



PRÜFZEUGNIS  
(SIA 261:2003)

**EASY GLASS<sup>®</sup> 3KN**  
**TOP MONTAGE**  
**MOD.6908**

11022-E Q-Railing

Zürich, 13. Mai 2011 / twi

## Prüfzeugnis nach geltenden Schweizer Normen und Richtlinien

Prüfzeugnis-Nummer:

11022-E / 16690800018

Auftraggeber:

Q-Railing Europe GmbH & Co. KG  
Marie-Curie-Strasse 12-14  
46446 Emmerich

Gegenstand:

Absturzsichernde Verglasung nach TRAV  
Abschränkung nach SIA 261: 2003

Geprüftes System:

3KN, Bodenmontage 16.6908.000.18

Anwendung:

Absturzsichernde Verglasung der Kategorie B  
nach TRAV

Datum Bericht:

13. Mai 2011

## 1. Gegenstand und Verwendungsbereich

### 1.1. Beschreibung des Gegenstandes

Beim geprüften System handelt es sich um eine absturzsichernde Verglasung nach den „Technischen Regeln für absturzsichernde Verglasungen“ (TRAV). Gleichzeitig hat das System sämtliche Anforderungen der beiden SIA-Normen 358:2010 Geländer und Brüstungen und 261:2003 Einwirkungen auf Tragwerke zu erfüllen.

### 1.2. Anwendungsbereich

Die Bauart darf als absturzsichernde Verglasung der Kategorie B nach TRAV angewendet werden. Sie gilt für die Kategorien Gebäude A bis G, für Dienststege und den Einsatz im Bereich von Brücken.

### 1.3. Verwendungsauflagen / -beschränkungen bzw. Anmerkungen

Die Bauart darf nicht zur Aussteifung anderer Bauteile herangezogen werden. Die Bauteile, an die die Bauart angeschlagen wird, müssen ausreichend tragfähig sein sowie die Einwirkungen aus statischen und stossartigen Beanspruchungen aufnehmen und ableiten können. Ebenfalls muss die Verankerung dem jeweiligen Baugrund angepasst und dimensioniert werden.

Es dürfen keine Konstruktionen erstellt werden, die der Kategorie A nach TRAV entsprechen.

## 2. Anforderungen an die Bauart

### 2.1. Anforderungen an die Eigenschaften, Kennwerte

Hinsichtlich der verwendeten Ausgangsprodukte sind die TRAV Abschnitt 2 zu beachten.

#### Glasscheiben

Die Glasscheiben bestehen aus Verbundsicherheitsglas mit dem Aufbau:

ESG 10mm - PVB 0.76mm - ESG 10mm	[1]
ESG 10mm - PVB 1.52mm - ESG 10mm	[1]
ESG 12mm - PVB 0.76mm - ESG 12mm	
ESG 12mm - PVB 1.52mm - ESG 12mm	[1]
ESG 15mm - PVB 0.76mm - ESG 15mm	[1]
ESG 15mm - PVB 1.52mm - ESG 15mm	[1]

[1] Dieser Glasaufbauten werden im vorliegenden Bericht nicht rechnerisch nachgewiesen. Die Standsicherheit dieser Gläser wurden vom „Prüfamt für Standsicherheit der Zweigstelle Würzburg“ mit Hilfe von Pendelschlagversuchen nach DIN EN 12600:2003-4 nachgewiesen.

Für die verwendeten Gläser gelten folgende zulässige Spannungen:

Zulässige Biegezugspannung nach TRLV Tabelle 2:	50 N/mm <sup>2</sup>
Zulässige Spannung für stossartige Einwirkungen nach TRLV 6.4.4:	170 N/mm <sup>2</sup>

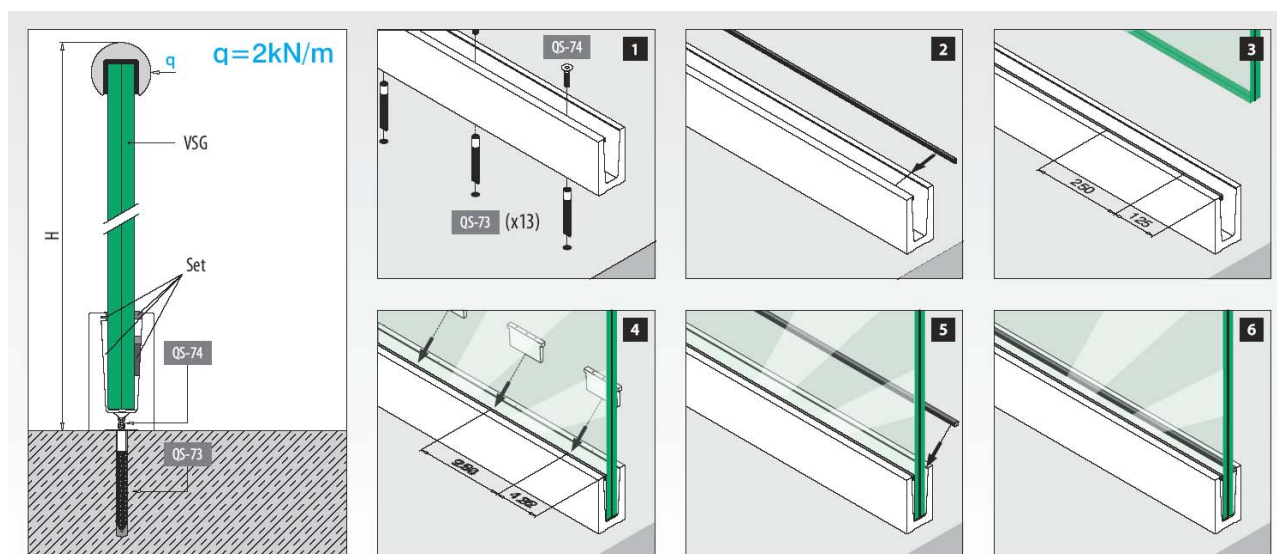
Die verwendeten Zwischenfolien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) müssen bei 23°C folgende mechanischen Kennwerte aufweisen:

Reissfestigkeit: > 20 N/mm<sup>2</sup>  
Bruchdehnung: > 250 %

Bei Verbundsicherheitsglas mit PVB-Folie handelt es sich um ein Bauprodukt gemäss Bauregelliste A Teil 1 lfd. Nr. 11.14. Die dort geforderten Eigenschaften sind entsprechend zu bescheinigen.

## Glasbefestigung

Die Befestigung des Aluminiumprofils erfolgt mit Hilfe versenkter Dübel. Anschliessend wird das Glas ins Seitenprofil gestellt, verkeilt und mit den abschliessenden Dichtungen versehen.



## 2.2. Tragfähigkeit unter stossartigen Einwirkungen

Die Tragsicherheit der Gläser für stossartige Einwirkungen wurde nach den Vorgaben der TRAV und mit Hilfe des Finite-Elementprogrammes Mepla nachgewiesen. Der Nachweis ist für stossartige Einwirkungen von innen nach aussen erbracht.

## 2.3. Entwurf und Bemessung

Die Bauart ist nach TRAV Abschnitt 5 für die jeweilige Einbausituation zu bemessen.

## 2.4. Ausführung

Die Ausführung muss nach der Montageanleitung der Firma Q-Railing erfolgen, so dass die Bedingungen am Bau denjenigen aus der Berechnung entsprechen.

## 2.5. Nutzung, Unterhalt und Wartung

Die Bauart muss zum Erhalt ihrer Funktion regelmässig gereinigt und gewartet werden. Der Zustand der Bauart ist in regelmässigen Abständen zu überprüfen. Beschädigte Teile sind kurzfristig zu ersetzen. Zum Austausch dürfen nur Teile verwendet werden, die diesem Prüfzeugnis entsprechen. Des Weiteren sind bezüglich Nutzung, Unterhalt und Wartung die Herstellerangaben zu beachten.

### 3. Grundlagen für die Bemessung

#### 3.1. Vorgehen

Für das vorliegende Geländersystem soll die Tragsicherheit des gesamten Systems sowie den einzelnen Komponenten nach geltenden Schweizer Normen und Richtlinien nachgewiesen werden. Zur Ermittlung der Einwirkungen auf die Konstruktion sowie die konstruktiven Anforderungen kommen die unten aufgeführten SIA-Normen zur Anwendung.

Für die Bemessung von Gläsern existieren in der Schweiz keine verbindlichen Normen. Zur Bemessung kommen in der Schweiz die SIGaB und die TRAV bzw. TRLV zur Anwendung. Mit Hilfe der SIGaB lässt sich keine differenzierte Betrachtung des jeweiligen Systems vornehmen. In der Folge werden sämtliche Nachweise der Gläser anhand der TRAV bzw. TRLV durchgeführt.

Zur Bemessung der Aluminiumbauteile wird zusätzlich zu den verbindlichen SIA-Normen der Eurocode 9 herangezogen, dieser gibt nebst den Vorgaben für die Bemessung auch Auskunft über die Werkstoffigenschaften der verwendeten Aluminiumlegierungen.

#### 3.2. Normen

SIA 260: 2003	Grundlagen zur Projektierung von Tragwerken
SIA 261: 2003	Einwirkungen auf Tragwerke
SIA 358: 2010	Geländer und Brüstungen
TRAV	Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen
TRLV	Technische Regeln für die Verwendung von Linienförmig gelagerten Verglasungen
Eurocode 9 / (EN 1999-1-1:2007)	Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

### 3.3. Planungsgrundlagen

- Systemzeichnungen (Q-Railing)
- Volumenmodelle der einzelnen Bauteile (Q-Railing)
- Systemkataloge (Q-Railing)
- Montageanleitung (Q-Railing)

### 3.4. Lastannahmen SIA 261: 2003

Eigenlasten:	Glas	$G_k = 25 \text{ kN/m}^3$
	Aluminium	$G_k = 27 \text{ kN/m}^3$
	Beton	$G_k = 25 \text{ kN/m}^3$

Abschränkungen: Charakteristische Werte der horizontalen Kräfte auf Abschränkungen für Personen (Tabelle 22)

Kategorie A, B, D	Wohn-, Büro-, und Verkaufsflächen	0.8 kN/m
Kategorie C	Versammlungsflächen (falls Menschengedränge möglich)	1.6 kN/m 3.0 kN/m
Kategorie E, F, G	Lager-, Fabrikation-, Park- und Verkehrsfl.	0.8 kN/m
Brücken	alle Verkehrsarten (falls Menschengedränge möglich)	1.6 kN/m 3.0 kN/m
Dienststege	nicht öffentlich zugänglich	0.4 kN/m

### 3.5. Lastannahmen nach TRAV

Um die Tragfähigkeit unter stossartigen Einwirkungen nachzuweisen wird der Pendelstossversuch durchgeführt. Beim vorliegenden System handelt es sich um eine Brüstungsverglasung der Kategorie B.

Kategorie B	Pendelfallhöhe	700 mm
-------------	----------------	--------

### 3.6. Software

#### Glasbemessung:

Die Bemessung der Gläser erfolgt mit Hilfe des Finite-Element Programmes SJ Mepla Version 3.0.6.

#### Bemessung Profilsystem:

Die Aluminiumprofile werden mit Ansys Design Space Version 13.0 bemessen, daraus lassen sich auch die Auflagerreaktionen entnehmen welche als Dübellasten in die Deckenstirnen und Bodenplatten eingeleitet werden müssen.

## 4. Bemessung

### 4.1. Glasbemessung

Die Gläser wurden nach den „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen“ (TRAV) bemessen. Diese behandeln mechanisch gelagerte Verglasungen, die dazu dienen, Personen auf Verkehrsflächen gegen seitlichen Absturz zu sichern. Ebenfalls wurden die Gläser mit den horizontalen Kräften auf Abschränkungen für Personen nach SIA 261 bemessen.

Bemessen wurden die Gläser mittels eines simulierten Pendelschlagversuches, welcher nach Kategorie B angewendet wurde. Dabei ist nachzuweisen, dass die Glasscheibe nach dem Aufprall des Stosskörpers noch intakt ist, damit ein seitlicher Absturz von Personen verhindert werden kann. Zudem ist nachzuweisen, dass der durchgehende Handlauf in der Lage ist, die Holmlasten bei vollständigem Ausfall einer Glasscheibe auf Nachbarelemente, Endpfosten oder die Verankerung am Gebäude zu übertragen.

Beim Versuch nach Kategorie B hat der Stosskörper eine Pendelfallhöhe von 700mm. Er muss mind. 500mm vom Boden (auch wenn die Glasunterkante nicht auf Bodenhöhe ist) und mind. 250mm vom durchgehenden Handlauf entfernt auf der Glasscheibe auftreffen. Zudem wurden die Gläser mit den Holmlasten nach SIA 261: 2003 bemessen. Dabei greift die Linienlast auf Holmhöhe (1000mm ab Boden) an.

Die Zulässigen Spannungen sind abhängig von der Belastungsart der Gläser. Sie werden in zulässige Spannungen unter stossartigen Lasten und statisch wirkenden Lasten eingeteilt.

$\varphi_{zul.dyn.}$	Für stossartige Einwirkungen (Pendelstossversuch)	170 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi_{zul.sta.}$	Für statische Einwirkungen (Holmlast)	50 N/mm <sup>2</sup>

### Modellierung

Die Abmessungen einer Glasscheibe betragen  $l \times h = 1000 \times 1000\text{mm}$

### Glasaufbau

ESG 10mm - PVB 0.76mm - ESG 10mm	[1]
ESG 10mm - PVB 1.52mm - ESG 10mm	[1]
ESG 12mm - PVB 0.76mm - ESG 12mm	
ESG 12mm - PVB 1.52mm - ESG 12mm	[1]
ESG 15mm - PVB 0.76mm - ESG 15mm	[1]
ESG 15mm - PVB 1.52mm - ESG 15mm	[1]

[1] Dieser Glasaufbauten werden im vorliegenden Bericht nicht rechnerisch nachgewiesen. Die Standsicherheit dieser Gläser wurden vom „Prüfamt für Standsicherheit der Zweigstelle Würzburg“ mit Hilfe von Pendelschlagversuchen nach DIN EN 12600:2003-4 nachgewiesen.

### Kennwerte PVB-Folie

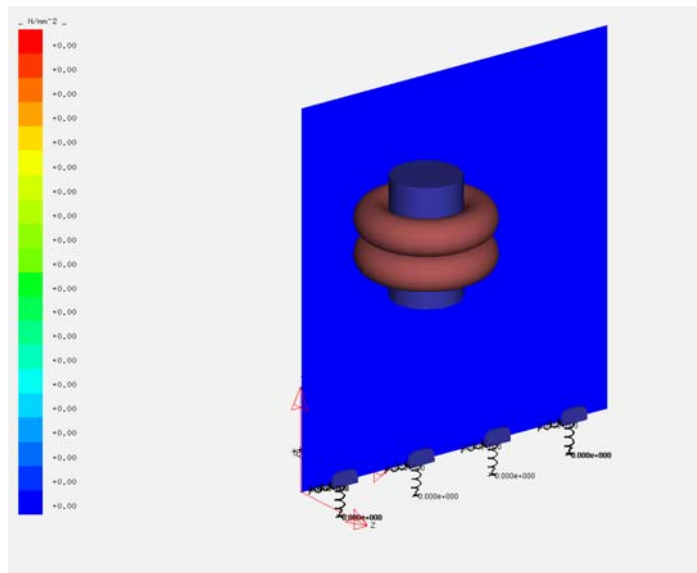
Der in der Berechnung angesetzte E-Modul der Folie beträgt 12 N/mm<sup>2</sup>

### Lagerungen

Die Lagerung wurde als elastisches Linienlager mit einem Abstand von 100mm von der Glasunterkante und 4 Glashalter mit einem seitlichen Randabstand von 125mm und einem Abstand untereinander von 250mm modelliert.

## Lasten Pendelschlagversuch nach TRAV

Fallhöhe: 700 mm

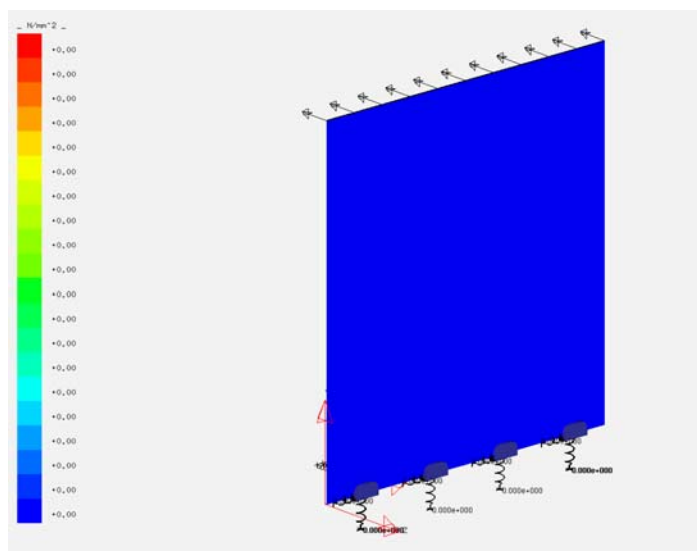


## Holmlasten nach SIA 261: 2003

$q_k = 0.8 \text{ kN/m}$  (Wohn-, Büro-, Verkaufsflächen)

$q_k = 1.6 \text{ kN/m}$  (Versammlungsflächen)

$q_k = 3.0 \text{ kN/m}$  (Menschengedränge möglich)





## Modllierung der Lasten

### Simulierte Versuche

In einem ersten Schritt wurde die massgebende Auftreffstelle des Pendels ermittelt. Dabei wurden vier unterschiedliche Stellen geprüft:

x=250/y=500  
x=500/y=500  
x=100/y=750  
x=250/y=750

Dabei hat sich herausgestellt, dass die Stelle x=250/y=750 für die Spannungen und die Verformung massgebend ist.

### Glasaufbau

Ebenso wurde der optimale Glasaufbau ermittelt. Dabei wurden die folgenden Schichtaufbauten geprüft:

ESG 10mm - PVB 0.76mm - ESG 10mm [1]  
ESG 10mm - PVB 1.52mm - ESG 10mm [1]  
ESG 12mm - PVB 0.76mm - ESG 12mm  
ESG 12mm - PVB 1.52mm - ESG 12mm [1]  
ESG 15mm - PVB 0.76mm - ESG 15mm [1]  
ESG 15mm - PVB 1.52mm - ESG 15mm [1]

[1] Dieser Glasaufbauten werden im vorliegenden Bericht nicht rechnerisch nachgewiesen. Die Standsicherheit dieser Gläser wurden vom „Prüfamt für Standsicherheit der Zweigstelle Würzburg“ mit Hilfe von Pendelschlagversuchen nach DIN EN 12600:2003-4 nachgewiesen.

Der Aufbau mit ESG 12mm / PVB 0.76mm / ESG 12mm stellte sich dabei am optimalsten dar.

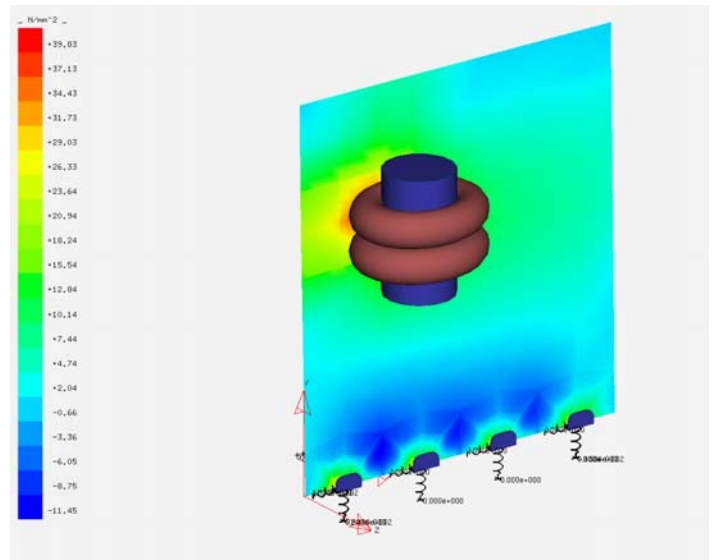
### Auflagerreaktionen

Reaktion	Pendelschlag [N/m]	Holmlast 0.8 kN/m [N/m]	Holmlast 1.6 kN/m [N/m]	Holmlast 3.0 kN/m [N/m]
Linienlager oben	-	-	-	39'000
Lager unten	-	-	-	36'000
Eigenlast Glas	-	-	-	600

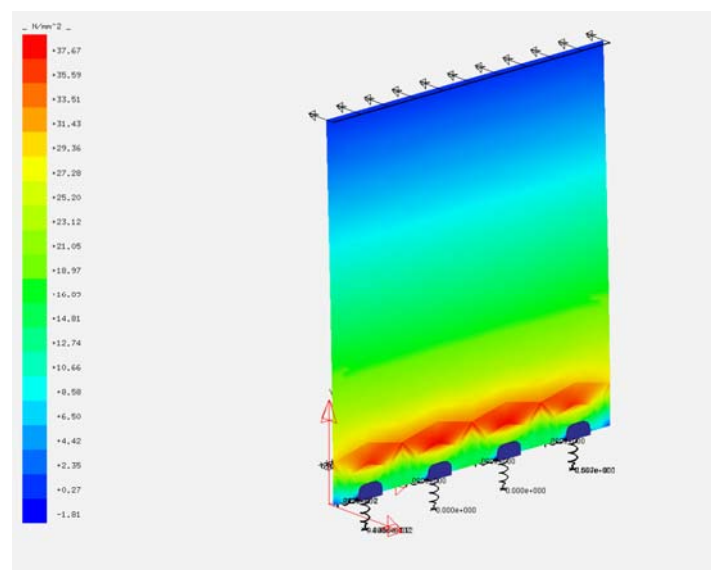
### Effektive Spannungen im Glas

	Pendelschlag [N/mm <sup>2</sup> ]	Holmlast 0.8 kN/m [N/mm <sup>2</sup> ]	Holmlast 1.6 kN/m [N/mm <sup>2</sup> ]	Holmlast 3.0 kN/m [N/mm <sup>2</sup> ]
Spannungen	131.34	-	-	45.27

### Resultate Pendelschlagversuch



### Resultate Holmlasten



#### 4.2. Bemessung der Profile

Die Bemessung des Aluminiumprofils erfolgt anhand der Auflagerreaktionen aus den Glasbemessungen. Diese Reaktionen werden als Einwirkungen auf das Profil aufgegeben. Da die Bemessung der Gläser anhand der charakteristischen Lasten durchgeführt wurde müssen die erhaltenen Reaktionen mit den entsprechenden Lastbeiwerten nach SIA 260: 2003 versehen werden.

##### Lastbeiwerte nach SIA 260: 2003

$Y_G$	Lastbeiwert für ständige Einwirkungen	1.35
$Y_Q$	Lastbeiwert für veränderliche Einwirkungen	1.50

##### Einwirkungen auf Bemessungsniveau

Einwirkungen	Pendelschlag [N/m]	Holmlast 0.8 kN/m [N/m]	Holmlast 1.6 kN/m [N/m]	Holmlast 3.0 kN/m [N/m]
Linienlager oben	-	-	-	58'500
Lager unten	-	-	-	54'000
Eigenlast Glas	-	-	-	810

##### Teilsicherheitsbeiwerte für Grenzzustände der Tragsicherheit nach EN 1999-1-1

$Y_{M1}$	Beanspruchbarkeit von Querschnitten Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen	1.10
$Y_{M2}$	Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen	1.25

##### Charakteristische Werte der 0,2 %-Dehngrenze $f_o$ und der Zugfestigkeit $f_u$ nach EN 1999-1-1

6063 T5	Seitenprofil "	$f_o$	110 N/mm <sup>2</sup>
		$f_u$	160 N/mm <sup>2</sup>

### 4.3. Bemessung des Seitenprofiles

#### Modell, Lasten und Einwirkungen

Das Modell wird mit einer Länge von 250 mm modelliert, dies entspricht dem Achsabstand der Glaskeile. Damit lässt sich die Rechenzeit des FE-Modelles entscheidend verkürzen, die Randbedingungen des effektiven Systems werden dabei exakt eingehalten.

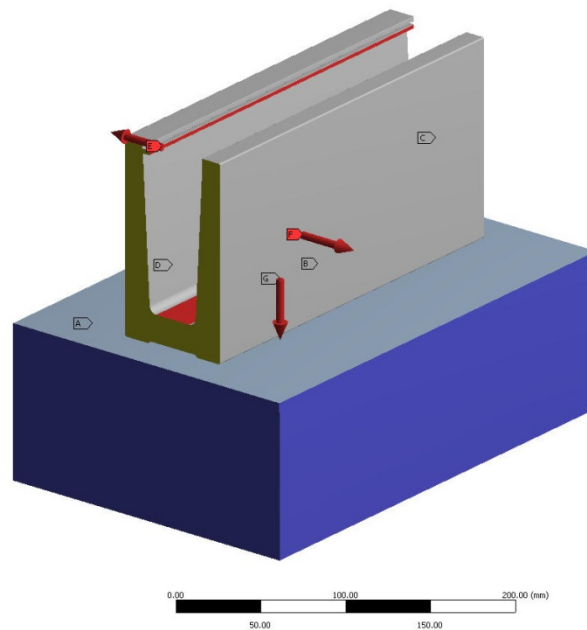
Die Lagerung des Betonuntergrundes erfolgt mit Hilfe einer „Fixierten Lagerung“ A der Ränder. Der Befestigungspunkt des Dübels erfolgt ebenfalls über eine „Fixierte Lagerung“ B. Da sich die Anordnung des Modells wiederholt, wird die Verdrehung der Seitenflächen um die X- und Y-Achse mit einer zusätzlichen Randbedingung unterbunden.

Die ermittelten Lasten aus der vorgängigen Glasbemessung werden mit den entsprechenden Lastbeiwerten versehen, auf die Länge des Modelles angepasst und in Form von Kräften auf die jeweiligen Flächen des Modells aufgegeben.

J: 3 kN Bodenmontage (Netz fein)  
Statisch-mechanisch  
Zeit: 1 s  
07.04.2011 09:01

- Fixierte Lagerung
- Fixierte Lagerung 2
- Externe Verschiebung
- Externe Verschiebung 2
- Kraft: 14625 N
- Kraft 4: 13500 N
- Kraft 5: 202.5 N

ANSYS  
13.0

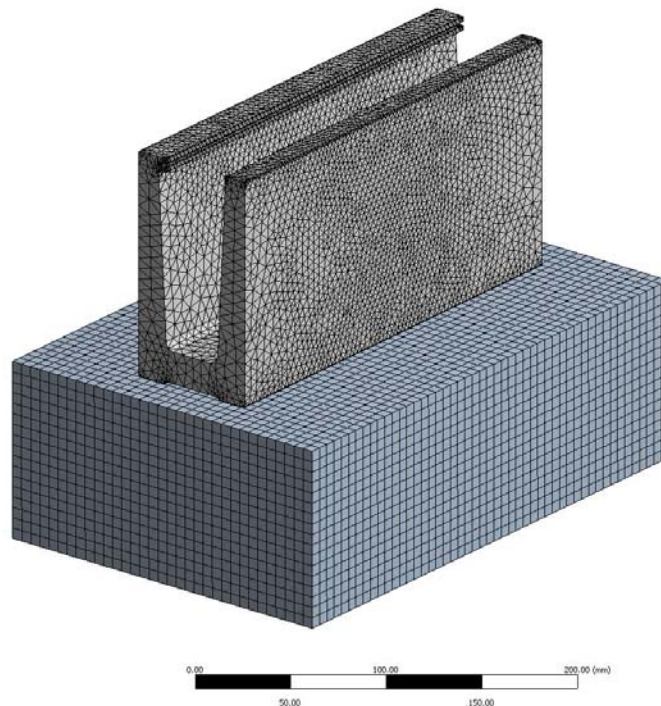


## Vernetzung und Konvergenzanalyse

Das Modell wird mit einem adaptiven Netz versehen, damit lassen sich die errechneten Spannungen mit Hilfe einer Konvergenzanalyse überprüfen. Im Bereich der Spannungsspitzen wird die Vernetzung so lange verfeinert, bis das Resultat konvergiert.

Netz  
07.04.2011 09:01

ANSYS  
158.0



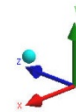
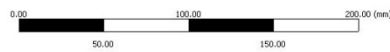
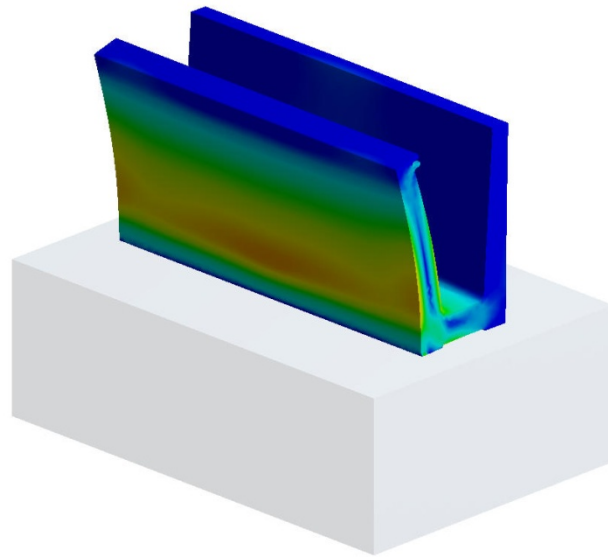
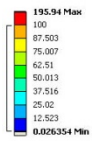
## Spannungen nach Von Mises

Die Auswertung der Spannungen erfolgt anhand der Spannungskonzentration nach von Mises. Es wird jedoch kein absolut strikter Nachweis anhand der resultierenden Spannungen geführt. Da das Profilsystem in einigen Bereichen Bohrungen und geometrische Diskontinuitäten aufweist sind gewisse Spannungskonzentrationen, die grundsätzlich über der zulässigen Fließspannung des Materials liegen, nicht zu vermeiden. Aus diesem Grund werden die Spannungsspitzen analysiert und beurteilt. Entscheidend für die Beurteilung der Stellen sind dabei die Grösse des plastischen Bereiches, der eigentliche Wert der Spannungskonzentration sowie die Umlagerungsmöglichkeiten des Systems.

## Beurteilung der Spannungen

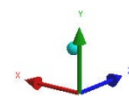
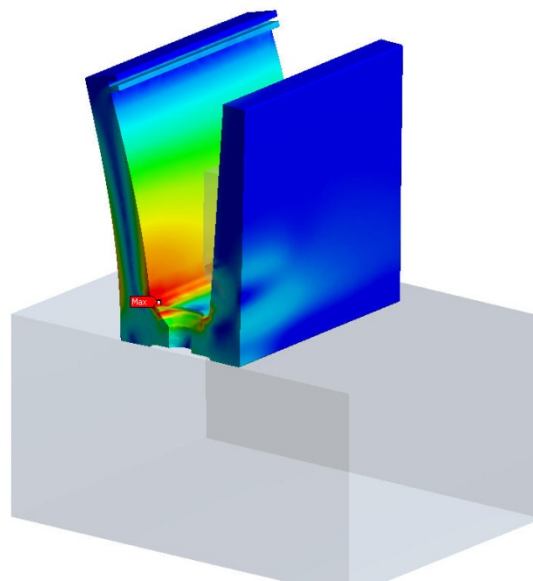
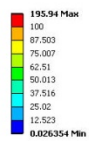
Sämtliche auftretenden Spannungen liegen im tolerierbaren Bereich. Die hohen Spannungsspitzen von bis zu  $196 \text{ N/mm}^2$  konzentrieren sich auf sehr kleine Gebiete.

J: 3 kN Bodenmontage (Netz fein)  
Vergleichsspannung  
Typ: Vergleichsspannung (von Mises)  
Einheit: MPa  
Zeit: 4  
07.04.2011 09:02



ANSYS  
18.0

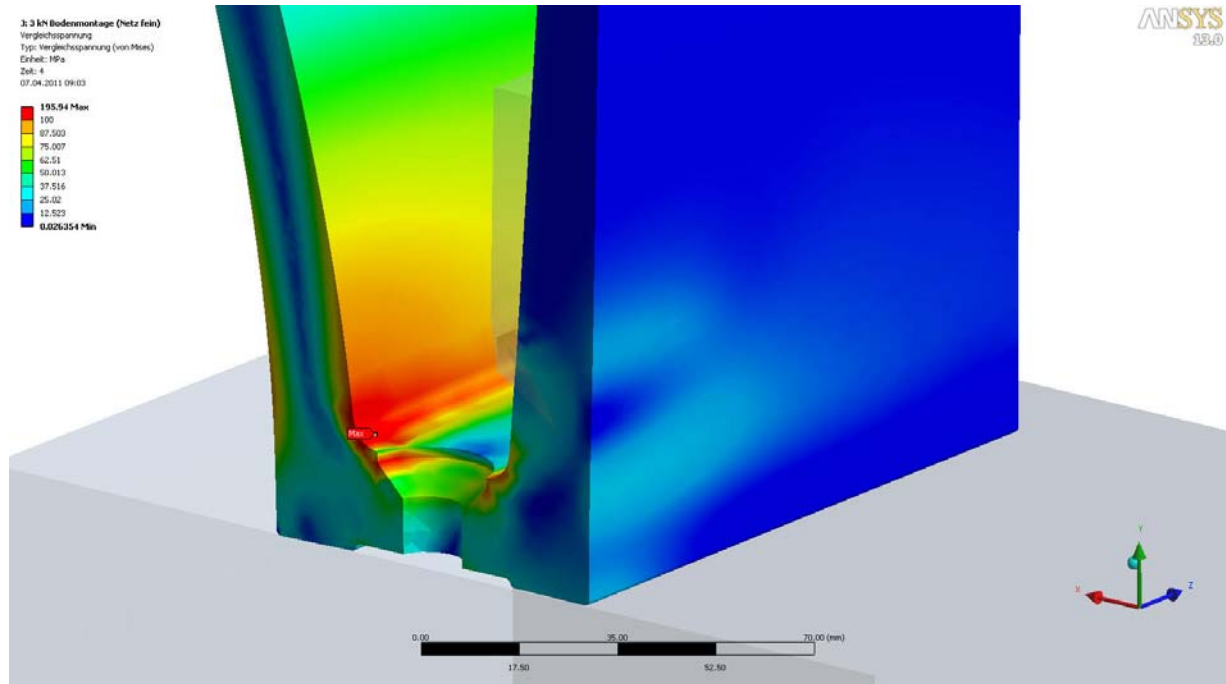
J: 3 kN Bodenmontage (Netz fein)  
Vergleichsspannung  
Typ: Vergleichsspannung (von Mises)  
Einheit: MPa  
Zeit: 4  
07.04.2011 09:03



ANSYS  
18.0

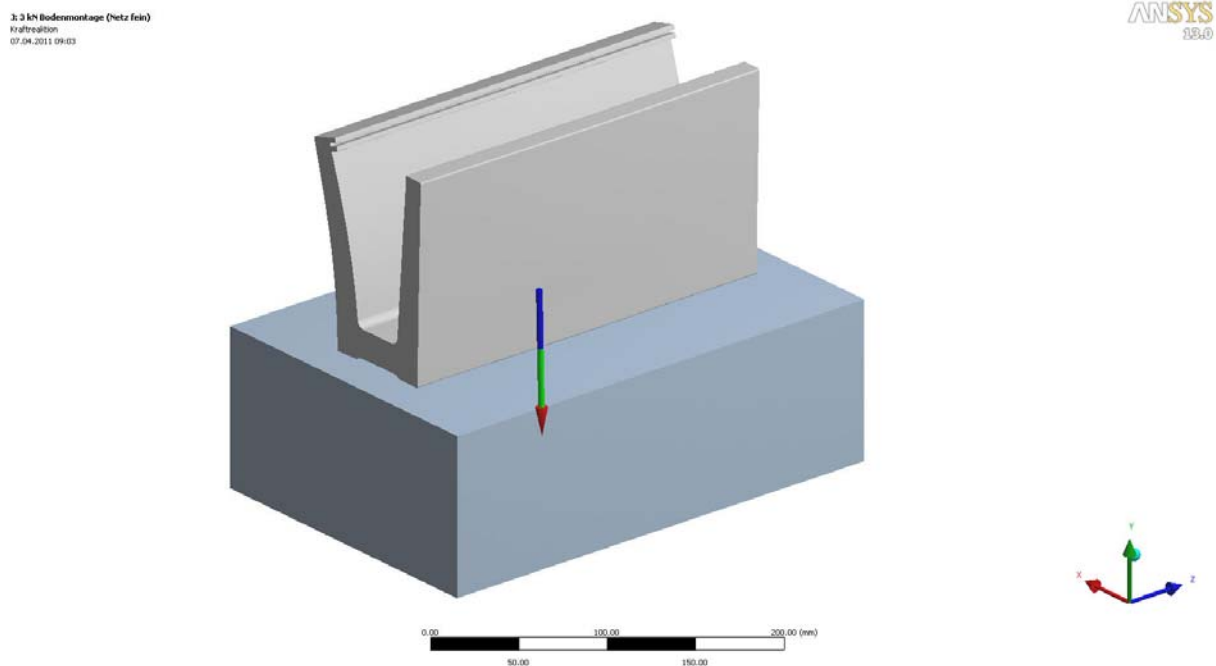
## Schnitt im Bereich der maximalen Spannungen

Der Schnitt durch den Bereich mit der maximalen Spannung zeigt, dass die Überschreitung der Fließgrenze lediglich an der Oberfläche stattfindet. Die Tragsicherheit des Seitenprofils ist erfüllt.



## Kraftreaktion

Die Resultierenden Kraftreaktionen aus der Berechnung muss als Verankerungslast in den Untergrund eingeleitet werden.



## Zu verankernde Lasten in den Untergrund

Reaktion	Pendelschlag [kN]	Holmlast 0.8 kN/m [kN]	Holmlast 1.6 kN/m [kN]	Holmlast 3.0 kN/m [kN]
Zuglast $N_{Ed}$	-	35.25	-	-
Querlast $V_{Ed}$	-	1.13	-	-

## 5. Fazit

Die Bauart darf für die in Kapitel „Gegenstand und Verwendungsbereich“ definierten Anwendungen eingesetzt werden. Sämtliche notwendigen Nachweise konnten erbracht werden.

### 5.1. Einschränkungen

Für Anwendungsbereiche bei denen höhere oder in der vorliegenden Berechnung nicht berücksichtigte Einwirkungen auf die Bauart einwirken, ist ein separater Nachweis zu führen.

Weiter sind die Verankerungen in den Untergrund anhand der oben aufgeführten Lasten nachzuweisen. Dazu sind die jeweiligen Randbedingungen wie die Betonqualität, gerissener oder ungerissener Bereich des Untergrundes, Lage der Armierung usw. zu berücksichtigen.

Ort, Datum: Zürich, 13. Mai 2010

**feroplan engineering ag**

Thomas Willi





GOOD LUCK WITH  
YOUR INSTALLATION!

VIEL ERFOLG MIT  
IHRER MONTAGE!

SUCCES MET  
DE INSTALLATIE!