



PRÜFZEUGNIS

(SIA 358:2010 & 261:2014 + Eurocode 9 / EN1999-1-1:2007)

EASY GLASS[®] HYBRID

WANDMONTAGE

MOD.6505

15032-E Easy Glass Hybrid

Zürich, 29. Mai 2015 / ms

Prüfzeugnis nach geltenden Schweizer Normen und Richtlinien

Prüfzeugnis-Nummer: 15032-E / 166919-508-W

Auftraggeber: Q-railing Europe GmbH & Co. KG
Marie-Curie-Strasse 8-14
46446 Emmerich am Rhein

Gegenstand: Absturzsichernde Verglasung
Abschränkung nach SIA 261: 2014 kombiniert mit Windlasten

Geprüftes System: Easy Glass Hybrid Wandmontage, 6505.339 und 6505.654

Anwendung: Absturzsichernde Verglasung zur Verwendung innerhalb der
SIA Nutzungskategorie A, B, D kombiniert mit Windlasten

Datum Bericht: 29. Mai 2015

1. Gegenstand und Verwendungsbereich

1.1. Beschreibung des Gegenstandes

Beim geprüften System handelt es sich um eine 2-seitig gelagerte Glasbrüstung, welche mit einem Boden- und einem Geländerprofil an den Massivbau befestigt ist. Das System wird für die Höhen $h = 1000\text{mm}$ und $h = 1200\text{mm}$ bemessen.

Das System hat sämtliche Anforderungen der beiden SIA-Normen 358:2010 Geländer und Brüstungen und 261:2014 Einwirkungen auf Tragwerke zu erfüllen.

1.2. Anwendungsbereich

Die Bauart ist SIA-konform. Sie darf für die Kategorien Gebäude A, B, D nach SIA 261 angewandt werden.

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.

2. Anforderungen an die Bauart

2.1. Anforderungen an die Eigenschaften, Kennwerte

Glasscheiben

Für die verwendeten Gläser gelten folgende zulässige Biegezugspannungen:

Float:	22.5 N/mm ²
TVG:	29.0 N/mm ²
ESG:	50.0 N/mm ²

E-Modul:	$E = 70'000 \text{ N/mm}^2$
Querdehnungszahl:	$\nu = 0.23$
Dichte:	$\rho = 2500 \text{ Kg/m}^3$

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

Reissfestigkeit:	$> 20 \text{ N/mm}^2$
Bruchdehnung:	$> 250 \%$

Der E-Modul der PVB-Folie wurde mit $E = 0.01 \text{ N/mm}^2$ angenommen, damit wird ein Schubverbund der Einzelscheiben nicht berücksichtigt.

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

Handlauf, Bodenprofil

Material:	EN AW 6063 T6
0.2%-Dehngrenze:	$f_0 = 160 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit:	$f_u = 195 \text{ N/mm}^2$
E-Modul:	$E = 70'000 \text{ N/mm}^2$
Querdehnungszahl:	$\nu = 0.34$
Dichte:	$\rho = 2700 \text{ Kg/m}^3$

Teilsicherheitsbeiwerte für Grenzzustände der Tragsicherheit:

Beanspruchbarkeit von Querschnitten/ Bauteile bei Stabilitätsversagen:	$\gamma_{M1} = 1.1$
Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen	$\gamma_{M2} = 1.25$

Sämtliche Werte nach EN 1999-1-1

2.2. Ausführung

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

2.3. 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.

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 Werkstoffeigenschaften der verwendeten Aluminiumlegierungen.

3.2. Normen

SIA 260: 2013	Grundlagen zur Projektierung von Tragwerken
SIA 261: 2014	Einwirkungen auf Tragwerke
SIA 358: 2010	Geländer und Brüstungen
SIA263: 20113	Stahlbau
Eurocode 9 / (EN 1999-1-1:2007)	Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

3.3. Planungsgrundlagen

- Systemzeichnungen (Q-Railing)

3.4. Lastannahmen SIA 261: 2014

Abschränkungen:	Charakteristische Werte der horizontalen Kräfte auf Abschränkungen für Personen (Tabelle 20):		
	Kategorie A, B, D	Wohn-, Büro-, und Verkaufsflächen	0.8 kN/m

Windlasten: Anhand der Windlastzonen werden drei Windlasten berücksichtigt:

$$q_k = 0.9 \text{ kN/m}^2$$
$$q_k = 1.1 \text{ kN/m}^2$$
$$q_k = 1.3 \text{ kN/m}^2$$

3.5. Lastfälle

Holm- und Windlasten müssen kombiniert werden.

Lastfälle für Profildimensionierungen (Handlaufprofile):

LF1: Tragsicherheit
Leiteinwirkung Holmlast + Begleiteinwirkung Windlast
 $\gamma_Q \cdot q_{k,H} + \psi_0 \cdot q_{k,W} = 1.5 \cdot q_{k,H} + 0.6 \cdot q_{k,W}$

LF2: Gebrauchstauglichkeit
Leiteinwirkung Holmlast + Begleiteinwirkung Windlast
 $\gamma_Q \cdot q_{k,H} + \psi_0 \cdot q_{k,W} = 1.5 \cdot q_{k,H} + 0.6 \cdot q_{k,W}$

Die Holmlast wird als Leiteinwirkung betrachtet, da die Windgeschwindigkeit bei einem Staudruck von 0.9 kN/m² bereits 135 km/h beträgt und sich bei solchen Windgeschwindigkeiten keine Personen im Aussenbereich befinden werden.

Lastfälle für Glasdimensionierungen und Profildimensionierungen (Bodenprofile):

LF3: Windlast
 $\gamma_Q \cdot q_{k,W} = 1.5 \cdot q_{k,W}$

Die Holmlast greift auf der Höhe des Handlaufs an und wird direkt über die Wandflansche an den Massivbau abgetragen. Deshalb werden die Glasscheiben sowie die Bodenprofile mit den vollen Windlasten bemessen.

3.6. Software

Glasbemessung

Die Bemessung der Gläser erfolgt mit Hilfe des Finite-Element Programmes SJ Mepla Version 3.5.9.

Bemessung Geländerprofil

Das Geländerprofil wird mit der Stabstatiksoftware Axis VM11 bemessen.

Bemessung Bodenprofil

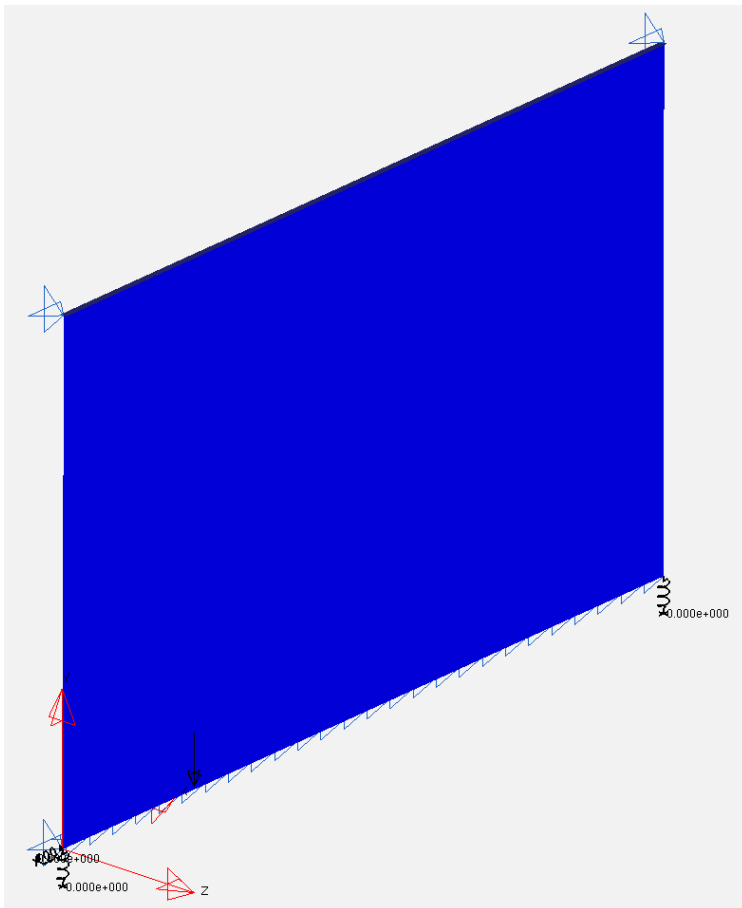
Das Bodenprofil wird mit Ansys Design Space Version 15.0 bemessen. Daraus lassen sich auch die Auflagerreaktionen entnehmen, welche als Dübellasten in die Deckenstirnen und Bodenplatten eingeleitet werden müssen.

4. Bemessung

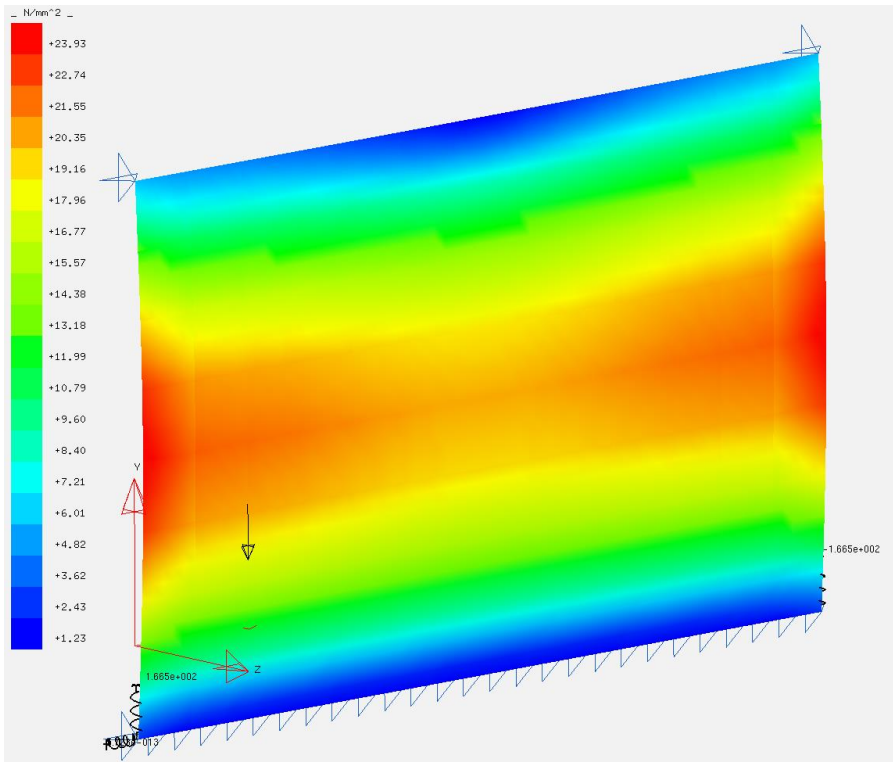
4.1. Glasbemessung

Modellierung

Die Abmessungen der Glasscheiben betragen $b \times h = 1000 \times 1600\text{mm}$ bzw. $b \times h = 1200 \times 1600\text{mm}$. Das Bodenprofil wurde als festes Auflager modelliert, das Geländerprofil als Randbalken mit den dazugehörigen Querschnittswerten, möglichst realitätsnahe Resultate zu erhalten.



Resultate



Glasaufbauten für b = 1.6m						
Glashöhe [m]	Holmlast [kN/m]	Windlast [kN/m²]	Glasaufbau	Spannung [N/mm²]	Ausnutzung [-]	Verformung [mm]
1.0	-	0.9	8-2 TVG	23.9	0.82	16.8
			10-2 Float	15.4	0.68	9.8
		1.1	8-2 ESG-H	29.2	0.58	20.5
			10-2 Float	18.9	0.84	11.8
		1.3	8-2 ESG-H	34.3	0.69	24.1
			10-2 TVG	22.6	0.78	13.9
1.2	-	0.9	8-2 ESG-H	33.2	0.66	33.3
			10-2 Float	22.1	0.98	18.0
		1.1	8-2 ESG-H	40.2	0.80	40.4
			10-2 TVG	27.1	0.93	22.0
		1.3	8-2 ESG-H	46.9	0.94	47.3
			10-2 ESG-H	32.1	0.64	25.9

Sämtliche Hauptzugspannungen sind im zulässigen Bereich.

4.2. Bemessung der Handlauf- Profile

Die Bemessung des Aluminiumprofils erfolgt anhand der Holmlasten in Kombination der Windlasten nach SIA 261: 2014. Die unter Pkt. 3.5 aufgeführten Lastfallkombinationen werden als lineare Einwirkungen auf das Profil aufgegeben.

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

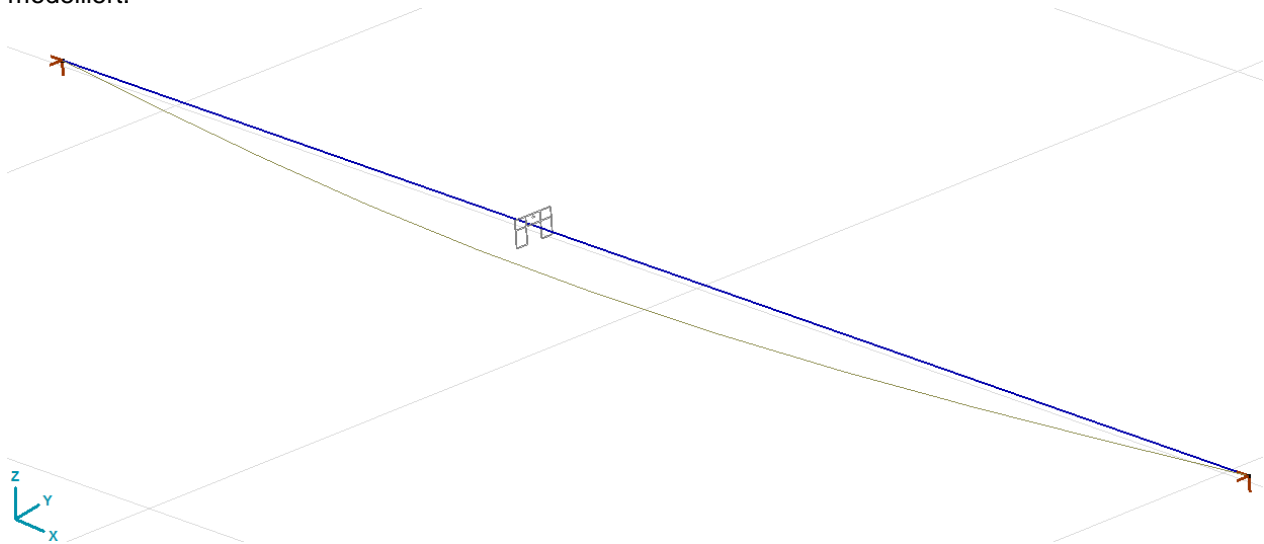
γ_{M1}	Beanspruchbarkeit von Querschnitten Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen	1.10
γ_{M2}	Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen	1.25

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

6063 T6	Handlaufprofil	f_o	160 N/mm ²
	"	f_u	195 N/mm ²

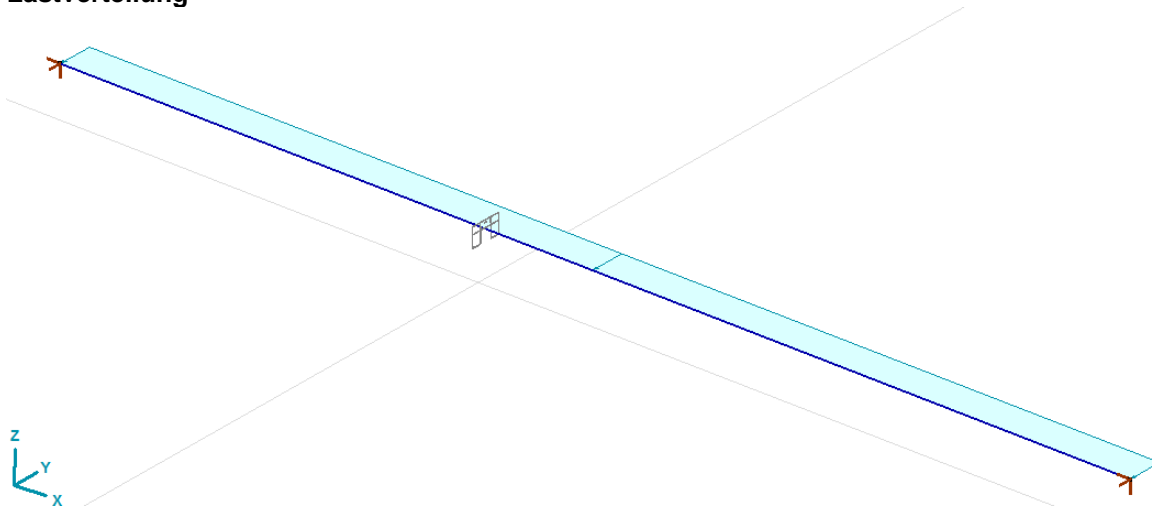
Statisches System

Der Handlauf wird als einfacher Balken, welcher jeweils an den Enden über die Wandflansche gelagert ist, modelliert.



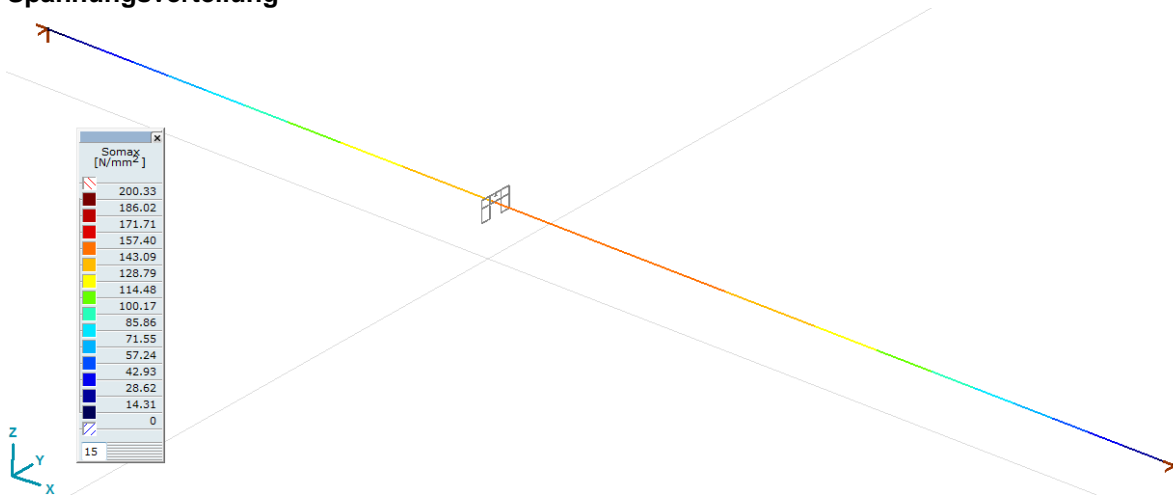
Statisches System mit dargestellten Verformungen.

Lastverteilung

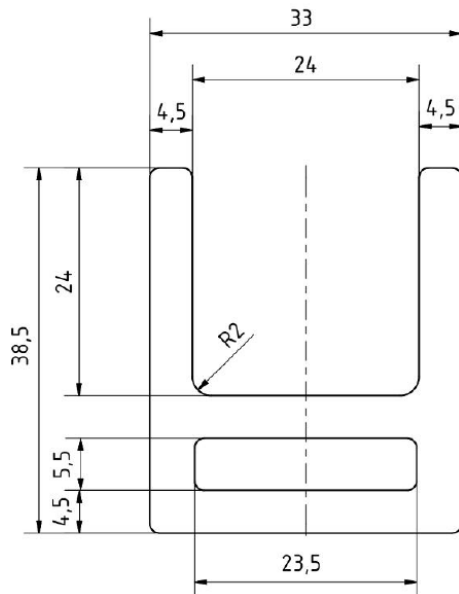


Die Holmlasten und die Windlasten werden als Linienlast auf das System aufgegeben.

Spannungsverteilung



Handlaufprofil Typ 33 x 39



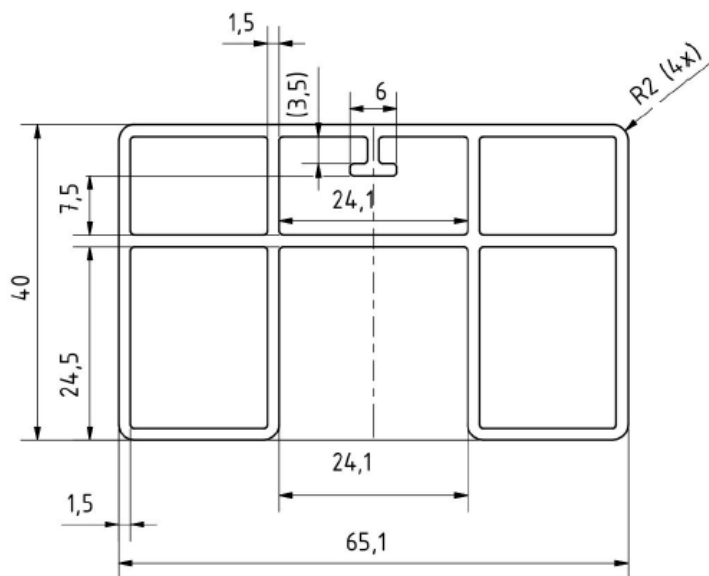
Die Spannungen und Verformungen des Handlaufprofils variieren je nach Systemlänge, Systemhöhe und der einwirkenden Belastung. Nachfolgend sind die Spannungen und Verformungen für die jeweiligen Parameter tabelliert.

Holmquerschnitt 1 (33mm)						
Holmlänge [m]	Holmlast [kN/m]	Windlast $\cdot \psi_0$ [kN/m ²]	Systemhöhe [m]	Vorhandene Spannung [N/mm ²]	Ausnutzung [-]	Verformung [mm]
2.0	0.8	0.9	1.0	148.34	1.02	39.0
		1.1		154.40	1.06	41.1
		1.3		160.45	1.10	43.3
		0.9	1.2	153.39	1.05	40.8
		1.1		161.46	1.11	43.7
		1.3		168.52	1.16	46.2
1.8	0.8	0.9	1.0	120.17	0.83	25.6
		1.1		125.08	0.86	27.0
		1.3		129.98	0.89	28.4
		0.9	1.2	124.24	0.85	26.8
		1.1		130.78	0.90	28.7
		1.3		136.50	0.94	30.3
1.6	0.8	0.9	1.0	94.95	0.65	16.0
		1.1		98.93	0.68	16.9
		1.3		102.70	0.71	17.7
		0.9	1.2	98.18	0.68	16.7
		1.1		103.35	0.71	17.9
		1.3		107.87	0.74	18.9

Holmlänge [m]	Holmlast [kN/m]	Windlast $\cdot \psi_0$ [kN/m ²]	Systemhöhe [m]	Vorhandene Spannung [N/mm ²]	Ausnutzung [-]	Verformung [mm]
1.4	0.8	0.9	1.0	72.70	0.50	9.4
		1.1		75.66	0.52	9.9
		1.3		78.63	0.54	10.4
		0.9	1.2	75.17	0.52	9.8
		1.1		79.13	0.54	10.5
		1.3		82.59	0.57	11.1
1.2	0.8	0.9	1.0	53.41	0.37	5.0
		1.1		55.59	0.38	5.3
		1.3		57.77	0.40	5.6
		0.9	1.2	55.37	0.38	5.3
		1.1		58.13	0.40	5.7
		1.3		60.68	0.42	6.0
1.0	0.8	0.9	1.0	37.09	0.25	2.4
		1.1		38.60	0.27	2.6
		1.3		40.12	0.28	2.7
		0.9	1.2	38.35	0.26	2.5
		1.1		40.37	0.28	2.7
		1.3		42.14	0.29	2.9

Bei den grau eingefärbten Feldern werden die zulässigen Spannungen und/oder die zulässigen Verformungen überschritten und sind daher nicht zu verwenden!

Handlaufprofil Typ 65 x 40



Die Spannungen und Verformungen des Handlaufprofils variieren je nach Systemlänge, Systemhöhe und der einwirkenden Belastung. Nachfolgend sind die Spannungen und Verformungen für die jeweiligen Parameter tabelliert.

Holmquerschnitt 2 (65mm)						
Holmlänge [m]	Holmlast [kN/m]	Windlast $\cdot \psi_0$ [kN/m ²]	Systemhöhe [m]	Vorhandene Spannung [N/mm ²]	Ausnutzung [-]	Verformung [mm]
Holmlänge [m]	Holmlast [kN/m]	Windlast $\cdot \psi_0$ [kN/m ²]	Systemhöhe [m]	Vorhandene Spannung [N/mm ²]	Ausnutzung [-]	Verformung [mm]
2.4	0.8	0.9	1.0	154.05	1.06	29.5
		1.1		160.34	1.10	31.2
		1.3		166.62	1.15	32.8
		0.9	1.2	159.29	1.10	33.0
		1.1		167.67	1.15	34.9
		1.3		175.01	1.20	36.9
2.2	0.8	0.9	1.0	132.03	0.91	20.9
		1.1		137.31	0.94	22.0
		1.3		142.60	0.98	23.2
		0.9	1.2	136.78	0.94	24.9
		1.1		143.48	0.99	26.3
		1.3		149.64	1.03	27.8

Holmlänge [m]	Holmlast [kN/m]	Windlast $\cdot \psi_0$ [kN/m ²]	Systemhöhe [m]	Vorhandene Spannung [N/mm ²]	Ausnutzung [-]	Verformung [mm]
2.0	0.8	0.9	1.0	106.98	0.74	14.2
		1.1		111.34	0.77	15.0
		1.3		115.71	0.80	15.8
		0.9	1.2	110.62	0.76	18.5
		1.1		116.44	0.80	19.6
		1.3		121.53	0.84	20.6
1.8	0.8	0.9	1.0	77.00	0.53	9.3
		1.1		79.79	0.55	9.9
		1.3		82.59	0.57	10.4
		0.9	1.2	89.60	0.62	13.6
		1.1		94.32	0.65	14.3
		1.3		98.44	0.68	15.1
1.6	0.8	0.9	1.0	61.28	0.42	5.8
		1.1		72.63	0.50	6.2
		1.3		75.42	0.52	6.5
		0.9	1.2	72.16	0.50	9.8
		1.1		75.89	0.52	10.4
		1.3		79.15	0.54	10.9
1.4	0.8	0.9	1.0	53.47	0.37	3.4
		1.1		55.61	0.38	3.6
		1.3		57.75	0.40	3.8
		0.9	1.2	55.25	0.38	7.1
		1.1		58.10	0.40	7.5
		1.3		60.60	0.42	7.8
1.2	0.8	0.9	1.0	39.28	0.27	1.8
		1.1		40.85	0.28	1.9
		1.3		42.43	0.29	2.1
		0.9	1.2	40.70	0.28	5.1
		1.1		42.69	0.29	5.3
		1.3		44.52	0.31	5.6
1.0	0.8	0.9	1.0	27.28	0.19	0.9
		1.1		28.37	0.20	0.9
		1.3		29.46	0.20	1.0
		0.9	1.2	28.19	0.19	3.6
		1.1		29.64	0.20	3.8
		1.3		30.92	0.21	4.0

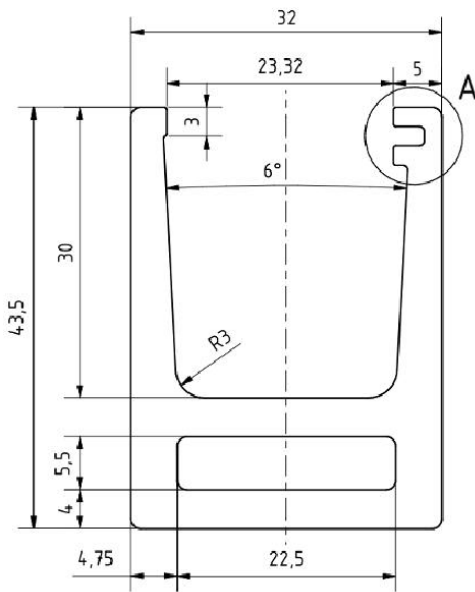
Bei den grau eingefärbten Feldern werden die zulässigen Spannungen und/oder die zulässigen Verformungen überschritten und sind daher nicht zu verwenden!

Ermittlung der Auflagerreaktionen der Wandflansche:

Holmquerschnitt 1 (33mm)				
Holmlänge [m]	Holmlast [kN/m]	Windlast · ψ_0 [kN/m ²]	Systemhöhe [m]	Querlast V_{Ed} pro Konsole
1.6	0.8	0.9	1.0	1.176 kN
		1.1		1.224 kN
		1.3		1.272 kN
		0.9	1.2	1.216 kN
		1.1		1.280 kN
		1.3		1.336 kN

Holmquerschnitt 2 (65mm)				
Holmlänge [m]	Holmlast [kN/m]	Windlast · ψ_0 [kN/m ²]	Systemhöhe [m]	Querlast V_{Ed} pro Konsole
2.0	0.8	0.9	1.0	1.470 kN
		1.1		1.530 kN
		1.3		1.590 kN
		0.9	1.2	1.520 kN
		1.1		1.600 kN
		1.3		1.670 kN

4.3. Bemessung des Bodenprofils



Modell, Lasten und Einwirkungen

Das Modell wird mit einer Länge von 500 mm modelliert, dies entspricht dem Achsabstand der Dübelanordnung des Montageprofils. 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 über eine „externe Verschiebung“ E mit gesperrten Freiheitsgraden. Da sich die Anordnung des Modells wiederholt, werden die Seitenflächen mit symmetrischen Randbedingungen versehen.

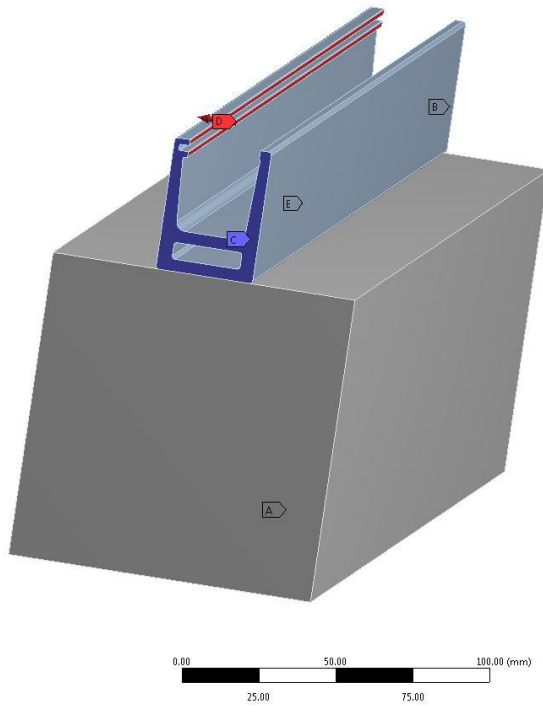
Der Spannungsnachweis des Profils erfolgt für die Belastung von $q_k = 1.170 \text{ kN/m}$. Dies entspricht einer Windlast von 1.30 kN/m^2 und einer Systemhöhe von 1.2 m.

Da sich das Bodenprofil als unproblematisch herausstellte, wurde auf eine weitere Differenzierung der Lasten verzichtet.

E: Bodenprofil
Statisch-mechanisch
Zeit: 1.1
25.04.2015 16:16

- A Fixierte Lagerung
- B Reibungsfreie Lagerung
- C Reibungsfreie Lagerung 2
- D Kraft: 585. N
- E Externe Verschiebung

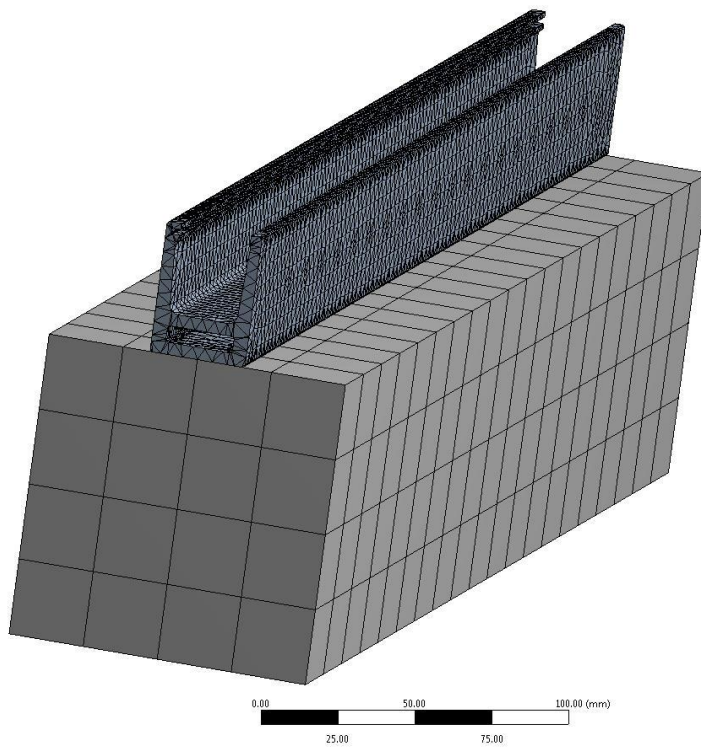
ANSYS
R15.0



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.

ANSYS
R15.0



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.

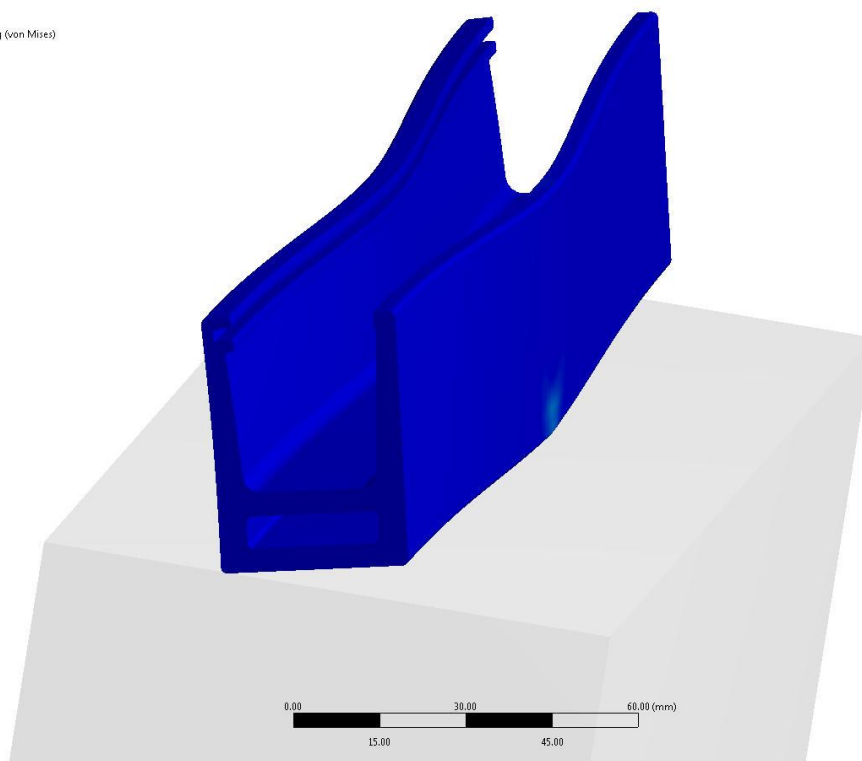
Beurteilung der Spannungen

Die Vergleichsspannungen sind in einem unproblematischen Bereich. Die hohen Spannungsspitzen von bis zu 142.88 N/mm^2 konzentrieren sich auf sehr kleine Gebiete an der Stelle der Verschraubung.

E: Bodenprofil
Vergleichsspannung
Typ: Vergleichsspannung (von Mises)
Einheit: MPa
Ziel: 1
25.04.2015 16:19

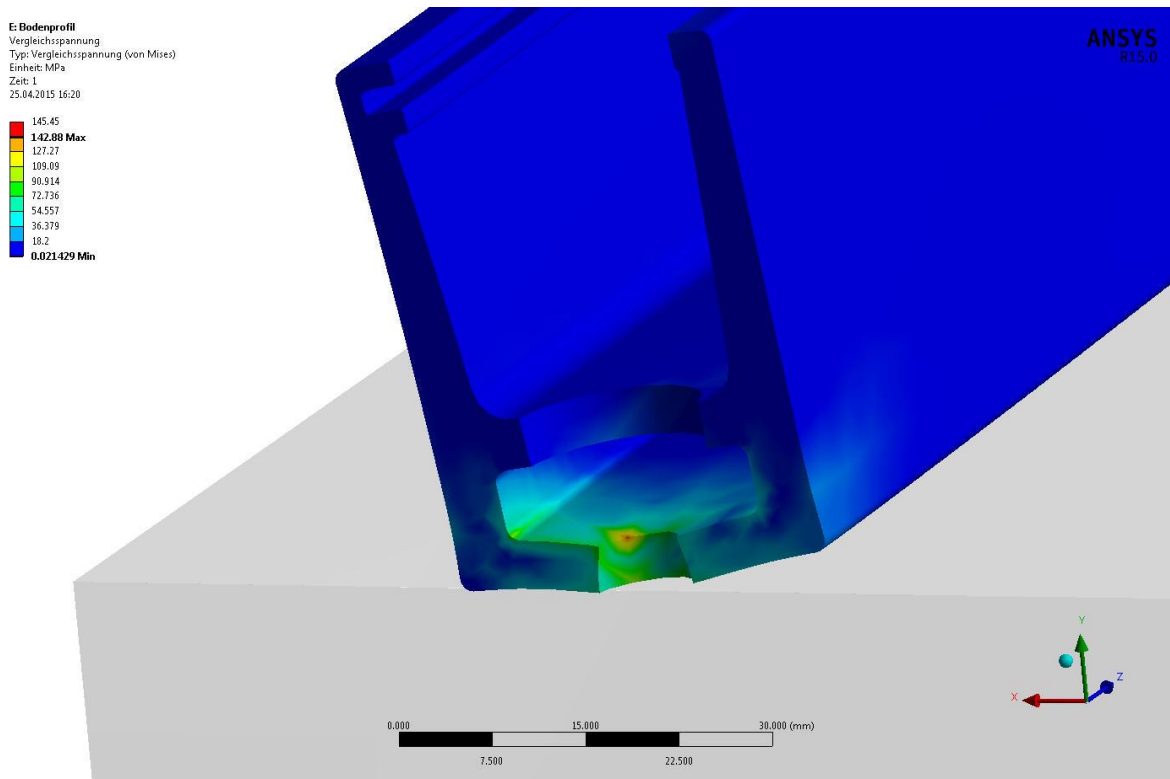
145.45
142.88 Max
127.27
109.09
90.914
72.736
54.557
36.379
18.2
0.021429 Min

ANSYS
R15.0



Schnitt im Bereich der maximalen Spannungen

Der Schnitt durch den Bereich mit der maximalen Spannung zeigt, dass keine Überschreitung der Fließgrenze stattfindet. Die Tragsicherheit des Bodenprofils ist erfüllt.



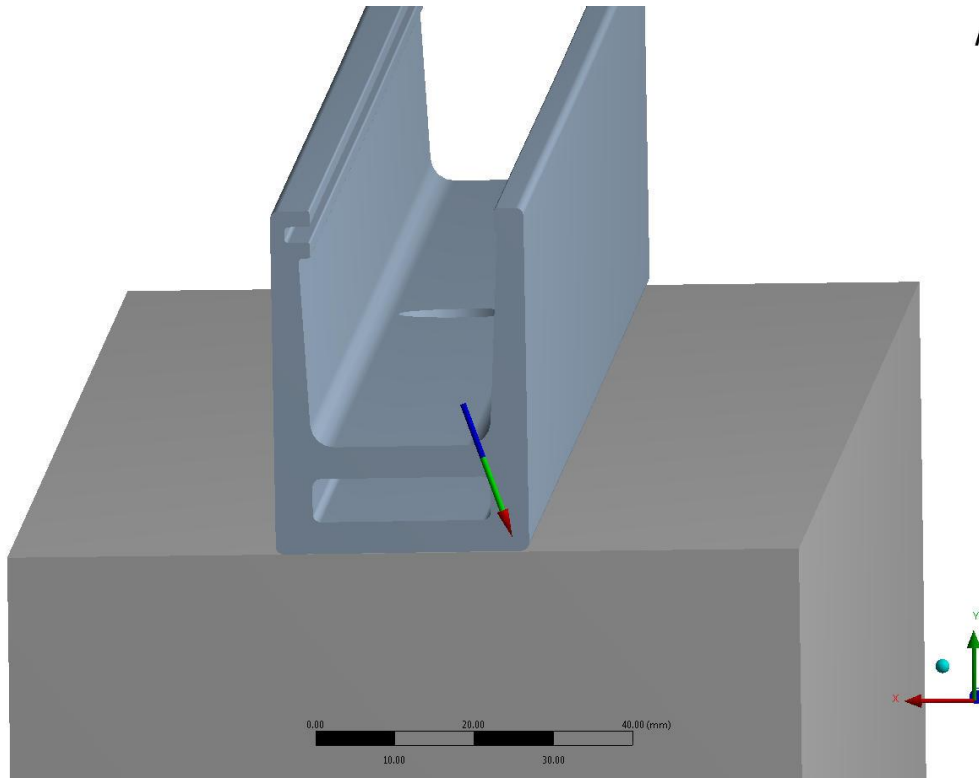
Kraftreaktion

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

Die Lasten beziehen sich auf eine Dübelanordnung im Achsabstand von 500mm.

E: Bodenprofil
Kraftreaktion
25.04.2015 16:21

ANSYS
R15.0



Zu verankernde Lasten in den Untergrund

Reaktion	Windlast 1.30 kN/m ² Höhe h= 1200mm
Zuglast N_{Ed}	1.660 kN
Querlast V_{Ed}	0.580 kN

5. Fazit

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

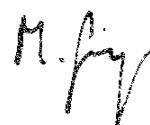
5.1. Einschränkungen

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, 29. Mai 2015

feroplan engineering ag



Marco Singer
BSc FHO Bauingenieur

GOOD LUCK WITH
YOUR INSTALLATION!

VIEL ERFOLG MIT
IHRER MONTAGE!

SUCCES MET
DE INSTALLATIE!