

# TYPENSTATIK GLASBRÜSTUNG D, I, A, CH

Datum

18.12.2016

Revision

00

Bearbeiter

DI Felix Bertagnolli

Auftraggeber

Feldmann GmbH  
Mühlsteig 25  
90579 Langenzenn



## Änderungsverzeichnis

Revision	Urheber	Datum	Änderung	Bemerkungen
00	gbd		Erstfassung	

INHALTSVERZEICHNIS

1	Grundlagen .....	6
1.1	Baubeschreibung .....	6
1.2	Aufstellungsort.....	6
1.3	Nutzungsdauer = 50 Jahre.....	6
1.4	Tragwerkskonzept .....	6
1.5	Architektenpläne .....	7
1.5.1	Profiltyp1: .....	7
1.5.2	Profiltyp 2 .....	8
1.6	Berichte, Gutachten und Protokolle.....	9
1.7	Berücksichtigte Grenzzustände .....	9
1.8	Bauteilversuche .....	9
1.9	Normen, Richtlinien Österreich.....	10
1.9.1	Allgemeines.....	10
1.9.2	Lastannahmen.....	10
1.9.3	Aluminium.....	11
1.9.4	Glasbau .....	11
1.10	Normen, Richtlinien Deutschland.....	12
1.10.1	Allgemeines.....	12
1.10.2	Lastannahmen.....	12
1.10.3	Aluminium.....	13
1.10.4	Glasbau .....	13
1.11	Normen, Richtlinien Italien.....	14
1.11.1	Allgemeines.....	14
1.11.2	Lastannahmen.....	14
1.11.3	Aluminium.....	14
1.11.4	Glasbau .....	15
1.12	Normen, Richtlinien Schweiz .....	16
1.12.1	Grundlagen.....	16
1.12.2	Aluminium.....	16
1.13	Verwendete Literatur.....	17
1.13.1	Allgemein.....	17
1.13.2	Aluminium.....	17
1.13.3	Glasbau .....	17
1.14	Verwendete Software .....	18
1.15	Lastkombinationen nach EN 1990 (2010).....	19
1.15.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit EC.....	19
1.15.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit EC.....	19
1.15.3	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen ON, DIN.....	19
1.15.4	Teilsicherheitsbeiwerte UNI .....	19

1.15.5	Kombinationsbeiwerte ON, UNI.....	20
1.15.6	Kombinationsbeiwerte laut DIN.....	21
1.16	Lastkombinationen nach SIA 260 (2013) .....	22
1.16.1	Nachweis der Tragsicherheit .....	22
1.16.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit.....	22
1.16.3	Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit .....	23
1.16.4	Reduktionsbeiwerte nach SIA 260 (2013) .....	24
1.17	Werkstoffkennwerte .....	25
1.17.1	Aluminium nach Eurocode.....	25
1.17.2	Vergleich Teilsicherheitsbeiwerte Aluminium.....	27
1.17.3	Glas nach ÖNORM B 3716 .....	28
1.17.4	Glas nach DIN 18008.....	29
1.17.5	Verbundfolie .....	30
1.18	Ausführung von Stahl und Aluminiumtragwerken – EN1090.....	31
1.18.1	Berechnung .....	31
1.19	Ausführungsklasse für Aluminium nach EN 1999-1-1 .....	31
2	Dauerhaftigkeit nach EN 1990 (Kapitel 2.4) .....	34
3	Lastannahmen.....	35
3.1	Allgemeine Angaben und Normwerte .....	35
3.2	Vertikale Lasten .....	35
3.3	Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ1 .....	35
3.3.1	Deutschland: .....	40
3.3.2	Österreich .....	46
3.3.3	Schweiz.....	48
3.3.4	Italien .....	49
3.4	Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 2.....	51
3.4.1	Deutschland .....	56
3.4.2	Österreich .....	61
3.4.3	Schweiz.....	62
3.4.4	Italien .....	63
4	Besondere Vorgaben der Bauherrschaft .....	65
5	Statische Berechnung .....	66
5.1	Glasbemessung .....	66
5.1.1	Glasaufbau#1: 8 + 8 ESG, $h_k = 1,0$ kN/m .....	67
5.1.2	Glasaufbau#2: 6 + 6 ESG-H, $h_k = 0,5$ kN/m.....	74
5.2	Bemessung Aluminiumprofil .....	82
5.2.1	Bemessung Aluminiumprofil Typ 1 .....	86
5.2.2	Bemessung Aluminiumprofil Typ 2 .....	110

5.3	Nachweis Verankerung Glasbrüstung .....	131
5.4	Bemessung Handlauf .....	144
5.5	Nachweis der Absturzsicherheit .....	146
6	Zusammenfassung .....	147
6.1	Deutschland .....	147
6.2	Österreich .....	153
6.3	Schweiz .....	155
6.4	Italien .....	157
7	Anhang A .....	159

# 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 mittels mechanischen Befestigungsmittel ( $e_{hor} = 300$  mm bzw. 150 mm in Abhängigkeit der Holmlast) am Bestand befestigt. Die Befestigung erfolgt entweder vertikal oder horizontal. 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, Schweiz und in Italien nach den derzeit gültigen Normen und dem Stand der Technik.

Es werden zwei Glasaufbauten untersucht: 8 + 8 ESG und 6 + 6 ESG.

Die Konstruktion wird mit einer Holmlast von 0,5 kN/m bzw. 1,0 kN/m nachgewiesen.

Die vorliegende Geländerkonstruktion darf grundsätzlich im Außenbereich und im Innenbereich verwendet werden. NICHT verwendet werden darf sie bei Fluchtwegen im Außenbereich.

## 1.2 Aufstellungsort

Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien

## 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.

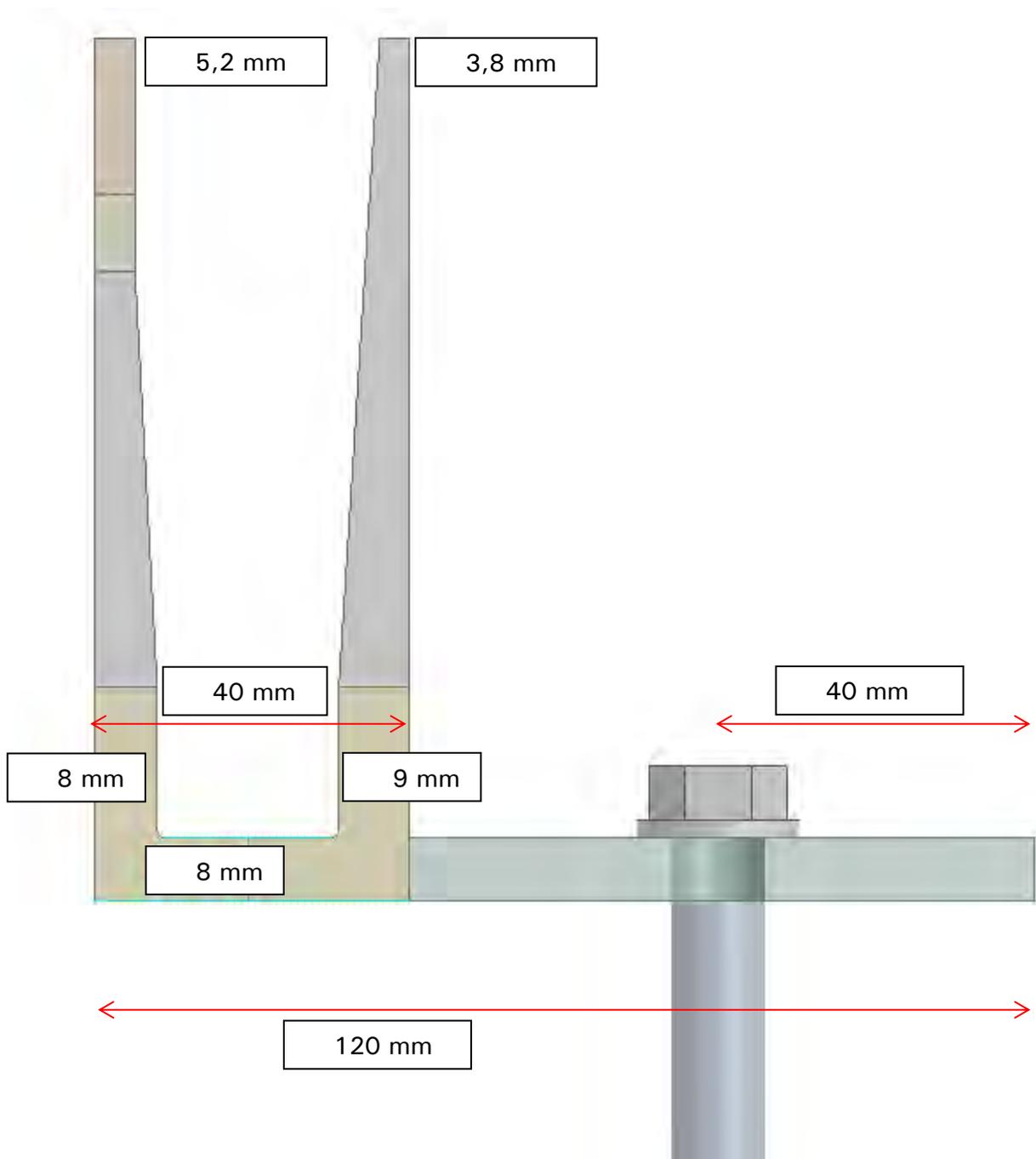
Abbildung 1.1 (Quelle: EN 1990 (2010) Kapitel 2.3 Tabelle 2.1)

## 1.4 Tragwerkskonzept

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



### 1.5.2 Profiltyp 2



## 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

*Tabelle 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 Italien

### 1.11.1 Allgemeines

NTC	DECRETO MINISTERIALE 14 gennaio 2008 (G.U. 04-02-2008, N. 29) Norme tecniche per le costruzioni	2008
Circolare n. 617	Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008	2008
CNR-DT 207/2008 -	Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni	2008

### 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 Lastannahmen

#### Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung

UNI EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung	03.2013
UNI EN 1990/A1	Grundlagen der Tragwerksplanung (Änderung)	03.2013
UNI EN 1990	Appendice nazionale	

#### Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

UNI EN 1991-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	09.2011
UNI EN 1991-1-1	Appendice nazionale	
UNI EN 1991-1-2	Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke	01.2013
UNI EN 1991-1-2	Appendice nazionale	
UNI EN 1991-1-3	Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten	03.2012
UNI EN 1991-1-3	Appendice nazionale	
UNI EN 1991-1-4	Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten	05.2011
UNI EN 1991-1-4	Appendice nazionale	
UNI EN 1991-1-5	Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen	01.2012
UNI EN 1991-1-5	Appendice nazionale	
UNI EN 1991-1-6	Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung	03.2013
UNI EN 1991-1-6	Appendice nazionale	
UNI EN 1991-1-7	Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen	09.2014
UNI EN 1991-1-7	Appendice nazionale	

### 1.11.3 Aluminium

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

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

### 1.11.4 Glasbau

#### 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 begehbbare 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

## 1.12 Normen, Richtlinien Schweiz

### 1.12.1 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

### 1.12.2 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
--	---------

## 1.13 Verwendete Literatur

### 1.13.1 Allgemein

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

### 1.13.2 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

### 1.13.3 Glasbau

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

## 1.14 Verwendete Software

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

## 1.15 Lastkombinationen nach EN 1990 (2010)

### 1.15.1 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

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

### 1.15.2 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

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

### 1.15.3 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

### 1.15.4 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

### 1.15.5 Kombinationsbeiwerte ON, UNI

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)

### 1.15.6 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)

## 1.16 Lastkombinationen nach SIA 260 (2013)

### 1.16.1 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

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

### 1.16.2 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

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

### 1.16.3 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)

### 1.16.4 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)

## 1.17 Werkstoffkennwerte

### 1.17.1 Aluminium nach Eurocode

E-Modul

Poisson'sche Zahl

Temperaturausdehnungskoeffizient

$E = 70000 \text{ N/mm}^2$

$\nu = 0,3$

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

### 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 <sup>4)</sup>	$n_p$ <sup>1), 5)</sup>
			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			B	
	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	$t \leq 20$	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))

### 1.17.2 Vergleich Teilsicherheitsbeiwerte Aluminium

Die Bauherrschaft möchte die Glasbrüstung in 4 Ländern verwenden: Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien. Die Teilsicherheitsbeiwerte sind in den 4 Ländern unterschiedlich.  $\gamma_m$  ist in Italien mit 1,15 am größten. Deutschland, Österreich und die Schweiz haben einen Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_m$  für Aluminium von 1,1. Aus diesem Grund wird die Berechnung des Aluminiumprofils mit einem Teilsicherheitsbeiwert von  $\gamma_m = 1,15$  durchgeführt.

### 1.17.3 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)

#### 1.17.4 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

### 1.17.5 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.

## 1.18 Ausführung von Stahl und Aluminiumtragwerken – EN1090

### 1.18.1 Berechnung

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

## 1.19 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, beeinträchtliche 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 1.11 (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 1.12 (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 1.13 (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 1.14 (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 1.15(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

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

$$\text{Maximale Glasstärke} = 2 \times 8 \text{ mm}$$

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

$$A_{\text{Profil}} = 22,02 \text{ cm}^2$$

$$g_{k\text{lin}} = 1,21 \text{ m} \times 2 \times 0,008 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 + 0,002202 \text{ m}^2 \times 27 \text{ kN/m}^3 = 0,55 \text{ kN/m}$$

Das Eigengewicht der Zwischenfolie und eventueller Abdeckbleche wird mit

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

berücksichtigt.

$$g_{k\text{calc}} = 0,55 \text{ kN/m} + 0,05 \text{ kN/m} = 0,60 \text{ kN/m}$$

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, Schweiz und Italien 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.

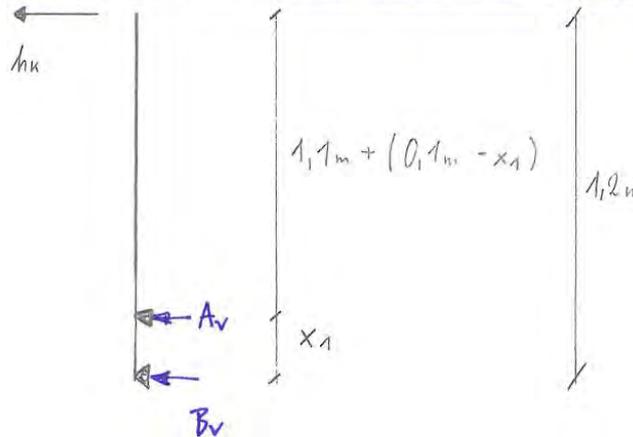
Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet. Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 1 (vorgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.

Es hat sich durch Iterationen herausgestellt, dass der optimale Abstand der vertikalen Befestigung  $x_1 = 0,06 \text{ m}$  von UK Profil ist. 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.



STATISCHES SYSTEM : HOLMLAST BZW. WINDSOG

SISTEMA STATICO : CARICO ORIZZONTALE URBANANO O VENTO



$$\sum V = 0 : B_v + A_v + h_k = 0 \Rightarrow B_v = -A_v - h_k = \frac{h_k \cdot 1.2m}{x_1} - h_k$$

$$\sum M_e = 0 : A_v \cdot x_1 + h_k \cdot 1.2m = 0 \Rightarrow A_v = \frac{-h_k \cdot 1.2m}{x_1}$$

Bas. / Esempio :

$$x_1 = 0.06m \quad ; \quad h_k = 1.0 \frac{kN}{m}$$

$$\Rightarrow \underline{B_v = 19.00 \frac{kN}{m}}$$

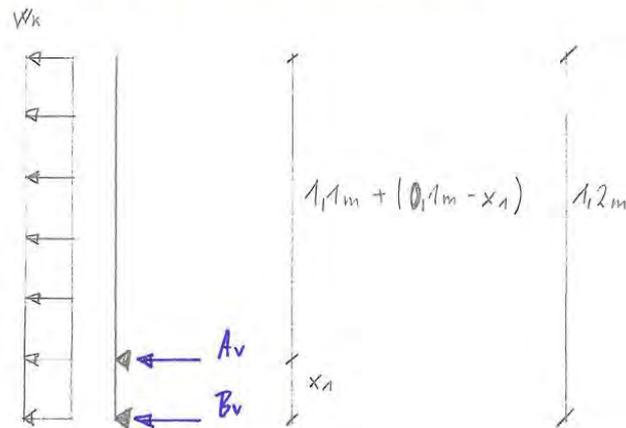
$$\underline{A_v = -20.00 \frac{kN}{m}}$$

$$\underline{M_A = 1.14 \frac{kNm}{m}}$$



20

ÄQUIVALENTE WINDLAST / CARICO VENTO EQUIVALENTE



VAR. / ESEMPIO :

$$x_1 = 0,060 \text{ m} ; w_k = ?$$

$$\Rightarrow A_v = -20,00 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\sum F_V = 0 \quad B_v + w_k \cdot 1,2 \text{ m} - 20,00 = 0 \Rightarrow B_v = 20,00 - w_k \cdot 1,2 \text{ m}$$

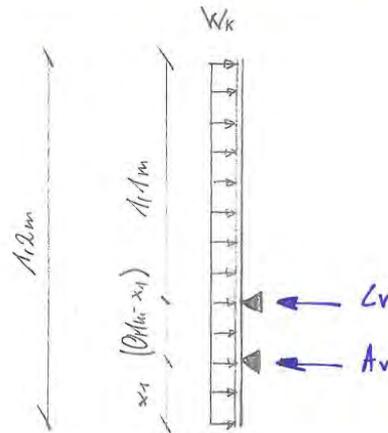
$$\sum \overset{\curvearrowright}{M}_B = 0 \quad -20,00 \cdot x_1 + w_k \cdot \frac{1,2^2}{2} = 0 \Rightarrow \underline{\underline{w_k = 1,667 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}}$$

$$\underline{\underline{P_v = 18,00 \frac{\text{N}}{\text{m}}}}$$

30

STATISCHES SYSTEM: WINDDRUCK

SISTEMA STATICO: VENTO



$$\begin{aligned} \sum Y = 0 & \quad A_v + C_v - w_k \cdot 1,2 \text{ m} = 0 \implies A_v = w_k \cdot 1,2 \text{ m} - C_v \\ \sum M_A = 0 & \quad w_k \cdot \frac{(1,1 \text{ m} + 0,1 \text{ m} - x_1)^2}{2} - w_k \cdot \frac{x_1^2}{2} - C_v \cdot (0,1 \text{ m} - x_1) = 0 \end{aligned}$$

$$\implies C_v = \frac{w_k \cdot \frac{(1,1 \text{ m} + 0,1 \text{ m} - x_1)^2}{2} - w_k \cdot \frac{x_1^2}{2}}{(0,1 \text{ m} - x_1)}$$

Bsp. / ESEMPIO:  $x_1 = 0,060 \text{ m}$

Max. WIND / VENTO max:  $c_{pe,1} = -1,7$  BEREICH / ZONA A

$c_{pe,1} = +1,0$  BEREICH / ZONA D

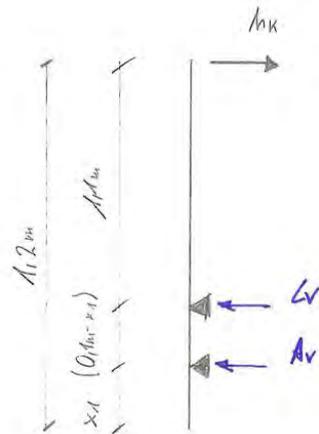
$\implies$  VERHÄLTNIS / RAPPORTO  $\frac{1}{1,7} = 0,5883$

$w_k = \left(\frac{1}{1,7}\right) \cdot 1,667 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,98 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \implies A_v = -14,71 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

$C_v = 15,88 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

STATISCHES SYSTEM: HOLMLAST BEWEGUNG

4c



$$\sum V = 0 \quad h_k - C_v - A_v = 0 \quad \implies A_v = h_k - C_v$$

$$\sum M_A = 0 \quad h_k \cdot (1,2m - x_1) - C_v \cdot (0,1m - x_1) = 0$$

$$\implies C_v = \frac{h_k (1,2m - x_1)}{(0,1m - x_1)}$$

$$A_v = h_k - \frac{h_k (1,2m - x_1)}{(0,1m - x_1)}$$

Bsp.:  $x_1 = 0,06m$  ;  $h_k = 0,5 \frac{kN}{m}$

$$\implies \underline{C_v = 14,25 \frac{kN}{m}}$$

$$\underline{A_v = -13,75 \frac{kN}{m}}$$

### 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 16 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 0,5 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m
- b. Holmlast 1,0 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m

**Fall a:**

<b>SYSTEM 1: Holmlast</b>								
	[m]	Holmlast [kN/m]	A <sub>k</sub> [kN/m]	B <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	B <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	B <sub>d,300</sub> [kN]
x1	0,06	0,50	-10,00	9,50			-4,50	4,28
<b>SYSTEM 1: Holmlast Gegenrichtung</b>								
		Holmlast [kN/m]	A <sub>k</sub> [kN/m]	C <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	C <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	C <sub>d,300</sub> [kN]
		0,50	-13,75	14,25			-6,19	6,41
<b>SYSTEM 1: Windsog äquivalent zur Holmlast</b>								
		w <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A <sub>k</sub> [kN/m]	B <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	B <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	B <sub>d,300</sub> [kN]
		0,833	-10,00	9,00			-4,50	4,05
<b>SYSTEM 1: Windsog äquivalent zur Holmlast in Gegenrichtung</b>								
		w <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A <sub>k</sub> [kN/m]	B <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	B <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	B <sub>d,300</sub> [kN]
		1,146	-13,75	12,38			-6,19	5,57
<b>SYSTEM 1: Winddruck</b>								
C <sub>pe,1</sub>	C <sub>pe,1</sub>	w <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A <sub>k</sub> [kN/m]	C <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	C <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	C <sub>d,300</sub> [kN]
-1,7	1	0,490	-7,35	7,94			-3,31	3,57

Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast in Gegenrichtung maßgebend:

$$A_k = -13,75 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.

$$\rightarrow A_{d,300} = -6,19 \text{ kN pro Dübel}$$

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung. Diese beträgt **1,146 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:

1. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
2. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
3. Breite Gebäude ≥ 5 m

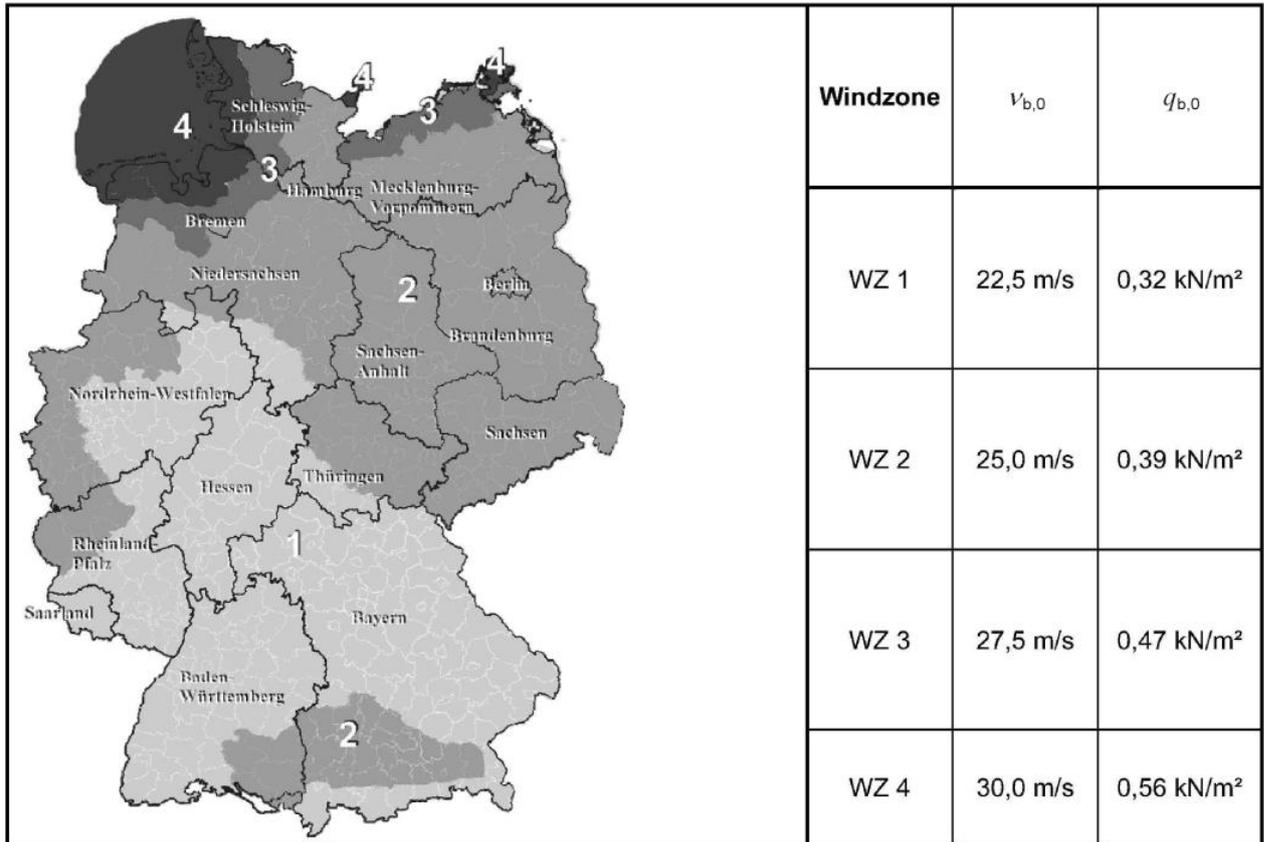


Abbildung 17 Windzonenkarte Deutschland

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

Windzone		Geschwindigkeitsdruck $q_p$ in kN/m <sup>2</sup> 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 18 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 0,5 kN/m in Gegenrichtung -->  $w_k \leq 1,146 \text{ kN/m}^2$

**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	-	-

**Fall b:**

<b>SYSTEM 1: Holmlast</b>								
	[m]	Holmlast [kN/m]	A <sub>k</sub> [kN/m]	B <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	B <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	B <sub>d,300</sub> [kN]
x1	0,06	1,00	-20,00	19,00	-4,50	4,28		
<b>SYSTEM 1: Holmlast Gegenrichtung</b>								
		Holmlast [kN/m]	A <sub>k</sub> [kN/m]	C <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	C <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	C <sub>d,300</sub> [kN]
		0,50	-13,75	14,25	-3,09	3,21		
<b>SYSTEM 1: Windsog äquivalent zur Holmlast</b>								
		w <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A <sub>k</sub> [kN/m]	B <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	B <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	B <sub>d,300</sub> [kN]
		1,667	-20,00	18,00	-4,50	4,05		
<b>SYSTEM 1: Winddruck</b>								
C <sub>pe,1</sub>	C <sub>pe,1</sub>	w <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A <sub>k</sub> [kN/m]	C <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	C <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	C <sub>d,300</sub> [kN]
-1,7	1	0,980	-14,71	15,88	-3,31	3,57		

Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast bzw. Windsog äquivalent zur Holmlast maßgebend:

$$A_k = -20,0 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

$$\rightarrow A_{d,150} = -4,5 \text{ kN pro Dübel}$$

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf 1,667 kN/m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Die Windlast, Windzone und die Randbedingungen sind ident wie im Fall a. 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. Dadurch ergibt sich folgende Nutzung im Außenbereich:

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,667 \text{ kN/m}^2$

**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	-	-

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.

### 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 19 Tabelle 6 (Quelle ÖNORM EN 1991-1-1;2011)

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

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

Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien, außer der Kategorie C5 eingesetzt werden.

**Fall a:**

SYSTEM 1: Holmlast								
	[m]	Holmlast [kN/m]	$A_k$ [kN/m]	$B_k$ [kN/m]	$A_{d,150}$ [kN]	$B_{d,150}$ [kN]	$A_{d,300}$ [kN]	$B_{d,300}$ [kN]
x1	0,06	0,50	-10,00	9,50			-4,50	4,28

SYSTEM 1: Windsog äquivalent zur Holmlast								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$A_k$ [kN/m]	$B_k$ [kN/m]	$A_{d,150}$ [kN]	$B_{d,150}$ [kN]	$A_{d,300}$ [kN]	$B_{d,300}$ [kN]
		0,833	-10,00	9,00			-4,50	4,05

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf 0,833 kN/m<sup>2</sup> nicht überschreiten.

**Fall b:**

SYSTEM 1: Holmlast								
	[m]	Holmlast [kN/m]	$A_k$ [kN/m]	$B_k$ [kN/m]	$A_{d,150}$ [kN]	$B_{d,150}$ [kN]	$A_{d,300}$ [kN]	$B_{d,300}$ [kN]
x1	0,06	1,00	-20,00	19,00	-4,50	4,28		

SYSTEM 1: Windsog äquivalent zur Holmlast								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$A_k$ [kN/m]	$B_k$ [kN/m]	$A_{d,150}$ [kN]	$B_{d,150}$ [kN]	$A_{d,300}$ [kN]	$B_{d,300}$ [kN]
		1,667	-20,00	18,00	-4,50	4,05		

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf  $1,667 \text{ kN/m}^2$  nicht überschreiten.  
Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast bzw. Windsog äquivalent zur Holmlast maßgebend:

$$A_k = -20,0 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $A_{d,150} = -4,5 \text{ kN pro Dübel}$

### 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 20 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz ist das Profil mit einer Holmlast von 0,8 kN/m zu untersuchen. Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien, außer der Kategorie C eingesetzt werden.

SYSTEM 1: Holmlast								
	[m]	Holmlast [kN/m]	$A_k$ [kN/m]	$B_k$ [kN/m]	$A_{d,150}$ [kN]	$B_{d,150}$ [kN]	$A_{d,300}$ [kN]	$B_{d,300}$ [kN]
x1	0,06	0,80	-16,00	15,20	-2,40	2,28		

SYSTEM 1: Windsog äquivalent zur Holmlast								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$A_k$ [kN/m]	$B_k$ [kN/m]	$A_{d,150}$ [kN]	$B_{d,150}$ [kN]	$A_{d,300}$ [kN]	$B_{d,300}$ [kN]
		1,333	-16,00	14,40	-2,40	2,16		

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf **1,333 kN/m<sup>2</sup>** nicht überschreiten. Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast bzw. Windsog äquivalent zur Holmlast maßgebend:

$$A_k = -16,0 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

$$\text{--> } A_{d,150} = -2,4 \text{ kN pro Dübel}$$

### 3.3.4 Italien

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d’esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>k</sub> [kN]	H <sub>k</sub> [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	≥ 6,00 —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 secondo categoria di appartenenza —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

Abbildung 21 Tabelle 3.1.2 (Quelle NTC 2008)

In Italien kann das Profil in allen Kategorien, außer den Kategorien C2, C3, D eingesetzt werden.

SYSTEM 1: Holmlast								
	[m]	Holmlast [kN/m]	A <sub>k</sub> [kN/m]	B <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	B <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	B <sub>d,300</sub> [kN]
x1	0,06	1,00	-20,00	19,00	-4,50	4,28		
SYSTEM 1: Windsog äquivalent zur Holmlast								
		w <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A <sub>k</sub> [kN/m]	B <sub>k</sub> [kN/m]	A <sub>d,150</sub> [kN]	B <sub>d,150</sub> [kN]	A <sub>d,300</sub> [kN]	B <sub>d,300</sub> [kN]
		1,667	-20,00	18,00	-4,50	4,05		

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf 1,667 kN/m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast bzw. Windsog äquivalent zur Holmlast maßgebend:

$$A_k = -20,0 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

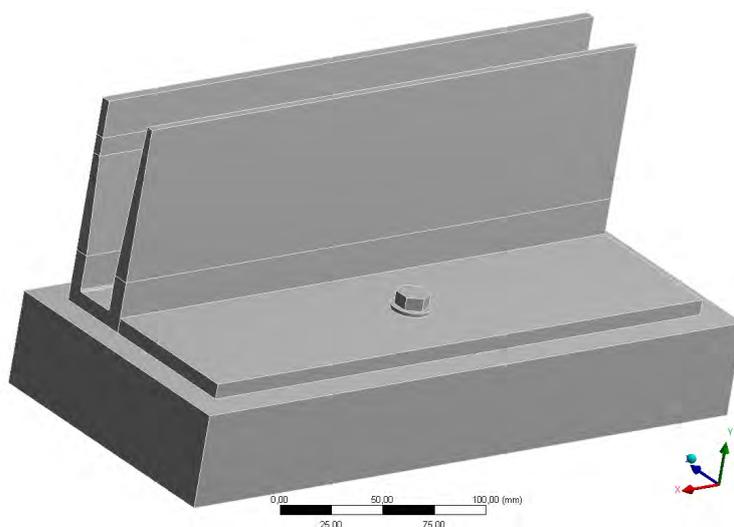
$$\rightarrow A_{d,150} = -4,5 \text{ kN pro Dübel}$$

### 3.4 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 2

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien 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 die äquivalente charakteristische Windlast berechnet. Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 2 (aufgesetztes Profil), wo das Profil horizontal befestigt wird.

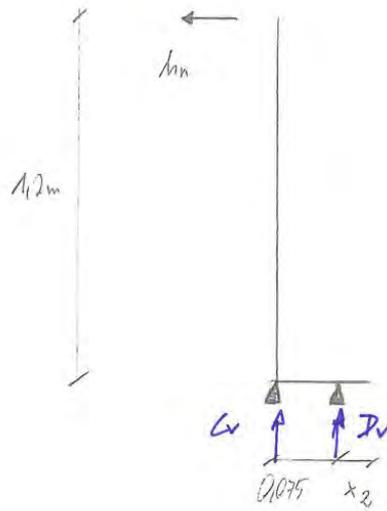
Es hat sich durch Iterationen herausgestellt, dass der optimale Abstand der horizontalen Befestigung  $x_2 = 0,04 \text{ m}$  von AK Profil ist.



PROFIL Typ 2:

STATISCHES SYSTEM: HÖLZLAST BZW. WINDLAST

SISTEMA STATICO: CARICO ORIZZONTALE CORRIVIANO O VENTO



$$\sum M_c = 0 : h_m \cdot 1,2m + D_v \cdot 0,075m = 0$$

$$\implies D_v = -\frac{h_m \cdot 1,2m}{0,075m}$$

Bsp. / Esempio:  $h_m = 10,8 \frac{SN}{m}$

$$\implies \underline{D_v = -16,0 \frac{SN}{m}}$$

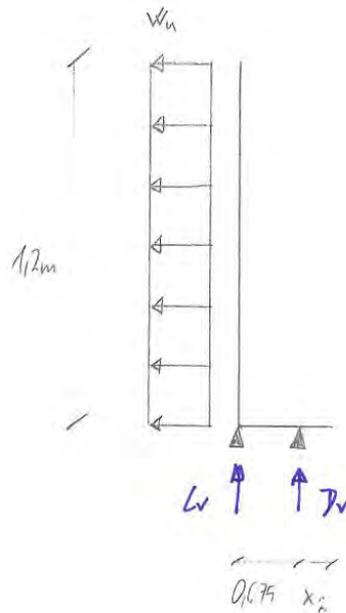
$$\underline{L_v = 16,0 \frac{SN}{m}}$$

$$M_c = h_m \cdot 1,2m = \underline{\underline{1,2 \frac{SN \cdot m}{m}}}$$



20

ÄQUIVALENTE WINDLAGT / CARICO VENTO EQUIVALENTE



$$M_L = 1,28 \frac{w_n}{m} = w_n \cdot 1,2m \cdot \frac{1,2m}{2} \implies \underline{\underline{w_n = 1,667 \frac{SN}{m^2}}}$$

Bsp. esempio:

$$D_v = -15 \text{ SN (maßgebend / determinante)}$$

$$\implies L_v = 15 \text{ SN}$$

$$\overset{B}{\sum} M_c = 0 : D_v \cdot 0,075m + w_n \cdot \frac{1,2m^2}{2} = 0$$

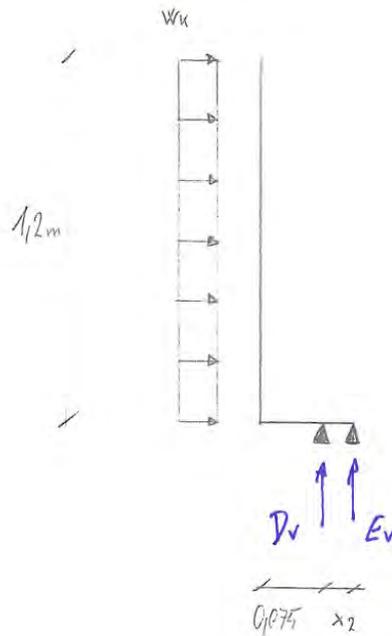
$$\implies w_n = \frac{15 \text{ SN} \cdot 0,075m}{\frac{1,2^2}{2}} = \underline{\underline{1,56 \frac{SN}{m^2}}}$$



3.

STATISCHES SYSTEM : WINDRULH

SISTEMA STATICO : VENTO PRESSIONE



$$\sum \overset{\curvearrowright}{M}_e = 0 \quad D_v \cdot x_2 + W_u \cdot 1,2m \cdot \frac{1,2m}{2} = 0$$

Exp./Esempio:  $x_2 = 0,04m$

Max. Wind / VENTO MAX:  $c_{pe,1} = -1,7$  BEREICH / ZONE A

$c_{pe,1} = +1,0$  BEREICH / ZONE D

→ VERHÄLTNIS / RAPPORTO

$\frac{1}{1,7} = 0,5883$
--------------------------

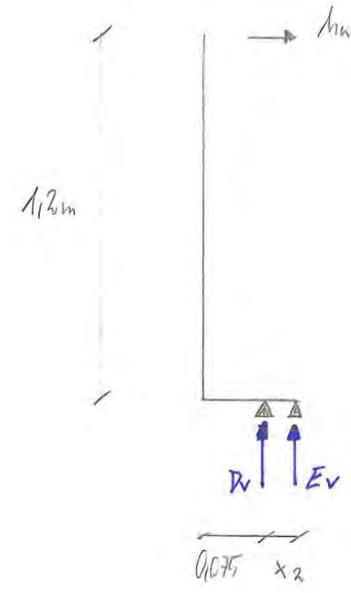
$$W_u = \left( \frac{1}{1,7} \right) \cdot 1,167 \frac{N}{m^2} = \underline{\underline{0,68 \frac{N}{m^2}}}$$

$$\Rightarrow D_v = - \frac{0,68 \frac{N}{m^2} \cdot \frac{1,2^2}{2}}{0,04m} = \underline{\underline{-17,64 kN}}$$



4.

STATISCHES SYSTEM: HALMLAST BEBENDRUCK



$$\sum M_E = 0 \quad h_n \cdot 1,2 \text{ m} + D_v \cdot 0,75 = 0$$

Bsp:  $h_n = 0,5 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$  ;  $x_2 = 0,04 \text{ m}$

$$\Rightarrow 0 = 0,5 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \cdot 1,2 \text{ m} + D_v \cdot 0,75 \quad \Rightarrow \underline{\underline{D_v = -15 \text{ KN}}}$$

### 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 22 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 0,5 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast + Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m
- b. Holmlast 1,0 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast + Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m

**Fall a:**

<b>SYSTEM 2: Holmlast</b>								
	[m]	Holmlast [kN/m]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{d,150}$ [kN]	$D_{d,150}$ [kN]	$C_{d,300}$ [kN]	$D_{d,300}$ [kN]
x2	0,04	0,50	8,00	-8,00			3,60	-3,60
<b>SYSTEM 2: Holmlast Gegenrichtung</b>								
		Holmlast [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$E_k$ [kN/m]	$D_{d,150}$ [kN]	$E_{d,150}$ [kN]	$D_{d,300}$ [kN]	$E_{d,300}$ [kN]
		0,50	-15,00	15,00			-6,75	6,75
<b>SYSTEM 2: Windsog</b>								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{k,150}$ [kN]	$D_{k,150}$ [kN]	$C_{k,300}$ [kN]	$D_{k,300}$ [kN]
		0,833	8,00	-8,00			2,40	-2,40
<b>SYSTEM 2: Windsog äquivalent zur Holmlast in Gegenrichtung</b>								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{k,150}$ [kN]	$D_{k,150}$ [kN]	$C_{k,300}$ [kN]	$D_{k,300}$ [kN]
		1,563	15,00	-15,00			6,75	-6,75
<b>SYSTEM 2: Winddruck</b>								
$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$D_k$ [kN/m]	$E_k$ [kN/m]	$D_{k,150}$ [kN]	$E_{k,150}$ [kN]	$D_{k,300}$ [kN]	$E_{k,300}$ [kN]
-1,7	1	0,490	-8,82	8,82			-2,65	2,65

Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast in Gegenrichtung maßgebend:

$$D_k = -15,0 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.

$$\rightarrow D_{d,300} = -6,75 \text{ kN pro Dübel}$$

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung. Diese beträgt **1,563 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:

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

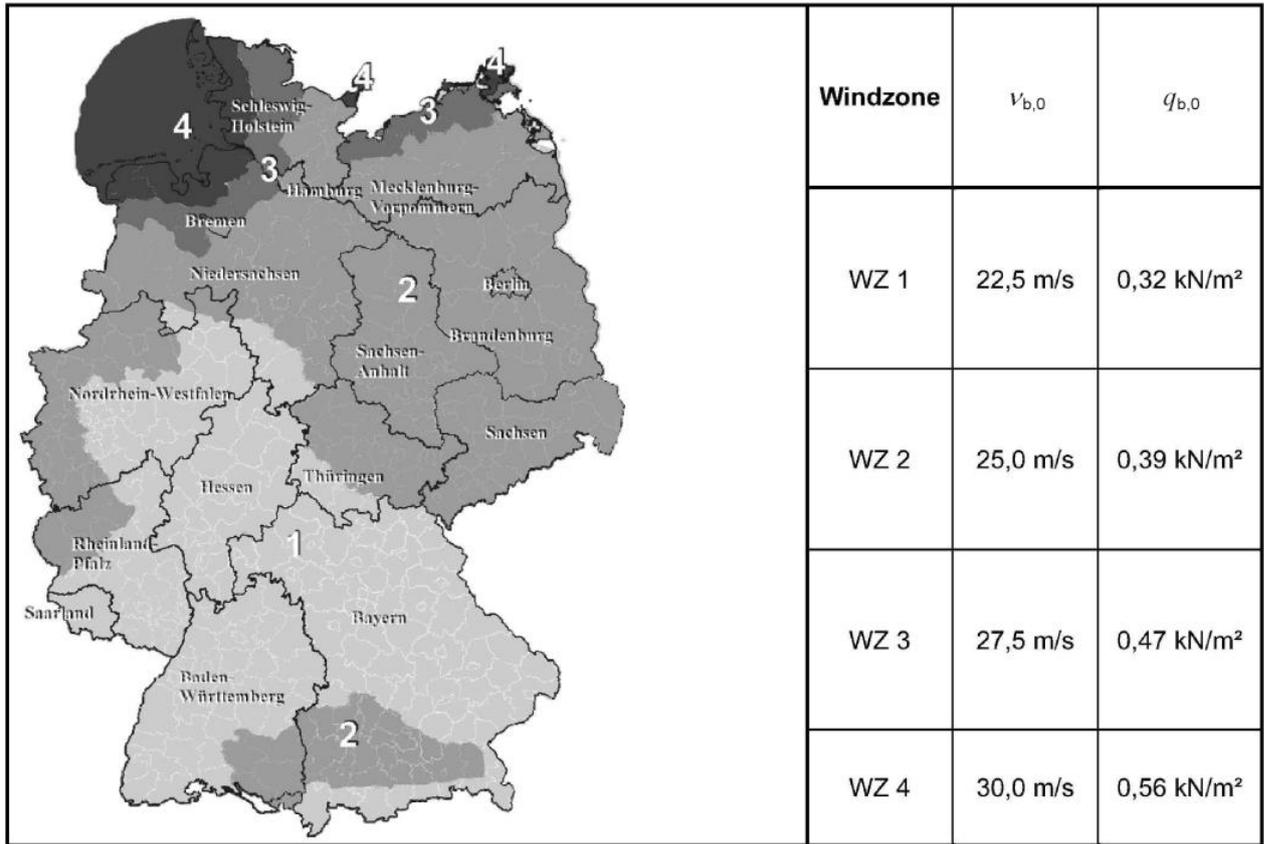


Abbildung 23 Windzonenkarte Deutschland

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

Windzone		Geschwindigkeitsdruck $q_p$ in kN/m <sup>2</sup> 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 24 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 charakteristischen 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.

Vergleich mit Holmlast 0,5 kN/m in Gegenrichtung -->  $w_k \leq 1,563 \text{ kN/m}^2$

**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	-	-

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.

**Fall b:**

<b>SYSTEM 2: Holmlast</b>								
	[m]	Holmlast [kN/m]	C <sub>k</sub> [kN/m]	D <sub>k</sub> [kN/m]	C <sub>d,150</sub> [kN]	D <sub>d,150</sub> [kN]	C <sub>d,300</sub> [kN]	D <sub>d,300</sub> [kN]
x2	0,04	1,00	16,00	-16,00	3,60	-3,60		
<b>SYSTEM 2: Holmlast Gegenrichtung</b>								
		Holmlast [kN/m]	D <sub>k</sub> [kN/m]	E <sub>k</sub> [kN/m]	D <sub>d,150</sub> [kN]	E <sub>d,150</sub> [kN]	D <sub>d,300</sub> [kN]	E <sub>d,300</sub> [kN]
		0,50	-15,00	15,00	-3,38	3,38		
<b>SYSTEM 2: Windsog äquivalent zur Holmlast</b>								
		w <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	C <sub>k</sub> [kN/m]	D <sub>k</sub> [kN/m]	C <sub>k,150</sub> [kN]	D <sub>k,150</sub> [kN]	C <sub>k,300</sub> [kN]	D <sub>k,300</sub> [kN]
		1,667	16,00	-16,00	3,60	-3,60		
<b>SYSTEM 2: Winddruck</b>								
C <sub>pe,1</sub>	C <sub>pe,1</sub>	w <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	D <sub>k</sub> [kN/m]	E <sub>k</sub> [kN/m]	D <sub>k,150</sub> [kN]	E <sub>k,150</sub> [kN]	D <sub>k,300</sub> [kN]	E <sub>k,300</sub> [kN]
-1,7	1	0,980	-17,65	17,65	-3,97	3,97		

Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Winddruck maßgebend.

$D_k = -17,65 \text{ kN/m}$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $D_{d,150} = -3,97 \text{ kN pro Dübel}$

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf 1,667 kN/m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Die Windlast, Windzone und die Randbedingungen sind ident wie im Fall a.

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.

Dadurch ergibt sich folgende Nutzung im Außenbereich:

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m --> $w_k \leq 1,667 \text{ kN/m}^2$			
<b>Äquivalente Windlast w<sub>e</sub> [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
Windzone	h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h ≤ 25 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	-	-

### 3.4.2 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 25 Tabelle 6 (Quelle ÖNORM EN 1991-1-1;2011)

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

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

Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien, außer der Kategorie C5 eingesetzt werden.

**Fall a:**

SYSTEM 2: Holmlast								
	[m]	Holmlast [kN/m]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{d,150}$ [kN]	$D_{d,150}$ [kN]	$C_{d,300}$ [kN]	$D_{d,300}$ [kN]
x2	0,04	0,50	8,00	-8,00			3,60	-3,60
SYSTEM 2: Windsog äquivalent zur Holmlast								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{k,150}$ [kN]	$D_{k,150}$ [kN]	$C_{k,300}$ [kN]	$D_{k,300}$ [kN]
		0,833	8,00	-8,00			2,40	-2,40

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf 0,833 kN/m<sup>2</sup> nicht überschreiten.

**Fall b:**

SYSTEM 2: Holmlast								
	[m]	Holmlast [kN/m]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{d,150}$ [kN]	$D_{d,150}$ [kN]	$C_{d,300}$ [kN]	$D_{d,300}$ [kN]
x2	0,04	1,00	16,00	-16,00	3,60	-3,60		
SYSTEM 2: Windsog äquivalent zur Holmlast								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{k,150}$ [kN]	$D_{k,150}$ [kN]	$C_{k,300}$ [kN]	$D_{k,300}$ [kN]
		1,667	16,00	-16,00	3,60	-3,60		

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf 1,667 kN/m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast bzw. Windsog äquivalent zur Holmlast maßgebend:

$$D_k = -16,0 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

$$\rightarrow D_{d,150} = -3,6 \text{ kN pro Dübel}$$

### 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) 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 26 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz ist das Profil mit einer Holmlast von 0,8 kN/m zu untersuchen. Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien, außer der Kategorie C eingesetzt werden.

SYSTEM 2: Holmlast								
	[m]	Holmlast [kN/m]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{d,150}$ [kN]	$D_{d,150}$ [kN]	$C_{d,300}$ [kN]	$D_{d,300}$ [kN]
x2	0,04	0,80	12,80	-12,80			5,76	-5,76
SYSTEM 2: Windsog äquivalent zur Holmlast								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{k,150}$ [kN]	$D_{k,150}$ [kN]	$C_{k,300}$ [kN]	$D_{k,300}$ [kN]
		1,333	12,80	-12,80			3,84	-3,84

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf **1,333 kN/m<sup>2</sup>** nicht überschreiten. Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast bzw. Windsog äquivalent zur Holmlast maßgebend:

$$D_k = -12,8 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

$$\rightarrow D_{d,150} = -3,84 \text{ kN pro Dübel}$$

### 3.4.4 Italien

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d’esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>k</sub> [kN]	H <sub>k</sub> [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	≥ 6,00 —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 secondo categoria di appartenenza —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

Abbildung 27 Tabelle 3.1.2 (Quelle NTC 2008)

In Italien kann das Profil in allen Kategorien, außer den Kategorien C2, C3, D eingesetzt werden.

SYSTEM 2: Holmlast								
	[m]	Holmlast [kN/m]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{d,150}$ [kN]	$D_{d,150}$ [kN]	$C_{d,300}$ [kN]	$D_{d,300}$ [kN]
x2	0,04	1,00	16,00	-16,00	3,60	-3,60		
SYSTEM 2: Windsog äquivalent zur Holmlast								
		$w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_k$ [kN/m]	$D_k$ [kN/m]	$C_{k,150}$ [kN]	$D_{k,150}$ [kN]	$C_{k,300}$ [kN]	$D_{k,300}$ [kN]
		1,667	16,00	-16,00	3,60	-3,60		

Man sieht, die äquivalente charakteristische Windlast darf 1,667 kN/m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Für die Dübelbemessung ist der Lastfall Holmlast bzw. Windsog äquivalent zur Holmlast maßgebend:

$$D_k = -16,0 \text{ kN/m}$$

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.

-->  $D_{d,150} = -3,6 \text{ kN pro Dübel}$

## 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 1140 mm, wobei diese Höhe auf der sicheren Seite gewählt wurde.

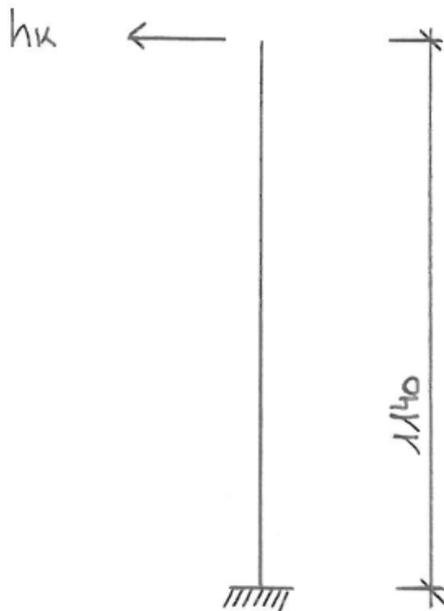


Abbildung 28 Übersicht statisches System

Bei vorliegendem System (Kragträger) treten keine geometrischen nichtlinearen Effekte auf. Da auch auf Materialeseite 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.

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

$\sigma_{edmax} = 80,54 \text{ N/mm}^2$

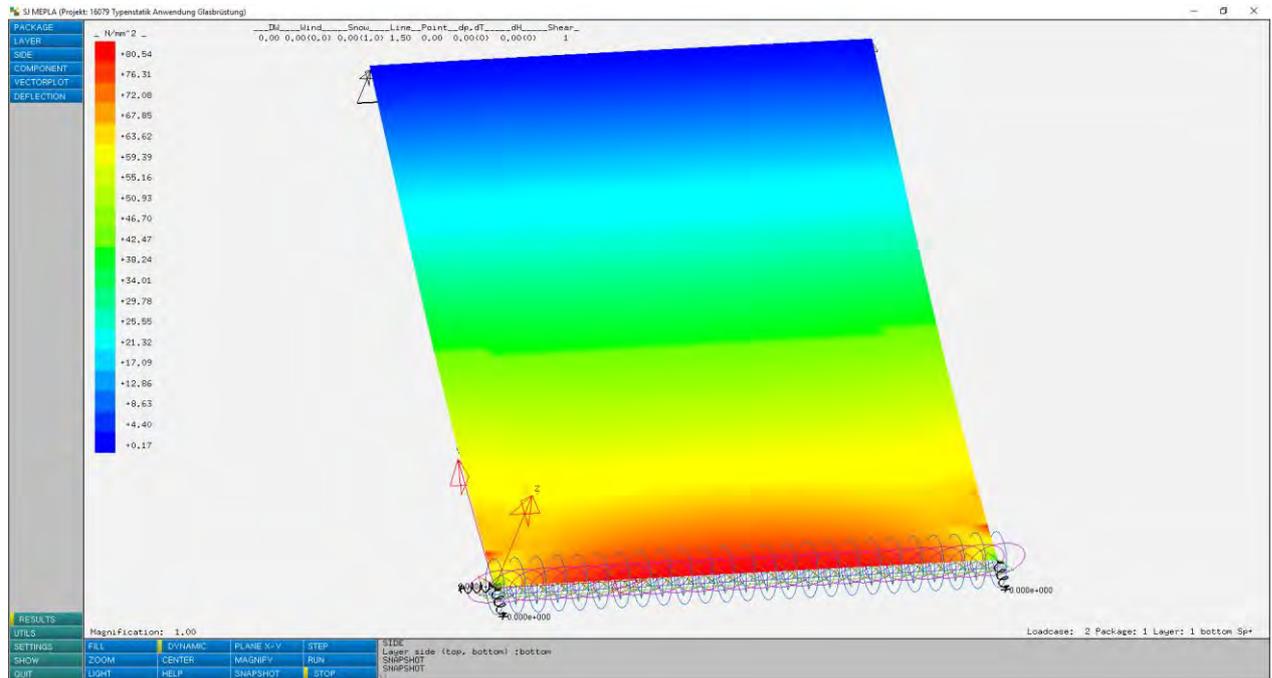


Abbildung 29 Maximale Hauptzugspannungen ULS

NACHWEIS 8+8 ESG ... OHNE SCHUBVERBUND

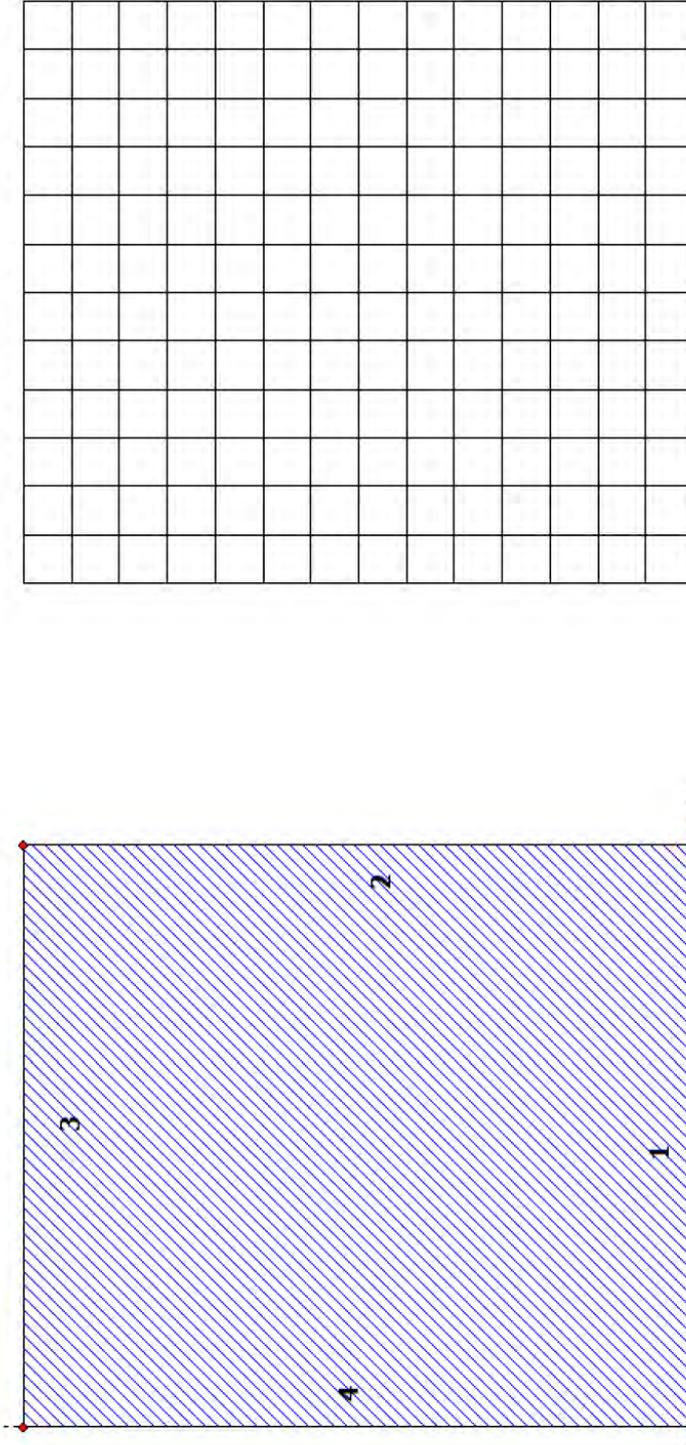
$h_k = 1 \text{ kN/m}$

$\sigma_{ed} = 1,5 \cdot 1 \text{ kN} / 2 \cdot 114 \text{ mm} / (100 \cdot 0,8^2 / 16) = 8,01 \text{ kN/cm}^2 \approx 80,1 \text{ N/mm}^2$   
 ↓  
 SCHEIBEN  $\leq 120 / 1,5 \cdot 1,1 = 88 \text{ N/mm}^2$

KONTROLLE MITTELS SI MEPLA!

Projekt: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung  
 19.07.2016  
 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: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung 19.07.2016  
Seite: 2

3	1000.00	1140.00
4	0.00	1140.00

**Lager:**

**Randlager:**

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

**Federlager:**

Paket	Schicht	x mm	y mm	z mm	C <sub>x</sub> N/mm	C <sub>y</sub> N/mm	C <sub>z</sub> N/mm	C <sub>φ</sub> Nmm	C <sub>θ</sub> 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. N/mm <sup>2</sup>	ν	Dicke mm	Dichte kg/m <sup>3</sup>	α <sub>T</sub> 1/K	ΔT K
1	3	70000.00	0.23	8.00	2550.00	1.0000e-005	0.00
1	2	0.03	0.50	0.76	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	x	y	nach	x	y	qx	qy	qz
							N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1130.00	1000.00	1130.00	1130.00	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: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung  
 19.07.2016  
 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 (SIS)**

**Beiwerte / Sicherheitsfaktoren:**

Eigengewicht	Wind	Schnee	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

---- Klima ----

**Lastfallkombination:**

	Wind	Schnee	Klima
	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
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: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung  
 19.07.2016  
 Seite: 4

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung	
	x	y	w	w
	mm	mm	mm	mm
1	0.00	0.00	0.00 (min)	
	500.00	1140.00	73.18 (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	1130.82	2.55	51.71
	(unten)	509.39	9.18	51.71	
1	1 (oben)	490.61	1130.82	2.48	53.69
	(unten)	490.61	9.18	53.69	

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	$\phi$	$\theta$	Fx	Fy	Fz	M $\phi$	M $\theta$
(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	$\Delta p, \Delta T$	$\Delta H$	Schub
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00

**Lastfallkombination:**

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

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

Projekt: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung 19.07.2016  
Seite: 5

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm <sup>2</sup>
außen	$0.00000 \text{ N/mm}^2 = 0.00000 * 0.00 + 0.00000 * 0.00$
innen	$0.00000 \text{ N/mm}^2 = 0.00000 * 0.00$

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

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

	--- Ort ---		Verformung	
Paket	x	y	w	
	mm		mm	
1	0.00	0.00	0.00 (min)	
	500.00	1140.00	109.78 (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	1130.82	3.82	77.57
	(unten)	490.61	9.18	77.57	
1	1 (oben)	490.61	1130.82	3.72	80.54
	(unten)	509.39	9.18	80.54	

**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

**Lastfallauswertung:**

**Maximale Hauptzugspannung:**

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

Projekt: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung 19.07.2016  
Seite: 6

Paket	Schicht	$\sigma$ N/mm <sup>2</sup>	Lastfall
1	3 (oben)	3.82	2
	(unten)	77.57	2
1	1 (oben)	3.72	2
	(unten)	80.54	2

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	Verformung mm	Lastfall
1	109.78 (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: 6 + 6 ESG-H, $h_k = 0,5 \text{ kN/m}$

$\sigma_{edmax} = 42,39 \text{ N/mm}^2$

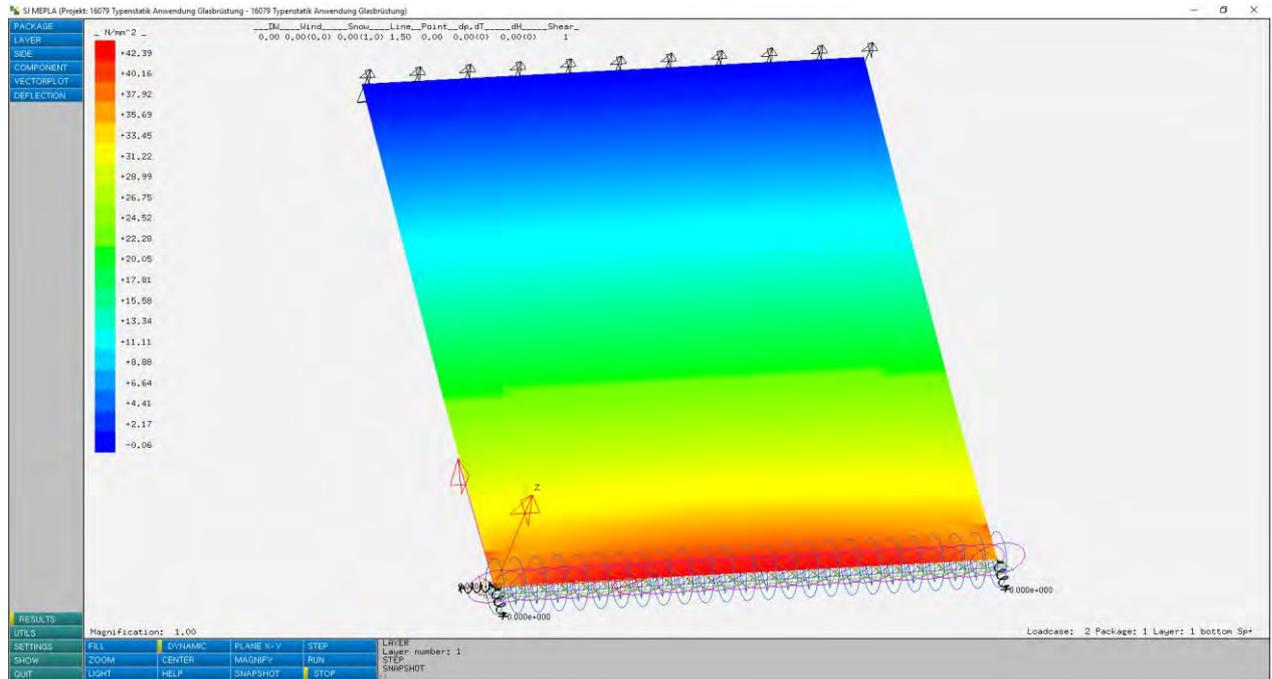


Abbildung 30 Maximale Hauptzugspannungen ULS

NACHWEIS 6+6 ESG-H LT. ÖNORM B 3716 UNTER BE-

RÜCKSICHTIGUNG EINES SCHUBVERBUNDES

$$\sigma_{ed,MEPLA} = 42 \text{ N/mm}^2 \leq 80 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

$$\sigma_{ed,VERGLEICHSR} = 41,22 \text{ N/mm}^2 \leq 80 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

**Glasbemessung**

Datum 26.11.2014 | Projektnr. - | Zeichen et | Seite 1



**Bemessung nach ÖNORM B3716-1:2013**

Steineranteil **0,38** [-]

Eingabe Randspannung bei  $t_{eff}$  **49,00** N/mm<sup>2</sup>

ideelle Glasdicke:  $t_{eff}$  **10,187** mm  
 max. vorhandene Glasrandspannung:  $\sigma_{max,d}$  **41,22** N/mm<sup>2</sup>

Faktor **1,189**

Nr.	Glasdicke [mm]	E- Modul Schicht [-]
1	6,00	70000
2	0,76	1,2
3	6,00	70000
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Glasrandspannung	
$\sigma_1$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [N/mm <sup>2</sup> ]
-41,2	16,5
0,0	0,0
-16,5	41,2

**Berechnung für 2-seitige Lagerung**

Winddrucklast $q_k$	<b>1,50</b> kN/m <sup>2</sup>
Windsoglast $q_k$	<b>1,50</b> kN/m <sup>2</sup>
Holmlast $q_k$	<b>1,00</b> kN/m

Nach ÖNORM B3716-1:2013 müssen die Lasten beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nicht überlagert werden. Dies wurde in dieser Berechnung berücksichtigt.

Holmhöhe:	<b>1000</b> mm
vorhandene Glasbreite:	1000 mm
Spannweite $l$ :	<b>2000</b> mm

**Deformation:**


w-Wind [mm]	w-Holm [mm]

**Spannung:**

	$\sigma_{t,eff}$	$\sigma_{t,Rand}$

Float	TVG	ESG

**einseitig eingespannt** (ohne Nachweis Resttragfähigkeit bei Glasbruch)

Holmlast $q_k$	<b>0,50</b> kN/m
Holmhöhe $h$	<b>1130</b> mm
Teilsicherheitsbeiwert $g_q$	<b>1,50</b> -

max Verformung	<b>39,0</b> mm	$\sigma_{t,Rand}$
Maximalmoment $M_d$	<b>0,85</b> kNm	<b>41,22</b> N/mm <sup>2</sup>

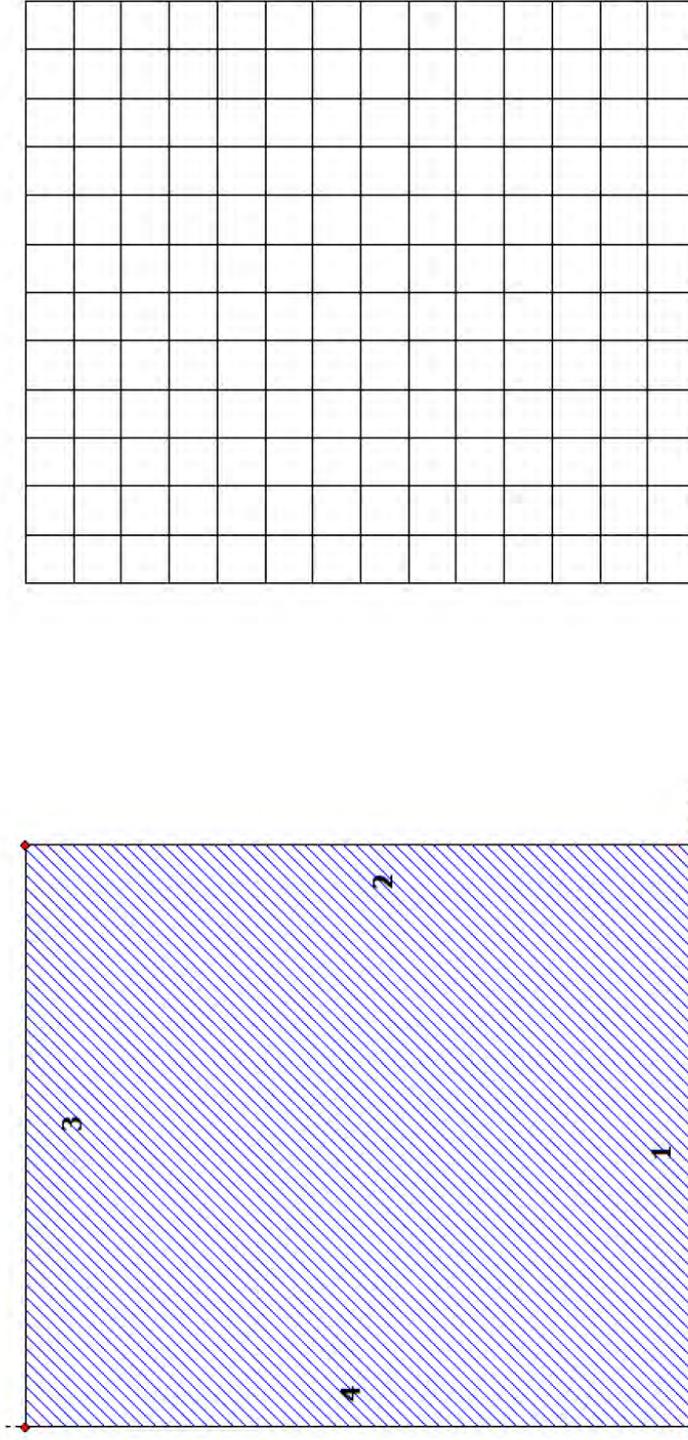
Float	TVG	ESG
<b>24</b>	<b>47</b>	<b>80</b>

Nachweis der Resttragfähigkeit wurde noch nicht geprüft !!!

Projekt: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung - 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung

19.07.2016  
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: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung - 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung 19.07.2016  
Seite: 2

3	1000.00	1140.00
4	0.00	1140.00

**Lager:**

**Randlager:**

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

**Federlager:**

Paket	Schicht	x mm	y mm	z mm	C <sub>x</sub> N/mm	C <sub>y</sub> N/mm	C <sub>z</sub> N/mm	C <sub>φ</sub> Nmm	C <sub>θ</sub> 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-ÖNORM
1	1	ESG

**Kennwerte:**

Paket	Schicht	E-Mod. N/mm <sup>2</sup>	ν	Dicke mm	Dichte kg/m <sup>3</sup>	α <sub>T</sub> 1/K	ΔT K
1	3	70000.00	0.23	6.00	2550.00	1.0000e-005	0.00
1	2	1.20	0.50	0.76	1070.00	8.0000e-005	0.00
1	1	70000.00	0.23	6.00	2550.00	1.0000e-005	0.00

**Lasten:**

**Linienlasten:**

Paket	von	x	y	nach	x	y	qx	qy	qz
							N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1130.00	1000.00	1130.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50

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

19.07.2016  
Seite: 3

Projekt: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung - 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung

**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	$\Delta p, \Delta T$	$\Delta H$	Schub
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

---- Klima ----

**Lastfallkombination:**

Wind	Schnee	Klima
N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
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: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung - 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung 19.07.2016  
Seite: 4

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung	
	x	y	w	w
	mm	mm	mm	mm
1	0.00	0.00	0.00 (min)	
	500.00	1140.00	30.65 (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	1130.82	0.94	12.34
	(unten)	490.61	9.18	12.34	
1	1 (oben)	990.61	1067.75	0.63	28.26
	(unten)	509.39	9.18	28.26	

**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	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:**

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

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

Projekt: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung - 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung 19.07.2016  
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:**

	--- Ort ---		Verformung	
Paket	x	y	w	
	mm		mm	
1	0.00	0.00	0.00 (min)	
	500.00	1140.00	45.97 (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)	490.61	1130.82	1.41	18.50
	(unten)	490.61	9.18	18.50	
1	1 (oben)	990.61	1067.75	0.94	42.39
	(unten)	490.61	9.18	42.39	

**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: 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung - 16079 Typenstatik Anwendung Glasbrüstung

19.07.2016  
Seite: 6

Paket	Schicht	$\sigma$ N/mm <sup>2</sup>	Lastfall
1	3 (oben)	1.41	2
	(unten)	18.50	2
1	1 (oben)	0.94	2
	(unten)	42.39	2

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	Verformung mm	Lastfall
1	45.97 (max)	2
1	0.00 (min)	1

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

## 5.2 Bemessung Aluminiumprofil

Die Bemessung des Aluminiumprofils wird mit dem Programm ANSYS durchgeführt.

Die Lasten werden in 4 Lastschritten aufgebracht.

Die Bemessung wird mit beiden Befestigungsmöglichkeiten durchgeführt.

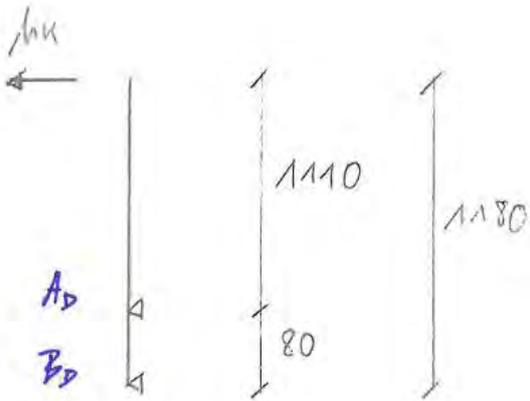


Abbildung 31 Statisches System und Auflagerreaktionen für Aluminiumprofil

Untenstehende Tabelle gibt die auf das Aluminiumprofil wirkenden Lasten (A und B) wieder.

Holmlast/carico orizzontale	Reaktionen/Reazioni			
	A <sub>K</sub>	A <sub>D</sub>	B <sub>K</sub>	B <sub>D</sub>
[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
0,5	7,4	11,1	6,9	10,4
1	14,8	22,1	13,9	20,8

Abbildung 32 Übersichtstabelle Reaktionen

## 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**

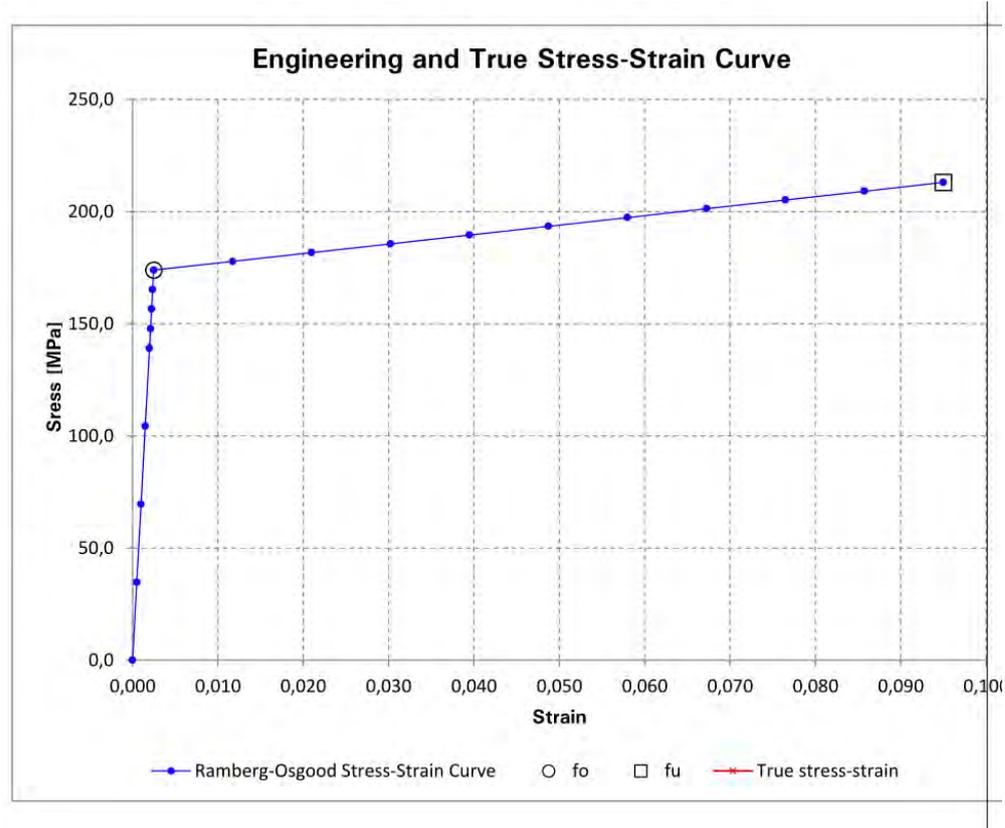
material designation =	<b>EN-AW 6063 T66 ITA</b>	(EN 1999-1-1 3.2.2)
E =	70000 N/mm <sup>2</sup>	(Young Modulus EN 1999-1-1 3.2.5)
f <sub>u</sub> = f <sub>max</sub> =	245	(Ultimate strength)
f <sub>0</sub> = f <sub>p</sub> =	200	(Yield strength)
γ <sub>m</sub>	1,15	partial safety factor
f <sub>ud</sub>	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	σ (MPa)	Engineering strain calculated on the basis of initial cross-section area	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



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 33 Verwendete Materialeigenschaft: "Multilinear isotropic hardening"



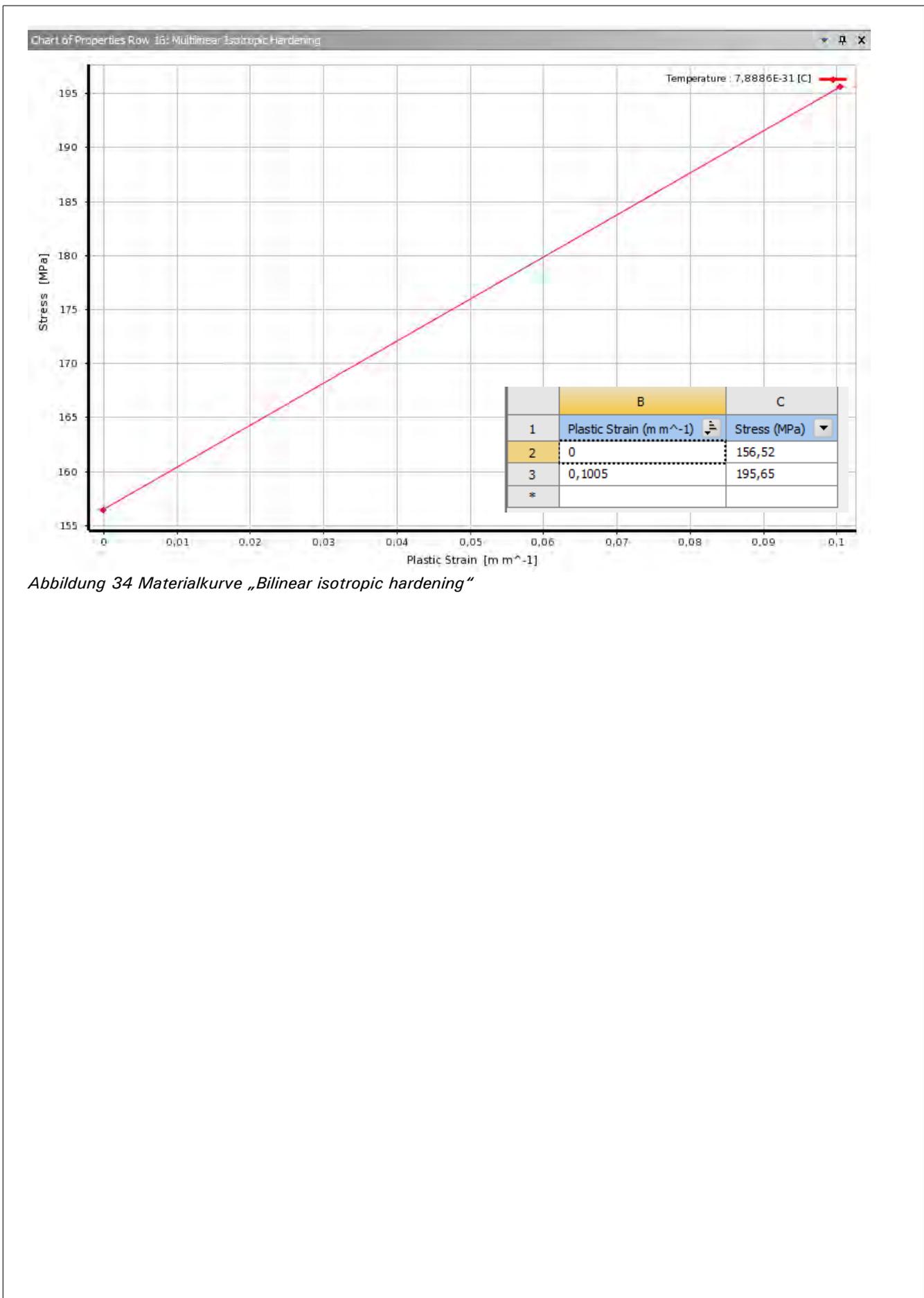


Abbildung 34 Materialkurve „Bilinear isotropic hardening“

### 5.2.1 Bemessung Aluminiumprofil Typ 1

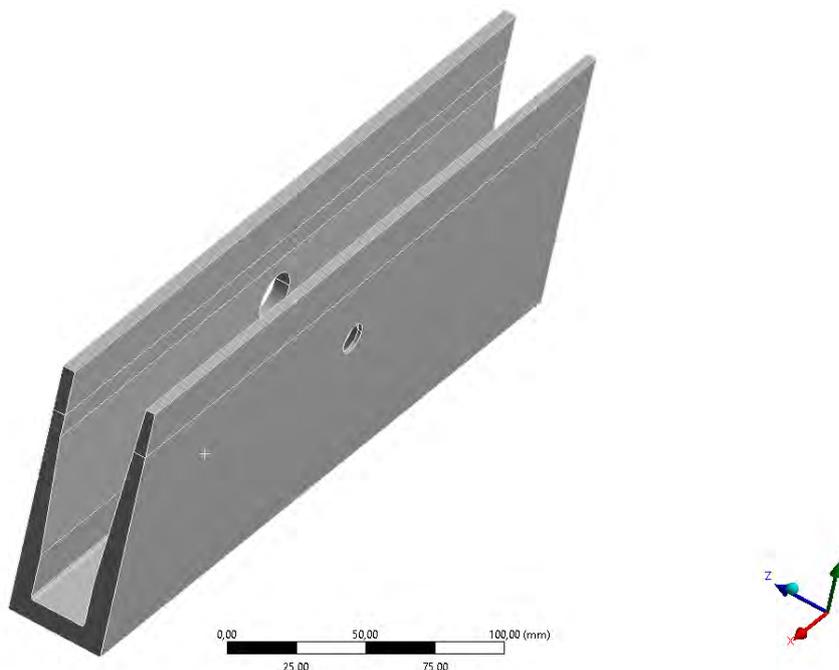
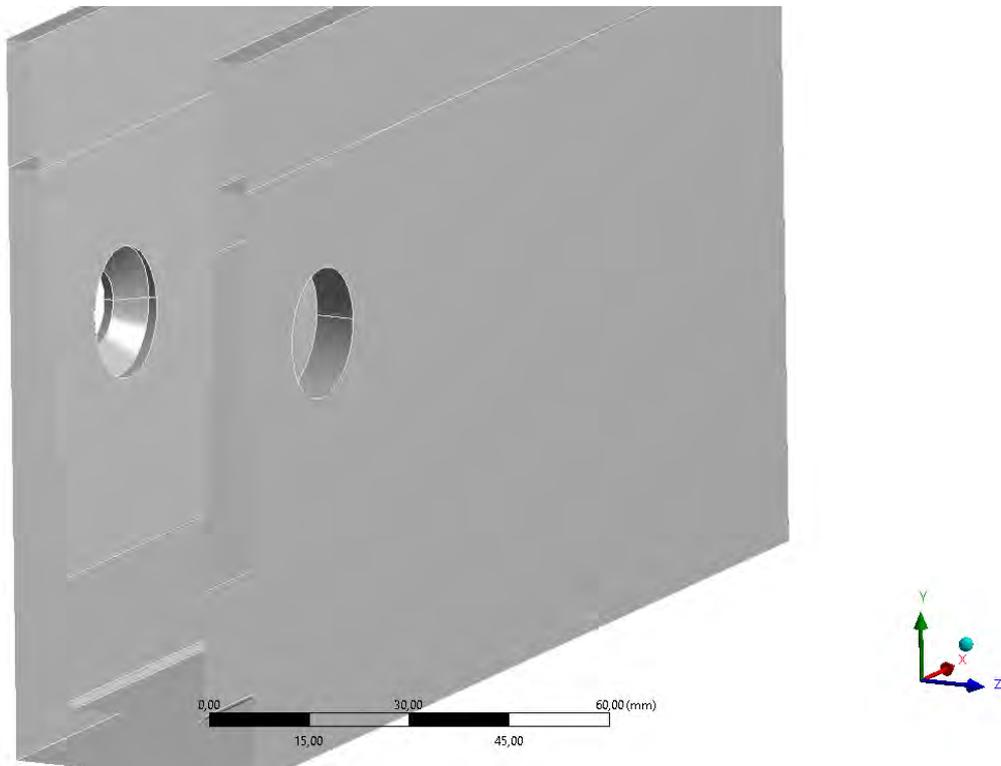
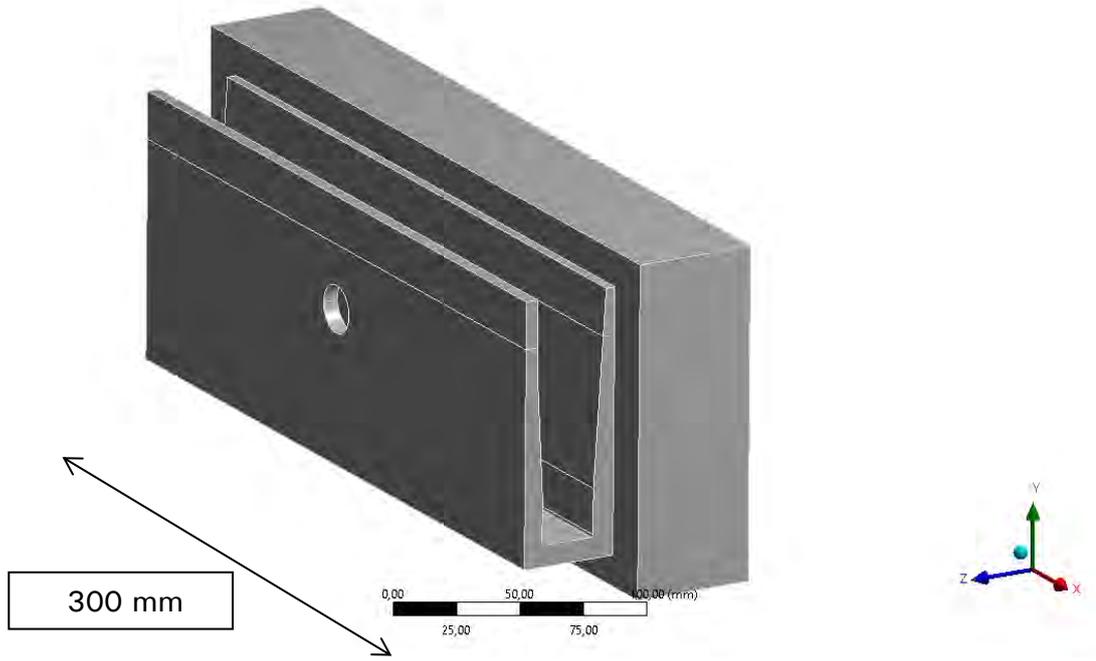


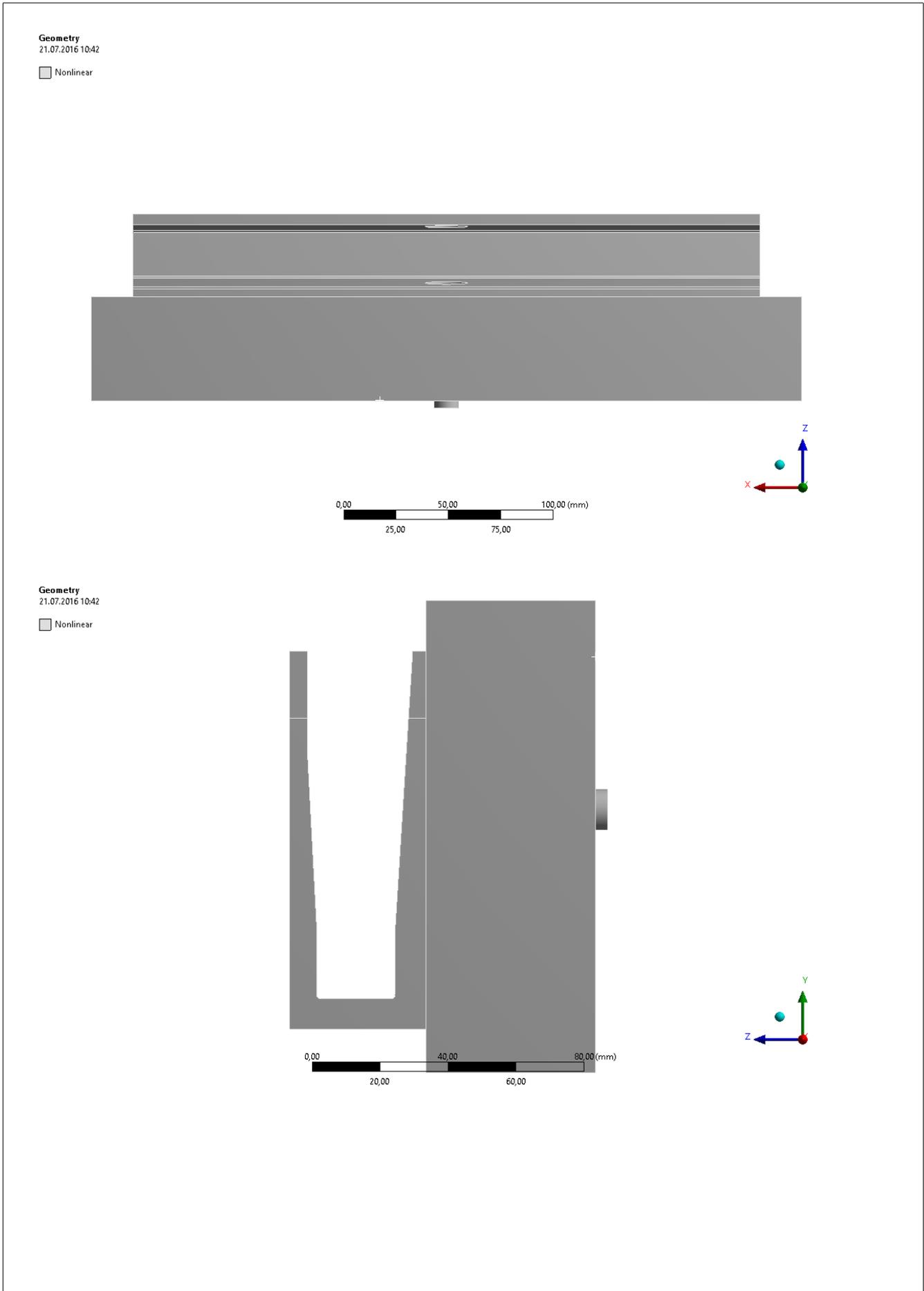
Abbildung 35 3D - Ansicht Profiltyp 1

### GEOMETRIE:

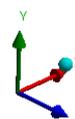
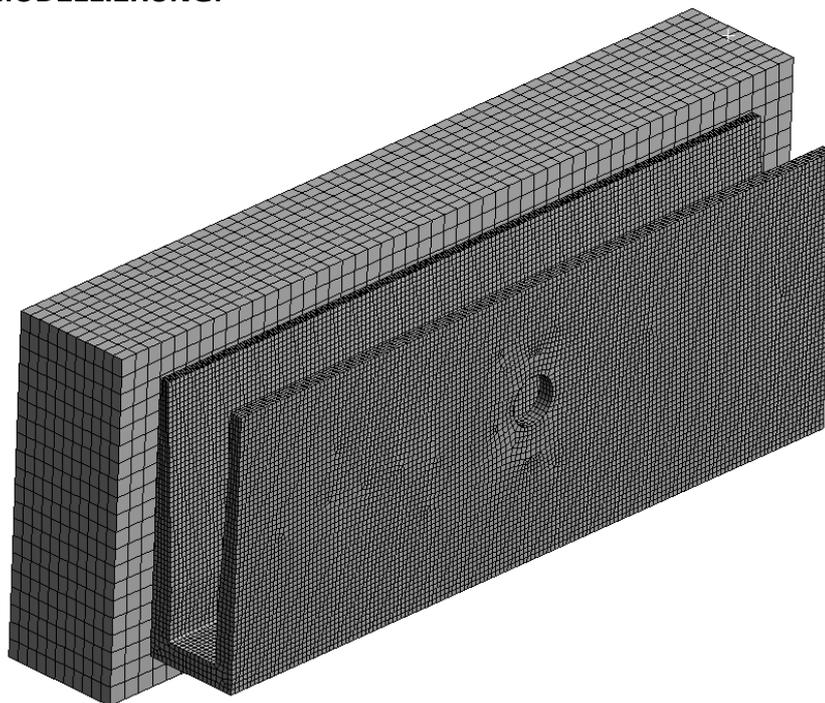
Geometry  
21.07.2016 10:36

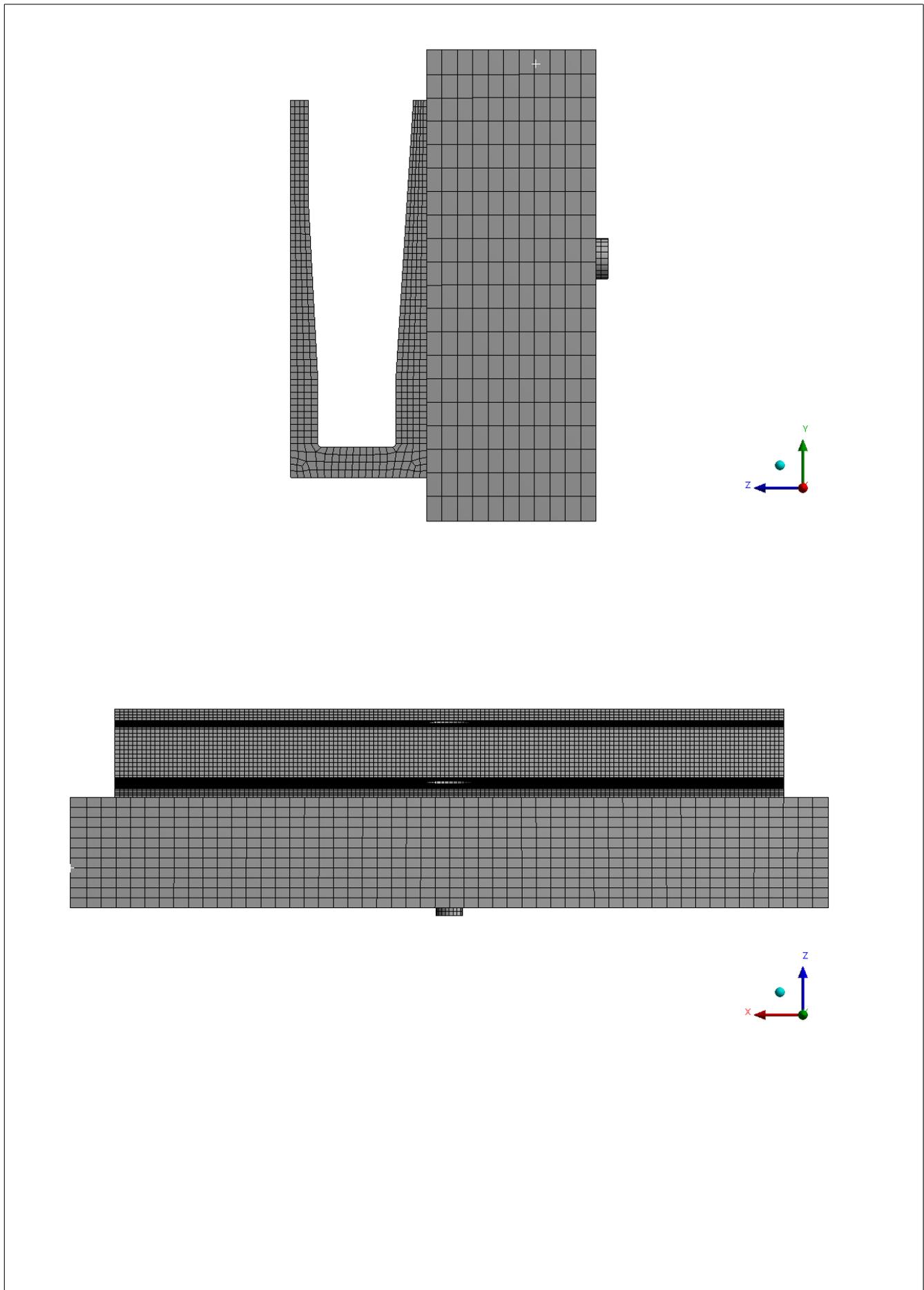
Nonlinear

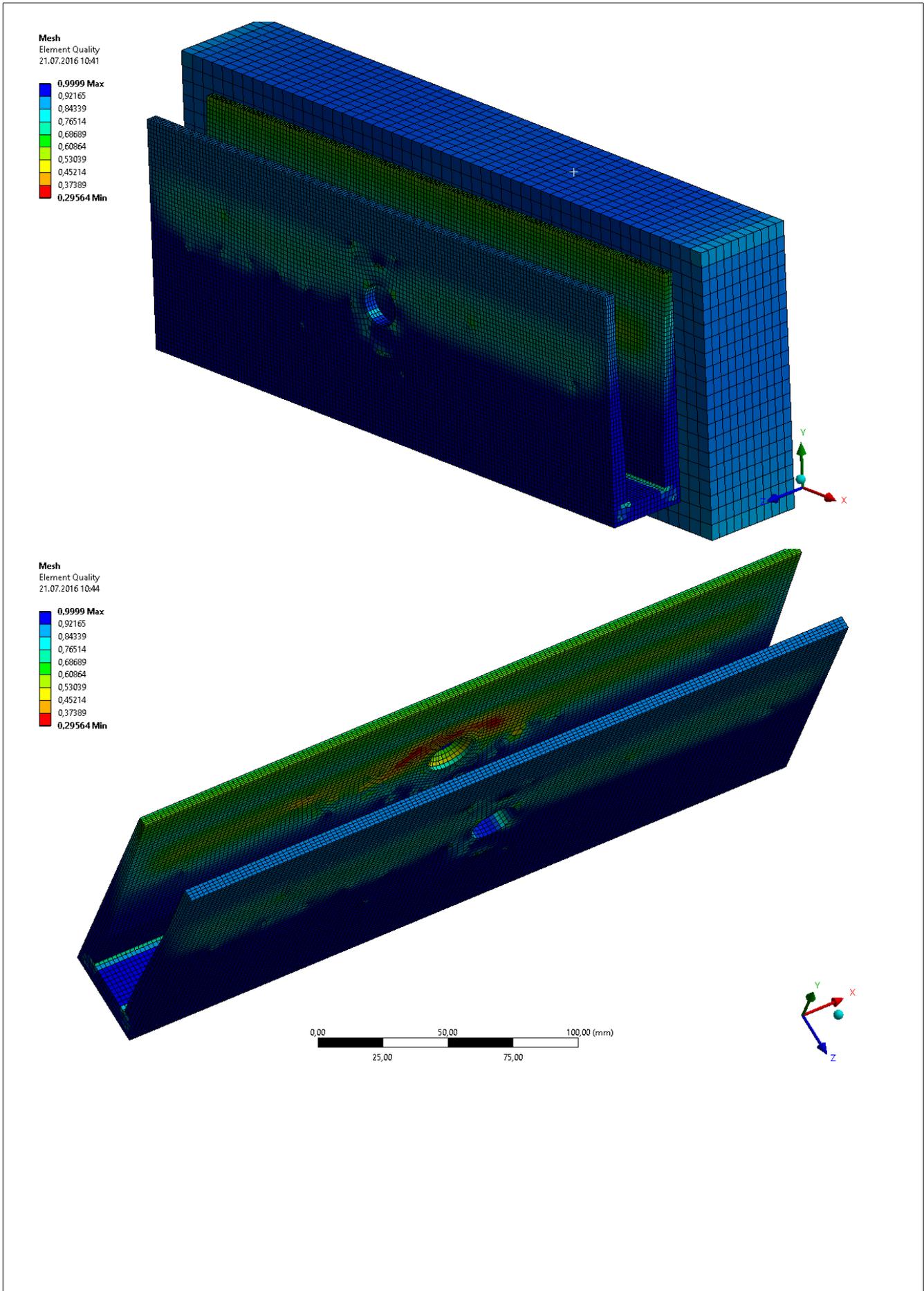


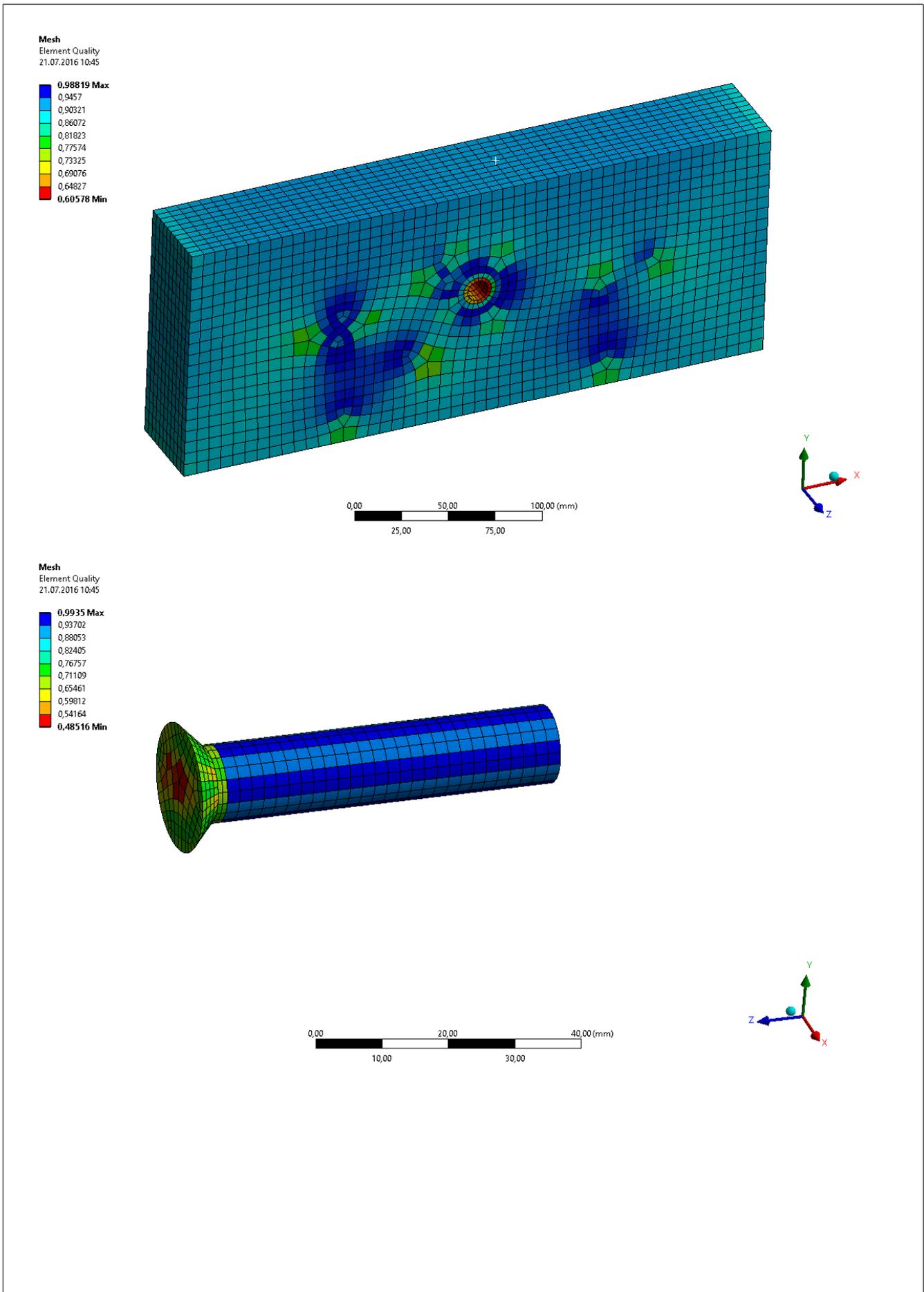


**NETZ MODELLIERUNG:**



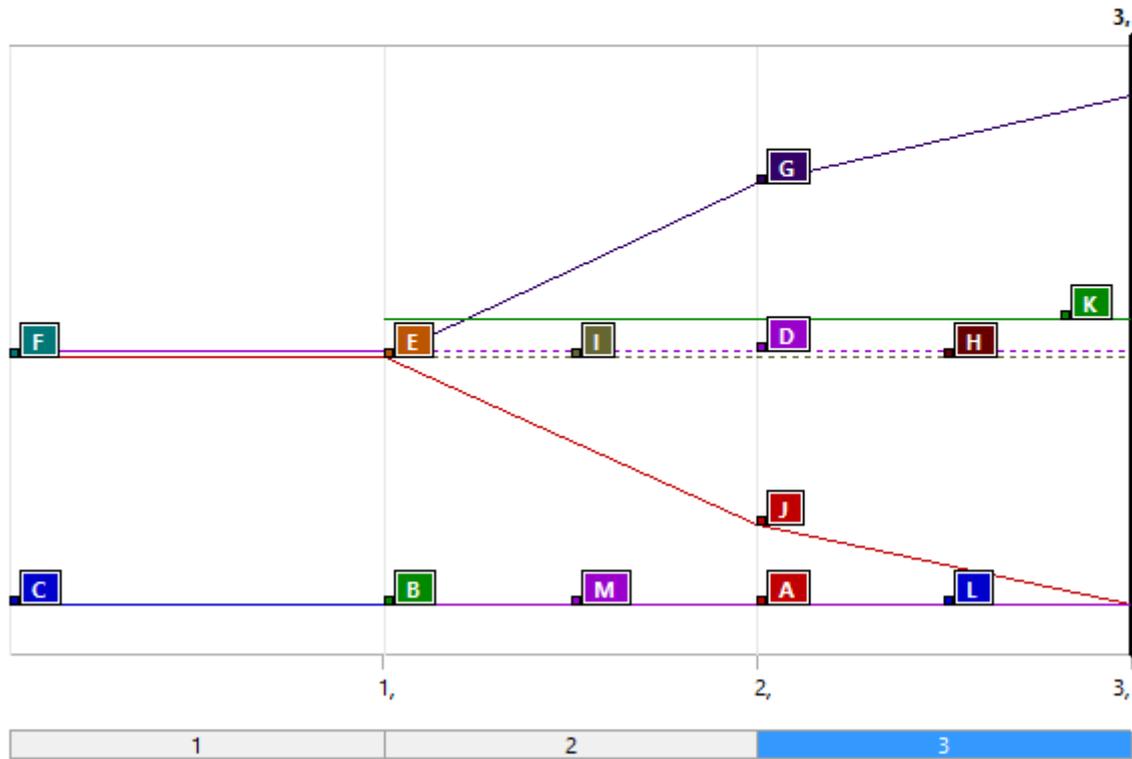






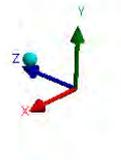
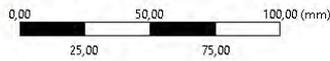
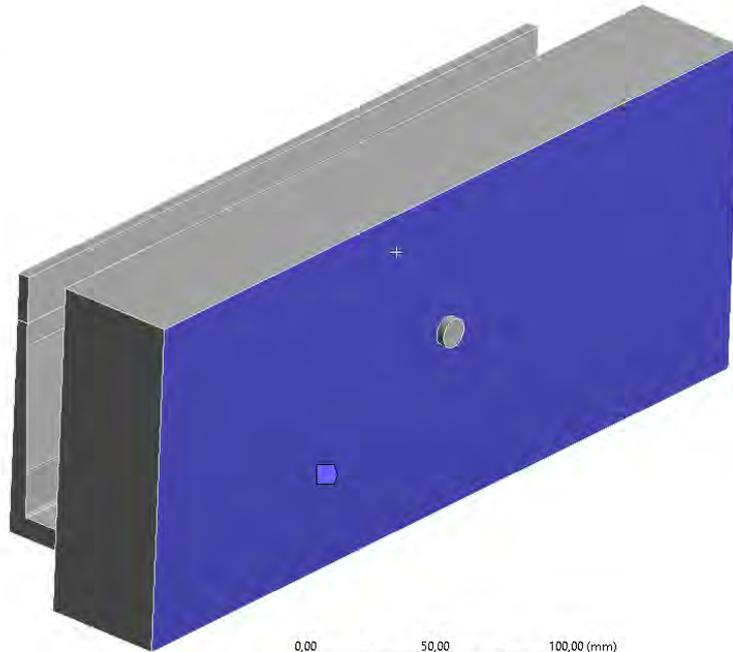
### RANDBEDINGUNGEN UND LASTEN: SYSTEM SOG

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>A</b> Remote Displacement (X) | <b>B</b> Remote Displacement (Y)  |
| <b>C</b> Remote Displacement (Z) | <b>D</b> Remote Displacement (RZ) |
| <b>E</b> Force (X)               | <b>F</b> Force (Y)                |
| <b>G</b> Force (Z)               | <b>H</b> Force 2 (X)              |
| <b>I</b> Force 2 (Y)             | <b>J</b> Force 2 (Z)              |



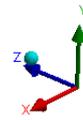
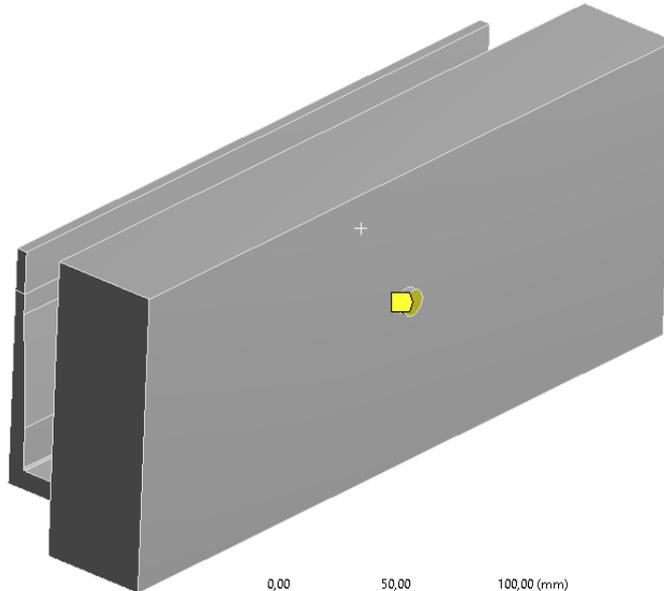
A: Zulassung\_Profil1\_Sog  
Fixed Support  
Time: 1, s  
21.07.2016 10:45

Fixed Support



A: Zulassung\_Profil1\_Sog  
Remote Displacement  
Time: 1, s  
21.07.2016 10:46

Remote Displacement  
Components: 0;0;0, mm  
Rotation: Free, Free, 0, °  
Location: 1350, 65, -94,5 mm



Geometry | Print Preview | Report Preview

Graph

Tabular Data

Steps	Time [s]	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	RZ [°]
1	0,	0,	0,	0,	0,
2	1,	0,	0,	0,	0,
3	2,	= 0,	= 0,	= 0,	= 0,
4	3,	= 0,	= 0,	= 0,	= 0,
*					

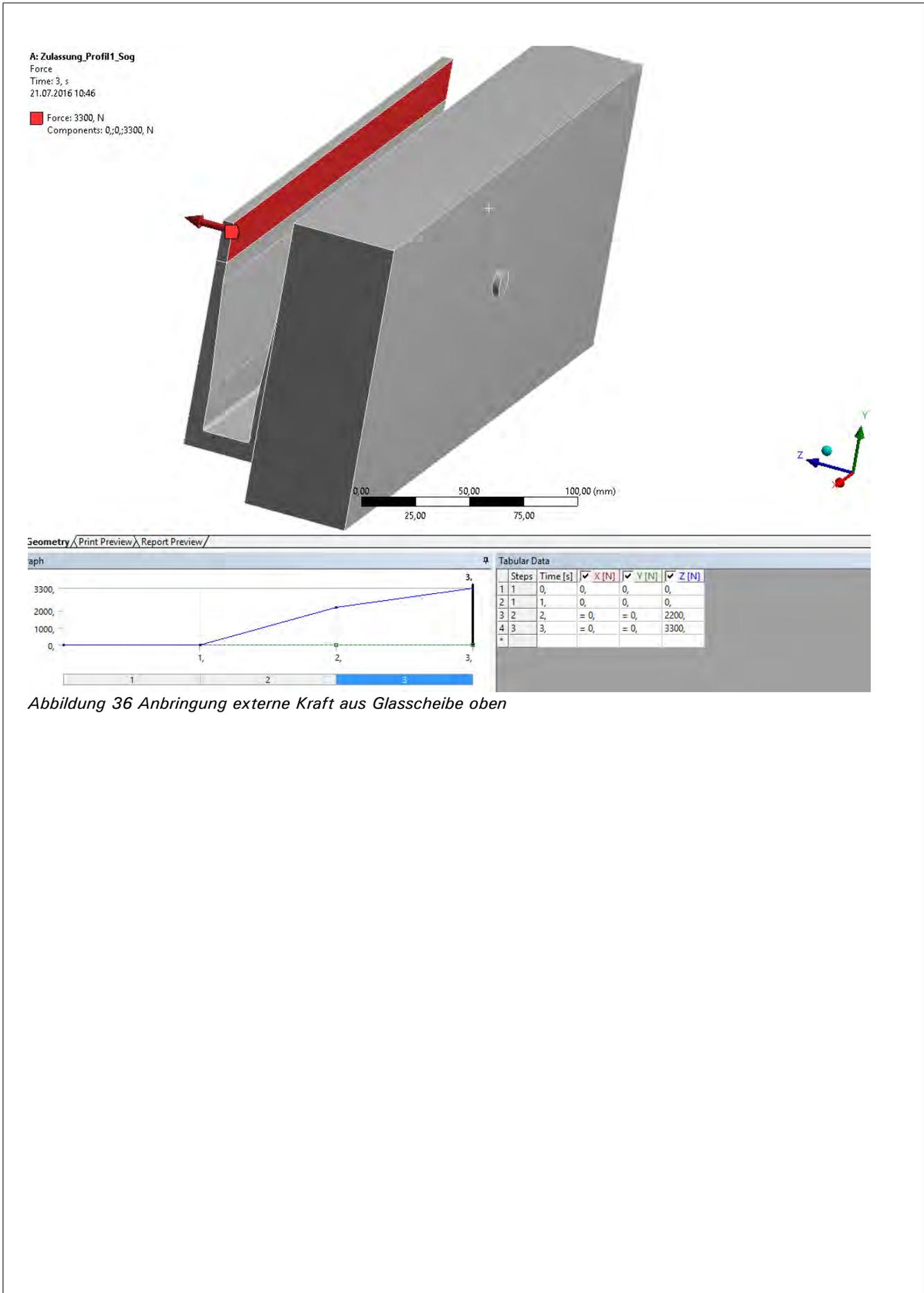


Abbildung 36 Anbringung externe Kraft aus Glasscheibe oben

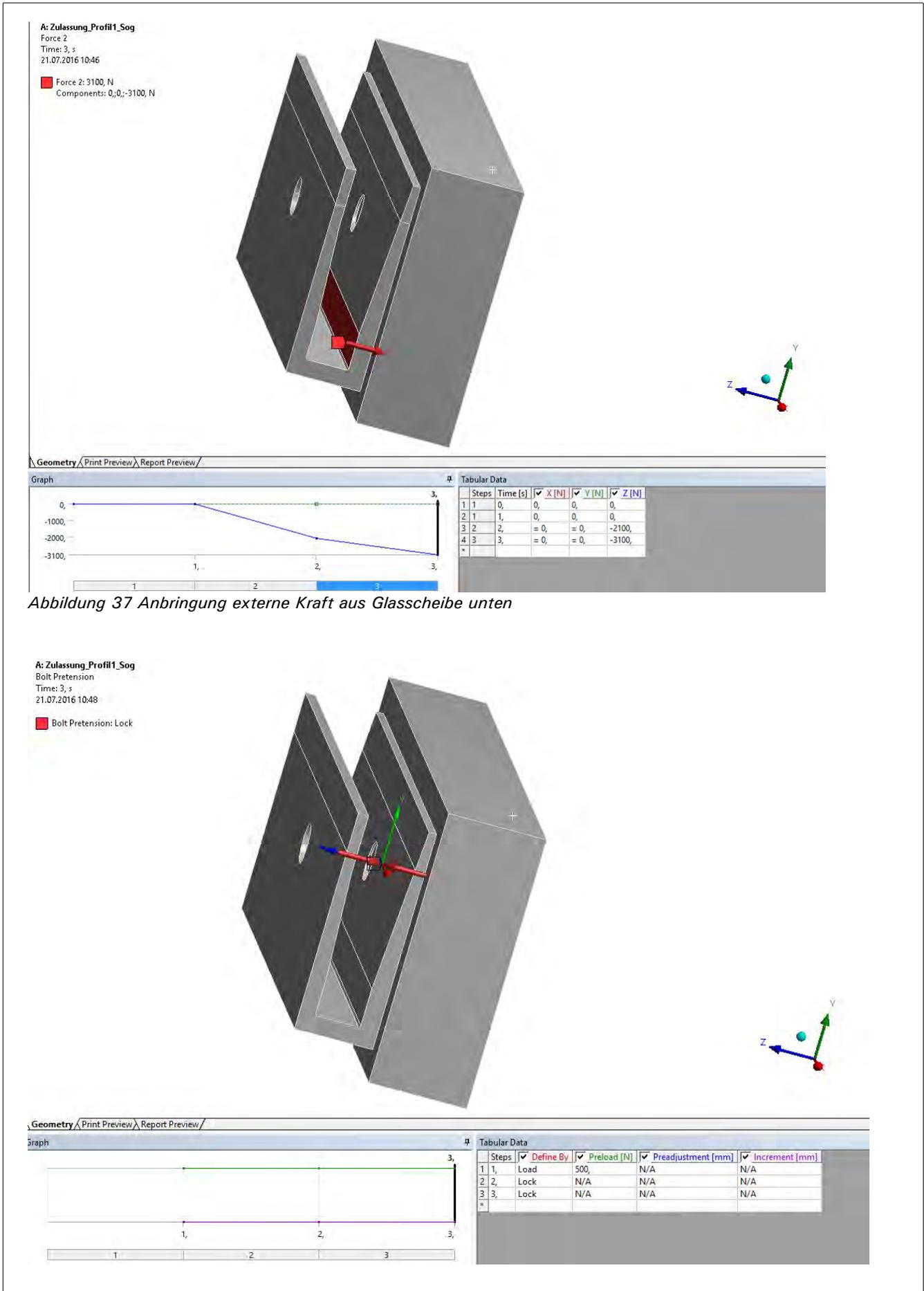


Abbildung 37 Anbringung externe Kraft aus Glasscheibe unten

**ERGEBNISSE:**

A: Zulassung\_Profil1\_Sog  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 3,4009  
Min: 0  
21.07.2016 10:52

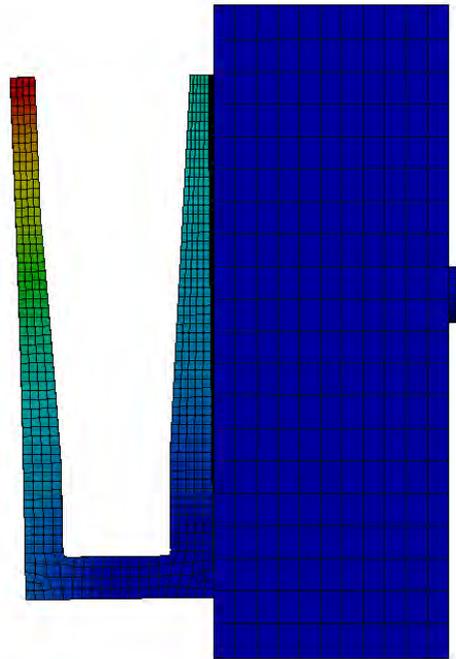
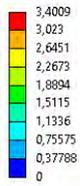


Abbildung 38 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

A: Zulassung\_Profil1\_Sog  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 3,4009  
Min: 0  
21.07.2016 10:52

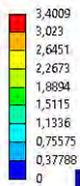


Abbildung 39 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

A: Zulassung\_Profil1\_Sog  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 3,4009  
Min: 0  
21.07.2016 10:52

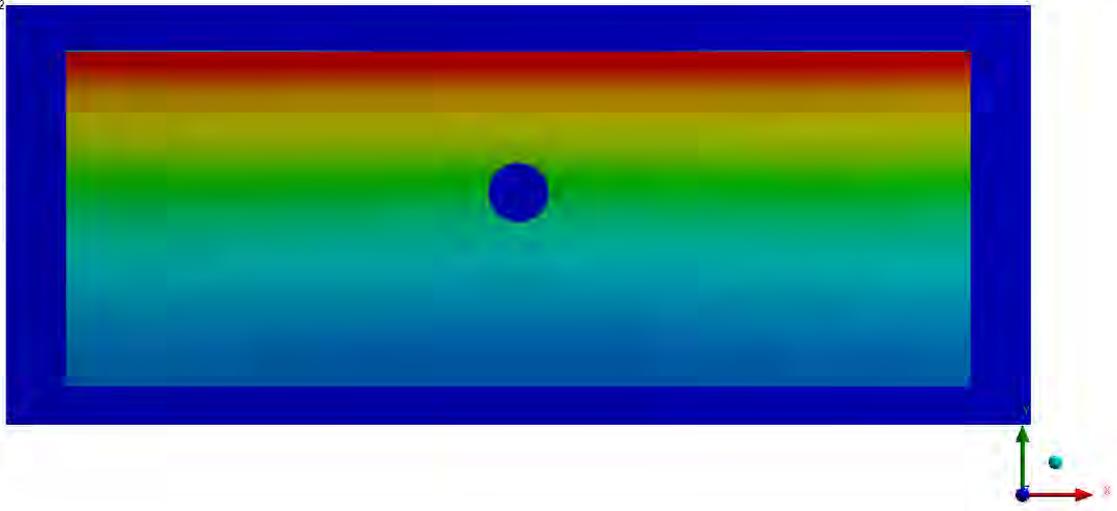
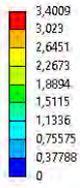


Abbildung 40 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

A: Zulassung\_Profil1\_Sog  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 3,4009  
Min: 0  
21.07.2016 10:53

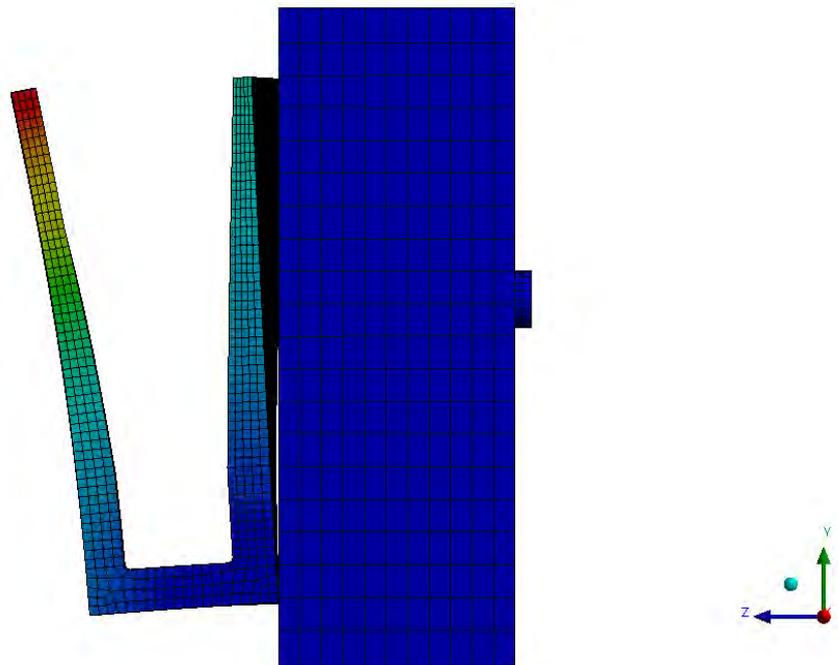
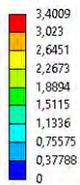
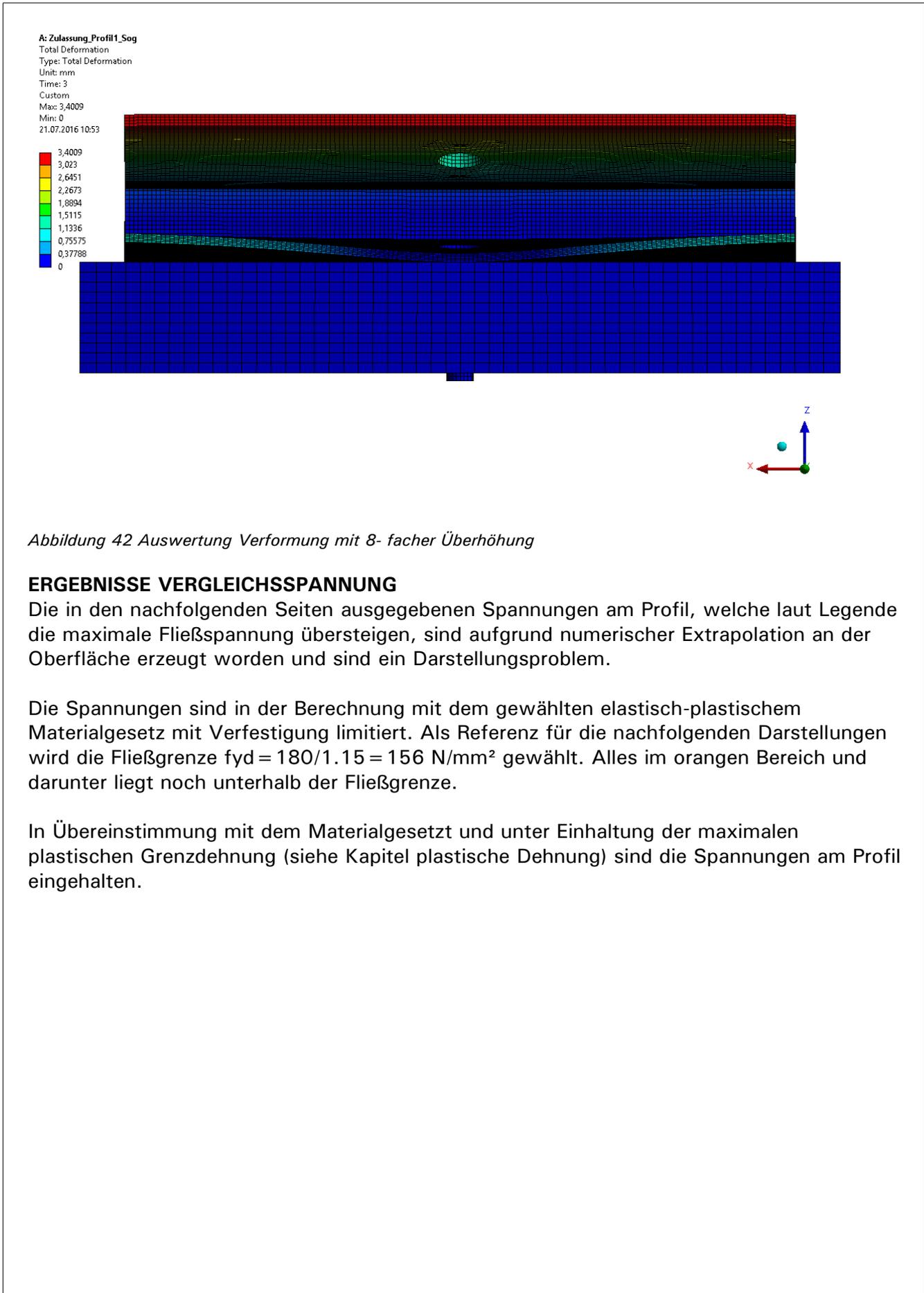
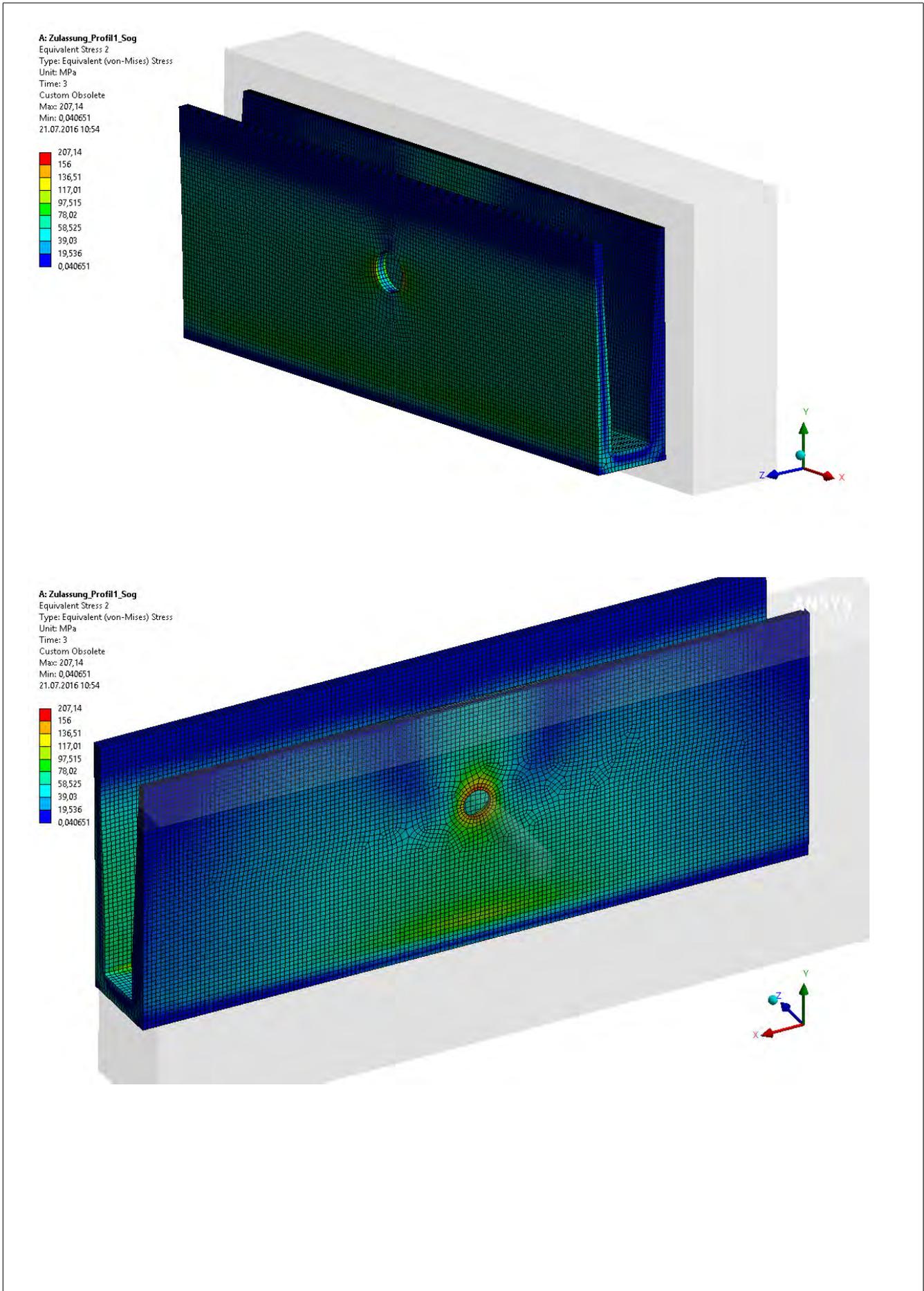
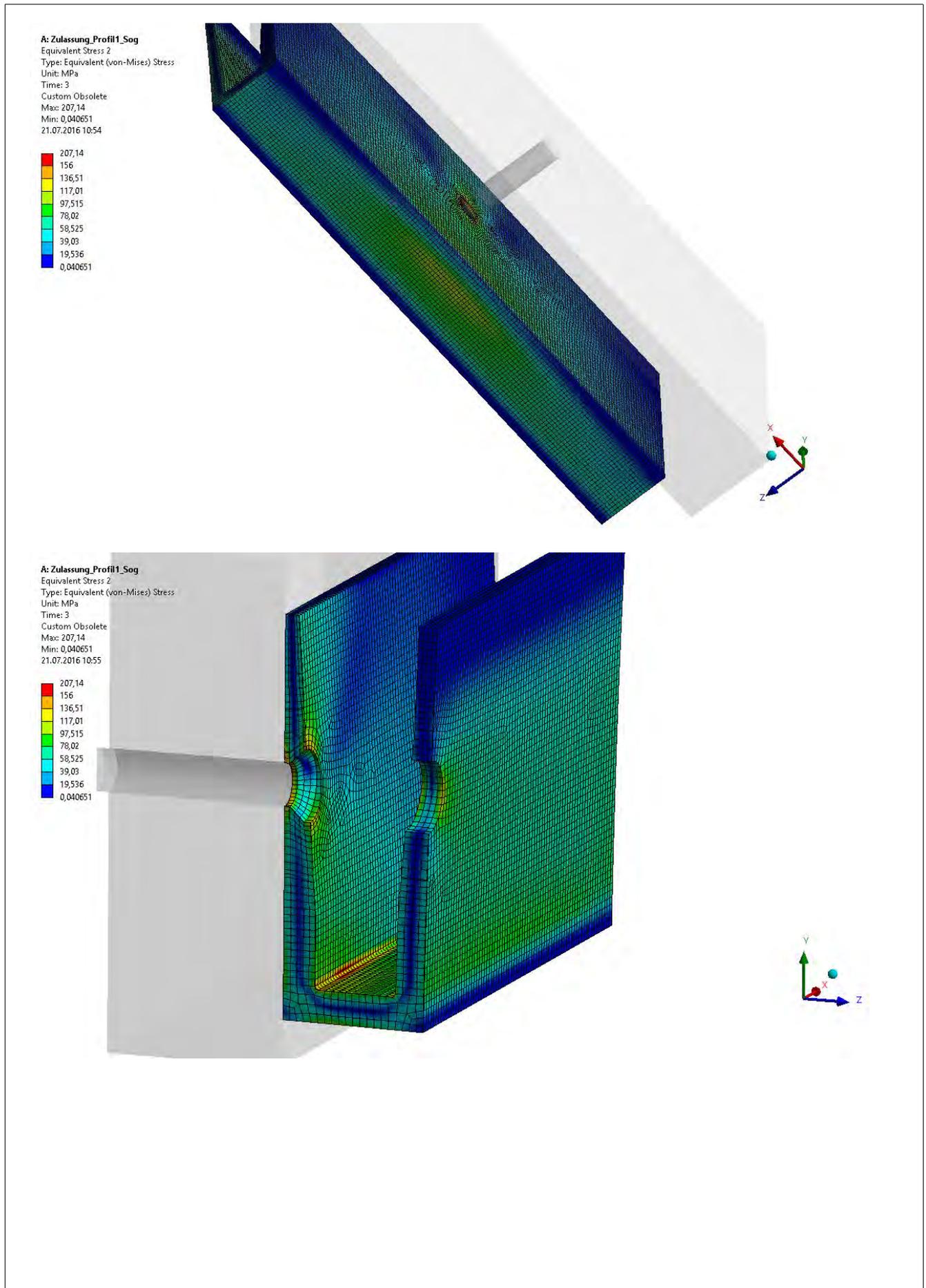


Abbildung 41 Auswertung Verformung mit 5- facher Überhöhung

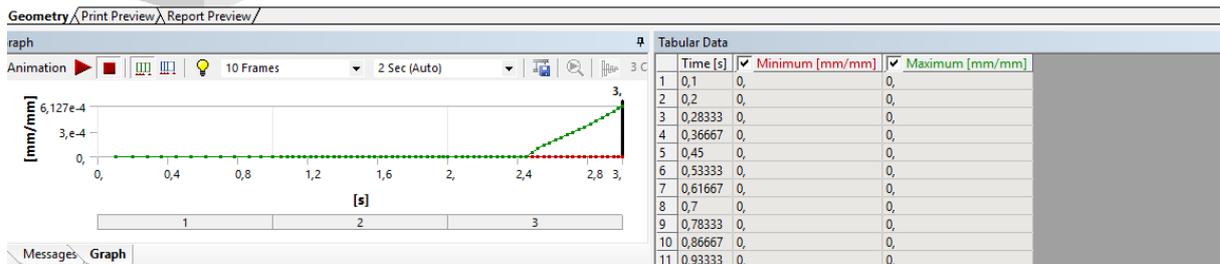
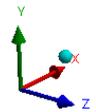
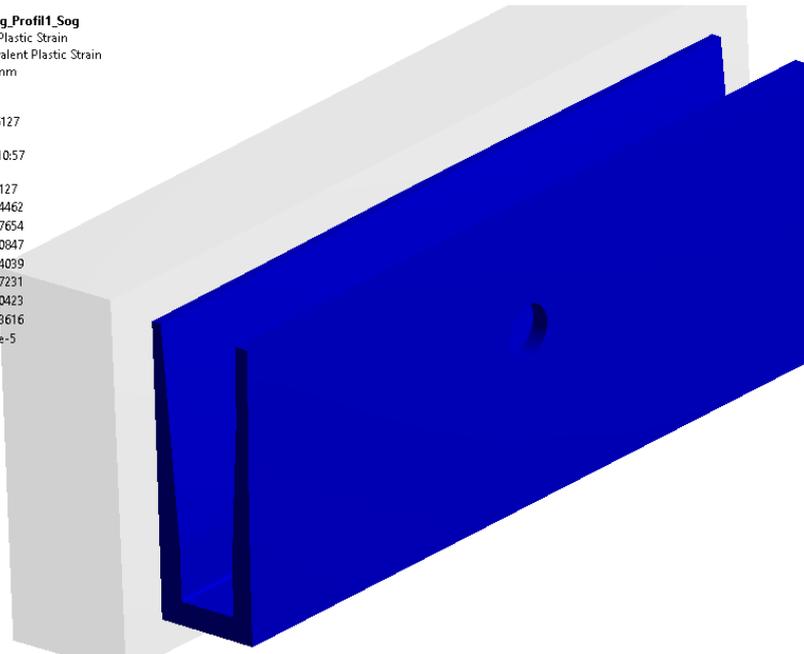
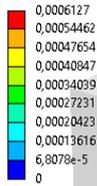




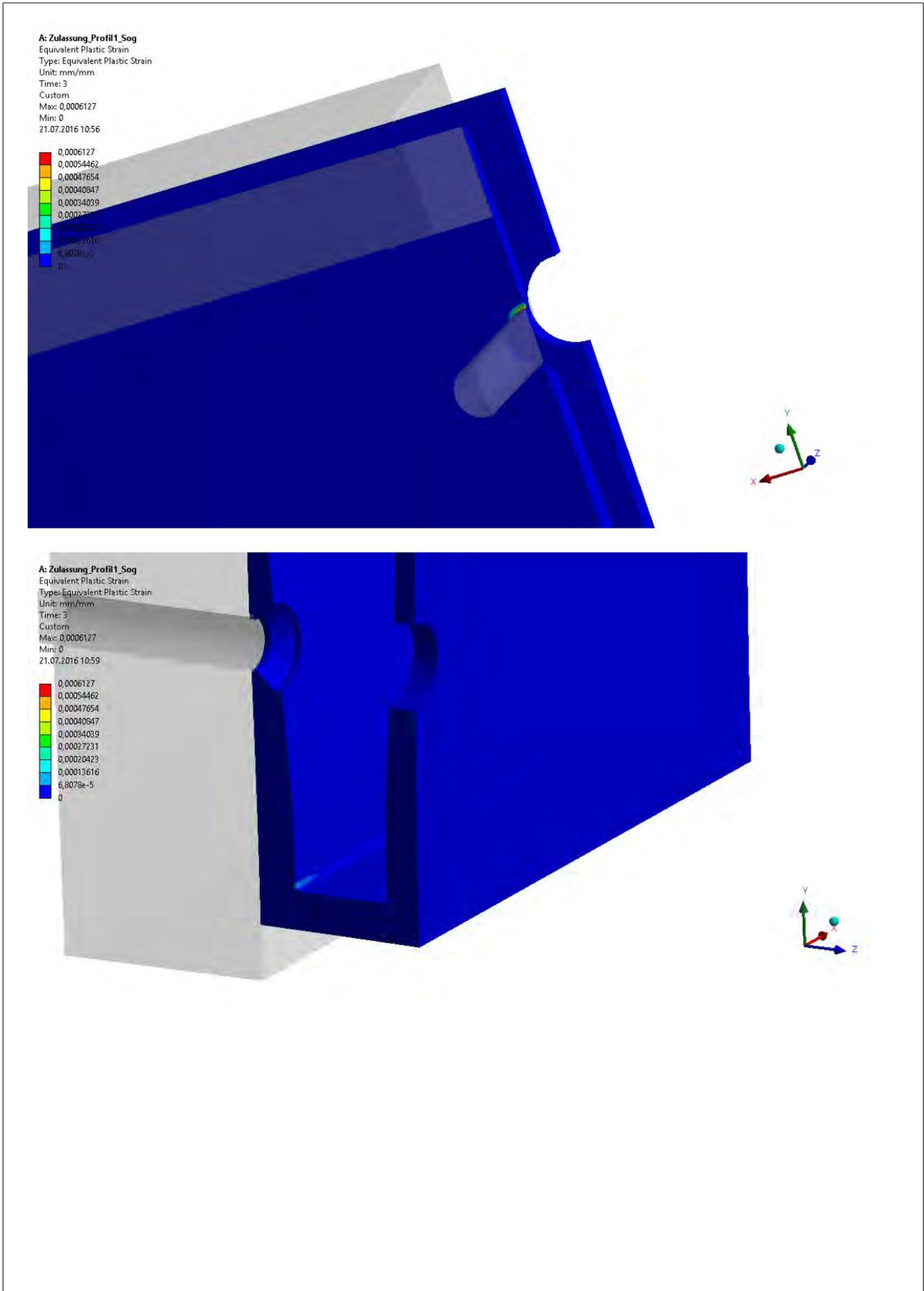


### ERGEBNISSE PLASTISCHE DEHNUNG

A: Zulassung\_Profil1\_Sog  
 Equivalent Plastic Strain  
 Type: Equivalent Plastic Strain  
 Unit: mm/mm  
 Time: 3  
 Custom  
 Max: 0,0006127  
 Min: 0  
 21.07.2016 10:57



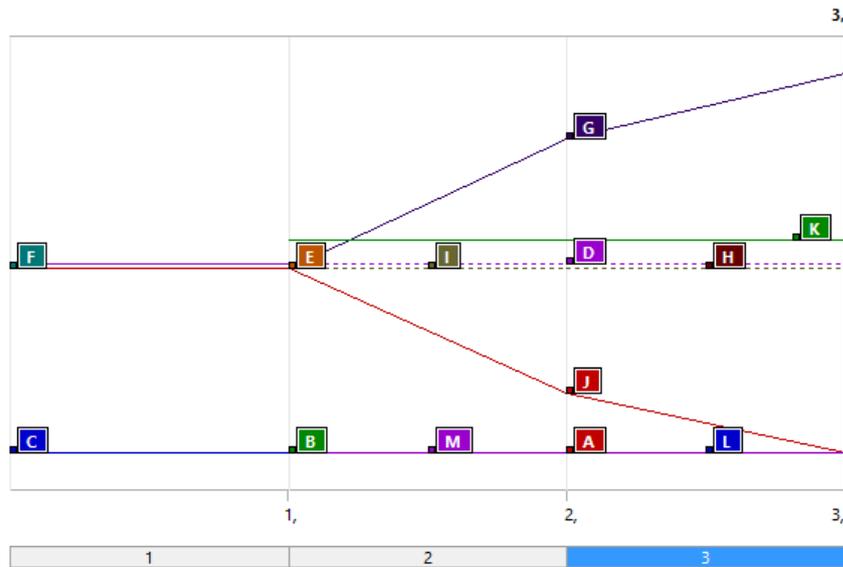
Im gesamten Profil treten bis auf sehr lokale Lasteinleitungsstellen keine plastische Dehnung auf. Dort wo sie auftreten sind sie sehr gering. Diese sind in Übereinstimmung mit dem gewählten Materialgesetz ok.



### RANDBEDINGUNGEN UND LASTEN: SYSTEM DRUCK

Die Geometrie und das Netz sind dieselben wie für Sog.

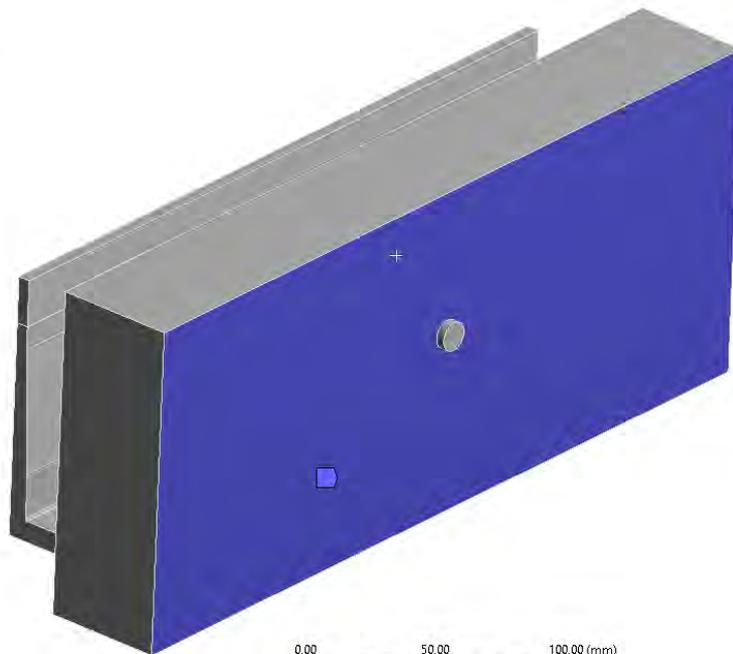
- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>A</b> Remote Displacement (X) | <b>B</b> Remote Displacement (Y)  |
| <b>C</b> Remote Displacement (Z) | <b>D</b> Remote Displacement (RZ) |
| <b>E</b> Force (X)               | <b>F</b> Force (Y)                |
| <b>G</b> Force (Z)               | <b>H</b> Force 2 (X)              |
| <b>I</b> Force 2 (Y)             | <b>J</b> Force 2 (Z)              |



A: Zulassung\_Profil1\_Sog

Fixed Support  
Time: 1, s  
21.07.2016 10:45

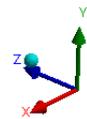
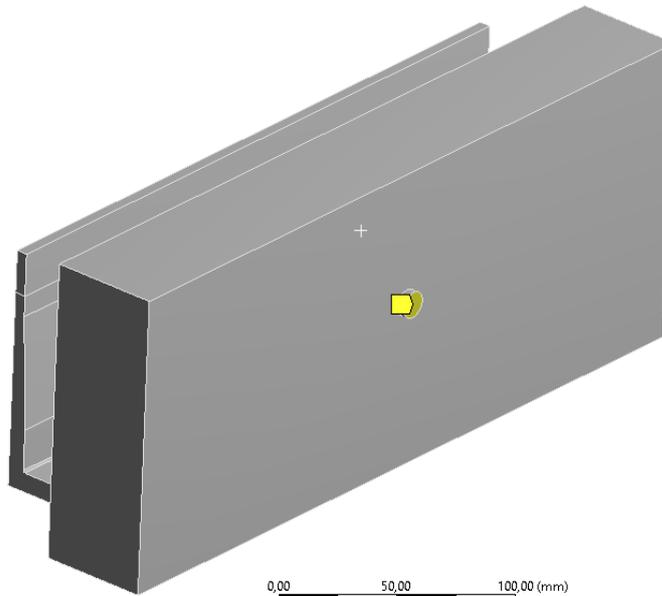
Fixed Support



**A: Zulassung\_Profil1\_Sog**

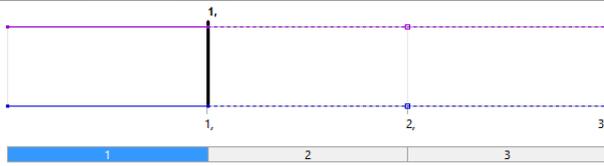
Remote Displacement  
Time: 1, s  
21.07.2016 10:46

Remote Displacement  
Components: 0,0,0, mm  
Rotation: Free, Free, 0, °  
Location: 1350, 65, -94,5 mm



Geometry | Print Preview | Report Preview

Graph



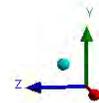
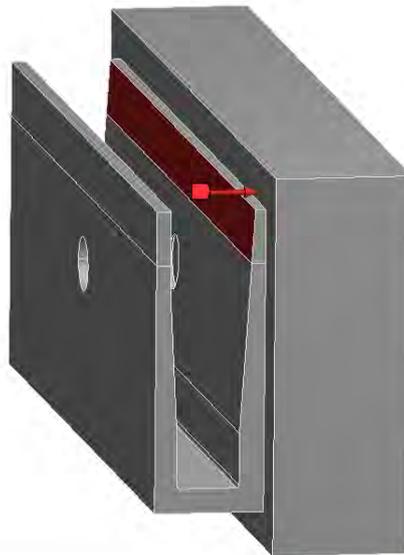
Tabular Data

Steps	Time [s]	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	RZ [°]
1	0,	0,	0,	0,	0,
2	1,	0,	0,	0,	0,
3	2,	= 0,	= 0,	= 0,	= 0,
4	3,	= 0,	= 0,	= 0,	= 0,

**B: Zulassung\_Profil1\_Druck**

Force  
Time: 3, s  
21.07.2016 11:02

Force: 3300, N  
Components: 0,0,-3300, N



Geometry | Print Preview | Report Preview

Graph



Tabular Data

Steps	Time [s]	X [N]	Y [N]	Z [N]
1	0,	0,	0,	0,
2	1,	0,	0,	0,
3	2,	= 0,	= 0,	-2200,
4	3,	= 0,	= 0,	-3300,

**B: Zulassung\_Profil1\_Druck**

Force 2  
Time: 3, s  
21.07.2016 11:02

Force 2: 3100, N  
Components: 0,0,3100, N



Geometry | Print Preview | Report Preview

Graph



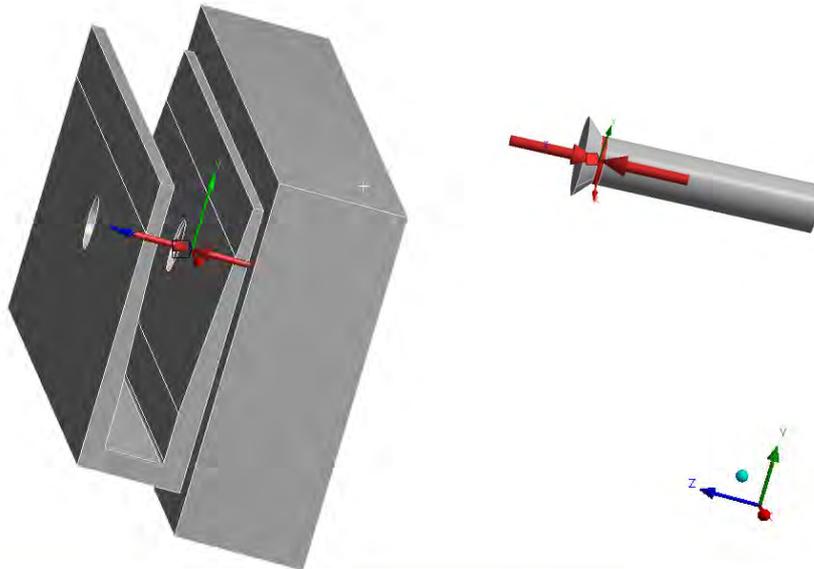
Tabular Data

Steps	Time [s]	X [N]	Y [N]	Z [N]
1	0	0	0	0
2	1	0	0	0
3	2	0	0	2100
4	3	0	0	3100

**A: Zulassung\_Profil1\_Sog**

Bolt Pretension  
Time: 3, s  
21.07.2016 10:48

Bolt Pretension: Lock



Geometry | Print Preview | Report Preview

Graph



Tabular Data

Steps	Define By	Preload [N]	Preadjustment [mm]	Increment [mm]
1	Load	500	N/A	N/A
2	Lock	N/A	N/A	N/A
3	Lock	N/A	N/A	N/A

### ERGEBNISSE VERFORMUNG

**B: Zulassung\_Profil1\_Druck**  
 Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 3  
 Custom  
 Max: 1,2876  
 Min: 0  
 21.07.2016 11:04

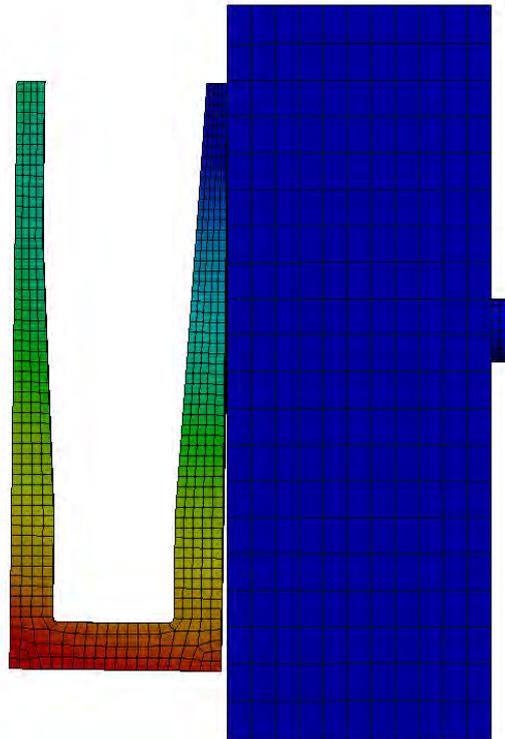


Abbildung 43 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

**B: Zulassung\_Profil1\_Druck**  
 Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 3  
 Custom  
 Max: 1,2876  
 Min: 0  
 21.07.2016 11:04

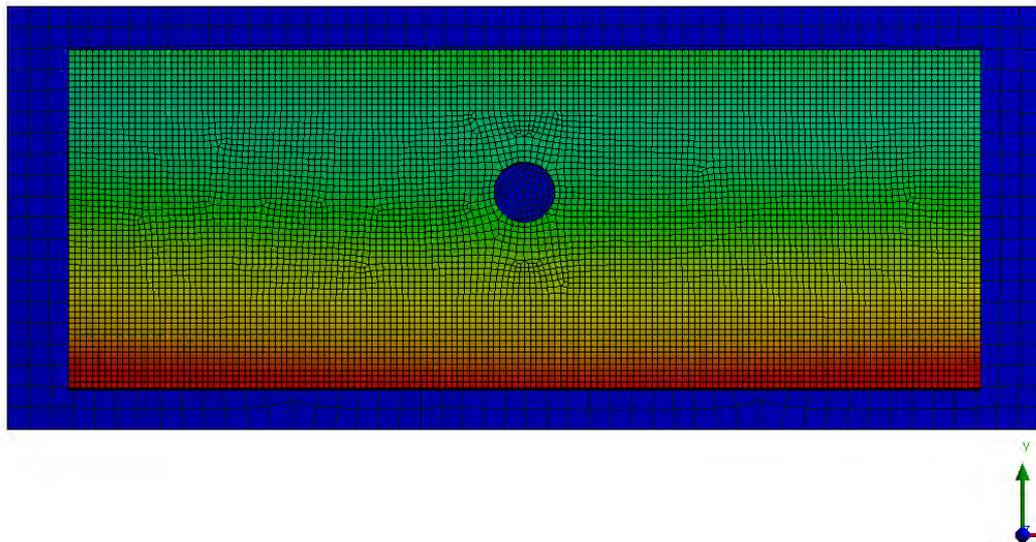
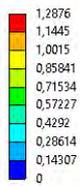


Abbildung 44 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

**B: Zulassung\_Profil1\_Druck**  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 1,2876  
Min: 0  
21.07.2016 11:05

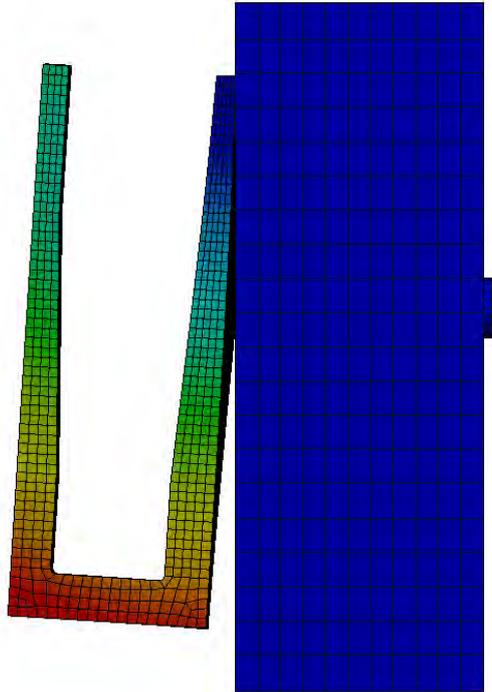
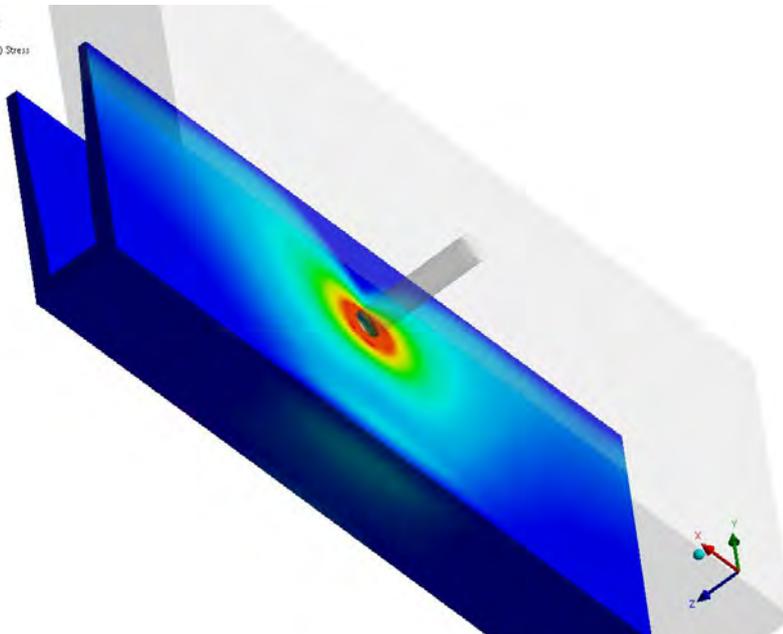
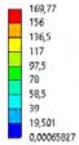


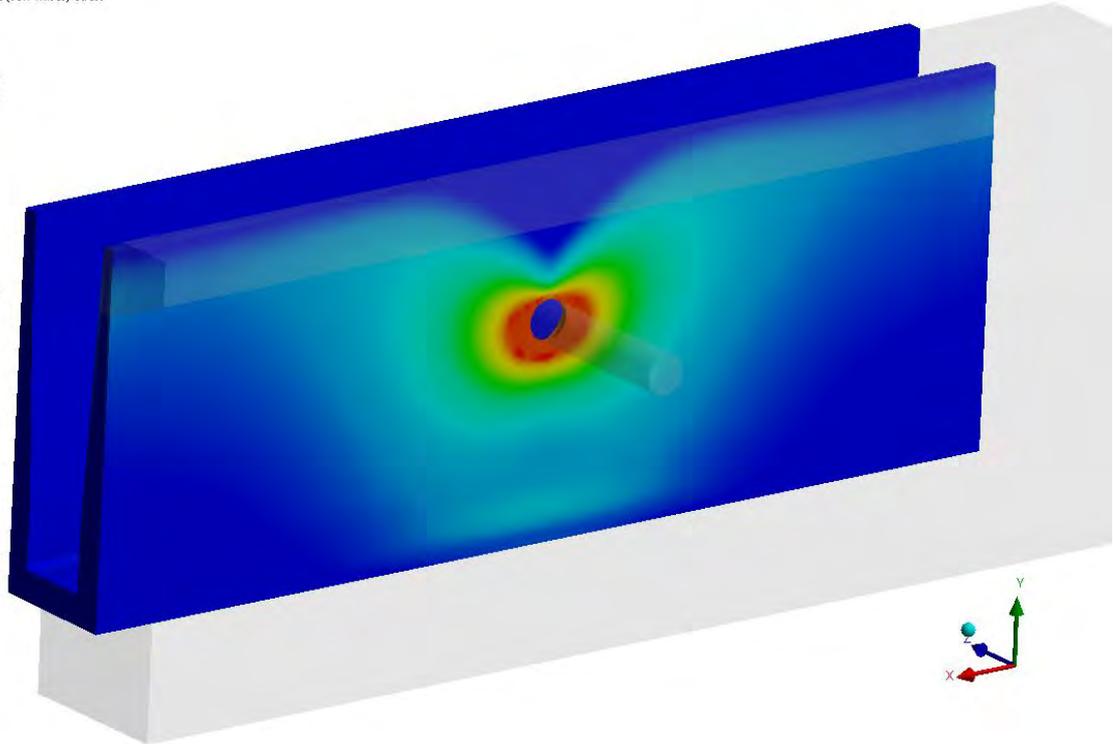
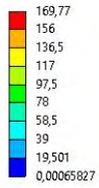
Abbildung 45 Auswertung Verformung 5 - fache Überhöhung

### ERGEBNISSE PLASTISCHE DEHNUNG

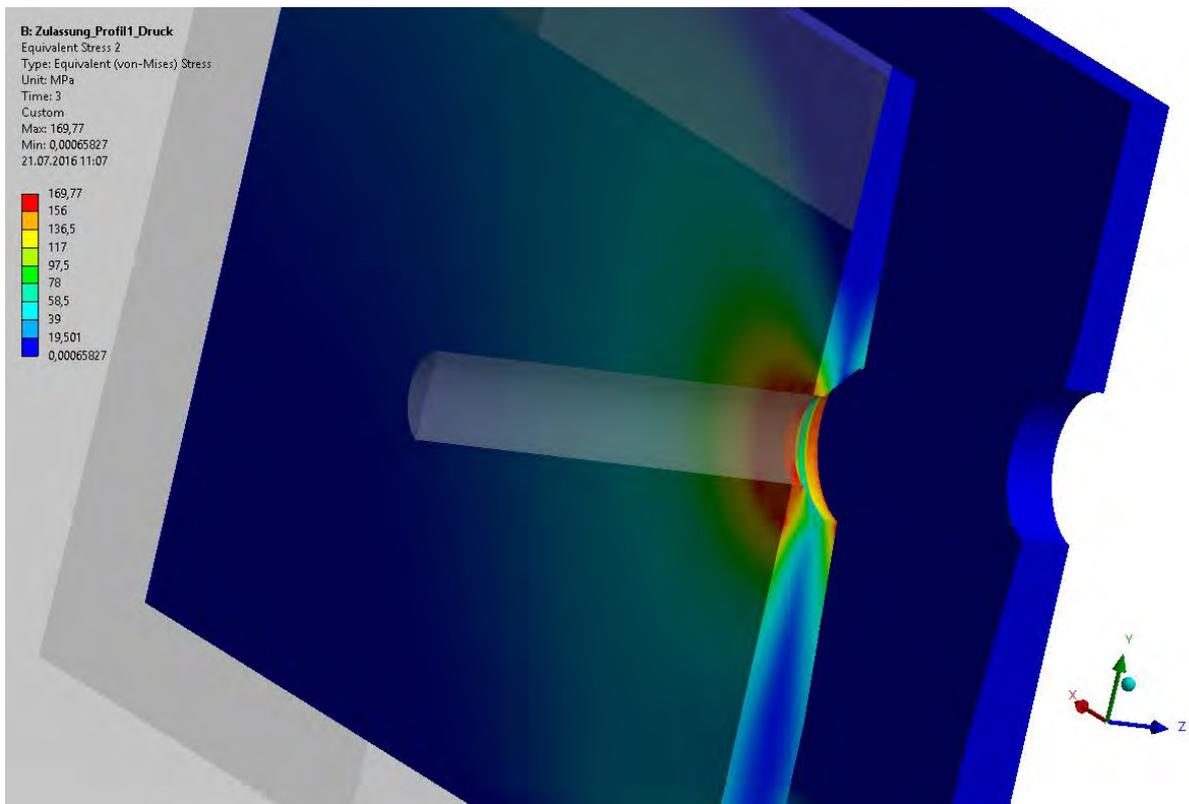
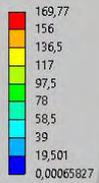
**B: Zulassung\_Profil1\_Druck**  
Equivalent Stress 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 169,77  
Min: 0,00005827  
21.07.2016 11:06



**B: Zulassung\_Profil1\_Druck**  
Equivalent Stress 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 169,77  
Min: 0,00065827  
21.07.2016 11:06



**B: Zulassung\_Profil1\_Druck**  
Equivalent Stress 2  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 169,77  
Min: 0,00065827  
21.07.2016 11:07



### 5.2.2 Bemessung Aluminiumprofil Typ 2

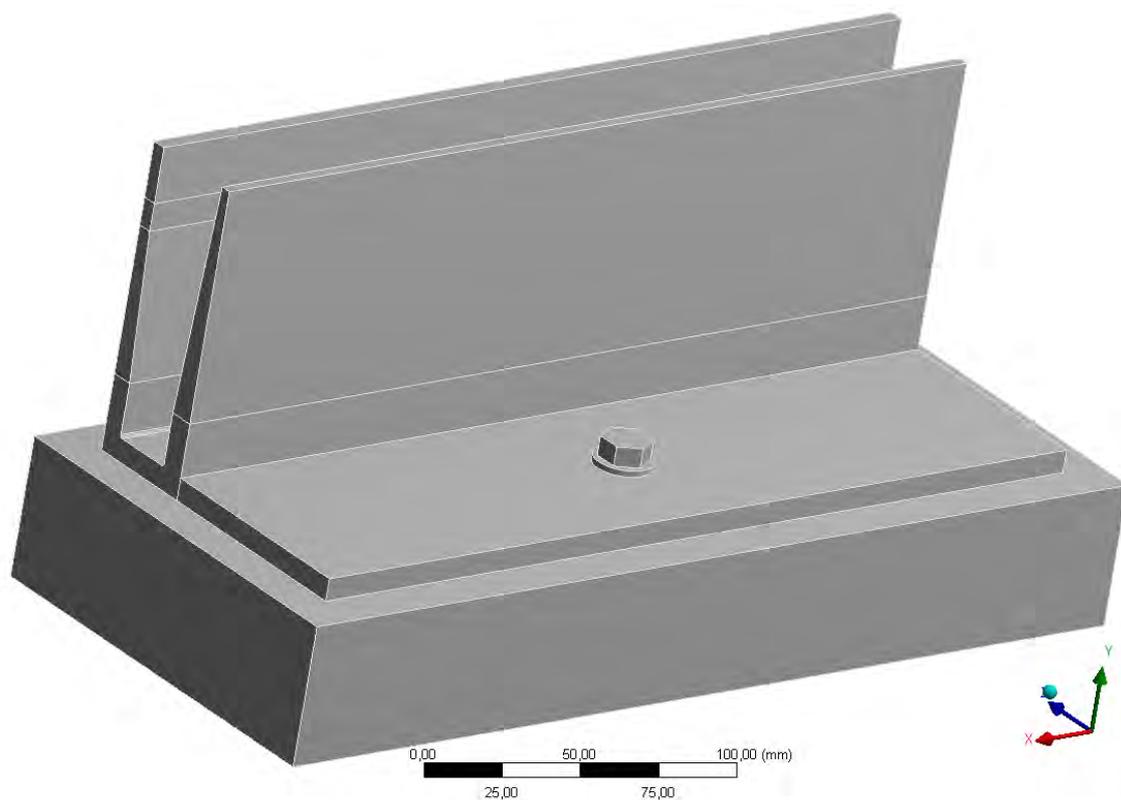
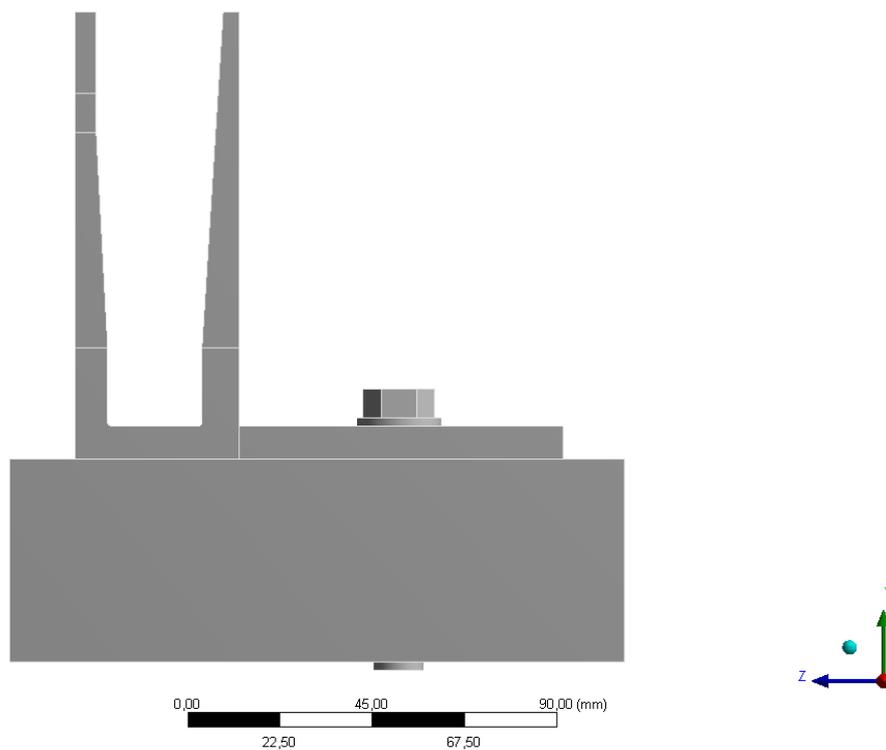
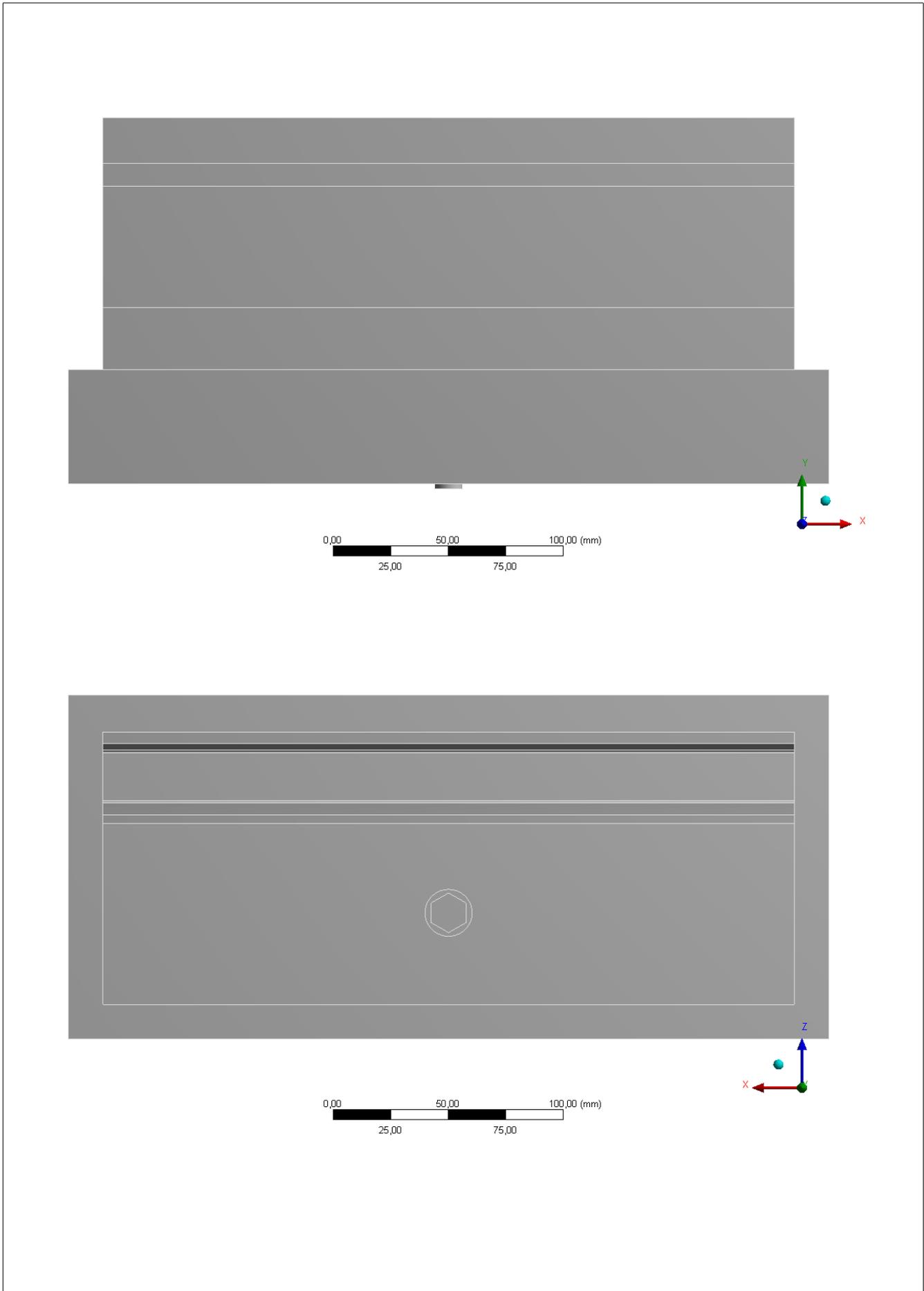


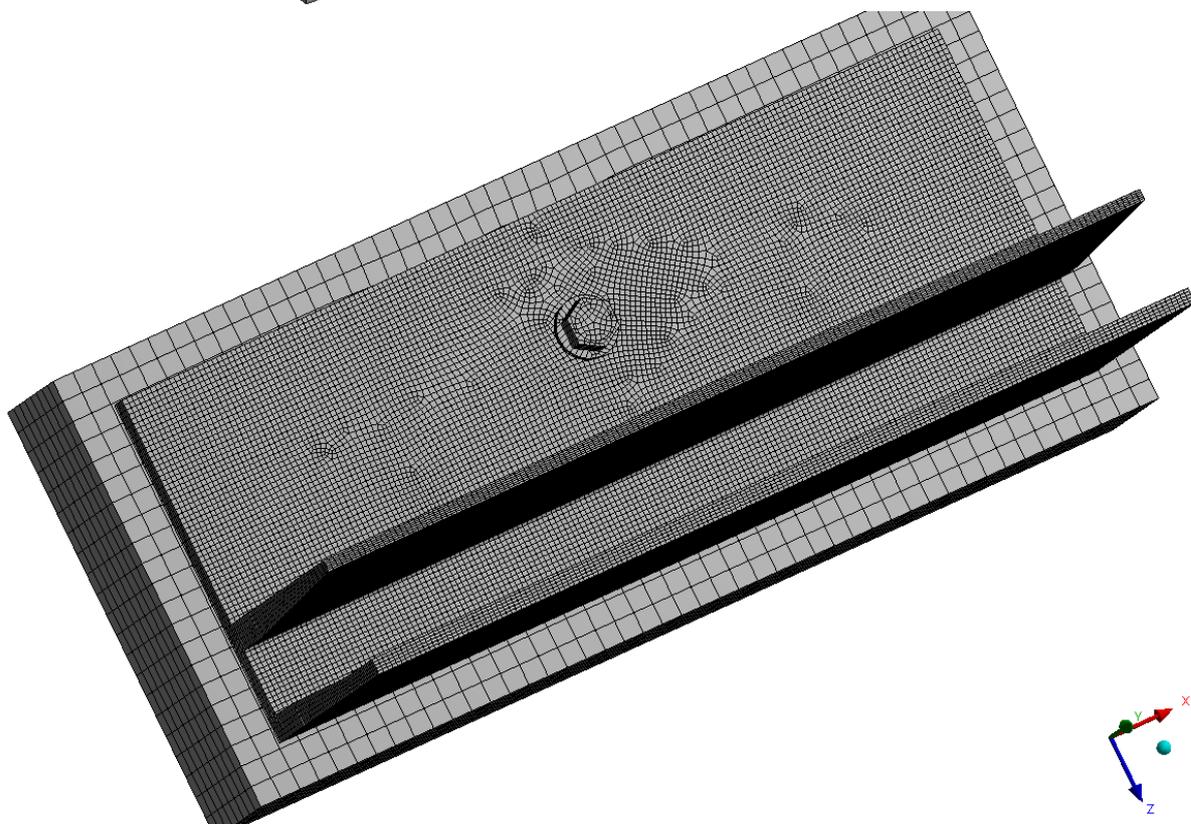
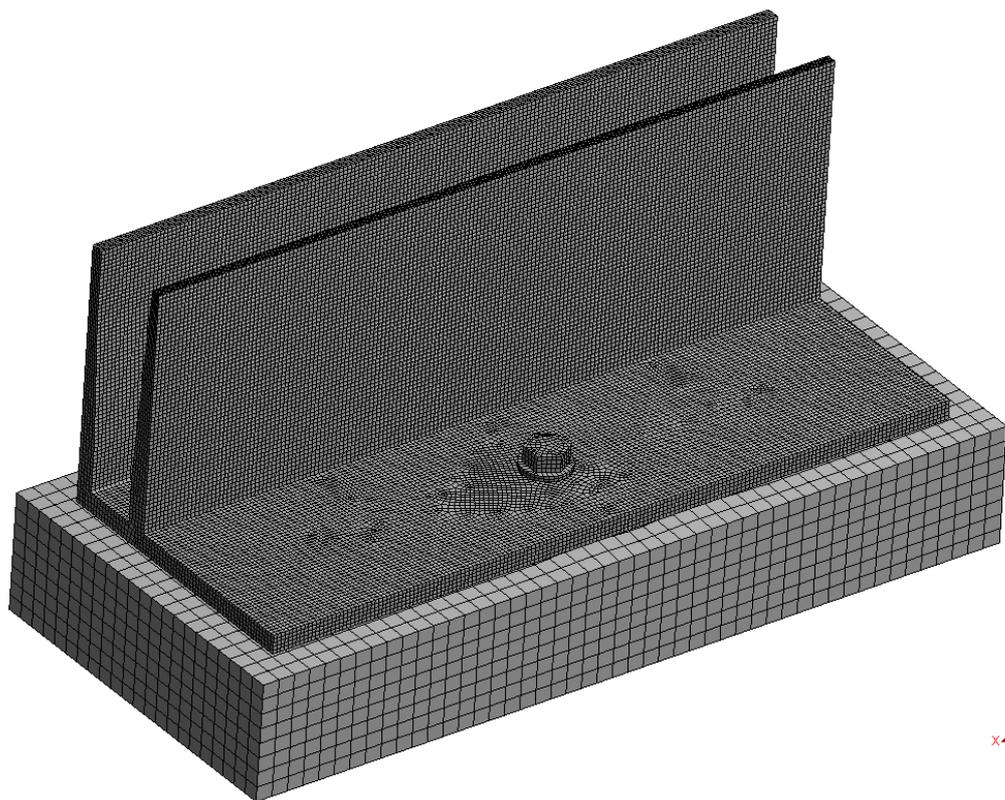
Abbildung 46 Ansicht Profiltyp 2

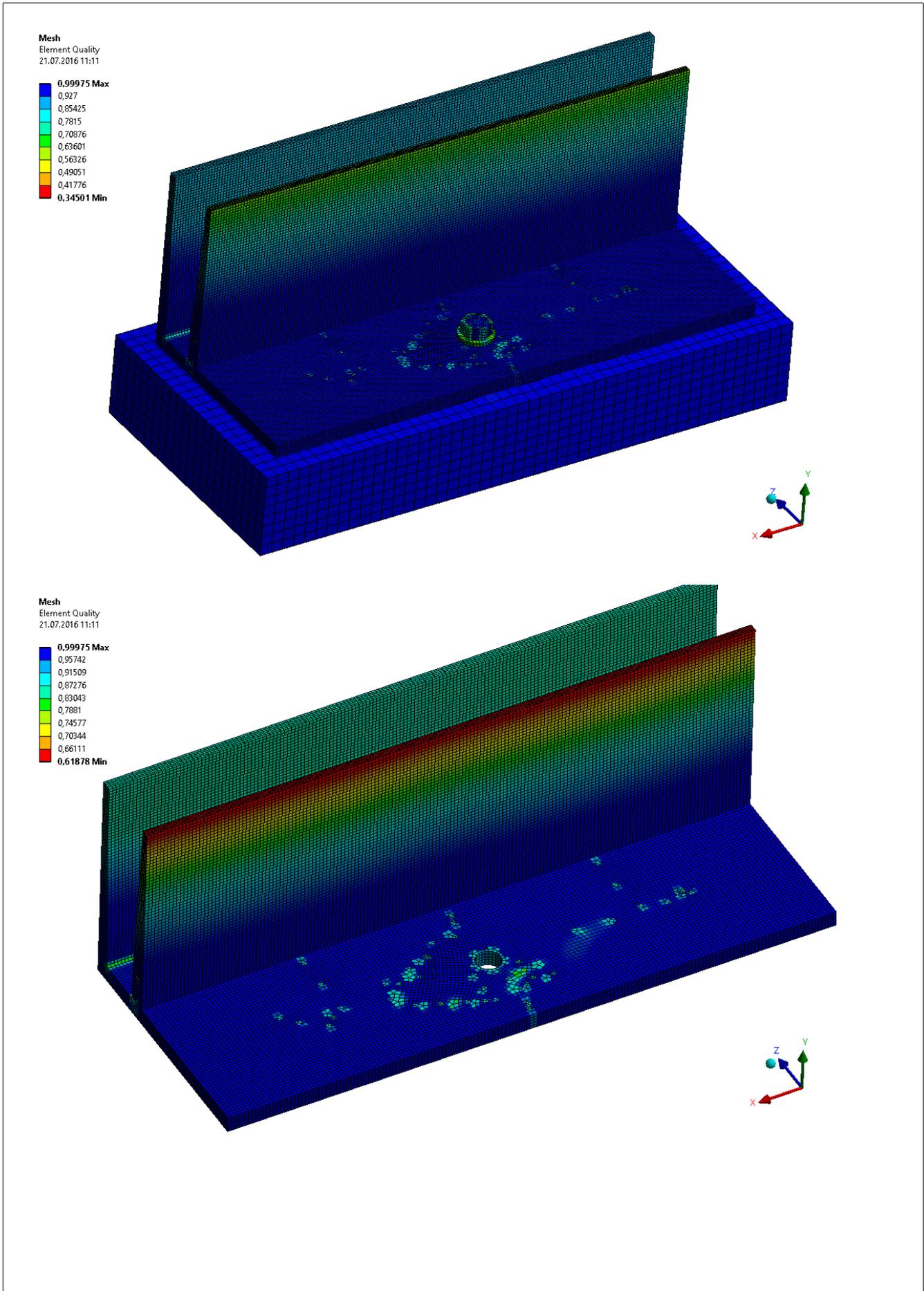
#### GEOMETRIE:



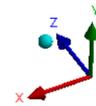
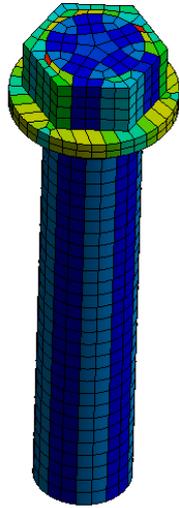
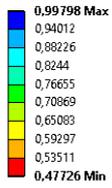


**NETZ MODELLIERUNG:**

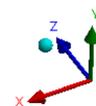
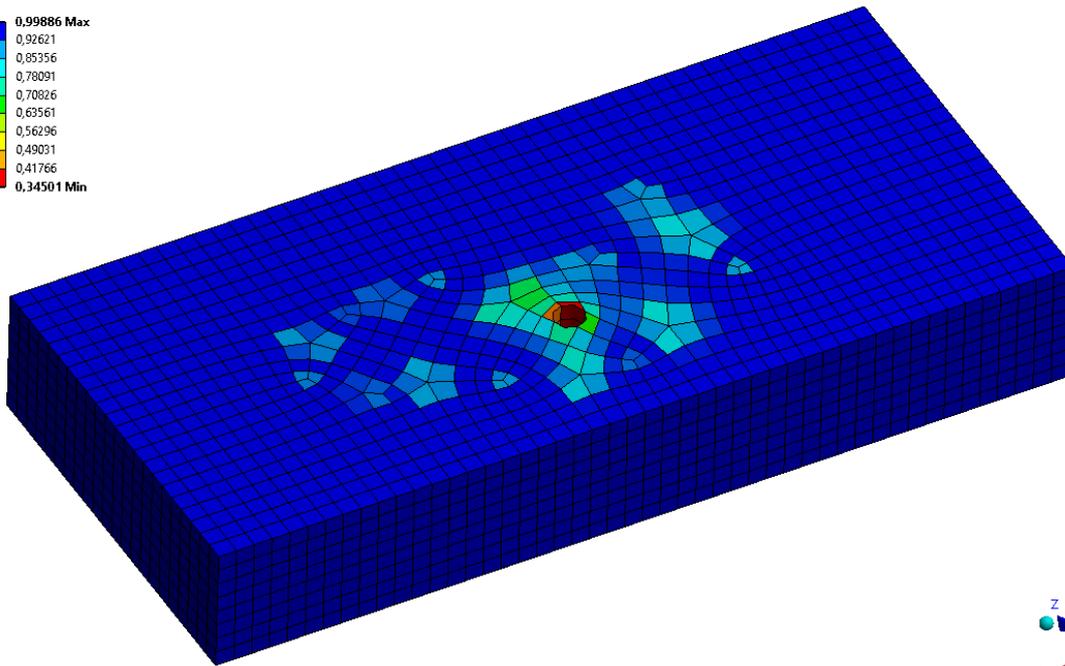
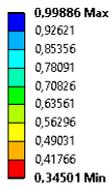




Mesh  
Element Quality  
21.07.2016 11:11

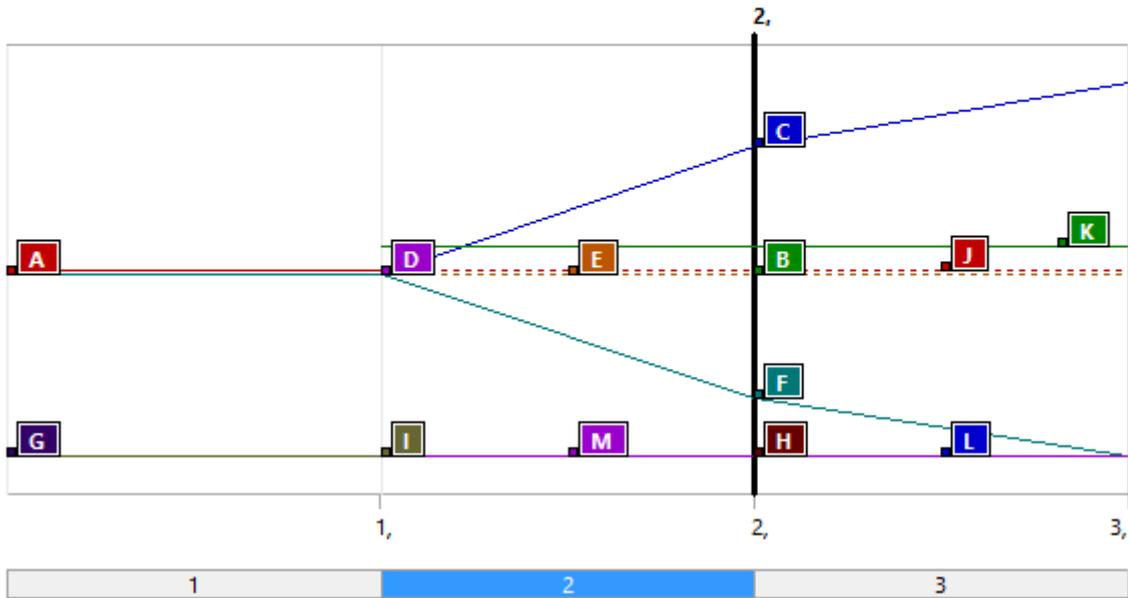


Mesh  
Element Quality  
21.07.2016 11:12

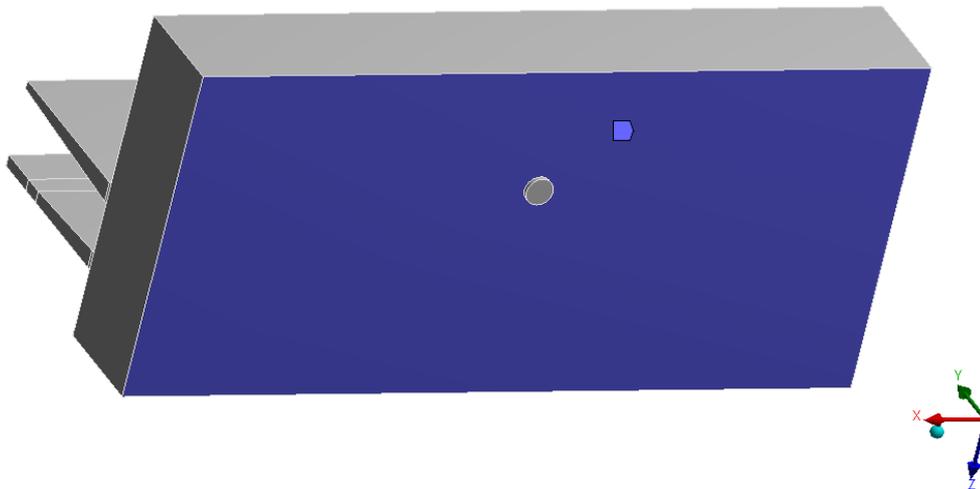


### RANDBEDINGUNGEN UND LASTEN: SYSTEM SOG

- |                                   |                                  |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>A</b> Force (X)                | <b>B</b> Force (Y)               | <b>C</b> Force (Z)               |
| <b>D</b> Force 2 (X)              | <b>E</b> Force 2 (Y)             | <b>F</b> Force 2 (Z)             |
| <b>G</b> Remote Displacement (X)  | <b>H</b> Remote Displacement (Y) | <b>I</b> Remote Displacement (Z) |
| <b>J</b> Remote Displacement (RY) |                                  |                                  |

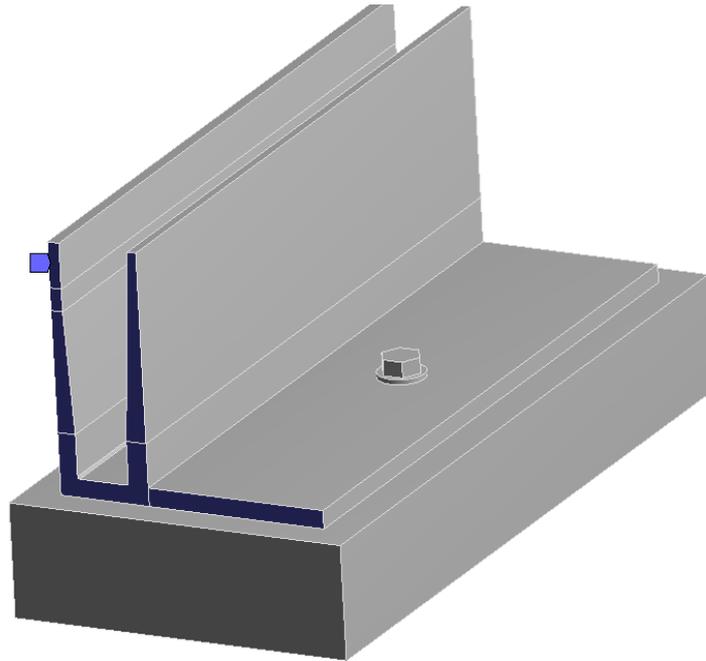


C:Zulassung\_Profil2\_Sog  
 Fixed Support  
 Time: 2, s  
 21.07.2016 11:12  
 Fixed Support



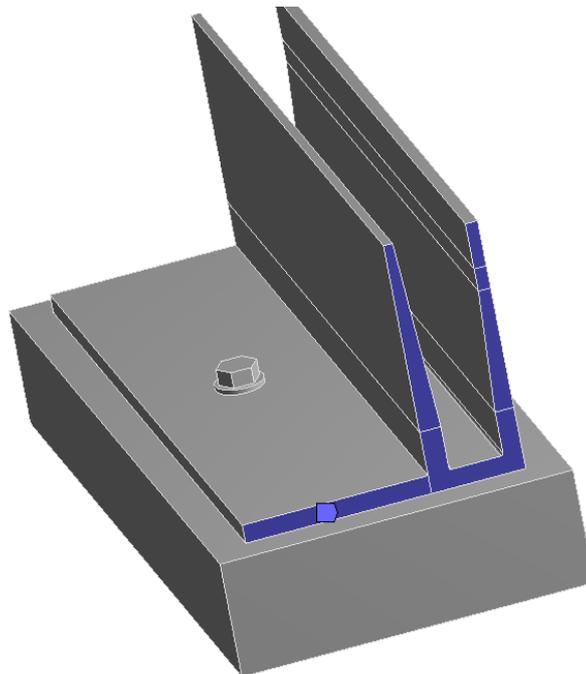
C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
Frictionless Support  
Time: 2, s  
21.07.2016 11:12

Frictionless Support



C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
Frictionless Support 2  
Time: 2, s  
21.07.2016 11:13

Frictionless Support 2



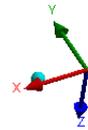
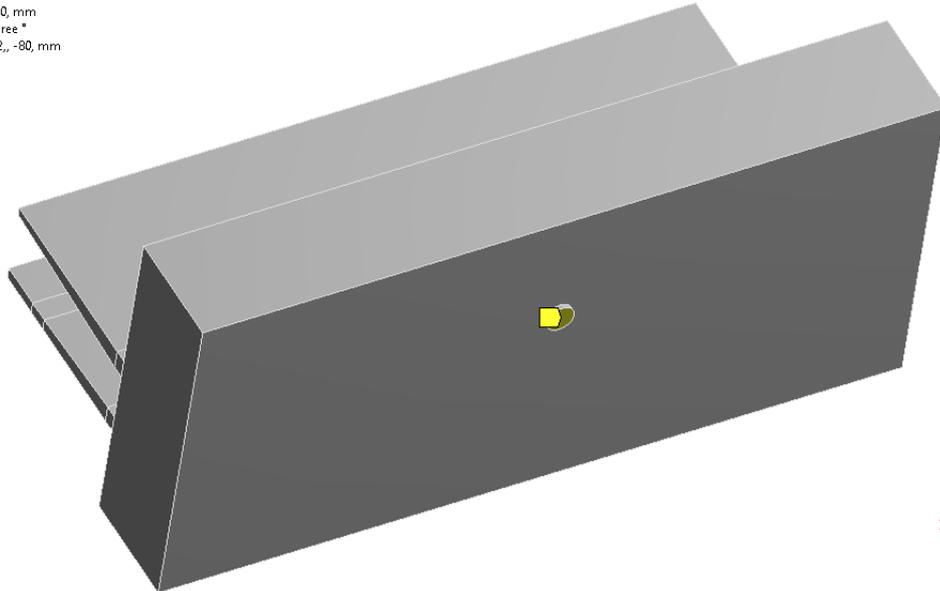
C: Zulassung\_Profil2\_Sog

Remote Displacement

Time: 2, s

21.07.2016 11:13

Remote Displacement  
 Components: 0,0,0, mm  
 Rotation: Free, 0, Free °  
 Location: 2550, -52, -80, mm



Geometry | Print Preview | Report Preview

Graph



Tabular Data

Steps	Time [s]	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	RY [°]
1	0,	0,	0,	0,	0,
2	1,	0,	0,	0,	0,
3	2,	= 0,	= 0,	= 0,	= 0,
4	3,	= 0,	= 0,	= 0,	= 0,

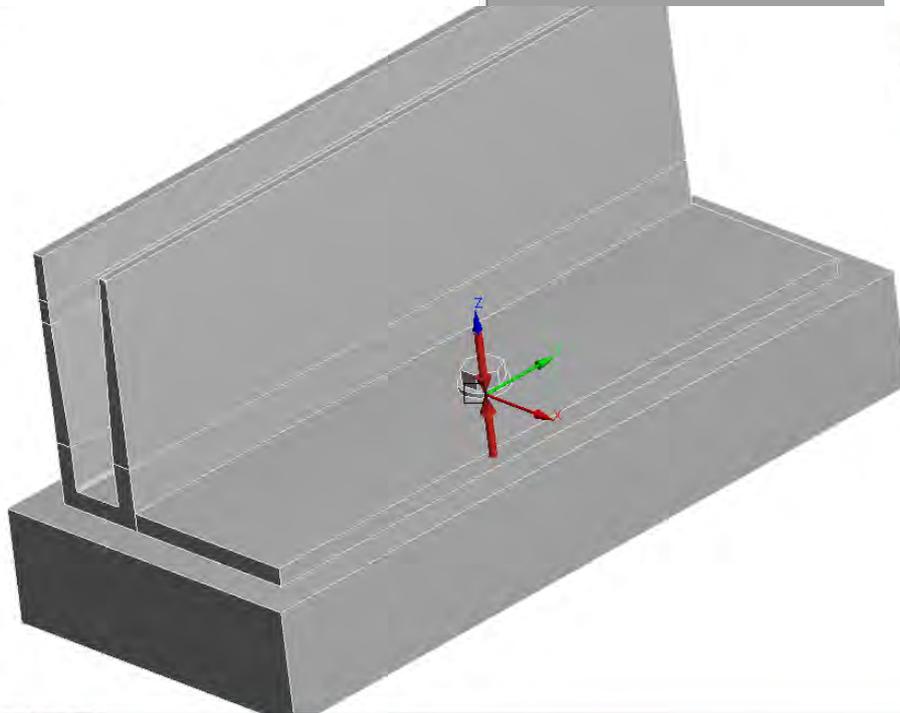
C: Zulassung\_Profil2\_Sog

Bolt Pretension

Time: 2, s

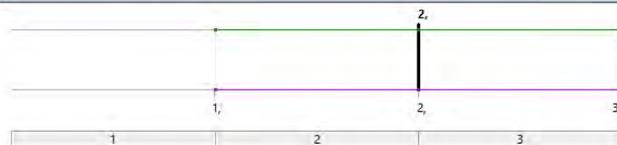
21.07.2016 11:13

Bolt Pretension: Lock



Geometry | Print Preview | Report Preview

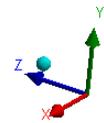
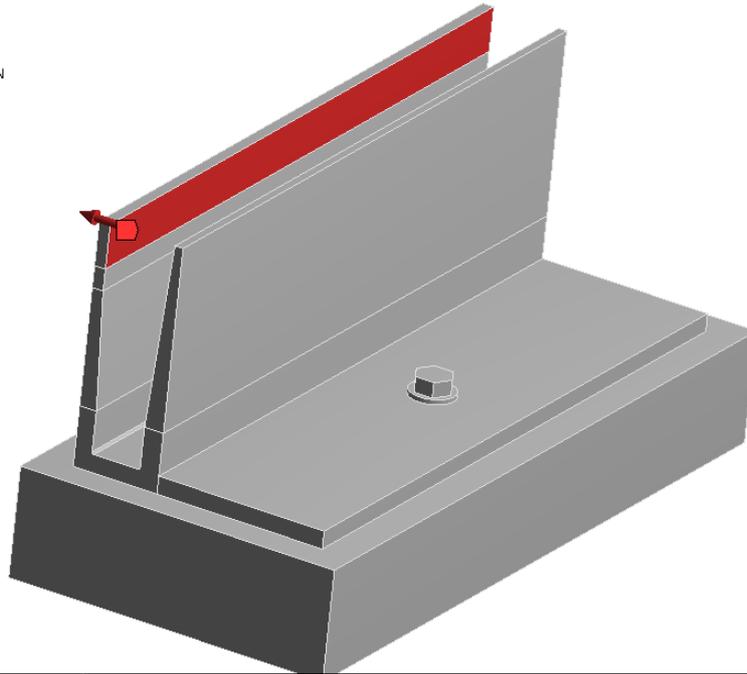
Graph



Tabular Data

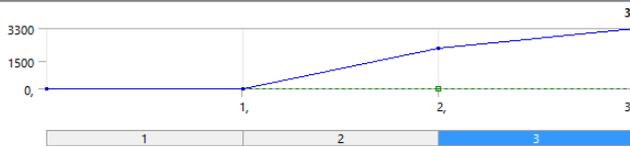
Steps	Define By	Preload [N]	Preadjustment [mm]	Increment [mm]
1	Load	500,	N/A	N/A
2	Lock	N/A	N/A	N/A
3	Lock	N/A	N/A	N/A

C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
 Force  
 Time: 3, s  
 21.07.2016 11:15  
 Force: 3300, N  
 Components: 0,0;3300, N



Geometry | Print Preview | Report Preview

Graph

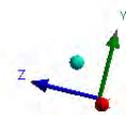
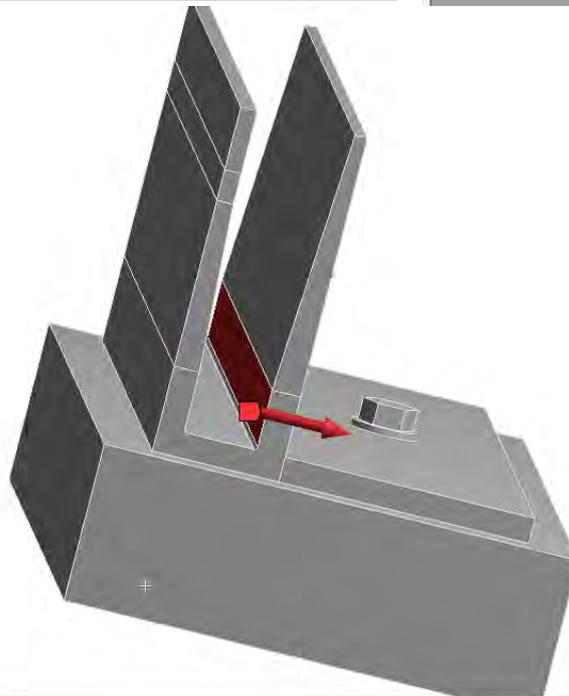


Tabular Data

Steps	Time [s]	X [N]	Y [N]	Z [N]
1	0,	0,	0,	0,
2	1,	0,	0,	0,
3	2,	= 0,	= 0,	2200,
4	3,	= 0,	= 0,	3300,

C: Zulassung\_Profil2\_Sog

Force 2  
 Time: 3, s  
 21.07.2016 11:15  
 Force 2: 3100, N  
 Components: 0,0;-3100, N



Geometry | Print Preview | Report Preview

Graph



Tabular Data

Steps	Time [s]	X [N]	Y [N]	Z [N]
1	0,	0,	0,	0,
2	1,	0,	0,	0,
3	2,	= 0,	= 0,	-2100,
4	3,	= 0,	= 0,	-3100,

### ERGEBNISSE VERFORMUNG

C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 2,2893  
Min: 0  
21.07.2016 11:15

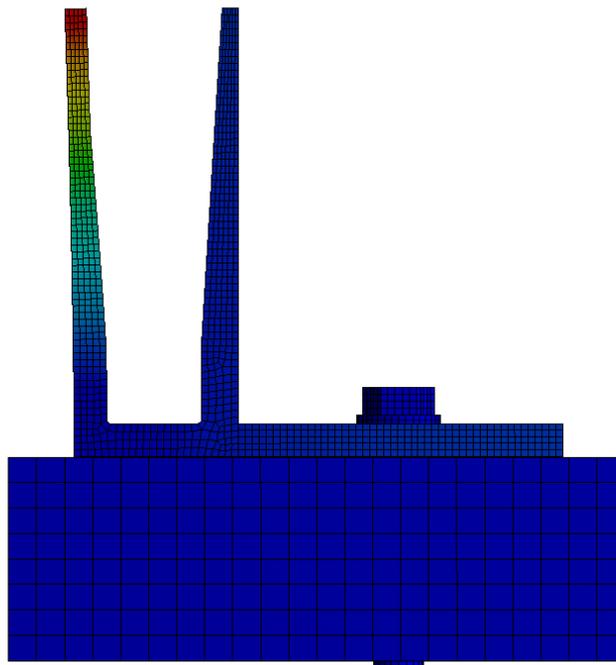
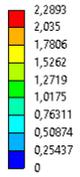


Abbildung 47 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 2,2893  
Min: 0  
21.07.2016 11:16

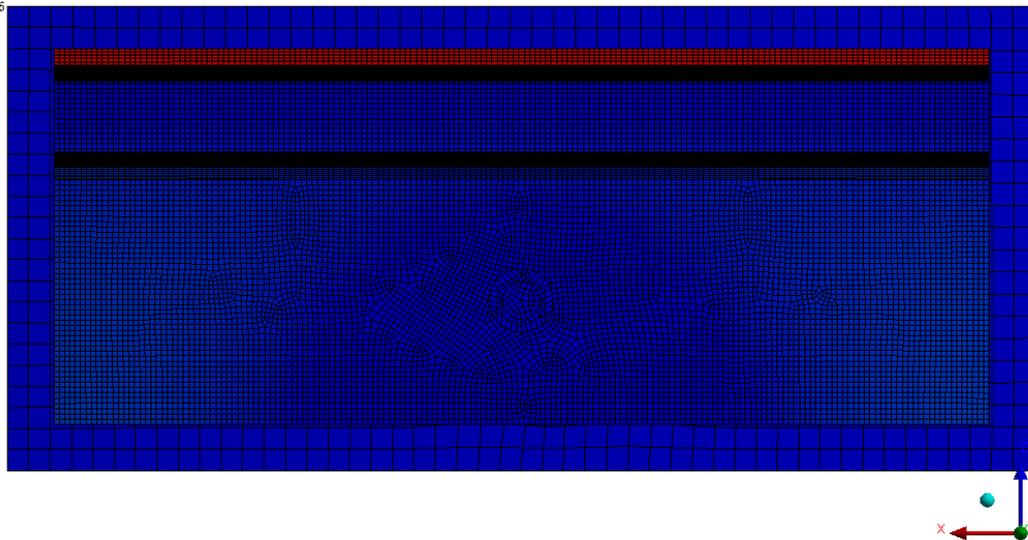
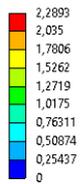


Abbildung 48 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

C: Zulassung\_Profil2\_Sog

Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 3

Custom

Max: 2,2893

Min: 0

21.07.2016 11:16

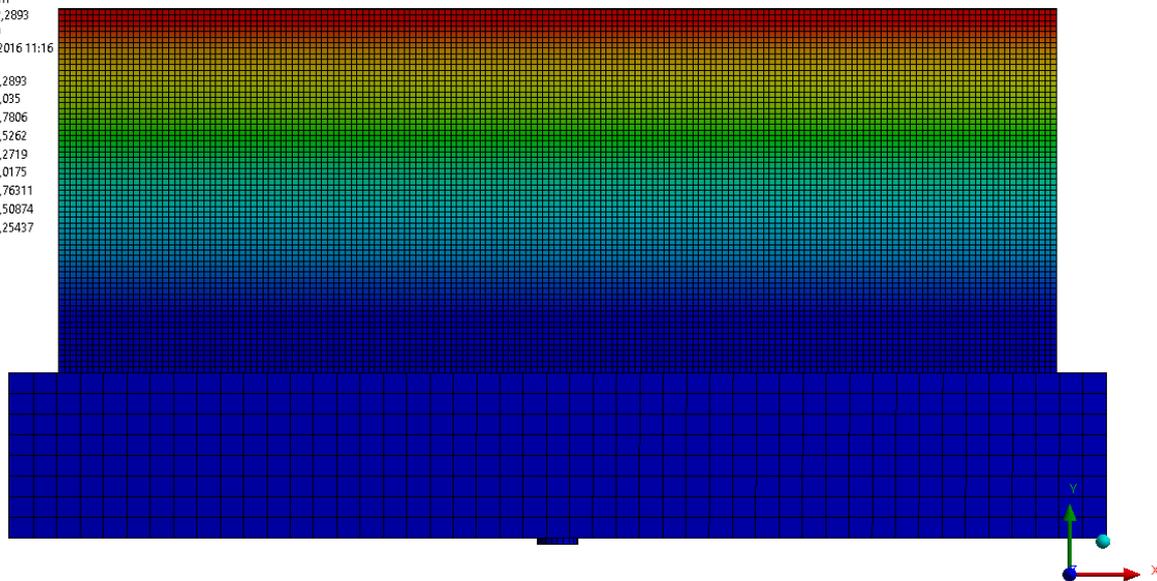
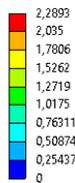


Abbildung 49 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

C: Zulassung\_Profil2\_Sog

Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 3

Custom

Max: 2,2893

Min: 0

21.07.2016 11:16

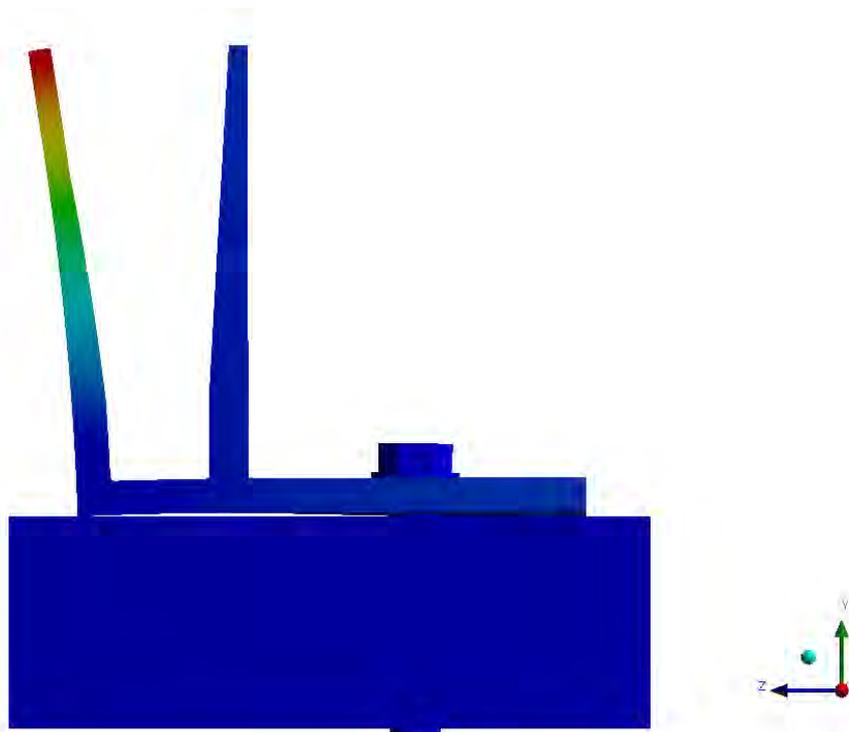
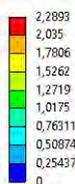


Abbildung 50 Auswertung Verformung 5 - fache Überhöhung

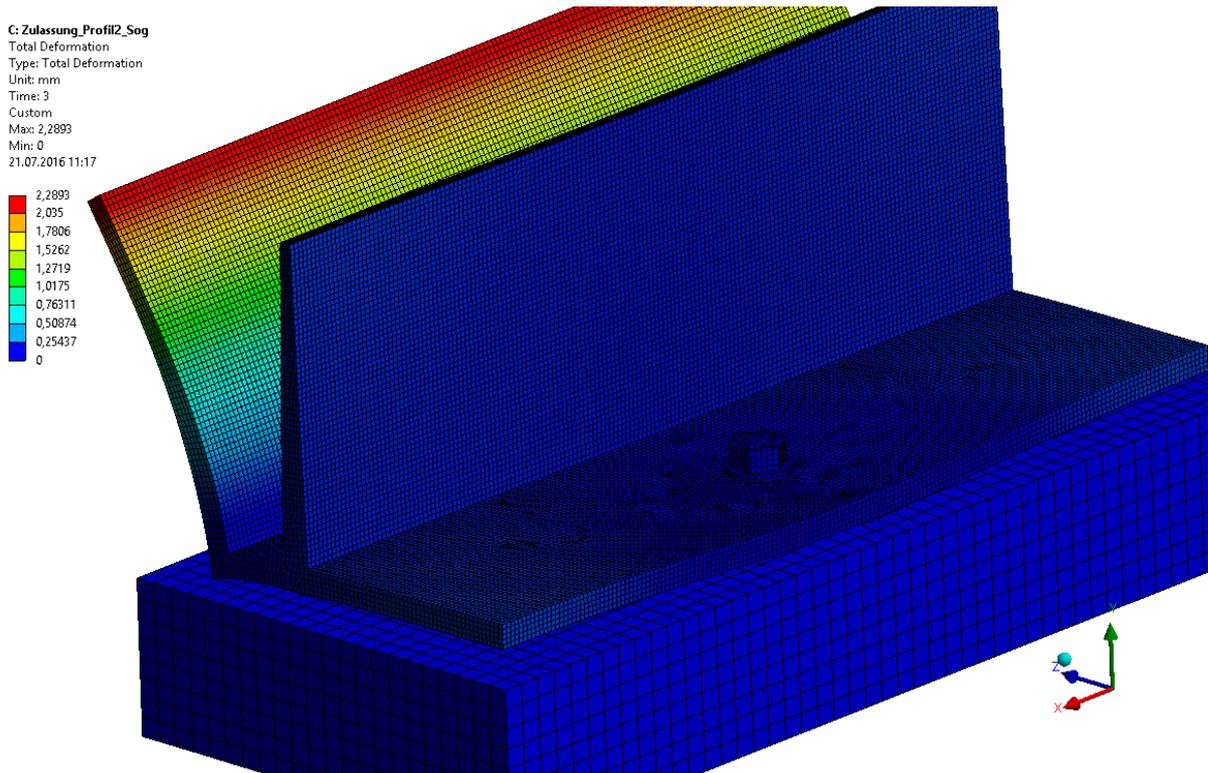


Abbildung 51 Auswertung Verformung 20 - fache Überhöhung

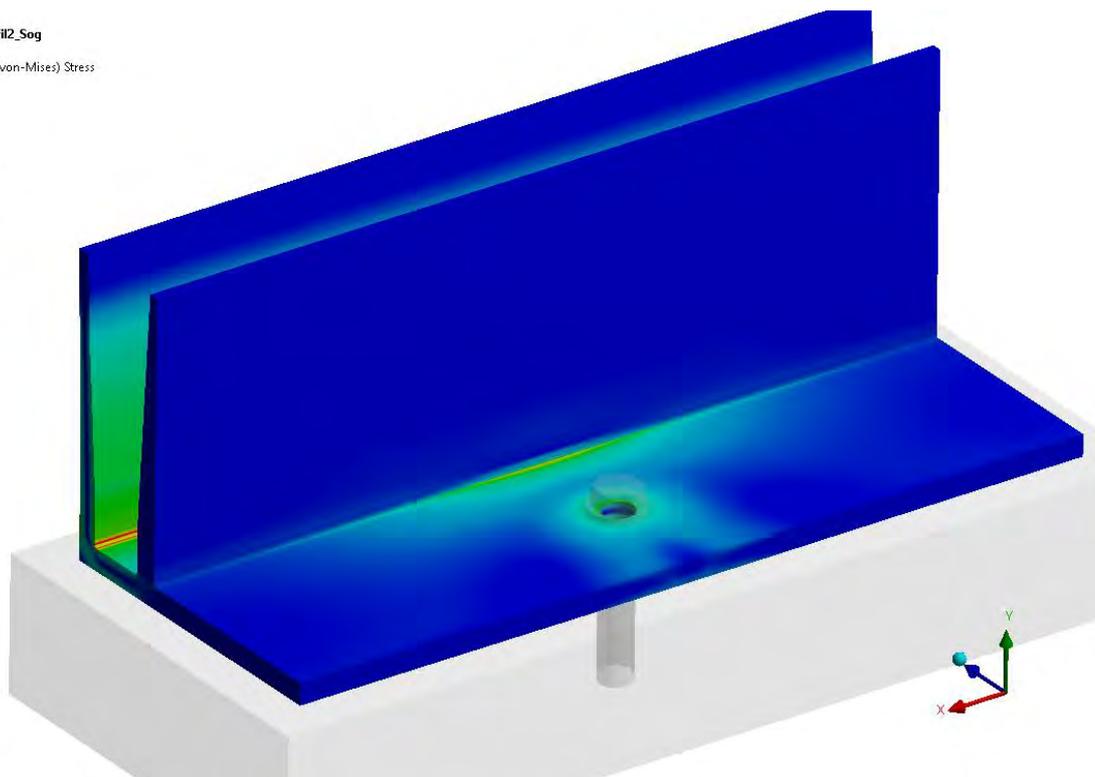
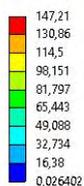
**ERGEBNISSE VERGLEICHSSPANNUNG**

Die in den nachfolgenden 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.

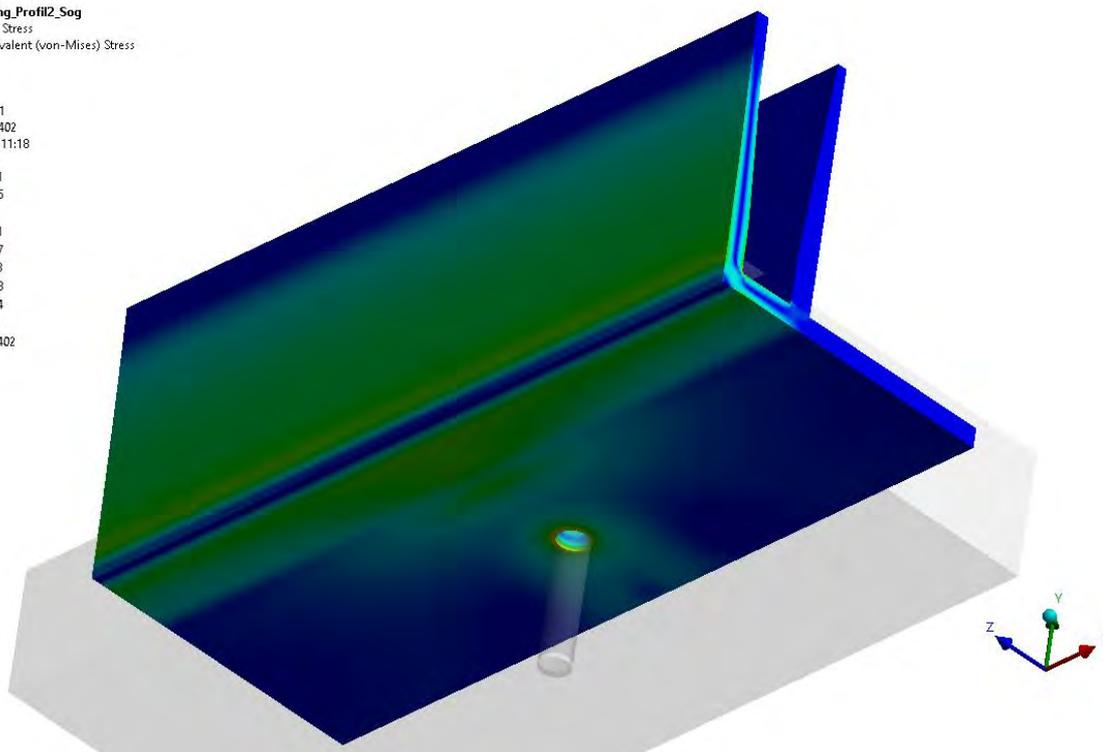
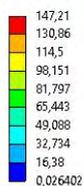
Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze  $f_{yd} = 180/1.15 = 156 \text{ N/mm}^2$  gewählt. Alles im orangenen Bereich und darunter liegt noch unterhalb der Fließgrenze.

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

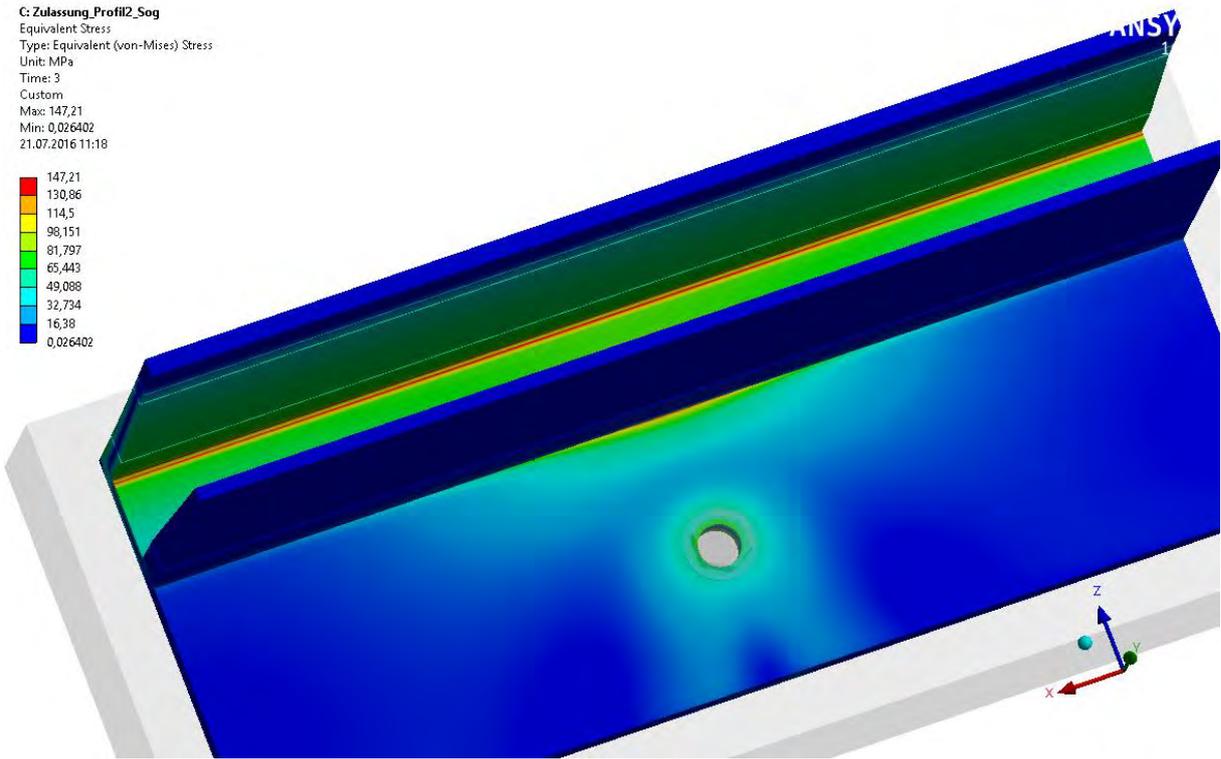
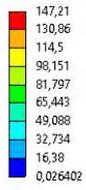
C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 147,21  
Min: 0,026402  
21.07.2016 11:18



C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 147,21  
Min: 0,026402  
21.07.2016 11:18

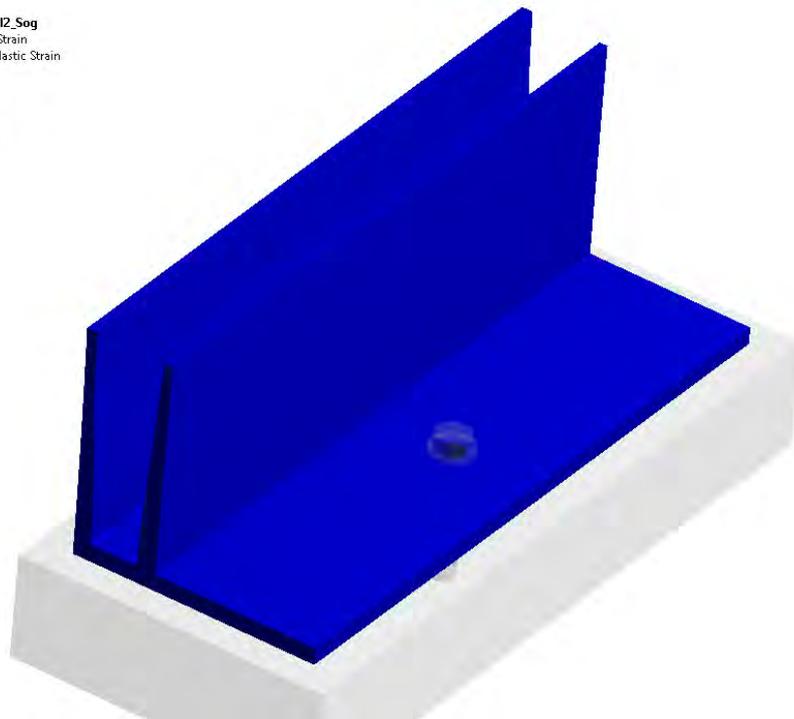


C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 147,21  
Min: 0,026402  
21.07.2016 11:18



Man sieht aus nachfolgender Abbildung, dass keine plastischen Dehnungen vorhanden sind.

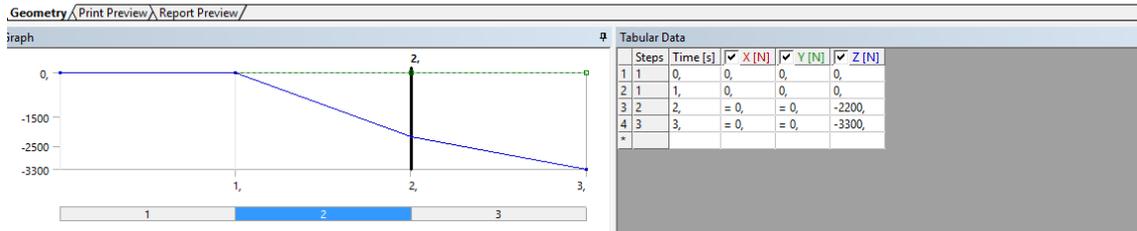
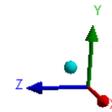
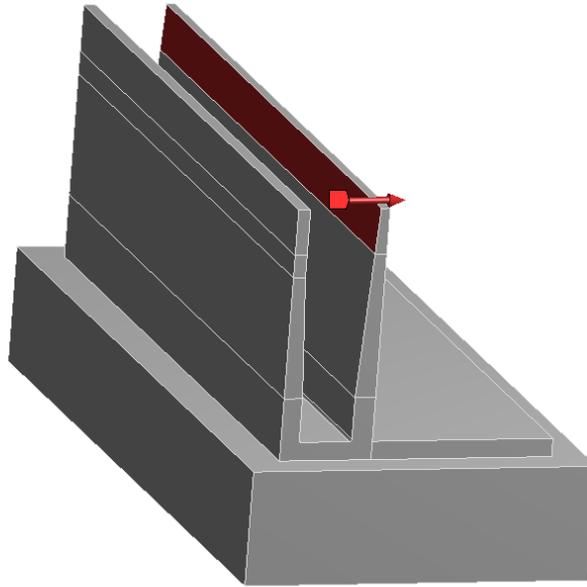
C: Zulassung\_Profil2\_Sog  
Equivalent Plastic Strain  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
Max: 0  
Min: 0  
21.07.2016 11:23



### RANDBEDINGUNGEN UND LASTEN: SYSTEM DRUCK

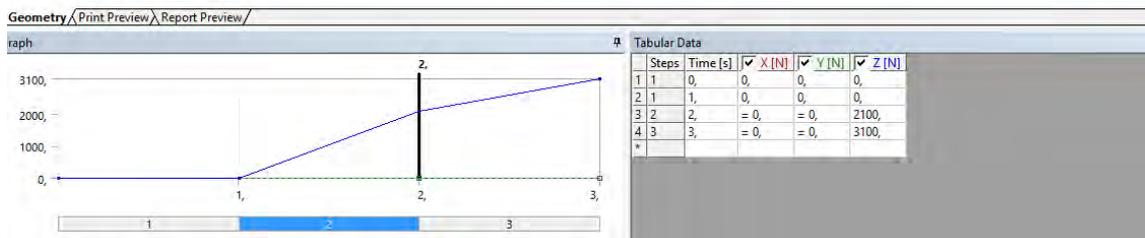
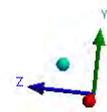
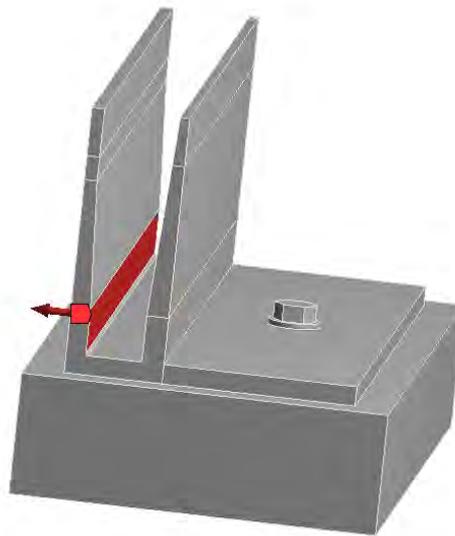
D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
 Force  
 Time: 2, s  
 21.07.2016 11:24

Force: 2200, N  
 Components: 0,0,-2200, N



D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
 Force 2  
 Time: 2, s  
 21.07.2016 11:25

Force 2: 2100, N  
 Components: 0,0,2100, N



### ERGEBNISSE VERFORMUNG:

D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 3,5379  
Min: 0  
21.07.2016 11:25

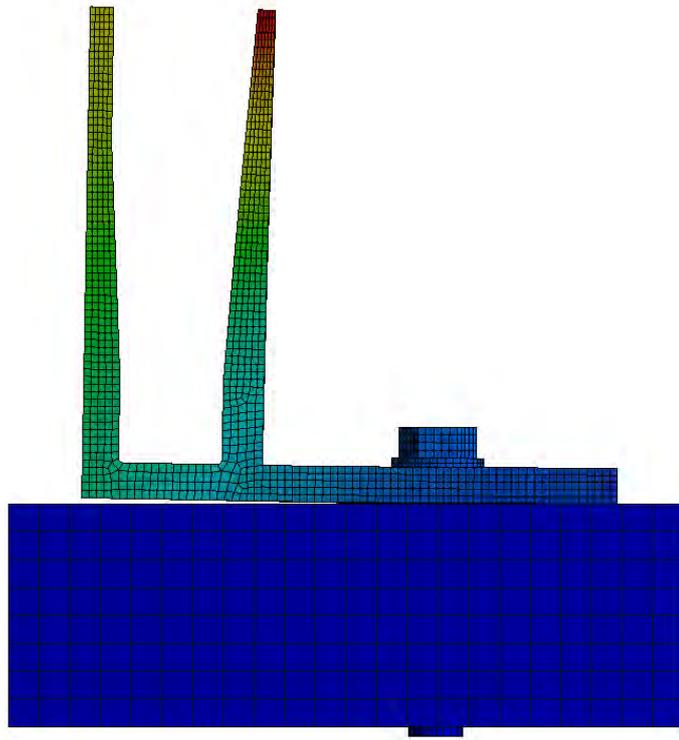
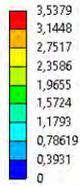


Abbildung 52 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 3,5379  
Min: 0  
21.07.2016 11:25

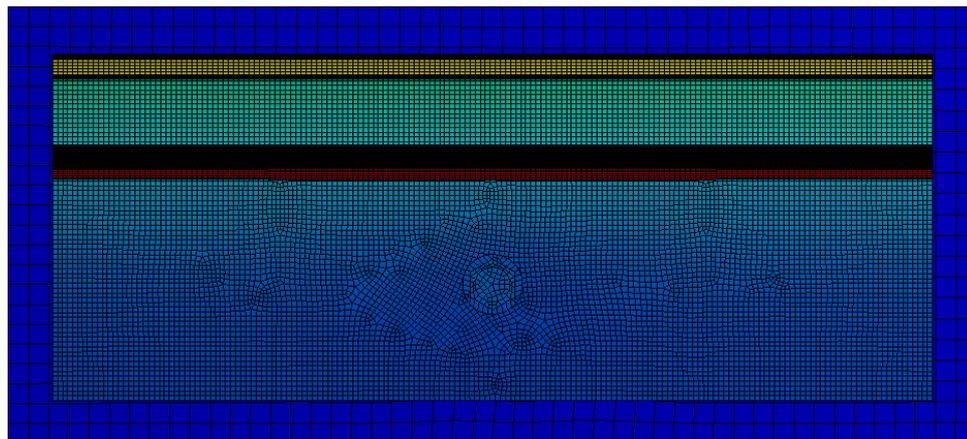
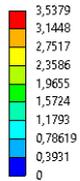


Abbildung 53 Auswertung Verformung ohne Überhöhung

D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 3,5379  
Min: 0  
21.07.2016 11:26

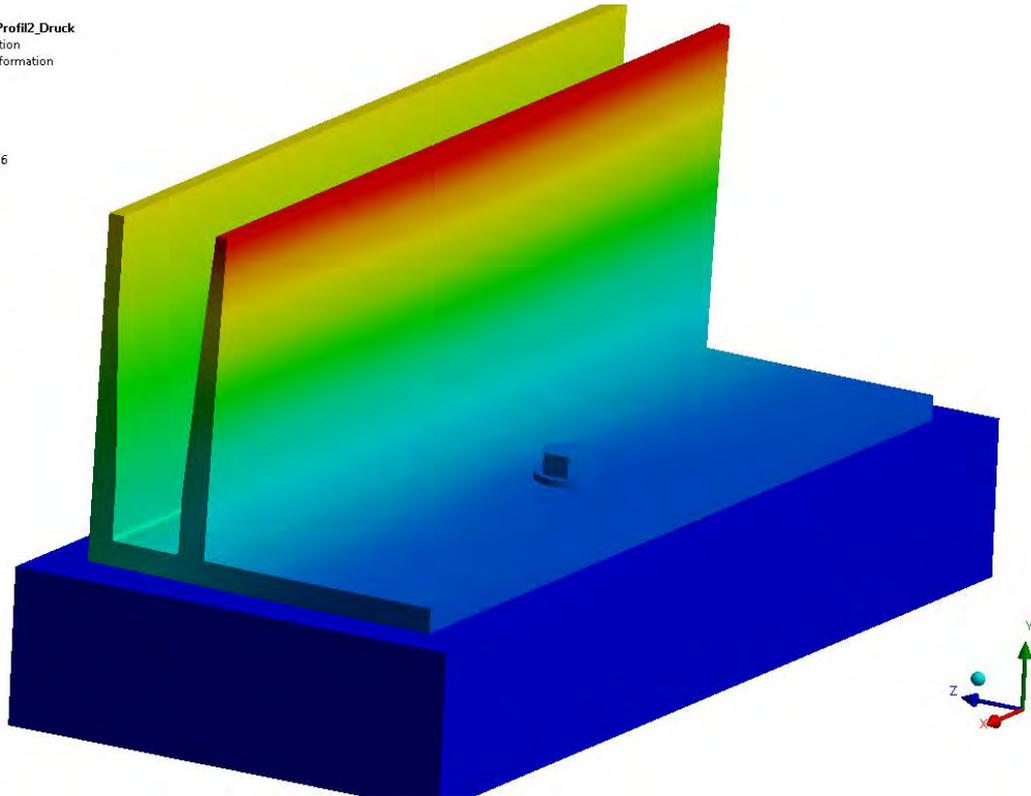
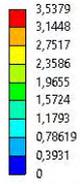


Abbildung 54 Auswertung Verformung 5 - fache Überhöhung

D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 3,5379  
Min: 0  
21.07.2016 11:26

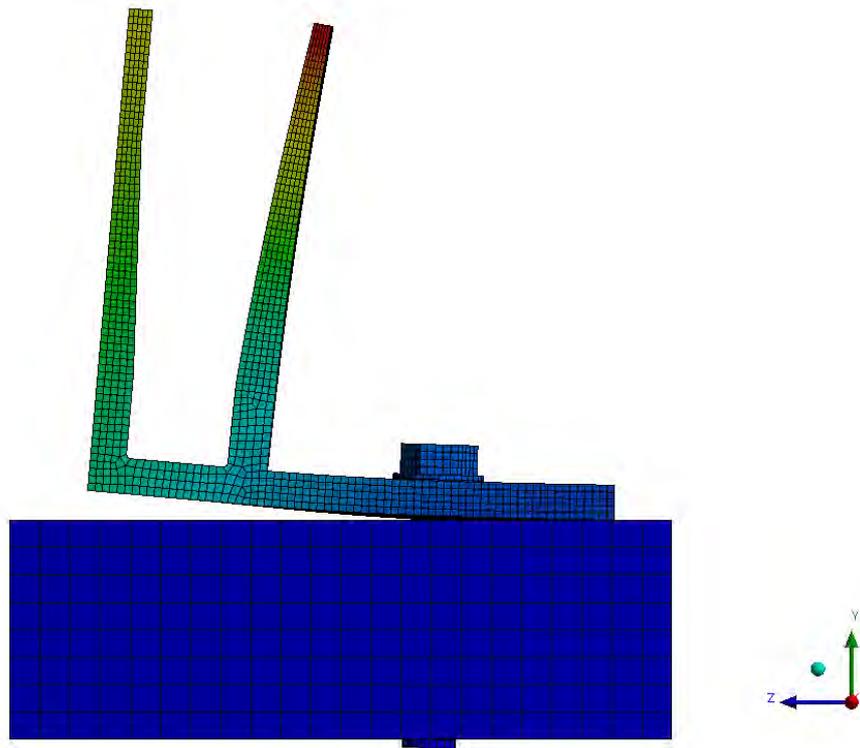
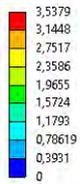


Abbildung 55 Auswertung Verformung 5 - fache Überhöhung

D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 3  
Custom Obsolete  
Max: 3,5379  
Min: 0  
21.07.2016 11:28

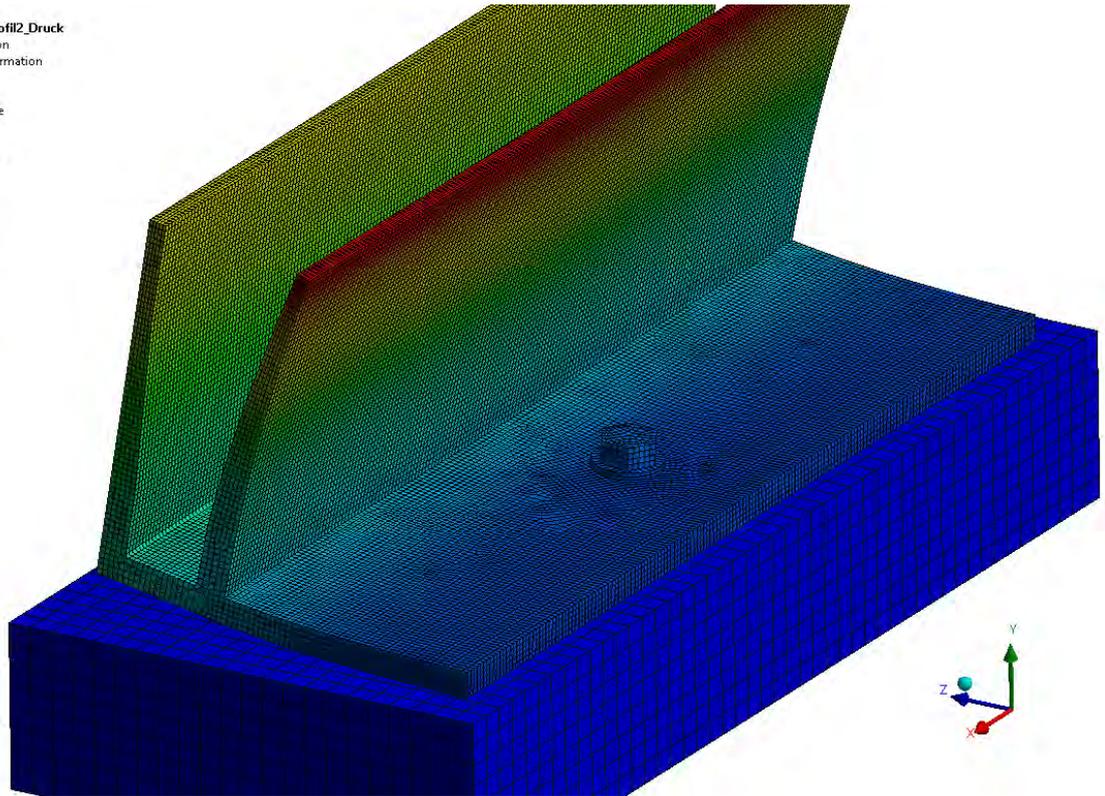
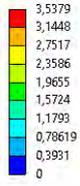
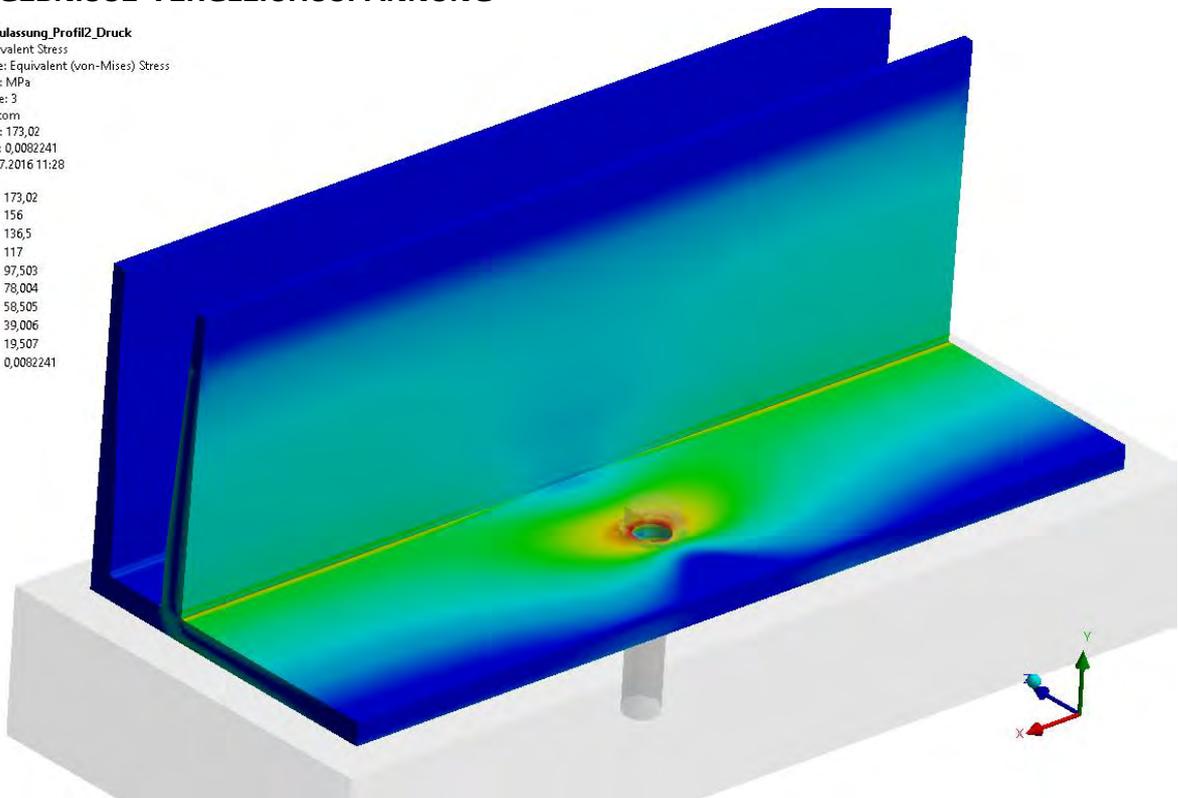
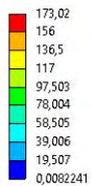


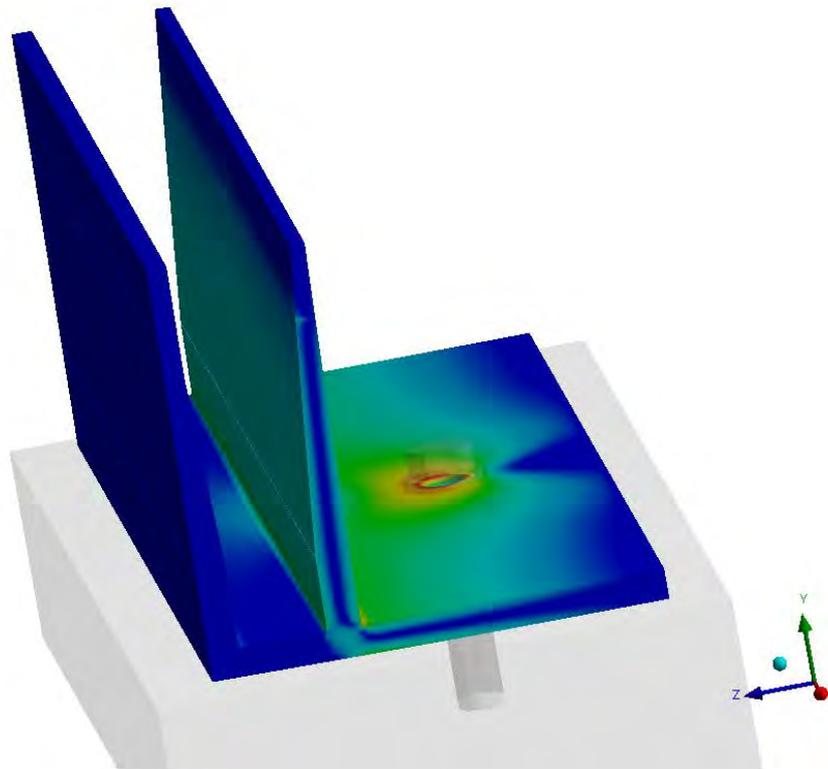
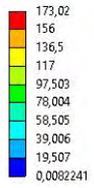
Abbildung 56 Auswertung Verformung 10 - fache Überhöhung

### ERGEBNISSE VERGLEICHSSPANNUNG

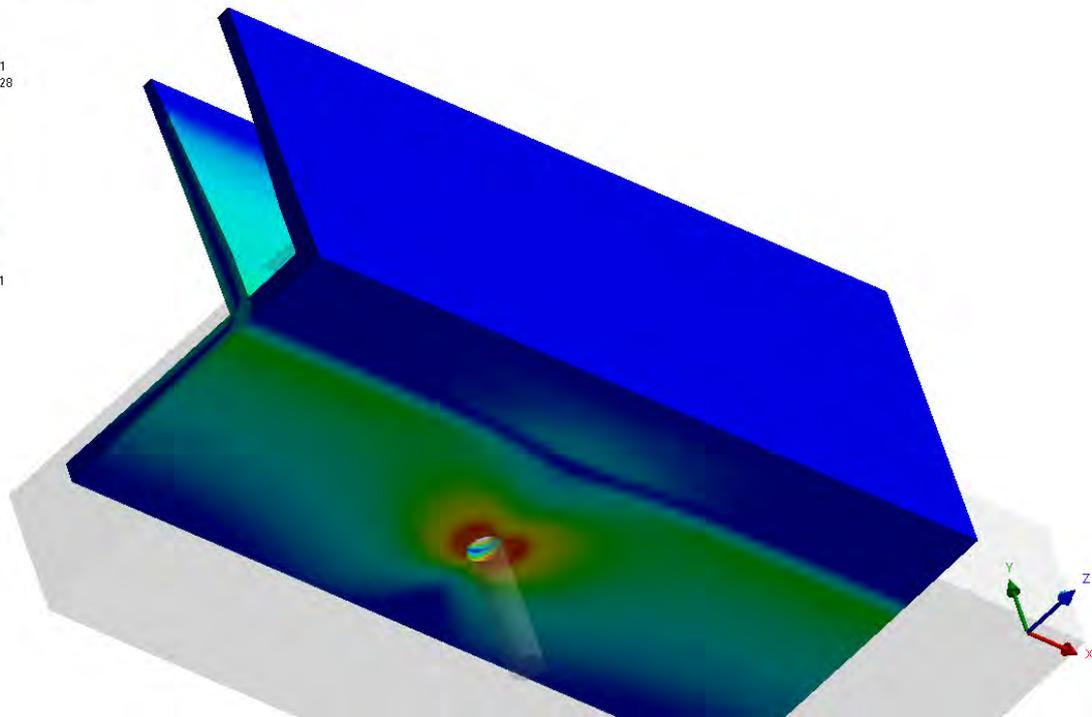
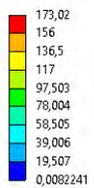
D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 173,02  
Min: 0,0082241  
21.07.2016 11:28



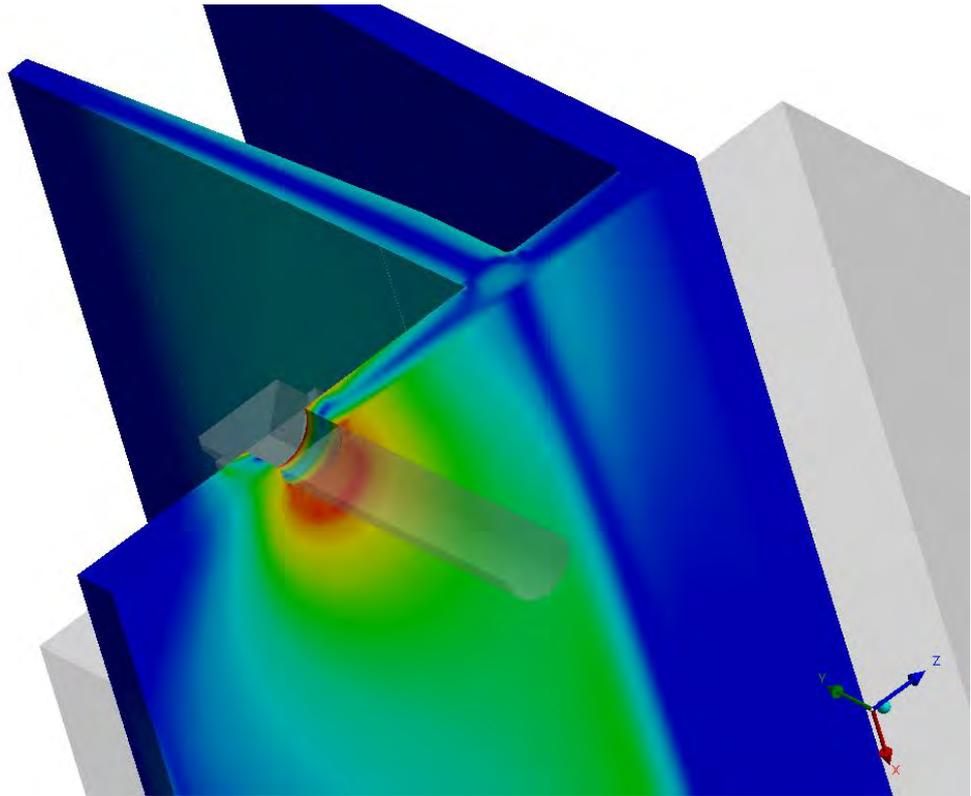
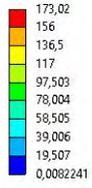
D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 173,02  
Min: 0,0082241  
21.07.2016 11:28



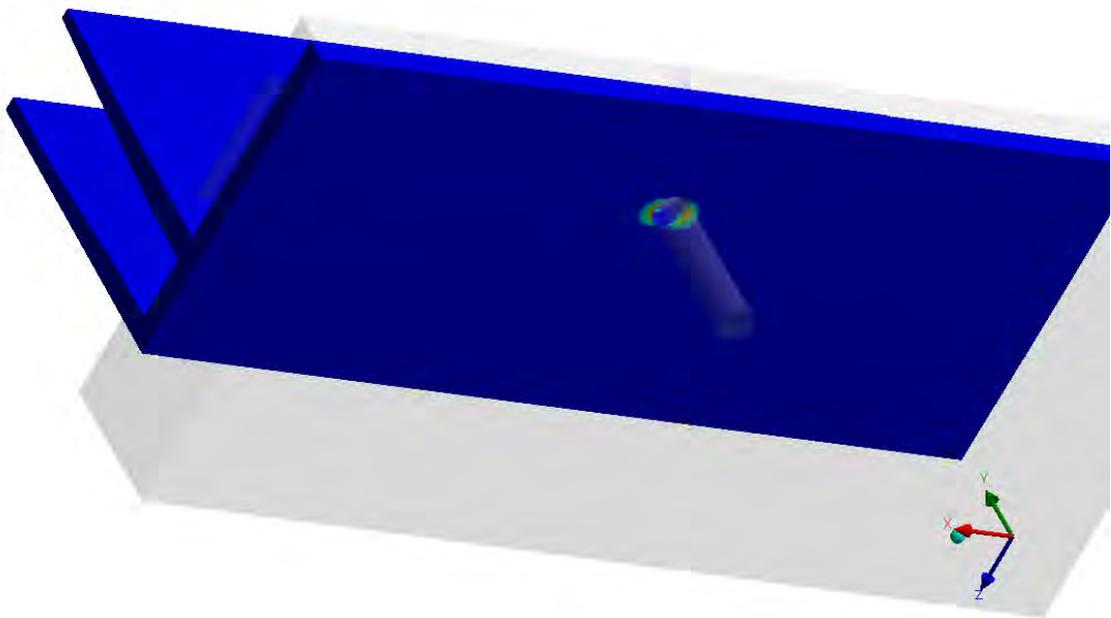
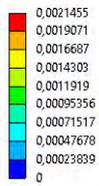
D: Zulassung\_Profil2\_Druck  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 173,02  
Min: 0,0082241  
21.07.2016 11:28

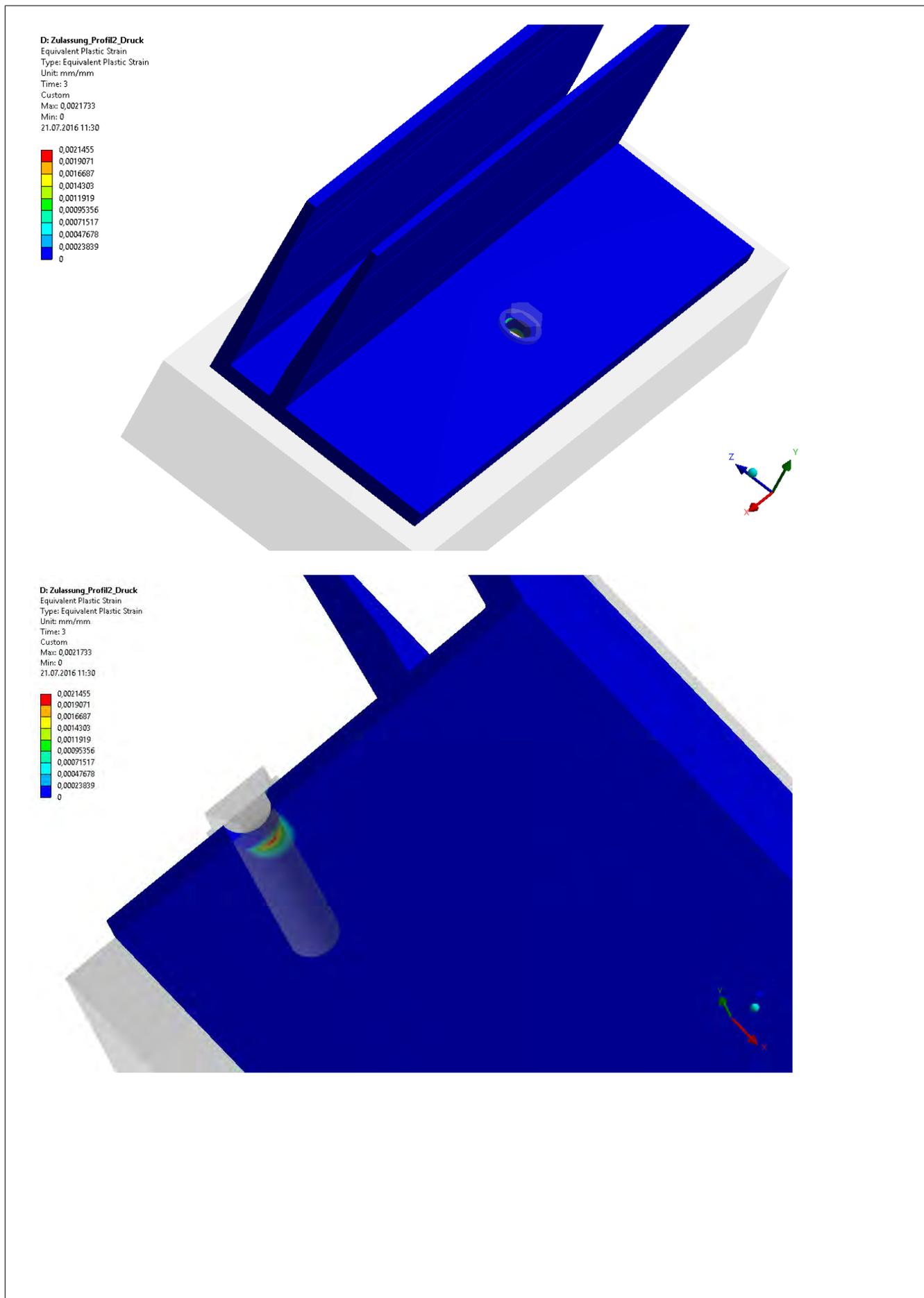


**D: Zulassung\_Profil2\_Druck**  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 3  
Custom  
Max: 173,02  
Min: 0,0082241  
21.07.2016 11:29



**D: Zulassung\_Profil2\_Druck**  
Equivalent Plastic Strain  
Type: Equivalent Plastic Strain  
Unit: mm/mm  
Time: 3  
Custom  
Max: 0,0021733  
Min: 0  
21.07.2016 11:30





### 5.3 Nachweis Verankerung Glasbrüstung

Die beim jeweiligen System (Typ 1 oder Typ2) wirkenden Dübelkräfte sind im Kapitel Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ1 und Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 2 aufgelistet. Die größten Dübelkräfte wirken im System 2 bei einem Dübelabstand von 300 mm.

Die Profile werden in einem Abstand von 150 mm 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:

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

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

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

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

Bei vorgesetzter (stirnseitiger) Montage (System 1) sind neben dem Eigengewicht des Glases und der Konstruktion auch eventuelle Mannlasten über die Befestigungsmittel abzutragen.

$$g_{kcalc} = 0,6 \text{ kN/m (siehe auch Kapitel vertikale Lasten)}$$

$$Q_{kcalc} = 1,5 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 1,35 \times 0,6 \text{ kN/m} \times 0,3 \text{ m} + 1,5 \times 1,5 \text{ kN} = 2,5 \text{ kN}$$

#### **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 2 Lastfall Holmlast in Gegenrichtung auf. Beispielhaft wird hier eine mögliche Befestigung angegeben:

Die maßgebenden Kräfte dieser Lastfallkombinationen sind zusammengefasst:

$$\text{Zugkraft Profiltyp 1: } N_{z,d} = -6,19 \text{ kN pro Dübel}$$

$$\text{Vertikalkraft Profiltyp 1: } V_d = 2,5 \text{ kN pro Dübel}$$

$$\text{Zugkraft Profiltyp 2: } N_{z,d} = -6,75 \text{ kN pro Dübel}$$

$$\text{Vertikalkraft Profiltyp 1: } V_d = 2,5 \text{ kN pro Dübel}$$

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 C25/30, gerissen  
 Dicke Bauteil: 25 cm  
 Randabstand: 50 mm  
 Abstandsmontage: keine



www.hilti.de

Firma:  
 Bearbeiter:  
 Adresse:  
 Tel. / Fax:  
 E-Mail:

Seite:  
 Projekt:  
 Pos. Nr.:  
 Datum:

**Profis Anchor 2.6.5**

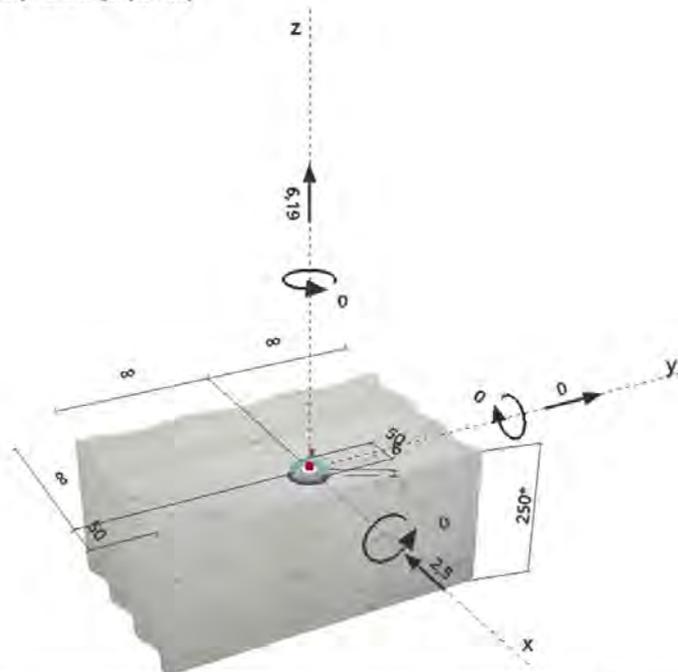
1  
 Glasbrüstung Typ1  
 16079  
 20.07.2016

**Bemerkung:** Anschluss Brüstungsprofil an Betonwand

#### 1 Eingabedaten

<b>Dübeltyp und Größe:</b>	HUS3-C 10 h_nom2	
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef} = 59 \text{ mm}$ , $h_{con} = 75 \text{ mm}$	
Werkstoff:	1.5525	
Zulassungs-Nr.:	ETA-13/1038	
Ausgestellt / Gültig:	20.05.2015   20.05.2015	
Nachweis:	Bemessungsverfahren Erweiterte ETAG Nr. 001 Anhang C	
Abstandsmontage:	$e_s = 0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 8 \text{ mm}$	
Ankerplatte:	$l_y \times l_x \times t = 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ ; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)	
Profil:	kein Profil	
Untergrund:	gerissener Beton, C25/30, $f_{ctm} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 250 \text{ mm}$	
<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.  
 PKOPIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan.



**Profis Anchor 2.6.5**

www.hilti.de

Firma:  
 Bearbeiter:  
 Adresse:  
 Tel. | Fax:  
 E-Mail:

Seite: 2  
 Projekt: Glasbrüstung Typ1  
 Pos. Nr.: 16079  
 Datum: 20.07.2016

**2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte**

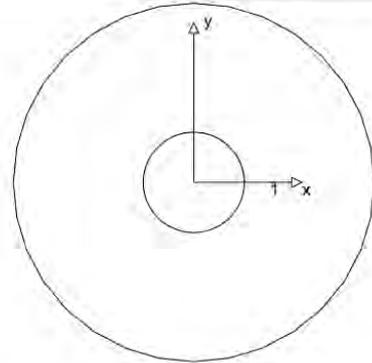
Lastfall: Design Lasten

**Resultierende Dübelkräfte [kN]**

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	6,190	2,500	-2,500	0,000

Maximale Betonstauchung: - [%a]  
 Maximale Betondruckspannung: - [N/mm<sup>2</sup>]  
 resultierende Zugkraft in (x/y)=(0/0): 6,190 [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*	6,190	44,429	14	OK
Herausziehen*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonversagen**	6,190	8,054	77	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

\* 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	6,190

**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]	$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_r$	
24243	30906	88	176	0	1,000	0	1,000	0,871	1,000	7,200	
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]								
17,690	1,500	8,054	6,190								

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 2.6.5**

www.hilti.de

Firma:	Seite:	3
Bearbeiter:	Projekt:	Glasbrüstung Typ1
Adresse:	Pos. Nr.:	16079
Tel.   Fax:	Datum:	20.07.2016
E-Mail:		

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

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung $\beta_v$ [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	2,500	18,667	14	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	2,500	16,109	16	OK
Betonkantenbruch, Richtung **	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

\* 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	2,500

**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	
24243	30906	88	176	2,000	
$e_{c1,v}$ [mm]	$W_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$W_{ec2,N}$	$W_{s,N}$	$W_{ie,N}$
0	1,000	0	1,000	0,871	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,c1}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
17,690	1,500	16,109	2,500		

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

$\beta_N$	$\beta_v$	$\alpha$	Ausnutzung $\beta_{N,v}$ [%]	Status
0,769	0,155	1,500	74	OK

$\beta_N + \beta_v \leq 1$

**6 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)**

Kurzzeitbelastung:

$N_{Sk} = 4,585$ [kN]	$\delta_N = 0,193$ [mm]
$V_{Sk} = 1,852$ [kN]	$\delta_v = 0,515$ [mm]
	$\delta_{NV} = 0,550$ [mm]

Langzeitbelastung:

$N_{Sk} = 4,585$ [kN]	$\delta_N = 0,193$ [mm]
$V_{Sk} = 1,852$ [kN]	$\delta_v = 0,766$ [mm]
	$\delta_{NV} = 0,790$ [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 2.6.5**

Firma:	Seite:	4
Bearbeiter:	Projekt:	Glasbrüstung Typ1
Adresse:	Pos. Nr.:	16079
Tel.   Fax:	Datum:	20.07.2016
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 2.6.5**

www.hilti.de

Firma:  
 Bearbeiter:  
 Adresse:  
 Tel. | Fax:  
 E-Mail:

Seite: 5  
 Projekt: Glasbrüstung Typ1  
 Pos. Nr.: 16079  
 Datum: 20.07.2016

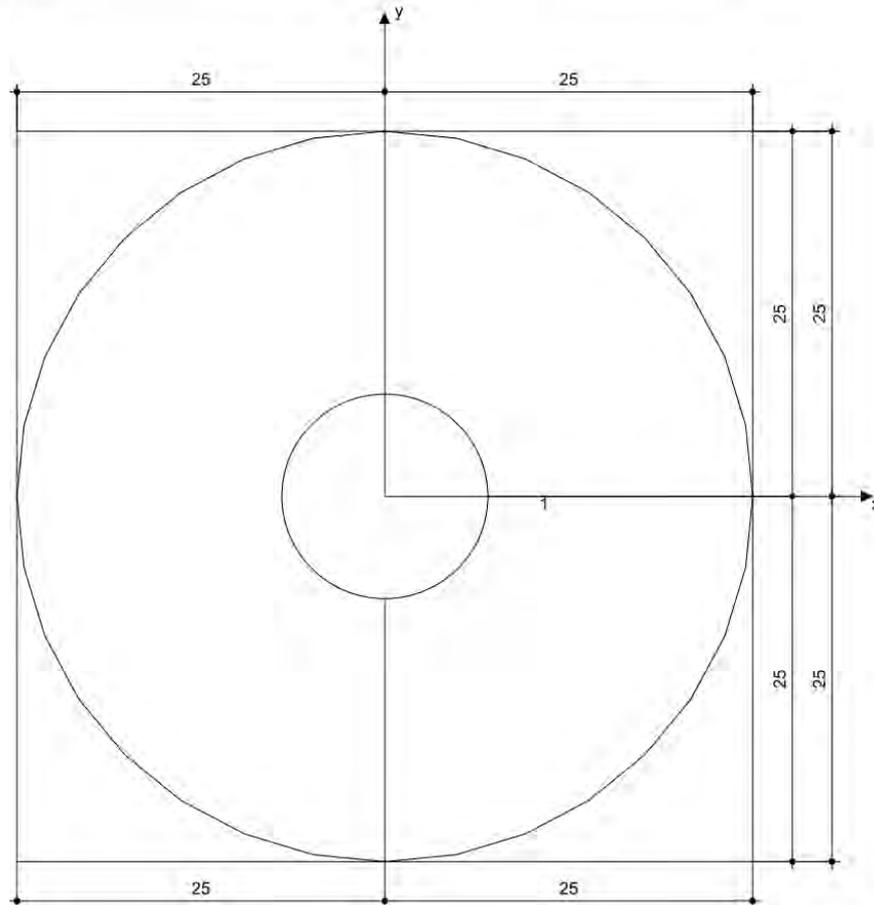
**8 Installationsdaten**

Ankerplatte, Stahl: -  
 Profil: kein Profil  
 Durchmesser Durchgangsloch:  $d_f = 14 \text{ mm}$   
 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\_nom2  
 Anzugsdrehmoment: Hilti SIW 22T-A  
 Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 10 mm  
 Bohrlochtiefe im Untergrund: 85 mm  
 Minimale Bauteildicke: 130 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	$c_x$	$c_{yx}$	$c_y$	$c_{xy}$
1	0	0	-	50	-	-

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](http://www.hilti.de)

**Profis Anchor 2.6.5**

Firma:	Seite:	6
Bearbeiter:	Projekt:	Glasbrüstung Typ1
Adresse:	Pos. Nr.:	16079
Tel.   Fax:	Datum:	20.07.2016
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.

### Randbedingungen Profiltyp 2:

Betonqualität C25/30, gerissen  
 Dicke Bauteil: 25 cm  
 Randabstand: 75 mm  
 Abstandsmontage: keine



www.hilti.de

Profis Anchor 2.6.5

Firma:  
 Bearbeiter:  
 Adresse:  
 Tel. | Fax:  
 E-Mail:

Seite: 1  
 Projekt: Glasbrüstung  
 Pos. Nr.: 16079  
 Datum: 20.07.2016

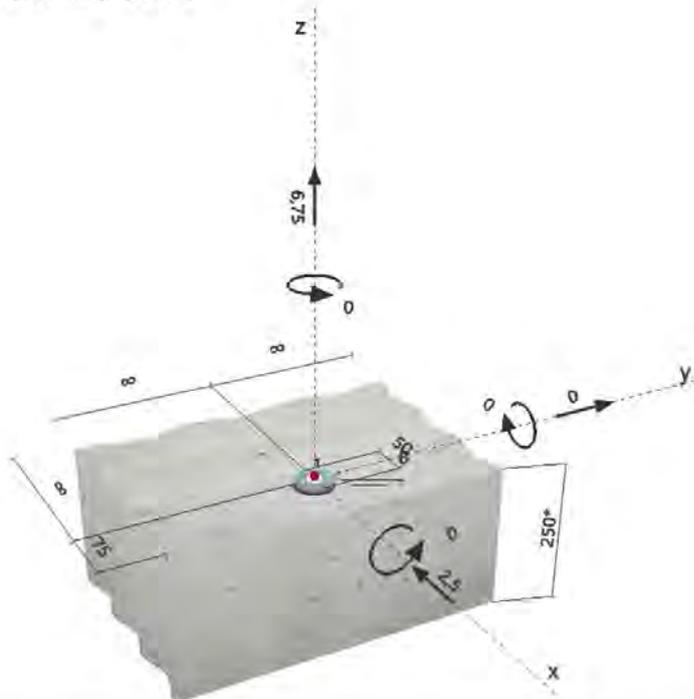
**Bemerkung:** Anschluss Brüstungsprofil an Betondecke

#### 1 Eingabedaten

<b>Dübeltyp und Größe:</b>	HUS3-C 10 h <sub>nom</sub> 2
Effektive Verankerungstiefe:	h <sub>ef</sub> = 59 mm, h <sub>nom</sub> = 75 mm
Werkstoff:	1.5525
Zulassungs-Nr.:	ETA-13/1038
Ausgestellt   Gültig:	20.05.2015   20.05.2015
Nachweis:	Bemessungsverfahren Erweiterte ETAG Nr. 001 Anhang C
Abstandsmontage:	e <sub>0</sub> = 0 mm (Kein Abstand); t = 8 mm
Ankerplatte:	l <sub>a</sub> x l <sub>y</sub> x t = 50 mm x 50 mm x 8 mm; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	kein Profil
Untergrund:	gerissener Beton, C25/30, f <sub>cc</sub> = 30,00 N/mm <sup>2</sup> ; h = 250 mm
<b>Installation:</b>	<b>Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken</b>
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand ≥ 150 mm (jeder Ø) oder ≥ 100 mm (Ø ≤ 10 mm) Keine Randlängsbewehrung Bewehrung gegen Spalten gemäß ETAG 001, Annex C, 5.2.2.8 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) 2009-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



**Profis Anchor 2.6.5**

www.hilti.de

Firma:

Bearbeiter:

Adresse:

Tel. | Fax:

E-Mail:

Seite:

Projekt:

Pos. Nr.:

Datum:

2

Glasbrüstung

16079

20.07.2016

**2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte**

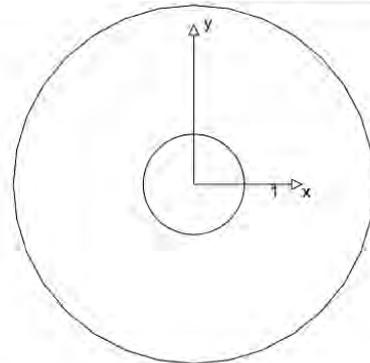
Lastfall: Design Lasten

**Resultierende Dübelkräfte [kN]**

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	6,750	2,500	-2,500	0,000

Maximale Betonstauchung: - [%a]  
 Maximale Betondruckspannung: - [N/mm<sup>2</sup>]  
 resultierende Zugkraft in (x/y)=(0/0): 6,750 [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*	6,750	44,429	16	OK
Herausziehen*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonversagen**	6,750	10,447	65	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

\* 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	6,750

**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]	$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_r$
28638	30906	88	176	0	1,000	0	1,000	0,956	1,000	7,200

$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]
17,690	1,500	10,447	6,750

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 2.6.5**

www.hilti.de

Firma:	Seite:	3
Bearbeiter:	Projekt:	Glasbrüstung
Adresse:	Pos. Nr.:	16079
Tel.   Fax:	Datum:	20.07.2016
E-Mail:		

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

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung $\beta_v$ [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	2,500	18,667	14	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	2,500	20,894	12	OK
Betonkantenbruch, Richtung **	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

\* 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	2,500

**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	
28638	30906	88	176	2,000	
$e_{c1,v}$ [mm]	$W_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$W_{ec2,N}$	$W_{s,N}$	$W_{ie,N}$
0	1,000	0	1,000	0,956	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,c1}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
17,690	1,500	20,894	2,500		

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

$\beta_N$	$\beta_v$	$\alpha$	Ausnutzung $\beta_{N,v}$ [%]	Status
0,646	0,134	1,500	57	OK

$\beta_N + \beta_v \leq 1$

**6 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)**

Kurzzeitbelastung:

$N_{Sk}$ = 5,000 [kN]	$\delta_N$ = 0,211 [mm]
$V_{Sk}$ = 1,852 [kN]	$\delta_v$ = 0,515 [mm]
	$\delta_{NV}$ = 0,557 [mm]

Langzeitbelastung:

$N_{Sk}$ = 5,000 [kN]	$\delta_N$ = 0,211 [mm]
$V_{Sk}$ = 1,852 [kN]	$\delta_v$ = 0,766 [mm]
	$\delta_{NV}$ = 0,794 [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](http://www.hilti.de)

**Profis Anchor 2.6.5**

Firma:	Seite:	4
Bearbeiter:	Projekt:	Glasbrüstung
Adresse:	Pos. Nr.:	16079
Tel.   Fax:	Datum:	20.07.2016
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 2.6.5**

www.hilti.de

Firma:  
 Bearbeiter:  
 Adresse:  
 Tel. | Fax:  
 E-Mail:

Seite: 5  
 Projekt: Glasbrüstung  
 Pos. Nr.: 16079  
 Datum: 20.07.2016

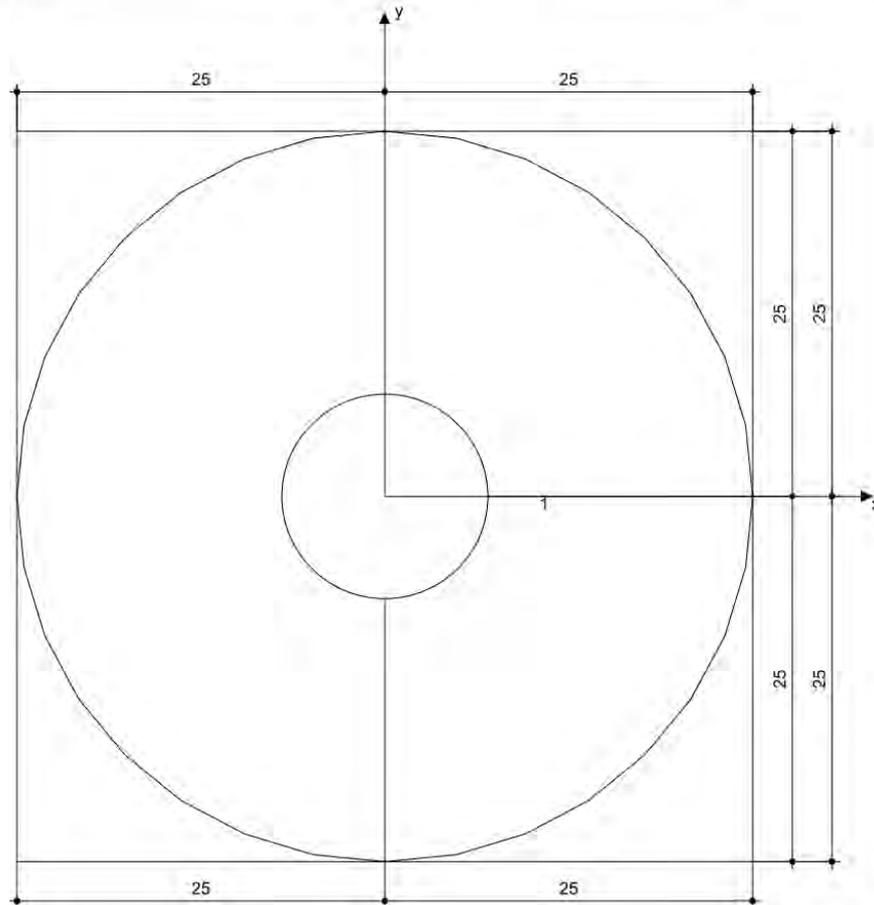
**8 Installationsdaten**

Ankerplatte, Stahl: -  
 Profil: kein Profil  
 Durchmesser Durchgangsloch:  $d_f = 14$  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\_nom2  
 Anzugsdrehmoment: Hilti SIW 22T-A  
 Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 10 mm  
 Bohrlochtiefe im Untergrund: 85 mm  
 Minimale Bauteildicke: 130 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	$c_x$	$c_{+x}$	$c_y$	$c_{+y}$
1	0	0	-	75	-	-

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](http://www.hilti.de)

**Profis Anchor 2.6.5**

Firma:	Seite:	6
Bearbeiter:	Projekt:	Glasbrüstung
Adresse:	Pos. Nr.:	16079
Tel.   Fax:	Datum:	20.07.2016
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.

## 5.4 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 für Deutschland und Österreich geprüft.

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

### 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	✓	

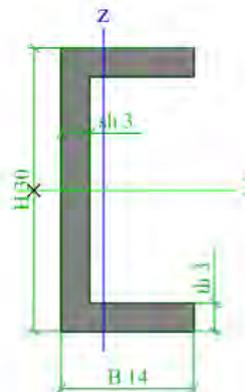
  
  

A [cm <sup>2</sup> ]	1,14	
A y, z [cm <sup>2</sup> ]	0,64	0,68
I y, z [cm <sup>4</sup> ]	0,81	0,09
I w [cm <sup>6</sup> ], t [cm <sup>4</sup> ]	0,07	0,03
Wel y, z [cm <sup>3</sup> ]	0,68	0,13
Wpl y, z [cm <sup>3</sup> ]	0,87	0,25
d y, z [mm]	-5	0
c YUCS, ZUCS [mm]	3	12
A [deg]	0,00	
A L, D [cm <sup>2</sup> /cm]	8,20	8,20
Mply +, - [Ncm]	1,05e+04	1,05e+04
Mplz +, - [Ncm]	2,95e+03	2,95e+03

Abbildung 57 Geometrie Handlauf für Holmlast 0,5 kN/m

## 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

Abbildung 58 Geometrie Handlauf für Holmlast 1,0 kN/m

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

Bemessung Handlauf/Dimensionamento corrimano

EN-AW 6063 T66		$\gamma_m =$	1,1			
Edelstahl 1.4301		$\gamma_m =$	1,1			
			b/h = 24/10 mm	b/h = 30/14 mm	b/h = 24/10 mm	b/h = 30/14 mm
	$f_{ok}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]		20	20	21	21
	$f_{oD}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]		18,2	18,2	19,1	19,1
	$W_{pl}$ [cm <sup>3</sup> ]		0,87	1,57	0,87	1,57
	$M_{RD}$ [kNcm]		15,8	28,5	16,6	30,0
hk [kN/m]	0,5	$I_{max}$ [cm]	159,1	213,7	163,0	219,0
	1		112,5	151,1	115,3	154,8

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

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

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

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

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

### 5.5 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

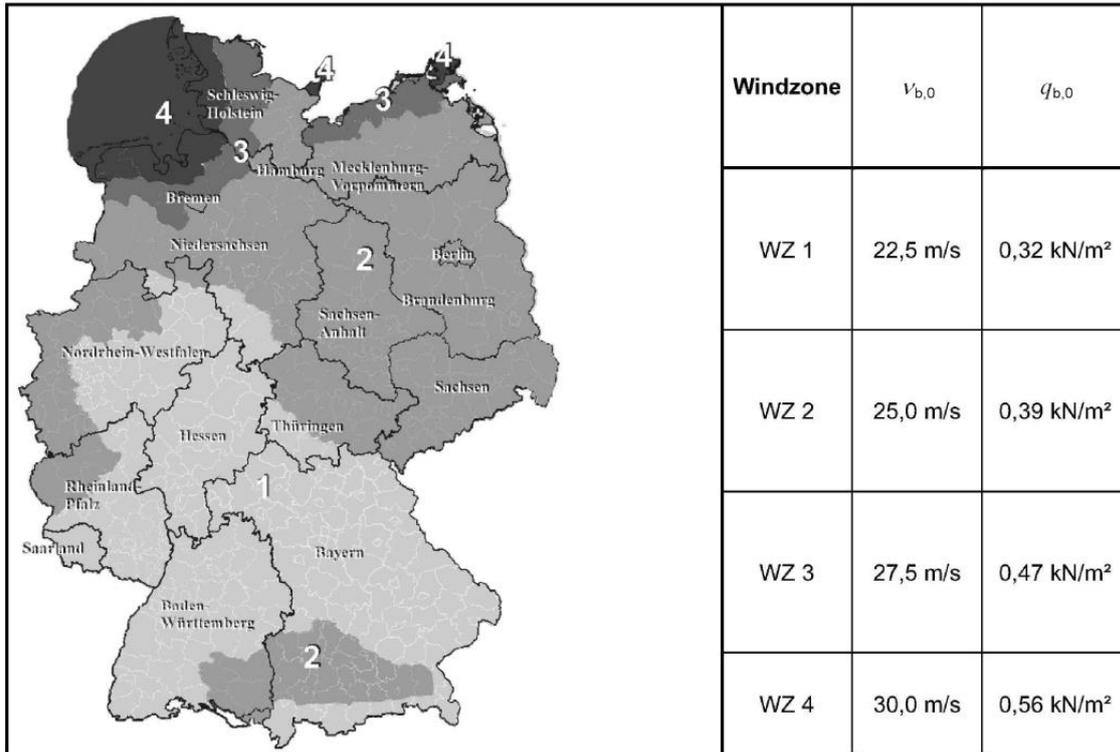
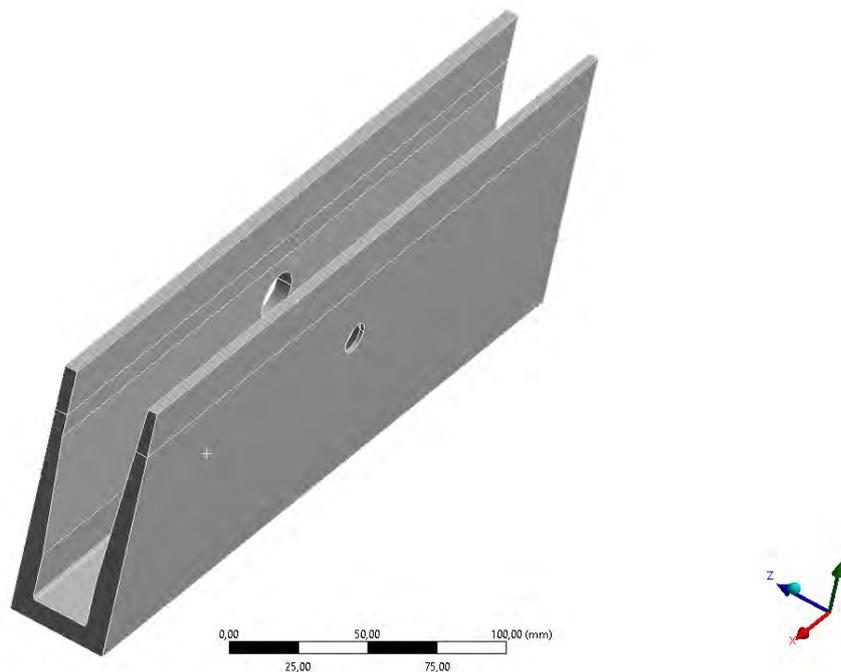


Abbildung 59 Windzonenkarte Deutschland

**Profiltyp 1:**



**a. Holmlast 0,5 kN/m mit äquivalenter Windlast + Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m**

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.

Vergleich mit Holmlast 0,5 kN/m in Gegenrichtung -->  $w_k \leq 1,146 \text{ kN/m}^2$

**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	-	-

**b. Holmlast 1,0 kN/m mit äquivalenter Windlast + Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m**

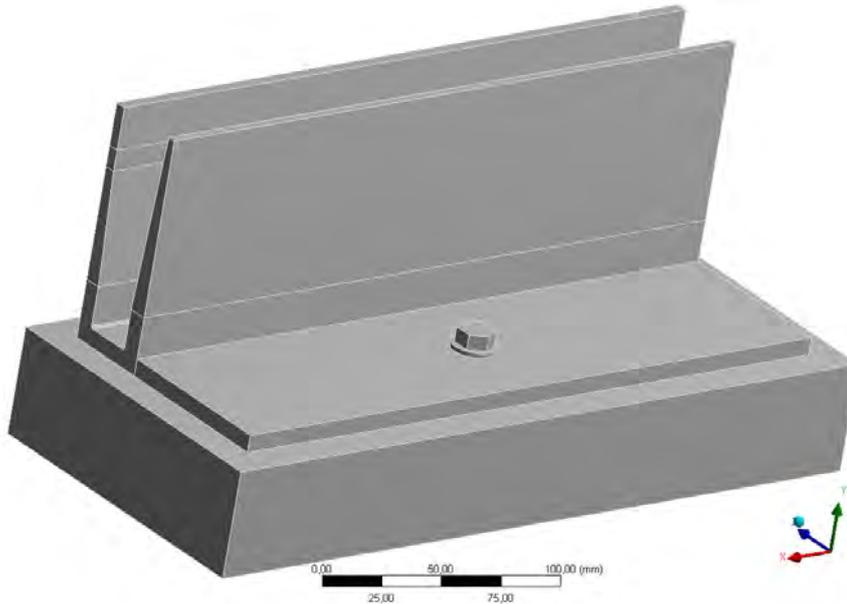
Auch für den Fall b ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann. Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,667 \text{ kN/m}^2$

**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	-	-

**Profiltyp 2:**



**a. Holmlast 0,5 kN/m mit äquivalenter Windlast + Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m**

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.

Vergleich mit Holmlast 0,5 kN/m in Gegenrichtung -->  $w_k \leq 1,563 \text{ kN/m}^2$

**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	-	-

**b. Holmlast 1,0 kN/m mit äquivalenter Windlast + Holmlast in Gegenrichtung 0,5 kN/m**

Auch für den Fall b 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.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m -->  $w_k \leq 1,667 \text{ kN/m}^2$

**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	-	-

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

Deutschland	Holmlast $h_k$ [kN/m]	Abstand Verschraubung $g e_{hor}$ [mm]	Äquivalente char. Windlast $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Zugkraft Dübel $N_{dp}$ [kN]	Glasaufbau	Nutzungskategorie	Verglasungskategorie	DIN 18008 Pendelfallhöhe [mm]
<b>Profiltyp 1</b> 	0,5	300	1,146	-6,19	8+8 ESG-H mit 0,76 PVB	A, B1, H, F1 <sup>b</sup> - F4 <sup>b</sup> , T1, Z <sup>a</sup> B2, B3, C1 - C4, D, E1.1 <sup>c</sup> , E1.2 <sup>c</sup> , E2.1 <sup>c</sup> - E2.5 <sup>c</sup> , FL1 <sup>b</sup> - FL6 <sup>b</sup> , HC, T2, Z <sup>a</sup>	Kategorie B	700
<b>Profiltyp 2</b> 	0,5	150	1,667	-4,5	8+8 ESG-H mit 0,76 PVB	A, B1, H, F1 <sup>b</sup> - F4 <sup>b</sup> , T1, Z <sup>a</sup> B2, B3, C1 - C4, D, E1.1 <sup>c</sup> , E1.2 <sup>c</sup> , E2.1 <sup>c</sup> - E2.5 <sup>c</sup> , FL1 <sup>b</sup> - FL6 <sup>b</sup> , HC, T2, Z <sup>a</sup>	Kategorie B	700
	1	300	1,563	-6,75	8+8 ESG-H mit 0,76 PVB		Kategorie B	700
	1	150	1,667	-3,97	8+8 ESG-H mit 0,76 PVB		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	Nutzungskategorie	Verglasungsgruppe	ON B 3716-3 Pendelfallhöhe [mm]
Profiltyp 1: seitliche Montage	0,5	300	0,833	-4,5	6 + 6 ESG-H mit 0,76 PVB	A, B1		300
Profiltyp 2: aufgesetzte Montage	1	150	1,667	-4,5	8 + 8 ESG-H mit 0,76 PVB	B2, C1 - C4, D, E		450
	0,5	300	0,833	-3,6	6 + 6 ESG-H mit 0,76 PVB	A, B1		300
	1	150	1,667	-3,6	8 + 8 ESG-H mit 0,76 PVB	B2, C1 - C4, D, E		450

### 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 $g e_{hor}$ [mm]	Äquivalente char. Windlast $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Zugkraft Dübel $N_{Rd}$ [kN]	Glasaufbau	Nutzungskategorie	Absturzsicherheit laut DIN 18008
<b>Profiltyp 1</b> 	0,8	150	1,333	-2,4	8 + 8 ESG-H mit 0,76 PVB	A, B, D, E, F, G,	Pendelfallhöhe 700
<b>Profiltyp 2</b> 	0,8	150	1,333	-2,4	8 + 8 ESG-H mit 0,76 PVB	A, B, D, E, F, G,	Pendelfallhöhe 700

## 6.4 Italien

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.

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d’esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 — —	1,00 secondo categoria di appartenenza —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

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 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 Italien.

Italia	Carico orizzontale $h_k$ [kN/m]	Interasse fissaggio $e_{hor}$ [mm]	Pressione car. equivalente vento $w_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Trazione bullone $N_{RPD}$ [kN]	Tipologia vetro	Categoria d'edificio	Parapetto secondo DIN 18008
Profilo tipo 1: Montaggio laterale	1	150	1,667	-4,5	8 + 8 TEMP-HST con 0,76 intercalara famiglia 3	A, B, C1, E1, H1	Altezza pendolo 700 mm
Profilo tipo 2: Montaggio orizzontale	1	150	1,667	-4,5	8 + 8 TEMP-HST con 0,76 intercalara famiglia 3	A, B, C1, E1, H1	Altezza pendolo 700 mm

# 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.



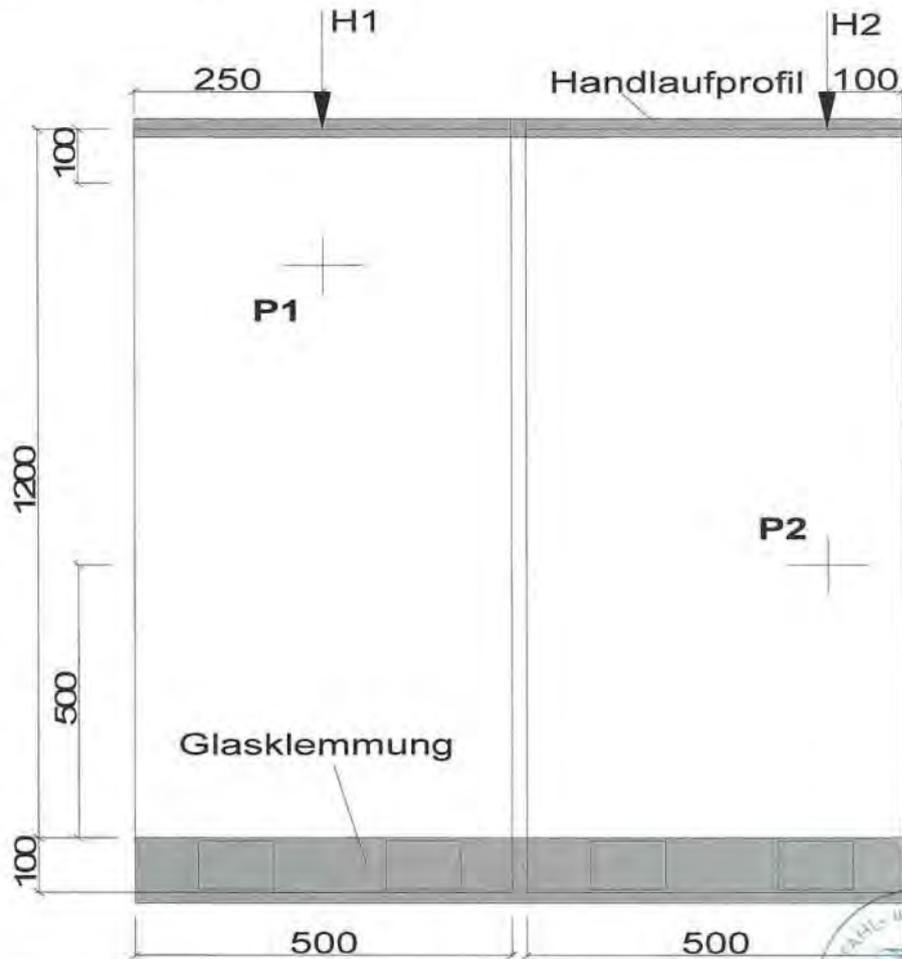
Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

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.

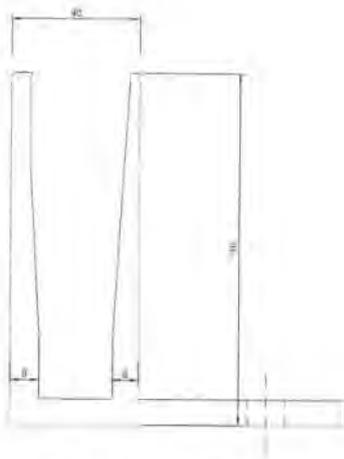
Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

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

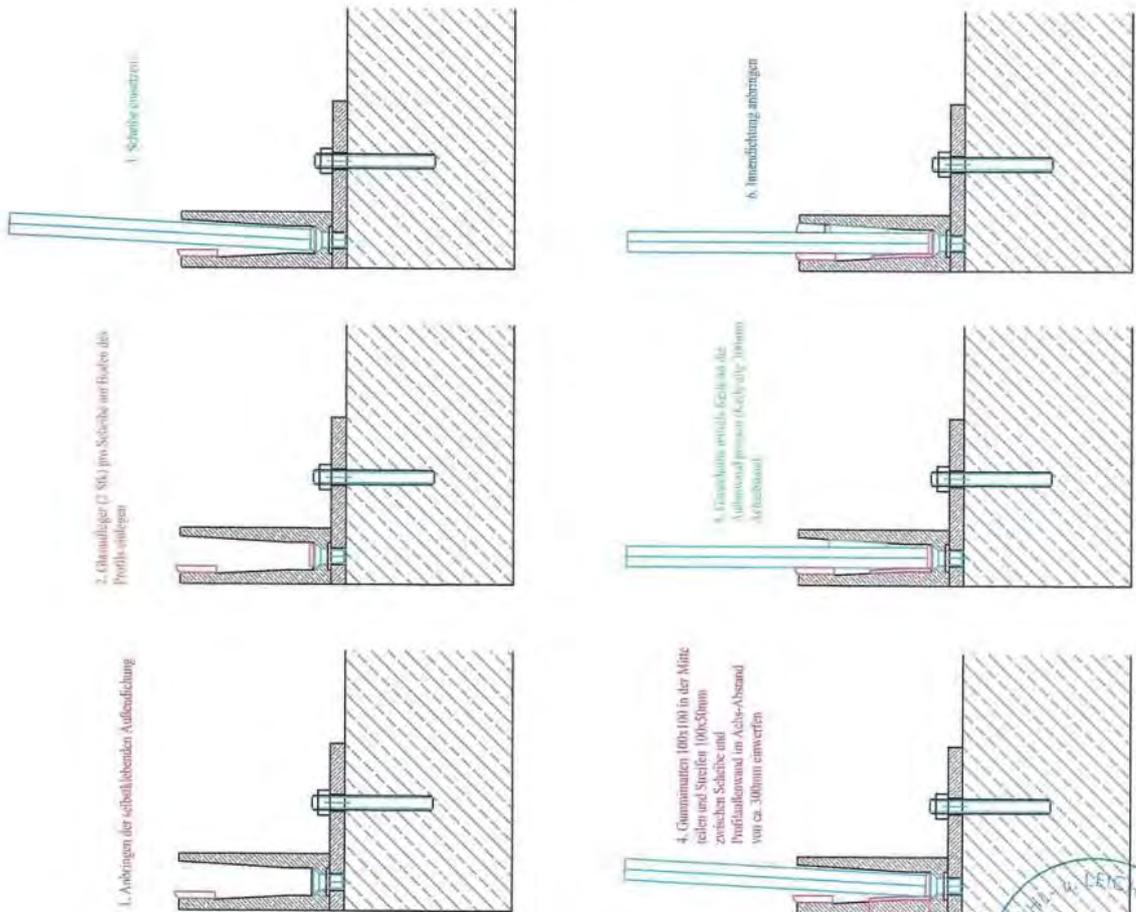
  
Dipl.- Ing. (FH) A. Lorenz

Der Sachbearbeiter

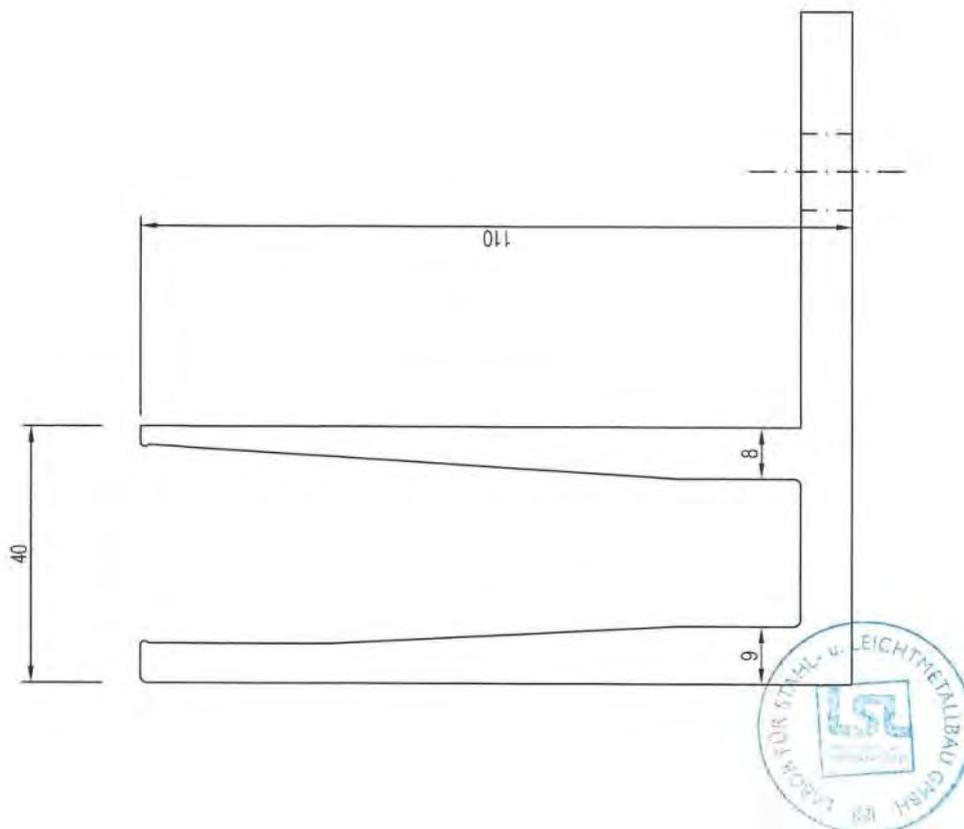
  
Dipl.- Ing. (FH) S. Bugger

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

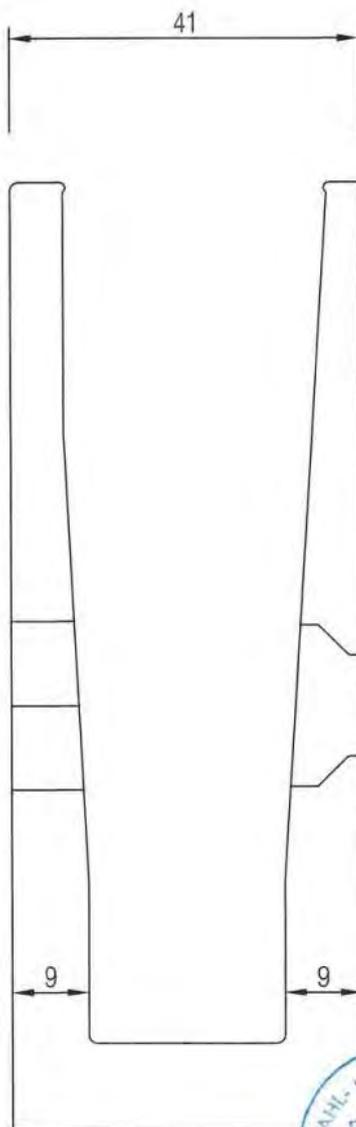
# Anlage 1



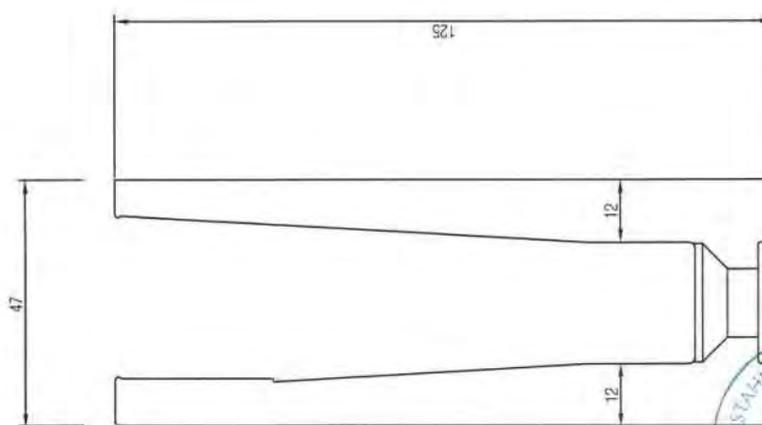
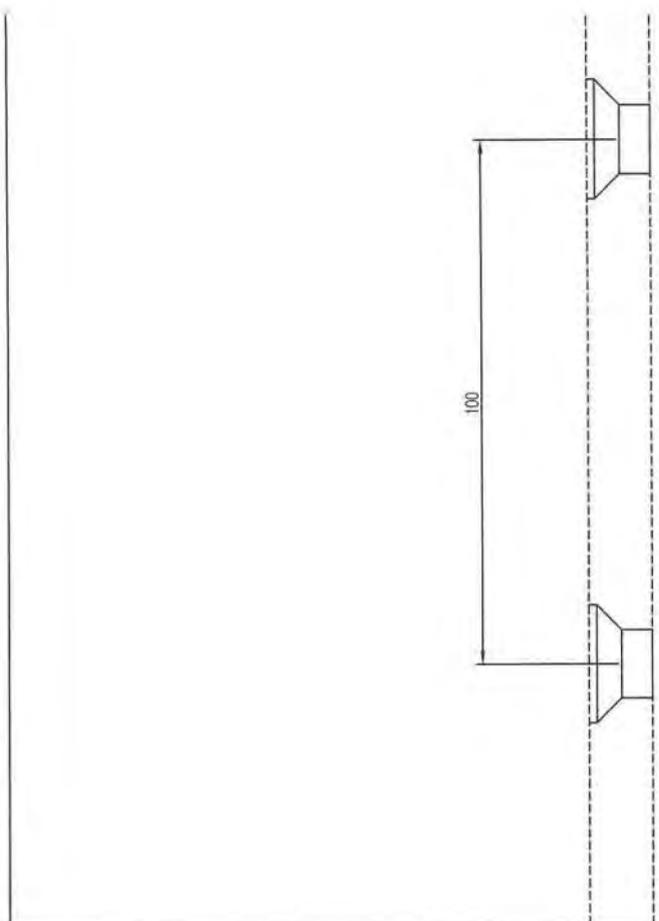
Anlage 2



Anlage 3



Anlage 4

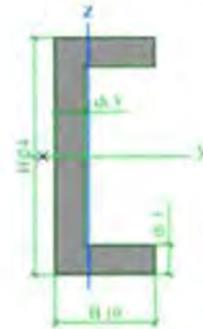


Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH

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 y, z [cm <sup>2</sup> ]	0,64	0,68
I y, z [cm <sup>4</sup> ]	0,81	0,09
I w [cm <sup>6</sup> ], t [cm <sup>4</sup> ]	0,07	0,03
Wel y, z [cm <sup>3</sup> ]	0,68	0,13
Wpl y, z [cm <sup>3</sup> ]	0,87	0,25
d y, z [mm]	-5	0
c YUCS, ZUCS [mm]	3	12
A [deg]	0,00	
A L, D [cm <sup>2</sup> /cm]	8,20	8,20
Mply +, - [Ncm]	1,05e+04	1,05e+04
Mplz +, - [Ncm]	2,95e+03	2,95e+03



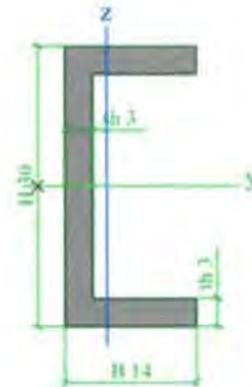
Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

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



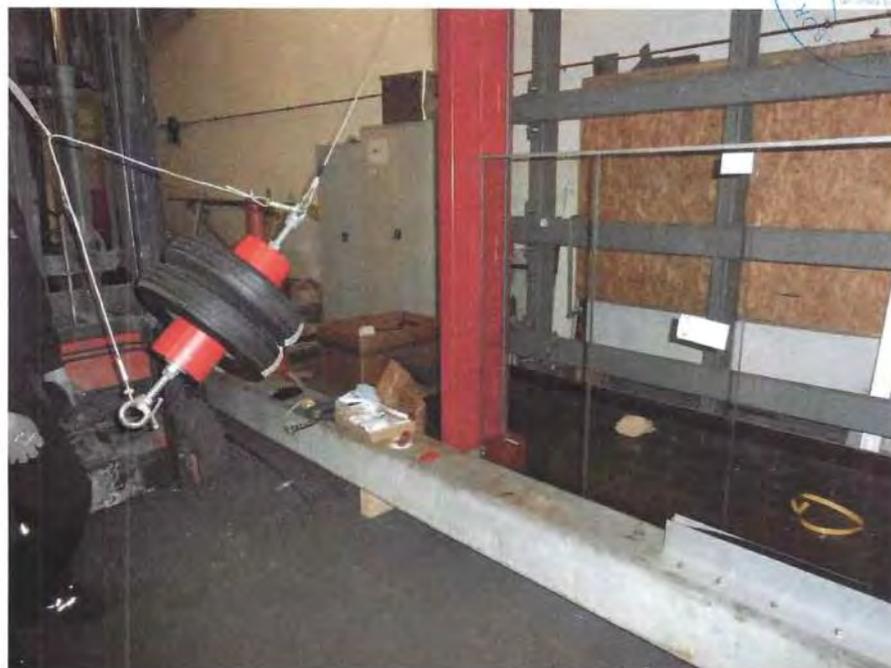
Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.

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



,3

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugweise Veröffentlichung bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung.