



Projekt/progetto:

**UMFAHRUNG VAHRN  
BAUARBEITEN OHNE ANSCHLUSS BRIXEN NORD  
CIRCONVALLAZIONE VARNA  
OPERE CIVILI SENZA COLLEGAMENTO BRESSANONE NORD**

**AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO**

2	01.10.2018	Lizenznummer/ Estremi licenza d'uso	T. Ungerer	G. Fischnaller	G. Fischnaller
1	10.08.2018	Materialkennwerte/ Parametri materiali	T. Ungerer	G. Fischnaller	G. Fischnaller
0	22.01.2016	erste Ausgabe / prima edizione	K.S. / R.F.	M.R.	C.K.
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigeg./approv.

Auftraggeber:

**AUTONOME PROVINZ BOZEN  
Abteilung Tiefbau  
Amt für Straßenbau Nord/Ost**

Committente:

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO  
Ripartizione infrastrutture  
Ufficio tecnico strade nord/est**

Dokumenttitel:

**TUNNEL RASTSTATION  
NORDPORTAL  
STATISCHE BERECHNUNG**

Titolo del documento:

**GALLERIA AUTOGRILL  
PORTALE NORD  
CALCOLI STATICI**



PLANUNGSGRUPPE

ILF - EUT

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

c/o EUT Engineering GmbH  
Dantestraße 134, 39042 Brixen

Tel. +39 0472 272400  
E-mail: info@eut.bz.it

c/o EUT Engineering srl  
Via Dante 134, 39042 Bressanone



Dokument/documento:

BV-S-705

Einlage Nr./allegato n.:

**6-5**

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GEOMETRIE</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>BAUGRUND</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>STATISCHES MODELL</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>4</b>
<b>4.2</b>	<b>Herkunft und Charakteristik der Berechnungsmethode</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>BELASTUNGEN</b>	<b>6</b>
<b>5.1</b>	<b>Eigengewicht</b>	<b>6</b>
<b>5.2</b>	<b>Erdlasten</b>	<b>6</b>
<b>5.3</b>	<b>Lasten aus zukünftiger Überbauung</b>	<b>6</b>
<b>5.4</b>	<b>Verkehrslasten auf der Decke</b>	<b>7</b>
<b>5.5</b>	<b>Temperaturbeanspruchung</b>	<b>7</b>
<b>5.6</b>	<b>Brand</b>	<b>7</b>
<b>5.7</b>	<b>Erdbeben</b>	<b>8</b>
<b>5.8</b>	<b>Schnee</b>	<b>8</b>
<b>5.9</b>	<b>Sonstige Lasten</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>BAUSTOFFE</b>	<b>9</b>
<b>6.1</b>	<b>Beton</b>	<b>9</b>
<b>6.2</b>	<b>Betonstahl</b>	<b>9</b>
<b>6.3</b>	<b>Bemessung</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>HERSTELLUNGSHINWEISE</b>	<b>10</b>
<b>7.1</b>	<b>Herstellungsreihenfolge des Portalblocks</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>10</b>

## 1 ALLGEMEINES

Im Bereich der Raststation Plose wird die Umfahrung Vahrn (SS12) von km 3+261 bis km 3+516 in einem Tunnel in Deckelbauweise und Offener Bauweise mit einer Gesamtlänge von 255 m geführt. Die Tunneltrasse führt nahe der Autobahn A22 vorbei und befindet sich teilweise direkt unter der Verkehrsfläche der Autobahnraststation Plose. Eine schon bestehende Zubringerstraße zur Raststation wird im Endzustand über die Tunneltrasse geführt.

Um den Parkplatzbetrieb der Raststation nicht zu sehr zu beeinträchtigen, wird von km 3+285 (24 m nach dem Südportal) bis km 3+381 auf eine Länge von 96 m der Tunnel in Deckelbauweise (Bohrpfahlwände mit Deckel) hergestellt. Die Portale, der 12 m lange Aufweitungsblock im Süden und der weitere Tunnel von km 3+381 bis 3+509 (128 m) werden in Offener Bauweise (geschalter Kastenquerschnitt) errichtet.

Der Tunnel befindet sich im Aufschüttungskegel der Autobahn A22 und der Autobahnraststation Plose. Er wird im Endzustand größtenteils mit ca. 3,5 m Überdeckung eingeschüttet.

Zwischen ca. km 3+375 und ca. km 3+450 ist talseitig zur Einschüttung des Tunnelbauwerkes eine Steinschlichtung mit einer Höhe bis zu 8,30 m erforderlich.

Dieses Statikdokument behandelt das Nordportal des Tunnels (Block 22).

Durch die nahe Lage zur Autobahnraststation werden für die Herstellung der Baugrube Baugrubensicherungen in Form von Nagel- und Bohrpfahlwänden erforderlich. Diese Verbaumaßnahmen, die Deckelbauweise, das Südportal und die Flügelwände werden in gesonderten Dokumenten behandelt und sind nicht Teil dieser Dimensionierung.

## 2 GEOMETRIE

Der lichte Querschnitt des Tunnels ist definiert durch eine lichte Höhe über FOK von 5,56 m in Tunnelachse und einer lichten Weite von 10,70 m, welche sich aus einer Fahrbahnbreite von 8,50 m und beidseitigen erhöhten Seitenstreifen von je 1,10 m Breite zusammensetzt.

Der Portalblock besteht im Wesentlichen aus einem Kastenquerschnitt mit einem Aufweitungsbereich und ist 7 m lang. Die Offene Bauweise wird üblicherweise mit Hilfe eines Schalwagens errichtet. Vorlaufend wird die 80 cm starke Bodenplatte armiert und betoniert. Danach werden die 80 cm starken Wände und Tragwerksdecke hergestellt.

Im Bereich der Aufweitung verjüngen sich die Bauteildicken vom Kastenquerschnitt ausgehend bis zur Portalstation hin. Auf der Stirnseite des Aufweitungsbereichs ist ein 30/30 cm großer Portalkranz angeordnet.

Die Wände des Aufweitungsbereiches sind oben und unten mit windschiefen Geraden begrenzt, wodurch die Wandfläche zu einem Hyperboloid wird. Die Bodenplatte wird im Grundriss bündig bis zur Portalstation geführt.

Die Fugen des Portalblocks zum anschließenden Tunnelblock werden als Bewegungsfugen mit Fugeneinlage und Dehnfugenbändern ausgebildet. Die an die Portalblöcke anschließenden, bautechnisch getrennten, Flügelwände werden in einem gesonderten Dokument behandelt.

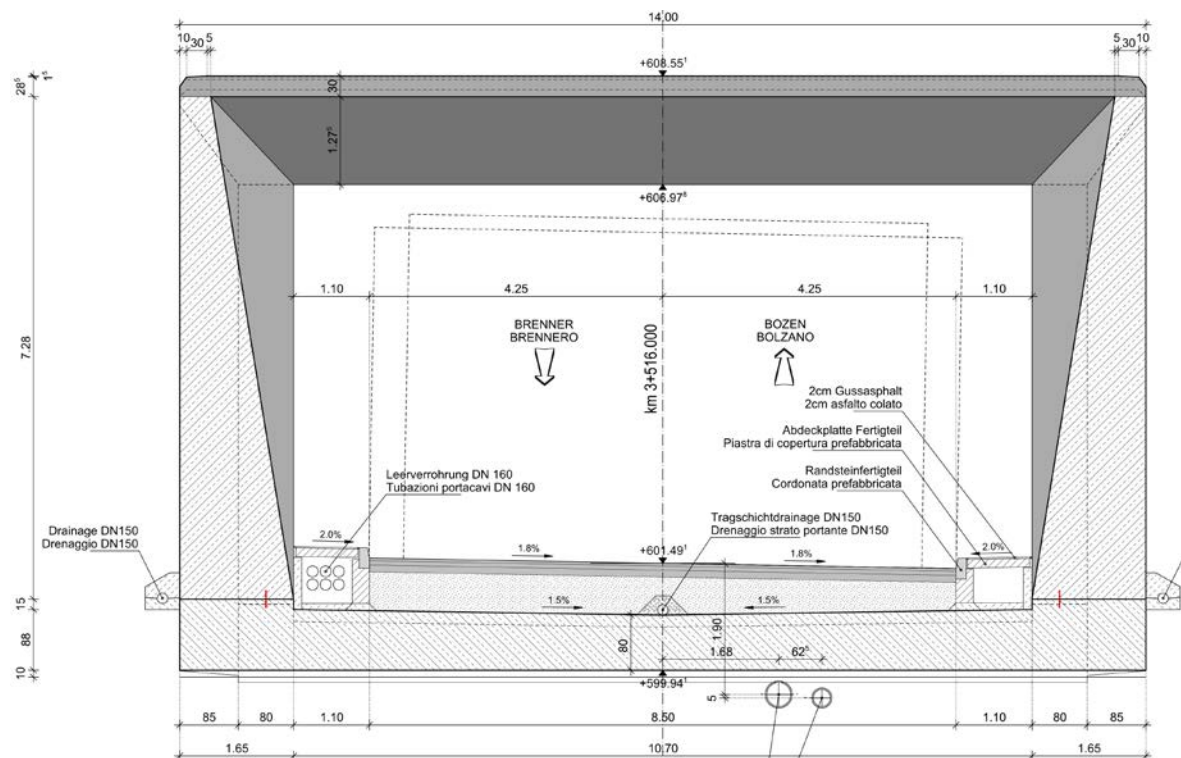


Abbildung 1: Ansicht Nordportal



### 3 BAUGRUND

Die Tunneltrasse liegt über die gesamte Länge im Aufschüttungsmaterial der Autobahn A22. Laut dem geotechnischen Bericht (vom 28.04.2006) ist in diesem Bereich kein Grundwasser zu erwarten. Versickernde Oberflächenwässer haben keinen Einfluss auf den Untergrund. Die Sohle liegt auf Murschutt auf.

Fazies			Aufschüttung	Murschutt	Übergangsfazies	Seesedimente
Bodenart			steinige Kiese	sandig steinige Kiese	schluffige Sande stark veränderlich	Schluffe
Bodenart ÖN B4401			X,G,s	G,S,u bis G,s,u	S,u* bis S,u*,t	U,t'
Lagerung			mitteldicht	mitteldicht bis dicht	mitteldicht	steif bis halbfest (örtlich weich)
Wichte, feucht	$\gamma$	kN/m³	22,0	22,0	21,0	20,0
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$	kN/m³	13,0	13,0	12,0	10,0
Reibungswinkel, drainiert	$\phi'$	Grad	35,0	35,0	30,0	27,0
Kohäsion, drainiert	$c'$	kN/m²	0,0	0,0	0,0	10,0
Kohäsion, undrainiert	$c_u$	kN/m²	0,0	0,0	0,0	30,0
Steifemodul	$E_{min}$	MN/m²	50	70	30	30
	$E_{max}$		80	100	60	60

#### Konstruktionsabhängige Kennwerte

Ortbetonpfähle						
Pfahlmantelreibung	$\tau_{mgrenz}$	MN/m²	0,12	0,12	0,03	0,03
Spitzendruck bei Pfahlkopfaetzung s/D= 0,02	$\sigma_{sgrenz}$	MN/m²	1,50	1,50	0,30	0,30
Vorspannanker						
Vorspannanker Grenzkraft *)	$T_{grenz}$	KN/m	170,00	170,00	100,00	120,00 **)

\*\*) Werte im Schluff mit Nachverpressen

\*) Haftstrecke ca. 8-10 m und Durchmesser der Ankerbohrung 150mm

Tabelle 1: Bodenkennwerte aus geotechnischem Bericht (vom 28.04.2006)

## 4 STATISCHES MODELL

### 4.1 Allgemeines

Die statischen Berechnungen des Portalblocks erfolgen mit einem dreidimensionalen Faltwerk (INFOGRAPH).

Die Lastabtragung in den Untergrund erfolgt über eine gebettete Bodenplatte.

Der Portalblock B22 (km 3+509 bis km 3+516) hat eine beidseitige Einschüttung mit einer maximalen Höhe von 0,75 m, die Richtung Nordosten (rechts) mit ca. 15 bis 20° abfällt.

Zum Portalkranz hin wird ein Wall mit einer maximalen Höhe von 1,80 m über der Oberkante der Portaldecke aufgeschüttet.

### 4.2 Herkunft und Charakteristik der Berechnungsmethode

#### Durchgeführte Analysen:

Tragwerksanalysen:

Statisch linear: ja

Statisch nicht linear: nein

#### Verwendete Software:

INFOGRAPH v.15.1.a, Lizenz Nr. 74551-B, Kundennummer 240745

Hersteller / Vertrieb INFOGRAPH GmbH, Aachen (Deutschland)

DIE Baustatik v.184, Lizenz Nr. 29535

Hersteller / Vertrieb DIE CAD und Statik Software GmbH, Oberhausen (Deutschland)

#### Zuverlässigkeit der verwendeten Berechnungsmethoden

Ein aufmerksames Studium der Softwaredokumentation hat die Verlässlichkeit und Geeignetheit der verwendeten Programme im gegenständlichen Fall gezeigt. Die von den Herstellern gelieferte Softwaredokumentation enthält ausreichende Informationen zu den theoretischen Grundlagen und den verwendeten Berechnungslogarithmen, zu den Anwendungsbereichen und zu nachvollziehbaren Fallbeispielen. Die Zuverlässigkeit der Berechnungsmethoden wurde über eine aussagekräftige Anzahl von Probebemessungen mit Vergleich von bereits realisierten technischen Lösungen überprüft.

### **Validierung der Berechnungsmethoden**

Aufgrund der Einfachheit der tragenden Bauteile und der durchgeführten Kontrollen war die Nachberechnung mit alternativen Berechnungsprogrammen nicht erforderlich. Die wesentlichen Berechnungsschnitte wurden per Hand verifiziert.

## 5 BELASTUNGEN

### 5.1 Eigengewicht

Die Eigenlast wird mit  $\gamma_{\text{Beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

### 5.2 Erdlasten

Die Erdlasten ergeben sich aus den angegebenen Bodenkennwerten für den in Anlage 1 angegebenen Schichtenaufbau.

Zur Bemessung wird der Erdruchedruck als maximaler und der aktive Erddruck als minimaler seitlicher horizontal wirkender Erddruck auf die Wände des Portalblocks angesetzt.

Zur Ermittlung der Erddruckbeiwerte werden nachfolgende Parameter (Aufschüttmaterial) berücksichtigt:

$$\varphi = 35^\circ$$

$$c = 0$$

$$\delta = 0^\circ \text{ bzw. } -\varphi/2$$

$$\beta = 0^\circ \text{ bzw. } -20^\circ$$

Es ergeben sich somit die nachfolgenden Erddruckbeiwerte:

$$\text{aktiver Erddruck} \quad k_{ah} = 0,271 \text{ bzw. } 0,230 (\beta = -20^\circ)$$

$$\text{Erdruchedruck} \quad k_0 = 0,426$$

$$\text{passiver Erddruck} \quad k_{ph} = 2,467 (\delta = -\varphi/2, \beta = -20^\circ)$$

$$p_v = 60 \text{ kN/m}^2 \text{ (3-stöckiges Gebäude mit } 20 \text{ kN/m}^2 \text{ pro Geschoß), siehe Abschnitt 5.3}$$

$$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$$

### 5.3 Lasten aus zukünftiger Überbauung

Für die Überbauung werden gemäß der Vorgabe der Autobahngesellschaft 3-geschoßige Gebäude berücksichtigt, die statisch mit  $20 \text{ kN/m}^2$  und Geschoß angesetzt werden.

Auf der Geländeoberfläche werden somit als ständig wirkende Lasten von  $60 \text{ kN/m}^2$  in jeweils ungünstiger Laststellung (links, Mitte, rechts und kombiniert) angesetzt.

Es wird davon ausgegangen, dass die zukünftige Bebauung einen minimalen Abstand von  $3,00 \text{ m}$  vom Portalkranz hat.

## 5.4 Verkehrslasten auf der Decke

Als Verkehrslast wird das Lastmodell LM1 verwendet. Berücksichtigt wird dabei ein 3 m breiter Fahrstreifen mit einer Verkehrslast von 2x300 kN-Doppelachse (Tandem-System TS) und gleichzeitig wirkenden 9 kN/m<sup>2</sup> und ein weiterer Fahrstreifen mit Verkehrslast 2x200 kN-Doppelachse und 2,5 kN/m<sup>2</sup>.

Die vertikalen Lastausbreitungswinkel werden mit 30° in der mit mindestens 0,75 m berücksichtigten Einschüttung und 45° in der im Mittel 1,20 m starken Decke angesetzt.

Für die Ermittlung der vertikalen Verkehrsbelastung als Flächenlast auf der Tunneldecke ergibt sich in Höhe der Deckenachse für die Doppelachsen mit einem Radabstand von 2 m und einem Achsabstand von 1,20 m somit eine Belastungsbreite von 4,5 m ( $\approx 2,4 + 2 \times (0,75 \times \tan 30^\circ + 1,20/2)$ ) auf einer Belastungslänge von 3,7 m ( $\approx 1,6 + 2 \times (0,75 \times \tan 30^\circ + 1,20/2)$ ).

Die verteilte Belastung ermittelt sich aus den Doppelachsen zu 60,1 kN/m<sup>2</sup> ( $\approx 2 \times (300 + 200) / (4,5 \times 3,7)$ ) und für die gleichmäßig verteilte Last zu 6,8 kN/m<sup>2</sup> ( $((9,0 + 2,5) \times 3,0 / (3,0 + 2 \times (0,75 \times \tan 30^\circ + 0,60)))$ ).

Die Belastung (66,9 kN/m<sup>2</sup>) aus dem Verkehr ist in etwa gleich groß als die angesetzte Last aus der Überbauung (60 kN/m<sup>2</sup>) und tritt im Vergleich dazu nur lokal begrenzt auf. Sie wird daher für den Hauptteil des Portalblocks nicht weiter eigens berücksichtigt.

Es wird davon ausgegangen, dass die zukünftige Straßenführung einen minimalen Abstand von 3,00 m vom Portalkranz hat. Im Bereich von 3,00 m bis zum Portalkranz wird eine Verkehrslast von 15 kN/m<sup>2</sup> berücksichtigt.

## 5.5 Temperaturbeanspruchung

Es wird mit einer Temperaturdifferenz in der Decke über die Querschnittsdicke von  $\pm 10$  K gerechnet, d.h. es kann im Fahrbereich entweder 10 K kälter oder 10 K wärmer sein als im erdseitigen Bereich.

## 5.6 Brand

Für den Lastfall Brand werden keine Belastungen angesetzt, sondern konstruktive Maßnahmen vorgesehen. Laut Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke“ der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik vom Juli 2005, Pkt. 5.6.2 Brandschutzbekleidung, ist bei Verwendung von Betonen mit Polypropylenfasern eine Mindeststärke des Faserbetons von 20 cm vorzusehen. Diese wird an der Unterseite der Decke des Kastenquerschnittes angeordnet. In den Portalbereichen wird auf die Anordnung der Faserbetonschicht verzichtet.

## **5.7 Erdbeben**

Es werden keine Erdbebenlasten angesetzt, da sie bei eingeschütteten Bauwerken nur eine untergeordnete Rolle spielen und die Provinz Bozen als Erbebenzone 4 klassifiziert wird.

Für einen Nachweis der Vernachlässigbarkeit sei hier auf die statische Berechnung des Tunnels Vahrn (BV-S-723) verwiesen.

## **5.8 Schnee**

Die Provinz Bozen bzw. das Gemeindegebiet von Vahrn liegt lt. EN 1991-1-3:2003 in der Schneelastzone 4,5. Die Schneeregellast beträgt somit 2,0 kN/m². Da die anzusetzende Verkehrslast (bzw. Last aus der Überbauung) deutlich über der Schneelast liegt und ein gleichzeitiges Auftreten von Schnee und Verkehrslast auszuschließen ist, wird die Schneelast nicht weiter berücksichtigt.

## **5.9 Sonstige Lasten**

Sonstige Lasten, wie z. B. Kriechen, Schwinden, Anpralllasten sowie Lasten aus Wartung und Unterhalt werden aufgrund des konservativen Ansatzes der Hauptlasten nicht angesetzt. Sie schließen sich außerdem zum Teil mit den angesetzten Lasten aus.

## 6 BAUSTOFFE

### 6.1 Beton

Decke, Wände C 30/37 / XC3 / XD1 / XF2 / XA1

Bodenplatte C 30/37 / XC2

### 6.2 Betonstahl

Es wird Bewehrungsstahl der Güte B450C der Berechnung zugrunde gelegt. Die Fließgrenze beträgt  $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ .

### 6.3 Bemessung

Die Stahlbetonbemessung erfolgt nach EN 1992-2.

Die Sicherheiten bei der Einwirkung sind:

Ständige Lasten 1,35

Verkehrslasten 1,50

Auf der Widerstandsseite werden verwendet:

Beton 1,50

Betonstahl 1,15

Zur Rissesicherung in Längsrichtung (Zwang aus abfließender Hydratationswärme) werden Ø20/15 eingelegt (Berechnung siehe Anhang).

## **7 HERSTELLUNGSHINWEISE**

### **7.1 Herstellungsreihenfolge des Portalblocks**

In der statischen Berechnung wurde von folgender Herstellungsreihenfolge ausgegangen:

- Aushub Baugrube inklusive Sicherungsmaßnahmen
- Herstellung Bodenplatte
- Herstellung der Wände
- Herstellung der Decke unter Berücksichtigung der Überhöhung
- Herstellung der Flügelwände
- Herstellung der Abdichtung
- Lageweise symmetrische Verfüllung

## **8 ERGEBNISSE**

Die Ergebnisse der Berechnungen können dem Anhang entnommen werden.





Projekt/progetto:

**UMFAHRUNG VAHRN  
BAUARBEITEN OHNE ANSCHLUSS BRIKEN NORD  
CIRCONVALLAZIONE VARNA  
OPERE CIVILI SENZA COLLEGAMENTO BRESSANONE NORD**

**AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO**

1	10.08.2018	Materialkennwerte/ Parametri materiali	T. Ungerer	G. Fischnaller	G. Fischnaller
0	22.01.2016	erste Ausgabe / prima edizione	K.S. / R.F.	M.R.	C.K.
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigeg./approv.

Auftraggeber:

**AUTONOME PROVINZ BOZEN  
Abteilung Tiefbau  
Amt für Straßenbau Nord/Ost**

Committente:

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO  
Ripartizione infrastrutture  
Ufficio tecnico strade nord/est**

Dokumenttitel:

**TUNNEL RASTSTATION  
NORDPORTAL  
STATISCHE BERECHNUNG**

Titolo del documento:

**GALLERIA AUTOGRILL  
PORTALE NORD  
CALCOLI STATICI**



PLANUNGSGRUPPE

ILF - EUT

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

c/o EUT Engineering GmbH  
Dantestraße 134, 39042 Brixen

Tel. +39 0472 272400  
E-mail: info@eut.bz.it

c/o EUT Engineering srl  
Via Dante 134, 39042 Bressanone

Dokument/documento:

BV-S-705

Einlage Nr./allegato n.:

**6-5**

## IINDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GEOMETRIA</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>TERRENO DI FONDAZIONE</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>SISTEMA STATICO</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Generalità</b>	<b>4</b>
<b>4.2</b>	<b>Origine e caratteristiche dei metodi di calcolo</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b>	<b>6</b>
<b>5.1</b>	<b>Peso proprio</b>	<b>6</b>
<b>5.2</b>	<b>Spinta delle terre</b>	<b>6</b>
<b>5.3</b>	<b>Carichi per future opere sopra la galleria</b>	<b>6</b>
<b>5.4</b>	<b>Carichi mobili</b>	<b>7</b>
<b>5.5</b>	<b>Temperatura</b>	<b>7</b>
<b>5.6</b>	<b>Incendio</b>	<b>7</b>
<b>5.7</b>	<b>Evento sismico</b>	<b>8</b>
<b>5.8</b>	<b>Carico neve</b>	<b>8</b>
<b>5.9</b>	<b>Ulteriori carichi</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>9</b>
<b>6.1</b>	<b>Calcestruzzo</b>	<b>9</b>
<b>6.2</b>	<b>Acciaio di armatura</b>	<b>9</b>
<b>6.3</b>	<b>Dimensionamento</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>INDICAZIONI ESECUTIVE</b>	<b>10</b>
<b>7.1</b>	<b>Fasi realizzative dei conci di imbocco</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>10</b>

## 1 GENERALITÀ

Nel tratto dell'area di servizio Plose, tra il km 3+261 e km 3+516, la circonvallazione di Varna (SS12) si sviluppa in galleria (galleria con metodo "cut and cover" e galleria artificiale) per una lunghezza complessiva di 255 m. Il tracciato della galleria è adiacente all'Autostrada A22 e sottopassa, in parte, direttamente l'area di servizio Plose. A lavori ultimati, l'accesso già esistente all'area di servizio passerà sopra la galleria.

Al fine di non interferire con l'area di parcheggio della stazione di servizio la galleria, tra il km 3+285 (24 m dopo il portale sud) e il km 3+381, viene realizzata con il sistema cut and cover (paratia di pali trivellati e soletta) per una lunghezza complessiva di 96 m. Il concio del portale sud di 12 m e il restante tratto in galleria, tra il km 3+381 e 3+509 (128 m), sarà realizzato come normale galleria artificiale.

La galleria viene a trovarsi in corrispondenza del rilevato dell'Autostrada A22 e dell'area di servizio Plose e a lavori ultimati sarà quasi completamente ritombata per un'altezza di ca. 3,5 m.

Nel tratto tra le prog. km 3+375 e km 3+450 è necessario prevedere un muro in sassi di altezza fino a 8,30m per il rinterro della galleria sul lato valle.

Il presente documento contiene i calcoli statici del portale all'imbocco nord della galleria (blocco 22)

La vicinanza dell'opera all'area di servizio autostradale rende necessario il ricorso ad interventi di consolidamento dello scavo con pareti chiodate e paratie di pali trivellati. Detti interventi di sostegno, assieme al tratto in galleria artificiale metodo "cut and cover", al portale dell'imbocco sud e ai muri d'ala, sono oggetto di documenti separati e non costituiscono pertanto parte della presente relazione.

## 2 GEOMETRIA

L'altezza libera in asse galleria è di 5,56 m sopra il piano viabile, mentre la larghezza libera è di 10,70 m, che si compone dalla carreggiata di 8,50 m e dai marciapiedi di 1,10 m previsti su ambo i lati.

I conci del portale (imbocco) sostanzialmente hanno una sezione rettangolare con una zona di allargamento ed è lungo 7 m. La galleria artificiale sarà costruita normalmente con l'impiego di sistemi di cassetta. In una prima fase vengono armate e gettate le platee di fondazione di spessore 80 cm, mentre nella seconda fase vengono realizzati i singoli conci (muri e soletta) della galleria.

Nella zona di allargamento gli elementi costruttivi si restringono a partire dalla sezione regolare fino al punto di imbocco. Il coronamento sulla parte frontale del portale ha le dimensioni 30/30 cm.

I muri del tratto di allargamento sono delimitati da linee rette inclinate in modo che le pareti formano un iperboloide. La platea di fondo in pianta viene portata a filo della stazione di imbocco.

I giunti tra il portale e l'adiacente blocco (concio) della galleria vengono sigillati con inserti e nastri waterstop. I muri d'ala adiacenti all'concio di imbocco, però staticamente distaccati dallo stesso, sono riportati in un altro documento.

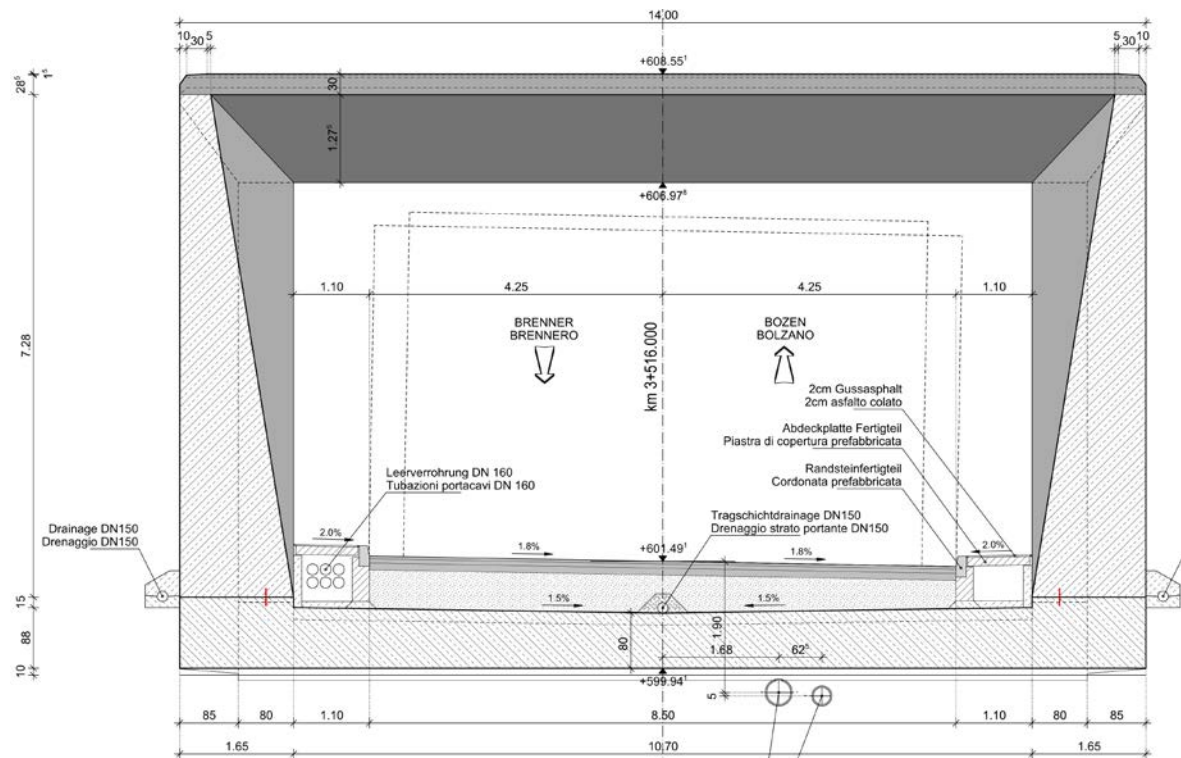


Illustrazione 1: Vista imbocco nord

### 3 TERRENO DI FONDAZIONE

Il tracciato della galleria viene a trovarsi, per l'intera lunghezza, sul materiale di riporto dell'Autostrada A22. Stando ai dati desunti dalla relazione geotecnica (dd. 28.04.2006) la zona non è interessata dalla presenza di acqua di falda. L'infiltrazione di acque superficiali non ha alcuna influenza sul sottosuolo. La platea di fondo poggia su depositi di debris.

Fazies			Aufschüttung	Murschutt	Übergangsfazies	Seesedimente
Bodenart			steinige Kiese	sandig steinige Kiese	schluffige Sande stark veränderlich	Schluffe
Bodenart ÖN B4401			X,G,s	G,S,u bis G,s,u	S,u* bis S,u*,t	U,t'
Lagerung			mitteldicht	mitteldicht bis dicht	mitteldicht	steif bis halbfest (örtlich weich)
Wichte, feucht	$\gamma$	kN/m³	22,0	22,0	21,0	20,0
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$	kN/m³	13,0	13,0	12,0	10,0
Reibungswinkel, drainiert	$\phi'$	Grad	35,0	35,0	30,0	27,0
Kohäsion, drainiert	$c'$	kN/m²	0,0	0,0	0,0	10,0
Kohäsion, undrainiert	$c_u$	kN/m²	0,0	0,0	0,0	30,0
Steifemodul	$E_{min}$	MN/m²	50	70	30	30
	$E_{max}$		80	100	60	60

#### Konstruktionsabhängige Kennwerte

Ortbetonpfähle						
Pfahlmantelreibung	$\tau_{mgrenz}$	MN/m²	0,12	0,12	0,03	0,03
Spitzendruck bei Pfahlkopfaetzung s/D= 0,02	$\sigma_{sgrenz}$	MN/m²	1,50	1,50	0,30	0,30
Vorspannanker						
Vorspannanker Grenzkraft *)	$T_{grenz}$	KN/m	170,00	170,00	100,00	120,00 **)

\*\*) Werte im Schluff mit Nachverpressen

\*) Haftstrecke ca. 8-10 m und Durchmesser der Ankerbohrung 150mm

Tabella 1: Parametri del terreno di cui alla relazione geotecnica (dd. 28.04.2006)

## 4 SISTEMA STATICO

### 4.1 Generalità

Il dimensionamento statico del concio dell'imbocco è stato svolto con l'ausilio di un modello a telaio in 3D (INFOGRAPH).

La distribuzione dei carichi sul terreno avviene con platea di fondazione appoggiata.

Per il concio dell'imbocco B22 (km 3+509 al km 3+516) è previsto un ritombamento per un'altezza massima di 0,75 m su ambo i lati, con pendenza di ca. 15° - 20° verso lato nord-est (parte destra).

Verso il coronamento del portale viene previsto un vallo con un'altezza massima di 1,80 m sopra la soletta del portale.

### 4.2 Origine e caratteristiche dei metodi di calcolo

#### Tipo di analisi svolta:

Analisi strutturali:

Statica lineare: si

Statica non lineare no

#### Software usata:

INFOGRAPH v.15.1.a, licenza n. 74551-B, codice cliente 240745

Hersteller / Vertrieb INFOGRAPH GmbH, Aachen (Germania)

DIE Baustatik v.184, licenza n. 29535

Produttore / distributore DIE CAD und Statik Software GmbH, Oberhausen (Germania)

#### Affidabilità dei metodi di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene un esauriente descrizione delle base teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impegno, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione. È stata verificata l'affidabilità del metodo di calcolo attraverso un numero

indicativo di casi di prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche e soluzioni realizzate.

### **Validazione del metodo di calcolo**

Sulla base della semplicità delle struttura e del controllo puntuale non si è reso necessario di eseguire i calcoli nuovamente e diverso da quello originario mediante un programma di calcolo diverso da quello usato originariamente. Le sezioni di calcolo sono state verificate con delle semplici verifiche a mano.

## 5 ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio

Il peso proprio viene assunto pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

### 5.2 Spinta delle terre

Le spinte del terreno sono state desunte dai parametri di cui all'Allegato 1.

Per il dimensionamento sono state considerate la spinta a riposo come spinta massima e la spinta attiva come spinta minima orizzontale sui muri del concio di imbocco.

Per determinare i coefficienti della spinta del terreno, si considerano i seguenti parametri (materiale di riporto):

$$f = 35^\circ$$

$$c = 0$$

$$d = 0^\circ$$

$$b = 0^\circ \text{ ovvero } -20^\circ$$

I coefficienti di spinta risultanti sono:

$$\text{Coeff. spinta attiva} \quad k_{ah} = 0,271 \text{ ovvero } 0,230 \quad (b = -20^\circ)$$

$$\text{Coeff. spinta a riposo} \quad k_o = 0,426$$

$$\text{Coeff. spinta passiva} \quad k_{ph} = 2,467 \quad (d = -f/2, b = -20^\circ)$$

$$p_v = 60 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{Edificio di 3 piani con } 20 \text{ kN/m}^2 \text{ per piano), vedi cap. 5.3}$$

$$g = 22 \text{ kN/m}^3$$

### 5.3 Carichi per future opere sopra la galleria

Come futura opera da costruire sopra la galleria è stato considerato un eventuale edificio di 3 piani, così come da indicazioni fornite dall'autostrada, che comporta un sovraccarico di  $20 \text{ kN/m}^2$  per piano.

Sul terreno sono stati quindi applicati dei carichi pari a  $60 \text{ kN/m}^2$  nelle configurazioni di carico più gravose (sinistra, mezzeria, destra e combinazioni di carico).

Per una futura opera sopra la galleria viene considerato una distanza minima di  $3,00 \text{ m}$  dal coronamento del portale.



## 5.4 Carichi mobili

li carichi mobili applicati sono quelli dello schema di carico LM1. Lo schema è costituito da una corsia di 3 m di larghezza, con carico concentrato su 2 assi di 2x300 kN (tandem) e un carico uniformemente distribuito pari a 9 kN/m<sup>2</sup>, e da una seconda corsia con carico concentrato su 2 assi 2x200 kN e carico distribuito di 2.5 kN/m<sup>2</sup>.

L'angolo di diffusione del carico verticale è pari a 30° attraverso il rinterro di spessore minimo 0,75 m e a 45° attraverso la soletta di spessore 1,20m in mezzzeria.

In corrispondenza dell'asse della soletta, per un mezzo a 2 assi con impronta delle ruote distante 2 m e distanza tra gli assi di 1,20 m, risulta una larghezza del carico di 4,5 m ( $\approx 2,4 + 2 \times (0,75 \times \tan 30^\circ + 1,20/2)$ ) e una lunghezza di 3,7 m ( $\approx 1,6 + 2 \times (0,75 \times \tan 30^\circ + 1,20/2)$ ).

I carichi concentrati per un mezzo a 2 assi sono pari a 60,1 kN/m<sup>2</sup> ( $\approx 2 \times (300 + 200) / (4,5 \times 3,7)$ ) e a 6,80 kN/m<sup>2</sup> ( $((9,0 + 2,5) \times 3,0 / (3,0 + 2 \times (0,75 \times \tan 30^\circ + 0,60)))$ ) per carichi uniformemente distribuiti.

Il carico mobile (66,9 kN/m<sup>2</sup>) gravante sulla galleria è in circa equiparabile al carico di un eventuale edificio (60 kN/m<sup>2</sup>), però a differenza di quell'ultimo pur localmente limitato. Quindi per il concio di allargamento non viene considerato.

Per una futura strada sopra la galleria viene considerata una distanza minima di 3,00 m dal coronamento del portale. Nella fascia fino ai 3,00 m dal coronamento viene considerato un carico mobile di 15 kN/m<sup>2</sup>.

## 5.5 Temperatura

Si considera una differenza di temperatura nello spessore della sezione di  $\pm 10$  K, ovvero sul lato verso la zona di transito potrebbe essere 10 K più freddo o 10 K più caldo rispetto al lato esterno.

## 5.6 Incendio

L'azione del carico da incendio non viene considerata ma sono previste apposite misure costruttive. In conformità al P.to 5.6.2 (Rivestimento protettivo antincendio) della direttiva dell'Associazione austriaca del calcestruzzo e costruzioni edili (ÖVBB) relativa all'aumento della resistenza al fuoco delle opere viabili sotterranee in calcestruzzo (Ed. luglio 2005), lo spessore minimo nel caso di calcestruzzo addizionato con fibre polipropileniche è pari a 20 cm. L'aggiunta di fibre è prevista solo sul lato inferiore della soletta e non è prevista nei tratti di imbocco.

## 5.7 Evento sismico

Non viene considerata alcuna azione sismica, in quanto, nel caso di opere interrato, può essere trascurata.

Per la verifica sulla trascurabilità si rimanda al calcolo statico della galleria Varna (BV-S-723).

## 5.8 Carico neve

La Provincia di Bolzano e precisamente il territorio comunale di Varna, si trova, in conformità all'Eurocodice 1 (EN 1991-1-3:2003) in zona 4,5. La condizione di carico tipo è, pertanto, pari a  $2,0 \text{ kN/m}^2$ . Poiché il carico mobile da applicare (ovvero un edificio sopra la galleria) è chiaramente superiore al carico neve ed essendo possibile escludere la concomitanza del carico neve con il carico mobile, il carico neve non viene considerato.

## 5.9 Ulteriori carichi

Ulteriori sovraccarichi derivanti p.es. da ritiro, da urto o dovuti ai lavori di manutenzione non vengono considerati a causa dell'approccio cautelativo dei carichi principali e in parte si escludono con i carichi applicati.

## 6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 6.1 Calcestruzzo

Soletta, muri	C 30/37 / XC3 / XD1 / XF2 / XA1
Platea di fondazione	C 30/37 / XC2

### 6.2 Acciaio di armatura

Acciaio per armature B450C; limite di snervamento  $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ .

### 6.3 Dimensionamento

Opere in c.a. in conformità all'Eurocodice EN 1992-2

I coefficienti parziali di sicurezza dei carichi sono:

Carichi permanenti 1,35

Carichi mobili 1,50

I coefficienti parziali di sicurezza dei materiali sono:

Cemento 1,50

Acciaio per c.a 1,15

Contro la formazione di fessurazioni in direzione longitudinale (stato di coazione a seguito dello scarico di calore di idratazione) vengono posati Ø20/15 (calcolo vedi allegato).

## **7 INDICAZIONI ESECUTIVE**

### **7.1 Fasi realizzative dei conci di imbocco**

Nella relazione statica ci si è basati sulle seguenti fasi realizzative:

- Scavo e consolidamento delle pareti di scavo
- Realizzazione platea di fondazione
- Realizzazione delle pareti
- Realizzazione della soletta con adeguata controfreccia
- Realizzazione dei muri d'ala
- Impermeabilizzazione
- Ritombamento simmetrico a strati

## **8 RISULTATI**

I risultati del dimensionamento sono riportati in allegato.

**INHALT**

Inhalt .....	1
<b>System</b>	
QS Nordportal km 3+509.00 .....	3
QS Nordportal km 3+513.00 .....	4
QS Nordportal km 3+516.00 .....	5
LS Nordportal .....	6
Querschnittswerte .....	7
Materialkennwerte .....	8
Bettung .....	9
Lokale Elementsysteme / Bettung .....	9
Lastansätze / Erddruckermittlung .....	10
<b>Lasten</b>	
LF 1: Belastung, Eigengewicht .....	11
LF 2: Belastung, Einschüttung .....	11
LF 3: Belastung, ea_beidseitig .....	12
LF 4: Belastung, e0-ea_links .....	12
LF 5: Belastung, e0-ea_rechts .....	13
LF 11: Belastung, Auflast_Gebäude/Verkehr .....	13
LF 12: Belastung, e0_Gebäude_links .....	14
LF 13: Belastung, e0_Gebäude_rechts .....	14
LF 21: Belastung, Temperatur_+10K .....	15
LF 22: Belastung, Temperatur_-10K .....	15
Einwirkungen ÖNORM EN 1992-2 Brückennachweise .....	16
Bemessungsvorgaben ÖNORM EN 1992-2 .....	18
<b>Schnittgrößen</b>	
Schnittgrößen mx; LF 2, Einschüttung .....	21
Schnittgrößen my; LF 2, Einschüttung .....	21
Schnittgrößen nx; LF 2, Einschüttung .....	22
Schnittgrößen ny; LF 2, Einschüttung .....	22
Schnittgrößen qx; LF 2, Einschüttung .....	23
Schnittgrößen qy; LF 2, Einschüttung .....	23
Schnittgrößen mx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2 .....	24
Schnittgrößen my min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2 .....	24
Schnittgrößen nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2 .....	25
Schnittgrößen ny min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2 .....	25
Schnittgrößen qx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2 .....	26
Schnittgrößen qy min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2 .....	26
Schnittgrößen mx min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2 .....	27
Schnittgrößen my min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2 .....	27
Schnittgrößen nx min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2 .....	28
Schnittgrößen ny min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2 .....	28
Schnittgrößen qx min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2 .....	29
Schnittgrößen qy min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2 .....	29
Bodenpressungen Sigma.z min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2 .....	30
Deformationen u; LF 2, Einschüttung .....	30
<b>erforderliche Bewehrung</b>	
Biegebewehrung asx; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	31
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	32
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	33
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2 .....	34
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2 .....	35

**Bewehrungsskizzen****Sohlplatte**

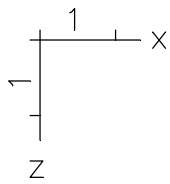
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	36
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	37
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2 .....	38

**Wände**

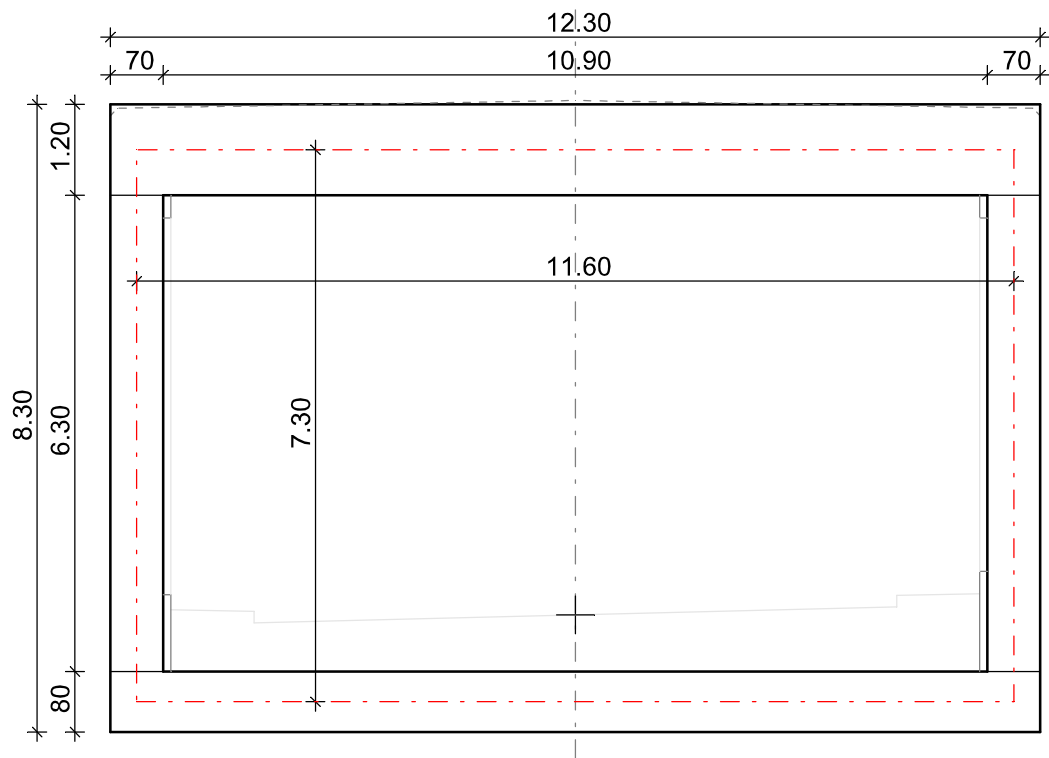
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	39
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	40
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2 .....	41

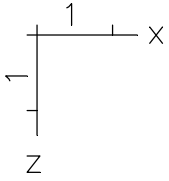
**Decke**

Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	42
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2 .....	43
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2 .....	44

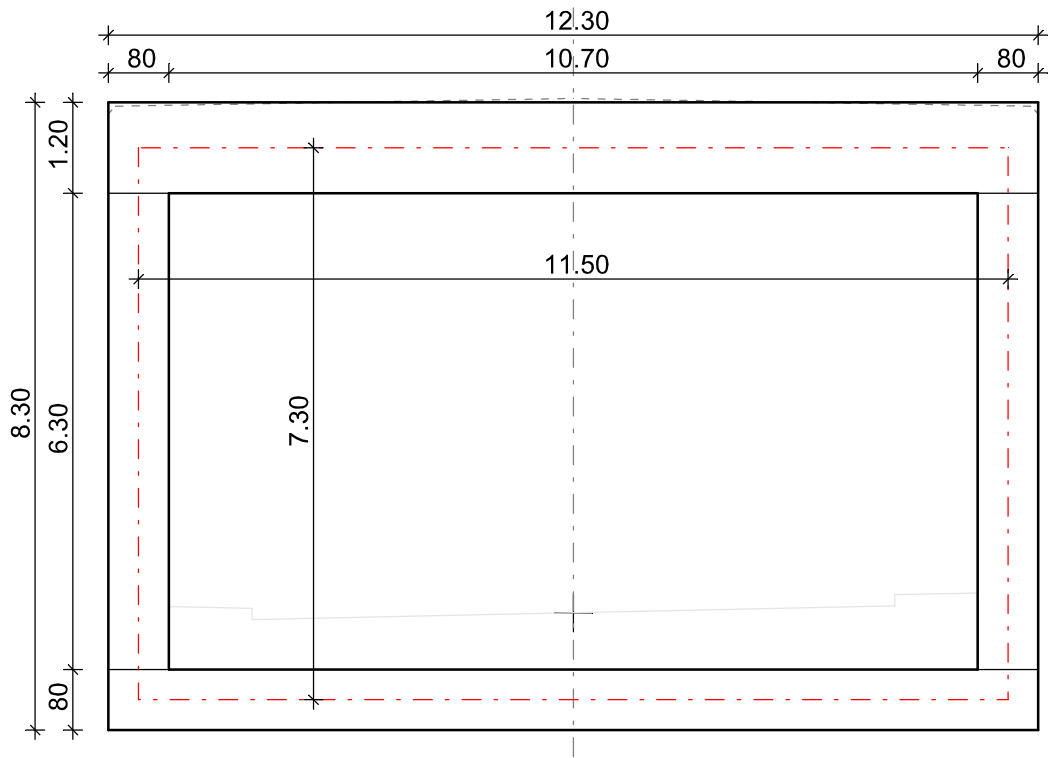


## Nordportal km 3+509.00



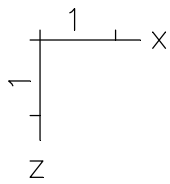


Nordportal km 3+513.00

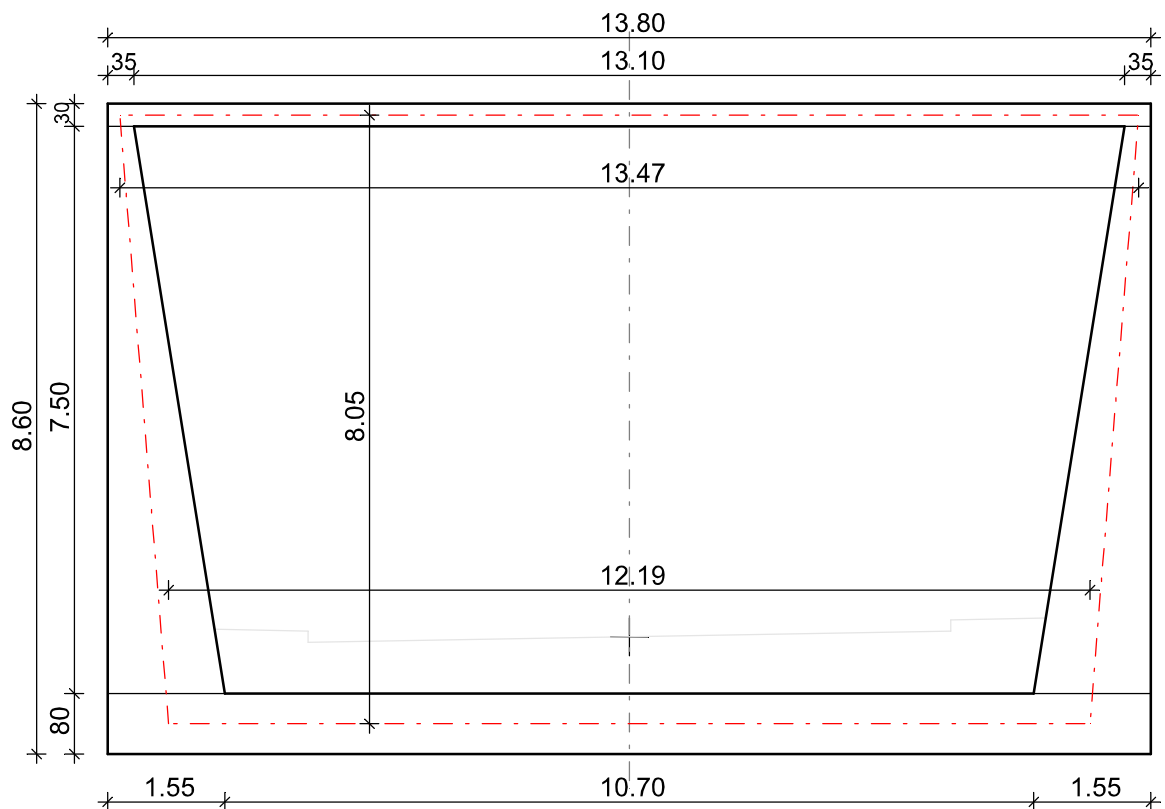


M 1:100



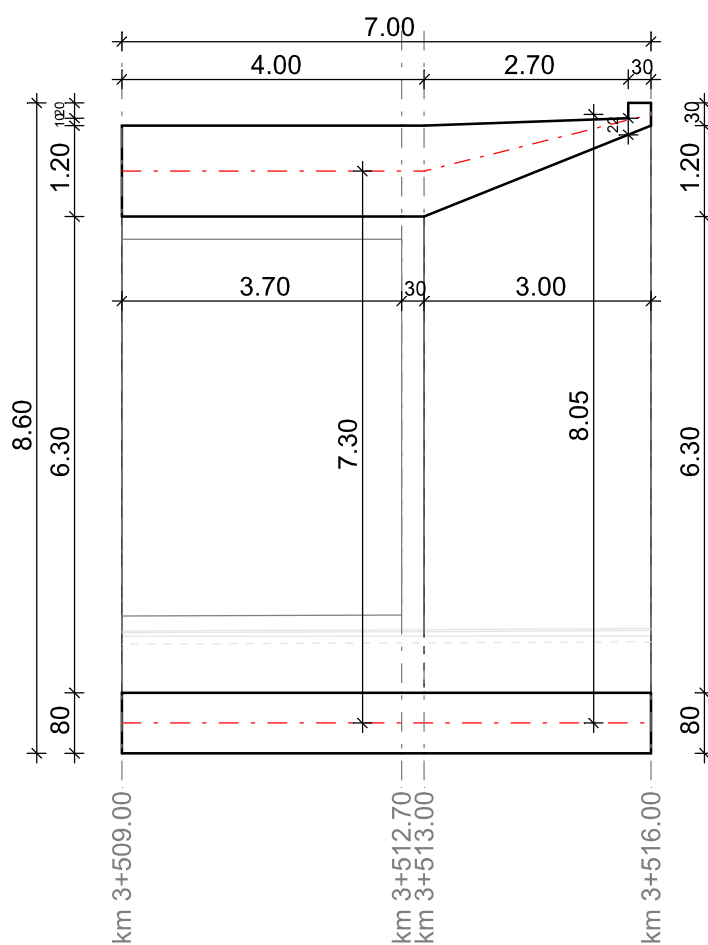


## Nordportal km 3+516.00





## Nordportal Längsschnitt



**Querschnittswerte**

1	Fläche	Decke 30cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.3000 = 1 = 1	drillsteif
2	Fläche	Decke 35cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.3500 = 1 = 1	drillsteif
3	Fläche	Decke 45cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.4500 = 1 = 1	drillsteif
4	Fläche	Decke 65cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.6500 = 1 = 1	drillsteif
5	Fläche	Decke 100cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.0000 = 1 = 1	drillsteif
6	Fläche	Decke 120cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.2000 = 1 = 1	drillsteif
11	Fläche	Wand 45cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.4500 = 1 = 1	drillsteif
12	Fläche	Wand 60cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.6000 = 1 = 1	drillsteif
13	Fläche	Wand 70cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.7000 = 1 = 1	drillsteif
14	Fläche	Wand 75cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.7500 = 1 = 1	drillsteif
15	Fläche	Wand 80cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif
16	Fläche	Wand 85cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8500 = 1 = 1	drillsteif

M 1:

**Querschnittswerte**

17	Fläche	Wand 90cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.9000 = 1 = 1	drillsteif
18	Fläche	Wand 115cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.1500 = 1 = 1	drillsteif
19	Fläche	Wand 140cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.4000 = 1 = 1	drillsteif
21	Fläche	Bodenplatte 80cm Feld k=8MN/m³ Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif
22	Fläche	Bodenplatte 80cm Rand k=12MN/m³ Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif
23	Fläche	Bodenplatte 80cm Rand k=16MN/m³ Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif

**Materialkennwerte**

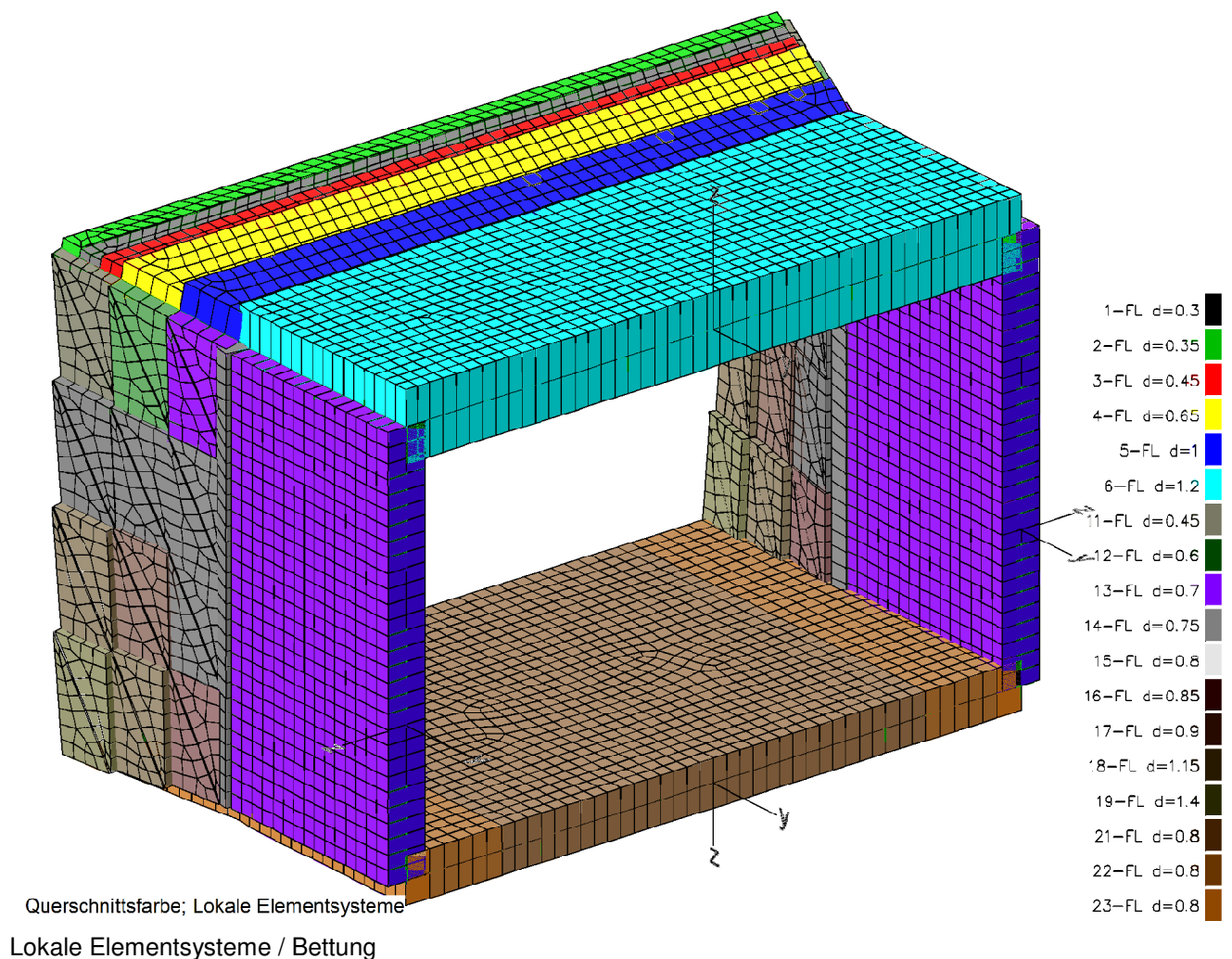
	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
2	2	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
3	3	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
4	4	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
5	5	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
6	6	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
7	11	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
8	12	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
9	13	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
10	14	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
11	15	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
12	16	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
13	17	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
14	18	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
15	19	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
16	21	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
17	22	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
18	23	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000

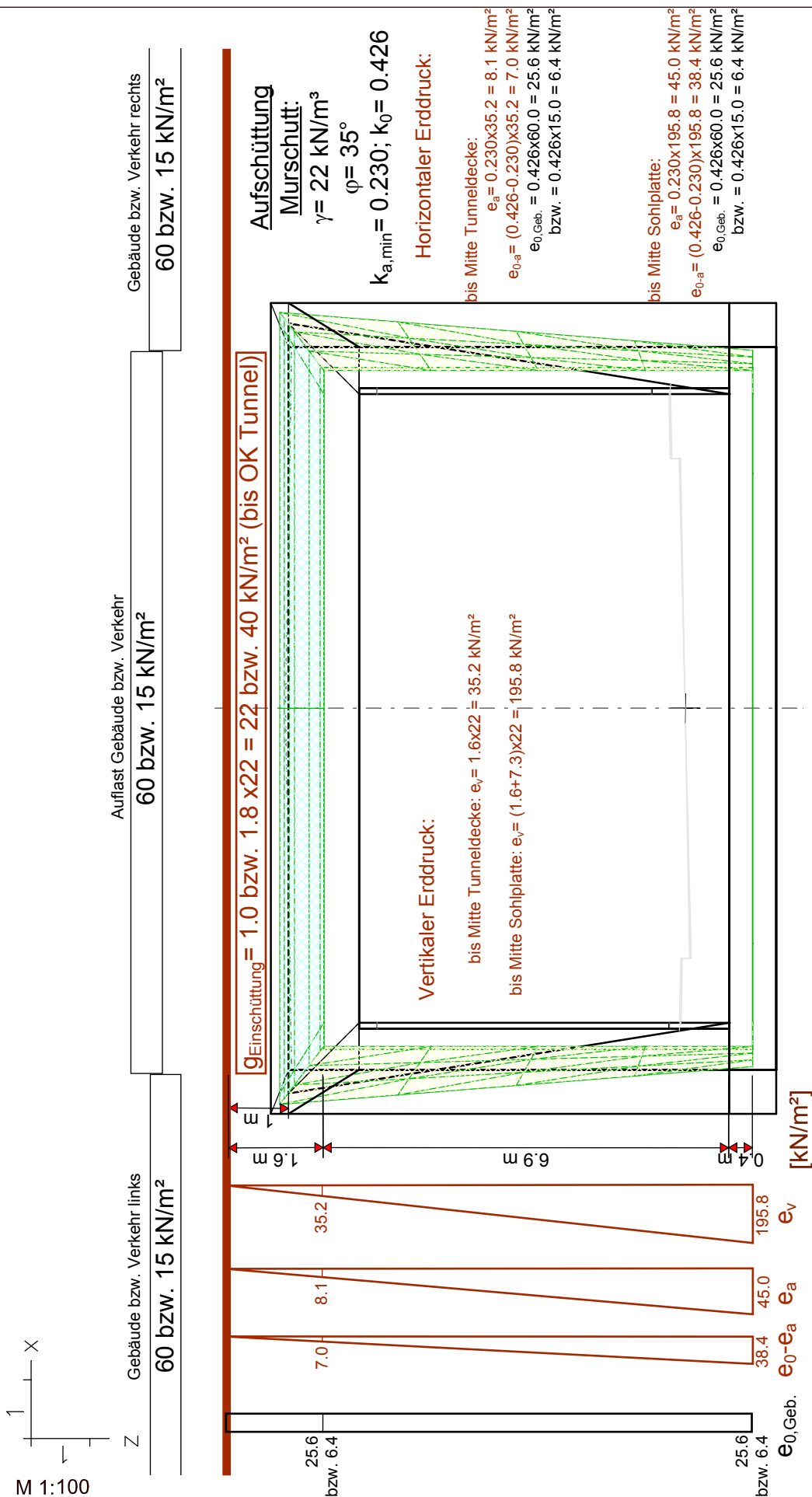
M 1:

**Bettung**

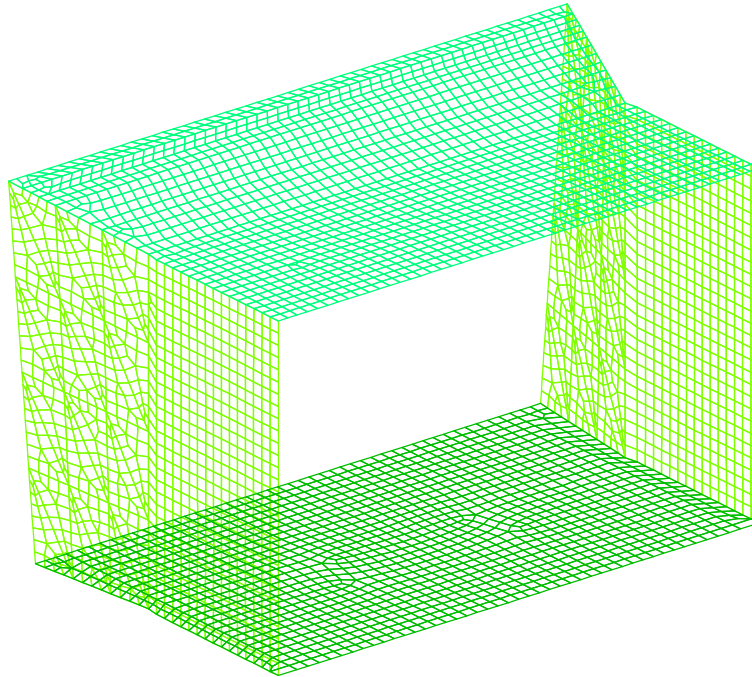
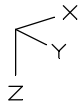
	Nr.	k <sub>bx</sub>	k <sub>by</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]	k <sub>bz</sub>	b <sub>x</sub>	b <sub>y</sub> [m]	b <sub>z</sub>
1	1	0	0	0			
2	2	0	0	0			
3	3	0	0	0			
4	4	0	0	0			
5	5	0	0	0			
6	6	0	0	0			
7	11	0	3	0			
8	12	0	3	0			
9	13	0	3	0			
10	14	0	3	0			
11	15	0	3	0			
12	16	0	3	0			
13	17	0	3	0			
14	18	0	3	0			
15	19	0	3	0			
16	21	3	3	8			
17	22	4.5	4.5	12			
18	23	6	6	16			

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Elementsystems.

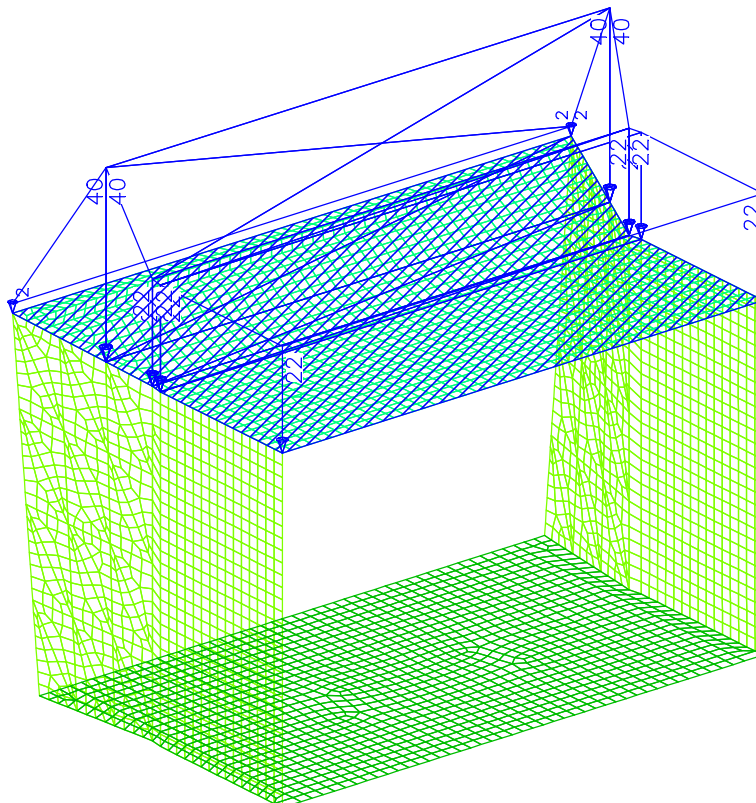
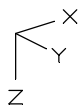




EIGENLAST



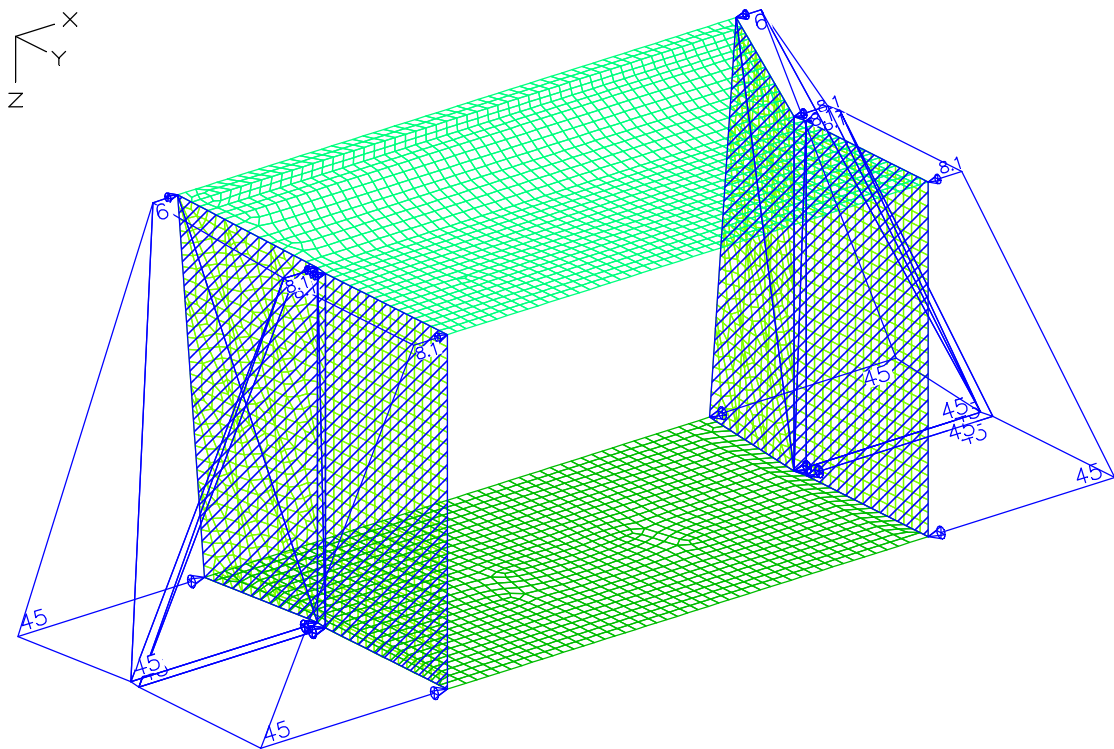
LF 1: Belastung, Eigengewicht



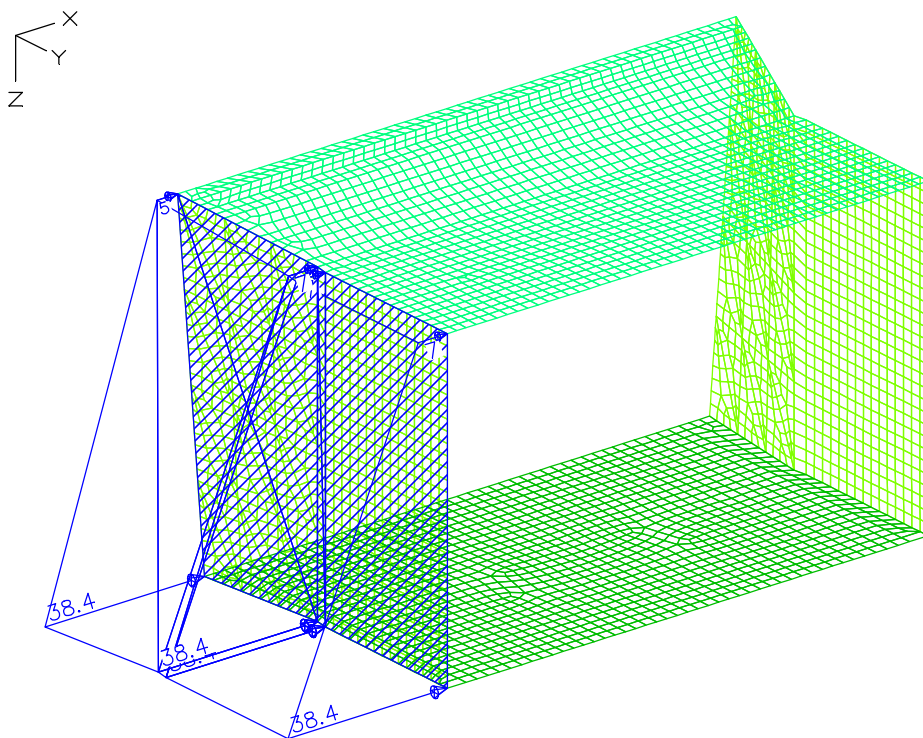
LF 2: Belastung, Einschüttung

M 1:





LF 3: Belastung, ea\_beidseitig

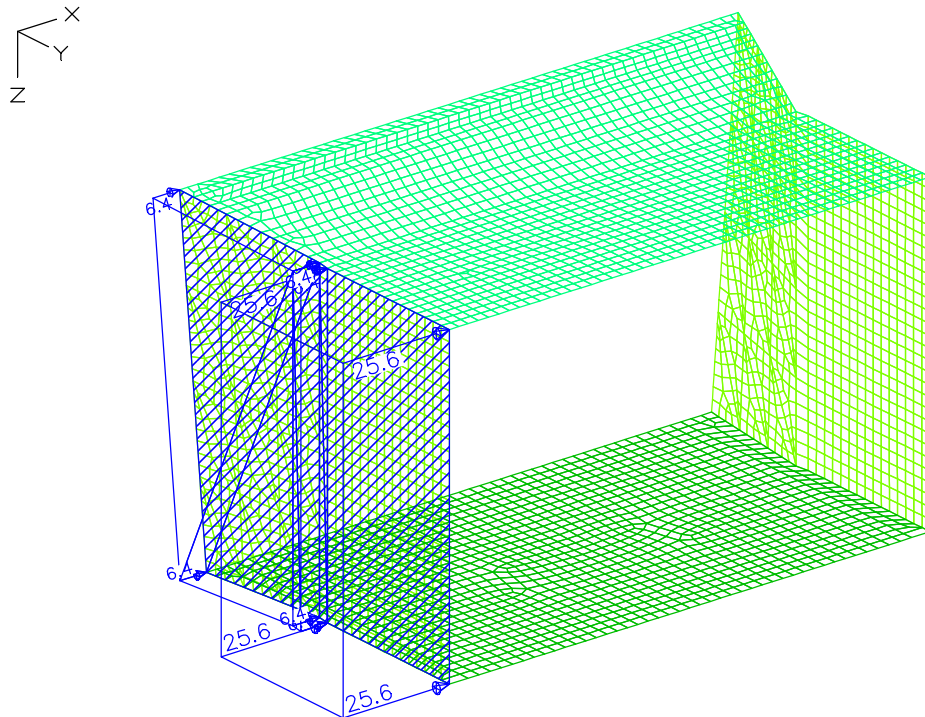


LF 4: Belastung, e0-ea\_links

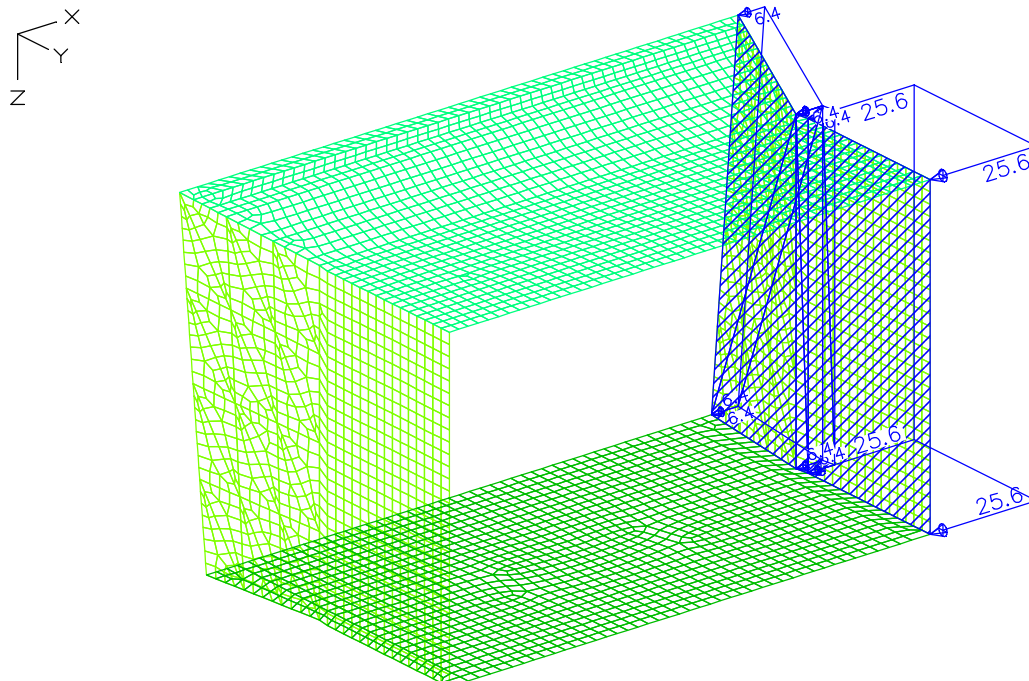
M 1:





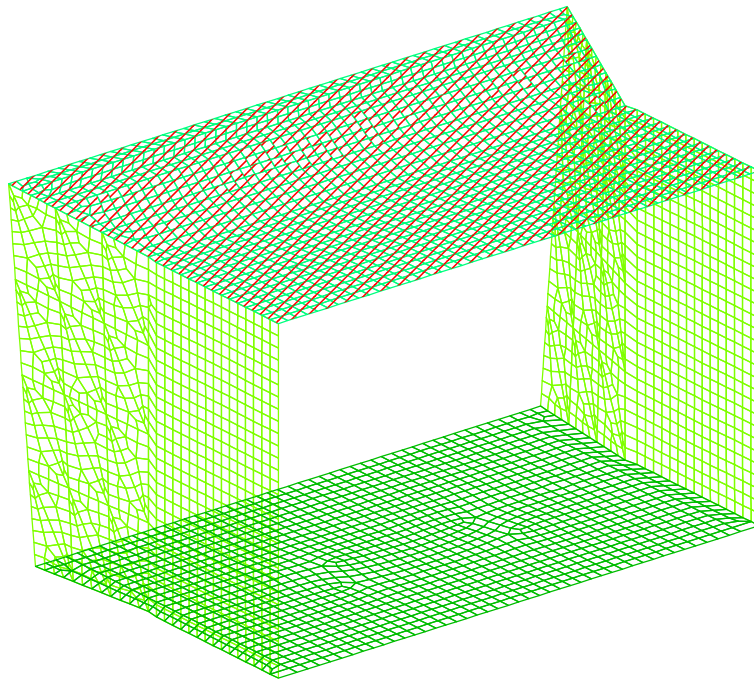
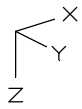


LF 12: Belastung, e0\_Gebäude\_links

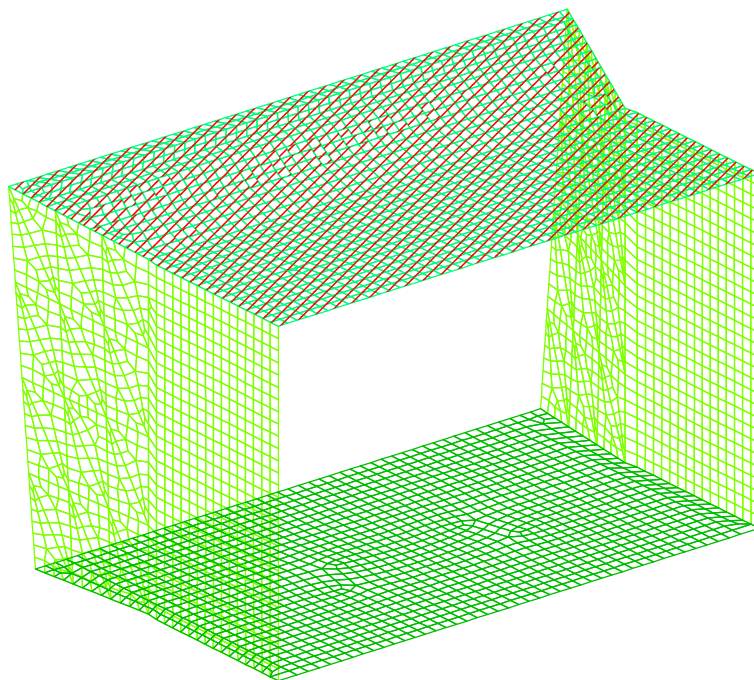
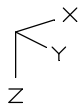


LF 13: Belastung, e0\_Gebäude\_rechts

M 1:



LF 21: Belastung, Temperatur\_+10K



LF 22: Belastung, Temperatur\_-10K

M 1:

**ÖNORM EN 1992-2 Einwirkungen****G1 - Eigengewicht**

1 Eigengewicht

**G2 - Einschüttung**

2 Einschüttung

**G3 - ea\_beidseitig**

3 ea\_beidseitig

**T - Temperatur, 1. Variante, exklusiv**

21 Temperatur\_+10K

22 Temperatur\_-10K

**Q1 - e0-ea, Gebäudelasten, 1. Variante, inklusiv**

4 e0-ea\_links

5 e0-ea\_rechts

11 Auflast\_Gebäude/Verkehr

12 e0\_Gebäude\_links

13 e0\_Gebäude\_rechts

**Ständige und vorübergehende Kombination, Situationen**

Variante	Zustand	Einwirkungen
1)	End	G1 + G2 + G3 + QK

QK bedeutet veränderliche Einwirkungen entsprechend der Tabelle der Kombinationsbeiwerte.

**Ständige und vorübergehende Kombination, Sicherheitsbeiwerte**

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
G1	1.35	1
G2	1.35	1
G3	1.35	1
T	1.5	0
Q1	1.35	0

**Ständige und vorübergehende Kombination, Kombinationsbeiwerte**

Variante	T	Q1
a)	0	1
b)	0.6	1
c)	1	1

**Häufige Kombination nach Tab. 2AT, Situationen**

Variante	Zustand	Einwirkungen
1)	End	G1 + G2 + G3 + QK

M 1:

QK bedeutet veränderliche Einwirkungen entsprechend der Tabelle der Kombinationsbeiwerte.

### Häufige Kombination nach Tab. 2AT, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
G1	1	1
G2	1	1
G3	1	1
T	1	0
Q1	1	0

### Häufige Kombination nach Tab. 2AT, Kombinationsbeiwerte

Variante	T	Q1
a)	0.5	1
b)	0.6	1
c)	0	1

### Quasi-ständige Kombination nach Tab. 2AT, Situationen

Variante	Zustand	Einwirkungen
1)	End	G1 + G2 + G3 + QK

QK bedeutet veränderliche Einwirkungen entsprechend der Tabelle der Kombinationsbeiwerte.

### Quasi-ständige Kombination nach Tab. 2AT, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
G1	1	1
G2	1	1
G3	1	1
T	1	0
Q1	1	0

### Quasi-ständige Kombination nach Tab. 2AT, Kombinationsbeiwerte

Variante	T	Q1
a)	0.5	1



**Bemessungsvorgaben ÖNORM EN 1992-2**

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T	Ermüd. S P C	Riss- br.	De- komp.	Spannungen Druck S P
1	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
2	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
3	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
4	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
5	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
6	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
11	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
12	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
13	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
14	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
15	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
16	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
17	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
18	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
19	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
21	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
22	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .
23	XC4	Nicht vorgesp.	. + x x .	. . .	x	.	. . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.

(R) Mindestbewehrung (x), erf. Bewehrung (+) zur Begrenzung der Rissbreite.

(B) Längsbewehrung aus Bemessung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit.

(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit.

(T) Torsionsbewehrung aus Bemessung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit.

(S) Betonstahl im Spannungs- und Ermüdungsnachweis.

(P) Spannstahl im Spannungs- und Ermüdungsnachweis.

(C) Beton im Ermüdungsnachweis.

**Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung**

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:

(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.

fyk Stahlgüte der Bügel.

Theta Neigung der Betondruckstreben.

Pl. Balken werden wie Platten bemessen.

Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.

rhow Faktor für Mindestbewehrungsgrad  $\rho_{0,w,min}$  nach Kap. 9.3.2(2).

Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	tan Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Fak. rhow	Red. Vor- spg.
1	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
2	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
3	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
4	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
5	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
6	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
11	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
12	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
13	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
14	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
15	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
16	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
17	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
18	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
19	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
21	C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.

M 1:

### Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:  
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.  
fyk Stahlgüte der Bügel.  
Theta Neigung der Betondruckstreben.  
Pl. Balken werden wie Platten bemessen.  
Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.  
rho.w Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Kap. 9.3.2(2).  
Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu. Beton	Roh- dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	tan Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Fak. rho.w	Red. Vor- spg.
22 C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.
23 C30/37-EN	.	ST	450	1.00	.	13.40 0.00	1.00	.

### Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).  
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).  
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.  
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.  
tef Wanddicke des Torsionskastens.  
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl.(6.29).

Qu.	Breite [m] bw	Nutzbreite bw.nom	bn [m]	kb	Höhe [m] h	h.nom	Nutzhöhe d [m]	kd	Torsionsquerschn. [m] z1	z2	tef	K.
1	1.000	.	.	.	0.300	.	0.245	0.90	.	.	.	.
2	1.000	.	.	.	0.350	.	0.295	0.90	.	.	.	.
3	1.000	.	.	.	0.450	.	0.395	0.90	.	.	.	.
4	1.000	.	.	.	0.650	.	0.595	0.90	.	.	.	.
5	1.000	.	.	.	1.000	.	0.945	0.90	.	.	.	.
6	1.000	.	.	.	1.200	.	1.125	0.90	.	.	.	.
11	1.000	.	.	.	0.450	.	0.395	0.90	.	.	.	.
12	1.000	.	.	.	0.600	.	0.545	0.90	.	.	.	.
13	1.000	.	.	.	0.700	.	0.645	0.90	.	.	.	.
14	1.000	.	.	.	0.750	.	0.695	0.90	.	.	.	.
15	1.000	.	.	.	0.800	.	0.745	0.90	.	.	.	.
16	1.000	.	.	.	0.850	.	0.795	0.90	.	.	.	.
17	1.000	.	.	.	0.900	.	0.845	0.90	.	.	.	.
18	1.000	.	.	.	1.150	.	1.095	0.90	.	.	.	.
19	1.000	.	.	.	1.400	.	1.345	0.90	.	.	.	.
21	1.000	.	.	.	0.800	.	0.745	0.90	.	.	.	.
22	1.000	.	.	.	0.800	.	0.745	0.90	.	.	.	.
23	1.000	.	.	.	0.800	.	0.745	0.90	.	.	.	.

### Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung.  
Xi1 Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.  
k Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.  
kt Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.  
Faktor Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As,min) bzw. 7.3.4 (wk).  
sr,max Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (23AT).  
ZE Bestimmung von As,min nach Gl. (17AT) für Zwangseinwirkung.

Qu.	wmax [mm]	ds [mm]	Beiwerte Xi1	k	kt	sr,max [mm]	fctm-Faktor As,min	wk	Kombination für Nachweis As,min	wk	ZE
1	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.

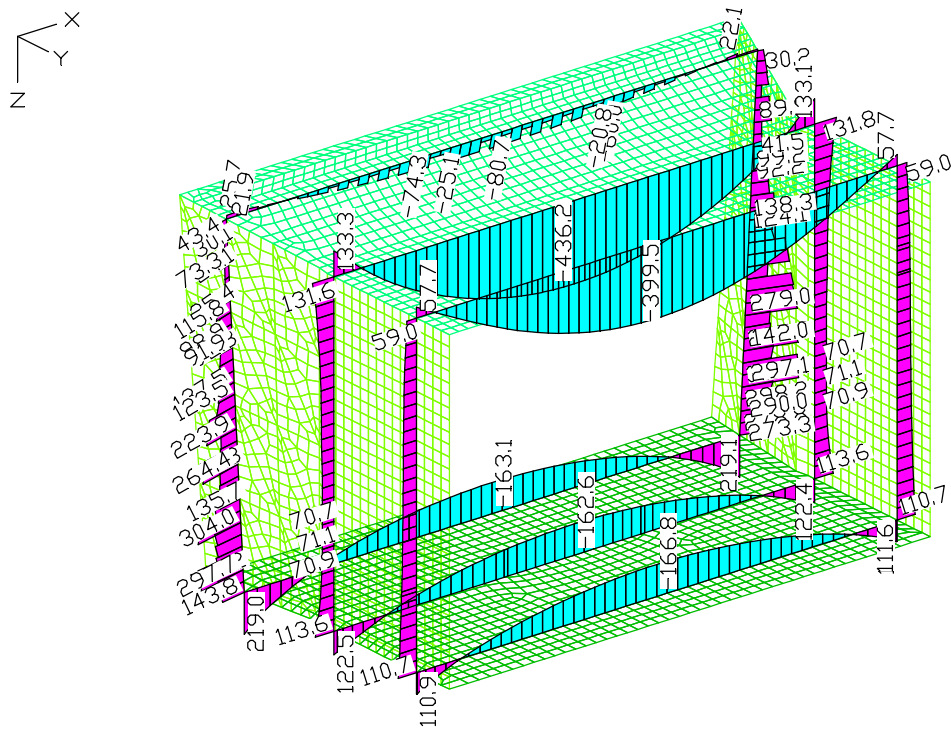
M 1:

### Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

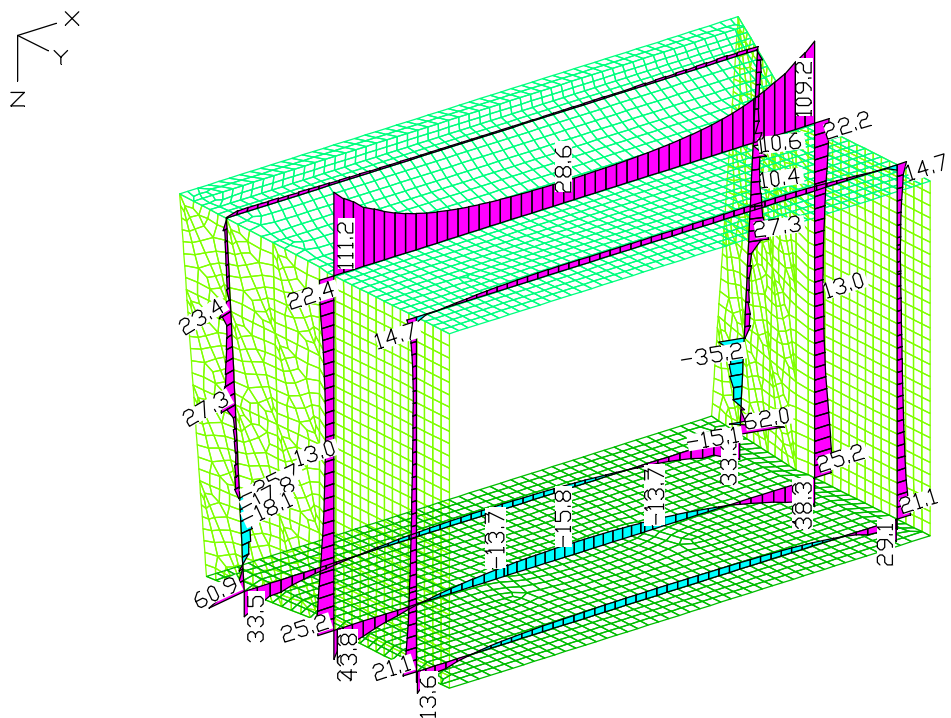
ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung.  
 Xil Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.  
 k Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.  
 kt Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.  
 Faktor Abminderungsfaktor für  $f_{ctm}$  nach Kap. 7.3.2 ( $A_{s,min}$ ) bzw. 7.3.4 ( $w_k$ ).  
 $s_{r,max}$  Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (23AT).  
 ZE Bestimmung von  $A_{s,min}$  nach Gl. (17AT) für Zwangseinwirkung.

Qu.	wmax [mm]	ds [mm]	Beiwerte			$s_{r,max}$ [mm]	fctm-Faktor		Kombination für Nachweis		ZE
			Xil	k	kt		$A_{s,min}$	$w_k$	$A_{s,min}$	$w_k$	
2	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
3	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
4	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
5	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
6	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
11	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
12	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
13	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
14	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
15	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
16	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
17	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
18	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
19	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
21	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
22	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
23	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.



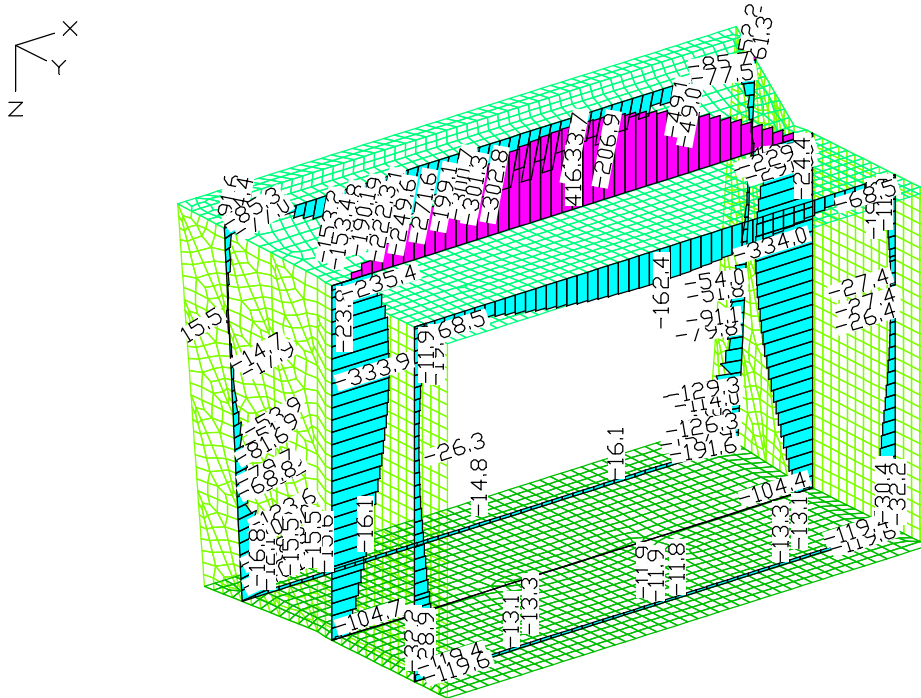


Schnittgrößen mx; LF 2, Einschlüttung

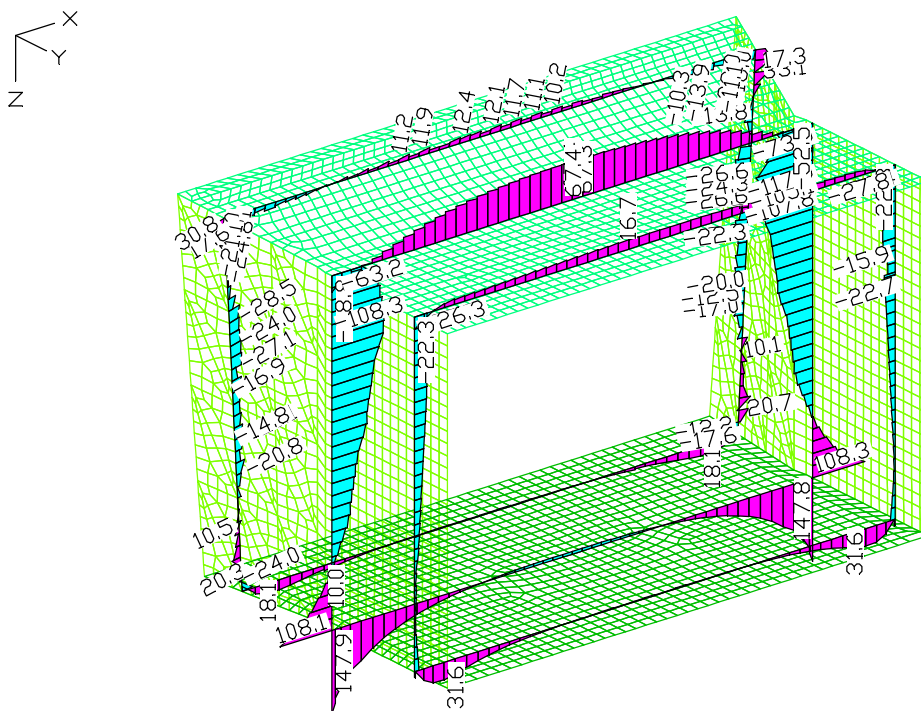


Schnittgrößen my; LF 2, Einschlüttung

M 1:

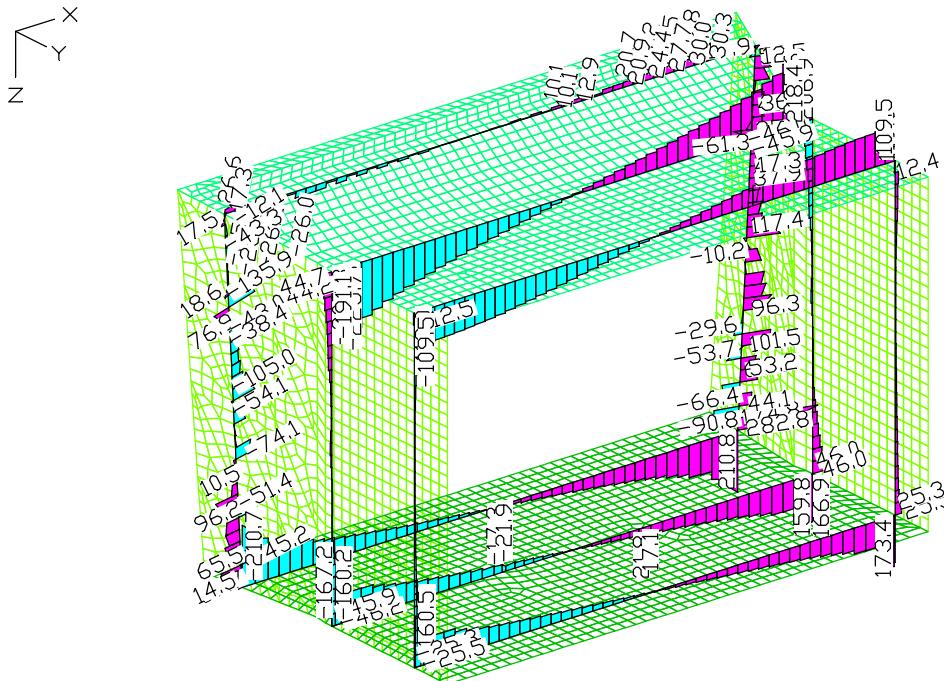


Schnittgrößen nx; LF 2, Einschüttung

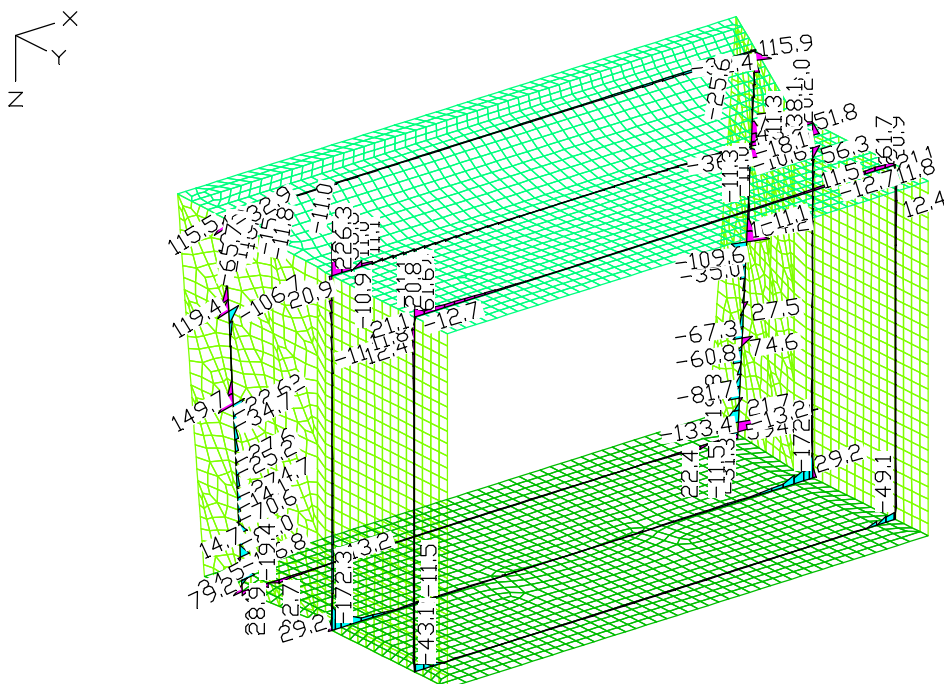


Schnittgrößen ny; LF 2, Einschüttung

M 1:

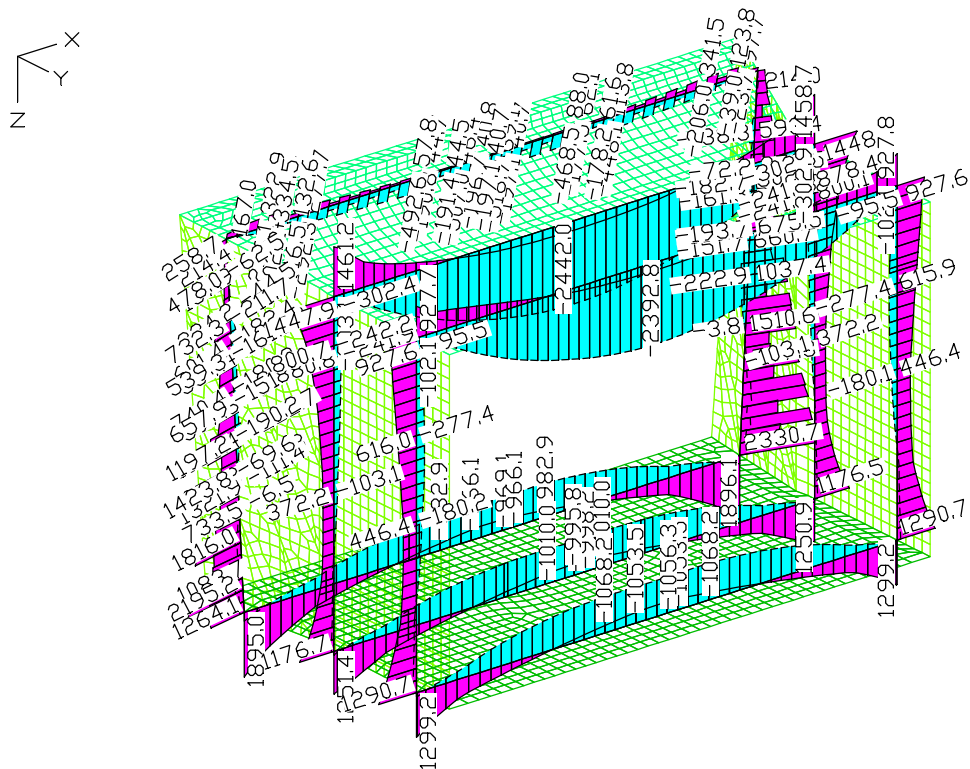


Schnittgrößen qx; LF 2, Einschüttung

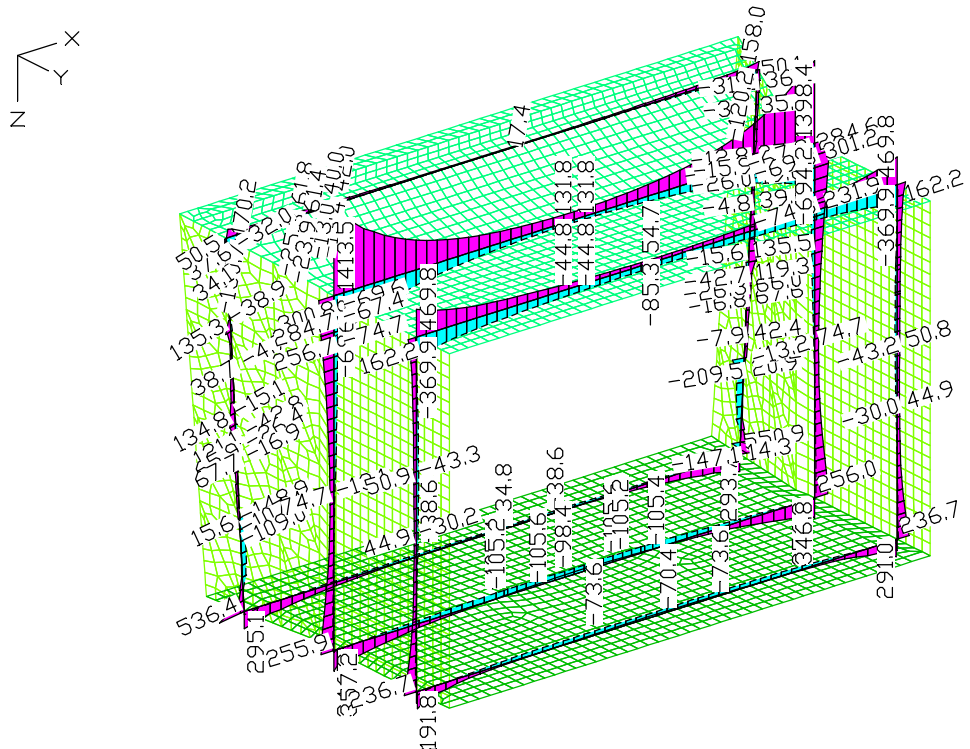


Schnittgrößen qy; LF 2, Einschüttung

M 1:



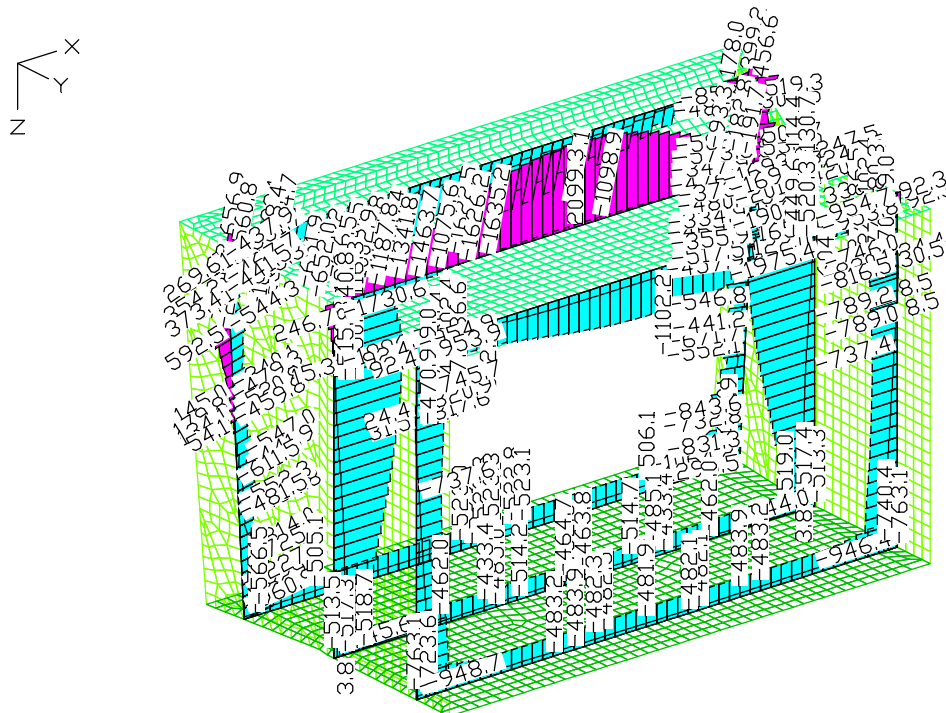
Schnittgrößen mx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2



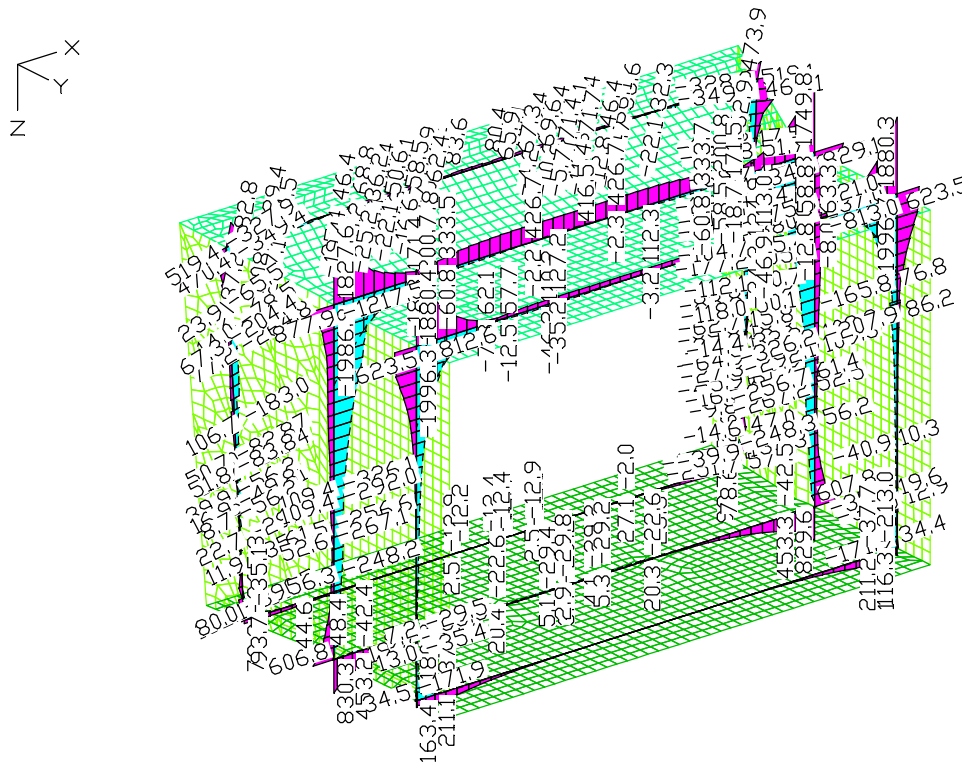
Schnittgrößen my min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

M 1:



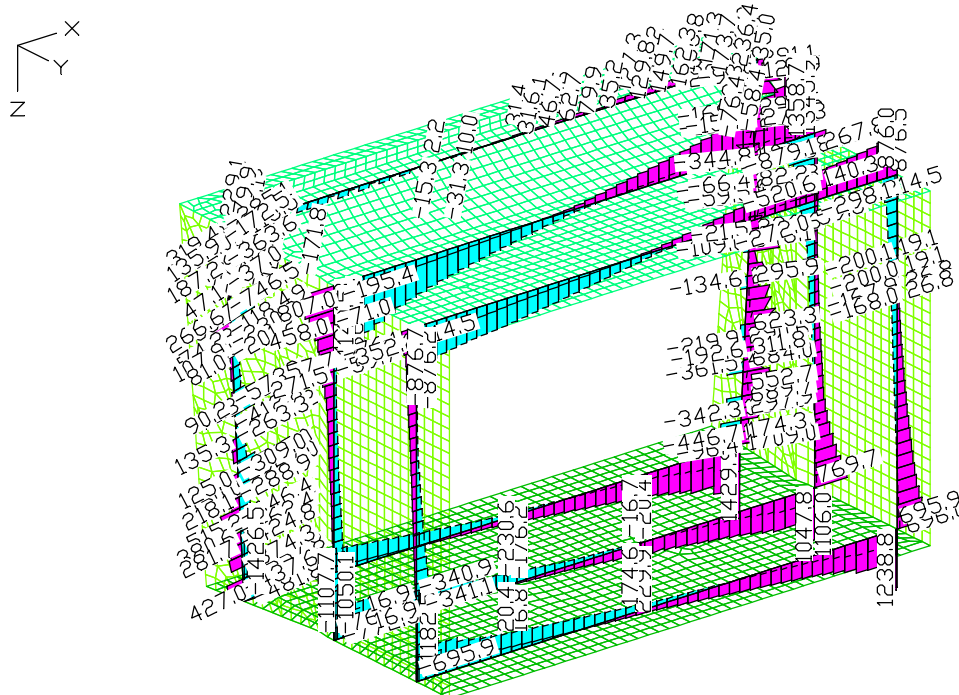
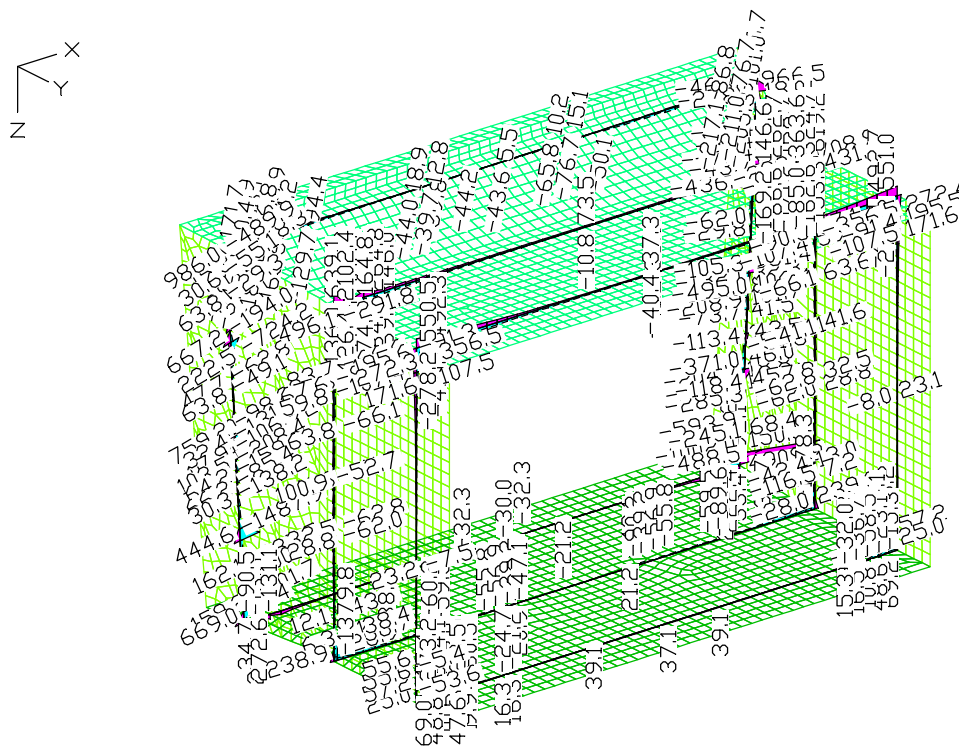


Schnittgrößen nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

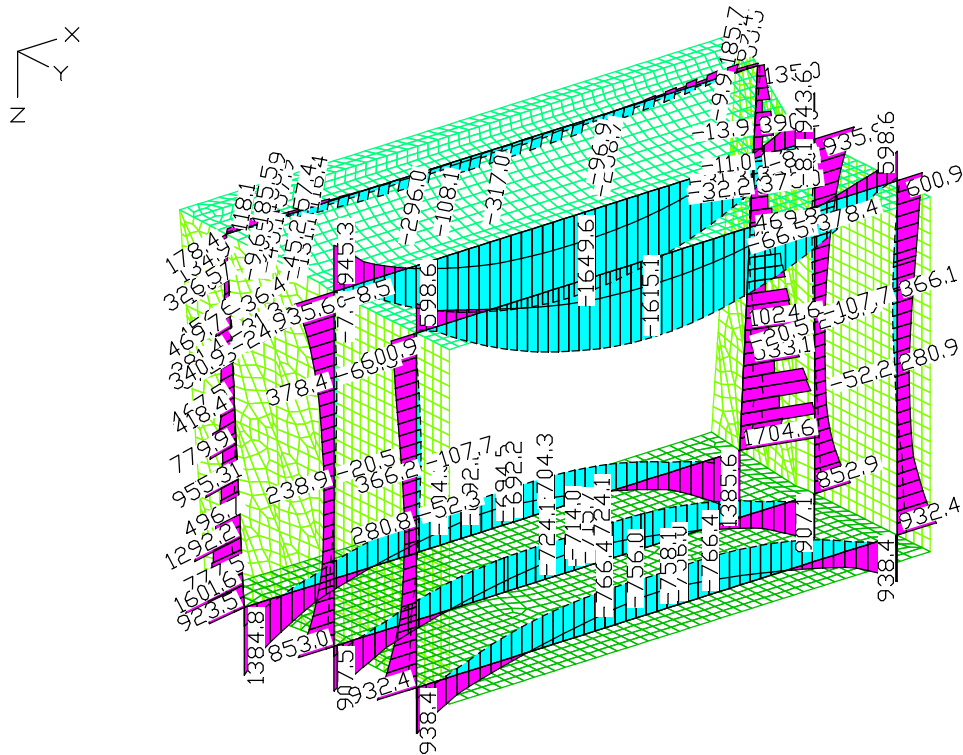


Schnittgrößen ny min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

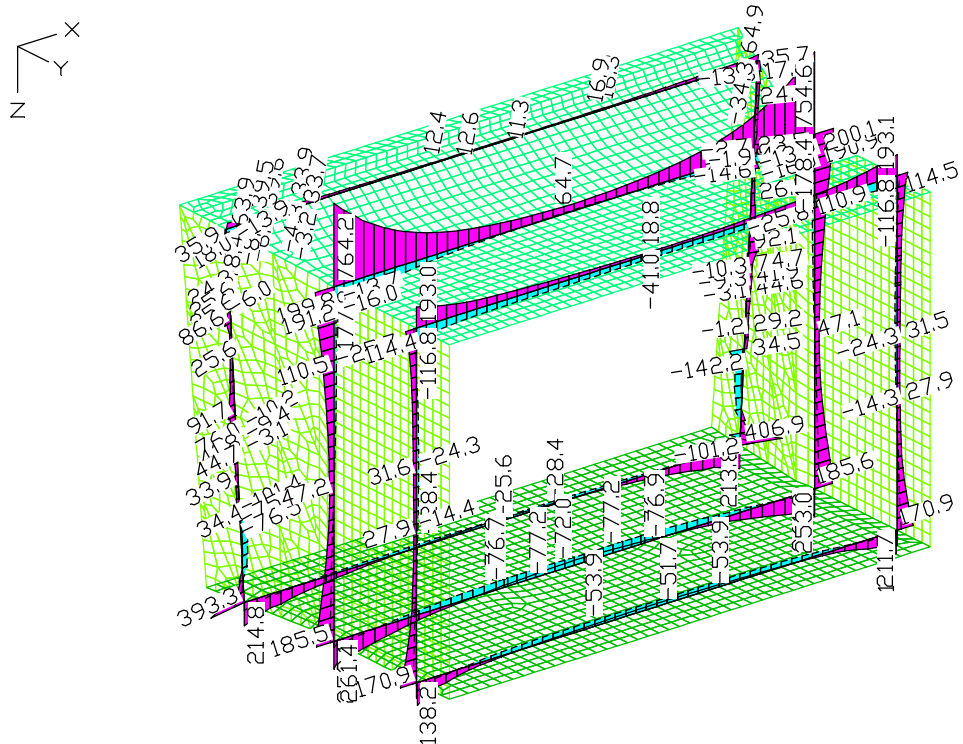
M 1:

Schnittgrößen  $q_x$  min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2Schnittgrößen  $q_y$  min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

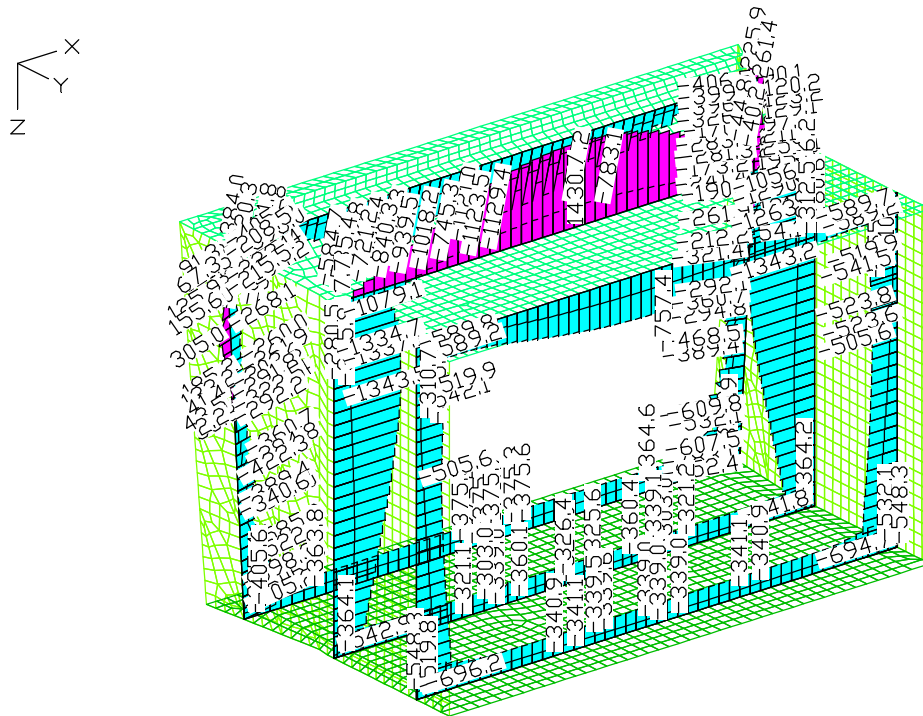


Schnittgrößen mx min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

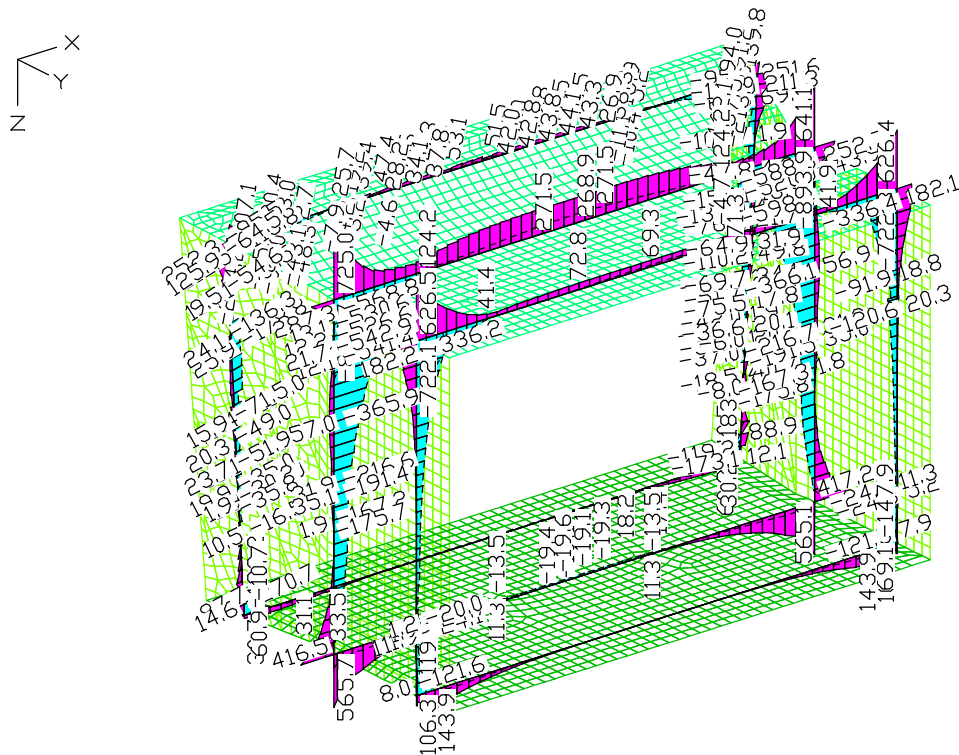


Schnittgrößen my min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

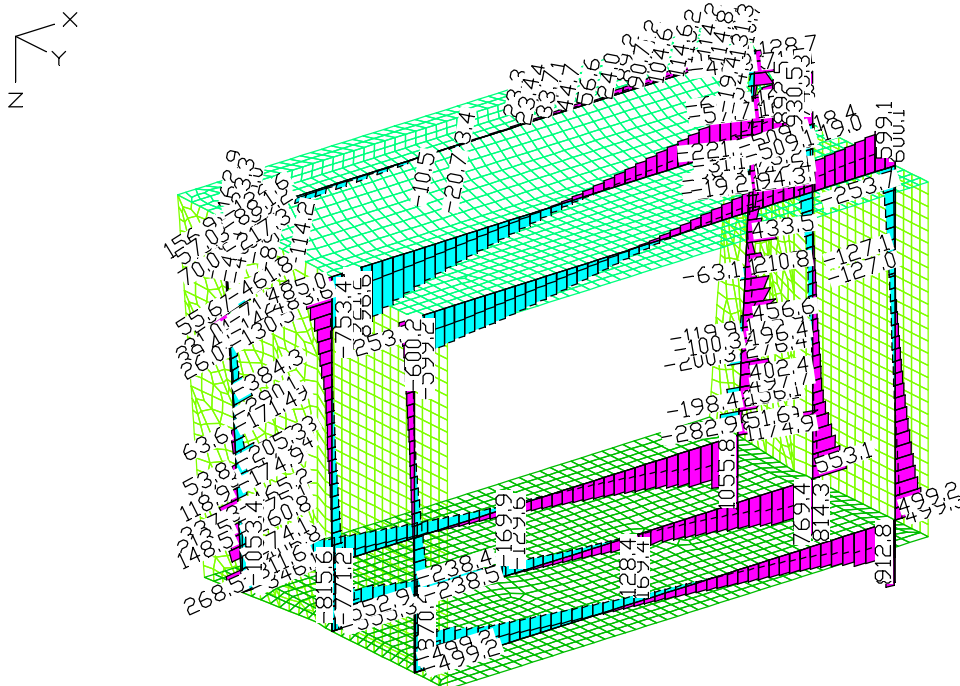
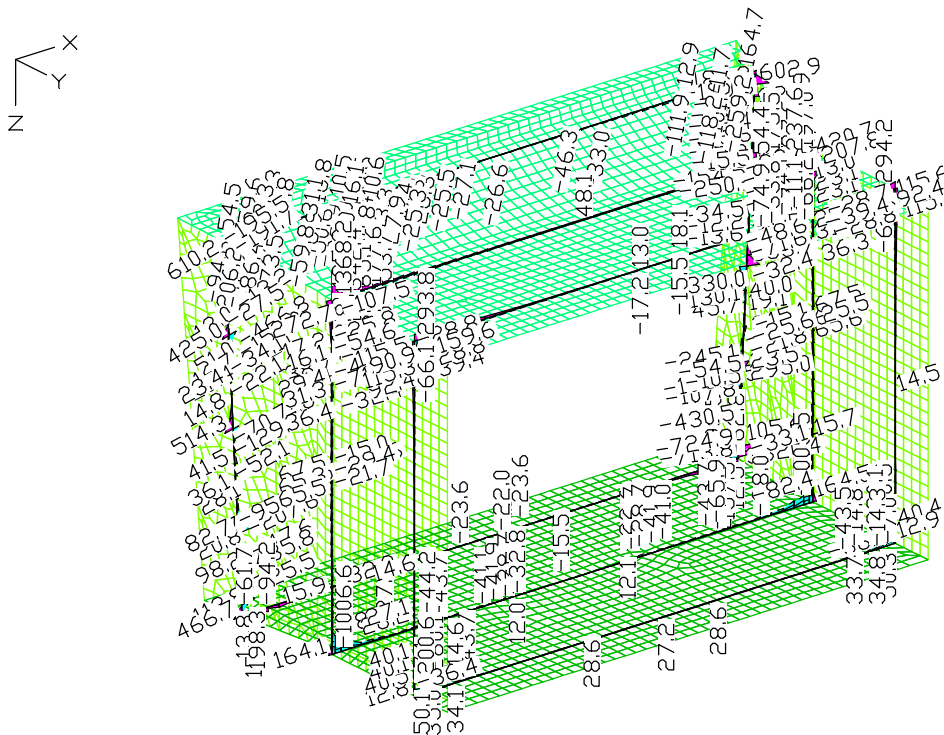


Schnittgrößen  $n_x$  min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

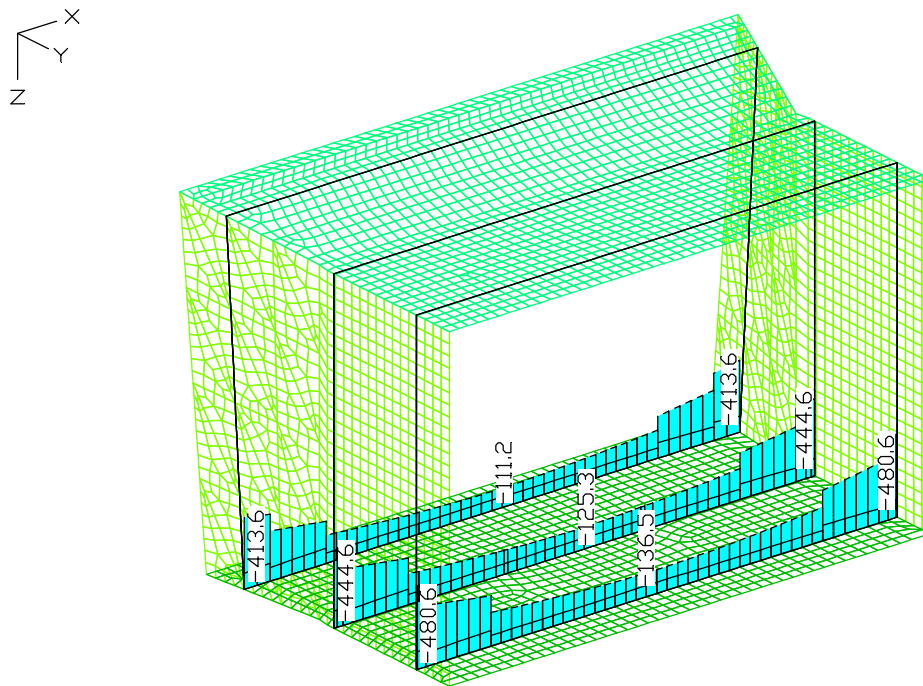


Schnittgrößen  $n_y$  min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

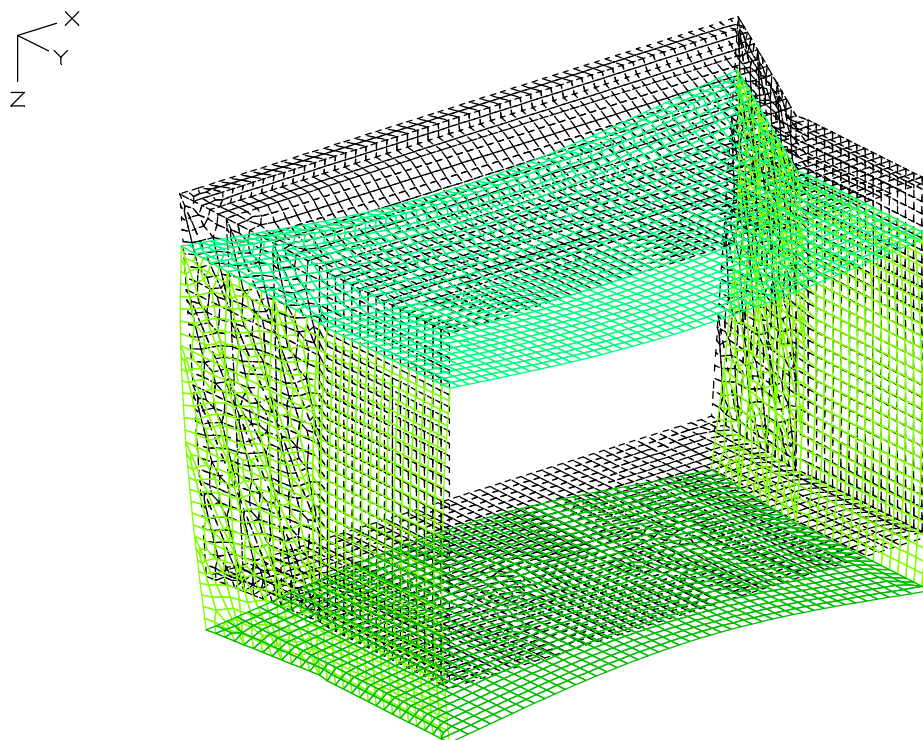


Schnittgrößen  $q_x$  min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2Schnittgrößen  $q_y$  min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

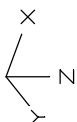
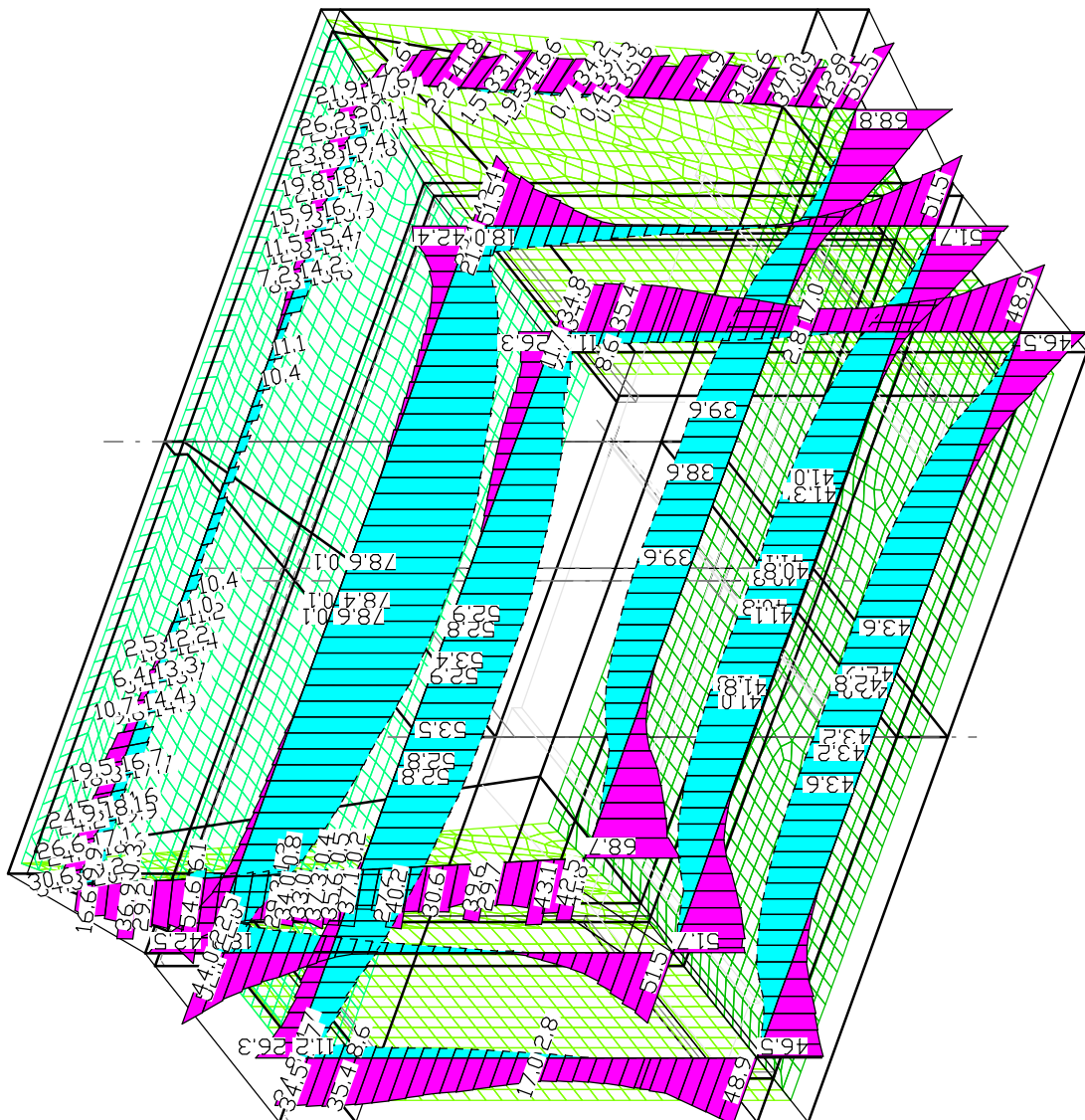


Bodenpressungen  $\sigma_{z, \min, \max}$ ; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2



Deformationen  $u$ ; LF 2, Einschüttung

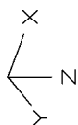
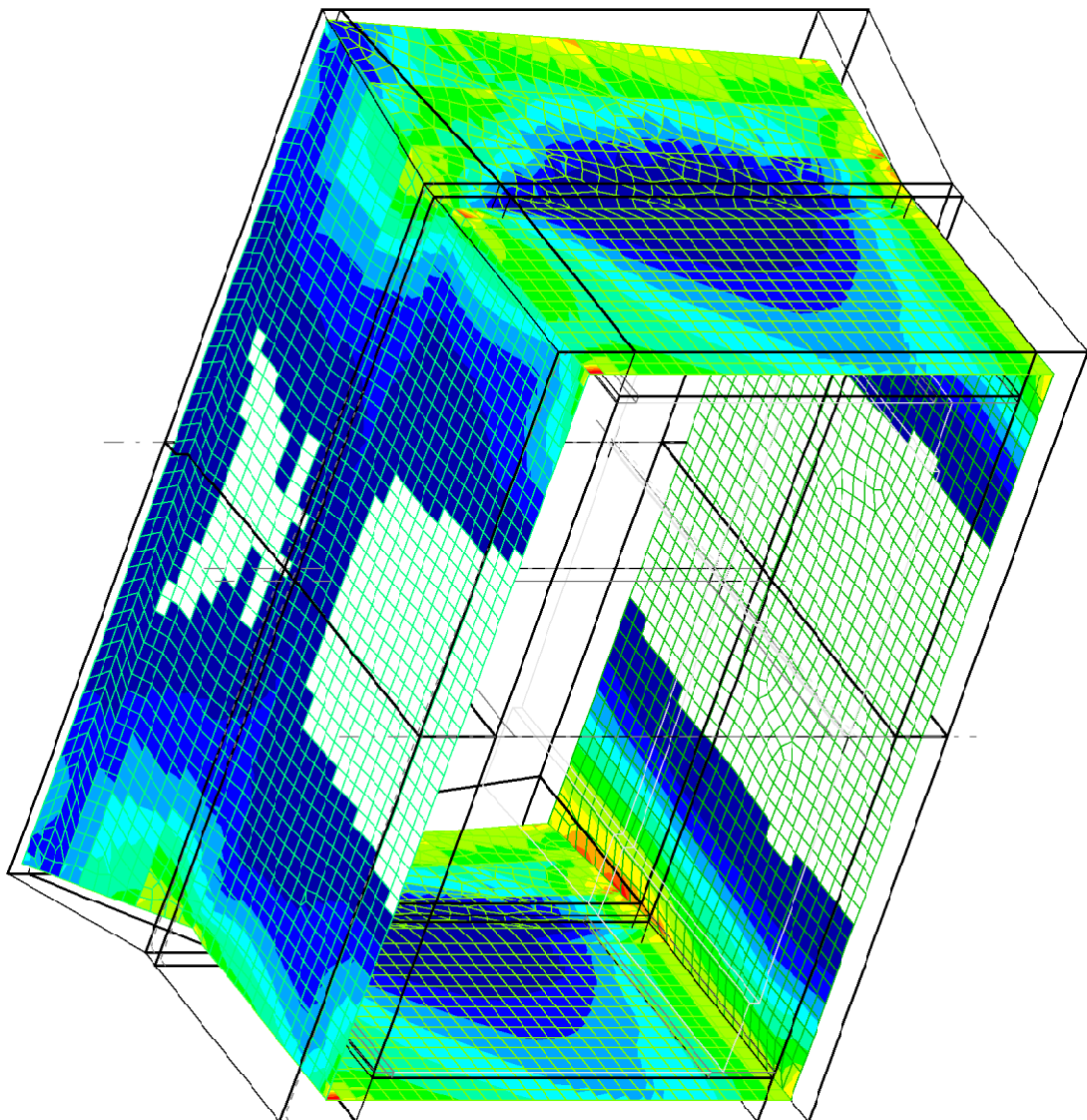
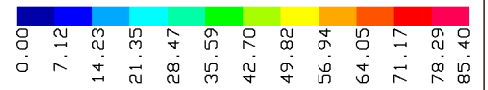
M 1:



M 1:100

LFK ÖEN1992-2:MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2  
Biegebewehrung asx, 1./2. Lage (1. Lage strichliert) [cm²/m]  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/87.20 [cm²/m]  
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 11.4 t





äußere Lage

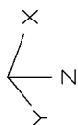
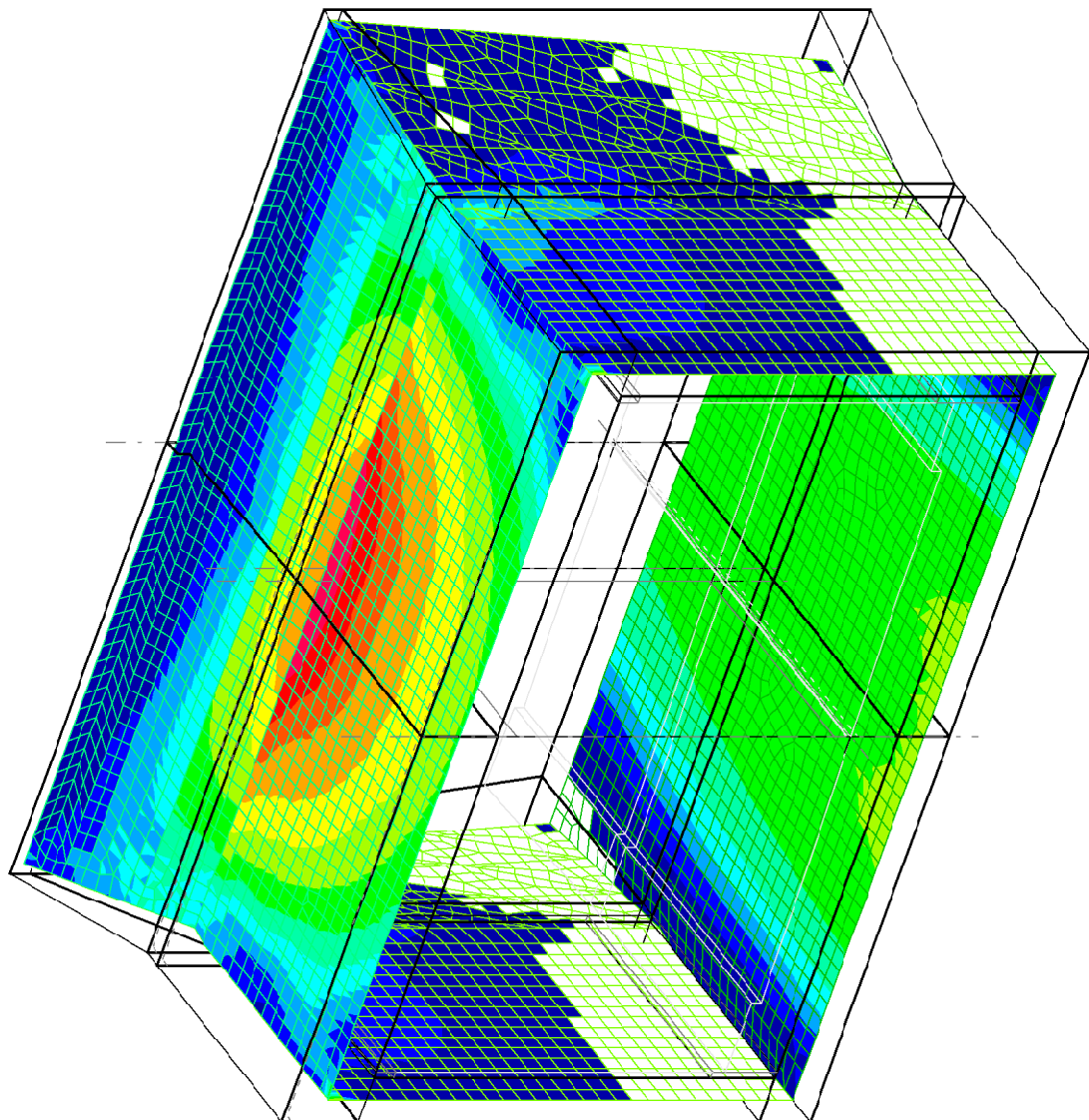
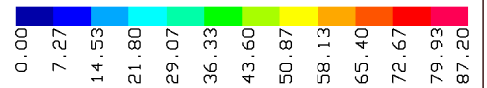
M 1:100

LFK ÖN1992-2:MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2

Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/85.40 [cm²/m]

Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 11.4 t



innere Lage

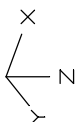
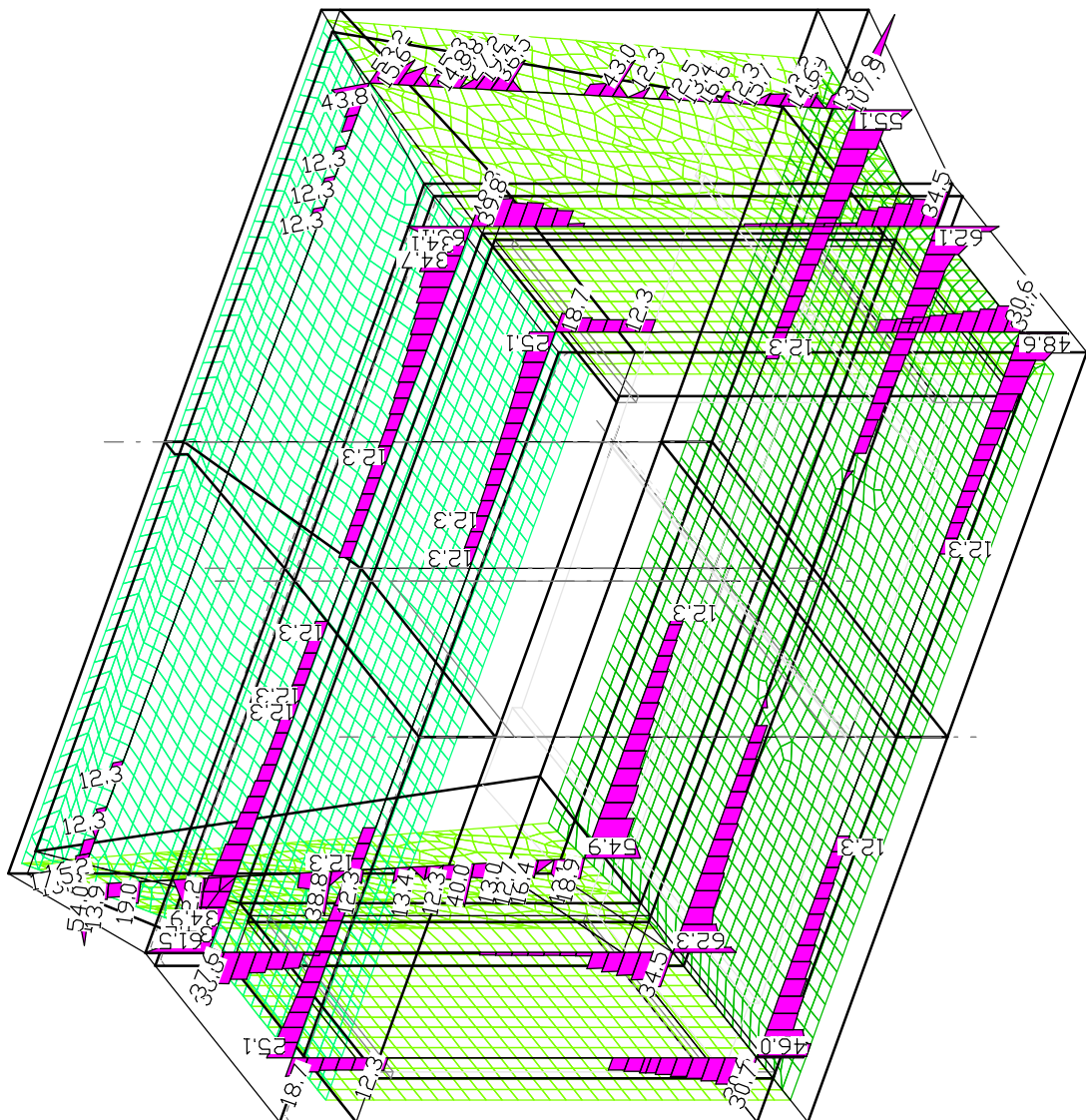
M 1:100

LFK ÖNORM EN 1992-2 MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2

Biegebewehrung asx 1. Lage [cm<sup>2</sup>/m]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/87.20 [cm<sup>2</sup>/m]

Berechnung in den Elementknoten, Gesamtw. aus Bemessung: 11.4 t

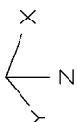
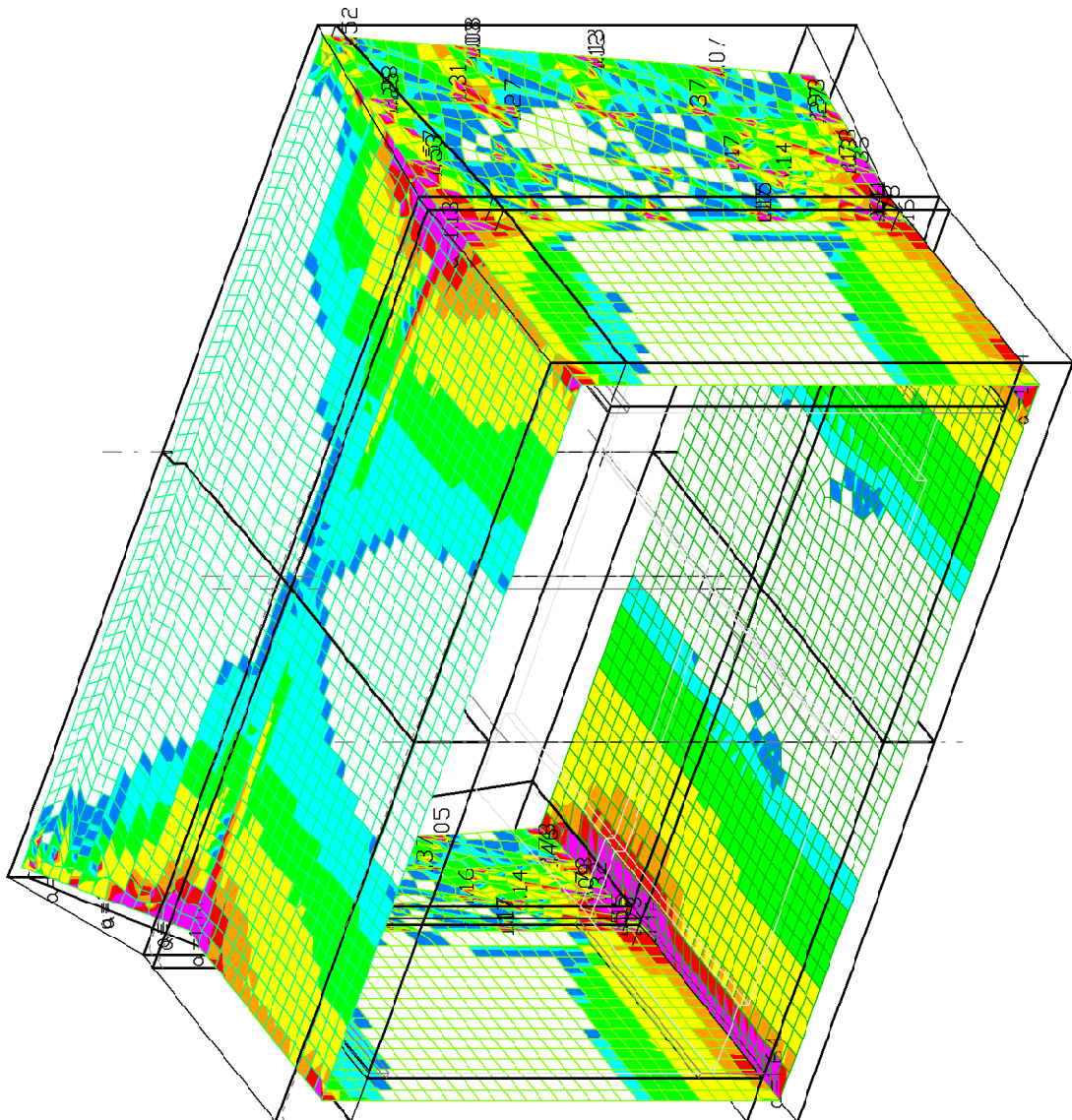
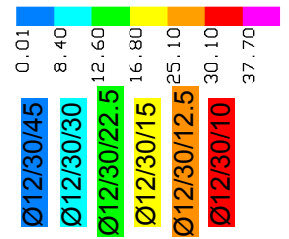


M 1:100

Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 60 Stellen unzureichend ( $\alpha > 1$ ).  
LFK ÖNORM EN 1992-2 BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2  
Bügelbewehrung aus Querkraft [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/153.84 [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
Berechnung in den Elementknoten

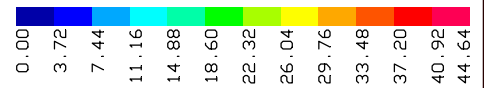


# S-Haken



M 1:100

Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 60 Stellen unzureichend ( $\alpha > 1$ ).  
 LFK ÖNORM EN 1992-2 BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2  
 Bügelbewehrung aus Querkraft [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/153.84 [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
 Berechnung in den Elementknoten



# Bodenplatte: obere Lage

M 1:100

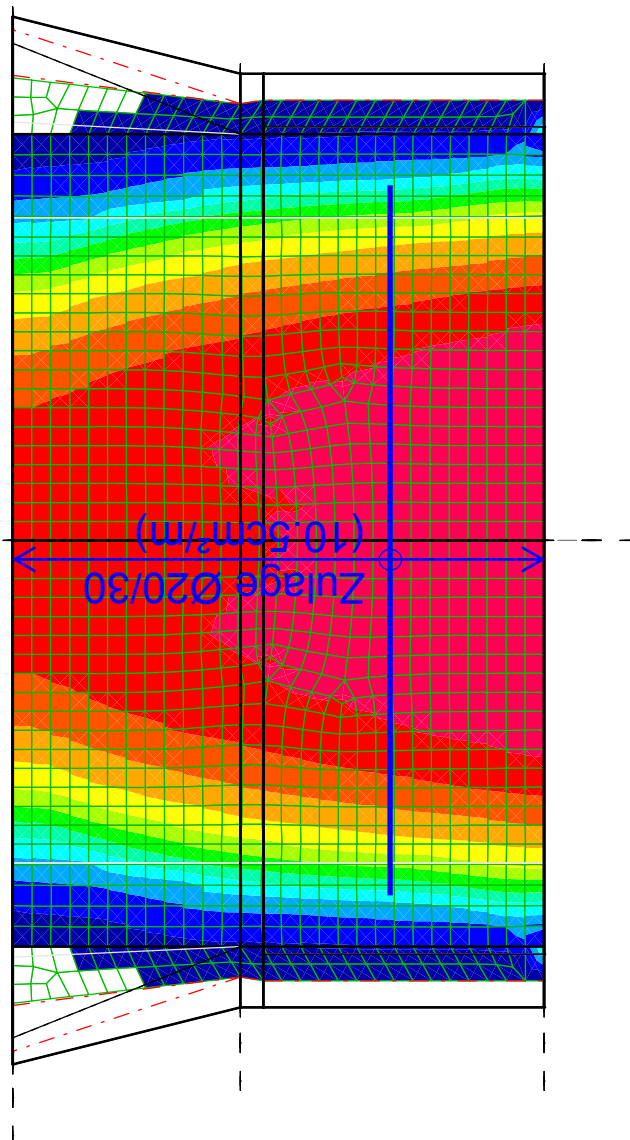
Grundnetz:

längs (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)

quer (x): Ø26/15 (35.4cm²/m)

Grundriss Nordportal

symmetrisch einlegen



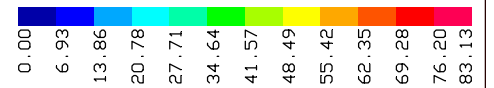
LFK OEN1992-2:MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2

Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]

Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/44.64 [cm²/m]

Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 11.4 t





# Bodenplatte: untere Lage

M 1:100

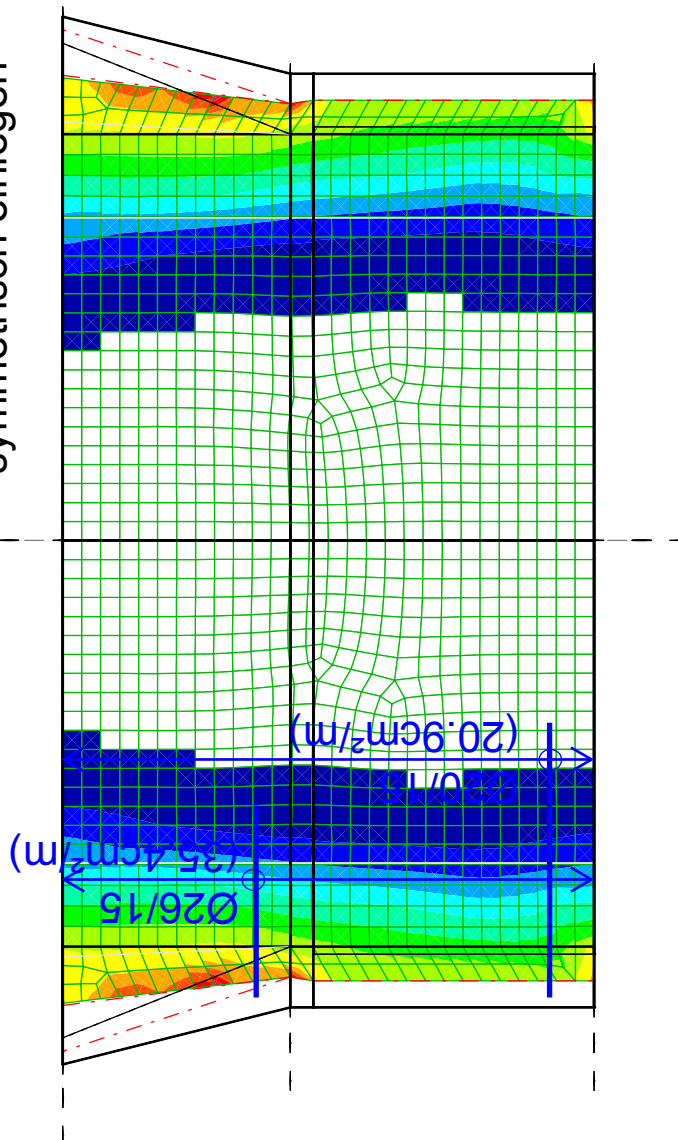
Grundnetz:

längs (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)

quer (x): Ø16/15 (13.4cm²/m)

Grundriss Nordportal

symmetrisch einlegen



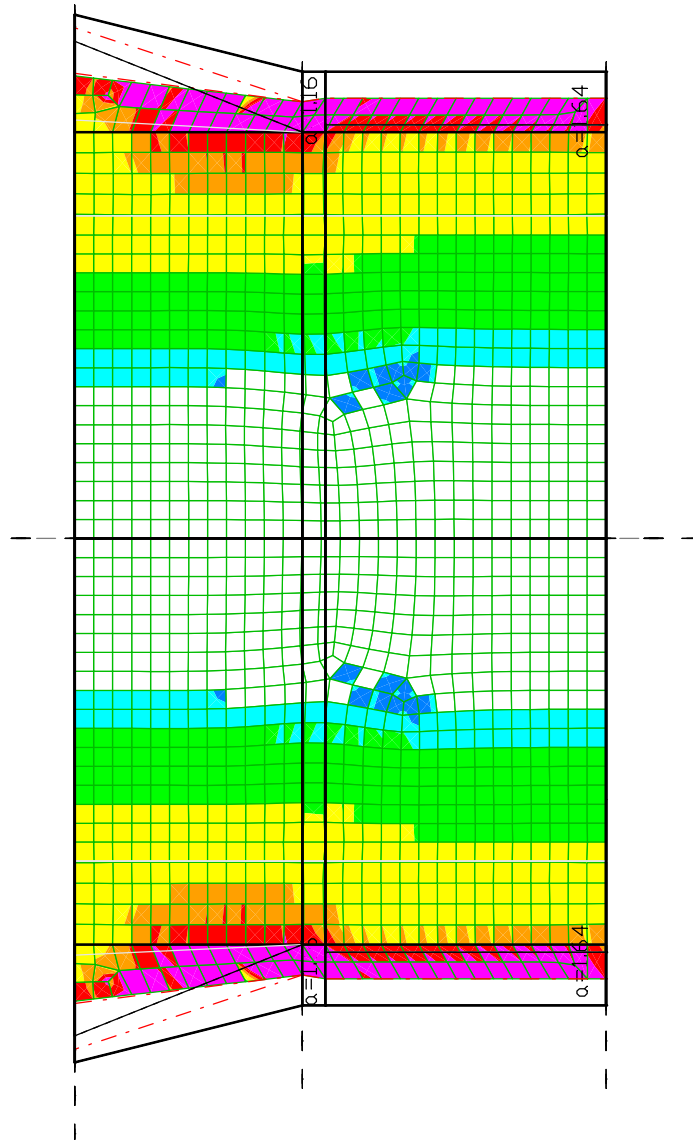
LFK ÖNORM EN 1992-2 MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2

Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]

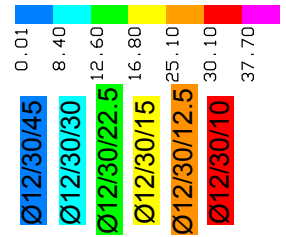
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/83.13 [cm²/m]

Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 11.4 t

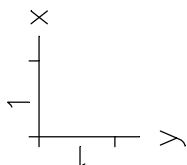
# Grundriss Nordportal



S-Haken



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 60 Stellen unzureichend ( $\alpha > 1$ ).  
LFK ÖEN1992-2:BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2  
Bügelbewehrung aus Querkraft [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/153.84 [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
Berechnung in den Elementknoten



M 1:100

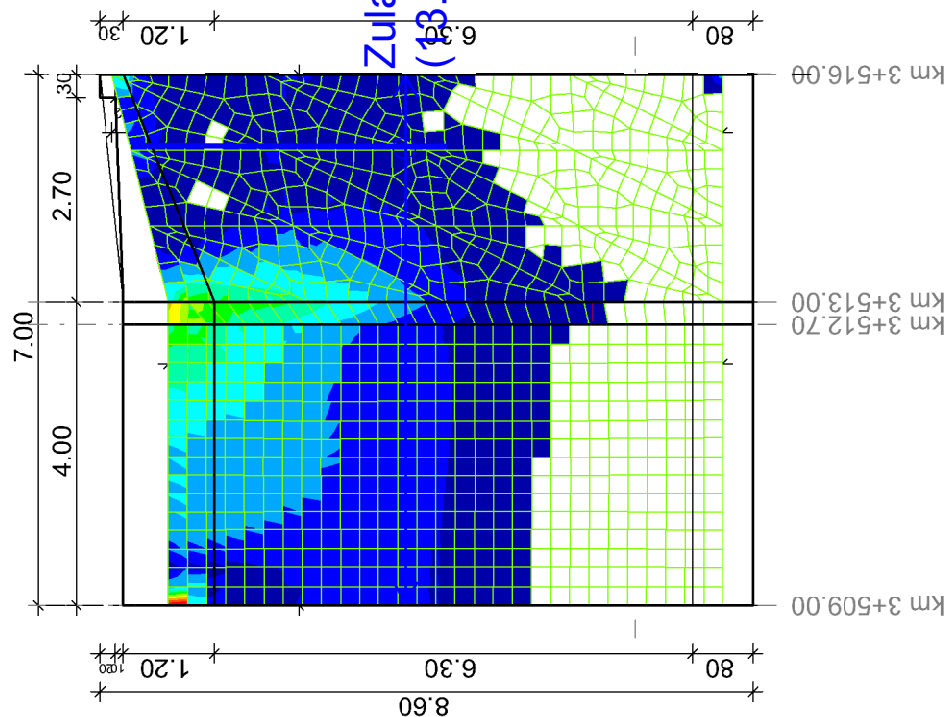
Wände: innere Lage



M 1:100

Grundnetz:  
horizontal (y): Ø20/15 (20.9cm<sup>2</sup>/m)  
vertikal (x/z): Ø16/15 (13.4cm<sup>2</sup>/m)

## Nordportal Längsschnitt

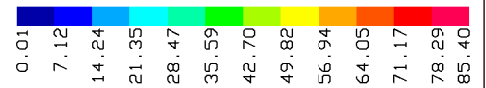


LFK ÖN1992-2:MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2

Biegebewehrung asx 1. Lage [cm<sup>2</sup>/m]

Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/50.94 [cm<sup>2</sup>/m]

Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 11.4 t



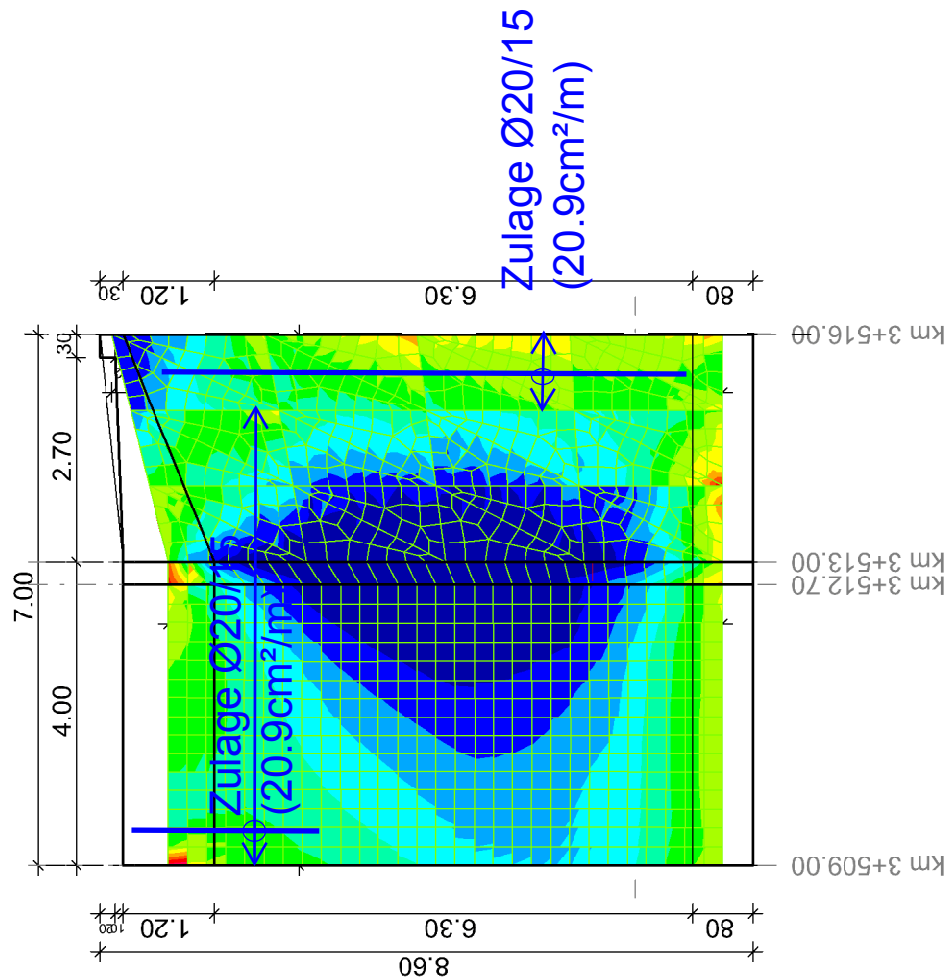
Wände: äußere Lage



M 1:100

Grundnetz:  
horizontal (y): Ø20/15 (20.9cm<sup>2</sup>/m)  
vertikal (x/z): Ø26/15 (35.4cm<sup>2</sup>/m)

## Nordportal Längsschnitt



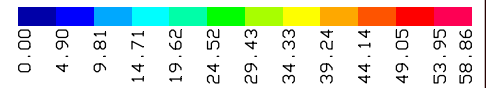
LFK ÖNORM EN 1992-2

Biegebewehrung asx 2. Lage [cm<sup>2</sup>/m]

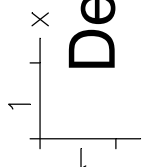
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.01/85.40 [cm<sup>2</sup>/m]

Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 11.4 t





**Decke: obere Lage**



M 1:100

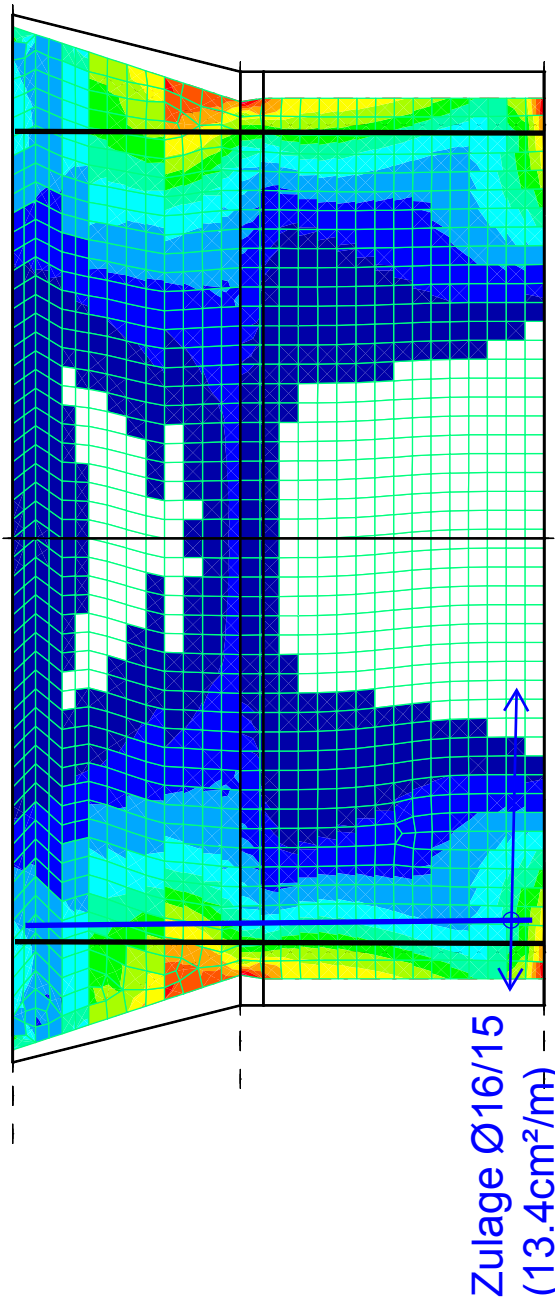
Grundnetz:

längs (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)

quer (x): Ø16/15 (13.4cm²/m)

Grundriss Nordportal

symmetrisch einlegen



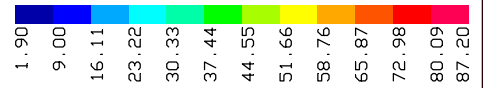
Zulage Ø16/15  
(13.4cm²/m)

LFK ÖEN1992-2:MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2

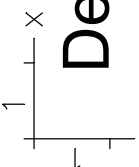
Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]

Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/58.85 [cm²/m]

Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 11.4 t



# Decke: untere Lage



M 1:100

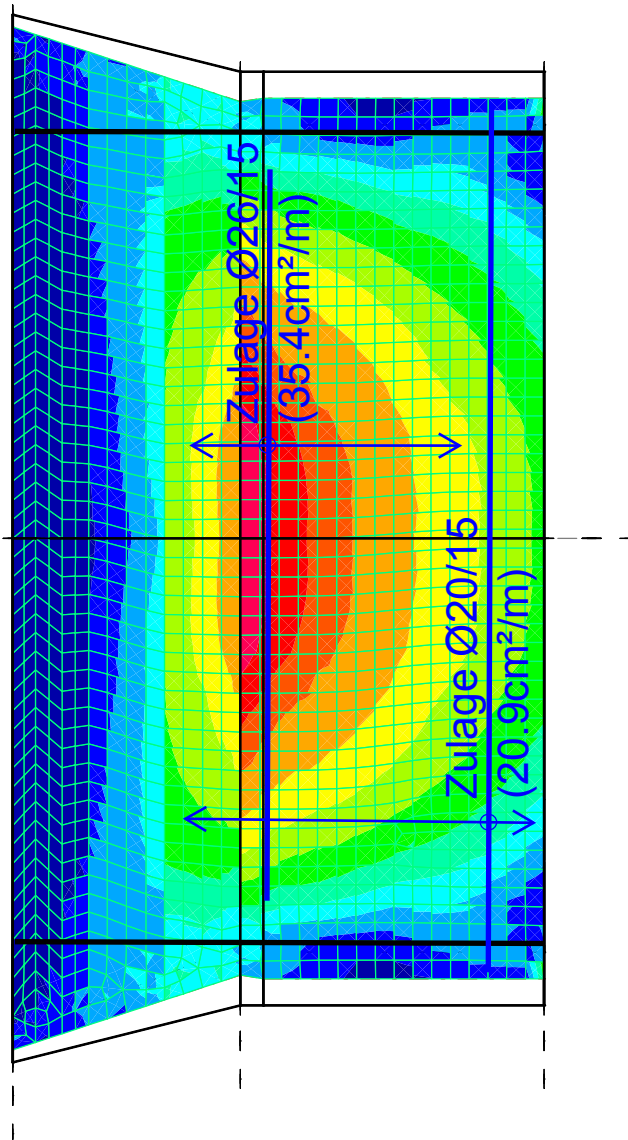
## Grundnetz:

längs (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)

quer (x): Ø26/15 (35.4cm²/m)

## Grundriss Nordportal

symmetrisch einlegen



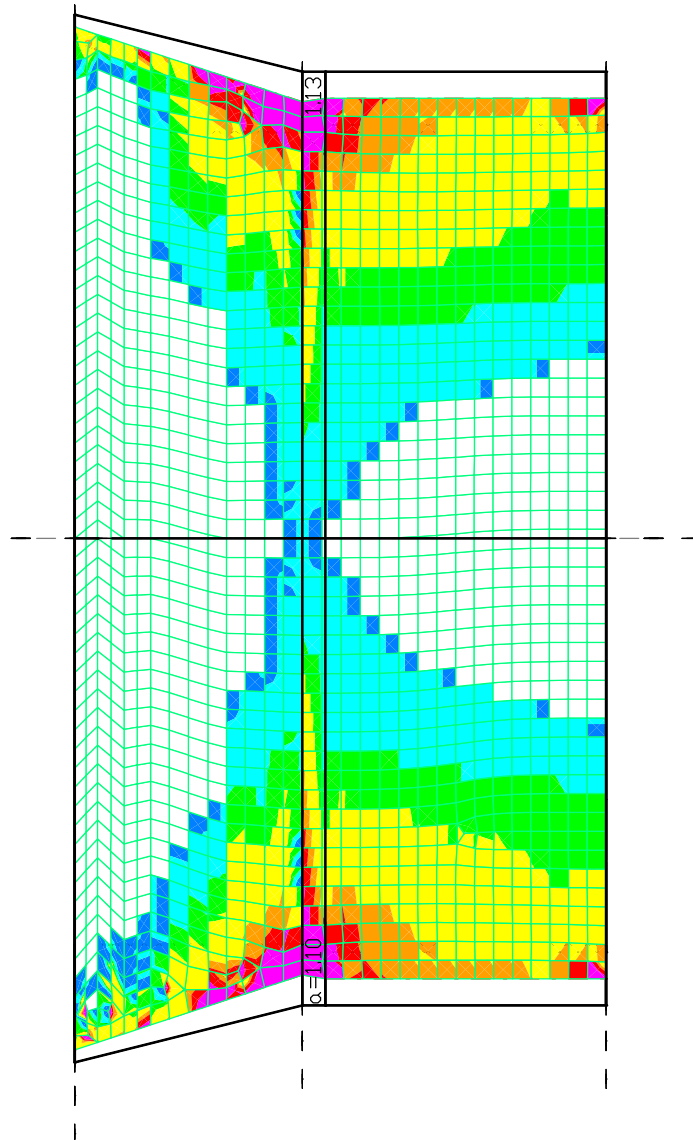
LFK ÖEN1992-2:MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2

Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]

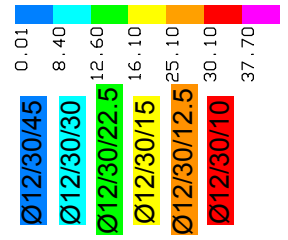
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 1.90/87.20 [cm²/m]

Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 11.4 t

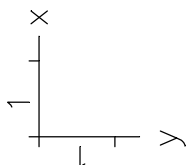
# Grundriss Nordportal



## S-Haken



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 60 Stellen unzureichend ( $\alpha > 1$ ).  
 LFK ÖEN1992-2:BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2  
 Bügelbewehrung aus Querkraft [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/153.84 [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
 Berechnung in den Elementknoten



M 1:100



1

### Eingabewerte

w <sub>k</sub> =	0.30	mm	Rechenwert der Rissbreite
h=	120.0	cm	Querschnittshöhe
b=	100.0	cm	Querschnittsbreite
c=	5.0	cm	Betondeckung der rissbreitenbegrenzenden Bewehrung
d <sub>s</sub> =	20	mm	Bewehrungsdurchmesser
<input checked="" type="checkbox"/> f <sub>ct,eff</sub> = 0,5 * f <sub>ctm</sub> (28d) verwenden (siehe nationales Anwendungsdokument)			
<input type="checkbox"/> Verwendung langsam erhärtender Betone (r = f <sub>cm</sub> 2/f <sub>cm</sub> 28 ≤ 0,3 (siehe nationales Anwendungsdokument))			
Beton	C 30/37		Zement <span style="background-color: yellow;">CEM 32,5 R, CEM 42,5 N (Klasse N)</span> s= <span style="background-color: yellow;">0.25</span> -
t=	5.0	Tage	Zeitpunkt der Rissbildung
f <sub>ctm</sub> =	2.90	N/mm <sup>2</sup>	Mittlere Zugfestigkeit des Betons
β <sub>cc</sub> (t)=	50.0	%	rechn. Aushärtungsgrad (bezogen auf die 28-Tage Festigkeit)
f <sub>ct,eff</sub> =	1.60	N/mm <sup>2</sup>	Effektive Zugfestigkeit des Betons
Stahl	BSt 450		
f <sub>y,k</sub> =	450.0	N/mm <sup>2</sup>	Charakteristischer Wert der Betonstahlstreckgrenze
E <sub>s</sub> =	200 000	N/mm <sup>2</sup>	E-Modul Betonstahl

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[ 1 - \left( \frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\}$$

$$f_{ctm}(t) = (\beta_{cc}(t))^{\alpha} \cdot f_{ctm}$$

$$\alpha = 1 \text{ für } t < 28$$

$$\alpha = 2/3 \text{ für } t \geq 28$$

2

### Berechnung

*k* der Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen, die zum Abbau von Zwang führen:

= 1,0 für Stege mit  $h \leq 300$  mm oder Gurten mit Höhen unter 300 mm;  
 = 0,65 für Stege mit  $h \geq 800$  mm oder Gurten mit Höhen über 800 mm;  
 Zwischenwerte dürfen interpoliert werden;

*k*= 0.52 - *k* darf bei innerem Zwang laut nationalem Anwendungsdokument mit 0,8 multipliziert werden  
*k<sub>c</sub>*= 1.00 - Bauteil unter reinem Zug

*h/(h-d)*= 20.0 - Für *k<sub>2</sub>* gilt: für  $h \leq 5(h-d)$ :  $k_2 = 2,5$   
*k<sub>2</sub>*= 4.00 - für  $h \geq 30(h-d)$ :  $k_2 = 5,0$   
*h<sub>c,eff</sub>*= 24.0 cm *A<sub>c,eff</sub>* =  $b \cdot h_{c,eff}$ , wobei *h<sub>c,eff</sub>* das Minimum von [*k<sub>2</sub>*(*h-d*); *h/2*] ist.  
*A<sub>c,eff</sub>*= 2 400.0 cm<sup>2</sup> Wirkungsbereich der Bewehrung  
*h<sub>cr</sub>*= 60.0 cm Höhe der Zugzone vor Beginn der Erstrissbildung (zentrischer Zug:  $h_{cr} = h/2$ )  
*A<sub>ct</sub>*= 6 000.0 cm<sup>2</sup> Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite (gesamter Bauteil unter Zug)

Ermittlung des Grenzdurchmessers bei Zwangsbeanspruchung (siehe nationales Anwendungsdokument):

$$\phi_s = \phi_s^* \frac{k_c \cdot k \cdot h_{cr} \cdot f_{ct,eff}}{4(h-d) \cdot 2,9} \geq \phi_s^* \frac{f_{ct,eff}}{2,9} \Rightarrow \phi_s^* = \phi_s \cdot \frac{4 \cdot (h-d) \cdot 2,9}{k_c \cdot k \cdot h_{cr} \cdot f_{ct,eff}} \leq \phi_s \cdot \frac{2,9}{f_{ct,eff}}$$

$\phi_s^* = \frac{6 \cdot w_k \cdot f_{ct,eff} \cdot E_s}{\sigma_s^2} \Rightarrow \sigma_s = \sqrt{\frac{6 \cdot w_k \cdot f_{ct,eff} \cdot E_s}{\phi_s^*}}$  f<sub>ct</sub>= 2.90 N/mm<sup>2</sup> σ<sub>s</sub>= 193.8 N/mm<sup>2</sup>

ÖNORM B (17)  $A_s = \frac{f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff}}{\sigma_s} \geq \frac{k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{f_{yk}}$  A<sub>s</sub>= 19.88 cm<sup>2</sup>

ÖNORM EN (7.1)  $A_{s,min} \sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} \rightarrow A_s = \text{span style="background-color: blue;">25.84 cm<sup>2</sup>$

Minimum aus (17) NAD und (7.1) Hauptteil A<sub>s,eff</sub>= 19.88 cm<sup>2</sup> s<sub>max</sub>= 15.5 cm

**Erforderlicher Stahlquerschnitt / maximaler Abstand der Bewehrungsstäbe für verschiedene Durchmesser und Querschnittshöhen:**

	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	150 cm	200 cm
6 mm	7.55 / 3.5	8.07 / 3.5	8.59 / 3.0	9.10 / 3.0	9.62 / 2.5	9.65 / 2.5	9.62 / 2.5	13.91 / 2.0	18.55 / 1.5
8 mm	8.84 / 5.5	9.44 / 5.0	10.03 / 5.0	10.63 / 4.5	11.23 / 4.0	11.36 / 4.0	11.32 / 4.0	13.91 / 3.5	18.55 / 2.5
10 mm	10.02 / 7.5	10.68 / 7.0	11.35 / 6.5	12.02 / 6.5	12.69 / 6.0	12.95 / 6.0	12.90 / 6.0	13.91 / 5.5	18.55 / 4.0
12 mm	11.12 / 10.0	11.85 / 9.5	12.58 / 8.5	13.31 / 8.0	14.04 / 8.0	14.46 / 7.5	14.39 / 7.5	14.52 / 7.5	18.55 / 6.0
14 mm	12.17 / 13.0	12.96 / 11.5	13.75 / 11.0	14.54 / 10.5	15.33 / 10.0	15.91 / 9.5	15.83 / 9.5	15.95 / 9.5	18.55 / 8.0
16 mm	13.18 / 15.5	14.02 / 14.0	14.86 / 13.5	15.71 / 12.5	16.55 / 12.0	17.32 / 11.5	17.23 / 11.5	17.33 / 11.5	18.55 / 10.5
20 mm	15.11 / 22.0	16.05 / 19.5	17.00 / 18.0	17.94 / 17.5	18.89 / 16.5	19.83 / 15.5	19.96 / 15.5	20.00 / 15.5	19.25 / 16.0
26 mm	17.87 / 33.0	18.95 / 28.5	20.03 / 26.5	21.10 / 25.0	22.18 / 23.5	23.26 / 22.5	23.95 / 22.0	23.89 / 22.0	23.61 / 22.0
30 mm	19.66 / 41.0	20.82 / 35.5	21.97 / 32.0	23.13 / 30.5	24.29 / 29.0	25.44 / 27.5	26.60 / 26.5	26.44 / 26.5	26.58 / 26.5
36 mm	22.30 / 53.5	23.56 / 46.5	24.83 / 42.0	26.10 / 39.5	27.36 / 38.5	28.63 / 35.5	29.90 / 34.0	30.26 / 33.5	30.79 / 33.0