestigungsmittel
–	–	mm	–
1	1 (Riegel)	6	Balkonschraube mit Scheibe
2	1 (Riegel)	6	Blindniet
3	1 (Riegel)	8	Balkonschraube mit Scheibe
4	1 (Riegel)	8	Balkonschraube mit Torx
5	1 (Riegel)	8	Blindniet
6	1 (Riegel)	8	Zykon-Anker
7	2 (Laschen)	8	Balkonschraube mit Scheibe
8	2 (Laschen)	8	Balkonschraube mit Torx
9	3 (Einfableiste)	6	–
10	3 (Einfableiste)	8	–

##### 4.3 Beanspruchung durch den harten Stoß

Der harte Stoß wurde durch den Aufprall einer Stahlkugel mit 63,5 mm Durchmesser ( $\approx 1$  kg) aus 1,0 m Fallhöhe auf das eingebaute Balkensystem vorgenommen. Geprüft wurde 1 Element. Es wurden 15 Fallversuche vorgenommen, wobei als Kugelaufschlagstellen die Plattenmitte, die freien Tafelränder und die Befestigungsbereiche gewählt wurden.

Nach der Durchführung des harten Stoßes wurden drei weitere Platten mit dem weichen Stoß geprüft.





#### 4.4 Beanspruchung durch den weichen Stoß

Für den Nachweis des **weichen Stoßes** wurde in der Mitte der Prüfläche die Kraft  $F$  über eine kreisförmige Stahlplatte von 0,20 m Durchmesser und eine zwischen Stahlplatte und Probekörper liegende 8 mm dicke Gummilage mit Shore-A-Härte  $\approx 80$  nach DIN 53505 in die Bauplatte eingeleitet. Die Verschiebung der Krafteinleitungsplatte gegenüber der Auflagerebene des Probekörpers (Verformung an der Stoßstelle) wurde während des ganzen Versuchs gemessen und registriert. Aus dem Kraft-Verschiebungs-Diagramm wird die bis zum Verschiebungszustand des Versagens aufnehmbare Energie (Widerstandsenergie)

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

ermittelt, wobei  $F$  die Last,  $\delta$  die zugehörige Verschiebung und  $\delta_u$  die Verschiebung bei Versagen bedeuten.

Der für den Nachweis maßgebende Wert  $\underline{E}_{\text{Versuch}}$  errechnet sich aus den Werten der 3 geforderten Einzelversuche zu

$$\underline{E}_{\text{Versuch}} = \bar{E}_u / \gamma$$

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 und  $S_E$  als Standardabweichung der Versuchsergebnisse nach DIN 53804, Teil 1 und  $K = 0,9$ .

Nach der Unterlage 4.2 ist erforderlich:

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

In den Tafeln 7 bis 16 sind die Versuchsergebnisse eingetragen. Die Widerstandsenergie  $E_u$  wurde hier aus der erreichten Höchstlast  $F_{\text{max}}$  und der zugehörigen Durchbiegung  $\delta$  errechnet. In Tafel 17 sind die Versuchsergebnisse nach den o. a. Berechnungen ausgewertet und die Sicherheit ist gegenüber der erforderlichen Widerstandsenergie ermittelt.

Tafel 7: Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 1 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{\text{max}}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	6293	111	349	Plattenbruch; Durchstoßen der Belastungseinrichtung. Versuch abgebrochen, ohne Versagen.
2	6215	109	339	
3	9194	149	685	
4 (harter Stoß)	Zwei Haarrisse am Plattenrand ca. 100 mm lang			



**Tafel 8:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 2 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	4892	102	249	Teilweise Durchstanzen, teilweise Abriß der Nietsetzköpfe. Gleichzeitig explosionsartiger mehrfacher Plattenbruch.
2	4809	89	214	
3	5771	113	326	
4 (harter Stoß)	Ohne Risse bestanden			

**Tafel 9:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 3 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	7591	143	543	Bei etwa 6500 N knickte ein Riegel ab. Beim Erreichen der Höchstlast brach die Platte explosionsartig.
2	10000	171	855	
3	10200	162	826	
4 (harter Stoß)	Ohne Rißbildung bestanden			

**Tafel 10:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 4 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	9837	150	738	Plattenbiegebruch in Feldmitte, nachdem die Riegel abgeknickt waren.
2	11087	160	887	
3	7378	125	461	
4 (harter Stoß)	Ohne Rißbildung bestanden			

**Tafel 11:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 5 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	7523	125	470	Zwei, drei oder vier Nietsetzköpfe abgerissen. Gleichzeitig Plattenbruch diagonal.
2	7439	127	472	
3	7207	118	425	
4 (harter Stoß)	Ohne Rißbildung bestanden			



**Tafel 12:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 6 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	6465	123	398	Alle Anker wurden mit anhaftenden Plattenstücken herausgerissen, Anker sowie UK blieben unbeschädigt. Riegel dauerhaft verbogen.
2	7155	141	504	
3	7052	120	423	
4 (harter Stoß)	Ohne Rißbildung bestanden			

**Tafel 13:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 7 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	7849	70	275	Mehrfacher Plattenbruch; Traggestell und Schrauben unbeschädigt.
2	7016	68	239	
3	7017	70	246	
4 (harter Stoß)	Ohne Rißbildung bestanden			

**Tafel 14:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 8 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	7993	79	316	Mehrfacher Plattenbruch; Traggestell und Schrauben unbeschädigt.
2	7895	80	316	
3	6688	67	224	
4 (harter Stoß)	Ohne Rißbildung bestanden			

**Tafel 15:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 9 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	3021	131	198	Platte brach aus den Einfaßleisten heraus, die verformt blieben. Platte sowie UK unbeschädigt.
2	2531	121	153	
3	3527	131	231	
4 (harter Stoß)	Ohne Rißbildung bestanden			



**Tafel 16:** Ergebnisse der Versuchsserie Nr. 10 (s. Tafel 6)

Brüstungselement Nr.	$F_{max}$	$\delta$	$E_u$	Versagensursache
–	N	mm	N·m	–
1	6391	137	438	Platte brach aus den Einfaßleisten heraus, die in der Mitte geknickt blieben. Platte sowie UK blieben unbeschädigt.
2	5946	130	386	
3	6870	145	498	
4 (harter Stoß)	Ohne Rißbildung bestanden			

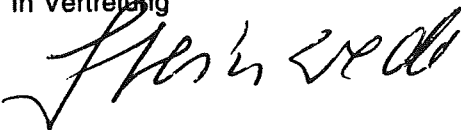
**Tafel 17:** Auswertung der Prüfergebnisse (weicher Stoß)

Versuchsserie Nr.	$\bar{E}_u$	$S_E$	$\gamma$	$E_{Vers.}$	$E_{Vers.}$ erforderlich
–	N·m	N·m	–	N·m	N·m
1	458	197	1,595	287	125
2	263	57	1,242	212	125
3	741	172	1,264	586	125
4	695	216	1,385	502	125
5	456	27	1,056	432	125
6	442	55	1,126	393	125
7	253	19	1,077	235	125
8	285	53	1,206	237	125
9	194	39	1,228	158	125
10	441	56	1,130	390	125

## 5. Zusammenfassung

Die geprüften Brüstungselemente mit einer Handlaufhöhe von 1100 mm haben die Prüfungen mit dem *harten* und *weichen* Stoß nach o.g. Richtlinie bestanden.

Hannover, den 21.01.1997  
 Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen  
 beim Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung  
 der Universität Hannover  
 In Vertretung

  
 (RD Dr.-Ing. Steinwede)

