gbd GFE

TYPENSTATIK GLASBRÜSTUNG STRONG D, A, CH, FELDMANN

Datum

28.02.2017

Revision

01

Bearbeiter

DI Felix Bertagnolli

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI BOLZANO
Dr. Ing. FELIX BERTAGNOLLI
Nr. 1882
INGENIEURKAMMER
DER PROVINZ BOZEN

Auftraggeber

Feldmann GmbH
Mühlsteig 25
90579 Langenzenn

GBD GFE – GFE Engineering G.m.b.H.
Sigurd Flora | Roland Rossi
Pfarrhofstraße 60 A - 39100 Bozen T +39 0471 1655031 - office@gbd-gfe.it www.gbd-gfe.it

Änderungsverzeichnis

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

INHALTSVERZEICHNIS

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

1.15.1 Nachweis der Tragsicherheit 23
1.15.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit 23
1.15.3 Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit 24
1.15.4 Reduktionsbeiwerte nach SIA 260 (2013) 25
1.16 Werkstoffkennwerte 26
1.16.1 Aluminium nach Eurocode 26
1.16.2 Vergleich Teilsicherheitsbeiwerte Aluminium 28
1.16.3 Glas nach ÖNORM B 3716 29
1.16.4 Glas nach DIN 18008 30
1.16.5 Vergleich Bemessungskonzept Glas 30
1.16.6 Verbundfolie 31
1.16.8 SGP-Zwischenschicht (SentryGlas SG 5000) 32
1.17 Ausführung von Stahl und Aluminiumtragwerken LEN1090 33
1.17.1 Berechnung 33
1.18 Ausführungsklasse für Aluminium nach EN 1999-1-1 33
2 Dauerhaftigkeit nach EN 1990 (Kapitel 2.4) 36
3 Lastannahmen 37
3.1 Allgemeine Angaben und Normwerte 37
3.2 Vertikale Lasten 37
3.3 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ1 37
3.3.1 Deutschland: 40
3.3.2 Österreich 44
3.3.3 Schweiz 45
3.4 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 2 46
3.4.1 Deutschland: 50
3.4.2 Österreich 54
3.4.3 Schweiz 55
3.5 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 3 56
3.5.1 Deutschland: 60
3.5.2 Österreich 64
3.5.3 Schweiz 65
3.6 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 4 66
3.6.1 Deutschland: 70
3.6.2 Österreich 74
3.6.3 Schweiz 75
4 Besondere Vorgaben der Bauherrschaft 76
5 Statische Berechnung 77
5.1 Glasbemessung 77
5.1.1 Glasaufbau#1: 8+8 ESG 1,52 PVB, hk = 1,0 kN/m 78

5.1.2 Glasaufbau#2: 10+10 ESG-H 1,52 SG, h $_k$ = 2 kN/m 82
5.1.3 Glasaufbau#2: 10+10 ESG-H 1,52 SG, h $_k$ = 3 kN/m 86

5.3 Bemessung Aluminiumprofil 90

5.3.2 Bemessung Aluminiumprofil Typ 1 94
5.3.3 Bemessung Aluminiumprofil Typ 2 110
5.3.4 Bemessung Aluminiumprofil Typ 3 128
5.3.5 Bemessung Aluminiumprofil Typ 4 147

5.4 Nachweis Verankerung Glasbrüstung 163

5.5 Bemessung Handlauf 170

5.6 Nachweis der Absturzsicherheit 173

6 Zusammenfassung 174

6.1 Deutschland 174

6.2 Österreich 181

6.3 Schweiz 183

7 Anhang A 185

1 Grundlagen

1.1 Baubeschreibung

Auf den folgenden Seiten werden auftragsgemäß die statischen Nachweise einer Brüstungskonstruktion geführt. Die Brüstungskonstruktion besteht aus einer am unteren Ende in einem Aluminiumprofil (EN AW 6063 T66) eingespannten Verglasung. Die Kanten der Verglasung sind geschützt. Die obere Kante muss durch einen lastabtragenden Handlauf abgedeckt werden, der horizontale Abstand zwischen 2 Verglasungen muss kleiner als 30 mm sein.
Die maximale Höhe ab Oberkante Profil beträgt 1100 mm.
Das Aluminiumprofil wird vertikal oder horizontal mittels mechanischen Befestigungsmittel am Bestand befestigt.

Befestigungsabstände:

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

H_k = 1 kN/m	Dübel: 200 mm
H_k = 2 kN/m	Dübel: 100 mm
H_k = 3 kN/m	Dübel: 100 mm

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

H_k = 1 kN/m	Dübel: 300 mm
H_k = 2 kN/m	Dübel: 150 mm
H_k = 3 kN/m	Dübel: 150 mm

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

H_k = 1 kN/m	Dübel: 300 mm
H_k = 2 kN/m	Dübel: 150 mm
H_k = 3 kN/m	Dübel: 150 mm

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

H_k = 1 kN/m	Dübel: 200 mm
H_k = 2 kN/m	Dübel: 200 mm
H_k = 3 kN/m	Dübel: 200 mm

Für die Befestigung am Bestand wird in dieser Dokumentation jeweils ein Beispiel angeführt. Die Befestigungsmittel sind eine Empfehlung. Bei Änderungen der Rahmenbedingungen muss ein gesonderter Nachweis geführt werden. Die Rahmenbedingungen sind projektbezogen zu untersuchen.
Die vorliegende Statik regelt die Nutzung in Deutschland, Österreich und der Schweiz nach den derzeitig gültigen Normen und dem Stand der Technik.

Es werden folgende Glasaufbauten untersucht:
Hk = 1 kN/m: 8+8 ESG mit 1,52 PVB
Hk = 2 kN/m: 10+10 ESG mit 1,52 SG
Hk = 3 kN/m: 10+10 ESG mit 1,52 SG
Die vorliegende Geländerkonstruktion darf grundsätzlich im Außenbereich und im Innenbereich verwendet werden. NICHT verwendet werden darf sie bei Fluchtwegen im Außenbereich. In diesem Fall ist eine projektbezogene Statik erforderlich.

1.2 Aufstellungsort

Deutschland, Österreich, Schweiz

1.3 Nutzungsdauer = 50 Jahre

Tabelle 2.1 — Klassifizierung der Nutzungsdauer

Klasse der Nutzungs-Dauer	Planungsgröße der Nutzungsdauer (in Jahren)	Beispiele
1	10	Tragwerke mit befristeter Standzeit[a]
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

[a] ANMERKUNG Tragwerke oder Teile eines Tragwerks, die mit der Absicht der Wiederverwendung demontiert werden können, sollten nicht als Tragwerke mit befristeter Standzeit betrachtet werden.

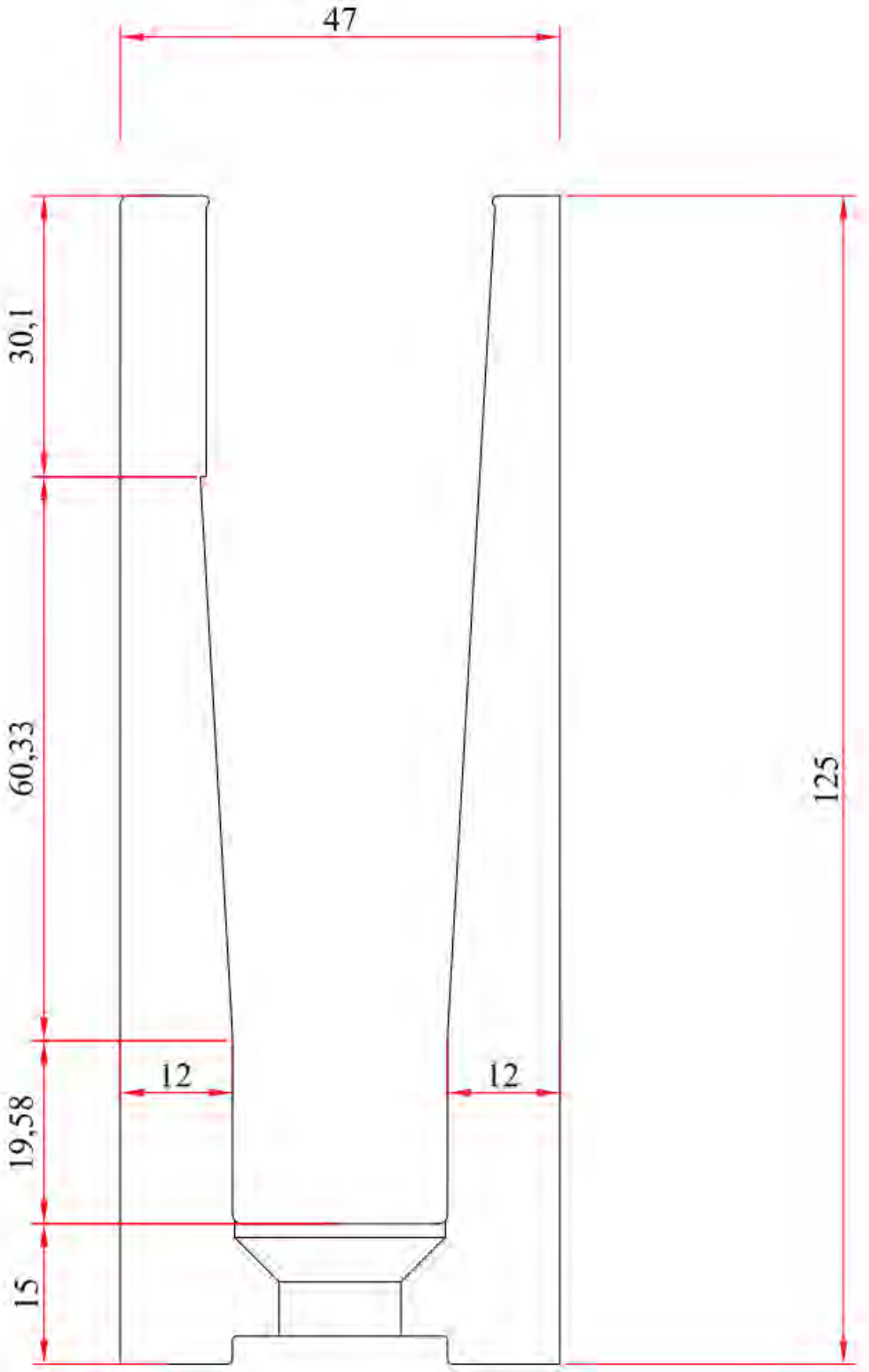
Abbildung 1.1 (Quelle: EN 1990 (2010) Kapitel 2.3 Tabelle 2.1)

1.4 Tragwerkskonzept

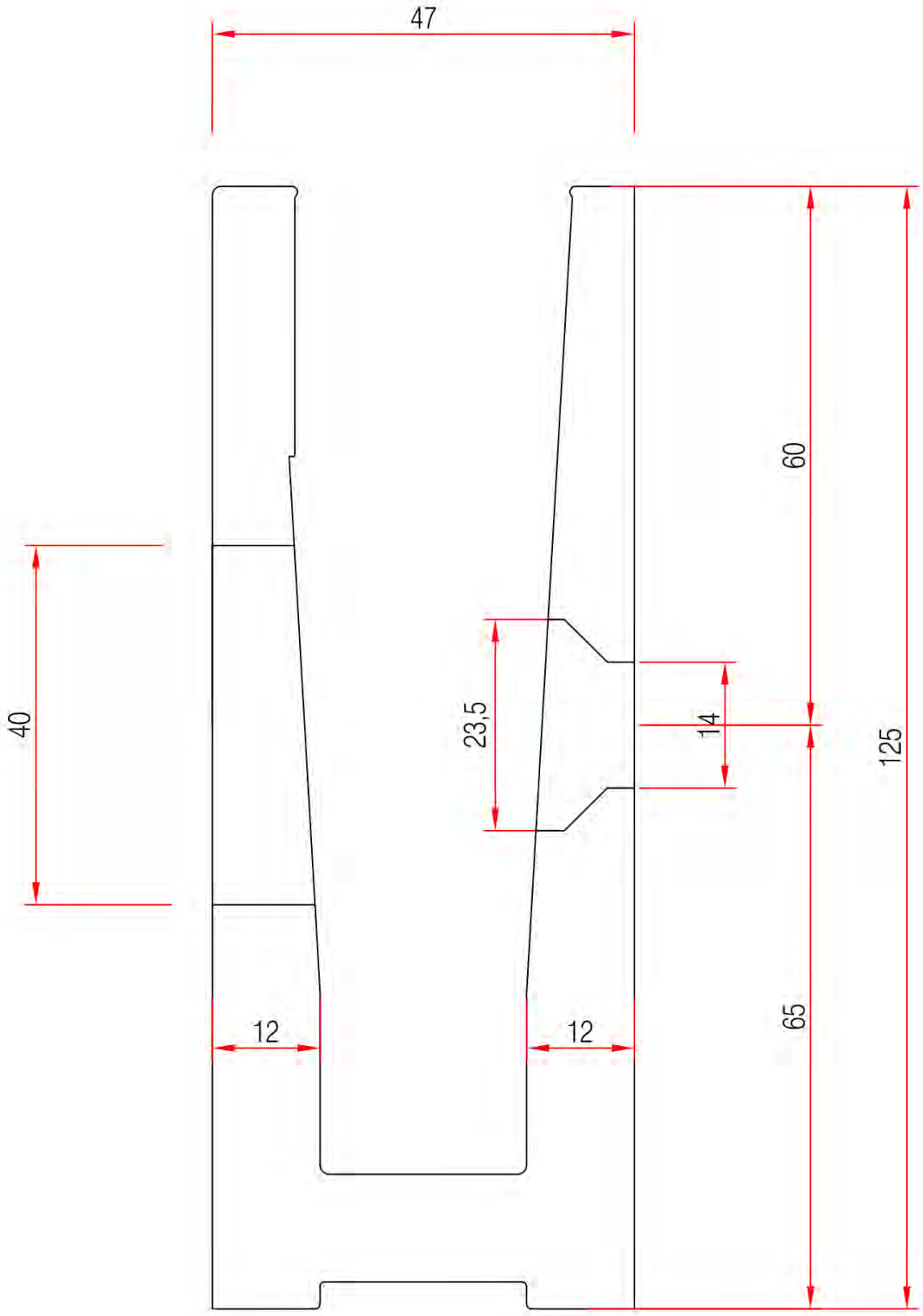
Das Tragwerkskonzept der Verglasung ist ein am unteren Ende eingespannter Kragträger.

1.5 Architektenpläne

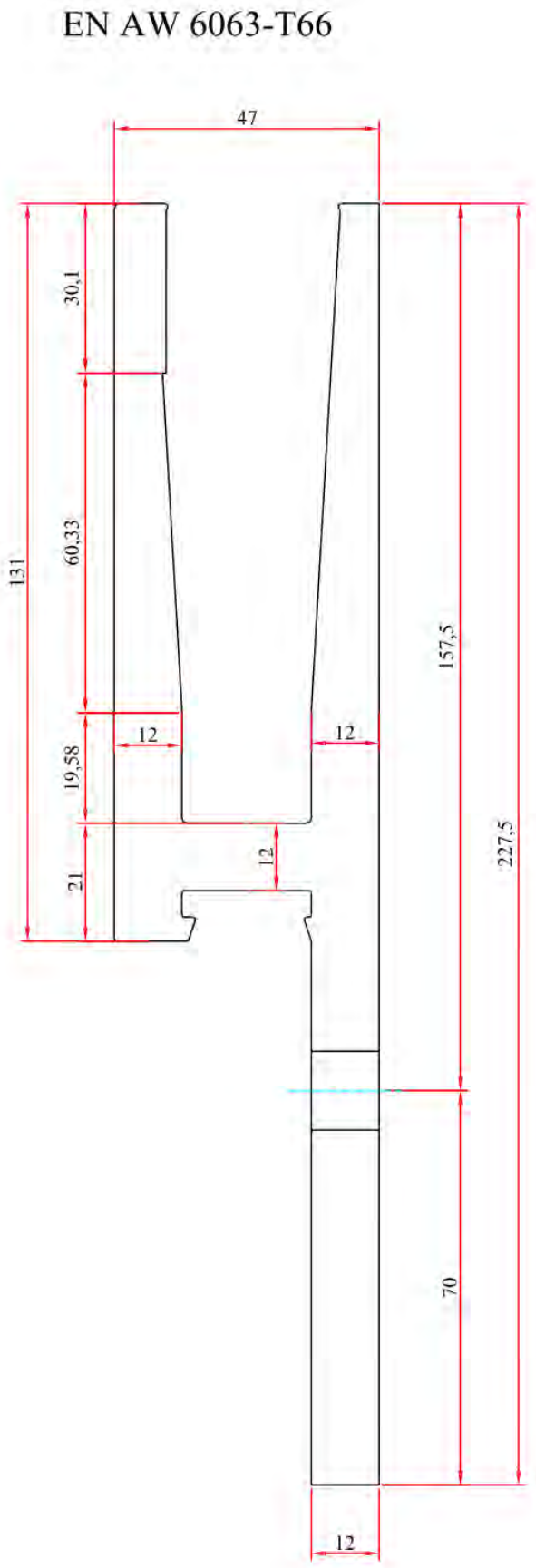
1.5.1 Profiltyp1:



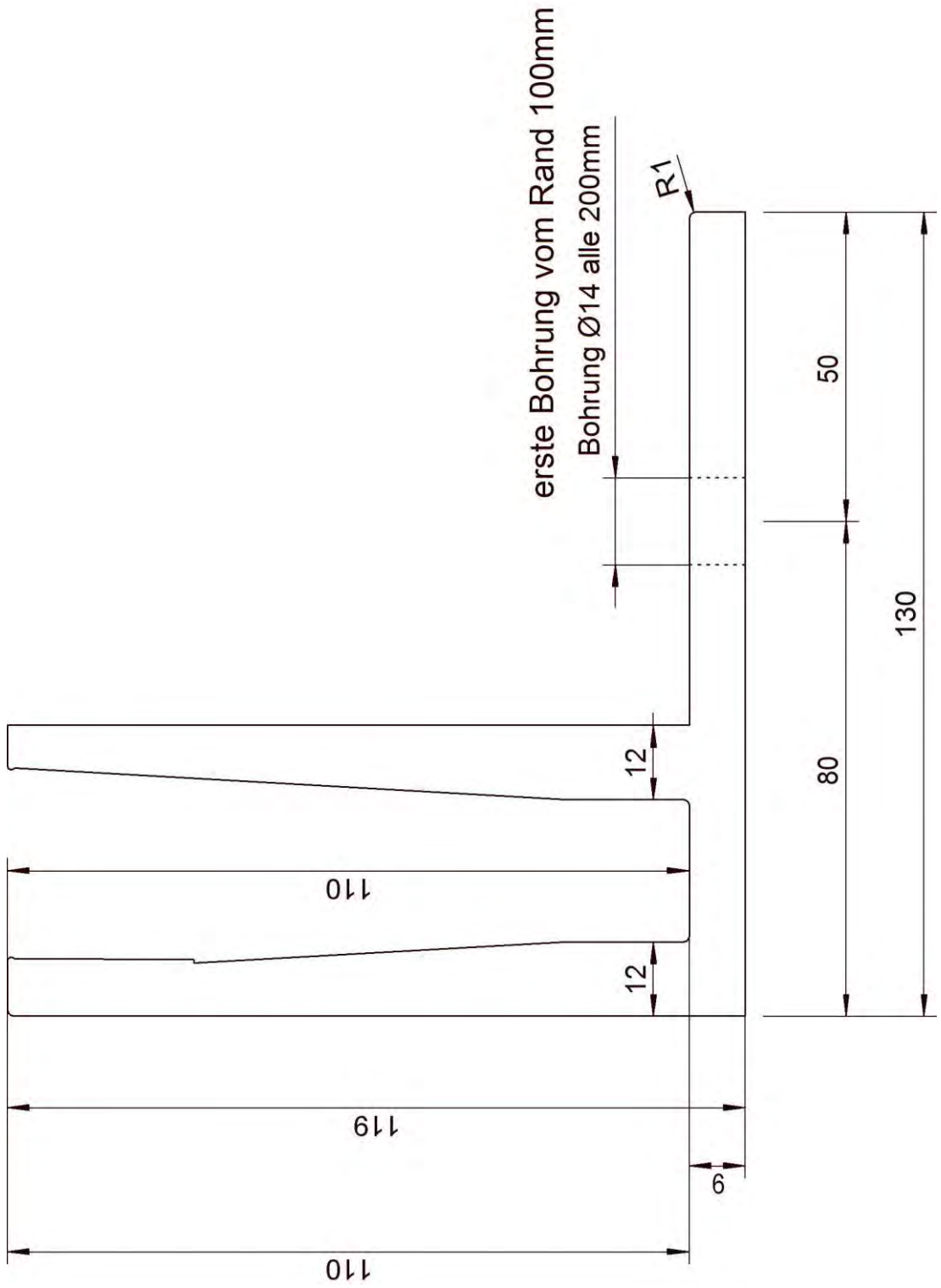
1.5.2 Profiltyp 2



1.5.3 Profiltyp 3



1.5.4 Profiltyp 4



1.6 Berichte, Gutachten und Protokolle

Siehe Anhang A.

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

Tabelle 1.1

1.7 Berücksichtigte Grenzzustände

In der Berechnung werden folgende Grenzzustände berücksichtigt:

- x Grenzzustand der Tragfähigkeit L Tragfähigkeit (ruhende Belastung)
- x Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit L 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	01.20 12
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 L Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	09.2011
ON B 1991 -1-1	NAD Teil 1 -1: Allgemeine Einwirkungen L Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2011
ON EN 1991 -1-2	Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen L Brandeinwirkungen auf Tragwerke	01.2013
ON B 1991 -1-2	NAD Teil 1 -2: Allgemeine Einwirkungen L Brandeinwirkungen auf Tragwerke	12.2003
ON EN 1991 -1-3	Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen L Schneelasten	03.2012
ON B 1991 -1-3	NAD Teil 1 -3: Allgemeine Einwirkungen L Schneelasten	09.2013
ON EN 1991 -1-4	Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen L Windlasten	05.2011
ON B 1991 -1-4	NAD Teil 1 -4: Allgemeine Einwirkungen L Windlasten	05.2013
ON EN 1991 -1-5	Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen L Temperatureinwirkungen	01.2012
ON B 1991 -1-5	NAD Teil 1 -5: Allgemeine Einwirkungen L Temperatureinwirkungen	01.2012
ON EN 1991 -1-6	Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen L Einwirkungen während der Bauausführung	03.2013
ON B 1991 -1-6	NAD Teil 1 -6: Allgemeine Einwirkungen L Einwirkungen während der Bauausführung	01.2006
ON EN 1991 -1-7	Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen L Außergewöhnliche Einwirkungen	09.2014
ON B 1991 -1-7	NAD Teil 1 -7: Allgemeine Einwirkungen L 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: Schalentr agwerke	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 .201 5

Materialnormen

DIN EN 572 -1	Glas im Bauwesen L Basiserzeugnisse aus Kalk- Natronsilicatglas L Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften	09.2012
DIN EN 1863 -1	Glas im Bauwesen L Teilvorgespanntes Kalknatronglas L Teil 1: Definition und Beschreibung	01.2012
DIN EN 12150 -1	Glas im Bauwesen L Thermisch vorgespanntes Kalknatron - Einscheibensicherheitsglas L 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 L Wichten, Eigeng ewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2010
DIN EN 1991 -1-1/NA	NAD Teil 1 -1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke L Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2010
DIN EN 1991 -1-2	Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen L Brandeinwirkungen auf Tragwerke	12.2010
DIN EN 1991 -1-2 Berichtigung 1	Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen L Brandeinwirkungen auf Tragwerke L Berichtigung 1	08.2013
DIN EN 1991 -1-2/NA	NAD Teil 1 -2: Allgemeine Einwirkungen L Brandeinwirkungen auf Tragwerke	09.2015
DIN EN 1991 -1-3	Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen L Schneelasten	12.2010
DIN EN 1991 -1-3/NA	NAD Teil 1 -3: Allgemeine Einwirkungen L Schneelasten	12.2010
DIN EN 1991 -1-4	Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen L Windlasten	12.2010
DIN EN 1991 -1-4/NA	NAD Teil 1 -4: Allgemeine Einwirkungen L Windlasten	12.201 0
DIN EN 1991 -1-5	Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen L Temperatureinwirkungen	12.2010
DIN EN 1991 -1-5/NA	NAD Teil 1 -5: Allgemeine Einwirkungen L Temperatureinwirkungen	12.2010
DIN EN 1991 -1-6	Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen L Einwirkungen während der Bauausführung	12.2010
DIN EN 1991 -1-6 Berichtigung 1	Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen L Einwirkungen während der Bauausführung	08.2013
DIN EN 1991 -1-6/NA	NAD Teil 1 -6: Allgemeine Einwirkungen L Einwirkungen währen d der Bauausführung	12.2010
DIN EN 1991 -1-7	Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen L Außergewöhnliche Einwirkungen	12.2010
DIN EN 1991 -1-7/NA	NAD Teil 1 -7: Allgemeine Einwirkungen L Außergewöhnliche Einwirkungen	12.2010

Materialnormen

EN 771 -1	Festlegungen für Mauersteine L Teil 1: Mauerziegel	06.2011
EN 772 -1	Prüfverfahren für Mauersteine L Teil 1: Bestimmung der Druckfestigkeit	06.2011
EN 998 -2	Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau L 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 L 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 Berichtigung 1	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	04.2011
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 L Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas L Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften	09.2012
DIN EN 1863 -1	Glas im Bauwesen L Teilvorgespanntes Kalknatronglas L Teil 1: Definition und Beschreibung	01.2012
DIN EN 12150 -1	Glas im Bauwesen L Thermisch vorgespanntes Kalknatron - Einscheibensicherheitsglas L Teil 1: Definition und Beschreibung	12.2000

1.11 Normen, Richtlinien Schweiz

1.11.1 Grundlagen

SIA 260	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken	201 3
SIA 261	Einwirkungen auf Tragwerke	2014
SIA 261 -C1	Einwirkungen auf Tragwerke (Korrigenda C1)	2015
SIA 261/1	Einwirkungen auf Tragwerke L Ergänzende Festlegungen	2003

EN 1090 Ausführung von Aluminium- und Stahltragwerken

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

1.11.2 Aluminium

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

Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

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

DIN 18008: Glas im Bauwesen L 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 Berichtigung 1	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	04.2011
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 L Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas L Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften	09.2012
DIN EN 1863 -1	Glas im Bauwesen L Teilvorgespanntes Kalknatronglas L Teil 1: Definition und Beschreibung	01.2012
DIN EN 12150 -1	Glas im Bauwesen L Thermisch vorgespanntes Kalknatron - Einscheibensicherheitsglas L Teil 1: Definition und Beschreibung	12.2000

Sicherheit mit Glas

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

1.12 Verwendete Literatur

1.12.1 Allgemein

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

1.12.2 Aluminium

Kammer: Aluminium Taschenbuch Band 1, 15. Auflage 1998
Valtinat: Aluminium im konstruktiven Ingenieurbau 2002
6 K P F C N N & G U K I P G T U N) W K F G V Q ' W T Q E Q F G & G U K I P Q 2012

1.12.3 Glasbau

Wörner: Schneider, Fink, Glasbau, VDI 1998
Sedlacek: Glas im konstruktiven Ingenieurbau, E rnst &Sohn 199 9

1.13 Verwendete Software

- SCIA-ESA Engineer 2015.3.106, SCIA International, Herk- de-Stad (B)
- ANSYS 17 .0
- Hilti Profis Anchors 2.6.3
- SJ Mepla

1.14 Lastkombinationen nach EN 1990 (2010)

1.14.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit EC

Grundkombination

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

Außergewöhnliche Kombination

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

Erdbebenkombination

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

1.14.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit EC

Charakteristische Kombination

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

Häufige Kombination

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

Quasi-ständige Kombination

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

1.14.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen ON, DIN

Die Teilsicherheitsbeiwerte sind ungünstigst anzusetzen

Teilsicherheitsbeiwerte nach EN 1990 (2010):
(keine nationalen Festlegungen)

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

1.14.4 Teilsicherheitsbeiwerte UNI

Die Teilsicherheitsbeiwerte sind ungünstigst anzusetzen

Teilsicherheitsbeiwerte nach UNI EN 1990 (2010):

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

1.14.5 Kombinationsbeiwerte ON

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

Einwirkung	ψ_0	ψ_1	ψ_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 ≤ 30kN	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: 30kN < Fahrzeuggewicht ≤ 160kN	0,7	0,5	0,3
Kategorie H : Dächer	0	0	0
Schneelasten im Hochbau (siehe EN 1991-1-3)[a]			
— 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.			
[a] 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 L Keine nationalen Festlegungen)

1.14.6 Kombinationsbeiwerte laut DIN

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

Einwirkung	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Nutzlasten im Hochbau (Kategorien siehe EN 1991-1-1)[a]			
— 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 ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
— Kategorie G: Verkehrsflächen, 30 kN ≤ Fahrzeuglast ≤ 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[b,c]	0,8	0,7	0,5

[a] Abminderungsbeiwerte für Nutzlasten in mehrgeschossigen Hochbauten siehe DIN EN 1991-1-1.

[b] Flüssigkeitsdruck ist im allgemeinen als eine veränderliche Einwirkung zu behandeln, für die die ψ-Beiwerte standortbedingt festzulegen sind. Flüssigkeitsdruck, dessen Größe durch geometrische Verhältnisse begrenzt ist, darf als eine ständige Einwirkung behandelt werden, wobei alle ψ-Beiwerte gleich 1,0 zu setzen sind.

[c] ψ-Beiwerte für Maschinenlasten sind betriebsbedingt festzulegen.

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

1.15 Lastkombinationen nach SIA 260 (2013)

1.15.1 Nachweis der Tragsicherheit

Für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen

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

Für außergewöhnliche Bemessungssituationen

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

Für die Bemessungssituation Erdbeben

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

1.15.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen L seltene Lastfälle

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

Für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen L 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 L quasi-ständige Lastfälle

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

1.15.3 Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit

Die Lastbeiwerte sind ungünstigst anzusetzen.

Lastbeiwerte nach SIA 260 (2013):

Tabelle 1: Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit

Einwirkungen	γ_F	Grenzzustand		
		Typ 1	Typ 2	Typ 3
Ständige Einwirkungen				
– ungünstig wirkend	$\gamma_{G,sup}$	1,10 [1]	1,35 [1]	1,00
– günstig wirkend	$\gamma_{G,inf}$	0,90 [1]	0,80 [1]	1,00
Veränderliche Einwirkungen				
– im Allgemeinen	γ_Q	1,50	1,50	1,30
– Strassenverkehrslasten	γ_Q	1,50	1,50	1,30
– Bahnverkehrslasten:				
– Lastmodelle 1, 2, 4 bis 7	γ_Q	1,45	1,45	1,25
– Lastmodell 3	γ_Q	1,45	1,20	1,25
Einwirkungen aus dem Baugrund				
Erdauflasten				
– ungünstig wirkend	$\gamma_{G,sup}$	1,10	1,35 [2] [3]	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 [4]	$\gamma_{G,Q,inf}$	0,80	0,70	1,00
Wasserdruck				
– ungünstig wirkend	$\gamma_{G,Q,sup}$	1,05	1,20 [3]	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 (20 13) Kapitel 4.4.3 Tabelle 1)

1.15.4 Reduktionsbeiwerte nach SIA 260 (2013)

Tabelle 2: Reduktionsbeiwerte für Gebäude

Einwirkungen	ψ_0	ψ_1	ψ_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 (20 13) Anhang A Tabelle 2)

1.16 Werkstoffkennwerte

1.16.1 Aluminium nach Eurocode

E-Modul	E = 70000	N/mm²
Poissonsche Zahl	= 0,3	
Temperaturausdehnungskoeffizient	. = 23·10 $^{-6}$	1/K

Bleche, Bänder und Platten

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

Legierung EN-AW	Zustand [1]	Dicke t mm [1]	f_o [1]	f_u	A_{50} [1) 6)]	$f_{o,haz}$ [2]	$f_{u,haz}$ [2]	WEZ-Faktor [2]		BC [4]	n_p [1), 5)]
			N/mm²		%	N/mm²		$\rho_{o,haz}$ [1]	$\rho_{u,haz}$		
3004	H14 | H24/H34	≤ 6 | 3	180 | 170	220	1 | 3	75	155	0,42 | 0,44	0,70	B	23 | 18
	H16 | H26/H36	≤ 4 | 3	200 | 190	240	1 | 3			0,38 | 0,39	0,65	B	25 | 20
3005	H14 | H24	≤ 6 | 3	150 | 130	170	1 | 4	56	115	0,37 | 0,43	0,68	B	38 | 18
	H16 | H26	≤ 4 | 3	175 | 160	195	1 | 3			0,32 | 0,35	0,59	B	43 | 24
3103	H14 | H24	≤ 25| 12,5	120 | 110	140	2 | 4	44	90	0,37 | 0,40	0,64	B	31 | 20
	H16 | H26	≤ 4	145 | 135	160	1 | 2			0,30 | 0,33	0,56	B	48 | 28
5005/ 5005A	O/H111	≤ 50	35	100	15	35	100	1	1	B	5
	H12 | H22/H32	≤ 12,5	95 | 80	125	2 | 4	44	100	0,46 | 0,55	0,80	B	18 | 11
	H14 | H24/H34	≤ 12,5	120 | 110	145	2 | 3			0,37 | 0,40	0,69	B	25 | 17
5052	H12 | H22/H32	≤ 40	160 | 130	210	4 | 5	80	170	0,50 | 0,62	0,81	B	17 | 10
	H14 | H24/H34	≤ 25	180 | 150	230	3 | 4			0,44 | 0,53	0,74	B	19 | 11
5049	O / H111	≤ 100	80	190	12	80	190	1	1	B	6
	H14 | H24/H34	≤ 25	190 | 160	240	3 | 6	100	190	0,53 | 0,63	0,79	B	20 | 12
5454	O/H111	≤ 80	85	215	12	85	215	1	1	B	5
	H14|H24/H34	≤ 25	220 | 200	270	2 | 4	105	215	0,48 | 0,53	0,80	B	22 | 15
5754	O/H111	≤ 100	80	190	12	80	190	1	1	B	6
	H14|H24/H34	≤ 25	190 | 160	240	3 | 6	100	190	0,53 | 0,63	0,79	B	20 | 12
5083	O/H111	≤ 50	125	275	11	125	275	1	1	B	6
		50<t≤80	115	270	14 [3]	115	270			B	
	H12|H22/H32	≤ 40	250 | 215	305	3 | 5	155	275	0,62 | 0,72	0,90	B	22 | 14
	H14|H24/H34	≤ 25	280 | 250	340	2 | 4			0,55 | 0,62	0,81	A	22 | 14
6061	T4 / T451	≤ 12,5	110	205	12	95	150	0,86	0,73	B	8
	T6 / T651	≤ 12,5	240	290	6	115	175	0,48	0,60	A	23
	T651	12,5<t≤80	240	290	6 [3]						
6082	T4 / T451	≤ 12,5	110	205	12	100	160	0,91	0,78	B	8
	T61/T6151	≤12,5	205	280	10	125	185	0,61	0,66	A	15
	T6151	12,5<t≤100	200	275	12 [3]			0,63	0,67	A	14
	T6/T651	≤ 6	260	310	6			0,48	0,60	A	25
		6<t≤12,5	255	300	9			0,49	0,62	A	27
	T651	12,5<t≤100	240	295	7 [3]			0,52	0,63	A	21
7020	T6	≤ 12,5	280	350	7	205	280	0,73	0,80	A	19
	T651	≤ 40			9 [3]						
8011A	H14 | H24	≤ 12,5	110 | 100	125	2 | 3	37	85	0,34 | 0,37	0,68	B	37 | 22
	H16 | H26	≤ 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 ρ mit einem Faktor 0,8 multipliziert werden. Bei größeren Dicken müssen – wenn keine anderen Werte vorliegen – die WEZ-Werte und die Beiwerte ρ bei ausscheidungsgehärteten Liegerungen (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 $(= A_{5,65\sqrt{A_o}})$, 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_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 — Strangpressprofile, stranggepresste Rohre, stranggepresste Stangen und gezogene Rohre

Legierung EN-AW	Produktform	Zustand	Dicke t mm [1) 3)]	f_o [1)]	f_u [1)]	A [5) 2)]	$f_{o,haz}$ [4),]	$f_{u,haz}$ [4)]	WEZ-Faktor [4)]		BC 6)	n_p 7)
				N/mm²		%	N/mm²		$\rho_{o,haz}$	$\rho_{u,haz}$		
5083	ET,EP,ER/B	O/111, F H112	$t \le 200$	**110**	**270**	12	110	270	1	1	B	5
	DT	H12/22/32	$t \le 10$	200	280	6	135	270	0,68	0,96	B	14
		H14/24/34	$t \le 5$	235	300	4			0,57	0,90	A	18
A1 5454	ET,EP,ER/B	O/111 F/H112	$t \le$ **25**	85	200	16	85	200	1	1	B	5
A1 5754	ET,EP,ER/B	O/111 F/H112	$t \le$ **25**	80	180	14	80	180	1	1	B	6 A1
	DT	H14/ H24/H34	$t \le 10$	180	240	4	100	180	0,56	0,75	B	16 A1
6060	EP,ET,ER/B	T5	$t \le 5$	120	160	8	50	80	0,42	0,50	B	17
	EP		$5 < t \le 25$	100	140	8			0,50	0,57	B	14
	ET,EP,ER/B	T6	$t \le$ **15**	**140**	**170**	8	60	100	0,43	0,59	A	24
	DT		$t \le 20$	160	215	12			0,38	0,47	A	16
	EP,ET,ER/B	T64	$t \le$ **15**	120	180	12	60	100	0,50	0,56	A	12
	EP,ET,ER/B	T66	$t \le$ **3**	160	215	8	65	110	0,41	0,51	A	16
	EP		$3 < t \le 25$	150	195	8			0,43	0,56	A	18
A1 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	$t \le 25$	240	260	**8**	115	175	0,48	0,67	A	55
	DT		$t < 20$	240	290	10				0,60	A	23 A1
6063	EP,ET,ER/B	T5	$t \le$ **3**	130	175	8	60	100	0,46	0,57	B	16
	EP		$3 < t \le 25$	110	160	**7**			0,55	0,63	B	13
	EP,ET,ER/B	T6	$t \le$ **25**	**160**	**195**	**8**	65	110	0,41	0,56	A	24
	DT		$t \le 20$	190	220	10			0,34	0,50	A	31
	EP,ET,ER/B	T66	$t \le$ **10**	200	245	**8**	75	130	0,38	0,53	A	22
	EP		$10 < t \le 25$	180	225	8			0,42	0,58	A	21
	DT		$t \le 20$	195	230	10			0,38	0,57	A	28
6005A	EP/O, ER/B	T6	$t \le$ **5**	225	270	8	115	165	0,51	0,61	A	25
			$5 < t \le 10$	215	260	8			0,53	0,63	A	24
			$10 < t \le 25$	200	250	8			0,58	0,66	A	20
	EP/H, ET	T6	$t \le 5$	**215**	**255**	8			0,53	0,65	A	26
			$5 < t \le$ **10**	**200**	**250**	8			0,58	0,66	A	20
6106	EP	T6	$t \le 10$	200	250	8	95	160	0,48	0,64	A	20
6082	EP,ET,ER/B	T4	$t \le$ **25**	110	205	14	100	160	0,91	0,78	B	8
	A1 EP A1	T5	$t \le 5$	230	270	8	125	185	0,54	0,69	B	28
	A1 EP A1 ET	T6	$t \le 5$	250	290	8	125	185	0,50	0,64	A	32
			$5 < t \le$ **15**	260	310	10			0,48	0,60	A	25
	ER/B	T6	$t \le 20$	250	295	8			0,50	0,63	A	27
			$20 < t \le 150$	260	310	8			0,48	0,60	A	25
	DT	T6	$t \le 5$	255	310	8			0,49	0,60	A	22
			$5 < t \le 20$	240	310	10			0,52	0,60	A	17
7020	EP,ET,ER/B	T6	$t \le$ **15**	290	350	10	205	280	0,71	0,80	A	23
	EP,ET,ER/B	T6	$15 < t <$ **40**	**275**	350	10			0,75	0,80	A	19
	DT	T6	$t \le 20$	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)

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

1.16.2 Vergleich Teilsicherheitsbeiwerte Aluminium

Die Bauherrschaft möchte die Glasbrüstung in 3 Ländern verwenden: Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien. Die Teilsicherheitsbeiwerte in diesen Ländern liegen für Aluminium bei γ_{M1} = 1,1.

1.16.3 Glas nach ÖNORM B 3716

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

E-Modul	E =70000	N/mm²
Querkontraktionszahl	=0,23	
Temperaturausdehnungskoeffizient	. = 9·10 $^{-6}$	1/K

Tabelle 4 — Charakteristische Festigkeitswerte

Glasart	f_k
	N/mm^2
Float	45
TVG	70
TVG-emailliert[a]	45
ESG	120
ESG-emailliert[a]	75
Drahtglas	25
Gussglas	25
TVG Gussglas	55
ESG Gussglas	90

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

Abbildung 1. 10 (Quelle: ON B 3716-1 (2015) Kap. 9.2 Tabelle 4)

1.16.4 Glas nach DIN 18008

E-Modul	E = 70000	N/mm²
Querkontraktionszahl	= 0,23	
Temperaturausdehnungskoeffizient	. = 9·10 $^{-6}$	1/K

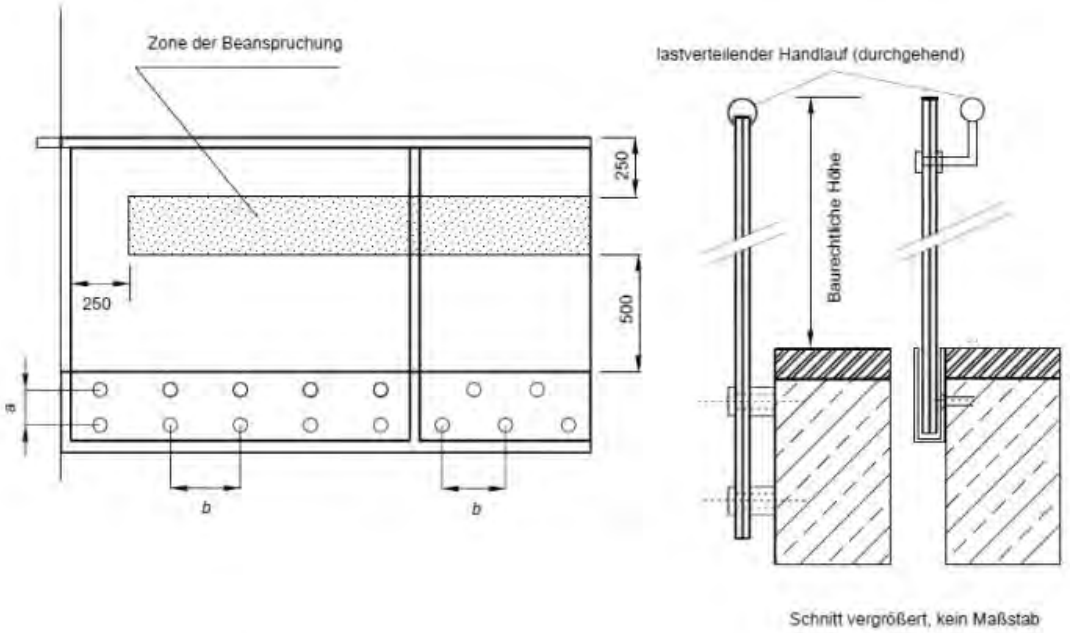
Charakteristische Festigkeitswerte f_k

Floatglas nach EN 572-1 (2012)	f_k = 45	N/mm²
ESG nach EN 12150-1 (200 0)	f_k = 120	N/mm²
ESG-emailliert* nach EN 12150-1 (200 0)	f_k = 75	N/mm²
TVG nach EN 1863-1 (2011)	f_k = 70	N/mm²
TVG-emailliert* nach EN 1863-1 (2011)	f_k = 45	N/mm²

*emaillierte Seite unter Zugspannung

1.16.5 Vergleich Bemessungskonzept Glas

Die Bauherrschaft möchte die Glasbrüstung in 3 Ländern verwenden: Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien. In der Glasbemessung in Deutschland darf im Gegensatz zu Österreich kein Schubverbund berücksichtigt werden. Somit ist der Nachweis lt. DIN 18008 auch in Österreich gültig.
Die Zuordnung in absturzsichernde Konstruktionen erfolgt in Österreich lt. ÖNORM B3716- 3 und in Deutschland lt. DIN 18008-4. In Österreich wird die Verglasung der
S 8 G T I N C U W P I U I T W R R G Q \ W I G Q T F o P K G K V G 8 K P T & I G W V U W E J N F C G P T F S Y - K C T V
zugeordnet. Die Anforderungen an Bemessung und Glastypologien sind identisch.

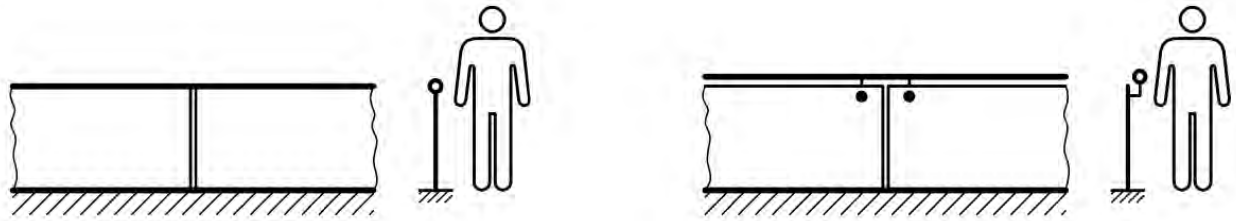


Es bedeutet:

a – mindestens 150 mm (Richtwert)

b – maximal 300 mm (Richtwert)

Bild 5 — Beispiel der Verglasungsgruppe 2



b) Beispiele für Kategorie B

1.16.6 Verbundfolie

Polyvinyl-Butyral Folie (PVB)
Mechanische Eigenschaften bei 23°C

Reißfestigkeit	> 20	N/mm²
Bruchdehnung	> 250%	

&KGUG 'KIGPUEJCHVGP UKPF XQO *GTUVGNNGT FGT (QNKGP FV
EN 10204 2005- 01-01 zu bestätigen.
Für Verbundsicherheitsglas aus SentryGlas SGP 5000 mit ESG, ESG-H, TVG und emailliertem ESG bzw. emailliertem TVG gelten die in den TRLV bzw. die in der entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für TVG angegeben zulässigen Spannungen.

1.16.8 SGP-Zwischenschicht (SentryGlas SG 5000)

Zulassung Nr. Z-70.3-170
Gültig bis 14.04.2020

Lastfall		Schubmodul G [N/mm²]	k_{VSG} [12]	k_{mod}
Fassadenbereich	**Verglasungen ohne absturzsichernde Funktion**			
	Lastfall Wind	100	1	0,7
	Verglasungen mit absturzsichernder Funktion			
	Lastfall horizontale Nutzlast infolge von Personen [13]	4	1	0,7
	Lastfall Holm und Wind	65	1	0,7
Innenbereich	**Verglasungen ohne absturzsichernde Funktion**			
	Lastfall Wind	100	1	0,7
	Verglasungen mit absturzsichernder Funktion			
	Lastfall Holm	65	1	0,7
	Lastfall Holm und Wind	65	1	0,7
Überkopf-bereich	Lastfall Schnee	60	1	0,4
	Lastfall Wind und Schnee	60	1	0,7
	Lastfall Eigengewicht	0	1,1	0,25

Abbildung 1. 11 (Quelle: Z-70.3- 170)

Tabelle 2: Kennwerte für Schubmodule entsprechend der Zwischenschichttemperatur

Zwischenschichttemperatur T [°C]	30	35	40	45	50	55	60
Schubmodul G [N/mm²]	65	30	9	7	4	3	2

Abbildung 1. 12 (Quelle: Z-70.3- 170)

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

1.17 Ausführung von Stahl und Aluminiumtragwerken LEN1090

1.17.1 Berechnung

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

1.18 Ausführungsklasse für Aluminium nach EN 1999-1-1

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

Schadensfolgeklasse nach EN1990:

Tabelle B.1 — Klassen für Schadensfolgen

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

Abbildung 1. 13(Quelle: EN 1990 (2010) Kapitel B.3 Tabelle B.1)

Schadensfolgeklasse nach ON B1990-1

Tabelle B.1 — Schadensfolgeklassen

Schadens-folgeklassen	Merkmale	Beispiele im Hochbau oder bei sonstigen Ingenieurbau-werken
CC 3	Hohe Folgen für Menschenleben **oder** sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	– Bauwerke (oder eigenständige Bauwerksteile) mit einem widmungsgemäßen Fassungsvermögen für mehr als 1 000 Personen (wie z. B. Krankenanstalten, Einkaufszentren, Stadien, Bildungseinrichtungen) – Bauwerke, die eine Energie- und Versorgungsfunktion erfüllen – Bauwerke und Einrichtungen, die für den Katastrophenschutz dienen – Bauwerke, die unter die SEVESO II Richtline fallen – Bauwerke, die mehr als 16 oberirdische Geschoße besitzen
CC 2	Mittlere Folgen für Menschenleben, beträchtliche wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	– Bauwerke, die nicht der Schadensfolgeklasse CC1 oder CC3 zuzuordnen sind
CC 1	Niedrige Folgen für Menschenleben **und** kleine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	– 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 m² Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße – 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 m² Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße – landwirtschaftlich genutzte Bauwerke mit niedriger Personenfrequenz

Abbildung 1. 14 (Quelle: ON B 1990-1 (2013) Kap. B.3.1 Tabelle B.1)

Schadensfolgeklasse nach DIN EN1990/NA oder UNI

Beanspruchungskategorie:

Tabelle A.1 — Kriterien für die Beanspruchungskategorie

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

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

[b] Die Beanspruchungskategorie SC2 sollte für die Fälle gelten, für die SC1 nicht zutrifft.

Abbildung 1. 15 (Quelle: EN 1999-1- 1 (2014) Kapitel A.4 Tabelle A.1)

Herstellungskategorie:

Tabelle A.2 — Kriterien für Herstellungskategorie

Kategorie	Kriterium
PC1	Nicht geschweißte Bauteile
PC2	Geschweißte Bauteile

Abbildung 1. 16 (Quelle: EN 1999-1- 1 (2014) Kapitel A.4 Tabelle A.2)

Kontrolle / Überwachung nach EN 1990 Tabelle B.4

Zuverlässigkeitsklasse (entspricht der Schadensfolgeklasse): CC2 / RC2

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

Datenschutz

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

Ausführungsklasse:

Tabelle A.3 — Festlegung der Ausführungsklasse

Schadensfolgeklasse		CC1		CC2		CC3	
Beanspruchungskategorie		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Herstellungs-kategorie	PC1	EXC1	EXC1	EXC2	EXC3	EXC3[a]	EXC3[a]
	PC2	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3[a]	EXC4

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

Abbildung 1. 17(Quelle: EN 1999-1-1 Kapitel A.5 Tabelle A.3)

Bauteil: Aluminiumprofil
Ausführungsklasse: Die Ausführungsklasse ist projektbezogen zu definieren, ist aber niemals größer al 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_{kGlas} = 25 kN/m³
Maximale Glasstärke = 2 x 10 mm

$g_{kAluminium}$ = 27 kN/m³
A_{Profil} = 28,57 cm²

g_{klin} = 1,21 m x 2 x 0,01 m x 25 kN/m³ + 0,002857 m² x 27 kN/m³= 0, 68 kN/m

Das Eigengewicht der Zwischenfolie und eventueller Abdeckbleche wird mit
$g_{kZusatz}$ = 0,05 kN/m
berücksichtigt.

g_{kcalc} = 0,7 kN/m + 0,05 kN/m = 0, 75 kN/m

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

3.3 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ1

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz anzusetzenden horizontalen Holmlasten erläutert. Das Brüstungselement soll nach Vorgaben der Bauherrschaft in den oben angeführten Ländern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Bemessung mit den maßgebenden horizontalen Lasten nach den Normen der vier Länder durchgeführt.
Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet.
Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 1 (aufgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.
Die Auflagerkräfte für die Bemessung der Dübel, die mittels Handrechnung berechnet wurden, liegen auf der sicheren Seite, da sie mit einem kleineren Hebelsarm als das FE-Modell berechnet wurden.

Abb.: Statisches System Verglasung

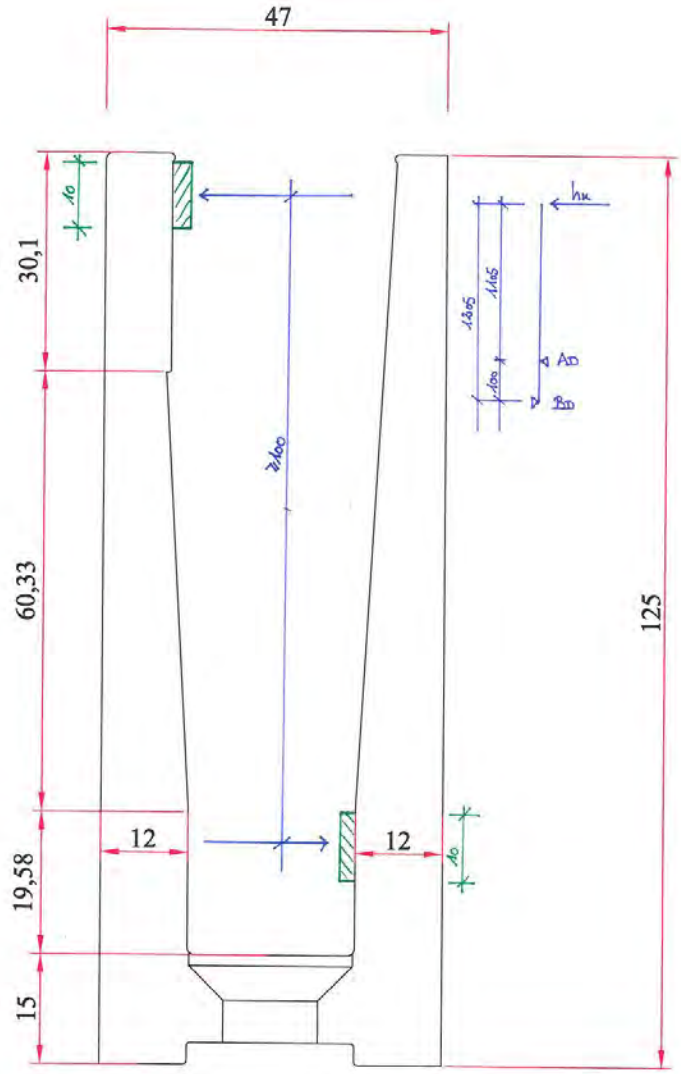


Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

Abb.: Statisches Gesamtsystem

3.3.1 Deutschland:

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

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

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

b. Holmlast 2 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 1 kN/m

Die maximale Dübelbelastung tritt bei einer Holmlast von hk = 2 kN/m auf.

D_{dver} = 167 kN/m

Der Achsabstand der Dübel beträgt 100 mm.
--> $A_{d,100}$ = 16,7 kN pro Dübel

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung.
Diese beträgt 1,63 kN/m².

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. $ T G K V G) G D ¼ W F G n O

Abbildung 19 Windzonenkarte Deutschland

Abbildung 20 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Der Außendruckbeiwert c_{pe} entspricht dem für vertikale Wände und rechteckiger Gebäude. Freistehende Brüstungen haben andere Außendruckbeiwerte und hier ist ein getrennter Nachweis zu führen.
Für die Berechnung der äquivalenten Windlast werden die Windlastbereiche A und D mit einem Außendruckbeiwert $c_{pe,1}$ berechnet. Dabei ist der $c_{pe,1}$ Wert für den Bereich A mit -1,7 maßgebend.

Nachfolgend ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann.
Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.
DIN EN 1991-1-4 definiert Küste als küstennahes Gebiet in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m --> $w_k \leq 1{,}63$ kN/m²			
	Äquivalente Windlast w_e [kN/m²]		
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	-	-

Vergleich mit Holmlast 2,0 kN/m --> $w_k \leq 3{,}26$ kN/m²

Windzone	Äquivalente Windlast w_e [kN/m²] h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h ≤ 25 m
		w_e =	
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

3.3.2 Österreich

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

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

a. Holmlast 1 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
b. Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

H_k = 1 kN/m:
B_k = -55,7 kN/m
W_k = 1,63 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.
--> $B_{d,200}$ = -16,7 kN pro Dübel

H_k = 3 kN/m:
B_k = -167 kN/m
W_k = 4,9 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 100 mm.
--> $B_{d,100}$ = -25,06 kN pro Dübel

3.3.3 Schweiz

Abbildung 22 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz sind folgende Fälle zu untersuchen:

a. Holmlast 0,8 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
b. Holmlast 1,6 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast
c. Holmlast 3 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast

Auf der sicher liegenden Seite werden die im Fall a) und b) die Einwirkungen und Widerstände von 1 kN/m und 2 kN/m verwendet.
Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien eingesetzt werden.

H_k = 1 kN/m:
B_k = -55,7 kN/m
W_k = 1,63 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.
--> $B_{d,200}$ = -16,7 kN pro Dübel

H_k = 2 kN/m:
B_k = -111,4 kN/m
W_k = 3,26 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 100 mm.
--> $B_{d,100}$ = -16,7 kN pro Dübel

H_k = 3 kN/m:
B_k = -167 kN/m
W_k = 4,9 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 100 mm.
--> $B_{d,100}$ = -25,06 kN pro Dübel

3.4 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 2

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz anzusetzenden horizontalen Holmlasten erläutert. Das Brüstungselement soll nach Vorgaben der Bauherrschaft in den oben angeführten Ländern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Bemessung mit den maßgebenden horizontalen Lasten nach den Normen der vier Länder durchgeführt.
Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet.
Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 2 (vorgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.
Die Auflagerkräfte für die Bemessung der Dübel, die mittels Handrechnung berechnet wurden, liegen auf der sicheren Seite, da sie mit einem kleineren Hebelsarm als das FE-Modell berechnet wurden.

Abb.: Statisches System Verglasung

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

Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

Abb.: Statisches Gesamtsystem

3.4.1 Deutschland:

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

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

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

b. Holmlast 2 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 1 kN/m

Die maximale Dübelbelastung tritt bei einer Holmlast von hk = 2 kN/m auf.

B_{dhor} = 61 kN/m

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.
--> $B_{d,150}$ = 9,15 kN pro Dübel

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung.
Diese beträgt 3,28 kN/m².

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:

4. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
5. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
6. $ T G K V G) G D ¼ W F G n O

Abbildung 24 Windzonenkarte Deutschland

Abbildung 25 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Der Außendruckbeiwert c_{pe} entspricht dem für vertikale Wände und rechteckiger Gebäude. Freistehende Brüstungen haben andere Außendruckbeiwerte und hier ist ein getrennter Nachweis zu führen.
Für die Berechnung der äquivalenten Windlast werden die Windlastbereiche A und D mit einem Außendruckbeiwert $c_{pe,1}$ berechnet. Dabei ist der $c_{pe,1}$ Wert für den Bereich A mit -1,7 maßgebend.

Nachfolgend ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann.
Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.
DIN EN 1991-1-4 definiert Küste als küstennahes Gebiet in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m --> $w_k \leq 1{,}64$ kN/m²			
	Äquivalente Windlast w_e [kN/m²]		
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	-	-

Vergleich mit Holmlast 2 kN/m --> $w_k \leq 3{,}28$ kN/m²			
	Äquivalente Windlast w_e [kN/m²]		
Windzone	h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h ≤ 25 m
		w_e =	
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

3.4.2 Österreich

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

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

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

H_k = 1 kN/m:
B_k = -20,3 kN/m
W_k = 1,64 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.
--> $B_{d,300}$ = -9,15 kN pro Dübel

H_k = 3 kN/m:
B_k = -61 kN/m
W_k = 4,92 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.
--> $B_{d,150}$ = -13,73 kN pro Dübel

3.4.3 Schweiz

Abbildung 27 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz sind folgende Fälle zu untersuchen:

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

Auf der sicher liegenden Seite werden die im Fall a) und b) die Einwirkungen und Widerstände von 1 kN/m und 2 kN/m verwendet.
Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien eingesetzt werden.

H_k = 1 kN/m:
B_k = -20,3 kN/m
W_k = 1,63 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.
--> $B_{d,300}$ = -9,15 kN pro Dübel

H_k = 2 kN/m:
B_k = -40,7 kN/m
W_k = 3,28 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.
--> $B_{d,150}$ = -9,15 kN pro Dübel

H_k = 3 kN/m:
B_k = -61 kN/m
W_k = 4,9 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.
--> $B_{d,150}$ = -13,73 kN pro Dübel

3.5 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 3

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz anzusetzenden horizontalen Holmlasten erläutert. Das Brüstungselement soll nach Vorgaben der Bauherrschaft in den oben angeführten Ländern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Bemessung mit den maßgebenden horizontalen Lasten nach den Normen der vier Länder durchgeführt.
Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet.
Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 3 (vorgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.
Die Auflagerkräfte für die Bemessung der Dübel, die mittels Handrechnung berechnet wurden, liegen auf der sicheren Seite, da sie mit einem kleineren Hebelsarm als das FE-Modell berechnet wurden.

Abb.: Statisches System Verglasung

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

Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

Abb.: Statisches Gesamtsystem

3.5.1 Deutschland:

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

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

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

d. Holmlast 2 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 1 kN/m

Die maximale Dübelbelastung tritt bei einer Holmlast von hk = 2 kN/m auf.

B_{dhor} = 61 kN/m

Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.
--> $B_{d,150}$ = 9,15 kN pro Dübel

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung.
Diese beträgt 3,02 kN/m².

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:

7. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
8. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
9. $ T G K V G) G D ¼ W F G n O

Abbildung 29 Windzonenkarte Deutschland

Abbildung 30 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Der Außendruckbeiwert c_{pe} entspricht dem für vertikale Wände und rechteckiger Gebäude. Freistehende Brüstungen haben andere Außendruckbeiwerte und hier ist ein getrennter Nachweis zu führen.
Für die Berechnung der äquivalenten Windlast werden die Windlastbereiche A und D mit einem Außendruckbeiwert $c_{pe,1}$ berechnet. Dabei ist der $c_{pe,1}$ Wert für den Bereich A mit -1,7 maßgebend.

Nachfolgend ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann.
Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.
DIN EN 1991-1-4 definiert Küste als küstennahes Gebiet in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m --> $w_k \leq 1{,}51$ kN/m²

Windzone	Äquivalente Windlast w_e [kN/m²] 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	-	-

Vergleich mit Holmlast 2 kN/m --> $w_k \leq 3{,}02$ kN/m²

Windzone	Äquivalente Windlast w_e [kN/m²] h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h ≤ 25 m
		w_e =	
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

3.5.2 Österreich

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

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

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

H_k = 1 kN/m:
B_k = -20,3 kN/m
W_k = 1,51 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.
--> $B_{d,300}$ = -9,15 kN pro Dübel

H_k = 3 kN/m:
B_k = -61 kN/m
W_k = 4, 54 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.
--> $B_{d,150}$ = -13,73 kN pro Dübel

3.5.3 Schweiz

Abbildung 32 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz sind folgende Fälle zu untersuchen:

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

Auf der sicher liegenden Seite werden die im Fall a) und b) die Einwirkungen und Widerstände von 1 kN/m und 2 kN/m verwendet.
Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien eingesetzt werden.

H_k = 1 kN/m:
B_k = -20,3 kN/m
W_k = 1,51 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 300 mm.
--> $B_{d,300}$ = -9,15 kN pro Dübel

H_k = 2 kN/m:
B_k = -40,7 kN/m
W_k = 3,02 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.
--> $B_{d,150}$ = -9,15 kN pro Dübel

H_k = 3 kN/m:
B_k = -61 kN/m
W_k = 4, 54 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 150 mm.
--> $B_{d,150}$ = -13,73 kN pro Dübel

3.6 Horizontale Lasten Brüstungsprofil Typ 4

Nachfolgend werden die in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz anzusetzenden horizontalen Holmlasten erläutert. Das Brüstungselement soll nach Vorgaben der Bauherrschaft in den oben angeführten Ländern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Bemessung mit den maßgebenden horizontalen Lasten nach den Normen der vier Länder durchgeführt.
Von den Holmlasten ausgehend, wird eine äquivalente charakteristische Windlast berechnet.
Im Folgenden die Aufstellung der horizontalen Lasten für das Brüstungsprofil Typ 4 (vorgesetztes Profil), wo das Profil vertikal befestigt wird.
Die Auflagerkräfte für die Bemessung der Dübel, die mittels Handrechnung berechnet wurden, liegen auf der sicheren Seite, da sie mit einem kleineren Hebelsarm als das FE-Modell berechnet wurden.

Abb.: Statisches System Verglasung

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

Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

Abb.: Statisches Gesamtsystem

3.6.1 Deutschland:

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

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

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

f. Holmlast 2 kN/m mit äquivalenter charakteristischer Windlast oder Holmlast in Gegenrichtung 1 kN/m

Die maximale Dübelbelastung tritt bei einer Holmlast von hk = 2 kN/m auf.

B_{dhor} =46,4 kN/m

Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.
--> $B_{d,200}$ = 9,28 kN pro Dübel

Setzt man diesen Lastfall mit dieser Dübelreaktion als maßgebend voraus, dann erhält man die äquivalente charakteristische Windlast (Windsog) zur Holmlast in Gegenrichtung.
Diese beträgt 3,23 kN/m².

Die Windlast setzt sich folgendermaßen zusammen:

$w_e = q_{p(ze)} \times c_{pe}$

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

10. Meereshöhe Gebäude < 800 Hm
11. Gesamthöhe Gebäude < 25 m
12. $ T G K V G) G D ¼ W F G n O

Abbildung 34 Windzonenkarte Deutschland

Abbildung 35 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Der Außendruckbeiwert c_{pe} entspricht dem für vertikale Wände und rechteckiger Gebäude. Freistehende Brüstungen haben andere Außendruckbeiwerte und hier ist ein getrennter Nachweis zu führen.
Für die Berechnung der äquivalenten Windlast werden die Windlastbereiche A und D mit einem Außendruckbeiwert $c_{pe,1}$ berechnet. Dabei ist der $c_{pe,1}$ Wert für den Bereich A mit -1,7 maßgebend.

Nachfolgend ist eine Tabelle zur Zusammenfassung angeführt, die zeigt, in welchen Windzonen und bei welchen Gebäudehöhen die Brüstung eingesetzt werden kann.
Die grünen Felder geben die Zonen an, wo das Geländer eingesetzt werden kann, die roten Felder geben die Zonen an, wo das Geländer nicht eingesetzt werden kann.
DIN EN 1991-1-4 definiert Küste als küstennahes Gebiet in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

Vergleich mit Holmlast 1,0 kN/m --> $w_k \leq 1{,}62$ kN/m²			
	Äquivalente Windlast w_e [kN/m²]		
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	-	-

Vergleich mit Holmlast 2 kN/m --> $w_k \leq 3{,}23$ kN/m²			
	Äquivalente Windlast w_e [kN/m²]		
Windzone	h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h ≤ 25 m
		w_e =	
1 Binnenland	-0,85	-1,105	-1,275
Binnenland	-1,105	-1,36	-1,53
2 Küste und Inseln der Ostsee	-1,445	-1,7	-1,87
Binnenland	-1,36	-1,615	-1,87
3 Küste und Inseln der Ostsee	-1,785	-2,04	-2,21
Binnenland	-1,615	-1,955	-2,21
Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	-2,125	-2,38	-2,635
4 Inseln der Nordsee	-2,38	-	-

3.6.2 Österreich

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

In Österreich sind folgende Fälle zu untersuchen:

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

H_k = 1 kN/m:
B_k = -15,5 kN/m
W_k = 1,62 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.
--> $B_{d,200}$ =-4,64 kN pro Dübel

H_k = 3 kN/m:
B_k = -46,4 kN/m
W_k = 4, 85 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.
--> $B_{d,150}$ = -13,92 kN pro Dübel

3.6.3 Schweiz

Abbildung 37 Tabelle 20 (Quelle SIA 261 Kapitel 13.2)

In der Schweiz sind folgende Fälle zu untersuchen:

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

Auf der sicher liegenden Seite werden die im Fall a) und b) die Einwirkungen und Widerstände von 1 kN/m und 2 kN/m verwendet.
Das Profil kann somit in allen Nutzungskategorien eingesetzt werden.

H_k = 1 kN/m:
B_k = -15,5 kN/m
W_k = 1,62 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.
--> $B_{d,200}$ =-4,64 kN pro Dübel

H_k = 2 kN/m:
B_k = -30,9 kN/m
W_k = 3,23 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.
--> $B_{d,150}$ = -9,28 kN pro Dübel

H_k = 3 kN/m:
B_k = -46,4 kN/m
W_k = 4,85 kN/m²
Der Achsabstand der Dübel beträgt 200 mm.
--> $B_{d,150}$ = -13,92 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 11 20 mm, wobei diese Höhe auf der sicheren Seite gewählt wurde.

Abbildung 38 Übersicht statisches System

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

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

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

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

G = 4 N/mm²
E = G x 2 x (1+0,49) = 12 N/mm²

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

M_{ed} = 1,5 x 1 kN/m x 1,12 m = 1,68 kNm/m

V_{edmax} = 0,5 x 168 kNcm/ (100 cm x 0,8 cm²/6) = 78,78 N/mm² < 80 N/mm² x 1,1

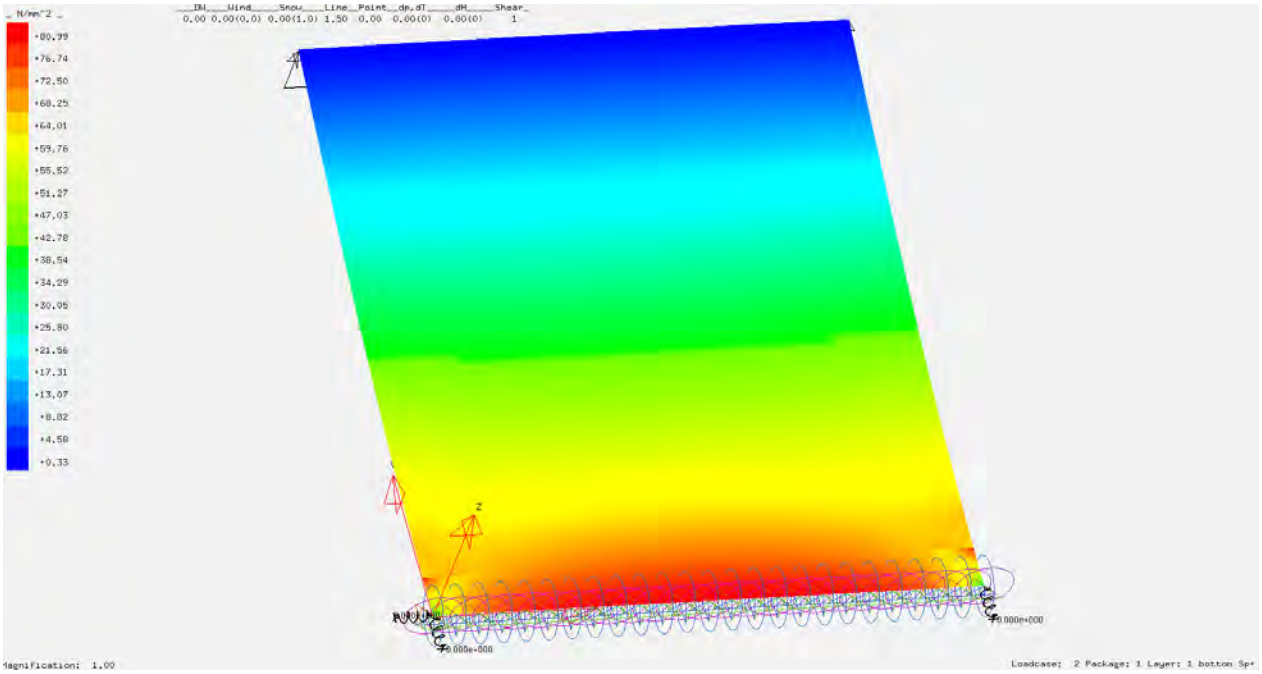
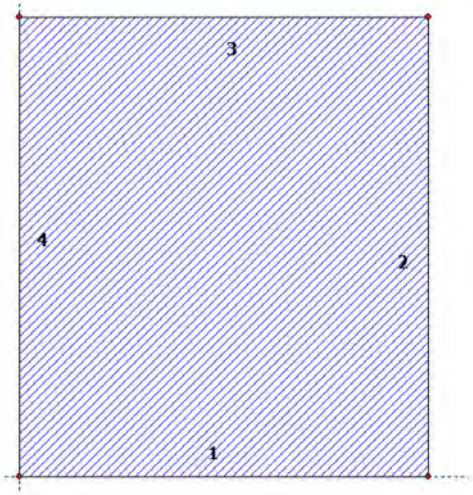
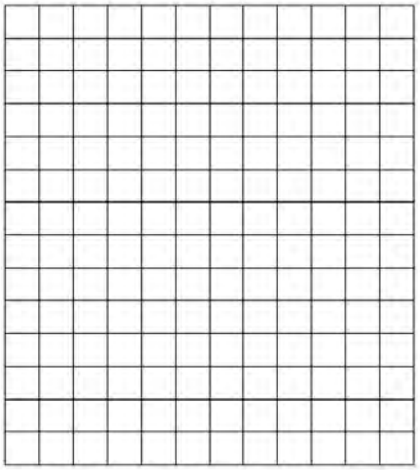


Abbildung 39 Maximale Hauptzugspannungen ULS

SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:





Geometrie:

Rand	Randpunkt		Bogenmitte		Drehrichtung
	mm	mm	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.

3	1000.00	1120.00
4	0.00	1120.00

Lager:

Randlager:

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

Federlager:

Paket	Schicht	x	y	z	C_x	C_y	C_z	C_φ	C_θ
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000
1	1	1000.0	0.0	0.0	0.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000

Schichten:

Schichtenaufbau:

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

Kennwerte:

Paket	Schicht	E-Mod.	ν	Dicke	Dichte	αt	ΔT
		N/mm²		mm	kg/m³	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	8.00	2550.00	1.0000e-005	0.00
1	2	0.03	0.50	1.52	1070.00	8.0000e-005	0.00
1	1	70000.00	0.23	8.00	2550.00	1.0000e-005	0.00

Lasten:

Linienlasten:

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

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

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:

					---- Klima ---		
Eigengewicht	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Δp,ΔT	ΔH	Schub
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Lastfallkombination:

	Wind	Schnee	Klima
	N/mm²	N/mm²	
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm²			
außen	0.00000 N/mm²	=	0.00000 * 0.00	+0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm²	=	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.

Minimale und maximale Verformungen w:

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

Maximale Hauptzugspannung:

Paket	Schicht		x	y	σ	σ (max)
			mm	mm	N/mm²	N/mm²
1	3	(oben)	490.61	1110.98	2.60	52.92
		(unten)	509.39	9.02	52.92	
1	1	(oben)	509.39	1110.98	2.56	53.99
		(unten)	490.61	9.02	53.99	

Federn:

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M_φ	M_θ
(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:

					---- Klima ---		
Eigengewicht	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Δp,ΔT	ΔH	Schub
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00

Lastfallkombination:

	Wind	Schnee	Klima
	N/mm²	N/mm²	
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

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

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm²	
außen	0.00000 N/mm² =	0.00000 * 0.00 +0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm² =	0.00000 * 0.00

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

Berechnungsergebnis:

Minimale und maximale Verformungen w:

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

Maximale Hauptzugspannung:

Paket	Schicht		x mm	y mm	σ N/mm²	σ (max) N/mm²
1	3	(oben)	509.39	1110.98	3.90	79.38
		(unten)	490.61	9.02	79.38	
1	1	(oben)	490.61	1110.98	3.84	80.99
		(unten)	490.61	9.02	80.99	

Federn:

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M_φ	M_θ
(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.

Paket	Schicht		σ N/mm²	Lastfall
1	3	(oben)	3.90	2
		(unten)	79.38	2
1	1	(oben)	3.84	2
		(unten)	80.99	2

Minimale und maximale Verformungen w:

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

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

5.1.2 Glasaufbau#2: 10+ 10 ESG-H 1,52 SG , h_k = 2 kN/m

V_{edmax} = 53,46 N/mm² < 80 N/mm²

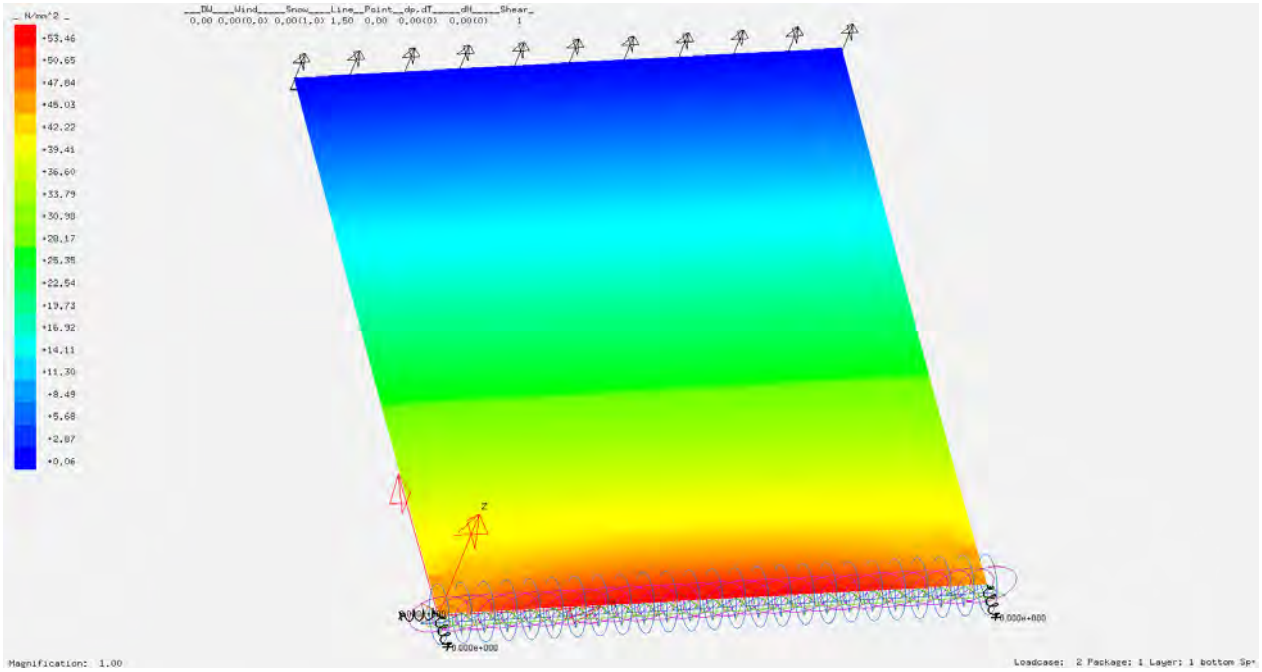
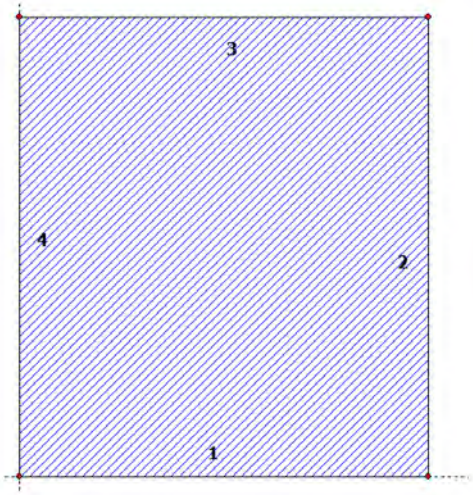
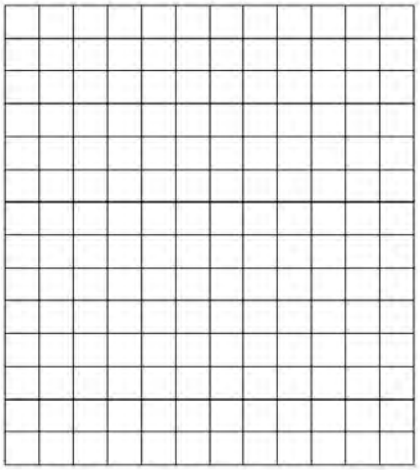


Abbildung 40 Maximale Hauptzugspannungen ULS

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 17.01.2017
Seite: 1

SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:





Geometrie:

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

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

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 17.01.2017
Seite: 2

3	1000.00	1120.00
4	0.00	1120.00

Lager:

Randlager:

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

Federlager:

Paket	Schicht	x	y	z	C_x	C_y	C_z	C_φ	C_θ
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000
1	1	1000.0	0.0	0.0	0.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000

Schichten:

Schichtenaufbau:

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

Kennwerte:

Paket	Schicht	E-Mod.	ν	Dicke	Dichte	αt	ΔT
		N/mm²		mm	kg/m³	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-005	0.00
1	2	12.00	0.49	1.52	950.00	1.5000e-004	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-005	0.00

Lasten:

Linienlasten:

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

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

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:

					---- Klima ---		
Eigengewicht	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Δp,ΔT	ΔH	Schub
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Lastfallkombination:

	Wind	Schnee	Klima
	N/mm²	N/mm²	
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm²			
außen	0.00000 N/mm²	=	0.00000 * 0.00	+0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm²	=	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.

Minimale und maximale Verformungen w:

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

Maximale Hauptzugspannung:

Paket	Schicht		x	y	σ	σ (max)
			mm	mm	N/mm²	N/mm²
1	3	(oben)	509.39	1110.98	1.45	9.54
		(unten)	490.61	9.02	9.54	
1	1	(oben)	9.39	9.02	4.61	35.64
		(unten)	490.61	9.02	35.64	

Federn:

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M_φ	M_θ
(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:

					---- Klima ---		
Eigengewicht	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Δp,ΔT	ΔH	Schub
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00

Lastfallkombination:

	Wind	Schnee	Klima
	N/mm²	N/mm²	
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

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

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm²	
außen	0.00000 N/mm² =	0.00000 * 0.00 +0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm² =	0.00000 * 0.00

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

Berechnungsergebnis:

Minimale und maximale Verformungen w:

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

Maximale Hauptzugspannung:

Paket	Schicht		x mm	y mm	σ N/mm²	σ (max) N/mm²
1	3	(oben)	509.39	1110.98	2.18	14.31
		(unten)	490.61	9.02	14.31	
1	1	(oben)	9.39	9.02	6.91	53.46
		(unten)	509.39	9.02	53.46	

Federn:

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M_φ	M_θ
(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.

Paket	Schicht		σ N/mm²	Lastfall
1	3	(oben)	2.18	2
		(unten)	14.31	2
1	1	(oben)	6.91	2
		(unten)	53.46	2

Minimale und maximale Verformungen w:

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

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

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

V_{edmax} = 80,19 N/mm² = 80 N/mm²

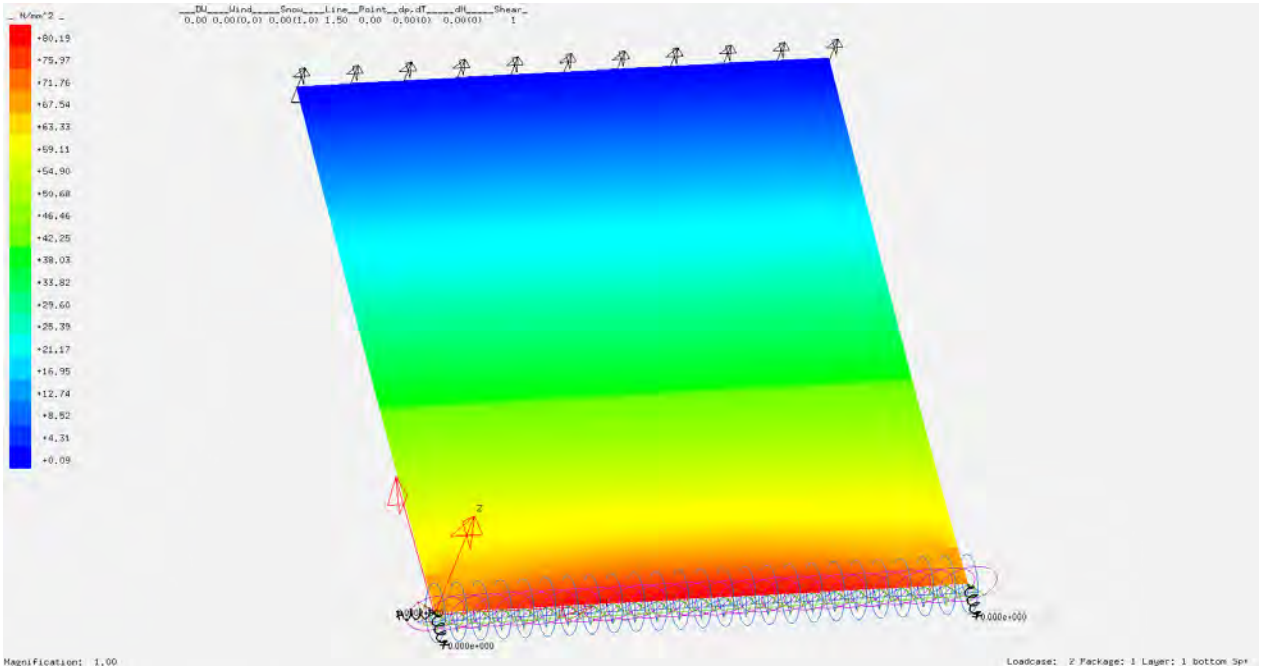
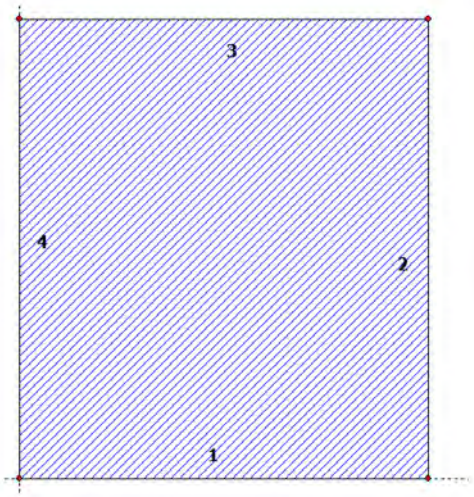
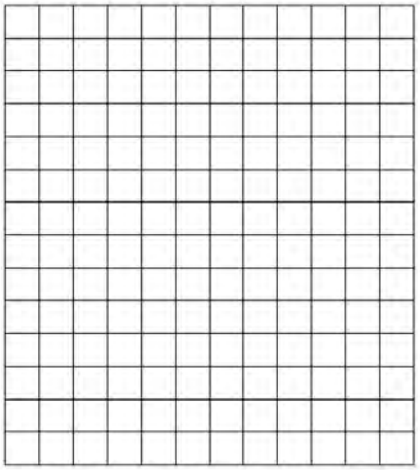


Abbildung 41 Maximale Hauptzugspannungen ULS

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 3 kNm 17.01.2017
Seite: 1

SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:





Geometrie:

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

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

Projekt: 16139 Feldmann strong - 16139 10+10 SG 3 kNm 17.01.2017
Seite: 2

3	1000.00	1120.00
4	0.00	1120.00

Lager:

Randlager:

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

Federlager:

Paket	Schicht	x	y	z	C_x	C_y	C_z	C_φ	C_θ
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000
1	1	1000.0	0.0	0.0	0.000e+000	1.000e+000	0.000e+000	0.00e+000	0.00e+000

Schichten:

Schichtenaufbau:

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

Kennwerte:

Paket	Schicht	E-Mod.	ν	Dicke	Dichte	αt	ΔT
		N/mm²		mm	kg/m³	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-005	0.00
1	2	12.00	0.49	1.52	950.00	1.5000e-004	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-005	0.00

Lasten:

Linienlasten:

Paket	--- von --		-- nach --		qx	qy	qz
	x	y	x	y	N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1115.00	1000.00	1115.00	0.00	0.00	3.00

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

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:

					---- Klima ---		
Eigengewicht	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Δp,ΔT	ΔH	Schub
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Lastfallkombination:

	Wind	Schnee	Klima
	N/mm²	N/mm²	
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm²				
außen	0.00000 N/mm²	=	0.00000	* 0.00 +0.00000	* 0.00
innen	0.00000 N/mm²	=	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.

Minimale und maximale Verformungen w:

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

Maximale Hauptzugspannung:

Paket	Schicht		x	y	σ	σ (max)
			mm	mm	N/mm²	N/mm²
1	3	(oben)	509.39	1110.98	2.18	14.31
		(unten)	490.61	9.02	14.31	
1	1	(oben)	9.39	9.02	6.91	53.46
		(unten)	490.61	9.02	53.46	

Federn:

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M_φ	M_θ
(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:

					---- Klima ---		
Eigengewicht	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Δp,ΔT	ΔH	Schub
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00

Lastfallkombination:

	Wind	Schnee	Klima
	N/mm²	N/mm²	
außen	0.00000	0.00000	keine Klimalast
innen	0.00000		

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

Resultierende Flächenlast aus Wind und Schnee:

	N/mm²	
außen	0.00000 N/mm² =	0.00000 * 0.00 +0.00000 * 0.00
innen	0.00000 N/mm² =	0.00000 * 0.00

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

Berechnungsergebnis:

Minimale und maximale Verformungen w:

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

Maximale Hauptzugspannung:

Paket	Schicht		x mm	y mm	σ N/mm²	σ (max) N/mm²
1	3	(oben)	509.39	1110.98	3.26	21.47
		(unten)	490.61	9.02	21.47	
1	1	(oben)	9.39	9.02	10.37	80.19
		(unten)	490.61	9.02	80.19	

Federn:

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M_φ	M_θ
(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.

Paket	Schicht		σ N/mm²	Lastfall
1	3	(oben)	3.26	2
		(unten)	21.47	2
1	1	(oben)	10.37	2
		(unten)	80.19	2

Minimale und maximale Verformungen w:

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

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

5.3 Bemessung Aluminiumprofil

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

Schritt#1: h = 2 kN/m	SLS bei h_k = 2kN/m
Schritt#2: h = 3 kN/m	SLS bei h_k = 3 kN/m und ULS bei hk =2 kN/m
Schritt#3: h = 4,5 kN/m	ULS bei h_k = 3 kN/m

Die Bemessung wird mit beiden Befestigungsmöglichkeiten durchgeführt.

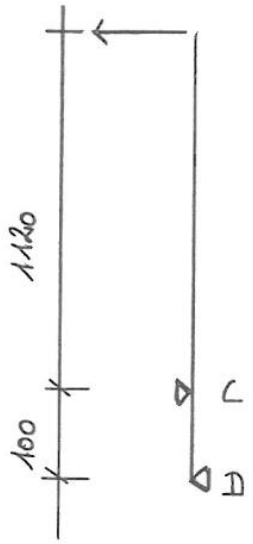


Abbildung 42 Statisches System und Auflagerreaktionen für Aluminiumprofil

MATERIAL

Es wird ein nichtlineares bilineares Materialgesetzt 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 =	**EN-AW 6063 T66 ITA**		(EN 1999-1-1 3.2.2)
E =	70000	N/mm²	(Young Modulus EN 1999-1-1 3.2.5)
$f_u = f_{max}$ =	245		(Ultimate strength)
$f_o = f_p$ =	200		(Yield strength)
γm	1,15		partial safety factor
f_{ud}	213,043	N/mm²	(Ultimate design strength)
f_{od}	173,913	N/mm²	(Yield design strength)

Engineering stress-strain curve input

$$\varepsilon_u = 0{,}3 - 0{,}22 \cdot \left(\frac{f_o}{400}\right) \qquad \text{(EN 1999-1-1 E.3)}$$

ε_u = 0,19

$$\varepsilon_{max} = 0{,}5\ x\ \varepsilon_u \qquad \text{(EN 1999-1-1 E.2.1.1)}$$

ε_{max} = 0,095

$$\varepsilon_P = fod/E \qquad \text{(EN 1999-1-1 E.2.1.1)}$$

ε_P = 0,00248

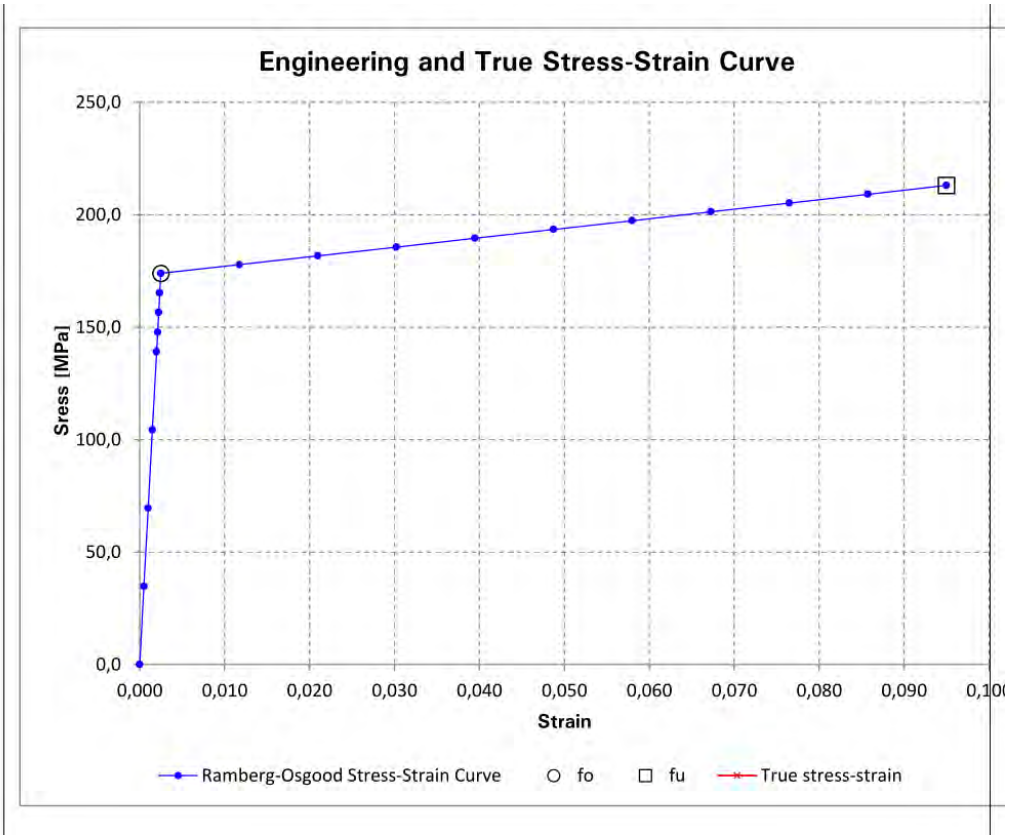
$$E_1 = (f_{ud} - f_{od})/(0{,}5\ x\ \varepsilon_u - \varepsilon_P) \qquad \text{(EN 1999-1-1 E.2.1.1)}$$

E_1 = 422,961 N/mm²

Engineering stress-strain

Engineering stress division σ (MPa)	Engineering strain calculated on the basis of inital cross-section area ε_1
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

Ingenieurkonsulenten für Bauwesen - gbd ZT GmbH



Properties of Outline Row 4: EN AW-6063 T66 ym1.15

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

Abbildung 43 Verwendete Materialeigenschaft: "Mulitlinear isotropic hardening"

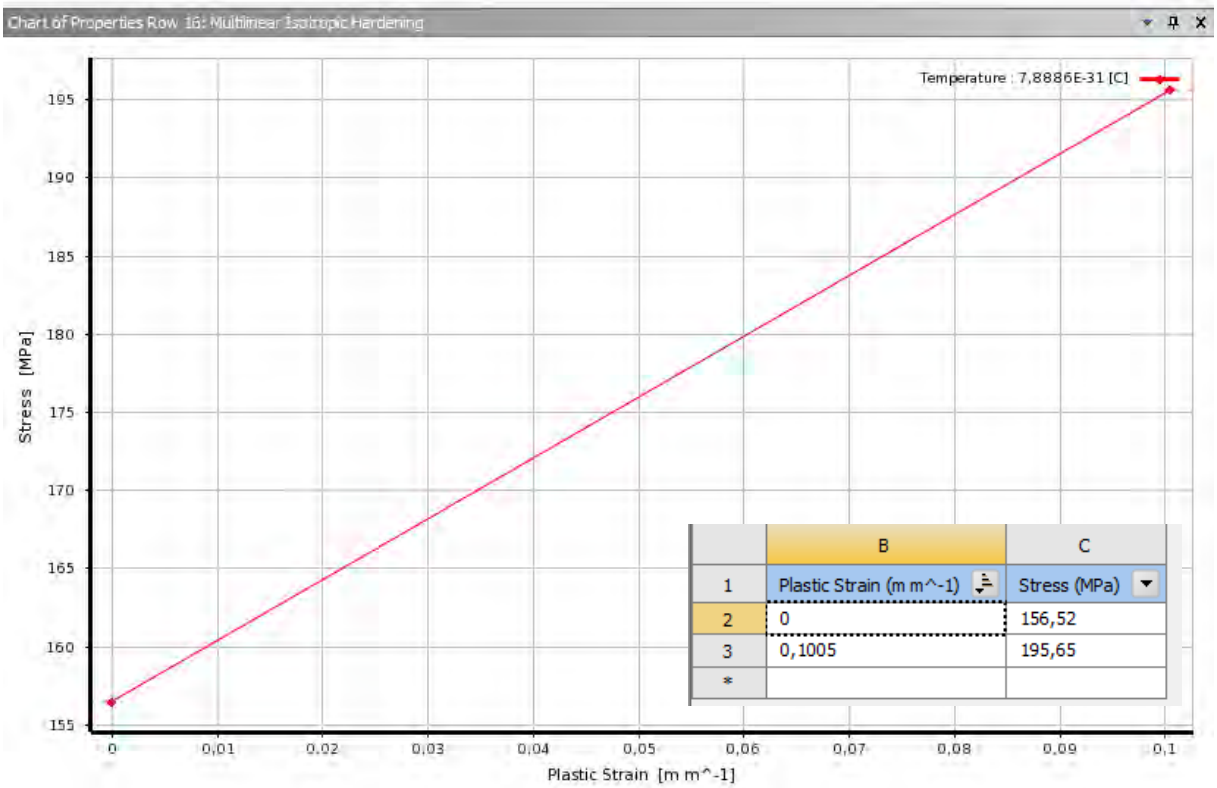


Abbildung 44 / C V G T K C N M W T X G S $ K N K P G C T K U Q V T Q R K E J C T F G P K P I Q

5.3.2 Bemessung Aluminiumprofil Typ 1

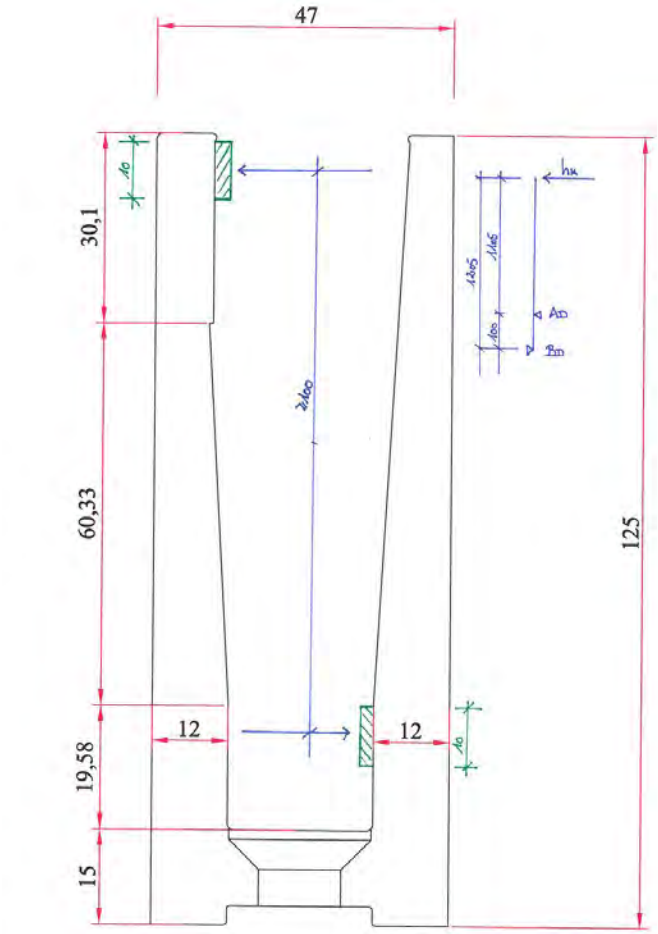
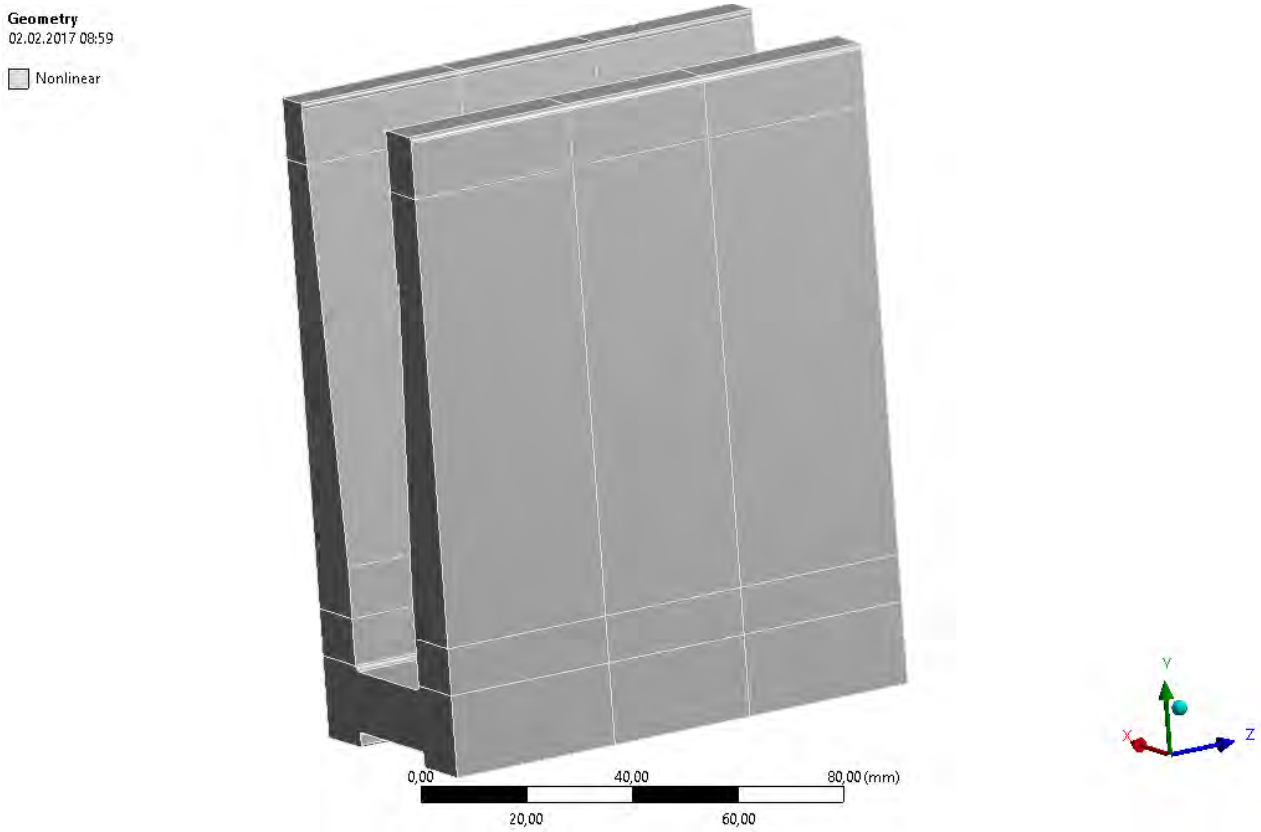


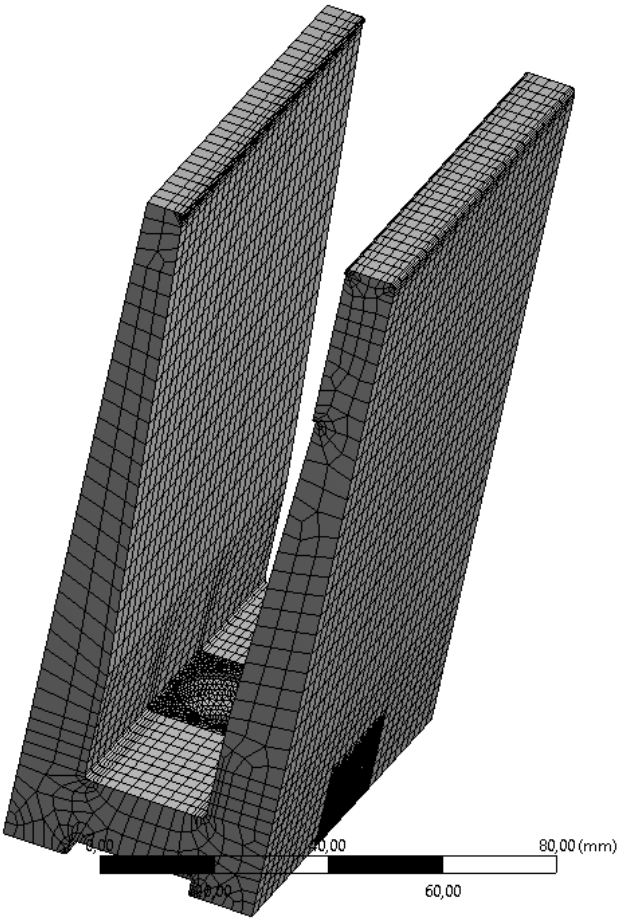
Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

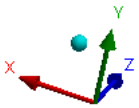
Abb.: Statisches Gesamtsystem

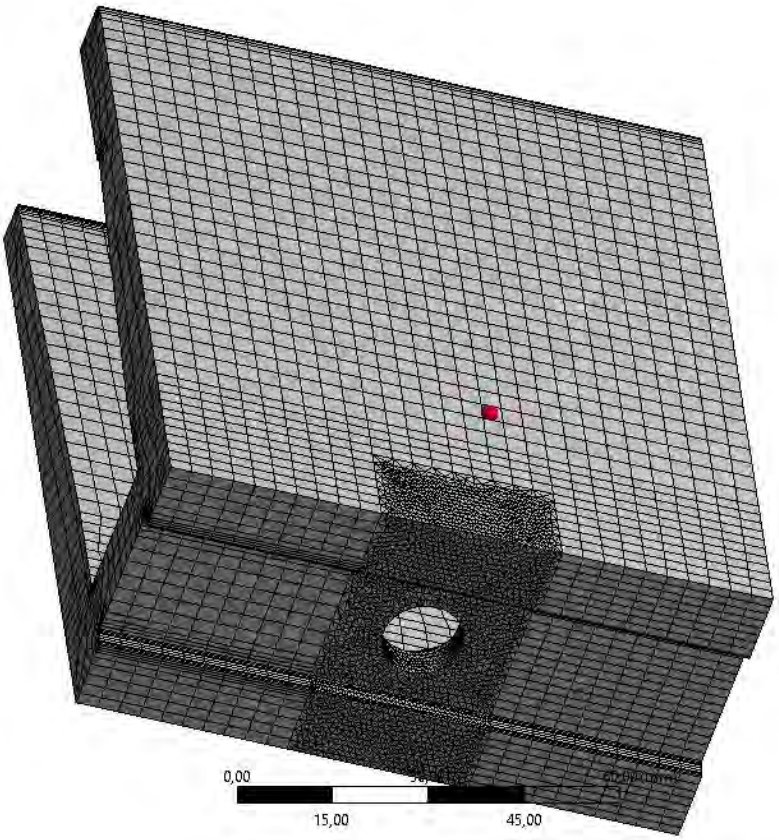
Geometrie:

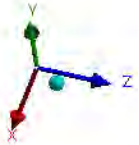

Geometry
02.02.2017 08:59
Nonlinear
0,00
40,00
80,00 (mm)
20,00
60,00
Y
X
Z

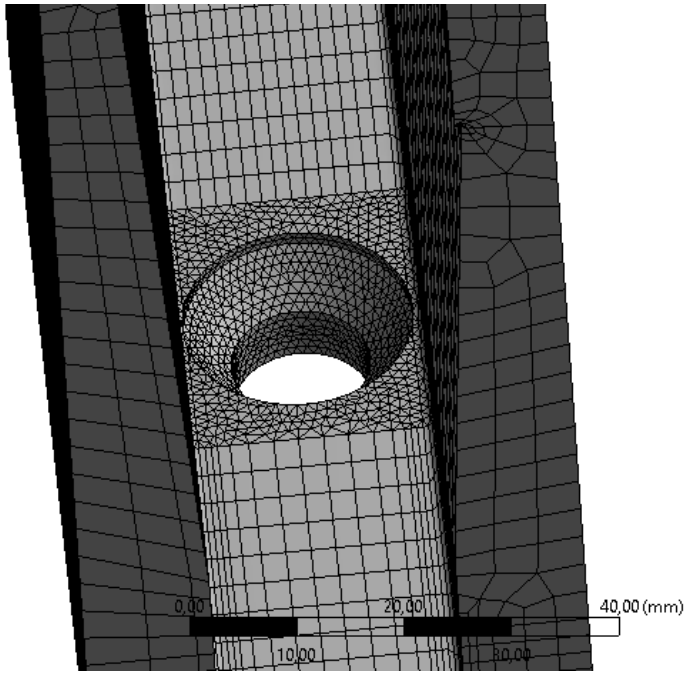
Netz:



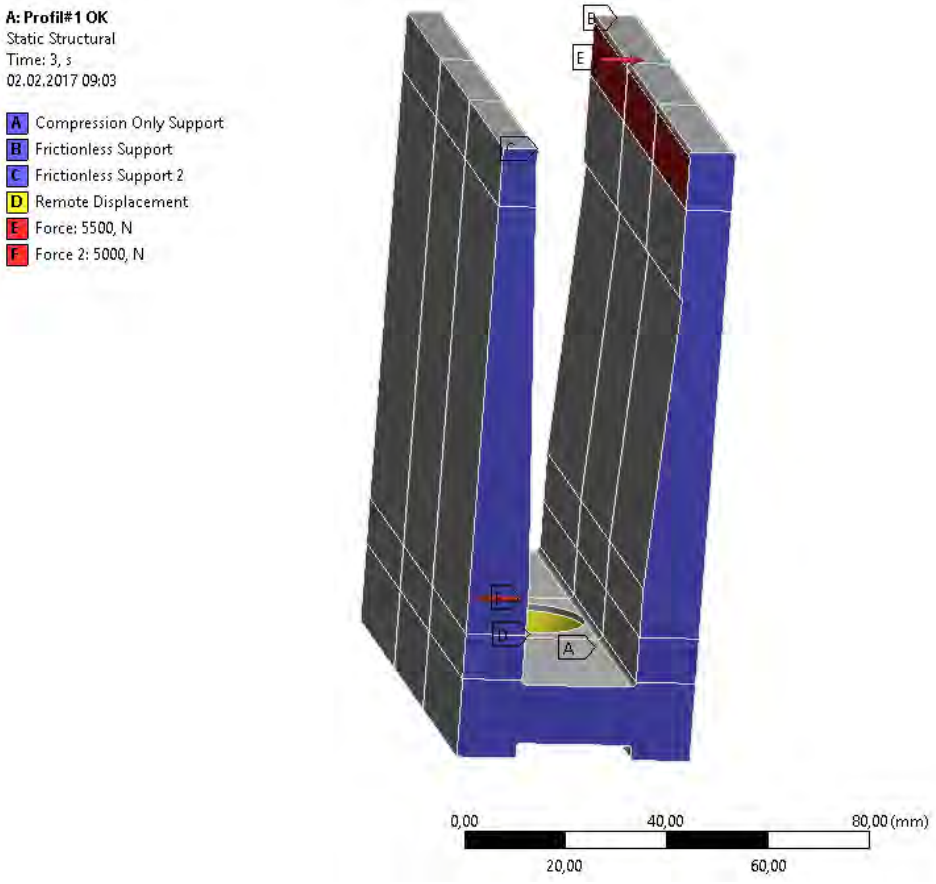






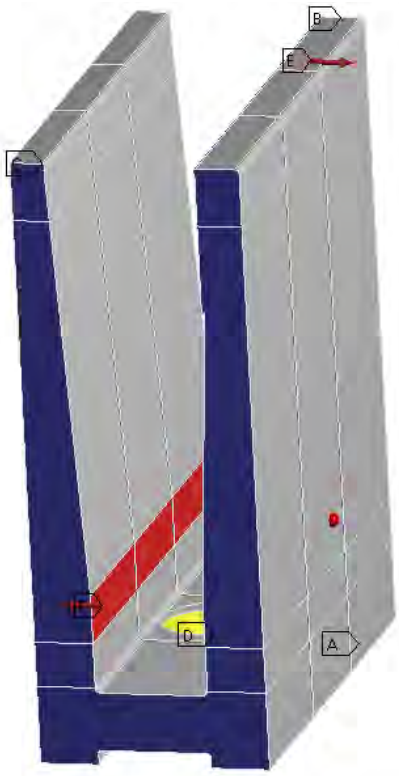


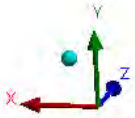
Randbedingungen:



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

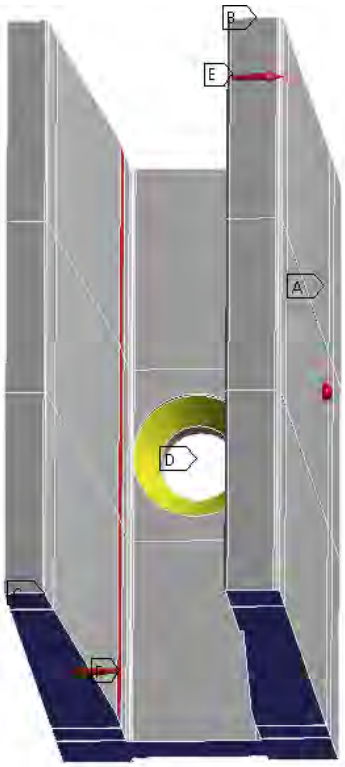
- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 5500, N
- F Force 2: 5000, N

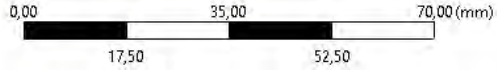


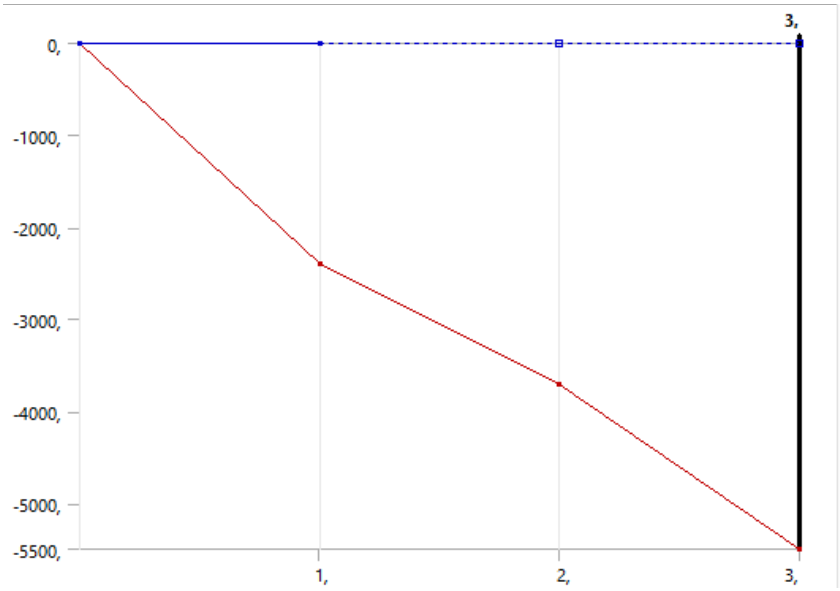


A: Profil#1 OK
Static Structural
Time: 3, s
02.02.2017 09:03

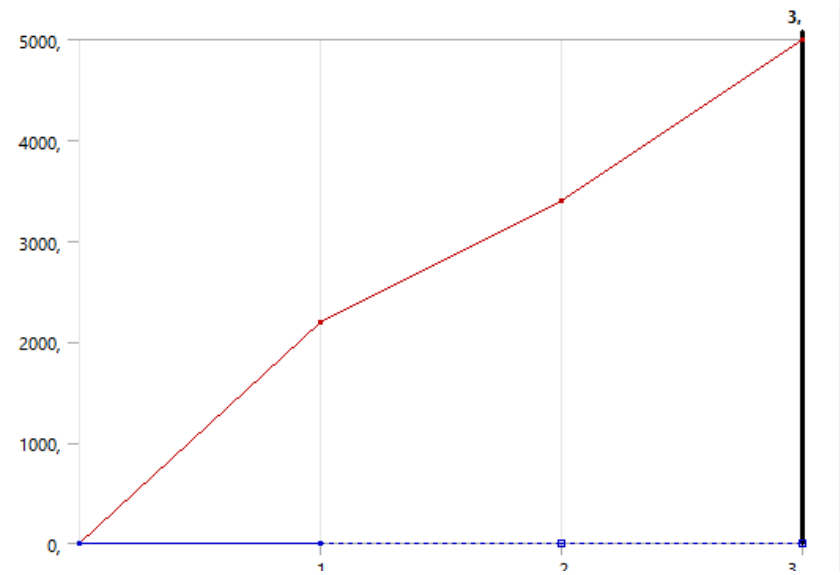
- A Compression Only Support
- B Frictionless Support
- C Frictionless Support 2
- D Remote Displacement
- E Force: 5500, N
- F Force 2: 5000, N







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

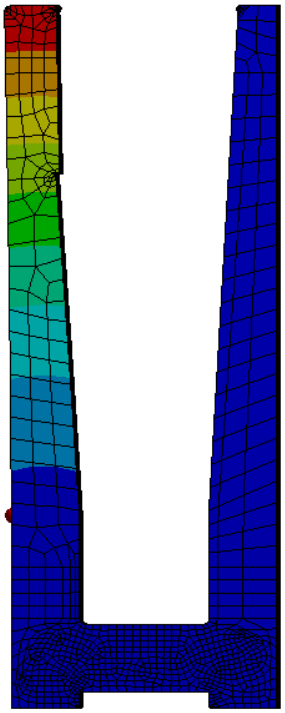


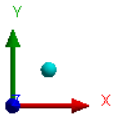
	Steps	Time [s]	X [N]	Y [N]	Z [N]
1	1	0,	0,	0,	0,
2	1	1,	2200,	0,	0,
3	2	2,	3400,	= 0,	= 0,
4	3	3,	5000,	= 0,	= 0,
*					

Verformungen:

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

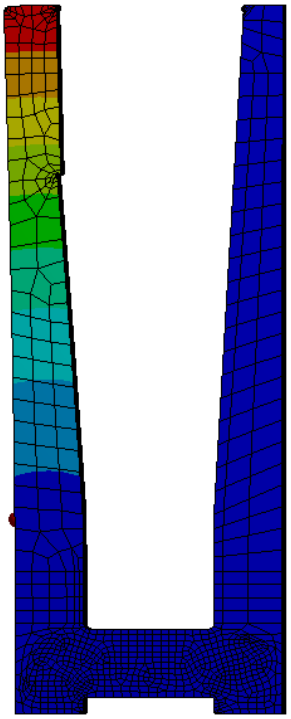
1,3287 Max
1,1811
1,0335
0,88583
0,7382
0,59057
0,44294
0,29531
0,14768
4,546e-5 Min

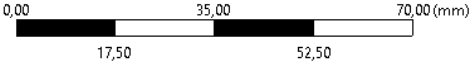


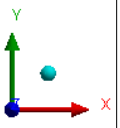


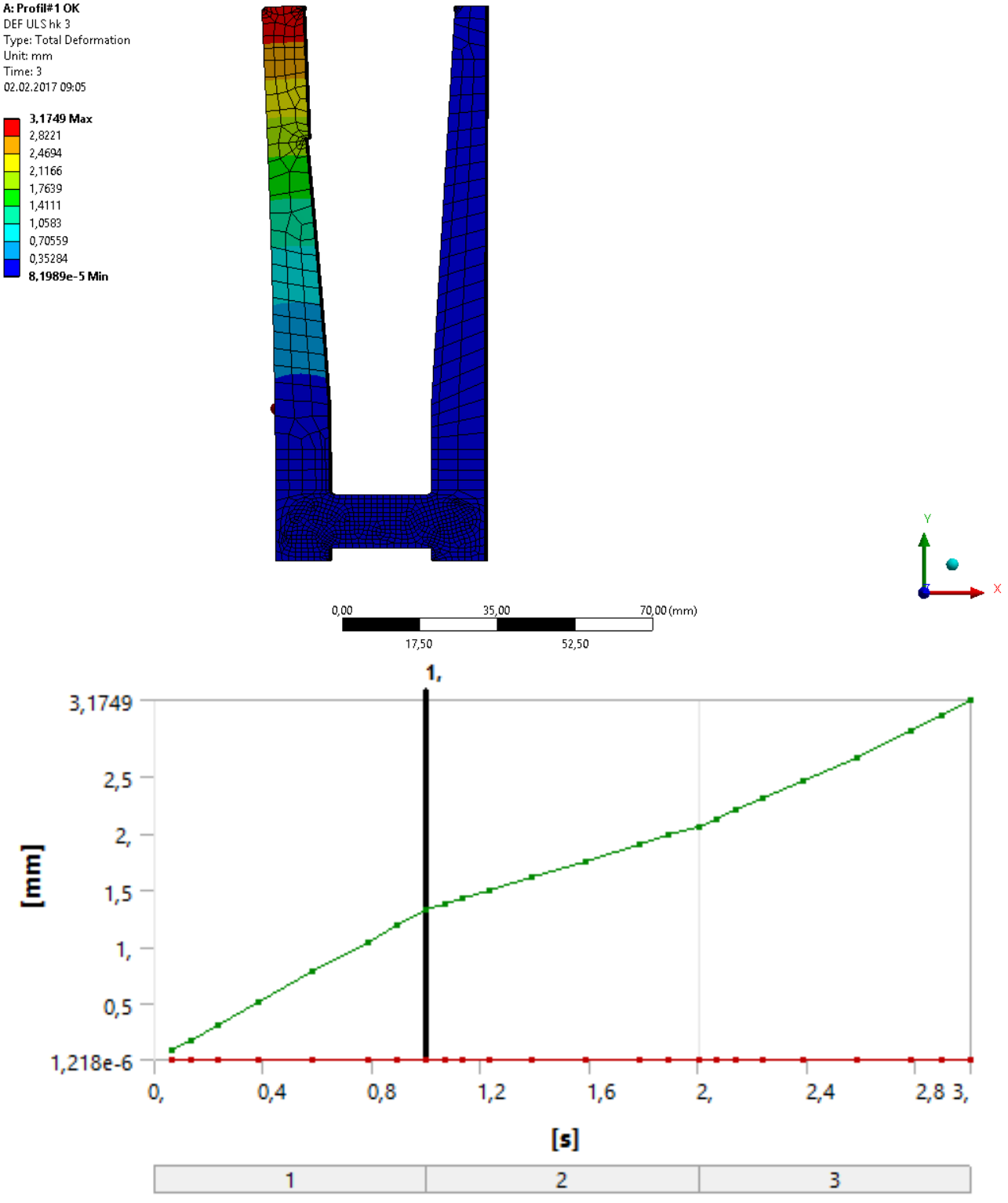
A: Profil#1 OK
DEF SLS hk 3
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 2
02.02.2017 09:05

2,0625 Max
1,8333
1,6042
1,375
1,1458
0,91669
0,68754
0,45838
0,22922
6,9361e-5 Min

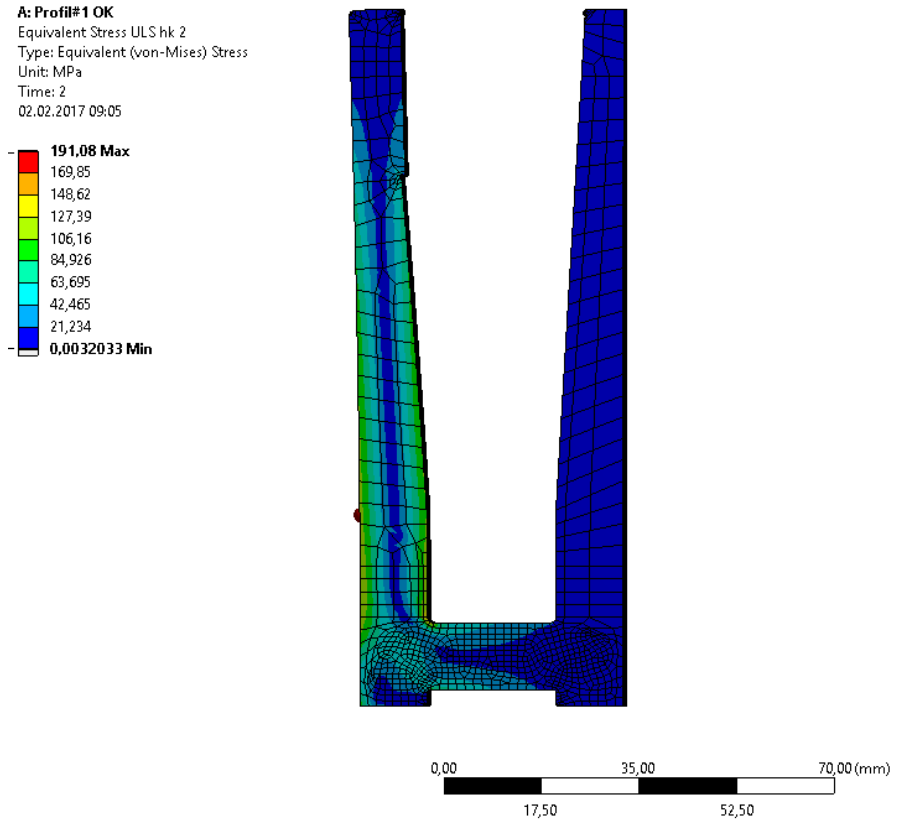


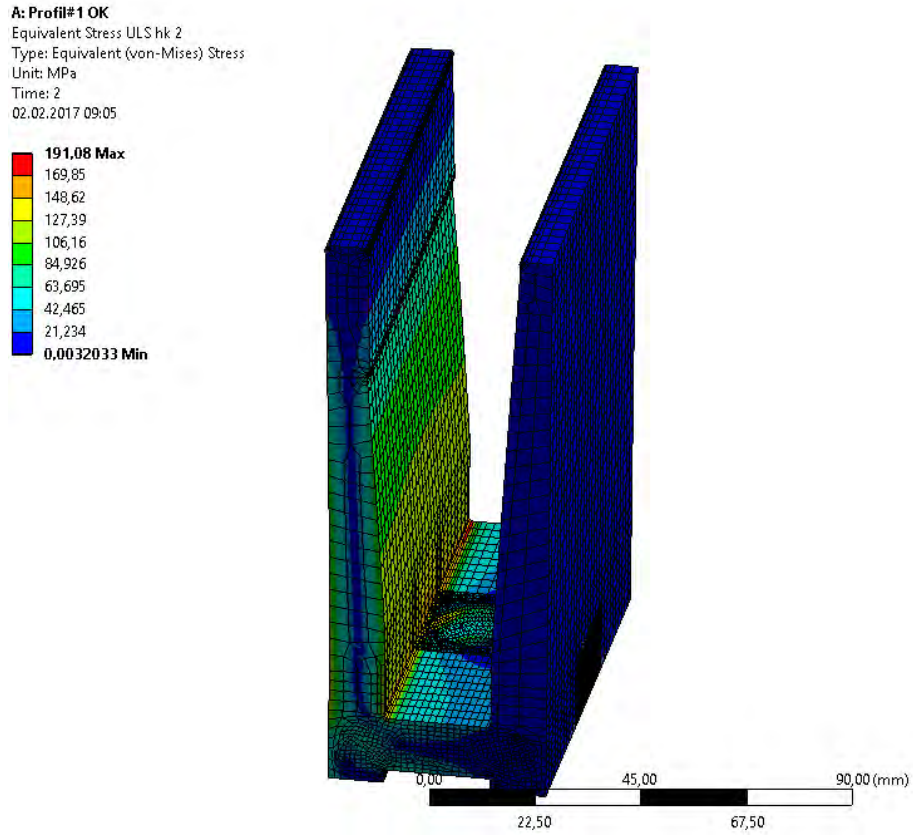


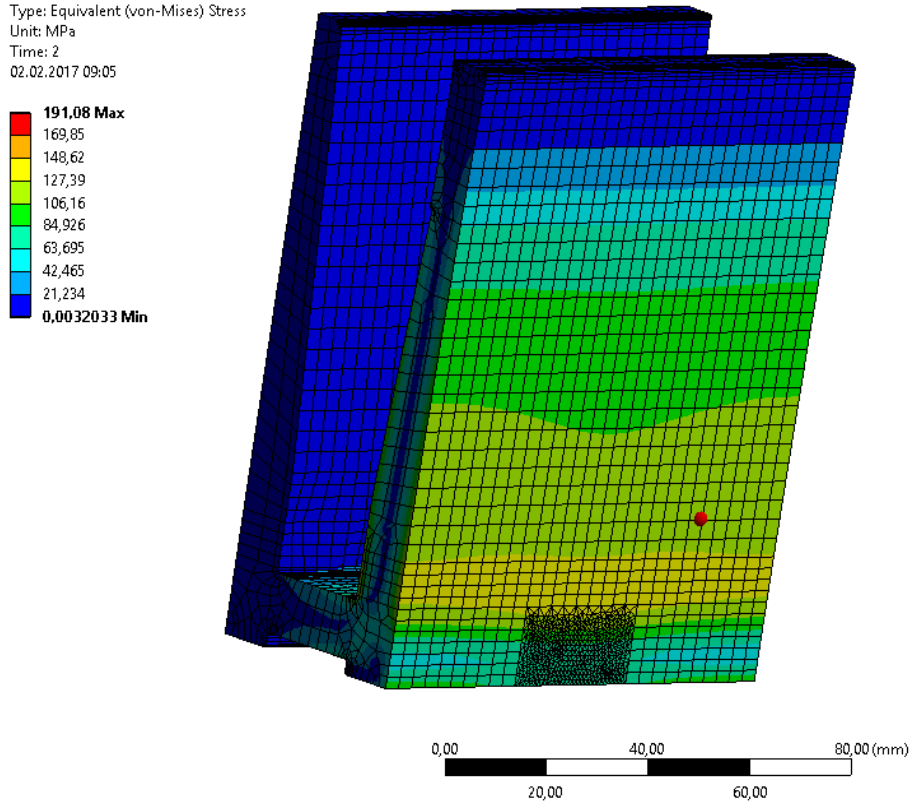


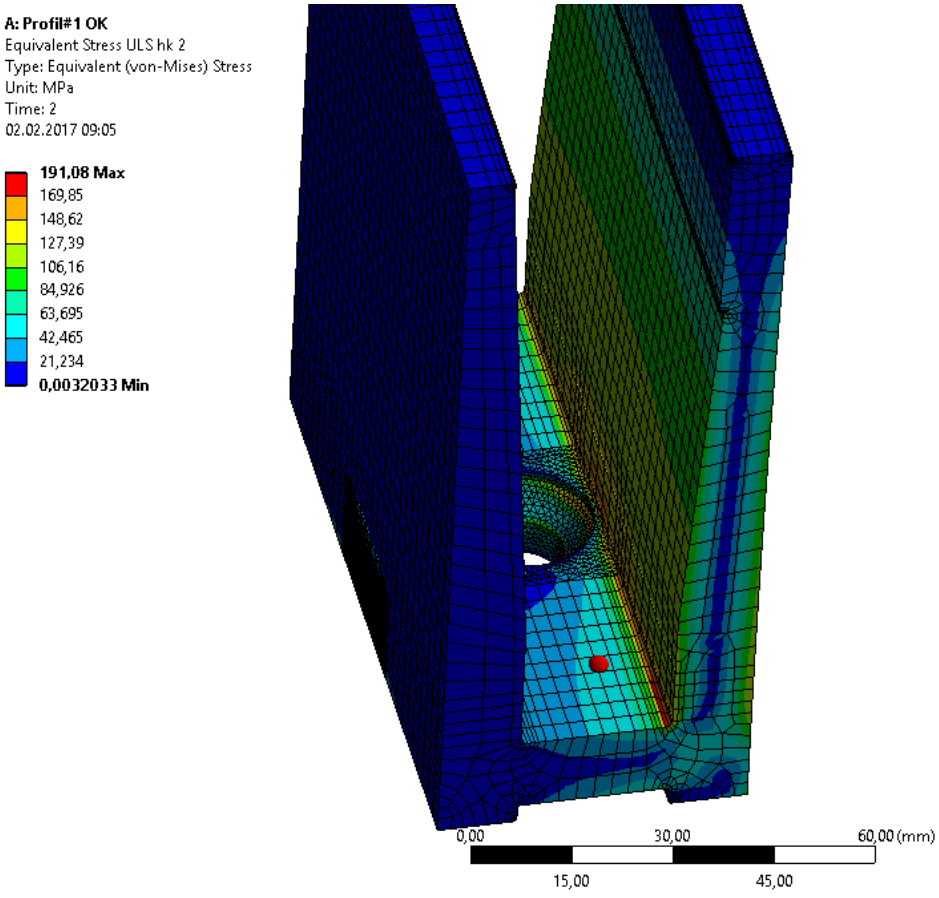

A: Profil#1 OK
DEF ULS hk 3
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 3
02.02.2017 09:05
3,1749 Max
2,8221
2,4694
2,1166
1,7639
1,4111
1,0583
0,70559
0,35284
8,1989e-5 Min
0,00
35,00
70,00 (mm)
17,50
52,50
Y
X
1,
3,1749
2,5
2,
1,5
1,
0,5
1,218e-6
[mm]
0,
0,4
0,8
1,2
1,6
2,
2,4
2,8
3,
[s]
1
2
3

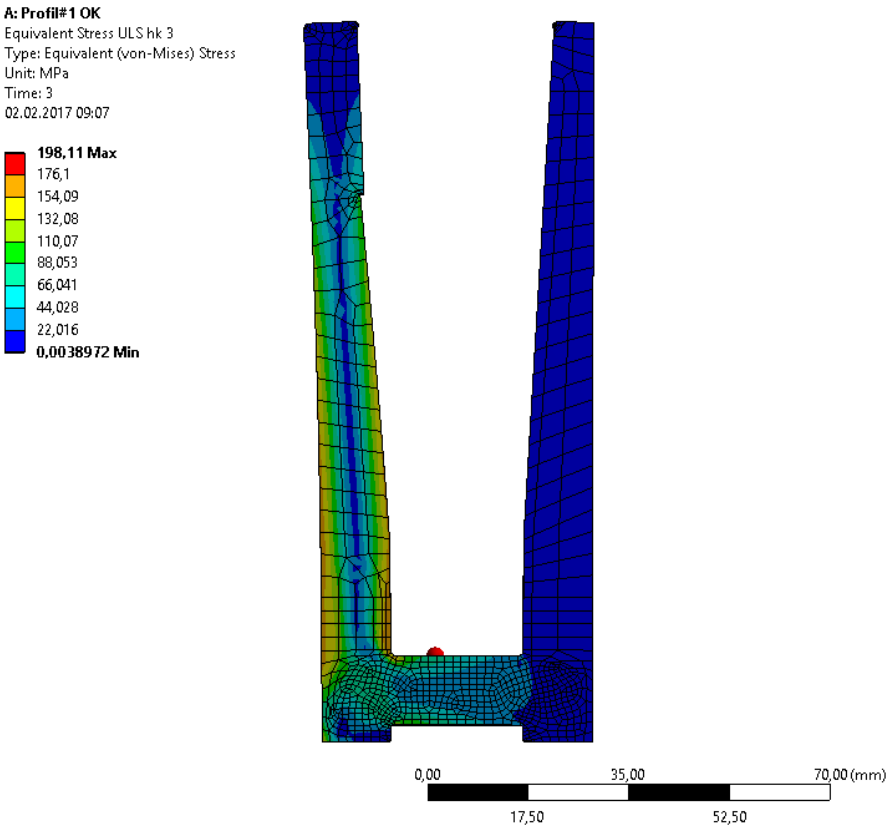
Vergleichsspannung + plastische Dehnung:

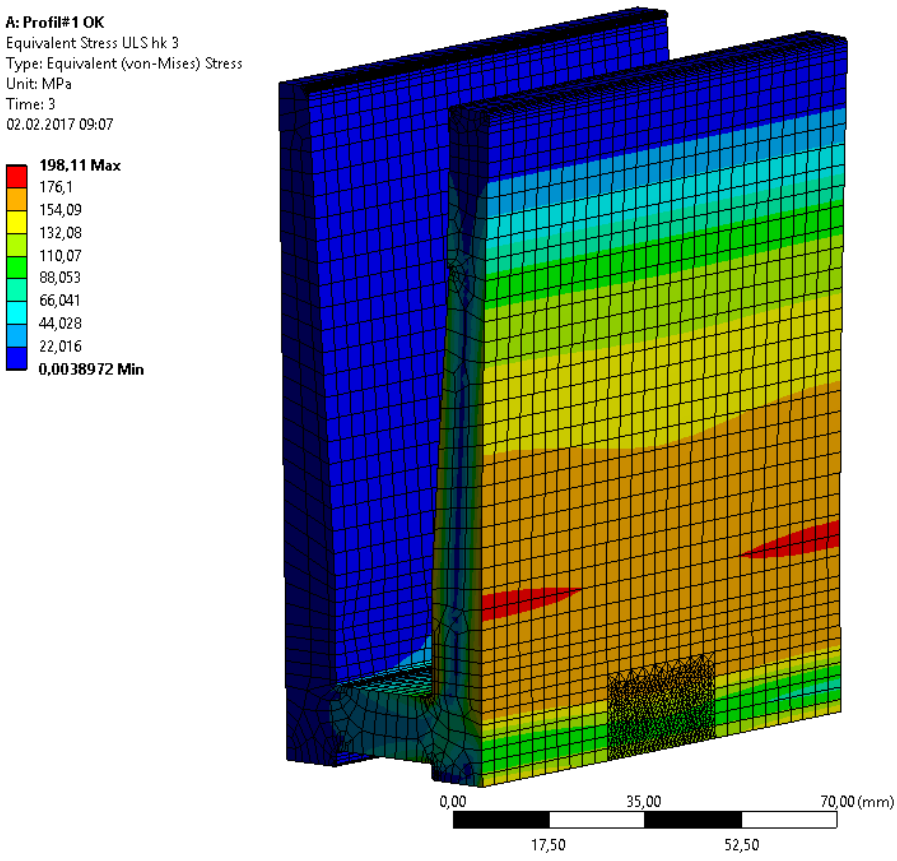


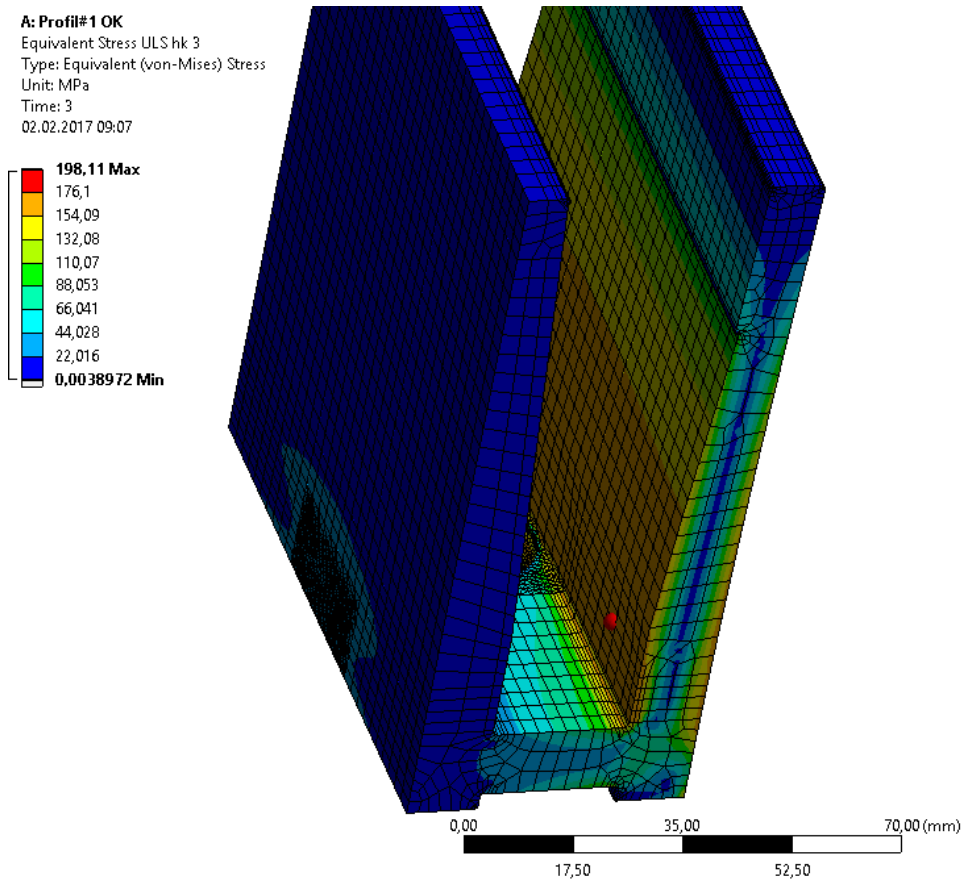


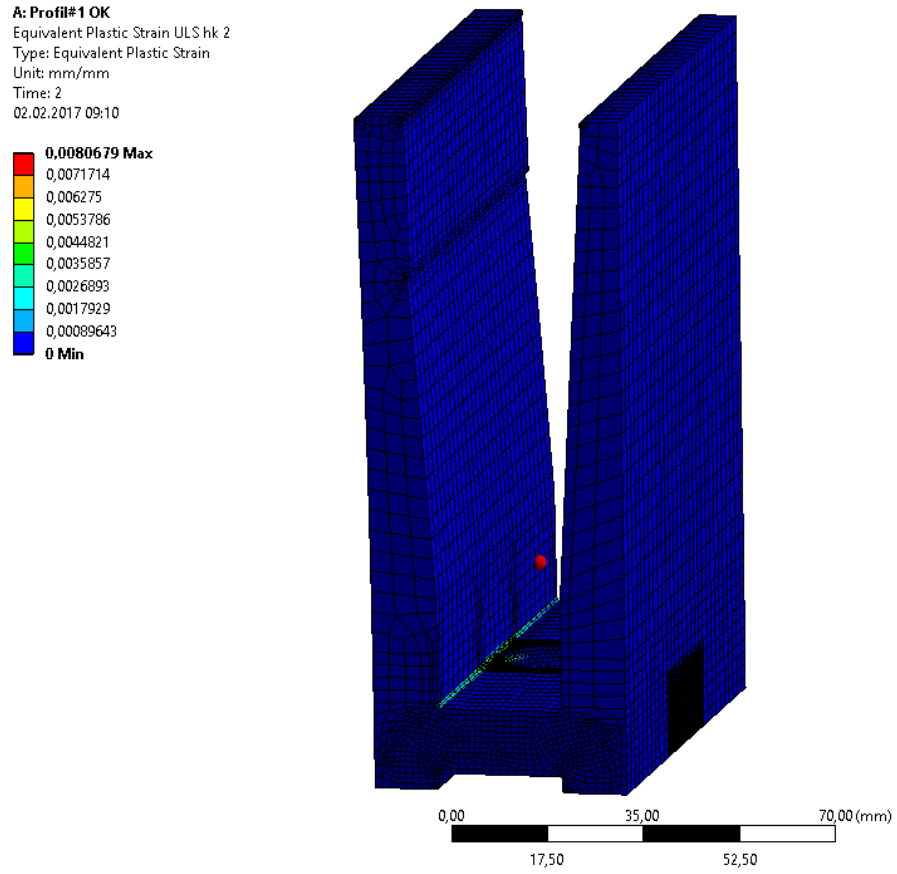

A: Profil#1 OK
Equivalent Stress ULS hk 2
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 2
02.02.2017 09:05
191,08 Max
169,85
148,62
127,39
106,16
84,926
63,695
42,465
21,234
0,0032033 Min
0,00
40,00
80,00 (mm)
20,00
60,00
Y
X
Z

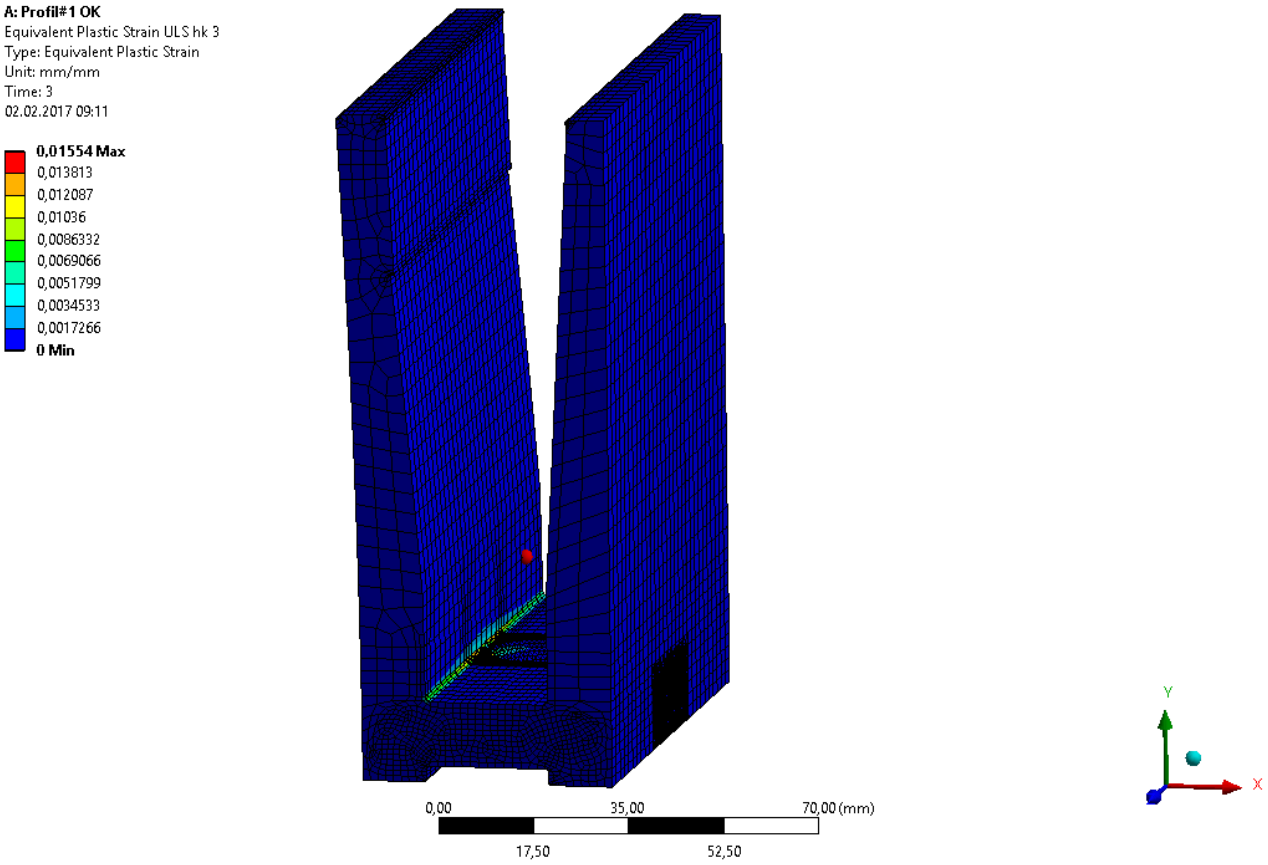

A: Profil#1 OK
Equivalent Stress ULS hk 2
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 2
02.02.2017 09:05
191,08 Max
169,85
148,62
127,39
106,16
84,926
63,695
42,465
21,234
0,0032033 Min
0,00
30,00
60,00 (mm)
15,00
45,00
Z
Y
X


A: Profil#1 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:07
198,11 Max
176,1
154,09
132,08
110,07
88,053
66,041
44,028
22,016
0,0038972 Min
0,00
35,00
70,00 (mm)
17,50
52,50
Y
X

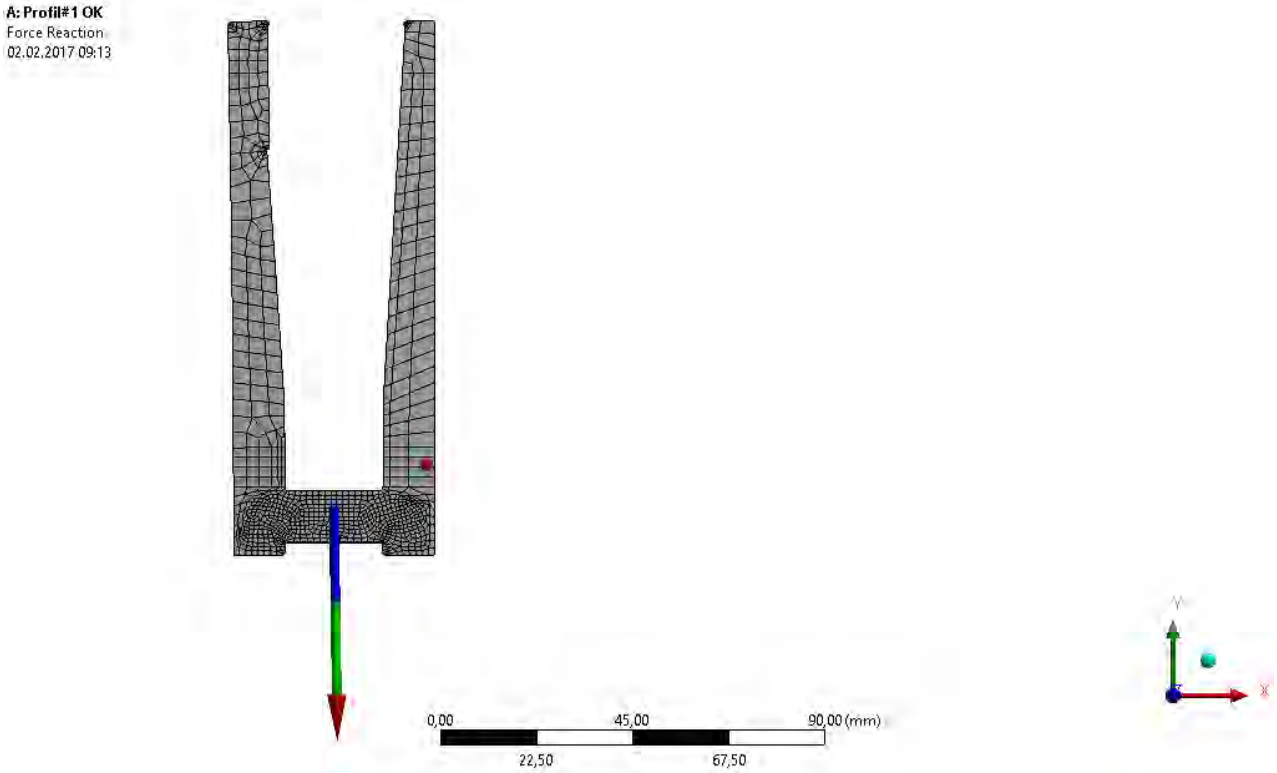

A: Profil#1 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:07
198,11 Max
176,1
154,09
132,08
110,07
88,053
66,041
44,028
22,016
0,0038972 Min
0,00
35,00
70,00 (mm)
17,50
52,50
Y
X
Z

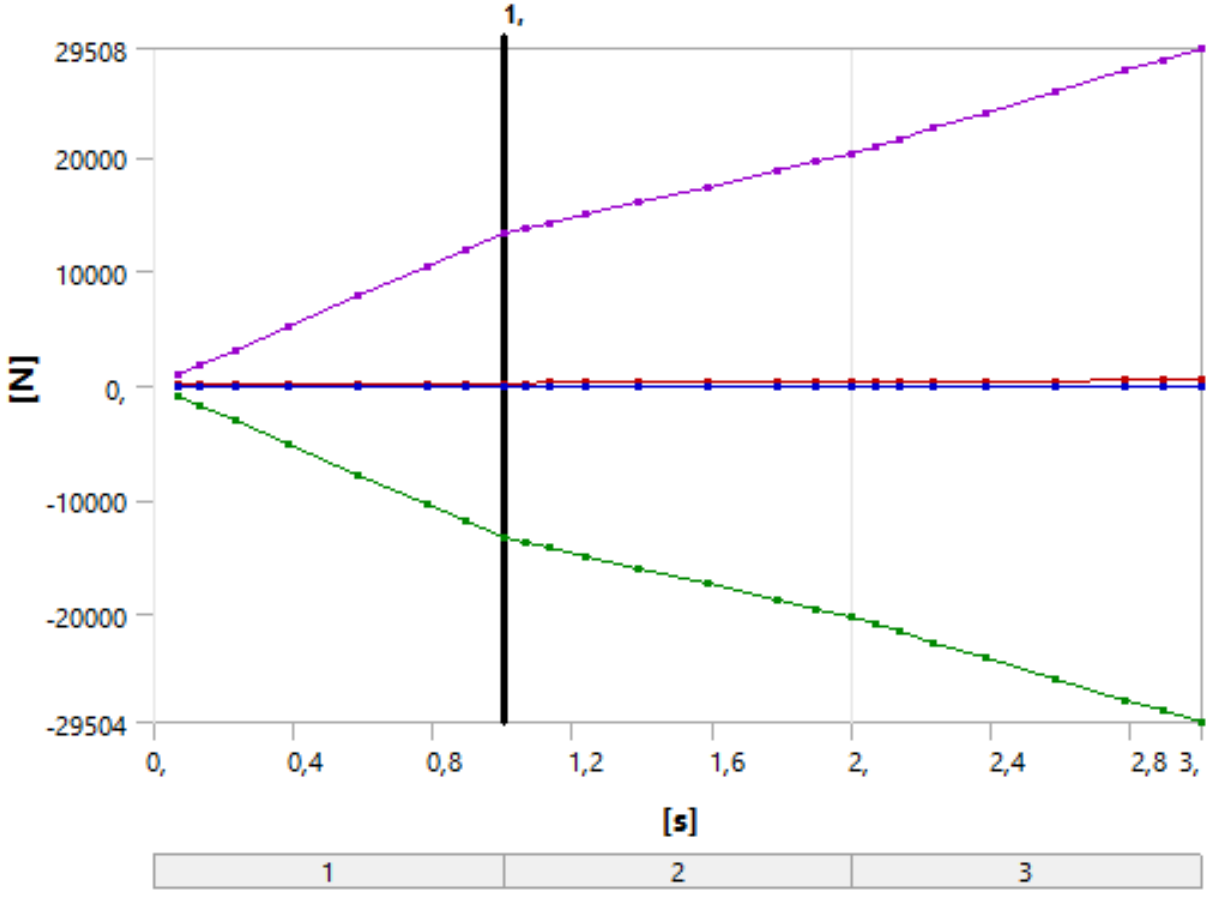

A: Profil#1 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:07
198,11 Max
176,1
154,09
132,08
110,07
88,053
66,041
44,028
22,016
0,0038972 Min
0,00
35,00
70,00 (mm)
17,50
52,50
Y
Z
X


A: Profil#1 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2
02.02.2017 09:10
0,0080679 Max
0,0071714
0,006275
0,0053786
0,0044821
0,0035857
0,0026893
0,0017929
0,00089643
0 Min
0,00
35,00
70,00 (mm)
17,50
52,50
Y
X


A: Profil#1 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 3
02.02.2017 09:11
0,01554 Max
0,013813
0,012087
0,01036
0,0086332
0,0069066
0,0051799
0,0034533
0,0017266
0 Min
0,00
35,00
70,00 (mm)
17,50
52,50
Y
X

Lagerreaktionen:





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

Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze fyd=180/1.1=163 N/mm² gewählt.
In Übereinstimmung mit dem Materialgesetzt und unter Einhaltung der maximalen plastischen Grenzdehnung (siehe Kapitel plastische Dehnung) sind die Spannungen am Profil eingehalten.

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

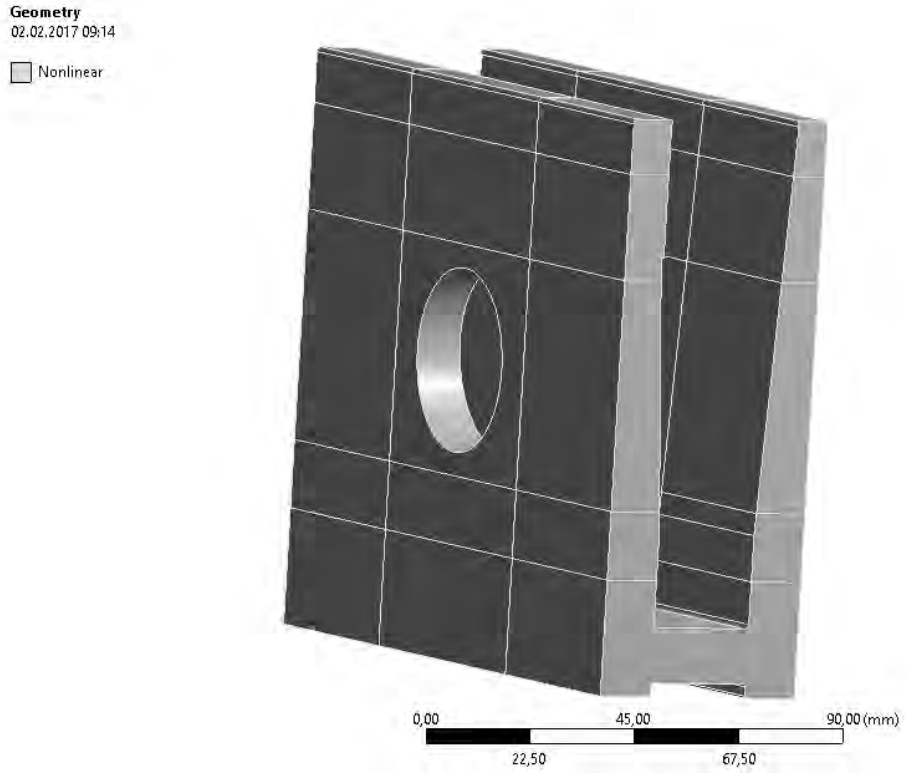
ERGEBNISSE LAGERREAKTIONEN
Die ausgegebenen Lagerreaktionen sind höher als die analytisch errechneten Werte. Dies kommt daher, da in der analytischen Berechnung korrekt keine Abstützkräfte berücksichtigt wurden. Die Abstützkräfte stellen sich in der Realität aufgrund der Dehnsteifigkeit der Befestigungsmittel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

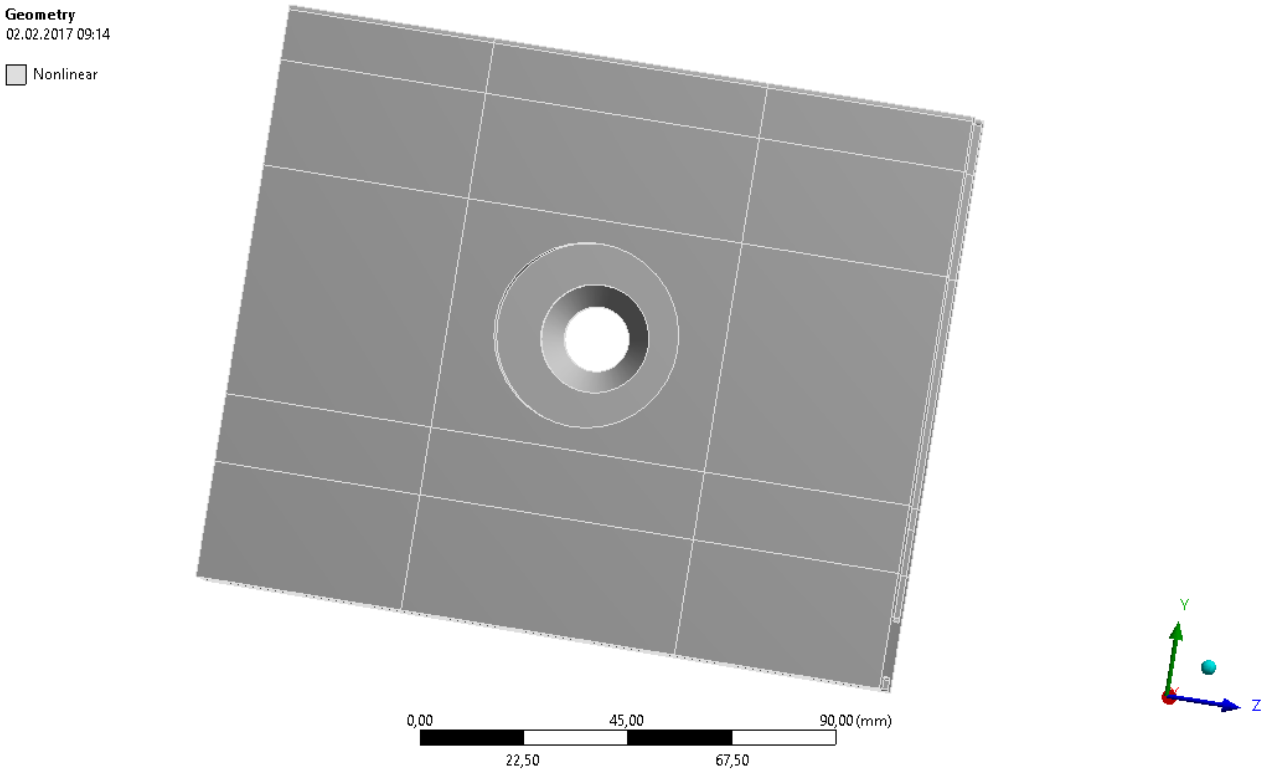
5.3.3 Bemessung Aluminiumprofil Typ 2

Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

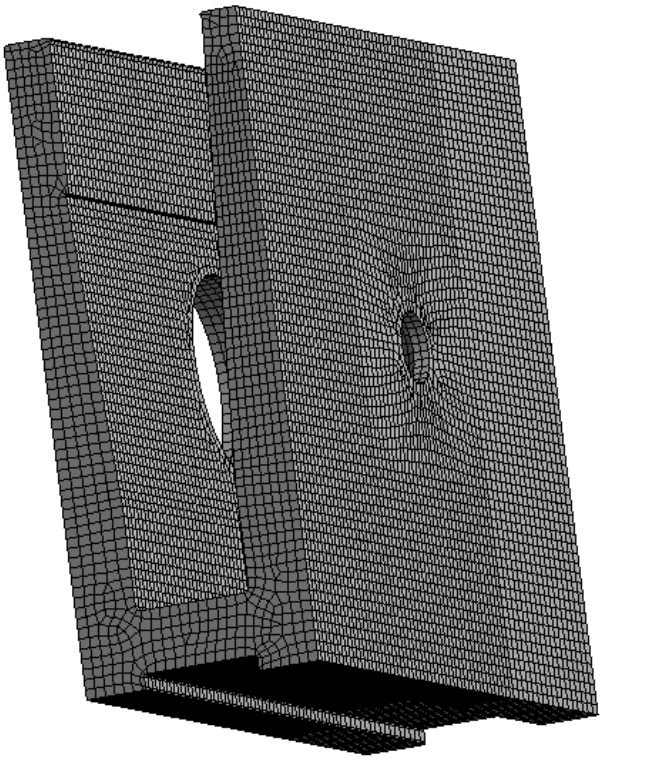
Abb.: Statisches Gesamtsystem

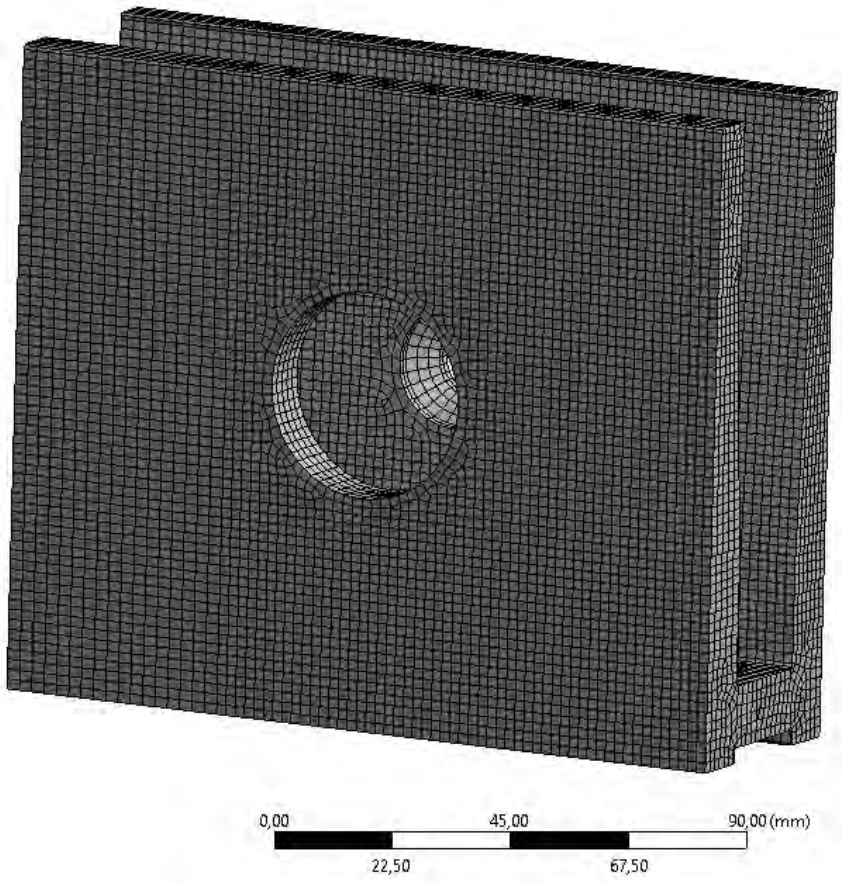
Geometrie:

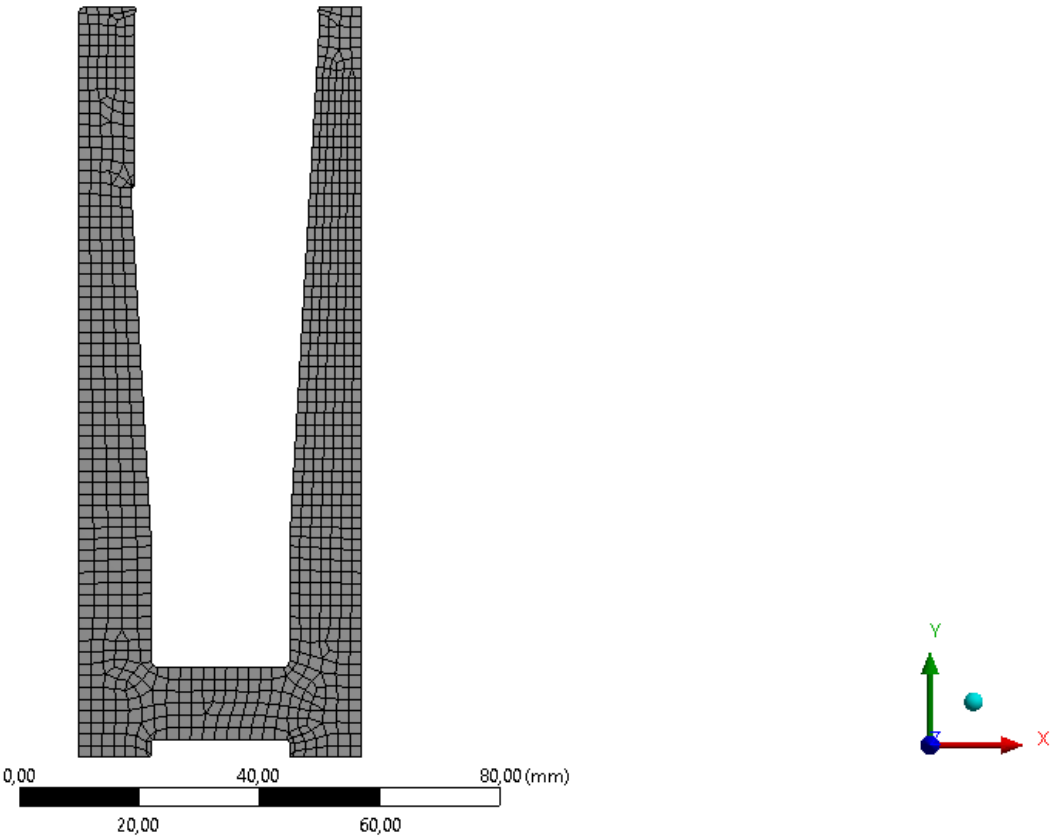

Geometry
02.02.2017 09:14
Nonlinear
0,00
45,00
90,00 (mm)
22,50
67,50
Y
X


Geometry
02.02.2017 09:14
Nonlinear
0,00
45,00
90,00 (mm)
22,50
67,50
Y
Z

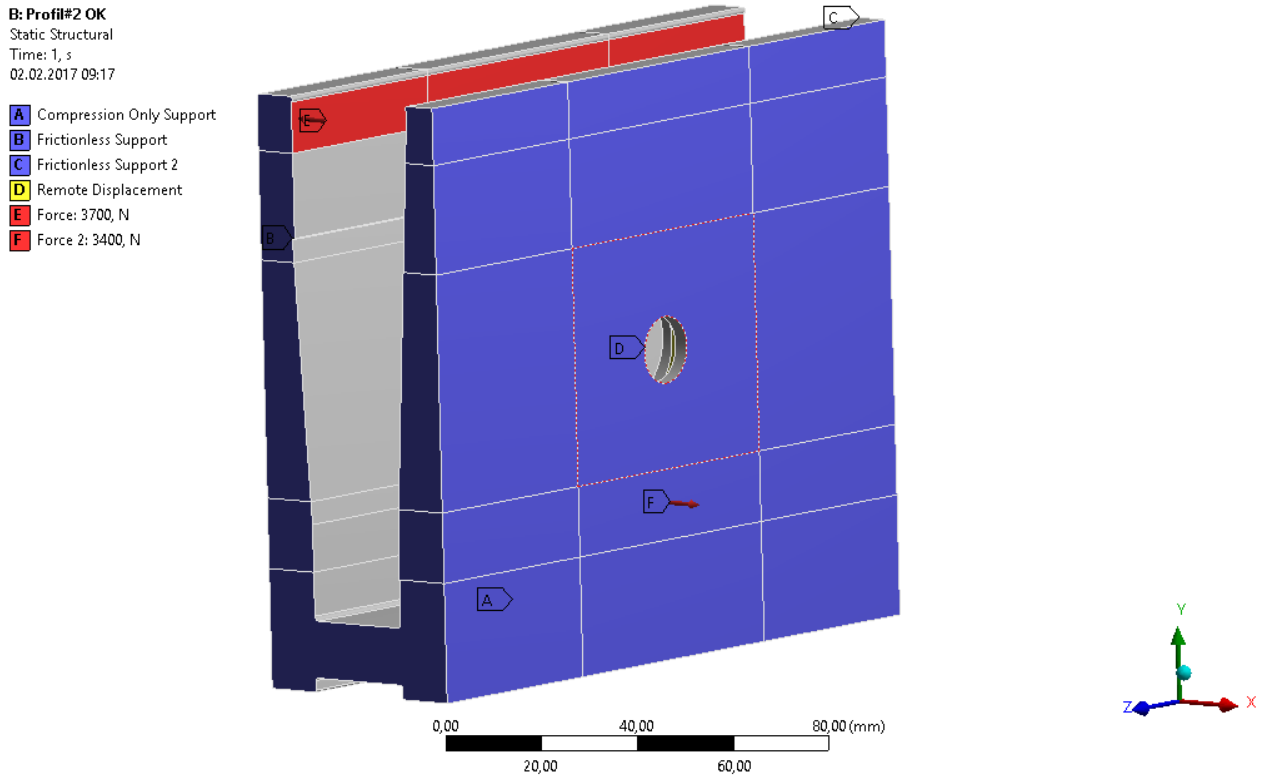
Netz:

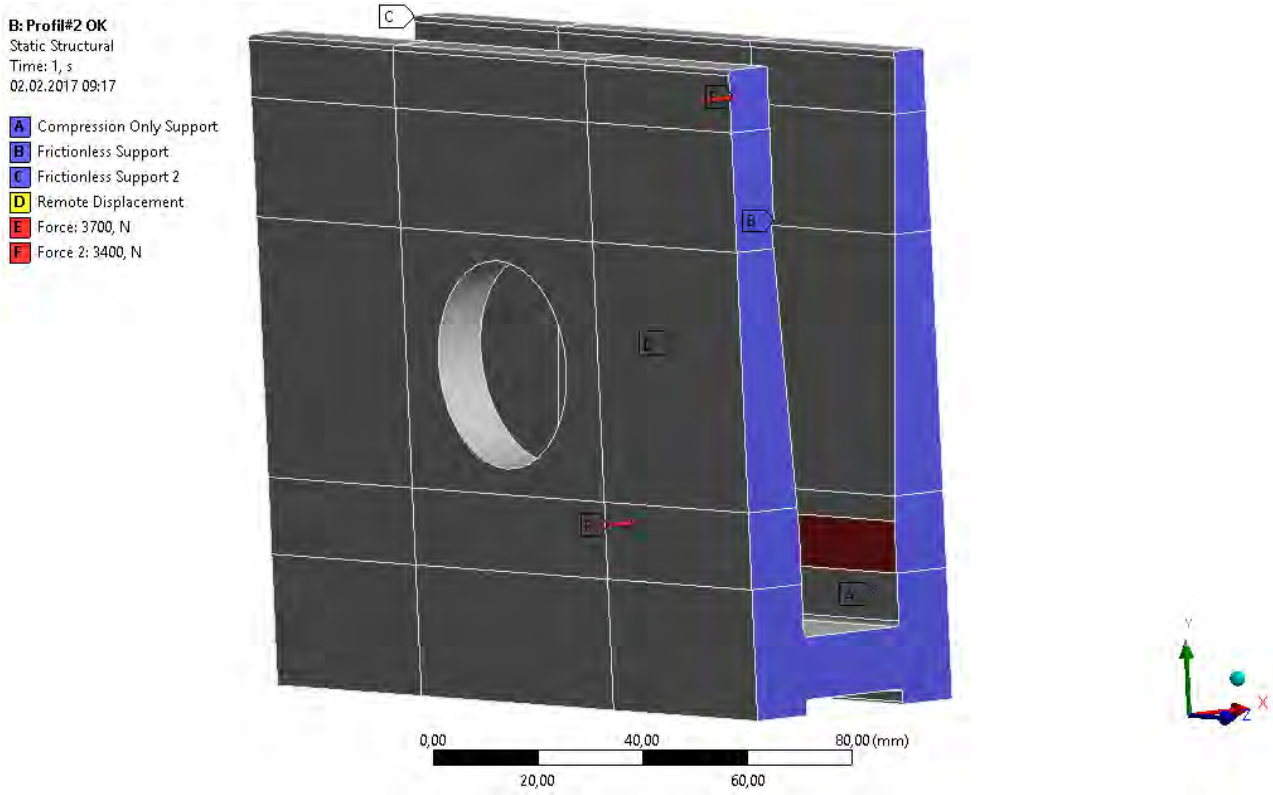


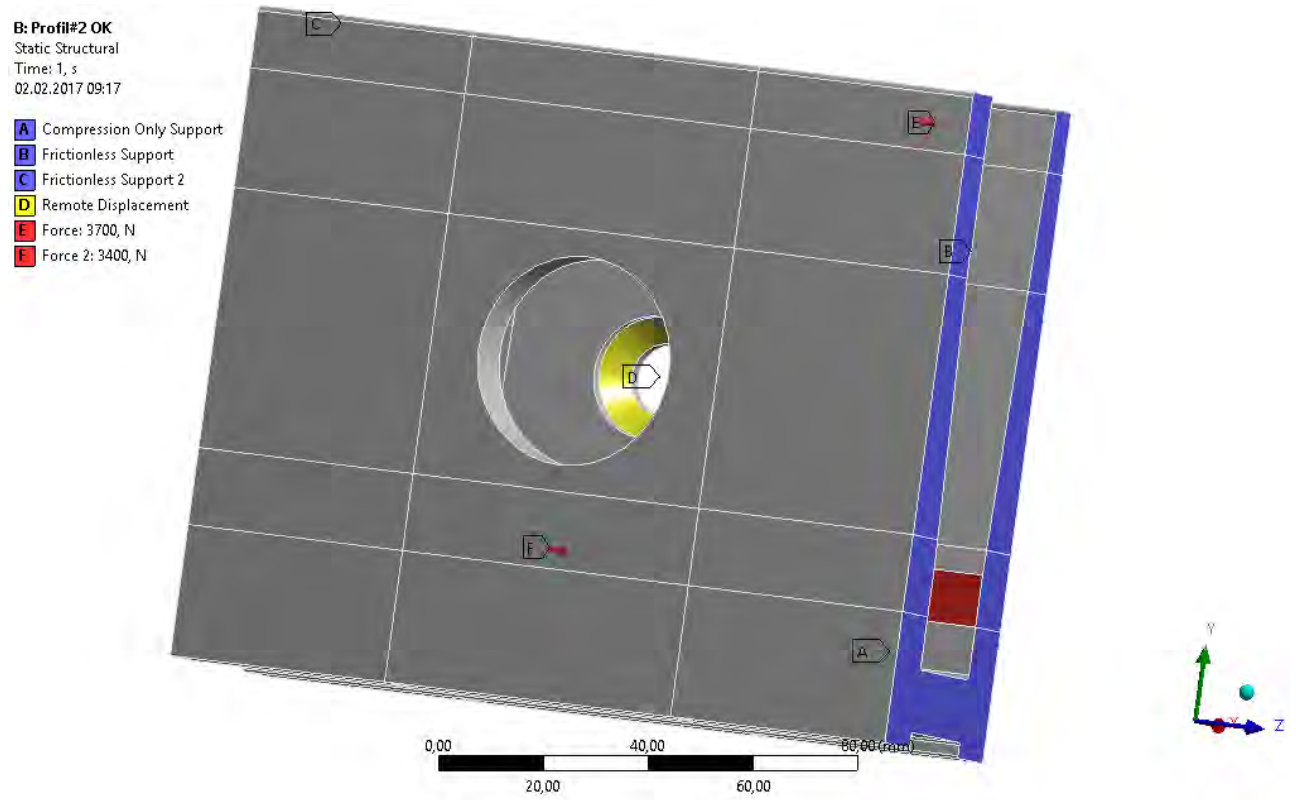

0,00
45,00
90,00 (mm)
22,50
67,50
Y
X
Z

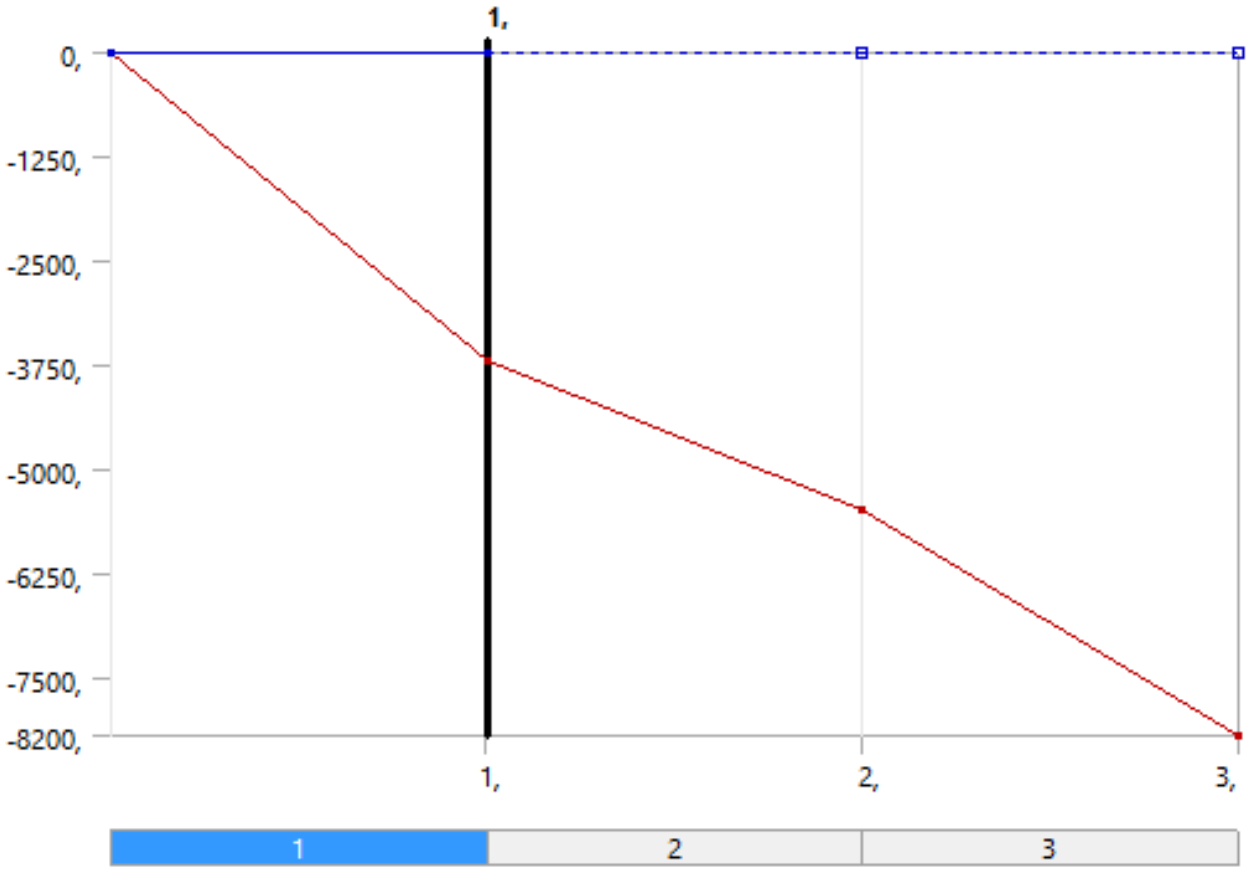

0,00
40,00
80,00 (mm)
20,00
60,00
Y
X

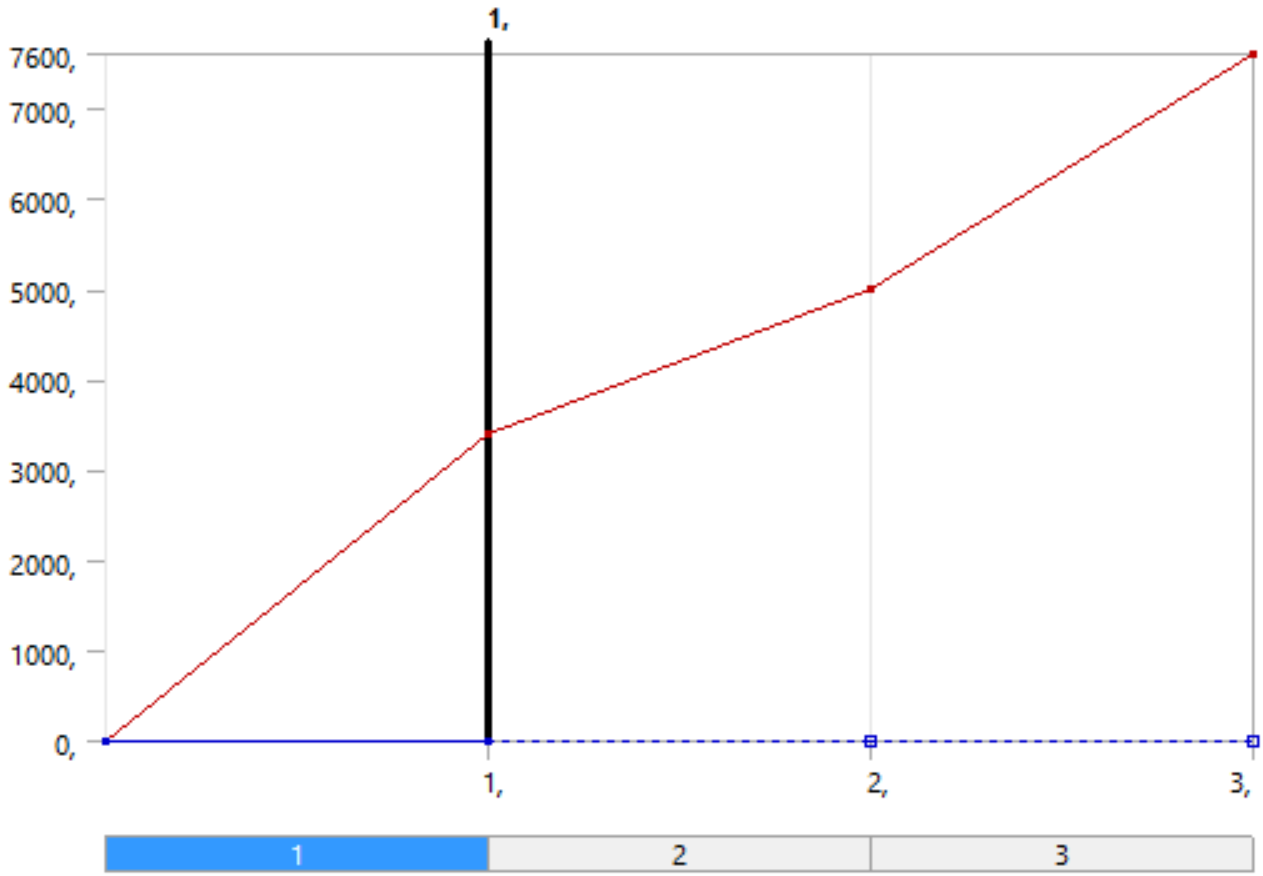
Randbedingungen:



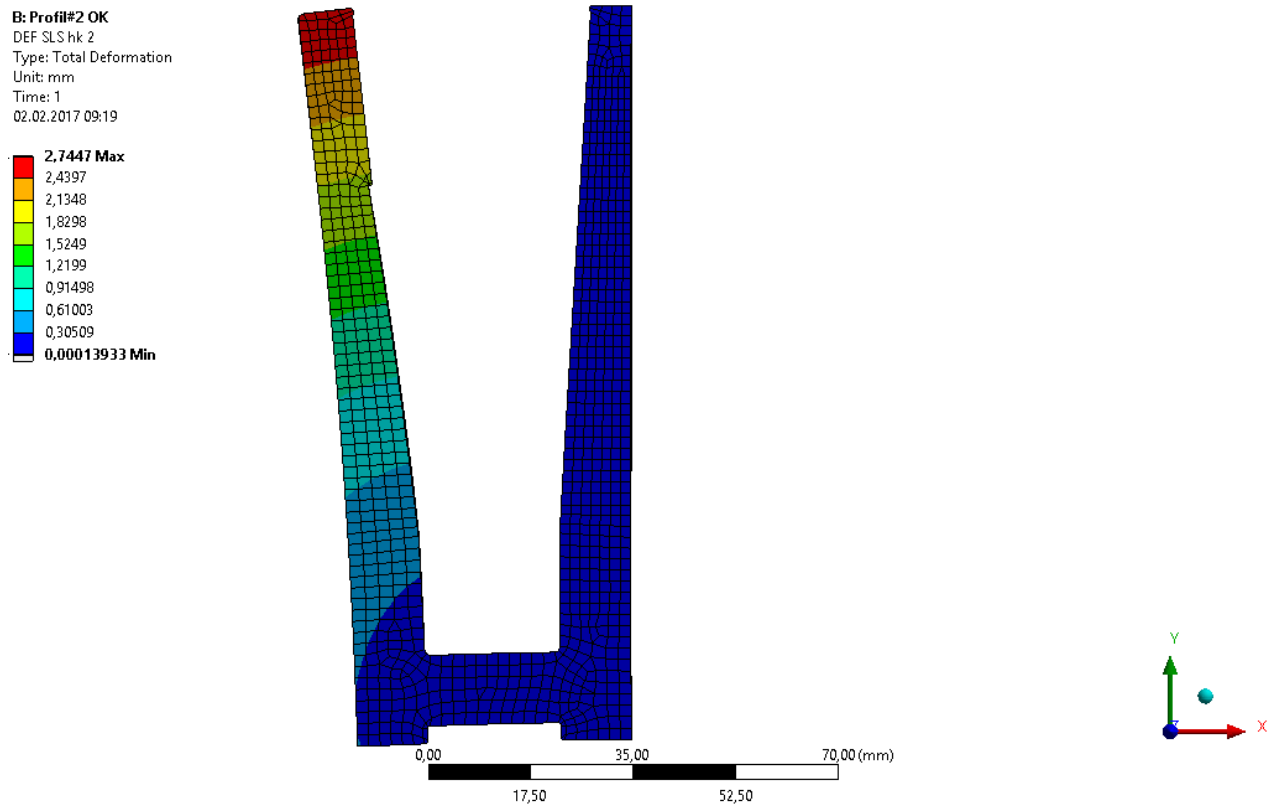


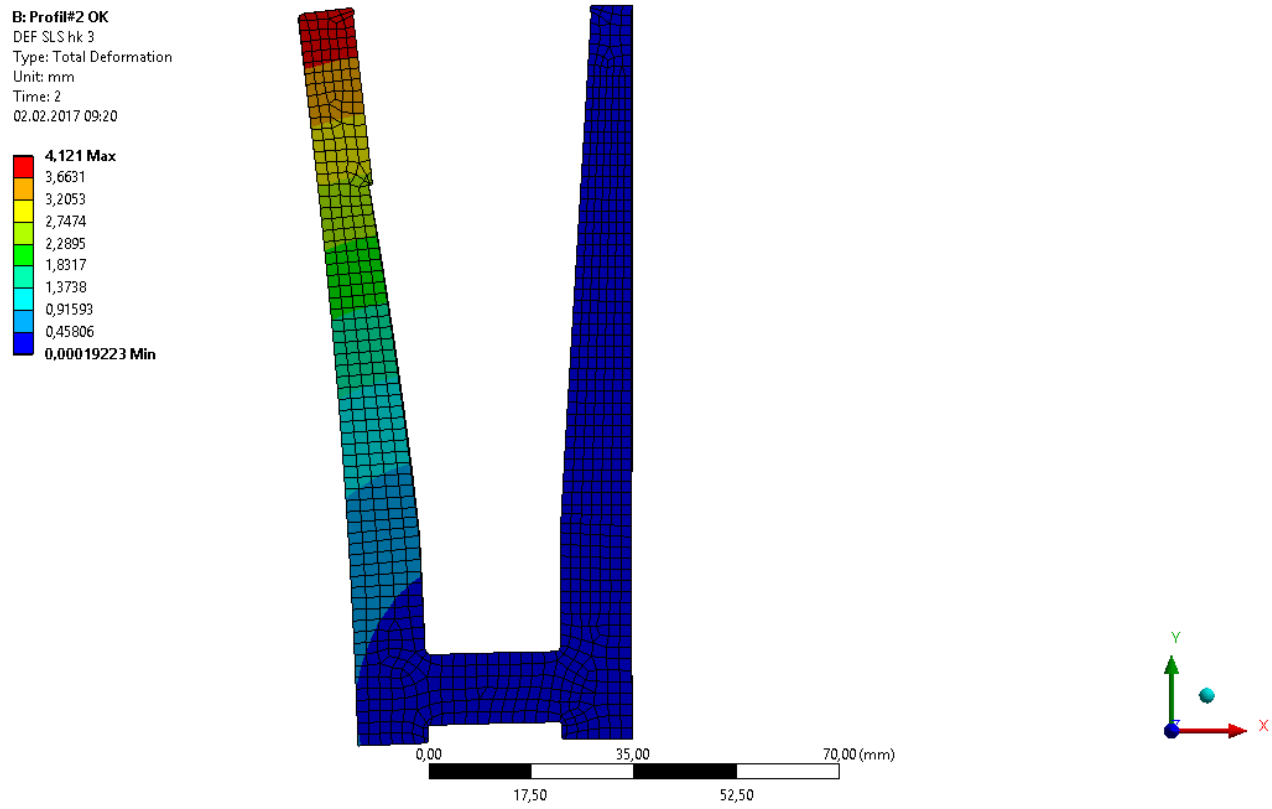

B: Profil#2 OK
Static Structural
Time: 1, s
02.02.2017 09:17
A Compression Only Support
B Frictionless Support
C Frictionless Support 2
D Remote Displacement
E Force: 3700, N
F Force 2: 3400, N
0,00
40,00
80,00 (mm)
20,00
60,00
Y
Z

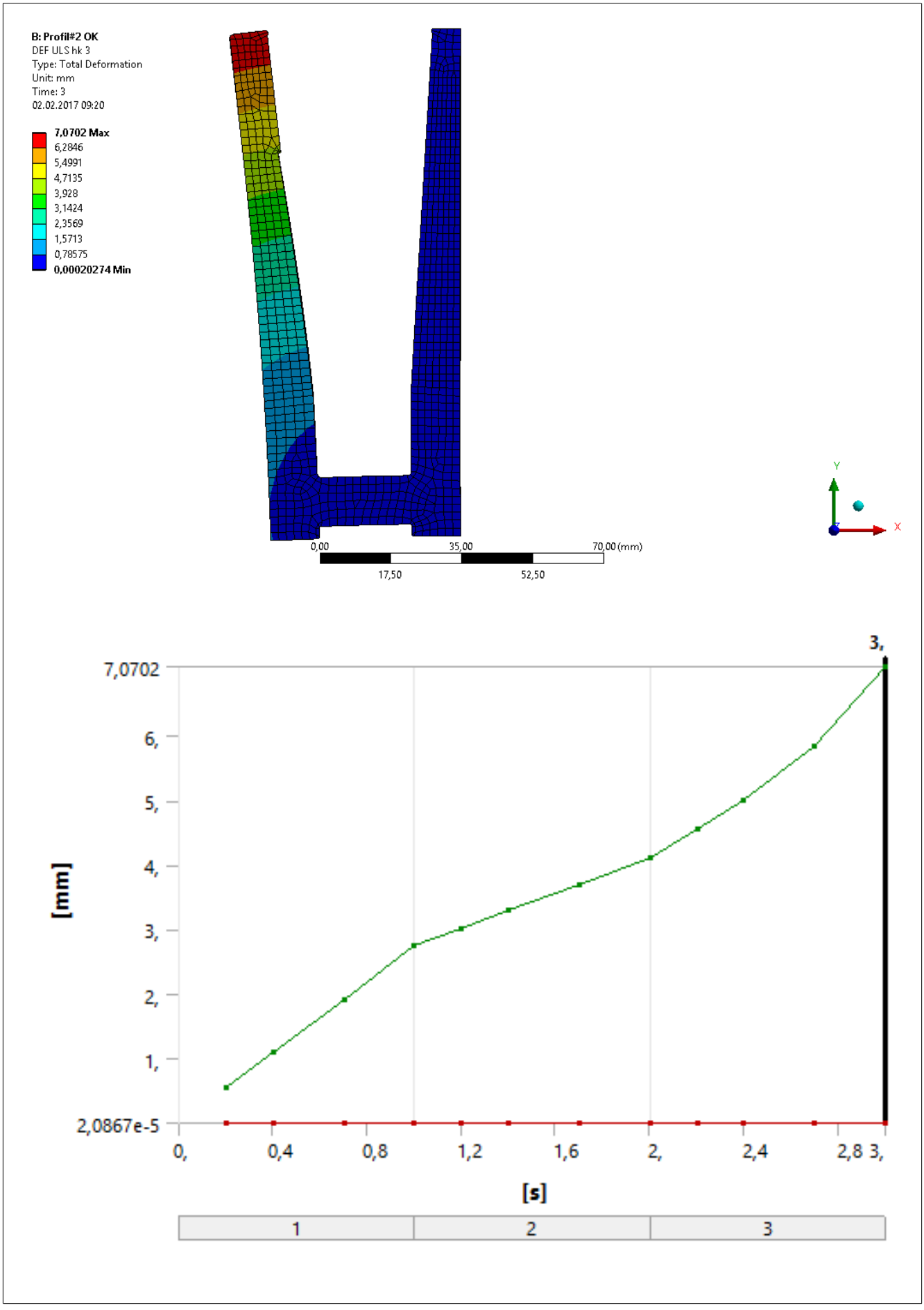

1,
0,
-1250,
-2500,
-3750,
-5000,
-6250,
-7500,
-8200,
1,
2,
3,
1
2
3


1,
7600,
7000,
6000,
5000,
4000,
3000,
2000,
1000,
0,
1,
2,
3,
1
2
3

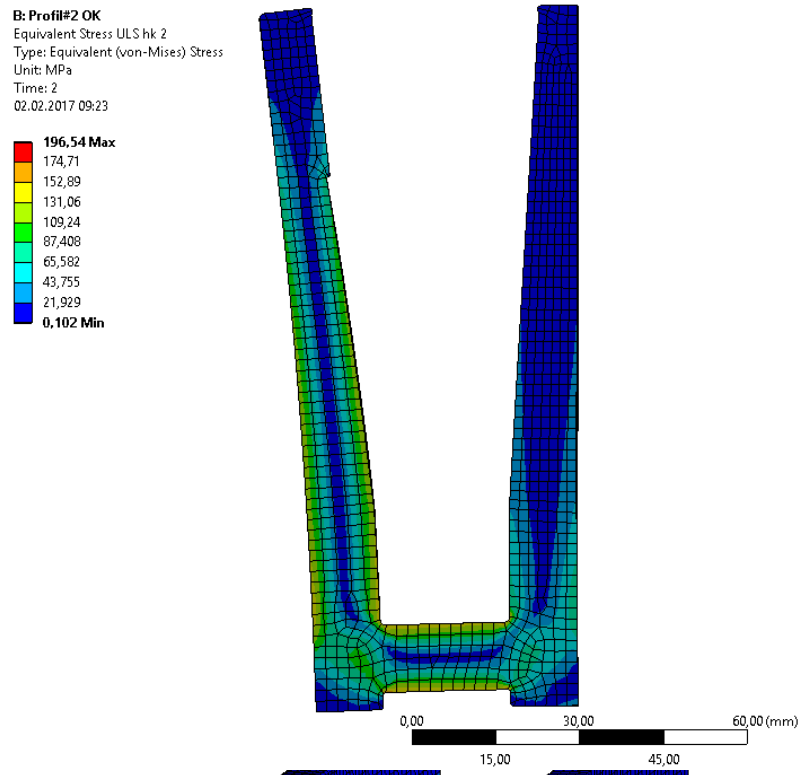
Verformungen:

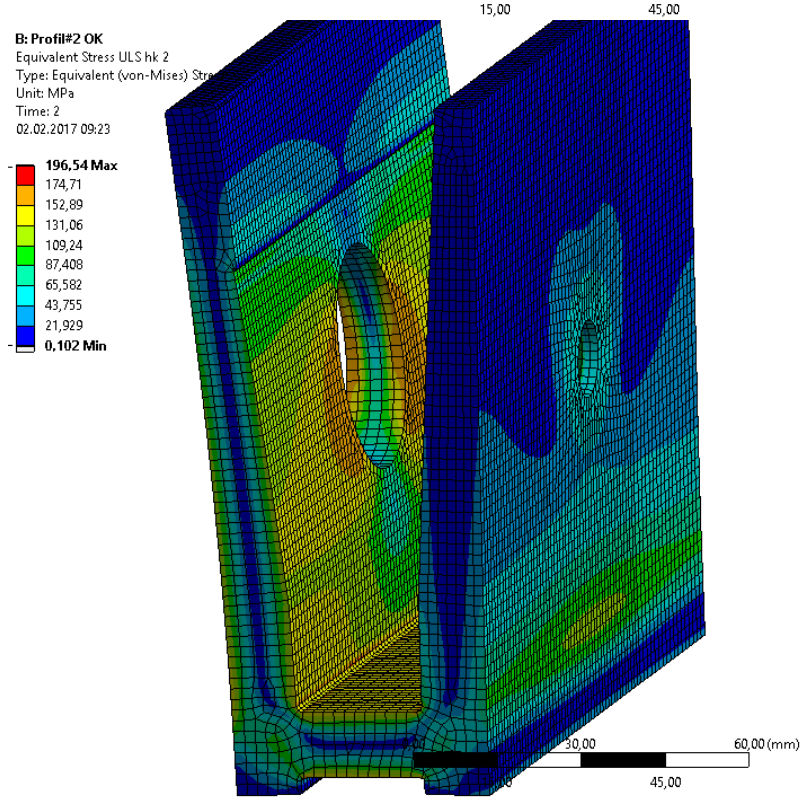


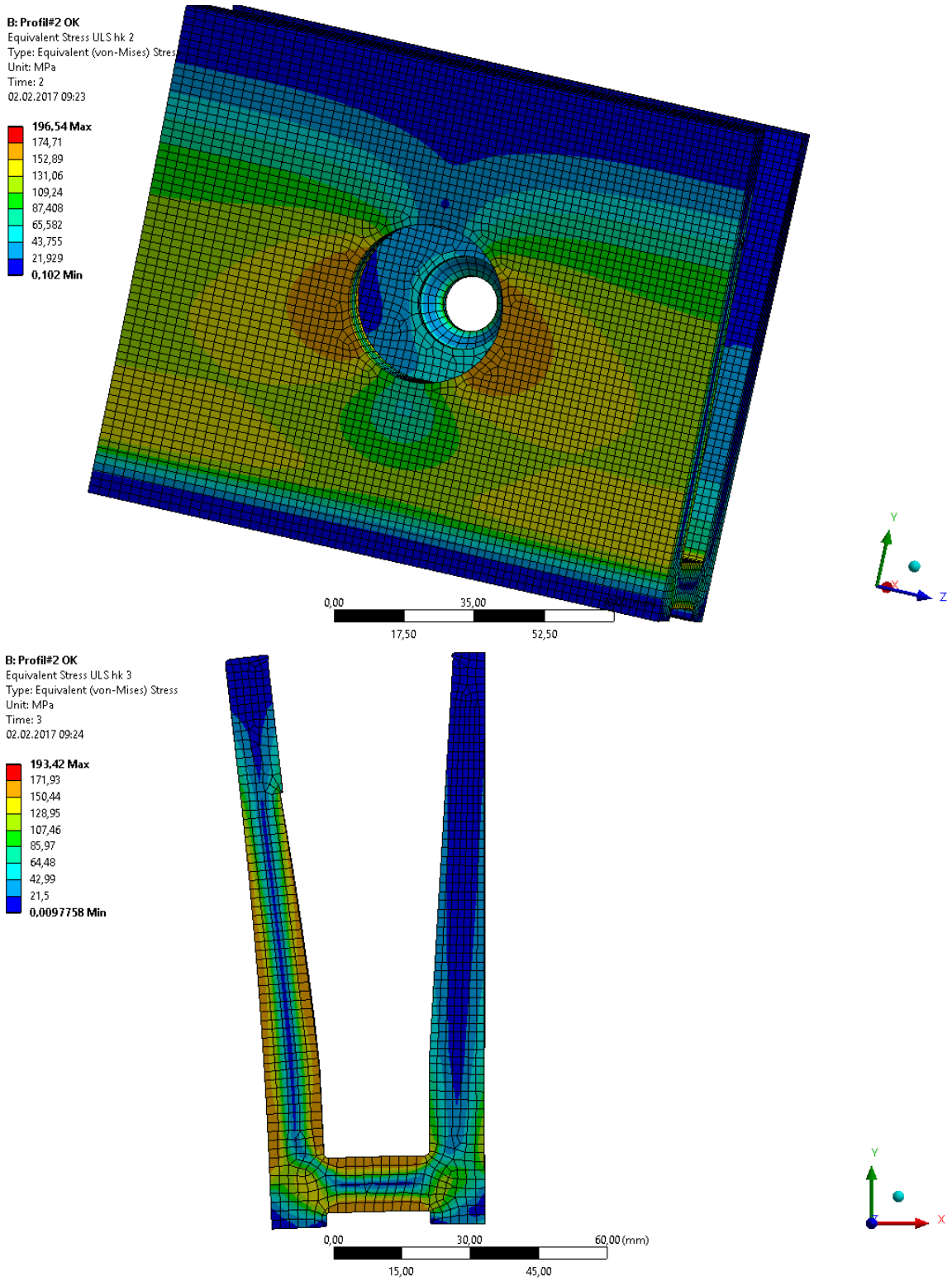


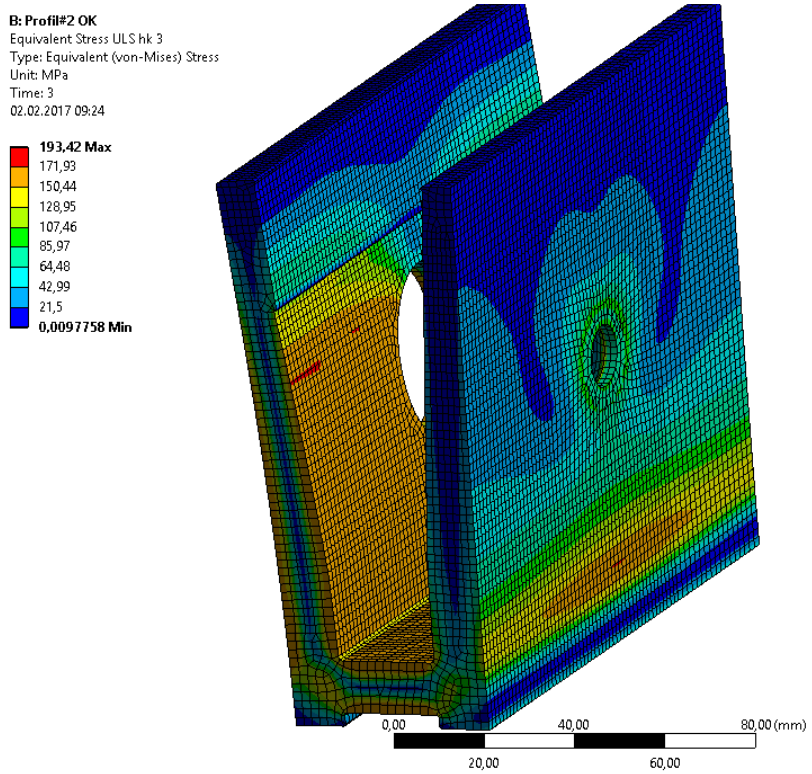

B: Profil#2 OK
DEF ULS hk 3
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 3
02.02.2017 09:20
7,0702 Max
6,2846
5,4991
4,7135
3,928
3,1424
2,3569
1,5713
0,78575
0,00020274 Min
0,00
35,00
70,00 (mm)
17,50
52,50
Y
X
3,
7,0702
6,
5,
4,
3,
2,
1,
2,0867e-5
[mm]
0,
0,4
0,8
1,2
1,6
2,
2,4
2,8
3,
[s]
1
2
3

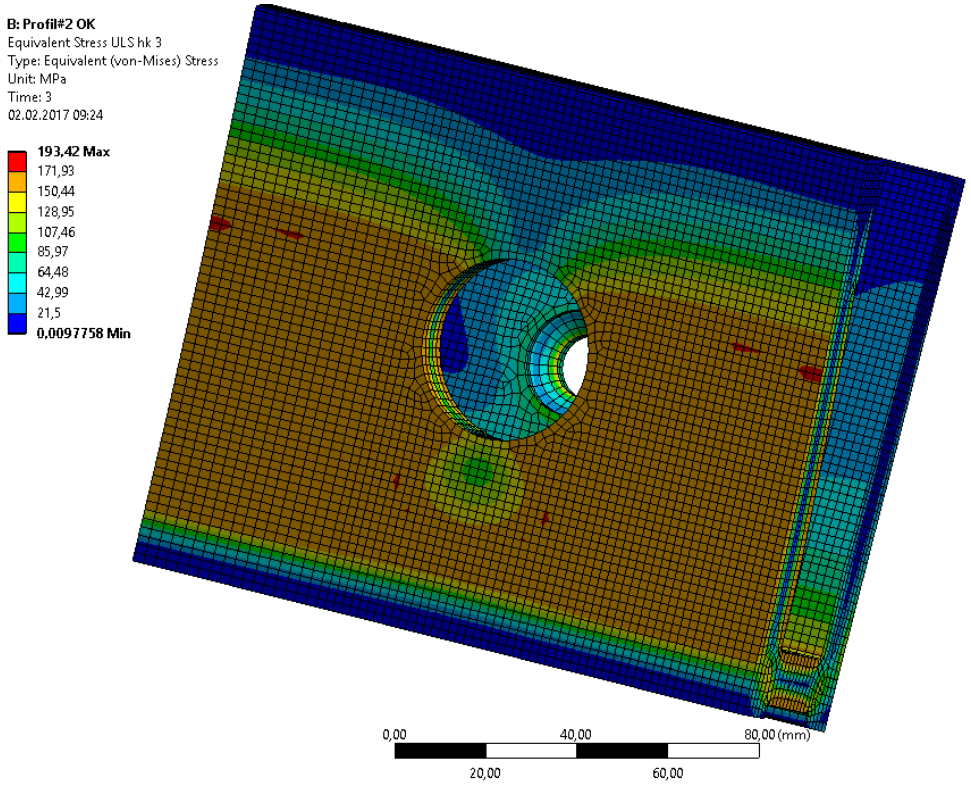
Vergleichsspannung + plastische Dehnung:

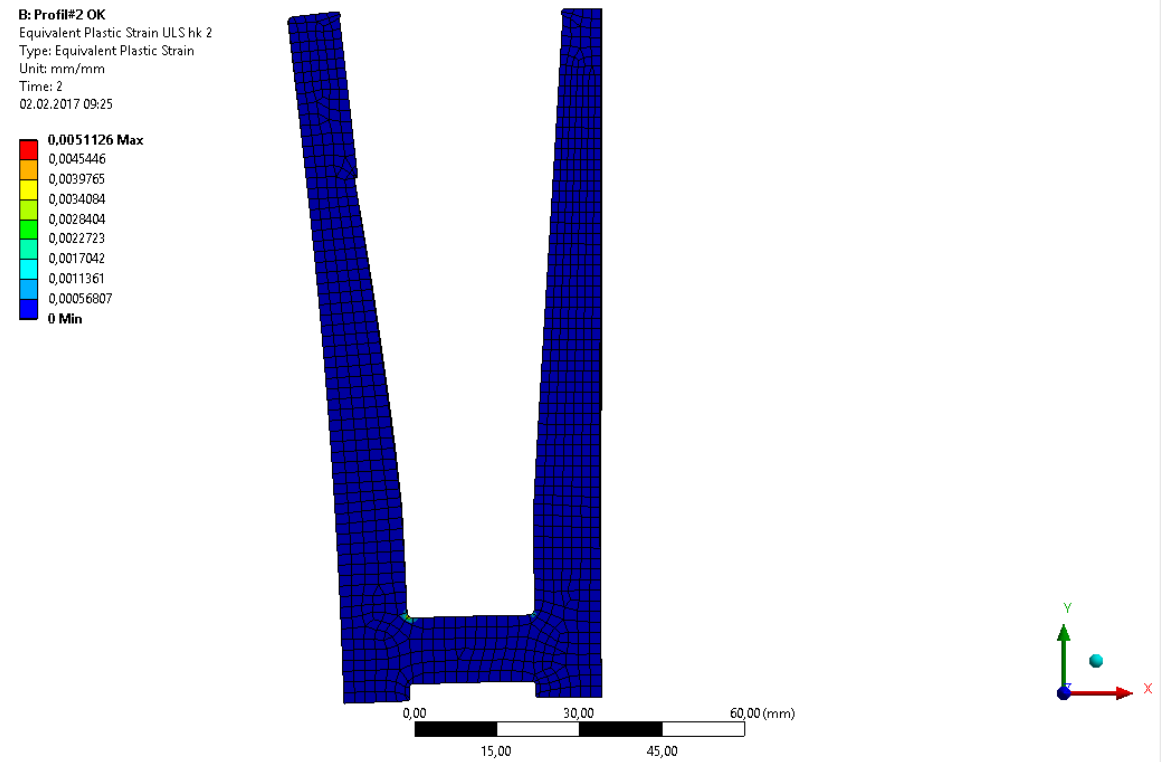


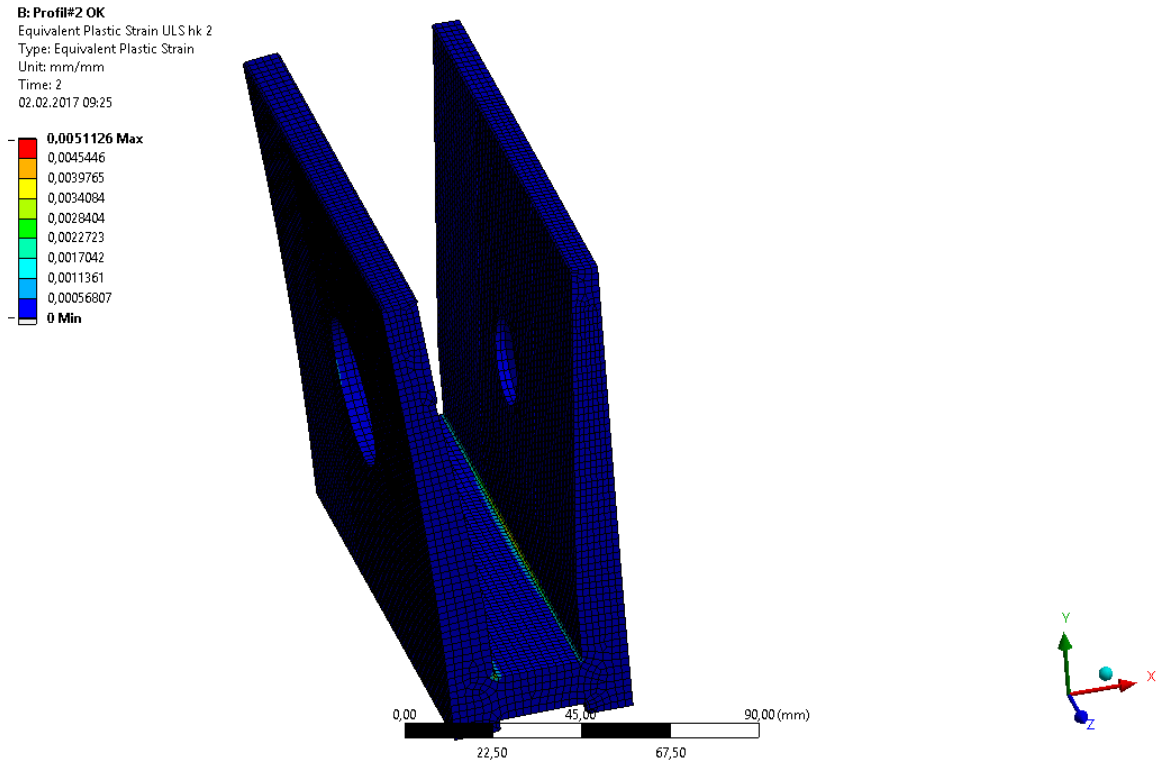


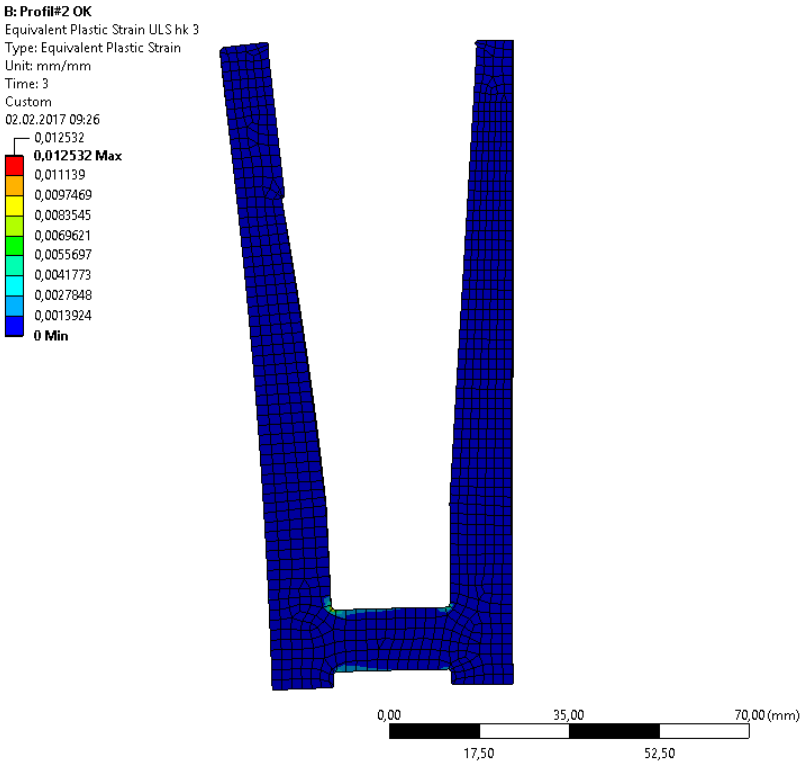

B: Profil#2 OK
Equivalent Stress ULS hk 2
Type: Equivalent (von-Mises) Stres
Unit: MPa
Time: 2
02.02.2017 09:23
196,54 Max
174,71
152,89
131,06
109,24
87,408
65,582
43,755
21,929
0,102 Min
0,00
35,00
17,50
52,50
Y
Z
B: Profil#2 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:24
193,42 Max
171,93
150,44
128,95
107,46
85,97
64,48
42,99
21,5
0,0097758 Min
0,00
30,00
60,00 (mm)
15,00
45,00
Y
X

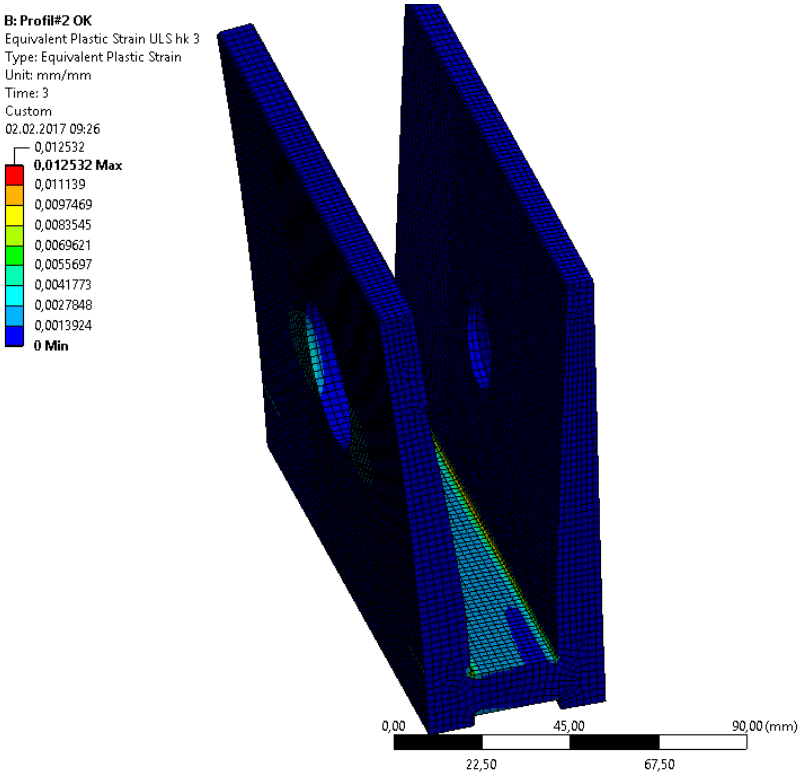

B: Profil#2 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:24
193,42 Max
171,93
150,44
128,95
107,46
85,97
64,48
42,99
21,5
0,0097758 Min
0,00
40,00
80,00 (mm)
20,00
60,00
Y
X
Z


B: Profil#2 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:24
193,42 Max
171,93
150,44
128,95
107,46
85,97
64,48
42,99
21,5
0,0097758 Min
0,00
40,00
80,00 (mm)
20,00
60,00
Y
Z

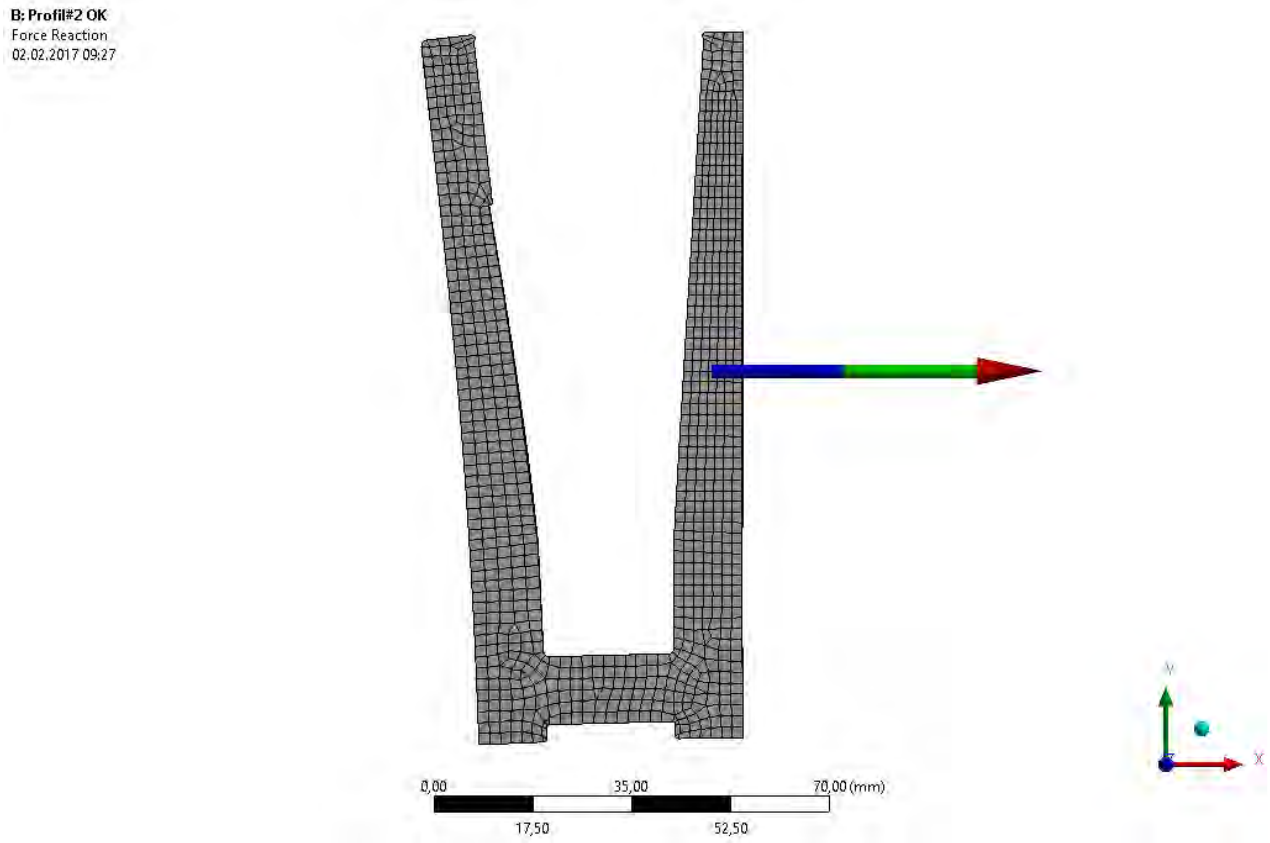

B: Profil#2 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2
02.02.2017 09:25
0,0051126 Max
0,0045446
0,0039765
0,0034084
0,0028404
0,0022723
0,0017042
0,0011361
0,00056807
0 Min
0,00
30,00
60,00 (mm)
15,00
45,00
Y
X

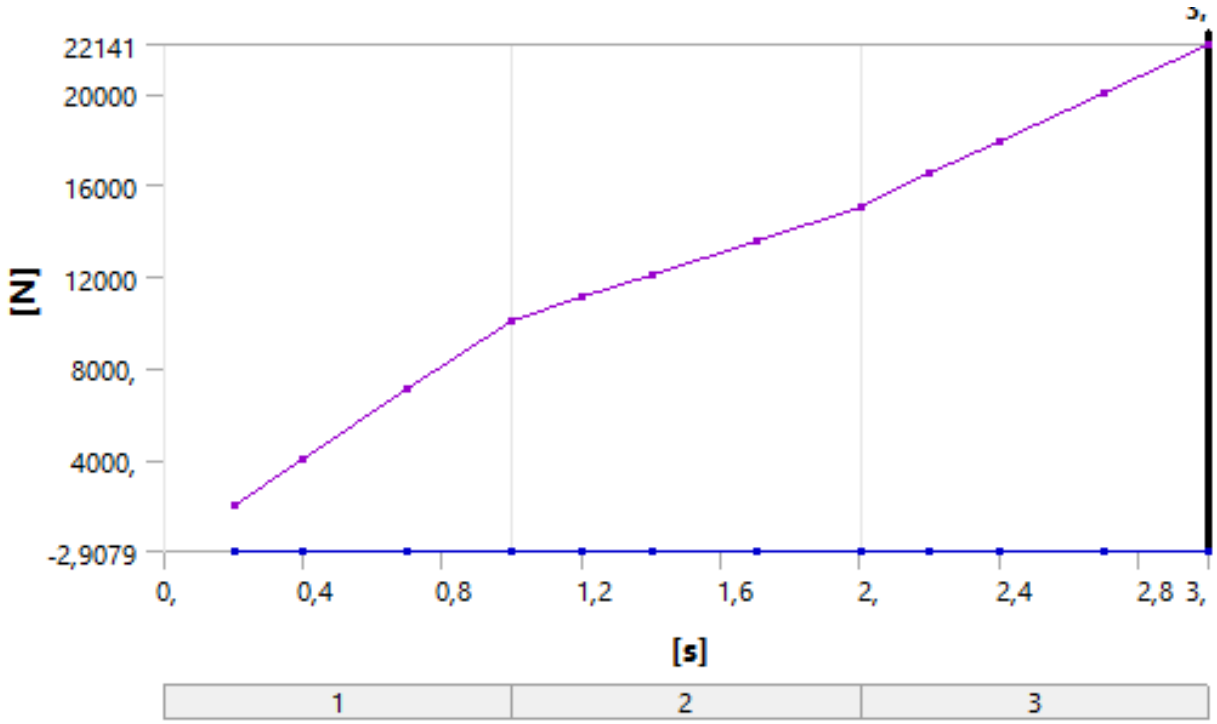

B: Profil#2 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2
02.02.2017 09:25
0,0051126 Max
0,0045446
0,0039765
0,0034084
0,0028404
0,0022723
0,0017042
0,0011361
0,00056807
0 Min
0,00
45,00
90,00 (mm)
22,50
67,50
Y
X
Z


B: Profil#2 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 3
Custom
02.02.2017 09:26
0,012532
0,012532 Max
0,011139
0,0097469
0,0083545
0,0069621
0,0055697
0,0041773
0,0027848
0,0013924
0 Min
0,00
35,00
70,00 (mm)
17,50
52,50
Y
X
Z


B: Profil#2 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 3
Custom
02.02.2017 09:26
0,012532
0,012532 Max
0,011139
0,0097469
0,0083545
0,0069621
0,0055697
0,0041773
0,0027848
0,0013924
0 Min
0,00
45,00
90,00 (mm)
22,50
67,50
Y
X
Z

Lagerreaktionen:





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

Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze fyd=180/1.1=163 N/mm² gewählt.
In Übereinstimmung mit dem Materialgesetzt und unter Einhaltung der maximalen plastischen Grenzdehnung (siehe Kapitel plastische Dehnung) sind die Spannungen am Profil eingehalten.

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

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

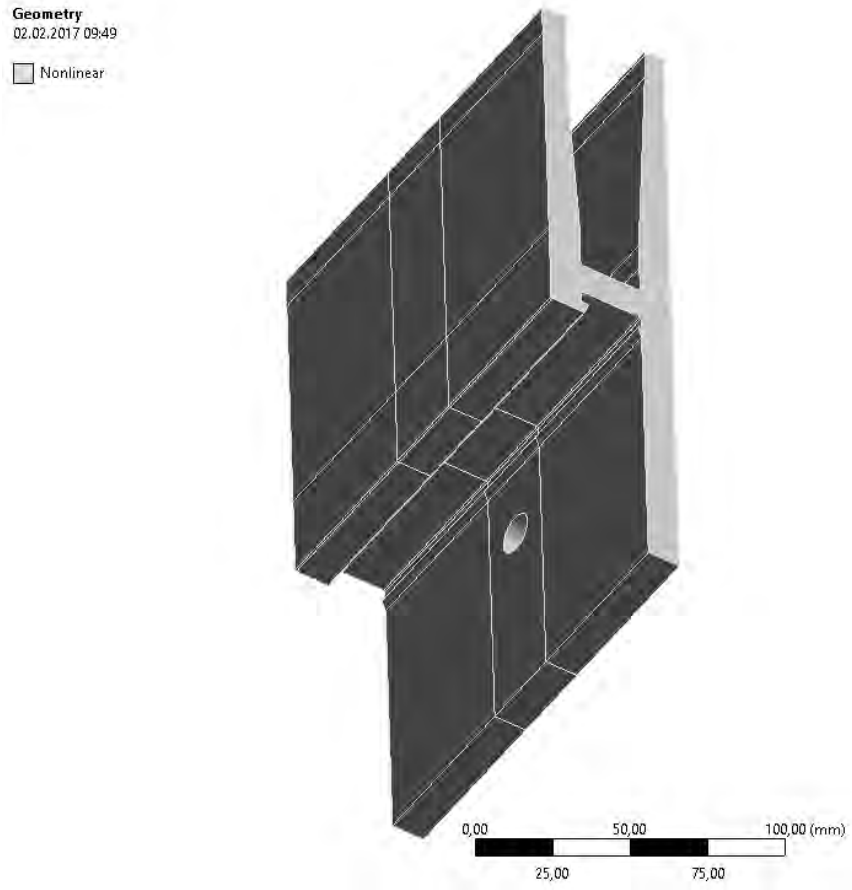
5.3.4 Bemessung Aluminiumprofil Typ 3

Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

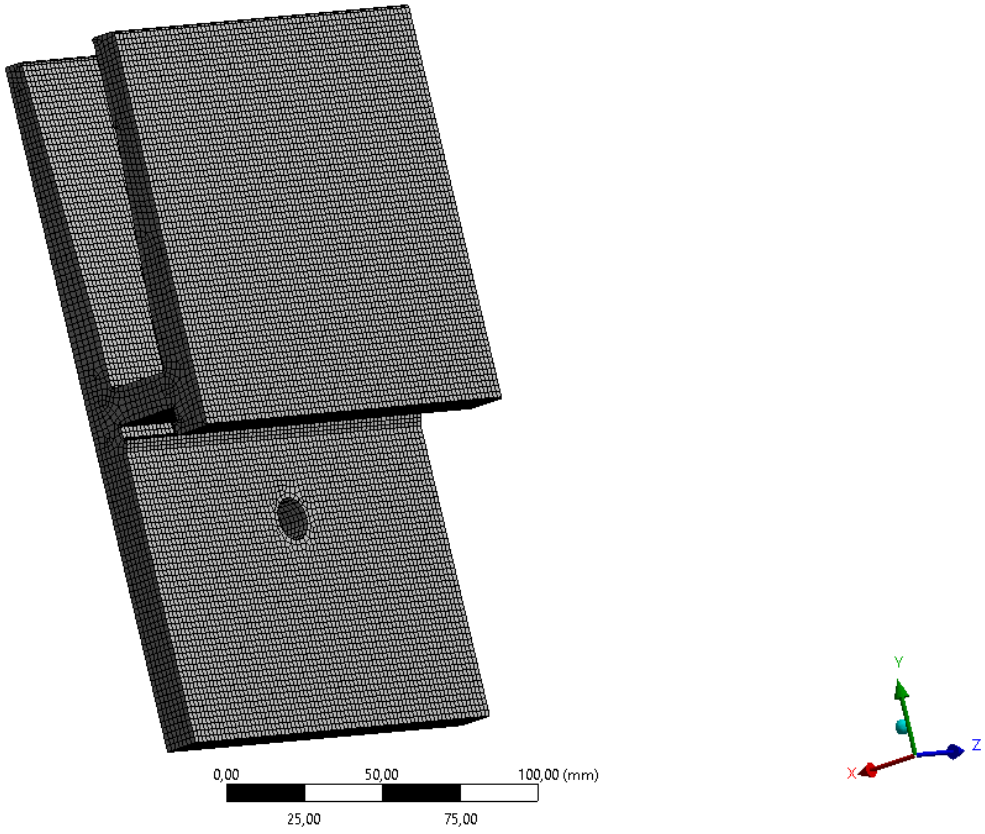
Abb.: Statisches Gesamtsystem

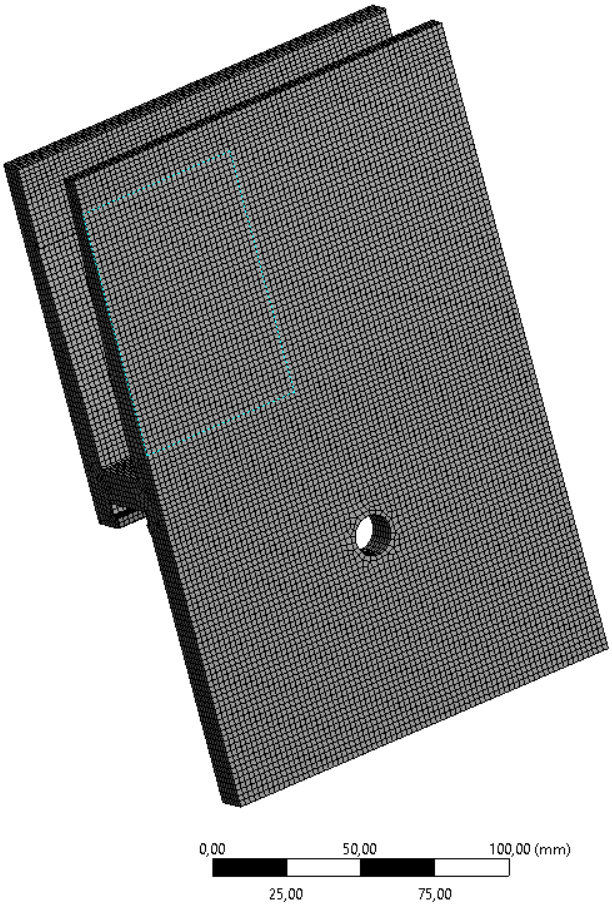
Geometrie:

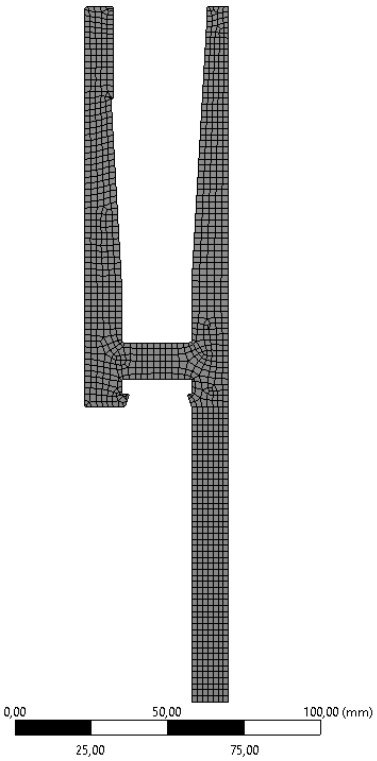
Geometry
02.02.2017 09:49
Nonlinear
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X
Z


Geometry
02.02.2017 09:49
Nonlinear
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
Z
X

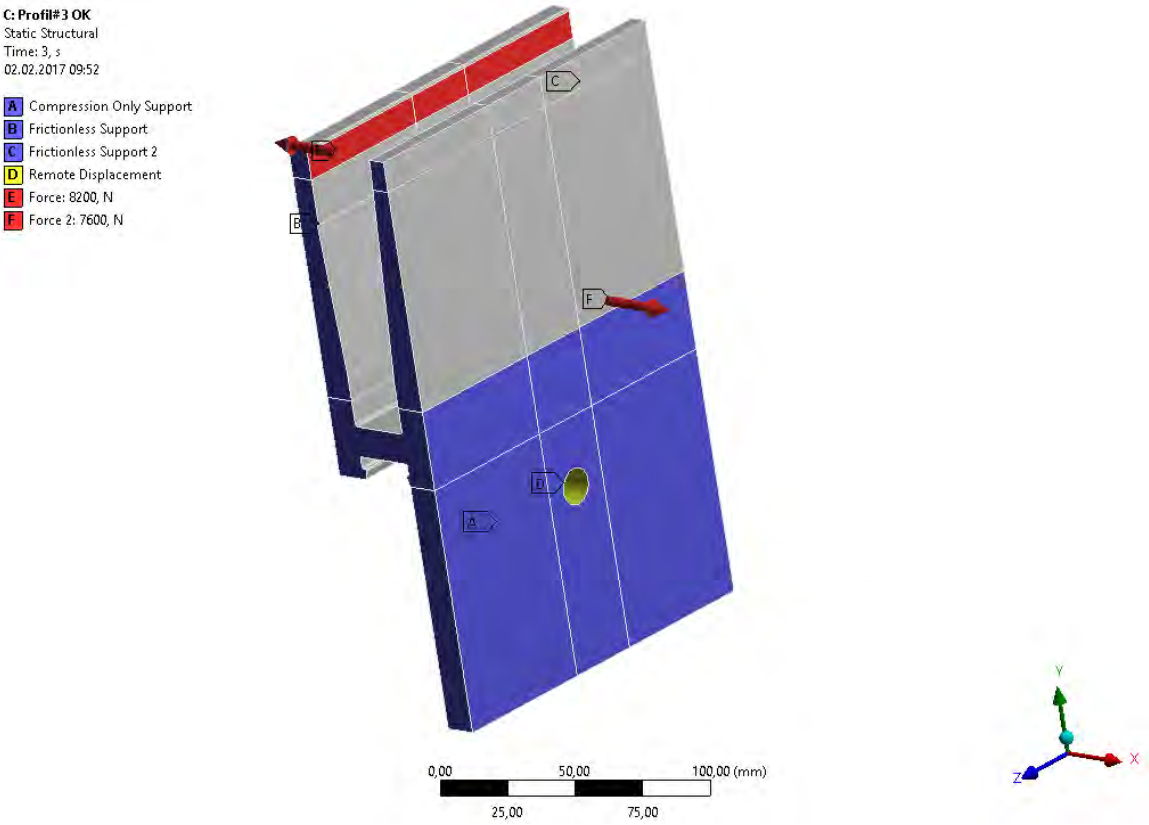
Netz:

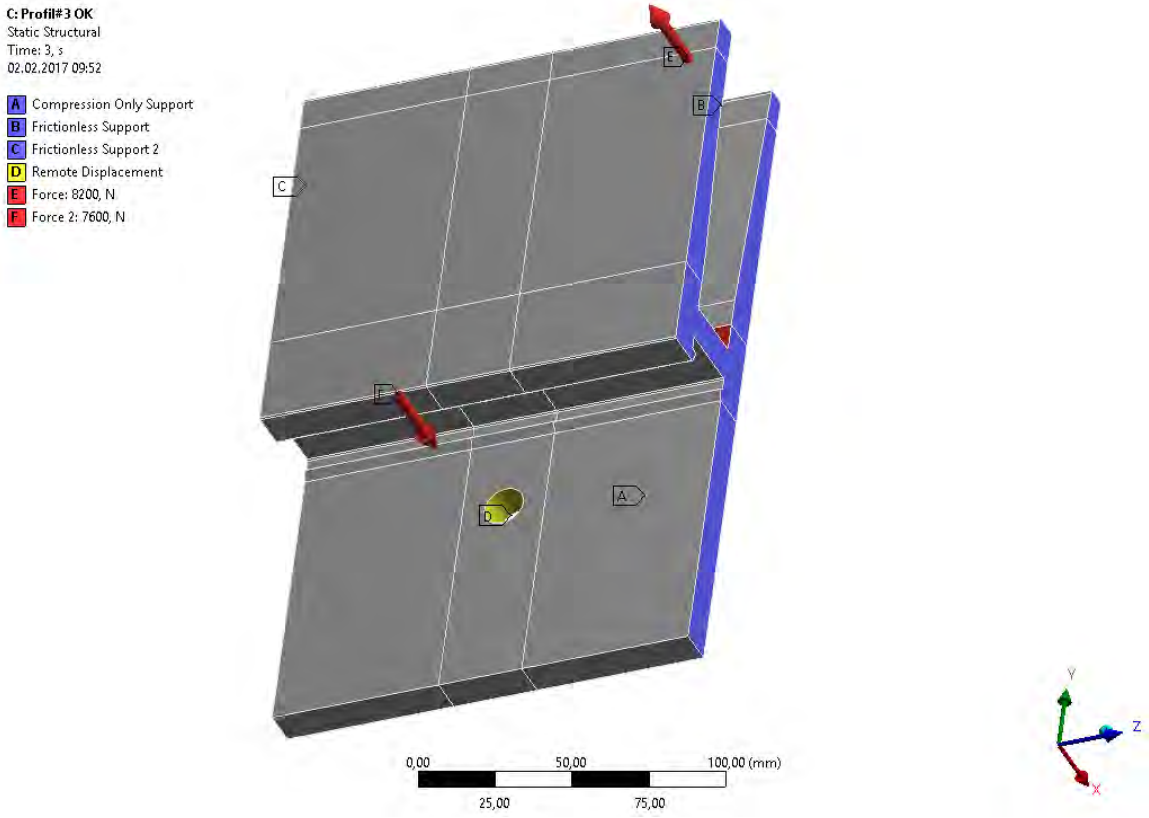

0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
Z
X

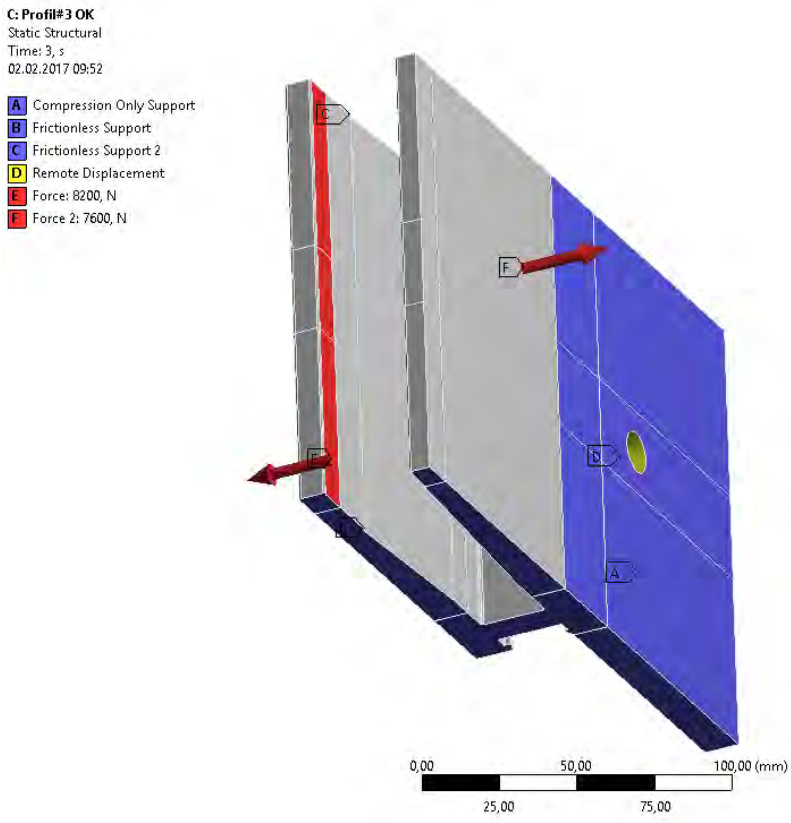

0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X
Z

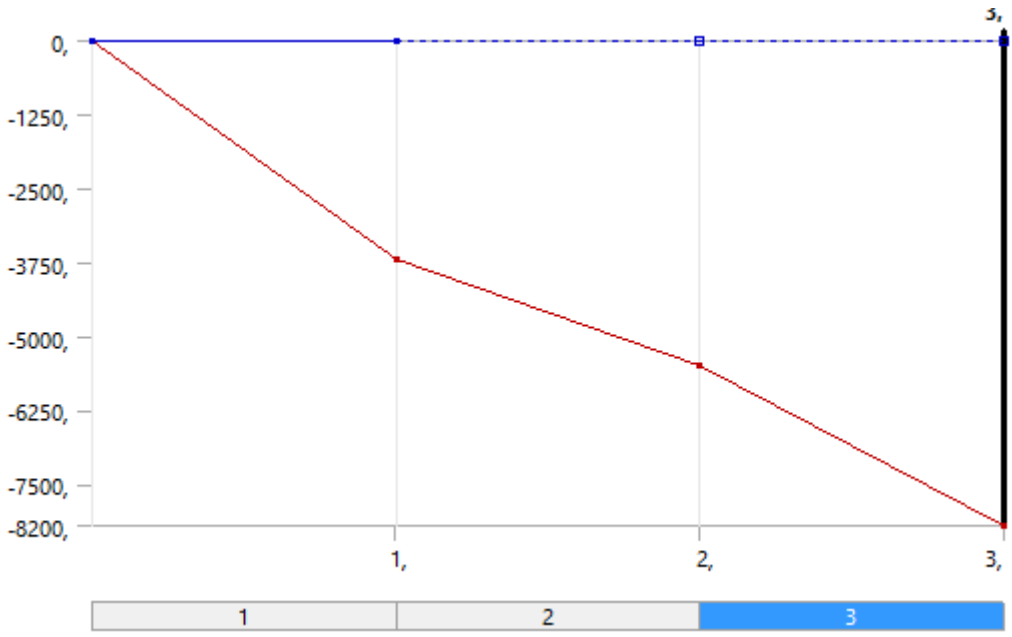

0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X
Z

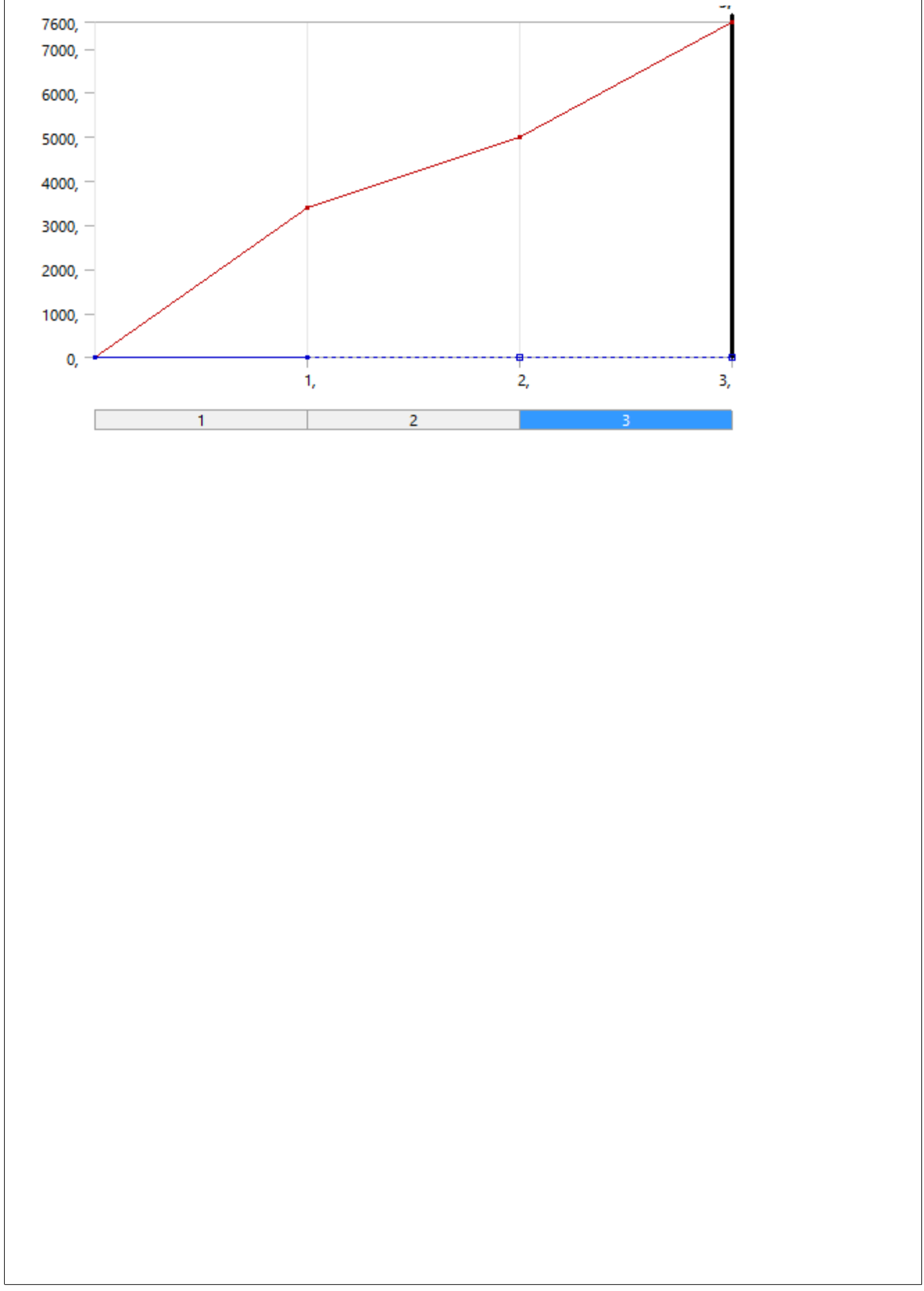
Randbedingungen:



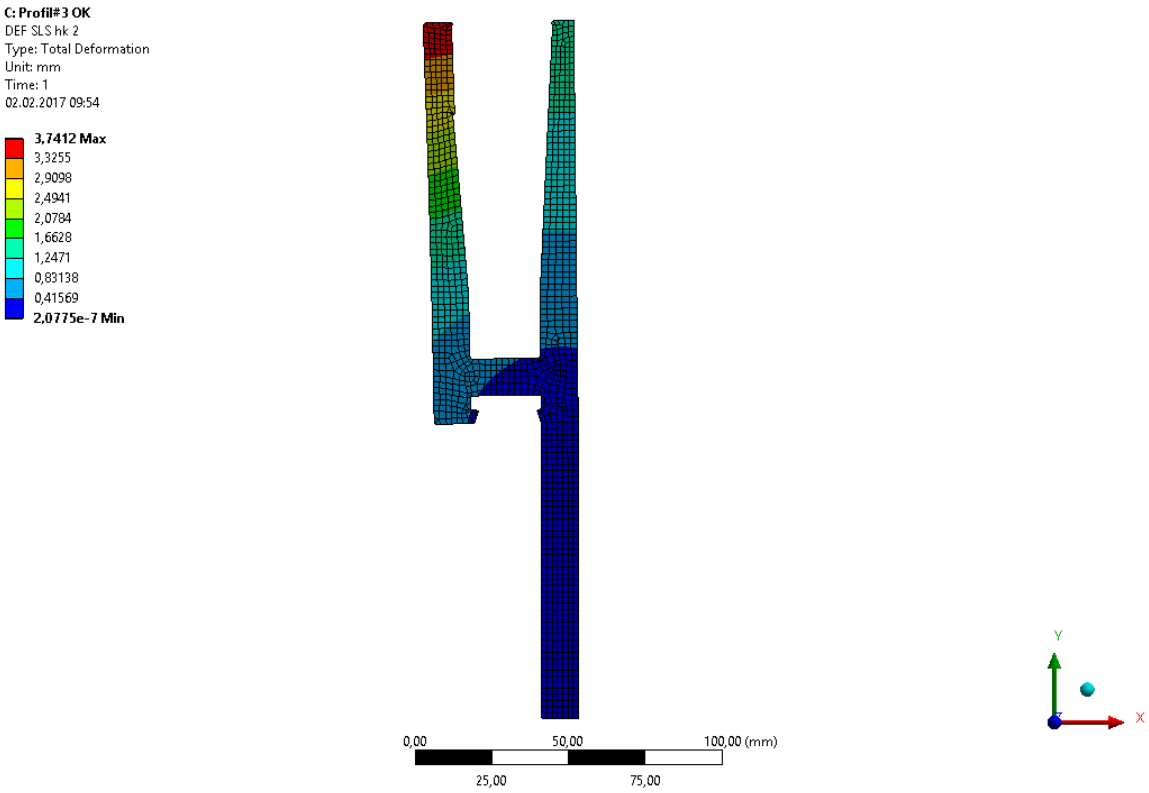


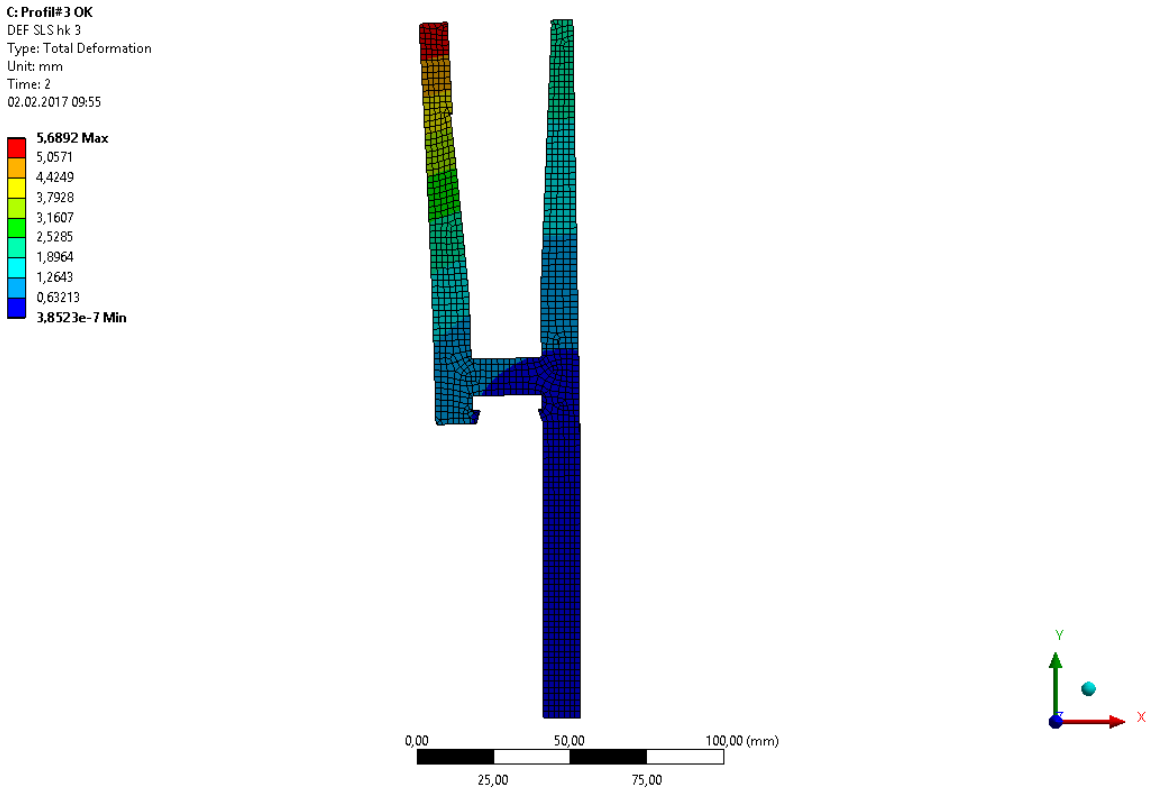

C: Profil#3 OK
Static Structural
Time: 3, s
02.02.2017 09:52
A Compression Only Support
B Frictionless Support
C Frictionless Support 2
D Remote Displacement
E Force: 8200, N
F Force 2: 7600, N
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X
Z

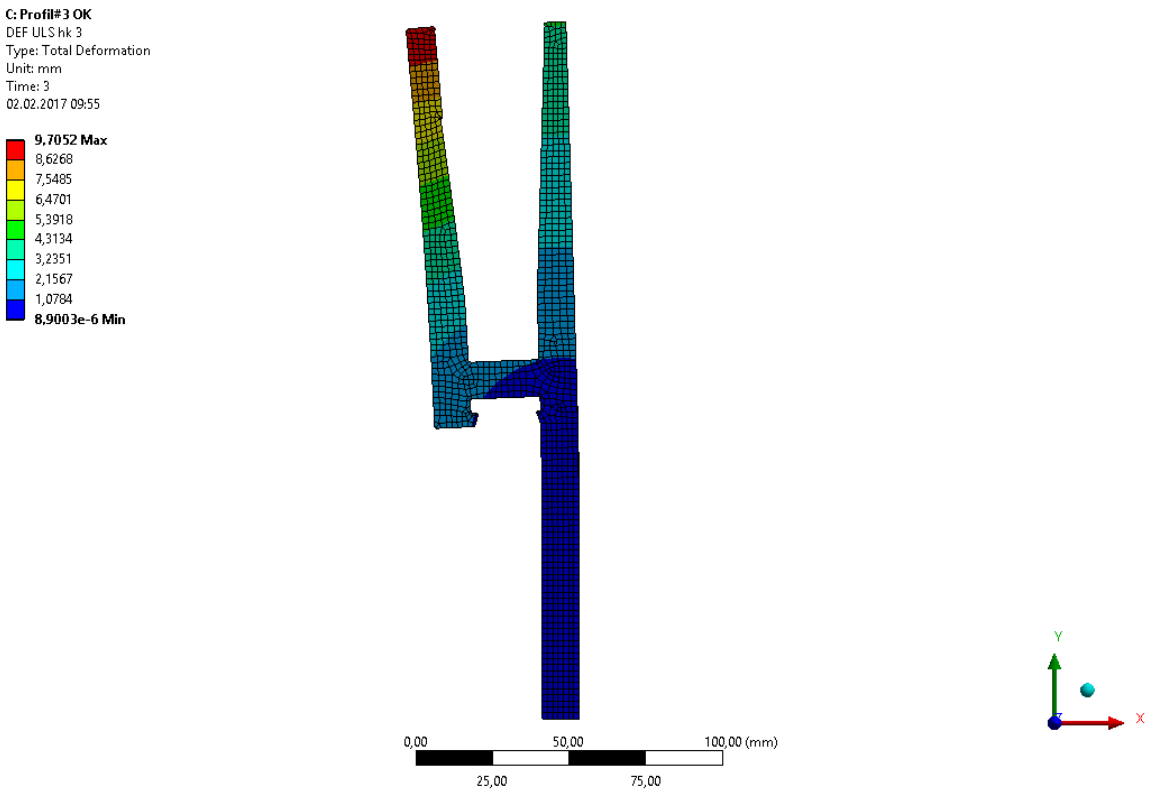

0,
-1250,
-2500,
-3750,
-5000,
-6250,
-7500,
-8200,
1,
2,
3,
1
2
3

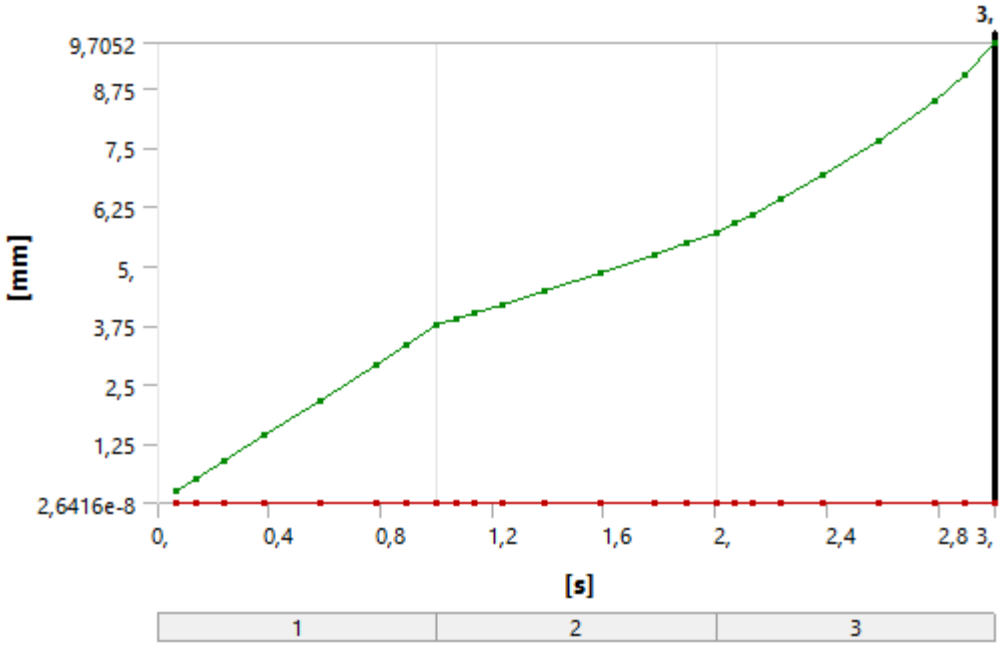

7600,
7000,
6000,
5000,
4000,
3000,
2000,
1000,
0,
1,
2,
3,
1
2
3

Verformungen:

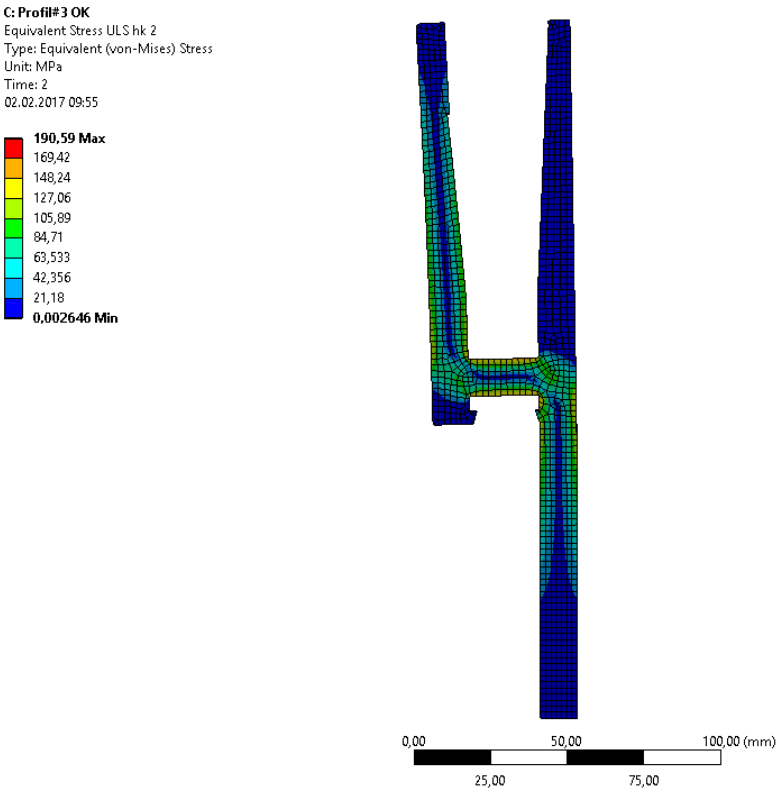


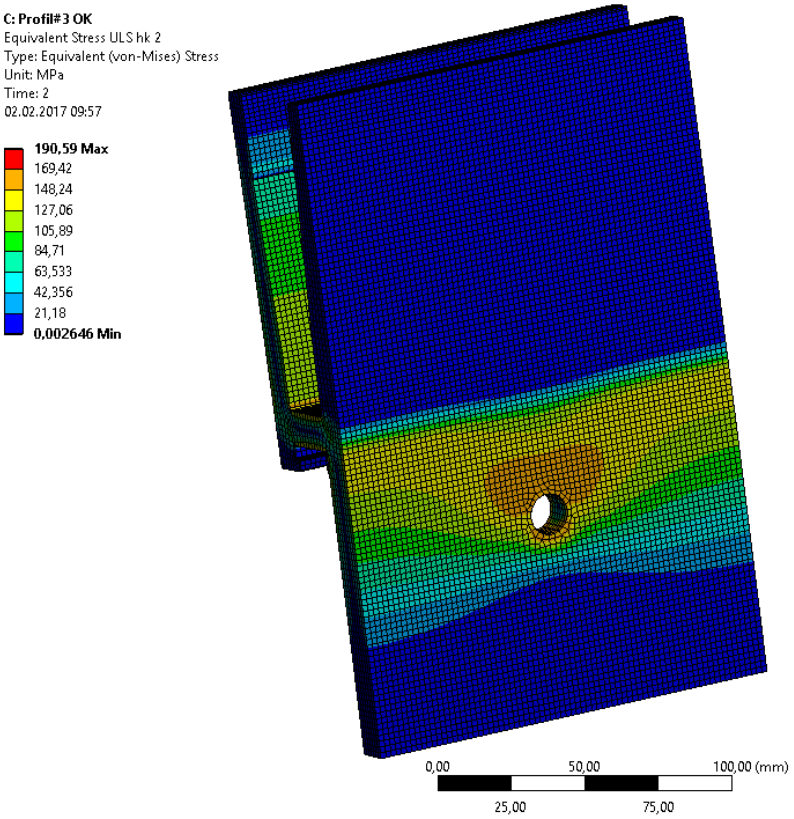


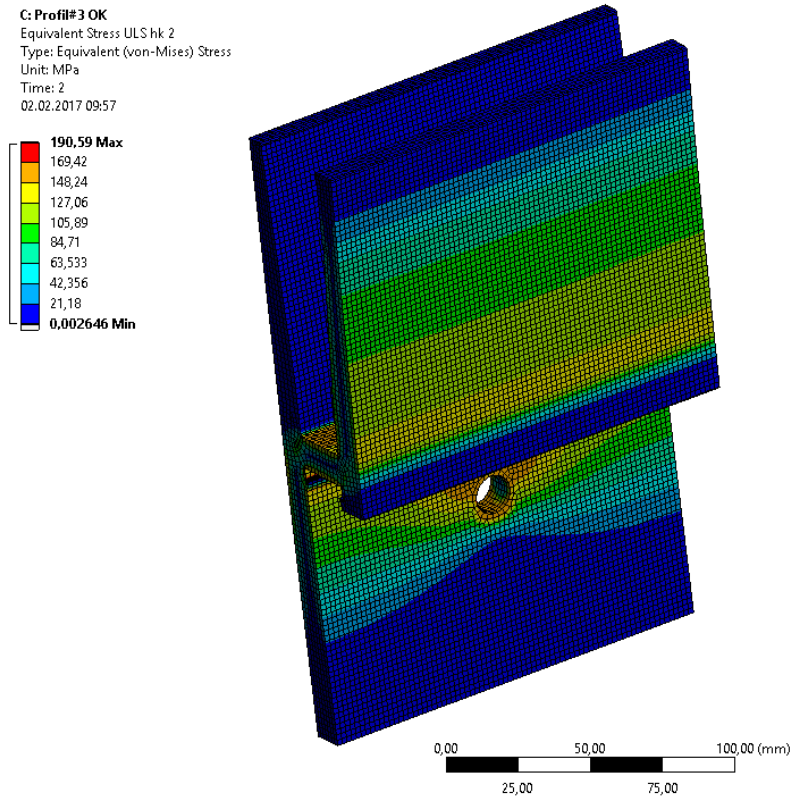

C: Profil#3 OK
DEF ULS hk 3
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 3
02.02.2017 09:55
9,7052 Max
8,6268
7,5485
6,4701
5,3918
4,3134
3,2351
2,1567
1,0784
8,9003e-6 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X

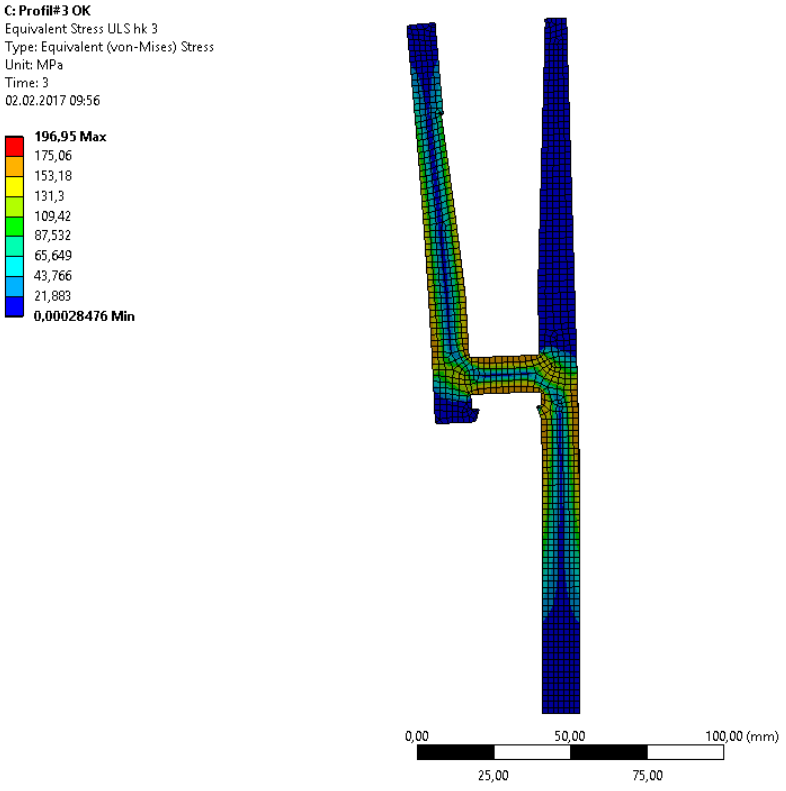

3,
9,7052
8,75
7,5
6,25
5,
3,75
2,5
1,25
2,6416e-8
[mm]
0,
0,4
0,8
1,2
1,6
2,
2,4
2,8
3,
[s]
1
2
3

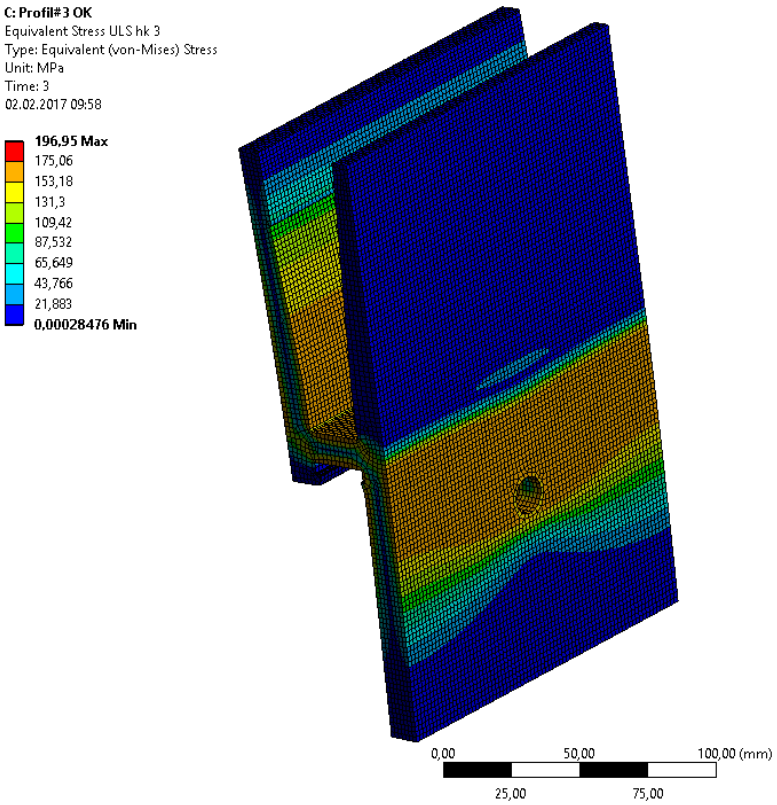
Vergleichsspannung + plastische Dehnung:

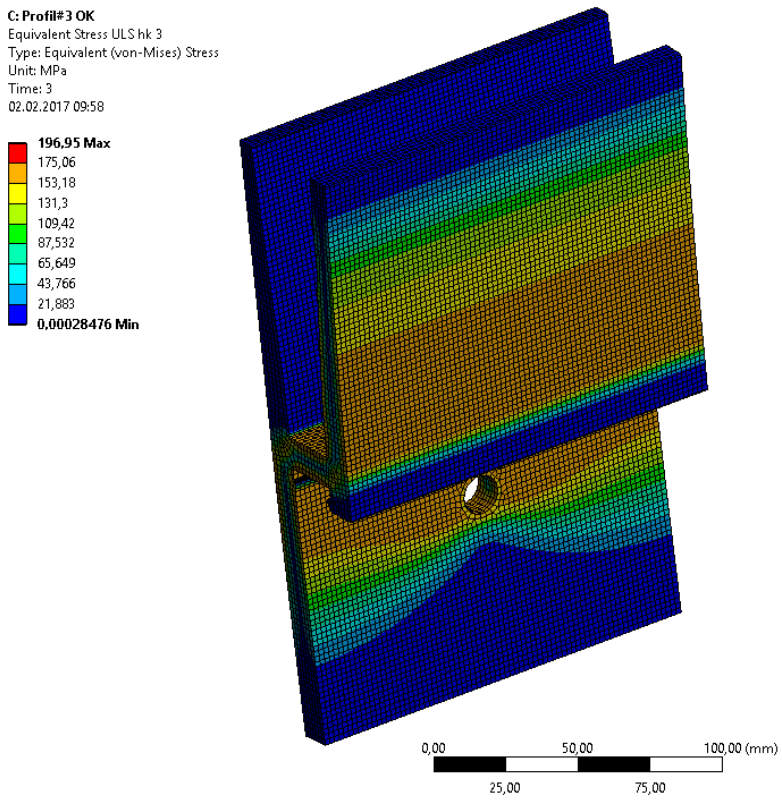


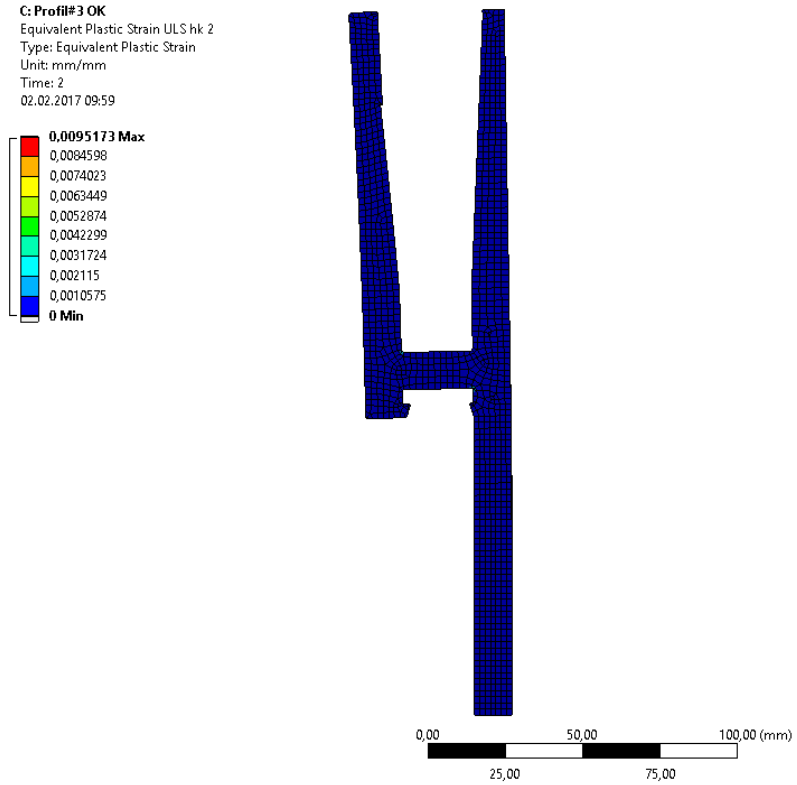


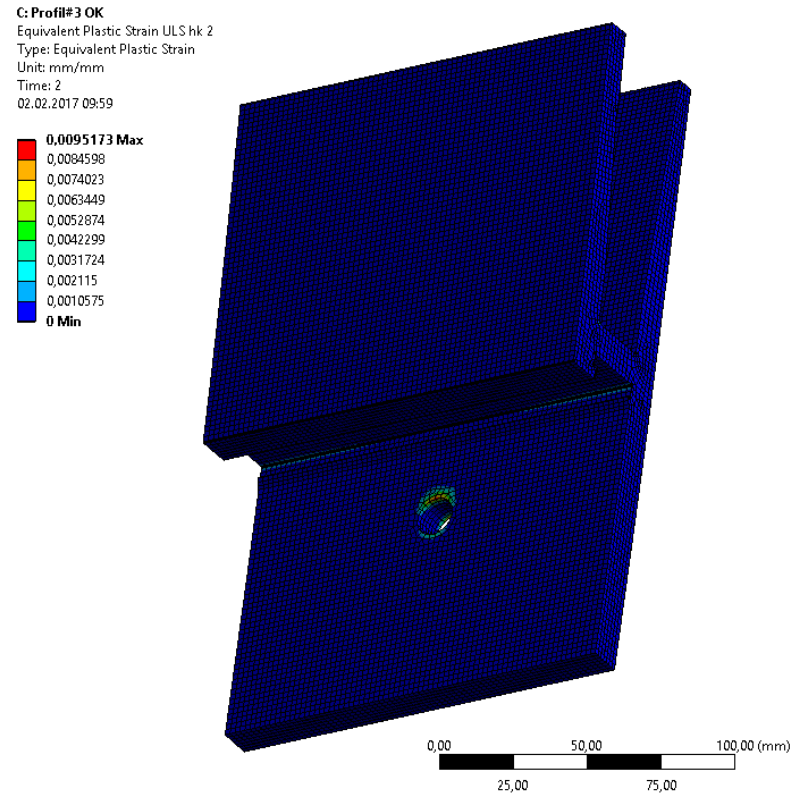

C: Profil#3 OK
Equivalent Stress ULS hk 2
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 2
02.02.2017 09:57
190,59 Max
169,42
148,24
127,06
105,89
84,71
63,533
42,356
21,18
0,002646 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X
Z

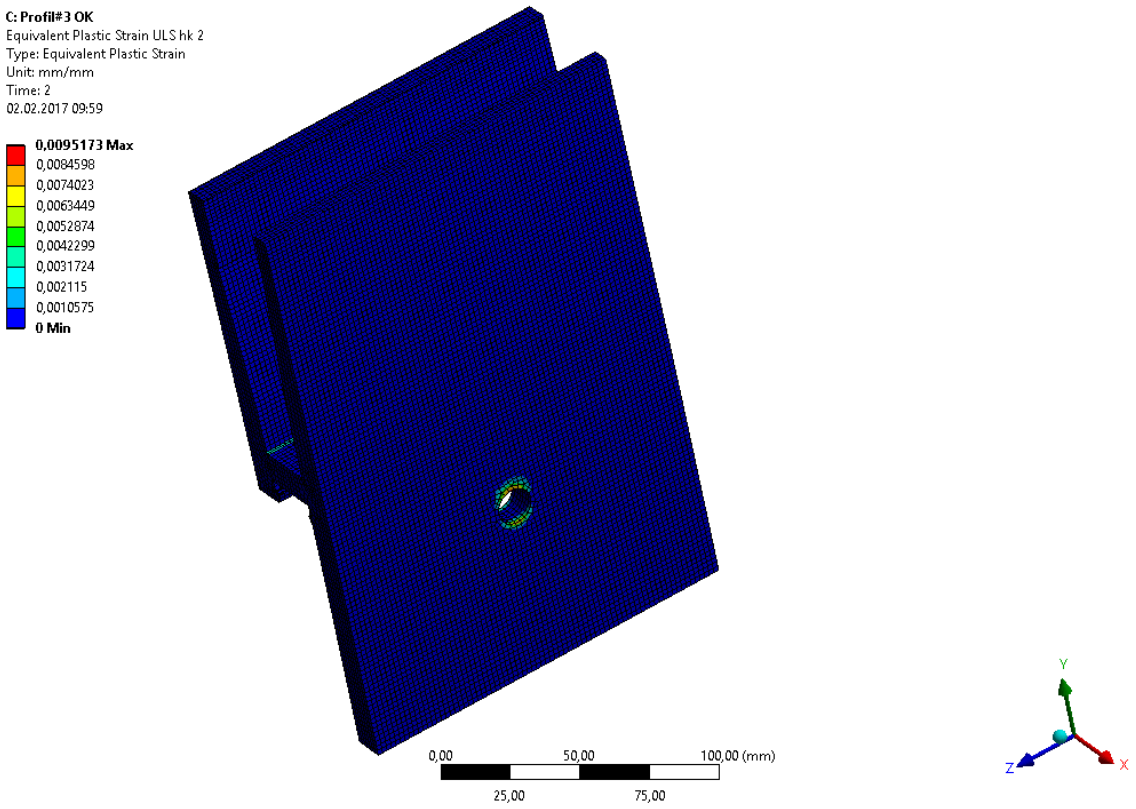

C: Profil#3 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:56
196,95 Max
175,06
153,18
131,3
109,42
87,532
65,649
43,766
21,883
0,00028476 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
Z
X

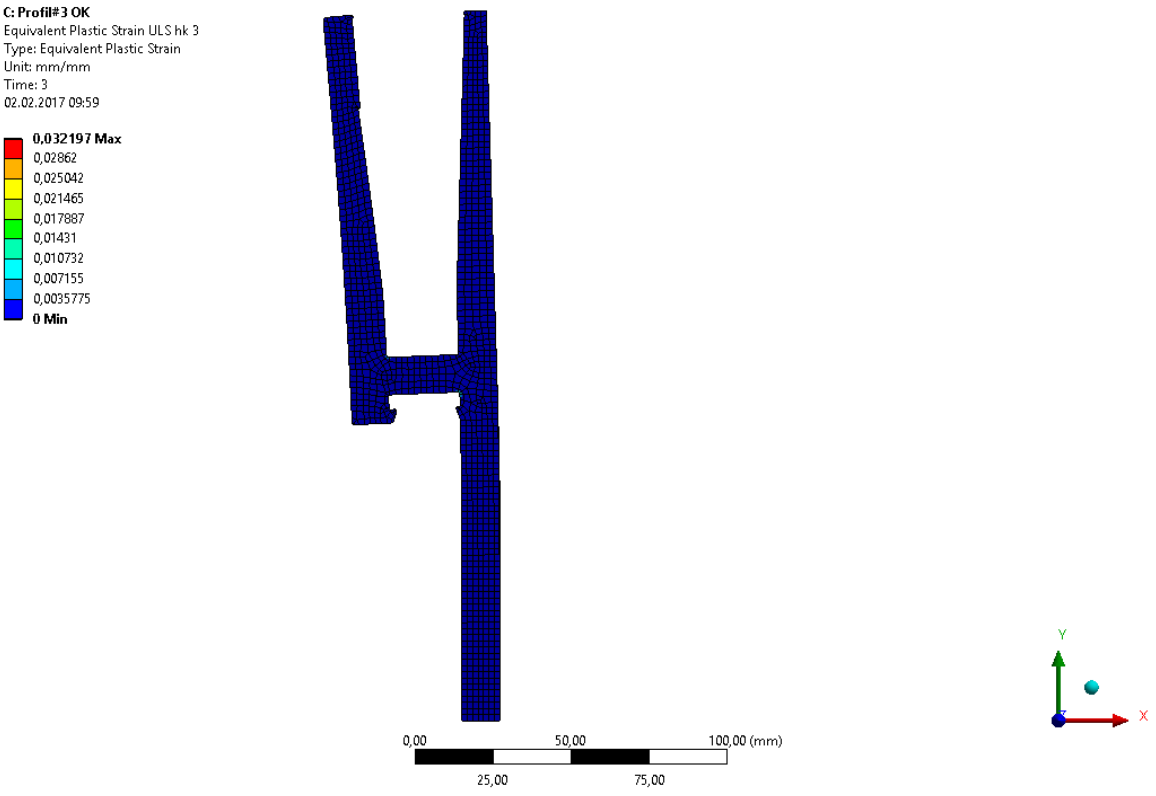

C: Profil#3 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:58
196,95 Max
175,06
153,18
131,3
109,42
87,532
65,649
43,766
21,883
0,00028476 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X
Z

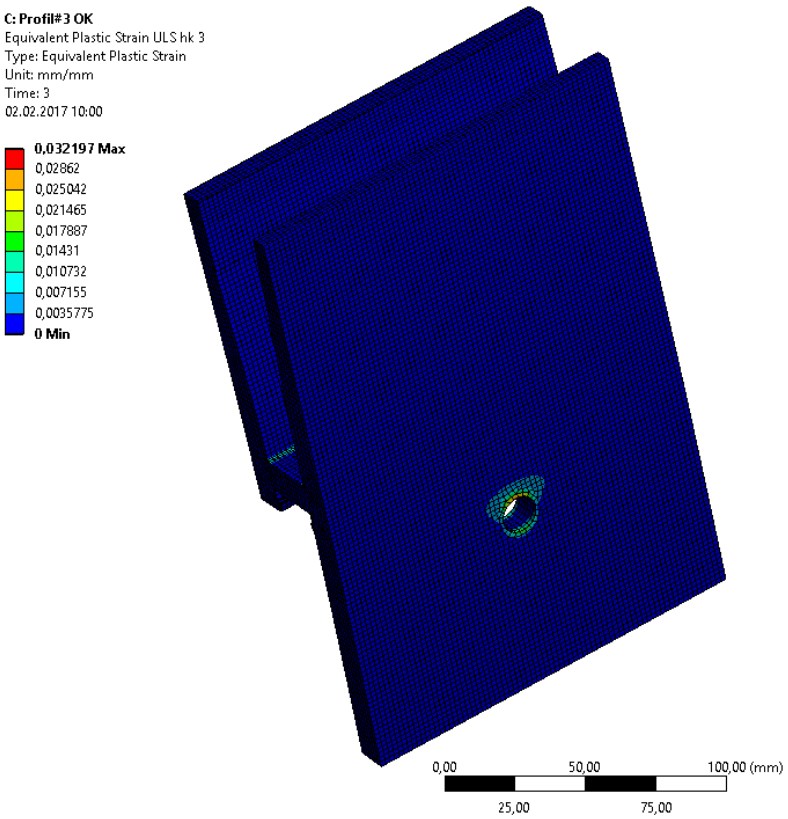

C: Profil#3 OK
Equivalent Stress ULS hk 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
02.02.2017 09:58
196,95 Max
175,06
153,18
131,3
109,42
87,532
65,649
43,766
21,883
0,00028476 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X
Z

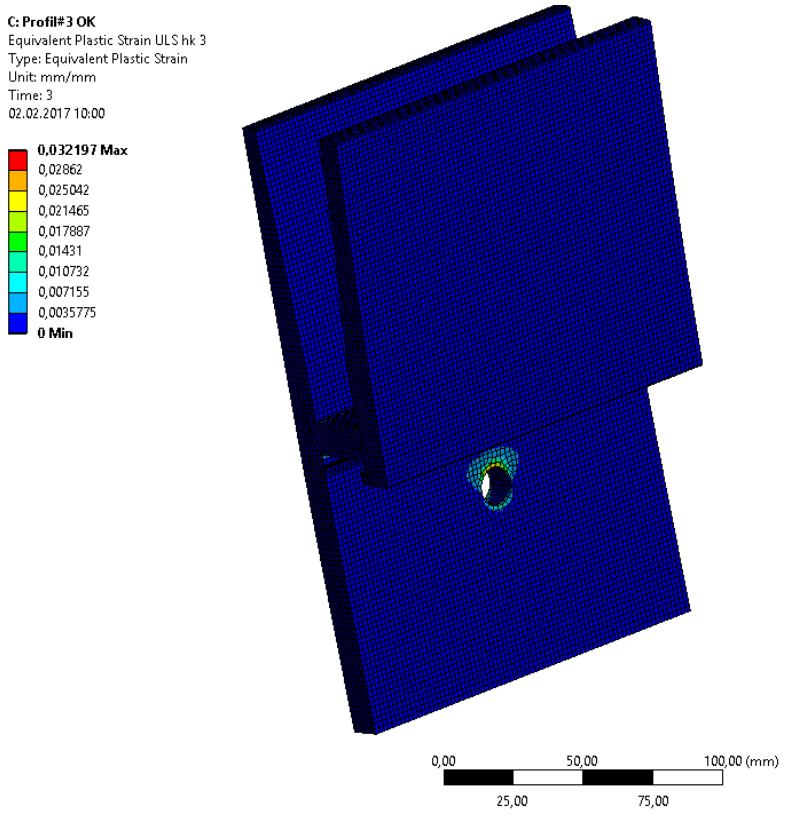

C: Profil#3 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2
02.02.2017 09:59
0,0095173 Max
0,0084598
0,0074023
0,0063449
0,0052874
0,0042299
0,0031724
0,002115
0,0010575
0 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X


C: Profil#3 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2
02.02.2017 09:59
0,0095173 Max
0,0084598
0,0074023
0,0063449
0,0052874
0,0042299
0,0031724
0,002115
0,0010575
0 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
Z
X

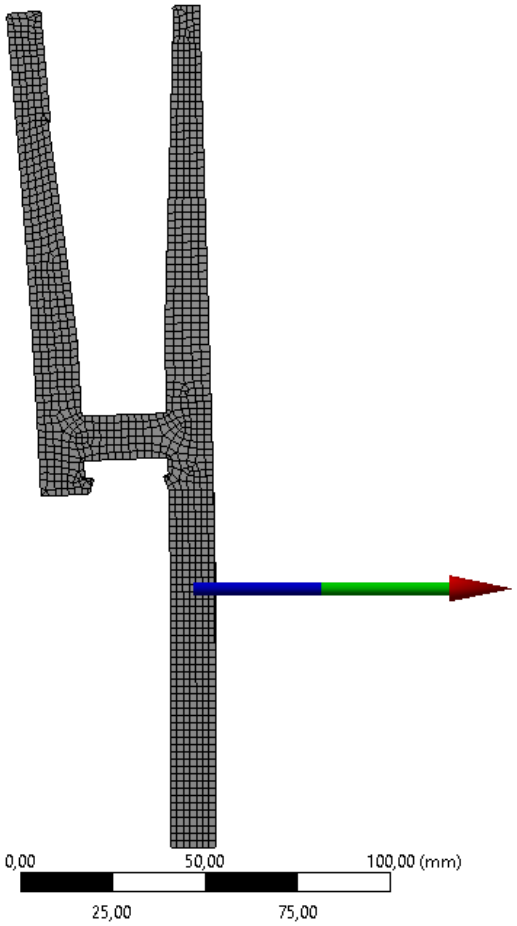

C: Profil#3 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 2
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2
02.02.2017 09:59
0,0095173 Max
0,0084598
0,0074023
0,0063449
0,0052874
0,0042299
0,0031724
0,002115
0,0010575
0 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
Z
X

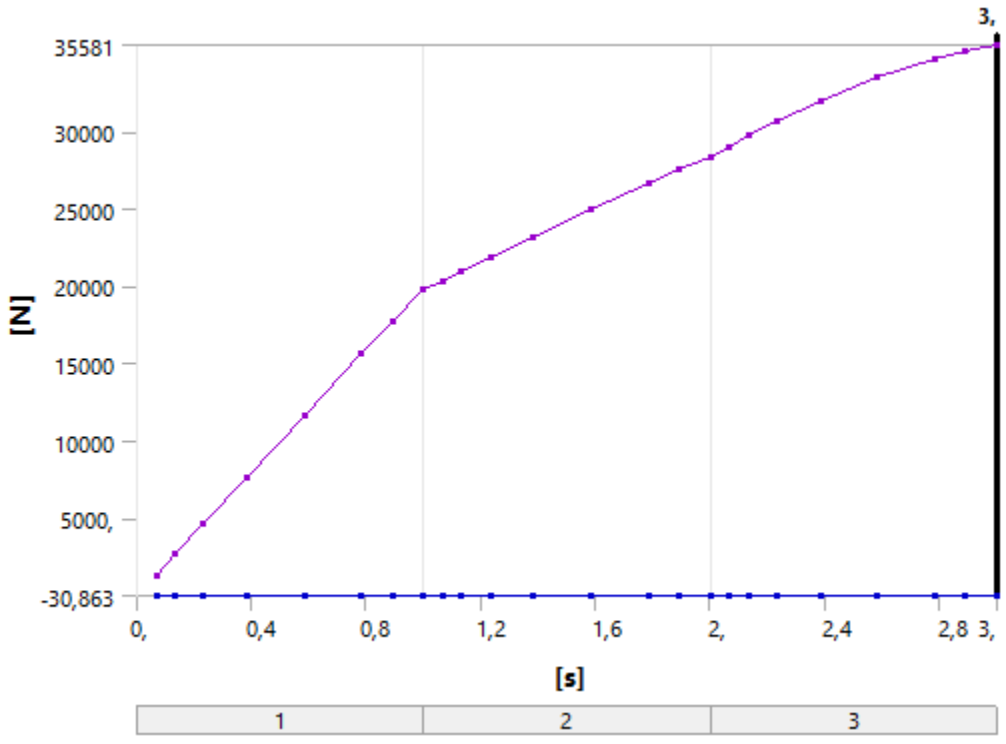

C: Profil#3 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 3
02.02.2017 09:59
0,032197 Max
0,02862
0,025042
0,021465
0,017887
0,01431
0,010732
0,007155
0,0035775
0 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X


C: Profil#3 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 3
02.02.2017 10:00
0,032197 Max
0,02862
0,025042
0,021465
0,017887
0,01431
0,010732
0,007155
0,0035775
0 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
Z
X


C: Profil#3 OK
Equivalent Plastic Strain ULS hk 3
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 3
02.02.2017 10:00
0,032197 Max
0,02862
0,025042
0,021465
0,017887
0,01431
0,010732
0,007155
0,0035775
0 Min
0,00
50,00
100,00 (mm)
25,00
75,00
Y
X
Z

Lagerreaktionen:





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

Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze fyd=180/1.1=163 N/mm² gewählt.
In Übereinstimmung mit dem Materialgesetzt und unter Einhaltung der maximalen plastischen Grenzdehnung (siehe Kapitel plastische Dehnung) sind die Spannungen am Profil eingehalten.

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

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

5.3.5 Bemessung Aluminiumprofil Typ 4

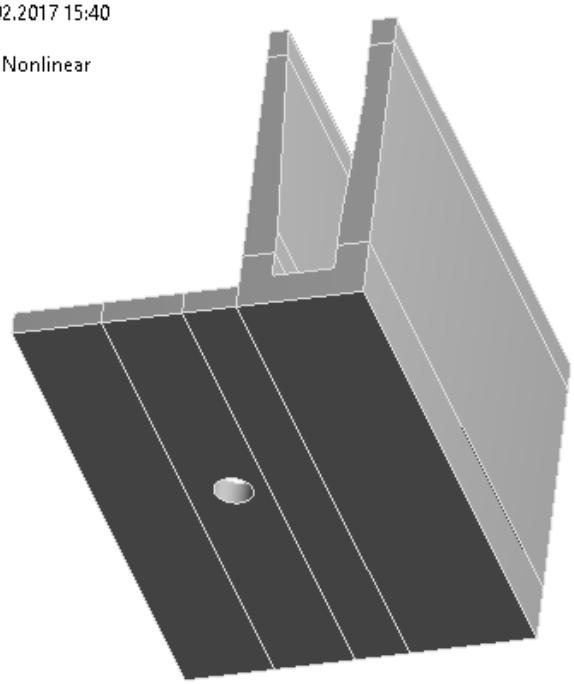
Abb.: Statisches System Lasteinleitung Glas in Profil

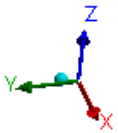
Abb.: Statisches Gesamtsystem

Geometrie:

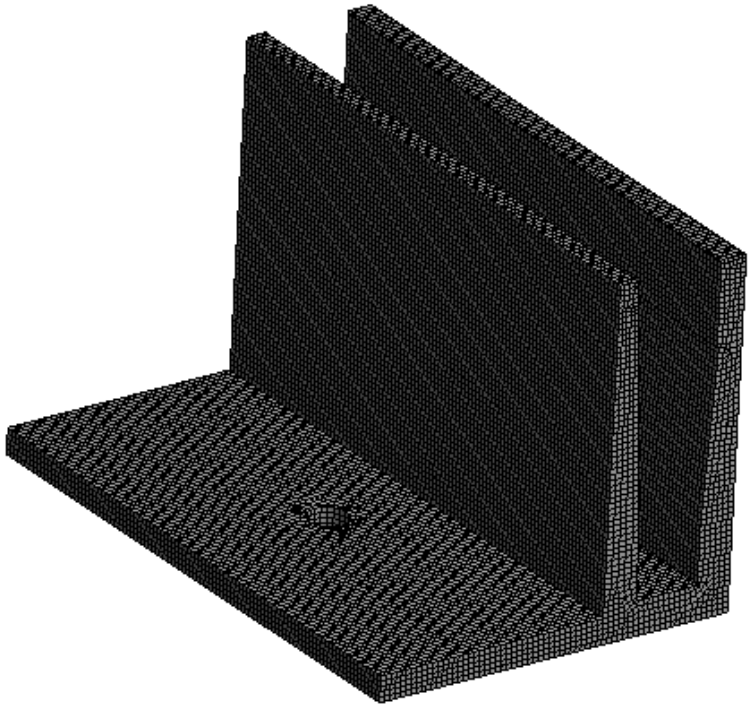
Figure 2
24.02.2017 15:40

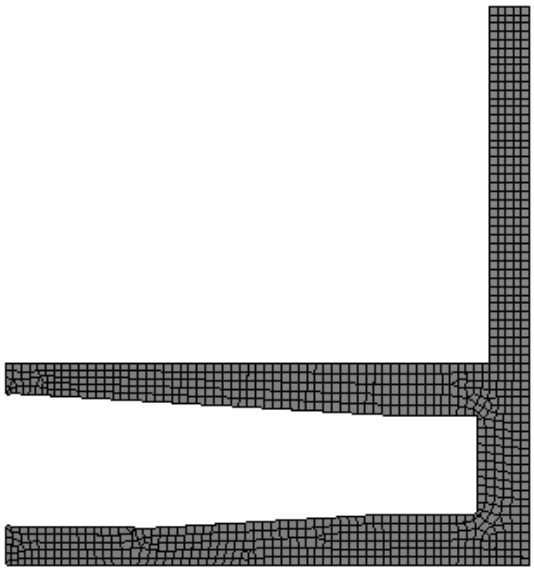
Nonlinear





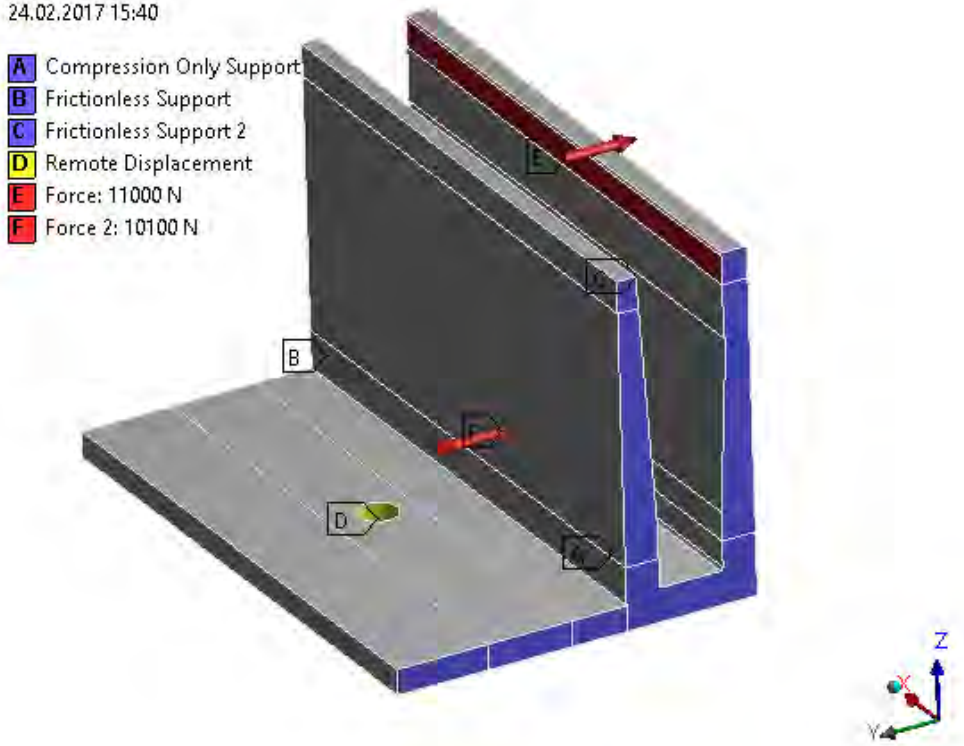
Netz:



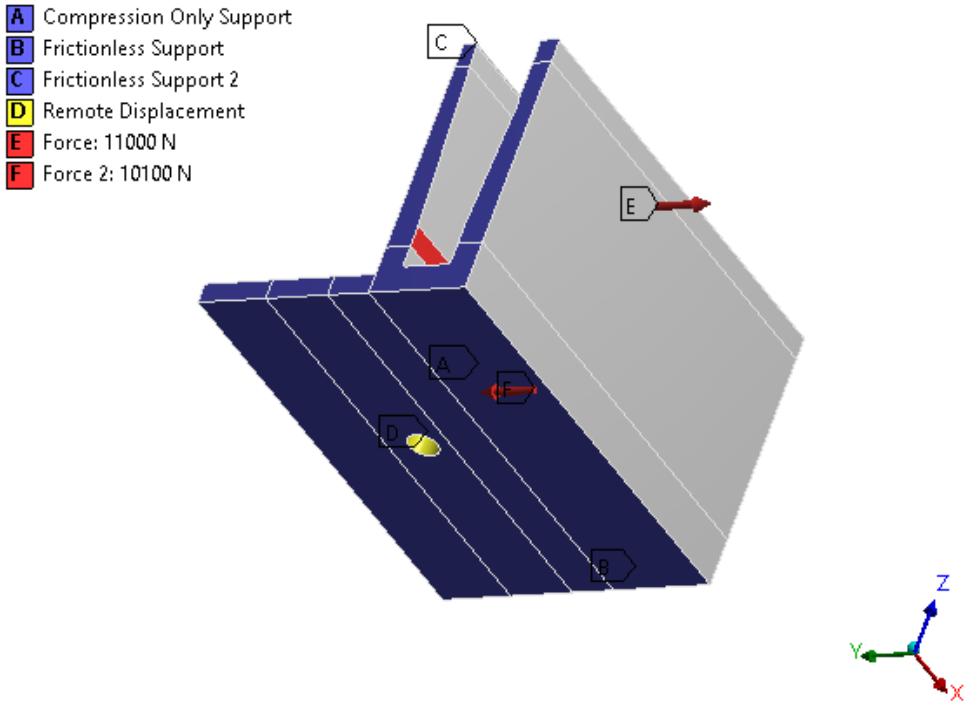


Randbedingungen:

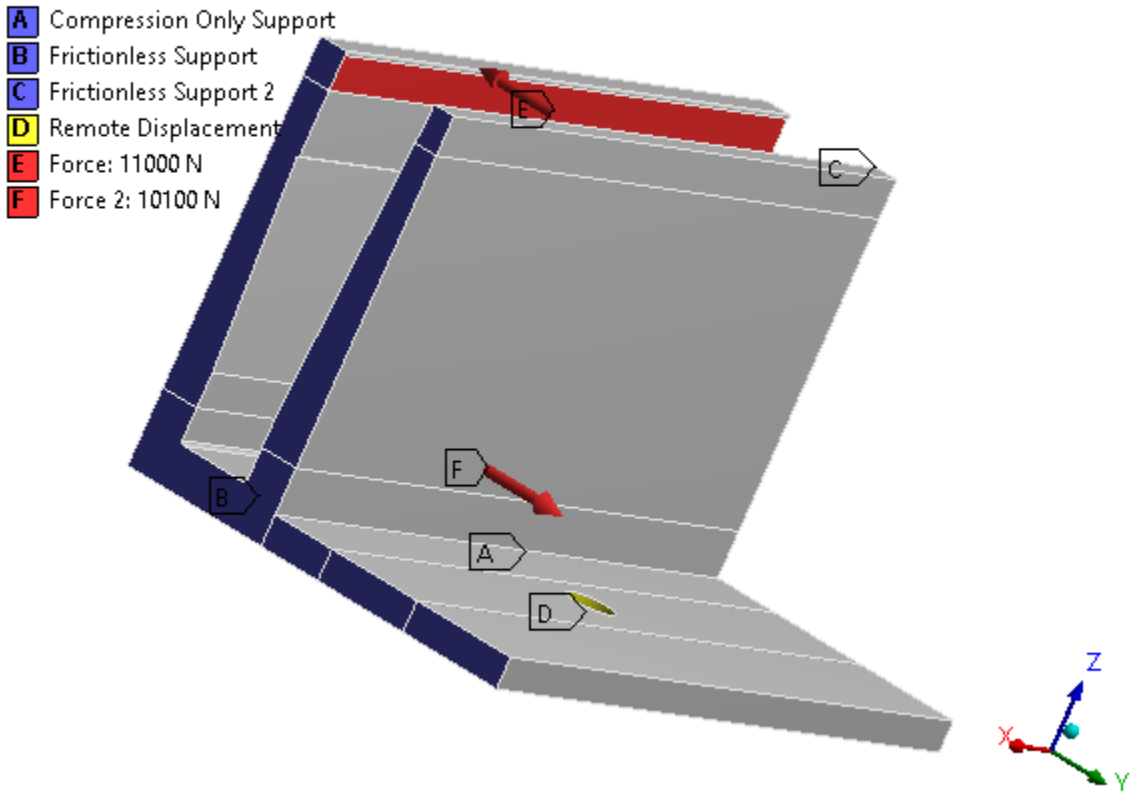
E: Profil#4 OK t=9
Figure
24.02.2017 15:40

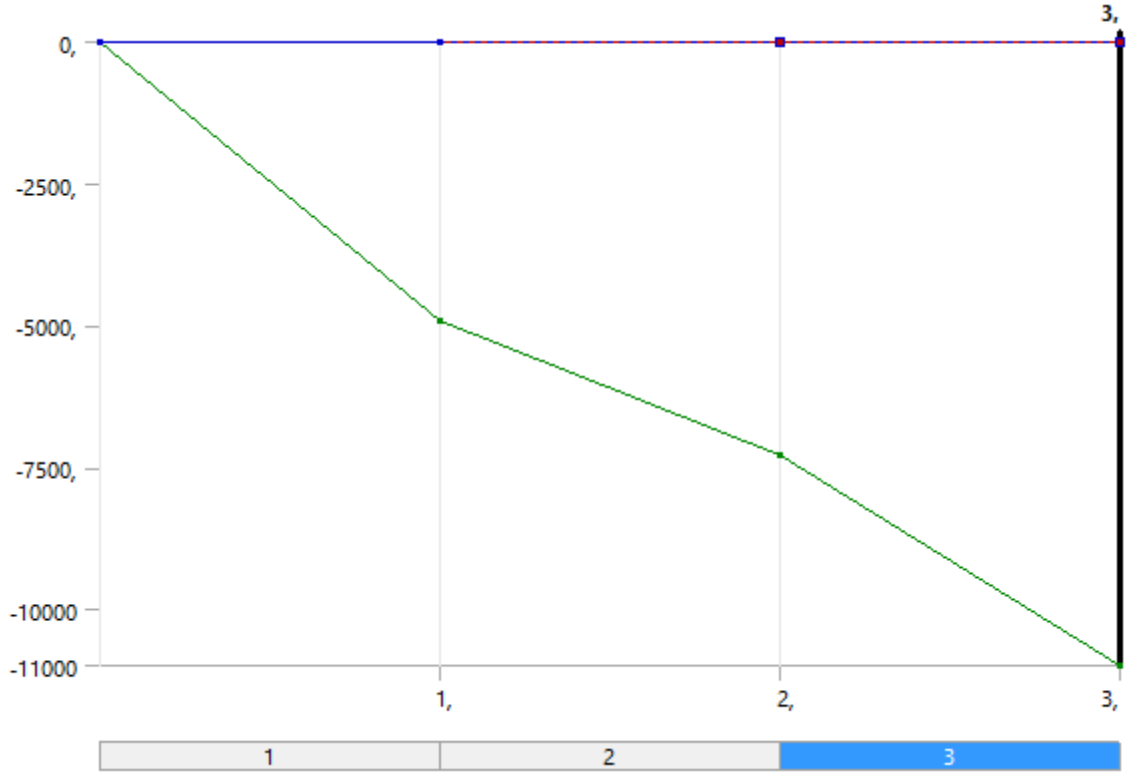


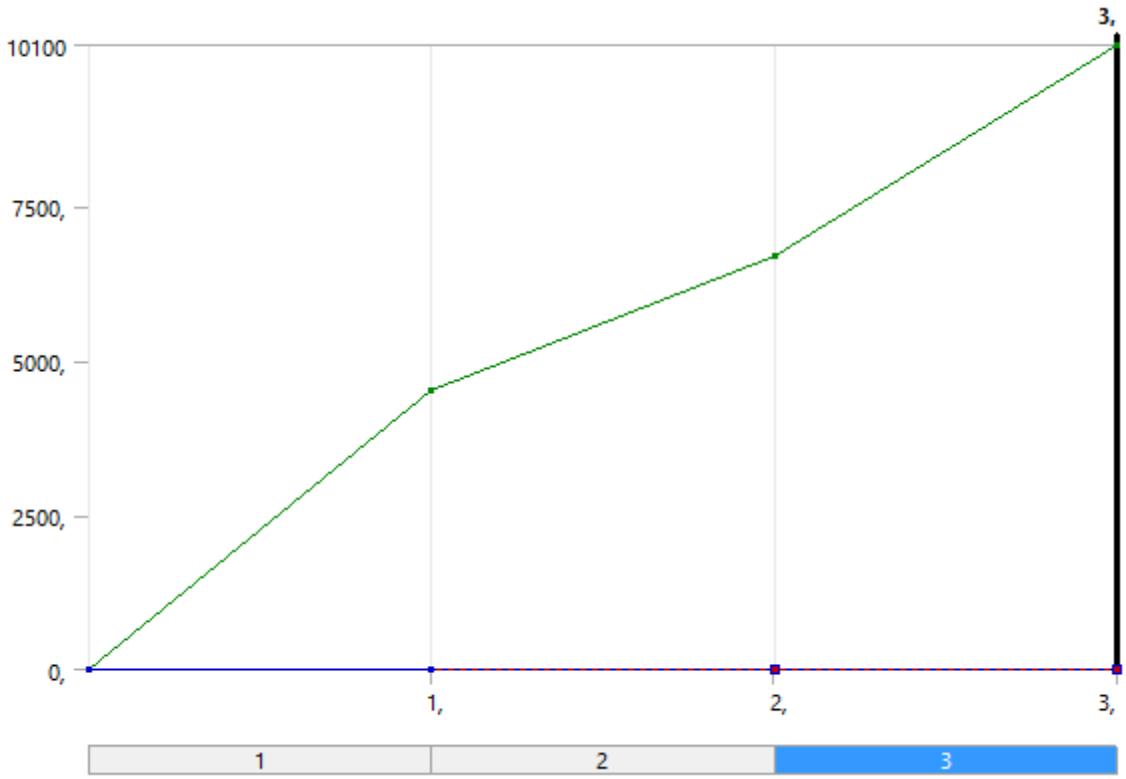
E: Profil#4 OK t=9
Figure 2
24.02.2017 15:40



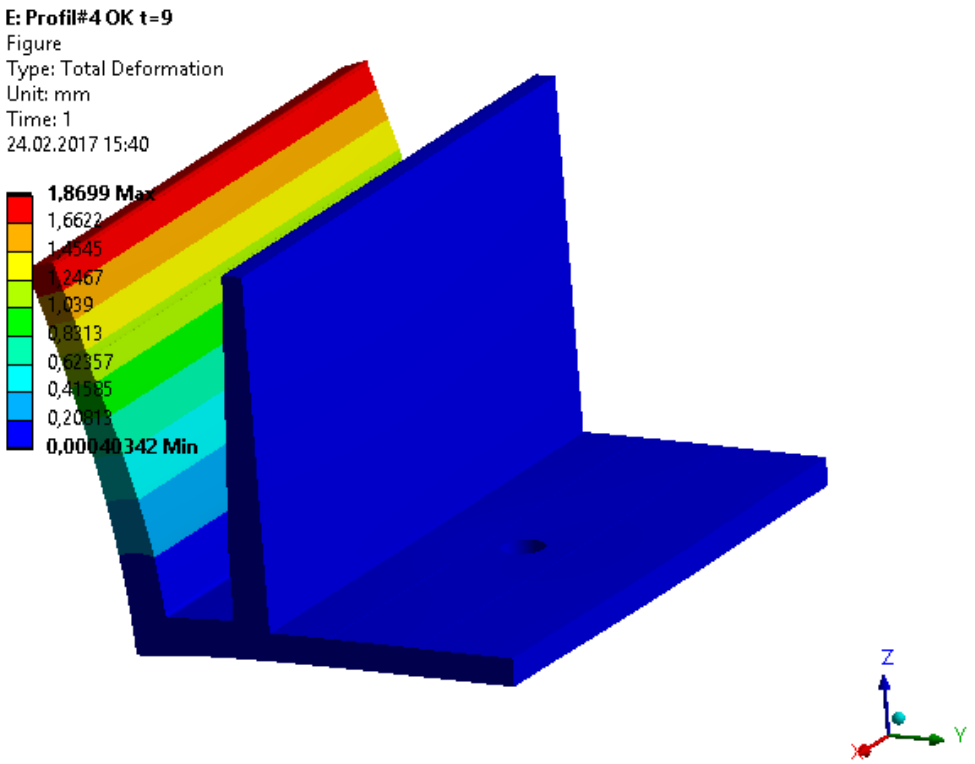
E: Profil#4 OK t=9
Figure 3
24.02.2017 15:40

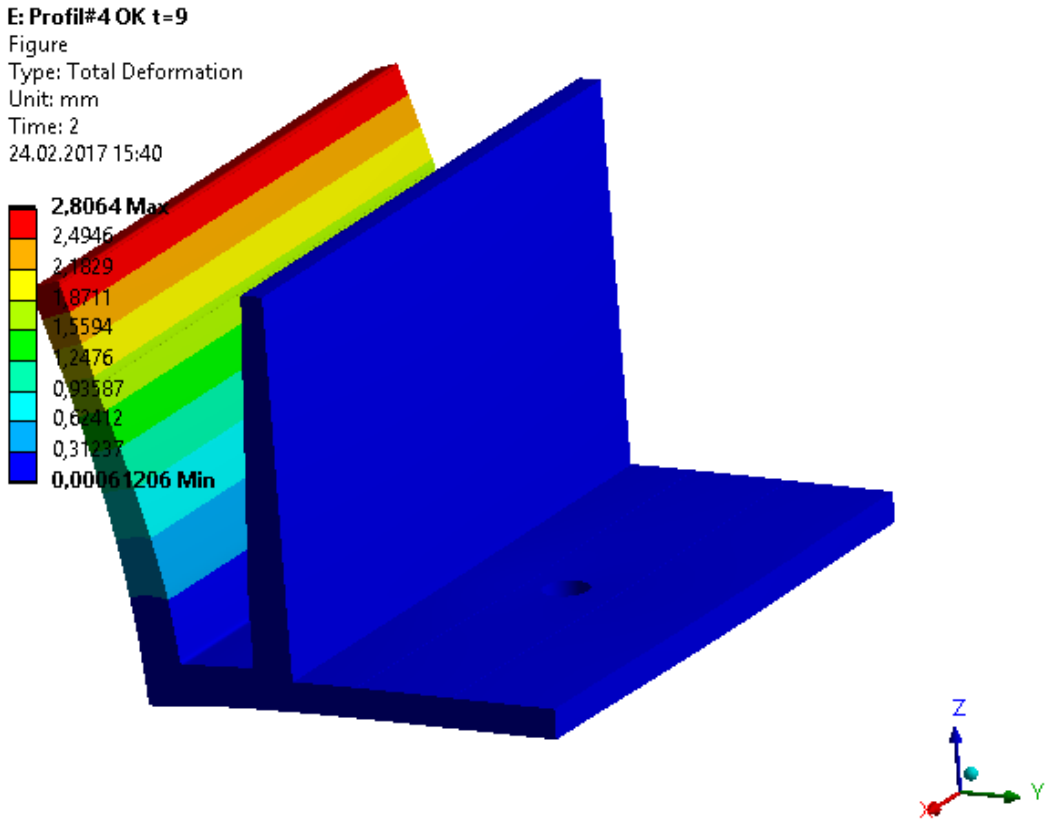


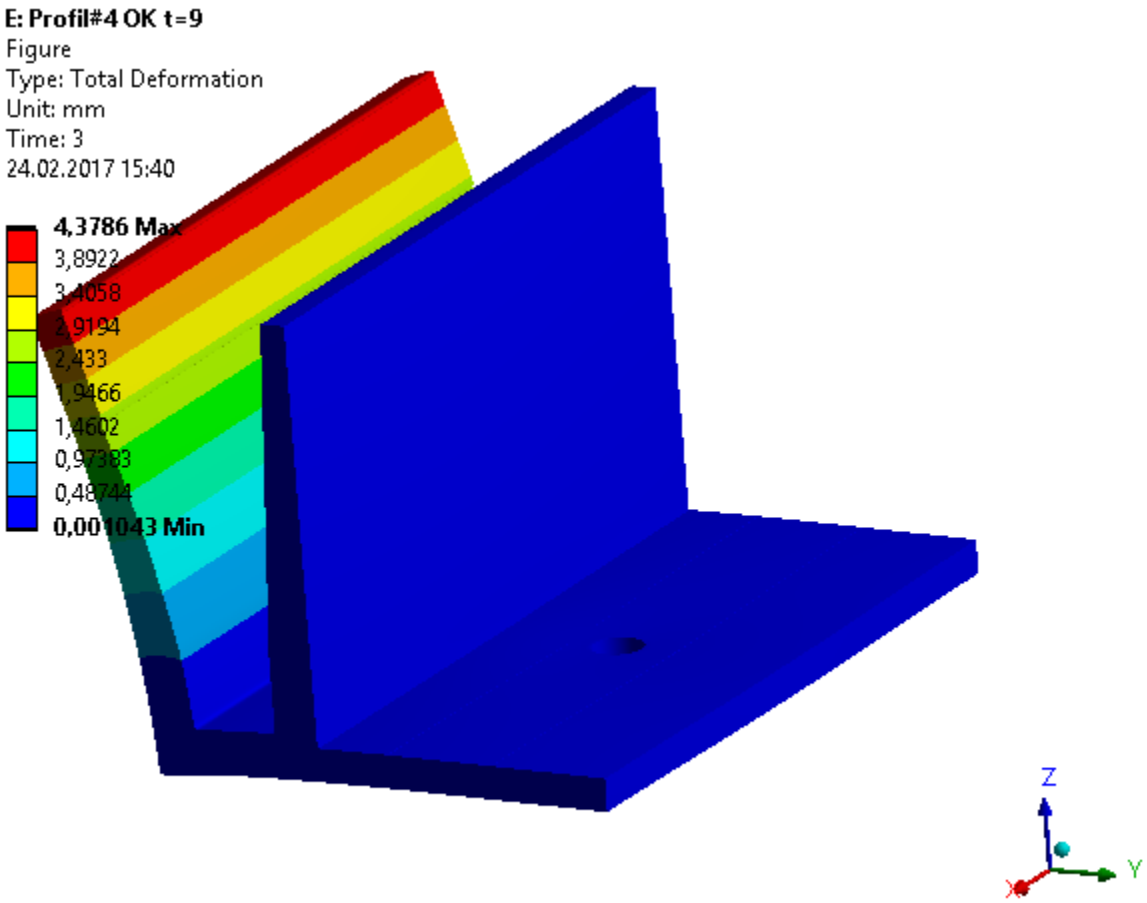


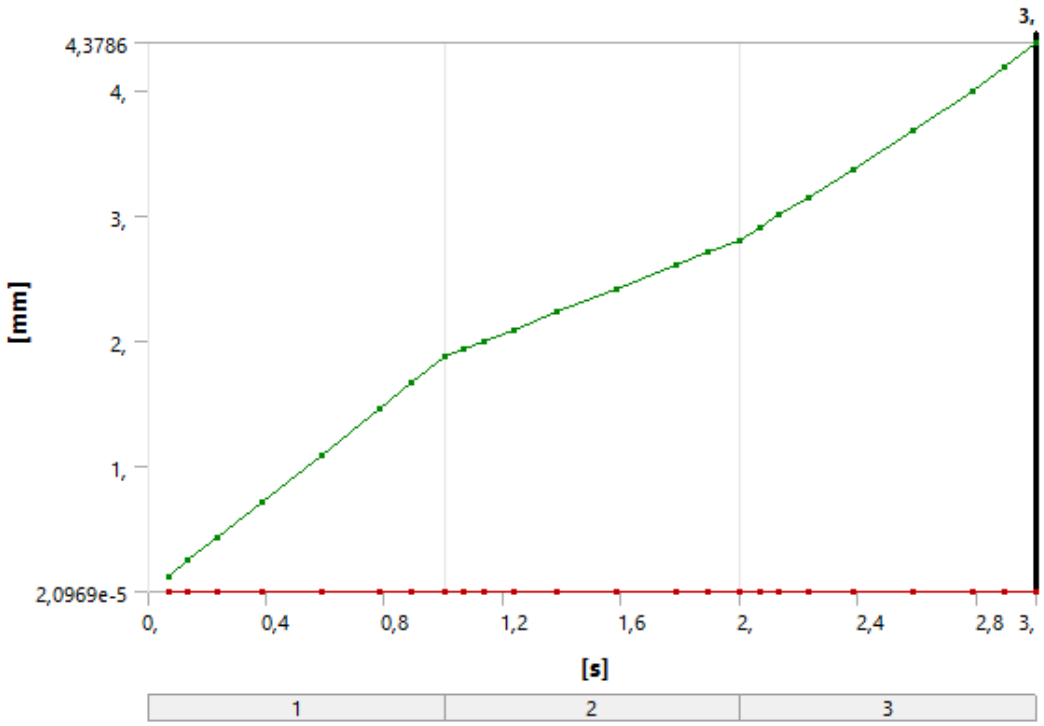

3,
10100
7500,
5000,
2500,
0,
1,
2,
3,
1
2
3

Verformungen:

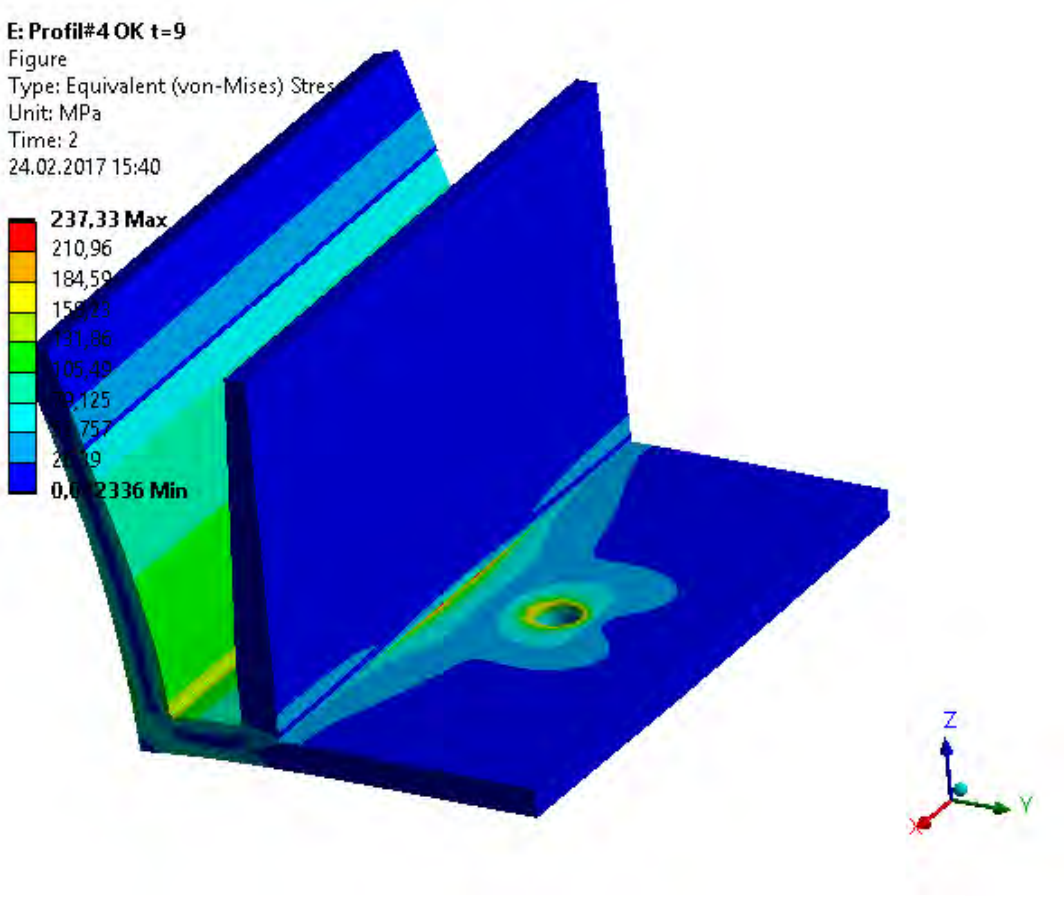


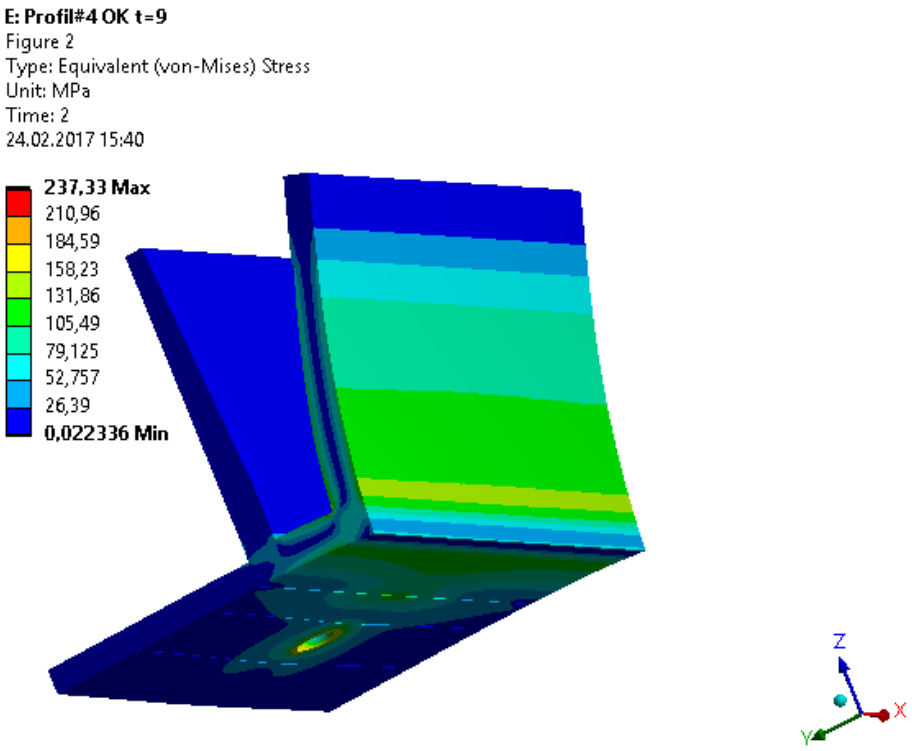



E: Profil#4 OK t=9
Figure
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 3
24.02.2017 15:40
4,3786 Max
3,8922
3,4058
2,9194
2,433
1,9466
1,4602
0,97383
0,48744
0,001043 Min
Z
Y
X

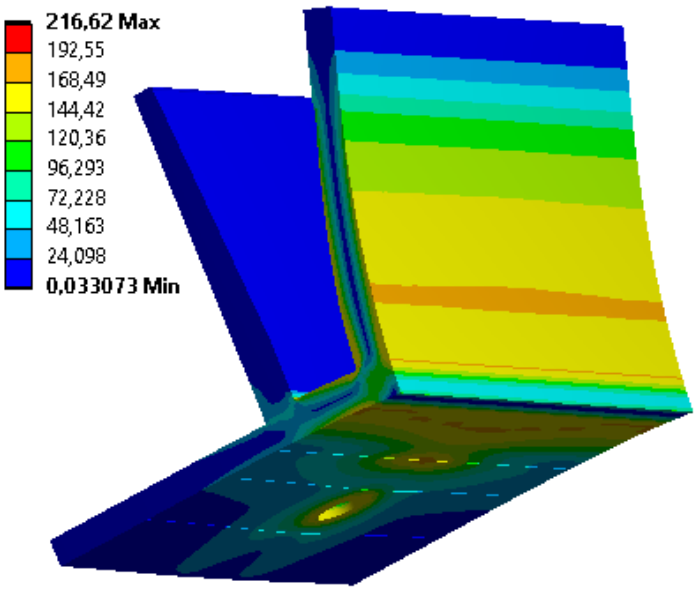

4,3786
4,
3,
2,
1,
2,0969e-5
[mm]
0,
0,4
0,8
1,2
1,6
2,
2,4
2,8
3,
[s]
1
2
3

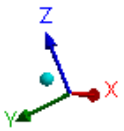
Vergleichsspannung + plastische Dehnung:



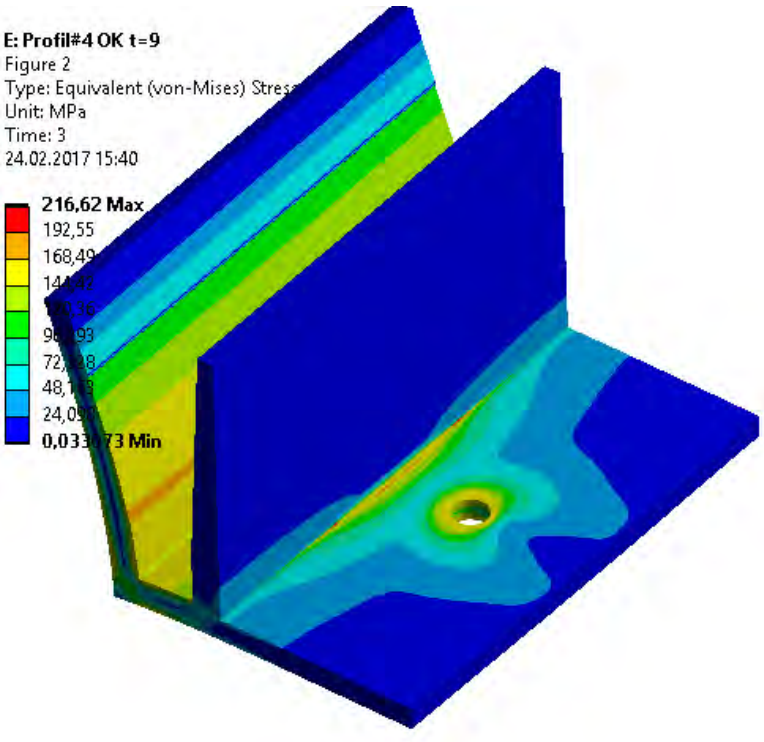


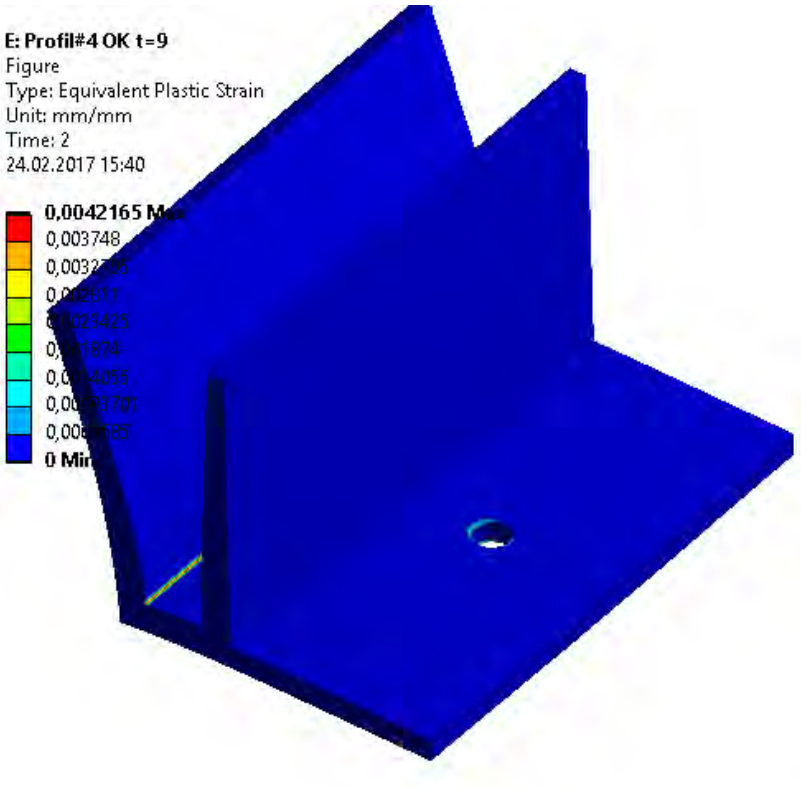
E: Profil#4 OK t=9
Figure
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3
24.02.2017 15:40

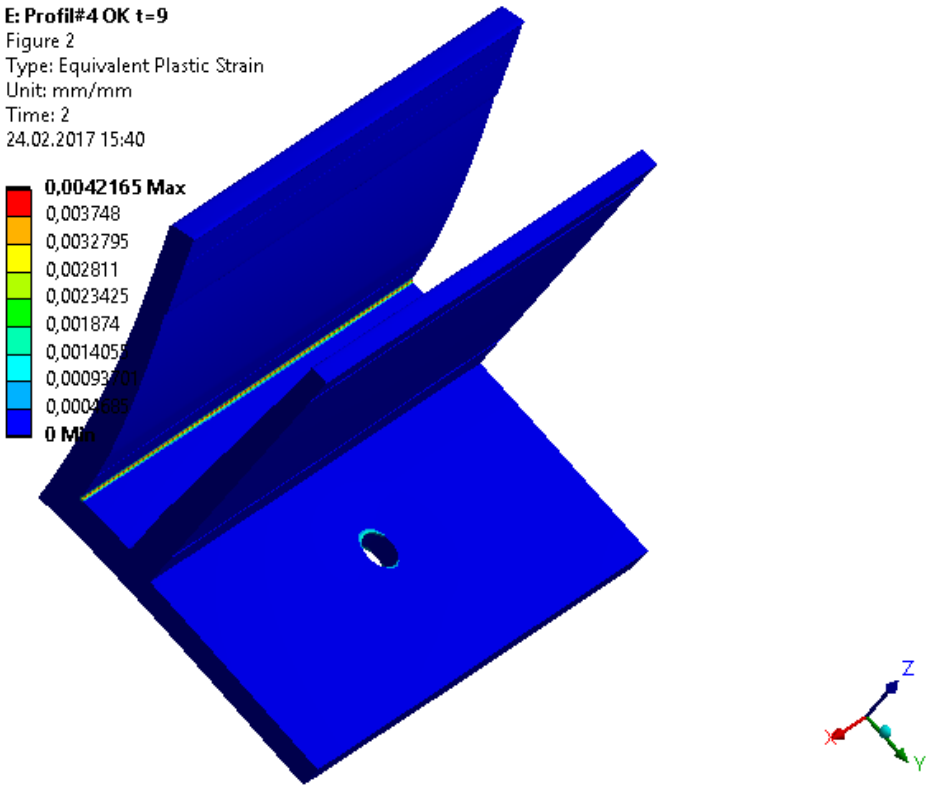


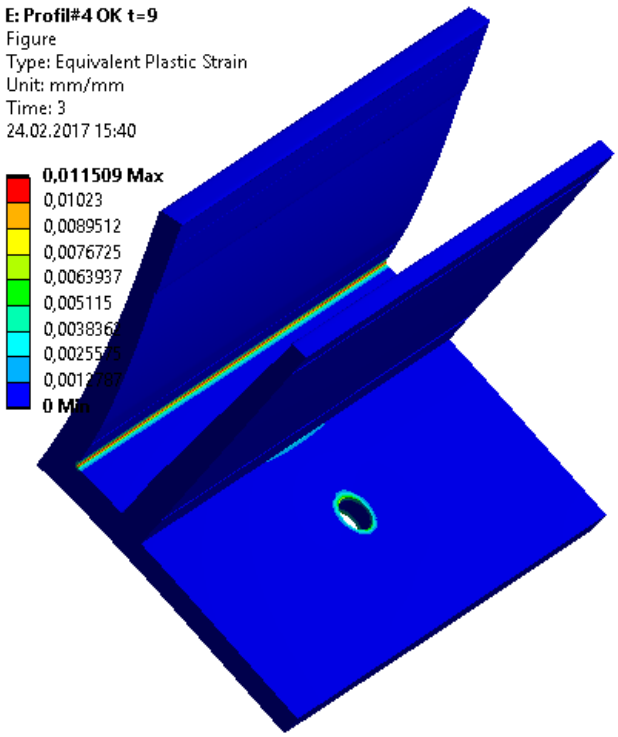


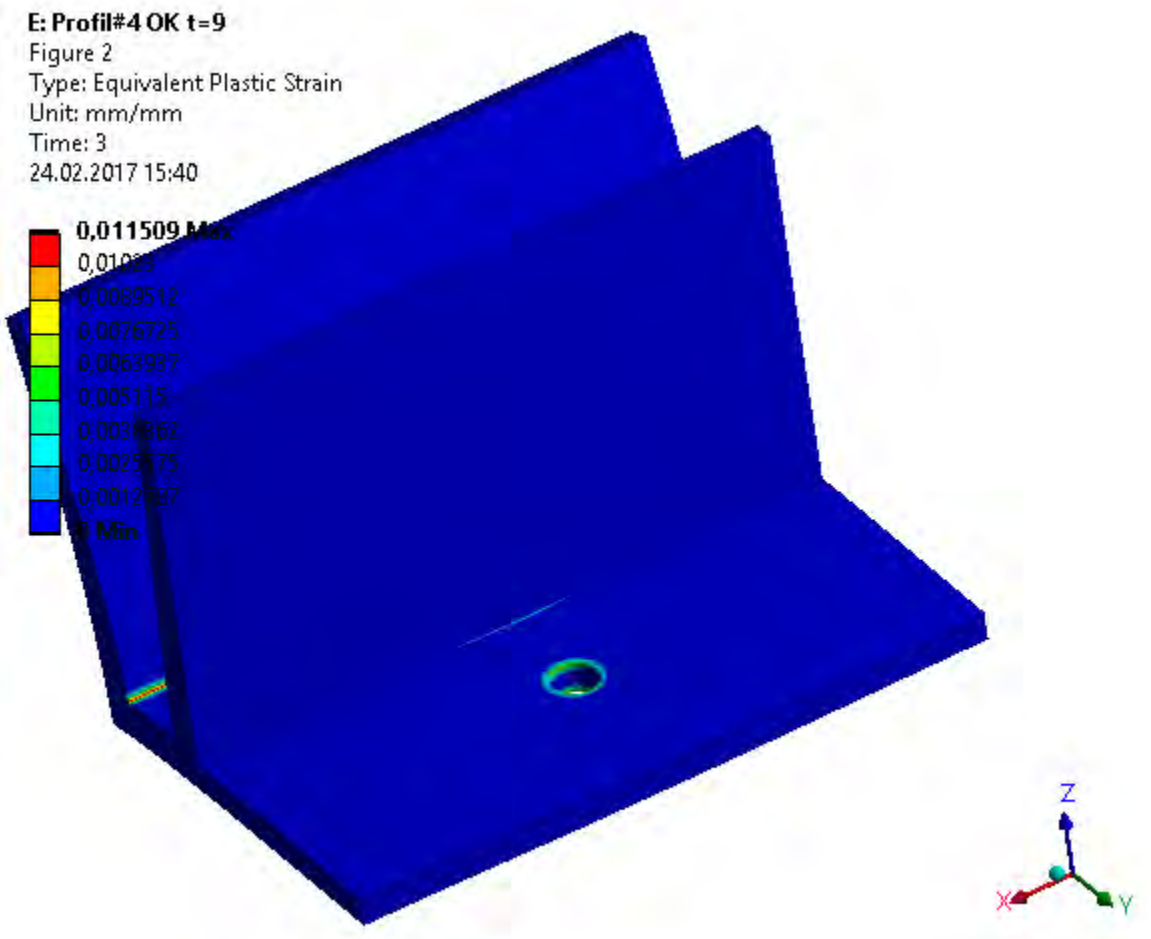
E: Profil#4 OK t=9
Figure 2
Type: Equivalent (von-Mises) Stres
Unit: MPa
Time: 3
24.02.2017 15:40



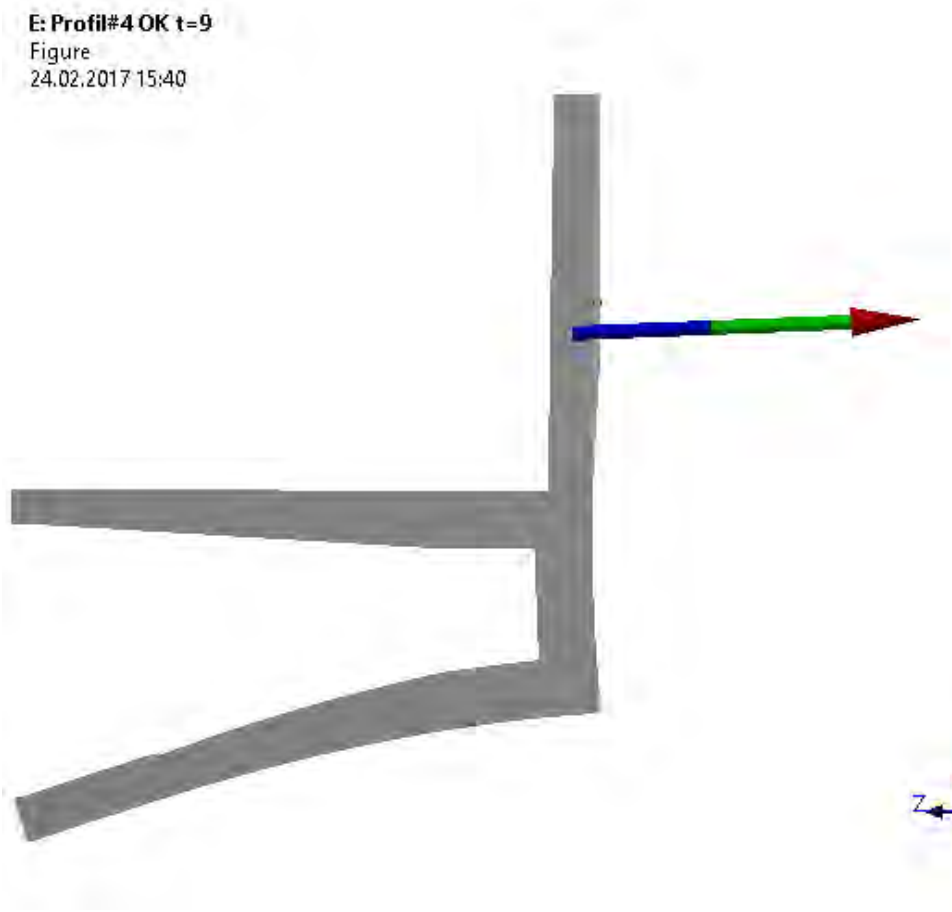

E: Profil#4 OK t=9
Figure
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2
24.02.2017 15:40
0,0042165 Max
0,003748
0 Min
Z
Y

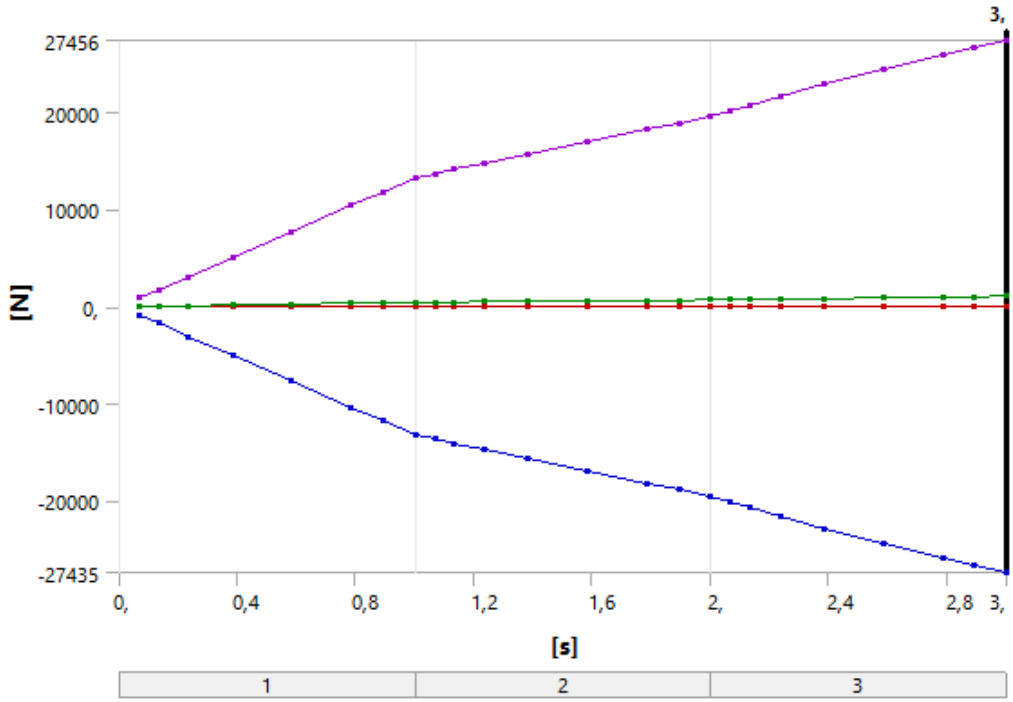

E: Profil#4 OK t=9
Figure 2
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2
24.02.2017 15:40
0,0042165 Max
0,003748
0,0032795
0,002811
0,0023425
0,001874
0 Min
Z
Y


E: Profil#4 OK t=9
Figure
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 3
24.02.2017 15:40
0,011509 Max
0,01023
0,0089512
0,0076725
0,0063937
0,005115
0,0038362
0,0025575
0,0012787
0 Min
Z
X
Y


E: Profil#4 OK t=9
Figure 2
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 3
24.02.2017 15:40
0,011509 Max
0,0089512
0,0076725
0,0063937
0,005115
0 Min
Z
X
Y

Lagerreaktionen:





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

Die Spannungen sind in der Berechnung mit dem gewählten elastisch-plastischem Materialgesetz mit Verfestigung limitiert. Als Referenz für die nachfolgenden Darstellungen wird die Fließgrenze fyd=180/1.1=163 N/mm² gewählt.
In Übereinstimmung mit dem Materialgesetzt und unter Einhaltung der maximalen plastischen Grenzdehnung (siehe Kapitel plastische Dehnung) sind die Spannungen am Profil eingehalten.

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

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

5.4 Nachweis Verankerung Glasbrüstung

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

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

Schraubenwiderstände:

$N_{rdM10\ A2-\ 70}$ = 14,6 kN bei 50%-iger Ausnutzung
$V_{rdM10\ A2-\ 70}$ = 16,2 kN

$N_{rdM12\ A2-\ 70}$ = 36,1 kN bei 50%-iger Ausnutzung
$V_{rdM12\ A2-\ 70}$ = 23,6 kN

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

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

Der Nachweis der Ausleitung der Lasten in den Bestand (Stahl- oder Betonunterkonstruktion) hat bauseits und projektbezogen zu erfolgen.
Eine mögliche Befestigung kann in Abhängigkeit des Untergrundes mittels Hilti HUS 3 Schrauben M 10 erfolgen. Randabstände, Betongüte, Betonzustand (gerissen oder ungerissen) und Plattenstärke sind projektbezogen zu untersuchen.
Die größte Zugkraft tritt beim Brüstungsprofil Typ 1 Lastfall Holmlast in Absturzrichtung auf. Beispielhaft wird hier eine mögliche Befestigung angegeben:

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

Beispielhaft wird der Nachweis der Befestigung des Profiltyps 2 geführt.

Die maßgebenden Kräfte dieser Lastfallkombinationen sind zusammengefasst:

Zugkraft Profiltyp 2 : $N_{z,d}$ = -13,73 kN pro Dübel
Vertikalkraft Profiltyp 1: V_{d} = 1,65 kN pro Dübel

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

Randbedingungen Profiltyp 1:

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