

# TYPENSTATIK GLASBRÜSTUNG STRONG D, A, CH, FELDMANN

Datum

28.02.2017

Revision

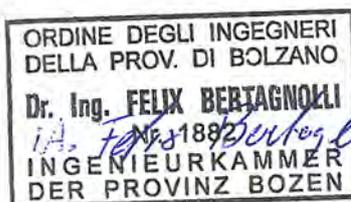
01

Bearbeiter

DI Felix Bertagnoli

Auftraggeber

Feldmann GmbH  
Mühlsteig 25  
90579 Langenzenn



## Änderungsverzeichnis

Revision	Urheber	Datum	Änderung	Bemerkungen
00	gbd		Erstfassung	
01	Gbd	28.02.2017	Anpassung Grafik Profil#4	

## INHALTSVERZEICHNIS

1 Grundlagen .....	6
1.1 Baubeschreibung .....	6
1.2 Aufstellungsort.....	7
1.3 Nutzungsdauer = 50 Jahre.....	7
1.4 Tragwerkskonzept .....	7
1.5 Architektenpläne .....	8
1.5.1 Profiltyp1: .....	8
1.5.2 Profiltyp 2 .....	9
1.5.3 Profiltyp 3 .....	10
1.5.4 Profiltyp 4 .....	11
1.6 Berichte, Gutachten und Protokolle.....	12
1.7 Berücksichtigte Grenzzustände .....	12
1.8 Bauteilversuche .....	12
1.9 Normen, Richtlinien Österreich.....	13
1.9.1 Allgemeines.....	13
1.9.2 Lastannahmen.....	13
1.9.3 Aluminium.....	14
1.9.4 Glasbau .....	14
1.10 Normen, Richtlinien Deutschland.....	15
1.10.1 Allgemeines.....	15
1.10.2 Lastannahmen.....	15
1.10.3 Aluminium.....	16
1.10.4 Glasbau .....	16
1.11 Normen, Richtlinien Schweiz .....	17
1.11.1 Grundlagen.....	17
1.11.2 Aluminium.....	17
1.12 Verwendete Literatur.....	18
1.12.1 Allgemein .....	18
1.12.2 Aluminium .....	18
1.12.3 Glasbau .....	18
1.13 Verwendete Software .....	19
1.14 Lastkombinationen nach EN 1990 (2010).....	20
1.14.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit EC .....	20
1.14.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit EC.....	20
1.14.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen ON, DIN.....	20
1.14.4 Teilsicherheitsbeiwerte UNI .....	20
1.14.5 Kombinationsbeiwerte ON.....	21
1.14.6 Kombinationsbeiwerte laut DIN .....	22
1.15 Lastkombinationen nach SIA 260 (2013) .....	23

1.15.1	Nachweis der Tragsicherheit .....	23
1.15.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit.....	23
1.15.3	Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit .....	24
1.15.4	Reduktionsbeiwerte nach SIA 260 (2013) .....	25
1.16	Werkstoffkennwerte .....	26
1.16.1	Aluminium nach Eurocode.....	26
1.16.2	Vergleich Teilsicherheitsbeiwerte Aluminium .....	28
1.16.3	Glas nach ÖNORM B 3716 .....	29
1.16.4	Glas nach DIN 18008.....	30
1.16.5	Vergleich Bemessungskonzept Glas .....	30
1.16.6	Verbundfolie .....	31
1.16.8	SGP-Zwischenschicht (SentryGlas SG 5000) .....	32
1.17	Ausführung von Stahl und Aluminiumtragwerken – EN1090.....	33
1.17.1	Berechnung .....	33
1.18	Ausführungsklasse für Aluminium nach EN 1999-1-1 .....	33
2	Dauerhaftigkeit nach EN 1990 (Kapitel 2.4) .....	36
3	Lastannahmen.....	37
3.1	Allgemeine Angaben und Normwerte .....	37
3.2	Vertikale Lasten .....	37
3.3	Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ1 .....	37
3.3.1	Deutschland: .....	40
3.3.2	Österreich .....	44
3.3.3	Schweiz.....	45
3.4	Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 2.....	46
3.4.1	Deutschland: .....	50
3.4.2	Österreich .....	54
3.4.3	Schweiz.....	55
3.5	Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 3.....	56
3.5.1	Deutschland: .....	60
3.5.2	Österreich .....	64
3.5.3	Schweiz.....	65
3.6	Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 4.....	66
3.6.1	Deutschland: .....	70
3.6.2	Österreich .....	74
3.6.3	Schweiz.....	75
4	Besondere Vorgaben der Bauherrschaft .....	76
5	Statische Berechnung .....	77
5.1	Glasbemessung .....	77
5.1.1	Glasaufbau#1: 8 + 8 ESG 1,52 PVB, hk = 1,0 kN/m.....	78

5.1.2	Glasaufbau#2: 10 + 10 ESG-H 1,52 SG, $h_k = 2$ kN/m .....	82
5.1.3	Glasaufbau#2: 10 + 10 ESG-H 1,52 SG, $h_k = 3$ kN/m .....	86
5.3	Bemessung Aluminiumprofil .....	90
5.3.2	Bemessung Aluminiumprofil Typ 1 .....	94
5.3.3	Bemessung Aluminiumprofil Typ 2 .....	110
5.3.4	Bemessung Aluminiumprofil Typ 3 .....	128
5.3.5	Bemessung Aluminiumprofil Typ 4 .....	147
5.4	Nachweis Verankerung Glasbrüstung .....	163
5.5	Bemessung Handlauf .....	170
5.6	Nachweis der Absturzsicherheit .....	173
6	Zusammenfassung .....	174
6.1	Deutschland .....	174
6.2	Österreich .....	181
6.3	Schweiz .....	183
7	Anhang A .....	185

# 1 Grundlagen

## 1.1 Baubeschreibung

Auf den folgenden Seiten werden auftragsgemäß die statischen Nachweise einer Brüstungskonstruktion geführt. Die Brüstungskonstruktion besteht aus einer am unteren Ende in einem Aluminiumprofil (EN AW 6063 T66) eingespannten Verglasung. Die Kanten der Verglasung sind geschützt. Die obere Kante muss durch einen lastabtragenden Handlauf abgedeckt werden, der horizontale Abstand zwischen 2 Verglasungen muss kleiner als 30 mm sein.

Die maximale Höhe ab Oberkante Profil beträgt 1100 mm.

Das Aluminiumprofil wird vertikal oder horizontal mittels mechanischen Befestigungsmittel am Bestand befestigt.

Befestigungsabstände:

Profiltyp 1: vertikale Befestigung mittels Dübeln oder Senkkopfschrauben an Stahl-UK:

$H_k = 1 \text{ kN/m}$  Dübel: 200 mm

$H_k = 2 \text{ kN/m}$  Dübel: 100 mm

$H_k = 3 \text{ kN/m}$  Dübel: 100 mm

Profiltyp 2: wie Profiltyp 1; extrudiertes Profil, welches horizontal im Bereich der hinteren Wandung an den Bestand gedübelt wird.

$H_k = 1 \text{ kN/m}$  Dübel: 300 mm

$H_k = 2 \text{ kN/m}$  Dübel: 150 mm

$H_k = 3 \text{ kN/m}$  Dübel: 150 mm

Profiltyp 3: extrudiertes Profil mit vertikalem Flach  $t = 12$ , welches horizontal an den Bestand gedübelt wird.

$H_k = 1 \text{ kN/m}$  Dübel: 300 mm

$H_k = 2 \text{ kN/m}$  Dübel: 150 mm

$H_k = 3 \text{ kN/m}$  Dübel: 150 mm

Profiltyp 4: wie Profiltyp 1; extrudiertes Profil mit horizontalem Flach  $t = 9$ , welches vertikal an den Bestand gedübelt wird.

$H_k = 1 \text{ kN/m}$  Dübel: 200 mm

$H_k = 2 \text{ kN/m}$  Dübel: 200 mm

$H_k = 3 \text{ kN/m}$  Dübel: 200 mm

Für die Befestigung am Bestand wird in dieser Dokumentation jeweils ein Beispiel angeführt. Die Befestigungsmittel sind eine Empfehlung. Bei Änderungen der Rahmenbedingungen muss ein gesonderter Nachweis geführt werden. Die Rahmenbedingungen sind projektbezogen zu untersuchen.

Die vorliegende Statik regelt die Nutzung in Deutschland, Österreich und der Schweiz nach den derzeit gültigen Normen und dem Stand der Technik.

Es werden folgende Glasaufbauten untersucht:

Hk = 1 kN/m: 8 + 8 ESG mit 1,52 PVB

Hk = 2 kN/m: 10 + 10 ESG mit 1,52 SG

Hk = 3 kN/m: 10 + 10 ESG mit 1,52 SG

Die vorliegende Geländerkonstruktion darf grundsätzlich im Außenbereich und im Innenbereich verwendet werden. NICHT verwendet werden darf sie bei Fluchtwegen im Außenbereich. In diesem Fall ist eine projektbezogene Statik erforderlich.

## 1.2 Aufstellungsort

Deutschland, Österreich, Schweiz

## 1.3 Nutzungsdauer = 50 Jahre

Tabelle 2.1 — Klassifizierung der Nutzungsdauer

Klasse der Nutzungsdauer	Planungsgröße der Nutzungsdauer (in Jahren)	Beispiele
1	10	Tragwerke mit befristeter Standzeit <sup>a</sup>
2	10–25	Austauschbare Tragwerksteile, z. B. Kranbahnträger, Lager
3	15–30	Landwirtschaftlich genutzte und ähnliche Tragwerke
4	50	Gebäude und andere gewöhnliche Tragwerke
5	100	Monumentale Gebäude, Brücken und andere Ingenieurbauwerke

<sup>a</sup> ANMERKUNG Tragwerke oder Teile eines Tragwerks, die mit der Absicht der Wiederverwendung demontiert werden können, sollten nicht als Tragwerke mit befristeter Standzeit betrachtet werden.

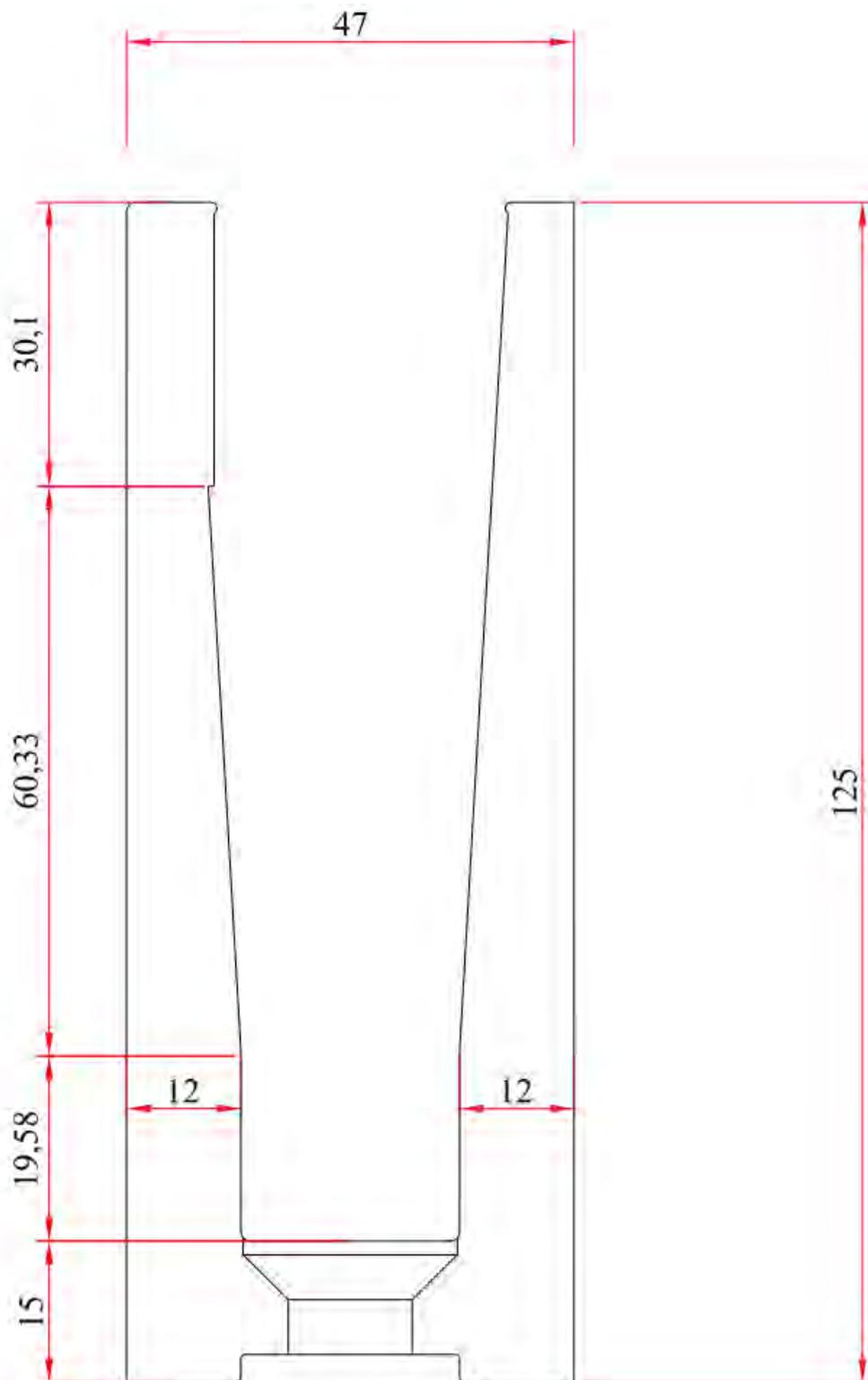
Abbildung 1.1 (Quelle: EN 1990 (2010) Kapitel 2.3 Tabelle 2.1)

## 1.4 Tragwerkskonzept

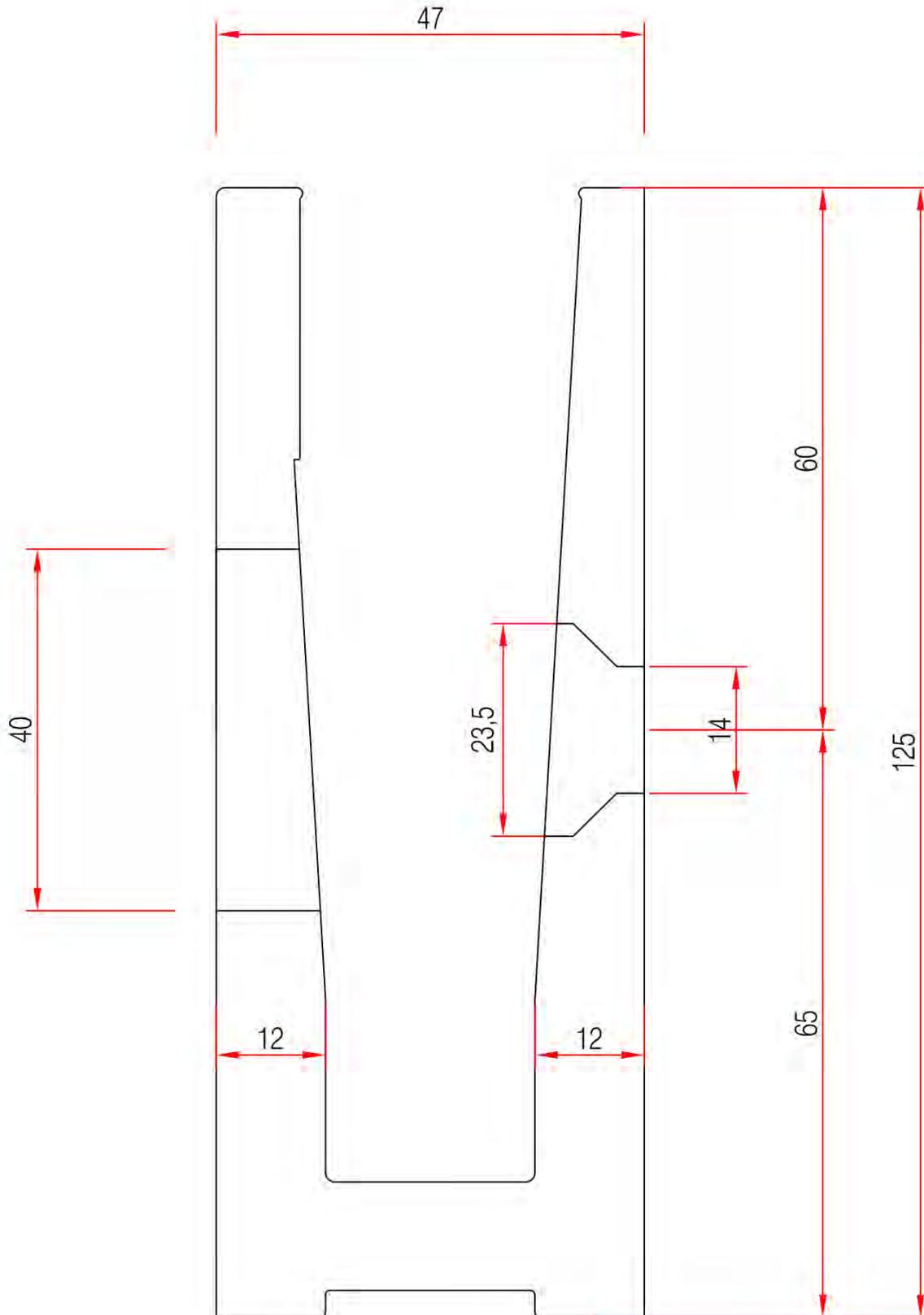
Das Tragwerkskonzept der Verglasung ist ein am unteren Ende eingespannter Kragträger.

## 1.5 Architektenpläne

### 1.5.1 Profiltyp1:

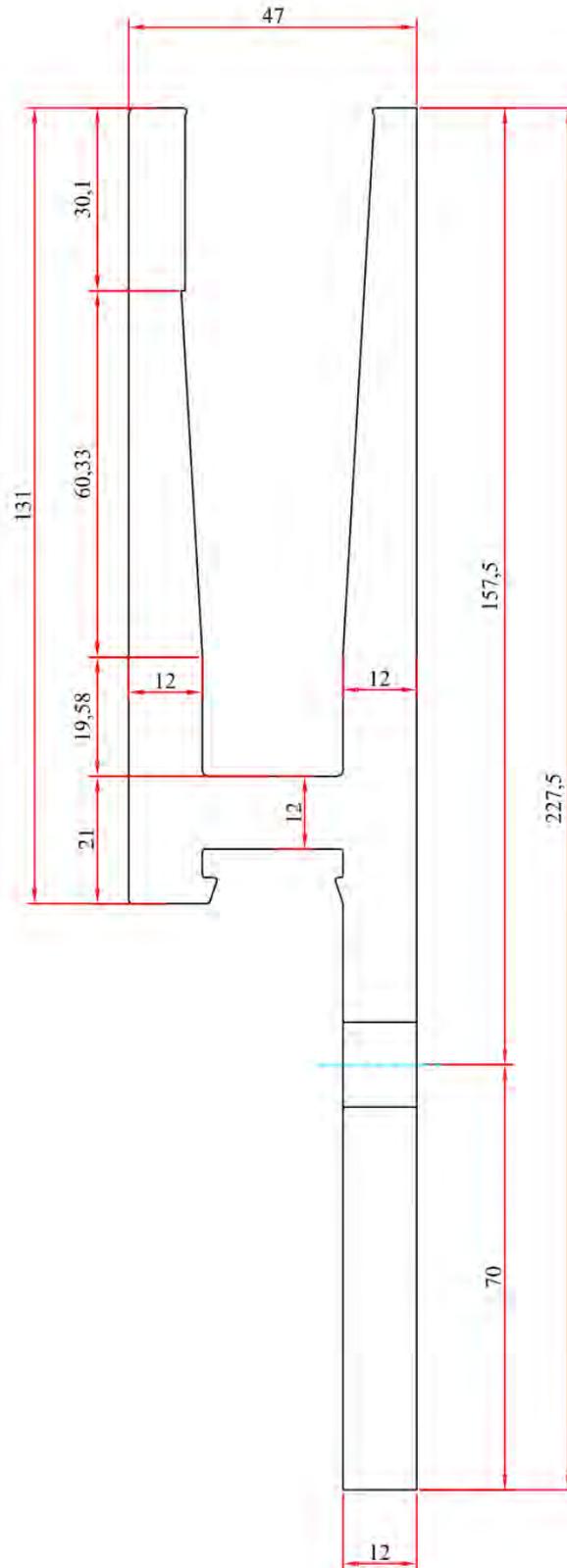


### 1.5.2 Profiltyp 2

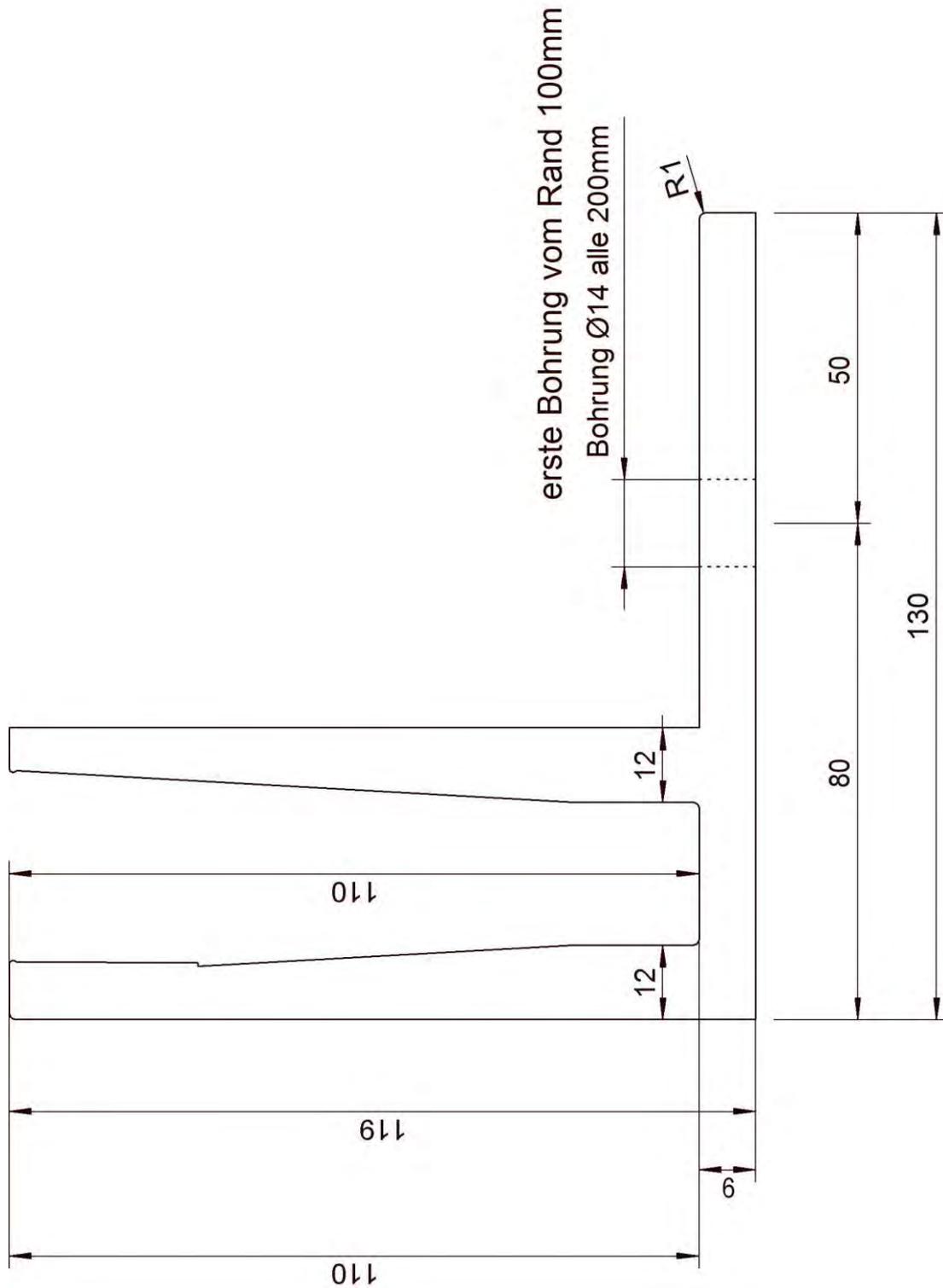


### 1.5.3 Profiltyp 3

EN AW 6063-T66



### 1.5.4 Profiltyp 4



## 1.6 Berichte, Gutachten und Protokolle

Siehe Anhang A.

Bericht / Gutachten / Protokoll	Inhalt	Datum
AbP Pendelschlag D	Pendelschlagversuch Deutschland	06.12.2016
Pendelschlagversuch A	Pendelschlagversuch Österreich	06.12.2016

Tabella 1.1

## 1.7 Berücksichtigte Grenzzustände

In der Berechnung werden folgende Grenzzustände berücksichtigt:

- Grenzzustand der Tragfähigkeit – Tragfähigkeit (ruhende Belastung)
- Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – Verformungen

## 1.8 Bauteilversuche

Der Nachweis des weichen Stoßes (Pendelschlagversuch) wird versuchstechnisch erbracht.  
Die Verwendbarkeit des Handlaufes als Kantenschutz wird versuchstechnisch erbracht.

## 1.9 Normen, Richtlinien Österreich

### 1.9.1 Allgemeines

#### OIB Richtlinien

OIB RL1	Teil1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit	03.2015
OIB RL2	Teil2: Brandschutz	03.2015
OIB RL3	Teil3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz	03.2015
OIB RL4	Teil4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit	03.2015
OIB RL5	Teil5: Schallschutz	03.2015
OIB RL6	Teil6: Energieeinsparung und Wärmeschutz	03.2015

#### EN 1090 Ausführung von Aluminium- und Stahltragwerken

EN 1090-1	Teil1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile	03.2012
EN 1090-2	Teil2: Technische Anforderungen an Tragwerke aus Stahl	01.2012
EN 1090-3	Teil3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken	12.2008

### 1.9.2 Lastannahmen

#### Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung

ON EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung	03.2013
ON EN 1990/A1	Grundlagen der Tragwerksplanung (Änderung)	03.2013
ON B 1990-1	NAD Teil 1: Hochbau	01.2013
ON B 1990-2	NAD Teil 2: Brückenbau	12.2010

#### Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

ON EN 1991-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	09.2011
ON B 1991-1-1	NAD Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2011
ON EN 1991-1-2	Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke	01.2013
ON B 1991-1-2	NAD Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke	12.2003
ON EN 1991-1-3	Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten	03.2012
ON B 1991-1-3	NAD Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten	09.2013
ON EN 1991-1-4	Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten	05.2011
ON B 1991-1-4	NAD Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten	05.2013
ON EN 1991-1-5	Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen	01.2012
ON B 1991-1-5	NAD Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen	01.2012
ON EN 1991-1-6	Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung	03.2013
ON B 1991-1-6	NAD Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung	01.2006
ON EN 1991-1-7	Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen	09.2014
ON B 1991-1-7	NAD Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen	04.2007

### 1.9.3 Aluminium

#### Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

ON EN 1999-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	04.2014
ON EN 1999-1-2	Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall	05.2010
ON EN 1999-1-3	Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Bauteile	10.2013
ON EN 1999-1-4	Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln	01.2013
ON EN 1999-1-5	Teil 1-5: Schalentragwerke	08.2010

### 1.9.4 Glasbau

#### Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau

ON B 3716-1	Teil 1: Grundlagen	02.2013
ON B 3716-2	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	04.2013
ON B 3716-3	Teil 3: Absturzsicherende Verglasung	11.2009
ON B 3716-4	Teil 4: Betretbare, begehbare und befahrbare Verglasung	11.2009
ON B 3716-5	Teil 5: Punktförmig gelagerte Verglasungen und Sonderkonstruktionen	04.2013
ÖN EN 13830	Vorhangfassaden - Produktnorm	06.2015

#### Materialnormen

DIN EN 572-1	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas – Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften	09.2012
DIN EN 1863-1	Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas – Teil 1: Definition und Beschreibung	01.2012
DIN EN 12150-1	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas – Teil 1: Definition und Beschreibung	12.2000

## 1.10 Normen, Richtlinien Deutschland

### 1.10.1 Allgemeines

#### EN 1090 Ausführung von Aluminium- und Stahltragwerken

EN 1090-1	Teil1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile	03.2012
EN 1090-2	Teil2: Technische Anforderungen an Tragwerke aus Stahl	01.2012
EN 1090-3	Teil3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken	12.2008

### 1.10.2 Lastannahmen

#### Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung

DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung	12.2010
DIN EN 1990/NA	NAD Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012

#### Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

DIN EN 1991-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2010
DIN EN 1991-1-1/NA	NAD Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2010
DIN EN 1991-1-2	Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke	12.2010
DIN EN 1991-1-2 Berichtigung 1	Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke – Berichtigung 1	08.2013
DIN EN 1991-1-2/NA	NAD Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke	09.2015
DIN EN 1991-1-3	Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten	12.2010
DIN EN 1991-1-3/NA	NAD Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten	12.2010
DIN EN 1991-1-4	Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten	12.2010
DIN EN 1991-1-4/NA	NAD Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten	12.2010
DIN EN 1991-1-5	Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen	12.2010
DIN EN 1991-1-5/NA	NAD Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen	12.2010
DIN EN 1991-1-6	Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung	12.2010
DIN EN 1991-1-6 Berichtigung 1	Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung	08.2013
DIN EN 1991-1-6/NA	NAD Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung	12.2010
DIN EN 1991-1-7	Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen	12.2010
DIN EN 1991-1-7/NA	NAD Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen	12.2010

#### Materialnormen

EN 771-1	Festlegungen für Mauersteine – Teil 1: Mauerziegel	06.2011
EN 772-1	Prüfverfahren für Mauersteine – Teil 1: Bestimmung der Druckfestigkeit	06.2011
EN 998-2	Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel	11.2011

### 1.10.3 Aluminium

#### Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

DIN EN 1999-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	03.2014
DIN EN 1999-1-1/NA	NAD Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	05.2013
DIN EN 1999-1-2	Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall	12.2010
DIN EN 1999-1-2/NA	NAD Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall	04.2011
DIN EN 1999-1-3	Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Bauteile	11.2011
DIN EN 1999-1-3/NA	NAD Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Bauteile	01.2013
DIN EN 1999-1-4	Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln	05.2010
DIN EN 1999-1-4/NA	NAD Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln	12.2010
DIN EN 1999-1-5	Teil 1-5: Schalentragwerke	05.2010
DIN EN 1999-1-5/NA	NAD Teil 1-5: Schalentragwerke	12.2010

### 1.10.4 Glasbau

#### DIN 18008: Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln

DIN 18008-1	Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	12.2010
DIN 18008-2	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	12.2010
DIN 18008-2	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	04.2011
Berichtigung 1		
DIN 18008-3	Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	07.2013
DIN 18008-4	Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	07.2013
DIN 18008-5	Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	07.2013
EN 13830	Vorhangfassaden - Produktnorm	06.2015

#### Materialnormen

DIN EN 572-1	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas – Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften	09.2012
DIN EN 1863-1	Glas im Bauwesen – Teilvergesspanntes Kalknatronglas – Teil 1: Definition und Beschreibung	01.2012
DIN EN 12150-1	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas – Teil 1: Definition und Beschreibung	12.2000

## 1.11 Normen, Richtlinien Schweiz

### 1.11.1 Grundlagen

SIA 260	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken	2013
SIA 261	Einwirkungen auf Tragwerke	2014
SIA 261-C1	Einwirkungen auf Tragwerke (Korrigenda C1)	2015
SIA 261/1	Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen	2003

### EN 1090 Ausführung von Aluminium- und Stahltragwerken

EN 1090-1	Teil1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile	03.2012
EN 1090-2	Teil2: Technische Anforderungen an Tragwerke aus Stahl	01.2012
EN 1090-3	Teil3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken	12.2008

### 1.11.2 Aluminium

Da es in der Schweiz keine Aluminiumnormen gibt, wird die Berechnung auf Grundlage der österreichischen Normen durchgeführt.

### Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

ON EN 1999-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	04.2014
ON EN 1999-1-2	Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall	05.2010
ON EN 1999-1-3	Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Bauteile	10.2013
ON EN 1999-1-4	Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln	01.2013
ON EN 1999-1-5	Teil 1-5: Schalentragwerke	08.2010

### DIN 18008: Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln

Die statische Berechnung wird auf Grundlage der derzeit gültigen deutschen Normen durchgeführt:

DIN 18008-1	Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	12.2010
DIN 18008-2	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	12.2010
DIN 18008-2	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	04.2011
Berichtigung 1		
DIN 18008-3	Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	07.2013
DIN 18008-4	Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	07.2013
DIN 18008-5	Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	07.2013

### Materialnormen

DIN EN 572-1	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas – Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften	09.2012
DIN EN 1863-1	Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas – Teil 1: Definition und Beschreibung	01.2012
DIN EN 12150-1	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas – Teil 1: Definition und Beschreibung	12.2000

### Sicherheit mit Glas

Dokumentation – Sicherheit mit Glas – Personenschutz Geländer aus Glas (Von SIGaB)	12.2007
------------------------------------------------------------------------------------	---------

## 1.12 Verwendete Literatur

### 1.12.1 Allgemein

Schneider: Bautabellen für Ingenieure, 20. Auflage, Werner Verlag	2012
Krapfenbauer: Bautabellen, 17. Ausgabe, J&V	2010
Wendehorst: Bautechnische Zahlentafeln, 32. Auflage	2007

### 1.12.2 Aluminium

Kammer: Aluminium Taschenbuch Band 1, 15. Auflage	1998
Valtinat: Aluminium im konstruktiven Ingenieurbau	2002
Tindall: Designers' Guide to Eurocode 9 Design of Aluminium Structure, ICE Publishing	2012

### 1.12.3 Glasbau

Wörner: Schneider, Fink, Glasbau, VDI	1998
Sedlacek: Glas im konstruktiven Ingenieurbau, Ernst&Sohn	1999

## 1.13 Verwendete Software

- SCIA-ESA Engineer 2015.3.106, SCIA International, Herk-de-Stad (B)
- ANSYS 17.0
- Hilti Profis Anchors 2.6.3
- SJ Mepla

## 1.14 Lastkombinationen nach EN 1990 (2010)

### 1.14.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit EC

Grundkombination

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Außergewöhnliche Kombination

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d (\psi_{1,1} \text{ oder } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Erdbebenkombination

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

### 1.14.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit EC

Charakteristische Kombination

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Häufige Kombination

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Quasi-ständige Kombination

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

### 1.14.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen ON, DIN

Die Teilsicherheitsbeiwerte sind ungünstigst anzusetzen

**Teilsicherheitsbeiwerte nach EN 1990 (2010):**

(keine nationalen Festlegungen)

- Ständige Lasten: 1,35 / 1,00
- Veränderliche Lasten 1,50 / 0,00

### 1.14.4 Teilsicherheitsbeiwerte UNI

Die Teilsicherheitsbeiwerte sind ungünstigst anzusetzen

**Teilsicherheitsbeiwerte nach UNI EN 1990 (2010):**

- Ständige Lasten: 1,30 / 1,00
- Veränderliche Lasten 1,50 / 0,00

## 1.14.5 Kombinationsbeiwerte ON

Tabelle A.1.1 — Empfehlungen für Zahlenwerte für Kombinationsbeiwerte im Hochbau

Einwirkung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Nutzlasten im Hochbau (siehe EN 1991-1-1)			
Kategorie A: Wohngebäude	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: Bürogebäude	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: Versammlungsbereiche	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: Verkaufsflächen	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: Lagerflächen	1,0	0,9	0,8
Fahrzeugverkehr im Hochbau Kategorie F: Fahrzeuggewicht $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: 30kN < Fahrzeuggewicht $\leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorie H : Dächer	0	0	0
Schneelasten im Hochbau (siehe EN 1991-1-3) <sup>a</sup>			
— Finnland, Island, Norwegen, Schweden	0,7	0,5	0,2
— Für Orte in CEN-Mitgliedsstaaten mit einer Höhe über 1000 m ü. NN	0,7	0,5	0,2
— Für Orte in CEN-Mitgliedsstaaten mit einer Höhe niedriger als 1000 m ü. NN	0,5	0,2	0
Windlasten im Hochbau (siehe EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperaturanwendungen (ohne Brand) im Hochbau, siehe EN 1991-1-5	0,6	0,5	0
ANMERKUNG Die Festlegung der Kombinationsbeiwerte erfolgt im Nationalen Anhang.			
<sup>a</sup> Bei nicht ausdrücklich genannten Ländern sollten die maßgebenden örtlichen Bedingungen betrachtet werden.			

Abbildung 1.2 Kombinationsbeiwerte (Quelle EN 1990 (2010) Anhang A.1.2.2 Tabelle A.1.1 – Keine nationalen Festlegungen)

### 1.14.6 Kombinationsbeiwerte laut DIN

Tabelle NA.A.1.1 — Zahlenwerte für Kombinationsbeiwerte im Hochbau

Einwirkung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Nutzlasten im Hochbau (Kategorien siehe EN 1991-1-1) <sup>a</sup>			
— Kategorie A: Wohn- und Aufenthaltsräume	0,7	0,5	0,3
— Kategorie B: Büros	0,7	0,5	0,3
— Kategorie C: Versammlungsräume	0,7	0,7	0,6
— Kategorie D: Verkaufsräume	0,7	0,7	0,6
— Kategorie E: Lagerräume	1,0	0,9	0,8
— Kategorie F: Verkehrsflächen, Fahrzeuglast $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
— Kategorie G: Verkehrsflächen, $30$ kN $\leq$ Fahrzeuglast $\leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3
— Kategorie H: Dächer	0	0	0
Schnee- und Eislasten, siehe DIN EN 1991-1-3			
— Orte bis zu NN + 1 000 m	0,5	0,2	0
— Orte über NN + 1 000 m	0,7	0,5	0,2
Windlasten, siehe DIN EN 1991-1-4	0,6	0,2	0
Temperatureinwirkungen (nicht Brand), siehe DIN EN 1991-1-5	0,6	0,5	0
Baugrundsetzungen, siehe DIN EN 1997	1,0	1,0	1,0
Sonstige Einwirkungen <sup>b,c</sup>	0,8	0,7	0,5
<p><sup>a</sup> Abminderungsbeiwerte für Nutzlasten in mehrgeschossigen Hochbauten siehe DIN EN 1991-1-1.</p> <p><sup>b</sup> Flüssigkeitsdruck ist im allgemeinen als eine veränderliche Einwirkung zu behandeln, für die die <math>\psi</math>-Beiwerte standortbedingt festzulegen sind. Flüssigkeitsdruck, dessen Größe durch geometrische Verhältnisse begrenzt ist, darf als eine ständige Einwirkung behandelt werden, wobei alle <math>\psi</math>-Beiwerte gleich 1,0 zu setzen sind.</p> <p><sup>c</sup> <math>\psi</math>-Beiwerte für Maschinenlasten sind betriebsbedingt festzulegen.</p>			

Abbildung 1.3 Kombinationsbeiwerte (Quelle: DIN EN 1990/NA (2010) NDP zu A.1.2.2 Tabelle NA.A.1.1)

## 1.15 Lastkombinationen nach SIA 260 (2013)

### 1.15.1 Nachweis der Tragsicherheit

Für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen

$$E_d = E\{\gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

Für außergewöhnliche Bemessungssituationen

$$E_d = E\{G_k, P_k, A_d, \psi_{2i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

Für die Bemessungssituation Erdbeben

$$E_d = E\{G_k, P_k, A_d, \psi_{2i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

### 1.15.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen – seltene Lastfälle

$$E_d = E\{G_k, P_k, Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

Für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen – häufige Lastfälle

$$E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{11} Q_{k1}, \psi_{2i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

Für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen – quasi-ständige Lastfälle

$$E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{2i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

### 1.15.3 Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit

Die Lastbeiwerte sind ungünstigst anzusetzen.

#### Lastbeiwerte nach SIA 260 (2013):

Tabelle 1: Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit

Einwirkungen	$\gamma_F$	Grenzzustand		
		Typ 1	Typ 2	Typ 3
Ständige Einwirkungen				
– ungünstig wirkend	$\gamma_{G,sup}$	1,10 <sup>1)</sup>	1,35 <sup>1)</sup>	1,00
– günstig wirkend	$\gamma_{G,inf}$	0,90 <sup>1)</sup>	0,80 <sup>1)</sup>	1,00
Veränderliche Einwirkungen				
– im Allgemeinen	$\gamma_Q$	1,50	1,50	1,30
– Strassenverkehrslasten	$\gamma_Q$	1,50	1,50	1,30
– Bahnverkehrslasten:				
– Lastmodelle 1, 2, 4 bis 7	$\gamma_Q$	1,45	1,45	1,25
– Lastmodell 3	$\gamma_Q$	1,45	1,20	1,25
Einwirkungen aus dem Baugrund				
Erdauflasten				
– ungünstig wirkend	$\gamma_{G,sup}$	1,10	1,35 <sup>2) 3)</sup>	1,00
– günstig wirkend	$\gamma_{G,inf}$	0,90	0,80	1,00
Erddruck				
– ungünstig wirkend	$\gamma_{G,Q,sup}$	1,35	1,35	1,00
– günstig wirkend <sup>4)</sup>	$\gamma_{G,Q,inf}$	0,80	0,70	1,00
Wasserdruck				
– ungünstig wirkend	$\gamma_{G,Q,sup}$	1,05	1,20 <sup>3)</sup>	1,00
– günstig wirkend	$\gamma_{G,Q,inf}$	0,95	0,90	1,00

1) G wird entweder mit  $\gamma_{G,sup}$  oder mit  $\gamma_{G,inf}$  multipliziert, je nachdem, ob die Gesamtauswirkung ungünstig oder günstig ist.  
 2) Für Schütthöhen von 2 bis 6 m darf  $\gamma_{G,sup}$  linear von 1,35 auf 1,20 reduziert werden.  
 3) Bei Anwendung der Beobachtungsmethode sind gemäss Norm SIA 267 in bestimmten Fällen reduzierte Werte zulässig.  
 4) Für passiven Erddruck als günstig wirkende Einwirkung gilt gemäss Norm SIA 267  $F_d = R_d$ .

Abbildung 1.4 Teilsicherheitsbeiwerte (Quelle: SIA 260 (2013) Kapitel 4.4.3 Tabelle 1)

### 1.15.4 Reduktionsbeiwerte nach SIA 260 (2013)

Tabelle 2: Reduktionsbeiwerte für Gebäude

Einwirkungen	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Nutzlasten in Gebäuden			
– Kategorie A Wohnflächen	0,7	0,5	0,3
– Kategorie B Büroflächen	0,7	0,5	0,3
– Kategorie C Versammlungsräume	0,7	0,7	0,6
– Kategorie D Verkaufsflächen	0,7	0,7	0,6
– Kategorie E Lagerflächen	1,0	0,9	0,8
Verkehrslasten in Gebäuden			
– Kategorie F Fahrzeuge unter 3,5 t	0,7	0,7	0,6
– Kategorie G Fahrzeuge von 3,5 bis 16 t	0,7	0,5	0,3
– Kategorie H Dächer	0	0	0
Schneelasten	$1 - 60/h_0$	$1 - 250/h_0$	$1 - 1000/h_0$
Windkräfte	0,6	0,5	0
Temperatureinwirkungen	0,6	0,5	0
Einwirkungen aus dem Baugrund			
– Erddruck	0,7	0,7	0,7
– Wasserdruck	0,7	0,7	0,7

Abbildung 1.5 Kombinationsbeiwerte (Quelle: SIA 260 (2013) Anhang A Tabelle 2)

## 1.16 Werkstoffkennwerte

### 1.16.1 Aluminium nach Eurocode

E-Modul

$E = 70000$  N/mm<sup>2</sup>

Poisson'sche Zahl

$\nu = 0,3$

Temperaturausdehnungskoeffizient

$\alpha = 23 \cdot 10^{-6}$  1/K

### Bleche, Bänder und Platten

Tabelle 3.2a — Charakteristische Werte der 0,2 %-Dehngrenze  $f_o$  und der Zugfestigkeit  $f_u$  (ungeschweißt und für WEZ), Mindestwerte der Bruchdehnung  $A$ , Abminderungsfaktoren  $\rho_{o,haz}$  und  $\rho_{u,haz}$  in der WEZ, Knickklasse und Exponent  $n_p$  für Aluminiumknetlegierungen — Bleche, Bänder und Platten

Legierung EN- AW	Zustand <sup>1)</sup>	Dicke $t$ mm <sup>1)</sup>	$f_o$ <sup>1)</sup>	$f_u$	$A_{50}$ <sup>1) 6)</sup>	$f_{o,haz}$ <sup>2)</sup>	$f_{u,haz}$ <sup>2)</sup>	WEZ-Faktor <sup>2)</sup>		BC 4)	$n_p$ 1), 5)
			N/mm <sup>2</sup>			N/mm <sup>2</sup>		$\rho_{o,haz}$ <sup>1)</sup>	$\rho_{u,haz}$		
3004	H14   H24/H34	$\leq 6   3$	180   170	220	1   3	75	155	0,42   0,44	0,70	B	23   18
	H16   H26/H36	$\leq 4   3$	200   190	240	1   3			0,38   0,39	0,65	B	25   20
3005	H14   H24	$\leq 6   3$	150   130	170	1   4	56	115	0,37   0,43	0,68	B	38   18
	H16   H26	$\leq 4   3$	175   160	195	1   3			0,32   0,35	0,59	B	43   24
3103	H14   H24	$\leq 25   12,5$	120   110	140	2   4	44	90	0,37   0,40	0,64	B	31   20
	H16   H26	$\leq 4$	145   135	160	1   2			0,30   0,33	0,56	B	48   28
5005/ 5005A	O/H111	$\leq 50$	35	100	15	35	100	1	1	B	5
	H12   H22/H32	$\leq 12,5$	95   80	125	2   4	44	100	0,46   0,55	0,80	B	18   11
	H14   H24/H34	$\leq 12,5$	120   110	145	2   3			0,37   0,40	0,69	B	25   17
5052	H12   H22/H32	$\leq 40$	160   130	210	4   5	80	170	0,50   0,62	0,81	B	17   10
	H14   H24/H34	$\leq 25$	180   150	230	3   4			0,44   0,53	0,74	B	19   11
5049	O / H111	$\leq 100$	80	190	12	80	190	1	1	B	6
	H14   H24/H34	$\leq 25$	190   160	240	3   6	100	190	0,53   0,63	0,79	B	20   12
5454	O/H111	$\leq 80$	85	215	12	85	215	1	1	B	5
	H14 H24/H34	$\leq 25$	220   200	270	2   4	105	215	0,48   0,53	0,80	B	22   15
5754	O/H111	$\leq 100$	80	190	12	80	190	1	1	B	6
	H14 H24/H34	$\leq 25$	190   160	240	3   6	100	190	0,53   0,63	0,79	B	20   12
5083	O/H111	$\leq 50$	125	275	11	125	275	1	1	B	6
		$50 < t \leq 80$	115	270	14 <sup>3)</sup>	115	270				
	H12 H22/H32	$\leq 40$	250   215	305	3   5	155	275	0,62   0,72	0,90	B	22   14
H14 H24/H34	$\leq 25$	280   250	340	2   4	0,55   0,62			0,81	A	22   14	
6061	T4 / T451	$\leq 12,5$	110	205	12	95	150	0,86	0,73	B	8
	T6 / T651	$\leq 12,5$	240	290	6	115	175	0,48	0,60	A	23
	T651	$12,5 < t \leq 80$	240	290	6 <sup>3)</sup>						
6082	T4 / T451	$\leq 12,5$	110	205	12	100	160	0,91	0,78	B	8
	T61/T6151	$\leq 12,5$	205	280	10	125	185	0,61	0,66	A	15
	T6151	$12,5 < t \leq 100$	200	275	12 <sup>3)</sup>			0,63	0,67	A	14
	T6/T651	$\leq 6$	260	310	6			0,48	0,60	A	25
		$6 < t \leq 12,5$	255	300	9			0,49	0,62	A	27
	T651	$12,5 < t \leq 100$	240	295	7 <sup>3)</sup>			0,52	0,63	A	21
7020	T6	$\leq 12,5$	280	350	7			205	280	0,73	0,80
	T651	$\leq 40$			9 <sup>3)</sup>						
8011A	H14   H24	$\leq 12,5$	110   100	125	2   3	37	85	0,34   0,37	0,68	B	37   22
	H16   H26	$\leq 4$	130   120	145	1   2			0,28   0,31	0,59		33   33

Abbildung 1.6 (Quelle: EN 1999-1-1(2009) Kap. 3.2.2 Tabelle 3.2a)

Tabelle 3.2a (fortgesetzt)

- 1) Wenn zwei (drei) Zustände in einer Zeile angegeben werden, haben die durch „|“ getrennten Zustände unterschiedliche technologische Werte, wenn sie durch „/“ getrennt sind, haben sie die gleichen Werte. (Die Zustände weisen dann gegebenenfalls Unterschiede bei  $f_o$ ,  $A$  und  $n_p$  auf).
- 2) Die WEZ-Werte gelten für MIG-Schweißen und Dicken bis zu 15 mm. Bei WIG-Schweißen kaltverfestigter Legierungen (3xxx, 5xxx und 8011A) bis zu 6 mm gelten die gleichen Werte, bei WIG-Schweißen ausscheidungsgehärteter Legierungen (6xxx und 7xxx) und Dicken bis zu 6 mm müssen die WEZ-Werte und damit auch die Beiwerte  $\rho$  mit einem Faktor 0,8 multipliziert werden. Bei größeren Dicken müssen – wenn keine anderen Werte vorliegen – die WEZ-Werte und die Beiwerte  $\rho$  bei ausscheidungsgehärteten Legierungen (6xxx und 7xxx) weiter mit einem Faktor von 0,8 und bei kaltverfestigten Legierungen (3xxx, 5xxx und 8011A) mit einem Faktor von 0,9 abgemindert werden. Diese Abminderungen gelten nicht für den Zustand O.
- 3) Auf der Grundlage von  $A$  ( $= A_{5,65} \sqrt{A_0}$ ), nicht  $A_{50}$
- 4) BC = Knickklasse, siehe 6.1.4.4, 6.1.5 und 6.3.1.
- 5) Exponent  $n$  für das Ramberg-Osgoodgesetz für die plastische Berechnung. Er gilt nur in Verbindung mit dem aufgeführten  $f_o$ -Wert.
- 6) Die angegebenen Mindestwerte der Bruchdehnung gelten nicht für den gesamten Dickenbereich sondern im Wesentlichen für geringe Dicken. Einzelheiten hierzu siehe EN 485-2

Abbildung 1.7 (Quelle: EN 1999-1-1(2009) Kap. 3.2.2 Tabelle 3.2 (Fortsetzung))

### Strangpressverfahren

Tabelle 3.2b — Charakteristische Werte der 0,2 %-Dehngrenze  $f_0$  und der Zugfestigkeit  $f_u$  (ungeschweißt und für WEZ), Mindestwerte der Bruchdehnung  $A$ , Abminderungsfaktoren  $\rho_{0,haz}$  und  $\rho_{u,haz}$  in der WEZ, Knickklasse und Exponent  $n_p$  für Aluminiumknetlegierungen — Strangpressprofile, stranggepresste Rohre, stranggepresste Stangen und gezogene Rohre

Legierung EN-AW	Produktform	Zustand	Dicke $t$ mm <sup>1)3)</sup>	$f_0$ <sup>1)</sup>	$f_u$ <sup>1)</sup>	$A$ <sup>5)2)</sup>	$f_{0,haz}$ <sup>4)</sup>	$f_{u,haz}$ <sup>4)</sup>	WEZ-Faktor <sup>4)</sup>		BC <sup>6)</sup>	$n_p$ <sup>7)</sup>
				N/mm <sup>2</sup>	%	N/mm <sup>2</sup>	$\rho_{0,haz}$	$\rho_{u,haz}$				
5083	ET,EP,ER/B	O/111, F/H112	$t \leq 200$	<b>110</b>	<b>270</b>	12	110	270	1	1	B	5
	DT	H12/22/32	$t \leq 10$	200	280	6	135	270	0,68	0,96	B	14
		H14/24/34	$t \leq 5$	235	300	4			0,57	0,90	A	18
5454	ET,EP,ER/B	O/111 F/H112	$t \leq 25$	85	200	16	85	200	1	1	B	5
5754	ET,EP,ER/B	O/111 F/H112	$t \leq 25$	80	180	14	80	180	1	1	B	6 $\text{\textcircled{A}}$
	DT	H14/H24/H34	$t \leq 10$	180	240	4	100	180	0,56	0,75	B	16 $\text{\textcircled{A}}$
6060	EP,ET,ER/B	T5	$t \leq 5$	120	160	8	50	80	0,42	0,50	B	17
	EP		$5 < t \leq 25$	100	140	8			0,50	0,57	B	14
	ET,EP,ER/B	T6	$t \leq 15$	<b>140</b>	<b>170</b>	8	60	100	0,43	0,59	A	24
	DT		$t \leq 20$	160	215	12			0,38	0,47	A	16
	EP,ET,ER/B	T64	$t \leq 15$	120	180	12	60	100	0,50	0,56	A	12
	EP,ET,ER/B	T66	$t \leq 3$	160	215	8	65	110	0,41	0,51	A	16
EP	$3 < t \leq 25$		150	195	8	0,43			0,56	A	18	
6061	EP,ET,ER/B	T4	$t < 25$	110	180	15	95	150	0,86	0,83	B	8
	DT		$t < 20$	110	205	16				0,73	B	8
	EP,ET,ER/B	T6	$t \leq 25$	240	260	<b>8</b>	115	175	0,48	0,67	A	55
	DT		$t < 20$	240	290	10				0,60	A	23 $\text{\textcircled{A}}$
6063	EP,ET,ER/B	T5	$t \leq 3$	130	175	8	60	100	0,46	0,57	B	16
	EP		$3 < t \leq 25$	110	160	7			0,55	0,63	B	13
	EP,ET,ER/B	T6	$t \leq 25$	<b>160</b>	<b>195</b>	<b>8</b>	65	110	0,41	0,56	A	24
	DT		$t \leq 20$	190	220	10			0,34	0,50	A	31
	EP,ET,ER/B	T66	$t \leq 10$	200	245	<b>8</b>	75	130	0,38	0,53	A	22
	EP		$10 < t \leq 25$	180	225	8			0,42	0,58	A	21
DT	$t \leq 20$	195	230	10	0,38	0,57	A	28				
6005A	EP/O, ER/B	T6	$t \leq 5$	225	270	8	115	165	0,51	0,61	A	25
			$5 < t \leq 10$	215	260	8			0,53	0,63	A	24
			$10 < t \leq 25$	200	250	8			0,58	0,66	A	20
	EP/H, ET	T6	$t \leq 5$	<b>215</b>	<b>255</b>	8	0,53	0,65	A	26		
			$5 < t \leq 10$	<b>200</b>	<b>250</b>	8	0,58	0,66	A	20		
6106	EP	T6	$t \leq 10$	200	250	8	95	160	0,48	0,64	A	20
6082	EP,ET,ER/B	T4	$t \leq 25$	110	205	14	100	160	0,91	0,78	B	8
	$\text{\textcircled{A}}$ EP $\text{\textcircled{A}}$	T5	$t \leq 5$	230	270	8	125	185	0,54	0,69	B	28
	$\text{\textcircled{A}}$ EP $\text{\textcircled{A}}$	T6	$t \leq 5$	250	290	8	125	185	0,50	0,64	A	32
	ET		$5 < t \leq 15$	260	310	10			0,48	0,60	A	25
	ER/B	T6	$t \leq 20$	250	295	8	0,50	0,63	A	27		
			$20 < t \leq 150$	260	310	8	0,48	0,60	A	25		
DT	T6	$t \leq 5$	255	310	8	0,49	0,60	A	22			
		$5 < t \leq 20$	240	310	10	0,52	0,60	A	17			
7020	EP,ET,ER/B	T6	$t \leq 15$	290	350	10	205	280	0,71	0,80	A	23
	EP,ET,ER/B	T6	$15 < t < 40$	<b>275</b>	350	10			0,75	0,80	A	19
	DT	T6	$t \leq 20$	280	350	10			0,73	0,80	A	18

Abbildung 1.8 (Quelle: EN 1999-1-1(2009) Kap. 3.2.2 Tabelle 3.2.b)

Tabelle 3.2b (fortgesetzt)

Legende	
EP	stranggepresste Profile
EP/H	stranggepresste Hohlprofile
ER/B	stranggepresster Stab
EP/O	stranggepresste offene Profile
ET	stranggepresste Rohre
DT	gezogene Rohre

Fußnoten zu Tabelle 3.2b:

- 1) Wo die Werte **fett** angegeben sind, können in einigen Ausführungsformen größere Dicken und/oder größere Festigkeitswerte zugelassen werden, siehe die in 1.2.1.3 aufgeführten ENs und prENs. In diesem Fall können die Werte für  $R_{p0,2}$  und  $R_m$  als  $f_u$  und  $f_c$  angesetzt werden. Wenn diese größeren Werte verwendet werden, müssen die entsprechenden WEZ-Beiwerte  $\rho$  nach den Gleichungen (6.13) und (6.14) mit denselben Werte für  $f_{0,barz}$  und  $f_{u,barz}$  berechnet werden.
- 2) Wo die Mindestwerte der Bruchdehnung **fett** angegeben sind, gelten für einige Ausführungsformen oder Dicken größere Mindestwerte.
- 3) Nach EN 755-2:2008 gilt folgende Regel: „Wenn der Querschnitt eines Profils sich aus unterschiedlichen Dicken zusammensetzt, denen verschiedene Werte der mechanischen Eigenschaften zugeordnet sind, gelten jeweils die niedrigsten festgelegten Werte für den gesamten Querschnitt des Profils.“ Abweichend davon kann der größte Wert verwendet werden, wenn der Hersteller diesen Wert durch eine geeignete Bescheinigung der Qualitätssicherung belegen kann.
- 4) Die WEZ-Werte gelten für MIG-Schweißen und Dicken bis zu 15 mm. Bei WIG-Schweißen kaltverfestigter Legierungen (3xxx und 5xxx) bis zu 6 mm gelten die gleichen Werte, bei WIG-Schweißen ausscheidungsgehärteter Legierungen (6xxx und 7xxx) und Dicken bis zu 6 mm müssen die WEZ-Werte mit einem Faktor von 0,8 multipliziert werden und damit auch die Beiwerte  $\rho$ . Bei größeren Dicken — falls keine anderen Werte vorliegen — müssen die WEZ-Werte und die Beiwerte  $\rho$  bei ausscheidungsgehärteten Legierungen (6xxx und 7xxx) weiter mit einem Faktor von 0,8 abgemindert werden und bei kaltverfestigten Legierungen (3xxx, 5xxx und 8011A) mit einem Faktor von 0,9. Diese Abminderungen gelten nicht für den Zustand O.
- 5)  $A = 5,65 \sqrt{A_0}$
- 6) BC = Beulklasse, siehe 6.1.4.4, 6.1.5 und 6.3.1.
- 7)  $n$ -Wert im Ausdruck von Ramberg-Osgood für plastische Berechnung. Er gilt nur in Verbindung mit dem aufgeführten  $f_c$ -Wert (minimaler genormter Wert).

 gestrichener Text 

Abbildung 1.9 (Quelle: EN 1999-1-1 (2009) Kap. 3.2.2 Tabelle 3.2b (Fortsetzung))

## 1.16.2 Vergleich Teilsicherheitsbeiwerte Aluminium

Die Bauherrschaft möchte die Glasbrüstung in 3 Ländern verwenden: Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien. Die Teilsicherheitsbeiwerte in diesen Ländern liegen für Aluminium bei  $\gamma_m = 1,1$ .

### 1.16.3 Glas nach ÖNORM B 3716

#### Werkstoffkenwerte für Kalk-Natronsilicatglas nach ON B 3716-1 (2013)

E-Modul	$E = 70000$	N/mm <sup>2</sup>
Querkontraktionszahl	$\nu = 0,23$	
Temperaturausdehnungskoeffizient	$\alpha = 9 \cdot 10^{-6}$	1/K

**Tabelle 4 — Charakteristische Festigkeitswerte**

Glasart	$f_k$
	N/mm <sup>2</sup>
Float	45
TVG	70
TVG-emailliert <sup>a</sup>	45
ESG	120
ESG-emailliert <sup>a</sup>	75
Drahtglas	25
Gussglas	25
TVG Gussglas	55
ESG Gussglas	90

<sup>a</sup> Auch teilemailliert und siebbedruckt mit Keramikfarbe; die geringeren Festigkeitswerte von emailliertem, teilemailliertem und siebbedrucktem Glas gelten nur für Emaille auf der Zugseite.

Abbildung 1.10 (Quelle: ON B 3716-1 (2015) Kap. 9.2 Tabelle 4)

### 1.16.4 Glas nach DIN 18008

E-Modul	$E = 70000$	N/mm <sup>2</sup>
Querkontraktionszahl	$\nu = 0,23$	
Temperaturausdehnungskoeffizient	$\alpha = 9 \cdot 10^{-6}$	1/K

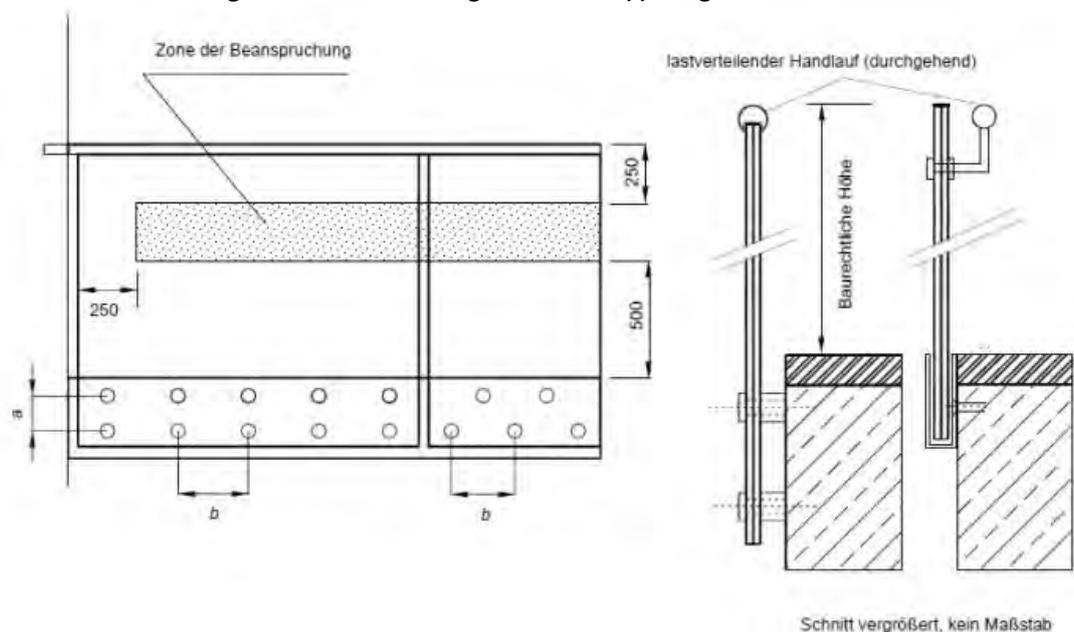
Charakteristische Festigkeitswerte $f_k$		
Floatglas nach EN 572-1 (2012)	$f_k = 45$	N/mm <sup>2</sup>
ESG nach EN 12150-1 (2000)	$f_k = 120$	N/mm <sup>2</sup>
ESG-emailliert* nach EN 12150-1 (2000)	$f_k = 75$	N/mm <sup>2</sup>
TVG nach EN 1863-1 (2011)	$f_k = 70$	N/mm <sup>2</sup>
TVG-emailliert* nach EN 1863-1 (2011)	$f_k = 45$	N/mm <sup>2</sup>

\*emaillierte Seite unter Zugspannung

### 1.16.5 Vergleich Bemessungskonzept Glas

Die Bauherrschaft möchte die Glasbrüstung in 3 Ländern verwenden: Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien. In der Glasbemessung in Deutschland darf im Gegensatz zu Österreich kein Schubverbund berücksichtigt werden. Somit ist der Nachweis lt. DIN 18008 auch in Österreich gültig.

Die Zuordnung in absturzsichernde Konstruktionen erfolgt in Österreich lt. ÖNORM B3716-3 und in Deutschland lt. DIN 18008-4. In Österreich wird die Verglasung der „Verglasungsgruppe 2“ zugeordnet. In Deutschland wird die Verglasung der „Kategorie B“ zugeordnet. Die Anforderungen an Bemessung und Glastypologien sind identisch.

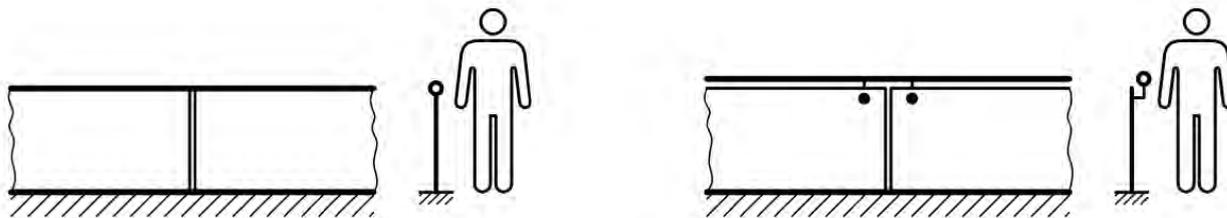


Es bedeutet:

$a$  – mindestens 150 mm (Richtwert)

$b$  – maximal 300 mm (Richtwert)

**Bild 5 — Beispiel der Verglasungsgruppe 2**



b) Beispiele für Kategorie B

### 1.16.6 Verbundfolie

Polyvinyl-Butyral Folie (PVB)

Mechanische Eigenschaften bei 23°C

Reißfestigkeit

> 20

N/mm<sup>2</sup>

Bruchdehnung

> 250%

Diese Eigenschaften sind vom Hersteller der Folien durch die Werkbescheinigung „2.1“ nach EN 10204 2005-01-01 zu bestätigen.

Für Verbundsicherheitsglas aus SentryGlas SGP 5000 mit ESG, ESG-H, TVG und emailliertem ESG bzw. emailliertem TVG gelten die in den TRLV bzw. die in der entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für TVG angegeben zulässigen Spannungen.

### 1.16.8 SGP-Zwischenschicht (SentryGlas SG 5000)

Zulassung

Gültig bis

Nr. Z-70.3-170

14.04.2020

Lastfall		Schubmodul G [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{vsg}^{12}$	$k_{mod}$
Fassadenbereich	<b>Verglasungen ohne absturzsichernde Funktion</b>			
	Lastfall Wind	100	1	0,7
	<b>Verglasungen mit absturzsichernder Funktion</b>			
	Lastfall horizontale Nutzlast infolge von Personen <sup>13</sup>	4	1	0,7
	Lastfall Holm und Wind	65	1	0,7
Innenbereich	<b>Verglasungen ohne absturzsichernde Funktion</b>			
	Lastfall Wind	100	1	0,7
	<b>Verglasungen mit absturzsichernder Funktion</b>			
	Lastfall Holm	65	1	0,7
	Lastfall Holm und Wind	65	1	0,7
Überkopf-bereich	Lastfall Schnee	60	1	0,4
	Lastfall Wind und Schnee	60	1	0,7
	Lastfall Eigengewicht	0	1,1	0,25

Abbildung 1.11 (Quelle: Z-70.3-170)

Tabelle 2: Kennwerte für Schubmodule entsprechend der Zwischenschichttemperatur

Zwischenschichttemperatur T [°C]	30	35	40	45	50	55	60
Schubmodul G [N/mm <sup>2</sup> ]	65	30	9	7	4	3	2

Abbildung 1.12 (Quelle: Z-70.3-170)

Für Verbundsicherheitsglas aus SentryGlas SGP 5000 mit ESG, ESG-H, TVG und emailliertem ESG bzw. emailliertem TVG gelten die in der entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für TVG angegeben zulässigen Spannungen.

## 1.17 Ausführung von Stahl und Aluminiumtragwerken – EN1090

### 1.17.1 Berechnung

Von Hand bzw. Taschenrechner und elektronische Berechnung mit Computer und dazugehörigen Programmen.

## 1.18 Ausführungsklasse für Aluminium nach EN 1999-1-1

Lt. Anhang A.4 hängt die Ausführungsklasse von der Schadensfolgeklasse (CC1 bis CC3 lt. EN 1990), der Beanspruchungskategorie (SC1 oder SC2) und der Fertigungskategorie (PC1 oder PC2) ab:

### Schadensfolgeklasse nach EN1990:

Tabelle B.1 — Klassen für Schadensfolgen

Schadensfolgeklassen	Merkmale	Beispiele im Hochbau oder bei sonstigen Ingenieurbauwerken
CC 3	Hohe Folgen für Menschenleben <u>oder</u> sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Tribünen, öffentliche Gebäude mit hohen Versagensfolgen (z. B. eine Konzerthalle)
CC 2	Mittlere Folgen für Menschenleben, beeinträchtigende wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Wohn- und Bürogebäude, öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen (z. B. ein Bürogebäude)
CC 1	Niedrige Folgen für Menschenleben <u>und</u> kleine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Landwirtschaftliche Gebäude ohne regelmäßigen Personenverkehr (z. B. Scheunen, Gewächshäuser)

Abbildung 1.13 (Quelle: EN 1990 (2010) Kapitel B.3 Tabelle B.1)

### Schadensfolgeklasse nach ON B1990-1

Tabelle B.1 — Schadensfolgeklassen

Schadensfolgeklassen	Merkmale	Beispiele im Hochbau oder bei sonstigen Ingenieurbauwerken
CC 3	Hohe Folgen für Menschenleben <b>oder</b> sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauwerke (oder eigenständige Bauwerksteile) mit einem widmungsgemäßen Fassungsvermögen für mehr als 1 000 Personen (wie z. B. Krankenanstalten, Einkaufszentren, Stadien, Bildungseinrichtungen)</li> <li>– Bauwerke, die eine Energie- und Versorgungsfunktion erfüllen</li> <li>– Bauwerke und Einrichtungen, die für den Katastrophenschutz dienen</li> <li>– Bauwerke, die unter die SEVESO II Richtlinie fallen</li> <li>– Bauwerke, die mehr als 16 oberirdische Geschoße besitzen</li> </ul>
CC 2	Mittlere Folgen für Menschenleben, beträchtliche wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauwerke, die nicht der Schadensfolgeklasse CC1 oder CC3 zuzuordnen sind</li> </ul>
CC 1	Niedrige Folgen für Menschenleben <b>und</b> kleine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gebäude mit nicht mehr als drei oberirdischen Geschoßen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 7 m, bestehend aus höchstens fünf Wohnungen bzw. Betriebseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße</li> <li>– Reihenhäuser mit nicht mehr als drei oberirdischen Geschoßen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 7 m, bestehend aus Wohnungen bzw. Betriebseinheiten von jeweils nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße</li> <li>– landwirtschaftlich genutzte Bauwerke mit niedriger Personenfrequenz</li> </ul>

Abbildung 1.14 (Quelle: ON B 1990-1 (2013) Kap. B.3.1 Tabelle B.1)

### Schadensfolgeklasse nach DIN EN1990/NA oder UNI

#### Beanspruchungskategorie:

Tabelle A.1 — Kriterien für die Beanspruchungskategorie

	Kriterium
SC1	Tragwerke, die quasi ruhenden Lasten ausgesetzt sind <sup>a</sup>
SC2	Tragwerke, die wiederholten Einwirkungen in einem Maß ausgesetzt sind, das den Prüfplan für ermüdungsbeanspruchte Bauteile erfordert <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Leitlinien dazu, ob ein Bauteil oder Tragwerk quasi ruhenden Lasten ausgesetzt und der Kategorie SC1 zuzuordnen ist, sind EN 1999-1-3 zu entnehmen.

<sup>b</sup> Die Beanspruchungskategorie SC2 sollte für die Fälle gelten, für die SC1 nicht zutrifft.

Abbildung 1.15 (Quelle: EN 1999-1-1 (2014) Kapitel A.4 Tabelle A.1)

#### Herstellungskategorie:

Tabelle A.2 — Kriterien für Herstellungskategorie

Kategorie	Kriterium
PC1	Nicht geschweißte Bauteile
PC2	Geschweißte Bauteile

Abbildung 1.16 (Quelle: EN 1999-1-1 (2014) Kapitel A.4 Tabelle A.2)

### Kontrolle / Überwachung nach EN 1990 Tabelle B.4

Zuverlässigkeitsklasse (entspricht der Schadensfolgeklasse): CC2 / RC2

Es wird eine Überwachung nach der Tabelle B.4 durchgeführt: DSL2

**Datenschutz**

Der Datenschutz wird durch GFE Engineering G.m.b.H. gewährleistet

**Ausführungsklasse:**

Tabelle A.3 — Festlegung der Ausführungsklasse

Schadensfolgeklasse		CC1		CC2		CC3	
Beanspruchungskategorie		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Herstellungskategorie	PC1	EXC1	EXC1	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC3 <sup>a</sup>
	PC2	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC4

<sup>a</sup> Für spezielle Tragwerke oder Tragwerke mit extremen Folgen eines Versagens sollte die EXC4 entsprechend Nationaler Festlegungen auch bei den durch diese Fußnote gekennzeichneten Fällen angewendet werden.

Abbildung 1.17(Quelle: EN 1999-1-1 Kapitel A.5 Tabelle A.3)

Bauteil: Aluminiumprofil

Ausführungsklasse: Die Ausführungsklasse ist projektbezogen zu definieren, ist aber niemals größer als EXC 3.

## 2 Dauerhaftigkeit nach EN 1990 (Kapitel 2.4)

Die geplante Nutzungsdauer wird in der Berechnung berücksichtigt (zeitabhängige Veränderung der Eigenschaften infolge Umwelteinflüsse bzw. Instandhaltungsmaßnahmen). Die Bauteile, die anfällig sind gegen Abnutzung, Ermüdung und auf Korrosion müssen so konstruiert werden, dass die Bauwerksinspektion, Wartung und Instandsetzung in geeigneter Form möglich ist.

Für Bauteile, die nicht inspiziert werden können, muss ein geeigneter Korrosions- bzw. Oberflächenschutz vorgesehen werden.

### 3 Lastannahmen

#### 3.1 Allgemeine Angaben und Normwerte

#### 3.2 Vertikale Lasten

$$g_{k\text{Glas}} = 25 \text{ kN/m}^3$$

Maximale Glasstärke = 2 x 10 mm

$$g_{k\text{Aluminium}} = 27 \text{ kN/m}^3$$

$$A_{\text{Profil}} = 28,57 \text{ cm}^2$$

$$g_{k\text{lin}} = 1,21 \text{ m} \times 2 \times 0,01 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 + 0,002857 \text{ m}^2 \times 27 \text{ kN/m}^3 = 0,68 \text{ kN/m}$$

Das Eigengewicht der Zwischenfolie und eventueller Abdeckbleche wird mit

$$g_{k\text{Zusatz}} = 0,05 \text{ kN/m}$$

berücksichtigt.

$$g_{k\text{calc}} = 0,7 \text{ kN/m} + 0,05 \text{ kN/m} = 0,75 \text{ kN/m}$$

In Österreich sind laut nationaler Ergänzung zur ÖNORM EN 1991-1-1 bei Absturzsicherungen noch eine Vertikallast von  $q_k = 0,5 \text{ kN/m}$  bzw. eine vertikale Einzelkraft von  $Q_k = 1,0 \text{ kN}$  anzusetzen. Diese Lasten sind jedoch nicht gleichzeitig mit den Horizontallasten anzusetzen.

#### 3.3 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ1

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz anzusetzenden horizontalen Holmlasten erläutert. Das Brüstungselement soll nach Vorgaben der Bauherrschaft in den oben angeführten Ländern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Bemessung mit den maßgebenden horizontalen Lasten nach den Normen der vier Länder durchgeführt.

Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet. Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 1 (aufgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.

Die Auflagerkräfte für die Bemessung der Dübel, die mittels Handrechnung berechnet wurden, liegen auf der sicheren Seite, da sie mit einem kleineren Hebelsarm als das FE-Modell berechnet wurden.

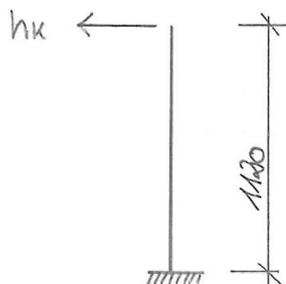


Abb.: Statisches System Verglasung

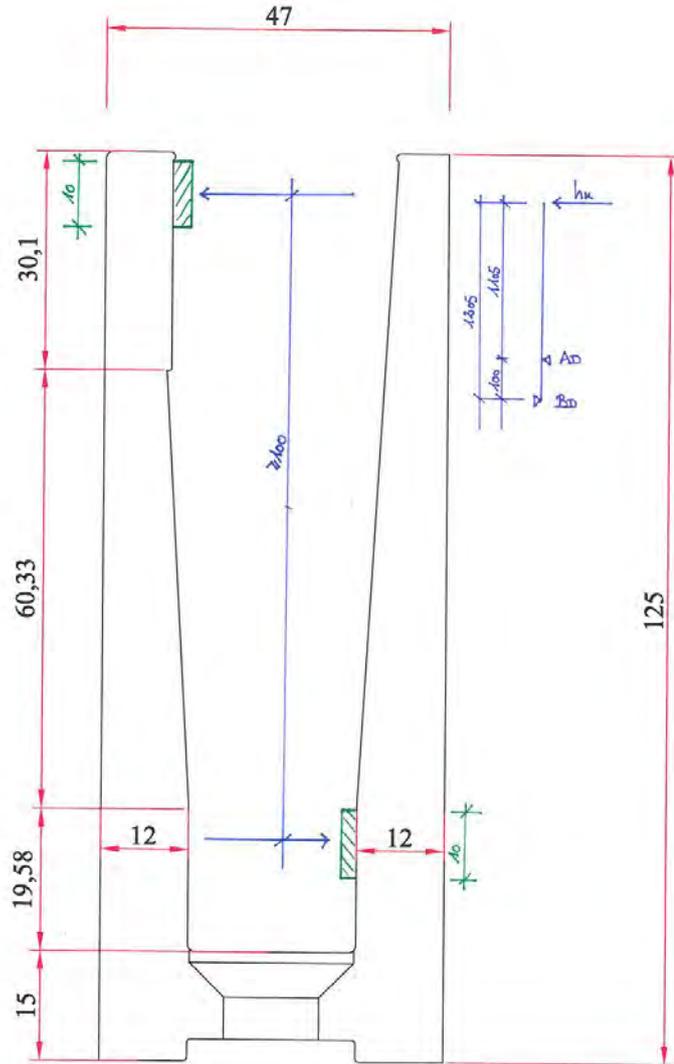


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

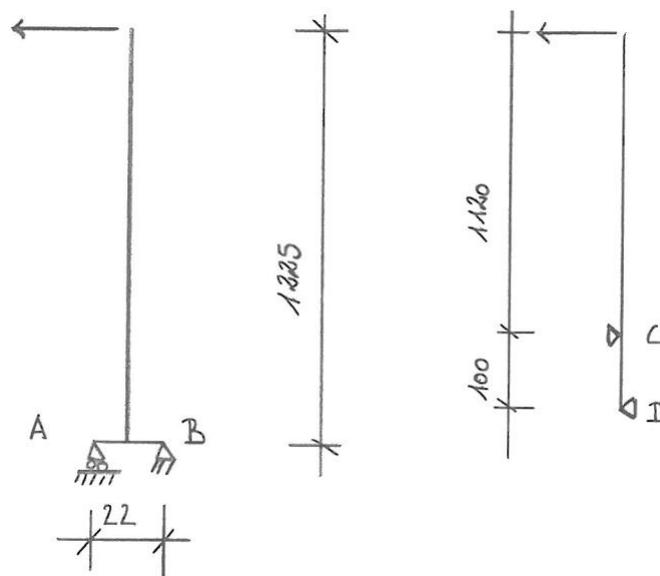


Abb.: Statisches Gesamtsystem

Sicherheitsfaktor Last  $\gamma = 1,5$

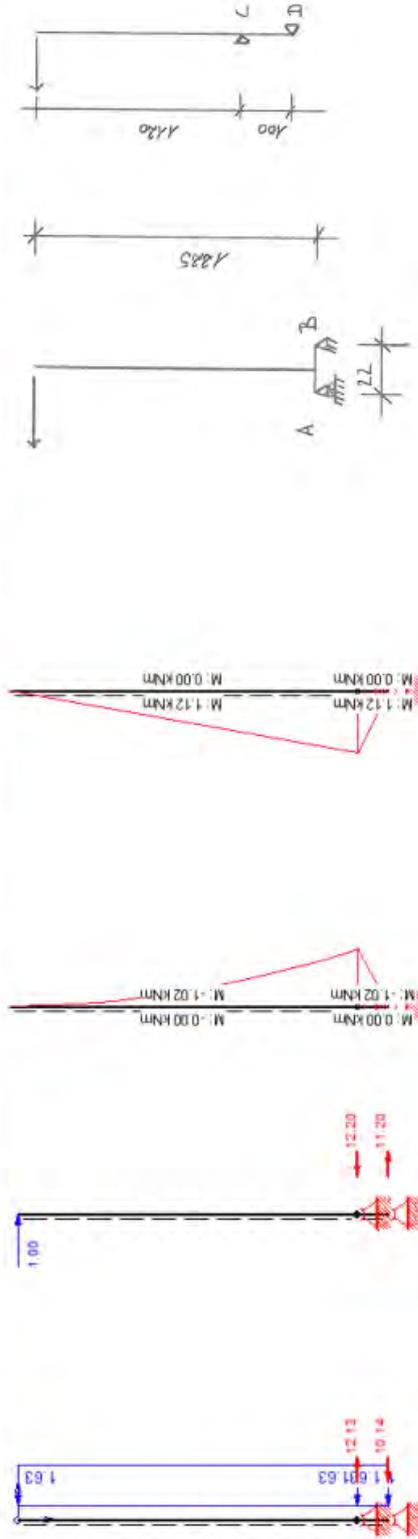
Geometrie		Brüstungsprofil#	1
$l_1$ [mm]	=	1225	
$l_2$ [mm]	=	22	
$l_3$ [mm]	=	1120	
$l_4$ [mm]	=	100	

Last in Abstruzrichtung

Holmlast $h_k$	$h_d$	Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas				Lasten auf Glas				Lasten auf Glas FE-Modell							
		$M_{\text{GK, Einsp}}$ [kNm/m]	$M_{\text{ed, Einsp}}$ [kNm/m]	$A_k$ [kN/m]	$A_{\text{diver}}$ [kN/m]	$e_{\text{Dübel}}$ [mm]	$B_k$	$B_{\text{diver}}$	$B_{\text{inor}}$	$B_{\text{diverDübel}}$	$B_{\text{inorDübel}}$	$M_{\text{e, Glas}}$	$M_{\text{ed, Glas}}$	$C_k$	$C_d$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{\text{kFE}}$	$C_{\text{dFE}}$	$D_{\text{kFE}}$	$D_{\text{dFE}}$		
1	1,5	1,23	1,84	-55,7	-83,5	200,0	-55,7	-83,5	1,5	-16,70	0,30	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-2,4	-3,7	2,2	3,4	-2,4	-3,7	2,2	3,4
2	3	2,45	3,68	-111,4	-167,0	100,0	-111,4	-167,0	3,0	-16,70	0,30	2,2	3,4	-24,4	-36,6	22,4	33,6	-2,4	-3,7	2,2	3,4	-2,4	-3,7	2,2	3,4
3	4,5	3,68	5,51	-167,0	-250,6	100,0	-167,0	-250,6	4,5	-25,06	0,45	3,4	5,0	-36,6	-54,9	33,6	50,4	-3,7	-5,5	3,4	5,0	-3,7	-5,5	3,4	5,0

Äquivalente Windlast

Windlast $W_k$	$W_d$	Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas				Lasten auf Glas				Lasten auf Glas FE-Modell							
		$M_{\text{GK, Einsp}}$ [kNm/m]	$M_{\text{ed, Einsp}}$ [kNm/m]	$A_k$ [kN/m]	$A_{\text{diver}}$ [kN/m]	$e_{\text{Dübel}}$ [mm]	$B_k$	$B_{\text{diver}}$	$B_{\text{inor}}$	$B_{\text{diverDübel}}$	$B_{\text{inorDübel}}$	$M_{\text{e, Glas}}$	$M_{\text{ed, Glas}}$	$C_k$	$C_d$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{\text{kFE}}$	$C_{\text{dFE}}$	$D_{\text{kFE}}$	$D_{\text{dFE}}$		
1,63	2,45	1,22	1,84	-55,7	-83,5	200,0	-55,7	-83,5	2,4	-16,70	0,49	1,02	1,54	-12,1	-18,2	10,16	15,2	-2,4	-3,64	2,03	3,05	-2,4	-3,64	2,03	3,05
3,26	4,90	2,45	3,67	-111,3	-167,0	100,0	-111,3	-167,0	4,9	-16,70	0,49	2,05	3,07	-24,3	-36,4	20,31	30,5	-2,4	-3,64	2,03	3,05	-2,4	-3,64	2,03	3,05
4,90	7,35	3,68	5,51	-167,1	-250,6	100,0	-167,1	-250,6	7,3	-25,06	0,73	3,07	4,61	-36,5	-54,7	30,48	45,7	-3,6	-5,47	3,05	4,57	-3,6	-5,47	3,05	4,57



### 3.3.1 Deutschland:

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Tabelle 6.12DE — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen

Spalte	1	2
Zeile	Belastete Fläche nach Kategorie	
	Horizontale Nutzlast $q_k$ kN/m	
1	A, B1, H, F1 <sup>b</sup> bis F4 <sup>b</sup> , T1, Z <sup>a</sup>	0,5
2	B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 <sup>c</sup> , E1.2 <sup>c</sup> , E2.1 <sup>c</sup> bis E2.5 <sup>c</sup> , FL1 <sup>b</sup> bis FL6 <sup>b</sup> , HC, T2, Z <sup>a</sup>	1,0
3	C5, C6, T3	2,0

<sup>a</sup> Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen.

<sup>b</sup> Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen.

<sup>c</sup> Bei Flächen der Kategorie E1.1, E1.2, E2.1 bis E2.5, die nur zu Kontroll- und Wartungszwecken begangen werden, sind die Lasten in Abstimmung mit dem Bauherrn festzulegen, jedoch mindestens 0,5 kN/m.

(2) Die horizontalen Nutzlasten nach Tabelle 6.12 DE sind in Absturzrichtung in voller Höhe und in der Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m, anzusetzen.

Abbildung 18 Tabelle 6.12DE (Quelle DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12)

Lt. DIN EN 1991-1-1 sind die horizontalen Nutzlasten in Absturzrichtung in voller Höhe und in Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m anzusetzen.

In Deutschland sind folgende Fälle zu untersuchen:

- a. Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m
- b. Holmlast 2 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 1 kN/m

Die maximale Dübelbelastung tritt bei einer Holmlast von  $h_k = 2 \text{ kN/m}$  auf.

$$D_{dver} = 167 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 100 mm.

$$\rightarrow A_{d,100} = 16,7 \text{ kN pro Dübel}$$

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung. Diese beträgt **1,63 kN/m<sup>2</sup>**.

Die Windlast setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$W_e = q_{p(z_e)} \times C_{pe}$$

Der Geschwindigkeitsdruck  $q_{p(z_e)}$  kann laut DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 mit einem vereinfachten Verfahren berechnet werden. Es gelten folgende Randbedingungen:

1. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
2. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
3. Breite Gebäude  $\geq 5 \text{ m}$

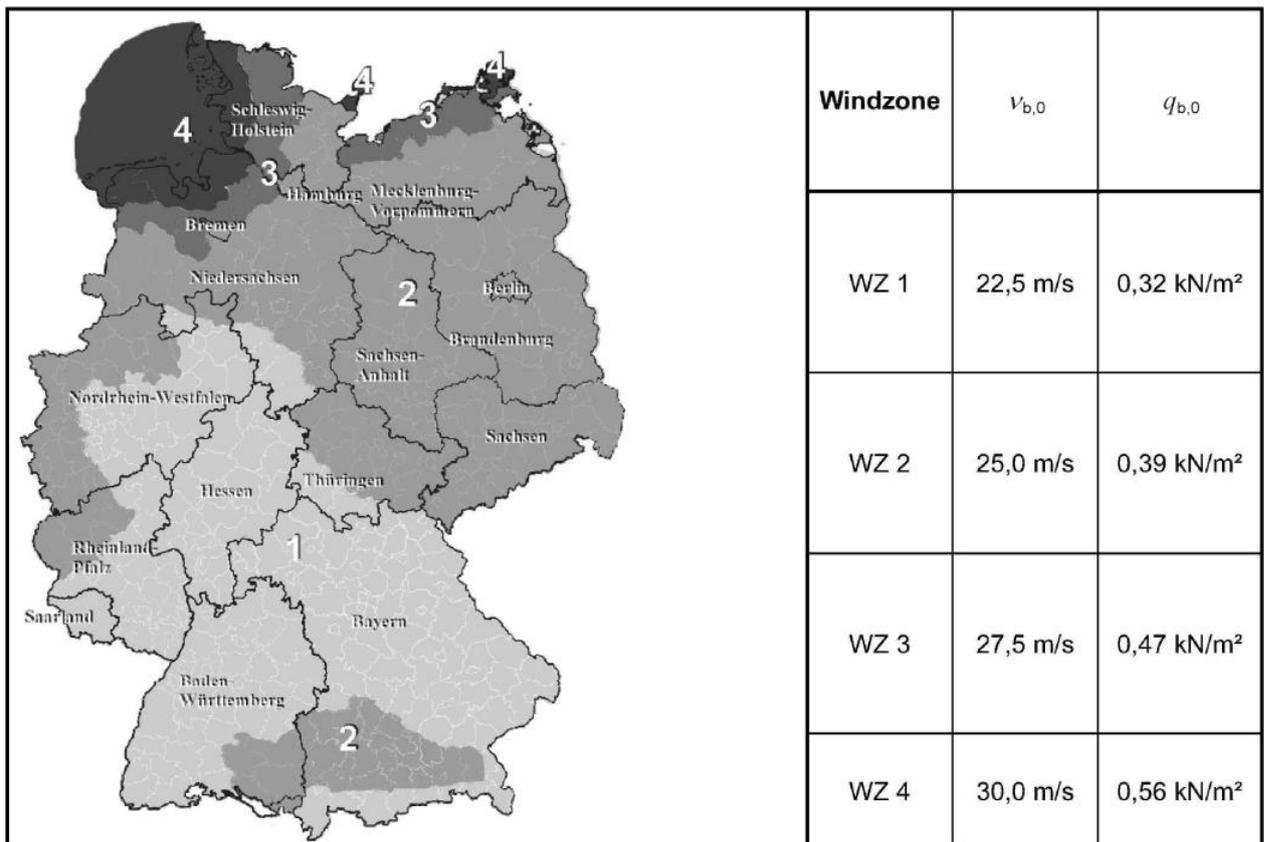


Abbildung 19 Windzonenkarte Deutschland

Tabelle NA.B.3 — Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone		Geschwindigkeitsdruck $q_p$ in $\text{kN/m}^2$ bei einer Gebäudehöhe $h$ in den Grenzen von		
		$h \leq 10\text{m}$	$10\text{ m} < h \leq 18\text{ m}$	$18\text{ m} < h \leq 25\text{ m}$
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	—	—

Abbildung 20 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Der Außendruckbeiwert  $c_{pe}$  entspricht dem für vertikale Wände und rechteckiger Gebäude. **Freistehende Brüstungen haben andere Außendruckbeiwerte und hier ist ein getrennter Nachweis zu führen.**

Für die Berechnung der äquivalenten Windlast werden die Windlastbereiche A und D mit einem Außendruckbeiwert  $c_{pe,1}$  berechnet. Dabei ist der  $c_{pe,1}$  Wert für den Bereich A mit -1,7 maßgebend.

Nachfolgend ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann.

Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.

DIN EN 1991-1-4 definiert Küste als küstennahes Gebiet in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

Vergleich mit Holmlast $1,0\text{ kN/m} \rightarrow w_k \leq 1,63\text{ kN/m}^2$			
Windzone	Äquivalente Windlast $w_e$ [ $\text{kN/m}^2$ ]		
	$h \leq 10\text{ m}$	$10\text{ m} < h \leq 18\text{ m}$	$18\text{ m} < h \leq 25\text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

Vergleich mit Holmlast 2,0 kN/m -->  $w_k \leq 3,26 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$w_e =$		
	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

### 3.3.2 Österreich

**Tabelle 6 — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen**

Nutzungskategorie	$q_k$
	kN/m
Kategorien A und B1	0,5
Kategorien B2 und C1	1,0
Kategorien C2 bis C4 und D	1,0
Kategorie C5	3,0
Kategorie E	1,0

Für Personenabsturzsicherungen in Gebäuden der Kategorien F und G ist eine horizontale Last von 1,0 kN/m anzusetzen.

Abbildung 21 Tabelle 6 (Quelle ÖNORM EN 1991-1-1;2011)

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

- Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

**$H_k = 1 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -55,7 \text{ kN/m}$

$W_k = 1,63 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.

-->  $B_{d,200} = -16,7 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 3 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -167 \text{ kN/m}$

$W_k = 4,9 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 100 mm.

-->  $B_{d,100} = -25,06 \text{ kN pro Dübel}$

### 3.3.3 Schweiz

Tabelle 20: Charakteristische Werte der horizontalen Kräfte auf Abschränkungen für Personen

Bauwerkstyp	Nutzung		$q_k$ [kN/m]
Gebäude	Kategorie	Art der Nutzfläche	
	A, B, D	Wohn-, Büro- und Verkaufsflächen	0,8
	C	Versammlungsflächen	1,6 <sup>1)</sup>
	E, F, G	Lager-, Fabrikations-, Park- und Verkehrsflächen	0,8 <sup>2)</sup>
Brücken	alle Verkehrsarten		1,6 <sup>1) 3)</sup>
Dienststege	nicht öffentlich zugänglich		0,4

<sup>1)</sup>  $q_k$  muss auf mindestens 3,0 kN/m erhöht werden, wenn ein Menschengedränge möglich ist.  
<sup>2)</sup> Für spezielle Nutzungen von Lager- und Fabrikationsflächen ist  $q_k$  projektspezifisch festzulegen.  
<sup>3)</sup>  $q_k$  darf um höchstens 50% reduziert werden, wenn kein Menschengedränge möglich ist.

Abbildung 22 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz sind folgende Fälle zu untersuchen:

- Holmlast 0,8 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- Holmlast 1,6 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

Auf der sicher liegenden Seite werden die im Fall a) und b) die Einwirkungen und Widerstände von 1 kN/m und 2 kN/m verwendet.

Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien eingesetzt werden.

**$H_k = 1 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -55,7 \text{ kN/m}$

$W_k = 1,63 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.

-->  $B_{d,200} = -16,7 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 2 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -111,4 \text{ kN/m}$

$W_k = 3,26 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 100 mm.

-->  $B_{d,100} = -16,7 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 3 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -167 \text{ kN/m}$

$W_k = 4,9 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 100 mm.

-->  $B_{d,100} = -25,06 \text{ kN pro Dübel}$

### 3.4 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 2

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz anzusetzenden horizontalen Holmlasten erläutert. Das Brüstungselement soll nach Vorgaben der Bauherrschaft in den oben angeführten Ländern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Bemessung mit den maßgebenden horizontalen Lasten nach den Normen der vier Länder durchgeführt.

Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet. Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 2 (vorgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.

Die Auflagerkräfte für die Bemessung der Dübel, die mittels Handrechnung berechnet wurden, liegen auf der sicheren Seite, da sie mit einem kleineren Hebelsarm als das FE-Modell berechnet wurden.

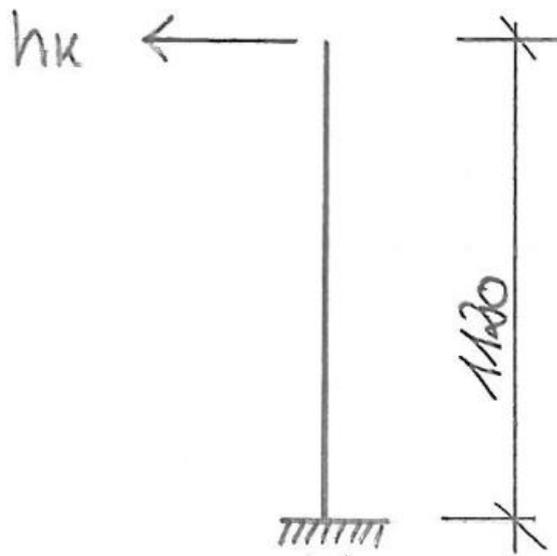


Abb.: Statisches System Verglasung

Das statische Gesamtsystem ändert sich bei diesem Profil in Abhängigkeit von Winddruck und Windsog, da das Profil selbst und die Dübel, dann anders beansprucht werden.

Daher wird das Profil in Absturzrichtung und gegen Absturzrichtung getrennt untersucht.

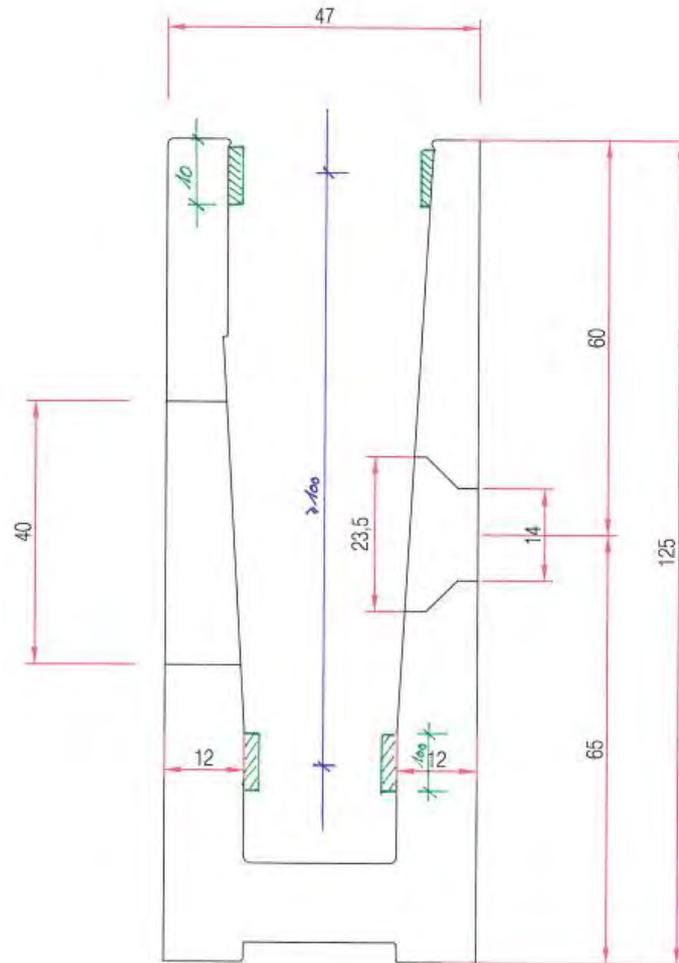


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

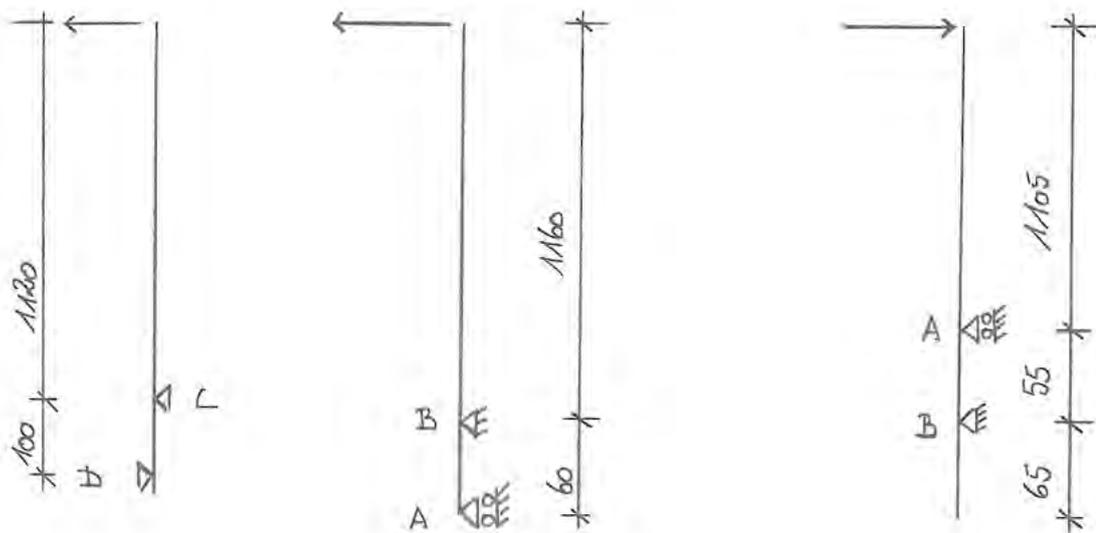


Abb.: Statisches Gesamtsystem

Sicherheitsfaktor Last	
$\gamma_{variabel}$	1,5
$\gamma_{ständig}$	1,35
$g_{klin}$	0,75 kN/m
$Q_k$	1 kN

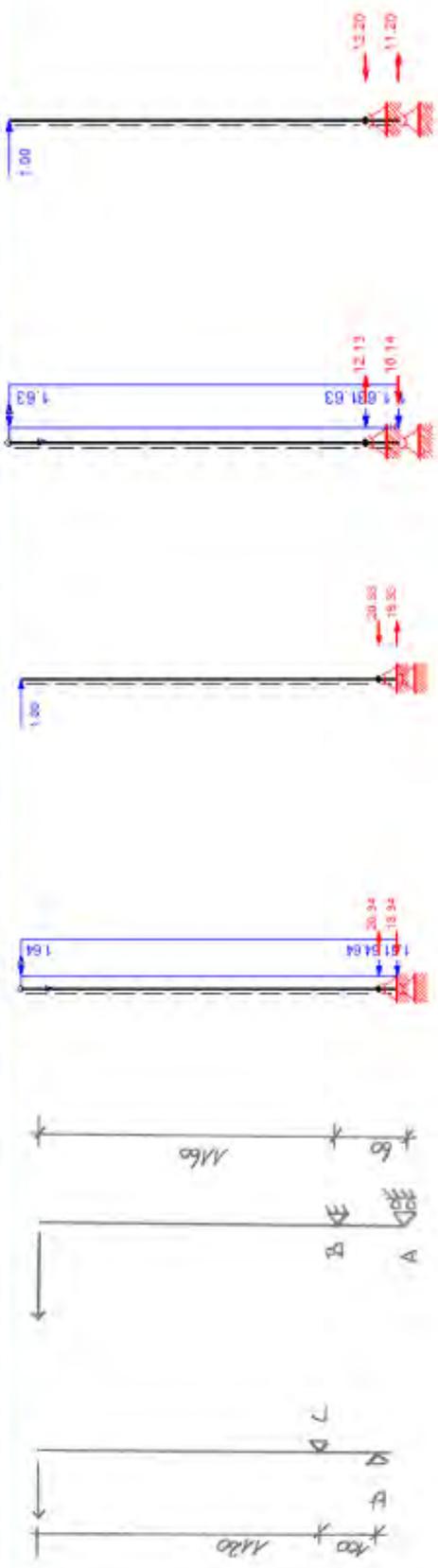
Brüstungsprofil# 2	
$l_1$ [mm]	1160
$l_2$ [mm]	60
$l_3$ [mm]	1120
$l_4$ [mm]	100

Last in Abstrichrichtung

Holmlast $h_k$ [kN/m]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell						
	$A_k$ [kN/m]	$A_{thor}$ [mm]	$B_{thor}$ [kN/m]	$B_{thorDübel}$ [kN]	$M_{k,Glas}$ [kNm/m]	$M_{ed,Glas}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$		
1	19,3	29,0	20,3	30,5	1,80	9,15	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-3,7	-5,5	3,4	5,0
2	38,7	58,0	40,7	61,0	1,65	9,15	2,2	3,4	-24,4	-36,6	22,4	33,6	-3,7	-5,5	3,4	5,0
3	58,0	87,0	61,0	91,5	1,65	13,73	3,4	5,0	-36,6	-54,9	33,6	50,4	-5,5	-8,2	5,0	7,6

Äquivalente Windlast

Windlast $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell						
	$A_k$ [kN/m]	$A_{thor}$ [mm]	$B_{thor}$ [kN/m]	$B_{thorDübel}$ [kN]	$M_{k,Glas}$ [kNm/m]	$M_{ed,Glas}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$		
1,64	2,46	27,5	20,3	30,5	1,80	9,15	1,03	1,54	-12,2	-18,3	10,20	15,3	-3,7	-5,49	3,06	4,59
3,28	4,92	55,0	40,7	61,0	1,65	9,15	2,06	3,08	-24,4	-36,6	20,40	30,6	-3,7	-5,49	3,06	4,59
4,92	7,38	82,5	61,0	91,5	1,65	13,73	3,08	4,63	-36,6	-54,9	30,60	45,9	-5,5	-8,23	4,59	6,88



Sicherheitsfaktor Last	
$\gamma_{variabel} =$	1,5
$\gamma_{ständig} =$	1,35
$g_{klin} =$	0,75 kN/m
$Q_k =$	1 kN

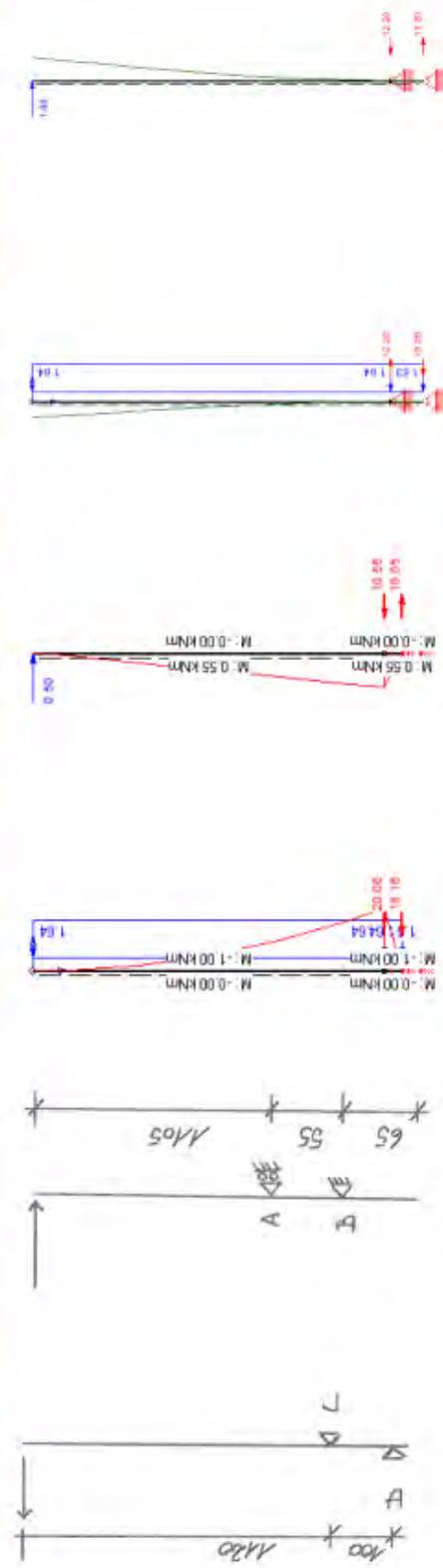
Brüstungsprofil# 2	
$l_1$ [mm] =	1105
$l_2$ [mm] =	55
$l_3$ [mm] =	1120
$l_4$ [mm] =	100

Last gegen Absturznichtung

Holmlast $h_k$ $h_d$ [kN/m]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell								
	$A_k$ [kN/m]	$A_{dhor}$ [mm]	$B_{dhor}$ [kN/m]	$B_{dhor}$ [kN]	$M_{ekGlas}$ [kNm/m]	$M_{edGlas}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$				
0,5	0,75	10,5	15,8	300,0	10,0	15,1	1,80	4,52	0,6	0,8	-6,1	-9,2	5,6	8,4	-1,8	-2,7	1,7	2,5
1	1,5	21,1	31,6	150,0	20,1	30,1	1,65	4,52	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-1,8	-2,7	1,7	2,5
1,5	2,25	31,6	47,5	150,0	30,1	45,2	1,65	6,78	1,7	2,5	-18,3	-27,5	16,8	25,2	-2,7	-4,1	2,5	3,8

Äquivalente Windlast

Windlast $w_k$ $w_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell								
	$A_k$ [kN/m]	$A_{dhor}$ [mm]	$B_{dhor}$ [kN/m]	$B_{dhor}$ [kN]	$M_{ekGlas}$ [kNm/m]	$M_{edGlas}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$				
0,82	1,23	10,03	15,0	300,0	9,1	13,6	1,80	4,09	0,51	0,77	-6,1	-9,2	5,10	7,7	-1,8	-2,75	1,53	2,30
1,64	2,46	20,06	30,1	150,0	18,2	27,2	1,65	4,09	1,03	1,54	-12,2	-18,3	10,20	15,3	-1,8	-2,75	1,53	2,30
2,46	3,69	30,09	45,1	150,0	27,2	40,9	1,65	6,13	1,54	2,31	-18,3	-27,5	15,31	23,0	-2,7	-4,12	2,30	3,44



### 3.4.1 Deutschland:

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Tabelle 6.12DE — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen

Spalte	1	2
Zeile	Belastete Fläche nach Kategorie	
	Horizontale Nutzlast $q_k$ kN/m	
1	A, B1, H, F1 <sup>b</sup> bis F4 <sup>b</sup> , T1, Z <sup>a</sup>	0,5
2	B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 <sup>c</sup> , E1.2 <sup>c</sup> , E2.1 <sup>c</sup> bis E2.5 <sup>c</sup> , FL1 <sup>b</sup> bis FL6 <sup>b</sup> , HC, T2, Z <sup>a</sup>	1,0
3	C5, C6, T3	2,0

<sup>a</sup> Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen.

<sup>b</sup> Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen.

<sup>c</sup> Bei Flächen der Kategorie E1.1, E1.2, E2.1 bis E2.5, die nur zu Kontroll- und Wartungszwecken begangen werden, sind die Lasten in Abstimmung mit dem Bauherrn festzulegen, jedoch mindestens 0,5 kN/m.

(2) Die horizontalen Nutzlasten nach Tabelle 6.12 DE sind in Absturzrichtung in voller Höhe und in der Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m, anzusetzen.

Abbildung 23 Tabelle 6.12DE (Quelle DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12)

Lt. DIN EN 1991-1-1 sind die horizontalen Nutzlasten in Absturzrichtung in voller Höhe und in Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m anzusetzen.

In Deutschland sind folgende Fälle zu untersuchen:

- a. Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m
- b. Holmlast 2 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 1 kN/m

Die maximale Dübelbelastung tritt bei einer Holmlast von  $h_k = 2 \text{ kN/m}$  auf.

$$B_{\text{dhor}} = 61 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

$$\rightarrow B_{\text{d},150} = 9,15 \text{ kN pro Dübel}$$

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung. Diese beträgt **3,28 kN/m<sup>2</sup>**.

Die Windlast setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$W_e = q_{p(z_e)} \times C_{pe}$$

Der Geschwindigkeitsdruck  $q_{p(z_e)}$  kann laut DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 mit einem vereinfachten Verfahren berechnet werden. Es gelten folgende Randbedingungen:

- 4. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
- 5. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
- 6. Breite Gebäude  $\geq 5 \text{ m}$

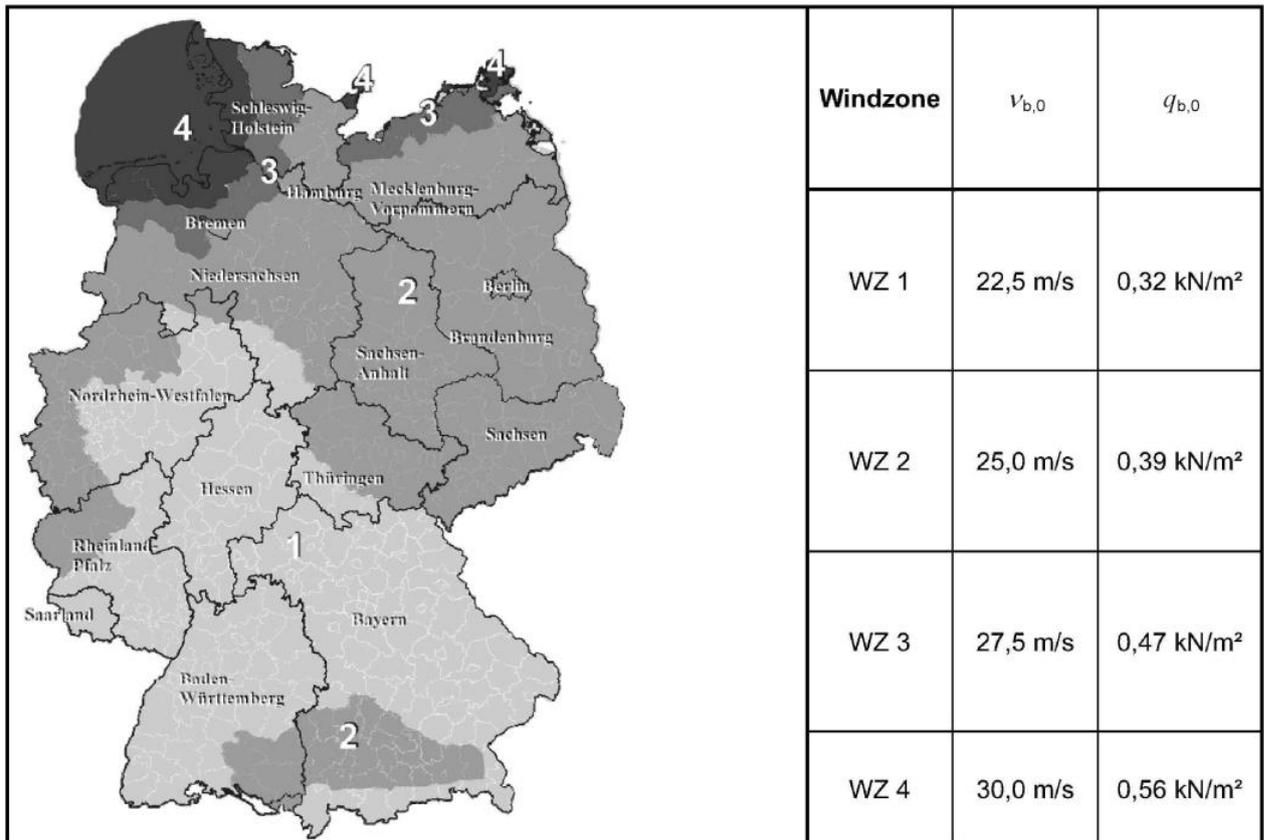


Abbildung 24 Windzonenkarte Deutschland

Tabelle NA.B.3 — Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone		Geschwindigkeitsdruck $q_p$ in $\text{kN/m}^2$ bei einer Gebäudehöhe $h$ in den Grenzen von		
		$h \leq 10\text{m}$	$10\text{ m} < h \leq 18\text{ m}$	$18\text{ m} < h \leq 25\text{ m}$
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	—	—

Abbildung 25 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Der Außendruckbeiwert  $c_{pe}$  entspricht dem für vertikale Wände und rechteckiger Gebäude. **Freistehende Brüstungen haben andere Außendruckbeiwerte und hier ist ein getrennter Nachweis zu führen.**

Für die Berechnung der äquivalenten Windlast werden die Windlastbereiche A und D mit einem Außendruckbeiwert  $c_{pe,1}$  berechnet. Dabei ist der  $c_{pe,1}$  Wert für den Bereich A mit -1,7 maßgebend.

Nachfolgend ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann.

Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.

DIN EN 1991-1-4 definiert Küste als küstennahes Gebiet in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,64 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

Vergleich mit Holmlast 2 kN/m -->  $w_k \leq 3,28 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
	$w_e =$		
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

### 3.4.2 Österreich

**Tabelle 6 — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen**

Nutzungskategorie	$q_k$
	kN/m
Kategorien A und B1	0,5
Kategorien B2 und C1	1,0
Kategorien C2 bis C4 und D	1,0
Kategorie C5	3,0
Kategorie E	1,0

Für Personenabsturzsicherungen in Gebäuden der Kategorien F und G ist eine horizontale Last von 1,0 kN/m anzusetzen.

Abbildung 26 Tabelle 6 (Quelle ÖNORM EN 1991-1-1;2011)

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

- c. Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- d. Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

**$H_k = 1 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -20,3 \text{ kN/m}$

$W_k = 1,64 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.

-->  $B_{d,300} = -9,15 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 3 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -61 \text{ kN/m}$

$W_k = 4,92 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $B_{d,150} = -13,73 \text{ kN pro Dübel}$

### 3.4.3 Schweiz

Tabelle 20: Charakteristische Werte der horizontalen Kräfte auf Abschränkungen für Personen

Bauwerkstyp	Nutzung		$q_k$ [kN/m]
Gebäude	Kategorie	Art der Nutzfläche	
	A, B, D	Wohn-, Büro- und Verkaufsflächen	0,8
	C	Versammlungsflächen	1,6 <sup>1)</sup>
	E, F, G	Lager-, Fabrikations-, Park- und Verkehrsflächen	0,8 <sup>2)</sup>
Brücken	alle Verkehrsarten		1,6 <sup>1)</sup> 3)
Dienststege	nicht öffentlich zugänglich		0,4

<sup>1)</sup>  $q_k$  muss auf mindestens 3,0 kN/m erhöht werden, wenn ein Menschengedränge möglich ist.  
<sup>2)</sup> Für spezielle Nutzungen von Lager- und Fabrikationsflächen ist  $q_k$  projektspezifisch festzulegen.  
<sup>3)</sup>  $q_k$  darf um höchstens 50% reduziert werden, wenn kein Menschengedränge möglich ist.

Abbildung 27 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz sind folgende Fälle zu untersuchen:

- d. Holmlast 0,8 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- e. Holmlast 1,6 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- f. Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

Auf der sicher liegenden Seite werden die im Fall a) und b) die Einwirkungen und Widerstände von 1 kN/m und 2 kN/m verwendet.

Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien eingesetzt werden.

**$H_k = 1 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -20,3 \text{ kN/m}$

$W_k = 1,63 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.

-->  $B_{d,300} = -9,15 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 2 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -40,7 \text{ kN/m}$

$W_k = 3,28 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $B_{d,150} = -9,15 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 3 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -61 \text{ kN/m}$

$W_k = 4,9 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $B_{d,150} = -13,73 \text{ kN pro Dübel}$

### 3.5 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 3

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz anzusetzenden horizontalen Holmlasten erläutert. Das Brüstungselement soll nach Vorgaben der Bauherrschaft in den oben angeführten Ländern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Bemessung mit den maßgebenden horizontalen Lasten nach den Normen der vier Länder durchgeführt.

Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet. Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 3 (vorgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.

Die Auflagerkräfte für die Bemessung der Dübel, die mittels Handrechnung berechnet wurden, liegen auf der sicheren Seite, da sie mit einem kleineren Hebelsarm als das FE-Modell berechnet wurden.

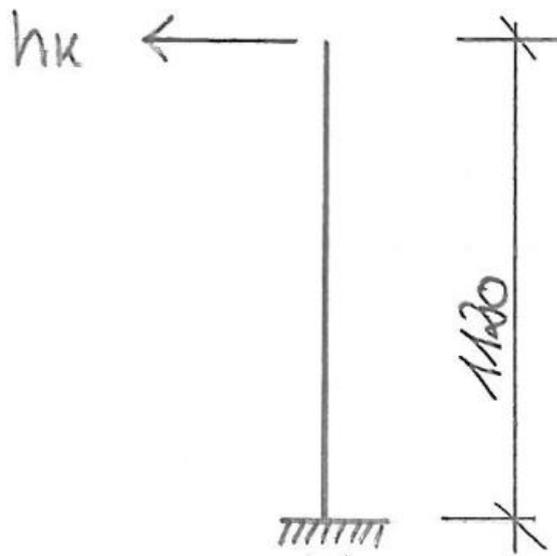


Abb.: Statisches System Verglasung

Das statische Gesamtsystem ändert sich bei diesem Profil in Abhängigkeit von Winddruck und Windsog, da das Profil selbst und die Dübel, dann anders beansprucht werden.

Daher wird das Profil in Absturzrichtung und gegen Absturzrichtung getrennt untersucht.

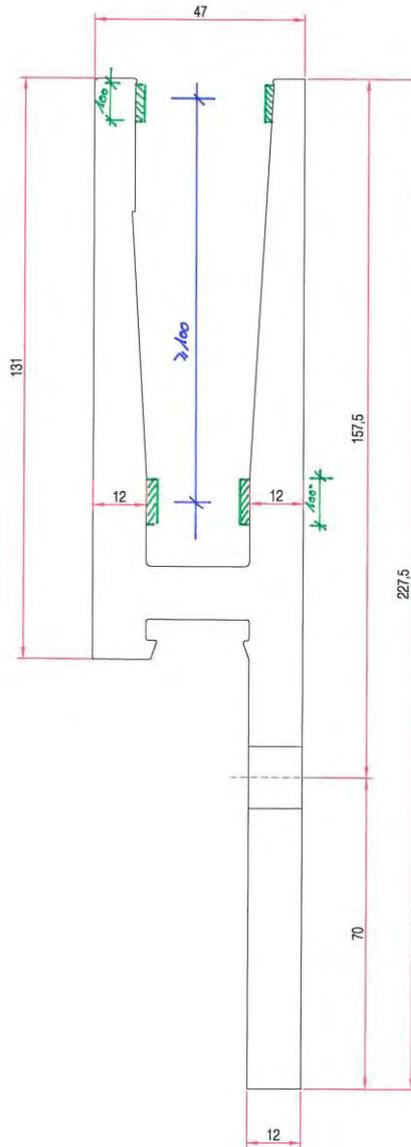


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

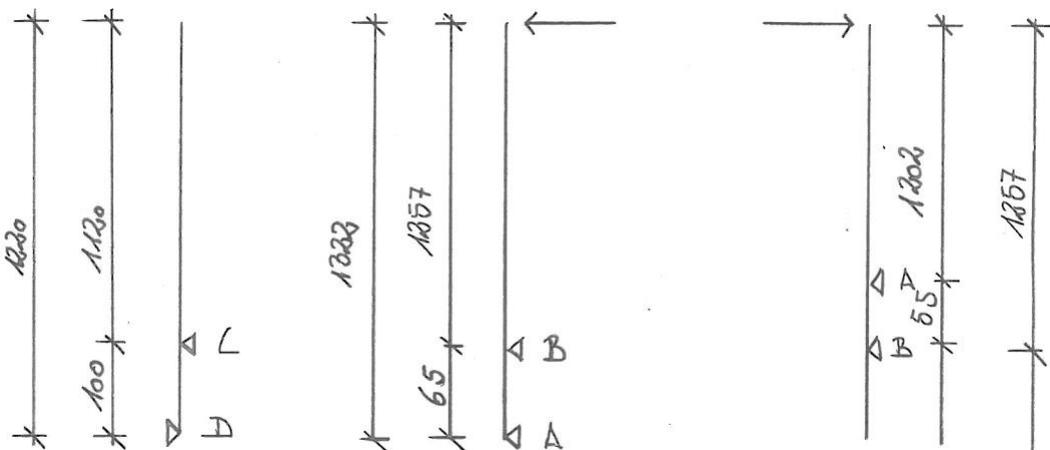
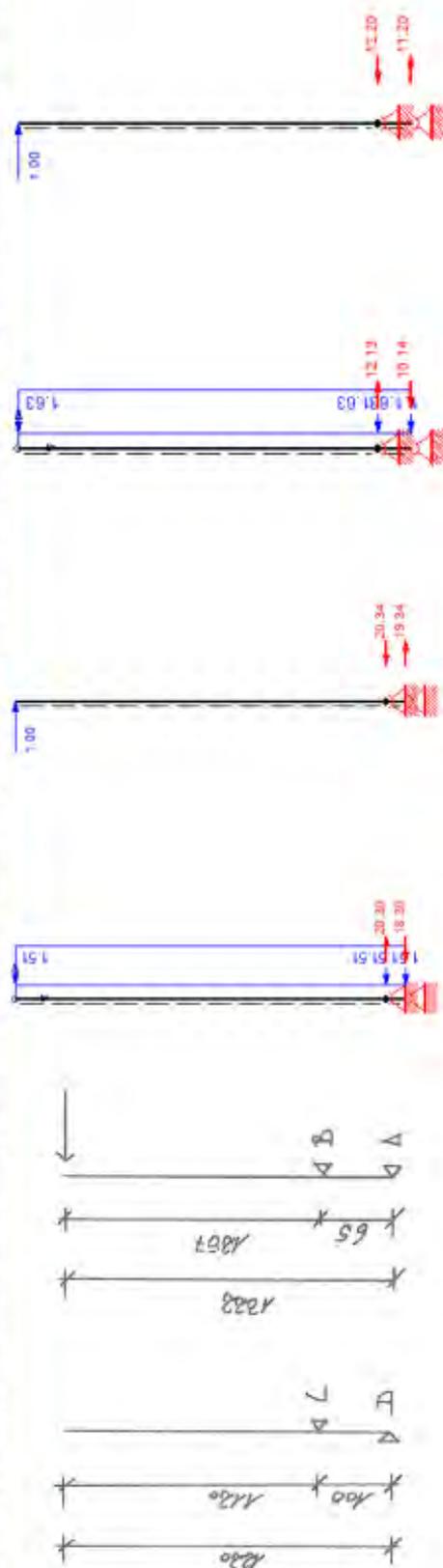


Abb.: Statisches Gesamtsystem

Geometrie		Brüstungsprofil# 3	
$l_1$ [mm]	= 1257	$\gamma_{variabel}$	= 1,5
$l_2$ [mm]	= 65	$\gamma_{ständig}$	= 1,35
$l_3$ [mm]	= 1120	$g_{klin}$	= 0,75 kN/m
$l_4$ [mm]	= 100	$O_k$	= 1 kN

Last in Absturzrichtung		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas		Lasten auf Glas FE-Modell	
Holmlast	Drucklager Beton	$B_{hor}$	$B_{Dübel}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$C_{dFE}$	$D_{dFE}$
$h_k$	$A_k$	[kN/m]	[mm]	[kN]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	19,3	20,3	300,0	1,80	1,1	-12,2	-18,3	-3,7	-5,5
2	38,7	40,7	150,0	1,65	2,2	-24,4	-36,6	-3,7	-5,5
3	58,0	61,0	150,0	1,65	3,4	-36,6	-54,9	-5,5	-8,2
	87,0	91,5	150,0	1,65	5,0				

Äquivalente Windlast		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas		Lasten auf Glas FE-Modell	
Windlast	Drucklager Beton	$B_{hor}$	$B_{Dübel}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$C_{dFE}$	$D_{dFE}$
$W_k$	$A_k$	[kN/m]	[mm]	[kN]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1,51	2,27	20,3	300,0	1,80	0,95	-11,3	-16,9	-3,4	-5,07
3,02	4,54	40,7	150,0	1,65	1,90	-22,5	-33,8	-3,4	-5,07
4,54	6,81	61,0	150,0	1,65	2,85	-33,8	-50,7	-5,1	-7,60
		91,5	150,0	1,65	4,27				



Sicherheitsfaktor Last	
$\gamma_{variabel}$	= 1,5
$\gamma_{ständig}$	= 1,35
$g_{kin}$	= 0,75 kN/m
$Q_k$	= 1 kN

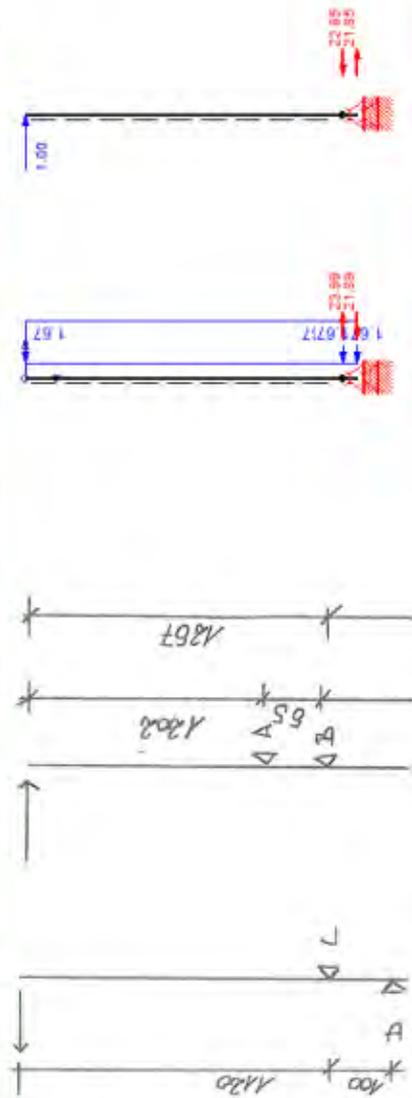
Brüstungsprofil# 3	
$l_1$ [mm]	= 1202
$l_2$ [mm]	= 55
$l_3$ [mm]	= 1120
$l_4$ [mm]	= 100

Last gegen Absturzung

Holmlast $h_k$ [kN/m]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell							
	$A_k$ [kN/m]	$A_{enor}$ [mm]	$B_{thor}$ [kN/m]	$B_{thor}$ [kN]	$M_{edGlas}$ [kNm/m]	$M_{edGlas}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{dFE}$					
0,5	11,4	17,1	300,0	10,9	16,4	1,80	4,92	0,6	0,8	-6,1	-9,2	5,6	8,4	-1,8	-2,7	1,7	2,5
1	22,9	34,3	150,0	21,9	32,8	1,65	4,92	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-1,8	-2,7	1,7	2,5
1,5	34,3	51,4	150,0	32,8	49,2	1,65	7,38	1,7	2,5	-18,3	-27,5	16,8	25,2	-2,7	-4,1	2,5	3,8

Äquivalente Windlast

Windlast $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell							
	$A_k$ [kN/m]	$A_{enor}$ [mm]	$B_{thor}$ [kN/m]	$B_{thor}$ [kN]	$M_{edGlas}$ [kNm/m]	$M_{edGlas}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{dFE}$					
0,83	1,25	11,98	18,0	10,9	16,4	1,80	4,92	0,52	0,78	-6,2	-9,3	5,19	7,8	-1,9	-2,79	1,56	2,34
1,67	2,50	23,96	35,9	21,9	32,8	1,65	4,92	1,05	1,57	-12,4	-18,6	10,38	15,6	-1,9	-2,79	1,56	2,34
2,50	3,75	35,95	53,9	32,8	49,2	1,65	7,38	1,57	2,35	-18,6	-27,9	15,57	23,4	-2,8	-4,19	2,34	3,50



### 3.5.1 Deutschland:

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Tabelle 6.12DE — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen

Spalte	1	2
Zeile	Belastete Fläche nach Kategorie	
	Horizontale Nutzlast $q_k$ kN/m	
1	A, B1, H, F1 <sup>b</sup> bis F4 <sup>b</sup> , T1, Z <sup>a</sup>	0,5
2	B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 <sup>c</sup> , E1.2 <sup>c</sup> , E2.1 <sup>c</sup> bis E2.5 <sup>c</sup> , FL1 <sup>b</sup> bis FL6 <sup>b</sup> , HC, T2, Z <sup>a</sup>	1,0
3	C5, C6, T3	2,0
<sup>a</sup> Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen. <sup>b</sup> Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen. <sup>c</sup> Bei Flächen der Kategorie E1.1, E1.2, E2.1 bis E2.5, die nur zu Kontroll- und Wartungszwecken begangen werden, sind die Lasten in Abstimmung mit dem Bauherrn festzulegen, jedoch mindestens 0,5 kN/m.		

(2) Die horizontalen Nutzlasten nach Tabelle 6.12 DE sind in Absturzrichtung in voller Höhe und in der Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m, anzusetzen.

Abbildung 28 Tabelle 6.12DE (Quelle DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12)

Lt. DIN EN 1991-1-1 sind die horizontalen Nutzlasten in Absturzrichtung in voller Höhe und in Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m anzusetzen.

In Deutschland sind folgende Fälle zu untersuchen:

- c. Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m
- d. Holmlast 2 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 1 kN/m

Die maximale Dübelbelastung tritt bei einer Holmlast von  $h_k = 2 \text{ kN/m}$  auf.

$$B_{\text{dhor}} = 61 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

$$\rightarrow B_{\text{d},150} = 9,15 \text{ kN pro Dübel}$$

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung. Diese beträgt **3,02 kN/m<sup>2</sup>**.

Die Windlast setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$W_e = q_{p(z_e)} \times C_{pe}$$

Der Geschwindigkeitsdruck  $q_{p(z_e)}$  kann laut DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 mit einem vereinfachten Verfahren berechnet werden. Es gelten folgende Randbedingungen:

- 7. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
- 8. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
- 9. Breite Gebäude  $\geq 5 \text{ m}$

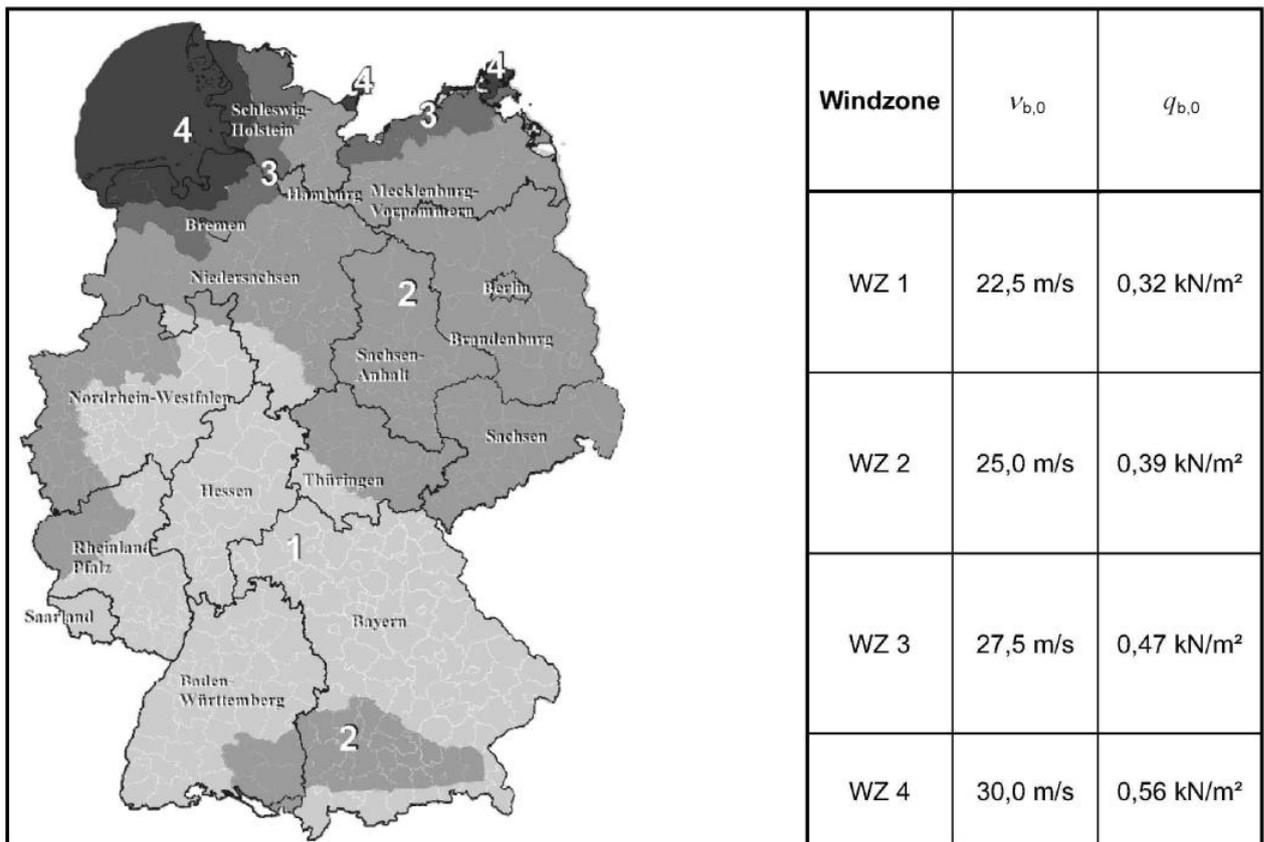


Abbildung 29 Windzonenkarte Deutschland

Tabelle NA.B.3 — Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone		Geschwindigkeitsdruck $q_p$ in $\text{kN/m}^2$ bei einer Gebäudehöhe $h$ in den Grenzen von		
		$h \leq 10\text{m}$	$10\text{ m} < h \leq 18\text{ m}$	$18\text{ m} < h \leq 25\text{ m}$
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	—	—

Abbildung 30 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Der Außendruckbeiwert  $c_{pe}$  entspricht dem für vertikale Wände und rechteckiger Gebäude. **Freistehende Brüstungen haben andere Außendruckbeiwerte und hier ist ein getrennter Nachweis zu führen.**

Für die Berechnung der äquivalenten Windlast werden die Windlastbereiche A und D mit einem Außendruckbeiwert  $c_{pe,1}$  berechnet. Dabei ist der  $c_{pe,1}$  Wert für den Bereich A mit -1,7 maßgebend.

Nachfolgend ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann.

Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.

DIN EN 1991-1-4 definiert Küste als küstennahes Gebiet in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,51 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

Vergleich mit Holmlast 2 kN/m -->  $w_k \leq 3,02 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
	$w_e =$		
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

### 3.5.2 Österreich

**Tabelle 6 — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen**

Nutzungskategorie	$q_k$
	kN/m
Kategorien A und B1	0,5
Kategorien B2 und C1	1,0
Kategorien C2 bis C4 und D	1,0
Kategorie C5	3,0
Kategorie E	1,0

Für Personenabsturzsicherungen in Gebäuden der Kategorien F und G ist eine horizontale Last von 1,0 kN/m anzusetzen.

Abbildung 31 Tabelle 6 (Quelle ÖNORM EN 1991-1-1;2011)

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

- e. Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- f. Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

**$H_k = 1 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -20,3 \text{ kN/m}$

$W_k = 1,51 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.

-->  $B_{d,300} = -9,15 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 3 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -61 \text{ kN/m}$

$W_k = 4,54 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $B_{d,150} = -13,73 \text{ kN pro Dübel}$

### 3.5.3 Schweiz

Tabelle 20: Charakteristische Werte der horizontalen Kräfte auf Abschränkungen für Personen

Bauwerkstyp	Nutzung		$q_k$ [kN/m]
Gebäude	Kategorie	Art der Nutzfläche	
	A, B, D	Wohn-, Büro- und Verkaufsflächen	0,8
	C	Versammlungsflächen	1,6 <sup>1)</sup>
	E, F, G	Lager-, Fabrikations-, Park- und Verkehrsflächen	0,8 <sup>2)</sup>
Brücken	alle Verkehrsarten		1,6 <sup>1) 3)</sup>
Dienststege	nicht öffentlich zugänglich		0,4

<sup>1)</sup>  $q_k$  muss auf mindestens 3,0 kN/m erhöht werden, wenn ein Menschengedränge möglich ist.  
<sup>2)</sup> Für spezielle Nutzungen von Lager- und Fabrikationsflächen ist  $q_k$  projektspezifisch festzulegen.  
<sup>3)</sup>  $q_k$  darf um höchstens 50% reduziert werden, wenn kein Menschengedränge möglich ist.

Abbildung 32 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz sind folgende Fälle zu untersuchen:

- g. Holmlast 0,8 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- h. Holmlast 1,6 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- i. Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

Auf der sicher liegenden Seite werden die im Fall a) und b) die Einwirkungen und Widerstände von 1 kN/m und 2 kN/m verwendet.

Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien eingesetzt werden.

**$H_k = 1 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -20,3 \text{ kN/m}$

$W_k = 1,51 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.

-->  $B_{d,300} = -9,15 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 2 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -40,7 \text{ kN/m}$

$W_k = 3,02 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $B_{d,150} = -9,15 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 3 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -61 \text{ kN/m}$

$W_k = 4,54 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $B_{d,150} = -13,73 \text{ kN pro Dübel}$

### 3.6 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 4

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz anzusetzenden horizontalen Holmlasten erläutert. Das Brüstungselement soll nach Vorgaben der Bauherrschaft in den oben angeführten Ländern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Bemessung mit den maßgebenden horizontalen Lasten nach den Normen der vier Länder durchgeführt.

Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet. Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 4 (vorgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.

Die Auflagerkräfte für die Bemessung der Dübel, die mittels Handrechnung berechnet wurden, liegen auf der sicheren Seite, da sie mit einem kleineren Hebelsarm als das FE-Modell berechnet wurden.

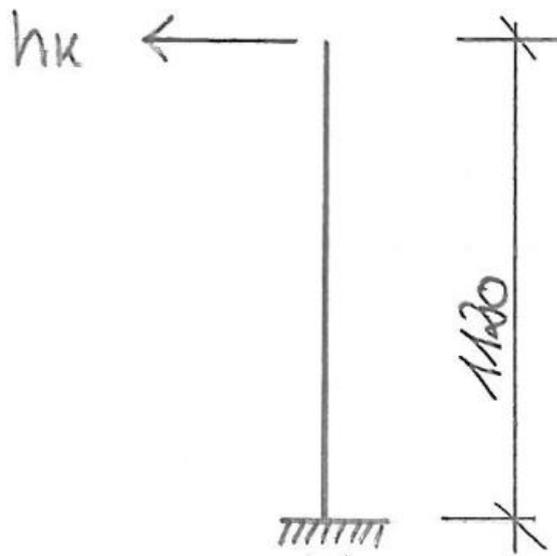


Abb.: Statisches System Verglasung

Das statische Gesamtsystem ändert sich bei diesem Profil in Abhängigkeit von Winddruck und Windsog, da das Profil selbst und die Dübel, dann anders beansprucht werden.

Daher wird das Profil in Absturzrichtung und gegen Absturzrichtung getrennt untersucht.

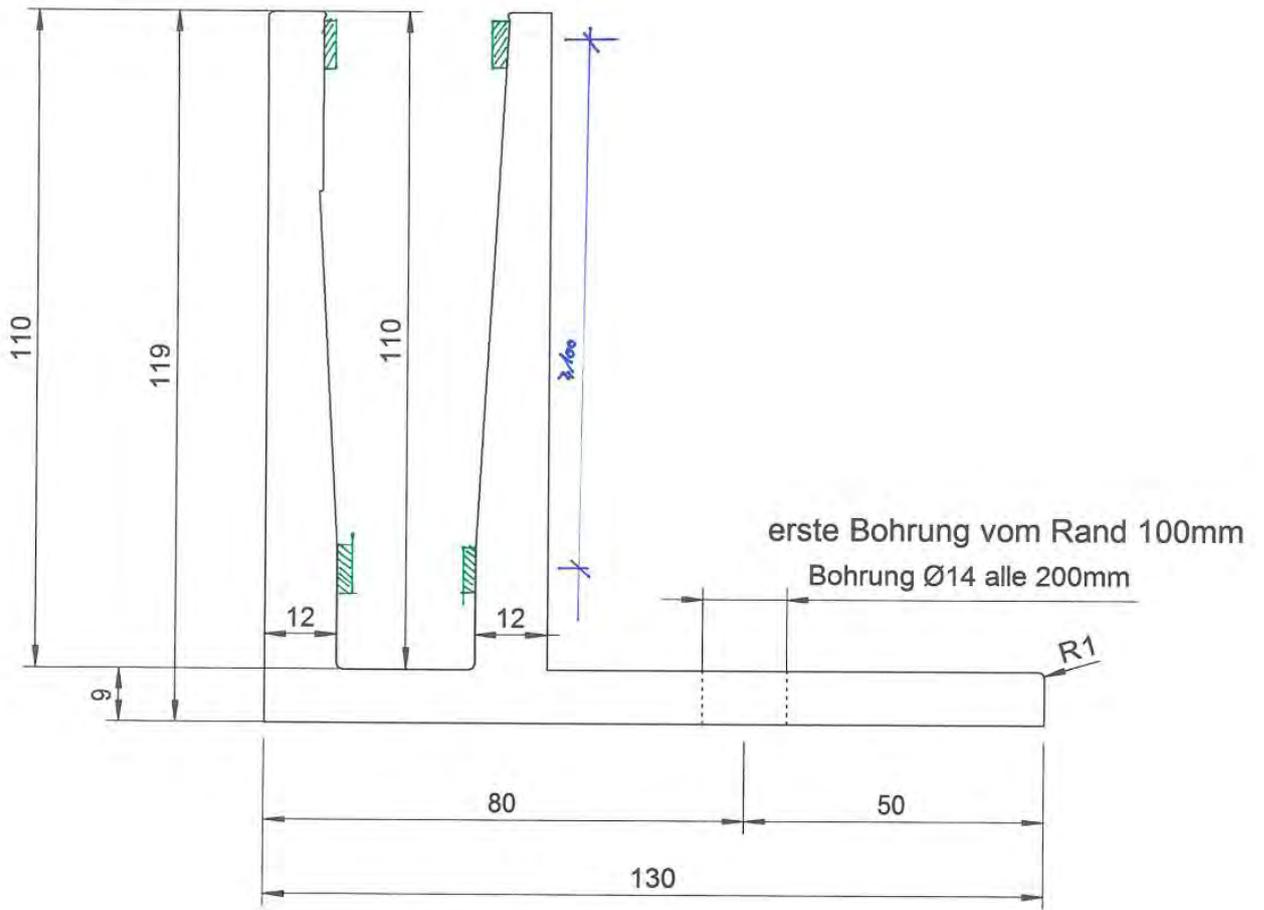


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

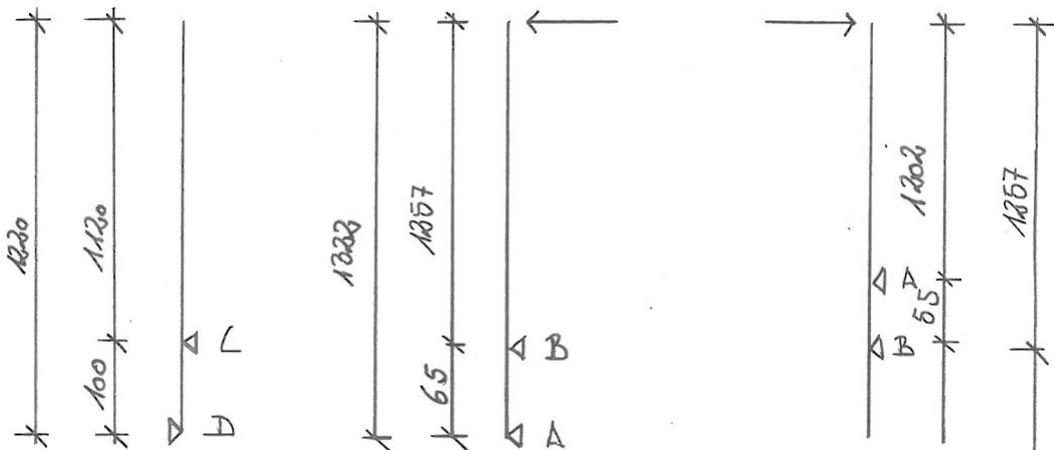


Abb.: Statisches Gesamtsystem

Sicherheitsfaktor Last  $\gamma = 1,5$   
 Die Kräfte in den Senkkopfschrauben entsprechen den angegebenen Auszugkräften des Brüstungsprofils#2.

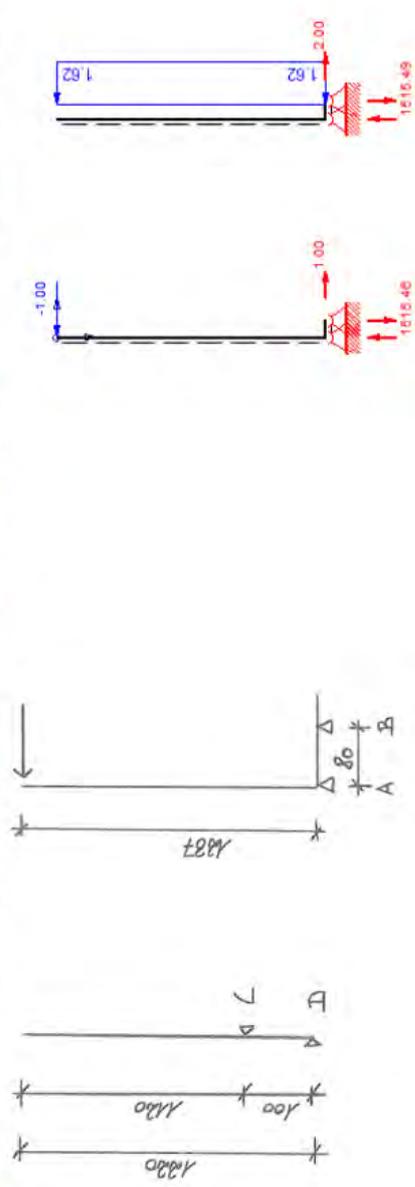
Geometrie	
Brüstungsprofil#	4
$l_1$ [mm] =	1237
$l_2$ [mm] =	80
$l_3$ [mm] =	1120
$l_4$ [mm] =	100

Last in Abstrichrichtung

Holmlast	$h_k$	$h_d$	Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas			Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell					
			$M_{edEinsp}$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{diver}$	$e_{Dübel}$	$B_k$	$B_{diver}$	$B_{hor}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$	
1	1,5	2,43	1,86	1,86	-15,5	-23,2	200,0	-15,5	-23,2	1,5	-4,64	0,30	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-2,4	-3,7	2,2	3,4
2	3	2,47	3,71	3,71	-30,9	-46,4	200,0	-30,9	-46,4	3,0	-9,28	0,60	2,2	3,4	-24,4	-36,6	22,4	33,6	-4,9	-7,3	4,5	6,7
3	4,5	3,71	5,57	5,57	-46,4	-69,6	200,0	-46,4	-69,6	4,5	-13,92	0,90	3,4	5,0	-36,6	-54,9	33,6	50,4	-7,3	-11,0	6,7	10,1

Äquivalente Windlast

Windlast	$w_k$	$w_d$	Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas			Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell					
			$M_{edEinsp}$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{diver}$	$e_{Dübel}$	$B_k$	$B_{diver}$	$B_{hor}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$	
1,62	2,43	1,24	1,86	1,86	-15,5	-23,2	200,0	-15,5	-23,2	2,4	-4,64	0,49	1,01	1,52	-12,0	-18,1	10,06	15,1	-2,4	-3,61	2,01	3,02
3,23	4,85	2,47	3,71	3,71	-30,9	-46,4	200,0	-30,9	-46,4	4,9	-9,28	0,97	2,03	3,04	-24,1	-36,1	20,13	30,2	-4,8	-7,22	4,03	6,04
4,85	7,28	3,71	5,57	5,57	-46,4	-69,6	200,0	-46,4	-69,6	7,3	-13,92	1,46	3,04	4,56	-36,1	-54,2	30,19	45,3	-7,2	-10,83	6,04	9,06



Sicherheitsfaktor Last  $\gamma = 1,5$

Die Kräfte in den Senkkopfschrauben entsprechen den angegebenen Auszugskräften des Brüstungsprofils#2.

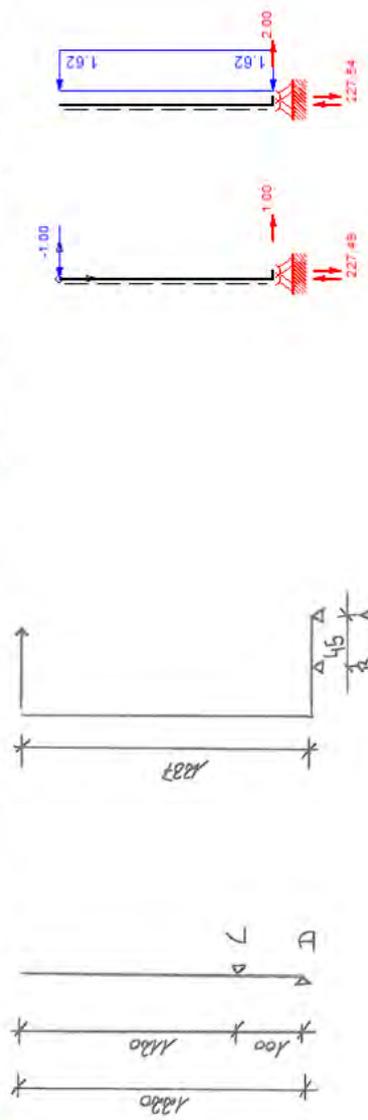
Geometrie		Brüstungsprofil#
$l_1$ [mm]	=	4
$l_2$ [mm]	=	1237
$l_3$ [mm]	=	45
$l_4$ [mm]	=	1120
		100

Last gegen Absturzrichtung

Holmlast		Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell				
$h_k$	$h_d$	$M_{edEinsp}$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{dver}$	$e_{Dübel}$	$B_k$	$B_{dver}$	$B_{dhor}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$
[kN/m]		[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
0,5	0,75	0,62	0,93	-13,7	-20,6	200,0	-13,7	-20,6	0,8	-4,12	0,15	-6,1	-9,2	5,6	8,4	-1,2	-1,8	1,1	1,7
1	1,5	1,24	1,86	-27,5	-41,2	200,0	-27,5	-41,2	1,5	-8,25	0,30	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-2,4	-3,7	2,2	3,4
1,5	2,25	1,86	2,78	-41,2	-61,9	200,0	-41,2	-61,9	2,3	-12,37	0,45	-18,3	-27,5	16,8	25,2	-3,7	-5,5	3,4	5,0

Äquivalente Windlast

Windlast		Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell				
$w_k$	$w_d$	$M_{edEinsp}$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{dver}$	$e_{Dübel}$	$B_k$	$B_{dver}$	$B_{dhor}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$
[kN/m <sup>2</sup> ]		[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
0,81	1,21	0,62	0,93	-13,7	-20,6	200,0	-13,7	-20,6	1,2	-4,12	0,24	-6,0	-9,0	5,03	7,5	-1,2	-1,80	1,01	1,51
1,62	2,43	1,24	1,86	-27,5	-41,3	200,0	-27,5	-41,3	2,4	-8,25	0,49	-12,0	-18,1	10,06	15,1	-2,4	-3,61	2,01	3,02
2,43	3,64	1,86	2,78	-41,2	-61,9	200,0	-41,2	-61,9	3,6	-12,37	0,73	-18,0	-27,1	15,09	22,6	-3,6	-5,41	3,02	4,53



### 3.6.1 Deutschland:

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Tabelle 6.12DE — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen

Spalte	1	2
Zeile	Belastete Fläche nach Kategorie	
	Horizontale Nutzlast $q_k$ kN/m	
1	A, B1, H, F1 <sup>b</sup> bis F4 <sup>b</sup> , T1, Z <sup>a</sup>	0,5
2	B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 <sup>c</sup> , E1.2 <sup>c</sup> , E2.1 <sup>c</sup> bis E2.5 <sup>c</sup> , FL1 <sup>b</sup> bis FL6 <sup>b</sup> , HC, T2, Z <sup>a</sup>	1,0
3	C5, C6, T3	2,0

<sup>a</sup> Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen.

<sup>b</sup> Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen.

<sup>c</sup> Bei Flächen der Kategorie E1.1, E1.2, E2.1 bis E2.5, die nur zu Kontroll- und Wartungszwecken begangen werden, sind die Lasten in Abstimmung mit dem Bauherrn festzulegen, jedoch mindestens 0,5 kN/m.

(2) Die horizontalen Nutzlasten nach Tabelle 6.12 DE sind in Absturzrichtung in voller Höhe und in der Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m, anzusetzen.

Abbildung 33 Tabelle 6.12DE (Quelle DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12)

Lt. DIN EN 1991-1-1 sind die horizontalen Nutzlasten in Absturzrichtung in voller Höhe und in Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m anzusetzen.

In Deutschland sind folgende Fälle zu untersuchen:

- e. Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m
- f. Holmlast 2 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 1 kN/m

Die maximale Dübelbelastung tritt bei einer Holmlast von  $h_k = 2 \text{ kN/m}$  auf.

$$B_{dhor} = 46,4 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.

$$\rightarrow B_{d,200} = 9,28 \text{ kN pro Dübel}$$

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung. Diese beträgt **3,23 kN/m<sup>2</sup>**.

Die Windlast setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$W_e = q_{p(ze)} \times C_{pe}$$

Der Geschwindigkeitsdruck  $q_{p(ze)}$  kann laut DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 mit einem vereinfachten Verfahren berechnet werden. Es gelten folgende Randbedingungen:

- 10. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
- 11. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
- 12. Breite Gebäude  $\geq 5 \text{ m}$

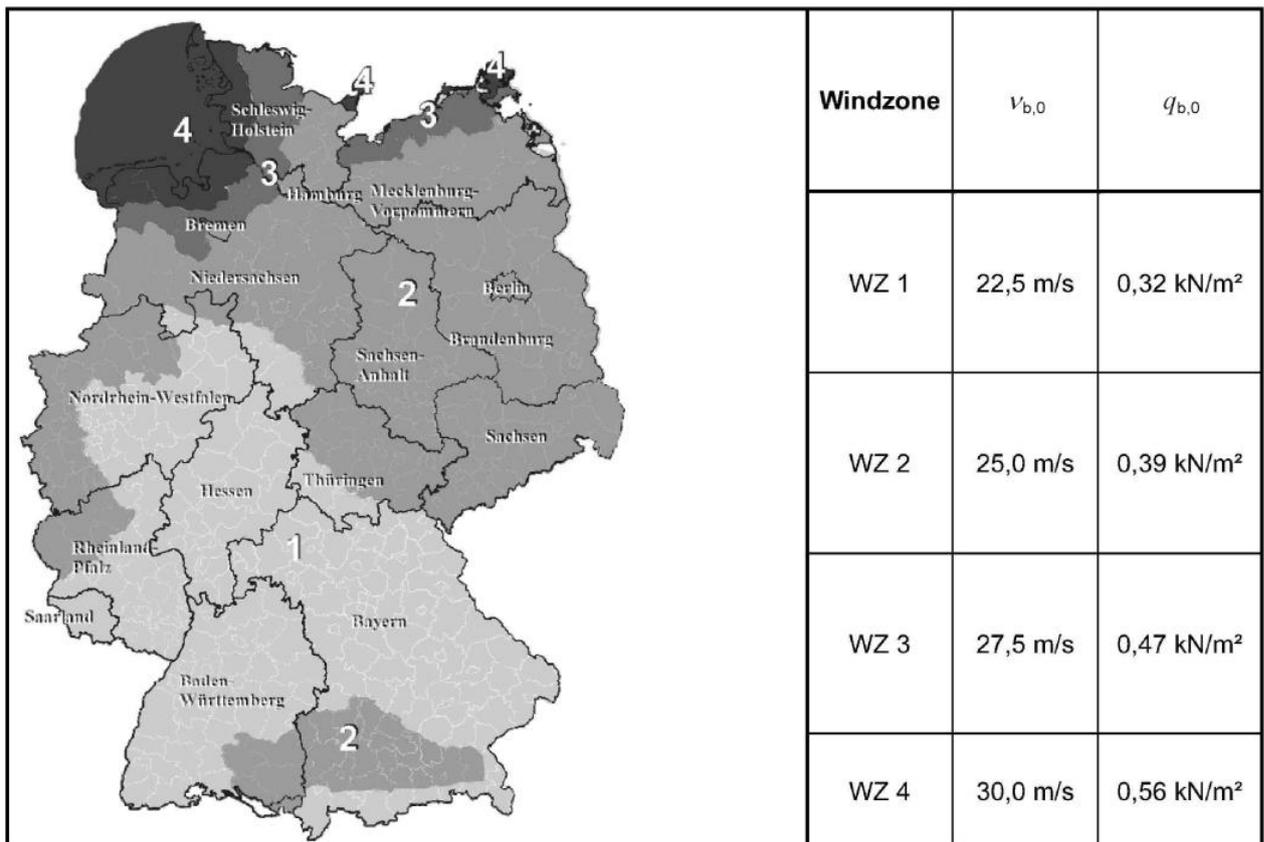


Abbildung 34 Windzonenkarte Deutschland

Tabelle NA.B.3 — Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone		Geschwindigkeitsdruck $q_p$ in $\text{kN/m}^2$ bei einer Gebäudehöhe $h$ in den Grenzen von		
		$h \leq 10\text{m}$	$10\text{ m} < h \leq 18\text{ m}$	$18\text{ m} < h \leq 25\text{ m}$
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	—	—

Abbildung 35 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Der Außendruckbeiwert  $c_{pe}$  entspricht dem für vertikale Wände und rechteckiger Gebäude. **Freistehende Brüstungen haben andere Außendruckbeiwerte und hier ist ein getrennter Nachweis zu führen.**

Für die Berechnung der äquivalenten Windlast werden die Windlastbereiche A und D mit einem Außendruckbeiwert  $c_{pe,1}$  berechnet. Dabei ist der  $c_{pe,1}$  Wert für den Bereich A mit -1,7 maßgebend.

Nachfolgend ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann.

Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.

DIN EN 1991-1-4 definiert Küste als küstennahes Gebiet in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,62 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

Vergleich mit Holmlast 2 kN/m -->  $w_k \leq 3,23 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
	$w_e =$		
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

### 3.6.2 Österreich

**Tabelle 6 — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen**

Nutzungskategorie	$q_k$
	kN/m
Kategorien A und B1	0,5
Kategorien B2 und C1	1,0
Kategorien C2 bis C4 und D	1,0
Kategorie C5	3,0
Kategorie E	1,0

Für Personenabsturzsicherungen in Gebäuden der Kategorien F und G ist eine horizontale Last von 1,0 kN/m anzusetzen.

Abbildung 36 Tabelle 6 (Quelle ÖNORM EN 1991-1-1;2011)

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

- g. Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- h. Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

**$H_k = 1 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -15,5 \text{ kN/m}$

$W_k = 1,62 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.

-->  $B_{d,200} = -4,64 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 3 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -46,4 \text{ kN/m}$

$W_k = 4,85 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.

-->  $B_{d,150} = -13,92 \text{ kN pro Dübel}$

### 3.6.3 Schweiz

Tabelle 20: Charakteristische Werte der horizontalen Kräfte auf Abschränkungen für Personen

Bauwerkstyp	Nutzung		$q_k$ [kN/m]
Gebäude	Kategorie	Art der Nutzfläche	
	A, B, D	Wohn-, Büro- und Verkaufsflächen	0,8
	C	Versammlungsflächen	1,6 <sup>1)</sup>
	E, F, G	Lager-, Fabrikations-, Park- und Verkehrsflächen	0,8 <sup>2)</sup>
Brücken	alle Verkehrsarten		1,6 <sup>1) 3)</sup>
Dienststege	nicht öffentlich zugänglich		0,4

<sup>1)</sup>  $q_k$  muss auf mindestens 3,0 kN/m erhöht werden, wenn ein Menschengedränge möglich ist.  
<sup>2)</sup> Für spezielle Nutzungen von Lager- und Fabrikationsflächen ist  $q_k$  projektspezifisch festzulegen.  
<sup>3)</sup>  $q_k$  darf um höchstens 50% reduziert werden, wenn kein Menschengedränge möglich ist.

Abbildung 37 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz sind folgende Fälle zu untersuchen:

- j. Holmlast 0,8 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- k. Holmlast 1,6 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
- l. Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

Auf der sicher liegenden Seite werden die im Fall a) und b) die Einwirkungen und Widerstände von 1 kN/m und 2 kN/m verwendet.

Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien eingesetzt werden.

**$H_k = 1 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -15,5 \text{ kN/m}$

$W_k = 1,62 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.

-->  $B_{d,200} = -4,64 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 2 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -30,9 \text{ kN/m}$

$W_k = 3,23 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.

-->  $B_{d,150} = -9,28 \text{ kN pro Dübel}$

**$H_k = 3 \text{ kN/m}$ :**

$B_k = -46,4 \text{ kN/m}$

$W_k = 4,85 \text{ kN/m}^2$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.

-->  $B_{d,150} = -13,92 \text{ kN pro Dübel}$

## 4 Besondere Vorgaben der Bauherrschaft

Keine.

## 5 Statische Berechnung

### 5.1 Glasbemessung

Die statische Bemessung wird mit dem Programm Mepla durchgeführt.  
Die maximale Einspannhöhe beträgt 1120 mm, wobei diese Höhe auf der sicheren Seite gewählt wurde.

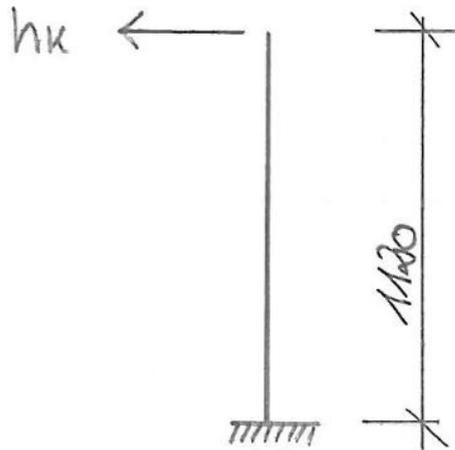


Abbildung 38 Übersicht statisches System

Bei vorliegendem System (Kragträger) treten keine geometrischen nichtlinearen Effekte auf. Da auch auf Materialeite lineares Verhalten vorliegt, können die Ergebnisse einer geringen Holmlast auf ein System mit größerer Holmlast extrapoliert werden. Um dies zu bestätigen, werden einzelne Kontrollrechnungen geführt.

Die Bemessung wird jeweils für den Grenzzustand der Tragfähigkeit, sowie dem Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit geführt.

Hk = 1 kN/m:	8 + 8 ESG mit 1,52 PVB
Hk = 2 kN/m:	10 + 10 ESG mit 1,52 SG
Hk = 3 kN/m:	10 + 10 ESG mit 1,52 SG

Lt. Zulassung Z-70.3-170 darf bei der Bemessung ein Schubverbund angesetzt werden. Auf der sicher liegenden Seite wird dieser im Innen- und Außenbereich gleich gewählt.

$$G = 4 \text{ N/mm}^2$$
$$E = G \times 2 \times (1 + 0,49) = 12 \text{ N/mm}^2$$

### 5.1.1 Glasaufbau#1: 8 + 8 ESG 1,52 PVB, hk = 1,0 kN/m

$$M_{ed} = 1,5 \times 1 \text{ kN/m} \times 1,12 \text{ m} = 1,68 \text{ kNm/m}$$

$$\sigma_{edmax} = 0,5 \times 168 \text{ kNcm} / (100 \text{ cm} \times 0,8 \text{ cm}^2/6) = 78,78 \text{ N/mm}^2 < 80 \text{ N/mm}^2 \times 1,1$$

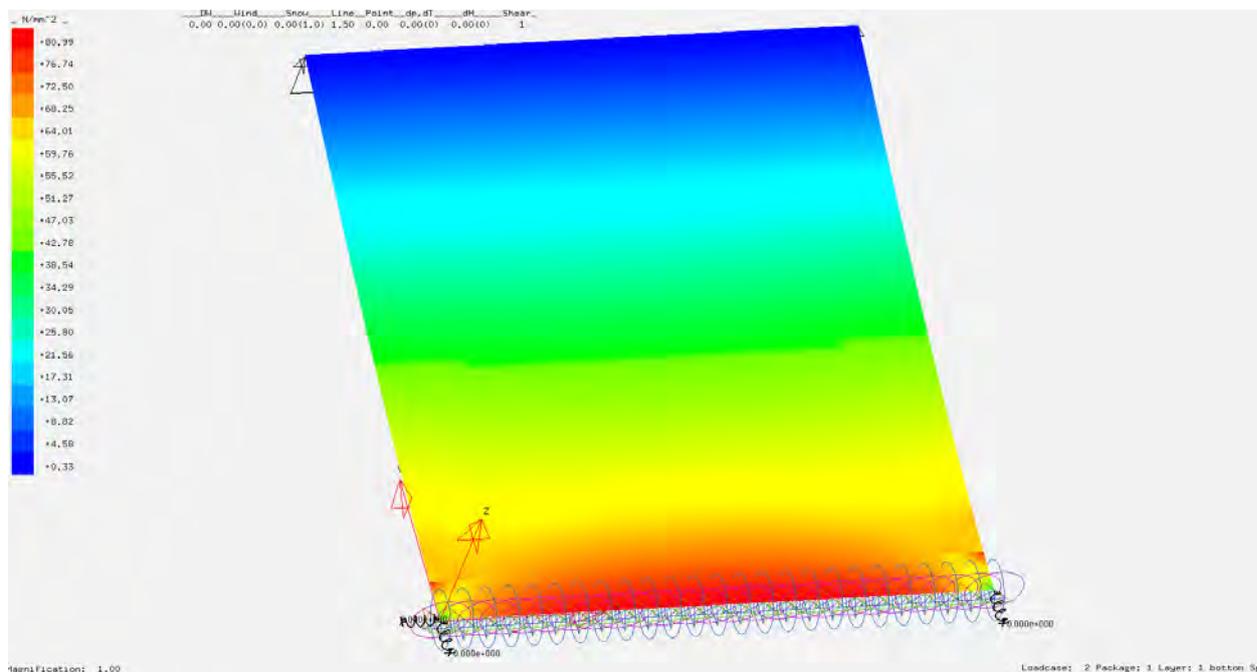


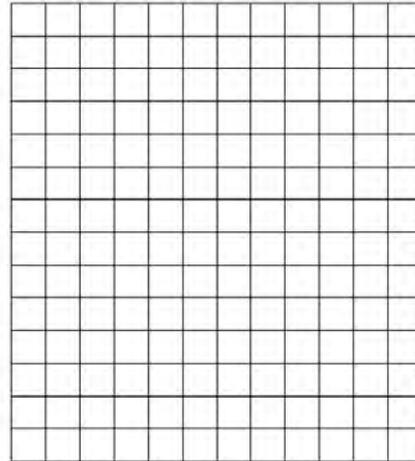
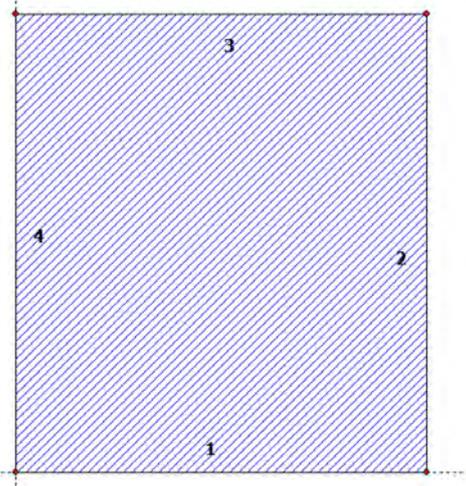
Abbildung 39 Maximale Hauptzugspannungen ULS

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 8+8 PVB

17.01.2017

Seite: 1

**SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:**



**Geometrie:**

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	1000.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 8+8 PVB

17.01.2017

Seite: 2

3	1000.00	1120.00
4	0.00	1120.00

**Lager:**

**Randlager:**

Rand	Lagerungsart
1	W, u, v, φ, θ: Fest (fest eingespannt)

**Federlager:**

Paket	Schicht	x	y	z	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>φ</sub>	C <sub>θ</sub>
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000
1	1	1000.0	0.0	0.0	0.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000

**Schichten:**

**Schichtenaufbau:**

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	PVB Langzeitbelastung
1	1	ESG

**Kennwerte:**

Paket	Schicht	E-Mod.	v	Dicke	Dichte	α <sub>T</sub>	ΔT
		N/mm <sup>2</sup>		mm	kg/m <sup>3</sup>	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	8.00	2550.00	1.0000e-005	0.00
1	2	0.03	0.50	1.52	1070.00	8.0000e-005	0.00
1	1	70000.00	0.23	8.00	2550.00	1.0000e-005	0.00

**Lasten:**

**Linienlasten:**

Paket	--- von ---	-- nach --	qx	qy	qz
	x	y	x	y	
			N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1115.00	1000.00	1115.00	0.00
			0.00	0.00	1.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 8+8 PVB

17.01.2017  
Seite: 3

Konstante und linear steigende Flächenlasten: siehe Lastfall

**Berechnungsverfahren:**

geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**

Elementgröße : 80.0 mm  
Anzahl der Elemente : 168  
Anzahl der Knoten : 725 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 6300

**Lastfall: 1 (SLS)**

**Beiwerte / Sicherheitsfaktoren:**

Eigengewicht	Wind	Schnee	--- Klima ---				
			Linie	Punkt	$\Delta p, \Delta T$	$\Delta H$	Schub
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

**Lastfallkombination:**

	Wind N/mm <sup>2</sup>	Schnee N/mm <sup>2</sup>	Klima
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

**Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:**

	N/mm <sup>2</sup>
außen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00 + 0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00

Zusätzliche begrenzte Flächenlast (linear verteilt, außen) - hier nicht ausgewählt!

**Berechnungsergebnis:**

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 8+8 PVB

17.01.2017  
Seite: 4

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---			Verformung
	x	y	w	
	mm	mm	mm	
1	0.00	0.00	0.00	(min)
	500.00	1120.00	72.20	(max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	$\sigma$	$\sigma$ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	490.61	1110.98	2.60	52.92
	(unten)	509.39	9.02	52.92	
1	1 (oben)	509.39	1110.98	2.56	53.99
	(unten)	490.61	9.02	53.99	

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	$\varphi$	$\theta$	Fx	Fy	Fz	M <sub><math>\varphi</math></sub>	M <sub><math>\theta</math></sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
( 1000.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Lastfall: 2 (ULS)**

**Beiwerte / Sicherheitsfaktoren:**

Eigengewicht	Wind	Schnee	--- Klima ---				
			Linie	Punkt	$\Delta p, \Delta T$	$\Delta H$	Schub
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00

**Lastfallkombination:**

	Wind N/mm <sup>2</sup>	Schnee N/mm <sup>2</sup>	Klima
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 8+8 PVB

17.01.2017

Seite: 5

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm <sup>2</sup>
außen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00 + 0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00

Zusätzliche begrenzte Flächenlast (linear verteilt, außen) - hier nicht ausgewählt!

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung w
	x	y	
	mm	mm	mm
1	0.00	0.00	0.00 (min)
	500.00	1120.00	108.30 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x		y		σ N/mm <sup>2</sup>	σ (max) N/mm <sup>2</sup>
		mm	mm	mm	mm		
1	3 (oben)	509.39	1110.98			3.90	79.38
		(unten)	490.61	9.02			79.38
1	1 (oben)	490.61	1110.98			3.84	80.99
		(unten)	490.61	9.02			80.99

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
( 1000.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Lastfallauswertung:**

**Maximale Hauptzugspannung:**

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 8+8 PVB

17.01.2017

Seite: 6

Paket	Schicht	σ	Lastfall
		N/mm <sup>2</sup>	
1	3 (oben)	3.90	2
	(unten)	79.38	2
1	1 (oben)	3.84	2
	(unten)	80.99	2

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	Verformung	Lastfall
	mm	
1	108.30 (max)	2
1	0.00 (min)	1

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

### 5.1.2 Glasaufbau#2: 10 + 10 ESG-H 1,52 SG, $h_k = 2 \text{ kN/m}$

$$\sigma_{edmax} = 53,46 \text{ N/mm}^2 < 80 \text{ N/mm}^2$$

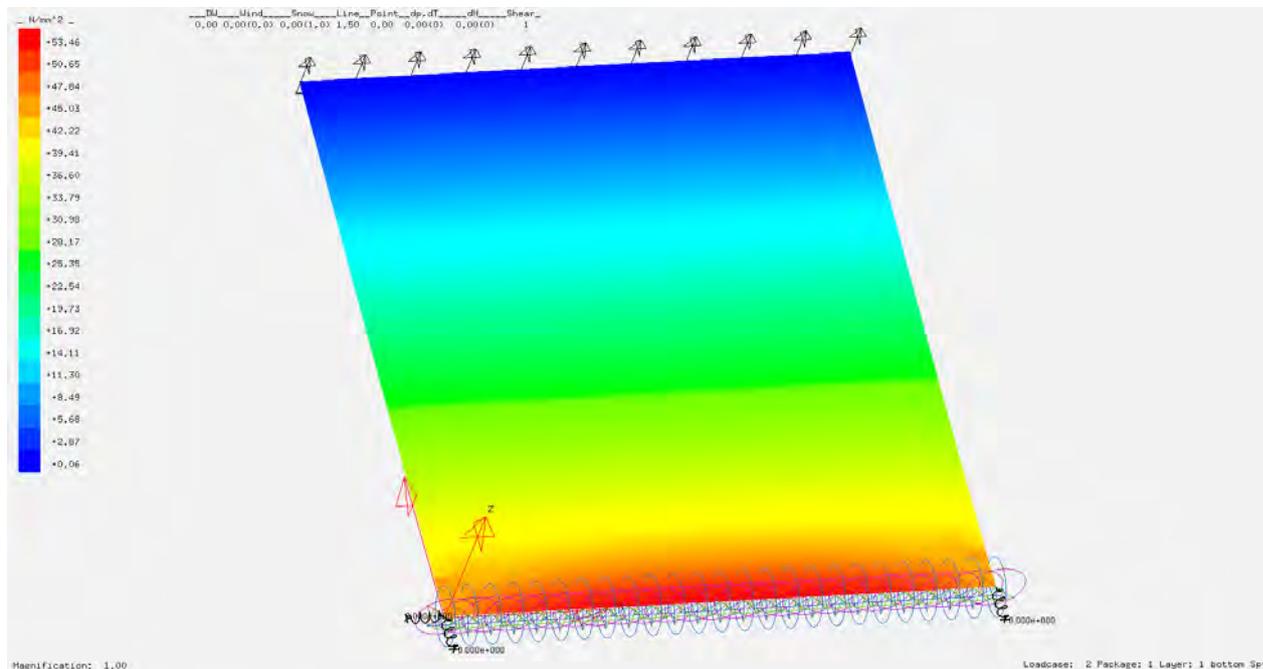


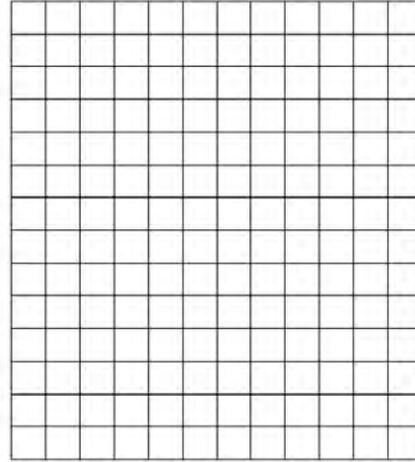
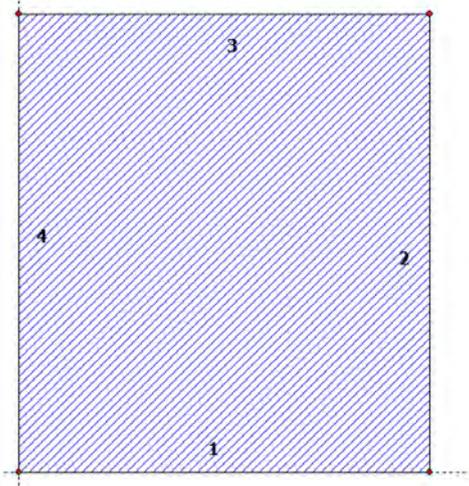
Abbildung 40 Maximale Hauptzugspannungen ULS

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG

17.01.2017

Seite: 1

**SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:**



**Geometrie:**

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	1000.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG

17.01.2017

Seite: 2

3	1000.00	1120.00
4	0.00	1120.00

**Lager:**

**Randlager:**

Rand	Lagerungsart
1	W, u, v, φ, θ: Fest (fest eingespannt)

**Federlager:**

Paket	Schicht	x	y	z	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>φ</sub>	C <sub>θ</sub>
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000
1	1	1000.0	0.0	0.0	0.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000

**Schichten:**

**Schichtenaufbau:**

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	SGF, 30°C, Holm Passade, AbZ Z-70.3-170
1	1	ESG

**Kennwerte:**

Paket	Schicht	E-Mod.	v	Dicke	Dichte	α <sub>T</sub>	ΔT
		N/mm <sup>2</sup>		mm	kg/m <sup>3</sup>	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-005	0.00
1	2	12.00	0.49	1.52	950.00	1.5000e-004	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-005	0.00

**Lasten:**

**Linienlasten:**

Paket	von	nach	qx	qy	qz
	x	y	x	y	
			N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1115.00	1000.00	1115.00	0.00
					2.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG

17.01.2017

Seite: 3

Konstante und linear steigende Flächenlasten: siehe Lastfall

**Berechnungsverfahren:**

geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**

Elementgröße : 80.0 mm  
Anzahl der Elemente : 168  
Anzahl der Knoten : 725 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 6300

**Lastfall: 1 (SLS)**

**Beiwerte / Sicherheitsfaktoren:**

Eigengewicht	Wind	Schnee	Linie	Punkt	--- Klima ---		
					$\Delta p, \Delta T$	$\Delta H$	Schub
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

**Lastfallkombination:**

	Wind N/mm <sup>2</sup>	Schnee N/mm <sup>2</sup>	Klima
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

**Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:**

	N/mm <sup>2</sup>
außen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00 + 0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00

Zusätzliche begrenzte Flächenlast (linear verteilt, außen) - hier nicht ausgewählt!

**Berechnungsergebnis:**

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG

17.01.2017

Seite: 4

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---			Verformung
	x	y	w	
	mm	mm	mm	
1	0.00	0.00	0.00	(min)
	500.00	1120.00	19.17	(max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	$\sigma$	$\sigma$ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	509.39	1110.98	1.45	9.54
	(unten)	490.61	9.02	9.54	
1	1 (oben)	9.39	9.02	4.61	35.64
	(unten)	490.61	9.02	35.64	

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	$\varphi$	$\theta$	Fx	Fy	Fz	M <sub><math>\varphi</math></sub>	M <sub><math>\theta</math></sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
( 1000.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Lastfall: 2 (ULS)**

**Beiwerte / Sicherheitsfaktoren:**

Eigengewicht	Wind	Schnee	Linie	Punkt	--- Klima ---		
					$\Delta p, \Delta T$	$\Delta H$	Schub
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00

**Lastfallkombination:**

	Wind N/mm <sup>2</sup>	Schnee N/mm <sup>2</sup>	Klima
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG

17.01.2017

Seite: 5

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

N/mm<sup>2</sup>  
 außen 0.00000 N/mm<sup>2</sup> = 0.00000 \* 0.00 + 0.00000 \* 0.00  
 innen 0.00000 N/mm<sup>2</sup> = 0.00000 \* 0.00

Zusätzliche begrenzte Flächenlast (linear verteilt, außen) - hier nicht ausgewählt!

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung w
	x	y	
	mm	mm	mm
1	0.00	0.00	0.00 (min)
	500.00	1120.00	28.75 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	σ	σ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	509.39	1110.98	2.18	14.31
		(unten)	490.61	9.02	14.31
1	1 (oben)	9.39	9.02	6.91	53.46
		(unten)	509.39	9.02	53.46

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
( 1000.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Lastfallauswertung:**

**Maximale Hauptzugspannung:**

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG

17.01.2017

Seite: 6

Paket	Schicht	σ	Lastfall
		N/mm <sup>2</sup>	
1	3 (oben)	2.18	2
	(unten)	14.31	2
1	1 (oben)	6.91	2
	(unten)	53.46	2

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	Verformung	Lastfall
	mm	
1	28.75 (max)	2
1	0.00 (min)	1

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

### 5.1.3 Glasaufbau#2: 10 + 10 ESG-H 1,52 SG, $h_k = 3 \text{ kN/m}$

$$\sigma_{edmax} = 80,19 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ N/mm}^2$$

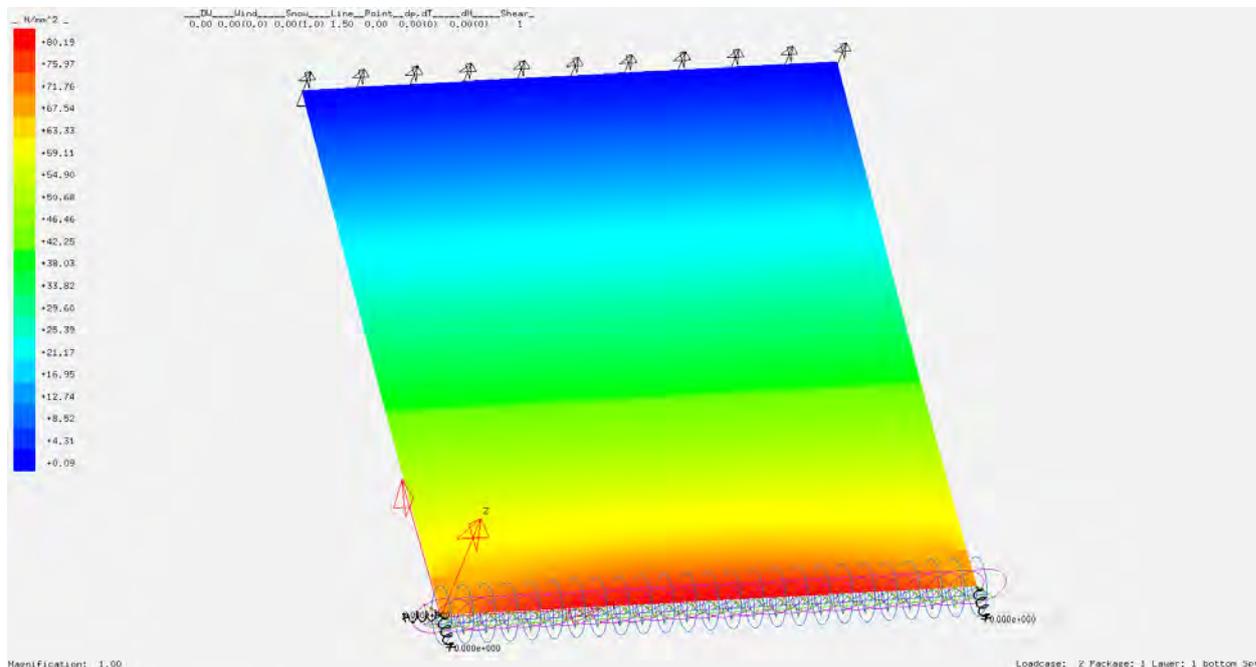
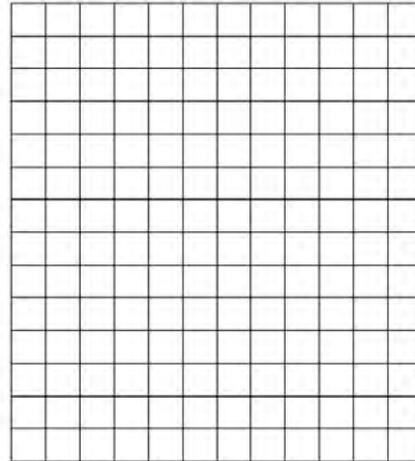
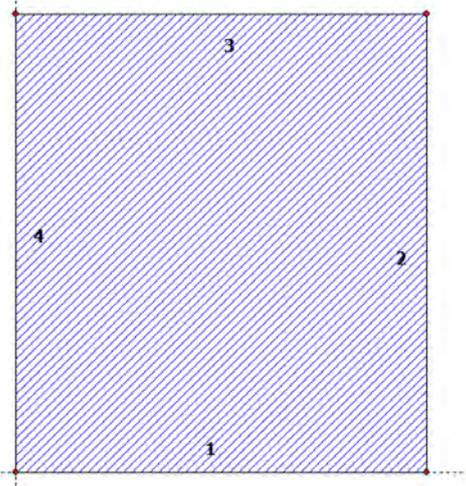


Abbildung 41 Maximale Hauptzugspannungen ULS

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 3 kNm

17.01.2017  
Seite: 1

**SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:**



**Geometrie:**

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	1000.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 3 kNm

17.01.2017  
Seite: 2

3	1000.00	1120.00
4	0.00	1120.00

**Lager:**

**Randlager:**

Rand	Lagerungsart
1	W, u, v, φ, θ: Fest (fest eingespannt)

**Federlager:**

Paket	Schicht	x	y	z	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>φ</sub>	C <sub>θ</sub>
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000
1	1	1000.0	0.0	0.0	0.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000

**Schichten:**

**Schichtenaufbau:**

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	SGP, 30°C, Holm Passade, AbZ Z-70.3-170
1	1	ESG

**Kennwerte:**

Paket	Schicht	E-Mod.	v	Dicke	Dichte	α <sub>T</sub>	ΔT
		N/mm <sup>2</sup>		mm	kg/m <sup>3</sup>	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-005	0.00
1	2	12.00	0.49	1.52	950.00	1.5000e-004	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-005	0.00

**Lasten:**

**Linienlasten:**

Paket	von	nach	qx	qy	qz
	x	y	x	y	
			N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1115.00	1000.00	1115.00	0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 3 kNm

17.01.2017  
Seite: 3

Konstante und linear steigende Flächenlasten: siehe Lastfall

**Berechnungsverfahren:**

geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**

Elementgröße : 80.0 mm  
Anzahl der Elemente : 168  
Anzahl der Knoten : 725 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 6300

**Lastfall: 1 (SLS)**

**Beiwerte / Sicherheitsfaktoren:**

Eigengewicht	Wind	Schnee	--- Klima ---				
			Linie	Punkt	$\Delta p, \Delta T$	$\Delta H$	Schub
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

**Lastfallkombination:**

	Wind N/mm <sup>2</sup>	Schnee N/mm <sup>2</sup>	Klima
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:  
N/mm<sup>2</sup>

außen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00 + 0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00

Zusätzliche begrenzte Flächenlast (linear verteilt, außen) - hier nicht ausgewählt!

**Berechnungsergebnis:**

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 3 kNm

17.01.2017  
Seite: 4

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---			Verformung
	x	y	w	
	mm	mm	mm	
1	0.00	0.00	0.00 (min)	
	500.00	1120.00	28.75 (max)	

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	$\sigma$	$\sigma$ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	509.39	1110.98	2.18	14.31
	(unten)	490.61	9.02	14.31	
1	1 (oben)	9.39	9.02	6.91	53.46
	(unten)	490.61	9.02	53.46	

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	$\phi$	$\theta$	Fx	Fy	Fz	M <sub><math>\phi</math></sub>	M <sub><math>\theta</math></sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
( 1000.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Lastfall: 2 (ULS)**

**Beiwerte / Sicherheitsfaktoren:**

Eigengewicht	Wind	Schnee	--- Klima ---				
			Linie	Punkt	$\Delta p, \Delta T$	$\Delta H$	Schub
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00

**Lastfallkombination:**

	Wind N/mm <sup>2</sup>	Schnee N/mm <sup>2</sup>	Klima
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 3 kNm

17.01.2017

Seite: 5

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm <sup>2</sup>
außen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00 + 0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm <sup>2</sup> = 0.00000 * 0.00

Zusätzliche begrenzte Flächenlast (linear verteilt, außen) - hier nicht ausgewählt!

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung
	x	y	w
	mm	mm	mm
1	0.00	0.00	0.00 (min)
	500.00	1120.00	43.13 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	σ	σ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	509.39	1110.98	3.26	21.47
		(unten)	490.61	9.02	21.47
1	1 (oben)	9.39	9.02	10.37	80.19
		(unten)	490.61	9.02	80.19

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
( 1000.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Lastfallauswertung:**

**Maximale Hauptzugspannung:**

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 3 kNm

17.01.2017

Seite: 6

Paket	Schicht	σ	Lastfall
		N/mm <sup>2</sup>	
1	3 (oben)	3.26	2
	(unten)	21.47	2
1	1 (oben)	10.37	2
	(unten)	80.19	2

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	Verformung	Lastfall
	mm	
1	43.13 (max)	2
1	0.00 (min)	1

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2015 by SJ Software GmbH Aachen.

### 5.3 Bemessung Aluminiumprofil

Die Bemessung des Aluminiumprofils wird mit dem Programm ANSYS durchgeführt.  
Die Lasten werden in 3 Lastschritten aufgebracht.

Schritt#1:  $h = 2 \text{ kN/m}$

SLS bei  $h_k = 2 \text{ kN/m}$

Schritt#2:  $h = 3 \text{ kN/m}$

SLS bei  $h_k = 3 \text{ kN/m}$  und ULS bei  $h_k = 2 \text{ kN/m}$

Schritt#3:  $h = 4,5 \text{ kN/m}$

ULS bei  $h_k = 3 \text{ kN/m}$

Die Bemessung wird mit beiden Befestigungsmöglichkeiten durchgeführt.

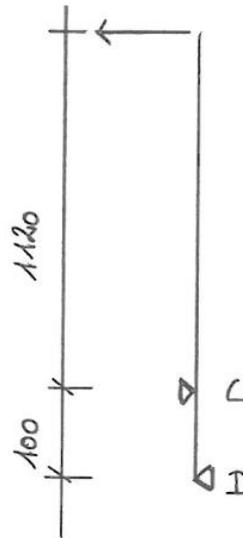


Abbildung 42 Statisches System und Auflagerreaktionen für Aluminiumprofil

### MATERIAL

Es wird ein nichtlineares bilineares Materialgesetz nach EN 1999-1 E.2.1.1 verwendet, unter Berücksichtigung der Wiederverfestigung.

Material: Aluminium EN AW 6063-T66

**True and Engineering stress-strain curve**  
based on EN 1999-1-1 Annex E)

**Input**

material designation =	<b>EN-AW 6063 T66 ITA</b>	(EN 1999-1-1 3.2.2)
E =	70000 N/mm <sup>2</sup>	(Young Modulus EN 1999-1-1 3.2.5)
f <sub>u</sub> = f <sub>max</sub> =	245	(Ultimate strength)
f <sub>0</sub> = f <sub>p</sub> =	200	(Yield strength)
γ <sub>m</sub>	1,15	partial safety factor
f <sub>ud</sub>	213,043 N/mm <sup>2</sup>	(Ultimate design strength)
f <sub>0d</sub>	173,913 N/mm <sup>2</sup>	(Yield design strength)

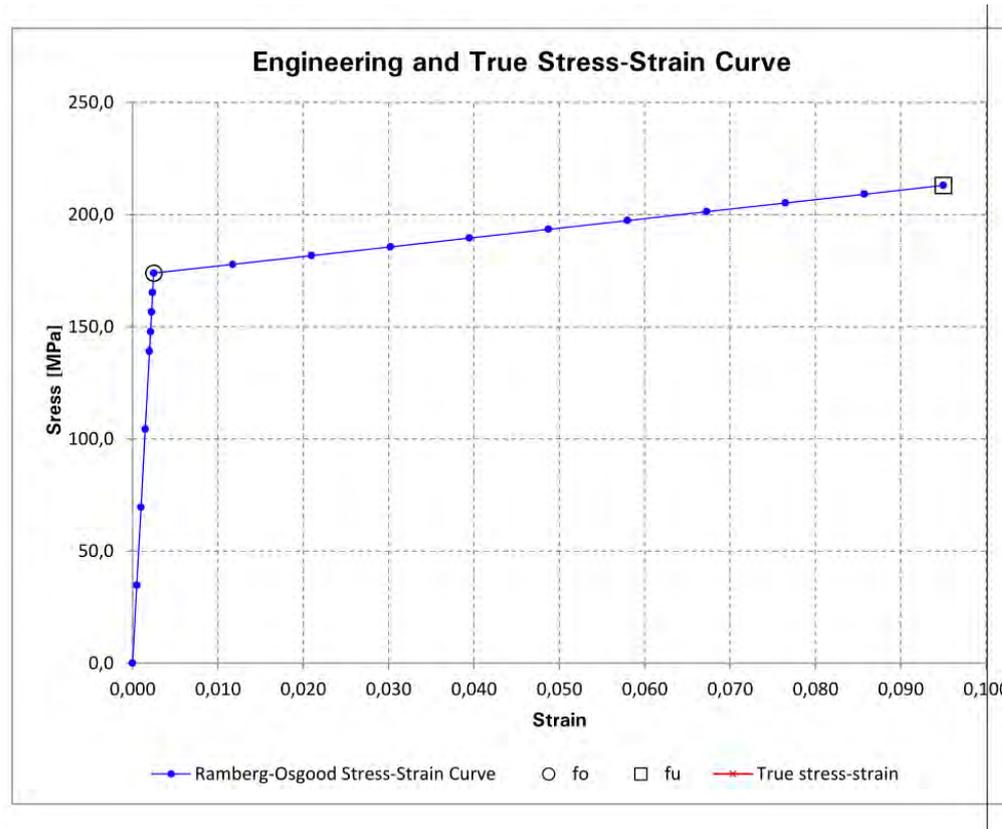
**Engineering stress-strain curve input**

$\epsilon_u = 0,3 - 0,22 \cdot \left(\frac{f_0}{400}\right)$	(EN 1999-1-1 E.3)
$\epsilon_u = 0,19$	
$\epsilon_{max} = 0,5 \times \epsilon_u$	(EN 1999-1-1 E.2.1.1)
$\epsilon_{max} = 0,095$	
$\epsilon_p = f_{0d}/E$	(EN 1999-1-1 E.2.1.1)
$\epsilon_p = 0,00248$	
$E_1 = (f_{ud} - f_{0d}) / (0,5 \times \epsilon_u - \epsilon_p)$	(EN 1999-1-1 E.2.1.1)
$E_1 = 422,961 \text{ N/mm}^2$	

	Engineering stress-strain
Engineering stress division	Engineering strain calculated on the basis of initial cross-section area
σ (MPa)	ε <sub>1</sub>
0,0	0,00000
34,8	0,00050
69,6	0,00099
104,3	0,00149
139,1	0,00199
147,8	0,00211
156,5	0,00224
165,2	0,00236
173,9	0,00248
177,8	0,01174
181,7	0,02099
185,7	0,03024
189,6	0,03949
193,5	0,04874
197,4	0,05799
201,3	0,06725
205,2	0,07650
209,1	0,08575
213,0	0,09500

Ingenieurkonsulting GbR - gbd ZT  
Eugen Schuler | Hans Bollerhoff | Sigurd Flora | Markus Beck



Properties of Outline Row 4: EN AW-6063 T66  $\gamma$ m 1.15

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Density	2,7E-06	kg mm <sup>-3</sup>		
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
6	Isotropic Elasticity				
7	Derive from	Young's Modulus and...			
8	Young's Modulus	70000	MPa		
9	Poisson's Ratio	0,3			
10	Bulk Modulus	58333	MPa		
11	Shear Modulus	26923	MPa		
12	Field Variables				
13	Temperature	Yes			
14	Shear Angle	No			
15	Degradation Factor	No			
16	Multilinear Isotropic Hardening	Tabular			
17	Scale	1			
18	Offset	0	MPa		
19	Tensile Yield Strength	156,52	MPa		
20	Compressive Yield Strength	156,52	MPa		
21	Tensile Ultimate Strength	195,65	MPa		
22	Compressive Ultimate Strength	195,65	MPa		

Abbildung 43 Verwendete Materialeigenschaft: "Multilinear isotropic hardening"



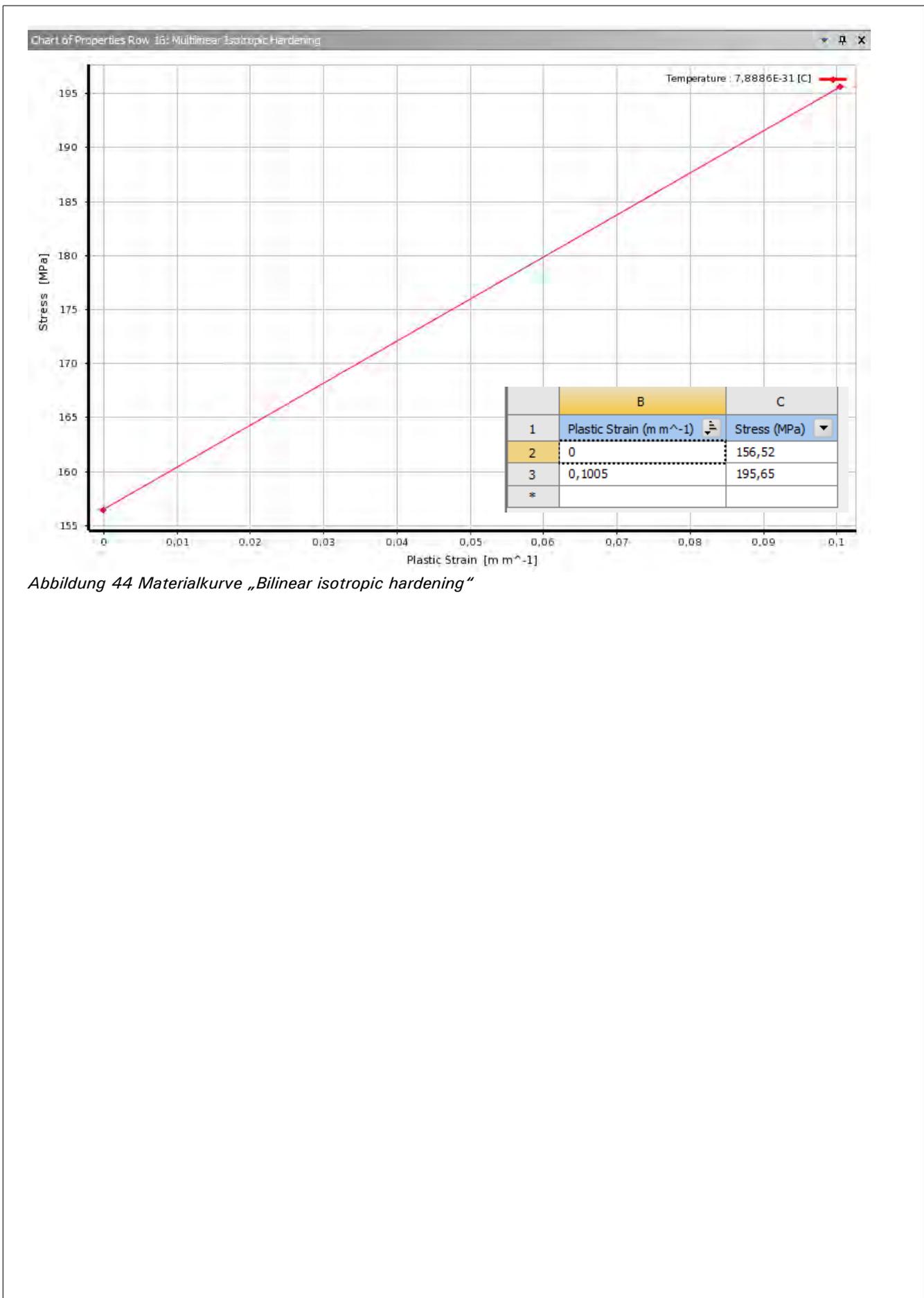


Abbildung 44 Materialkurve „Bilinear isotropic hardening“

### 5.3.2 Bemessung Aluminiumprofil Typ 1

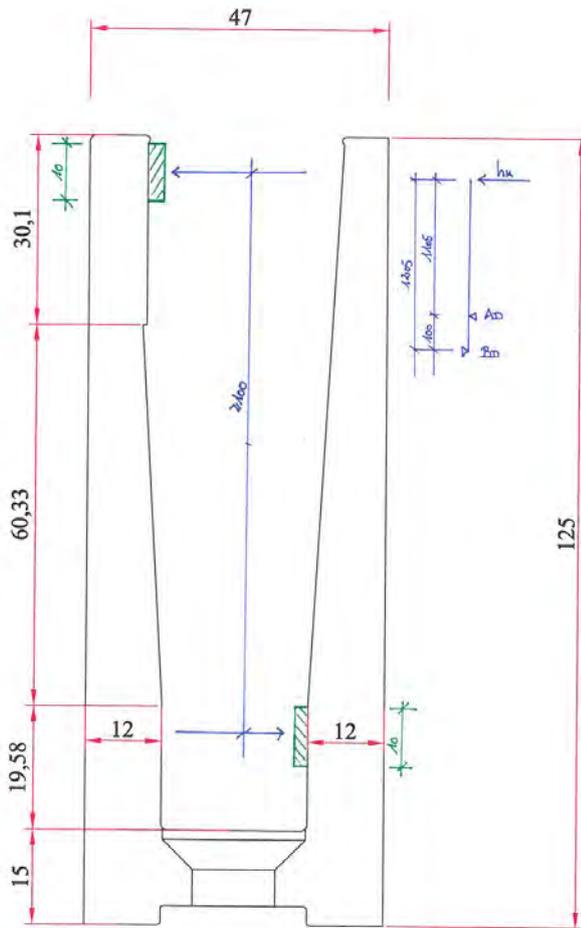


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

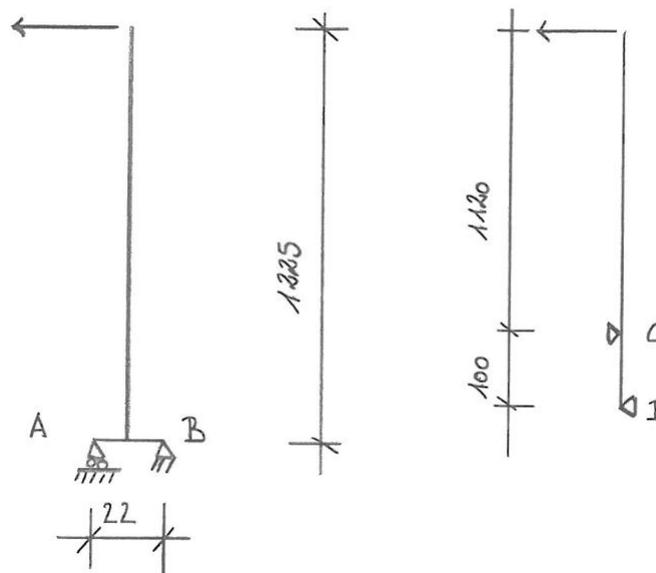


Abb.: Statisches Gesamtsystem

Sicherheitsfaktor Last  $\gamma = 1,5$

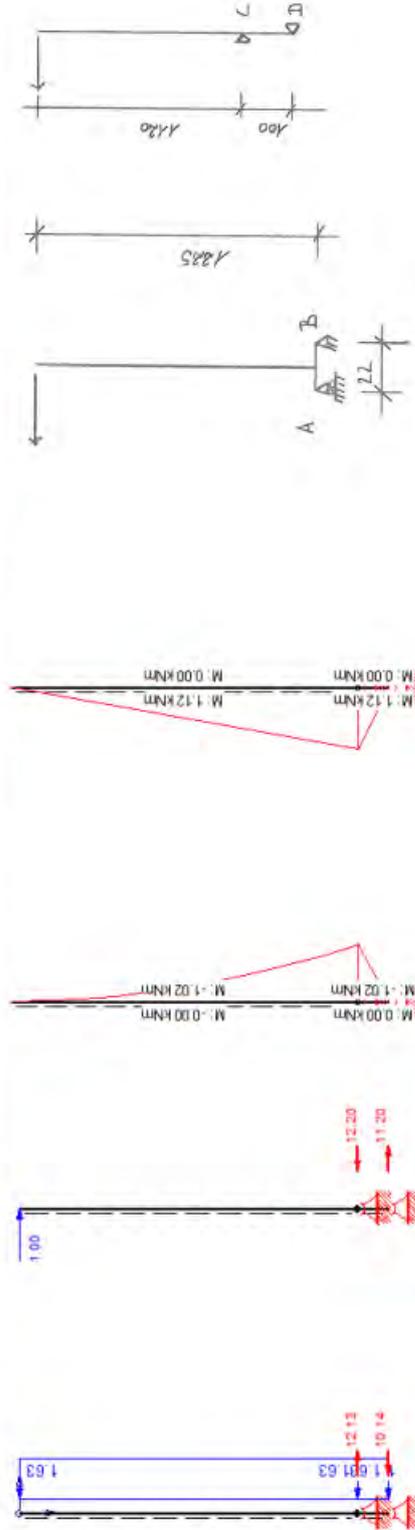
Geometrie		Brüstungsprofil#	1
$l_1$ [mm]	=	1225	
$l_2$ [mm]	=	22	
$l_3$ [mm]	=	1120	
$l_4$ [mm]	=	100	

Last in Abstrichrichtung

Holmlast	Moment Gesamtsys.			Drucklager Beton				Dübel				Moment Glas				Lasten auf Glas				Lasten auf Glas FE-Modell			
	$h_k$	$h_d$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{diver}$	$e_{Dübel}$	$B_k$	$B_{diver}$	$B_{Dübel}$	$B_{diverDübel}$	$B_{DübelDübel}$	$M_{kGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$		
1	1,5	2,45	1,84	-55,7	-83,5	200,0	-55,7	-83,5	1,5	-16,70	0,30	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-2,4	-3,7	2,2	3,4		
2	3	2,45	3,68	-111,4	-167,0	100,0	-111,4	-167,0	3,0	-16,70	0,30	2,2	3,4	-24,4	-36,6	22,4	33,6	-2,4	-3,7	2,2	3,4		
3	4,5	3,68	5,51	-167,0	-250,6	100,0	-167,0	-250,6	4,5	-25,06	0,45	3,4	5,0	-36,6	-54,9	33,6	50,4	-3,7	-5,5	3,4	5,0		

Äquivalente Windlast

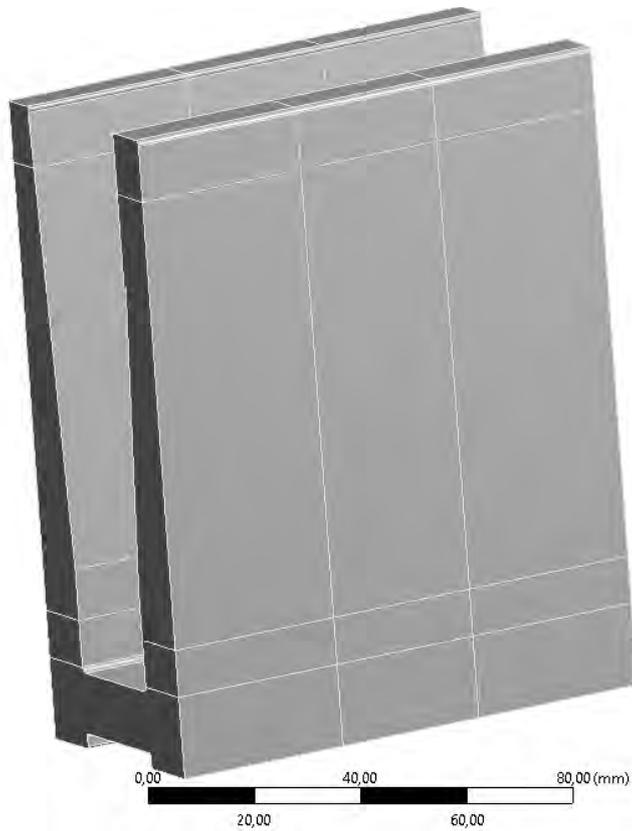
Windlast	Moment Gesamtsys.			Drucklager Beton				Dübel				Moment Glas				Lasten auf Glas				Lasten auf Glas FE-Modell			
	$w_k$	$w_d$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{diver}$	$e_{Dübel}$	$B_k$	$B_{diver}$	$B_{Dübel}$	$B_{diverDübel}$	$B_{DübelDübel}$	$M_{kGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$		
1,63	2,45	1,22	1,84	-55,7	-83,5	200,0	-55,7	-83,5	2,4	-16,70	0,49	1,02	1,54	-12,1	-18,2	10,16	15,2	-2,4	-3,64	2,03	3,05		
3,26	4,90	2,45	3,67	-111,3	-167,0	100,0	-111,3	-167,0	4,9	-16,70	0,49	2,05	3,07	-24,3	-36,4	20,31	30,5	-2,4	-3,64	2,03	3,05		
4,90	7,35	3,68	5,51	-167,1	-250,6	100,0	-167,1	-250,6	7,3	-25,06	0,73	3,07	4,61	-36,5	-54,7	30,48	45,7	-3,6	-5,47	3,05	4,57		



### Geometrie:

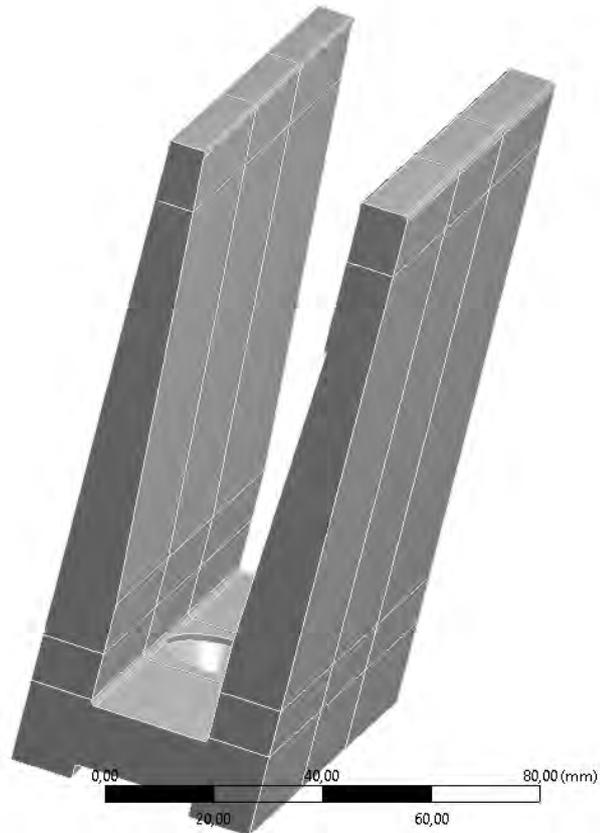
Geometry  
02.02.2017 08:59

Nonlinear

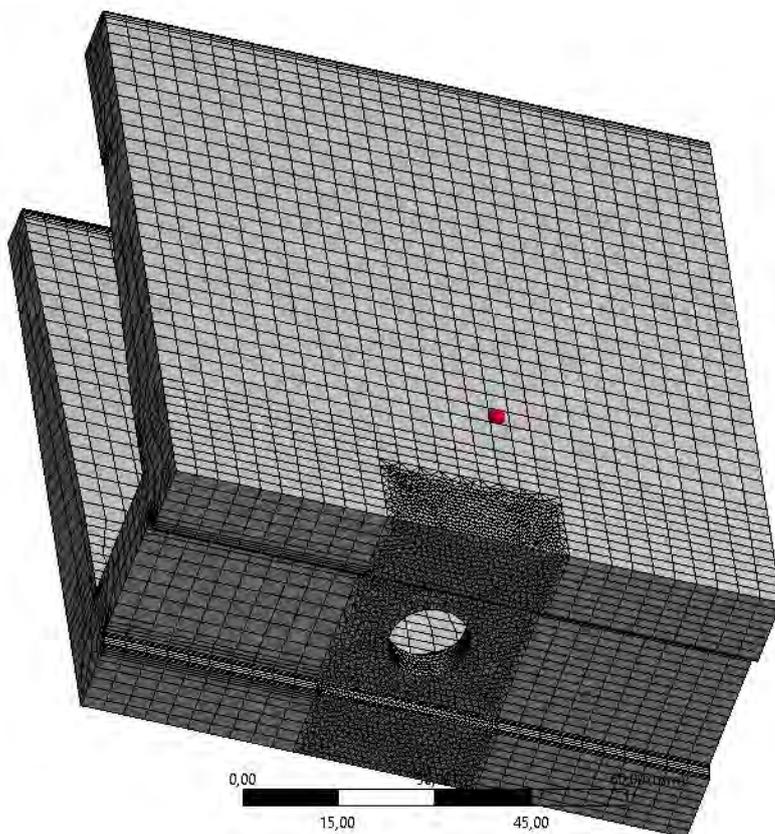
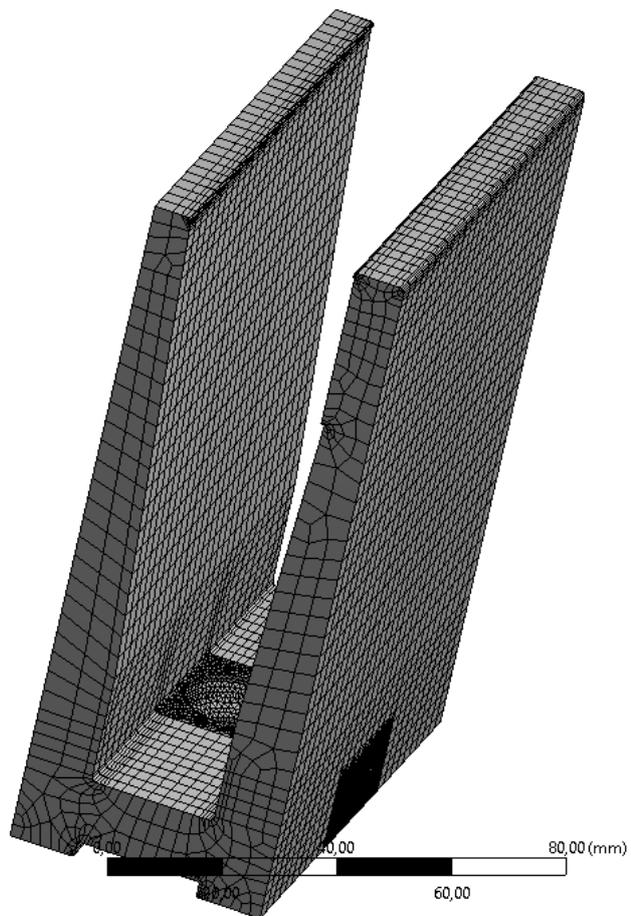


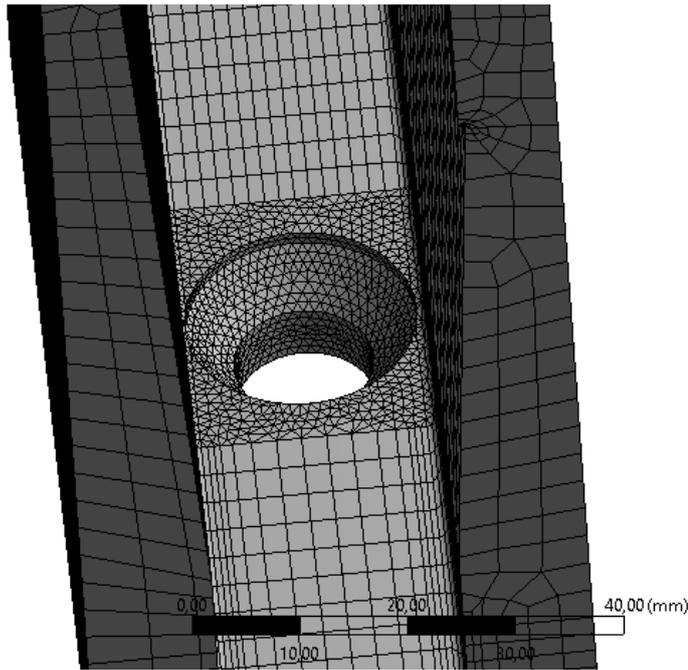
Geometry  
02.02.2017 09:00

Nonlinear



Netz:

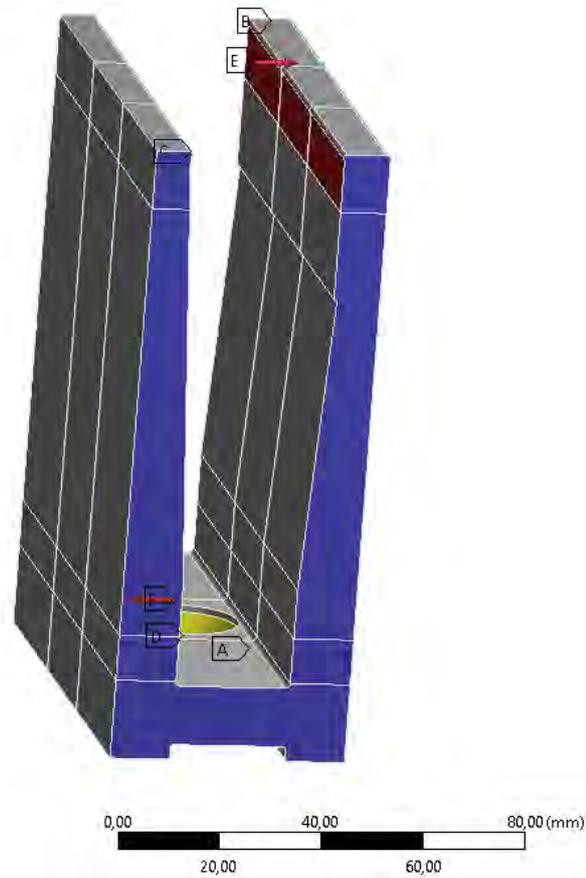




**Randbedingungen:**

**A: Profil#1 OK**  
 Static Structural  
 Time: 3, s  
 02.02.2017 09:03

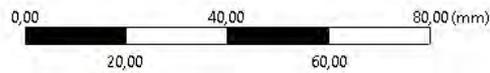
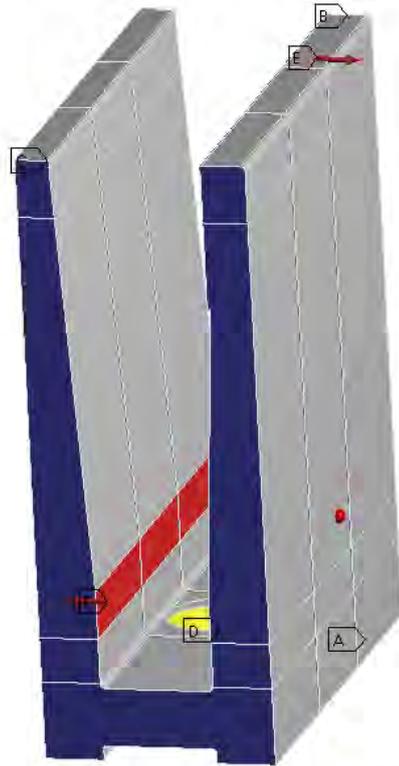
- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 5500, N
- F Force 2: 5000, N



**A: Profil#1 OK**

Static Structural  
Time: 3, s  
02.02.2017 09:03

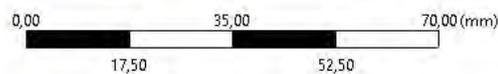
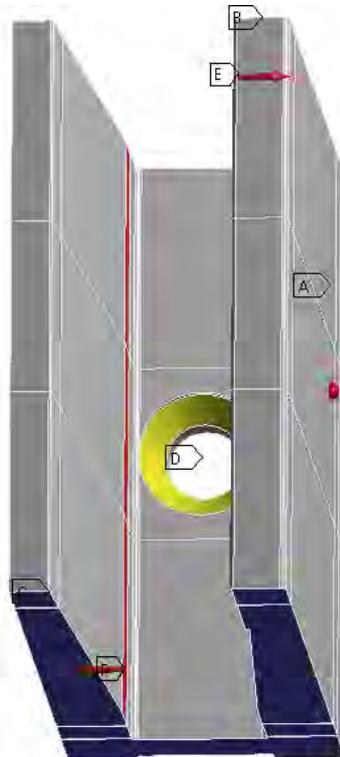
- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 5500, N
- F Force 2: 5000, N

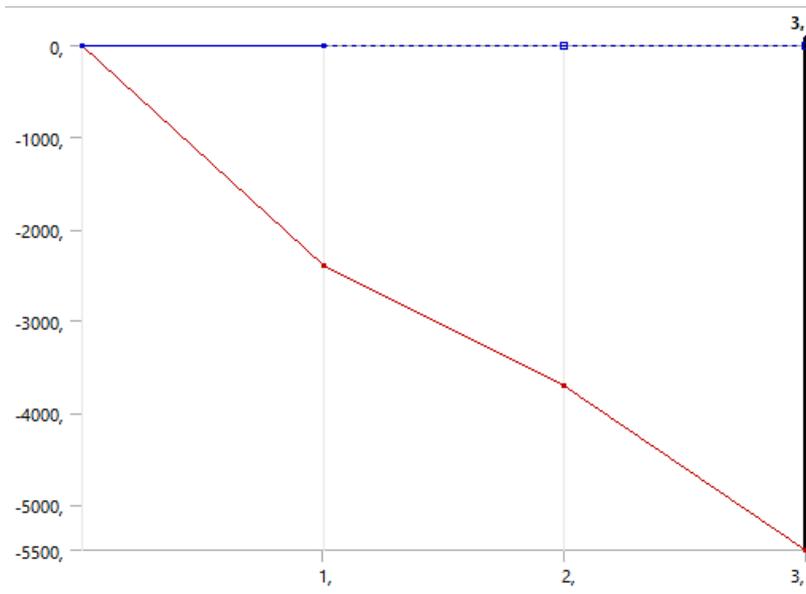


**A: Profil#1 OK**

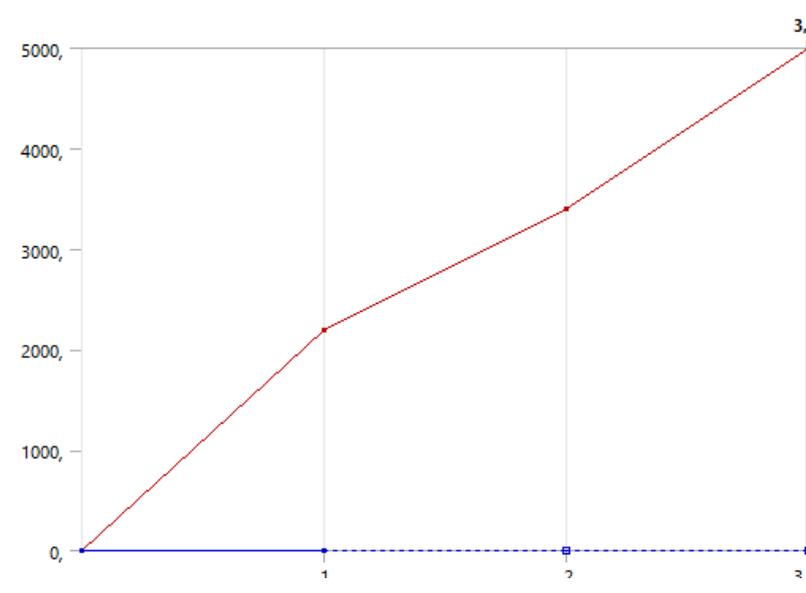
Static Structural  
Time: 3, s  
02.02.2017 09:03

- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 5500, N
- F Force 2: 5000, N





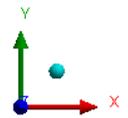
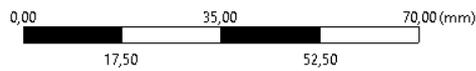
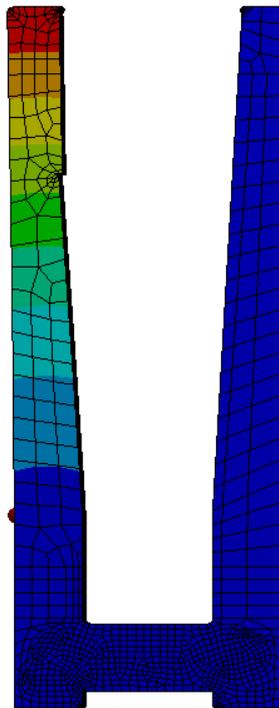
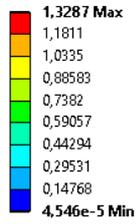
Steps	Time [s]	X [N]	Y [N]	Z [N]
1	0	0	0	0
2	1	-2400	0	0
3	2	-3700	= 0	= 0
4	3	-5500	= 0	= 0
*				



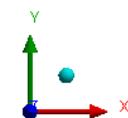
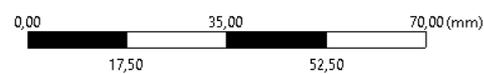
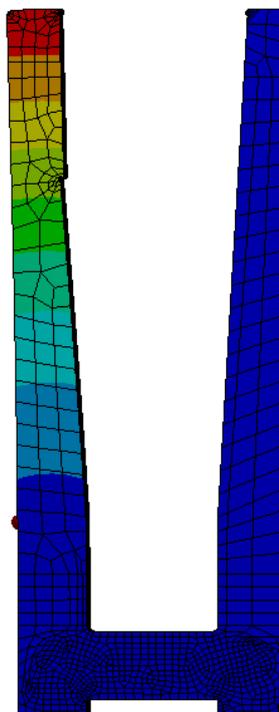
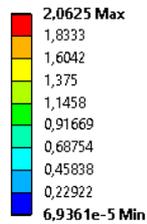
Steps	Time [s]	X [N]	Y [N]	Z [N]
1	0	0	0	0
2	1	2200	0	0
3	2	3400	= 0	= 0
4	3	5000	= 0	= 0
*				

### Verformungen:

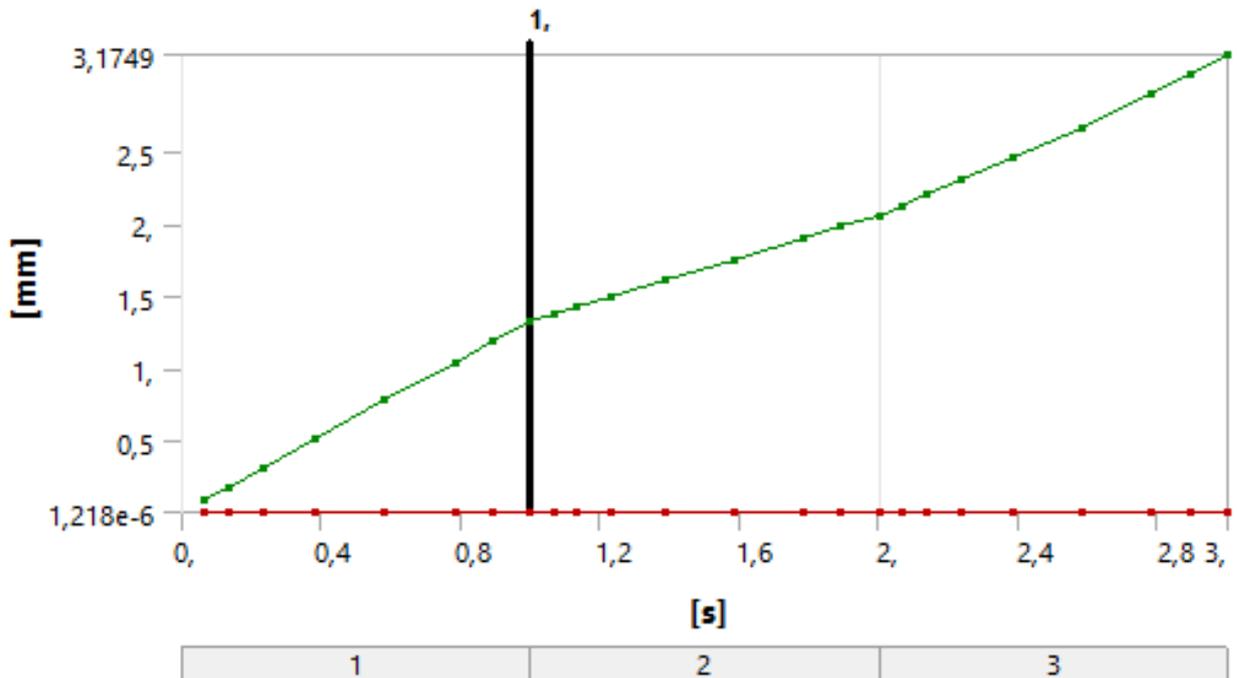
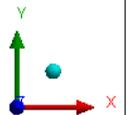
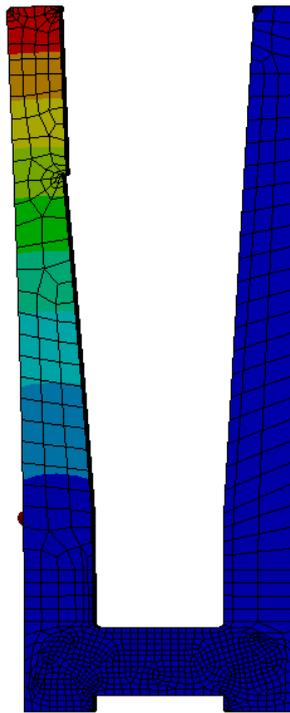
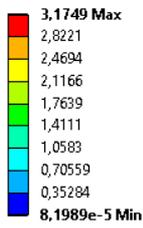
**A: Profil#1 OK**  
 DEF SLS hk 2  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 1  
 02.02.2017 09:04



**A: Profil#1 OK**  
 DEF SLS hk 3  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 2  
 02.02.2017 09:05

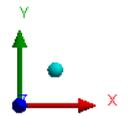
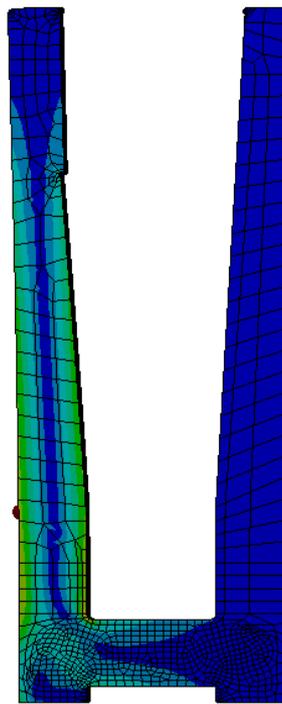
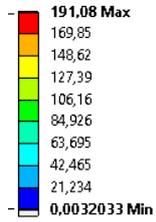


A: Profil#1 OK  
 DEF ULS hk 3  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 3  
 02.02.2017 09:05

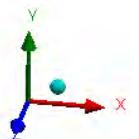
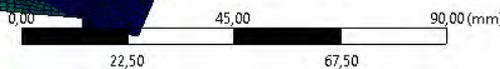
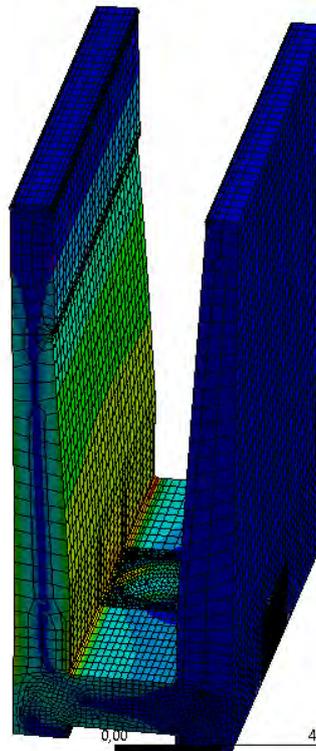
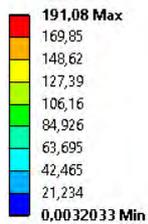


### Vergleichsspannung + plastische Dehnung:

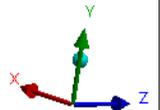
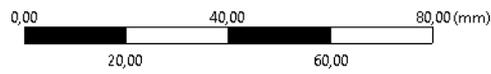
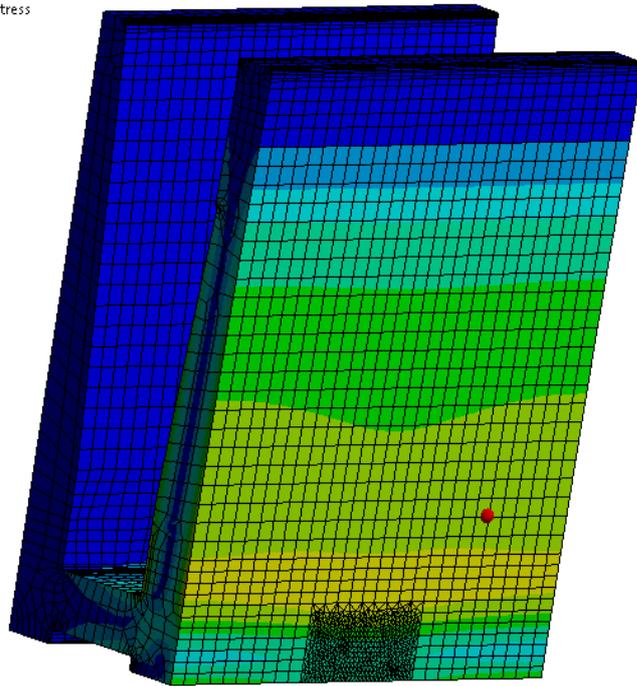
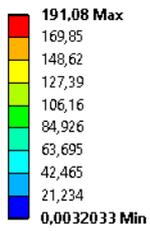
**A: Profil#1 OK**  
Equivalent Stress ULS hk 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 2  
02.02.2017 09:05



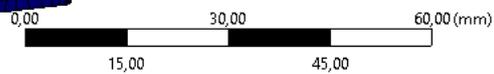
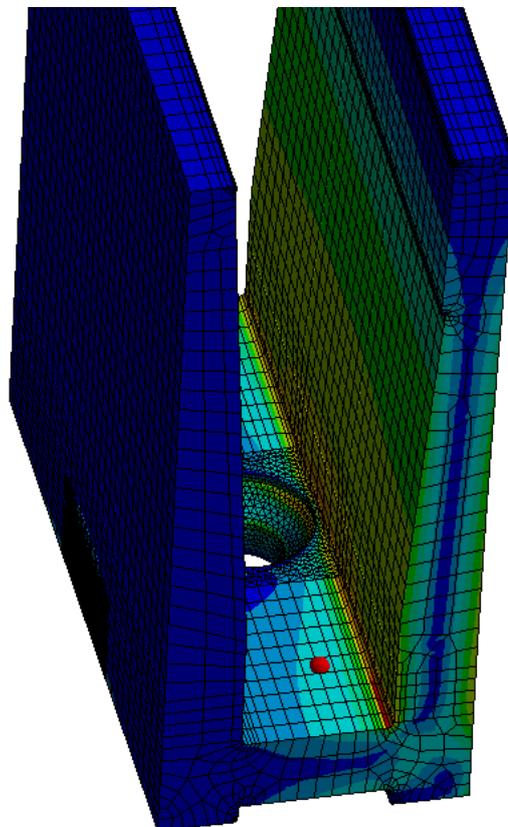
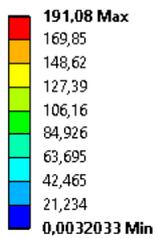
**A: Profil#1 OK**  
Equivalent Stress ULS hk 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 2  
02.02.2017 09:05



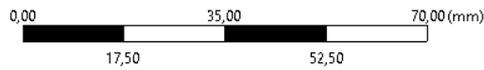
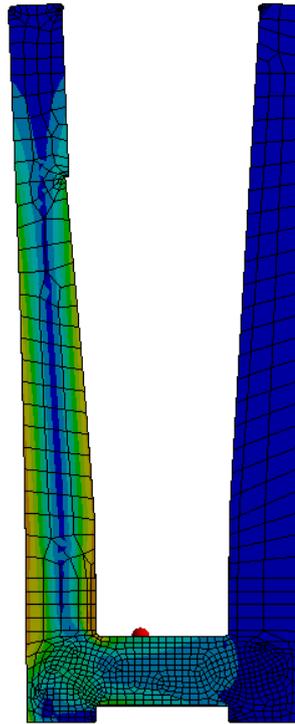
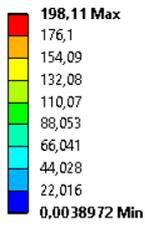
**A: Profil#1 OK**  
 Equivalent Stress ULS hk 2  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 2  
 02.02.2017 09:05



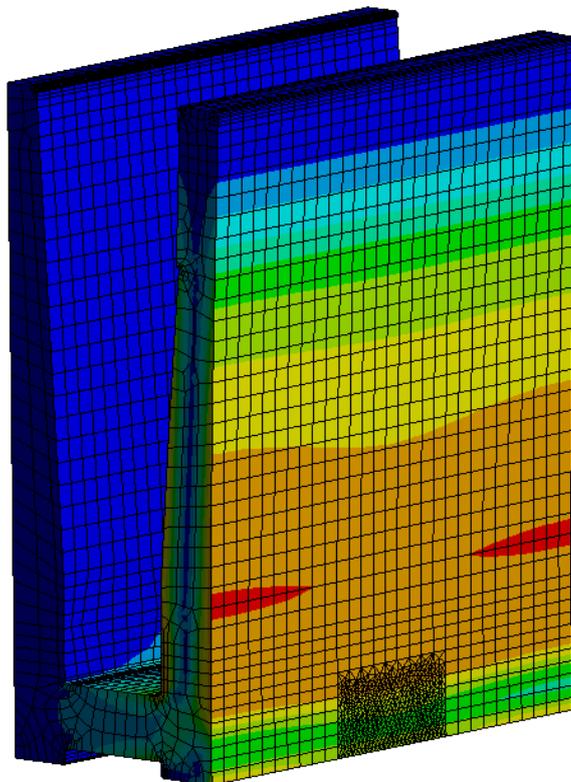
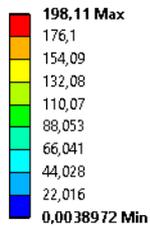
**A: Profil#1 OK**  
 Equivalent Stress ULS hk 2  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 2  
 02.02.2017 09:05



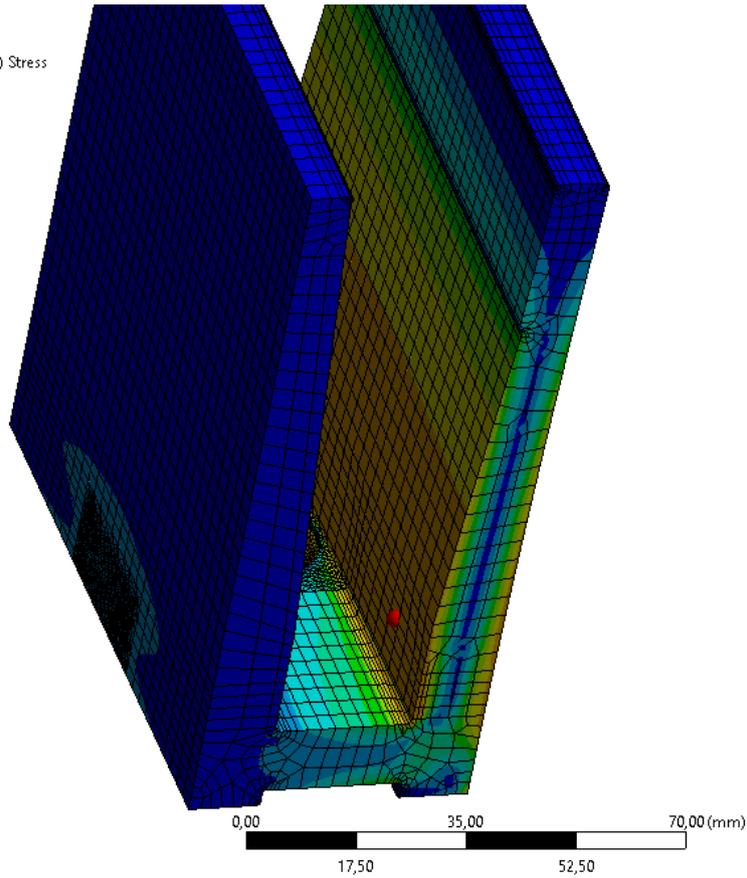
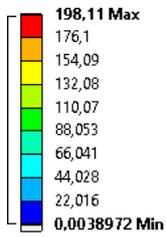
A: Profil#1 OK  
Equivalent Stress ULS hk 3  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
02.02.2017 09:07



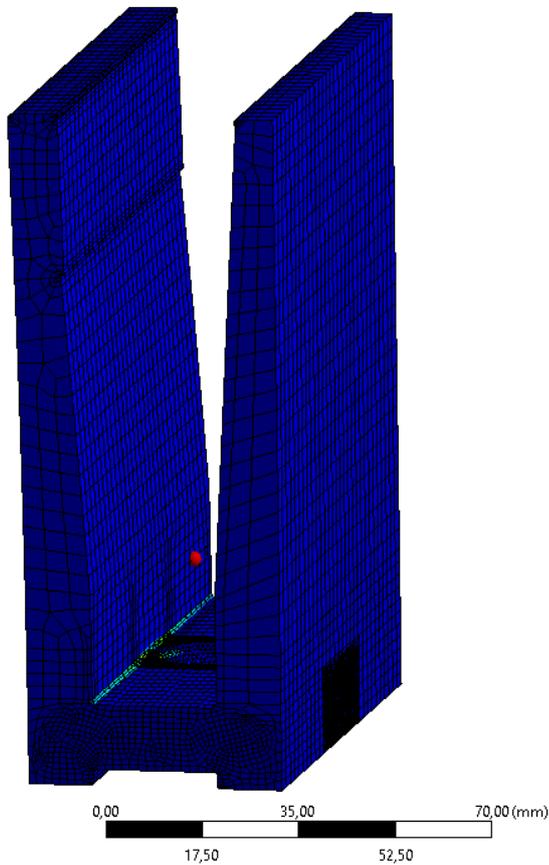
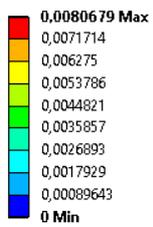
A: Profil#1 OK  
Equivalent Stress ULS hk 3  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
02.02.2017 09:07



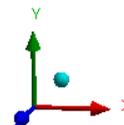
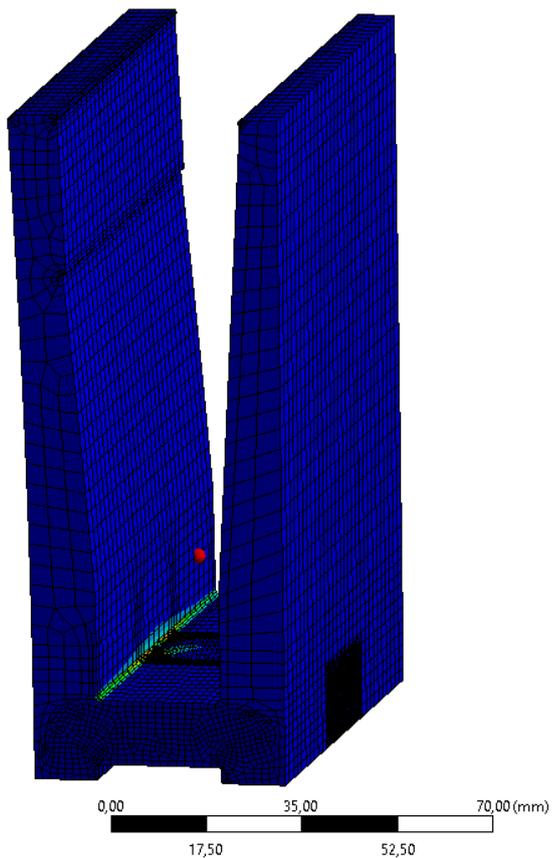
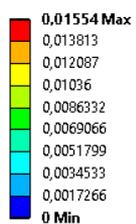
**A: Profil#1 OK**  
 Equivalent Stress ULS hk 3  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 3  
 02.02.2017 09:07



**A: Profil#1 OK**  
 Equivalent Plastic Strain ULS hk 2  
 Type: Equivalent Plastic Strain  
 Unit: mm/mm  
 Time: 2  
 02.02.2017 09:10

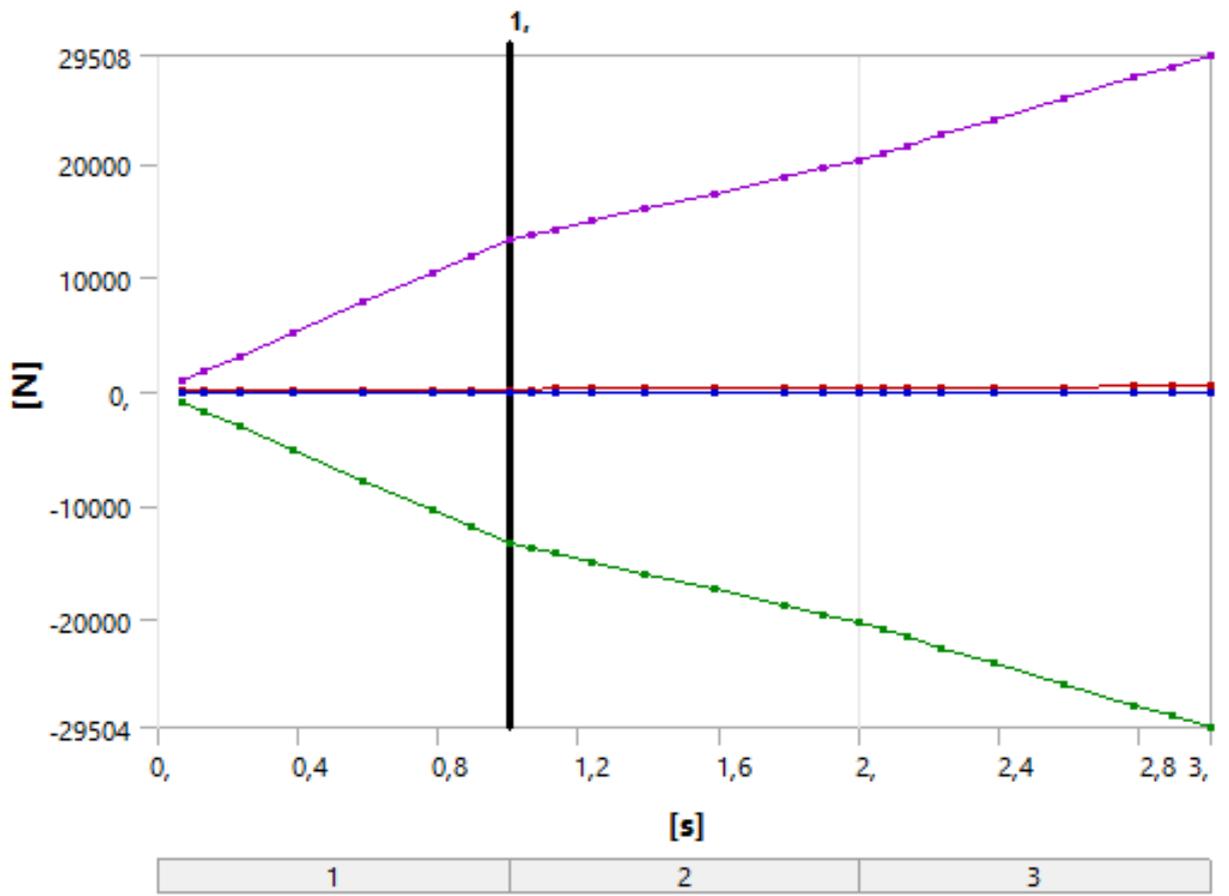
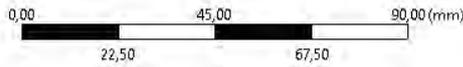
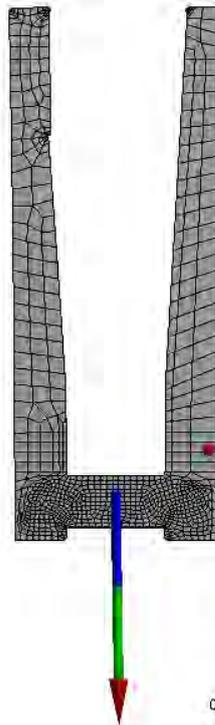


A: Profil#1 OK  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
02.02.2017 09:11



**Lagerreaktionen:**

A: Profil#1 OK  
 Force Reaction  
 02.02.2017 09:13



### **ERGEBNISSE VERGLEICHSSPANNUNG**

Die in den vorhergehenden Seiten ausgegebenen Spannungen am Profil, welche laut Legende die maximale Fließspannung übersteigen, sind aufgrund numerischer Extrapolation an der Oberfläche erzeugt worden und sind ein Darstellungsproblem.

Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze  $f_{yd} = 180/1.1 = 163 \text{ N/mm}^2$  gewählt.

In Übereinstimmung mit dem Materialgesetz und unter Einhaltung der maximalen plastischen Grenzdehnung (siehe Kapitel plastische Dehnung) sind die Spannungen am Profil eingehalten.

### **ERGEBNISSE PLASTISCHE DEHNUNG**

Im gesamten Profil treten bis auf sehr lokale Lasteinleitungsstellen keine plastische Dehnung auf. Dort wo sie auftreten sind sie sehr gering. Diese sind in Übereinstimmung mit dem gewählten Materialgesetz akzeptabel.

### **ERGEBNISSE LAGERREAKTIONEN**

Die ausgegebenen Lagerreaktionen sind höher als die analytisch errechneten Werte. Dies kommt daher, da in der analytischen Berechnung korrekt keine Abstützkräfte berücksichtigt wurden. Die Abstützkräfte stellen sich in der Realität aufgrund der Dehnsteifigkeit der Befestigungsmittel nicht ein. In der FE-Analyse wurde das Lager als unendlich steif modelliert.

### 5.3.3 Bemessung Aluminiumprofil Typ 2

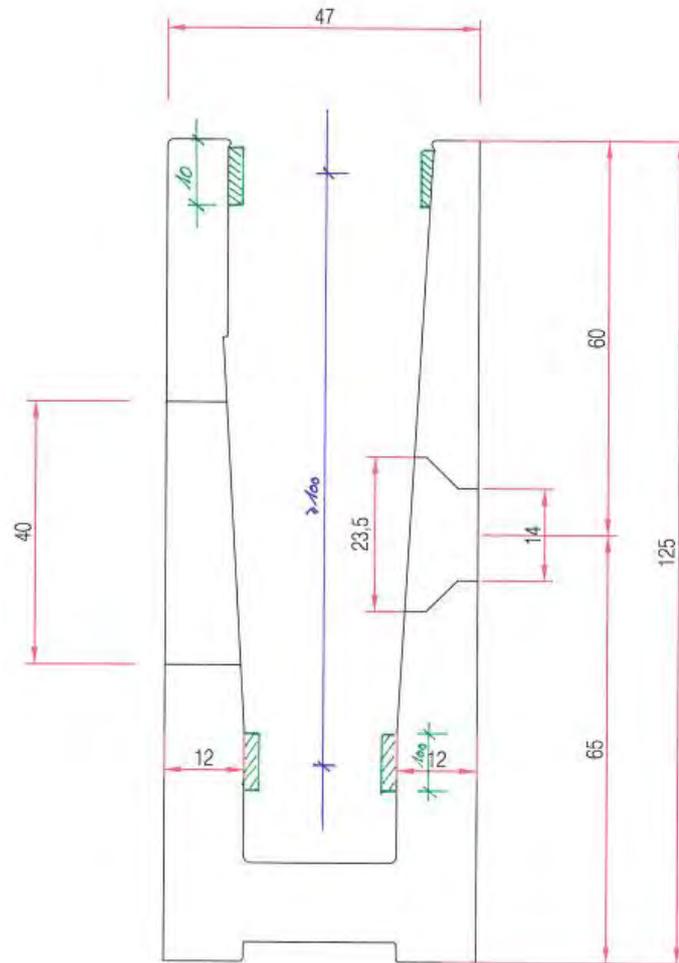


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

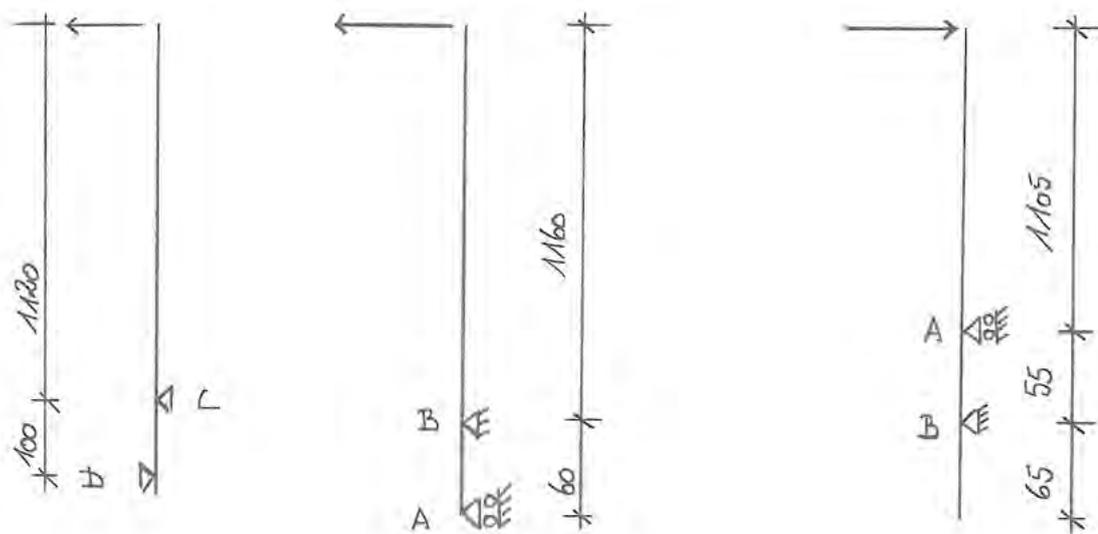


Abb.: Statisches Gesamtsystem

Sicherheitsfaktor Last	
$\gamma_{variabel}$	= 1,5
$\gamma_{ständig}$	= 1,35
$g_{Min}$	= 0,75 kN/m
$Q_k$	= 1 kN

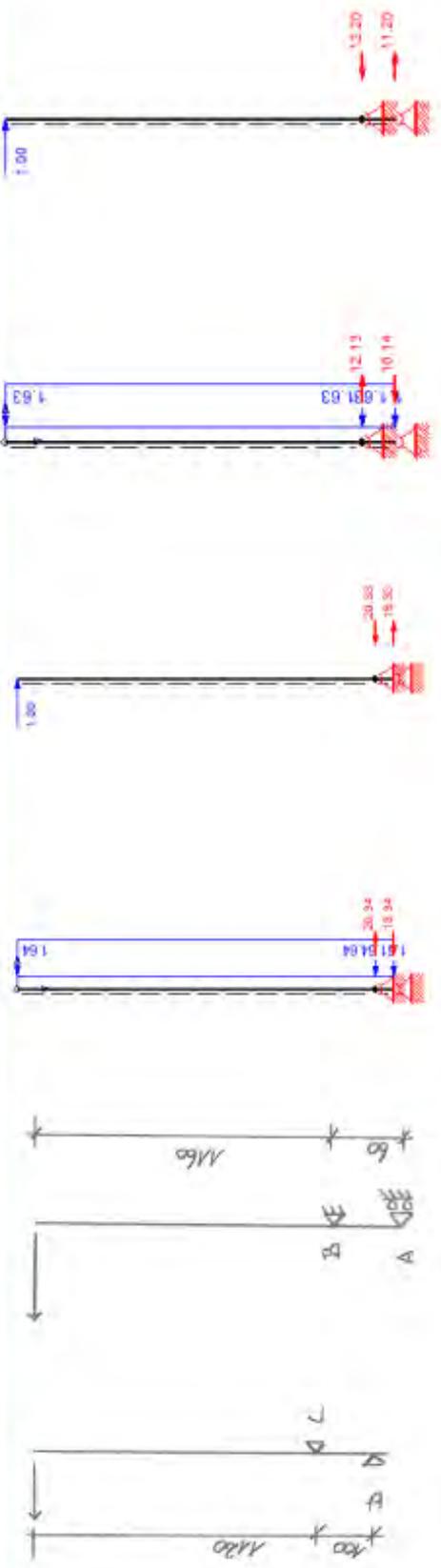
Brüstungsprofil# 2	
$l_1$ [mm]	= 1160
$l_2$ [mm]	= 60
$l_3$ [mm]	= 1120
$l_4$ [mm]	= 100

Last in Abstrichrichtung

Holmlast	$h_k$	$h_d$	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell				
			$A_k$	$A_{dhor}$	$e_{Dübel}$	$B_{dhor}$	$B_{dhor}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$
1	1,5	19,3	29,0	300,0	20,3	30,5	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-3,7	-5,5	3,4	5,0
2	3	38,7	58,0	150,0	40,7	61,0	2,2	3,4	-24,4	-36,6	22,4	33,6	-3,7	-5,5	3,4	5,0
3	4,5	58,0	87,0	150,0	61,0	91,5	3,4	5,0	-36,6	-54,9	33,6	50,4	-5,5	-8,2	5,0	7,6

Äquivalente Windlast

Windlast	$w_d$	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell					
		$A_k$	$A_{dhor}$	$e_{Dübel}$	$B_{dhor}$	$B_{dhor}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$
1,64	2,46	18,33	27,5	300,0	20,3	30,5	1,03	1,54	-12,2	-18,3	10,20	15,3	-3,7	-5,49	3,06	4,59
3,28	4,92	36,67	55,0	150,0	40,7	61,0	2,06	3,08	-24,4	-36,6	20,40	30,6	-3,7	-5,49	3,06	4,59
4,92	7,38	55,00	82,5	150,0	61,0	91,5	3,08	4,63	-36,6	-54,9	30,60	45,9	-5,5	-8,23	4,59	6,88



Sicherheitsfaktor Last	
$\gamma_{variabel}$	= 1,5
$\gamma_{ständig}$	= 1,35
$g_{k,lim}$	= 0,75 kN/m
$Q_k$	= 1 kN

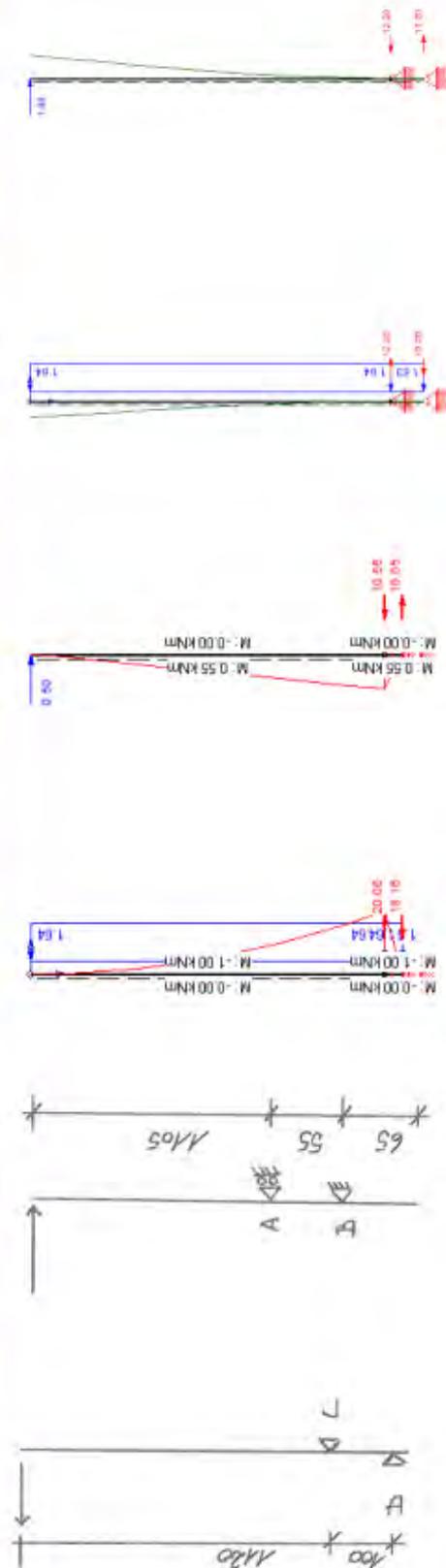
Brüstungsprofil# 2	
$l_1$ [mm]	= 1105
$l_2$ [mm]	= 55
$l_3$ [mm]	= 1120
$l_4$ [mm]	= 100

Last gegen Absturzrichtung

Holmlast $h_k$ [kN/m]	$h_d$ [mm]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell							
		$A_k$ [kN/m]	$A_{dhor}$ [mm]	$e_{Dübel}$ [mm]	$B_{khor}$ [kN/m]	$B_{dhor}$ [kN]	$B_{diver/Dübel}$ [kN]	$B_{dhor/Dübel}$ [kN]	$M_{ekGlas}$ [kNm/m]	$M_{edGlas}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$	
0,5	0,75	10,5	15,8	300,0	10,0	15,1	1,80	4,52	0,6	0,8	-6,1	-9,2	5,6	8,4	-1,8	-2,7	1,7	2,5
1	1,5	21,1	31,6	150,0	20,1	30,1	1,65	4,52	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-1,8	-2,7	1,7	2,5
1,5	2,25	31,6	47,5	150,0	30,1	45,2	1,65	6,78	1,7	2,5	-18,3	-27,5	16,8	25,2	-2,7	-4,1	2,5	3,8

Äquivalente Windlast

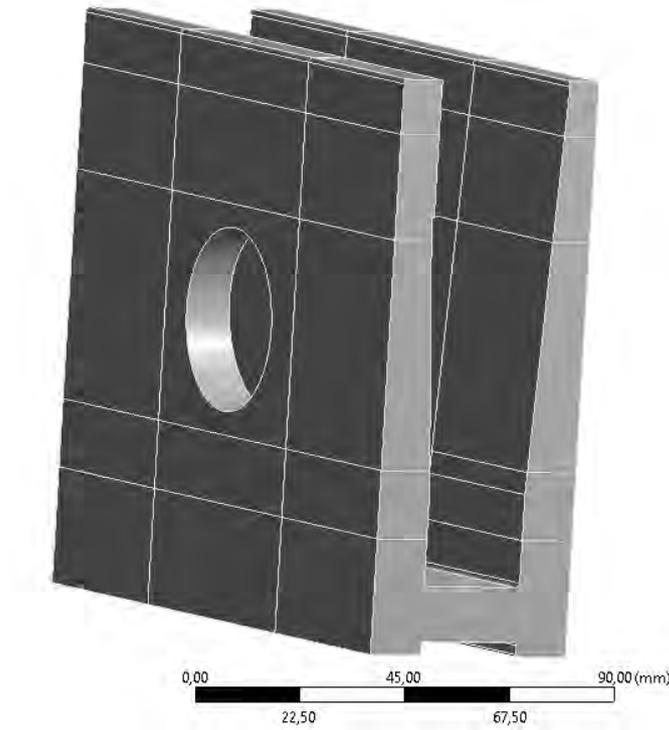
Windlast $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$w_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell							
		$A_k$ [kN/m]	$A_{dhor}$ [mm]	$e_{Dübel}$ [mm]	$B_{khor}$ [kN/m]	$B_{dhor}$ [kN]	$B_{diver/Dübel}$ [kN]	$B_{dhor/Dübel}$ [kN]	$M_{ekGlas}$ [kNm/m]	$M_{edGlas}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$	
0,82	1,23	10,03	15,0	300,0	9,1	13,6	1,80	4,09	0,51	0,77	-6,1	-9,2	5,10	7,7	-1,8	-2,75	1,53	2,30
1,64	2,46	20,06	30,1	150,0	18,2	27,2	1,65	4,09	1,03	1,54	-12,2	-18,3	10,20	15,3	-1,8	-2,75	1,53	2,30
2,46	3,69	30,09	45,1	150,0	27,2	40,9	1,65	6,13	1,54	2,31	-18,3	-27,5	15,31	23,0	-2,7	-4,12	2,30	3,44



### Geometrie:

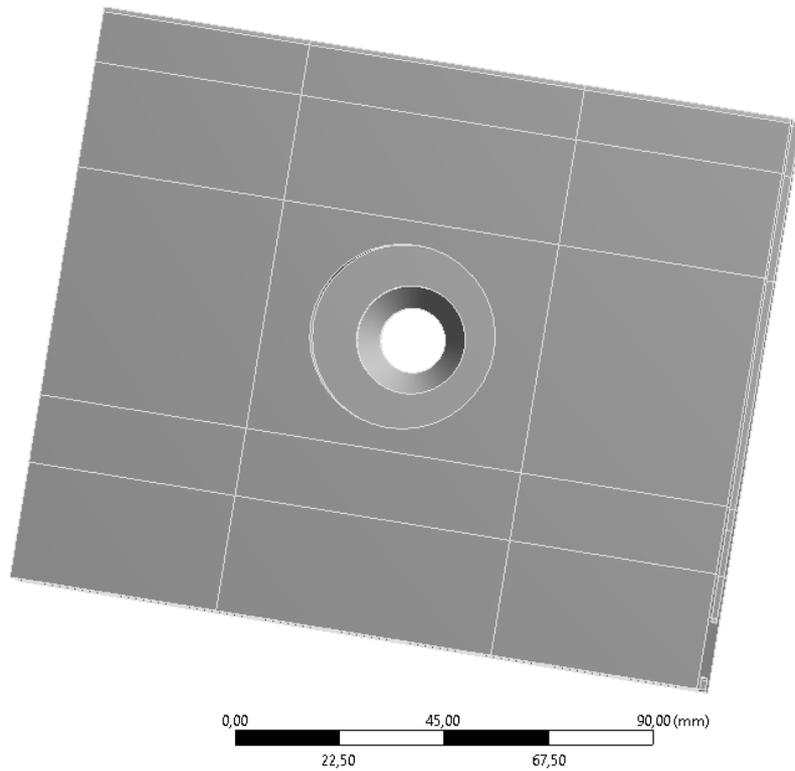
Geometry  
02.02.2017 09:14

Nonlinear



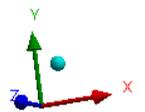
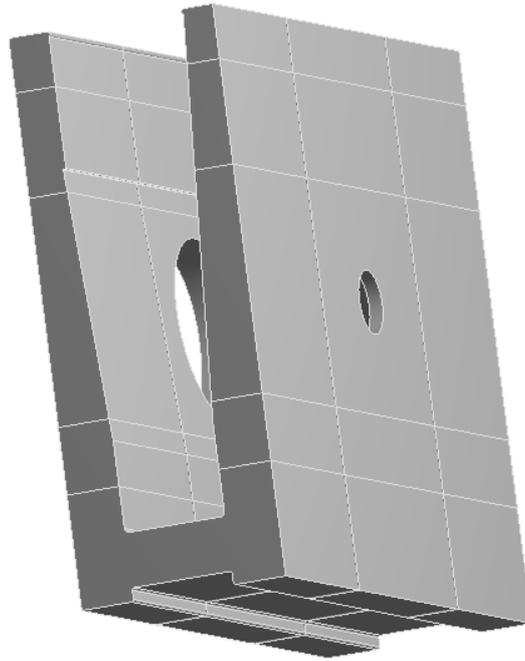
Geometry  
02.02.2017 09:14

Nonlinear

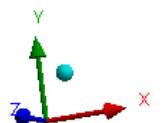


Geometry  
02.02.2017 09:14

Nonlinear



Netz:

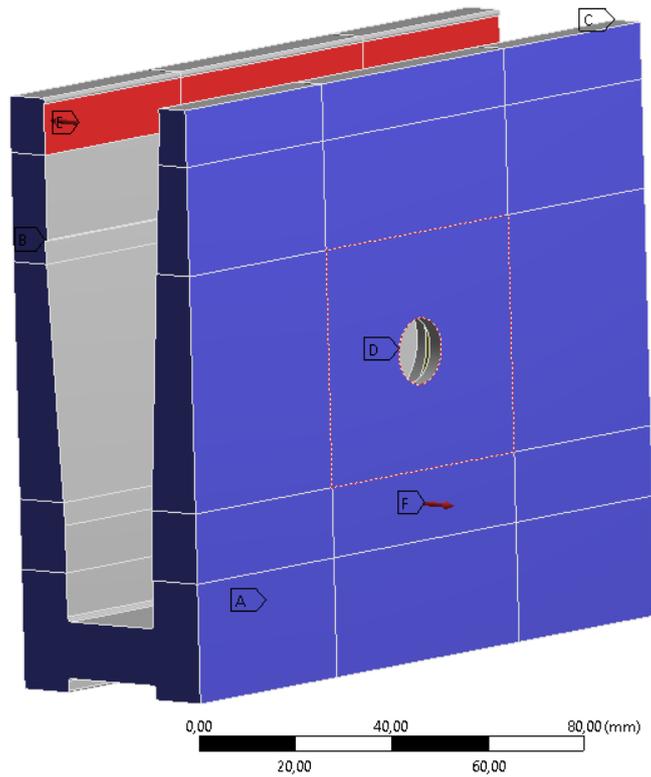




**Randbedingungen:**

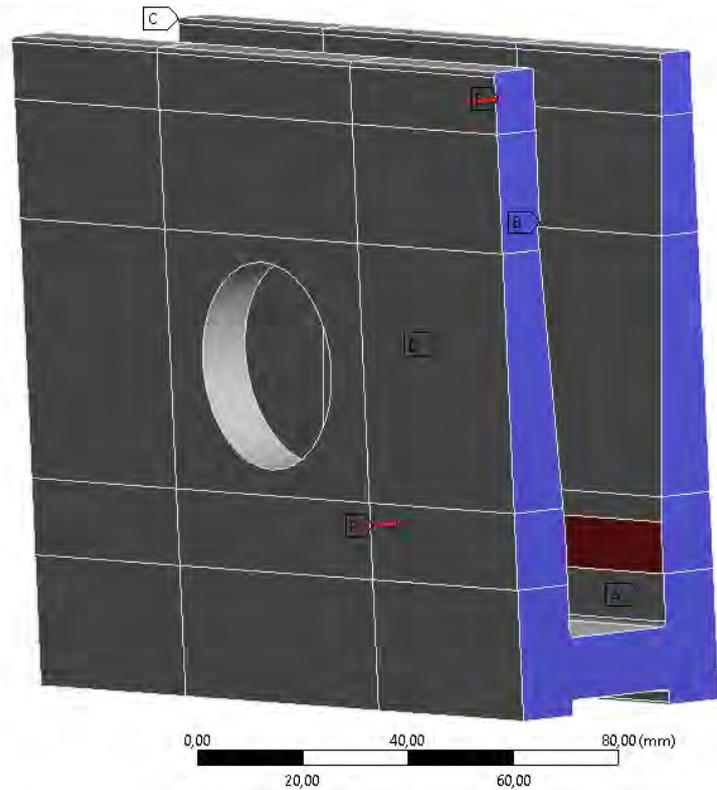
**B: Profil#2 OK**  
 Static Structural  
 Time: 1, s  
 02.02.2017 09:17

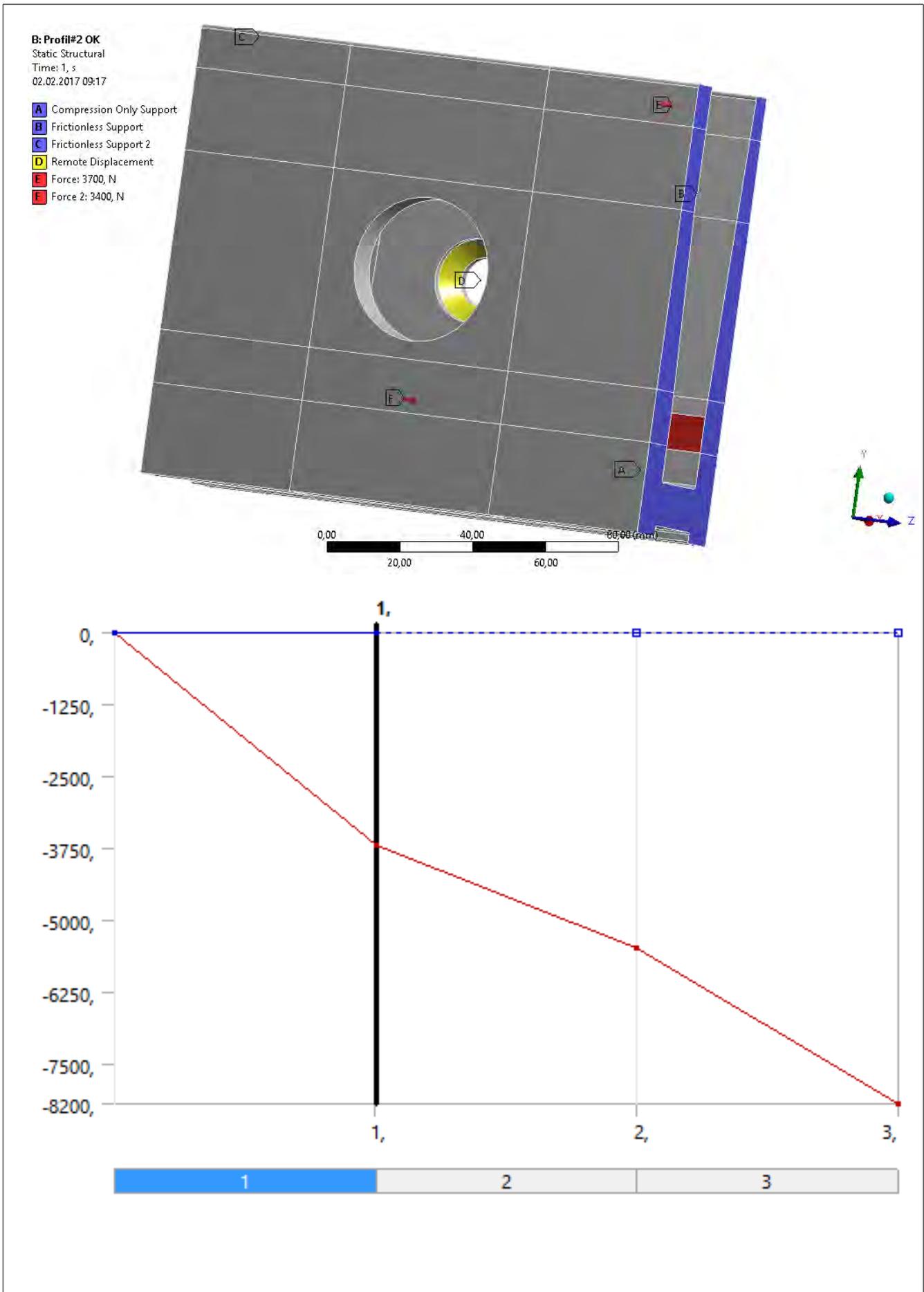
- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 3700, N
- F Force 2: 3400, N

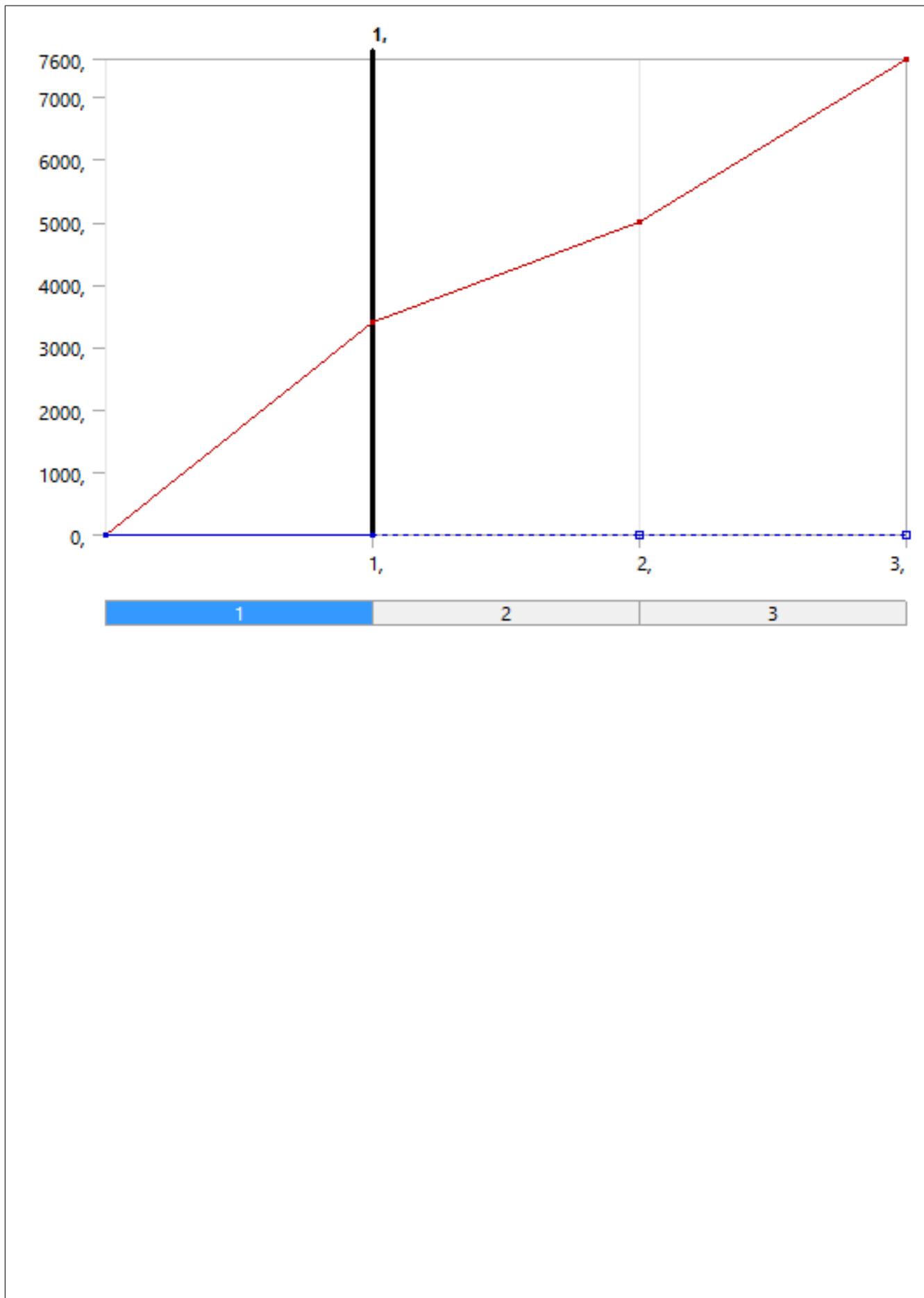


**B: Profil#2 OK**  
 Static Structural  
 Time: 1, s  
 02.02.2017 09:17

- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 3700, N
- F Force 2: 3400, N

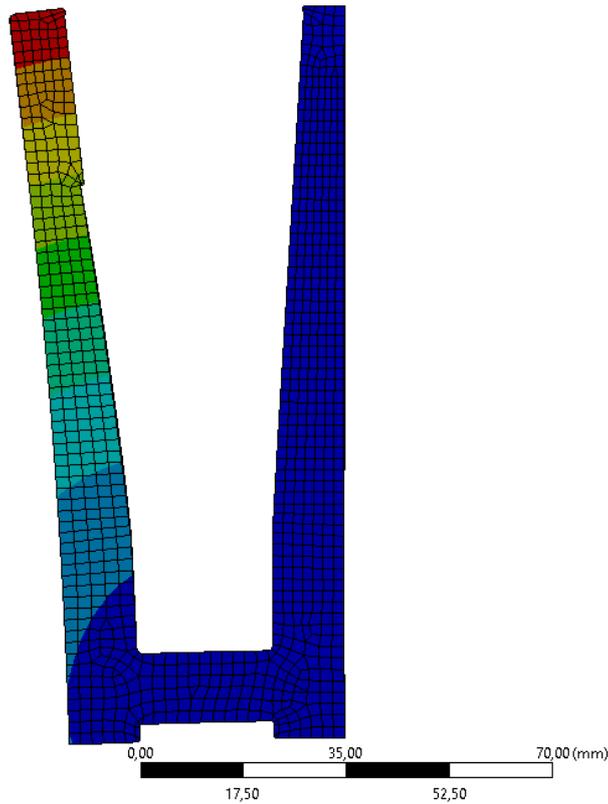
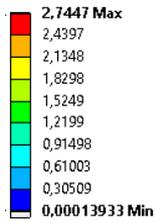




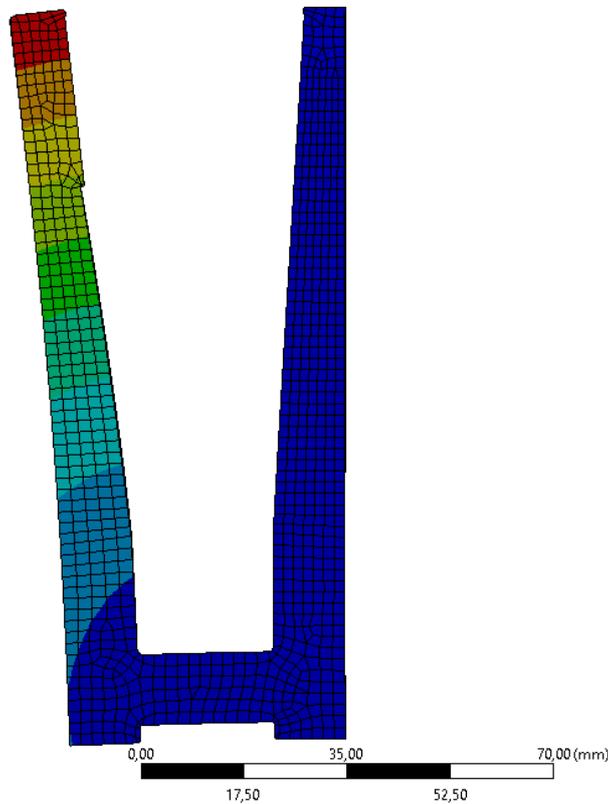
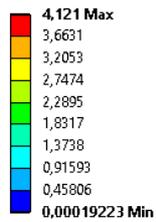


**Verformungen:**

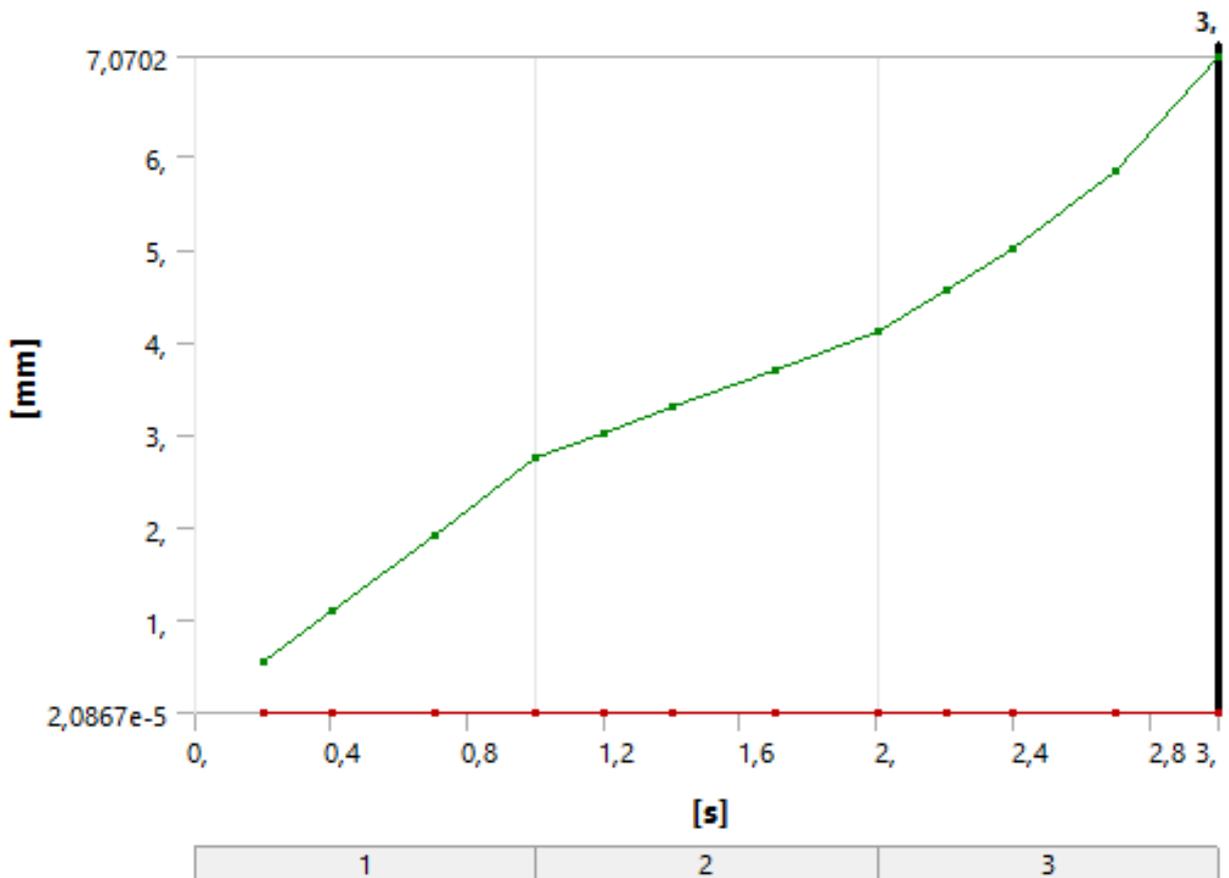
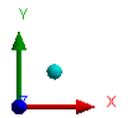
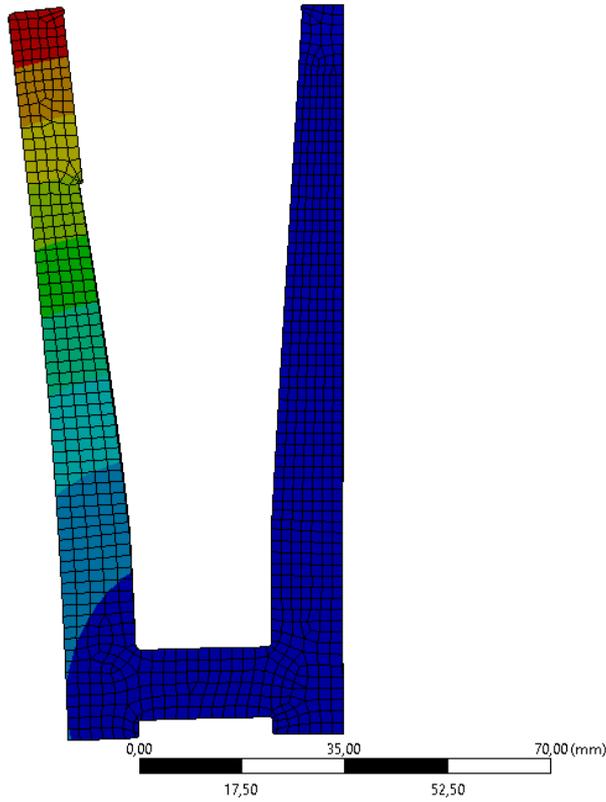
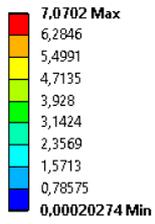
**B: Profil#2 OK**  
 DEF SLS hk 2  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 1  
 02.02.2017 09:19



**B: Profil#2 OK**  
 DEF SLS hk 3  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 2  
 02.02.2017 09:20

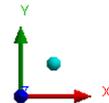
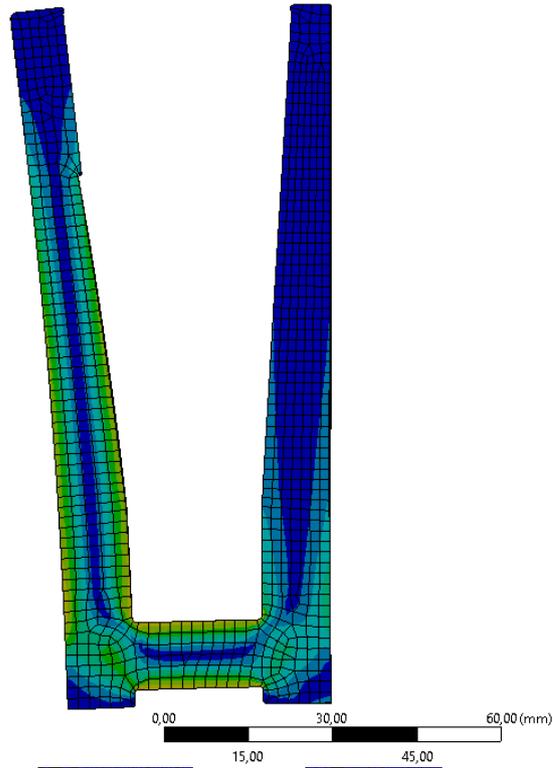
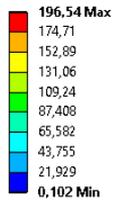


**B: Profil#2 OK**  
 DEF ULS hk 3  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 3  
 02.02.2017 09:20

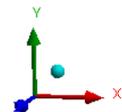
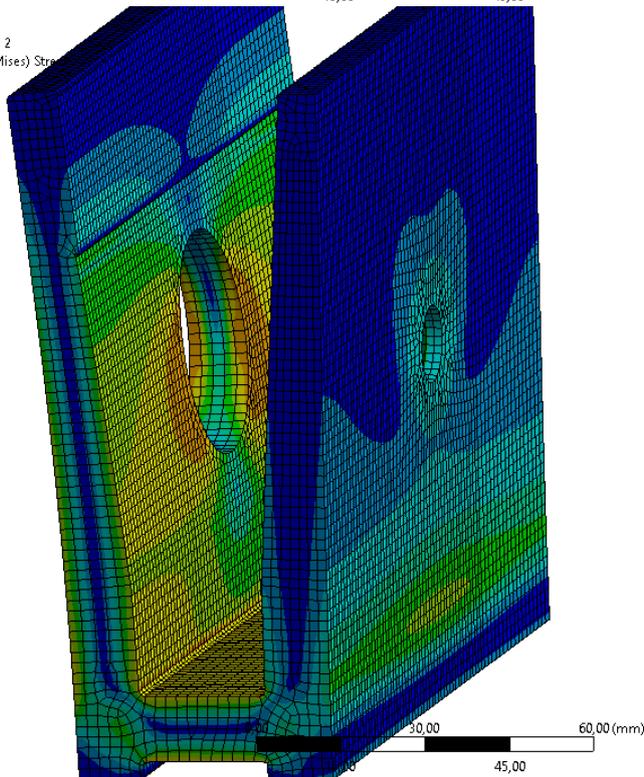
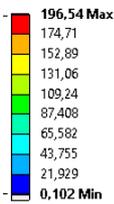


### Vergleichsspannung + plastische Dehnung:

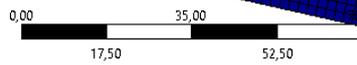
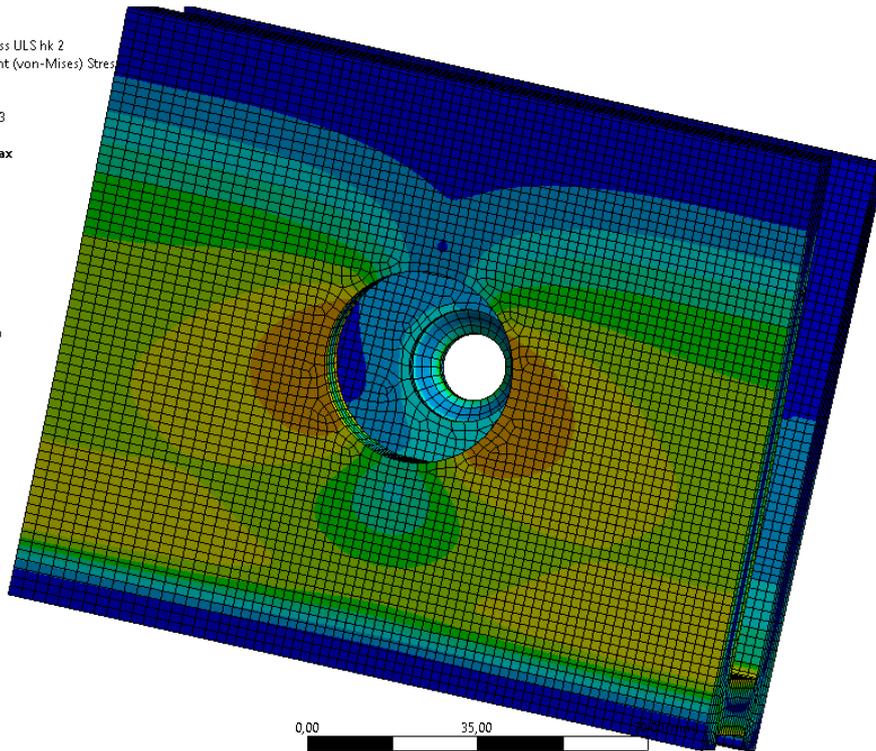
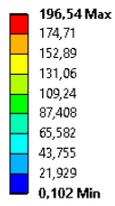
**B: Profil#2 OK**  
Equivalent Stress ULS hk 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 2  
02.02.2017 09:23



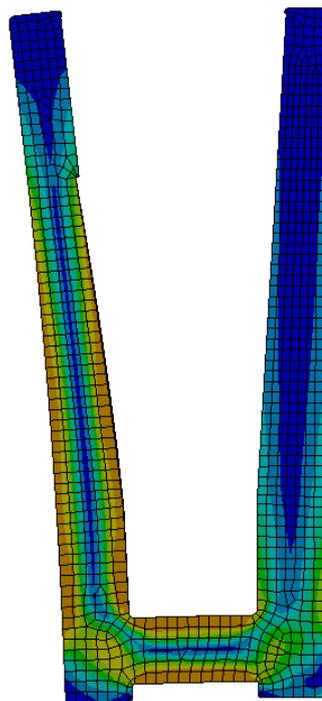
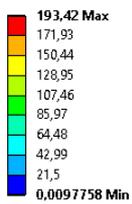
**B: Profil#2 OK**  
Equivalent Stress ULS hk 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 2  
02.02.2017 09:23



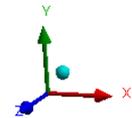
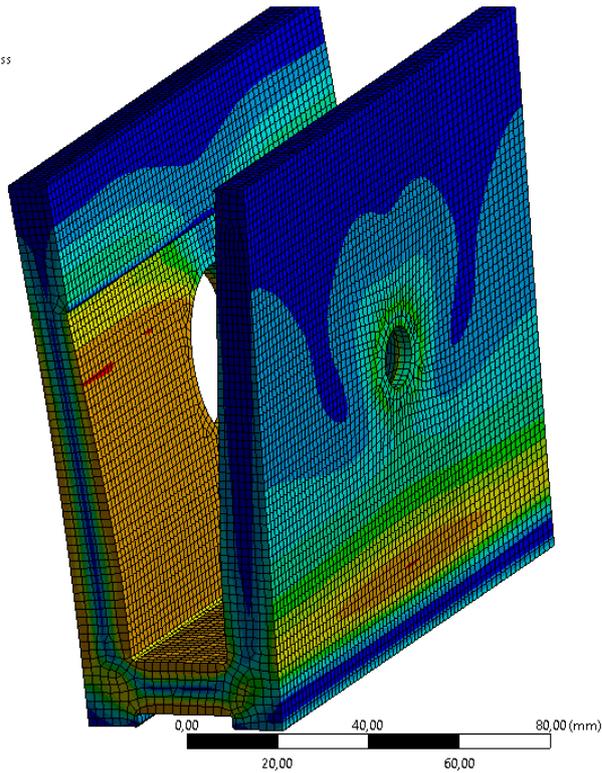
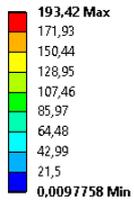
**B: Profil#2 OK**  
 Equivalent Stress ULS hk 2  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 2  
 02.02.2017 09:23



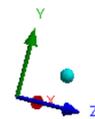
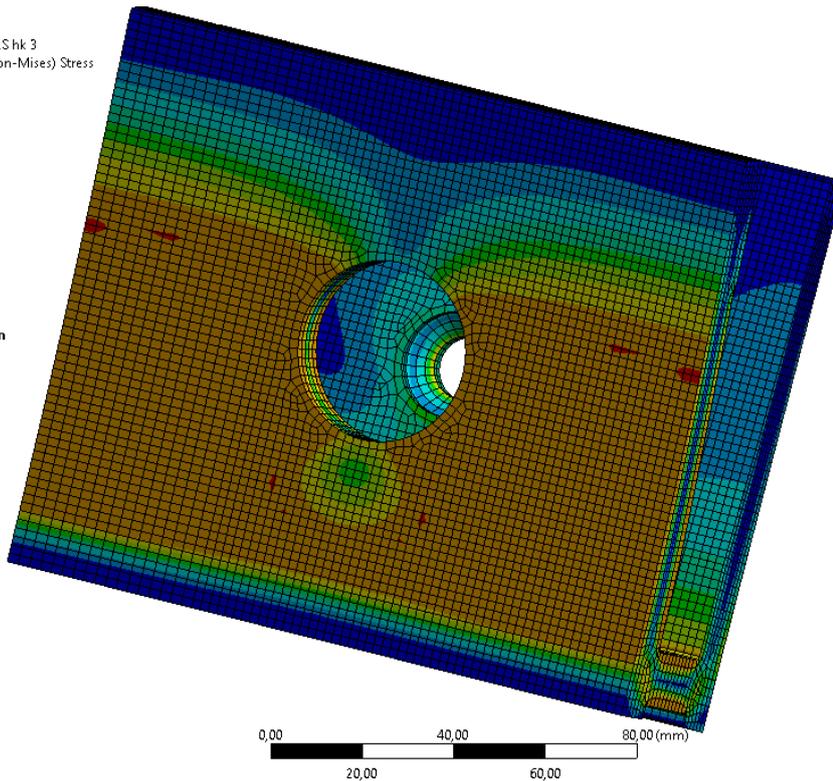
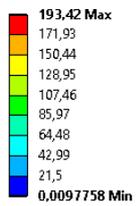
**B: Profil#2 OK**  
 Equivalent Stress ULS hk 3  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 3  
 02.02.2017 09:24



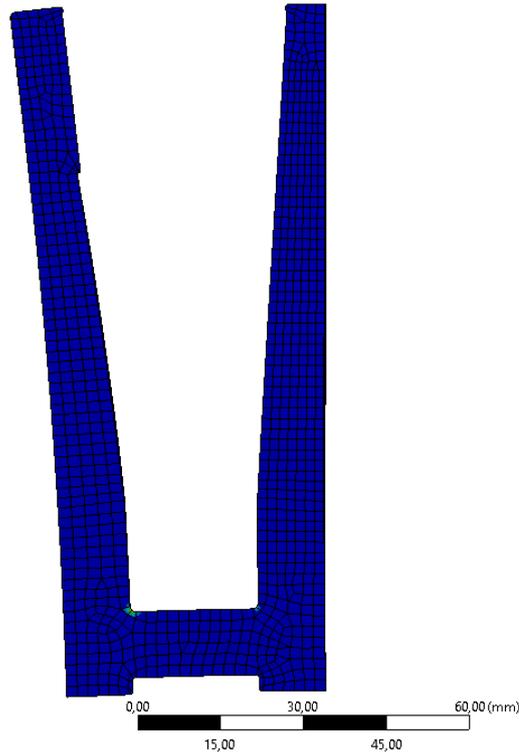
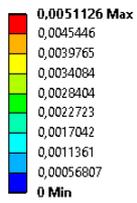
**B: Profil#2 OK**  
Equivalent Stress ULS hk 3  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
02.02.2017 09:24



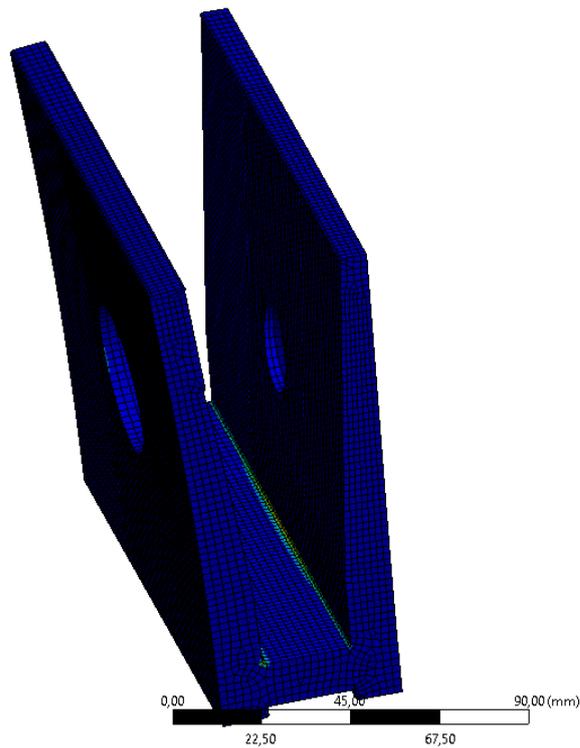
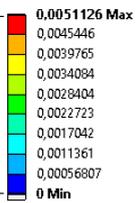
**B: Profil#2 OK**  
Equivalent Stress ULS hk 3  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
02.02.2017 09:24



**B: Profil#2 OK**  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 2  
02.02.2017 09:25

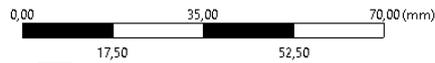
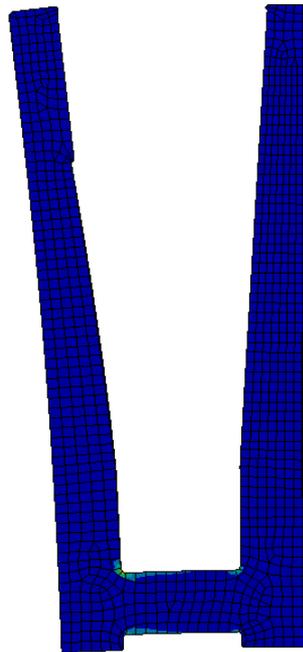


**B: Profil#2 OK**  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 2  
02.02.2017 09:25



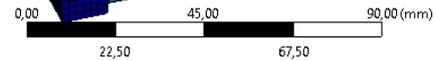
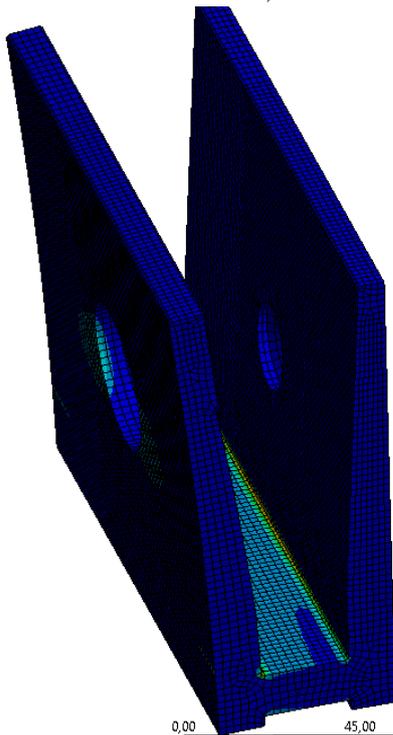
**B: Profil#2 OK**  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
Custom  
02.02.2017 09:26

0,012532
<b>0,012532 Max</b>
0,011139
0,0097469
0,0083545
0,0069621
0,0055697
0,0041773
0,0027848
0,0013924
<b>0 Min</b>



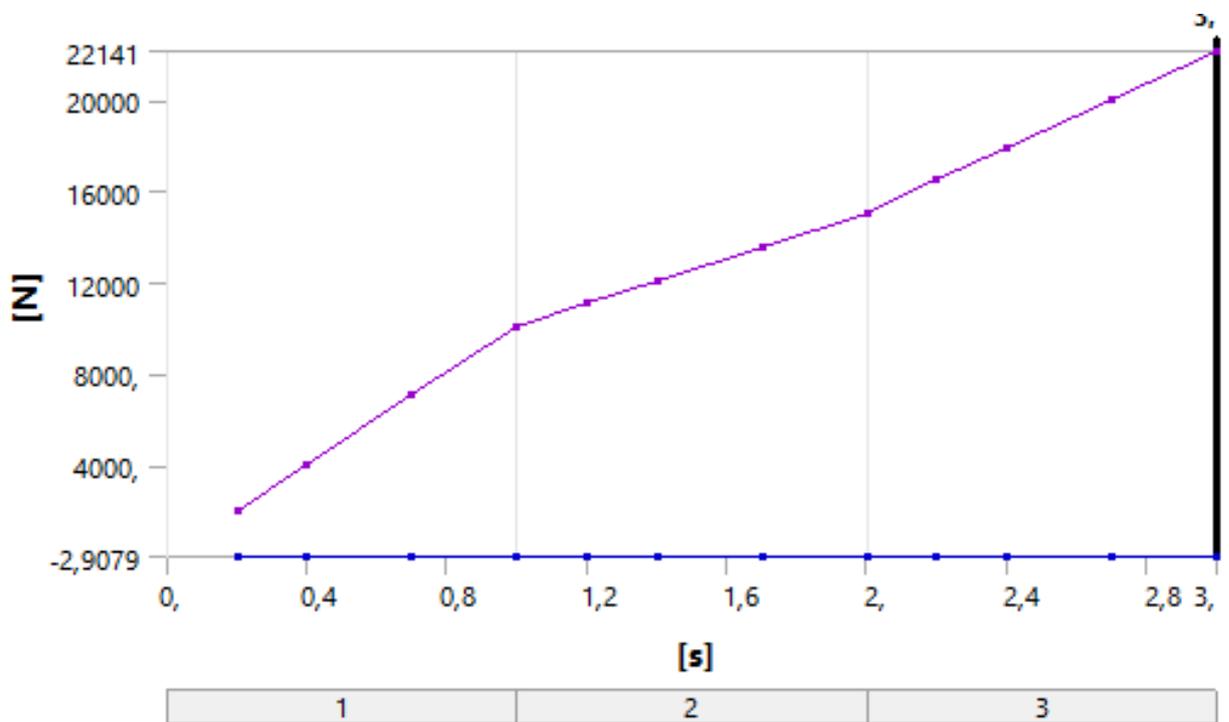
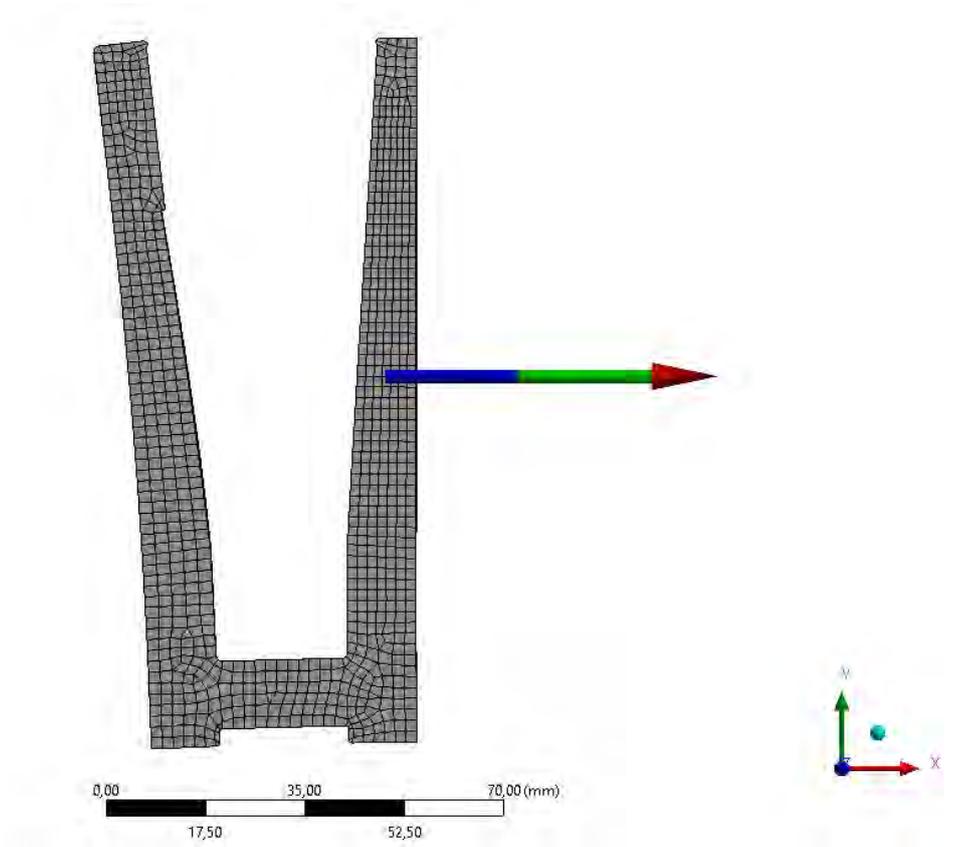
**B: Profil#2 OK**  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
Custom  
02.02.2017 09:26

0,012532
<b>0,012532 Max</b>
0,011139
0,0097469
0,0083545
0,0069621
0,0055697
0,0041773
0,0027848
0,0013924
<b>0 Min</b>



**Lagerreaktionen:**

B: Profil#2 OK  
 Force Reaction  
 02.02.2017 09:27



### **ERGEBNISSE VERGLEICHSSPANNUNG**

Die in den vorhergehenden Seiten ausgegebenen Spannungen am Profil, welche laut Legende die maximale Fließspannung übersteigen, sind aufgrund numerischer Extrapolation an der Oberfläche erzeugt worden und sind ein Darstellungsproblem.

Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze  $f_{yd} = 180/1.1 = 163 \text{ N/mm}^2$  gewählt.

In Übereinstimmung mit dem Materialgesetz und unter Einhaltung der maximalen plastischen Grenzdehnung (siehe Kapitel plastische Dehnung) sind die Spannungen am Profil eingehalten.

### **ERGEBNISSE PLASTISCHE DEHNUNG**

Im gesamten Profil treten bis auf sehr lokale Lasteinleitungsstellen keine plastische Dehnung auf. Dort wo sie auftreten sind sie sehr gering. Diese sind in Übereinstimmung mit dem gewählten Materialgesetz akzeptabel.

### **ERGEBNISSE LAGERREAKTIONEN**

Die ausgegebenen Lagerreaktionen sind höher als die analytisch errechneten Werte. Dies kommt daher, da in der analytischen Berechnung korrekt keine Abstützkräfte berücksichtigt wurden. Die Abstützkräfte stellen sich in der Realität aufgrund der Dehnsteifigkeit der Befestigungsmittel nicht ein. In der FE-Analyse wurde das Lager als unendlich steif modelliert.

### 5.3.4 Bemessung Aluminiumprofil Typ 3

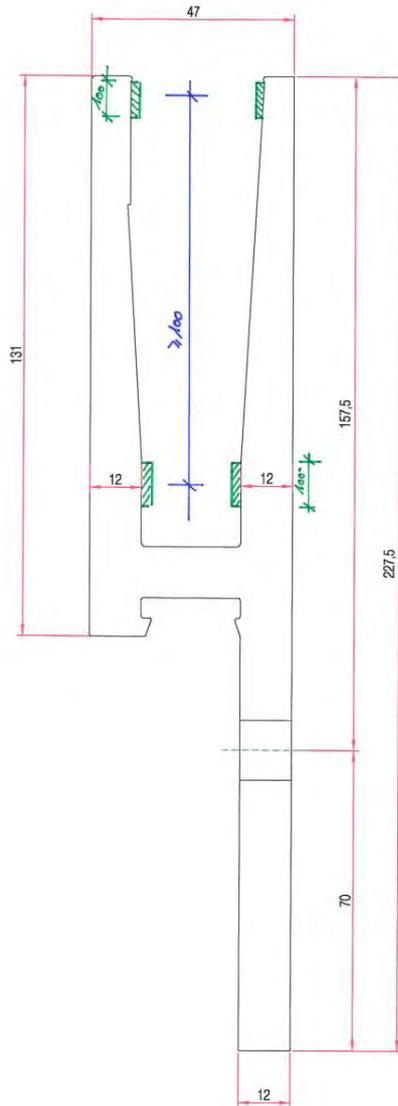


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

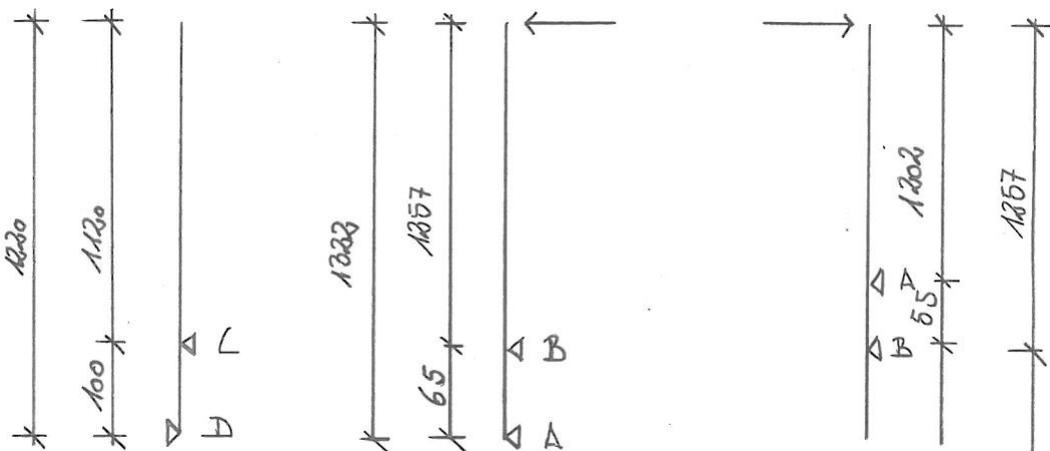


Abb.: Statisches Gesamtsystem

Geometrie		Brüstungsprofil# 3	
$h_1$ [mm]	=	1257	
$l_2$ [mm]	=	65	
$l_3$ [mm]	=	1120	
$l_4$ [mm]	=	100	

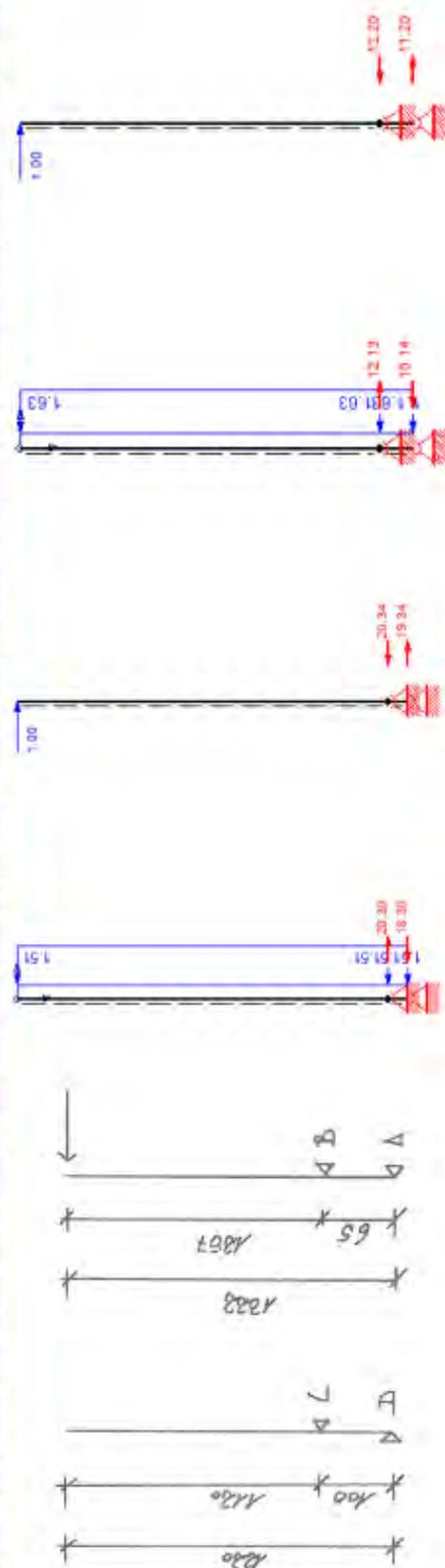
Sicherheitsfaktor Last	
$\gamma_{variabel}$	= 1,5
$\gamma_{ständig}$	= 1,35
$g_{kin}$	= 0,75 kN/m
$Q_k$	= 1 kN

Last in Absturzrichtung

Holmlast $h_k$	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas										
	$A_k$	$A_{dhor}$	$e_{Dübel}$	$B_{dhor}$	$B_{dhorDübel}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{dFE}$	$C_{dFE}$	$D_{dFE}$	$D_{dFE}$	
[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[kN/m]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	
1	19,3	29,0	300,0	20,3	30,5	1,80	9,15	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-3,7	-5,5	3,4	5,0
2	38,7	58,0	150,0	40,7	61,0	1,65	9,15	2,2	3,4	-24,4	-36,6	22,4	33,6	-3,7	-5,5	3,4	5,0
3	58,0	87,0	150,0	61,0	91,5	1,65	13,73	3,4	5,0	-36,6	-54,9	33,6	50,4	-5,5	-8,2	5,0	7,6

Äquivalente Windlast

Windlast $W_k$	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas											
	$A_k$	$A_{dhor}$	$e_{Dübel}$	$B_{dhor}$	$B_{dhorDübel}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{dFE}$	$C_{dFE}$	$D_{dFE}$	$D_{dFE}$		
[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[kN/m]	[kN]	[kN]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1,51	2,27	18,33	27,5	300,0	20,3	30,5	1,80	9,15	0,95	1,42	-11,3	-16,9	9,41	14,1	-3,4	-5,07	2,82	4,23
3,02	4,54	36,67	55,0	150,0	40,7	61,0	1,65	9,15	1,90	2,85	-22,5	-33,8	18,82	28,2	-3,4	-5,07	2,82	4,23
4,54	6,81	55,02	82,5	150,0	61,0	91,5	1,65	13,73	2,85	4,27	-33,8	-50,7	28,24	42,4	-5,1	-7,60	4,24	6,35



Sicherheitsfaktor Last	
$\gamma_{variabel}$	1,5
$\gamma_{ständig}$	1,35
$g_{kin}$	0,75 kN/m
$Q_k$	1 kN

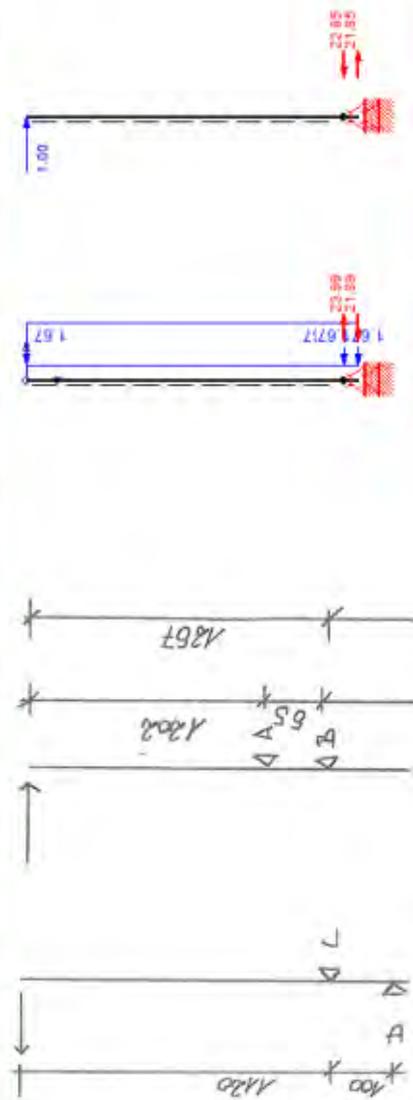
Brüstungsprofil# 3	
$l_1$ [mm]	1202
$l_2$ [mm]	55
$l_3$ [mm]	1120
$l_4$ [mm]	100

Last gegen Absturzung

Holmlast $h_k$ [kN/m]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell				
	$A_k$ [kN/m]	$A_{enor}$ [mm]	$B_{thor}$ [kN/m]	$B_{thorDübel}$ [kN]	$M_{eKGlass}$ [kNm/m]	$M_{edGlass}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$
0,5	11,4	17,1	300,0	16,4	1,80	4,92	0,6	0,8	8,4	8,4	-1,8	-2,7	1,7	2,5
1	22,9	34,3	150,0	32,8	1,65	4,92	1,1	1,7	16,8	16,8	-1,8	-2,7	1,7	2,5
1,5	34,3	51,4	150,0	49,2	1,65	7,38	1,7	2,5	25,2	25,2	-2,7	-4,1	2,5	3,8

Äquivalente Windlast

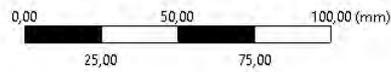
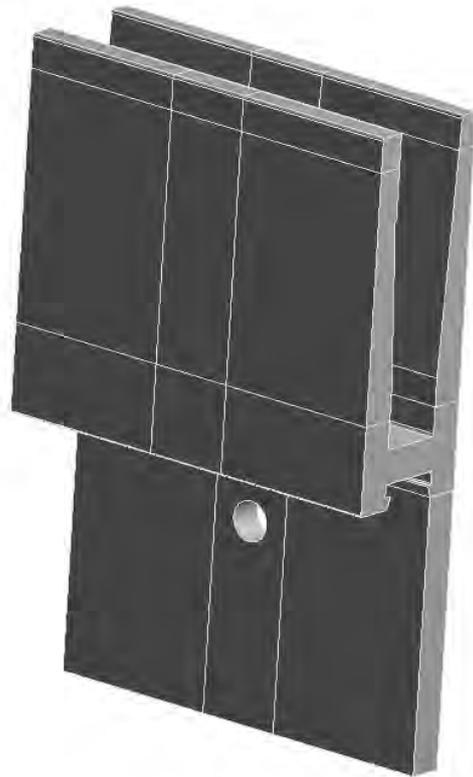
Windlast $w_k$ [kN/m²]	Drucklager Beton		Dübel		Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell				
	$A_k$ [kN/m]	$A_{enor}$ [mm]	$B_{thor}$ [kN/m]	$B_{thorDübel}$ [kN]	$M_{eKGlass}$ [kNm/m]	$M_{edGlass}$ [kNm/m]	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$
0,83	11,98	18,0	300,0	16,4	1,80	4,92	0,52	0,78	7,8	7,8	-1,9	-2,79	1,56	2,34
1,67	23,96	35,9	150,0	32,8	1,65	4,92	1,05	1,57	15,6	15,6	-1,9	-2,79	1,56	2,34
2,50	35,95	53,9	150,0	49,2	1,65	7,38	1,57	2,35	23,4	23,4	-2,8	-4,19	2,34	3,50



### Geometrie:

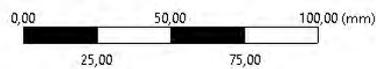
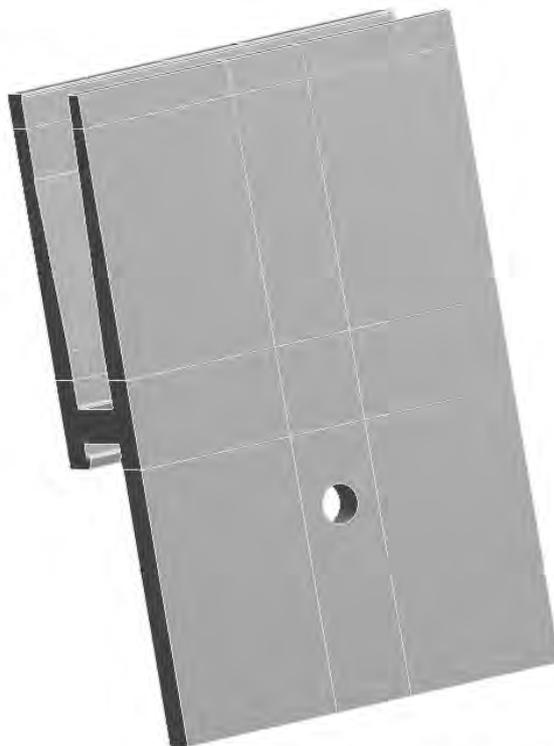
Geometry  
02.02.2017 09:49

Nonlinear



Geometry  
02.02.2017 09:49

Nonlinear

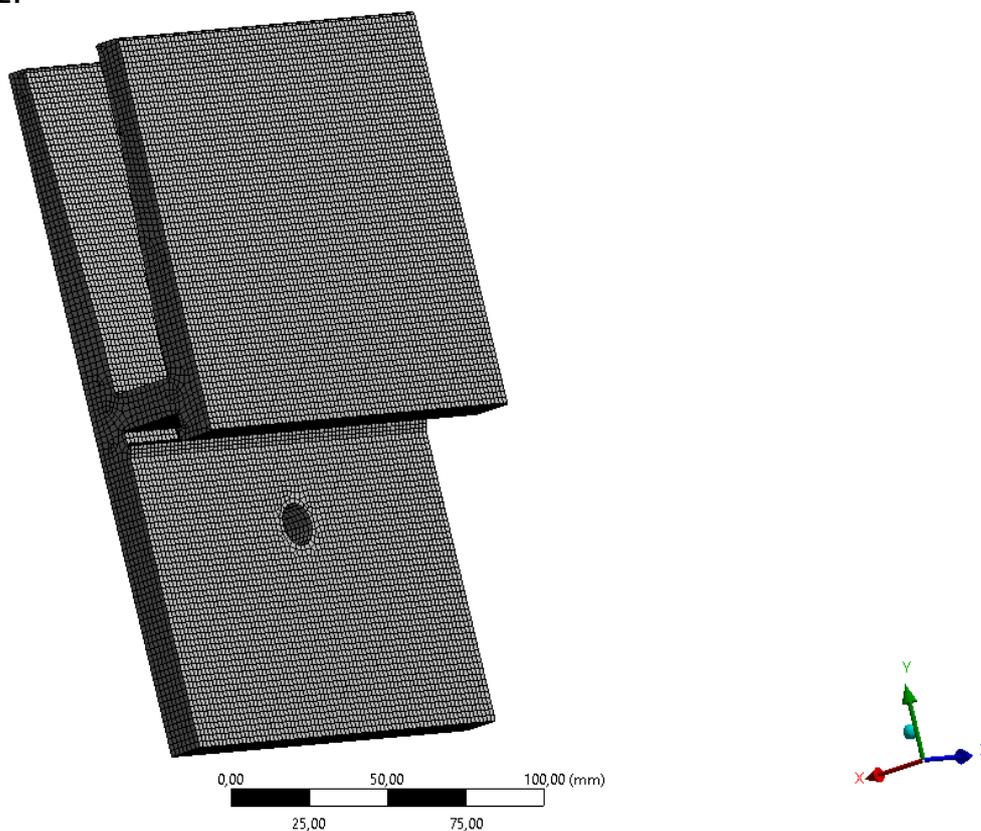


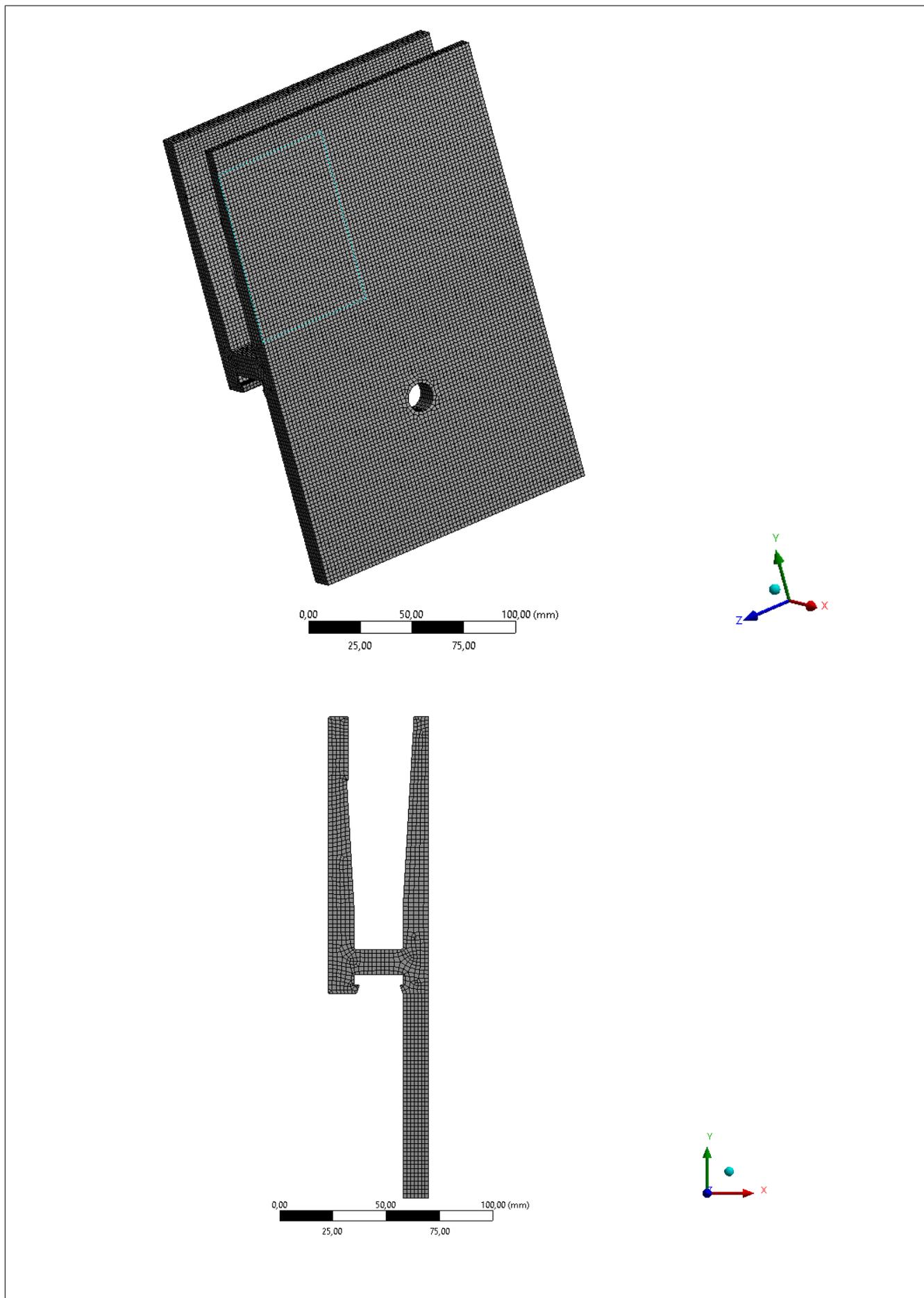
Geometry  
02.02.2017 09:49

Nonlinear



Netz:

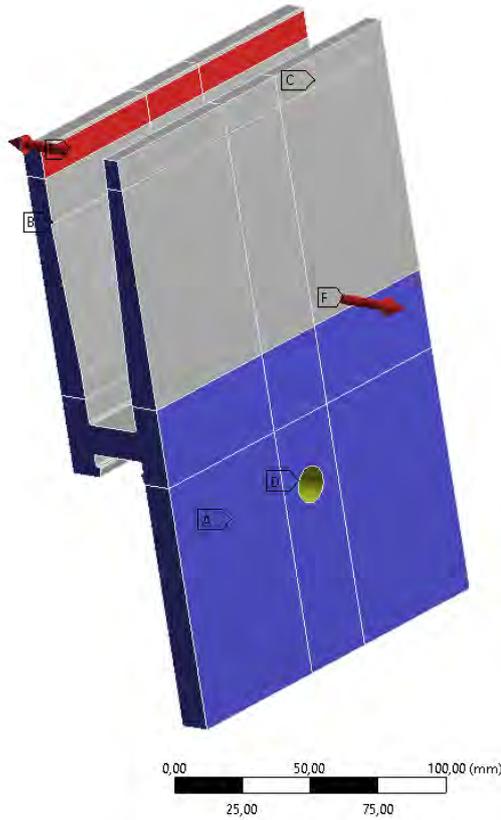




**Randbedingungen:**

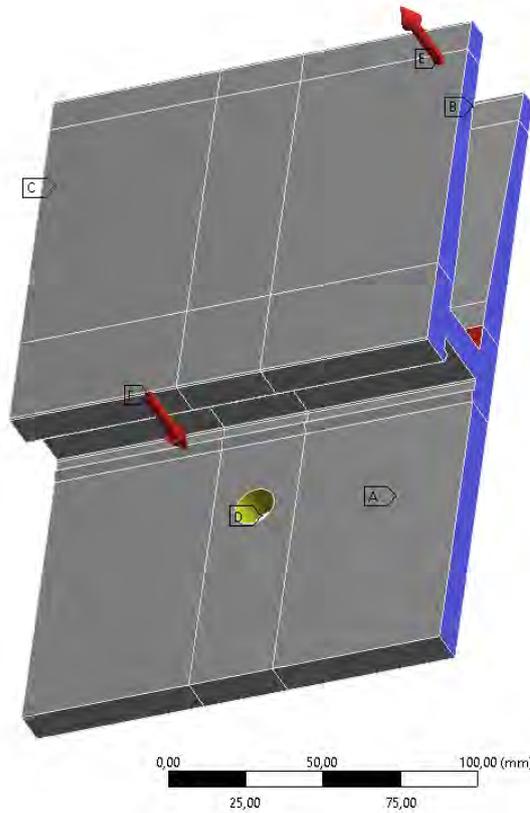
C: Profil#3 OK  
 Static Structural  
 Time: 3, s  
 02.02.2017 09:52

- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 8200, N
- F Force 2: 7600, N



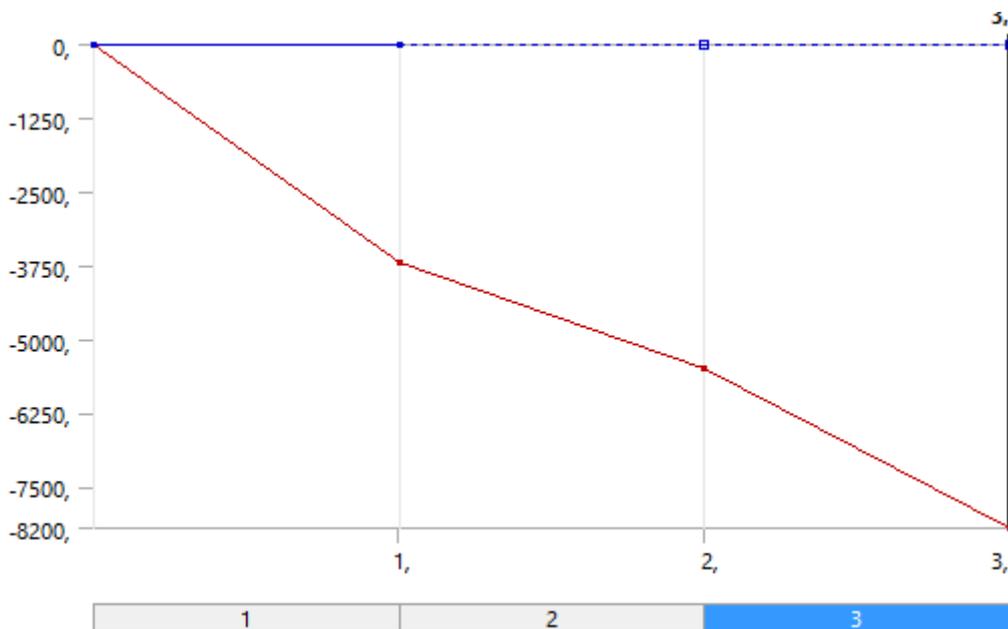
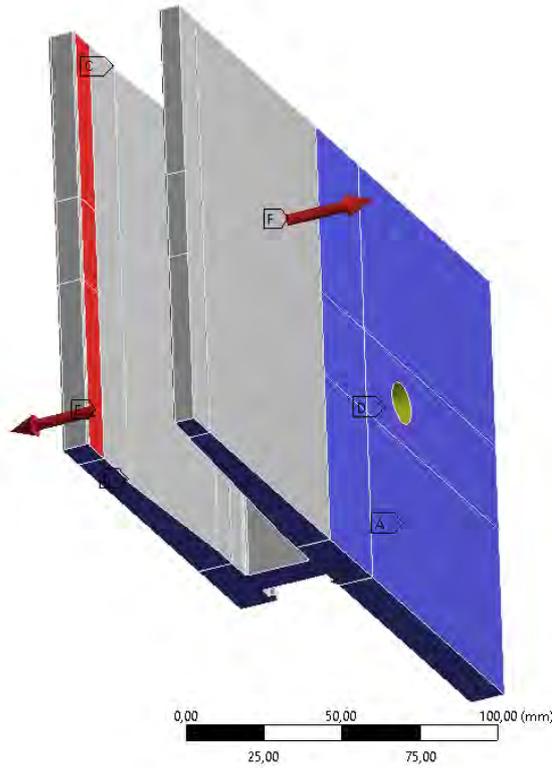
C: Profil#3 OK  
 Static Structural  
 Time: 3, s  
 02.02.2017 09:52

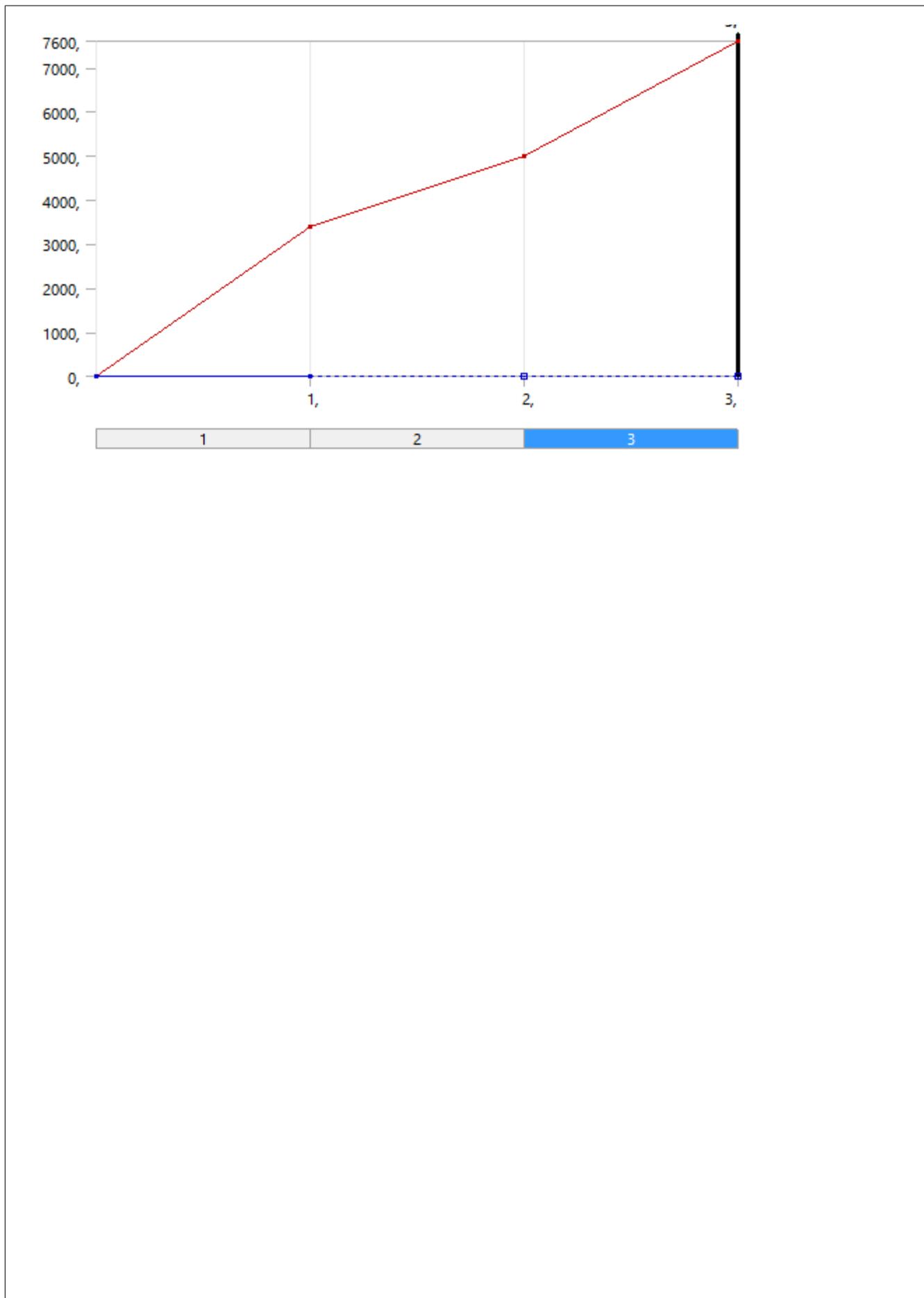
- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 8200, N
- F Force 2: 7600, N



C: Profil#3 OK  
 Static Structural  
 Time: 3, s  
 02.02.2017 09:52

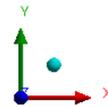
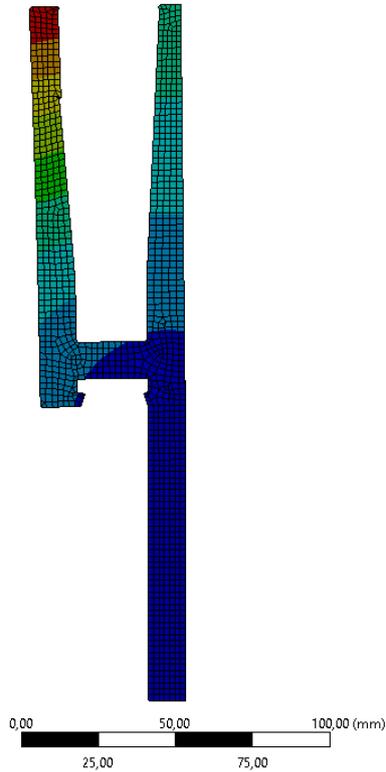
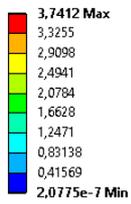
- A: Compression Only Support
- B: Frictionless Support
- C: Frictionless Support 2
- D: Remote Displacement
- E: Force: 8200, N
- F: Force 2: 7600, N



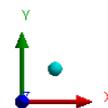
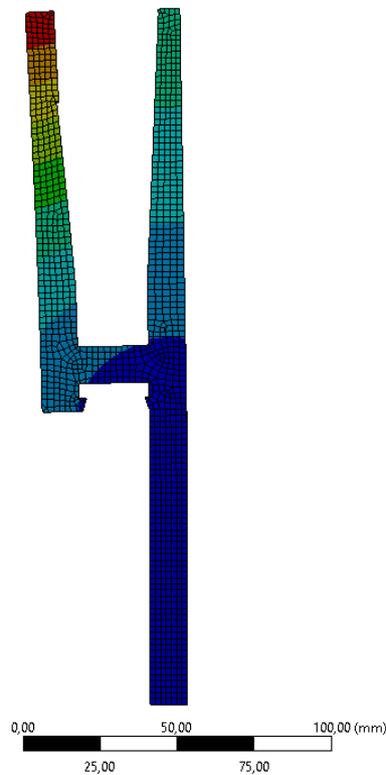
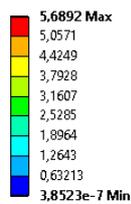


### Verformungen:

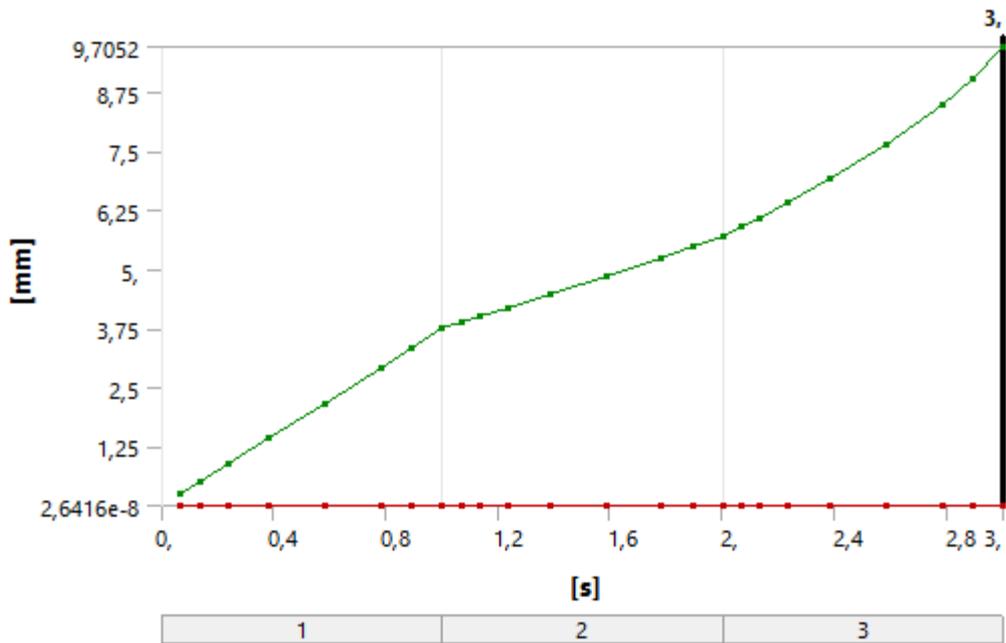
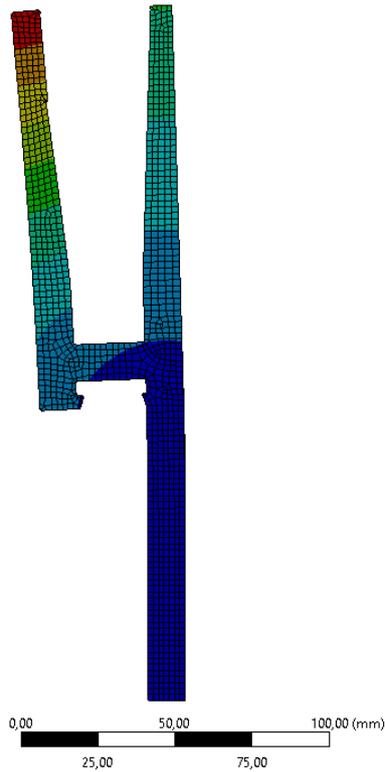
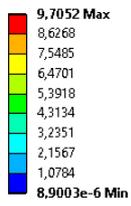
C: Profil#3 OK  
DEF SLS hk 2  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 1  
02.02.2017 09:54



C: Profil#3 OK  
DEF SLS hk 3  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 2  
02.02.2017 09:55

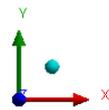
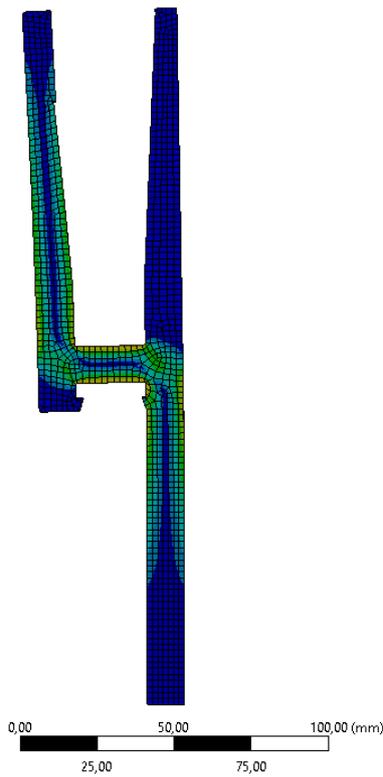
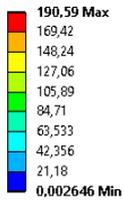


C: Profil#3 OK  
 DEF ULS hk 3  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 3  
 02.02.2017 09:55

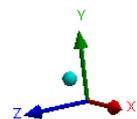
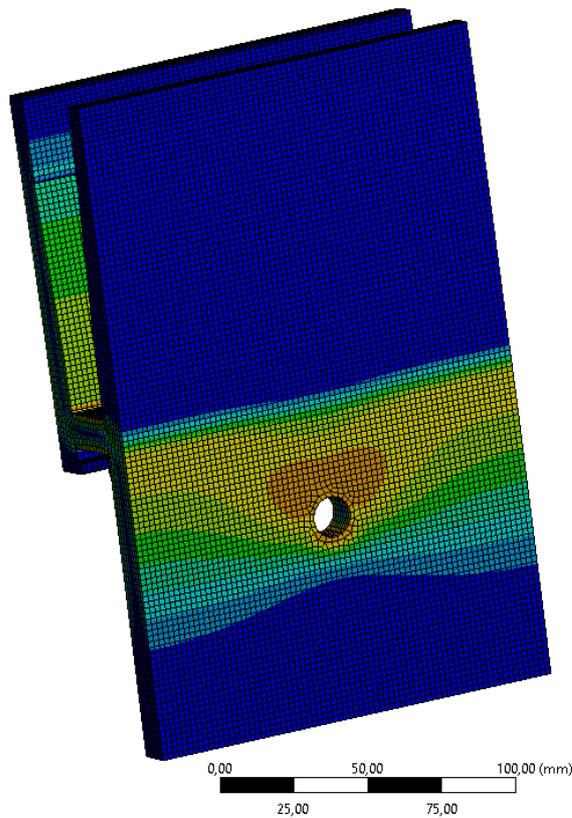
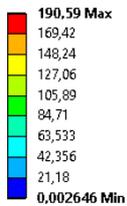


### Vergleichsspannung + plastische Dehnung:

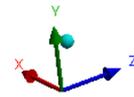
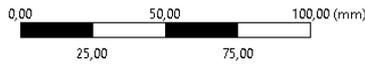
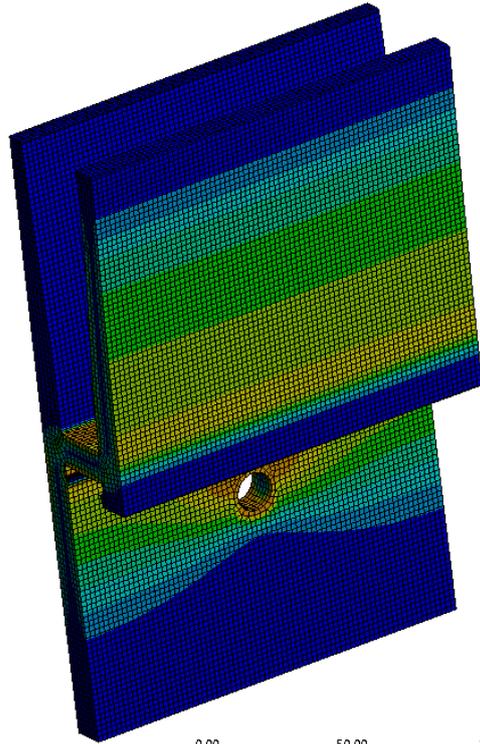
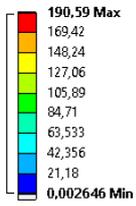
C: Profil#3 OK  
Equivalent Stress ULS hk 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 2  
02.02.2017 09:55



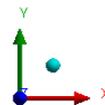
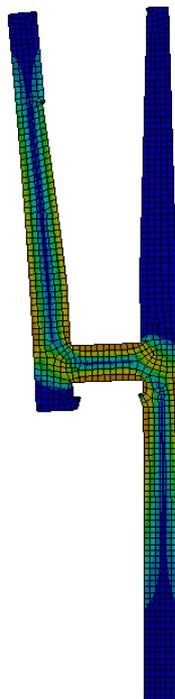
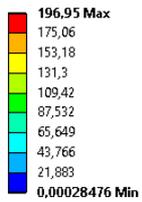
C: Profil#3 OK  
Equivalent Stress ULS hk 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 2  
02.02.2017 09:57



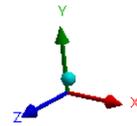
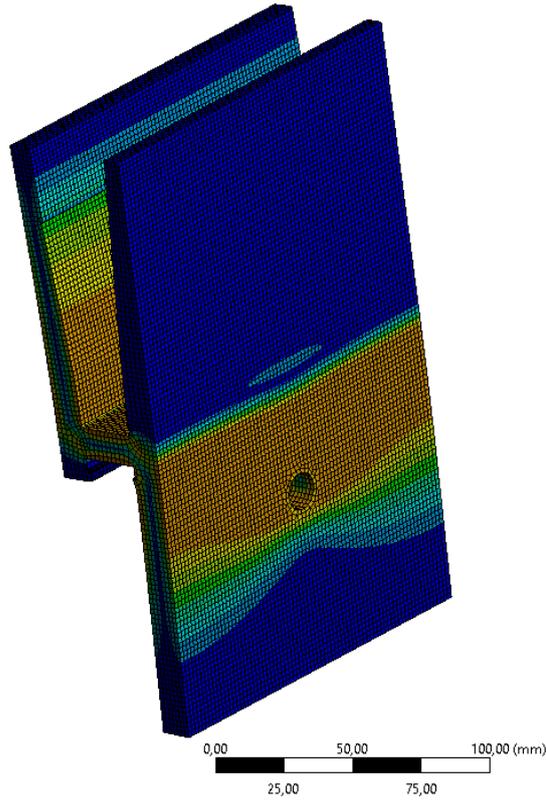
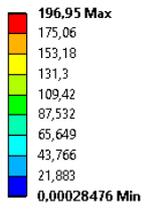
C: Profil#3 OK  
Equivalent Stress ULS hk 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 2  
02.02.2017 09:57



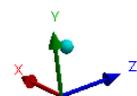
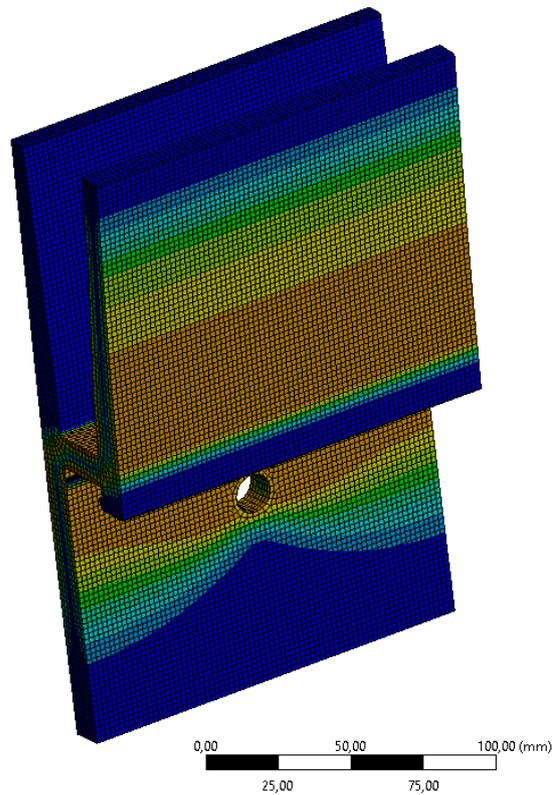
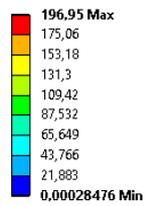
C: Profil#3 OK  
Equivalent Stress ULS hk 3  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
02.02.2017 09:56



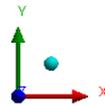
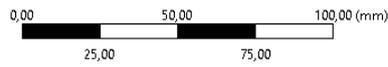
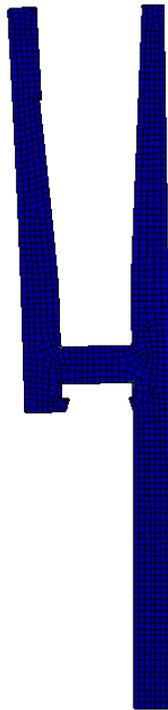
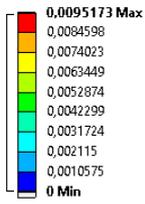
C: Profil#3 OK  
Equivalent Stress ULS hk 3  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
02.02.2017 09:58



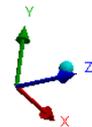
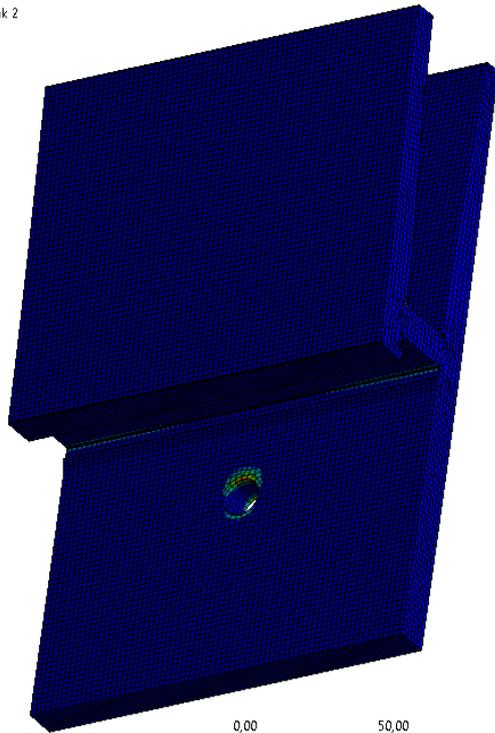
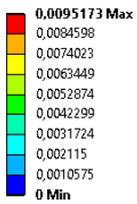
C: Profil#3 OK  
Equivalent Stress ULS hk 3  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
02.02.2017 09:58



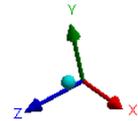
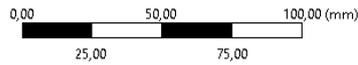
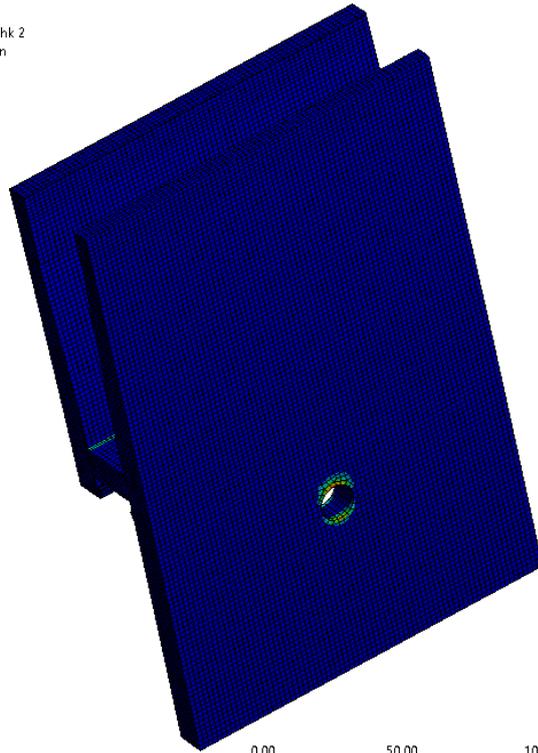
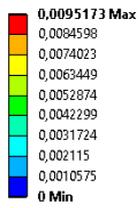
C: Profil#3 OK  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 2  
02.02.2017 09:59



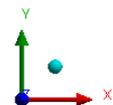
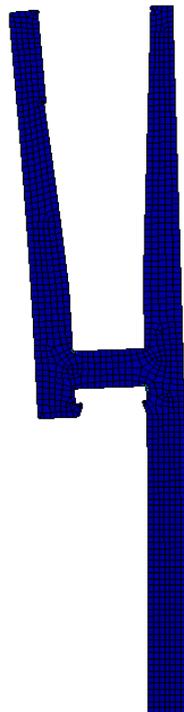
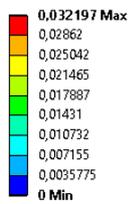
C: Profil#3 OK  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 2  
02.02.2017 09:59



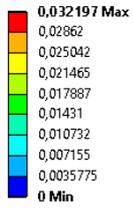
C: Profil#3 OK  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 2  
02.02.2017 09:59



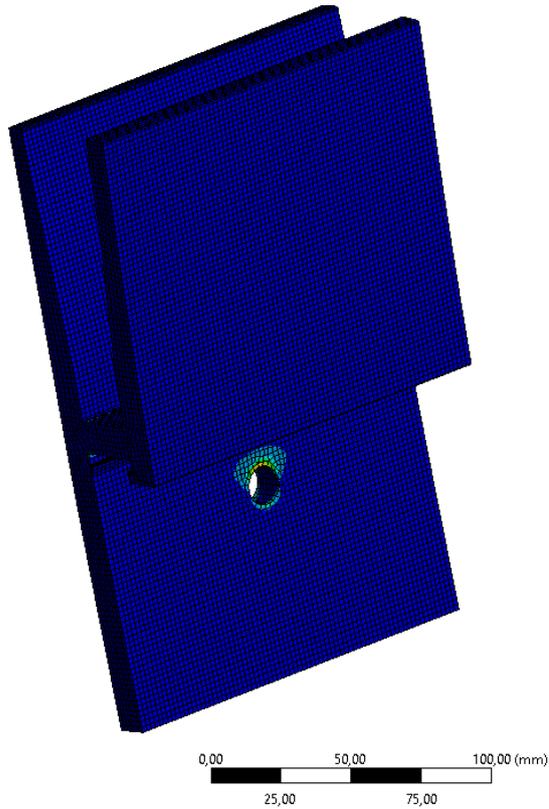
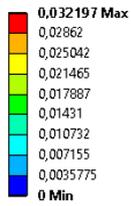
C: Profil#3 OK  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
02.02.2017 09:59



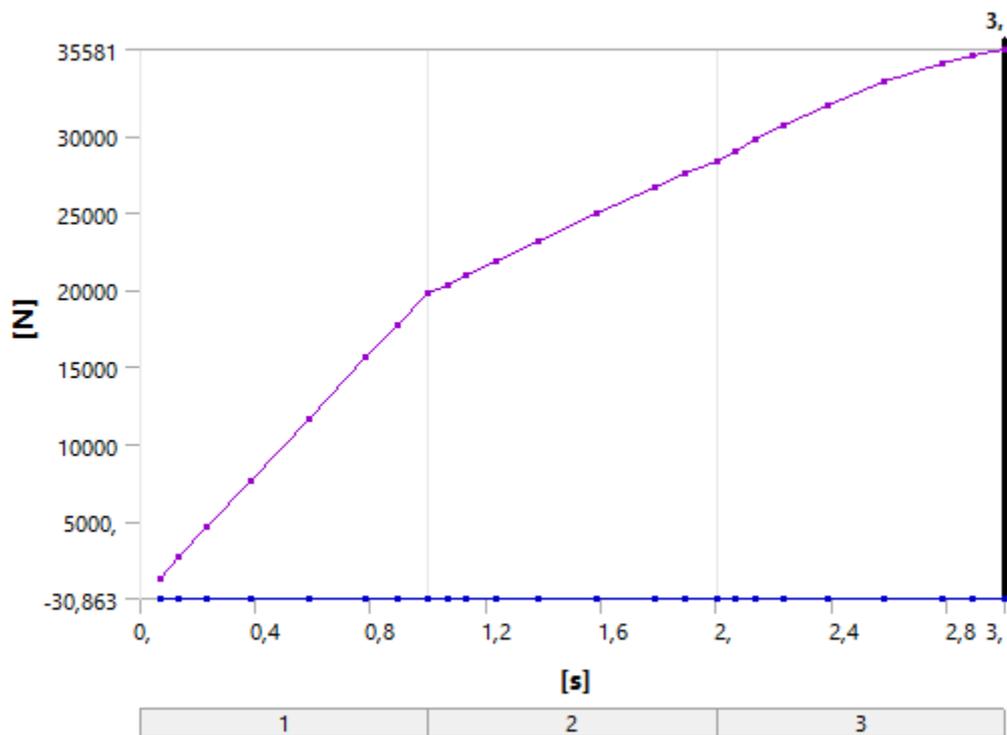
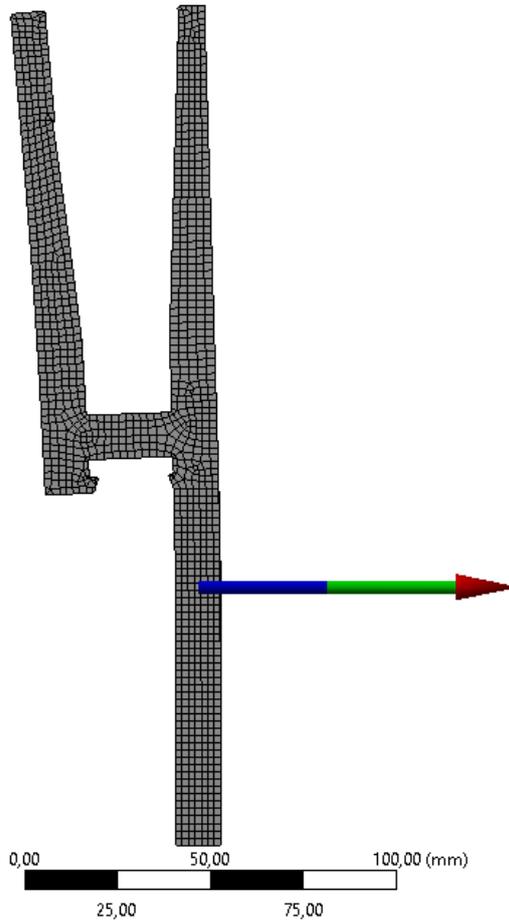
C: Profil#3 OK  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
02.02.2017 10:00



C: Profil#3 OK  
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
02.02.2017 10:00



### Lagerreaktionen:



### **ERGEBNISSE VERGLEICHSSPANNUNG**

Die in den vorhergehenden Seiten ausgegebenen Spannungen am Profil, welche laut Legende die maximale Fließspannung übersteigen, sind aufgrund numerischer Extrapolation an der Oberfläche erzeugt worden und sind ein Darstellungsproblem.

Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze  $f_{yd} = 180/1.1 = 163 \text{ N/mm}^2$  gewählt.

In Übereinstimmung mit dem Materialgesetz und unter Einhaltung der maximalen plastischen Grenzdehnung (siehe Kapitel plastische Dehnung) sind die Spannungen am Profil eingehalten.

### **ERGEBNISSE PLASTISCHE DEHNUNG**

Im gesamten Profil treten bis auf sehr lokale Lasteinleitungsstellen keine plastische Dehnung auf. Dort wo sie auftreten sind sie sehr gering. Diese sind in Übereinstimmung mit dem gewählten Materialgesetz akzeptabel.

### **ERGEBNISSE LAGERREAKTIONEN**

Die ausgegebenen Lagerreaktionen sind höher als die analytisch errechneten Werte. Dies kommt daher, da in der analytischen Berechnung korrekt keine Abstützkräfte berücksichtigt wurden. Die Abstützkräfte stellen sich in der Realität aufgrund der Dehnsteifigkeit der Befestigungsmittel nicht ein. In der FE-Analyse wurde das Lager als unendlich steif modelliert.

### 5.3.5 Bemessung Aluminiumprofil Typ 4

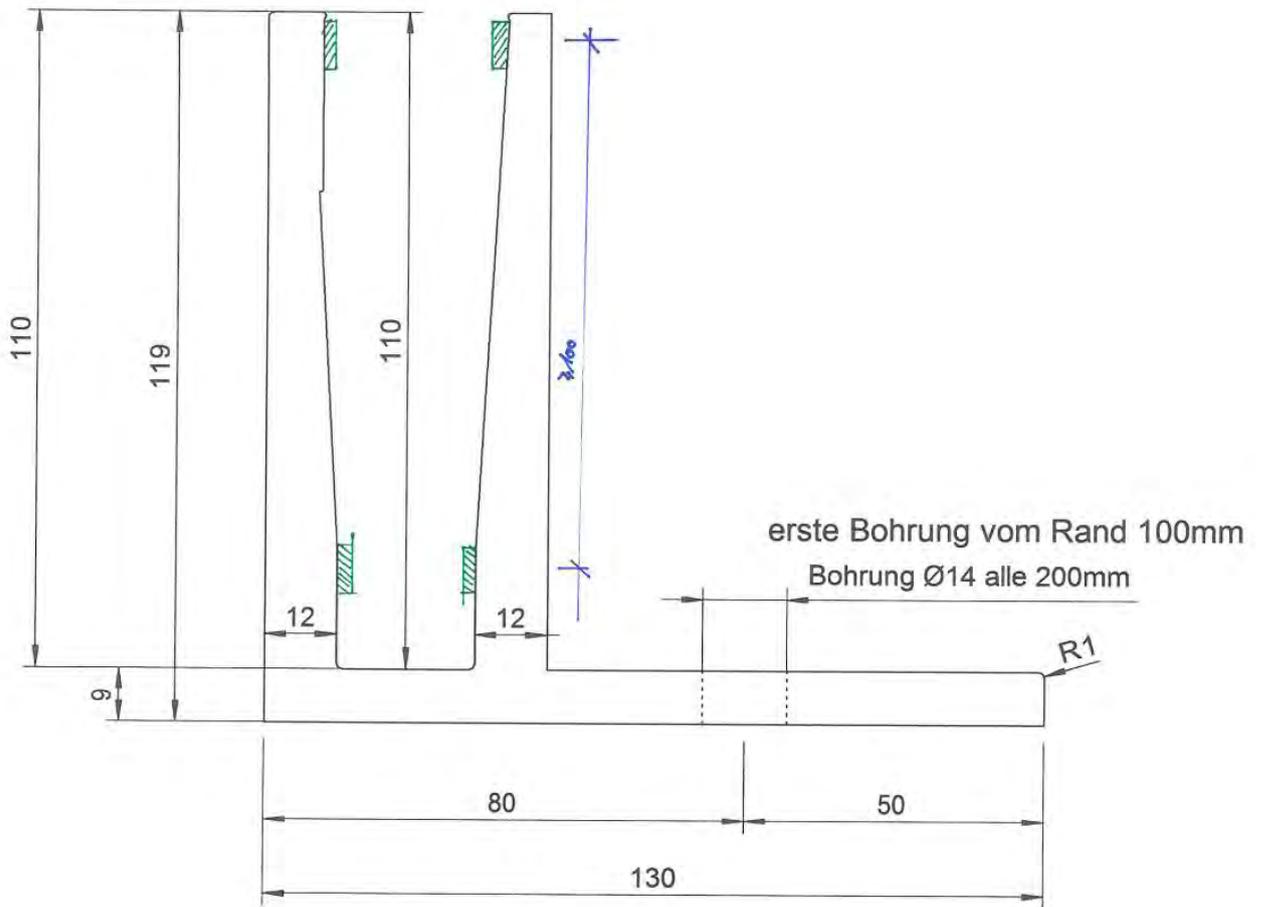


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

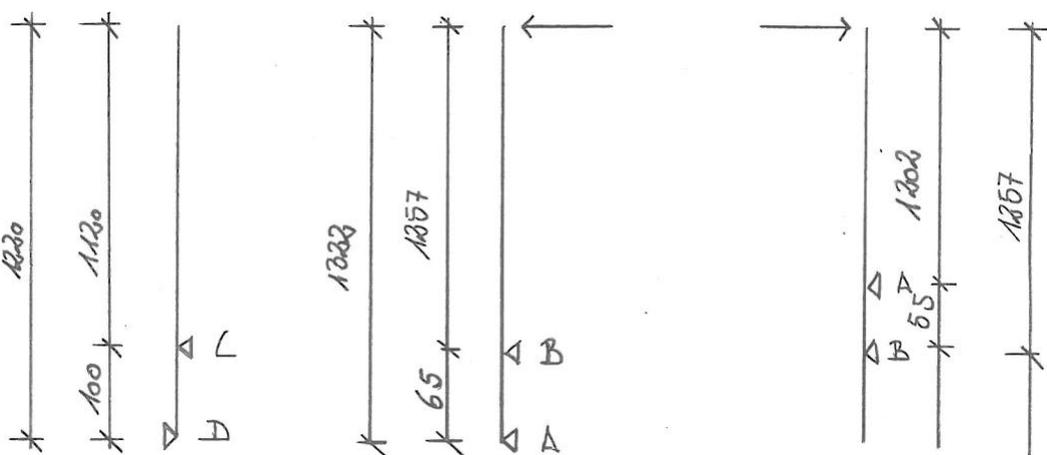


Abb.: Statisches Gesamtsystem

Sicherheitsfaktor Last  $\gamma = 1,5$

Die Kräfte in den Senkkopfschrauben entsprechen den angegebenen Auszugkräften des Brüstungsprofils#2.

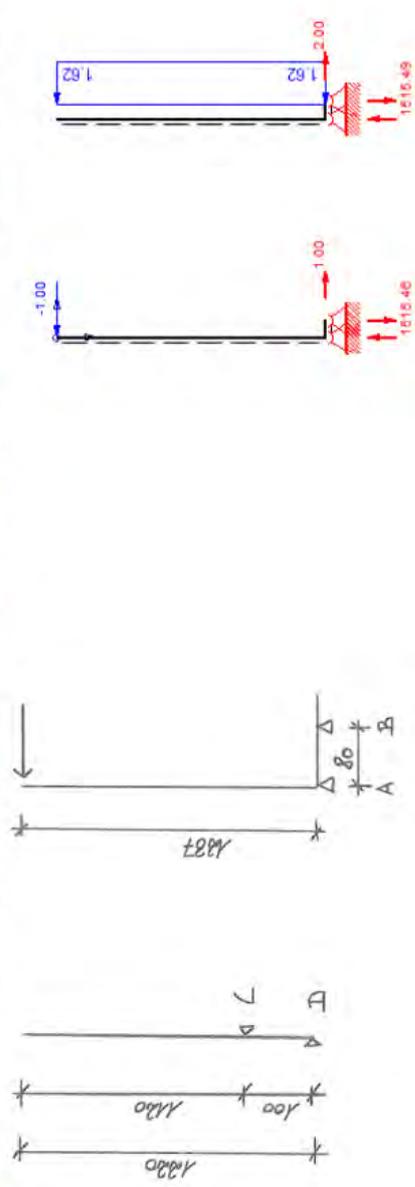
Geometrie	
Brüstungsprofil#	4
$l_1$ [mm] =	1237
$l_2$ [mm] =	80
$l_3$ [mm] =	1120
$l_4$ [mm] =	100

Last in Abstrichrichtung

Holmlast	$h_k$	$h_d$	Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas			Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell					
			$M_{edEinsp}$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{diver}$	$e_{dübel}$	$B_k$	$B_{diver}$	$B_{hor}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$	
1	1,5	2,43	1,86	1,86	-15,5	-23,2	200,0	-15,5	-23,2	1,5	-4,64	0,30	1,1	1,7	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-2,4	-3,7	2,2	3,4
2	3	2,47	3,71	3,71	-30,9	-46,4	200,0	-30,9	-46,4	3,0	-9,28	0,60	2,2	3,4	-24,4	-36,6	22,4	33,6	-4,9	-7,3	4,5	6,7
3	4,5	3,71	5,57	5,57	-46,4	-69,6	200,0	-46,4	-69,6	4,5	-13,92	0,90	3,4	5,0	-36,6	-54,9	33,6	50,4	-7,3	-11,0	6,7	10,1

Äquivalente Windlast

Windlast	$w_k$	$w_d$	Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas			Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell					
			$M_{edEinsp}$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{diver}$	$e_{dübel}$	$B_k$	$B_{diver}$	$B_{hor}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$	
1,62	2,43	1,24	1,86	1,86	-15,5	-23,2	200,0	-15,5	-23,2	2,4	-4,64	0,49	1,01	1,52	-12,0	-18,1	10,06	15,1	-2,4	-3,61	2,01	3,02
3,23	4,85	2,47	3,71	3,71	-30,9	-46,4	200,0	-30,9	-46,4	4,9	-9,28	0,97	2,03	3,04	-24,1	-36,1	20,13	30,2	-4,8	-7,22	4,03	6,04
4,85	7,28	3,71	5,57	5,57	-46,4	-69,6	200,0	-46,4	-69,6	7,3	-13,92	1,46	3,04	4,56	-36,1	-54,2	30,19	45,3	-7,2	-10,83	6,04	9,06



Sicherheitsfaktor Last  $\gamma = 1,5$   
 Die Kräfte in den Senkkopfschrauben entsprechen den angegebenen Auszugkräften des Brüstungsprofils#2.

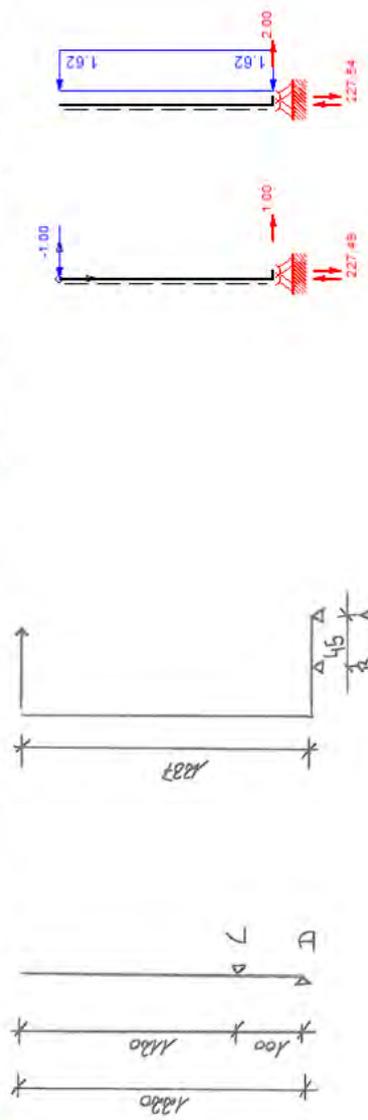
Geometrie		Brüstungsprofil#
$l_1$ [mm]	=	4
$l_2$ [mm]	=	1237
$l_3$ [mm]	=	45
$l_4$ [mm]	=	1120
		100

Last gegen Absturzrichtung

Holmlast		Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell				
$h_k$	$h_d$	$M_{edEinsp}$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{dver}$	$e_{Dübel}$	$B_k$	$B_{dver}$	$B_{dhor}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$
[kN/m]		[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
0,5	0,75	0,62	0,93	-13,7	-20,6	200,0	-13,7	-20,6	0,8	-4,12	0,15	-6,1	-9,2	5,6	8,4	-1,2	-1,8	1,1	1,7
1	1,5	1,24	1,86	-27,5	-41,2	200,0	-27,5	-41,2	1,5	-8,25	0,30	-12,2	-18,3	11,2	16,8	-2,4	-3,7	2,2	3,4
1,5	2,25	1,86	2,78	-41,2	-61,9	200,0	-41,2	-61,9	2,3	-12,37	0,45	-18,3	-27,5	16,8	25,2	-3,7	-5,5	3,4	5,0

Äquivalente Windlast

Windlast		Moment Gesamtsys.		Drucklager Beton		Dübel				Moment Glas		Lasten auf Glas			Lasten auf Glas FE-Modell				
$w_k$	$w_d$	$M_{edEinsp}$	$M_{edEinsp}$	$A_k$	$A_{dver}$	$e_{Dübel}$	$B_k$	$B_{dver}$	$B_{dhor}$	$B_{dhorDübel}$	$M_{edGlas}$	$C_k$	$C_d$	$D_k$	$D_d$	$C_{kFE}$	$C_{dFE}$	$D_{kFE}$	$D_{dFE}$
[kN/m <sup>2</sup> ]		[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[mm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
0,81	1,21	0,62	0,93	-13,7	-20,6	200,0	-13,7	-20,6	1,2	-4,12	0,24	-6,0	-9,0	5,03	7,5	-1,2	-1,80	1,01	1,51
1,62	2,43	1,24	1,86	-27,5	-41,3	200,0	-27,5	-41,3	2,4	-8,25	0,49	-12,0	-18,1	10,06	15,1	-2,4	-3,61	2,01	3,02
2,43	3,64	1,86	2,78	-41,2	-61,9	200,0	-41,2	-61,9	3,6	-12,37	0,73	-18,0	-27,1	15,09	22,6	-3,6	-5,41	3,02	4,53



Geometrie:

Figure 2  
24.02.2017 15:40

Nonlinear

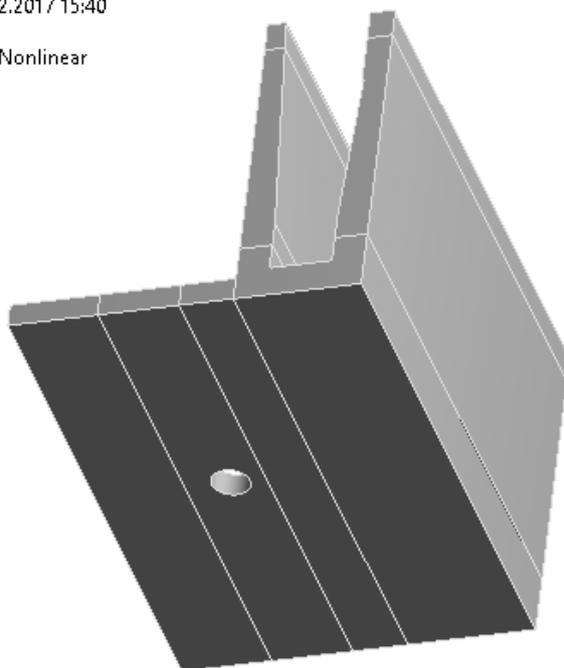
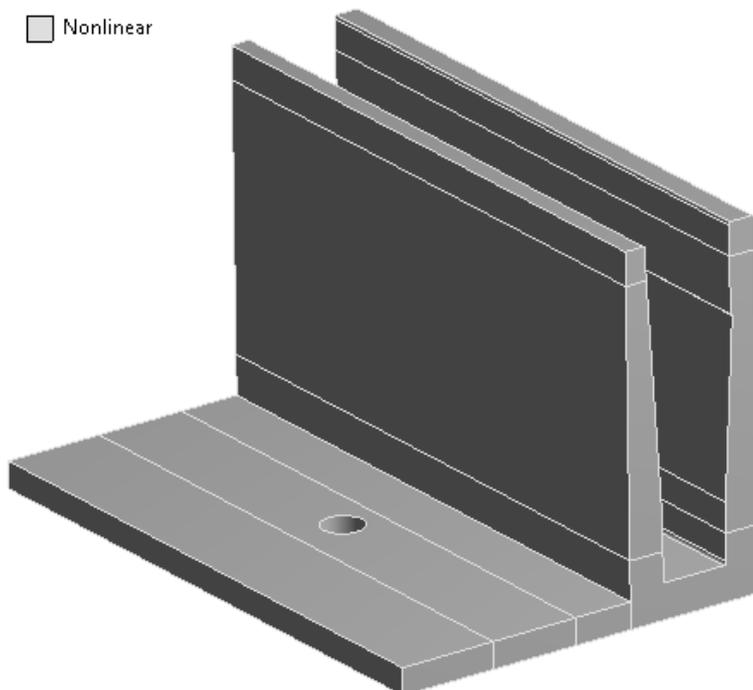
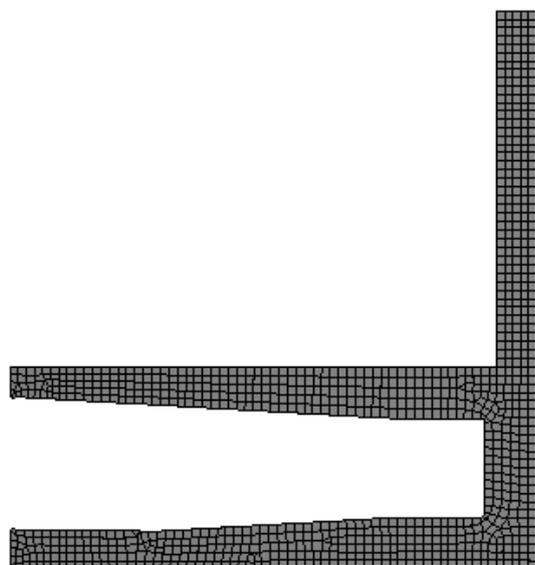
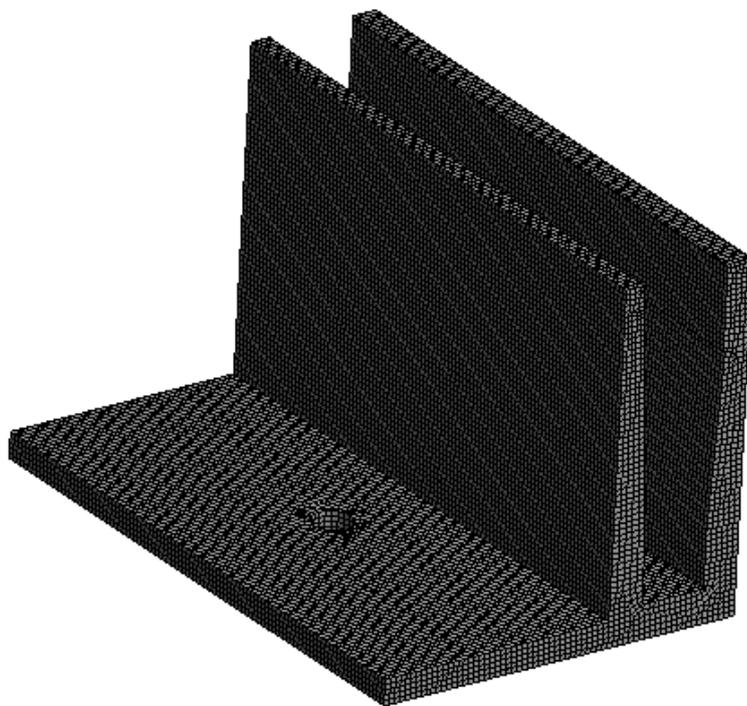


Figure  
24.02.2017 15:40

Nonlinear



Netz:



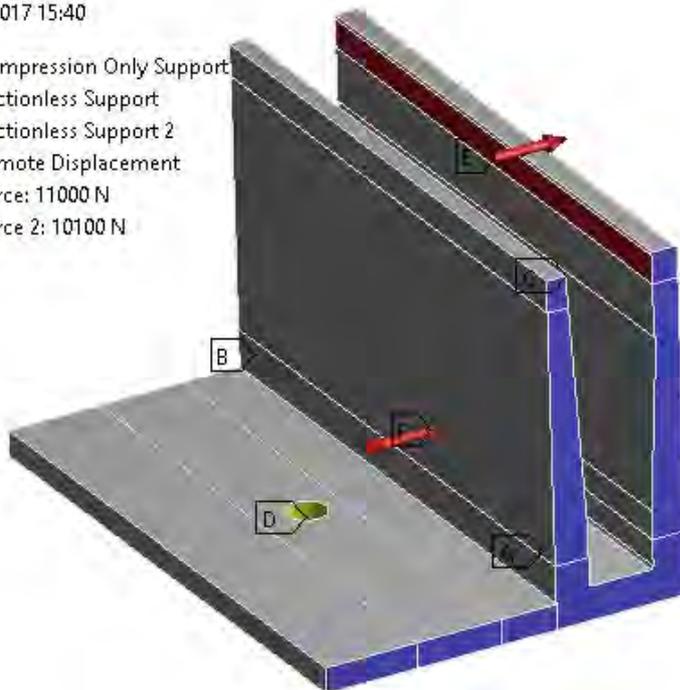
**Randbedingungen:**

**E: Profil#4 OK t=9**

Figure

24.02.2017 15:40

- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 11000 N
- F Force 2: 10100 N

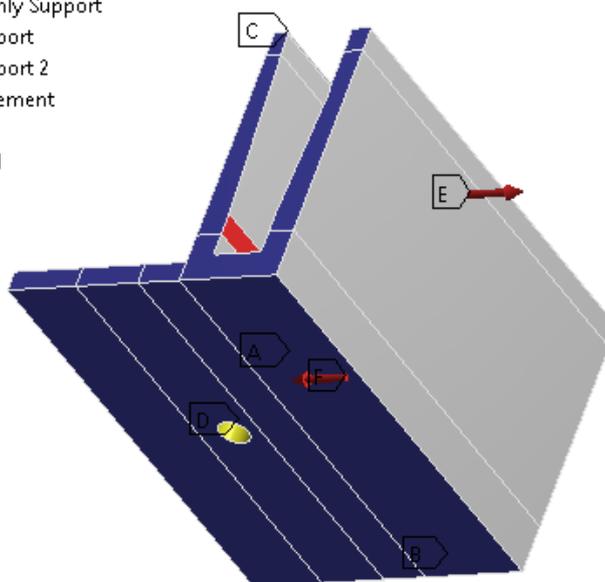


**E: Profil#4 OK t=9**

Figure 2

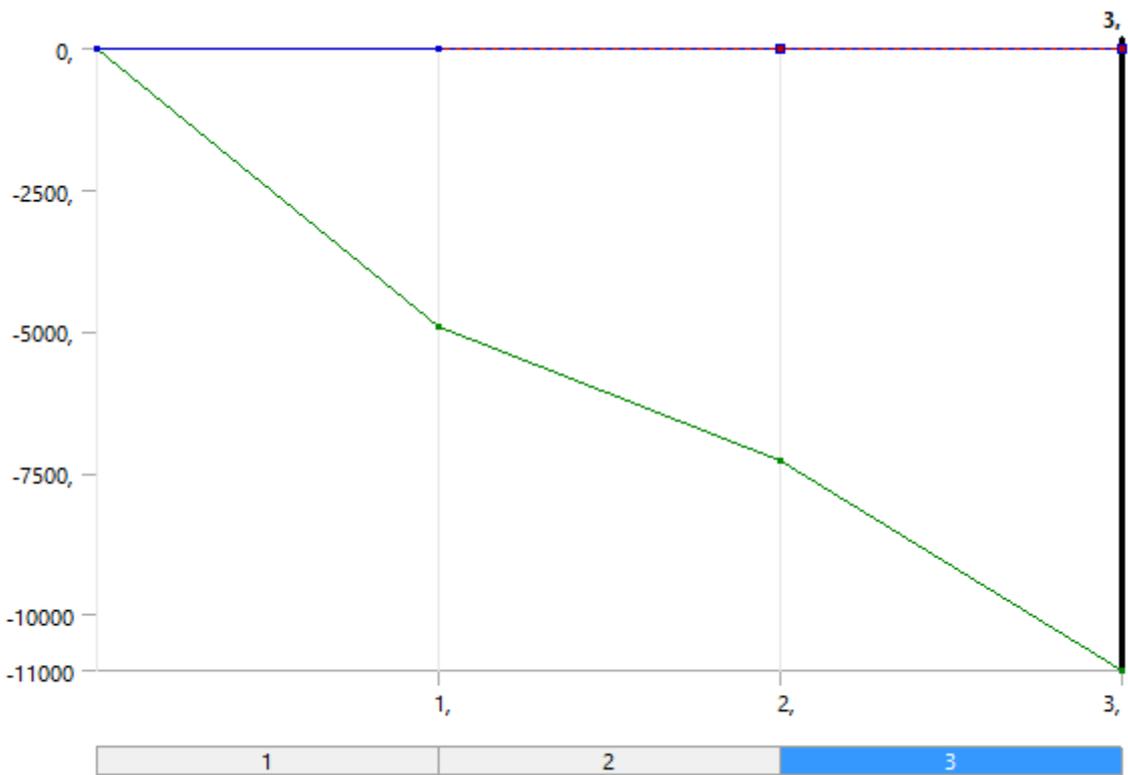
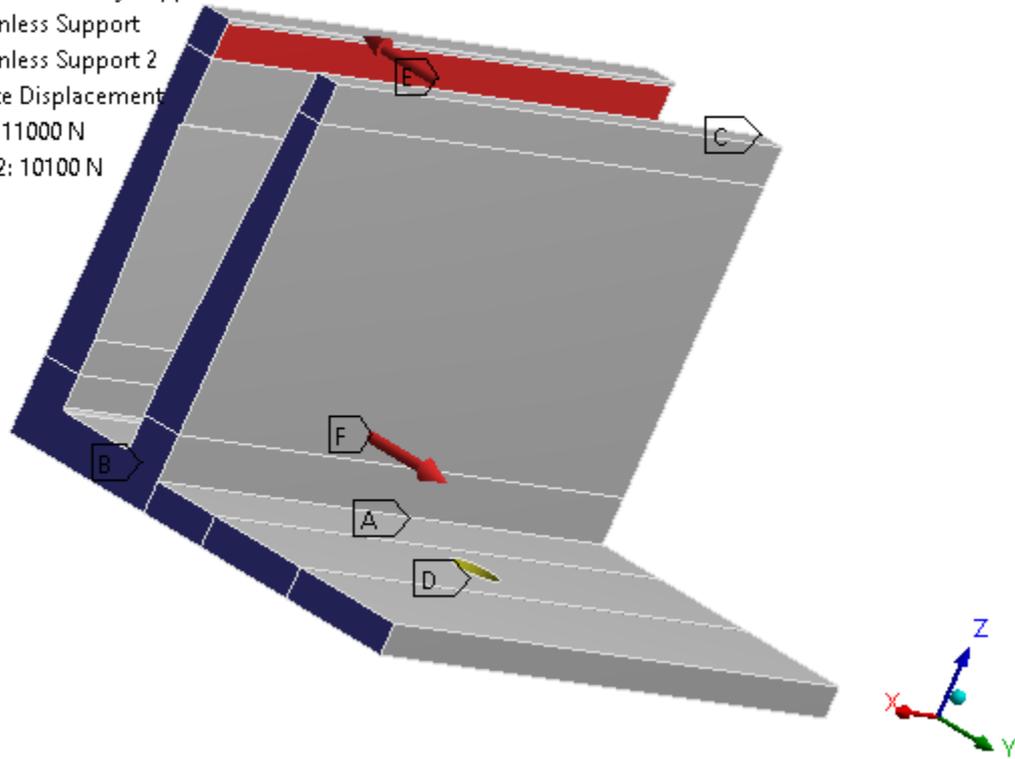
24.02.2017 15:40

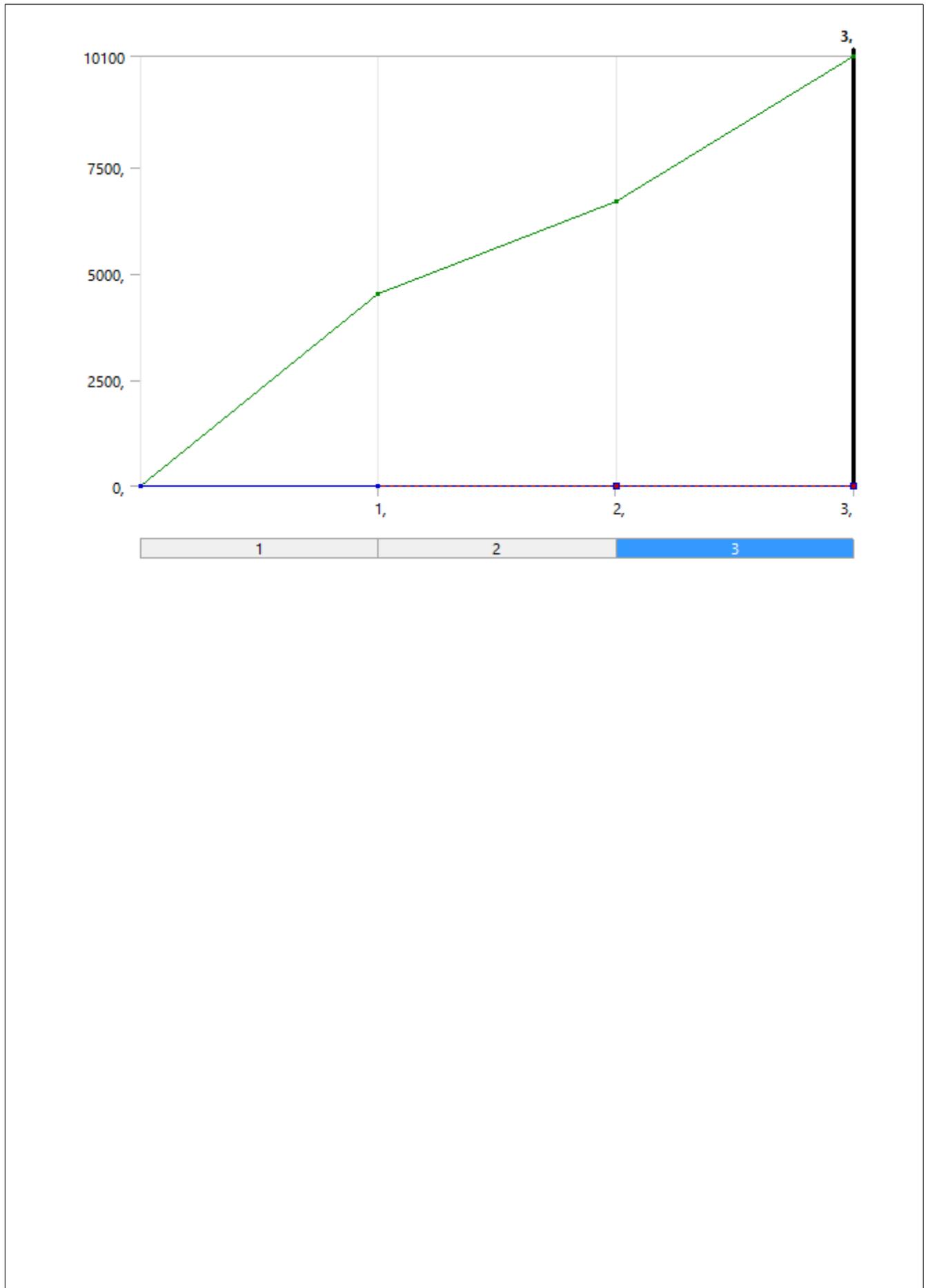
- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 11000 N
- F Force 2: 10100 N



**E: Profil#4 OK t=9**  
Figure 3  
24.02.2017 15:40

- A** Compression Only Support
- B** Frictionless Support
- C** Frictionless Support 2
- D** Remote Displacement
- E** Force: 11000 N
- F** Force 2: 10100 N





### Verformungen:

E: Profil#4 OK t=9

Figure

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 1

24.02.2017 15:40

1,8699 Max

1,6622

1,4545

1,2467

1,039

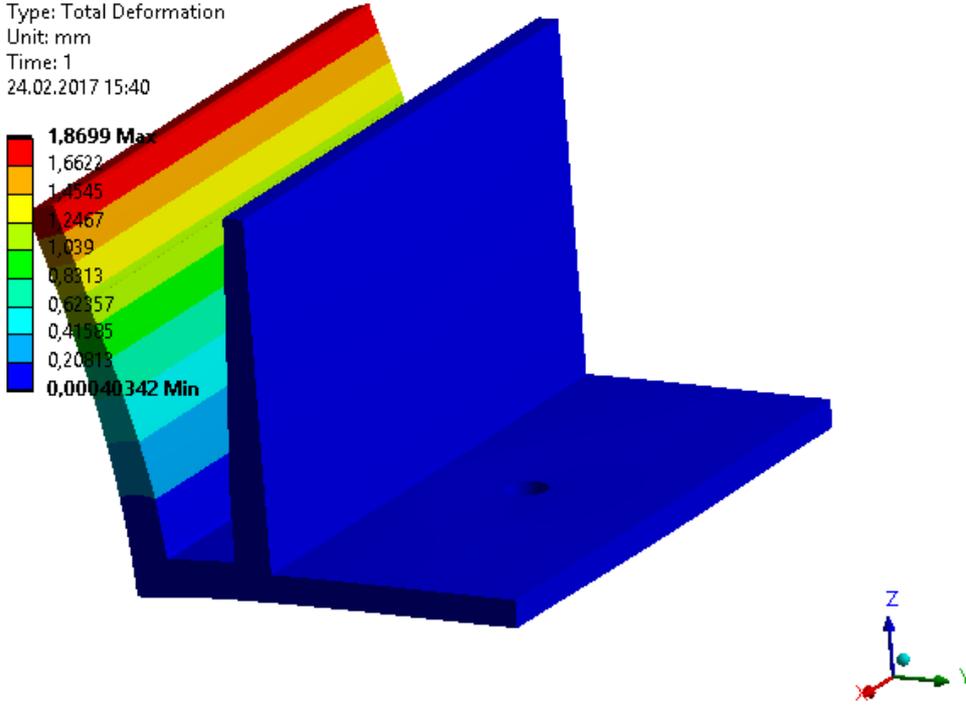
0,8313

0,62357

0,41585

0,20813

0,00040342 Min



E: Profil#4 OK t=9

Figure

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 2

24.02.2017 15:40

2,8064 Max

2,4946

2,1829

1,8711

1,5594

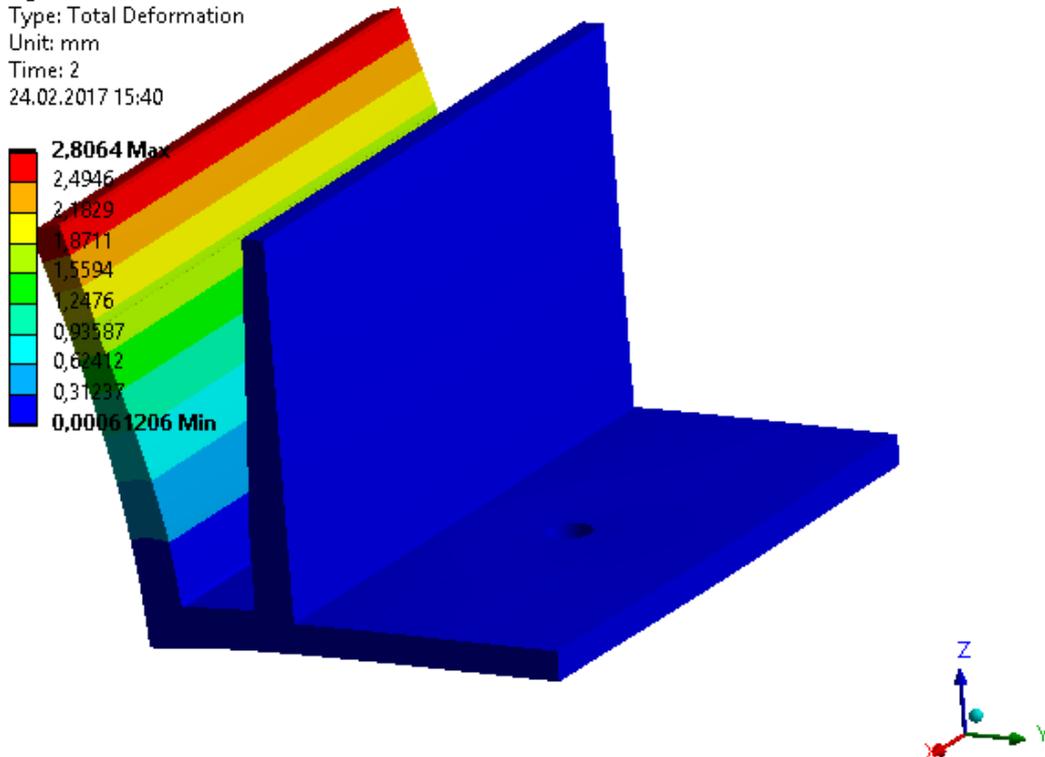
1,2476

0,93587

0,62412

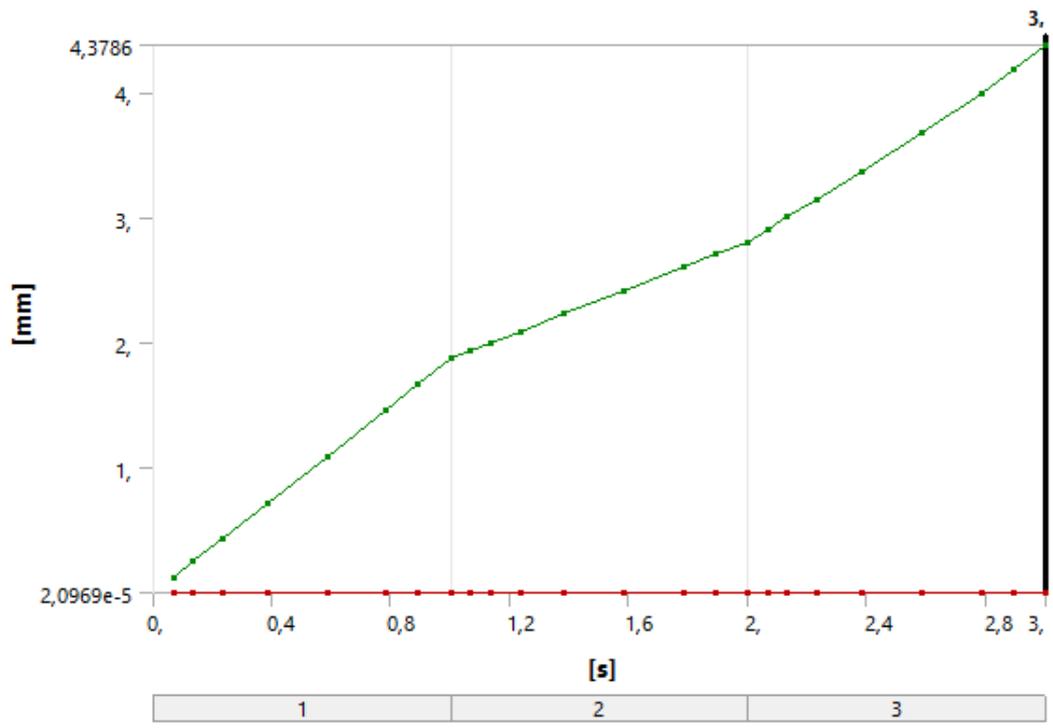
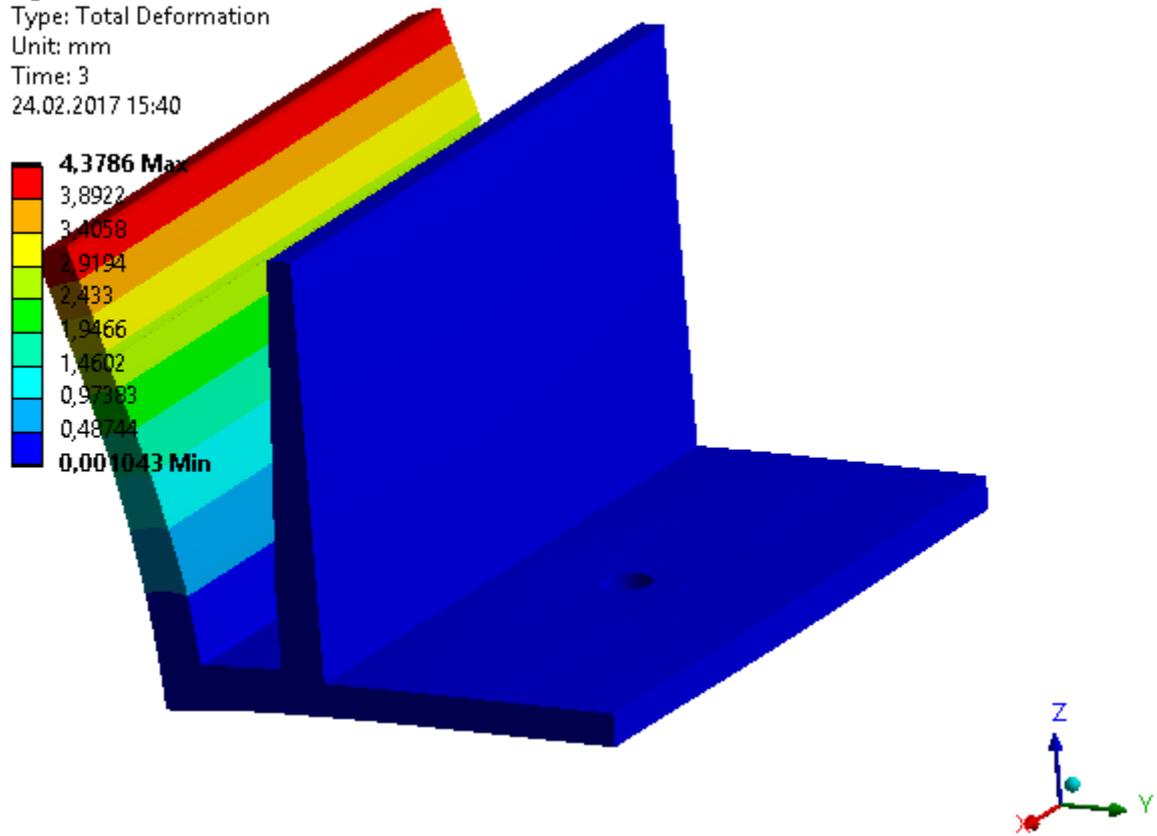
0,31237

0,00061206 Min



**E: Profil#4 OK t=9**

Figure  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 3  
 24.02.2017 15:40



### Vergleichsspannung + plastische Dehnung:

E: Profil#4 OK t=9

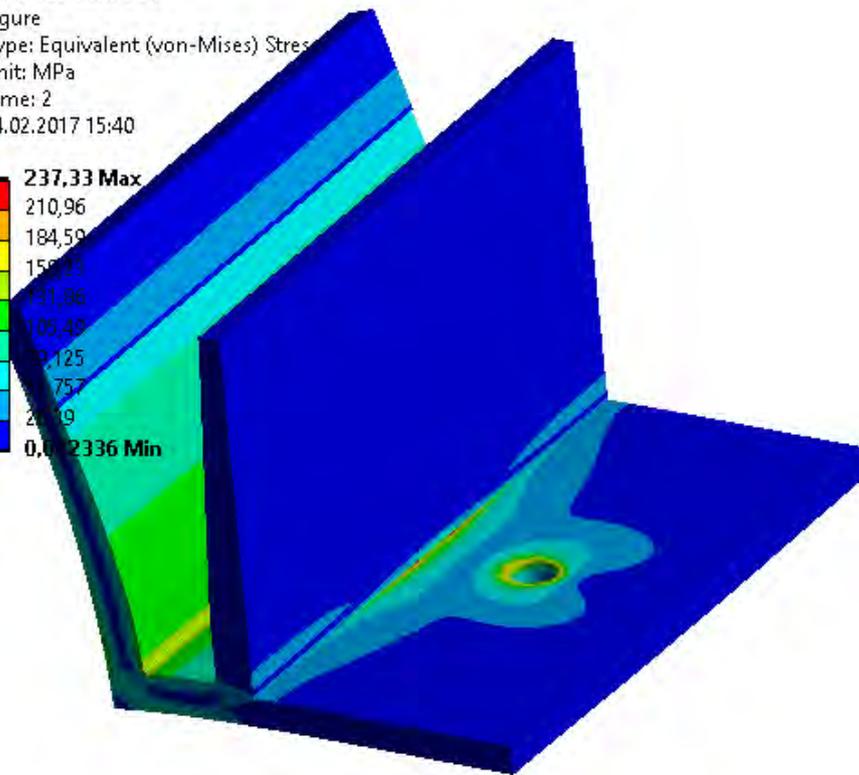
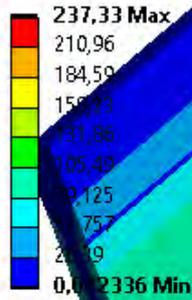
Figure

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: MPa

Time: 2

24.02.2017 15:40



E: Profil#4 OK t=9

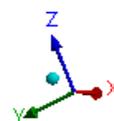
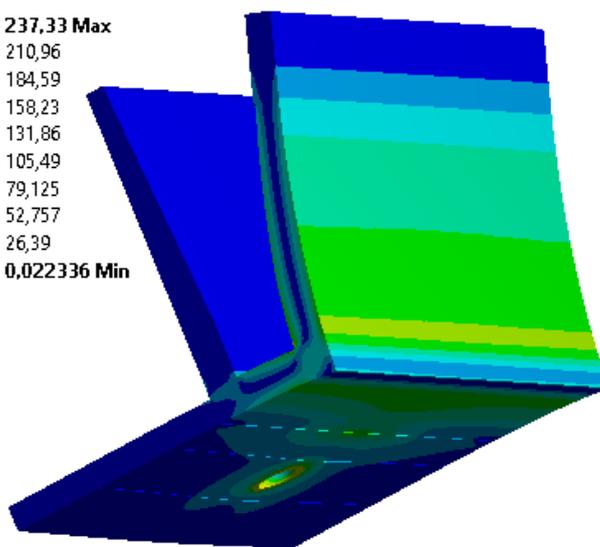
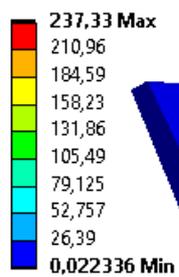
Figure 2

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: MPa

Time: 2

24.02.2017 15:40



**E: Profil#4 OK t=9**

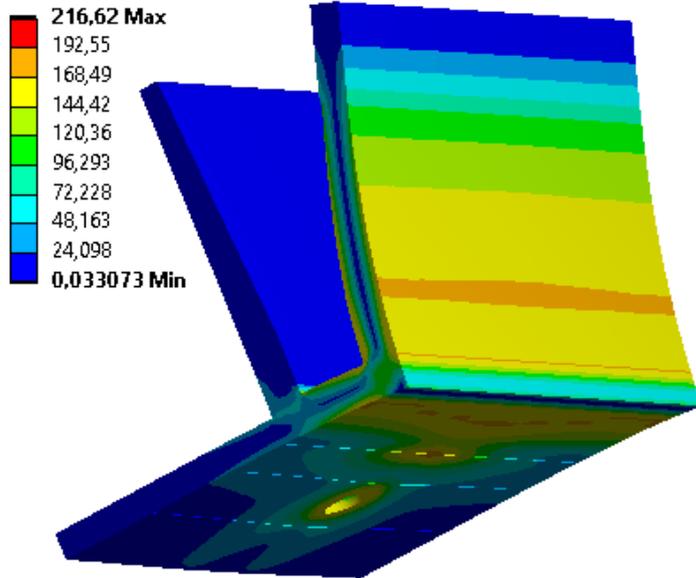
Figure

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: MPa

Time: 3

24.02.2017 15:40



**E: Profil#4 OK t=9**

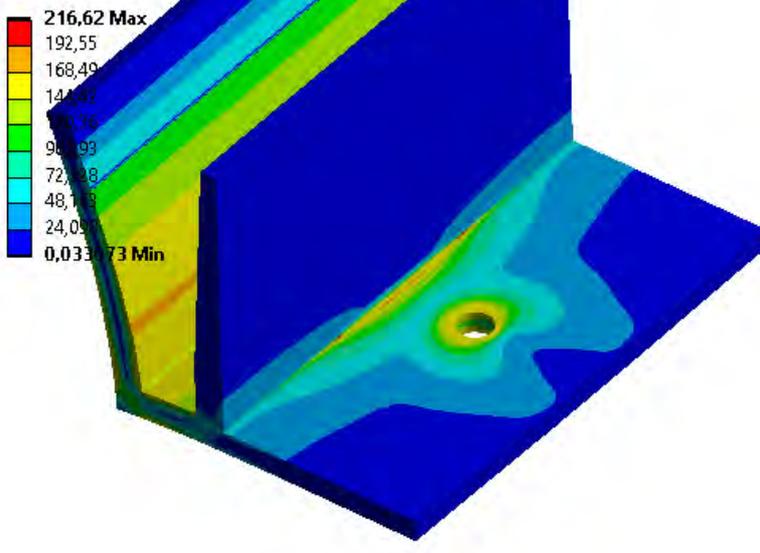
Figure 2

Type: Equivalent (von-Mises) Stress

Unit: MPa

Time: 3

24.02.2017 15:40



E: Profil#4 OK t=9

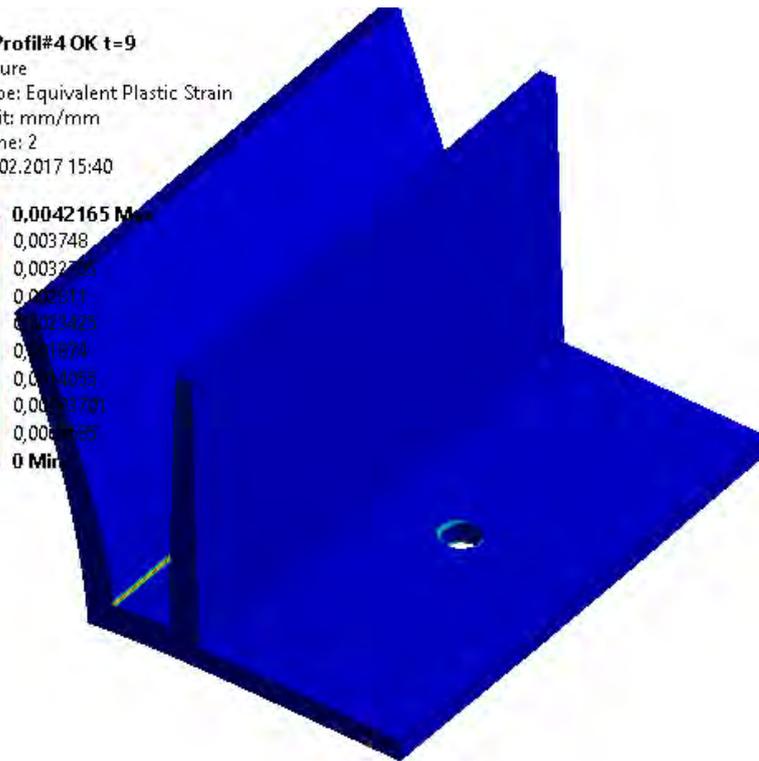
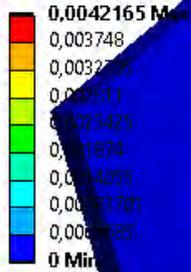
Figure

Type: Equivalent Plastic Strain

Unit: mm/mm

Time: 2

24.02.2017 15:40



E: Profil#4 OK t=9

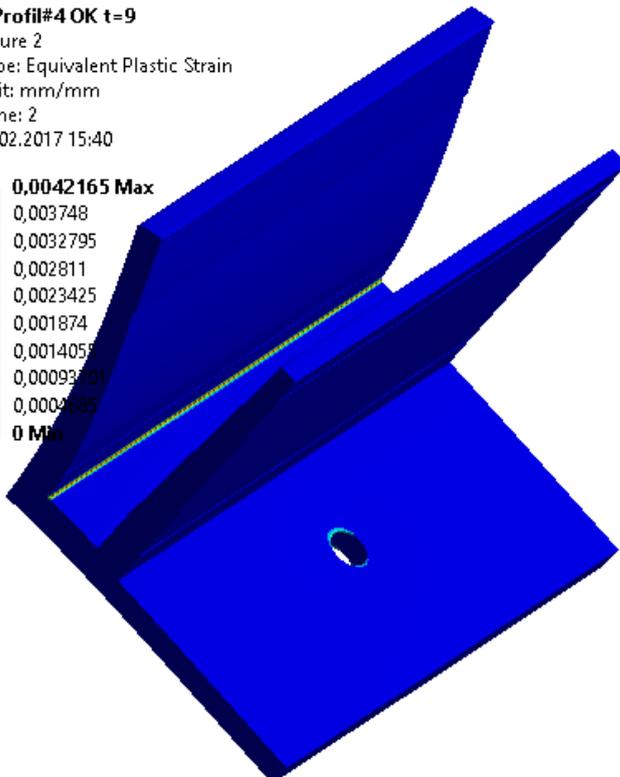
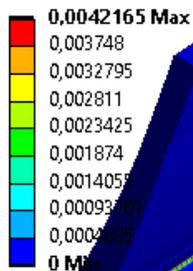
Figure 2

Type: Equivalent Plastic Strain

Unit: mm/mm

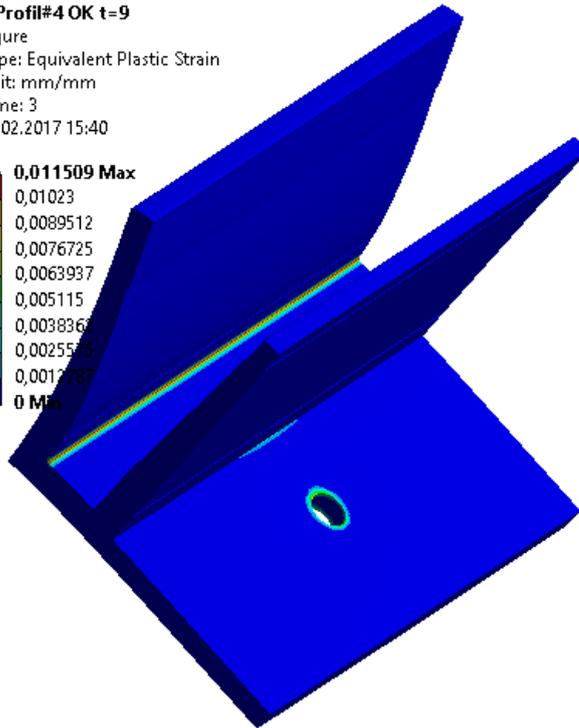
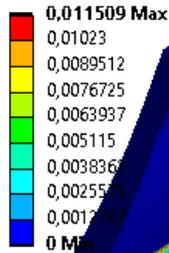
Time: 2

24.02.2017 15:40



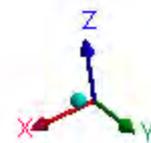
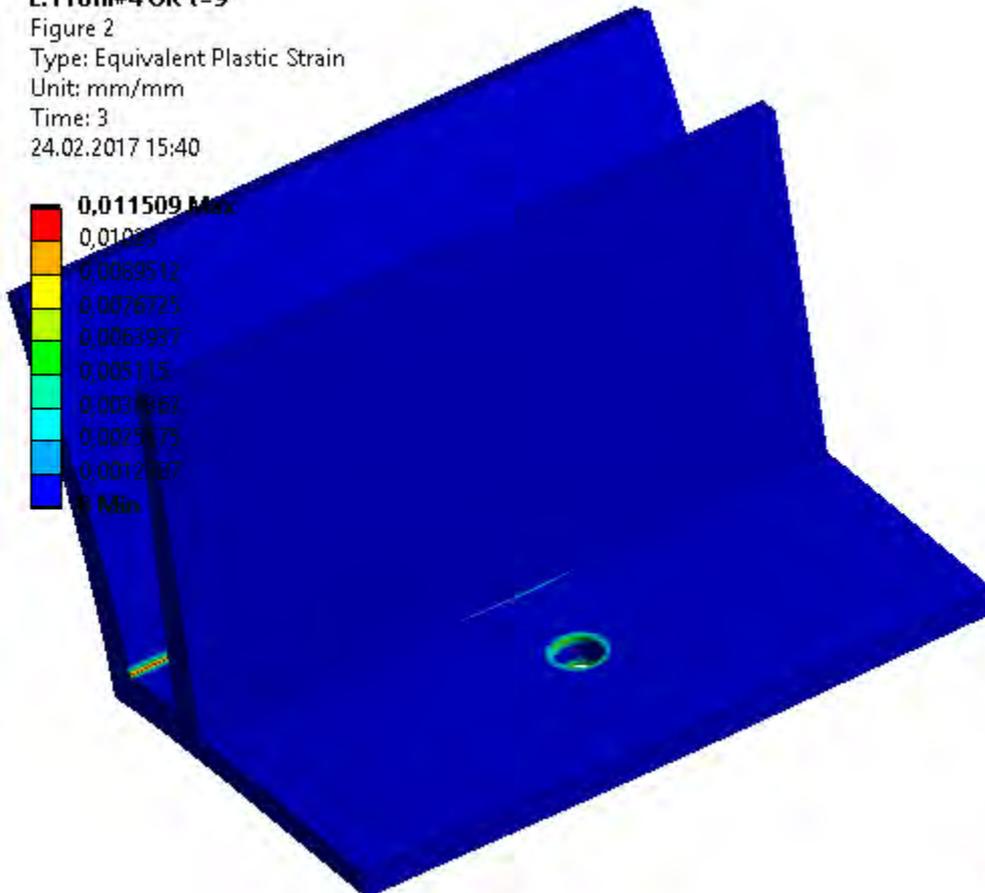
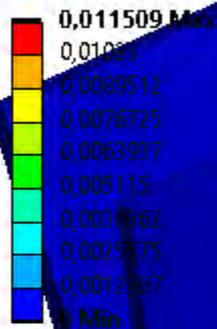
E: Profil#4 OK t=9

Figure  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
24.02.2017 15:40



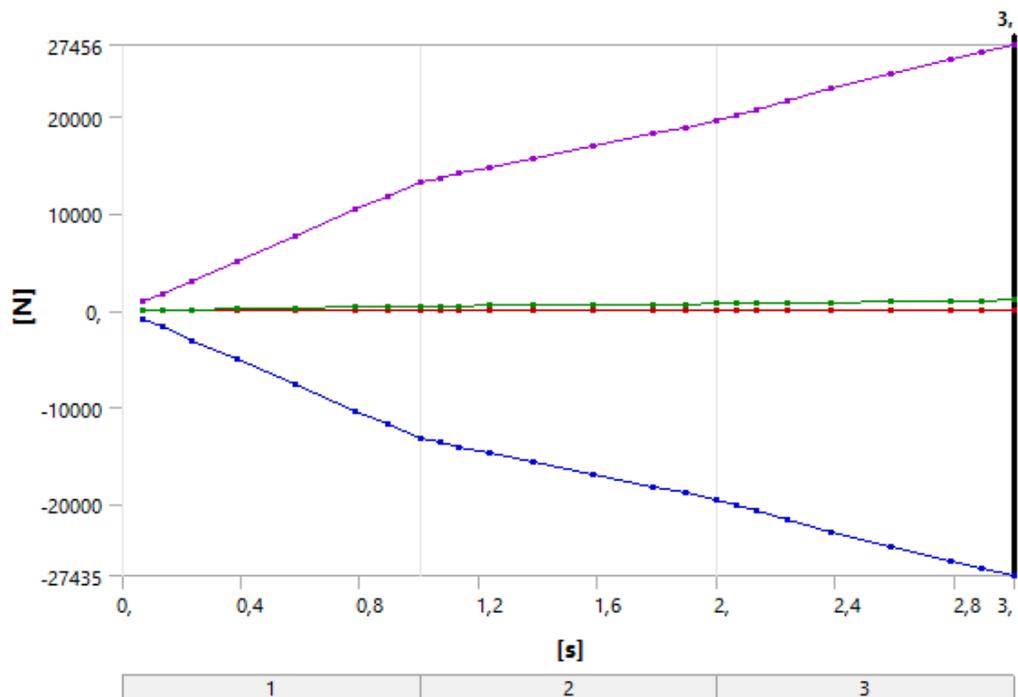
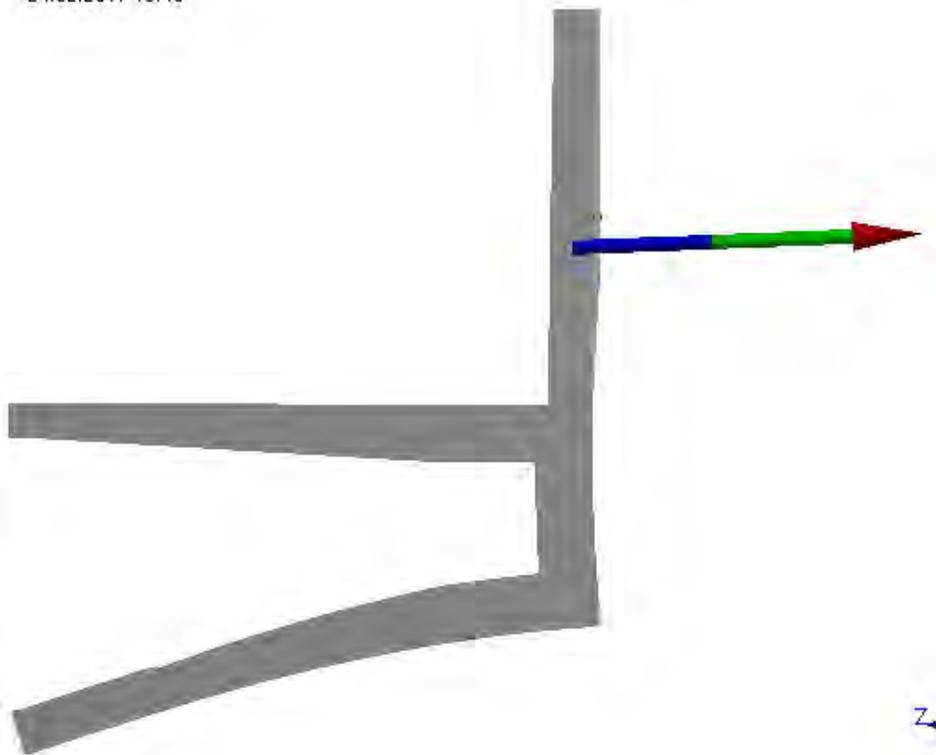
E: Profil#4 OK t=9

Figure 2  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
24.02.2017 15:40



### Lagerreaktionen:

E: Profil#4 OK t=9  
Figure  
24.02.2017 15:40



### **ERGEBNISSE VERGLEICHSSPANNUNG**

Die in den vorhergehenden Seiten ausgegebenen Spannungen am Profil, welche laut Legende die maximale Fließspannung übersteigen, sind aufgrund numerischer Extrapolation an der Oberfläche erzeugt worden und sind ein Darstellungsproblem.

Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze  $f_{yd} = 180/1.1 = 163 \text{ N/mm}^2$  gewählt.

In Übereinstimmung mit dem Materialgesetz und unter Einhaltung der maximalen plastischen Grenzdehnung (siehe Kapitel plastische Dehnung) sind die Spannungen am Profil eingehalten.

### **ERGEBNISSE PLASTISCHE DEHNUNG**

Im gesamten Profil treten bis auf sehr lokale Lasteinleitungsstellen keine plastische Dehnung auf. Dort wo sie auftreten sind sie sehr gering. Diese sind in Übereinstimmung mit dem gewählten Materialgesetz akzeptabel.

### **ERGEBNISSE LAGERREAKTIONEN**

Die ausgegebenen Lagerreaktionen sind höher als die analytisch errechneten Werte. Dies kommt daher, da in der analytischen Berechnung korrekt keine Abstützkräfte berücksichtigt wurden. Die Abstützkräfte stellen sich in der Realität aufgrund der Dehnsteifigkeit der Befestigungsmittel nicht ein. In der FE-Analyse wurde das Lager als unendlich steif modelliert.

## 5.4 Nachweis Verankerung Glasbrüstung

Die beim jeweiligen System wirkenden Dübelkräfte sind im Kapitel Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ1-4 aufgelistet. Die größten Dübelkräfte wirken im System 1 bei einem Dübelabstand von 100 mm und einer Holmlast von  $h_k = 3 \text{ kN/m}$ .

Die Profile werden in einem Abstand von 100, 150, 200 oder bzw. 300 mm am Bestand befestigt. Die Befestigung kann mit metrischen Schrauben (M10 A2-70 oder M12 A2-70) oder mit mechanischen Befestigungsmitteln erfolgen.

### Schraubenwiderstände:

$$N_{rdM10 \text{ A2-70}} = 14,6 \text{ kN bei 50\%-iger Ausnutzung}$$

$$V_{rdM10 \text{ A2-70}} = 16,2 \text{ kN}$$

$$N_{rdM12 \text{ A2-70}} = 36,1 \text{ kN bei 50\%-iger Ausnutzung}$$

$$V_{rdM12 \text{ A2-70}} = 23,6 \text{ kN}$$

Bei vorgesetzter (stirnseitiger) Montage (System 2 und System 3) sind neben dem Eigengewicht des Glases und der Konstruktion auch eventuelle Mannlasten über die Befestigungsmittel abzutragen.

$$V_{ed} = 1,8 \text{ kN (vgl. Lasttabelle Profiltyp\#2 und Profiltyp\#3)}$$

### **Der Nachweis der Ausleitung der Lasten in den Bestand (Stahl- oder Betonunterkonstruktion) hat bauseits und projektbezogen zu erfolgen.**

Eine mögliche Befestigung kann in Abhängigkeit des Untergrundes mittels Hilti HUS 3 Schrauben M 10 erfolgen. Randabstände, Betongüte, Betonzustand (gerissen oder ungerissen) und Plattenstärke sind projektbezogen zu untersuchen.

Die größte Zugkraft tritt beim Brüstungsprofil Typ 1 Lastfall Holmlast in Absturzrichtung auf. Beispielhaft wird hier eine mögliche Befestigung angegeben:

Aufgrund der hohen Zugkräfte die bei diesem System und einer Belastung von  $h_k = 3 \text{ kN/m}$  auftreten, ist diese Verwendung bei Betonuntergrund und hoher Holmlast genau zu untersuchen. Der Einsatz bei Stahlunterkonstruktion kann bei einer Verschraubung mit M12 A2-70 problemlos erfolgen.

Beispielhaft wird der Nachweis der Befestigung des Profiltyps 2 geführt.

Die maßgebenden Kräfte dieser Lastfallkombinationen sind zusammengefasst:

Zugkraft Profiltyp 2:  $N_{z,d} = -13,73 \text{ kN pro Dübel}$

Vertikalkraft Profiltyp 1:  $V_d = 1,65 \text{ kN pro Dübel}$

Als Typenanschluss wurde für diese statische Berechnung die Verankerung des Profils in einen Betonquerschnitt mit Dübeln berechnet. Es gilt zu beachten, dass wenn sich die nachfolgenden Randbedingungen ändern, ein getrennter statischer Nachweis zu führen ist.

### Randbedingungen Profiltyp 1:

Betonqualität C30/37, ungerissen  
 Dicke Bauteil: 25 cm  
 Randabstand: 60 mm  
 Abstandsmontage: keine



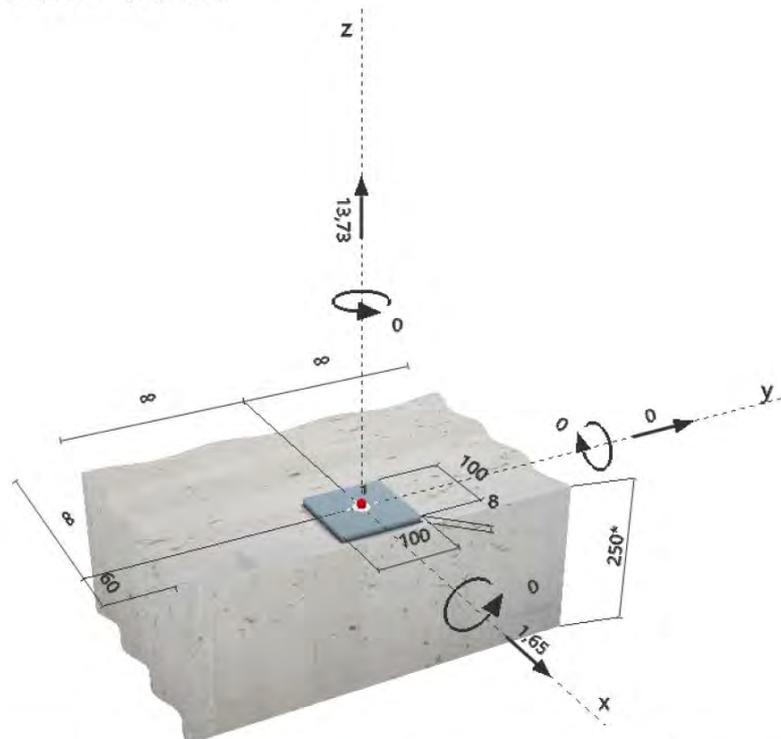
<b>www.hilti.de</b>		<b>Profis Anchor 2.7.1</b>	
Firma:	GBD GFE	Seite:	1
Bearbeiter:	Felix Bertagnoli	Projekt:	
Adresse:		Pos. Nr.:	
Tel.   Fax:		Datum:	03.02.2017
E-Mail:			

**Bemerkung:**

#### 1 Eingabedaten

<b>Dübeltyp und Größe:</b>	<b>HUS3-C 10 h_nom3</b>	
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef} = 67 \text{ mm}$ , $h_{nom} = 85 \text{ mm}$	
Werkstoff:	1.5525	
Zulassungs-Nr.:	ETA-13/1038	
Ausgestellt   Gültig:	10.05.2016   -	
Nachweis:	Bemessungsverfahren ETAG Nr. 001 Anhang C(2010)	
Abstandsmontage:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 8 \text{ mm}$	
Ankerplatte:	$l_x \times l_y \times t = 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ ; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)	
Profil:	kein Profil	
Untergrund:	ungerissener Beton, C30/37, $f_{cc} = 37,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 250 \text{ mm}$	
<b>Installation:</b>	<b>Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken</b>	
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder $\emptyset$ ) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) Keine Randlängsbewehrung Bewehrung gegen Spalten gemäß ETAG 001, Annex C, 5.2.2.6 vorhanden.	

**Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]**



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.  
 PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



**Profis Anchor 2.7.1**

www.hilti.de

Firma: GBD GFE  
 Bearbeiter: Felix Bertagnolli  
 Adresse:  
 Tel. | Fax: |  
 E-Mail:

Seite: 2  
 Projekt:  
 Pos. Nr.:  
 Datum: 03.02.2017

**2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte**

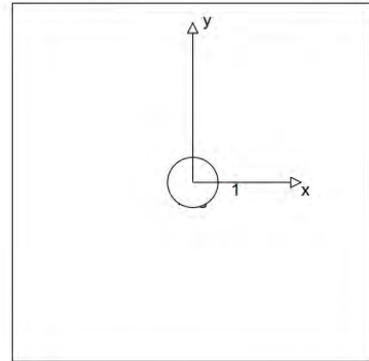
Lastfall: Design Lasten

**Resultierende Dübelkräfte [kN]**

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	13,730	1,650	1,650	0,000

Maximale Betonstauchung: - [‰]  
 Maximale Betondruckspannung: - [N/mm<sup>2</sup>]  
 resultierende Zugkraft in (x/y)=(0/0): 13,730 [kN]  
 resultierende Druckkraft in (x/y)=(0/0): 0,000 [kN]



**3 Zugbeanspruchung (ETAG, Anhang C, Abschnitt 5.2.2)**

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung $\beta_N$ [%]	Status
Stahlversagen*	13,730	44,429	31	OK
Herausziehen*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonversagen**	13,730	15,789	87	OK
Spaltversagen**	13,730	22,113	63	OK

\* ungünstigster Dübel \*\*Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

**3.1 Stahlversagen**

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]
62,200	1,400	44,429	13,730

**3.2 Betonversagen**

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
32339	40522	101	201		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	0,879	1,000
$k_1$	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
10,100	33,768	1,500	15,789	13,730	

**3.3 Spaltversagen**

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
37400	48400	110	220	1,472		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_1$
0	1,000	0	1,000	0,864	1,000	10,100
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]			
33,768	1,500	22,113	13,730			

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.  
 PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



**Profis Anchor 2.7.1**

www.hilti.de

Firma:	GBD GFE	Seite:	3
Bearbeiter:	Felix Bertagnoli	Projekt:	
Adresse:		Pos. Nr.:	
Tel.   Fax:		Datum:	03.02.2017
E-Mail:			

**4 Querbeanspruchung (ETAG, Anhang C, Abschnitt 5.2.3)**

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung $\beta_v$ [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	1,650	18,667	9	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	1,650	31,578	6	OK
Betonkantenbruch, Richtung x+**	1,650	7,742	22	OK

\* ungünstigster Dübel \*\*Dübelgruppe (relevante Dübel)

**4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm**

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]
28,000	1,500	18,667	1,650

**4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
32339	40522	101	201	2,000	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	0,879	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
33,768	1,500	31,578	1,650		

**4.3 Betonkantenbruch, Richtung x+**

$l_f$ [mm]	$d_{nom}$ [mm]	$k_1$	$\alpha$	$\beta$	
67	10,0	2,400	0,106	0,070	
$c_1$ [mm]	$A_{c,v}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,v}^0$ [mm <sup>2</sup> ]			
60	16200	16200			
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
1,000	1,000	1,000	0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
11,613	1,500	7,742	1,650		

**5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (ETAG, Anhang C, Abschnitt 5.2.4)**

$\beta_N$	$\beta_v$	$\alpha$	Ausnutzung $\beta_{N,v}$ [%]	Status
0,870	0,213	1,000	91	OK

$(\beta_N + \beta_v) / 1.2 \leq 1$

**6 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)**

Kurzzeitbelastung:

$N_{Sk}$ = 10,170 [kN]	$\delta_N$ = 0,050 [mm]
$V_{Sk}$ = 1,222 [kN]	$\delta_v$ = 0,294 [mm]
	$\delta_{NV}$ = 0,298 [mm]

Langzeitbelastung:

$N_{Sk}$ = 10,170 [kN]	$\delta_N$ = 0,099 [mm]
$V_{Sk}$ = 1,222 [kN]	$\delta_v$ = 0,450 [mm]
	$\delta_{NV}$ = 0,461 [mm]

Hinweis: Die Verschiebungen infolge Zugkraft gelten, wenn die Hälfte des Drehmomentes beim Verankern aufgebracht wurde - ungerissener Beton! Die Verschiebungen infolge Querkraft gelten, wenn zwischen Beton und Ankerplatte keine Reibung vorliegt! Der Verschiebungswert aus dem Lochspiel zwischen Ankerkörper und Bohrlochrand sowie zwischen Ankerkörper und Anbauteil ist in dieser Berechnung nicht berücksichtigt!

Die zulässigen Verschiebungen hängen von der zu befestigenden Konstruktion ab und sind vom Konstrukteur festzulegen!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender. PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



www.hilti.de

**Profis Anchor 2.7.1**

Firma:	GBD GFE	Seite:	4
Bearbeiter:	Felix Bertagnolli	Projekt:	
Adresse:		Pos. Nr.:	
Tel.   Fax:		Datum:	03.02.2017
E-Mail:			

### 7 Warnungen / Hinweise

- Lastumlagerungen aufgrund von elastische Formänderung der Ankerplatte werden nicht berücksichtigt. Die Ankerplatte muss ausreichend steif sein, so dass sie sich unter den einwirkenden Kräften nicht verformt! Eingabedaten und Ergebnisse müssen mit den tatsächlichen Randbedingungen abgeglichen werden und auf Plausibilität geprüft!
- Die Bedingungen gem. ETAG 001, Annex C, Abs. 4.2.2.1 und 4.2.2.3 b) sind nicht erfüllt. Der gem. Anhang 3, Tab.3 def. Durchmesser der Durchgangsbohrung übersteigt den vorgegebenen Wert der Tabelle 4.1 des Anhang C für den Dübel. Daher wird gemäß Zulassung die Querkrafttragfähigkeit der Dübelgruppe auf maximal zwei mal des Stahlwiderstandes eines Einzeldübel begrenzt.
- Die Weiterleitung der Kräfte im Bauteil ist nach der Bemessungsrichtlinie ETAG 001, Anhang C(2010), Abschnitt 7 nachzuweisen. Im Falle einer Unterfütterung wird davon ausgegangen, dass unter der Ankerplatte keine Luftblasen sich befinden und die Unterfütterung VOR der tatsächlichen Lastauftragung erfolgt und ausgehärtet ist!
- Diese Berechnung gilt nur wenn die Durchgangslöcher nicht grösser als in Tabelle 4.1 in ETAG 001, Annex C angegeben sind! Bei grösseren Durchgangslöchern ist Kapitel 1.1. in ETAG 001, Annex C zu beachten!
- Die Bemessungsmethode ETAG (Verfüllter Ringspalt) setzt voraus, dass kein Spalt zwischen Dübel und Anbauteil vorliegt. Das kann erreicht werden in dem der Ringspalt mit einem Mörtel geeigneter Druckfestigkeit (z.B. Einsatz des Seismik-/Verfüllset) oder mittels anderer geeigneten Methoden verfüllt wird.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.

**Nachweis der Verankerung: OK!**

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.  
 PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan | Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



**Profis Anchor 2.7.1**

www.hilti.de

Firma: GBD GFE  
 Bearbeiter: Felix Bertagnoli  
 Adresse:  
 Tel. | Fax: |  
 E-Mail:

Seite: 5  
 Projekt:  
 Pos. Nr.:  
 Datum: 03.02.2017

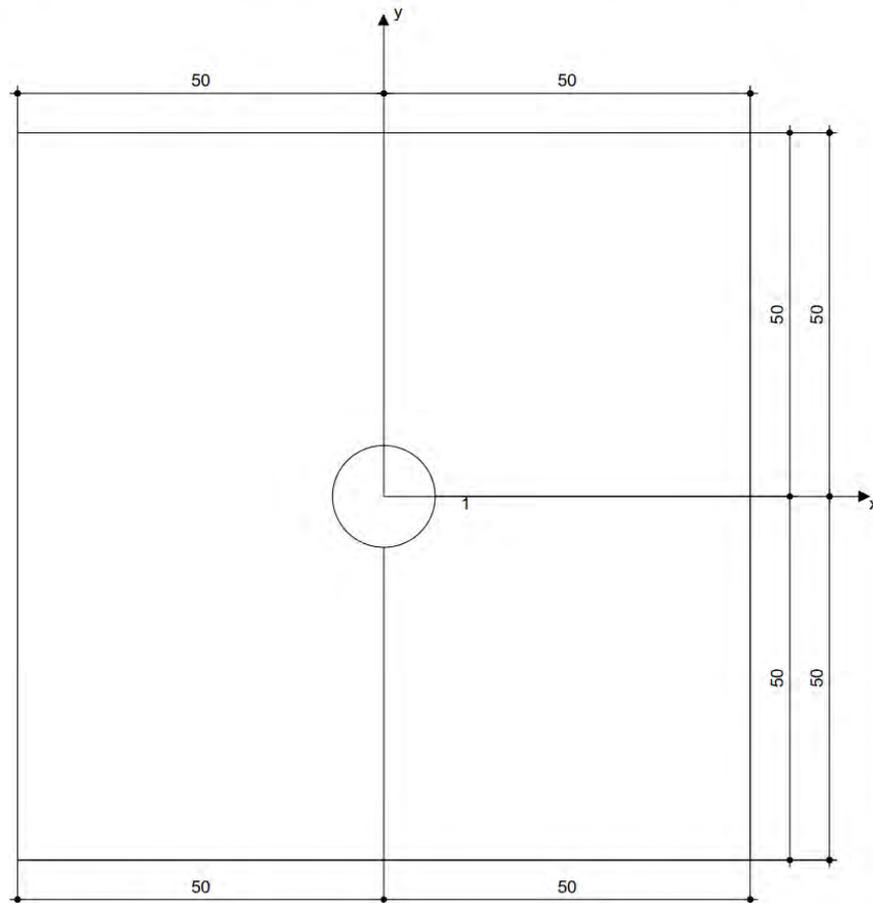
**8 Installationsdaten**

Ankerplatte, Stahl: -  
 Profil: kein Profil  
 Durchmesser Durchgangsloch:  $d_r = 14$  mm  
 Plattendicke (Eingabe): 8 mm  
 Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet  
 Bohrmethode: Hammergebohrt  
 Reinigungsart: Manuelle Reinigung des Bohrloches gemäss Gebrauchsanweisung ist erforderlich.

Dübeltyp und Größe: HUS3-C 10 h\_nom3  
 Anzugsdrehmoment: Hilti SIW 22T-A  
 Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 10 mm  
 Bohrlochtiefe im Untergrund: 95 mm  
 Minimale Bauteildicke: 140 mm

**8.1 Erforderliches Zubehör**

Bohren	Reinigen	Installieren
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeigneter Hammerbohrer</li> <li>Hammerbohrer geeigneten Durchmessers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hand Ausblaspumpe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hilti SIW 22T-A Schlagschrauber</li> </ul>



**Koordinaten Dübel [mm]**

Dübel	x	y	c <sub>x</sub>	c <sub>±x</sub>	c <sub>y</sub>	c <sub>±y</sub>
1	0	0	-	60	-	-

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.  
 PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



www.hilti.de

**Profis Anchor 2.7.1**

Firma:	GBD GFE	Seite:	6
Bearbeiter:	Felix Bertagnolli	Projekt:	
Adresse:		Pos. Nr.:	
Tel.   Fax:		Datum:	03.02.2017
E-Mail:			

### 9 Kommentar; Anmerkungen

- Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Hilti-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz- und Montageanleitungen usw. von Hilti, die vom Anwender strikt eingehalten werden müssen. Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen Hilti-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Die Software dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Geeignetheit für eine bestimmte Anwendung.
- Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch die Software zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von Hilti angebotene Updates der Software durchführen. Sofern Sie nicht die AutoUpdate-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die Hilti-Website sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version der Software verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet Hilti nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.  
 PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

## 5.5 Bemessung Handlauf

Lt. DIN 18008-4 muss der Handlauf im Zustand der gebrochenen Scheibe die Lasten bis zur nächsten Verglasung abtragen.

**Der Handlauf muss in den Endfeldern sicher im Bestand verankert werden.**

Material Handläufe:

- ENAW 6063 T66
- Edelstahl 1.4301

**Die maximale Glasbreite ergibt sich aus der Holmbemessung mit 1,5 m.**

Die Handläufe erfüllen die konstruktiven Anforderungen an den Kantenschutz lt. DIN 18008-4 Anhang F **nicht**. Aus diesem Grund werden die Handläufe geprüft.

Die Grafiken auf den folgenden Seiten geben einen Überblick über die unterschiedlichen Handlauftypen.

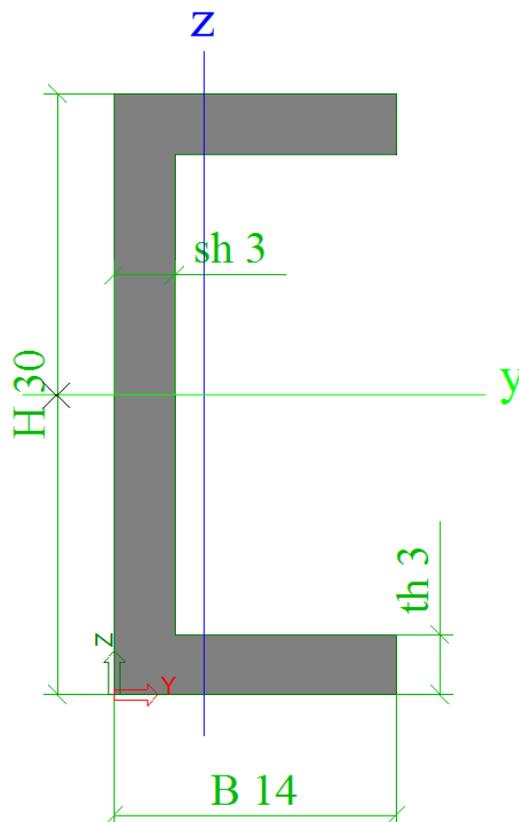


Abbildung 45 Geometrie Handlauf für Holmlast 1,0 kN/m

Name	CS2
Typ	U g
Detailliert	30; 14; 3; 3
Stabformtyp	Dickwandig
<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Parameter</li> <li>▣ Allgemein</li> <li>▣ Knicklinien</li> <li>▣ Fasern und Teile</li> <li>▣ 2D-FEM-Analyse</li> <li>▣ Eigenschafts-Modifikati...</li> <li>▣ Eigenschaft</li> </ul>	
A [cm <sup>2</sup> ]	1,56
Ay [cm <sup>2</sup> ]	0,81
Az [cm <sup>2</sup> ]	0,86
AL [cm <sup>2</sup> /cm]	11,00
AD [cm <sup>2</sup> /cm]	11,00
cYUCS [mm]	4
cZUCS [mm]	15
A [deg]	0,00
Iy [cm <sup>4</sup> ]	1,88
Iz [cm <sup>4</sup> ]	0,26
Iy [mm]	11
Iz [mm]	4
Wely [cm <sup>3</sup> ]	1,26
Welz [cm <sup>3</sup> ]	0,27
Wply [cm <sup>3</sup> ]	1,57
Wplz [cm <sup>3</sup> ]	0,49
Mply+ [Ncm]	3,68e+04
Mply- [Ncm]	3,68e+04
Mplz+ [Ncm]	1,16e+04
Mplz- [Ncm]	1,16e+04
dy [mm]	-7
dz [mm]	0
It [cm <sup>4</sup> ]	0,05
Iw [cm <sup>6</sup> ]	0,34
B,y [mm]	0
B,z [mm]	29

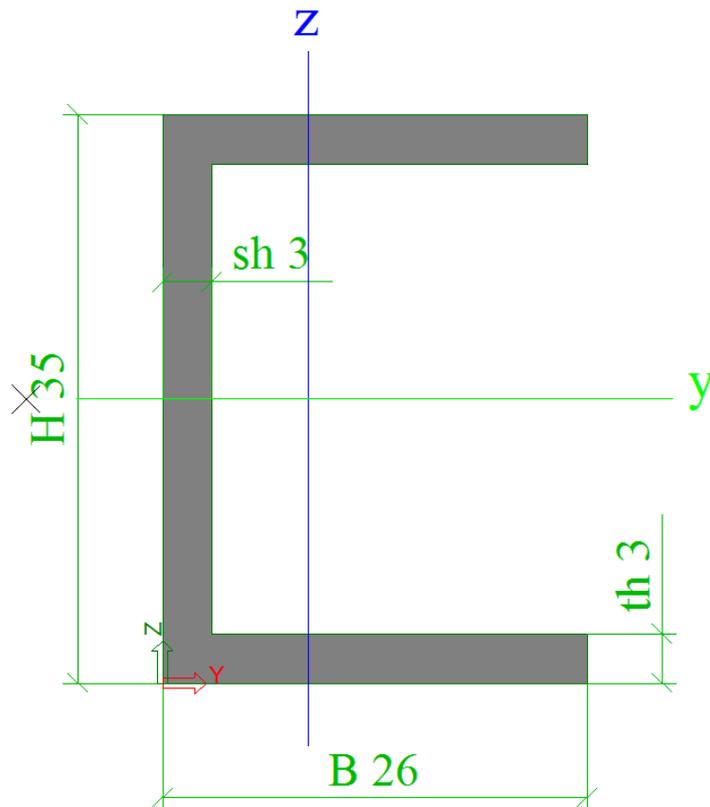


Abbildung 46 Geometrie Handlauf für Holmlast 2,0 kN/m

Name	CS1
Typ	U g
Detailliert	35; 26; 3; 3
Stabformtyp	Dickwandig
Parameter	
Allgemein	
Fasern und Teile	
2D-FEM-Analyse	
Eigenschafts-Modifikati...	
Eigenschaft	
A [cm <sup>2</sup> ]	2,43
Ay [cm <sup>2</sup> ]	1,40
Az [cm <sup>2</sup> ]	1,03
AL [cm <sup>2</sup> /cm]	16,80
AD [cm <sup>2</sup> /cm]	16,80
cYUCS [mm]	9
cZUCS [mm]	18
A [deg]	0,00
Iy [cm <sup>4</sup> ]	4,62
Iz [cm <sup>4</sup> ]	1,62
Iy [mm]	14
Iz [mm]	8
Wely [cm <sup>3</sup> ]	2,64
Welz [cm <sup>3</sup> ]	0,95
Wply [cm <sup>3</sup> ]	3,13
Wplz [cm <sup>3</sup> ]	1,70
Mply+ [Ncm]	3,75e+04
Mply- [Ncm]	3,75e+04
Mplz+ [Ncm]	2,04e+04
Mplz- [Ncm]	2,04e+04
dy [mm]	-17
dz [mm]	0
It [cm <sup>4</sup> ]	0,07
Iw [cm <sup>6</sup> ]	2,98
B.y [mm]	0
B.z [mm]	47

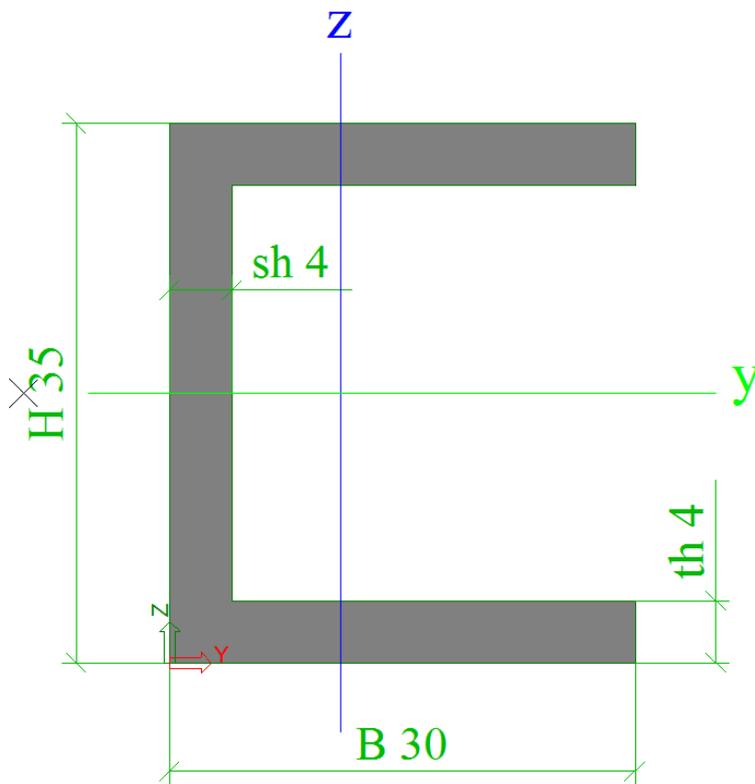


Abbildung 47 Geometrie Handlauf für Holmlast 3,0 kN/m

Name	CS3
Typ	U g
Detailliert	35; 30; 4; 4
Stabformtyp	Dickwandig
Parameter	
Allgemein	
Knicklinien	
Fasern und Teile	
2D-FEM-Analyse	
Eigenschafts-Modifikati...	
Eigenschaft	
A [cm <sup>2</sup> ]	3,48
Ay [cm <sup>2</sup> ]	2,16
Az [cm <sup>2</sup> ]	1,38
AL [cm <sup>2</sup> /cm]	18,20
AD [cm <sup>2</sup> /cm]	18,20
cYUCS [mm]	11
cZUCS [mm]	17
A [deg]	0,00
Iy [cm <sup>4</sup> ]	6,45
Iz [cm <sup>4</sup> ]	3,07
Iy [mm]	14
Iz [mm]	9
Wely [cm <sup>3</sup> ]	3,69
Welz [cm <sup>3</sup> ]	1,61
Wply [cm <sup>3</sup> ]	4,45
Wplz [cm <sup>3</sup> ]	2,84
Mply+ [Ncm]	1,05e+05
Mply- [Ncm]	1,05e+05
Mplz+ [Ncm]	6,67e+04
Mplz- [Ncm]	6,67e+04
dy [mm]	-20
dz [mm]	0
It [cm <sup>4</sup> ]	0,18
Iw [cm <sup>6</sup> ]	5,47
B.y [mm]	0
B.z [mm]	51

Die maximale Spannweite des Handlaufes ergibt sich aus der Biegebemessung des Handlaufes unter der jeweiligen Holmlast.

Bemessung Handlauf t = 3		$\gamma_m =$		1,1		1,1									
EN-AW 6063 T66		$\gamma_m =$		1,1		1,1									
Edelstahl 1.4301				b/h/t = 30/14/3		b/h/t = 35/26/3		b/h/t = 35/30/4		b/h/t = 30/14/3		b/h/t = 35/26/3		b/h/t = 35/30/4	
	$f_{ok}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]			20	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21
	$f_{oD}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]			18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
	$W_{pl}$ [cm <sup>3</sup> ]			1,57	3,13	3,13	3,13	4,45	4,45	1,57	3,13	3,13	3,13	4,45	4,45
	$M_{RD}$ [kNcm]			28,5	56,9	56,9	56,9	80,9	80,9	30,0	59,8	59,8	59,8	85,0	85,0
1				151,1	213,4	213,4	213,4	254,4	254,4	154,8	218,6	218,6	218,6	260,7	260,7
2	$h_k$ [kN/m]			106,9	150,9	150,9	150,9	179,9	179,9	109,5	154,6	154,6	154,6	184,3	184,3
3				87,2	123,2	123,2	123,2	146,9	146,9	89,4	126,2	126,2	126,2	150,5	150,5

Beispielhaft wird das Vorgehen am Handlauf  $b/h = 30/14$  mm in Aluminium  $h_k = 1$  kN/m aufgezeigt.

$$M_{rd} = W_{pl} \times f_{ok}/\gamma_m = 1,57 \times h_k \times l^2 / 8$$

$$l_{max} = (M_{rd} \times 8 / (1,0 \times h_k))^{0,5} =$$

$$M_{rd} = 1,57 \text{ cm}^3 \times 16,0 \text{ kN/cm}^2 / 1,1 = 28,5 \text{ kNcm}$$

$$l_{max} = (0,285 \text{ kNm} \times 8 / (1,0 \times 1 \text{ kN/m}))^{0,5} = 151,1 \text{ cm}$$

Bei der Ausführung in Aluminium und einer Holmlast von 3 kN/m erreicht der Handlauf eine rechnerische Spannweite von 1,47 m. Dies ist eine Ausnutzungsüberschreitung von 2 % betreffend der gewünschten Spannweite von 1,5 m. Diese Überschreitung wird akzeptiert.

In den Versuchen wird der Nachweis des Kantenschutzes mit dem leichten Handlauf  $h_k = 1$  kN/m erbracht. Da die anderen beiden Handläufe massiver sind, ist der Nachweis des Kantenschutzes somit ebenfalls erbracht.

## 5.6 Nachweis der Absturzsicherheit

Der Nachweis der Absturzsicherheit wird versuchstechnisch erbracht.

Siehe Prüfberichte.

## 6 Zusammenfassung

Im Folgenden werden die Einsatzmöglichkeiten des Brüstungsprofils für die einzelnen Länder, Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien zusammenfassend aufgeführt.

### 6.1 Deutschland

Die berücksichtigten Holmlasten werden den derzeit gültigen Normen entnommen. Die beim jeweiligen BVH anzusetzenden Holmlasten sind entsprechend den dahinterliegenden Räumlichkeiten zu wählen und von der Bauleitung zu bestätigen.

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Tabelle 6.12DE — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen

Spalte	1	2
Zeile	Belastete Fläche nach Kategorie	Horizontale Nutzlast $q_k$ kN/m
1	A, B1, H, F1 <sup>b</sup> bis F4 <sup>b</sup> , T1, Z <sup>a</sup>	0,5
2	B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 <sup>c</sup> , E1.2 <sup>c</sup> , E2.1 <sup>c</sup> bis E2.5 <sup>c</sup> , FL1 <sup>b</sup> bis FL6 <sup>b</sup> , HC, T2, Z <sup>a</sup>	1,0
3	C5, C6, T3	2,0
<sup>a</sup> Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen. <sup>b</sup> Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen. <sup>c</sup> Bei Flächen der Kategorie E1.1, E1.2, E2.1 bis E2.5, die nur zu Kontroll- und Wartungszwecken begangen werden, sind die Lasten in Abstimmung mit dem Bauherrn festzulegen, jedoch mindestens 0,5 kN/m.		

(2) Die horizontalen Nutzlasten nach Tabelle 6.12 DE sind in Absturzrichtung in voller Höhe und in der Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m, anzusetzen.

Die absturzsichernde Konstruktion kann bei Einhaltung der vorgesehenen Holmlasten im Außen- und Innenbereich eingesetzt werden. Die Konstruktion darf bei Fluchtwegen im Außenbereich NICHT eingesetzt werden.

Es werden 2 Fälle untersucht, wobei die Holmlast auch mit einer äquivalenten Windlast verglichen wurde. Für die äquivalente Windlast wurde ein Flussdiagramm erstellt, das den jeweiligen Aufstellungsort des jeweiligen Profils (Typ 1 und Typ 2) zusammenfasst.

#### RANDBEDINGUNGEN:

1. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
2. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
3. Breite Gebäude  $\geq$  5 m
4. Material Profil: EN AW 6063 T66
5. Maximale Glashöhe ab Oberkante Profil: 1100 mm
6. Windzone nach Windzonenkarte Deutschland

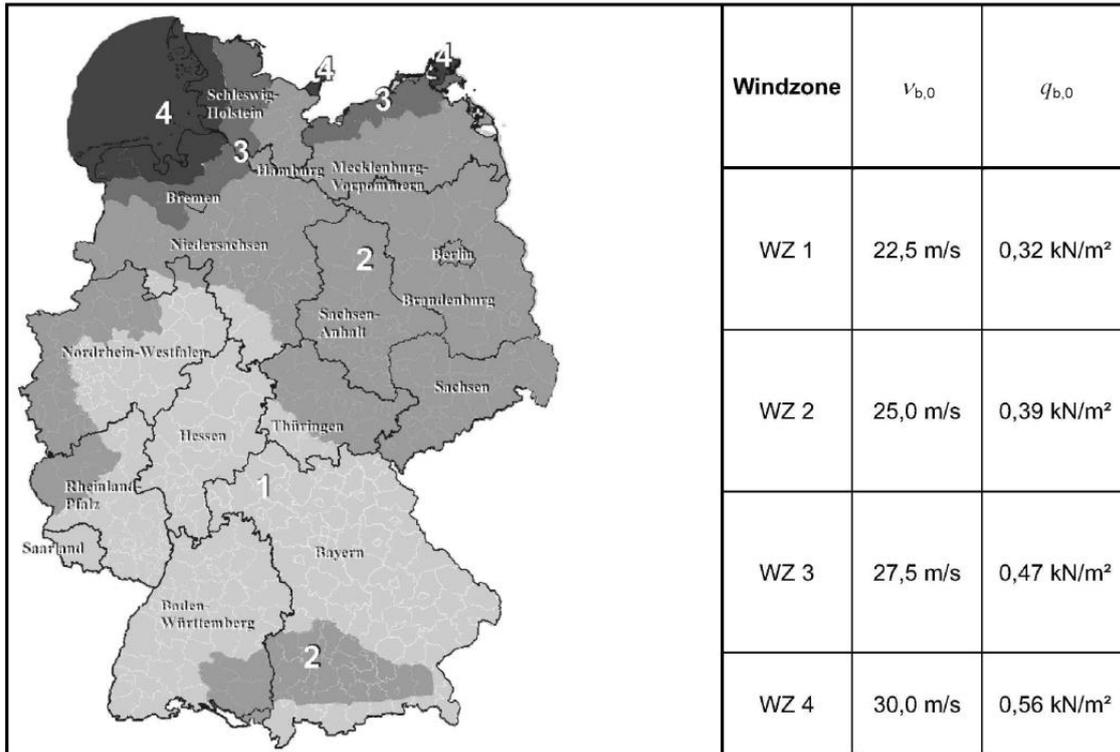
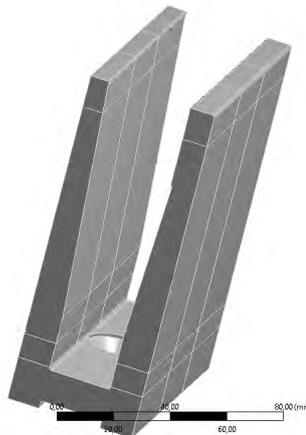


Abbildung 48 Windzonenkarte Deutschland

**Profiltyp 1:**

Geometry  
 01.02.2017 09:00  
 Nonlinear



Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,63 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

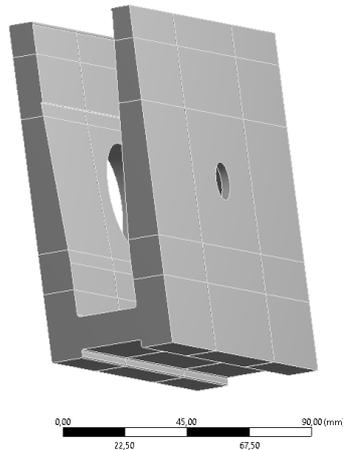
Vergleich mit Holmlast 2,0 kN/m -->  $w_k \leq 3,26 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

**Profiltyp 2:**

Geometry  
 02.02.2017 09:14  
 Nonlinear



Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,64 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

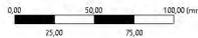
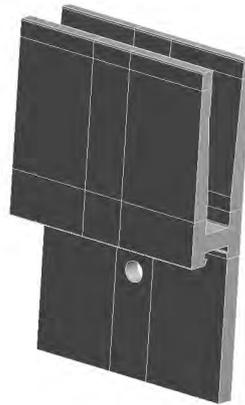
Vergleich mit Holmlast 2 kN/m -->  $w_k \leq 3,28 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

**Profiltyp 3:**

Geometry  
 02.02.2017 09:49  
 Nonlinear



Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,51 \text{ kN/m}^2$

**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

Vergleich mit Holmlast 2 kN/m -->  $w_k \leq 3,02 \text{ kN/m}^2$

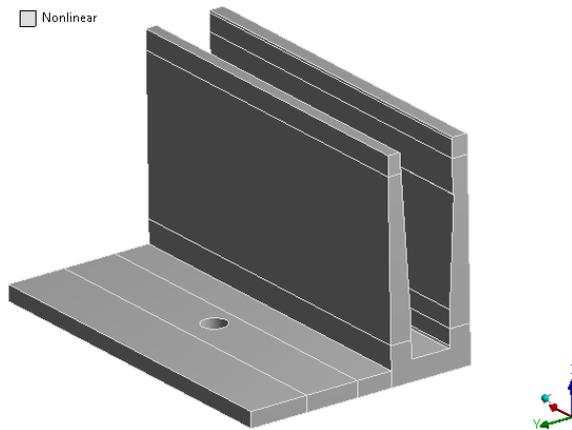
**Äquivalente Windlast  $w_e$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Windzone	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

$w_e =$

**Profiltyp 4:**

Figure  
24.02.2017 15:40  
 Nonlinear



Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,62 \text{ kN/m}^2$

Windzone	Äquivalente Windlast $w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]		
	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

Vergleich mit Holmlast 2 kN/m -->  $w_k \leq 3,23 \text{ kN/m}^2$

Windzone	Äquivalente Windlast $w_e$ [kN/m <sup>2</sup> ]		
	$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

Deutschland	Holmlast $h_k$ [kN/m]	Abstand Verschraubung $e_{hor}$ [mm]	Äquivalente char. Windlast $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Zugkraft Dübel $N_{FD}$ [kN]	Glasaufbau	Verglasungskategorie	DIN 18008 Pendelfallhöhe [mm]
<b>Profityp 1</b> 	1	200	1,63	-16,7	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Kategorie B	700
	2	100	3,26	-16,7	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
<b>Profityp 2</b> 	1	300	1,64	-9,15	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Kategorie B	700
	2	150	3,28	-9,15	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
<b>Profityp 3</b> 	1	300	1,51	-9,15	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Kategorie B	700
	2	150	3,02	-9,15	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
<b>Profityp 4</b> 	1	200	1,62	-4,64	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Kategorie B	700
	2	200	3,23	-9,28	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700

## 6.2 Österreich

Die berücksichtigten Holmlasten werden den derzeit gültigen Normen entnommen. Die beim jeweiligen BVH anzusetzenden Holmlasten sind entsprechend den dahinterliegenden Räumlichkeiten zu wählen und von der Bauleitung zu bestätigen.

**Tabelle 6 — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen**

Nutzungskategorie	$q_k$
	kN/m
Kategorien A und B1	0,5
Kategorien B2 und C1	1,0
Kategorien C2 bis C4 und D	1,0
Kategorie C5	3,0
Kategorie E	1,0

Für Personenabsturzsicherungen in Gebäuden der Kategorien F und G ist eine horizontale Last von 1,0 kN/m anzusetzen.

Die absturzsichernde Konstruktion kann bei Einhaltung der vorgesehenen Holmlasten im Außen- und Innenbereich eingesetzt werden.

Es werden jeweils 2 Fälle pro Profil untersucht, wobei die Holmlast auch mit einer äquivalenten Windlast verglichen wurde.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Gesamtüberblick über die Einsatzmöglichkeiten und normativen Vinkulierungen der Glasbrüstung in Österreich.

Österreich	Holmlast $h_k$ [kN/m]	Abstand Verschraubung $e_{hor}$ [mm]	Äquivalente char. Windlast $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Zugkraft Dübel $N_{RD}$ [kN]	Glasaufbau	Verglasungs-kategorie	ON B 3716-3 Pendelfall-höhe [mm]
<b>Profiltyp 1</b> 	1	200	1,63	-16,7	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Verglasungs-gruppe 2	< 700
	3	100	4,9	-25,06	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Verglasungs-gruppe 2	< 700
<b>Profiltyp 2</b> 	1	300	1,64	-9,15	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Verglasungs-gruppe 2	< 700
	3	150	4,92	-13,73	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Verglasungs-gruppe 2	< 700
<b>Profiltyp 3</b> 	1	300	1,51	-9,15	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Verglasungs-gruppe 2	< 700
	3	150	4,54	-13,73	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Verglasungs-gruppe 2	< 700
<b>Profiltyp 4</b> 	1	200	1,62	-4,64	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Verglasungs-gruppe 2	< 700
	3	200	4,85	-13,92	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Verglasungs-gruppe 2	< 700

### 6.3 Schweiz

Die berücksichtigten Holmlasten werden den derzeit gültigen Normen entnommen. Die beim jeweiligen BVH anzusetzenden Holmlasten sind entsprechend den dahinterliegenden Räumlichkeiten zu wählen und von der Bauleitung zu bestätigen.

Tabelle 20: Charakteristische Werte der horizontalen Kräfte auf Abschränkungen für Personen

Bauwerkstyp	Nutzung		$q_k$ [kN/m]
Gebäude	Kategorie	Art der Nutzfläche	
	A, B, D	Wohn-, Büro- und Verkaufsflächen	0,8
	C	Versammlungsflächen	1,6 <sup>1)</sup>
	E, F, G	Lager-, Fabrikations-, Park- und Verkehrsflächen	0,8 <sup>2)</sup>
Brücken	alle Verkehrsarten		1,6 <sup>1) 3)</sup>
Dienststege	nicht öffentlich zugänglich		0,4
<sup>1)</sup> $q_k$ muss auf mindestens 3,0 kN/m erhöht werden, wenn ein Menschengedränge möglich ist. <sup>2)</sup> Für spezielle Nutzungen von Lager- und Fabrikationsflächen ist $q_k$ projektspezifisch festzulegen. <sup>3)</sup> $q_k$ darf um höchstens 50% reduziert werden, wenn kein Menschengedränge möglich ist.			

Die absturzsichernde Konstruktion kann bei Einhaltung der vorgesehenen Holmlasten im Außen- und Innenbereich eingesetzt werden.

Es werden die zwei Profile untersucht, wobei die Holmlast auch mit einer äquivalenten Windlast verglichen wurde.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Gesamtüberblick über die Einsatzmöglichkeiten und normativen Vinkulierungen der Glasbrüstung in der Schweiz.

Schweiz	Holmlast $h_k$ [kN/m]	Abstand Verschraubung $e_{hor}$ [mm]	Äquivalente char. Windlast $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Zugkraft Dübel $N_{RD}$ [kN]	Glasaufbau	Verglasungskategorie	DIN 18008 Pendelfallhöhe [mm]
<b>Profiltyp 1</b> 	0,8	200	1,63	-16,7	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Kategorie B	700
	1,6	100	3,26	-1637	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
	3	100	4,9	-25,06	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
<b>Profiltyp 2</b> 	0,8	300	1,64	-9,15	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Kategorie B	700
	1,6	150	3,28	-9,15	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
	3	150	4,92	-13,73	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
<b>Profiltyp 3</b> 	0,8	300	1,51	-9,15	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Kategorie B	700
	1,6	150	3,02	-9,15	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
	3	150	4,54	-13,73	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
<b>Profiltyp 4</b> 	0,8	200	1,62	-4,64	8 + 8 ESG-H mit 1,52 PVB	Kategorie B	700
	1,6	200	3,23	-9,28	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700
	3	200	4,85	-13,92	10 + 10 ESG-H mit 1,52 SG	Kategorie B	700

## 7 Anhang A

### Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Leitung: Prof. Dr. - Ing. Ö. Bucak  
an der Hochschule München  
Fakultät 02 Bauingenieurwesen / Stahlbau



Karlstraße 6, 80333 München  
Tel.: 0049/ (0)89/ 1265- 2611; FAX: 0049/ (0)89/ 1265- 2699; email: info@laborst.de

Bay 27

### Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis

gbd GFE

2016-12-14

**Prüfzeugnis Nummer:** P-2016-3098  
**bei:** Felix Bertagnolli

**Gegenstand:** linienförmig gelagerte Verbundsicherheitsverglasungen

**Glasaufbau:** VSG

**Verwendungszweck:** Absturzsicherung nach DIN 18008-4  
Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen  
Bauregelliste A Teil 3 – Ausgabe 2016/1  
Bauart nach Lfd. Nr. 2.12

**Absturzsichernde Kategorie:** B

**Auftraggeber:** Feldmann GmbH  
Metall & Schmiedekunst  
Mühlsteig 25  
D- 90579 Langenzenn

**Ausstellungsdatum:** 06.12.2016  
**Geltungsdauer bis:** 05.12.2021



Aufgrund dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses ist der oben genannte Gegenstand nach Landesbauordnung anwendbar.

Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis umfasst 7 Seiten.

Dieses Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfzeugnis Nr.: P-2016-3098  
Seite 2

- I. Allgemeine Bestimmungen ..... 3
- II. Besondere Bestimmungen..... 3
  - 1 Gegenstand und Anwendungsbereich ..... 3
    - 1.1 Gegenstand..... 3
    - 1.2 Anwendungsbereich..... 3
  - 2 Anforderungen an die Bauart..... 4
    - 2.1 Beschreibung der Konstruktion ..... 4
    - 2.2 Anzuwendende Prüfverfahren ..... 4
    - 2.3 Nutzung, Unterhalt und Instandsetzung ..... 4
  - 3 Geltungsbereich und Bestimmungen für die Bemessung ..... 5
    - 3.1 Geltungsbereich ..... 5
    - 3.2 Bemessung ..... 5
  - 4 Übereinstimmungsnachweis ..... 5
    - 4.1 Allgemeines..... 5
    - 4.2 Produktionskontrolle..... 6
  - 5 Mitgeltende Bestimmungen ..... 6
- III. Rechtsgrundlage..... 7
- IV. Rechtsbehelfsbelehrung ..... 7



Dieses Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfzeugnis Nr.: P-2016-3098  
Seite 3

## I. Allgemeine Bestimmungen

1. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
2. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
3. Hersteller der Bauart haben, unbeschadet weitergehender Regelungen in den „Besonderen Bestimmungen“, dem Verwender der Bauart Kopien des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses zur Verfügung zu stellen.
4. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis nicht widersprechen. Übersetzungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses müssen den Hinweis „Von der Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung“ enthalten.

## II. Besondere Bestimmungen

### 1 Gegenstand und Anwendungsbereich

#### 1.1 Gegenstand

Gegenstand des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses sind die von der **Feldmann GmbH Metall & Schmiedekunst** hergestellten, einseitig linienförmig gelagerten Verbundsicherheitsverglasungen nach Bauregelliste A Teil 3 - Ausgabe 2016/1.

#### 1.2 Anwendungsbereich

Der oben genannte Gegenstand wird gemäß DIN 18008-4, Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen nach **Kategorie B** eingesetzt.



Dieses Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugsweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfzeugnis Nr.: P-2016-3098  
Seite 4

## 2 Anforderungen an die Bauart

### 2.1 Beschreibung der Konstruktion

#### 2.1.1 Auflagerung

Die Einfachverglasungen werden einseitig linienförmig gelagert und über ein Handlaufprofil miteinander gekoppelt. Die Vorgaben zur Glaslagerung finden sich im Prüfbericht 2016-3136.

#### 2.1.2 Verglasung

##### Glasaufbau:

Einscheibensicherheitsglas (ESG)	6,00 mm
Polyvinylbutyral-Folie (PVB-Folie)	0,76 mm
Einscheibensicherheitsglas (ESG)	6,00 mm
<b>Gesamtglasstärke ca.</b>	<b>12,8 mm</b>

Es sind nur Glaserzeugnisse nach Bauregelliste A Teil 1 bzw. mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für die Verwendung nach DIN 18008-4 zu verwenden. Die oben genannten Glas- und Foliendicken dürfen überschritten werden. Die Verglasungen dürfen keiner festigkeitsreduzierenden Oberflächenbehandlung unterzogen werden. Als Verbundsicherheitsglas dürfen auch Glasaufbauten mit anderen Zwischenfolien verwendet werden, sofern eine entsprechende allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besitzen. Anstelle von ESG kann auch ESG-H verwendet werden.

Die Glasqualität ist vom Hersteller bzw. Lieferanten durch Werksbescheinigungen bzw. Übereinstimmungserklärungen zu bestätigen.

### 2.2 Anzuwendende Prüfverfahren

Die Prüfung der absturzsichernden Funktion der Verglasung erfolgte nach Anhang A der DIN 18008-4. Der Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartiger Belastung wurde an den maßgebenden Abmessungen der beschriebenen Verglasungen mittels Pendelschlagversuchen geprüft.



Dieses Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfzeugnis Nr.: P-2016-3098  
Seite 5

### 2.3 Nutzung, Unterhalt und Instandsetzung

Es ist die Konstruktion derart zu verbauen und durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass sie dauerhaft die gestellten Anforderungen hinsichtlich der Absturzsicherung erfüllt. Beim Nachweis der sicheren Verankerung der Verglasungskonstruktionen am Gebäude sind die einschlägigen technischen Baubestimmungen einzuhalten.

## 3 Geltungsbereich und Bestimmungen für die Bemessung

### 3.1 Geltungsbereich

Das allgemein bauaufsichtliche Prüfzeugnis besitzt Gültigkeit für die unter Punkt 2 beschriebene Bauart. Die Verglasungen besitzen eine absturzsichernde Funktion nach Kategorie B. In der folgenden Tabelle sind die Grenzabmessungen zusammengestellt.

Breite [mm]		Höhe [mm]	
min.	max.	min.	max.
500	beliebig	900	1300

Abweichungen von der Rechtecksform nach den Vorgaben der DIN 18008 Teil 4 sind zulässig.

Der Scheibenaufbau muss dem unter Punkt 2.1.2 genannten Scheibenaufbauten entsprechen.

### 3.2 Bemessung

Für den Anwendungsfall ist ein rechnerischer Nachweis der Tragfähigkeit unter statischer Einwirkung für Verglasung und Haltekonstruktion nach DIN 18008-4, Abschnitt 6, zu erbringen.

## 4 Übereinstimmungsnachweis

### 4.1 Allgemeines

Die in diesem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis aufgeführte Bauart bedarf nach Bauregelliste A Teil 3 des Nachweises der Übereinstimmung durch den Anwender (Unternehmer). Der Unternehmer erklärt hierin gegenüber dem Auftraggeber, dass die ausgeführte Bauart in allen Einzelheiten mit diesem abP übereinstimmt.



Dieses Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfzeugnis Nr.: P-2016-3098  
Seite 6

#### 4.2 Produktionskontrolle

An jedem Anwendungsort der Bauart ist eine Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter Produktionskontrolle wird die vom Unternehmer vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellte Bauart den Bestimmungen dieses abP entspricht.

Die Produktionskontrolle muss die Beschreibung und Überprüfung der Ausgangsmaterialien und der Bestandteile enthalten.

Die Ergebnisse der Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Bauart mit Beschreibung der Bestandteile
- Datum der Herstellung und der Prüfung der Bauart
- Ergebnisse der Überprüfung und Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die Produktionskontrolle Verantwortlichen

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde vorzulegen.

#### 5 Mitgeltende Bestimmungen

Für die Ausführungen sind die Bestimmungen der DIN 18008-4, Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen, zu beachten. Zudem wird auf folgende Normen und Merkblätter verwiesen:

- [a] Bauregelliste A, B und Liste C; Ausgabe 2015/2
- [b] DIN EN 14449; Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas,
- [c] DIN 572, Teil 1-2; Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas
- [d] DIN 12150, Teil 1; Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
- [e] DIN EN 1863, Teil 1; Glas im Bauwesen – teilvorgespanntes Kalknatronglas
- [f] DIN 18545, Teil 1; Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
- [g] DIN 18545, Teil 2; Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
- [h] DIN 18008, Teil 1-2; Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln



Dieses Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfzeugnis Nr.: P-2016-3098  
Seite 7

### III. Rechtsgrundlage

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis wird aufgrund der Art. 17 und 19 der Bayerischen Bauordnung (BayBO) vom 14. August 2007 in Verbindung mit der Bauregelliste A erteilt.

Nach § 25 Absatz 2 der MBO in Verbindung mit Art. 23 Absatz 2 der Bayerischen Bauordnung (BayBO) vom 14. August 2007 gilt ein erteiltes allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis in allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland.

### IV. Rechtsbehelfsbelehrung

Gegen dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis kann innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Widerspruch erhoben werden. Der Widerspruch ist schriftlich oder zur Niederschrift bei der Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH einzulegen.

München, den 06.12.2016

Für die Leitung



Dipl.- Ing. (FH) A. Lorenz



Der Sachbearbeiter



Dipl.- Ing. (FH) S. Bugger

---

Dieses Prüfzeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

---

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Leitung: Prof. Dr. - Ing. Ö. Bucak  
an der Hochschule München  
Fakultät 02 Bauingenieurwesen / Stahlbau



Karlstraße 6, 80333 München  
Tel.: 0049/ (0)89/ 1265- 2611; FAX: 0049/ (0)89/ 1265- 2699; email: info@laborst.de

Bay 27

---

**gbd GFE**  
**EINGEGANGEN**

**Prüfbericht Nr.: 2016-3136**

2016-12-14

bei: Felix Bertagnolli

Gegenstand: Pendelschlagversuche an Einfachverglasungen zur Ausstellung eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (P-2016-3098)

System: **Glasgeländer**

Grundlage: **DIN 18008 Teil 4; Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln, Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen, Fassung 2013-07**

Auftraggeber: **Feldmann GmbH  
Metall & Schmiedekunst  
Mühlsteig 25  
D- 90579 Langenzenn**



Projekt Nr.: **16-156**

Dieser Prüfbericht umfasst 6 Seiten und 11 Anlagen.

Ausgabedatum 07.12.2016

---

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Seite 2

## 1. Allgemeines

Die Feldmann GmbH, Metall & Schmiedekunst, stellt Systeme für absturzsichernde Ganzglasbrüstungen her. Die Verglasungen besitzen eine absturzsichernde Funktion der Kategorie B nach DIN 18008 Teil 4.

Zur Verwendung der absturzsichernden Verglasung ist ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP) nach Art. 19 der Musterbauordnung (MBO) erforderlich. Der experimentelle Nachweis der Absturzsicherheit für die vorliegende Verglasung erfolgt nach der DIN 18008-Teil 4, Anhang A. Die absturzsichernden Verglasungen sind in die Kategorie B einzuordnen.

Die Feldmann GmbH beauftragte die Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH mit der Durchführung dieser Versuche und der Dokumentation der Ergebnisse in Form eines Prüfberichtes.

## 2. Konstruktionsbeschreibung

Im Folgenden werden die Glaslagerung, der Glasaufbau und die Abmessungen der geprüften Verglasungen beschrieben.

### Glasaufbau:

Einscheibensicherheitsglas (ESG)	6,00 mm
Polyvinylbutyral-Folie (PVB)	0,76 mm
Einscheibensicherheitsglas (ESG)	6,00 mm
<b>Gesamtglasstärke ca.</b>	<b>12,8 mm</b>

### Abmessungen:

Es wurden folgende Scheibenabmessungen geprüft:

Probekörper 1 bis 3; B x H = 500 mm x 1300 mm

### Glaslagerung:

Die Glasscheiben werden an der Glasunterkante in ein Aluminiumprofil eingestellt und mit Kunststoffklemmen verspannt. Der Abstand der Kunststoffklemmen beträgt maximal 300 mm. Bei einer Breite bis 500 mm werden zwei Klemmen eingesetzt. Der Randabstand beträgt max. 125 mm. Die Anlage 1 beschreibt den Verklotungsvorgang. Die Anlagen 2 bis 4 zeigen die geprüften Lagerungssysteme im Querschnitt. Die Scheibenoberkanten werden mit einem durchgehenden Handlaufprofil verbunden.



Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Seite 3

### 3. Probekörper und Auftreffpunkte der Prüfscheiben

Die Versuchsdurchführung erfolgte an jeweils zwei Prüfscheiben mit dem unter Punkt 2 genannten Glasaufbau. Die Glasabmessung und Lage der Auftreffpunkte sind der folgenden Abbildung zu entnehmen.

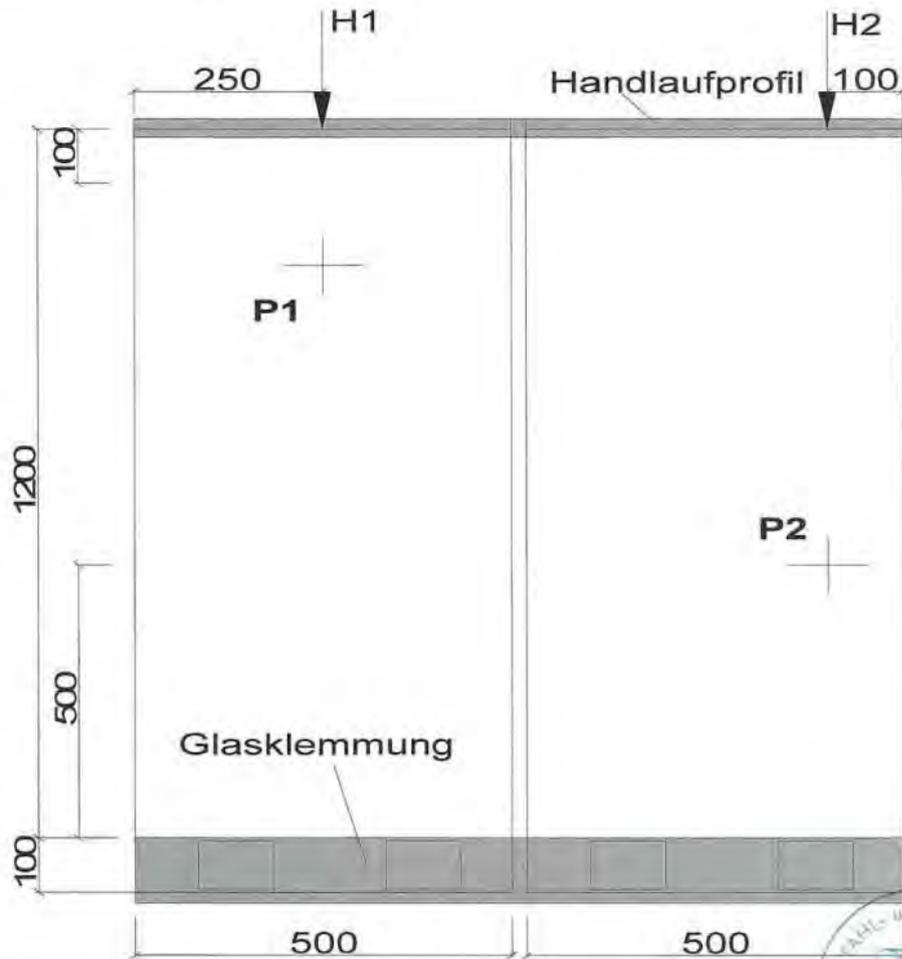


Abb. 1: Auftreffpunkte

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Seite 4

#### 4. Beschreibung der Versuche

Zusatzanforderungen an Verglasungen zum Nachweis der Stoßsicherheit für Pendelschlagversuche nach Anhang A der DIN 18008-4: 2013-07.

Die Verglasungen werden mit einem luftbereiften Stoßkörper der Masse  $m = 50,1$  kg (Reifendruck 3,5 bar) aus einer Fallhöhe von  $\Delta h = 900, 700$  oder  $450$  mm (Kategorie A, B oder C) beaufschlagt. Dabei werden zwei bis vier unterschiedliche Auftreffstellen, mit dem Ziel maximaler Glas- und Lagerungsbeanspruchung, geprüft. Durch diese Beaufschlagungen dürfen die Versuchstafeln beschädigt (Risse bis 76 mm), jedoch nicht vom Stoßkörper durchschlagen oder aus der Verankerung gerissen werden. Falls eine Tafel beschädigt wird, muss ein weiterer Schlag mit einer Fallhöhe aus  $\Delta h = 100$  mm mit den genannten Kriterien bestanden werden. Der eingesetzte Handlauf entspricht den Vorgaben der DIN 18008 Teil 4.

Die Verglasung muss eine absturzsichernde Funktion der Kategorie B nach 18008 Teil 4 erfüllen.

Der Nachweis der Stoßsicherheit nach Beanspruchung des Kantenschutzes im Bauteilversuch nach Anhang E der DIN 18008-4: 2013-07 erfolgt durch harten Stoß mit einer Stahlkugel der Masse  $m = 1,03$  kg und einem Durchmesser  $d = 63,5$  mm. Hierbei ist vor jedem Pendelschlagversuch ein harter Stoß auf die mit dem zu prüfenden Kantenschutz versehende Kante auszuführen. Der Ort der Stoßeinwirkung ergibt sich aus der Lage der Auftreffstelle des weichen Stoßkörpers und der Orientierung der zu prüfenden Kante. Die Aufprallenergie der Stahlkugel beträgt 20 Nm (Fallhöhe von  $\Delta h = 2000$  mm) für Kategorie A und 10 Nm (Fallhöhe von  $\Delta h = 1000$  mm) bei den anderen Kategorien. Bei aufeinander folgenden Pendelschlagversuche ist die Auftreffstelle des harten Stoßes zwischen Kantenfläche und Kantenecke zu variieren.



Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

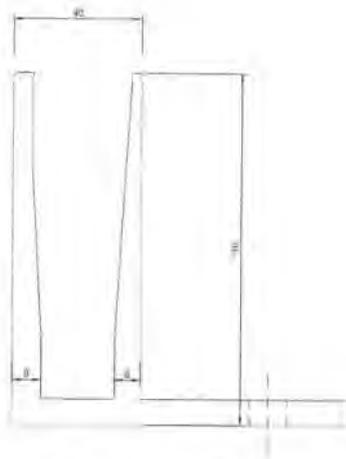
Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Seite 5

### **5. Versuchsdurchführung und Ergebnisse**

Die Versuchsdurchführung erfolgte in den Einrichtungen der GBD Lab in Dornbirn (A) im Beisein eines Mitarbeiters der Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH. Die Glaslagerungsprofile wurden an einer im Boden befestigten Stahlkonstruktion verschraubt. Der Versuchsaufbau ist den Bildanlagen zu entnehmen.

Es wurden Lagerungsprofile in zwei verschiedenen Einbaulagen geprüft. In den Abbildungen 2 und 3 sind diese im Querschnitt dargestellt. Es wurden jeweils zwei Scheiben eingebaut und durch einen Kantenschutz an der Glasoberkante verbunden.



**Abb. 2:** Aufbau 1, aufgesetzte Befestigung      **Abb. 3:** Aufbau 2; stirnseitige Befestigung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchungen beschrieben.

#### 5.1 Versuchsdurchführung mit Handlauf nach DIN 18008 Teil 4

##### Versuchsaufbau 1 (aufgesetzte Befestigung):

Der Probekörper konnte die Abwürfe bis zu einer Fallhöhe von  $\Delta h = 700$  mm auf die Auftreffpunkte P1 und P2 unter starker Verformung des Lagerprofils aufnehmen.

##### Versuchsaufbau 2 (stirnseitige Befestigung):

Der Probekörper konnte die Abwürfe bis zu einer Fallhöhe von  $\Delta h = 700$  mm auf die Auftreffpunkte P1 und P2 unter starker Verformung des Lagerprofils aufnehmen.



Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Seite 6

### 5.2 Kugelfallversuche nach DIN 18008 Teil 4 Anhang E

Es wurden zusätzlich Kugelfallversuche an einem Kantenschutzprofil (Aluminium t= 3 mm) aufgeklebt mit einem Klebeband der 3M VHB durchgeführt (siehe Anlagen 5 und 6).

Alle Kugelfallversuche (1.03 kg/  $\Delta h = 1000$  mm/ Punkte H1 und H2) am Kantenschutzprofil wurden ohne Beschädigung der Glastafeln durchgeführt.

### 6. Zusammenfassung

Die Feldmann GmbH, Metall & Schmiedekunst stellt Systeme für absturzsichernde Ganzglasbrüstungen her.

Zur Erlangung eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses wurden versuchstechnische Untersuchungen an ausgewählten Probekörpern hinsichtlich der Absturzsicherung durchgeführt.

Die Ergebnisse der Versuche sind unter Punkt 5 dieses Berichtes wiedergegeben.

**Alle geprüften Probekörper haben die Anforderungen der DIN 18008-4: 2013-07 - Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen, Absturzsicherung nach Kategorie B erfüllt.**

Eine Fotodokumentation vom Verlauf der Versuche ist den Anlagen 7 bis 11 zu entnehmen.

Die Versuche dienen zur Ausstellung des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses Nr. P-2016-3098.

Für die Leitung

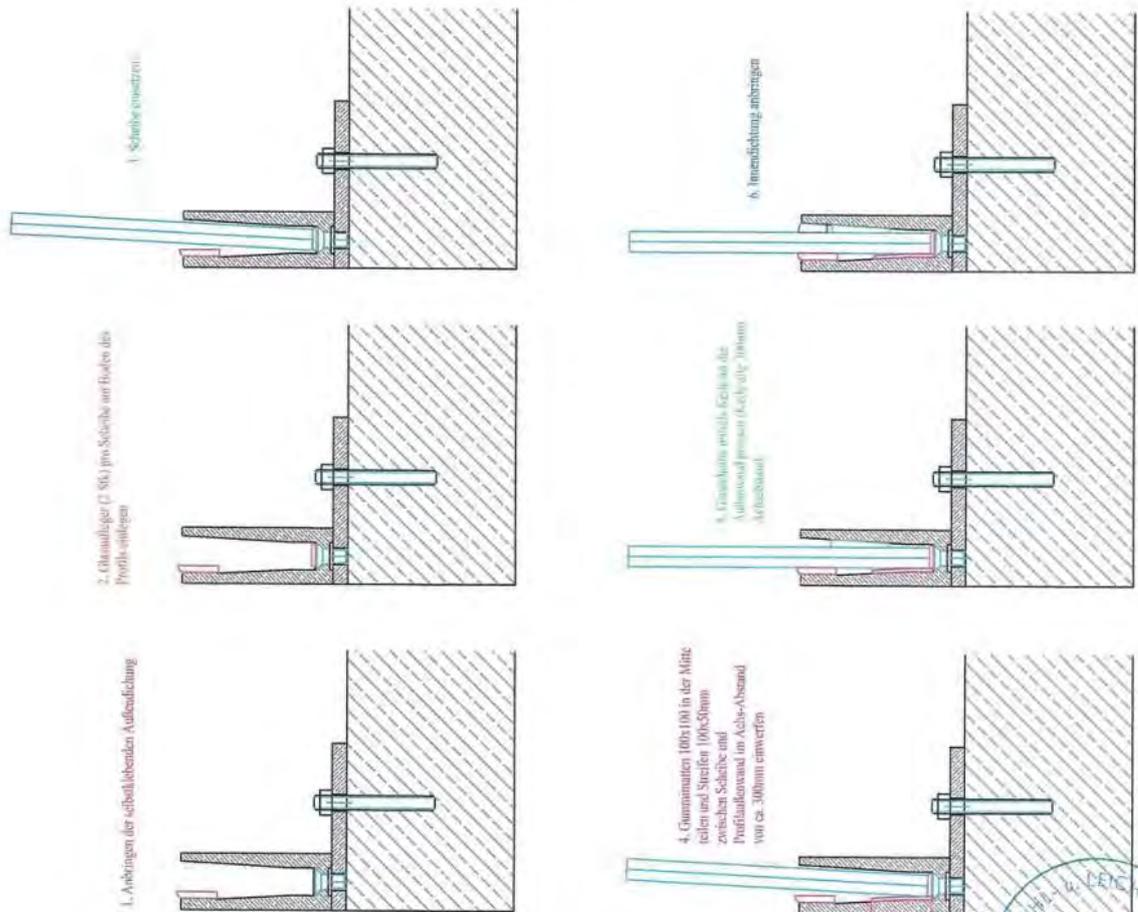
  
Dipl.- Ing. (FH) A. Lorenz

Der Sachbearbeiter

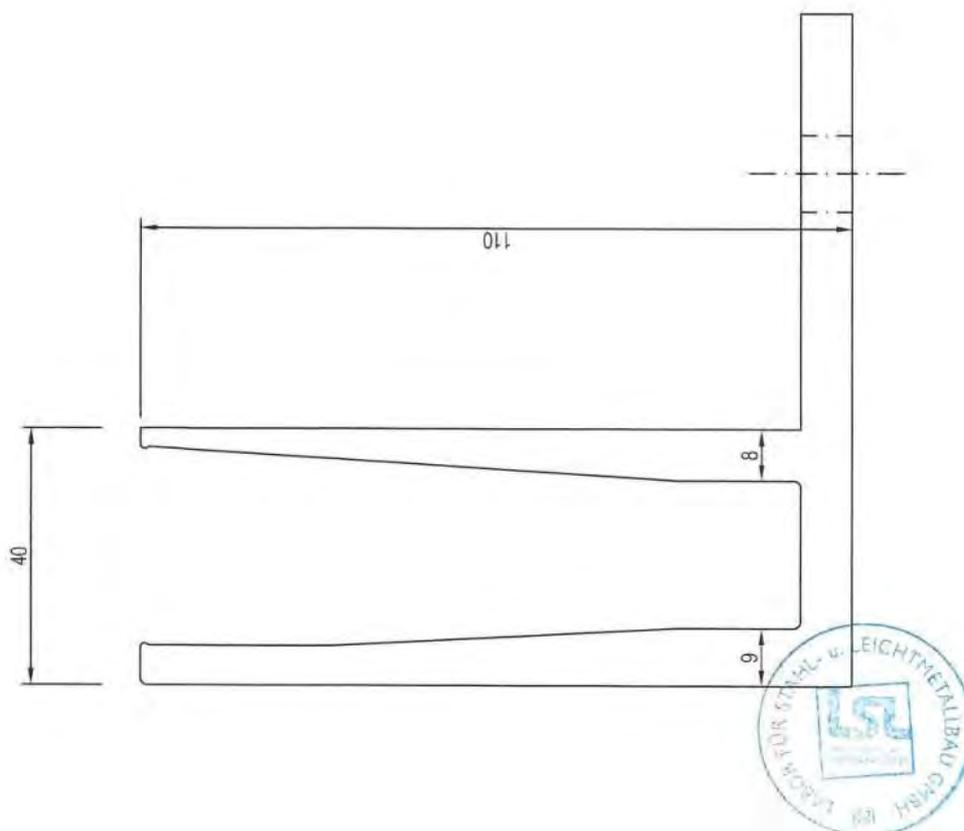
  
Dipl.- Ing. (FH) S. Bugger

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

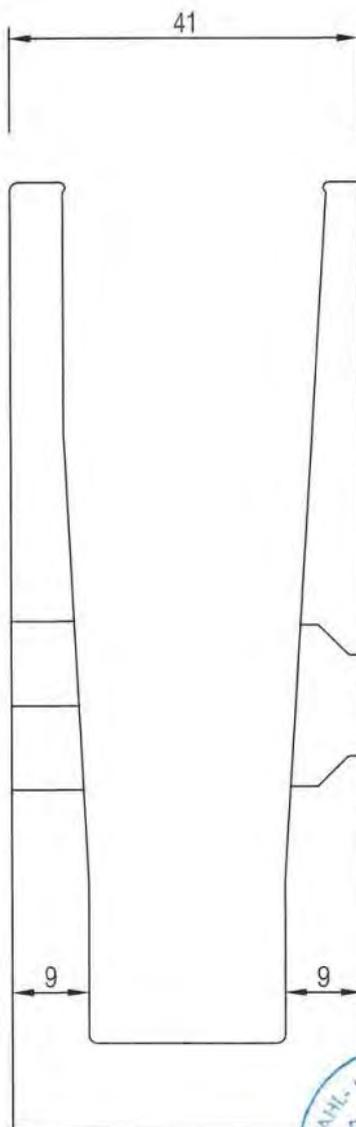
# Anlage 1

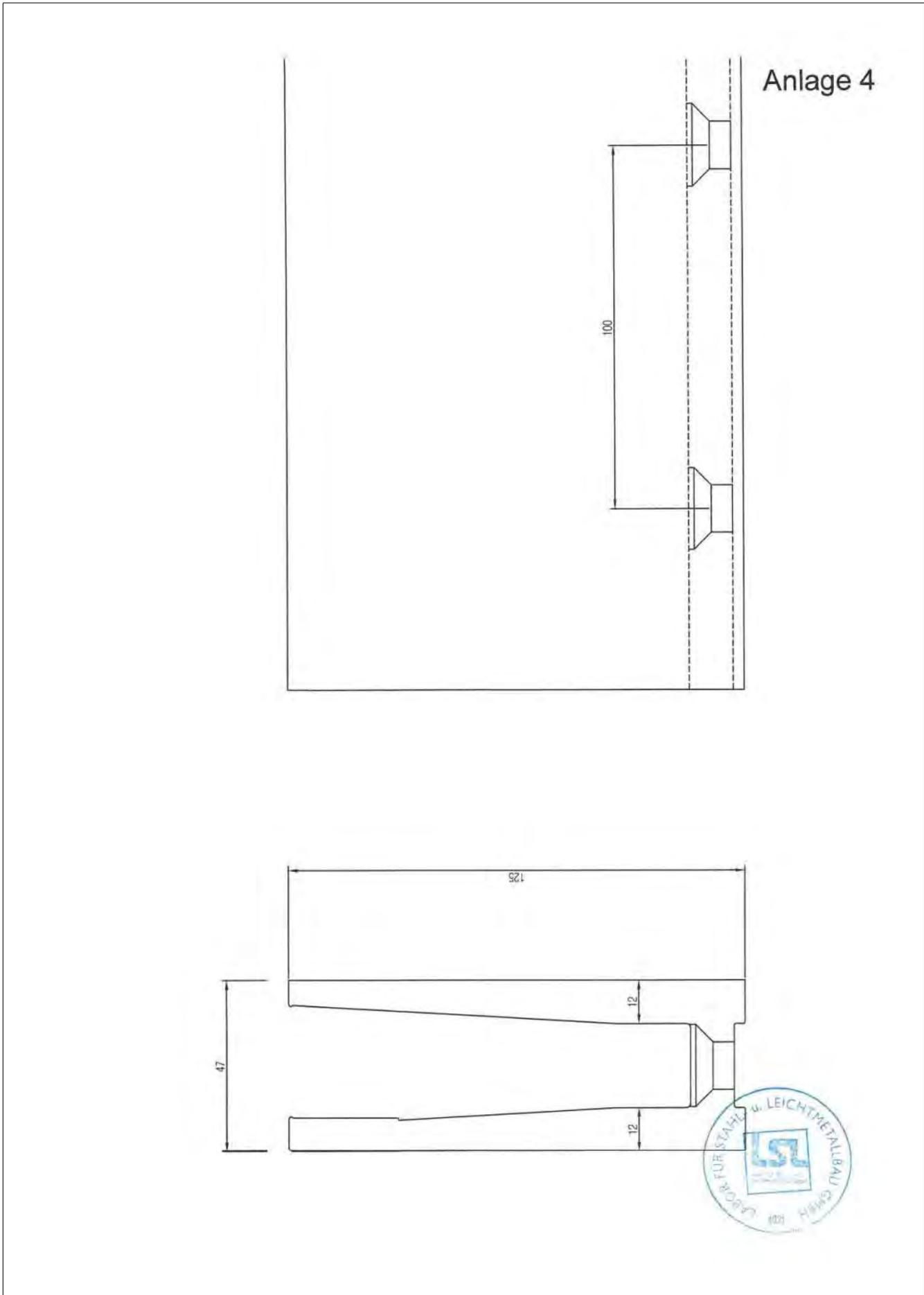


Anlage 2



### Anlage 3



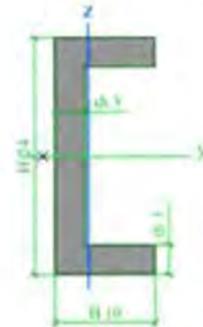


Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
 Anlage 5

### Querschnitte

Name	CS1	
Typ	U g	
Detailliert	24; 10; 3; 3	
Materialangabe	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T5 (0-5)	
Herstellung	allgemein	
2D-FEM-Analyse einschalten	<input checked="" type="checkbox"/>	



A [cm <sup>2</sup> ]	1,14	
A <sub>y, z</sub> [cm <sup>2</sup> ]	0,64	0,68
I <sub>y, z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	0,81	0,09
I <sub>w</sub> [cm <sup>6</sup> ], t [cm <sup>4</sup> ]	0,07	0,03
W <sub>el y, z</sub> [cm <sup>3</sup> ]	0,68	0,13
W <sub>pl y, z</sub> [cm <sup>3</sup> ]	0,87	0,25
d <sub>y, z</sub> [mm]	-5	0
c <sub>YUCS, ZUCS</sub> [mm]	3	12
A [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [cm <sup>2</sup> /cm]	8,20	8,20
M <sub>ply +, -</sub> [Ncm]	1,05e+04	1,05e+04
M <sub>plz +, -</sub> [Ncm]	2,95e+03	2,95e+03



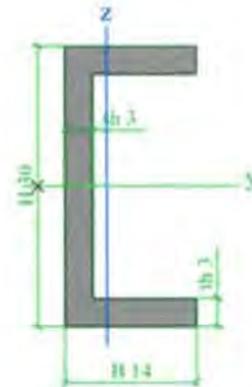
Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
 Anlage 6

## Querschnitte

Name	CS2
Typ	U g
Detailliert	30; 14; 3; 3
Materialangabe	S 235
Herstellung	allgemein
Biegeknicken y-y	d
Biegeknicken z-z	d
Biegedrillknicken	Standard
2D-FEM-Analyse einschalten	✓



A [cm <sup>2</sup> ]	1,56	
A y, z [cm <sup>2</sup> ]	0,81	0,86
I y, z [cm <sup>4</sup> ]	1,88	0,26
I w [cm <sup>6</sup> ], t [cm <sup>4</sup> ]	0,34	0,05
Wel y, z [cm <sup>3</sup> ]	1,26	0,27
Wpl y, z [cm <sup>3</sup> ]	1,57	0,49
d y, z [mm]	-7	0
c YUCS, ZUCS [mm]	4	15
A [deg]	0,00	
A L, D [cm <sup>2</sup> /cm]	11,00	11,00
Mply +, - [Ncm]	3,68e+04	3,68e+04
Mplz +, - [Ncm]	1,16e+04	1,16e+04



Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Anlage 7



Ansicht aufgesetzte Befestigung



Kantenschutz

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Anlage 8



Detailansicht Lagerklemme



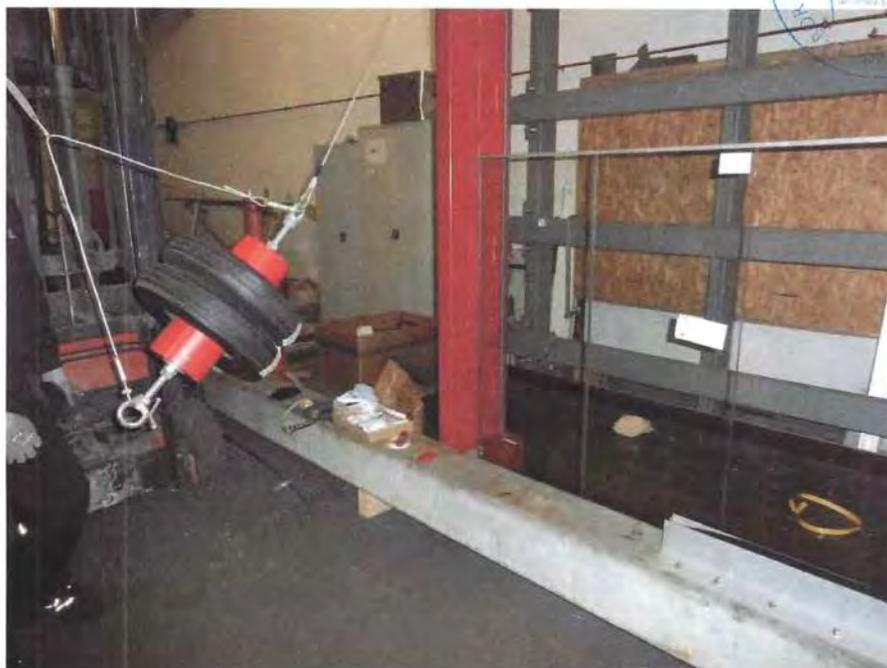
Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Anlage 9



PK 1, Auslenkung  $\Delta h = 700$  mm P1



PK 2, Auslenkung  $\Delta h = 700$  mm P2

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Anlage 10



Lagerungssystem nach allen Abwürfen



Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

Prüfbericht Nr.: 2016-3136  
Anlage 11



Kantenschutz nach der jeweiligen Prüfung



Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.