

Umbau und Erweiterung der XXXXXXXXXX

Maschinengebäude

Tragwerksplanung

Genehmigungsplanung

STATISCHE BERECHNUNG

München, XXXXXX.2025

		Seite:	1
Tragwerksplanung / statische Berechnung		Bauteil / Position:	Maschinengebäude
Inhalt			
0	Allgemeines		3
0.1	Vorbemerkungen		3
0.2	Verwendete Planungsunterlagen		3
0.3	Bestimmungen		4
0.4	Literatur.....		4
0.5	EDV – Programme.....		4
1	Baubeschreibungen		5
1.1	Bauwerk und Gründung		5
1.2	Baugruben / Verbaumaßnahmen.....		6
1.3	Nutzung.....		6
1.4	Bauphysik und Umwelteinflüsse		6
1.5	Brandschutzanforderungen / Nachweise der Feuerwiderstandsdauer.....		8
1.6	Schutzmaßnahmen.....		8
1.7	Baugrundverhältnisse und hydrologische Situation		8
1.8	Tragwerkskonzepte.....		10
1.9	Baustoffe.....		10
1.10	Übersichten.....		11
2	Lastannahmen		16
2.1	Eigenlasten Konstruktion und Ausbau		16
2.2	Erddruck und Grundwasser		17
2.3	Lasten aus technischer Ausrüstung		17
2.4	Nutzlasten		18
2.6	Außergewöhnliche Lasten.....		18
2.7	Windlasten		19
2.8	Schnee- und Eislasten		19
2.9	Temperaturlasten.....		19
3	Auftriebssicherheit		39
4	Holzdachstuhl/ Holzkonstruktionen		40
5	Massivbau.....		143
5.1	Übersicht:.....		143
5.2	Stb.-Decke Pos.E01, d=25cm und UEZ, b/h=25/70cm		144

	Seite:	2
Tragwerksplanung / statische Berechnung	Bauteil / Position:	Maschinengebäude
5.3	Stb.-Decke Pos.E02, d=25cm	170
5.4	Stb.-Wände über dem Boden, d=25cm	180
5.5	Stb.-Wände unter dem Boden, d=30cm	191
5.6	Stb.-Stütze Pos.S01, b/h=20/20cm, Pos.S02, b/h=20/20cm, (Zugstütze)	194
5.7	Stb.-Bodenplatte, d=30cm	195
5.8	Stb.-Schacht	222
5.9	Fundamentplatte im Bereich des Stellplatzes für den Schlammcontainer	250
6	Mauerwerkswände	262
7	Stahlkonstruktion	274
7.1	Treppe in der Achse F-G/3-2	274
7.2.	Stahlkonstruktion NSHV	300

	Seite: 3
Tragwerksplanung / statische Berechnung	Bauteil / Position: Maschinengebäude
<h2>0 Allgemeines</h2> <h3>0.1 Vorbemerkungen</h3> <p>Die Gemeinde XXXXXXXXXX plant den Umbau und die Erweiterung der Kläranlage in XXXXX</p> <p>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX wurde mit der Tragwerksplanung beauftragt.</p> <p>Im Zuge der Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen ist im Südosten des Kläranlagengeländes im Bereich der dort bestehenden Teiche der Neubau zweier SBR-Reaktoren, eines Vorlagebehälters, eines Verteilerbauwerks und dreier Filterbeete mit zugehörigen Auslaufschächten sowie eines Maschinengebäudes geplant.</p> <h3>0.2 Verwendete Planungsunterlagen</h3> <p>Für die Entwurfsplanung im Rahmen der Tragwerksplanung dienten folgende Unterlagen als Grundlage:</p> <ul style="list-style-type: none">• <u>vorliegende Vorplanung</u>• <u>Geotechnischer Untersuchungsbericht des</u>	

1 Baubeschreibungen

1.1 Bauwerk und Gründung

Das Maschinengebäude ist als eingeschossiges Bauwerk in Mischbauweise geplant. Decken, erdberührende Bauteile sowie die Wände des südlichen Gebäudeteils werden aus massivem Stahlbeton (Ortbeton) ausgeführt, während die übrigen Wände einschalig mit einem 36,5 cm breiten Ziegelmauerwerk errichtet werden. Die Dächer sind als Satteldächer konzipiert. Der Dachstuhl wird als Holzkonstruktion mit Holzrahmenwänden über der Decke des Erdgeschosses geplant. Das Gebäude wird in fünf Abschnitte unterteilt: Im nördlichsten Bereich befindet sich der überdachte Stellplatz für den Schlammcontainer, gefolgt vom Schlammmentwässerungsraum, Gebläseraum, Schaltraum und Vorreinigungsraum in südlicher Richtung.

An den Gebäudeecken, in den Bereichen, wo die Wände aus Ziegelmauerwerk bestehen, sind Stahlbetonstützen mit Abmessungen von 20x20 cm vorgesehen, um die abhebenden Kräfte von der Stahlbetondecke zu übernehmen. Die Fundamente bestehen aus einer 30 cm starken Stahlbetonplatte, die auf einem Teilaustauschboden gegründet ist. Der Vorreinigungsraum wird mit einem abgesetzten Teilkeller gebaut. In diesem Raum ist an der Südseite ein Schacht für den Geröllfang integriert. Die Decke über diesem Raum liegt 1,00 m höher als die Decke des übrigen Gebäudes. In der Decke ist ein Überzug mit den Maßen $b/h = 25/70$ cm vorgesehen.

Die Fundamentplatte im Bereich der Aufstellung des Schlammcontainers im Außenbereich ist durch eine Fuge von der Gebäudefundamentplatte getrennt. Konstruktiv wird zur Aufnahme besonderer Stoßlasten die Stahlbetonwand am Eingang zum Stellplatz des Schlammcontainers 2 Meter über das Geländeniveau hinausgeführt.

Die bauliche Anlage hat einen polygonalen Grundriss mit einer Abmessung von maximal ca. 24,26 m x 13,74 m. Der Dachüberstand beträgt maximal ca. 1,0 m.

$OK_{\text{First,Süden}}$ = ca. +667,675 m üNN

$OK_{\text{First,Norden}}$ = ca. +665,855 m üNN

GOK_{geplant} = ca. +660,05 m üNN

Gründungssohle (hoch): = ca. +659,70 m üNN

Gründungssohle (tief): = ca. +658,45 m üNN

Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:
Maschinengebäude

1.2 Baugruben / Verbaumaßnahmen

Planungen zu Baugruben und Verbaumaßnahmen sind nicht Inhalt dieses Berichts.

1.3 Nutzung

Im Maschinengebäude befinden sich Anlagen zur Abwasserreinigung sowie zur Klärschlammbehandlung.

1.4 Bauphysik und Umwelteinflüsse

Die Teile des Maschinengebäude werden beheizt / temperiert.

Es ist keine drückende Grundwasser vorhanden.

Laut dem geotechnischen Bericht ist für die Gebäude ein maximaler Wasserspiegel im Endzustand auf der Höhe der Bauwerksdrainage (+658,45 m üNN) festzulegen. Das Grundstück gehört zur Frosteinwirkungszone III, wodurch das frostfreie Gründungsniveau 1,20 m unterhalb der Geländeoberkante liegt.

Die Dichtheit von innen wie von außen wird durch die Ausführung in WU-Beton sichergestellt.

Zusammen mit den allgemeinen Feststellungen zu Baugrund und Wasser im Baugrund unter Kap.0.2 in diesem Bericht ergeben sich daraus folgende Angaben zum Beton:

- Für die WU-Bauteile sind schwindarme Beton mit hohem Wassereindringwiderstand und Zementen mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung (LH) zu verwenden.

Bodenplatten (unten) inkl. integrierte Schächte, h=30cm

	Bewehrungs-korrosion			Betonangriff			Feuchtigkeitsklasse (Betonkorrosion)				Beton-güte min. C	Beton gewällt	C _{min.} [mm]	C _{nom.} [mm]	Riss-breite w _{zul}	
	XC	XD	XS	XF	XA	XM	W0	WF	WA	WS						
oben	XC3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C20/25	C30/37-wu	35	35	0,20
unten	XC2	-	-	XF1	-	-	-	-	-	-	-	C25/30	C30/37-wu	35	35	0,20

Bodenplatten (oben), h=30cm

	Bewehrungs-korrosion			Betonangriff			Feuchtigkeitsklasse (Betonkorrosion)				Beton-güte min. C	Beton gewällt	C _{min.} [mm]	C _{nom.} [mm]	Riss-breite w _{zul}	
	XC	XD	XS	XF	XA	XM	W0	WF	WA	WS						
oben	XC3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C20/25	C30/37	35	35	0,30
unten	XC2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C20/25	C30/37	35	35	0,30

Außen- Innenwände, h=25cm

	Bewehrungs- korrosion			Betonangriff			Feuchtigkeitsklasse (Betonkorrosion)				Beton- güte min. C	Beton gewällt	C _{min.} [mm]	C _{nom.} [mm]	Riss- breite W _{zul}	
	XC	XD	XS	XF	XA	XM	W0	WF	WA	WS						
oben	XC3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C20/25	C30/37	35	35	0,30
unten	XC3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C20/25	C30/37	35	35	0,30

Decke, Pos.E01 d=35cm, Pos.E02 d=25cm

	Bewehrungs- korrosion			Betonangriff			Feuchtigkeitsklasse (Betonkorrosion)				Beton- güte min. C	Beton gewällt	C _{min.} [mm]	C _{nom.} [mm]	Riss- breite W _{zul}	
	XC	XD	XS	XF	XA	XM	W0	WF	WA	WS						
oben	XC3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C20/25	C25/30	35	35	0,30
unten	XC3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C20/25	C25/30	35	35	0,30

Hinweis: Die vorstehenden Angaben gibt die erforderlichen Anforderungen entsprechend der Nutzung in den einzelnen Bauwerksbereichen wieder. Aus statischen Gründen werden ggf. höhere Festigkeiten erforderlich, ausführungstechnisch bedingt werden ggf. Bauteile über mehrere Bereiche angeordnet. Die auszuführenden Qualitäten werden im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt.

3.3. Sichtbetonflächen

Alle nicht überschütteten, nicht angeschütteten, unverputzten Betonflächen sind in Sichtbetonqualität herzustellen. Dazu sind die Hinweise im Merkblatt „Sichtbeton“ des Deutschen Beton-Vereins zu beachten. Insbesondere sind die Ausgangsstoffe (Zement, Zuschlag, Zusatzstoffe und Zusatzmittel) aufeinander abzustimmen.

Für alle sichtbaren Betonflächen wird Sichtbeton mit normalen Anforderungen der Sichtbetonklasse SB2 verlangt.

Dies ist in den Einheitspreisen der entsprechenden Betonbauteile einzukalkulieren.

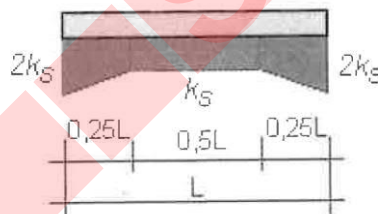
	Seite: 8
Tragwerksplanung / statische Berechnung	Bauteil / Position: Maschinengebäude
<p>1.5 Brandschutzanforderungen / Nachweise der Feuerwiderstandsdauer</p> <p>An die tragenden und aussteifenden Bauteile des Gebäudes sowie die Bauteile des Dachstuhls bestehen bei dem Gebäude der Gebäudeklasse 1 keine bauordnungsrechtlichen Anforderungen an den konstruktiven Brandschutz.</p> <p>1.6 Schutzmaßnahmen</p> <p>Es sind keine, das Tragwerk betreffenden, Schutzmaßnahmen geplant (z.B. Anprallschutz, Lasten aus Explosionen etc.).</p> <p>1.7 Baugrundverhältnisse und hydrologische Situation</p> <p>Es liegt ein Geotechnischer Untersuchungsbericht des XXXXXXXXXXXXXXXX vom 27.01.2023 vor. Entsprechend kann das Bauvorhaben nach DIN 1054:2010-12, Tabelle AA.1 und Eurocode 7 der geotechnischen Kategorie GK 2 zugeordnet werden. Nach DIN EN 1998-1/NA 2011 befindet sich Irschenberg in der Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstruktur mit mächtiger Sedimentfüllung). Das zu bebauende Grundstück mit den Flurnummern 1625/1, Gemarkung Irschenberg, im Nordosten in 93737 Irschenberg ist der Frosteinwirkungszone III zuzuordnen und somit liegt das frostfreie Gründungsniveau bei 1,20 m unter GOK.</p> <p>Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in keiner der Aufschlüsse ein Grundwasserstand bis zu den Endteufen von 1,80 m unter GOK bis 5,00 m unter GOK (= 659,47 m NN bis 654,50 m NN) angetroffen. Im Bereich der Bohrungen B 4, B 6 und B 7 wurde bei Tiefen von 0,90 m unter GOK bis 3,10 m unter GOK (= 660,30 m NN bis 657,10 m NN) ein Schichtwasserzufluss ins Bohrloch festgestellt.</p> <p>In den geplanten Gründungsbereichen des Bauvorhabens werden unter den geringmächtigen humosen Oberböden bzw. Auffüllungen bis zu Endteufen überwiegend die bindigen bis gemischt körnigen Geschiebemergel angetroffen. Hierbei handelt es sich teils um gering bis mittel tragfähige und kompressible Ablagerungen. Für eine sichere Gründung der Gebäude werden daher Zusatzmaßnahmen in Form eines Teilbodenaustausches notwendig werden.</p> <p>Bei einer Flachgründung wird ein Teilbodenaustausch mit einem feinkornarmen Kies-Sand-Gemisch (z. B. Frostschutzkies Körnung 0/63 mm; Feinkornanteil < 5,0 M.-% der Bodengruppe GW / GI nach DIN 18196) mit einer Mächtigkeit von $\geq 0,80$ m erforderlich.</p>	

In Anlehnung an die Empfehlung im geotechnischer Bericht nach einem Bettungsmodul für die Bemessung der Gründungsplatte, werden zum Stand der Planung folgende Werte für die Boden-Bauwerks-Interaktion in den statischen Berechnungen angenommen:

- Bodenplatte $k_{s,k} = 3,0 \text{ MN/m}^2 \cdot \text{m}$ und am Rand zur Berücksichtigung des umgebenden Baugrunds verdoppelt
- Streifenfundament $k_{s,k} = 9,0 \text{ MN/m}^2 \cdot \text{m}$
- Bemessungswert des Sohldruckwiderstands, mind.: $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$

Gemäß der nachfolgenden Abbildung wird die Bettung im Randbereich der Bodenplatte erhöht. Da einer Fläche nur eine konstante Bettung zugewiesen werden kann, wird der Bereich der erhöhten Bettung in zwei gleichgroße Teile definiert.

**Bild 6-2 aus „Finite Elemente“
von Barth und Rustler**
Verteilung des Bettungsmodus k_s



Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten konnte in keiner der Aufschlüsse der Grundwasserspiegel direkt eingemessen werden. Zur Auftriebssicherung werden jedoch BWS auf + 657,20 m üNN von Drainage angesetzt.

1.8 Tragwerkskonzepte

Fugen

Das gesamte Bauwerk wird ohne Dehnfugen ausgeführt.

Lastabtragung / Gebäudeaussteifung

horizontal:

Die Gebäude werden durch die Stb.- und Mauerwerkswände in Längs- und Querrichtung ausgesteift.

vertikal:

Die Lasten werden über die Wände und die Bodenplatte in den Baugrund eingeleitet.

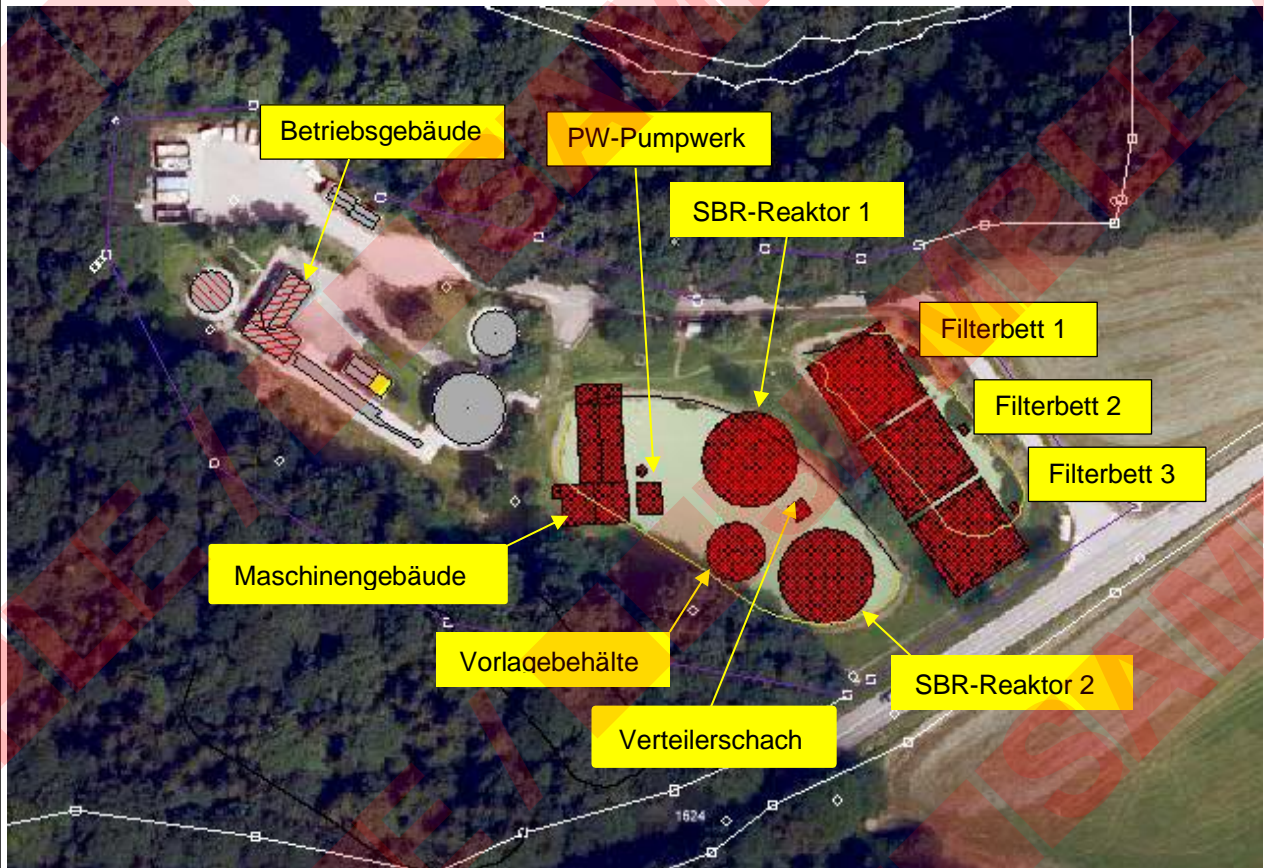
Angrenzende bauliche Anlagen

Bestehende und neu zu errichtende Bauwerke und Leitungen der Kläranlage befinden sich in Nähe zu dem hier behandelten Neubau. Dies ist bei der Baugrubenherstellung und der Durchführung der Baumaßnahmen zu beachten. Wechselwirkungen zwischen dem Bauwerk und den neu zu errichtenden, angrenzenden Gründungsplatten, Schächten und Leitungen sind nicht zu erwarten.

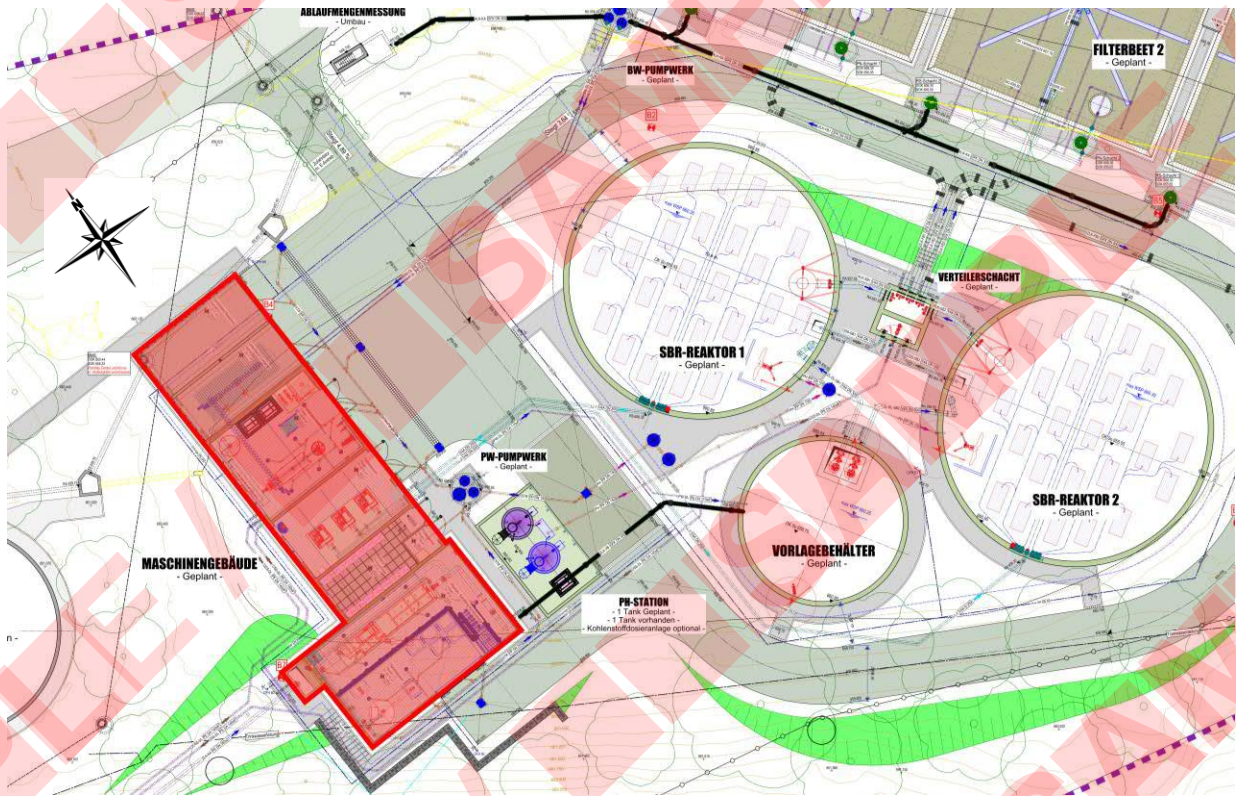
1.9 Baustoffe

Beton:	Sauberkeitsschicht WU-Beton-Bauteile Stb.-Bauteile	mind.C8/10 C30/37 WU, CEM 32,5 N-LH C30/37, CEM 32,5 N
Betonstahl:	alle Bauteile	B500A
Baustahl:	alle Bauteile	S235
Mauerwerk:	Außenwände Innenwände	Plan-HLZ 0,85 / 12 / DM Plan-HLZ 1,0 / 12 / DM
Holz:	alle Bauteile mind.	NHC24

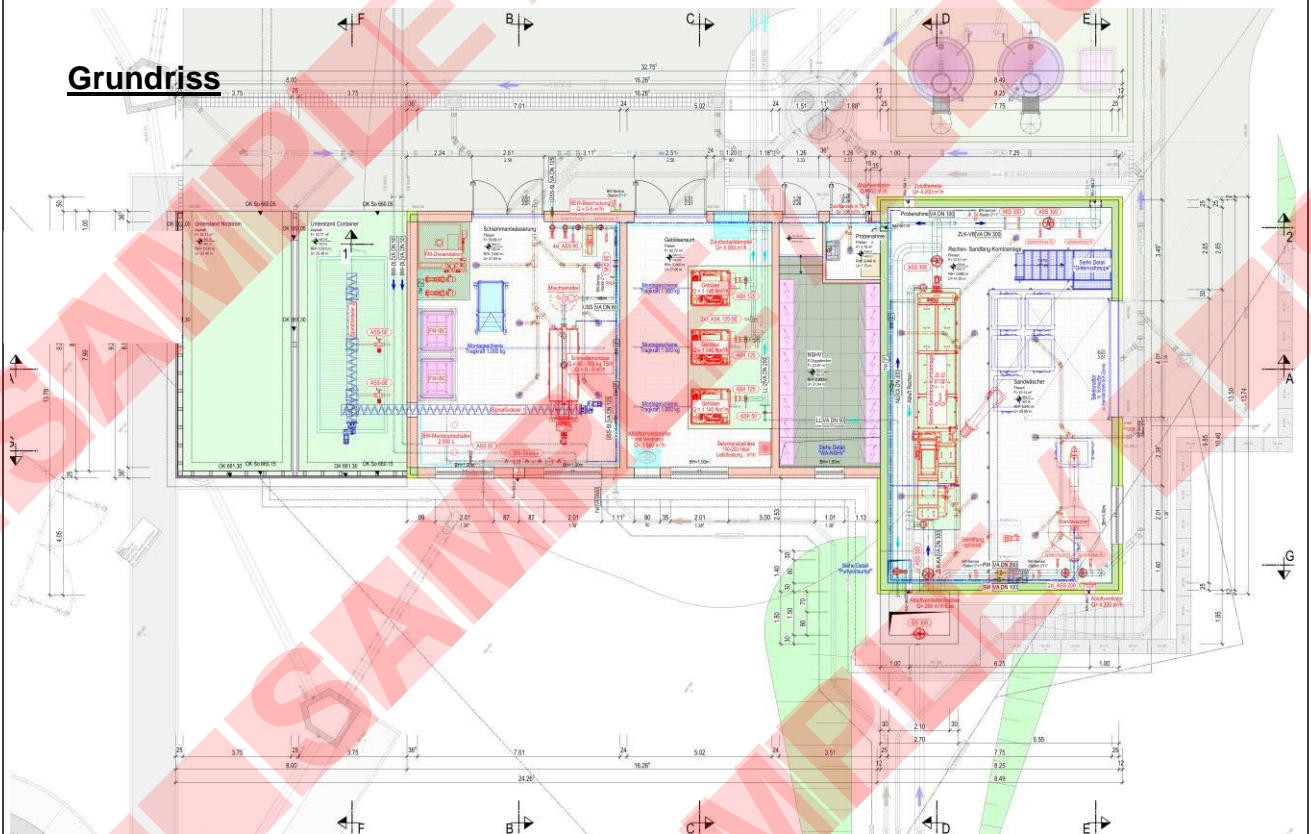
1.10 Übersichten



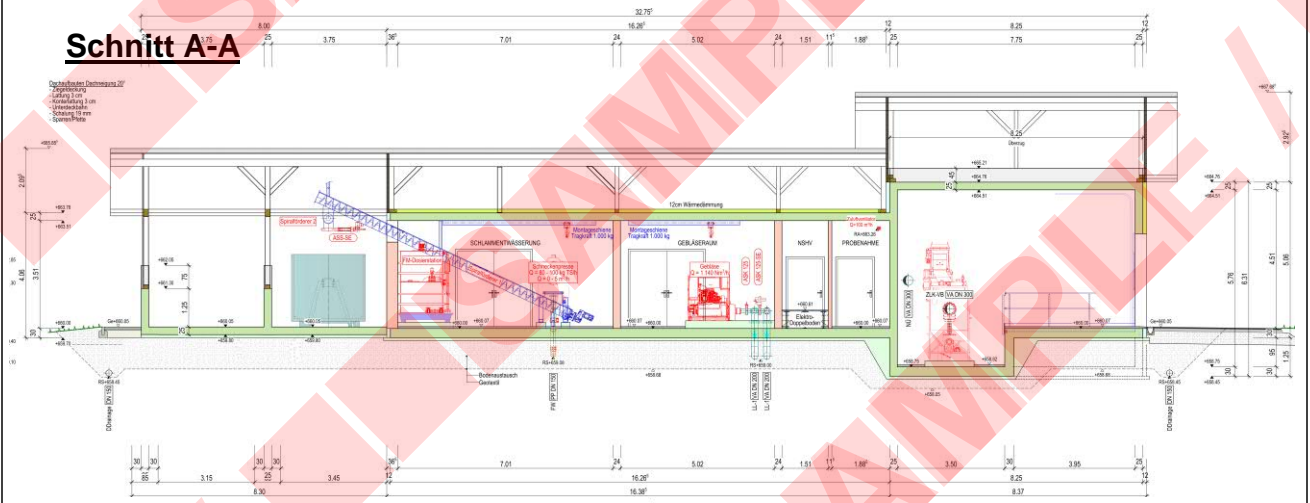
-  bestehende Bauwerke
-  geplante Bauwerke
-  bestehende Bauwerke -Umbau-
-  bestehende Bauwerke -Abbruch-
-  Grundstücksarenze



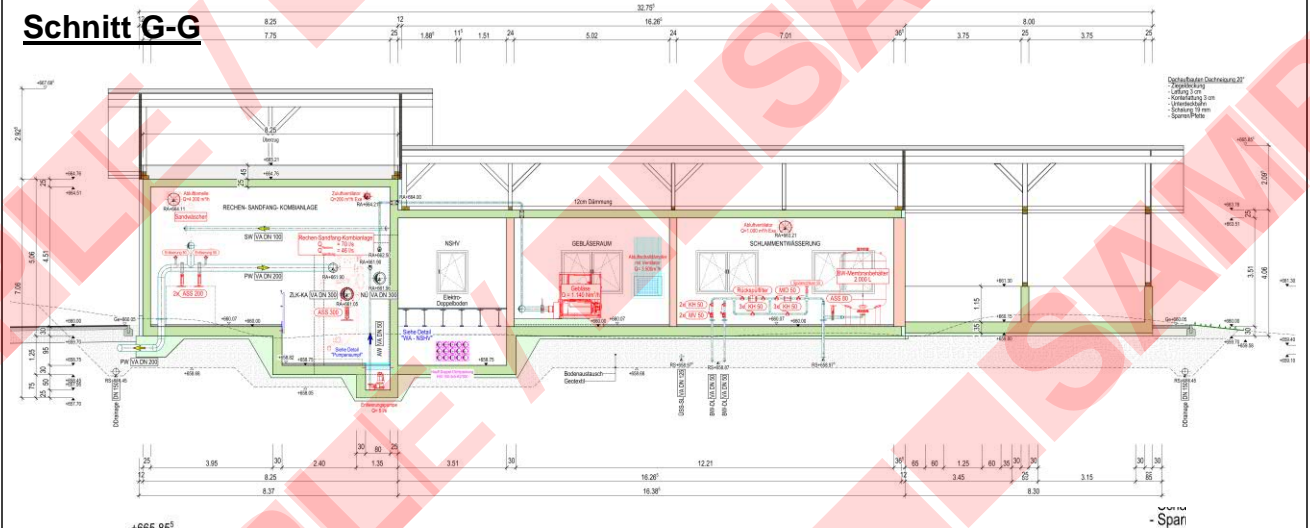
Grundriss



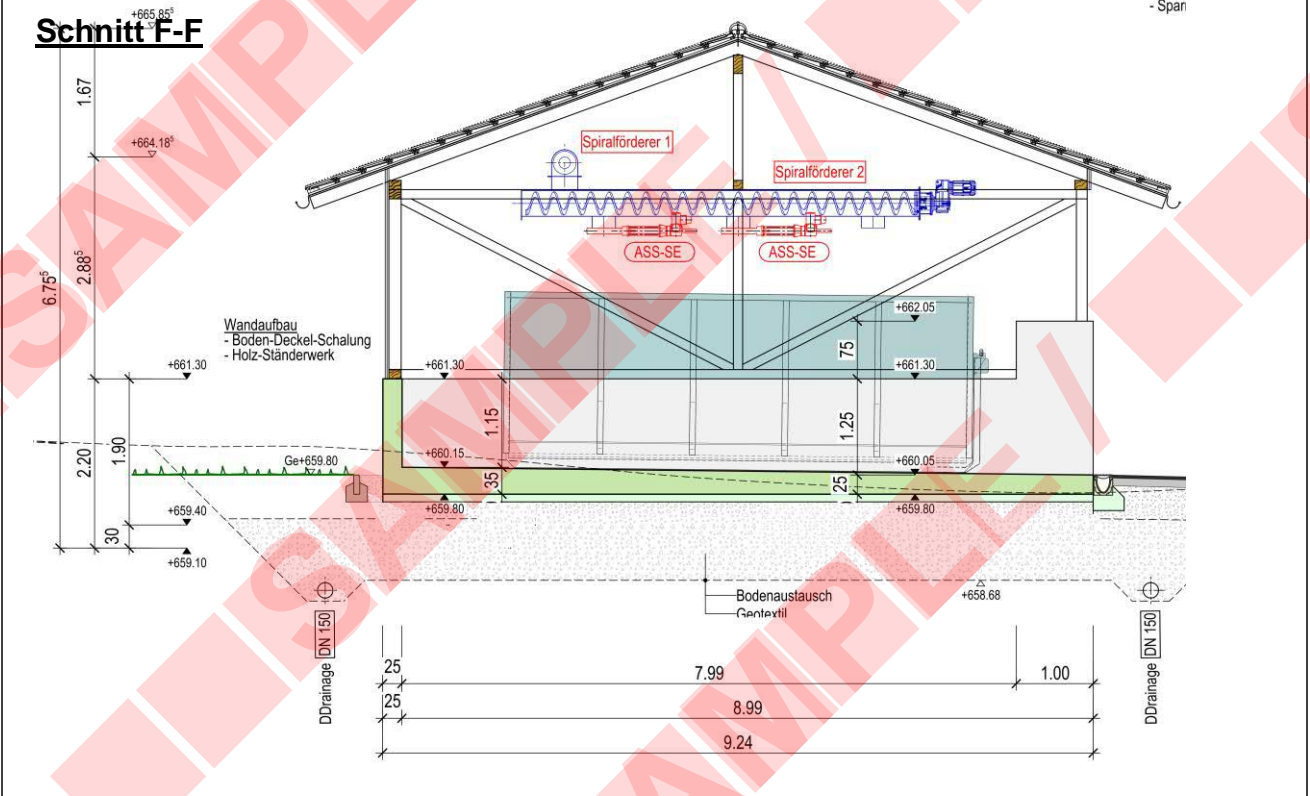
Schnitt A-A

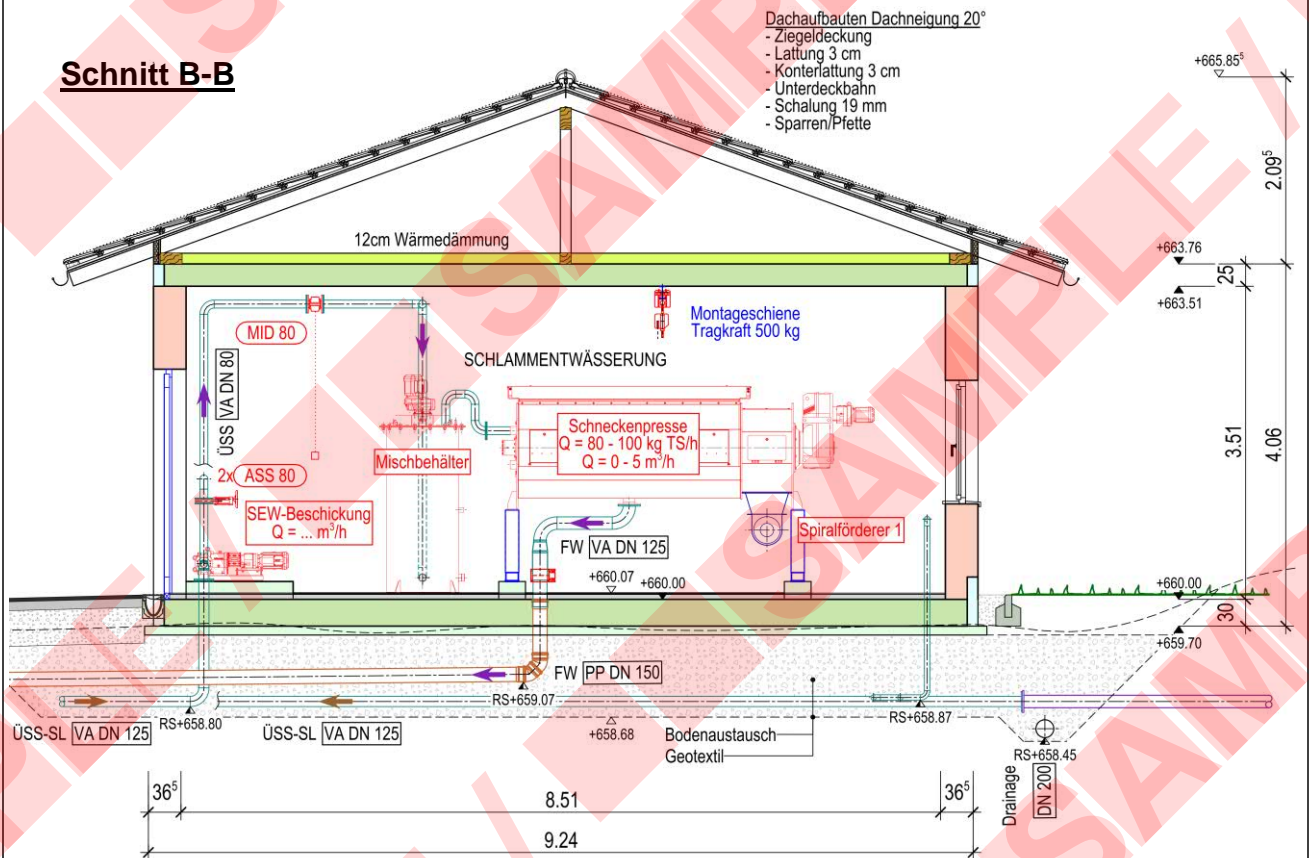
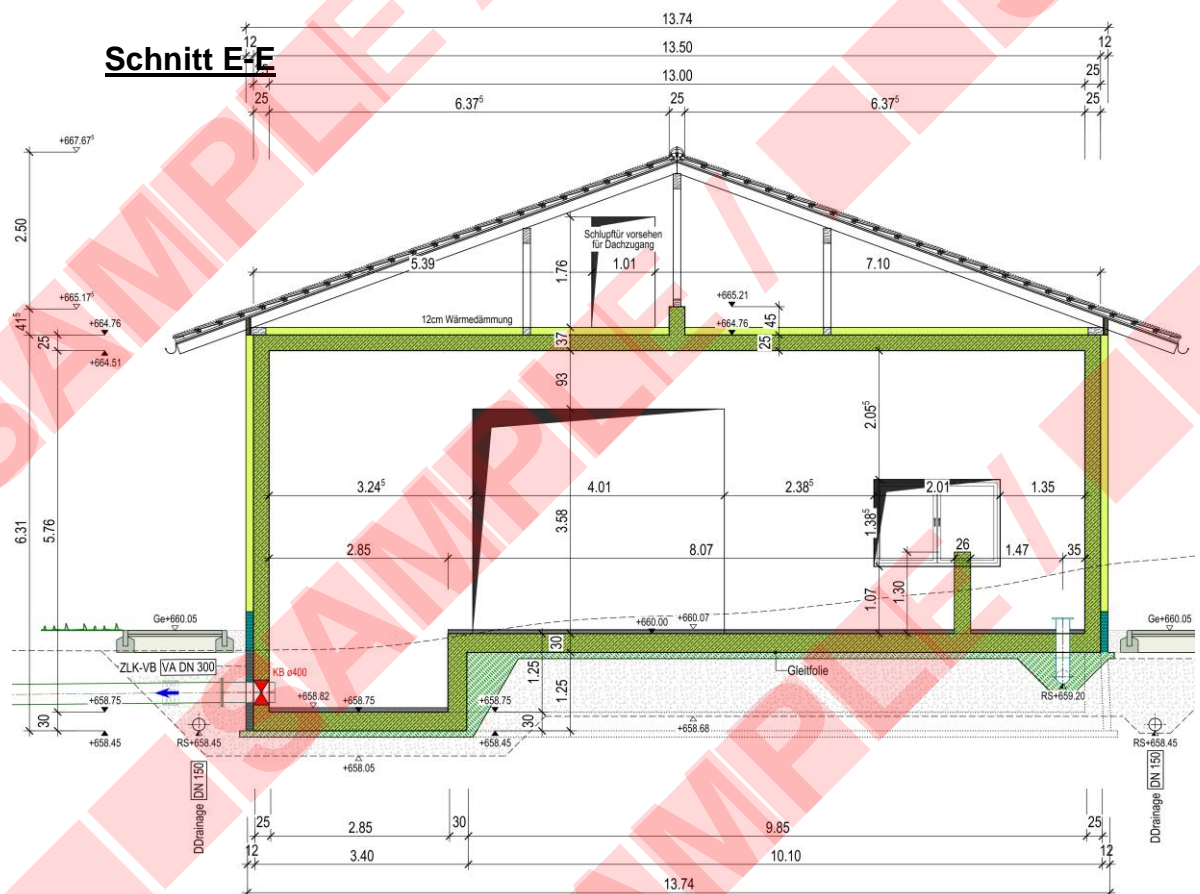


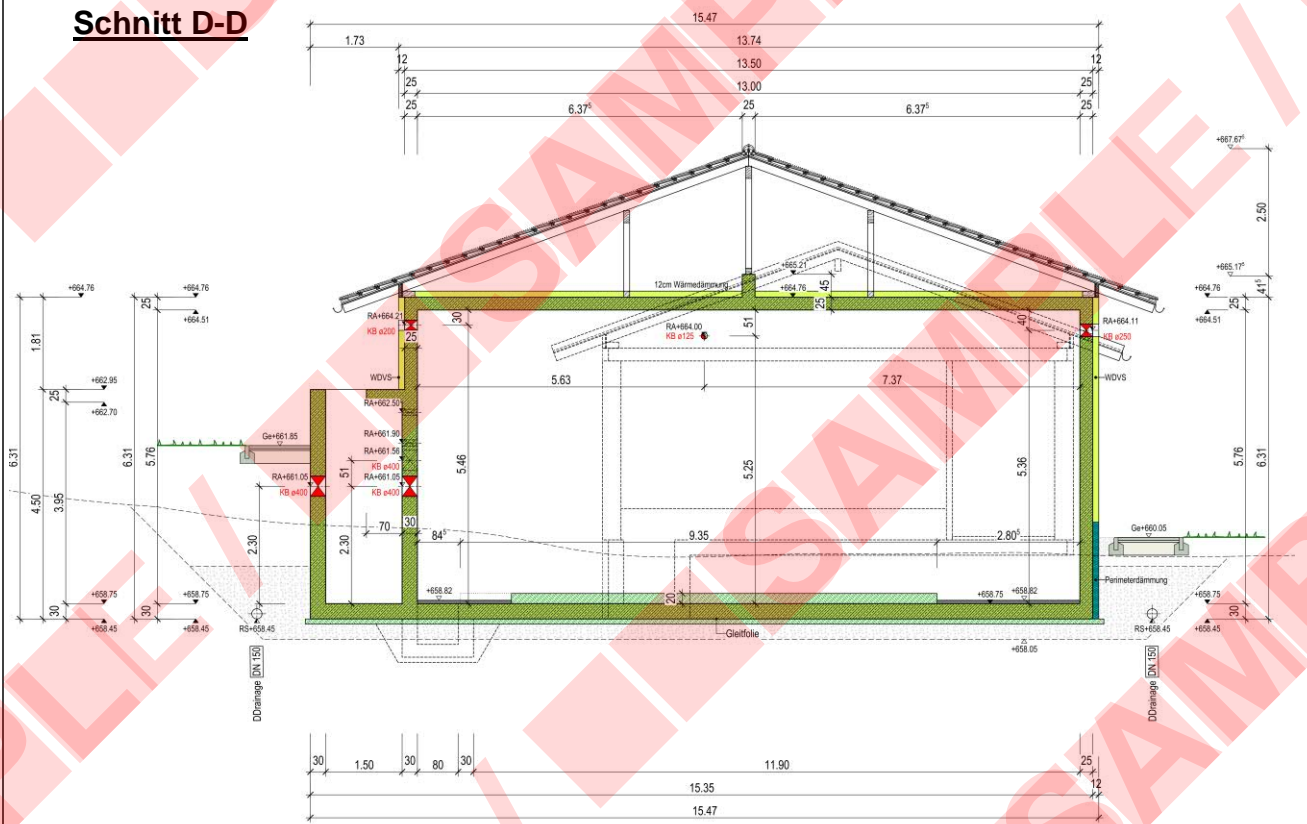
Schnitt G-G



Schnitt F-F



Schnitt B-B**Schnitt E-E**

Schnitt D-D

2 Lastannahmen

2.1 Eigenlasten Konstruktion und Ausbau

Eigenlasten der Bauteile gemäß DIN EN 1991-1-1: 2010-12 und DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12.

Die folgende Beschreibung der Bauteilaufbauten dient der Lastermittlung. Sie stellt nicht die auszuführenden Bauteilaufbauten im Detail dar. Die Bauteilaufbauten werden in den Ausführungsplänen angegeben.

Stahlbeton	25,0 kN/m ³
Stahl	78,5 kN/m ³
Holz	5,0 kN/m ³
Mauerwerk	12,0 kN/m ³

Dachaufbau:

	Flächenlast	g_k (kN/m ²)
- Ziegeldeckung		
$g_{k,1} =$	=	0,30
- Lattung 3 cm		
$g_{k,2} =$	=	0,01
- Konterlattung 3 cm		
$g_{k,3} =$	=	0,01
- Unterdeckbahn		
$g_{k,4} =$	=	0,07
- Schalung 20 mm		
$g_{k,5} = 0,020 \text{ m} \cdot 5,0 \text{ kN/m}^3$	=	0,10
Summe:		0,50

Decke über EG:

	Flächenlast	g_k (kN/m ²)
- Dämmung		
$g_{k,1} = 0,12 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ kN/m}^3$	=	0,30
- Installationseigengewicht		
$g_{k,2} =$	=	0,10
Summe:		0,40

Bodenplatte:

	Flächenlast	g_k (kN/m ²)
- Fliesenbelag		
$g_{k,1} = 0,015 \cdot 22,0 \text{ kN/m}^3$	=	0,33
- Industrieestrich		
$g_{k,2} = 0,065 \cdot 24,0 \text{ kN/m}^3$	=	1,56
Summe:		1,90

2.2 Erddruck und Grundwasser

Für die Ermittlung des Erddrucks auf die Außenwände werden folgende Bodenkenngrößen angenommen:

Bodenart (Hinterfüllung):	nichtbindig, Kies-Sand, dicht gelagert
Wichte erdfeucht:	cal $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb:	cal $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel:	cal $\varphi' = 32,5^\circ$
Erdruhedruckbeiwert:	$K_0 = 0,463$

Gemäß geotechnischer Bericht Nr.B2209514 von 27.01.2023: der Erkundungsarbeiten konnte in keiner der durchgeführten Aufschlüsse bis zu den jeweiligen Endteufen von maximal 1,80 m unter GOK bis 5,00 m unter GOK (= 659,47 m NN bis 654,50 m NN) ein geschlossener Grundwasserleiter eingemessen werden.

Bemessungssituation:	BWS (Drainage)	WS über Gründungssohle:
Maschinengebäude	658,45 m üNN	-

2.3 Lasten aus technischer Ausrüstung

Es werden folgende Annahmen (ggf. inkl. Fundamente) berücksichtigt:

Schneckenpresse, je Auflager:	Q_k	=	10,00 kN
Sandwaschanlage, je Auflager:	Q_k	=	15,00 kN
BW-Membranbehälter 3'000 L, je Auflager:	Q_k	=	10,00 kN
Rechen-Sandfang-Kombianlage:	q_k	=	7,50 kN/m ²
Gebäseraum:	q_k	=	7,50 kN/m ²
FM-Dosierstation:	q_k	=	7,50 kN/m ²

2.3.1 Ständig wirkende veränderlich Lasten

Eigengewichte und Antriebslasten gemäß DIN EN 1991-3: 2010-12 und DIN EN 1991-3/NA: 2010-12.

2.3.2 Veränderliche Lasten

Dynamische Lasten gemäß DIN EN 1991-3: 2010-12 und DIN EN 1991-3/NA: 2010-12.

Dynamische Lasten werden nicht angesetzt.

	Seite:	18
Tragwerksplanung / statische Berechnung	Bauteil / Position:	Maschinengebäude
<h2>2.4 Nutzlasten</h2> <p>Nutzlasten auf die Bauteile gemäß DIN EN 1991-1-1: 2010-12 und DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12.</p> <p><u>Dach:</u></p> <p>PV-Anlagen: $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$</p> <p><u>Decke über EG:</u></p> <p>Flächenlast: $q_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$ Montageschiene im Bereich Gebläseraum, Schlammwässerung, max. Hublast je Träger: $Q_k = 5,00 \text{ kN}$</p> <p><u>Bodenplatte:</u></p> <p>Flächenlast Kat. E2.1: $q_k = 7,50 \text{ kN/m}^2$ Einzellast Kat. E2.1: $Q_k = 10,00 \text{ kN}$</p> <p><u>Gitterrostabdeckung/ Treppe/ Podeste</u></p> <p>vertikal:</p> <p>DIN EN 12255-1, Abschnitt 4.4.2: $q_k = 3,50 \text{ kN/m}^2$ DIN EN ISO 14122-2, Abschnitt 4.2.5: $Q_k = 1,50 \text{ kN}$</p> <p>horizontal auf Geländer und Umwehungen:</p> <p>DIN EN 12255-10, Abschnitt 4.5.1: $H_k = 0,50 \text{ kN/m}$</p> <h2>2.5 Verkehrswege / Gelände</h2> <p>Angesetzt Fahrzeugverkehr SLW 30/30 gem. DIN 1072:1985-12 im Bereich der Verkehrswege:</p> <p>max. Flächenlast auf 3,0 m x 6,0 m: $q_k = 16,70 \text{ kN/m}^2$ restliche Fläche: $q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$</p> <h2>2.6 Außergewöhnliche Lasten</h2> <p>Anpralllast gem. DIN EN 1991-1-7, Tabelle NA.2-4.1, Zeile 5 (angesetzt 1,25 m über Fahrbahnoberfläche): $Q_k = 100,00 \text{ kN}$</p>		

Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:

Maschinengebäude

Anpralllast aus Containerabrollen mit $G_{\text{err},k} = 25 \text{ kN}$
analog DIN EN 1991-1-7, 4.4 mit $5 \times 25 \text{ kN}$,
jedoch in 2,00 m über Fahrbahnoberfläche): $Q_k = 125,00 \text{ kN}$

Anpralllast wird auf Stb.-Wände auf der Achse B angesetzt.

2.7 Windlasten

gem. DIN EN 1991-1-4: 2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12

→ siehe EDV-Berechnung (FRILO)

2.8 Schnee- und Eislasten

Schneelasten gem. DIN EN 1991-1-3: 2010-12 und DIN EN 1991-1-3/NA: 2010-12

→ siehe EDV-Berechnung (FRILO)

Eislasten werden nicht angesetzt.

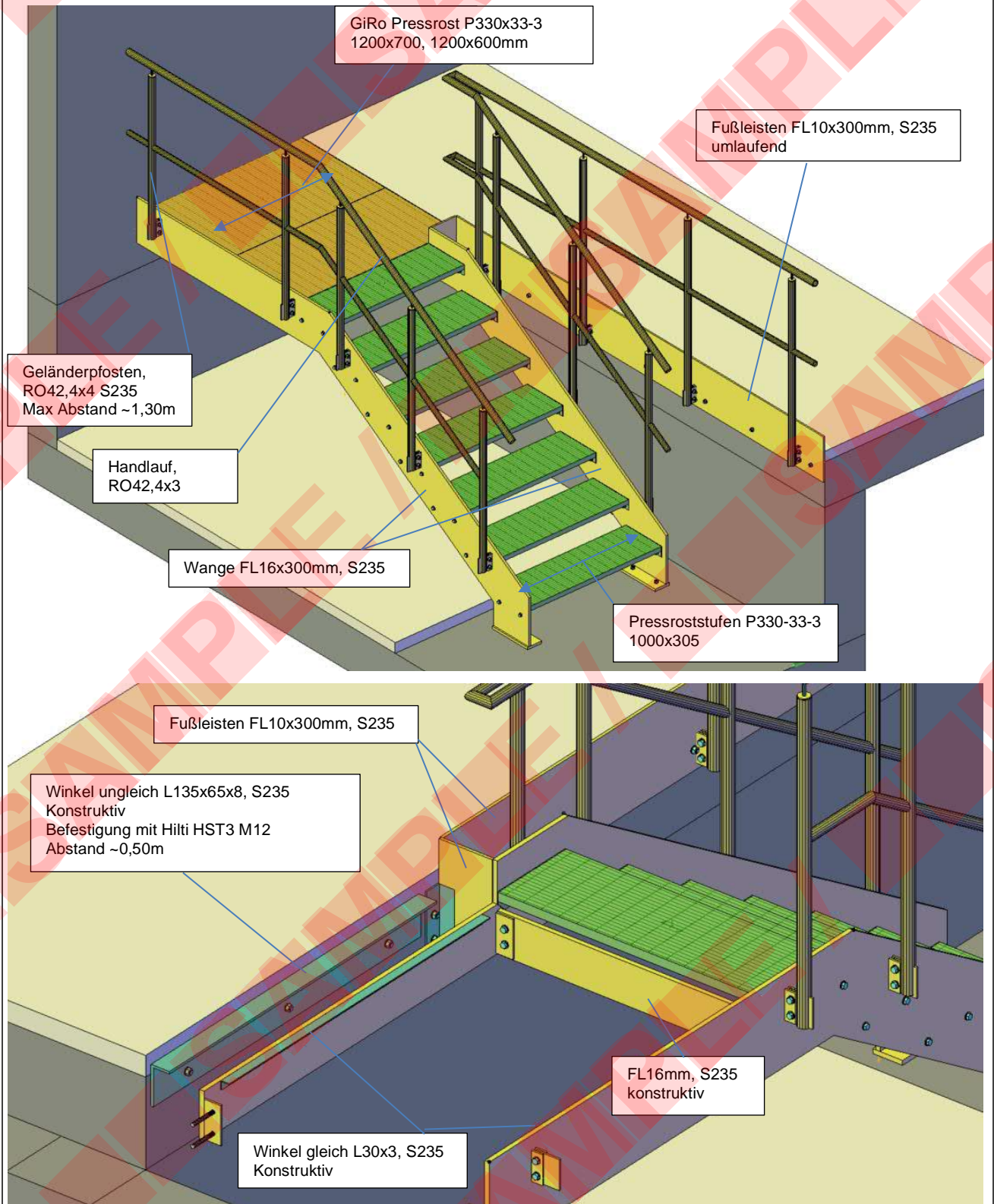
2.9 Temperaturlasten

Für die innerhalb der thermischen Hülle liegenden Bauteile des Gebäudes sind keine Temperaturlasten zu berücksichtigen.

7 Stahlkonstruktion

7.1 Treppe in der Achse F-G/3-2

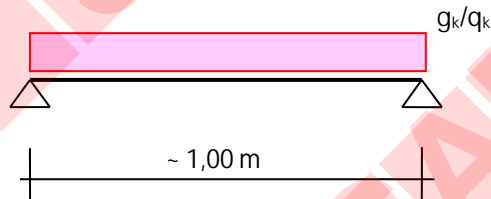
Übersicht:



Pos. GiRo 01 , Gitterrost - Pressrost 30x3mm, S 235 feuerverzinkt

Pos. GiRo 02 , Stufen - Pressrost 30x3mm, S 235 feuerverzinkt

System



Belastung

Flächenlast	g_k (kN/m ²)	q_k (kN/m ²)
- aus Eigengewicht Gitterrost		
$g_{k,1} =$	=	0,50
- aus Nutzlastanteil		
$q_{k,2} =$	=	3,50
Summe	0,50	3,50

Schrittgrößen und Bemessung:

vgl. nachfolgende Bemessungstabelle der Fa. Lichtgitter

gew.: Gitterrost als Pressrost 30 x 3mm (Typ: P 330-33-3 o. glw.)

Pressroststufen 30 x 3mm (Typ: P 330-33-3 o. glw.)

$F_v = \text{zul. Flächenlast} = 15,23 \text{ kN/m}^2$

$F_p = \text{zul. Einzellast (a} \leq 0,20 \times 0,20 \text{m)} = 2,59 \text{ kN}$

Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:

Maschinengebäude

Pos. T01 Treppenwange, FL 16mm, S235System:

→ siehe EDV-Berechnung auf den folgenden Seiten.

Einwirkungen:

		Linienlast	g_k (kN/m)	q_k (kN/m)
- Podest				
g_k	=	$(1,00\text{m} \cdot 0,6 + 0,20\text{m}) \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2$	0,40	
q_k	=	$(1,00\text{m} \cdot 0,6 + 0,20\text{m}) \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2$		2,80
- Treppenlauf				
g_k	=	$1,00\text{m} \cdot 0,5 \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2$	0,25	
q_k	=	$1,00\text{m} \cdot 0,5 \cdot 3,50 \text{ kN/m}^2$		1,75

Bemessung:

→ Bemessung erfolgt im RFem 6

→ Berechnung siehe EDV-Nachweis auf den folgenden Seiten.

1 Basisobjekte

1.1 MATERIALIEN

Material Nr.	Name des Materials	Material-Typ	Analyse Modell
1	S235 Isotrop Plastisch (Flächen/Volumenkörper)	Stahl	Isotrop Plastisch (Flächen/Volumenkörper)

1.2 DICKEN

Dicke Nr.	Typ	Zugewiesen an Fläche Nr.	Material	Symbol	Wert	Dicke Einheit	Knoten	Richtung
1	Konstant d : 16.0 mm 1 - S235							
	Konstant	1	1	d	16.0	mm		

1.3 FLÄCHEN

Legende
 Integrierte Objekte
 Raster für Ergebnisse

Fläche Nr.	Begrenzungs-Linien	Steffigkeits-Typ	Geometrie-Typ	Dicke	Material	Lage	Optionen
1	34,42,41,44,36,38,40,33,39,37,35	Standard	Ebene	1	1	In XZ	

2 Typen für Linien

2.1 LINIENLAGER

Lager Nr.	Linien Nr.	Koordinaten-System	x-Ach.-dr. β [°]	$C_{u,x}$	Wegfeder [kN/m ²] $C_{u,y}$	$C_{u,z}$	Drehfeder [kNm·rad ⁻¹ ·m ⁻¹] $C_{\phi,x}$	$C_{\phi,y}$	$C_{\phi,z}$
3	33	Global XYZ		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	42	Global XYZ		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	43	Global XYZ		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

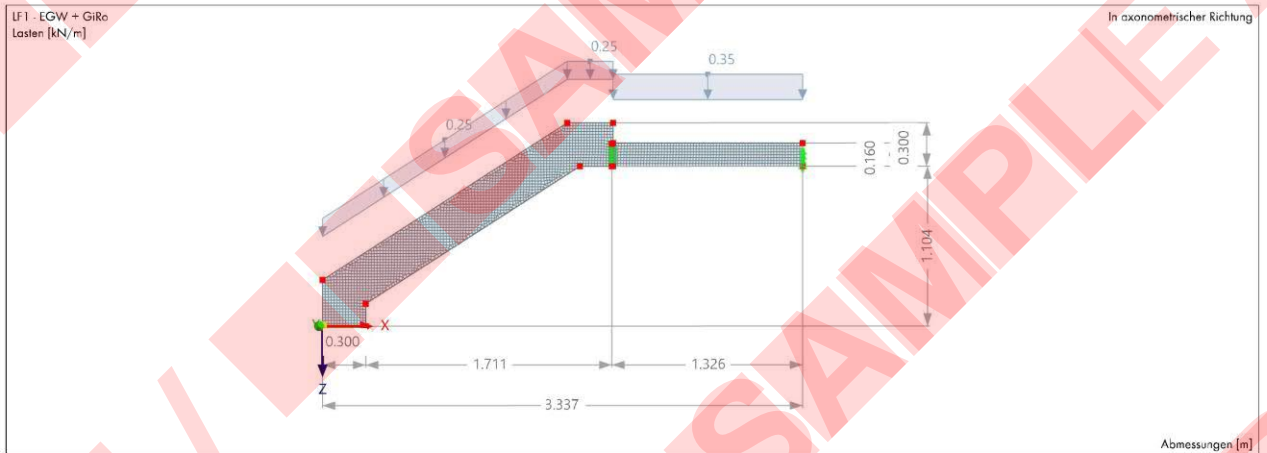
3 Lastfälle und Kombinationen

3.1 LASTFÄLLE

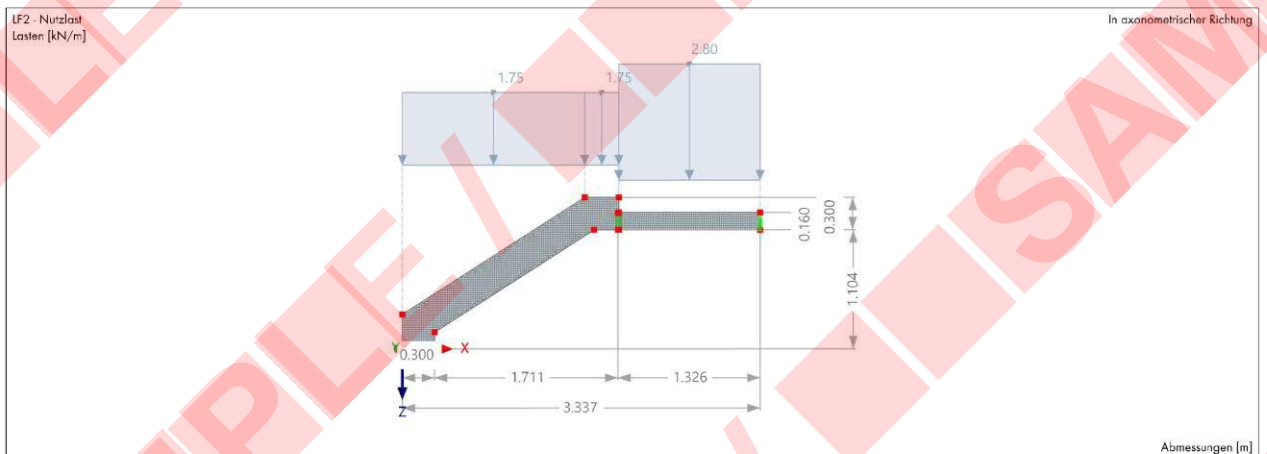
LF Nr.	Einstell.	Wert	Einheit	Zu ber.
1	EGW + GiRo			
	Analysetyp	Statische Analyse		<input checked="" type="checkbox"/>
	Zugehörige Norm	EN 1990 DIN 2012-08		
	Statikanalyse-Einstellungen	SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson		
	Einwirkungskategorie	Ständig		
	Eigengewicht - Faktor in Richtung X	0.000	--	
	Eigengewicht - Faktor in Richtung Y	0.000	--	
	Eigengewicht - Faktor in Richtung Z	1.000	--	
	Eigengewichtsmodus für geotechnische Analyse	Normal		
2	Nutzlast			
	Analysetyp	Statische Analyse		<input checked="" type="checkbox"/>
	Zugehörige Norm	EN 1990 DIN 2012-08		
	Statikanalyse-Einstellungen	SA1 - I. Ordnung Newton-Raphson		
	Einwirkungskategorie	Sonstige Einwirkungen		
	Eigengewichtsmodus für geotechnische Analyse	Normal		

4 Lasten

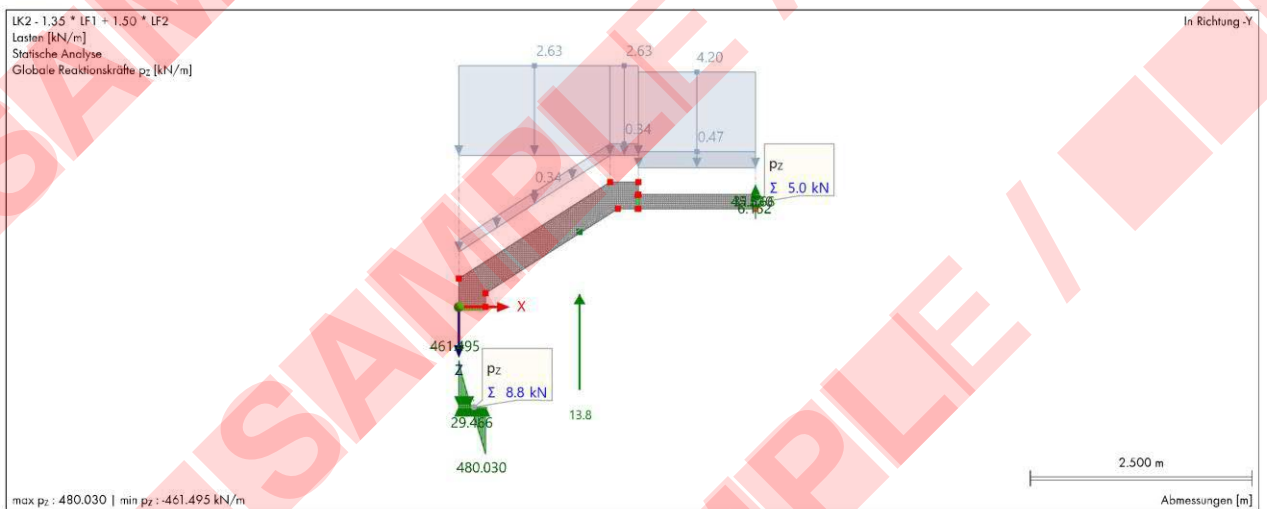
4.1.1 LF1: BELASTUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG



4.2.1 LF2: BELASTUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

4.2.2 LK2: LINIENLAGER P_z , BELASTUNG, IN RICHTUNG -Y

Statische Analyse

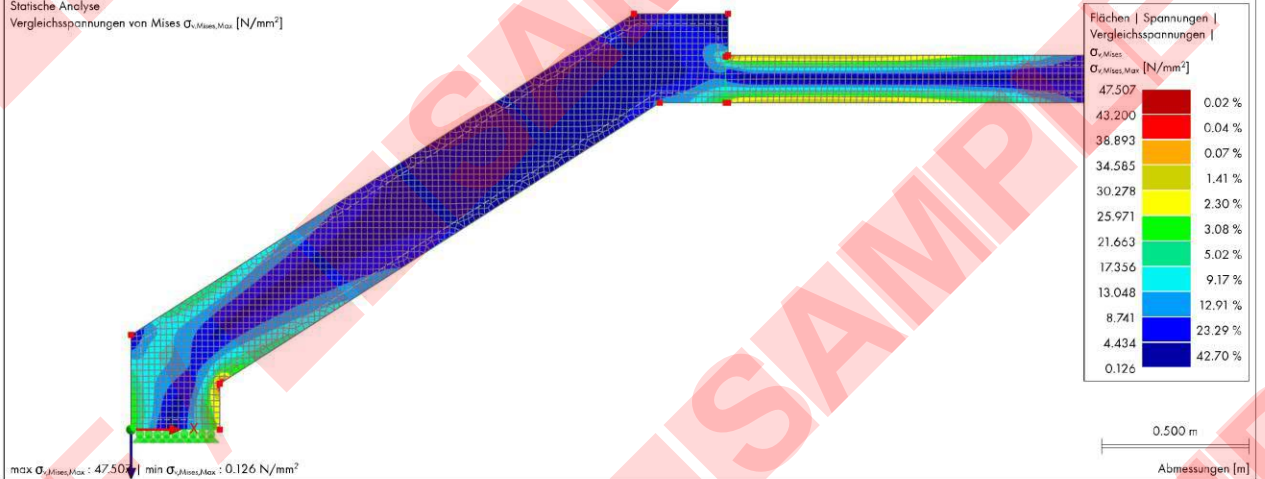


5 Statikanalyse-Ergebnisse

5.1 LK2: $\sigma_{v,Mises}$ $\sigma_{v,Mises,Max}$, IN RICHTUNG -Y

LK2 - LF1 + LF2

Statische Analyse

Vergleichsspannungen von Mises $\sigma_{v,Mises,Max}$ [N/mm²]

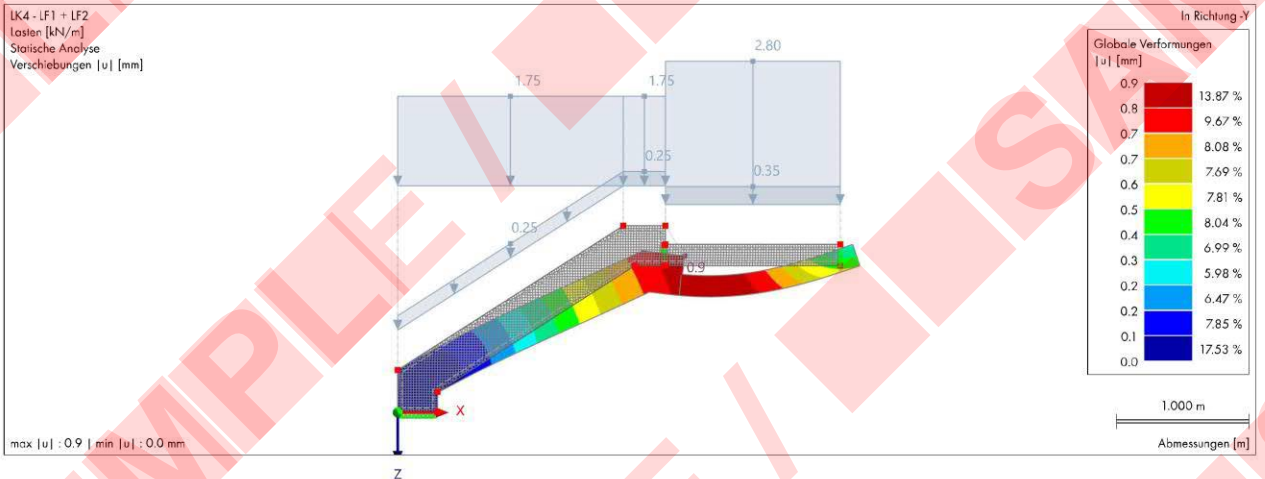
5.2 LK4: GLOBALE VERFORMUNGEN |U|, BELASTUNG, IN RICHTUNG -Y

LK4 - LF1 + LF2

Lasten [kN/m]

Statische Analyse

Verschiebungen |u| [mm]



6 Stabilitätsanalyse-Ergebnisse

6.1 VERZWEIGUNGSLASTFAKTOREN

Stabilitätsanalyse

Form Nr.	Verzweigungslastfaktor f [-]	Vergrößerungsfaktor α [-]
1	LK2 - 1.35 * LF1 + 1.50 * LF2 8.240	1.138
2	16.247	1.066
3	25.700	1.040
4	30.392	1.034

6.2 LK2: EIGENFORM |U|, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Stabilitätsanalyse

LK2 - 1.35 * LF1 + 1.50 * LF2
Stabilitätsanalyse
Eigenform Nr. 1 - 8.240
Normierte Verschiebungen |u|

In axonometrischer Richtung

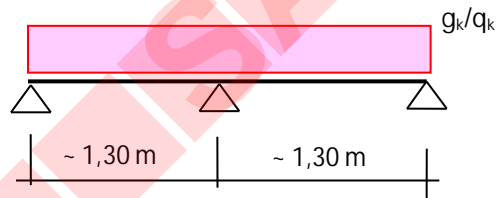
Eigenform u [-]	Anteil [%]
1.00000	5.67 %
0.90909	10.86 %
0.81818	12.48 %
0.72727	8.58 %
0.63636	7.34 %
0.54545	6.74 %
0.45455	6.03 %
0.36364	5.55 %
0.27273	13.84 %
0.18182	10.90 %
0.09091	10.01 %
0.00000	

max |u| : 1.00000 | min |u| : 0.00000

Abmessungen [m]

Pos. Handlauf RO42,4x3mm, S235

System:



Belastung:

		Horizontallast	
		g_k (kN/m)	q_k (kN/m)
- Auf Geländer Handlauf:			
$q_{k,3}$	= DIN EN 12255-10, Abschnitt 4.5.1		= 0,50

Bemessung:

GZT: $\max \eta = 0,15 < 1,0 \rightarrow$ Nachweis erbracht.

GZG: $\max \eta = 0,20 < 1,0 \rightarrow$ Nachweis erbracht.

\rightarrow Berechnung siehe nachfolgende Seiten.

Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:
Maschinengebäude

Position: Handlauf

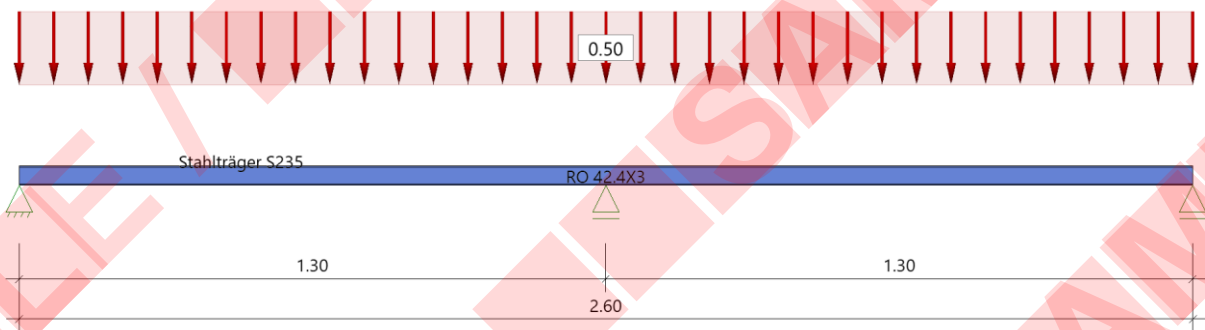
Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

Grundparameter

Stahlträger über 2 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
RO 42.4X3	7.3	7.3	3.4	3.4	3.7

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.30	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	2.60	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)}-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL	2.60			0.50		Ja	sonstig		

- Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
- Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
- A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
- EG : Lasteinwirkung
- Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
- Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 8 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_F(\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf})$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $I_{eff} / 150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $I_{eff} / 300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Os}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.15	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.20

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Os}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	RO 42.4X3	Feld 1, x = 1.30	-0.6	-0.17	0.15	

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 1.30 m Lk 5

$N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 87.2 \text{ kN}$
$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = -0.17 \text{ kNm}$	$M_{y,Rd} = 1.09 \text{ kNm}$
$M_{y,Ed} = -0.17 \text{ kNm}$	$\eta_{My} = 0.15$
$V_{z,pld} = -0.6 \text{ kN}$	$V_{z,Rd} = 32.0 \text{ kN}$
$V_{z,Ed} = -0.6 \text{ kN}$	$\eta_{Vz} = 0.02$
	$\eta = 0.15$

Tragwerksplanung / statische Berechnung

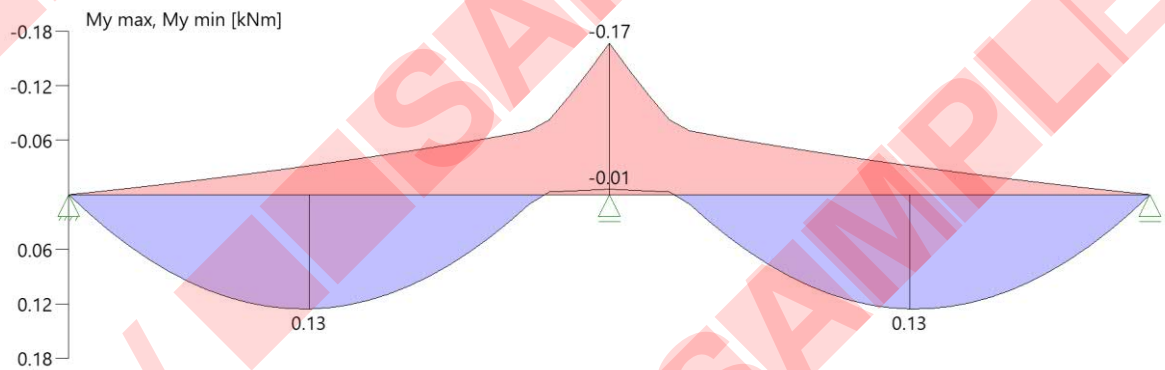
Bauteil / Position:

Maschinengebäude

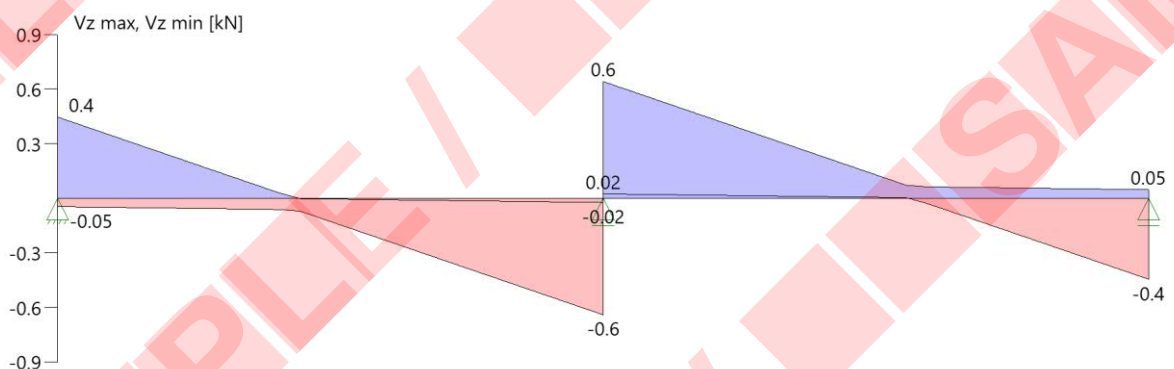
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



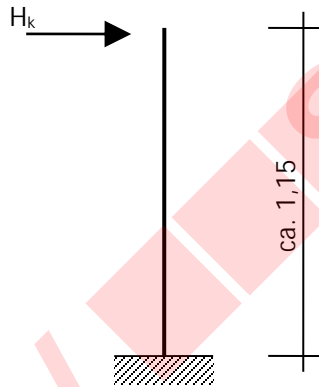
Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	0.01	0.01		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.04	0.3		
2	1.30	ständig	0.05	0.05		
		sonstige veränderliche Einwirkungen		0.8		
3	2.60	ständig	0.01	0.01		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.04	0.3		

Pos. Geländerpfosten, RO42,4x4mm, S235**1. System:**

Pfostenabstand:

 $a \approx 1,30$ m**2. Belastung:**

Horizontallast
- aus Pos. Handlauf

G_k (kN)Q_k (kN)

0,80

3. Schrittgrößen und Bemessung:

GZT: $\max \eta = 0,99 < 1,0 \rightarrow$ Nachweis erbracht.

GZG: $\max \eta = 0,72 < 1,0 \rightarrow$ Nachweis erbracht.

→ Berechnung siehe nachfolgende Seiten.

Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:

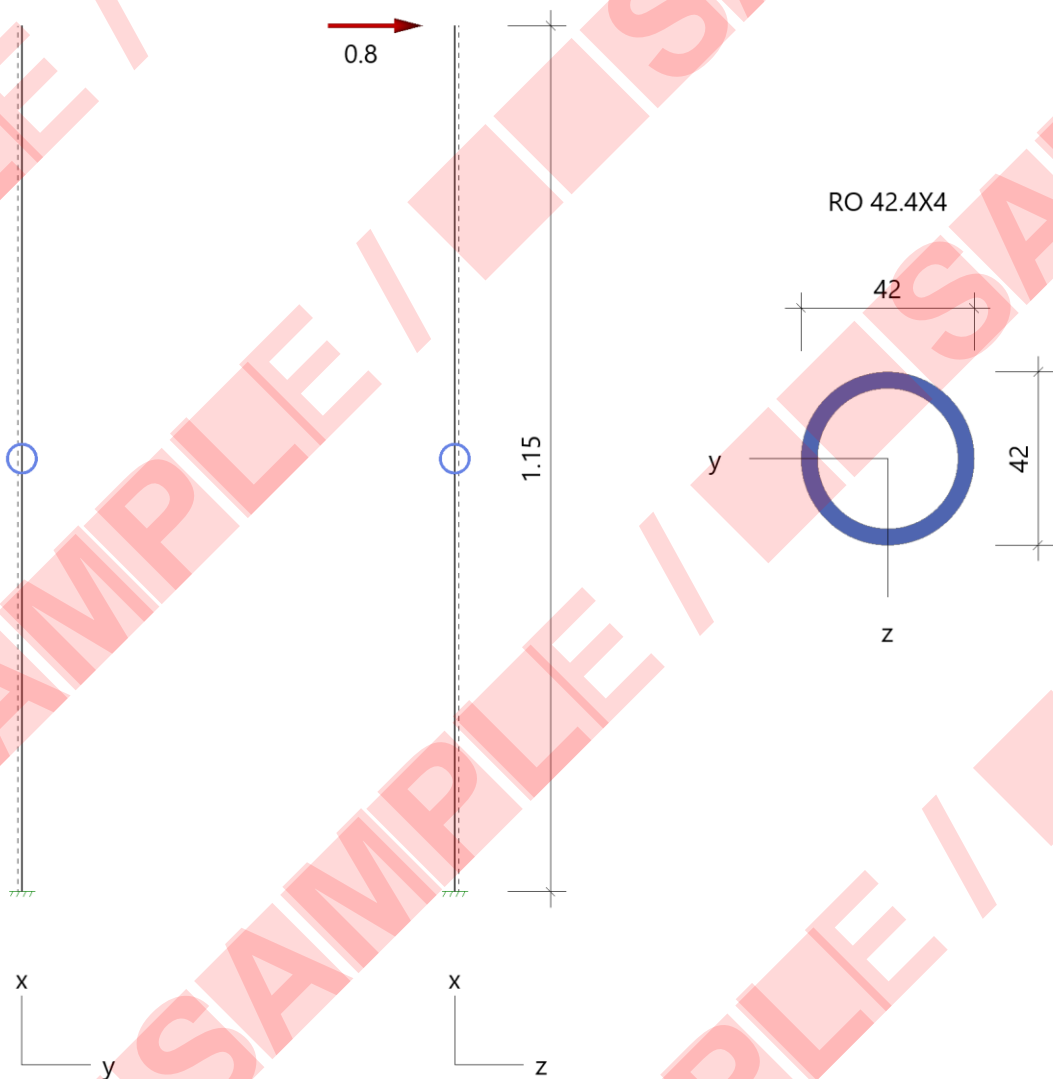
Maschinengebäude

Position: Geländerpfosten

Stahlstütze (x64) STS+ 02/2024 (FRILO R-2024-2/P04)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	3.0 cm

System Kragstütze

Stütze: Höhe = 1.15 m Material: S235 Querschnitt: RO 42.4X4(warm)

							Seite:	288			
Tragwerksplanung / statische Berechnung							Bauteil / Position: Maschinengebäude				
<u>Lagerbedingungen</u>											
Verschiebungen ^{*)}					Verdrehungen ^{*)}						
Nr	x [m]	ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]				
1	0.00	-1	-1	-1	-1	-1	-1				
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch											
<u>Belastung</u>											
Einwirkungen(Ew)											
Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2			
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00			
14	Q	ständig/vorübergehend	sonstige veränderliche Einwirkungen	1.50	0.00	0.80	0.70	0.50			
Lasten											
Lastarten											
Art	14	=	Kopflast	kN							
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.											
Standard-Lastfälle und Lasten											
Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	Ew				
1	14	in z-Richtung	0.8	1.15	-	-	14				
<u>Ergebnisse</u>											
Zusammenfassung											
Bemessungssituation			Lfk	Nachweis				η			
ständig/vorübergehend			1	Querschnitt				0,99			
ständig/vorübergehend			1	Stabilität				0,66			
charakteristisch			5	Absolutverformung				0,72			
Tragfähigkeit ständig/vorübergehend											
Schnittgrößen - Lfk 1											
x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]						
0.00	-0.1	1.2	-1.38	0.0	0.00						
1.15	0.0	1.2	0.00	0.0	0.00						
Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 $\gamma_{M0} = 1,00$											
x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{M_y}	η_{V_y}	η_{M_z}	$\eta_{M_y M_z}$	η			
0.00	1	0.00	0.03	0.99	0.00	0.00	0.99	0.99			
1.15	1	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03			
Stabilitätsnachweis											
x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk					
0.00	1	0.1	1.38	6.61	0.66	1					

Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:

Maschinengebäude

Gebrauchstauglichkeit

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 3.0 \text{ cm}$

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
1.15	0.0	0.0	2.1	2.1	0.72	5

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x Lf [m]	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-0.04	-	-	-
	Lf 1	14	-	0.8	-0.92	-	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

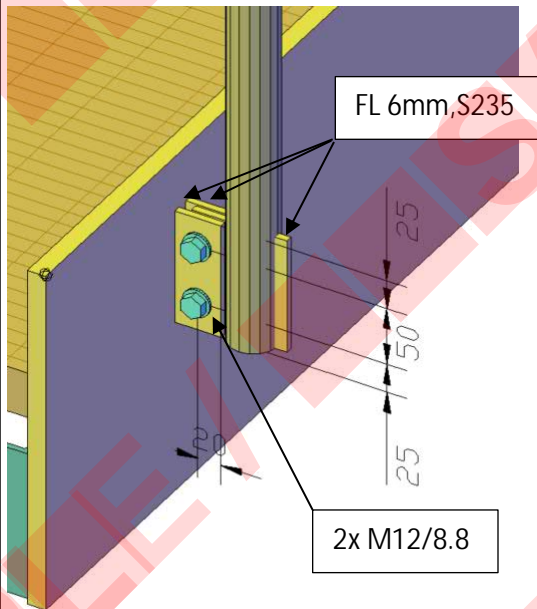
Lager	x Lk [m]	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Fuss	0.00 Lfk 1	-0.1	1.2	-1.38	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1,35 + 1:1,50
5	charakteristisch	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00

Pos. Geländerpfosten Anschluss.

Übersicht:



Belastung:

$M_d =$ (siehe Auflagerreaktion Pfosten) $= 1,38 \text{ kNm}$
 $F_{x,d} = 138 \text{ kNcm} / 5 \text{ cm} = 27,60 \text{ kN}$

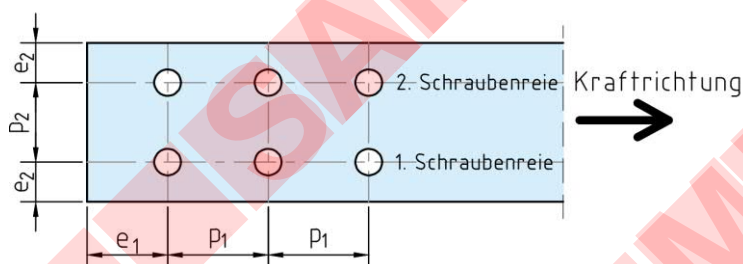
Nachweis der Verbindungsmittel

$F_{Ed} =$ Bemessungswert maßg. Einwirkung $= 27,6 \text{ kN}$

Gewählt: Schraubengröße/ Festigkeitsklasse $M12 / 8,8$
 $d_0 = d + \Delta d = 13 \text{ mm}$
 $n =$ Anzahl Schrauben $= 1$
 $m =$ Anzahl Scherfugen $= 2$
 Anzahl Schraubenreihe $= 1$

Lage der Scherfuge im Gewinde

Volle Grenzlochleibungskraft bei:



$p_1 \geq 49 \text{ mm}$
 $e_1 \geq 39 \text{ mm}$
 $e_2 \geq 20 \text{ mm}$
 $p_2 \geq 39 \text{ mm}$

Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:

Maschinengebäude

Blechstärken:

$$t_1 = 6 \text{ mm}$$

$$t_2 = 6 \text{ mm}$$

$$\text{Stahlsorte} = \text{S235}$$

Rand- und Lochabstände:

$$p_1 = 50 \text{ mm}$$

$$\geq 2,2 \cdot d_0 = 29 \text{ mm}$$

$$\leq 14 \cdot t_{\min} = 84 \text{ mm}$$

$$e_1 = 20 \text{ mm}$$

$$\geq 1,2 \cdot d_0 = 16 \text{ mm}$$

$$\leq 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 64 \text{ mm}$$

$$e_2 = 25 \text{ mm}$$

$$\geq 2,2 \cdot d_0 = 16 \text{ mm}$$

$$\leq 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 64 \text{ mm}$$

Nachweis auf Abscheren

$$F_{v,Rd} = \text{Grenzabscherkraft je Schraube je Scherfuge} = 32,4 \text{ kN}$$

$$\eta = F_{Ed} / F_{v,Rd} \cdot n \cdot m = 0,43$$

Nachweis erfüllt!

Nachweis der Lochleibung

$$\alpha_b = \min \{ e_1/3 \cdot d_0 ; p_1/3 \cdot d_0 - 1/4 ; f_{ub}/f_u ; 1,0 \} = 0,52$$

$$k_1 = \min \{ 2,8 \cdot e_2/d_0 - 1,7 ; 1,4 \cdot p_2/d_0 - 1,7 ; 2,5 \} = 2,50$$

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} = 27,0 \text{ kN}$$

$$\eta = F_{Ed} / F_{b,Rd} \cdot n \cdot m = 0,51$$

Nachweis erfüllt!

Nachweis der Blech

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 70,5 \text{ kN}$$

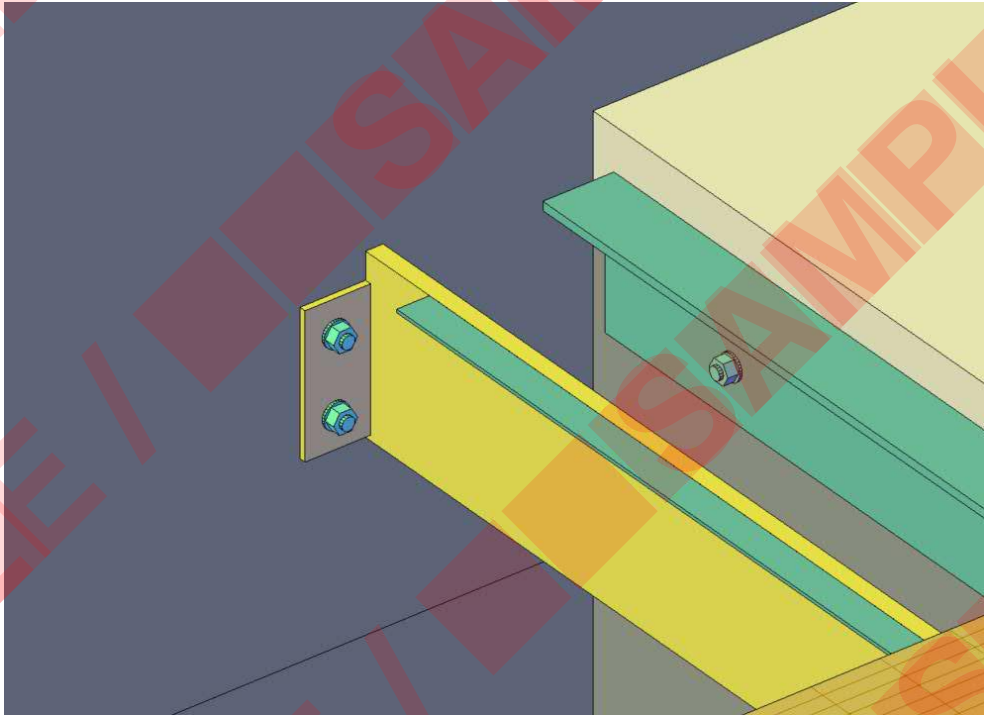
$$\eta = F_{Ed} / N_{t,Rd} = 0,39$$

Nachweis erfüllt!

$$N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{\text{net}} \cdot f_u / \gamma_{M2} = 46,0 \text{ kN}$$

$$\eta = F_{Ed} / N_{u,Rd} = 0,60$$

Nachweis erfüllt!

Pos. Anschluss Treppenwange/Stb.-WandÜbersicht:Belastung:

$$V_{Ed} = (\text{siehe Auflagerreaktion AP_RFem}) = 5,00 \text{ kN}$$



Bemessung:

→ Berechnung siehe nachfolgende Seiten.



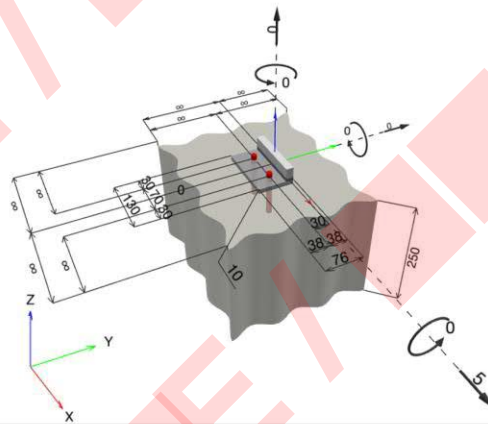
Hilti PROFIS Engineering 3.0.95

1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HSL4 M12_hef1	
Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren):	50	
Artikelnummer:	2237412 HSL4 M12 d18x131 25/-	
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef} = 80,0 \text{ mm}$	
Werkstoff:	8.8	
Zulassungs-Nr.:	ETA-19/0556	
Ausgestellt Gültig:	02.08.2023 -	
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch	
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 10,0 \text{ mm}$	
Ankerplatte ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 130,0 \text{ mm} \times 76,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$;	
Profil:	Vierkantstahl, ; (L x B x D) = 130,0 mm x 16,0 mm	
Untergrund:	gerissener Beton, C30/37, $f_{c,cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken	
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) Keine Randlängsbewehrung Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden	

^{CBFEM} - Die Dübelberechnung basiert auf einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM)

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	$N = 0,000$; $V_x = 5,000$; $V_y = 0,000$; $M_x = 0,000$; $M_y = 0,000$; $M_z = 0,000$;	nein	keine	10

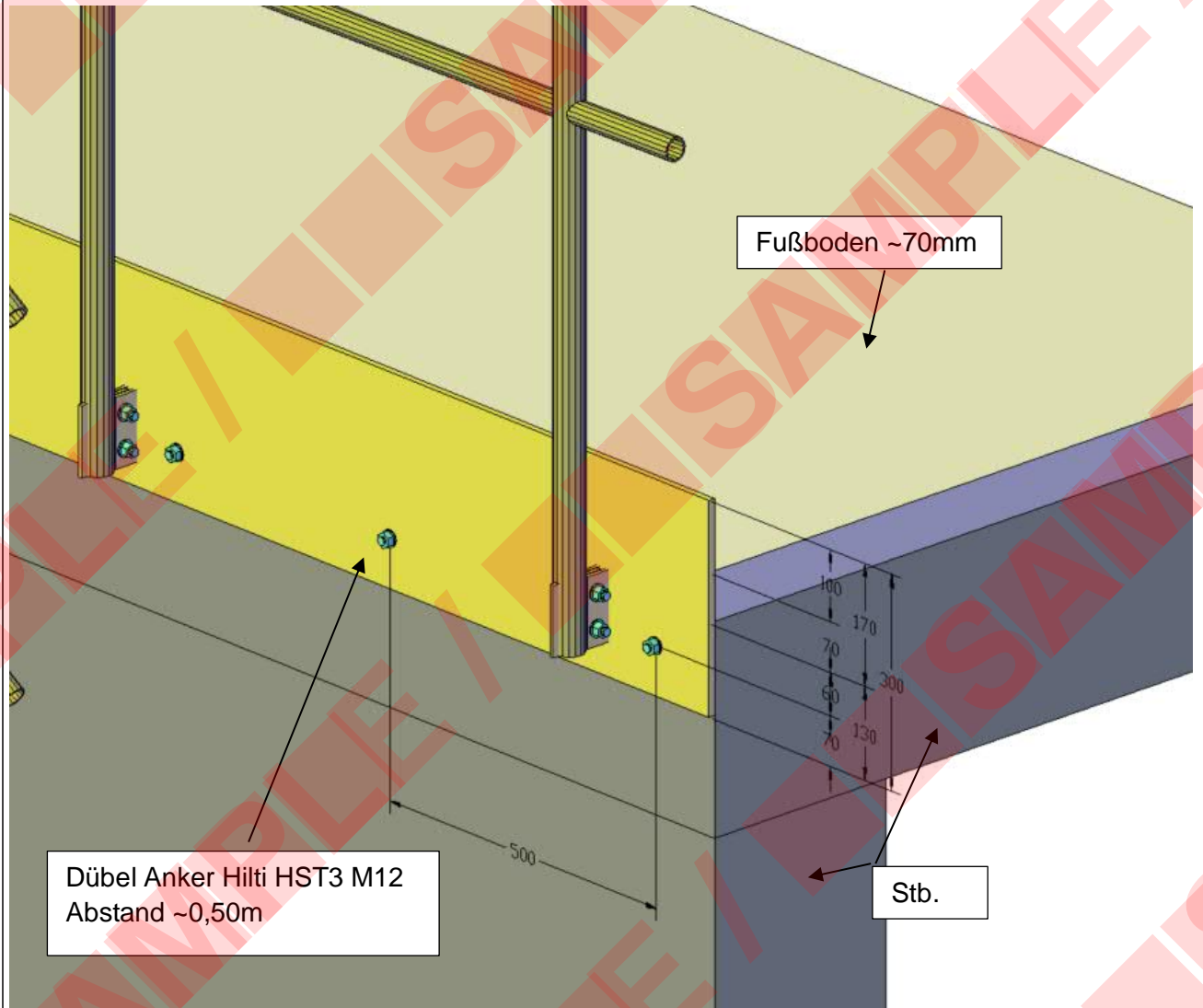
2 Nachweise I Ausnutzung (Massgebende Fälle)

Beanspruchung	Nachweis	Bemessungswert [kN]		Ausnutzung β_N / β_V [%]	Status	
		Einwirkung	Tragfähigkeit			
Zug	Betonversagen	0,149	38,696	1 / -	OK	
Quer	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	3,299	35,082	- / 10	OK	
Beanspruchung		β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung		0,004	0,094	1,500	3	OK

3 Warnungen / Hinweise

- Bitte beachten Sie alle Details sowie Hinweise/Warnungen aus dem Langausdruck!

Nachweis der Verankerung: OK!

Pos. Anschluss Fußleisten – FL10mm, S235Übersicht:Belastung:

$$M_{Ed} = (\text{siehe Auflagerreaktion Geländerpfosten}) = 1,38 \text{ kNm}$$

Bemessung:


→ Berechnung siehe nachfolgende Seiten.



Hilti PROFIS Engineering 3.0.95

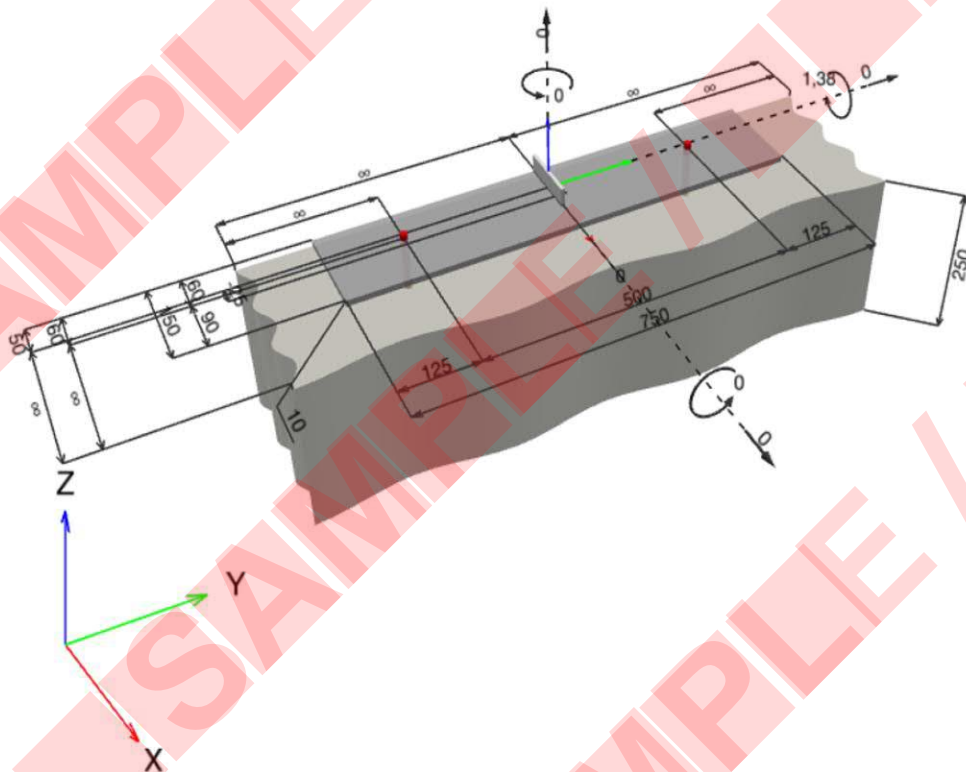
1 Anker Nachweise

1.1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HST3 M12 hef2	
Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren):	50	
Artikelnummer:	2105719 HST3 M12x115 40/20	
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{\text{ef,opti}} = 76,0 \text{ mm}$ ($h_{\text{ef,limit}} = 125,0 \text{ mm}$), $h_{\text{nom}} = 86,0 \text{ mm}$	
Werkstoff:		
Zulassungs-Nr.:	ETA 98/0001	
Ausgestellt Gültig:	20.07.2023 -	
Nachweis:	SOFA basierend auf EN 1992-4, mechanisch	
Abstandsmontage:	$e_s = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 10,0 \text{ mm}$	
Ankerplatte ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 150,0 \text{ mm} \times 750,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$;	
Profil:	Vierkantstahl, ; (L x B x D) = 100,0 mm x 6,0 mm	
Untergrund:	gerissener Beton, C30/37, $f_{\text{c,cyl}} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	automatisch gereinigtes Bohrloch, Installationsbed.: trocken	
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) Keine Randlängsbewehrung Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden	

^{CBFEM} - Die Dübelberechnung basiert auf einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM)

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



1.1.1 Lastkombination

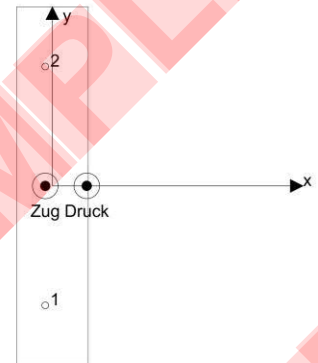
Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 0,000; V _x = 0,000; V _y = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 1,380; M _z = 0,000;	nein	keine	99

1.2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte**Resultierende Dübelkräfte [kN]**

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	12,067	0,079	-0,000	0,079
2	12,066	0,079	-0,000	-0,079

resultierende Zugkraft in (x/y)=(-15,0/-0,0): 24,133 [kN]
 resultierende Druckkraft in (x/y)=(71,9/0,1): 245,067 [kN]



Die Dübelkraft wird auf Grundlage einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM) berechnet

1.3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_n [%]	Status
Stahlversagen*	12,067	32,214	38	OK
Herausziehen*	12,067	16,330	74	OK
Betonversagen**	12,067	12,196	99	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

1.3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
45,100	1,400	32,214	12,067

1.3.2 Herausziehen

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
20,000	1,225	1,500	16,330	12,067

1.3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
39.672	51.984	114,0	228,0	30,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,858	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
86,9	1,000	7,700	27,943	1,500	12,196	12,067

Gruppe Dübel-ID

1

1.4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_V [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	0,079	28,320	1	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	0,079	33,906	1	OK
Betonkantenbruch, Richtung x-**	0,158	20,892	1	OK

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

1.4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_T	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
35,400	1,000	35,400	1,250	28,320	0,079

1.4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
39.672	51.984	114,0	228,0	2,780	30,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,858	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	27,943	1,500	33,906	0,079		
Gruppe Dübel-ID						
2						

1.4.3 Betonkantenbruch, Richtung x-

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
76,0	12,00	1,700	0,113	0,072	30,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
60,0	32.400	16.200				
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	α_v [°]	$\psi_{\alpha,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
1,000	1,000	90,00	2,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,835	1,0	1,500	20,892	0,158		

1.5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.3)

Stahlversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,375	0,003	2,000	15	OK

$$\beta_N^0 + \beta_V^0 \leq 1,0$$

Betonversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,989	0,008	1,000	84	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

1.7 Installationsdaten

Ankerplatte, Stahl: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$

Profil: Vierkantstahl, ; (L x B x D) = 100,0 mm x 6,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch: $d_l = 14,0 \text{ mm}$

Plattendicke (Eingabe): 10,0 mm

Bohrmethode: Hohlbohrer - automatische Reinigung (SAFEset)

Reinigungsart: Automatische Bohrlochreinigung erfolgt beim Bohren

Setting: Machine torqueing with Torque controlled cordless impact tool module

Dübeltyp und Größe: HST3 M12 hef2

Artikelnummer: 2105719 HST3 M12x115 40/20

Maximales Montagedrehmoment: 60 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 12,0 mm

Bohrlochtiefe im Untergrund: 94,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 126,0 mm

Hilti HST3 Bolzenanker mit 76 mm Verankerungstiefe, M12 hef2, Stahl galvanisiert, Installation gemäß ETA 98/0001

1.7.1 Erforderliches Zubehör**Bohren**

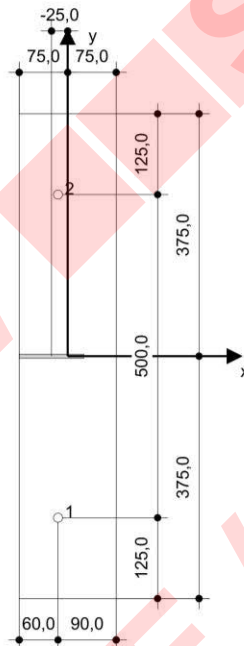
- Geeigneter Hammerbohrer
- Geeigneter Bohrer für automatische Reinigung (TE-CD/TE-YD)
- Staubsauger

Reinigen

- Zubehör nicht erforderlich

Installieren

- Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät
- Drehmomentschlüssel
- Hammer

**Koordinaten Dübel [mm]**

Dübel	x	y	c _x	c _{+x}	c _y	c _{+y}
1	-15,0	-250,0	60,0	-	-	-
2	-15,0	250,0	60,0	-	-	-

2 Überprüfung der Ankerplattensteifigkeit

2.1 Eingabedaten

Ankerplatte:	Form: Rechteck $l_x \times l_y \times t = 750,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Berechnung: Überprüfung der Ankerplattensteifigkeit Werkstoff: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Dübeltyp und -größe:	HST3 M12 hef2, $h_{ef} = 76,0 \text{ mm}$
Dübelsteifigkeit:	Der Dübel wird unter Berücksichtigung von Federsteifigkeitswerten modelliert, die anhand von einem unabhängigen Labor geprüften Lastwechselkurven ermittelt wurden. Bitte beachten Sie, dass ein einfacher Austausch des Dübels nicht möglich ist, da die Dübelsteifigkeit einen großen Einfluss auf die Lastverteilung hat.
Bemessungsverfahren:	Bemessung auf EN-Basis Verwendung der Komponenten-basierten FEM
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Keine Abstandsmontage); $t = 10,0 \text{ mm}$
Profil:	Anwenderdefiniert; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times x - x -$ Werkstoff: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Exzentrizität x: $-25,0 \text{ mm}$ Exzentrizität y: $0,0 \text{ mm}$
Untergrund:	Gerissener Beton; C30/37; $f_{c,cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 33.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 13.750,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Schweißnähte (Profil - Ankerplatte):	Art der Umverteilung: Plastisch Werkstoff: S 235
Netzweite:	Anzahl der Elemente am Rand: 8 Min. Größe des Elements: $10,0 \text{ mm}$ Max. Größe des Elements: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Klassifizierung der Ankerplatte

Für die entscheidenden Lastkombinationen werden die Ergebnisse unten angezeigt: Kombination 1

Dübel-Zugkräfte	Gleichwertige biegesteife Ankerplatte (CBFEM)	wirklichkeitsnahe Ankerplattenbemessung (CBFEM)
Dübel 1	8,621 kN	12,067 kN
Dübel 2	8,622 kN	12,066 kN

Der Anwender ist damit einverstanden, die ausgewählte Ankerplatte nach seinem technischen Urteil als biegesteif zu betrachten. Das bedeutet, dass die Bemessungsvorgaben für Dübel angewendet werden können.

2.3 Warnungen / Hinweise

- Durch die Verwendung der Funktion zur wirklichkeitsnahen Berechnung in PROFIS Engineering könnten Sie außerhalb der geltenden Bemessungsregeln arbeiten wenn Ihre vorgegebene Ankerplatte nicht biegesteif zubetrachten ist. Bitte lassen Sie die Ergebnisse von einem professionellen Planer und/oder Statiker prüfen, um die Eignung und Angemessenheit für Ihre spezifischen rechtlichen und projektspezifischen Anforderungen sicherzustellen.
- Der Dübel wird unter Berücksichtigung von Federsteifigkeitswerten modelliert, die anhand von einem unabhängigen Labor geprüften Lastwechselkurven ermittelt wurden. Bitte beachten Sie, dass ein einfacher Austausch des Dübels nicht möglich ist, da die Dübelsteifigkeit einen großen Einfluss auf die Lastverteilung hat.

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

	Lastkombination	Max. Auslastung	Status
Dübel	Kombination 1	99%	OK

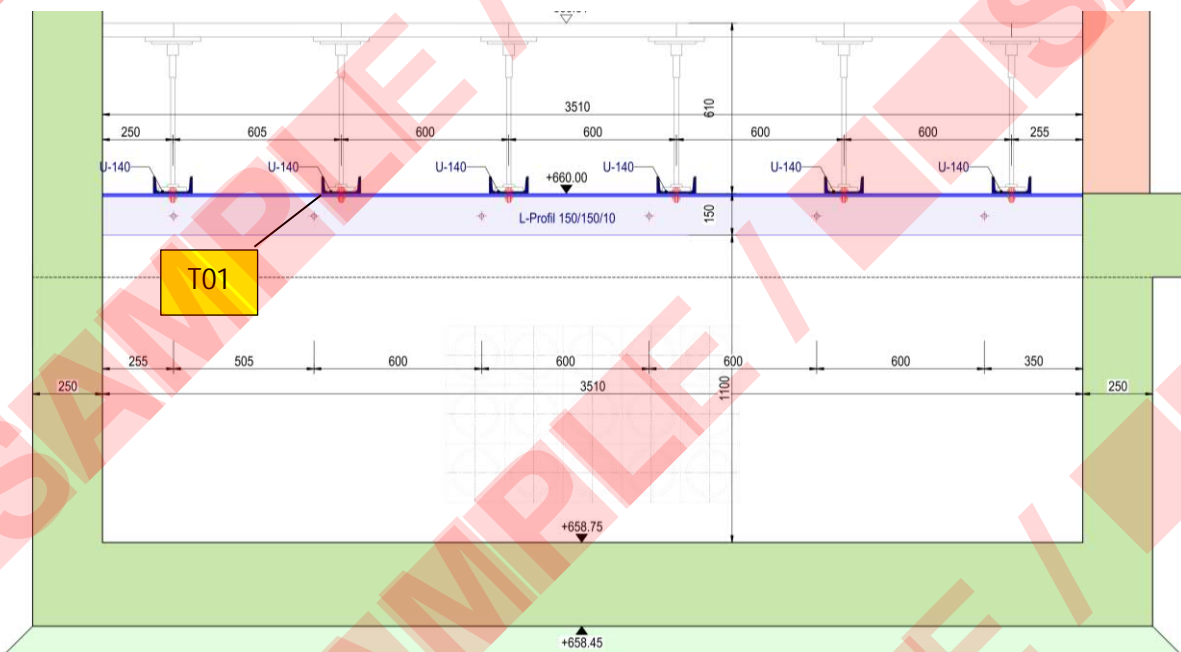
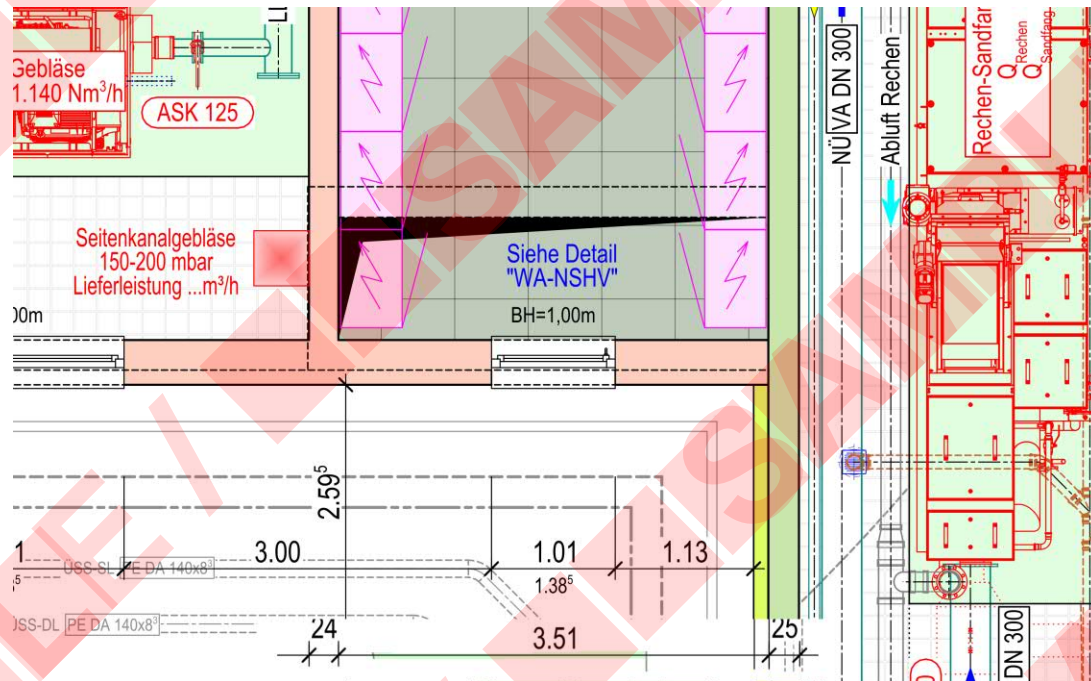
Nachweis der Verankerung: OK!

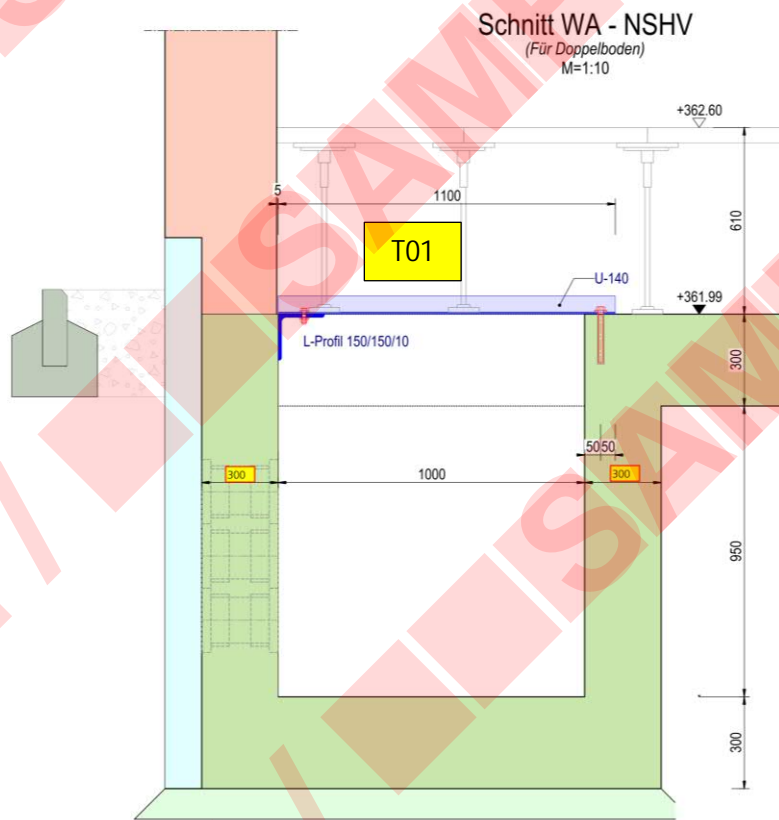
4 Hinweise; Ihre Mitwirkungsverpflichtungen

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

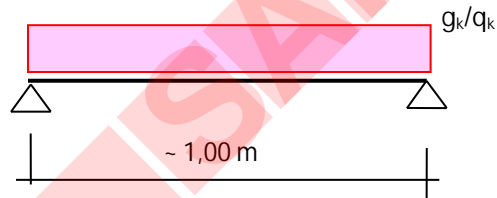
7.2. Stahlkonstruktion NSHV

Übersicht:





Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:
Maschinengebäude**Pos. T01, U140, S235****System:****Belastung:**

		Linienlast	g_k (kN/m)	q_k (kN/m)
- ständige				
$g_{k,1}$	$= 1,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,60 \text{ m}$		$= 0,60$	
- Nutzlast				
$q_{k,1}$	$= 3,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,60 \text{ m}$			$= 2,10$
		Summe:	$0,60$	$2,10$

Bemessung:

$$p_d = 1,35 \cdot (0,6 + 0,16) + 1,5 \cdot 2,10 = 4,20 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 4,20 \text{ kN/m} \cdot (1 \text{ m})^2 / 8 = 0,53 \text{ kNm}$$

$$W_{Pl,z,U140} = 28,32 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Ed} = 0,53 \text{ kNm} \cdot 10^2 / 28,32 \text{ cm}^3 = 1,85 \text{ kN/cm}^2$$

GZT: $\max \eta = 1,85/23,5 = 0,08 < 1,0 \rightarrow$ Nachweis erbracht.

$$p_{d,char.} = 1,0 \cdot (0,6 + 0,16) + 1,0 \cdot 2,10 = 2,86 \text{ kN/m}$$

$$I_{z,U140} = 62,49 \text{ cm}^4$$

$$W_{Mitte} = p_{d,char.} \cdot L^4 / 78,8 \cdot E \cdot I_z = 2,86 \text{ kN/cm} \cdot 10^{-2} \cdot (100 \text{ cm})^4 / 78,8 \cdot 21000 \text{ kN/cm}^2 \cdot 62,49 \text{ cm}^4 = 0,03 \text{ cm}$$

$$W_{lim} = 100 \text{ cm} / 300 = 0,33 \text{ cm}$$

GZG: $\max \eta = 0,03/0,33 = 0,09 < 1,0 \rightarrow$ Nachweis erbracht.

Tragwerksplanung / statische Berechnung

Bauteil / Position:
Maschinengebäude

Pos. T02, L150x10, S235

Belastung:

		Einzellast	G _k (kN)	Q _k (kN)
- aus Pos.T01				
G _{k,1}	=	(0,60 kN/m + 0,16kN/m) / 2	=	0,38
Q _{k,1}	=	2,10 kN/m / 2	=	1,05
		Summe:	0,38	1,05

Bemessung:

$$F_d = 1,35 \cdot 0,38 + 1,5 \cdot 1,05 = 2,10 \text{ kN}$$

→ die Berechnung berücksichtigt einen Abschnitt mit der Belastung aus zwei Profilen U140.

→ Berechnung siehe nachfolgende Seiten.



Hilti PROFIS Engineering 3.0.95

1 Anker Nachweise

1.1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:

HST3 M12 hef2

Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren):

50

Artikelnummer:

2105718 HST3 M12x105 30/10

Effektive Verankerungstiefe:

 $h_{ef,opti} = 70,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = 125,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 80,0 \text{ mm}$

Werkstoff:

Zulassungs-Nr.:

ETA 98/0001

Ausgestellt | Gültig:

20.07.2023 | -

Nachweis:

SOFA basierend auf EN 1992-4, mechanisch

Abstandsmontage:

 $e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 10,0 \text{ mm}$ L-Winkel^{CBFEM}: $L_1 \times L_2 \times t_{L1} \times t_{L2} \times l = 150,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 700,0 \text{ mm}$;

Lastpunkthöhe:

 $h_{pl} = 75,0 \text{ mm}$

Untergrund:

gerissener Beton, C30/37, $f_{c,cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials $\gamma_c = 1,500$

Installation:

automatisch gereinigtes Bohrloch, Installationsbed.: trocken

Bewehrung:

Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$)

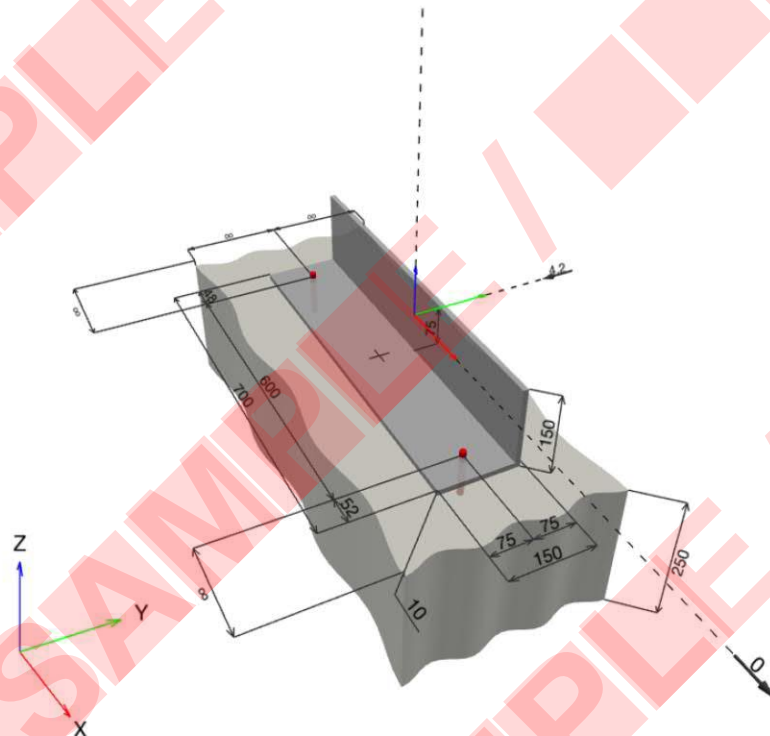
Keine Randlängsbewehrung

Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden



^{CBFEM} - Die Dübelberechnung basiert auf einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM)

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



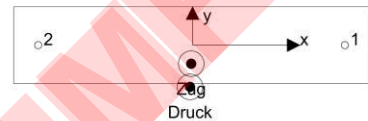
1.1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	$N = 0,000; V_x = 0,000; V_y = -4,200;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	nein	keine	21

1.2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte**Resultierende Dübelkräfte [kN]**

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	3,260	2,114	0,017	-2,114
2	3,273	2,086	-0,017	-2,086



resultierende Zugkraft in (x/y)=(-2,6/-36,3): 6,533 [kN]
 resultierende Druckkraft in (x/y)=(-5,0/-81,6): 7,509 [kN]

Die Dübelkraft wird auf Grundlage einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM) berechnet

1.3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	3,273	32,214	11	OK
Herausziehen*	3,273	16,330	21	OK
Betonversagen**	3,273	25,826	13	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

1.3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
45,100	1,400	32,214	3,273

1.3.2 Herausziehen

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
20,000	1,225	1,500	16,330	3,273

1.3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
44,100	44,100	105,0	210,0	30,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
45,3	1,568	7,700	24,700	1,500	25,826	3,273
Gruppe Dübel-ID						
2						

1.4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_V [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	2,114	28,320	8	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	2,114	45,777	5	OK
Betonkantenbruch, Richtung **	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

1.4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
35,400	1,000	35,400	1,250	28,320	2,114

1.4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_s	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
44,100	44,100	105,0	210,0	2,780	30,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	24,700	1,500	45,777	2,114		

Gruppe Dübel-ID
1**1.5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.3)**

Stahlversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,101	0,075	2,000	2	OK

$$\beta_N^a + \beta_V^a \leq 1,0$$

Betonversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,200	0,046	1,500	10	OK

$$\beta_N^a + \beta_V^a \leq 1,0$$

1.6 Warnungen / Hinweise

- Die Bemessungsmethoden in PROFIS Engineering erfordern starre, unter Belastung eben bleibende Ankerplatten nach den geltenden Vorschriften (ETAG 001 / Anhang C, EOTA TR029 usw.). Dies bedeutet, dass die Lastverteilung auf die Anker aufgrund elastischer Verformungen der Ankerplatte nicht berücksichtigt wird - die Ankerplatte wird als ausreichend steif angenommen, um unter Belastung stets eben zu bleiben. PROFIS Engineering berechnet die minimal erforderliche Ankerplattenstärke mit CBFEM, um die Spannung der Ankerplatte auf der Grundlage der oben erläuterten Annahmen zu begrenzen. Der Nachweis der Gültigkeit der starren Grundplattenannahme erfolgt nicht durch PROFIS Engineering. Die Eingabedaten und Ergebnisse müssen auf Übereinstimmung mit den vorhandenen Bedingungen und auf Plausibilität geprüft werden!
- Die Lasteinleitung in den Untergrund muss gewährleistet sein gemäß EN 1992-4, Anhang A.
- Sofern in der entsprechenden ETA nicht anders angegeben, ist die Bemessung nur gültig, solange der Durchmesser des Loches in der Ankerplatte kleiner ist als die Werte in Tabelle 6.1 der Norm EN 1992-4. Für größere Durchmesser der Durchgangslöcher siehe Abs. 6.2.2 der Norm EN 1992-4.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.
- Zur Bestimmung des $\psi_{re,v}$ (Betonkantenbruch) wird die in den Bemessungseinstellungen definierte Mindestbetondeckung als Betondeckung der Randbewehrung verwendet.
- Die Lastübertragung von der Zusatzbewehrung auf das tragende Bauteil ist vom zuständigen Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Stellen Sie mit zusätzlicher Bewehrung und nachträglich installierten Dübeln sicher, dass die Bewehrungsstäbe auf der Baustelle nicht durchgebohrt werden.
- Die Dübelbemessungsverfahren in PROFIS Engineering erfordern starre Ankerplatten gemäß den geltenden Vorschriften (AS 5216:2018, ETAG 001/Anhang C, EOTA TR029 usw.). Dies bedeutet, dass die Ankerplatte ausreichend steif sein sollte, um eine Lastverteilung auf die Dübel durch elastische/plastische Verschiebungen zu verhindern. Der Anwender akzeptiert, dass die Ankerplatte durch technische Beurteilung als nahezu starr betrachtet wird."
- Die charakteristischen Verbundspannungswerte sind abhängig von der Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren): 50

1.7 Installationsdaten

L-Winkel: $L_1 \times L_2 \times t_{L1} \times t_{L2} \times l = 150,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 700,0 \text{ mm}$; Stahl: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 Durchmesser Durchgangsloch: $d_i = 14,0 \text{ mm}$
 Plattendicke (Eingabe): $10,0 \text{ mm}$

Bohrmethode: Hohlbohrer - automatische Reinigung (SAFEset)
 Reinigungsart: Automatische Bohrlochreinigung erfolgt beim Bohren
 Setting: Machine torqueing with Torque controlled cordless impact tool module

Hilti HST3 Bolzenanker mit 70 mm Verankerungstiefe, M12 hef2, Stahl galvanisiert, Installation gemäß ETA 98/0001

Dübeltyp und Größe: HST3 M12 hef2

Artikelnummer: 2105718 HST3 M12x105 30/10

Maximales Montagedrehmoment: 60 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 12,0 mm

Bohrlochtiefe im Untergrund: 88,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 120,0 mm

1.7.1 Erforderliches Zubehör**Bohren**

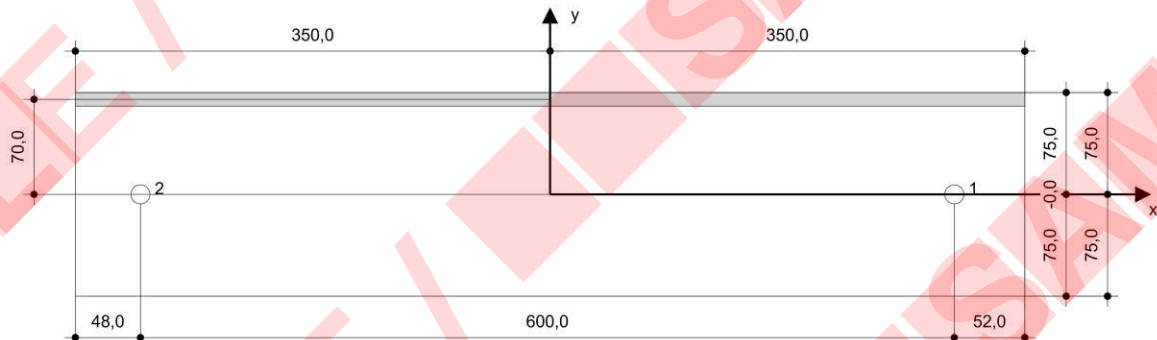
- Geeigneter Hammerbohrer
- Geeigneter Bohrer für automatische Reinigung (TE-CD/TE-YD)
- Staubsauger

Reinigen

- Zubehör nicht erforderlich

Installieren

- Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät
- Drehmomentschlüssel
- Hammer

**Koordinaten Dübel [mm]**

Dübel	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	298,0	-0,0	-	-	-	-
2	-302,0	0,0	-	-	-	-

1.8 Bohren und Setzen**HST3 (-R) subject to:**

	Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*		TE2(-A) – TE30(-A)		TE40 – TE70			
Diamond core drilling*		DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*		Setting tool HS-SC					
Hollow drill bit drilling*						TE-CD, TE-YD	
Seismic Set/ Filling Set**		Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)					
Impact Wrench and Adaptive Torque Module		Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22					

*Installation methods provided in ETA-98/0001

**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture.
 No annular gap, double design resistance (agap=1)

2 Überprüfung der Ankerplattensteifigkeit

2.1 Eingabedaten

Ankerplatte:	Fixpunkt-Winkel: Höhe = 150,0 mm, Breite = 150,0 mm, Dicke = 10,0 mm, Länge = 700,0 mm Berechnung: Überprüfung der Ankerplattensteifigkeit Werkstoff: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Dübeltyp und -größe:	HST3 M12 hef2, $h_{ef} = 70,0 \text{ mm}$
Dübelsteifigkeit:	Der Dübel wird unter Berücksichtigung von Federsteifigkeitswerten modelliert, die anhand von einem unabhängigen Labor geprüften Lastwechselkurven ermittelt wurden. Bitte beachten Sie, dass ein einfacher Austausch des Dübels nicht möglich ist, da die Dübelsteifigkeit einen großen Einfluss auf die Lastverteilung hat.
Bemessungsverfahren:	Bemessung auf EN-Basis Verwendung der Komponenten-basierten FEM
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Keine Abstandsmontage); $t = 10,0 \text{ mm}$
Untergrund:	Gerissener Beton; C30/37; $f_{c,cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 33.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 13.750,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Netzweite:	Anzahl der Elemente am Rand: 8 Min. Größe des Elements: 10,0 mm Max. Größe des Elements: 50,0 mm

2.2 Klassifizierung der Ankerplatte

Für die entscheidenden Lastkombinationen werden die Ergebnisse unten angezeigt: Kombination 1

Dübel-Zugkräfte	Gleichwertige biegesteife Ankerplatte (CBFEM)	wirklichkeitsnahe Ankerplattenbemessung (CBFEM)
Dübel 1	2,928 kN	3,260 kN
Dübel 2	2,889 kN	3,273 kN

Der Anwender ist damit einverstanden, die ausgewählte Ankerplatte nach seinem technischen Urteil als biegesteif zu betrachten. Das bedeutet, dass die Bemessungsvorgaben für Dübel angewendet werden können.

2.3 Warnungen / Hinweise

Durch die Verwendung der Funktion zur wirklichkeitsnahen Berechnung in PROFIS Engineering könnten Sie außerhalb der geltenden Bemessungsregeln arbeiten wenn Ihre vorgegebene Ankerplatte nicht biegesteif zu betrachten ist. Bitte lassen Sie die Ergebnisse von einem professionellen Planer und/oder Statiker prüfen, um die Eignung und Angemessenheit für Ihre spezifischen rechtlichen und projektspezifischen Anforderungen sicherzustellen.

Der Dübel wird unter Berücksichtigung von Federsteifigkeitswerten modelliert, die anhand von einem unabhängigen Labor geprüften Lastwechselkurven ermittelt wurden. Bitte beachten Sie, dass ein einfacher Austausch des Dübels nicht möglich ist, da die Dübelsteifigkeit einen großen Einfluss auf die Lastverteilung hat.

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

	Lastkombination	Max. Auslastung	Status
Dübel	Kombination 1	21%	OK

Nachweis der Verankerung: OK!

4 Hinweise; Ihre Mitwirkungsverpflichtungen

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