



Projekt/progetto:

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

AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO

Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigeg./approv.
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.

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
SÜDPORTAL UND
AUFWEITUNGSBLOCK
STATISCHE BERECHNUNG**

Titolo del documento:

**GALLERIA AUTOGRILL
PORTALE SUD E BLOCCO DI
ALLARGAMENTO
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-704

Einlage Nr./allegato n.:

6-4

INHALTSVERZEICHNIS

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

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 Steinschichtung mit einer Höhe bis zu 8,30 m erforderlich.

Dieses Statikdokument behandelt das Südportal des Tunnels (Block 1) und den anschließenden Aufweitungsblock (Block 2).

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 Nordportal 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 Portalblöcke bestehen im Wesentlichen aus einem Kastenquerschnitt mit einem Aufweitungsbereich und einer zum Portal hin einseitig auskragenden Decke. 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 Aufweitungsblock ausgehend bis zur Portalstation hin. Auf der Stirnseite des Portalblocks ist ein 30/30 cm großer Portalkranz angeordnet.

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

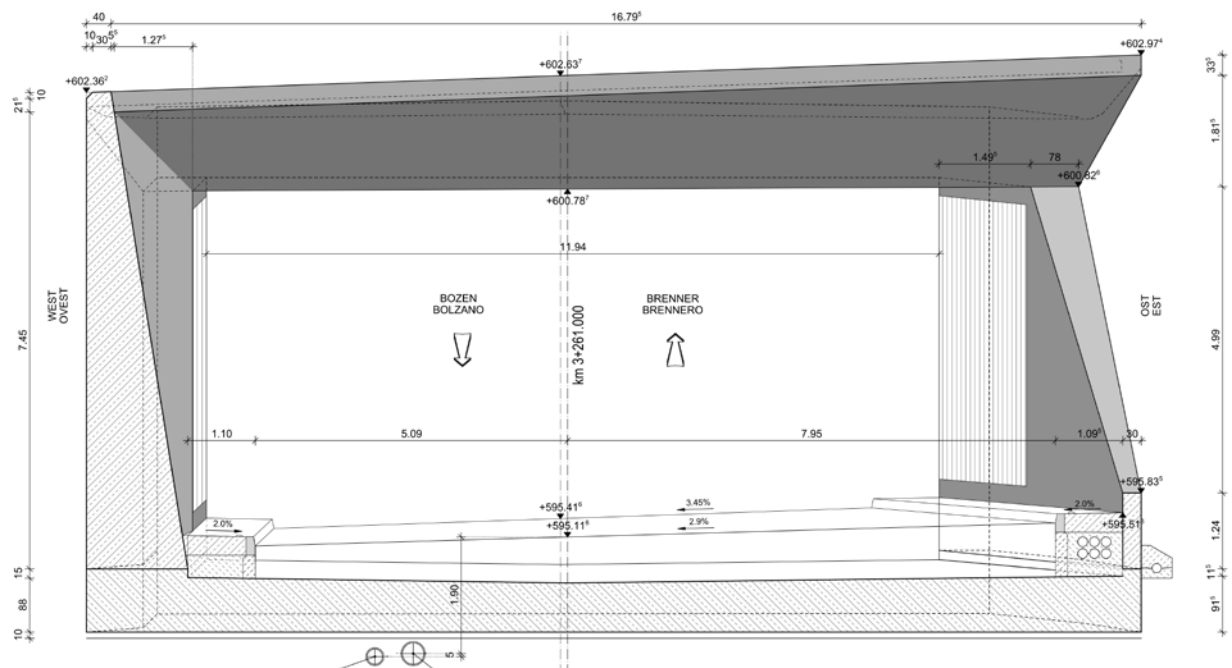


Abbildung 1: Ansicht Südportal

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	γ	kN/m³	22,0	22,0	21,0	20,0
Wichte unter Auftrieb	γ'	kN/m³	13,0	13,0	12,0	10,0
Reibungswinkel, drainiert	ϕ'	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	τ_{mgrenz}	MN/m²	0,12	0,12	0,03	0,03
Spitzendruck bei Pfahlkopfaetzung s/D= 0,02	σ_{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).

Der Portalblock B1 hat eine beidseitige Einschüttung mit einer maximalen Höhe von 1.0 m, die Richtung Osten (rechts) mit ca. 15 bis 20° abfällt.

Die statische Berechnung Aufweitungsblocks erfolgt mit einem ebenen Rahmensystem (INFOGRAPH).

Der Aufweitungsblock B2 hat eine beidseitige Einschüttung mit einer maximalen Höhe von 2.0 m, die Richtung Osten (rechts) mit ca. 15 bis 20° abfällt.

Die Lastabtragung in den Untergrund erfolgt über eine gebettete Bodenplatte.

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 Erdruhedruck 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:

$$\varphi = 35^\circ$$

$$c = 0$$

$$\delta = 0^\circ$$

$$\beta = 0^\circ \text{ bzw. } -30^\circ$$

Es ergeben sich somit die nachfolgenden Erddruckbeiwerte:

$$\text{aktiver Erddruck} \quad k_{ah} = 0,271 \text{ bzw. } 0,213 (\beta = -30^\circ)$$

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

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

$$p_v = 10 \text{ kN/m}^2 \text{ (Portalblock)}$$

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

5.3 Lasten aus zukünftiger Überbauung

Für den Portalblock ist keine Bebauung zulässig.

Für den Aufweitungsblock werden gemäß der Vorgabe der Autobahngesellschaft 3-geschoßige Gebäude berücksichtigt, die statisch mit 20 kN/m^2 und Geschoß angesetzt werden.

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

5.4 Verkehrslasten auf der Decke

Der Portalblock darf nicht befahren werden. Als Verkehrslast werden 10 kN/m^2 in jeweils ungünstiger Laststellung (links, Mitte, rechts und kombiniert) angesetzt.

Als Verkehrslast auf dem Aufweitungsblock 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^2 und ein weiterer Fahrstreifen mit Verkehrslast 2x200 kN-Doppelachse und $2,5 \text{ kN/m}^2$.

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 $60,1 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 2 \times (300 + 200) / (4,5 \times 3,7)$) und für die gleichmäßig verteilte Last zu $6,8 \text{ kN/m}^2$ ($((9,0 + 2,5) \times 3,0 / (3,0 + 2 \times (0,75 \times \tan 30^\circ + 0,60)))$).

Die Belastung ($66,9 \text{ kN/m}^2$) aus dem Verkehr ist in etwa gleich groß als die angesetzte Last aus der Überbauung (60 kN/m^2) und tritt im Vergleich dazu nur lokal begrenzt auf. Sie wird daher für den Aufweitungsblock nicht weiter eigens berücksichtigt.

5.5 Temperaturbeanspruchung

Es wird mit einer Temperaturdifferenz in der Decke über die Querschnittsdicke von $\pm 10 \text{ K}$ 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 der Portalblöcke

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
SÜDPORTAL UND
AUFWEITUNGSBLOCK
STATISCHE BERECHNUNG**

Titolo del documento:

**GALLERIA AUTOGRILL
PORTALE SUD E BLOCCO DI
ALLARGAMENTO
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-704

Einlage Nr./allegato n.:

6-4

INDICE

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

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 sud della galleria (blocco 1) e del successivo concio di allargamento (blocco 2).

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 e alle zone di imbocco, sono oggetto di un documento separato 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 e una mensola orientata verso l'imbocco. 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 giunti tra il portale e gli adiacenti blocchi (conci) vengono sigillati con inserti e nastri waterstop.

I muri d'ala adiacenti all'conco di imbocco, però staticamente distaccati dallo stesso, sono riportati in un altro documento.

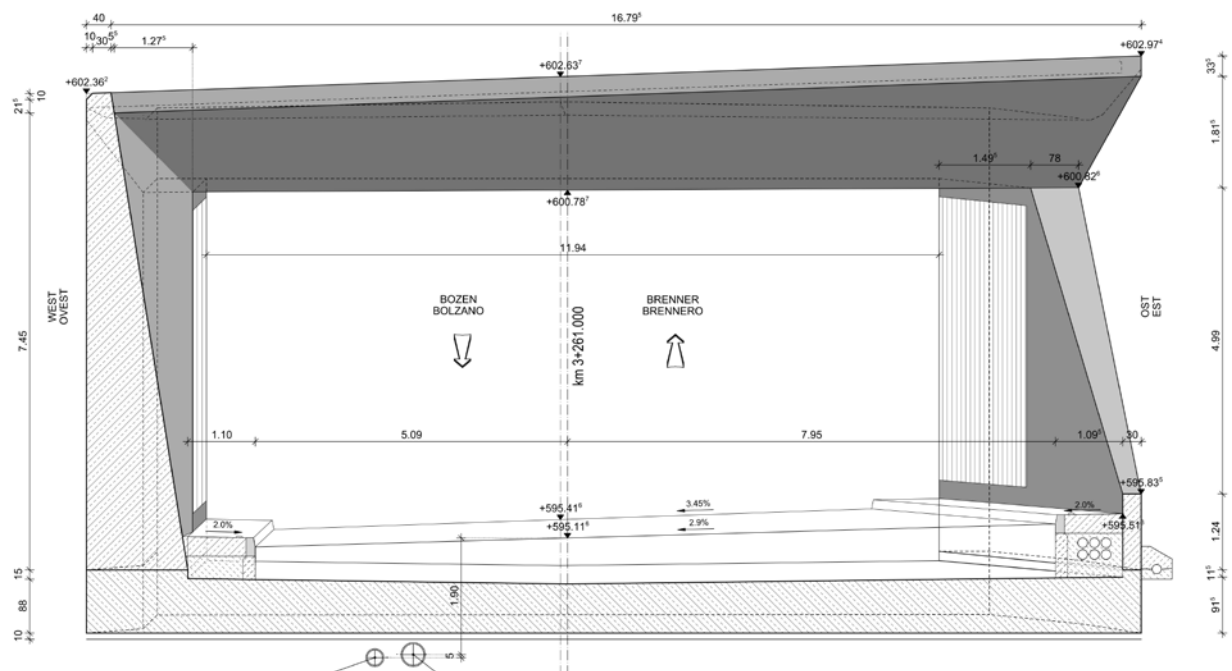


Illustrazione 1: Vista imbocco sud

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	γ	kN/m³	22,0	22,0	21,0	20,0
Wichte unter Auftrieb	γ'	kN/m³	13,0	13,0	12,0	10,0
Reibungswinkel, drainiert	ϕ'	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_{smin}	MN/m²	50	70	30	30
	E_{smax}		80	100	60	60

Konstruktionsabhängige Kennwerte

Ortbetonpfähle						
Pfahlmantelreibung	τ_{mgrenz}	MN/m²	0,12	0,12	0,03	0,03
Spitzendruck bei Pfahlkopfaetzung s/D= 0,02	σ_{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).

Per il concio del portale B1 è previsto un ritombamento per un'altezza massima di 1,0 m su ambo i lati, con pendenza di ca. 15° - 20° verso lato est (parte destra).

Il dimensionamento statico del concio di allargamento è stato svolto con l'ausilio di un modello reticolare piano (INFOGRAPH).

Per il concio di allargamento B2 è previsto un ritombamento per un'altezza massima di 2,0 m su ambo i lati, con pendenza di ca. 15° - 20° verso lato est (parte destra).

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

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 kN/m³.

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):

$$\varphi = 35^\circ$$

$$c = 0$$

$$\delta = 0^\circ$$

$$\beta = 0^\circ \text{ ovvero } -30^\circ$$

I coefficienti di spinta risultanti sono:

$$\text{Coeff. spinta attiva} \quad k_{ah} = 0,271 \text{ ovvero } 0,213 \quad (\beta = -30^\circ)$$

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

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

$$p_v = 10 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{concio di imbocco})$$

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

5.3 Carichi per future opere sopra la galleria

Sopra il concio di imbocco non sono ammesse alcune opere da costruire in futuro.

Come futura opera da costruire sopra il concio di allargamento è stato considerato un eventuale edificio di 3 piani, così come da indicazioni fornite dall'autostrada, che comporta un sovraccarico di 20 kN/m² per piano.

Sul terreno sono stati quindi applicati dei carichi pari a 60 kN/m² nelle configurazioni di carico più gravose (sinistra, mezzzeria, destra e combinazioni di carico).

5.4 Carichi mobili

Il concio di imbocco non è transitabile. Sono stati quindi applicati dei carichi pari a 10 kN/m^2 nelle configurazioni di carico più gravose (sinistra, mezzeria, destra e combinazioni di carico).

Per il concio di allargamento i 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 $2 \times 300 \text{ kN}$ (tandem) e un carico uniformemente distribuito pari a 9 kN/m^2 , e da una seconda corsia con carico concentrato su 2 assi $2 \times 200 \text{ kN}$ e carico distribuito di 2.5 kN/m^2 .

L'angolo di diffusione del carico verticale è pari a 30° attraverso il rinterro di spessore minimo 2,00m e a 45° attraverso la soletta di spessore 1,20m in mezzeria.

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 1,20m, 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 $60,1 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 2 \times (300 + 200) / (4,5 \times 3,7)$) e a $6,80 \text{ kN/m}^2$ ($((9,0 + 2,5) \times 3,0 / (3,0 + 2 \times (0,75 \times \tan 30^\circ + 0,60)))$) per carichi uniformemente distribuiti.

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

5.5 Temperatura

Si considera una differenza di temperatura nello spessore della sezione di $\pm 10 \text{ K}$, 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

7 INDICAZIONI ESECUTIVE

7.1 Fasi realizzative dei conchi 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
System	
QS Südportal km 3+261.00	3
QS Südportal km 3+273.00	4
GR Südportal	5
Querschnittswerte	6
Materialkennwerte	7
Bettung	9
Querschnittsfarbe; Lokale Elementsysteme	9
Lastansätze / Erddruckermittlung	10
Lasten	
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_Verkehr	13
LF 12: Belastung, e0_Verkehr_links	14
LF 13: Belastung, e0_Verkehr_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
Schnittgrößen	
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
erforderliche Bewehrung	
Biegebewehrung asx; Maximum ÖNORM EN 1992-2	31
Biegebewehrung asy; Maximum ÖNORM EN 1992-2	32
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	33
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	34
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	35
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	36
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2	37
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2	38

M 1:

Bewehrungsskizzen**Sohlplatte**

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

Wand_West

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

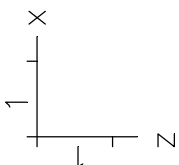
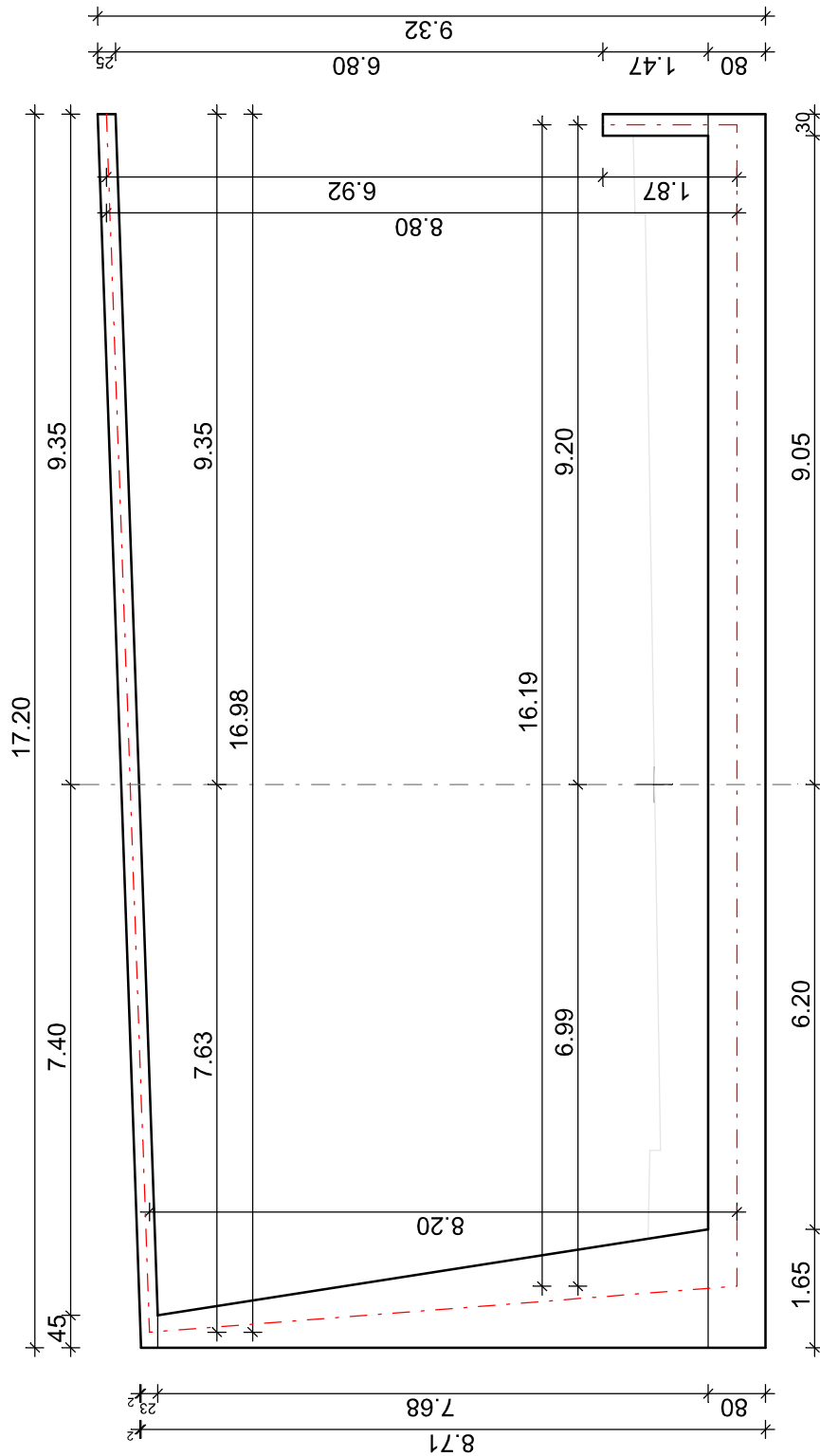
Wand_Ost

Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	45
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	46
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2	47

Decke

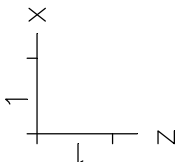
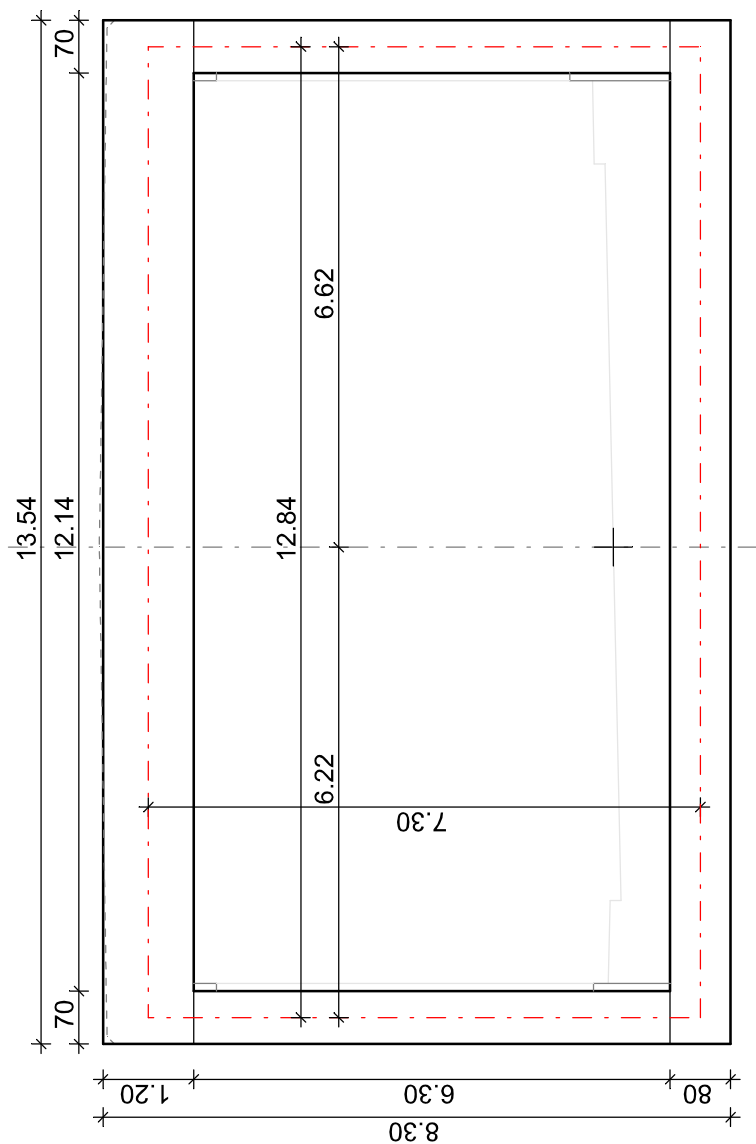
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	48
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	49
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	50
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum ÖNORM EN 1992-2	51
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2	52

Südportal km 3+261.00



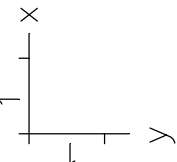
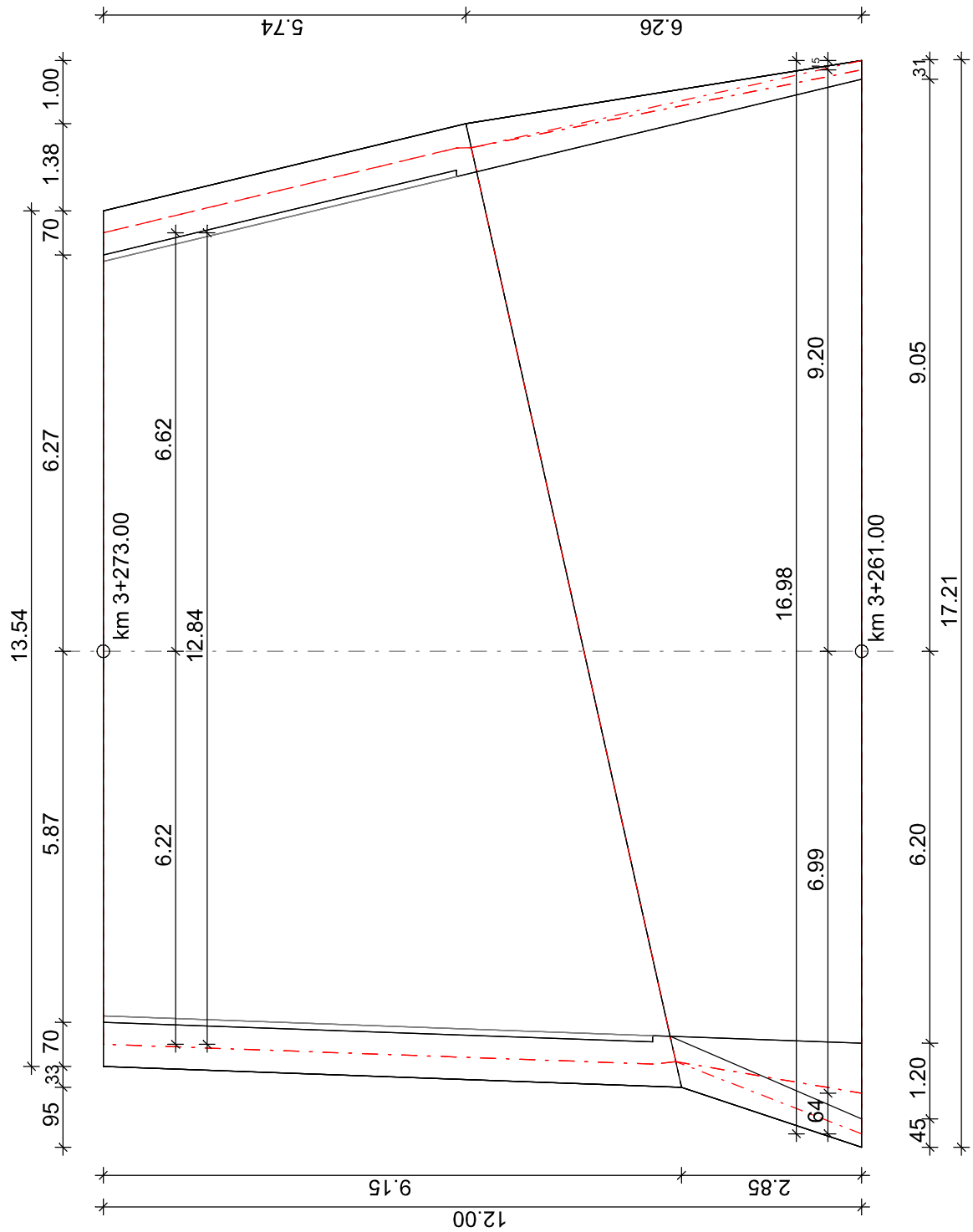
M 1:100

Südportal km 3+273.00



M 1:100

Südportal Grundriss



M 1:100

Querschnittswerte

1	Fläche	Decke 30cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.3000 = 1 = 1	drillsteif
2	Fläche	Decke 50cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.5000 = 1 = 1	drillsteif
3	Fläche	Decke 65cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.6500 = 1 = 1	drillsteif
4	Fläche	Decke 80cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif
5	Fläche	Decke 95cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.9500 = 1 = 1	drillsteif
6	Fläche	Decke 110cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.1000 = 1 = 1	drillsteif
7	Fläche	Decke 120cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.2000 = 1 = 1	drillsteif
11	Fläche	Wand 30cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.3000 = 1 = 1	drillsteif
12	Fläche	Wand 40cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.4000 = 1 = 1	drillsteif
13	Fläche	Wand 50cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.5000 = 1 = 1	drillsteif
14	Fläche	Wand 60cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.6000 = 1 = 1	drillsteif
15	Fläche	Wand 70cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.7000 = 1 = 1	drillsteif

M 1:

Querschnittswerte

16	Fläche	Wand 80cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif
17	Fläche	Wand 90cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.9000 = 1 = 1	drillsteif
18	Fläche	Wand 110cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.1000 = 1 = 1	drillsteif
19	Fläche	Wand 120cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.2000 = 1 = 1	drillsteif
20	Fläche	Wand 150cm Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 1.5000 = 1 = 1	drillsteif
21	Fläche	Bodenplatte 80cm Feld $k=8\text{MN/m}^3$ Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif
22	Fläche	Bodenplatte 80cm Rand $k=12\text{MN/m}^3$ Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif
23	Fläche	Bodenplatte 80cm Rand $k=16\text{MN/m}^3$ Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 0.8000 = 1 = 1	drillsteif

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul [MN/m ²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
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	7	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
8	11	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
9	12	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
10	13	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
11	14	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
12	15	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000

M 1:

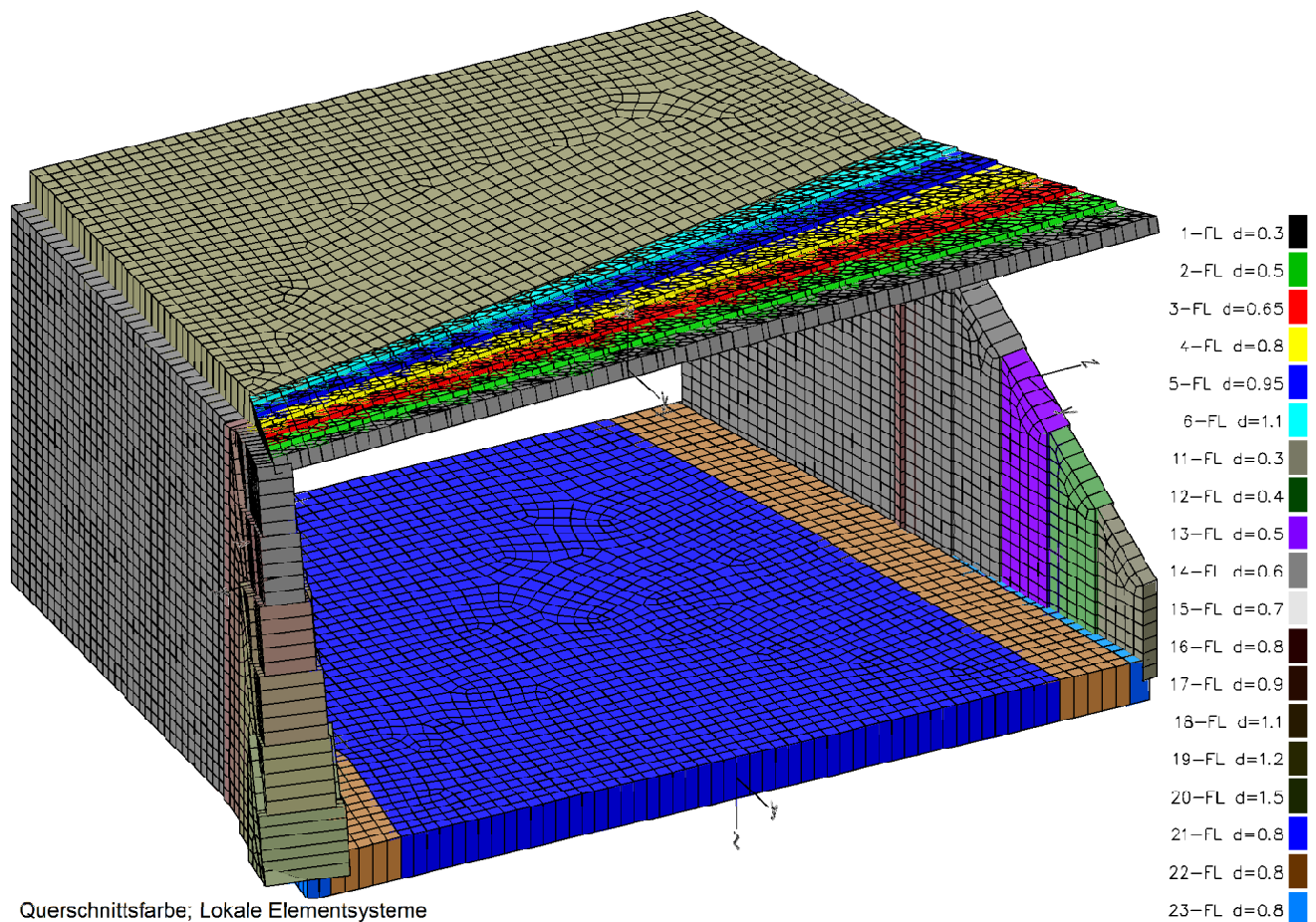
Materialkennwerte

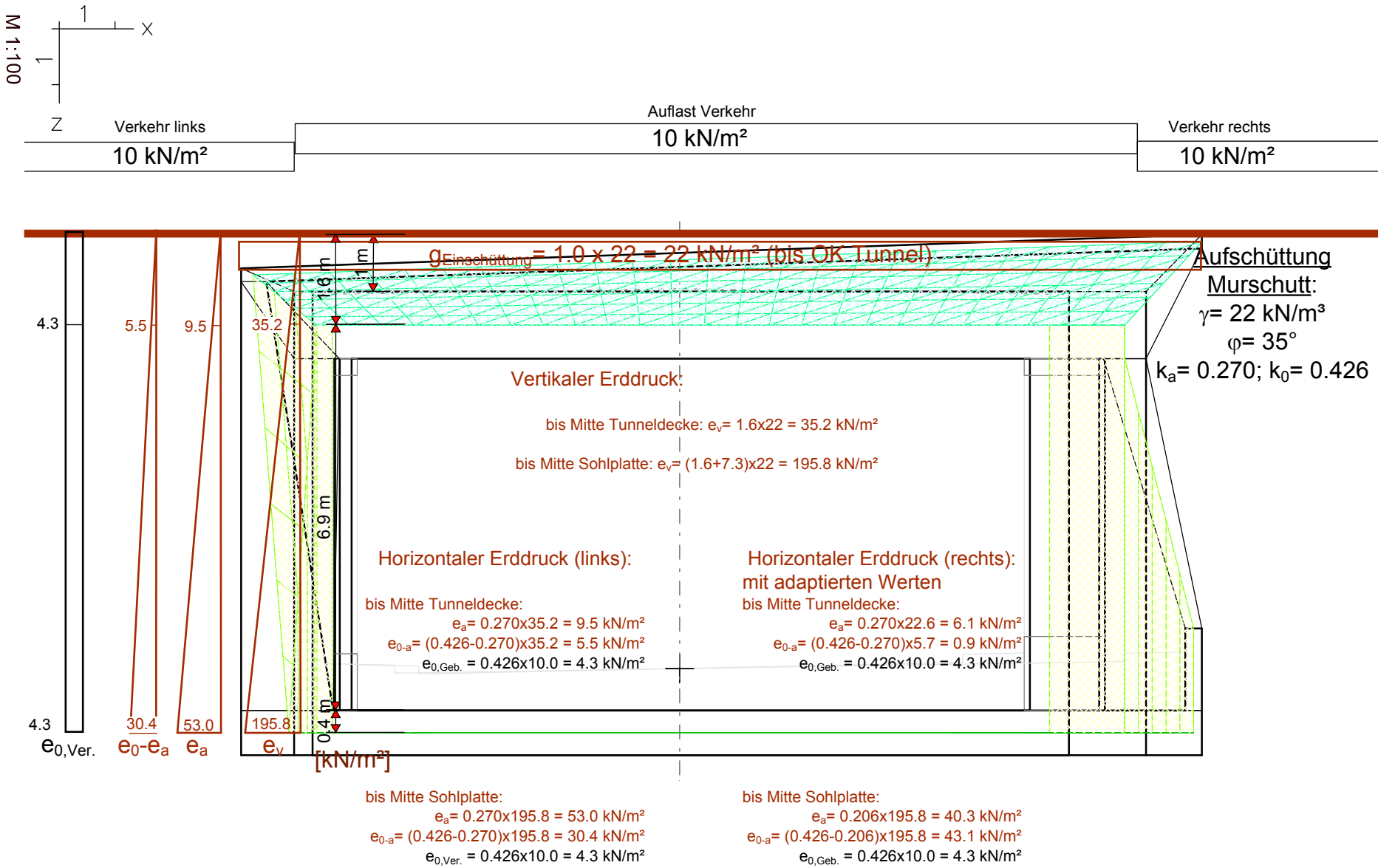
	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
13	16	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
14	17	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
15	18	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
16	19	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
17	20	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
18	21	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
19	22	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
20	23	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000

Bettung

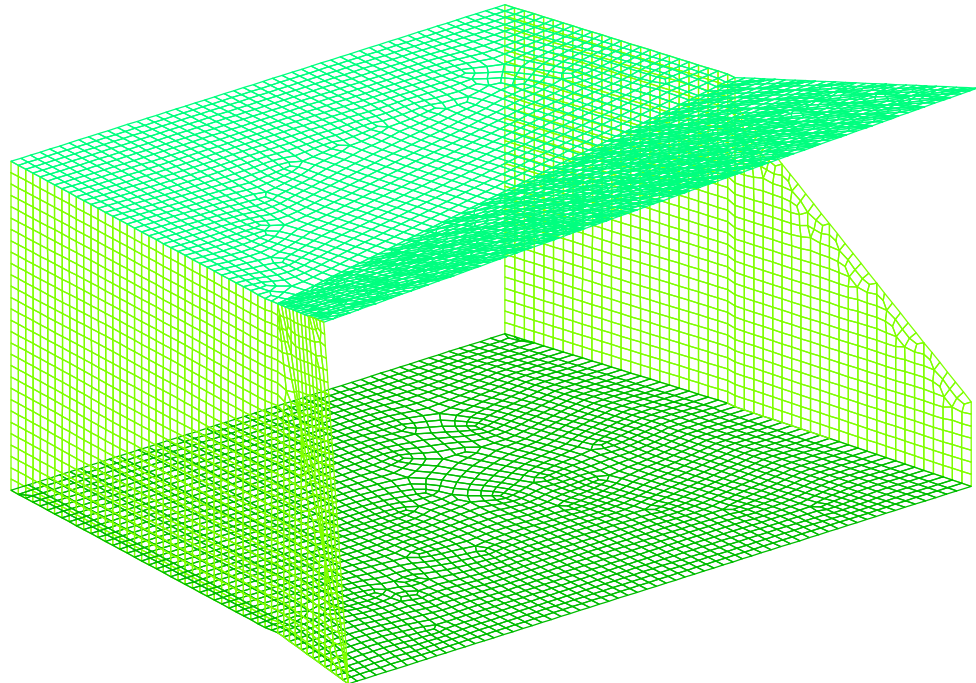
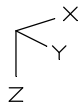
	Nr.	k _{bx}	k _{by} [MN/m ³]	k _{bz}	b _x	b _y [m]	b _z
1	1	0	0	0			
2	2	0	0	0			
3	3	0	0	0			
4	4	0	0	0			
5	5	0	0	0			
6	6	0	0	0			
7	7	0	0	0			
8	11	0	0	0			
9	12	0	0	0			
10	13	0	0	0			
11	14	0	0	0			
12	15	0	0	0			
13	16	0	0	0			
14	17	0	0	0			
15	18	0	0	0			
16	19	0	0	0			
17	20	0	0	0			
18	21	3	3	8			
19	22	4.5	4.5	12			
20	23	6	6	16			

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Elementsystems.

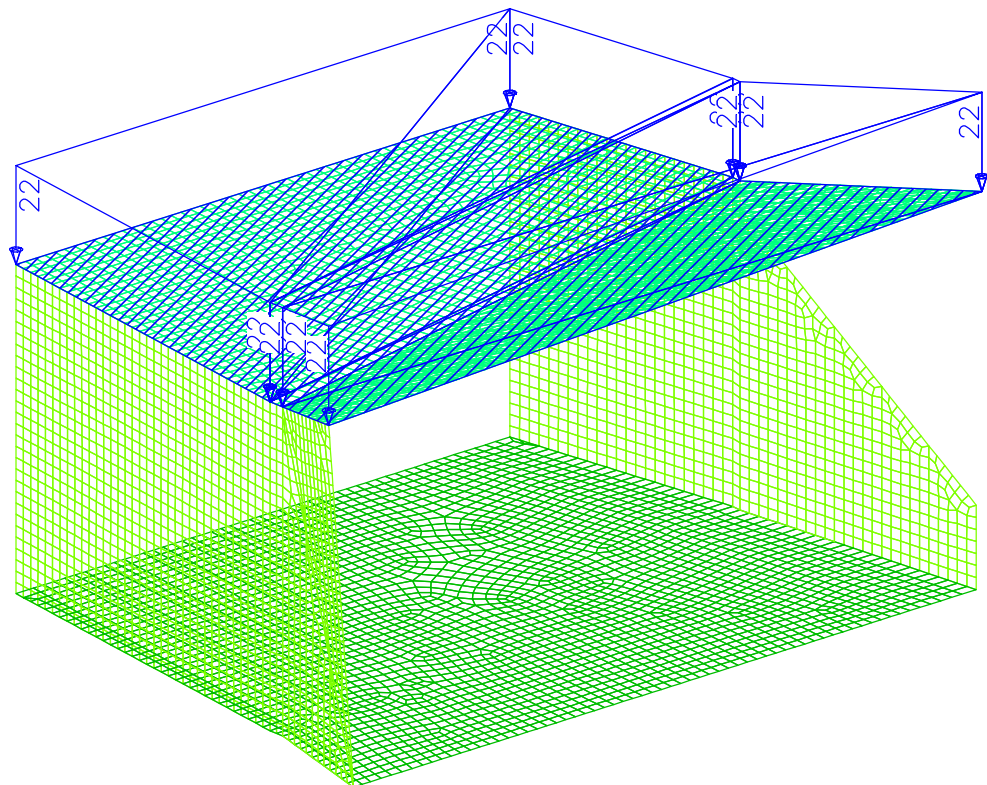
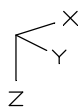




EIGENLAST

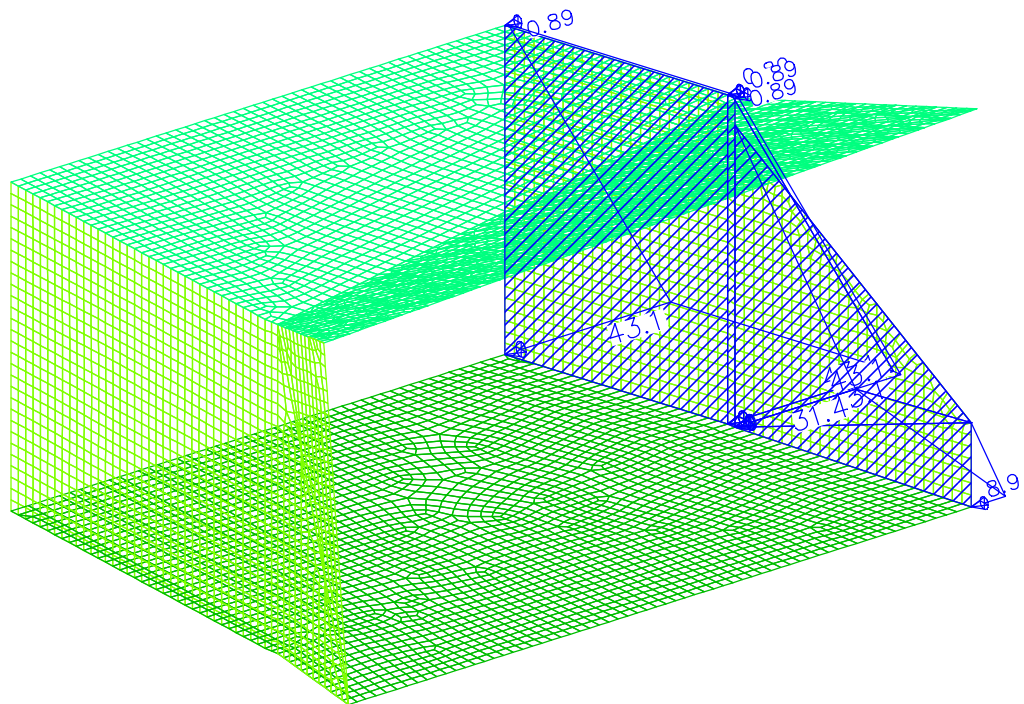
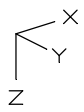


LF 1: Belastung, Eigengewicht

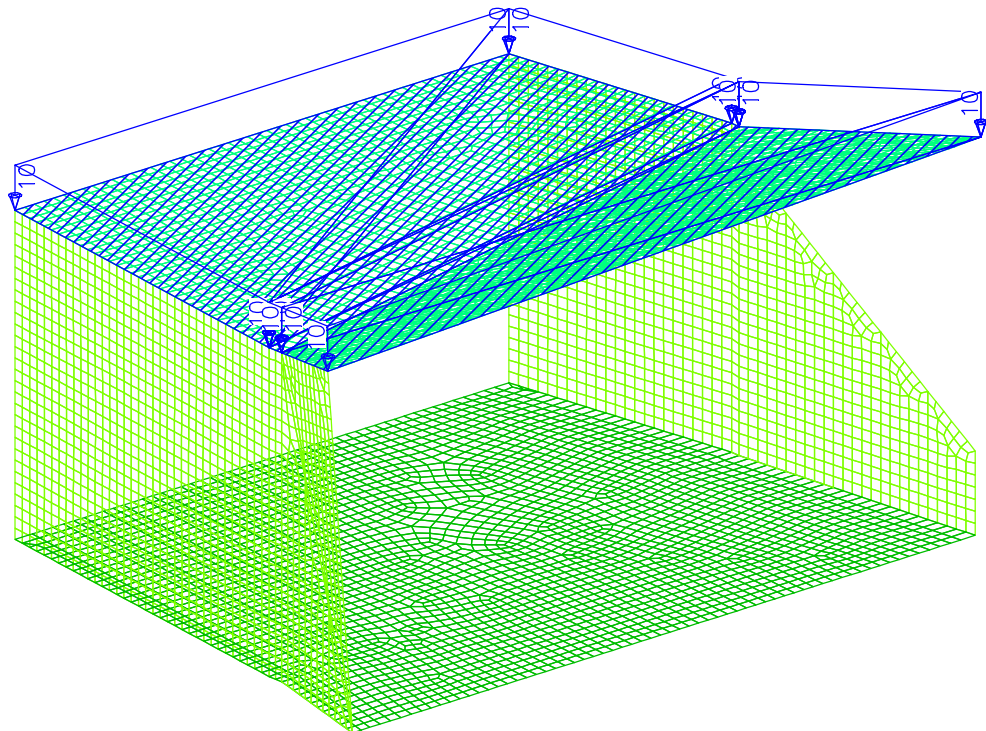
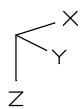


LF 2: Belastung, Einschüttung

M 1:

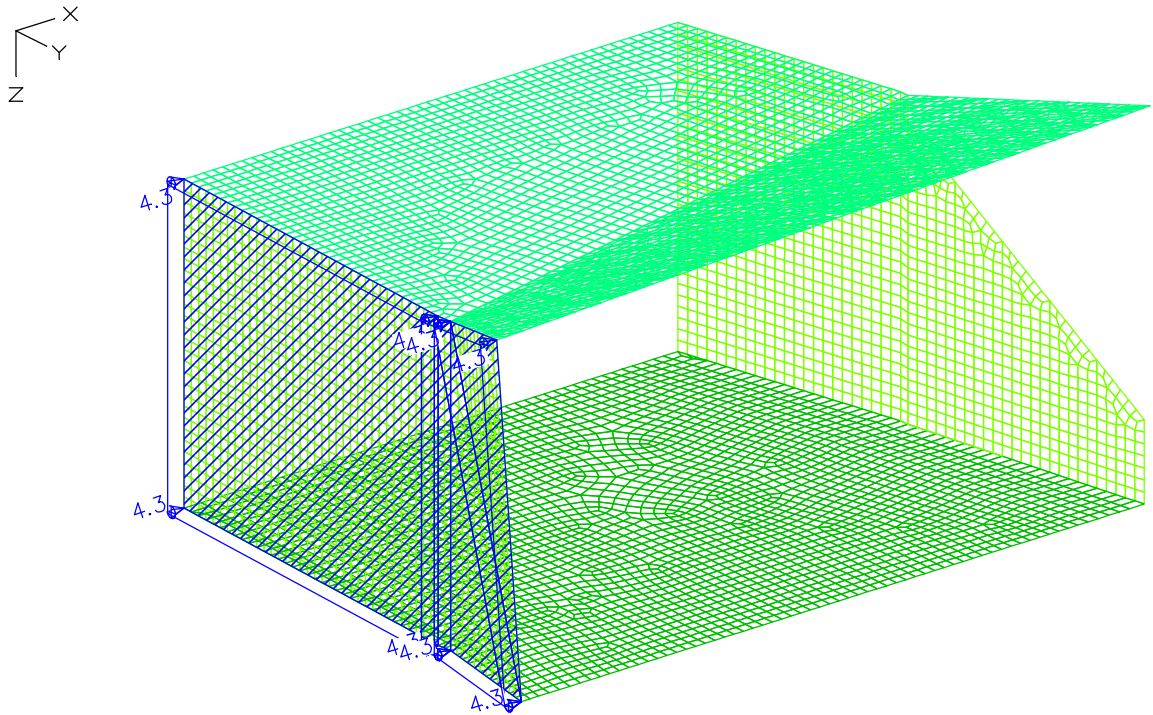


LF 5: Belastung, e0-ea_rechts

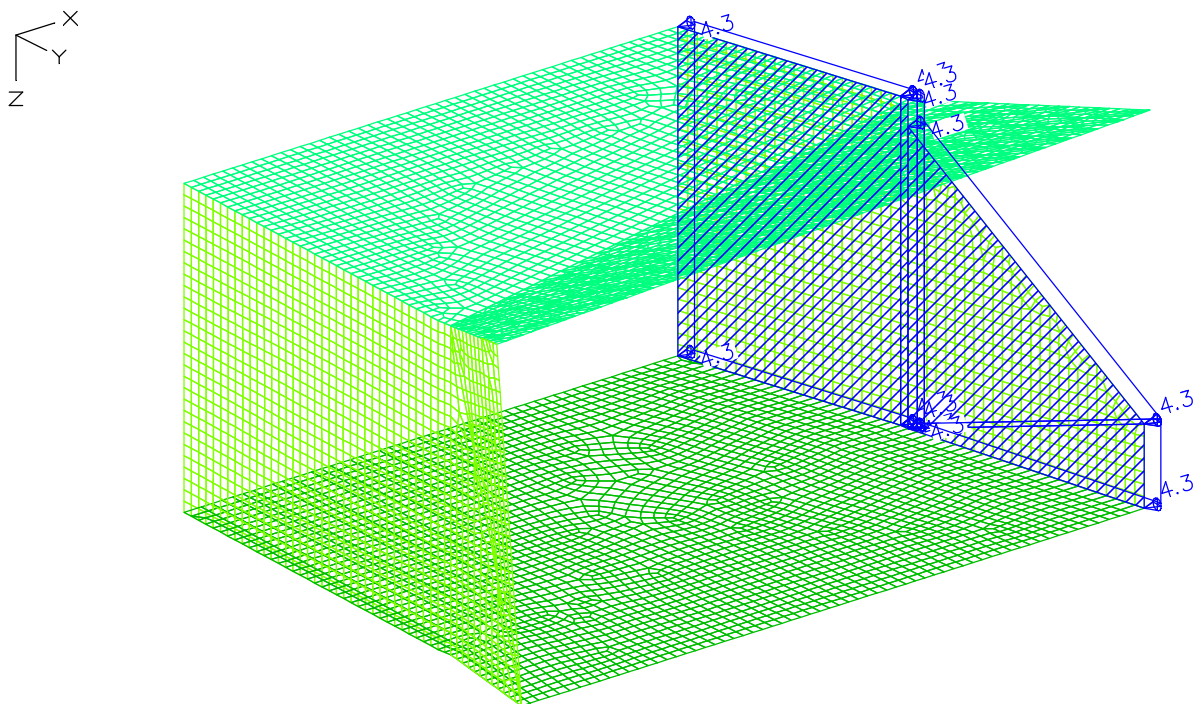


LF 11: Belastung, Auflast_Verkehr

M 1:

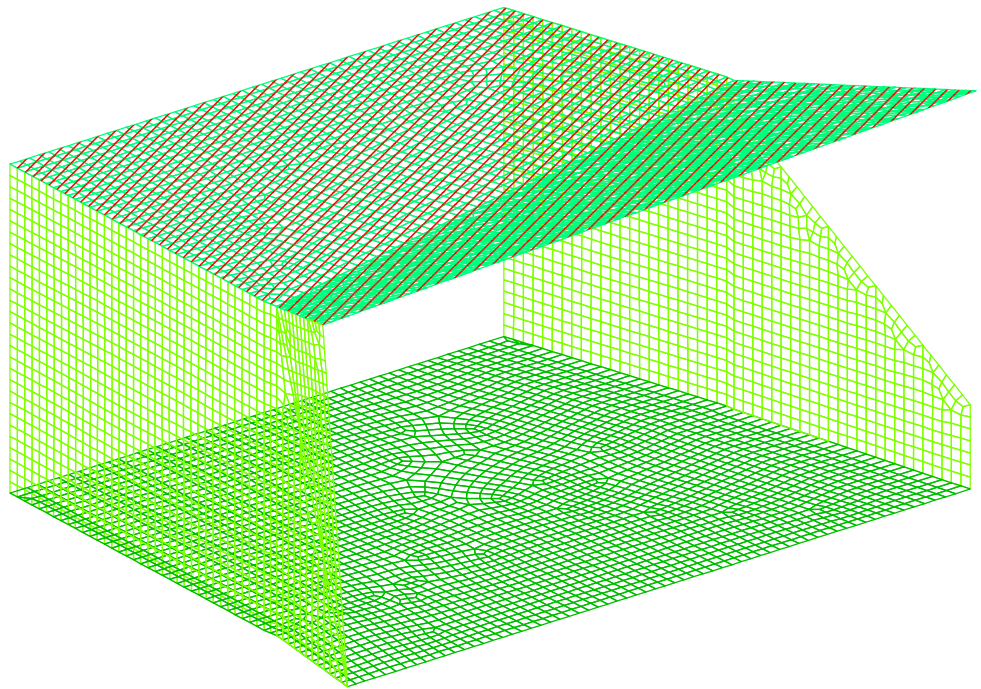
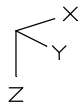


LF 12: Belastung, e0_Verkehr_links

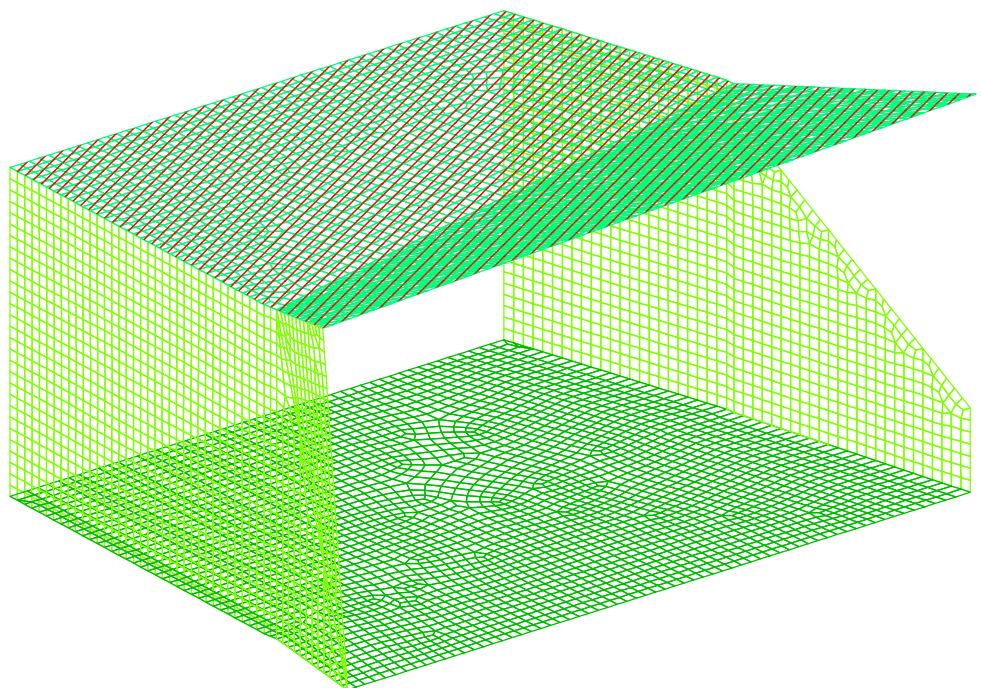
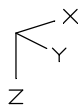


LF 13: Belastung, e0_Verkehr_rechts

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_Verkehr

12 e0_Verkehr_links

13 e0_Verkehr_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					Ermüd. S P C	Riss- br.	De- komp.	Spannungen	
			M	R	B	Q	T				Druck	S P
1	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
2	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
6	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
7	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
11	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
12	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
13	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
14	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
15	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
16	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
17	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
18	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
19	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
20	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
21	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
22	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	x	x	.	.	.	.	.	.
23	XC4	Nicht vorgesp.	.	+	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.

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]		Fak. rho_w	Red. Vor- spg.
							Bild 6.3	vorh. max		
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	.
7	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	.

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.
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	.
20 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	.
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

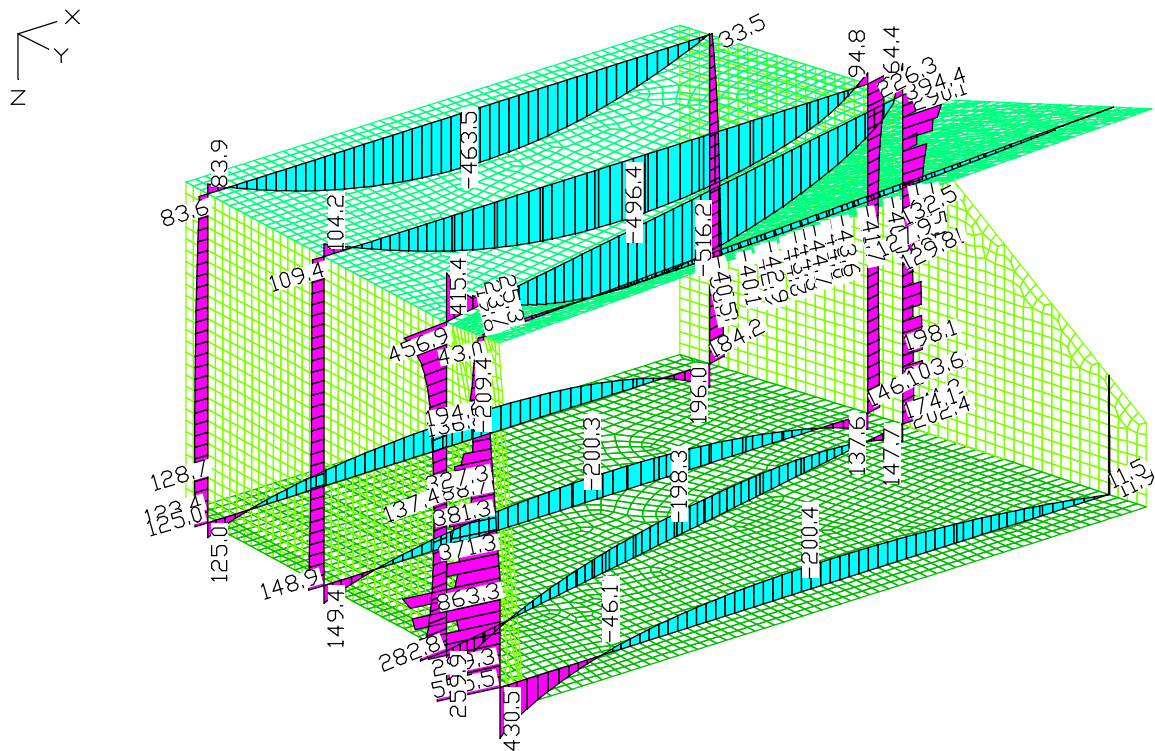
bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
tef Wanddicke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

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1.000	.	.	.	0.300	.	0.245	0.90	.	.	.	.
2	1.000	.	.	.	0.500	.	0.445	0.90	.	.	.	.
3	1.000	.	.	.	0.650	.	0.595	0.90	.	.	.	.
4	1.000	.	.	.	0.800	.	0.745	0.90	.	.	.	.
5	1.000	.	.	.	0.950	.	0.895	0.90	.	.	.	.
6	1.000	.	.	.	1.100	.	1.045	0.90	.	.	.	.
7	1.000	.	.	.	1.200	.	1.145	0.90	.	.	.	.
11	1.000	.	.	.	0.300	.	0.245	0.90	.	.	.	.
12	1.000	.	.	.	0.400	.	0.345	0.90	.	.	.	.
13	1.000	.	.	.	0.500	.	0.445	0.90	.	.	.	.
14	1.000	.	.	.	0.600	.	0.545	0.90	.	.	.	.
15	1.000	.	.	.	0.700	.	0.645	0.90	.	.	.	.
16	1.000	.	.	.	0.800	.	0.745	0.90	.	.	.	.
17	1.000	.	.	.	0.900	.	0.845	0.90	.	.	.	.
18	1.000	.	.	.	1.100	.	1.045	0.90	.	.	.	.
19	1.000	.	.	.	1.200	.	1.145	0.90	.	.	.	.
20	1.000	.	.	.	1.500	.	1.445	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	.	.	.	.

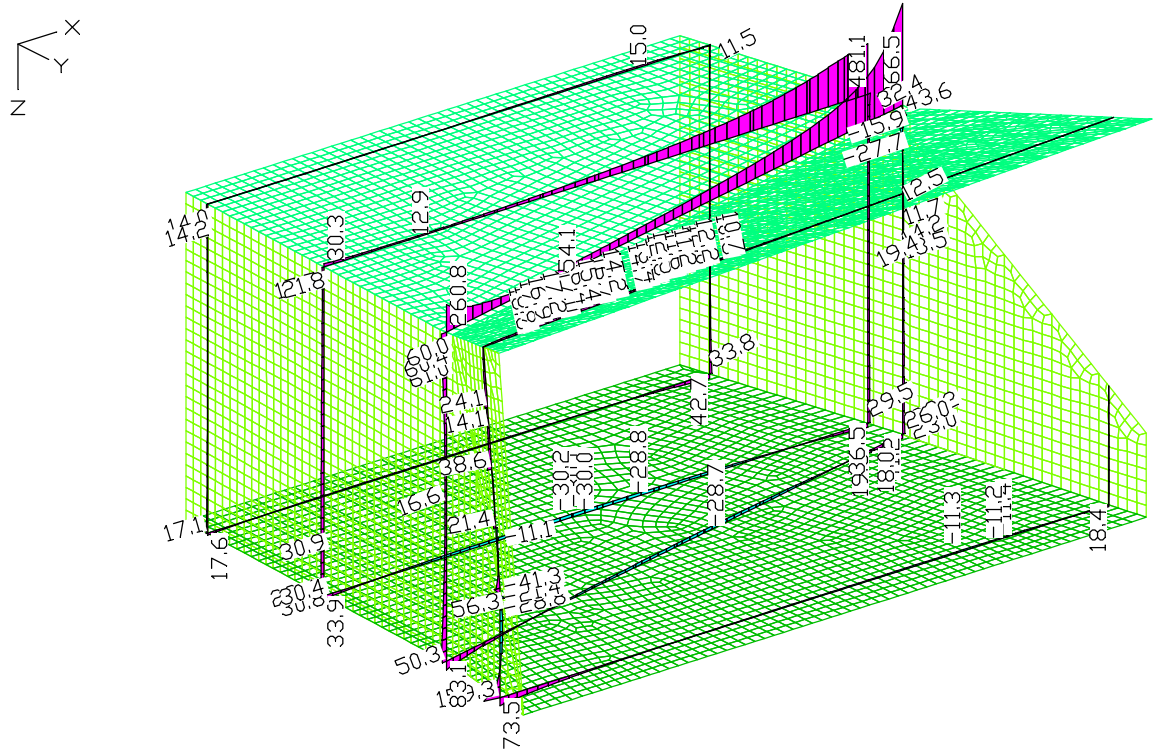
Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung.
 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 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			sr,max [mm]	fctm-Faktor		Kombination für Nachweis		ZE
			Xil	k	kt		As,min	wk	As,min	wk	
1	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
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	.
7	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	.
20	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	.

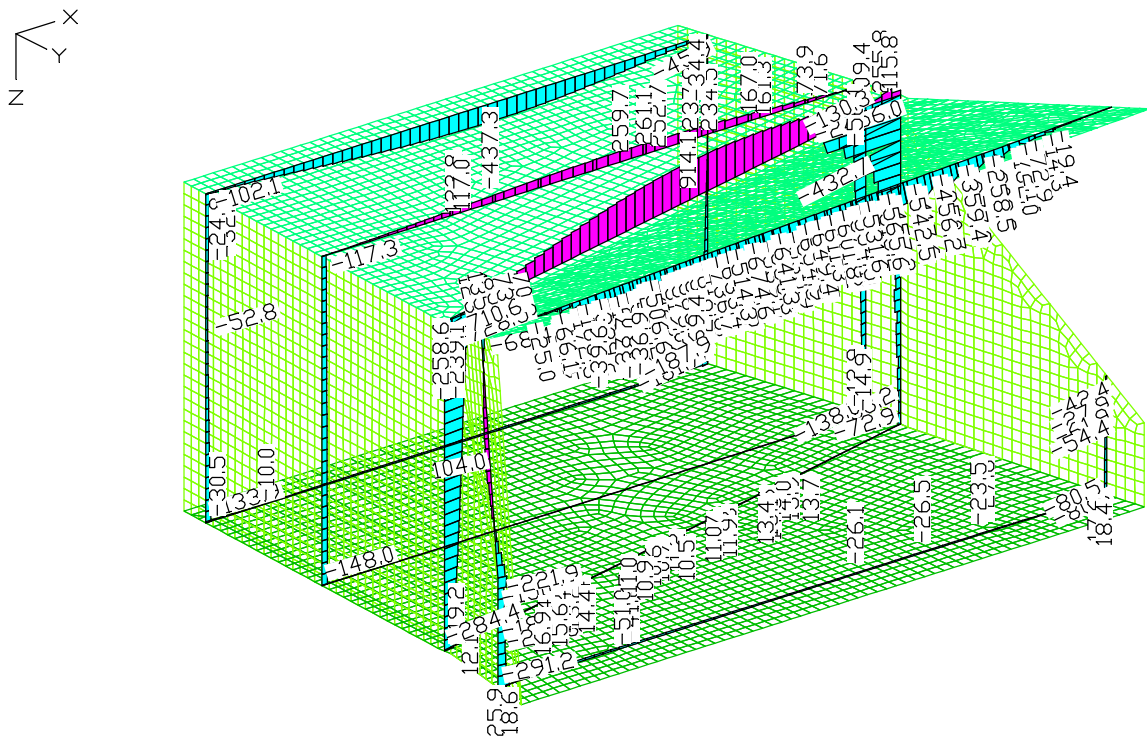


Schnittgrößen mx; LF 2, Einschüttung

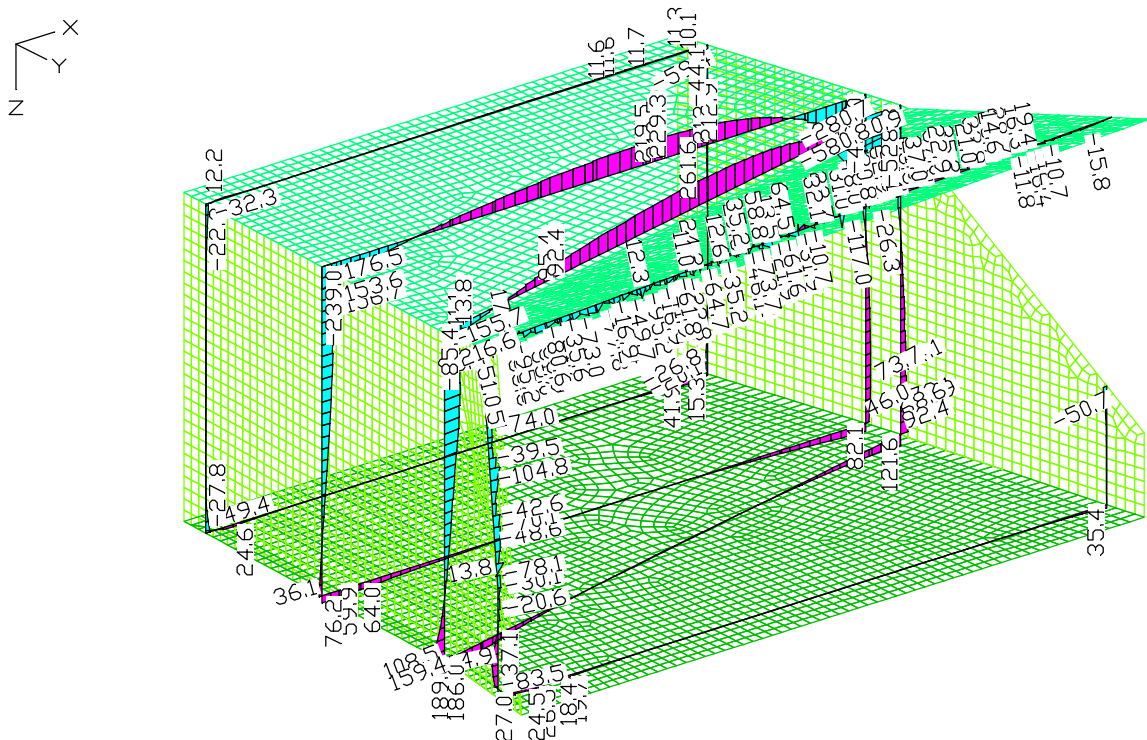


Schnittgrößen my; LF 2, Einschüttung

M 1:

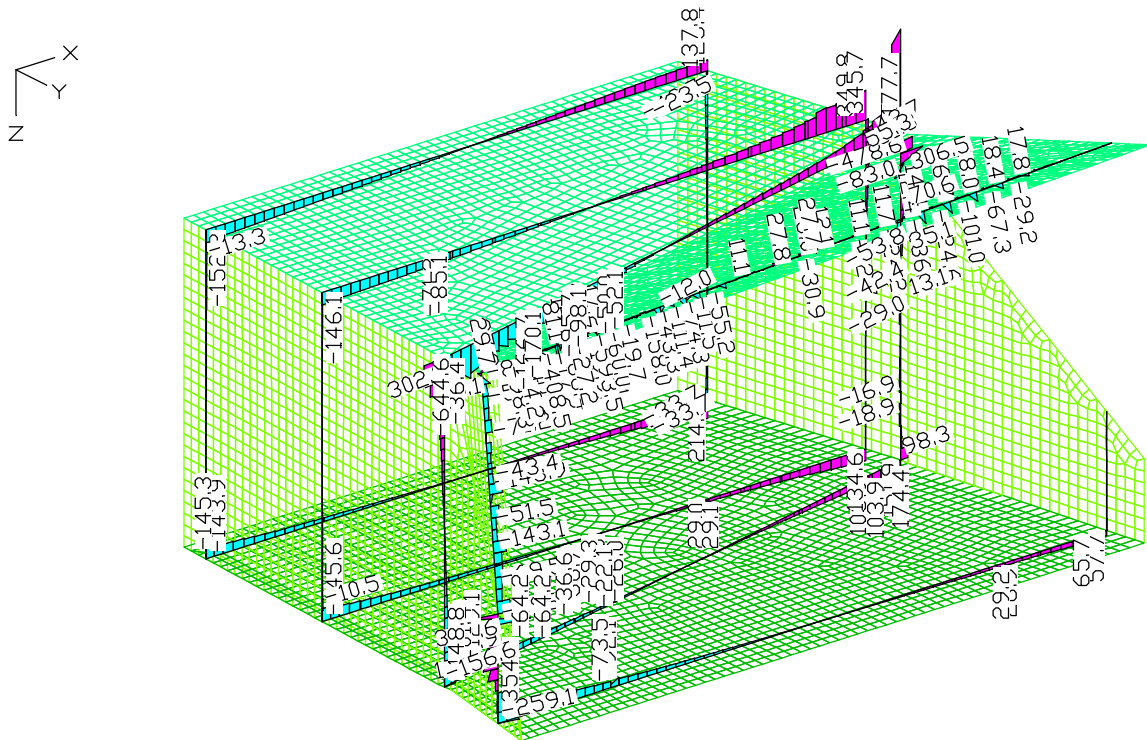


Schnittgrößen nx; LF 2, Einschüttung

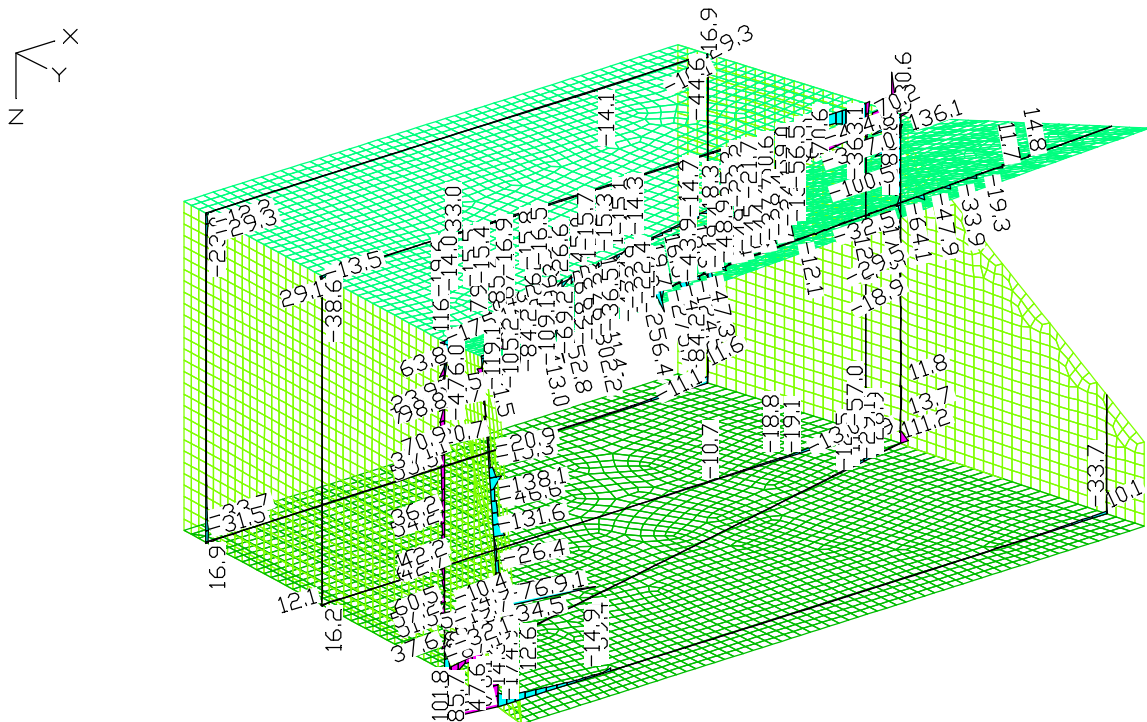


Schnittgrößen ny; LF 2, Einschüttung

M 1:

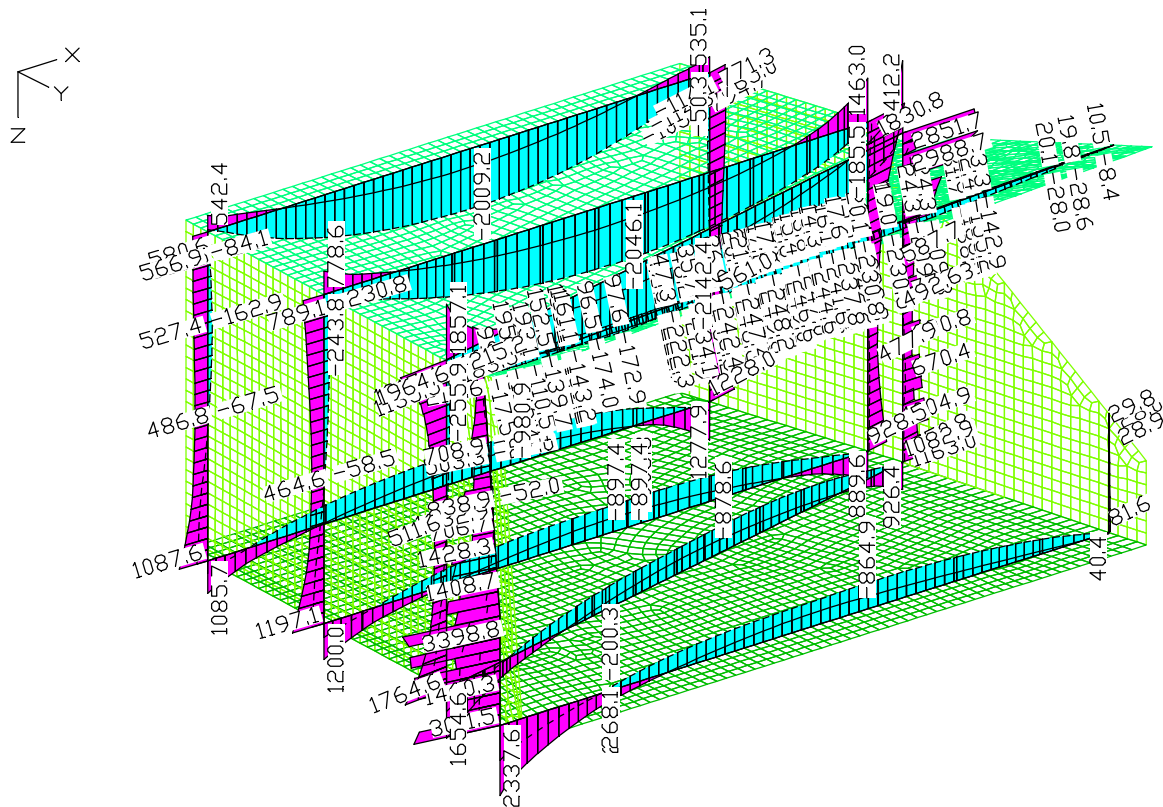


Schnittgrößen qx; LF 2, Einschüttung

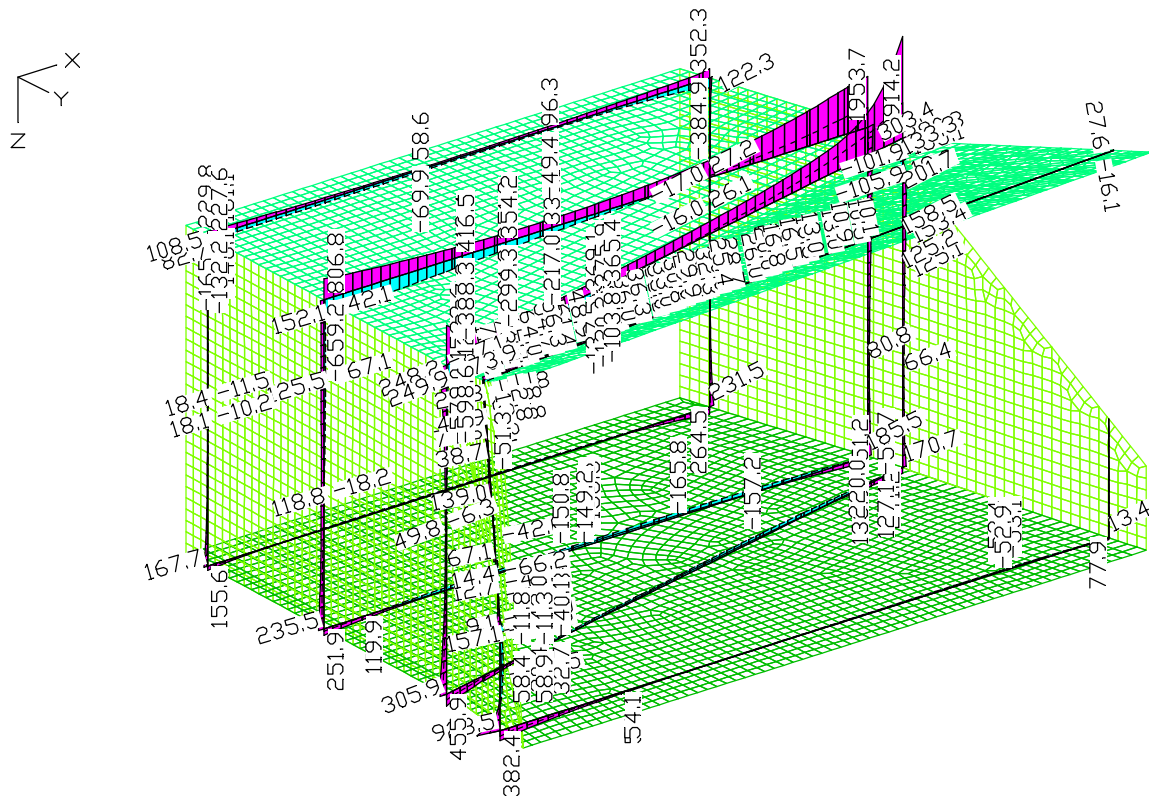


Schnittgrößen qy; LF 2, Einschüttung

M 1:

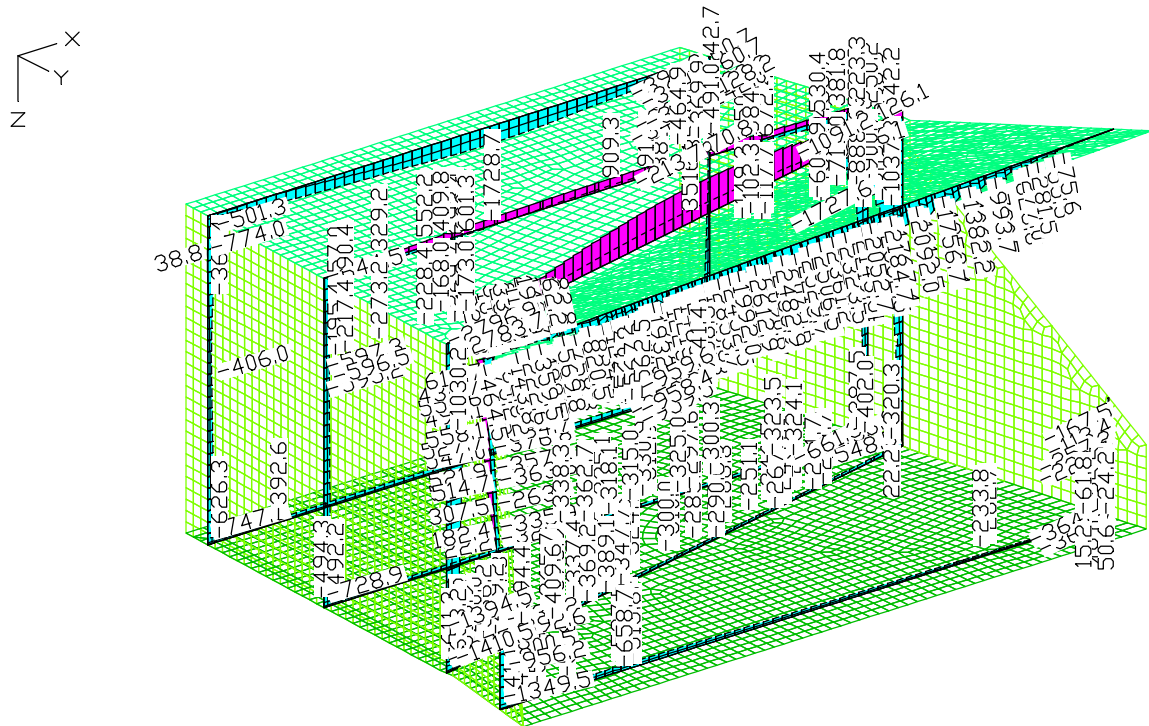


Schnittgrößen m_x min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

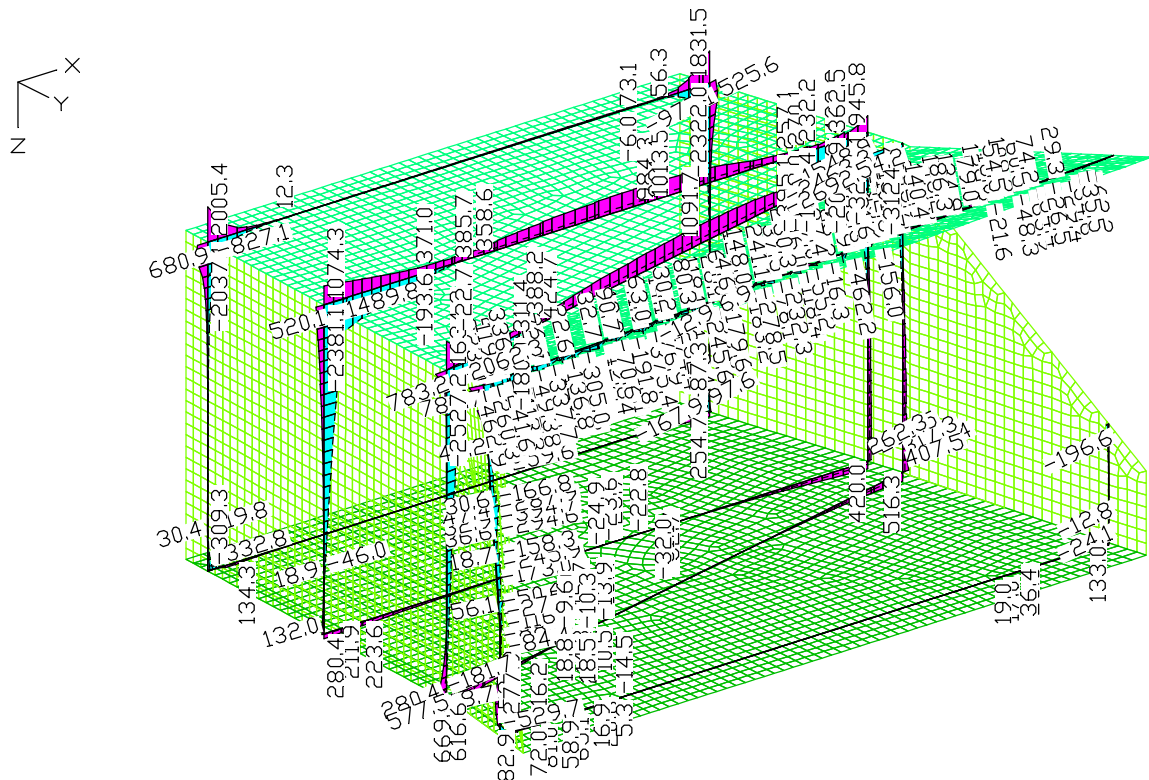


Schnittgrößen m_y min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

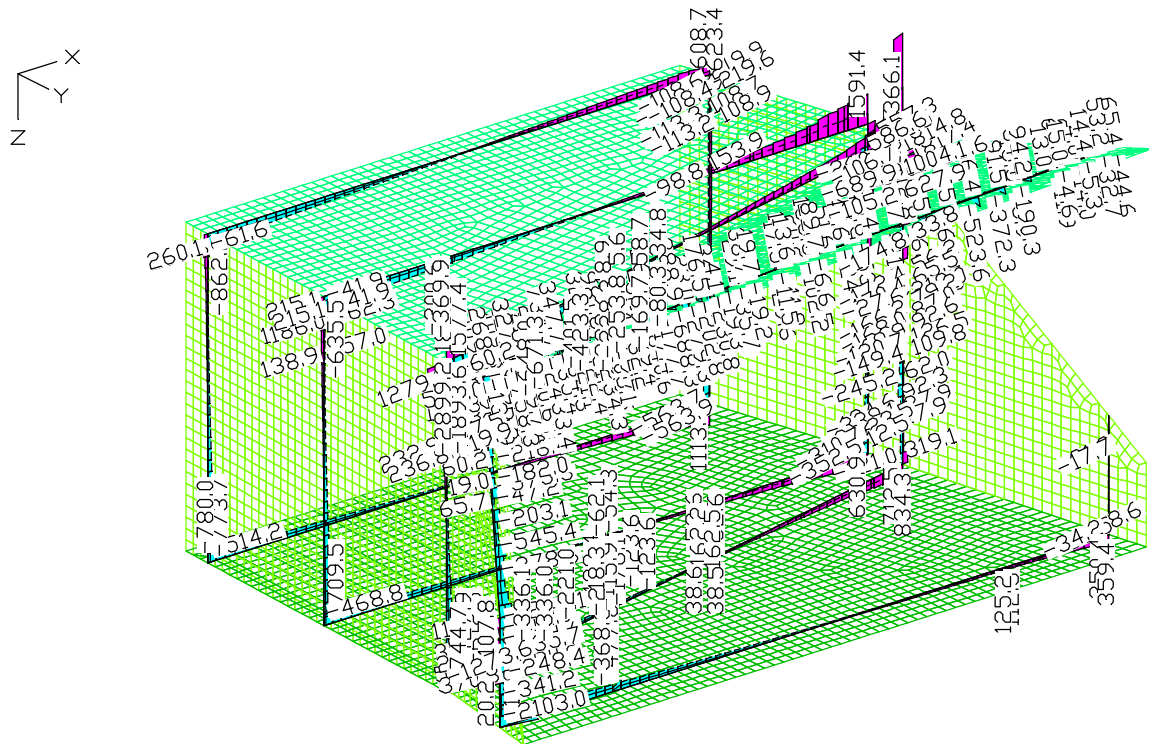


Schnittgrößen nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

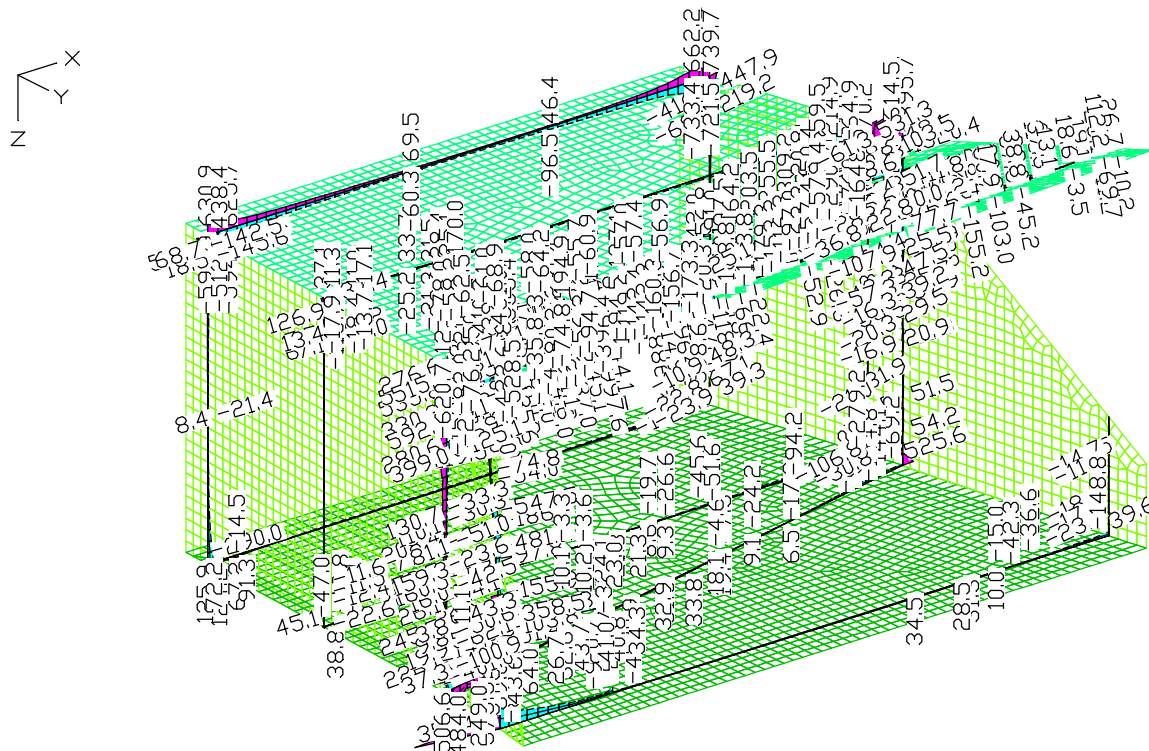


Schnittgrößen ny min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

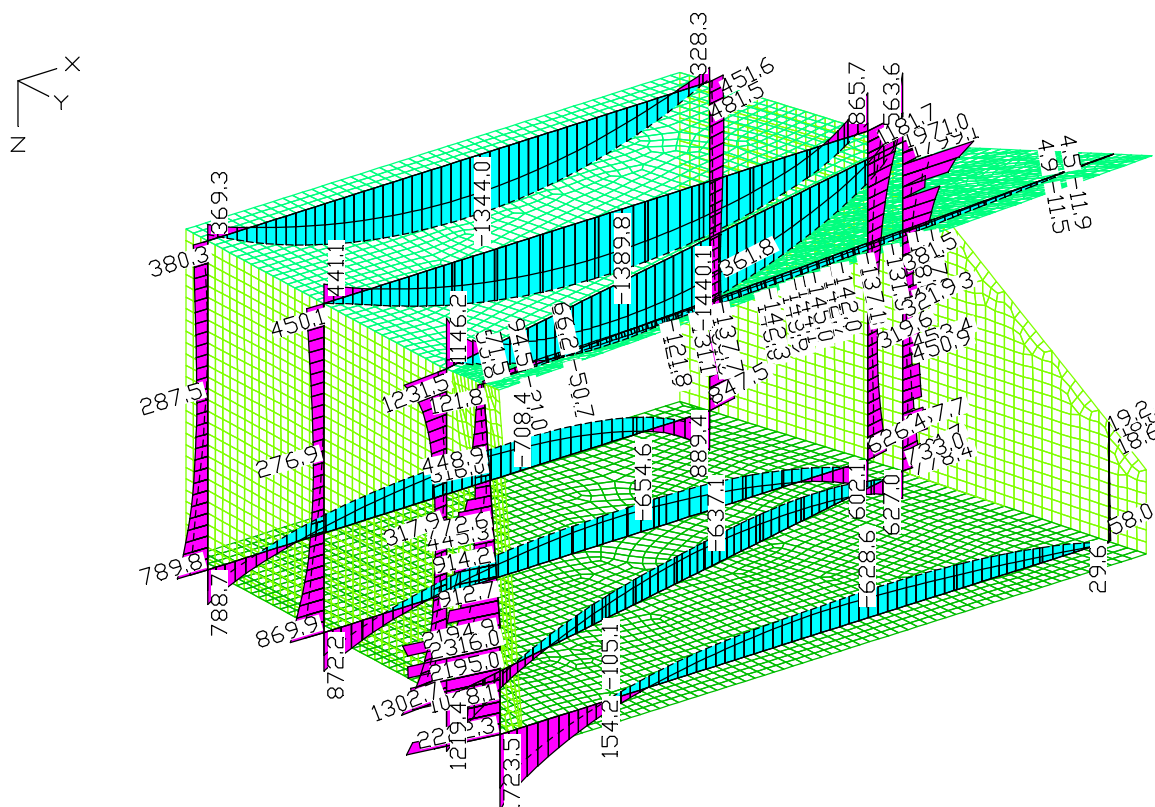


Schnittgrößen q_x min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

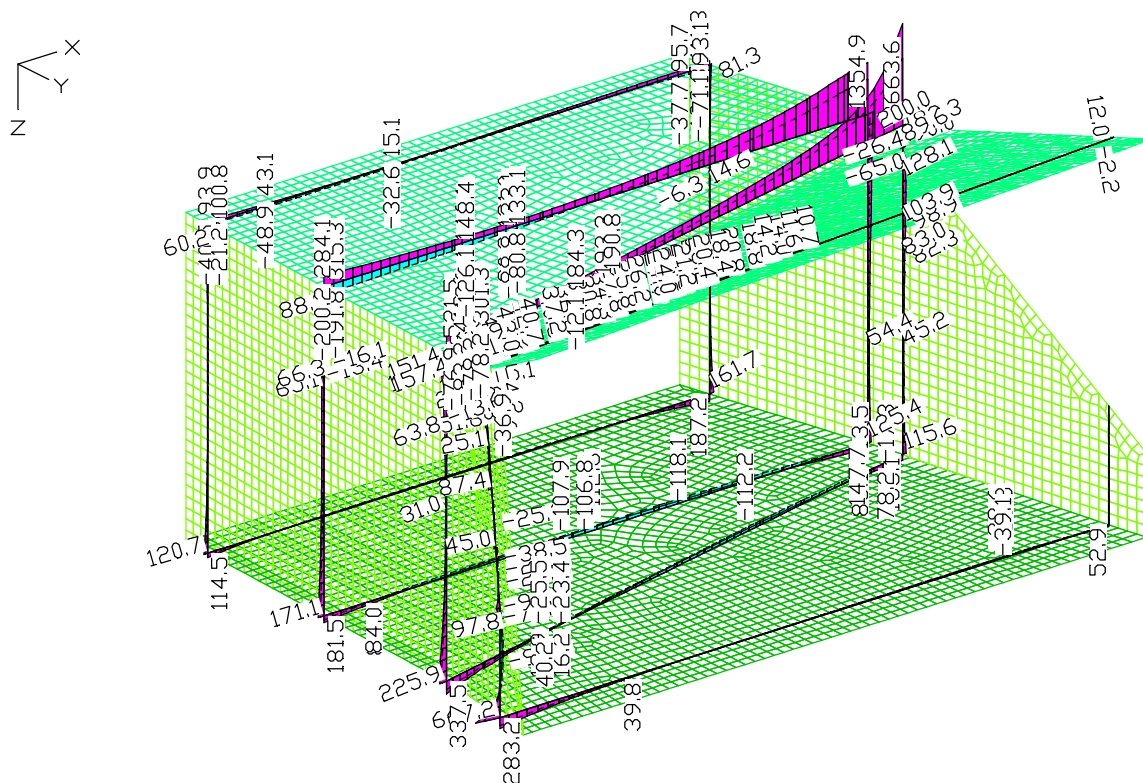


Schnittgrößen q_y min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

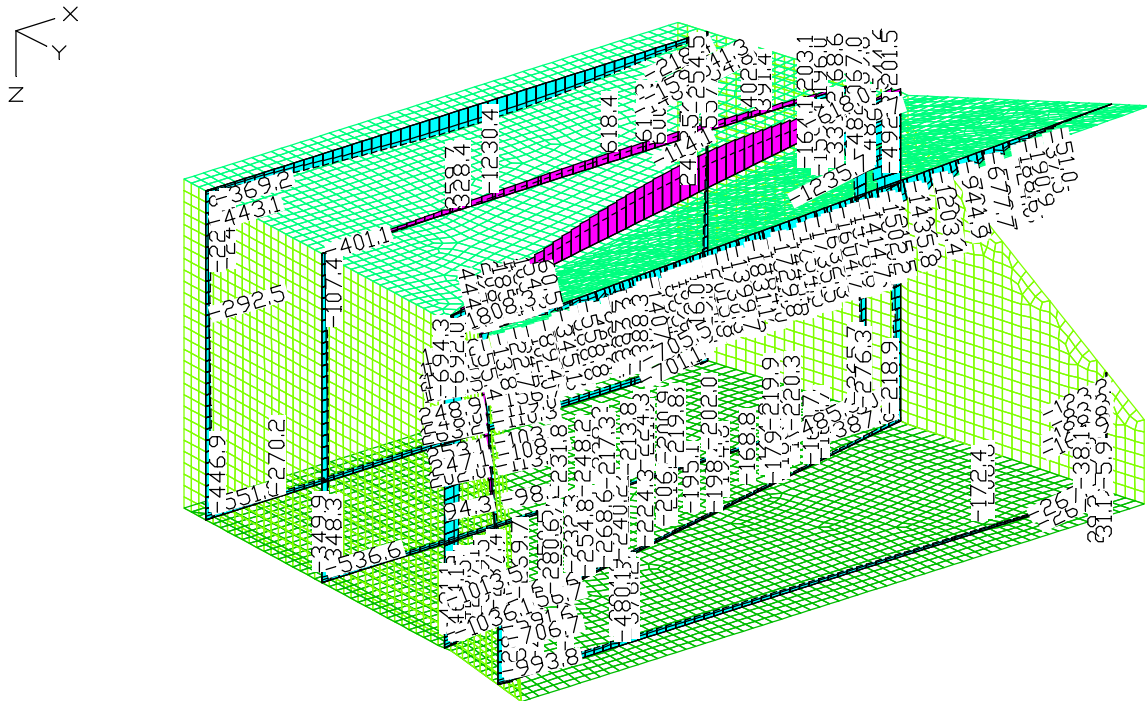


Schnittgrößen m_x min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

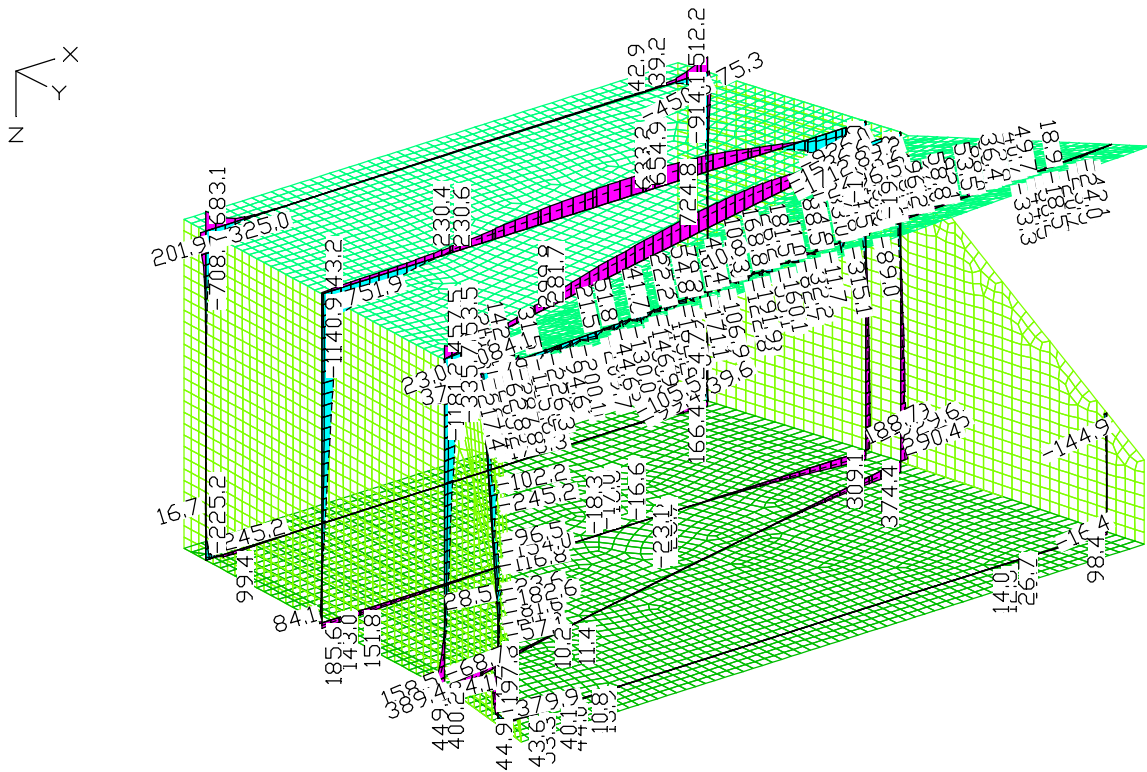


Schnittgrößen my min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

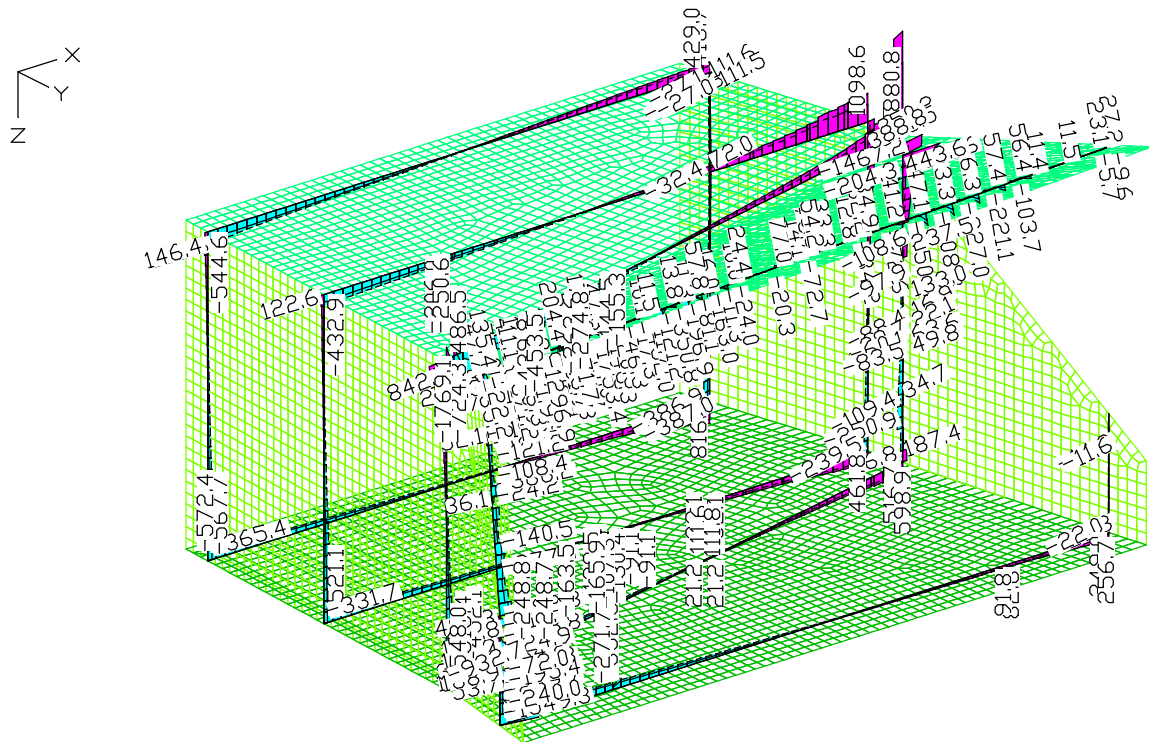


Schnittgrößen nx min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

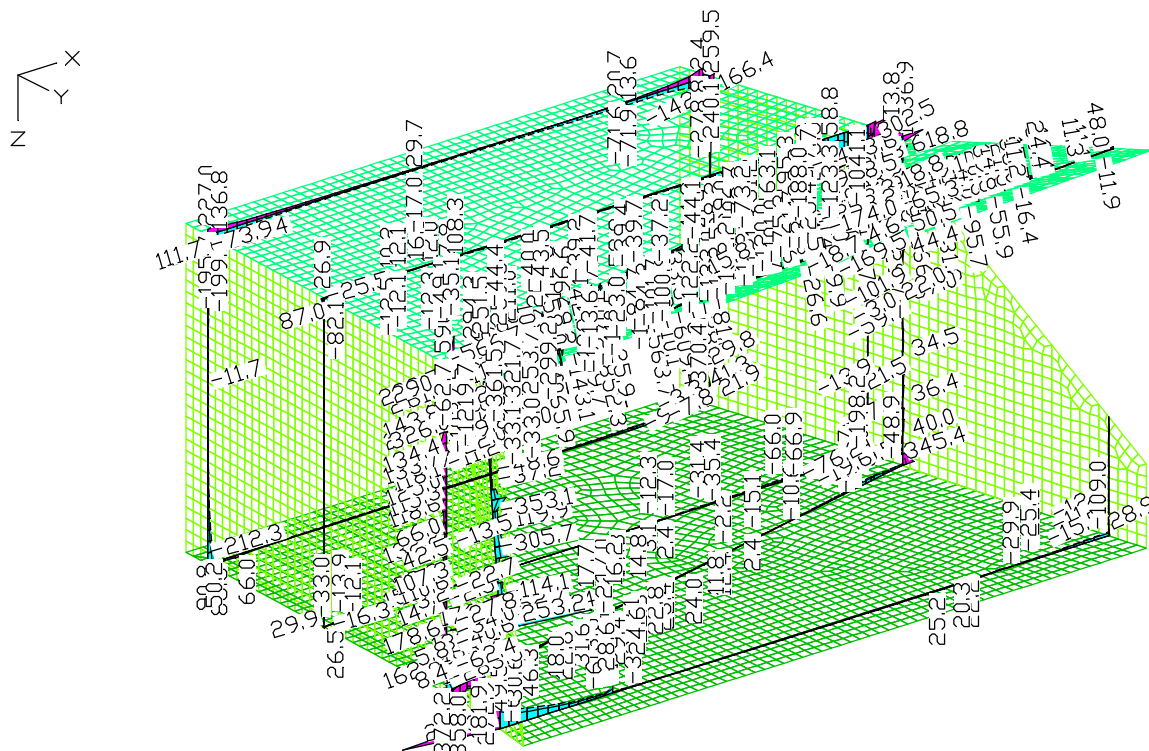


Schnittgrößen ny min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

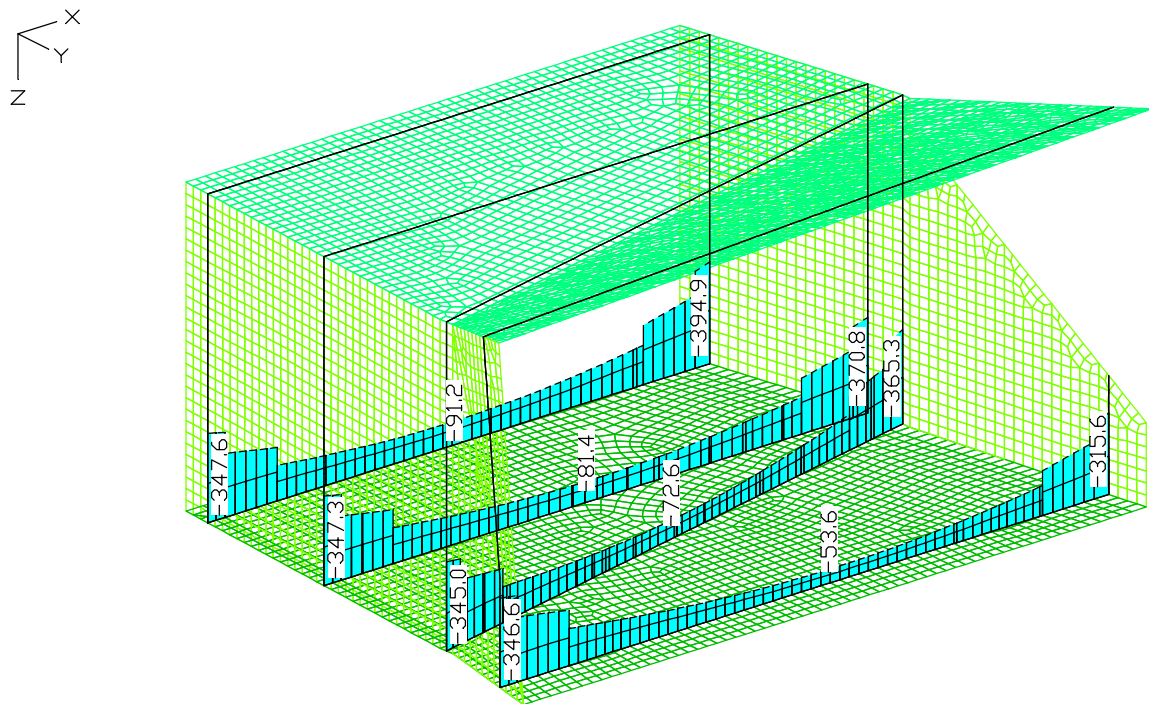


Schnittgrößen q_x min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

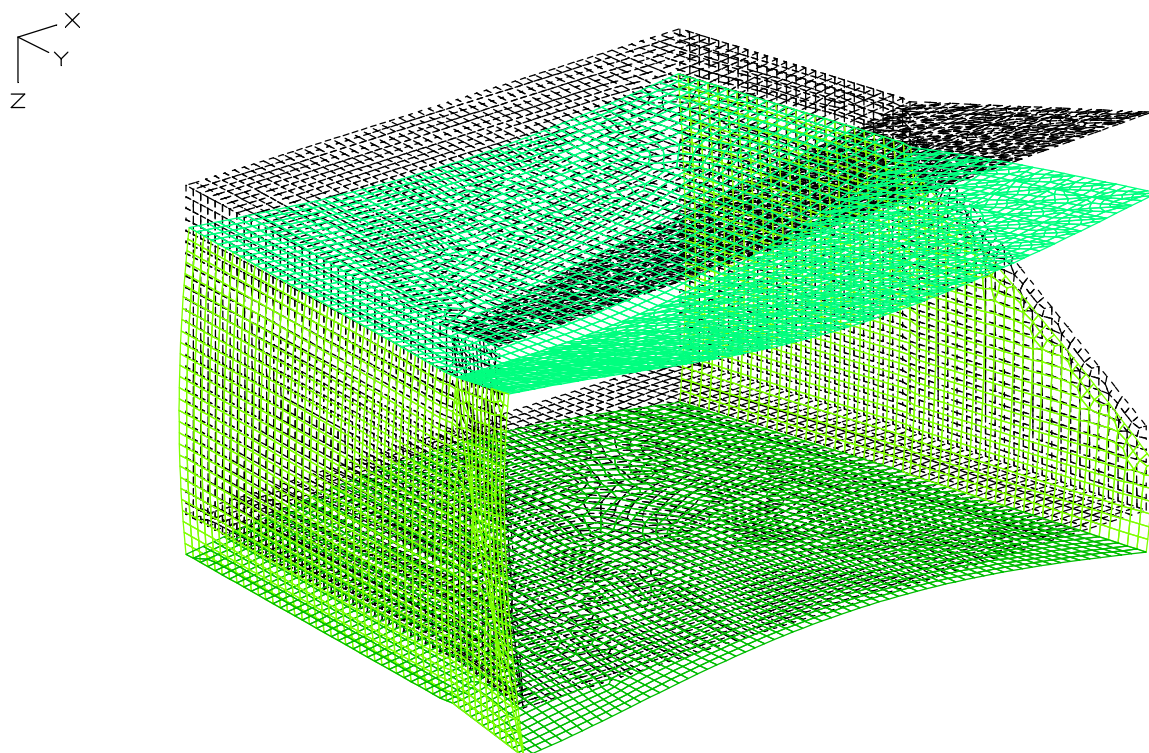


Schnittgrößen q_y min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

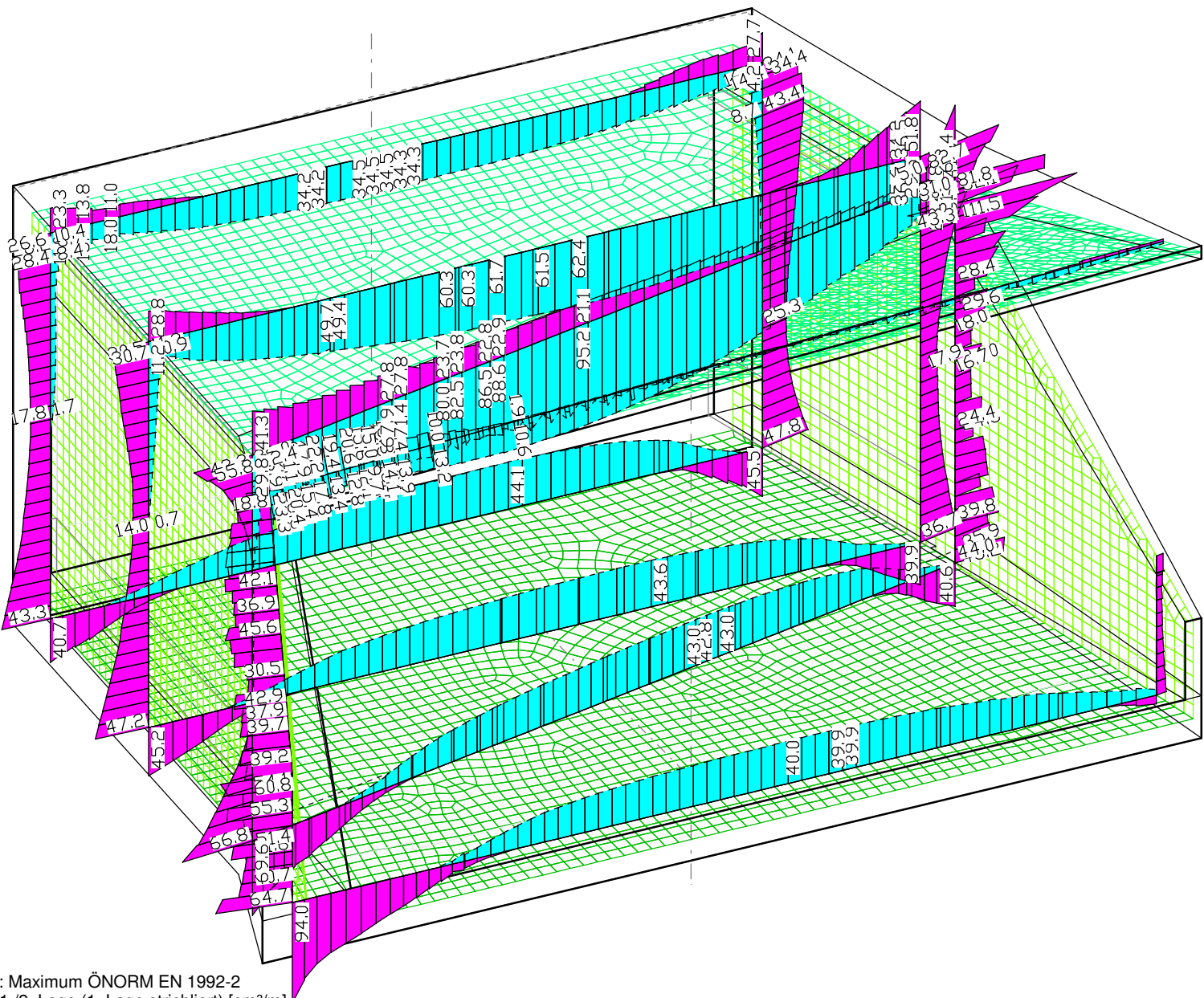


Bodenpressungen Sigma.z min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2



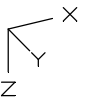
Deformationen u; LF 2, Einschüttung

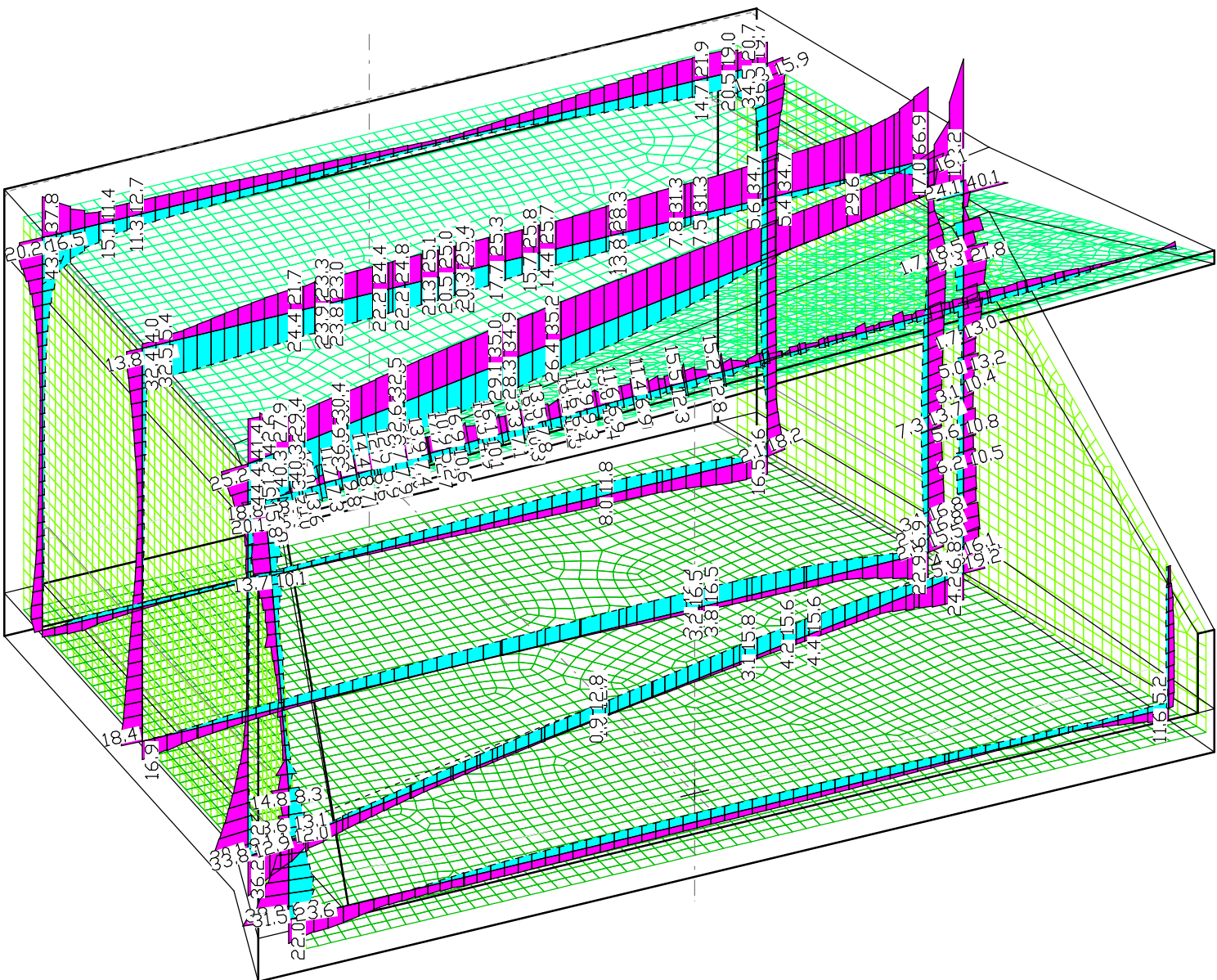
M 1:



LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Biegebewehrung asx, 1./2. Lage (1. Lage strichliert) [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/214.79 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

M 1:100

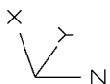
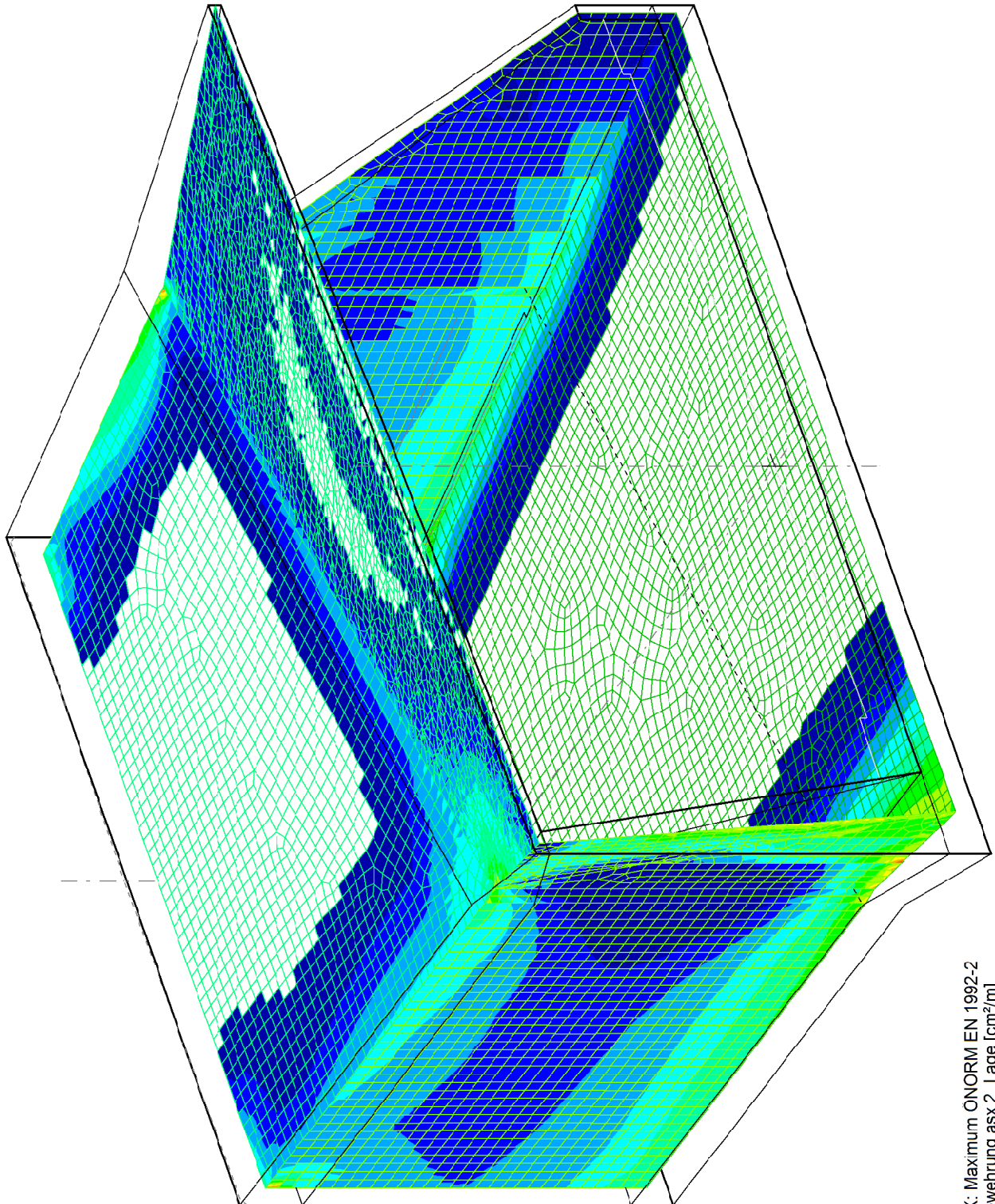
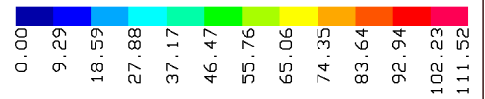




LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Biegebewehrung asy, 1./2. Lage (1. Lage strichliert) [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/116.85 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

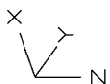
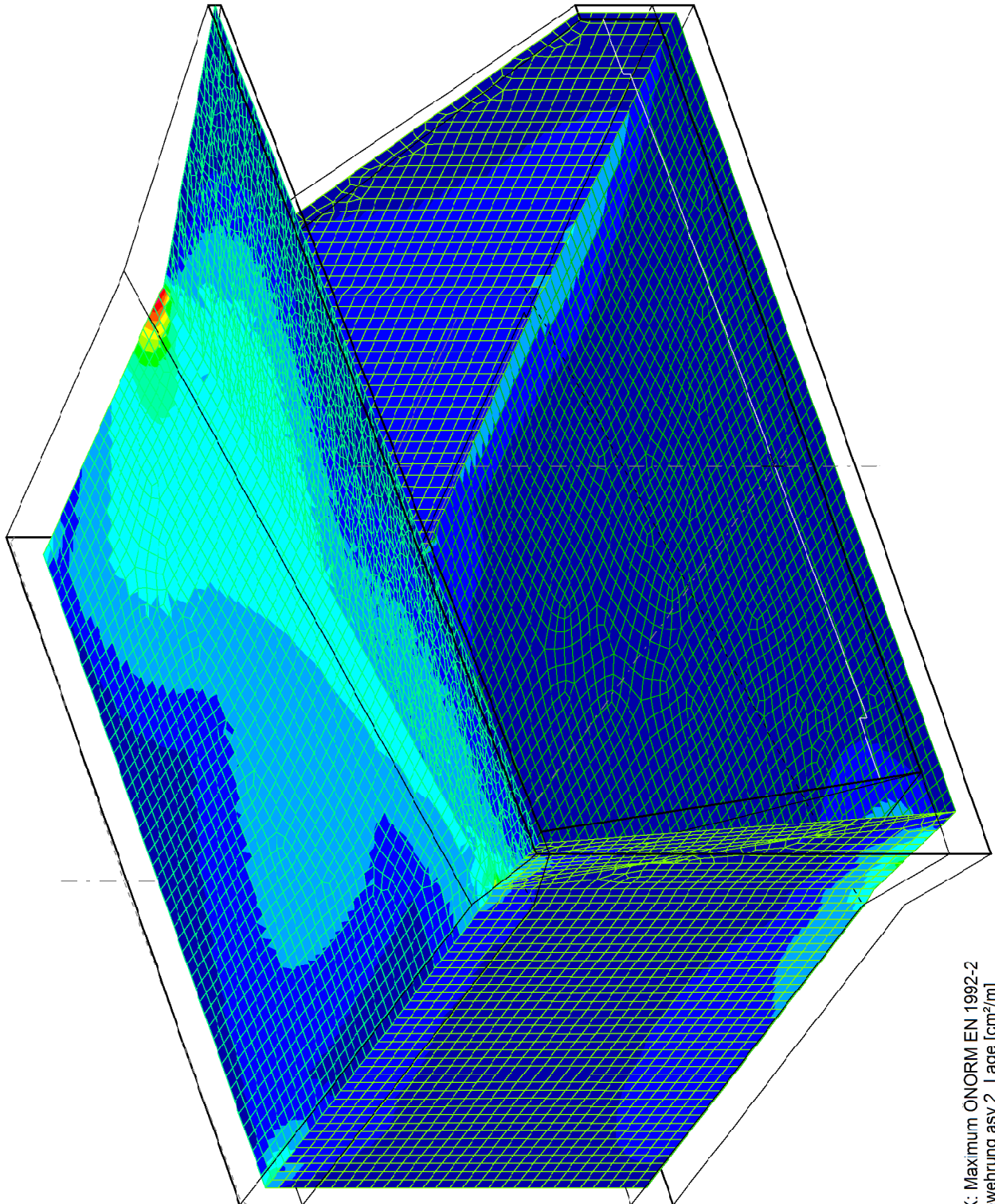
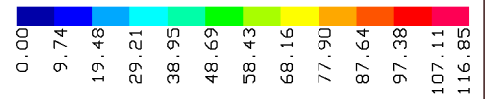
M 1:100

\\atbkeff104s_plate\p\3\1396\Ausfuhrungsprojek_2015\4_TEMAM.3_FeldbacherBerechnungen\Tunnel_Raststation\Südportal\Südportal.lem



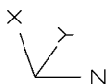
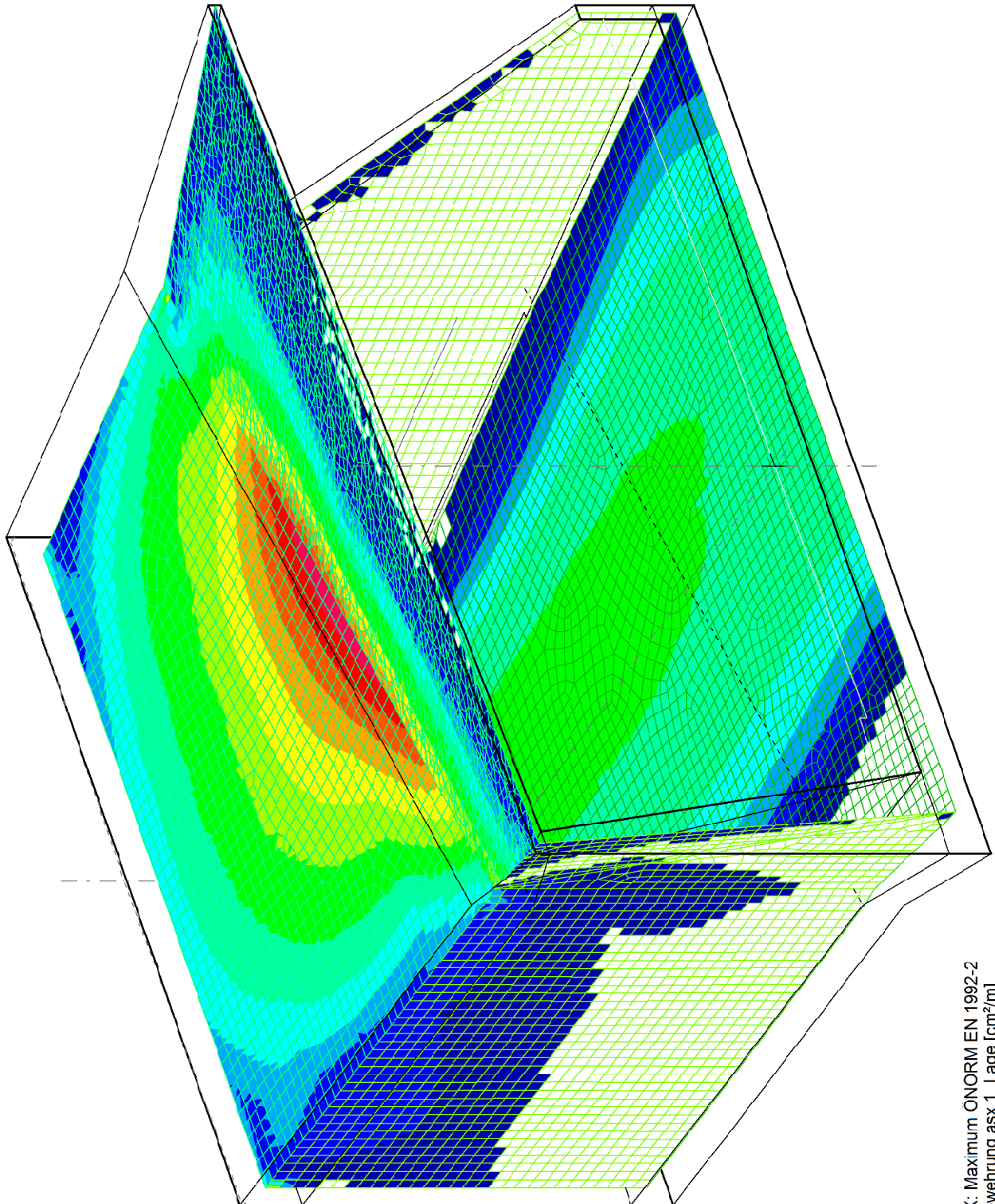
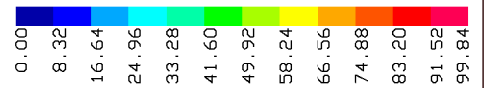
M 1:100

LFK ÖNORM EN 1992-2 MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/111.52 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t



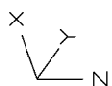
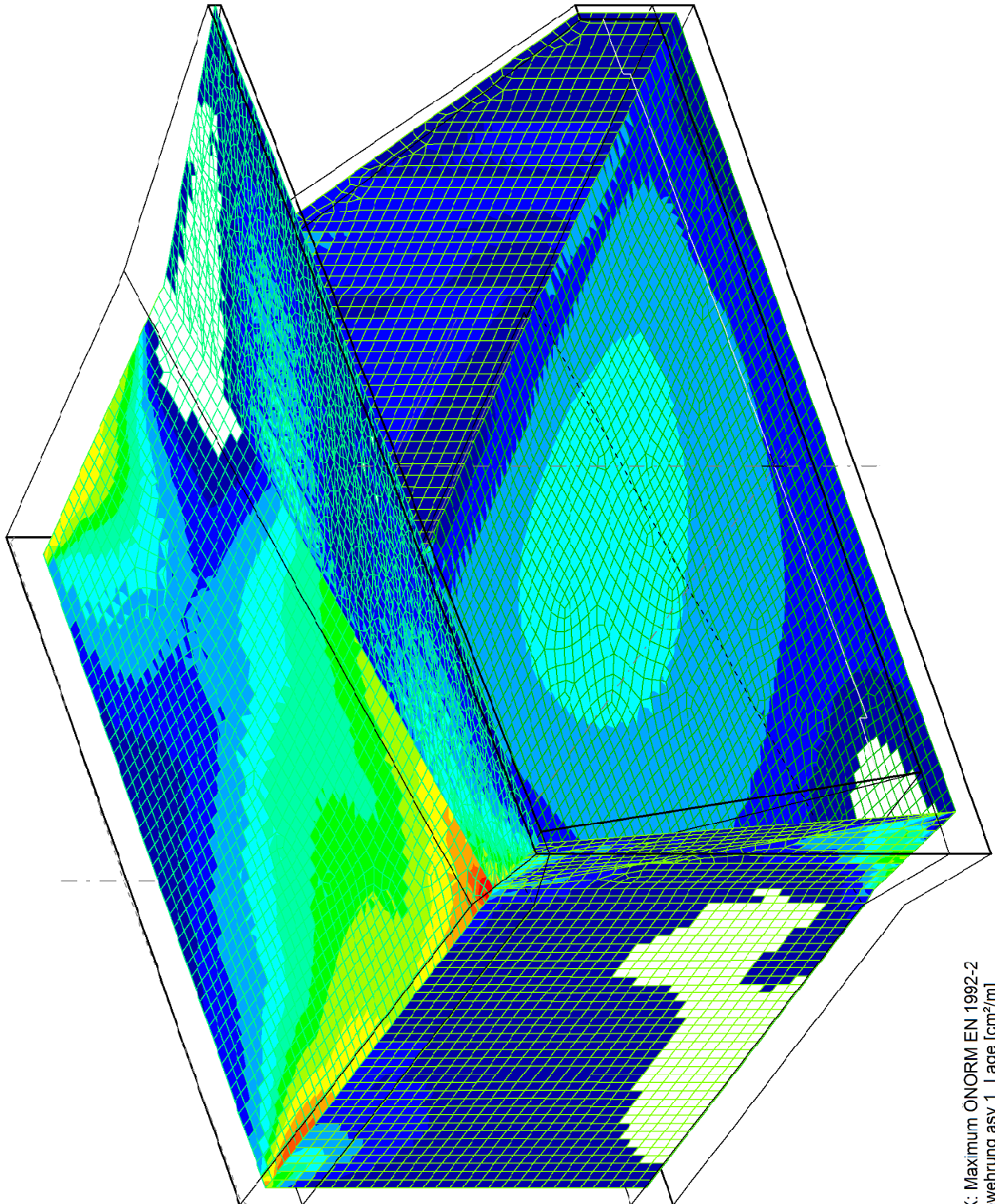
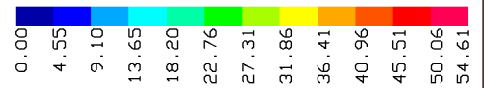
M 1:100

LFK ÖNORM EN 1992-2 MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asy 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/116.85 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

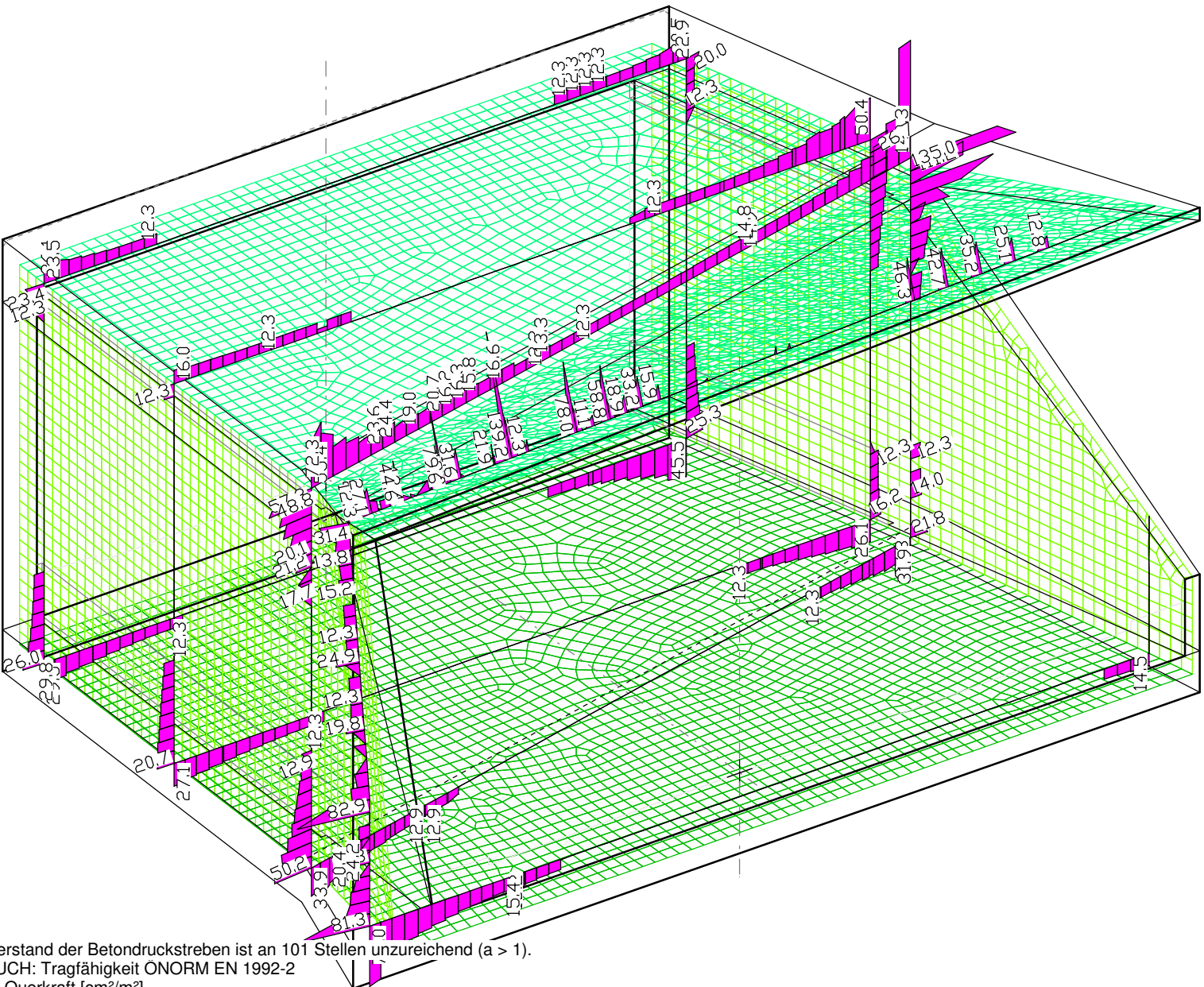


M 1:100

LFK ÖNORM EN 1992-2 MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/99.84 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t



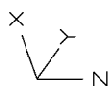
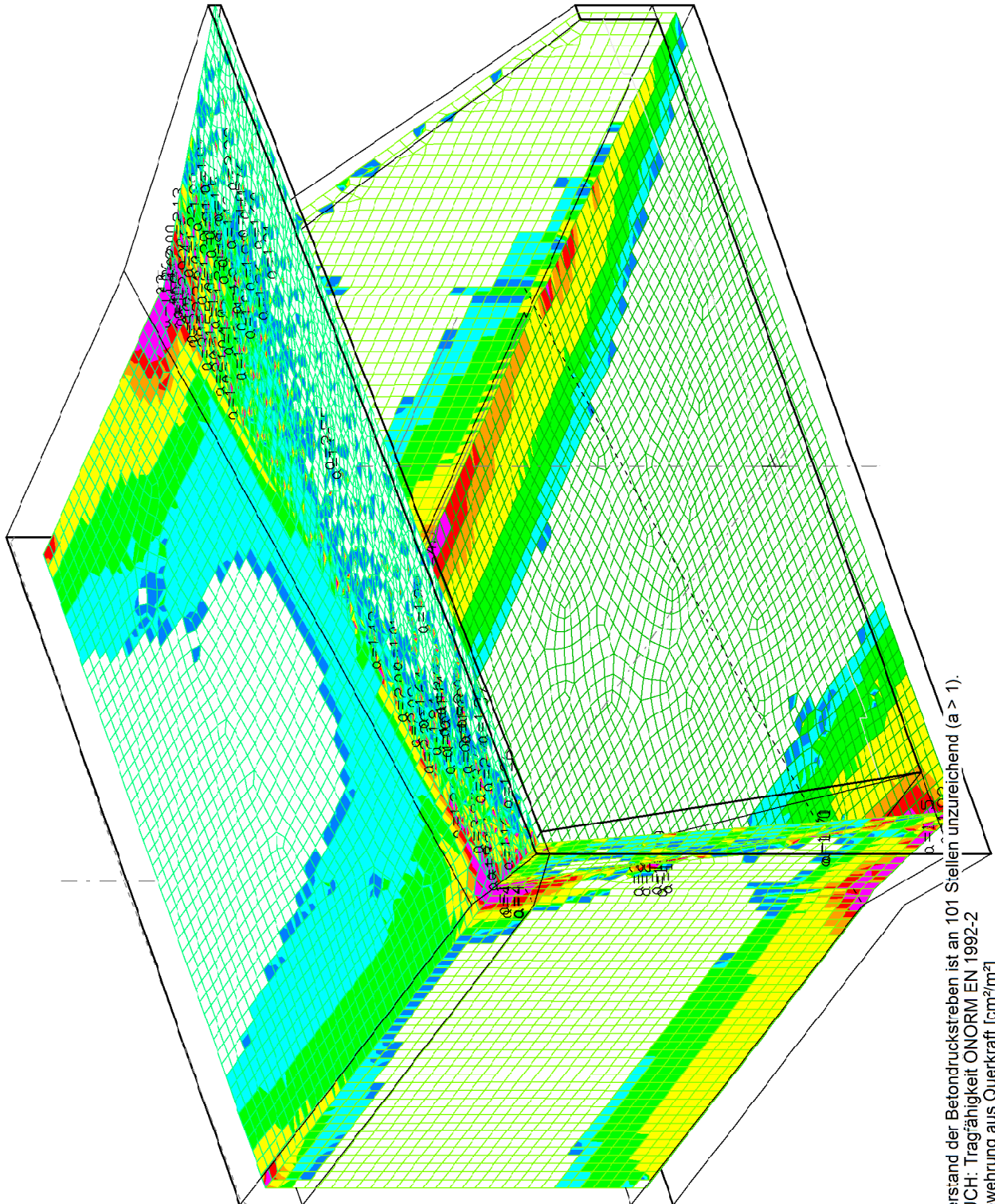
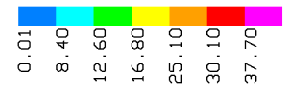
LFK ÖNORM EN 1992-2 MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/54.61 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 101 Stellen unzureichend ($\alpha > 1$).
LFK OEN1992-2.BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2
Bügelbewehrung aus Querkraft [cm^2/m^2]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/153.84 [cm^2/m^2]
Berechnung in den Elementknoten

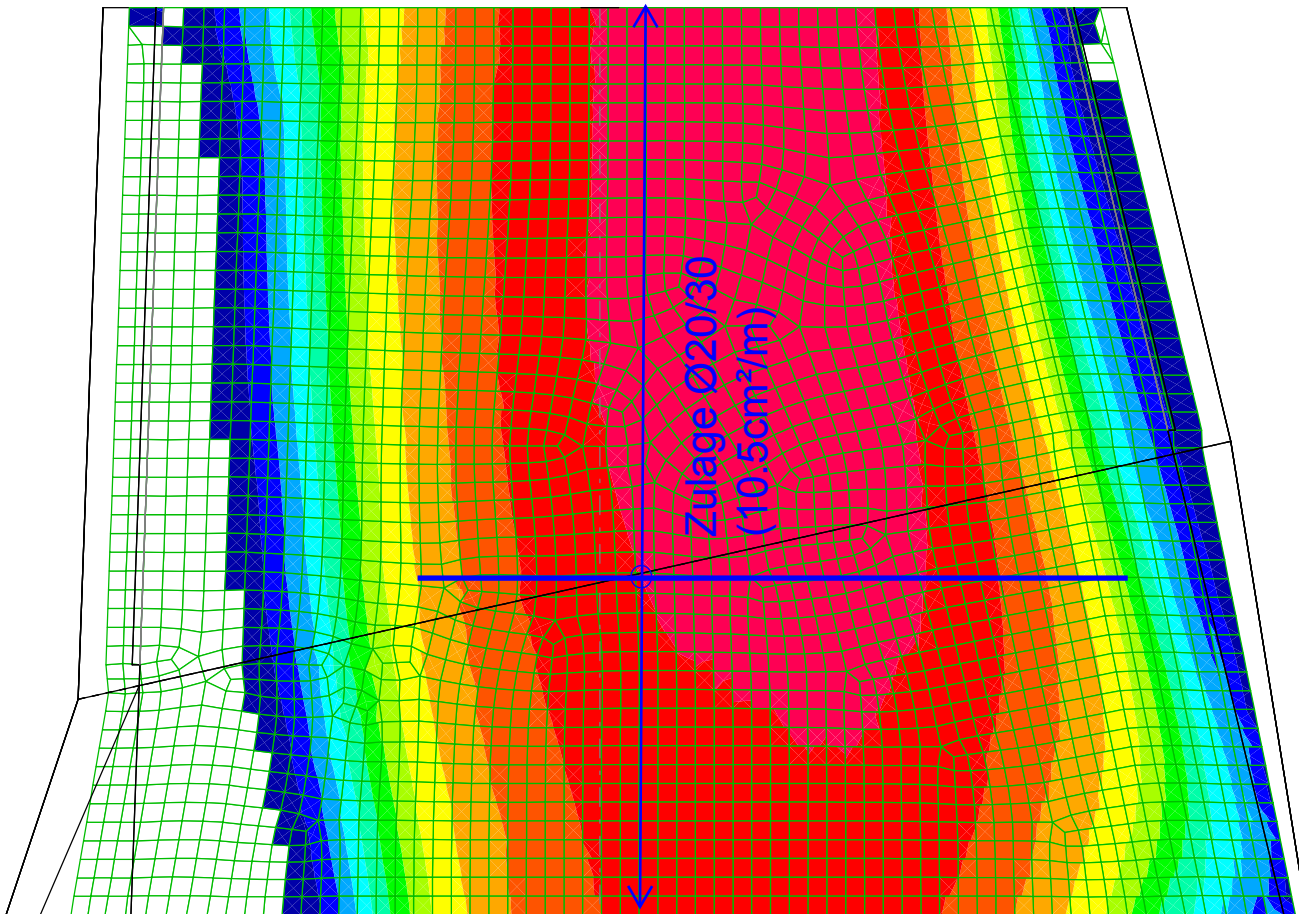
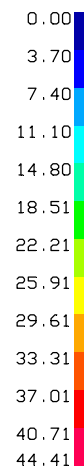
M 1:100

\\atb\kfst\04s_plate\pr3\1396\Ausfuhrungsprojekt_2015\4_TEM14.3_Feldbacher\Berechnungen\Tunnel_Raststation\Südportal\Südportal.lem

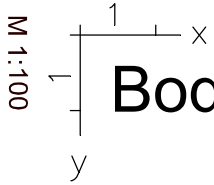


Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 101 Stellen unzureichend ($\alpha > 1$).
 LFK ÖEN1992-2:BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2
 Ausgewählte Bügelbewehrung aus Querkraft [cm^2/m^2]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/153.84 [cm^2/m^2]
 Berechnung in den Elementknoten

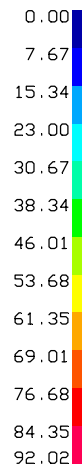
Grundnetz:
längs (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)
quer (x): Ø26/15 (35.4cm²/m)



Bodenplatte: obere Lage



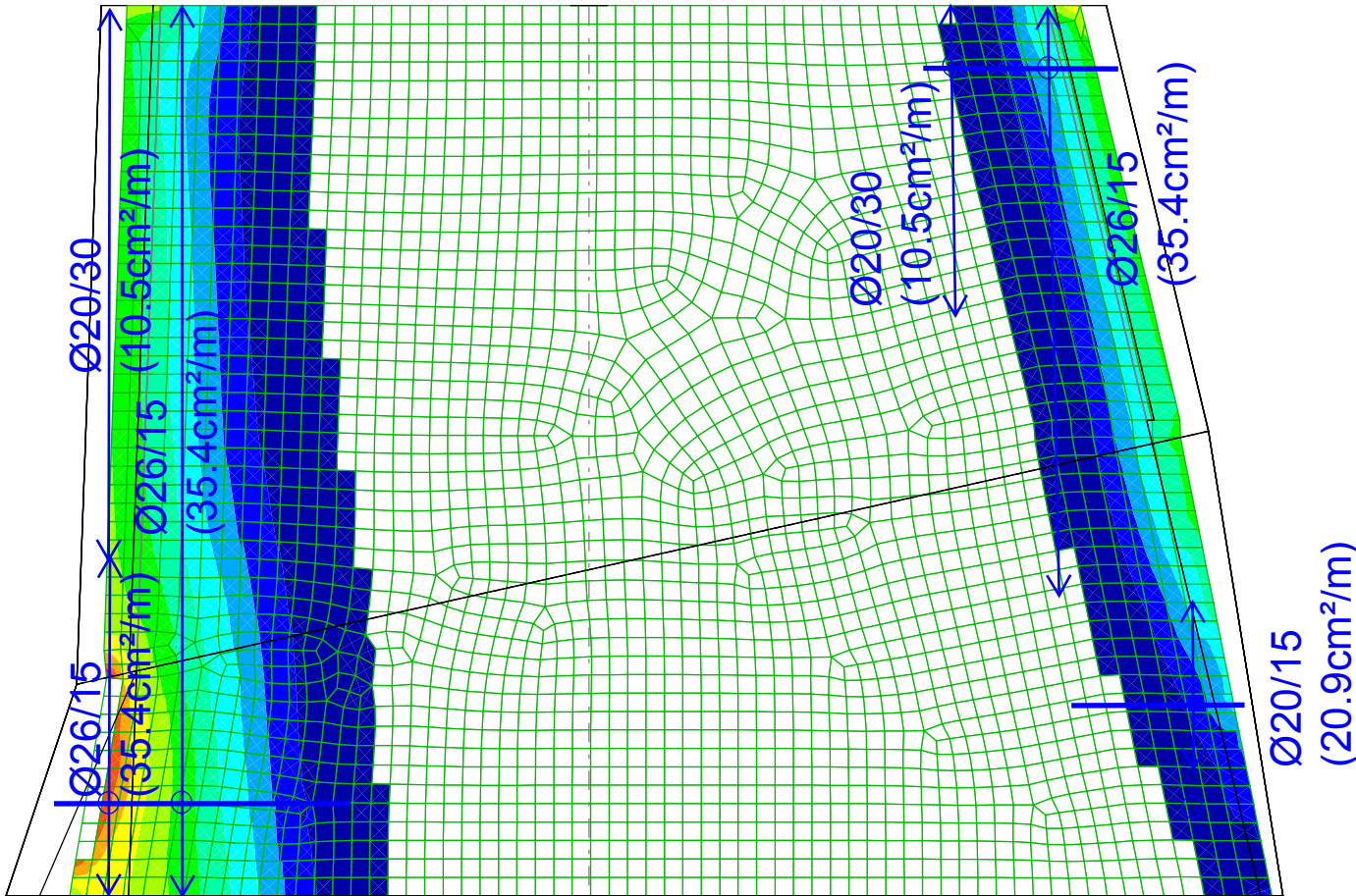
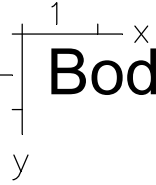
LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/44.41 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t



Grundnetz:
längs (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)
quer (x): Ø16/15 (13.4cm²/m)

Bodenplatte: untere Lage

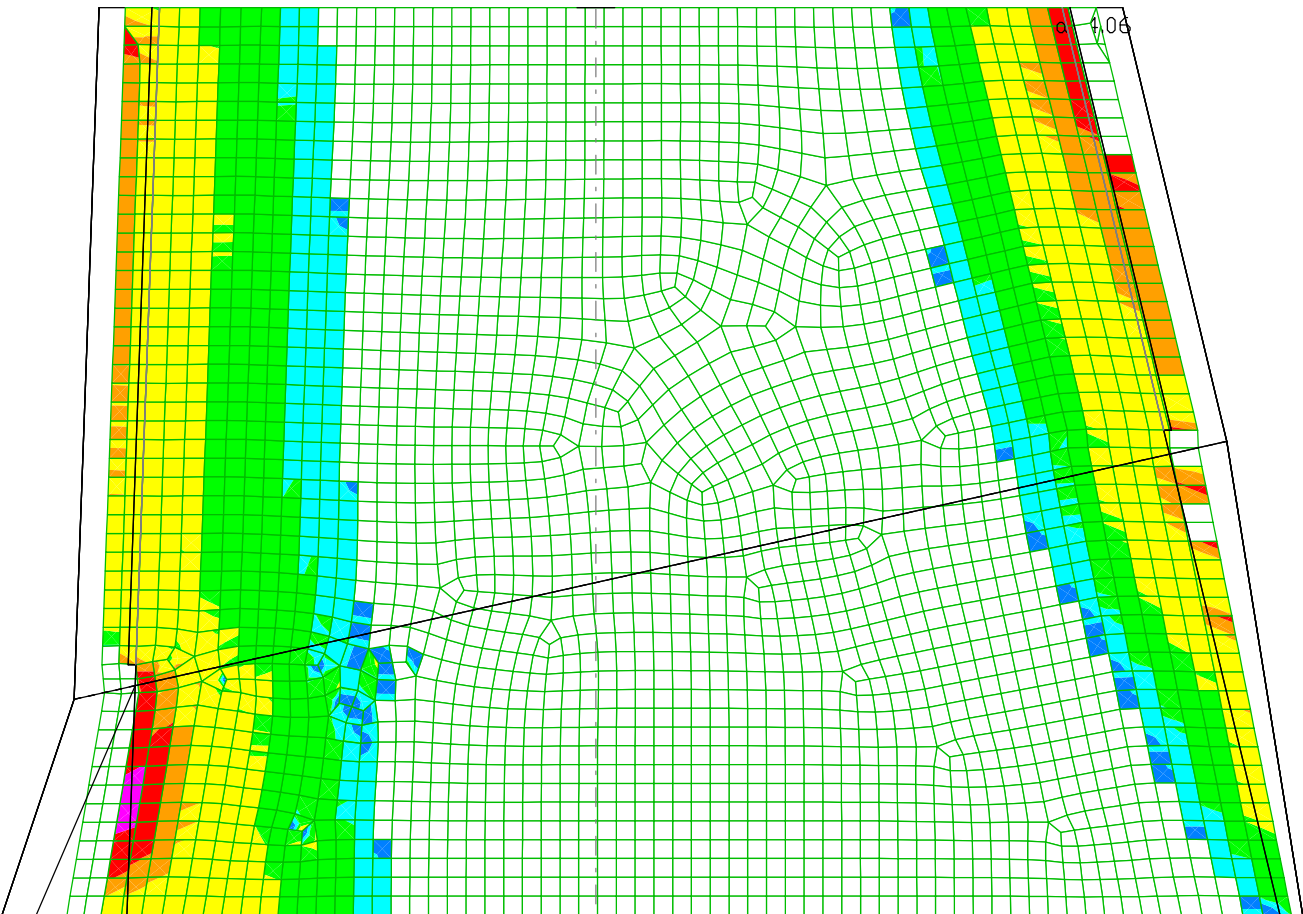
M 1:100



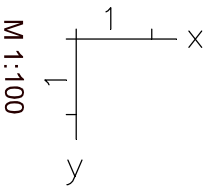
LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/92.02 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

S-Haken

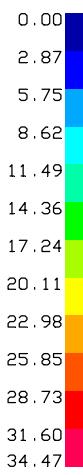
Ø12/30/45	0.01
Ø12/30/30	8.40
Ø12/30/22.5	12.60
Ø12/30/15	16.80
Ø12/30/12.5	25.10
Ø12/30/10	30.10
	37.70



Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 101 Stellen unzureichend ($\alpha > 1$).
 LFK OEN1992-2.BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2
 Ausgewählte Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/40.52 [cm²/m²]
 Berechnung in den Elementknoten

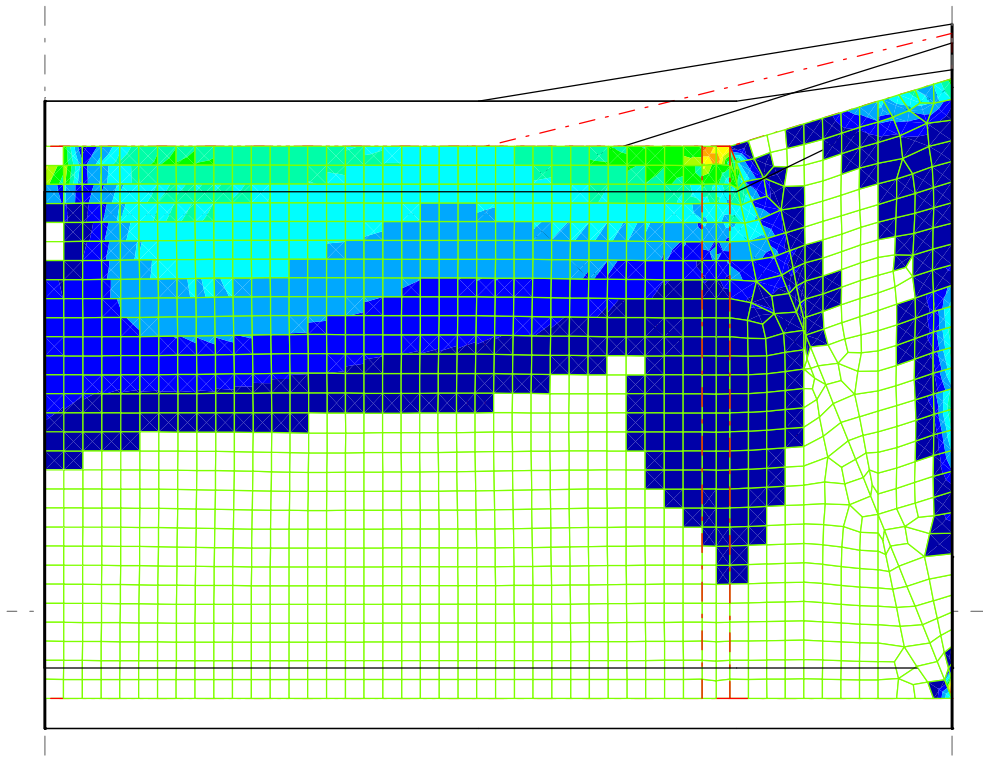
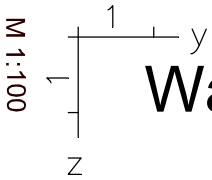


M 1:100



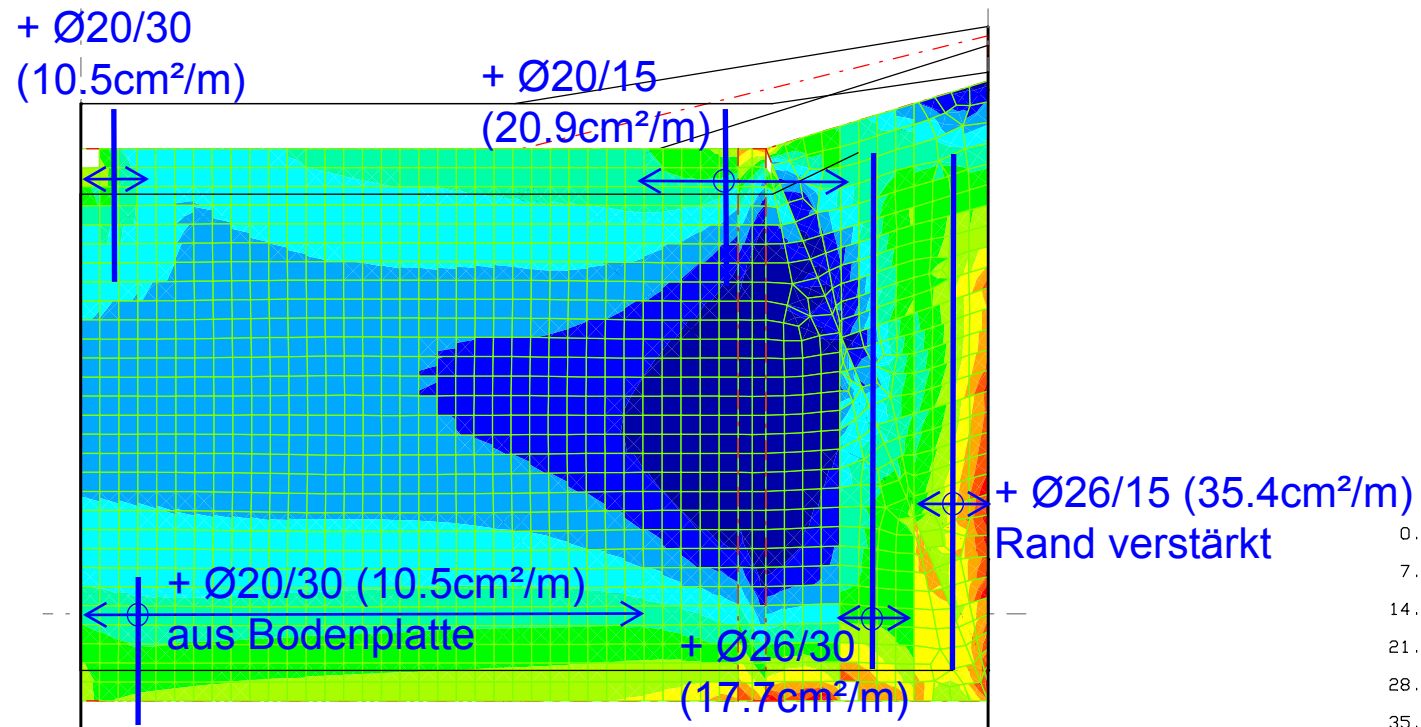
Grundnetz:
horizontal (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)
vertikal (x/z): Ø16/15 (13.4cm²/m)

Wand West: innere Lage



LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/34.47 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

Grundnetz:
horizontal (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)
vertikal (x/z): Ø26/15 (35.4cm²/m)

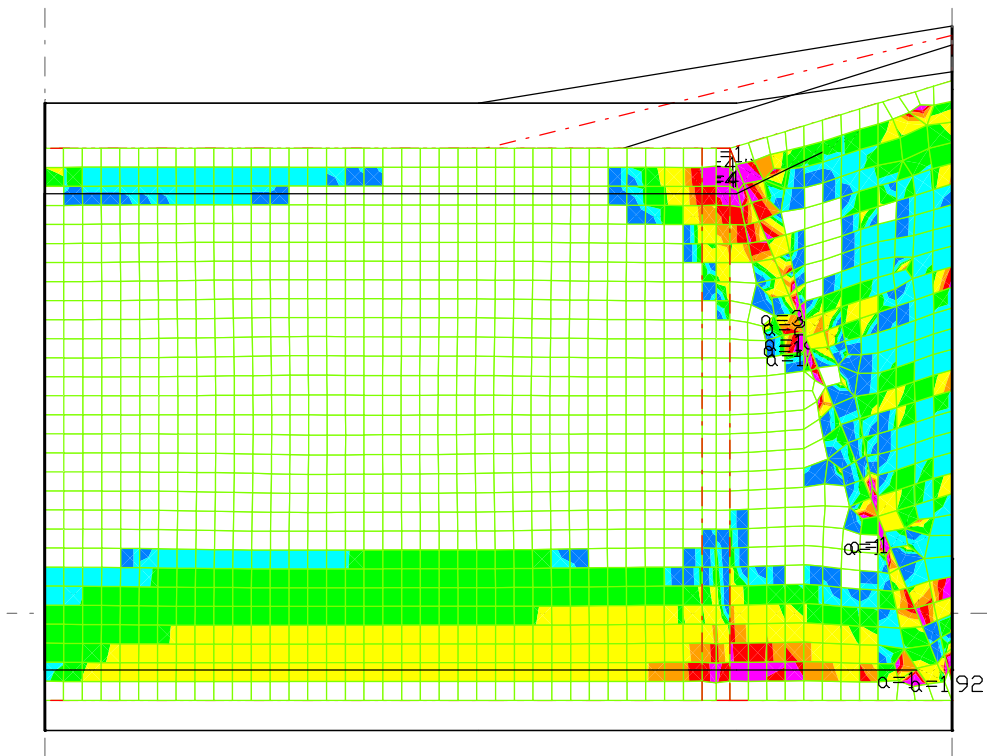
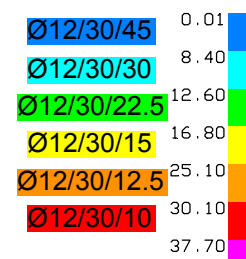


Wand West: äußere Lage

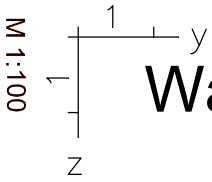
M 1:100
y
z

LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.01/84.30 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

S-Haken



Wand West

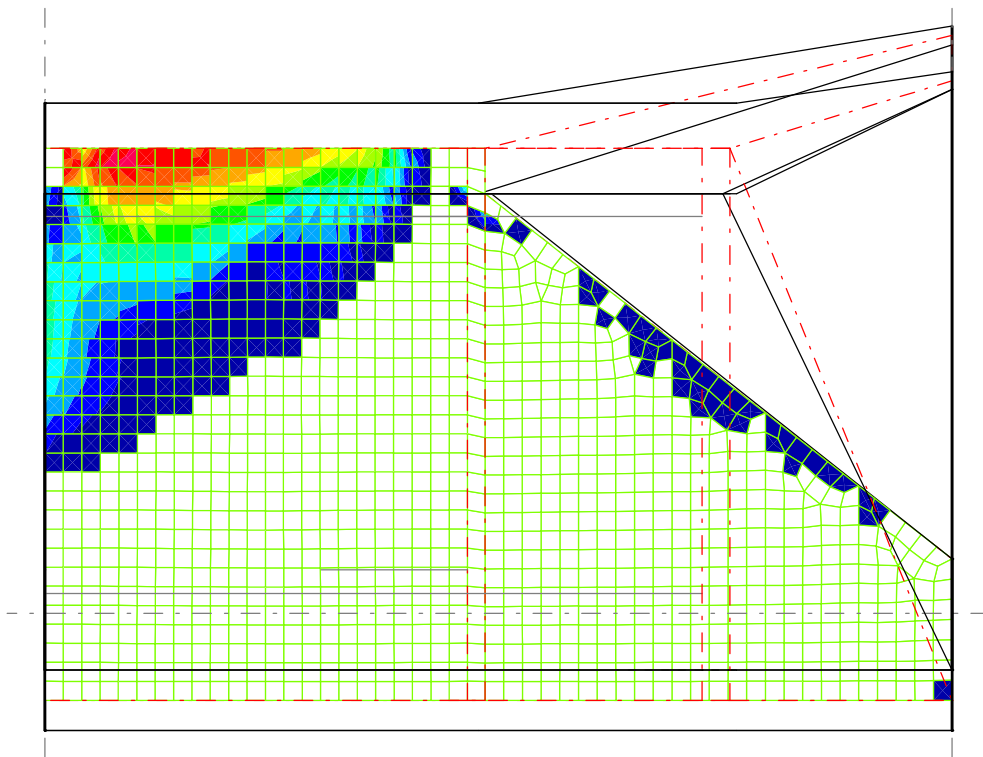


Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 101 Stellen unzureichend ($\alpha > 1$).
 LFK OEN1992-2.BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2
 Ausgewählte Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/153.84 [cm²/m²]
 Berechnung in den Elementknoten



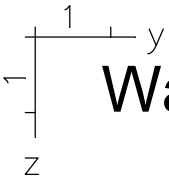
Grundnetz:
horizontal (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)
vertikal (x/z): Ø16/15 (13.4cm²/m)

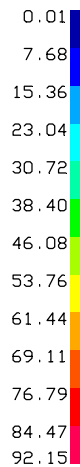
Wand Ost: innere Lage



LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/18.27 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

M 1:100

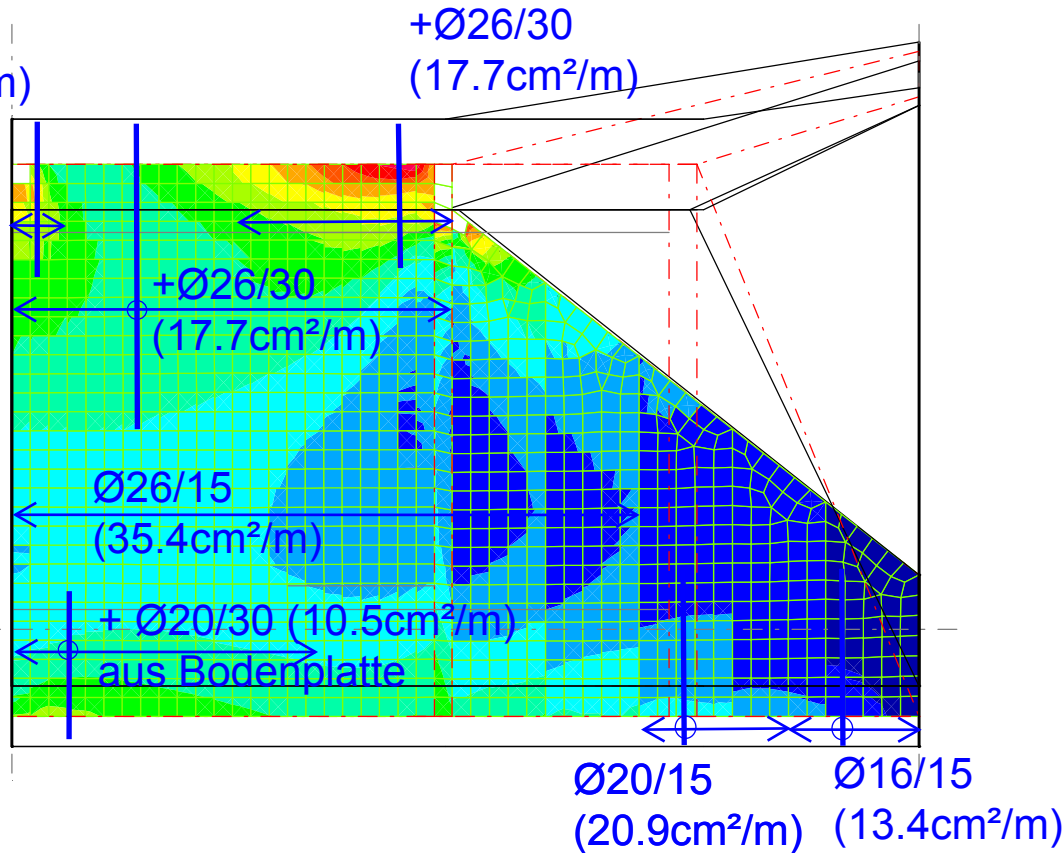




Grundnetz:

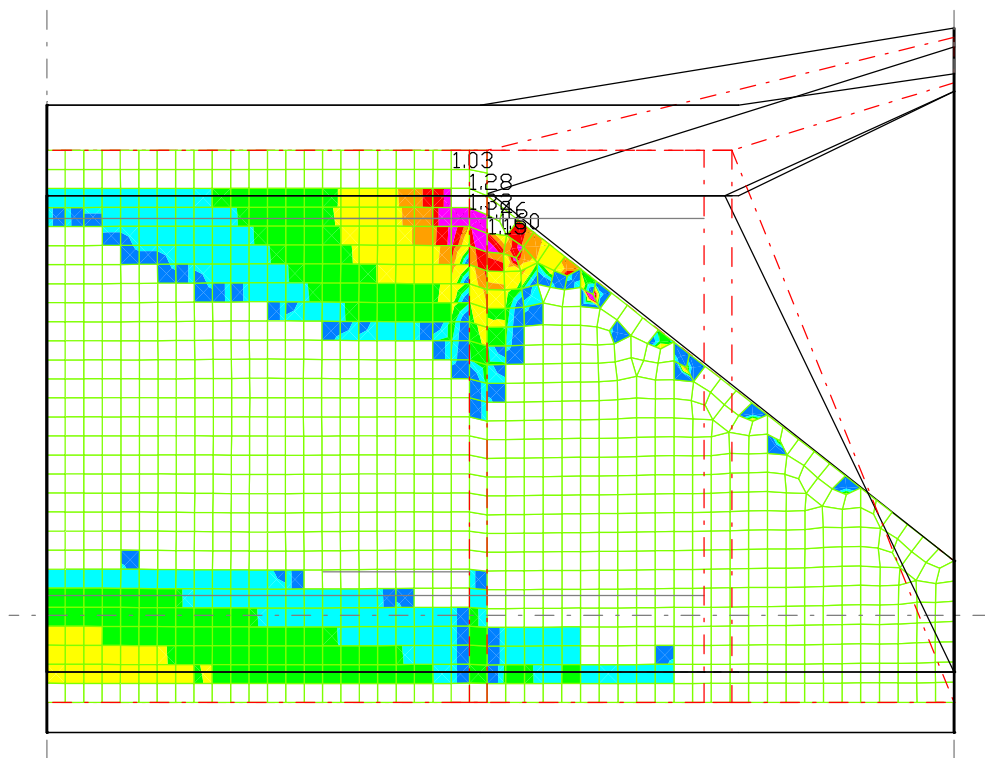
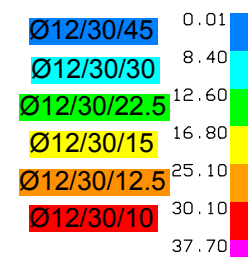
horizontal (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)
vertikal (x/z): Ø26/15 (35.4cm²/m)
bzw. Ø20/15 (20.9cm²/m)
bzw. Ø16/15 (13.4cm²/m)

Wand Ost: äußere Lage

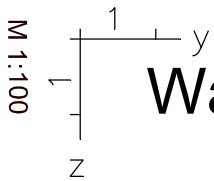


LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.01/92.15 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

S-Haken

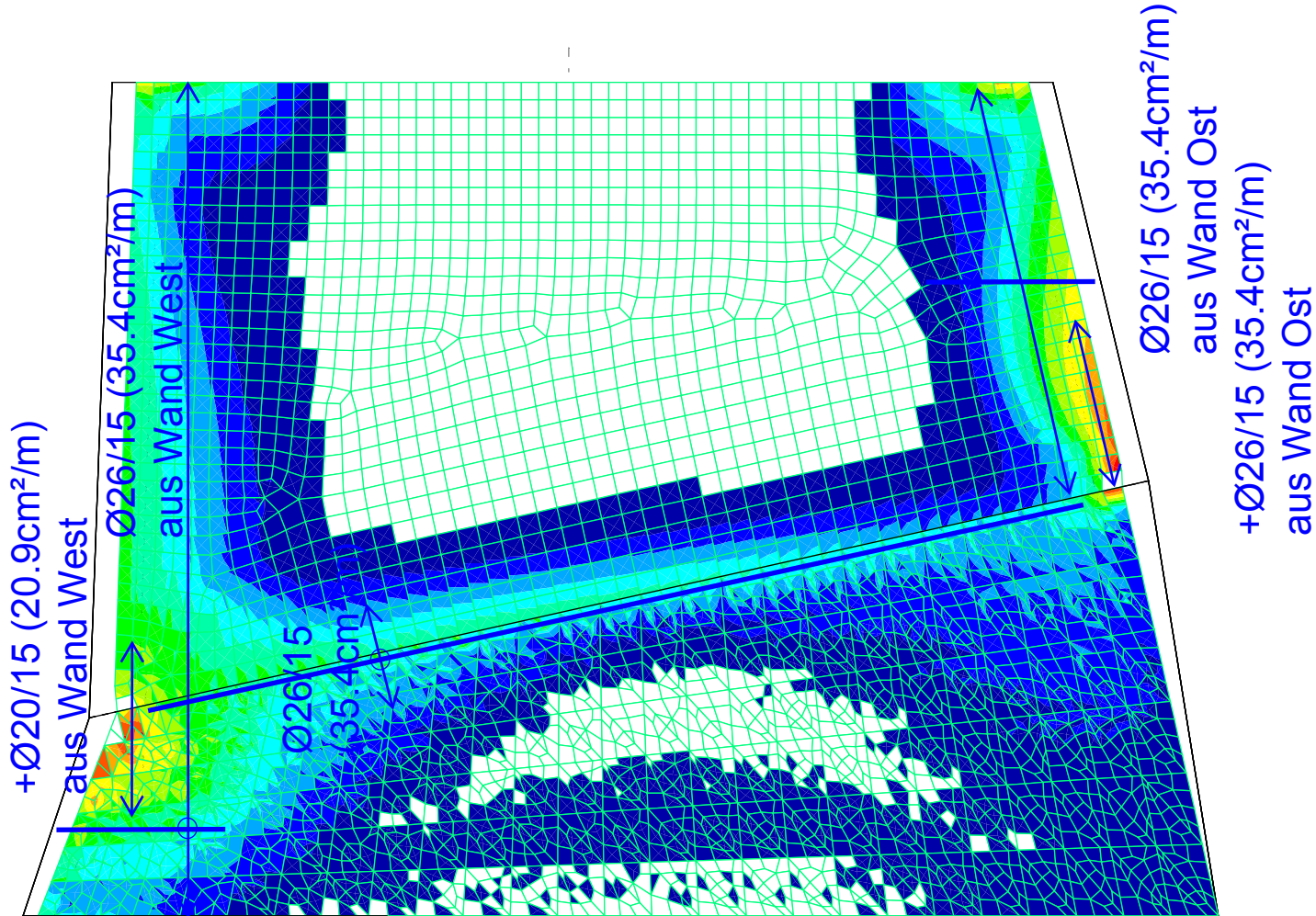


Wand Ost



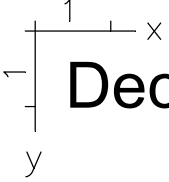
Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 101 Stellen unzureichend ($\alpha > 1$).
 LFK OEN1992-2.BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2
 Ausgewählte Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/79.66 [cm²/m²]
 Berechnung in den Elementknoten

Grundnetz:
quer (x): Ø16/15 (13.4cm²/m)



Decke: obere Lage

M 1:100

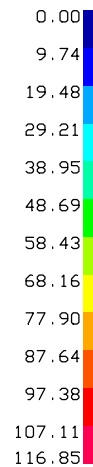
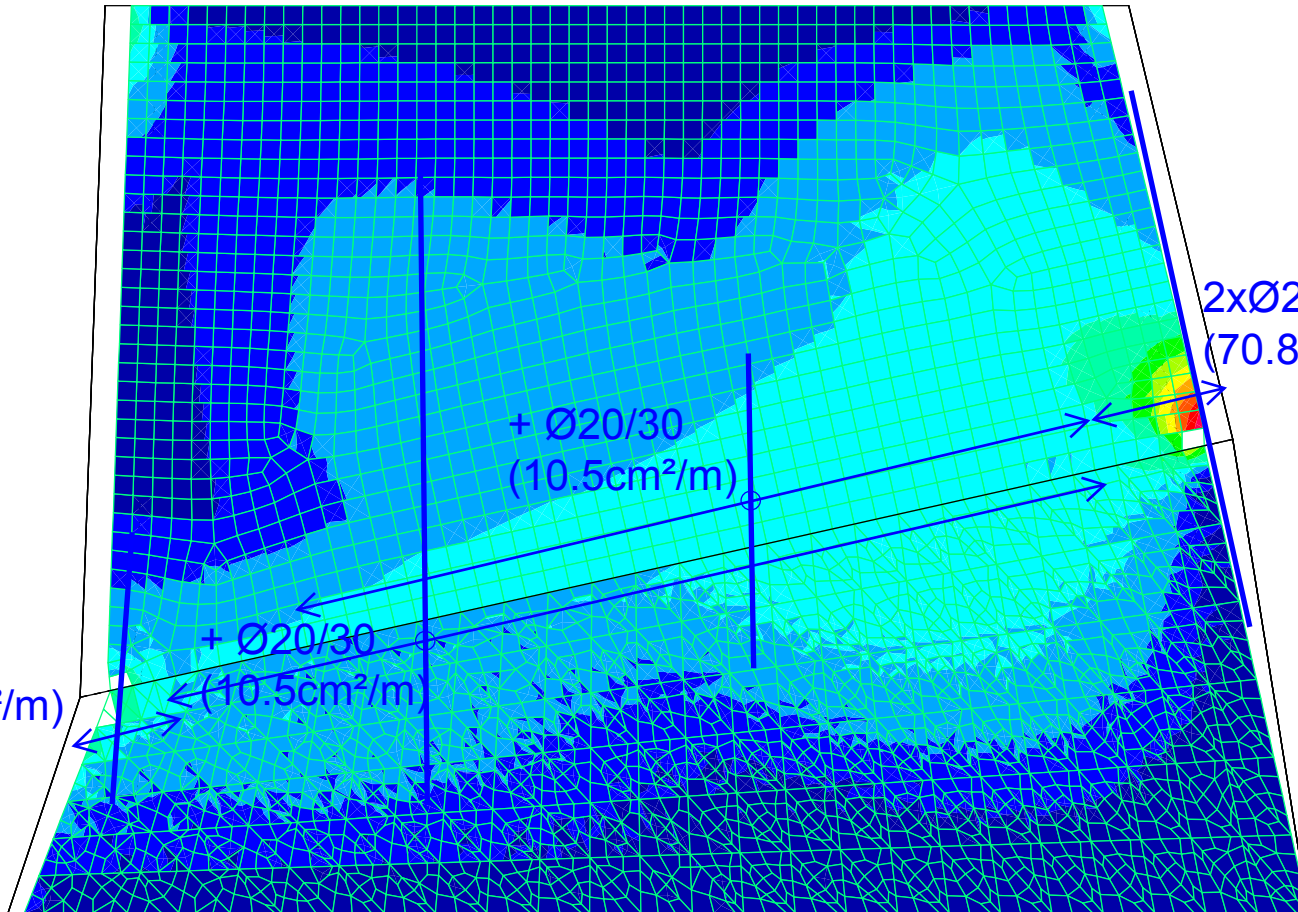
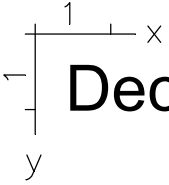


LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/66.83 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

Grundnetz:
längs (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)

Decke: obere Lage

M 1:100

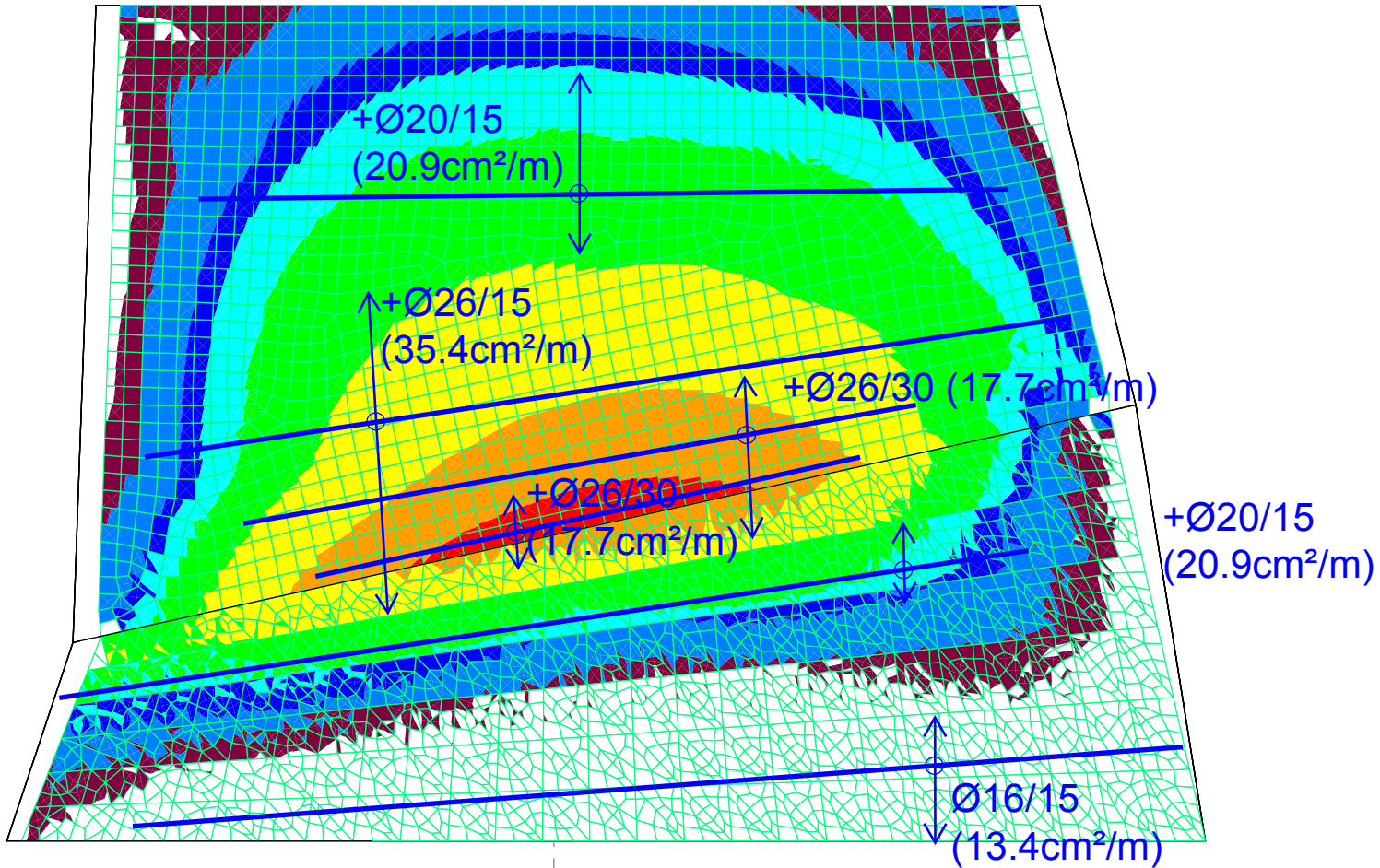
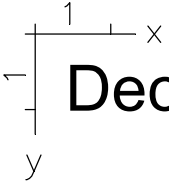


LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asy 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/116.85 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

Grundnetz:
quer (x): Ø26/15 (35.4cm²/m)

Decke: untere Lage

M 1:100

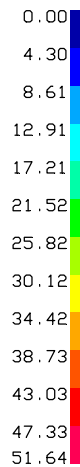
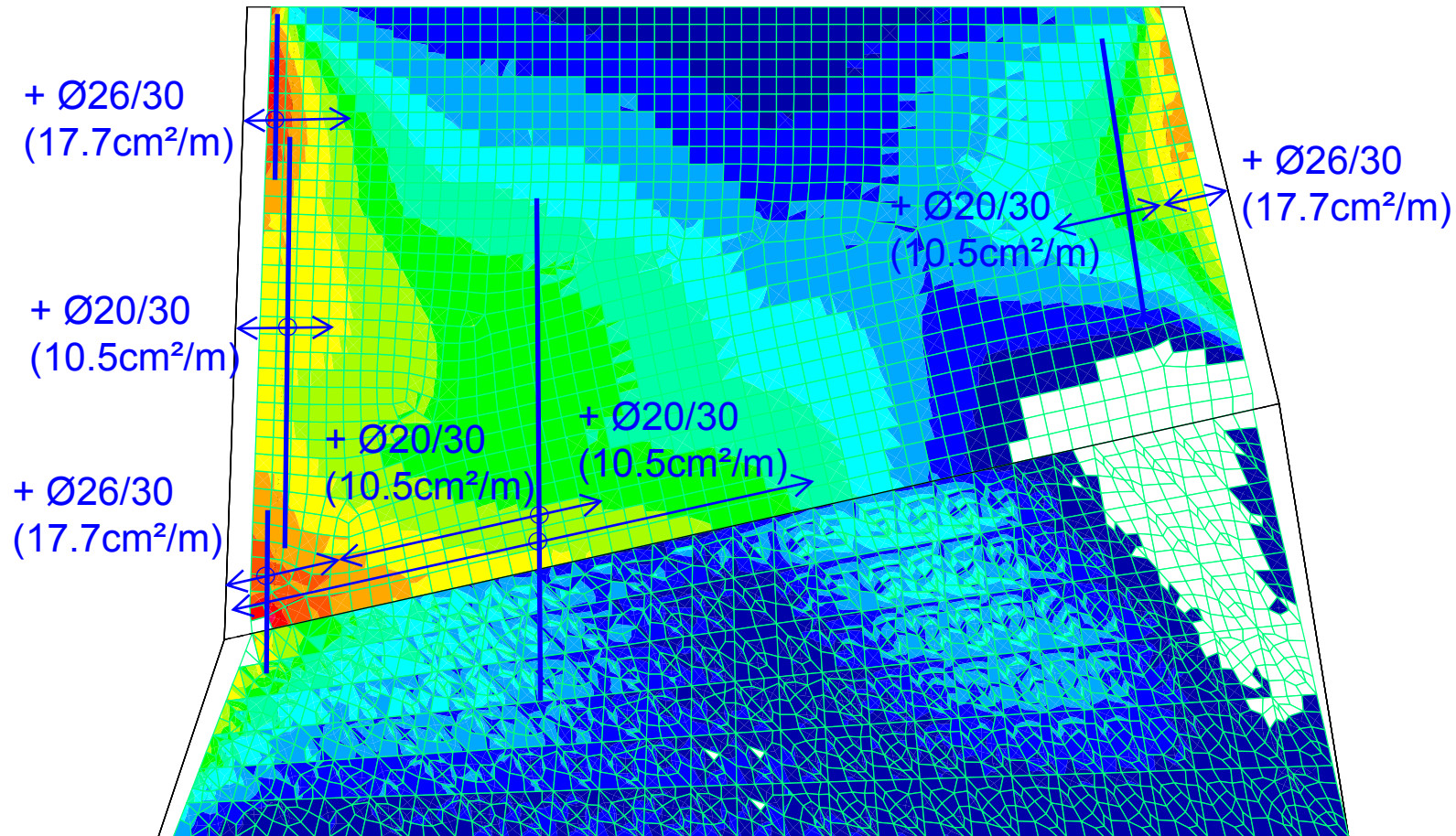
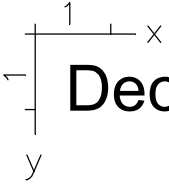


LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/99.84 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

Grundnetz:
längs (y): Ø20/15 (20.9cm²/m)

Decke: untere Lage

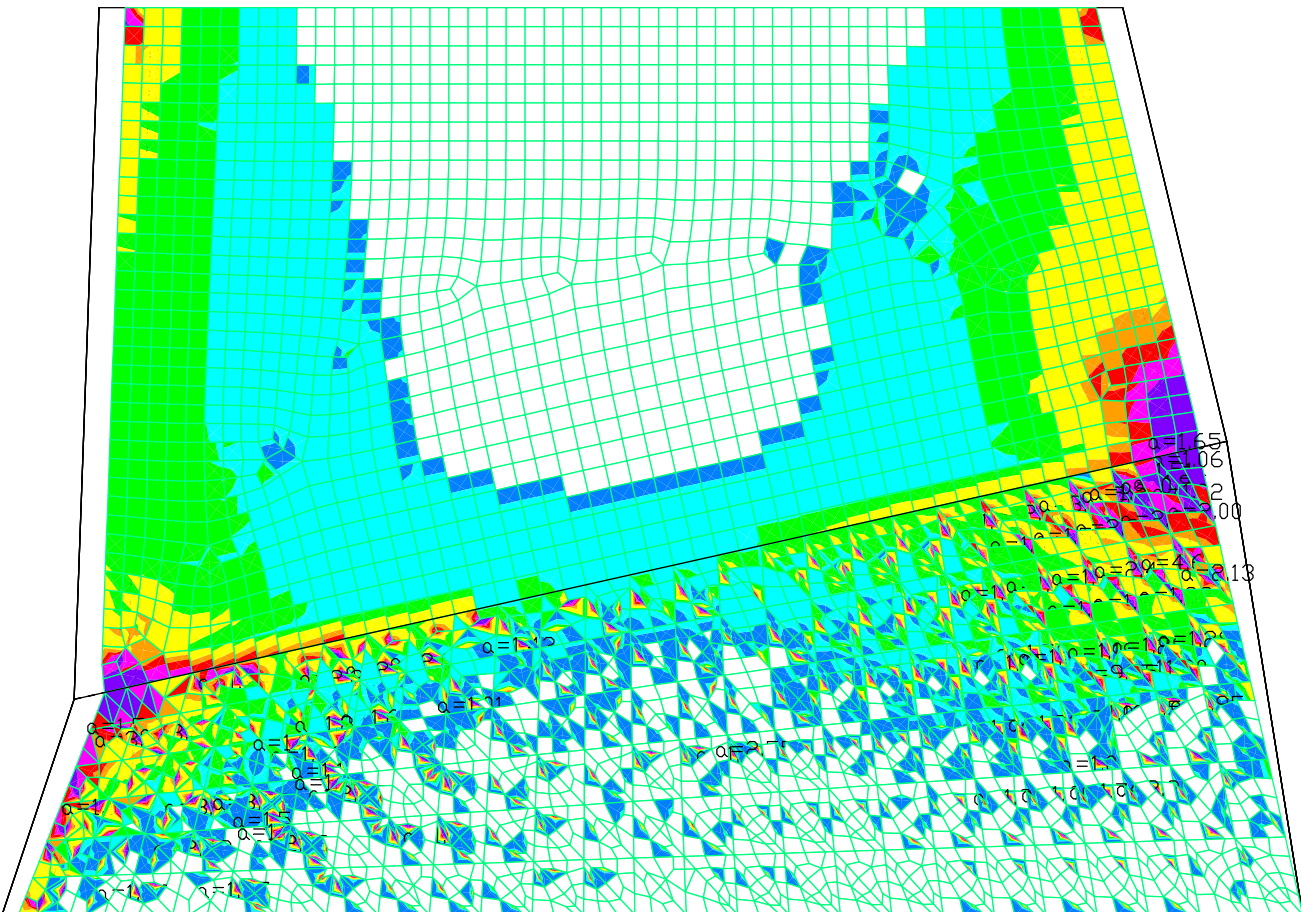
M 1:100



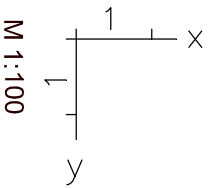
LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Ausgewählte Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Teilsystem, min/max): 0.00/51.64 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 22.2 t

S-Haken

Ø12/30/45	0.01	
Ø12/30/30	8.40	
Ø12/30/22.5	12.60	
Ø12/30/15	16.80	
Ø12/30/12.5	25.10	
Ø12/30/10	30.10	
Ø14/30/10	37.70	
	51.30	



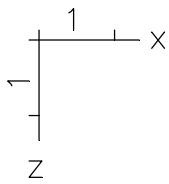
Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist an 101 Stellen unzureichend ($a > 1$).
 LFK ÖEN1992-2.BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2
 Ausgewählte Bügelbewehrung aus Querkraft [cm²/m²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/153.84 [cm²/m²]
 Berechnung in den Elementknoten



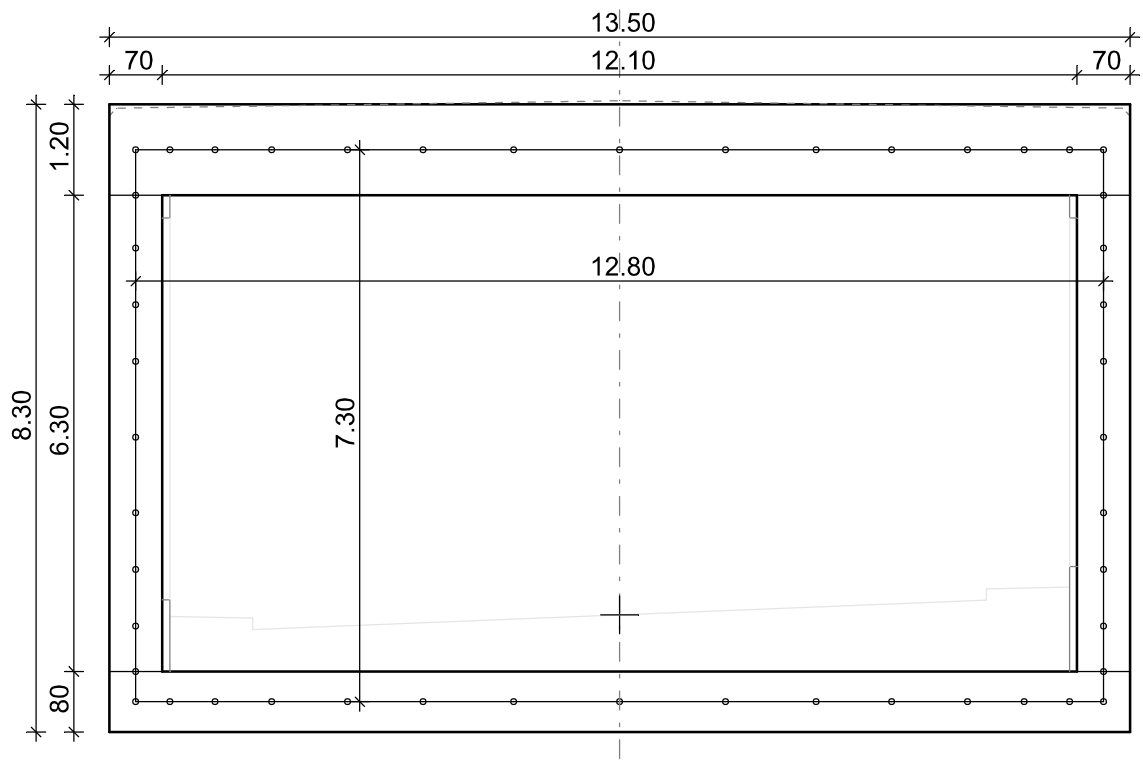
M 1:100

INHALT

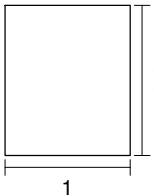
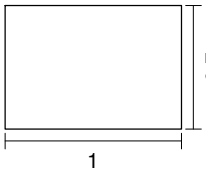
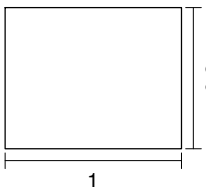
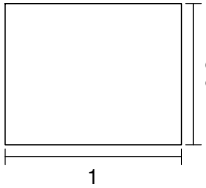
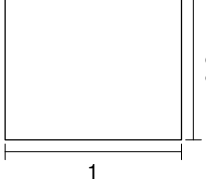
Inhalt	1
System	
Aufweitung_Kasten	2
Querschnittswerte	3
Materialkennwerte	3
Bettung	4
Lokale Elementsysteme / Bettung	4
Lastansätze / Erddruckermittlung	5
Lasten	
LF 1: Belastung, Eigengewicht	6
LF 2: Belastung, Einschüttung	6
LF 3: Belastung, ea_beidseitig	6
LF 4: Belastung, e0-ea_links	7
LF 5: Belastung, e0-ea_rechts	7
LF 11: Belastung, Auflast_Gebäude	8
LF 12: Belastung, e0_Gebäude_links	8
LF 13: Belastung, e0_Gebäude_rechts	8
LF 21: Belastung, Temperatur_+10K	9
LF 22: Belastung, Temperatur_-10K	9
Einwirkungen ÖNORM EN 1992-2 Brückennachweise	10
Bemessungsvorgaben ÖNORM EN 1992-2	12
Schnittgrößen	
Schnittgrößen My; LF 2, Einschüttung	14
Schnittgrößen Nx; LF 2, Einschüttung	14
Schnittgrößen Qz; LF 2, Einschüttung	14
Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2	15
Schnittgrößen Nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2	15
Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2	16
Schnittgrößen My min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2	16
Schnittgrößen Nx min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2	17
Schnittgrößen Qz min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2	17
Bodenpressungen Sigma.z min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2	18
Deformationen u; LF 2, Einschüttung	18
Bewehrung	
Biegebewehrung As; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2	19
Biegebewehrung As; Rissicherung ÖNORM EN 1992-2	19
Biegebewehrung As; Maximum ÖNORM EN 1992-2	20
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2	20
Bewehrungsskizze Biegebewehrung	21
Bewehrungsskizze Schubbewehrung	22



Aufweitungsquerschnitt offene Bauweise



Querschnittswerte

1	Polygon		Decke 120cm Schwerpunkt [m] Fläche [m²] Trägheitsmomente [m4]	$y_s = 0.500$ $A = 1.2000e+00$ $I_x = 1.0000e-06$ $I_y = 1.4400e-01$ $I_z = 1.0000e-01$	$z_s = 0.600$ $I_{yz} = 0.0000e+00$ $I_1 = 1.4400e-01$ $I_2 = 1.0000e-01$	Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = -0.000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
11	Polygon		Wand 70cm Schwerpunkt [m] Fläche [m²] Trägheitsmomente [m4]	$y_s = 0.500$ $A = 7.0000e-01$ $I_x = 1.0000e-06$ $I_y = 2.8583e-02$ $I_z = 5.8333e-02$	$z_s = 0.350$ $I_{yz} = 0.0000e+00$ $I_1 = 2.8583e-02$ $I_2 = 5.8333e-02$	Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0.000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
21	Polygon		Bodenplatte 80cm Feld $k=8\text{MN/m}^3$ Schwerpunkt [m] Fläche [m²] Trägheitsmomente [m4]	$y_s = 0.500$ $A = 8.0000e-01$ $I_x = 1.0000e-06$ $I_y = 4.2667e-02$ $I_z = 6.6667e-02$	$z_s = 0.400$ $I_{yz} = 0.0000e+00$ $I_1 = 4.2667e-02$ $I_2 = 6.6667e-02$	Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0.000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
22	Polygon		Bodenplatte 80cm Rand $k=12\text{MN/m}^3$ Schwerpunkt [m] Fläche [m²] Trägheitsmomente [m4]	$y_s = 0.500$ $A = 8.0000e-01$ $I_x = 1.0000e-06$ $I_y = 4.2667e-02$ $I_z = 6.6667e-02$	$z_s = 0.400$ $I_{yz} = 0.0000e+00$ $I_1 = 4.2667e-02$ $I_2 = 6.6667e-02$	Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0.000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
23	Polygon		Bodenplatte 80cm Rand $k=16\text{MN/m}^3$ Schwerpunkt [m] Fläche [m²] Trägheitsmomente [m4]	$y_s = 0.500$ $A = 8.0000e-01$ $I_x = 1.0000e-06$ $I_y = 4.2667e-02$ $I_z = 6.6667e-02$	$z_s = 0.400$ $I_{yz} = 0.0000e+00$ $I_1 = 4.2667e-02$ $I_2 = 6.6667e-02$	Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0.000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Materialkennwerte

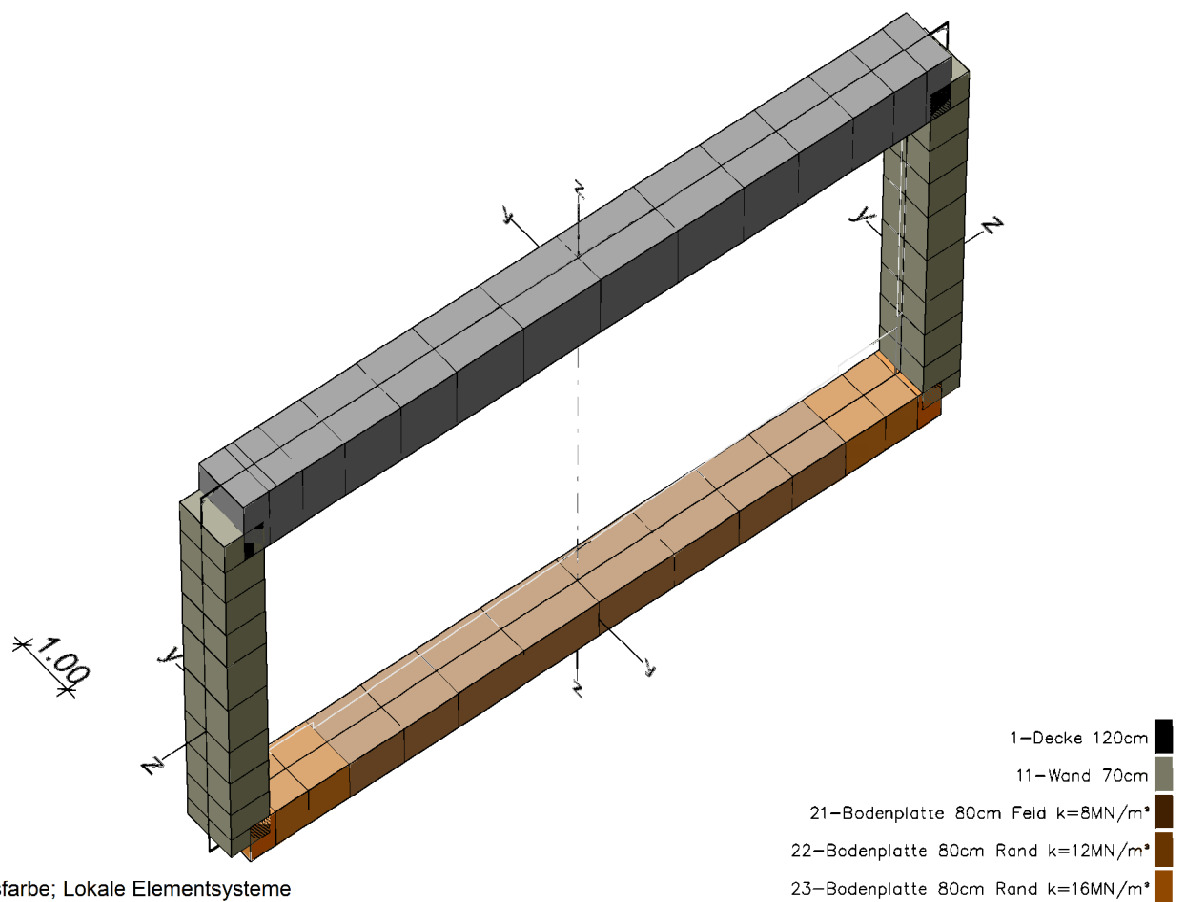
	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
2	11	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
3	21	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
4	22	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
5	23	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000

M 1:

Bettung

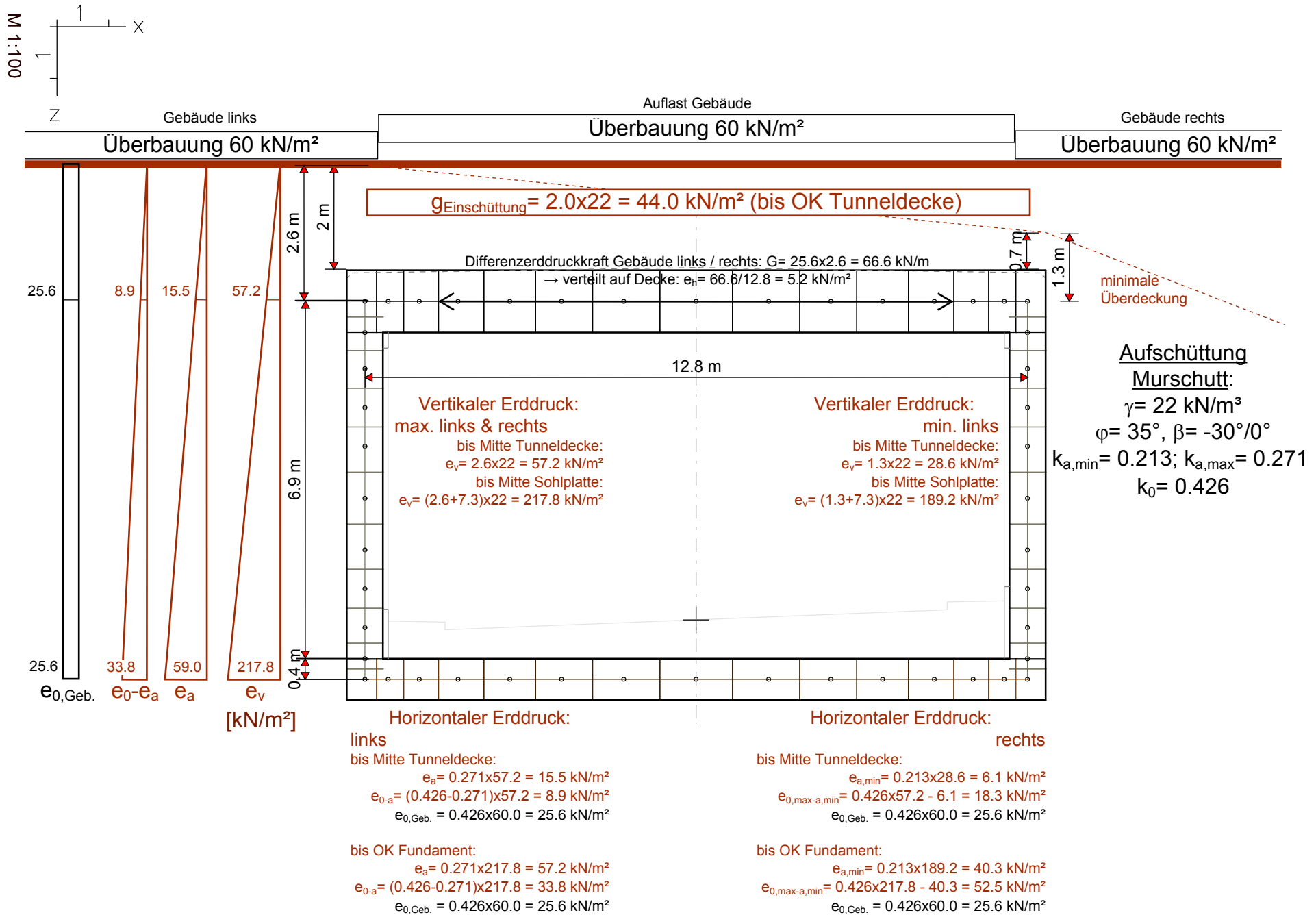
	Nr.	k _{bx}	k _{by} [MN/m³]	k _{bz}	b _x	b _y [m]	b _z
1	1	0	0	0	1.000	1.000	1.000
2	11	0	3	0	1.000	1.000	1.000
3	21	3	3	8	1.000	1.000	1.000
4	22	4.5	4.5	12	1.000	1.000	1.000
5	23	6	6	16	1.000	1.000	1.000

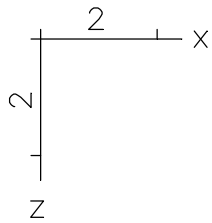
Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Elementsystems.



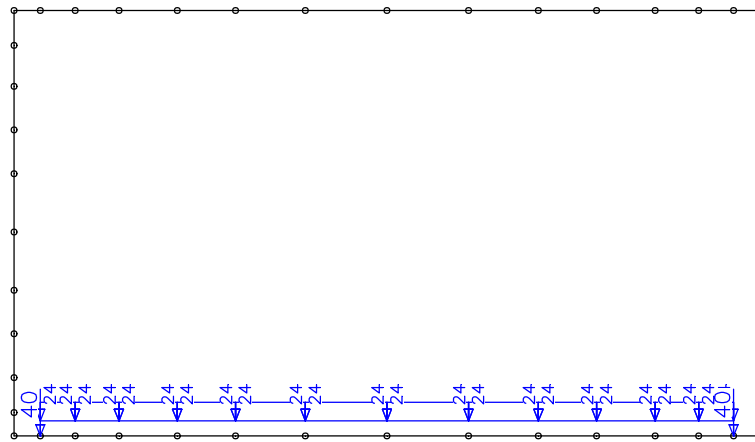
Querschnittsfarbe; Lokale Elementsysteme

Lokale Elementsysteme / Bettung

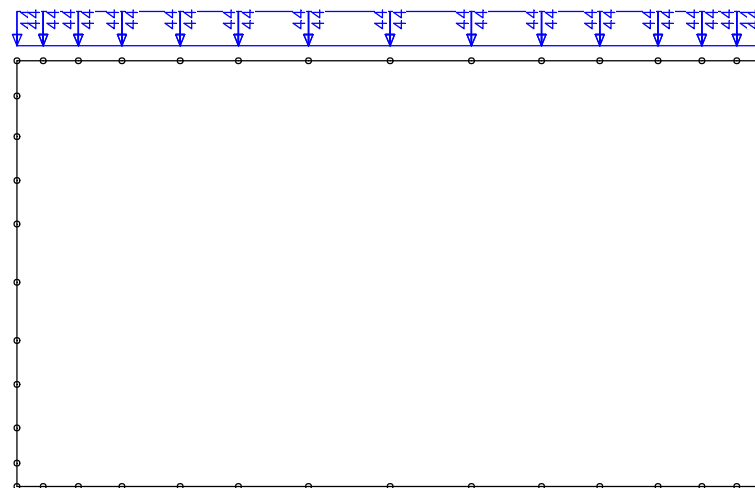




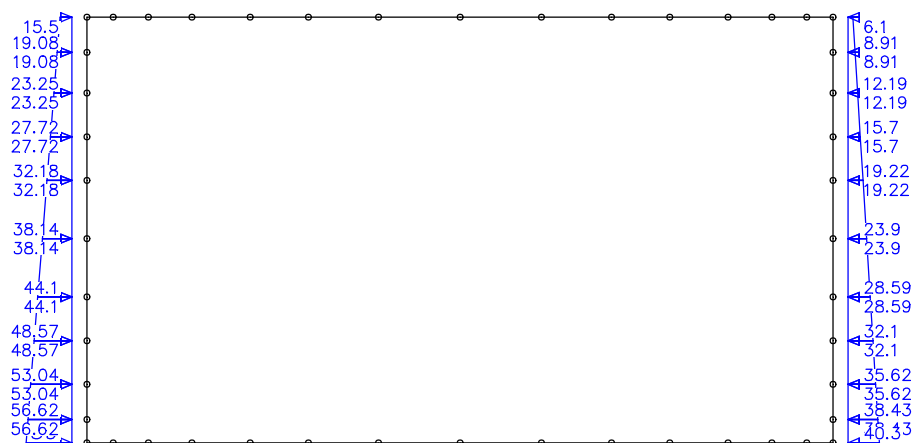
EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigengewicht

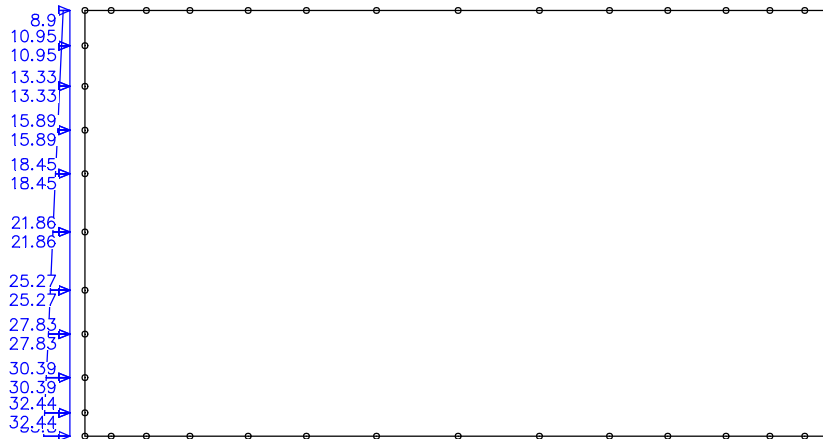


LF 2: Belastung, Einschüttung

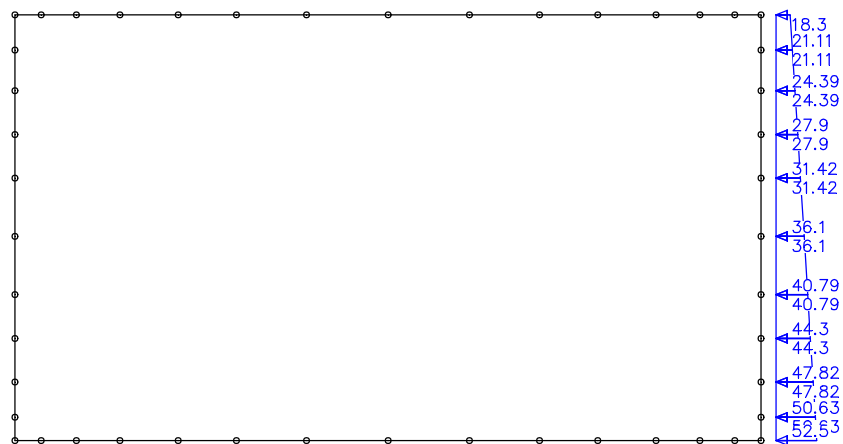


LF 3: Belastung, ea_beidseitig

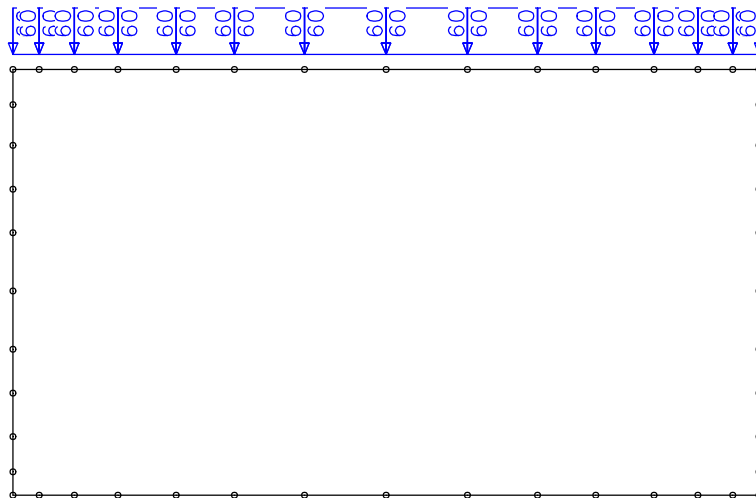
M 1:



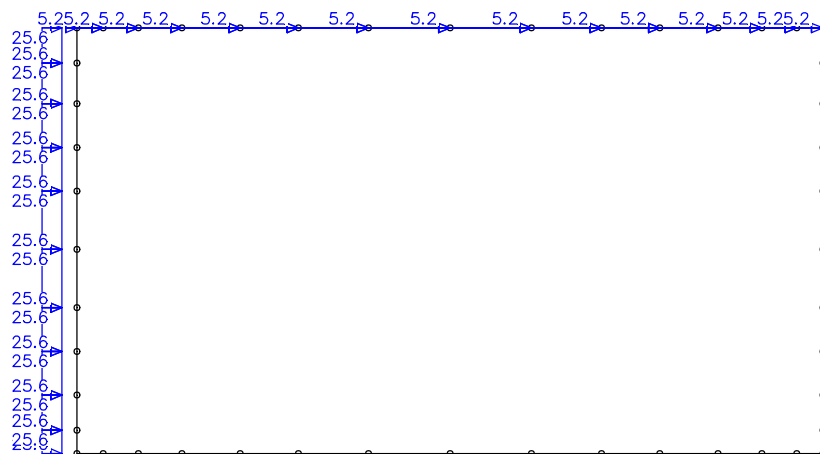
LF 4: Belastung, e0-ea_links



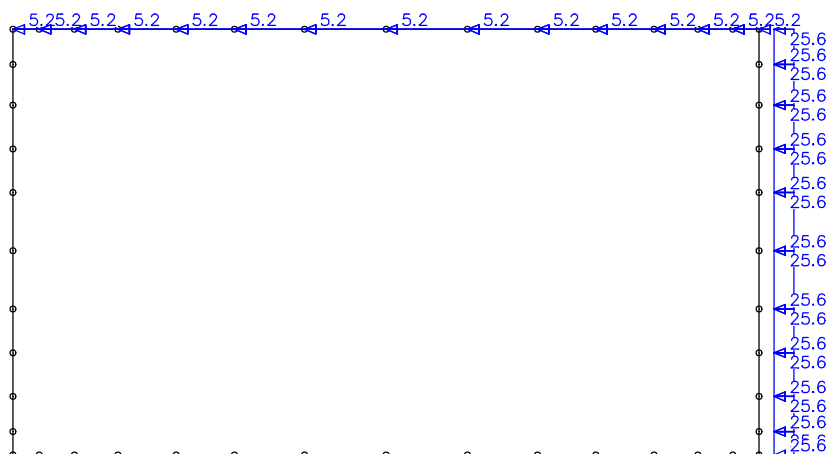
LF 5: Belastung, e0-ea_rechts



LF 11: Belastung, Auflast_Gebäude

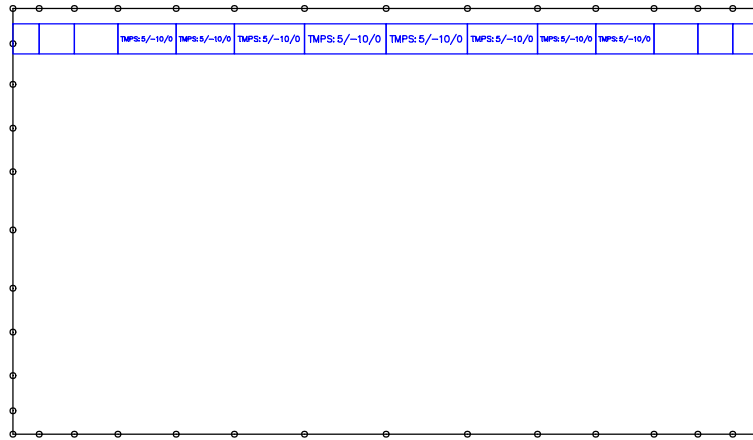


LF 12: Belastung, e0_Gebäude_links

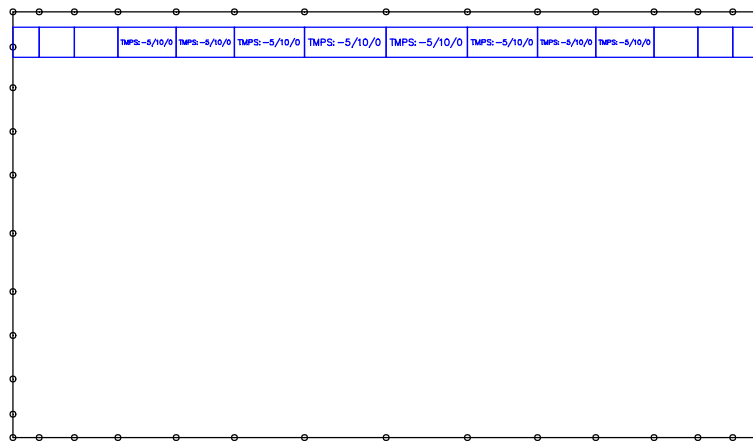


LF 13: Belastung, e0_Gebäude_rechts

M 1:



LF 21: Belastung, Temperatur_+10K



LF 22: Belastung, Temperatur_-10K

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

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 .	. . .	x	.	. . .
11	XC4	Nicht vorgesp.	. x x x .	. . .	x	.	. . .
21	XC4	Nicht vorgesp.	. x x x .	. . .	x	.	. . .
22	XC4	Nicht vorgesp.	. x x x .	. . .	x	.	. . .
23	XC4	Nicht vorgesp.	. x x x .	. . .	x	.	. . .

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
 (R) Mindestbewehrung 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 $\rho_{w,min}$ 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. rhov	Red. Vor- spg.
1	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	1.00	.
11	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	1.00	.
21	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	1.00	.
22	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	1.00	.
23	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	1.00	.

Schubquerschnitte

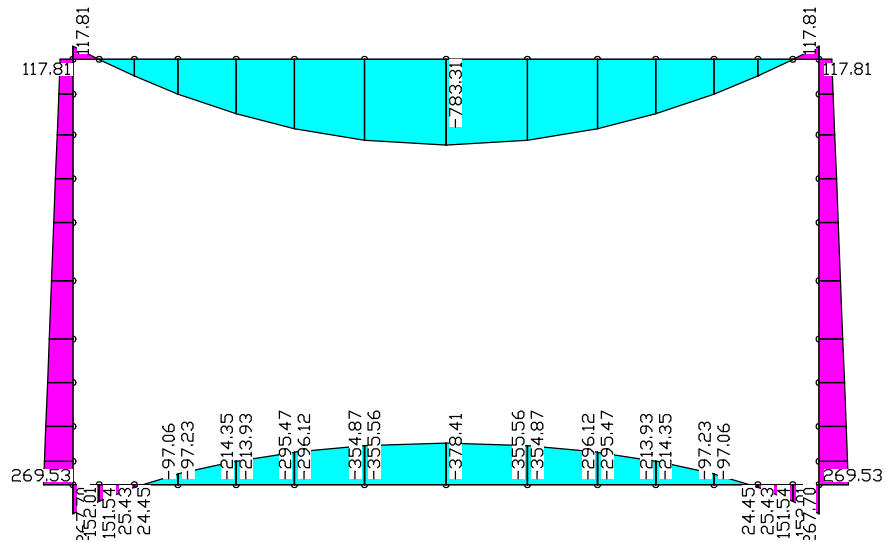
- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
 z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
 tef Wanddicke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

Qu.	Breite [m] bw bw.nom	Nutzbreite bn [m] kb	Höhe [m] h h.nom	Nutzhöhe d [m] kd	Torsionsquerschn. [m] z1 z2 tef K.
1	1.000 .	0.905 0.90	1.200 .	1.105 0.90	0.927 0.727 0.273 .
11	1.000 .	0.930 0.90	0.700 .	0.630 0.90	0.494 0.794 0.206 .
21	1.000 .	0.930 0.90	0.800 .	0.730 0.90	0.578 0.778 0.222 .
22	1.000 .	0.930 0.90	0.800 .	0.730 0.90	0.578 0.778 0.222 .
23	1.000 .	0.930 0.90	0.800 .	0.730 0.90	0.578 0.778 0.222 .

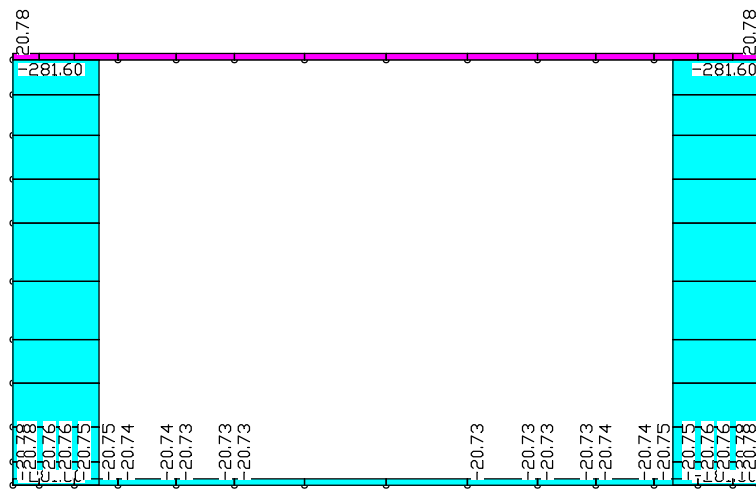
Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

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 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.

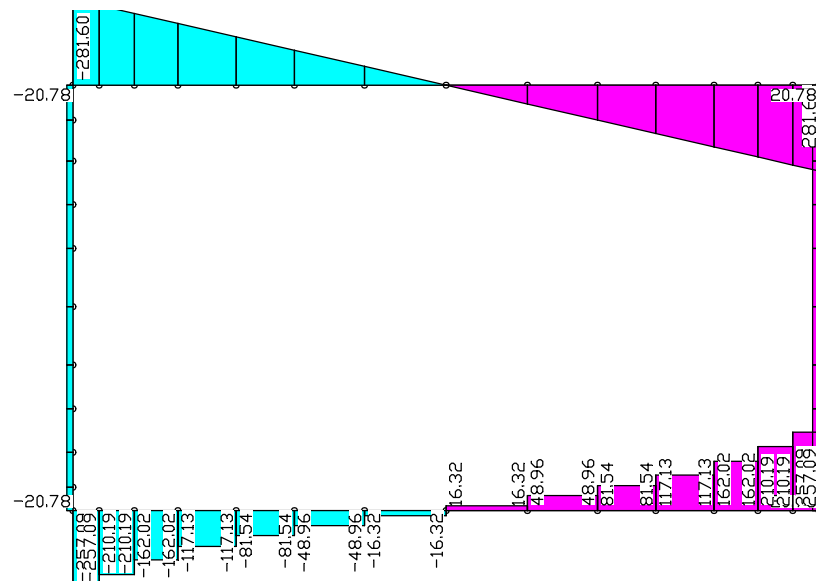
Qu.	w_{max} [mm]	d_s [mm]	Beiwerte			$s_{r,max}$ [mm]	fctm-Faktor		Kombination für Nachweis		ZE
			Ξ_{i1}	k	k_t		$A_{s,min}$	w_k	$A_{s,min}$	w_k	
1	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
11	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
21	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	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 My; LF 2, Einschlüttung

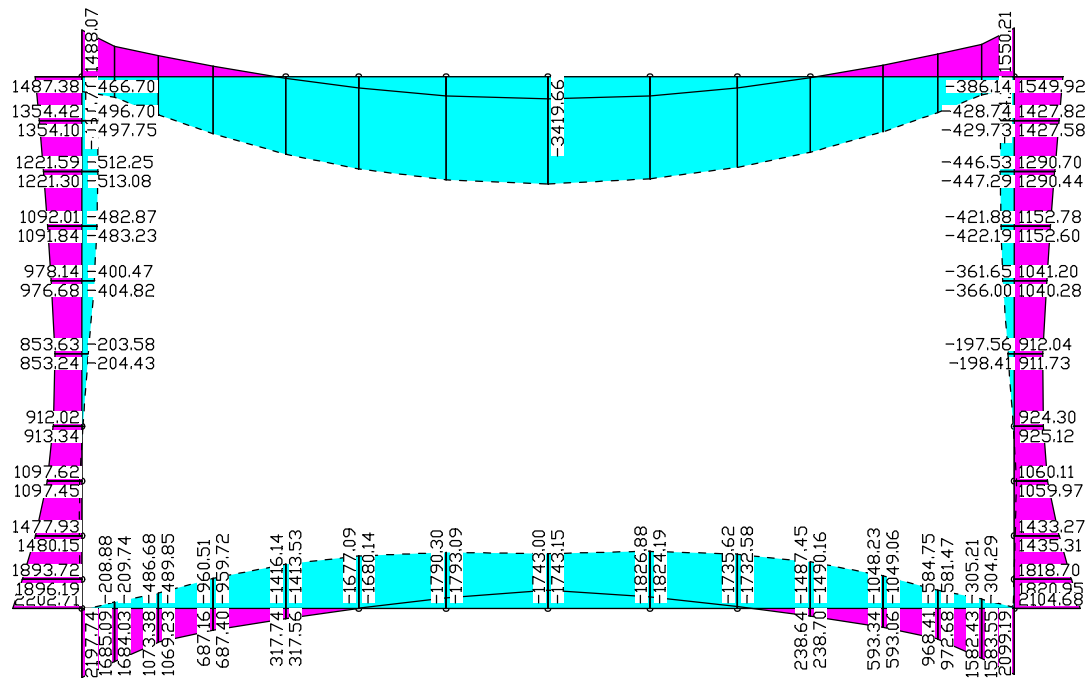


Schnittgrößen Nx; LF 2, Einschlüttung

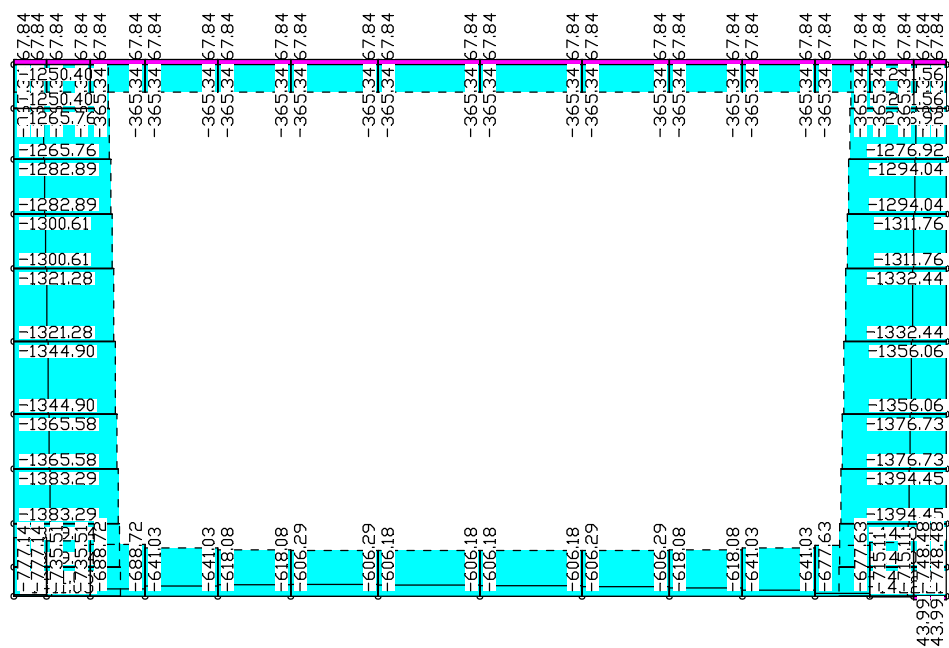


Schnittgrößen Qz; LF 2, Einschlüttung

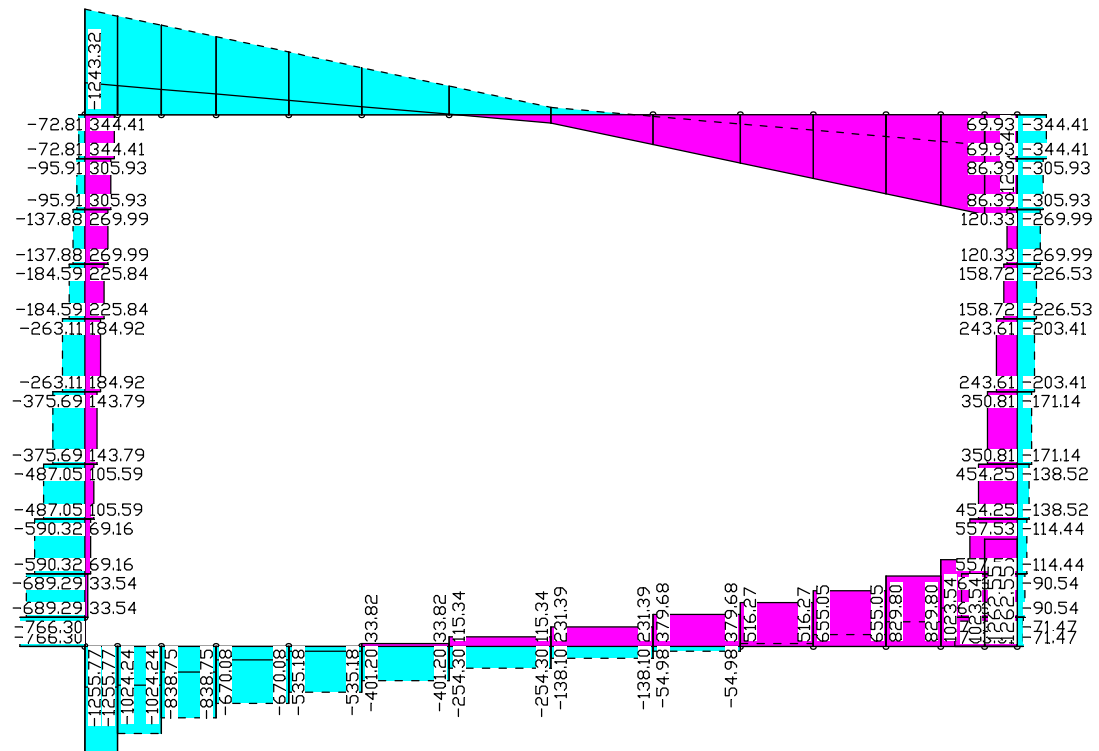
M 1:



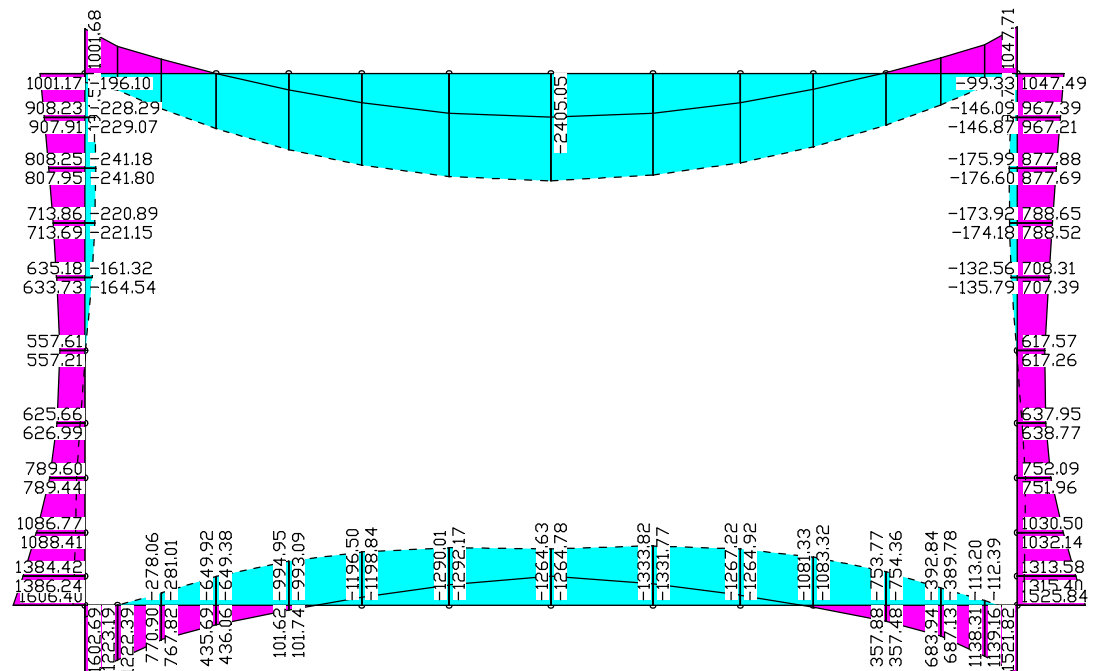
Schnittgrößen M_y min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2



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

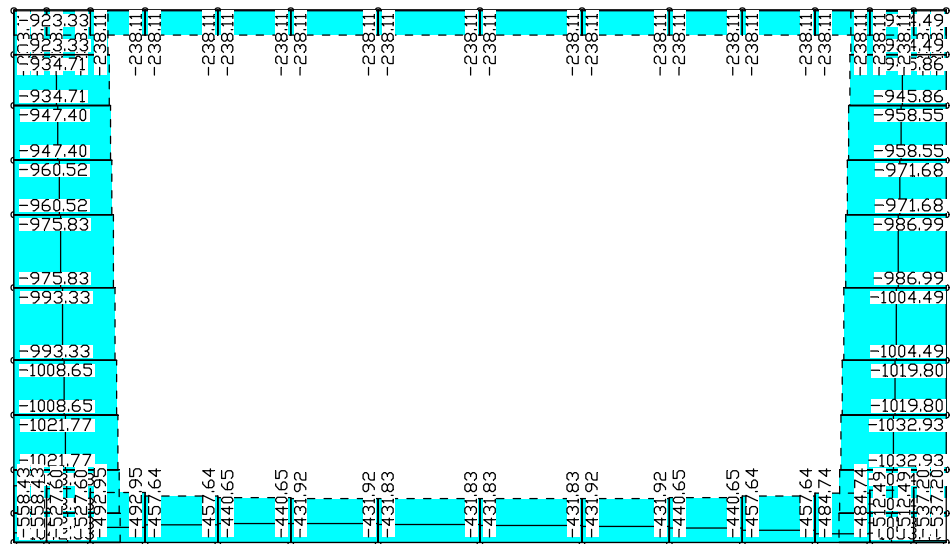


Schnittgrößen Q_z min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

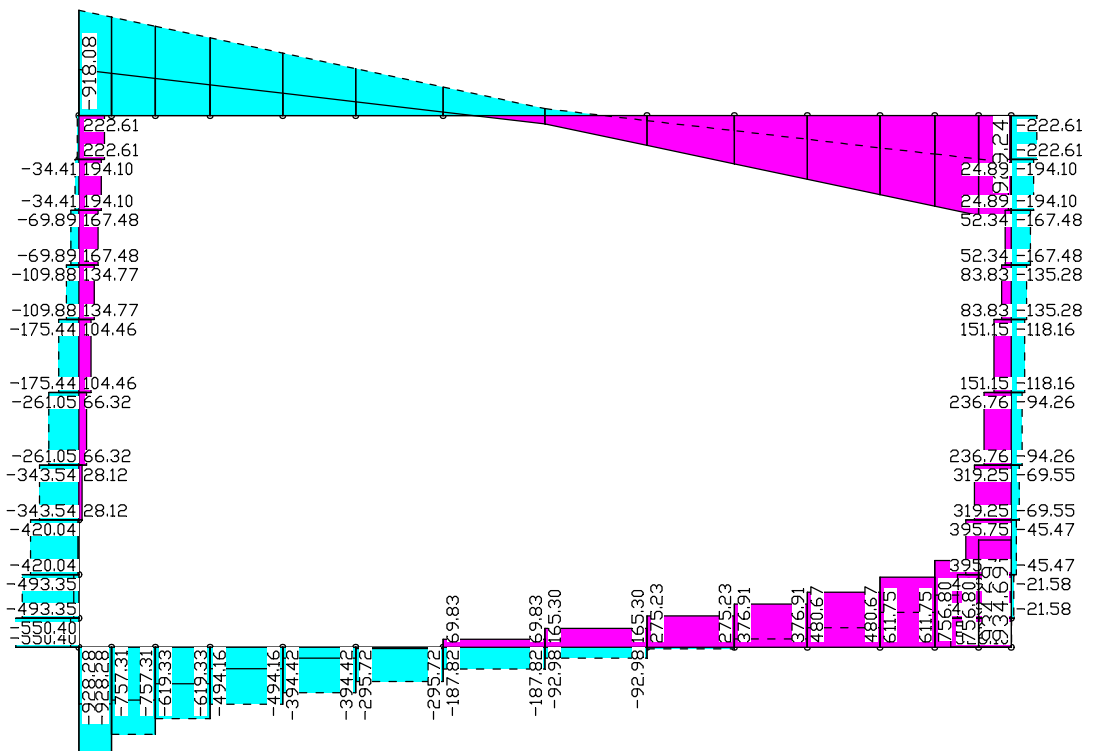


Schnittgrößen M_y min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

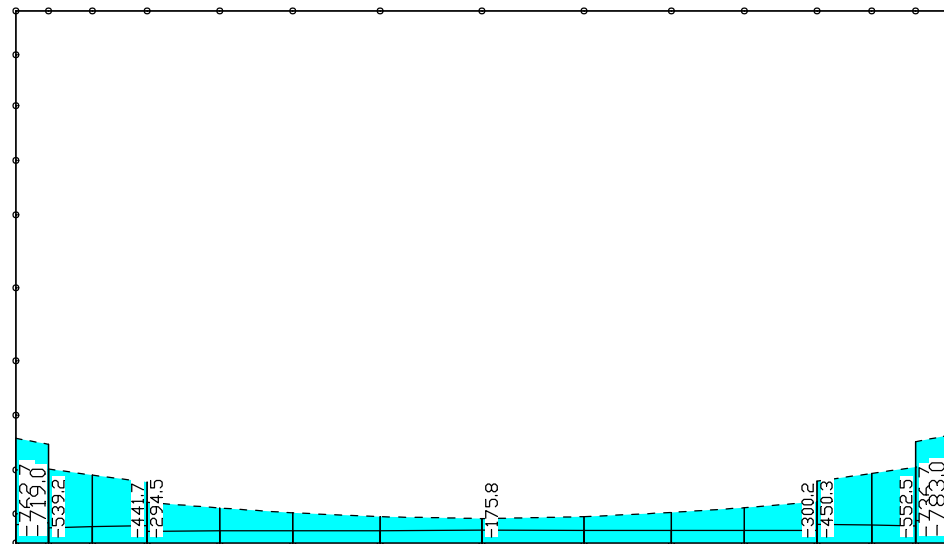


Schnittgrößen Nx min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

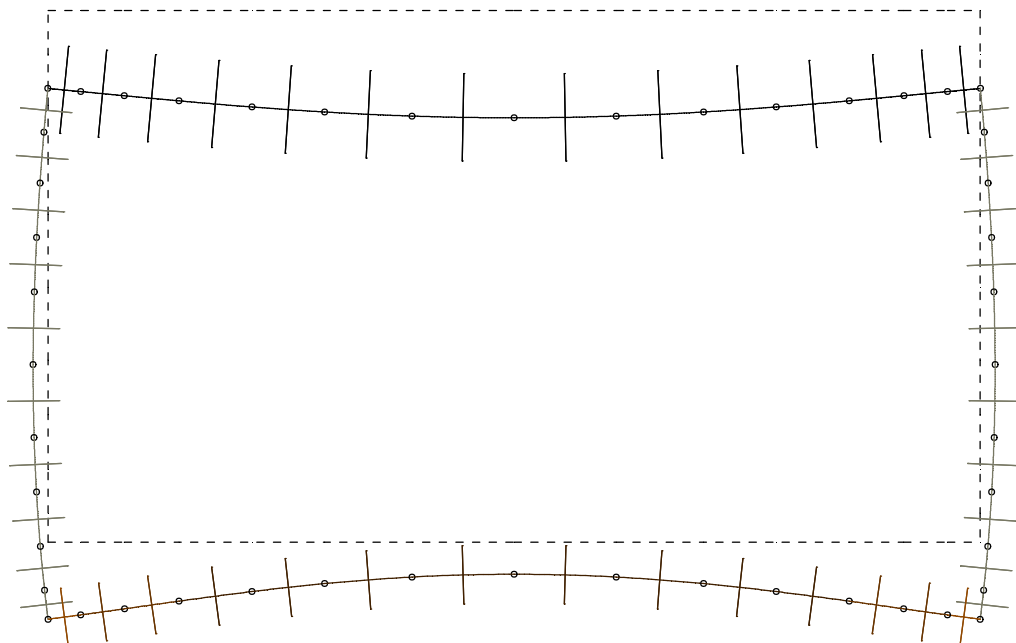


Schnittgrößen Qz min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

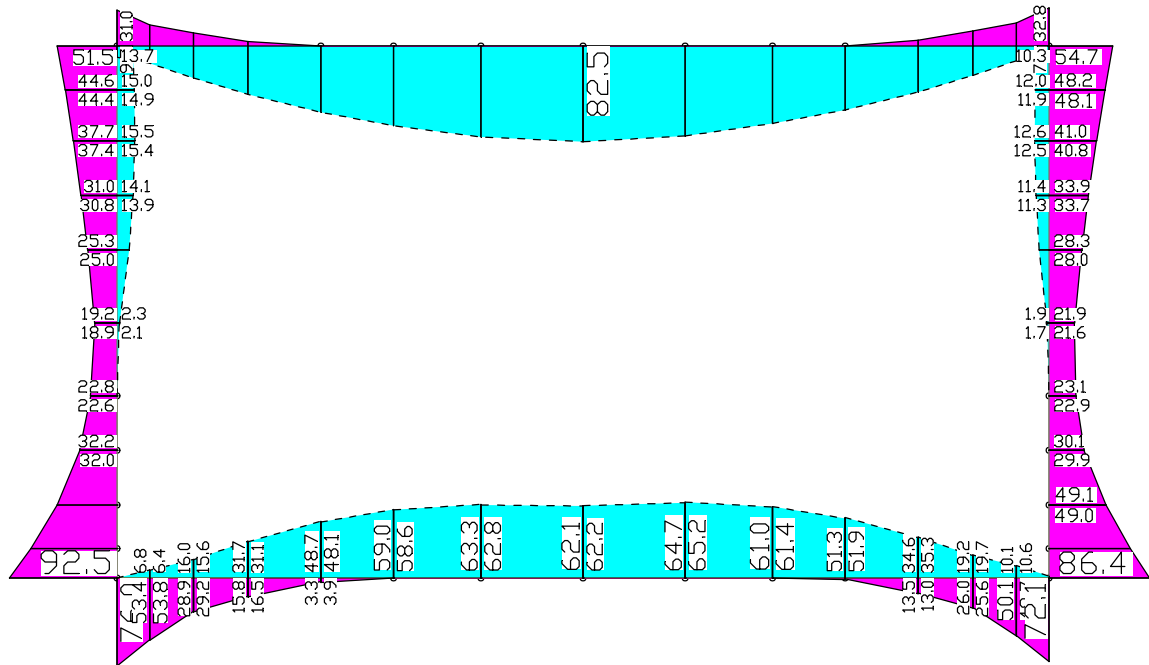


Bodenpressungen $\sigma_{z, \min}$, $\sigma_{z, \max}$; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

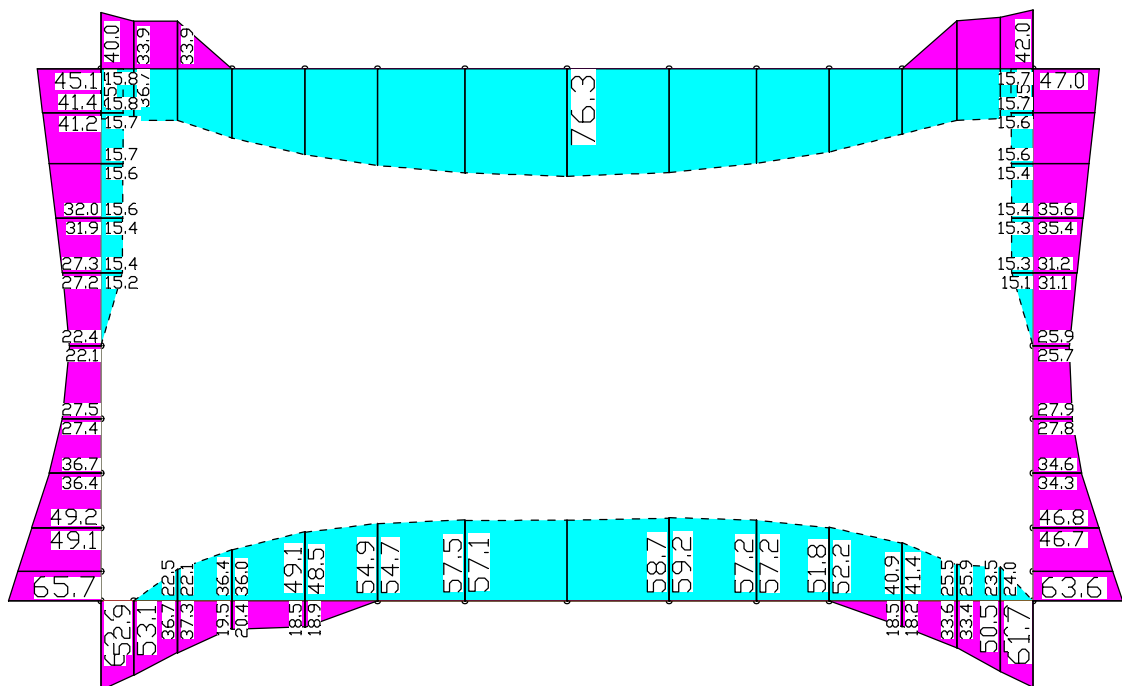


Deformationen u ; LF 2, Einschüttung

M 1:

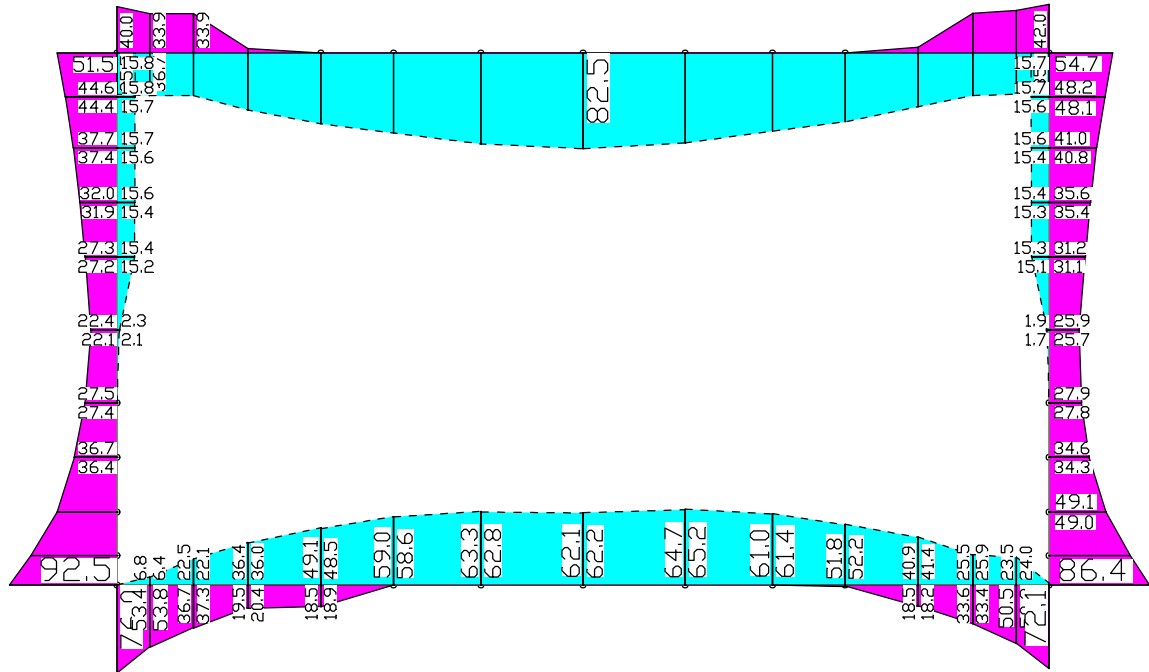


Biegebewehrung As; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2

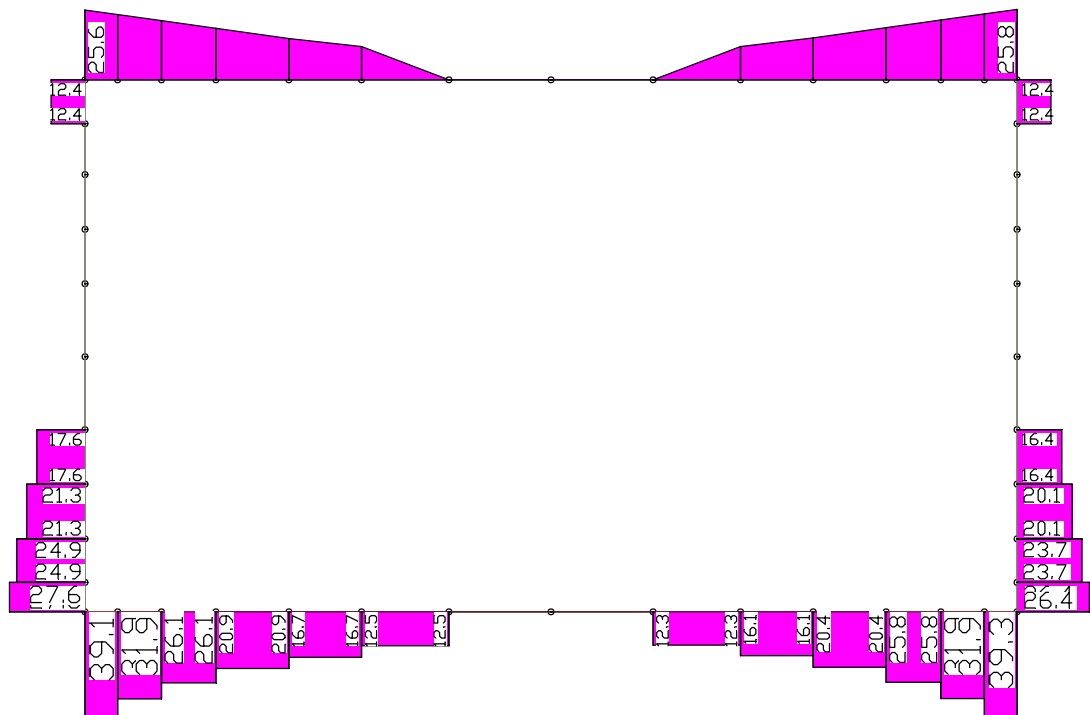


Biegebewehrung As; Rissesicherung ÖNORM EN 1992-2

M 1:



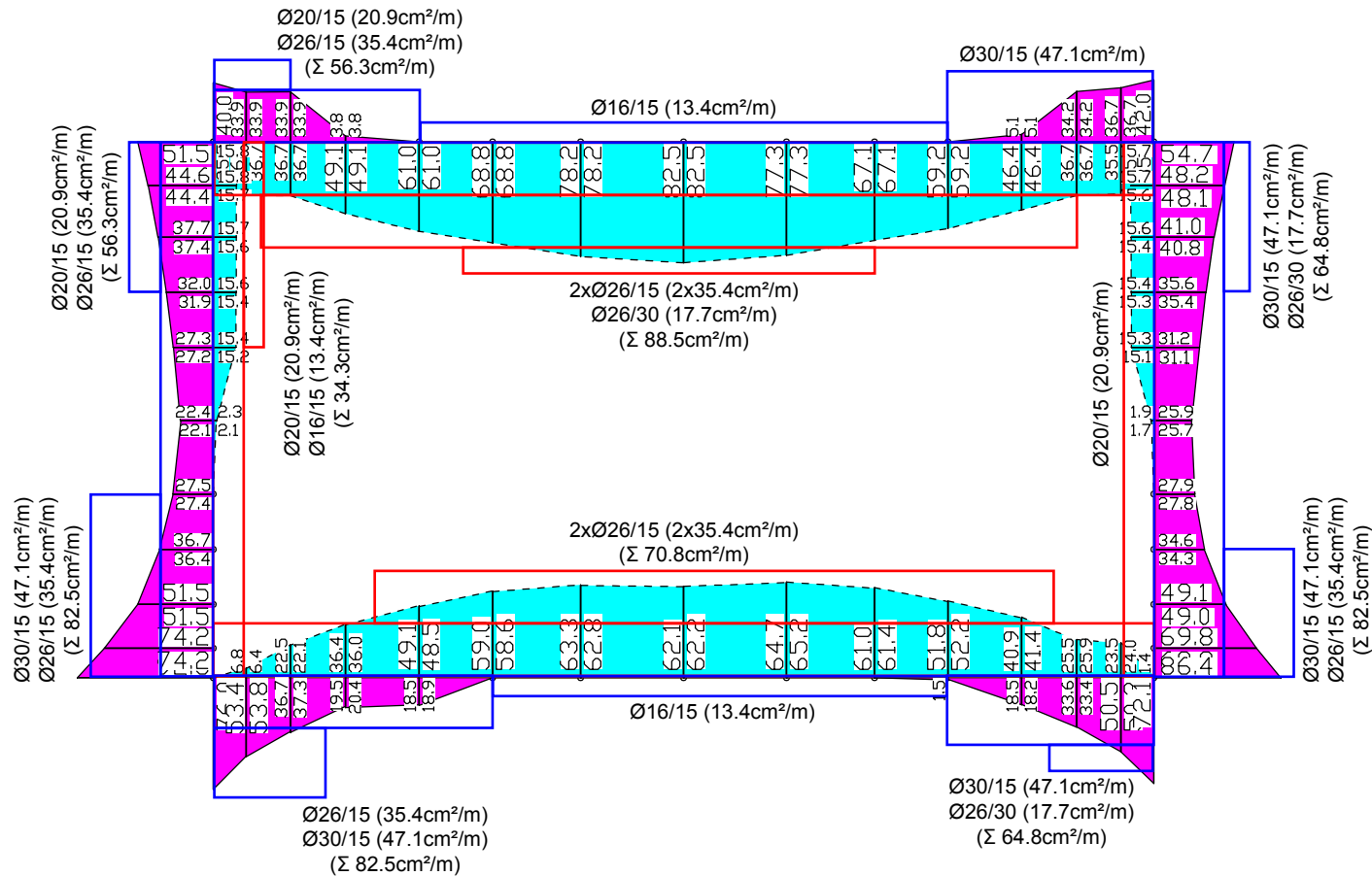
Biegebewehrung As; Maximum ÖNORM EN 1992-2



Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2

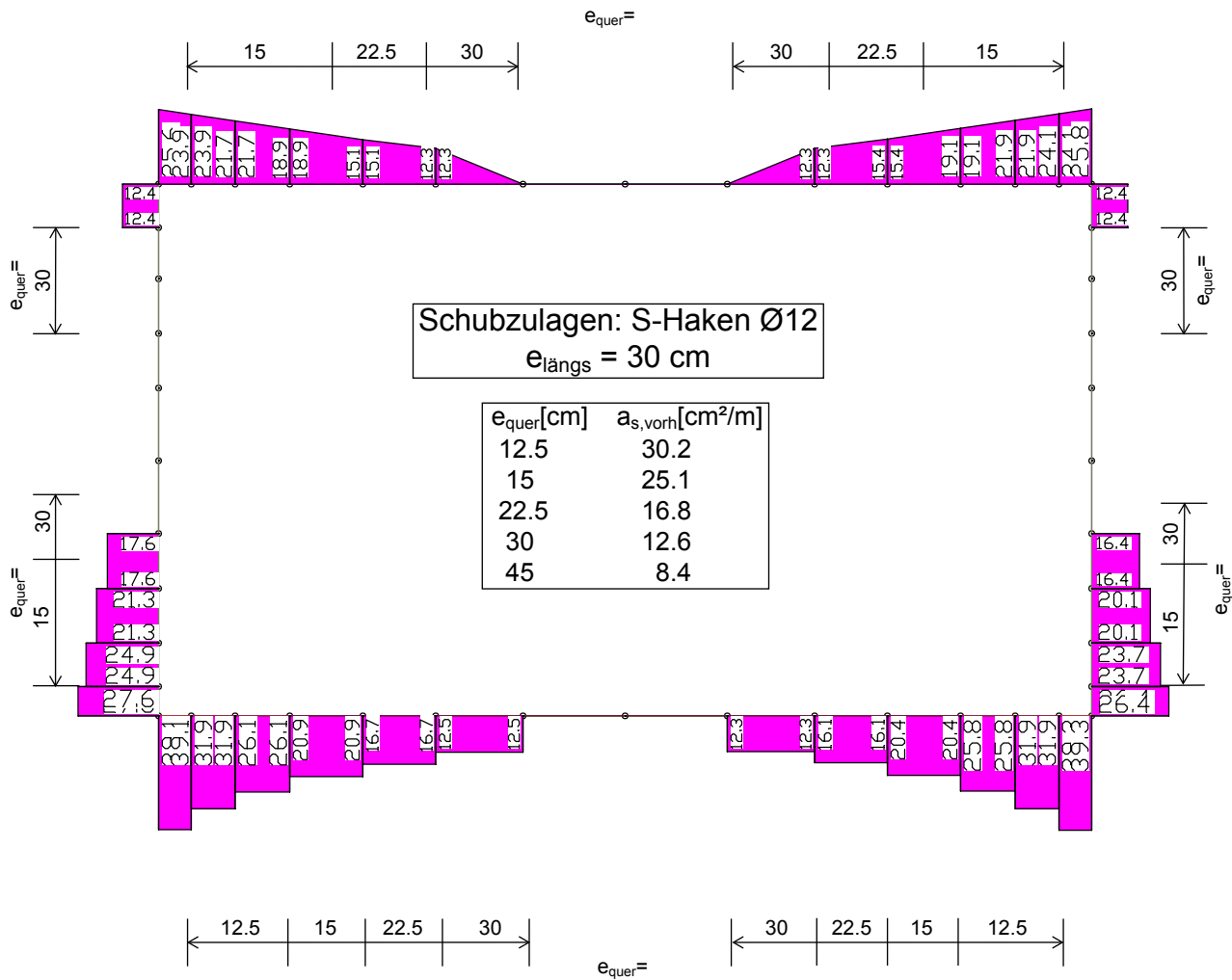
M 1:

Anmerkung:
Die Bewehrung wurde so gewählt, dass auch tendenziell symmetrische Belastungszenarien abgedeckt werden.



LFK OEN1992-2.MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Biegebewehrung, Stahllagen z > z_s; z < z_s (strichliert). 50.00 [cm²] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/92.49 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 1.9 t
Querschnittsfarbe

Anmerkung:
Die Bewehrung wurde so gewählt, dass auch tendenziell symmetrische Belastungszenarien abgedeckt werden.



LFK OEN1992-2.BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2
Bügelbewehrung aus Querkraft, (Asb.z, Asb.y strichliert). $25.00 [\text{cm}^2/\text{m}] = \text{---}$
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): $0.00/39.29 [\text{cm}^2/\text{m}]$
Querschnittsfarbe

1

Eingabewerte

w _k =	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 _s =	20	mm	Bewehrungsdurchmesser
<input checked="" type="checkbox"/> f _{ct,eff} = 0,5 * f _{ctm} (28d) verwenden (siehe nationales Anwendungsdokument)			
<input type="checkbox"/> Verwendung langsam erhärtender Betone (r = f _{cm} 2/f _{cm} 28 ≤ 0,3 (siehe nationales Anwendungsdokument))			
Beton	C 30/37		Zement CEM 32,5 R, CEM 42,5 N (Klasse N) s= 0.25 -
t=	5.0	Tage	Zeitpunkt der Rissbildung
f _{ctm} =	2.90	N/mm ²	Mittlere Zugfestigkeit des Betons
β _{cc} (t)=	50.0	%	rechn. Aushärtungsgrad (bezogen auf die 28-Tage Festigkeit)
f _{ct,eff} =	1.60	N/mm ²	Effektive Zugfestigkeit des Betons
Stahl	BSt 450		
f _{y,k} =	450.0	N/mm ²	Charakteristischer Wert der Betonstahlstreckgrenze
E _s =	200 000	N/mm ²	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 ≤ 300 mm oder Gurten mit Höhen unter 300 mm;
 = 0,65 für Stege mit h ≥ 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_c= 1.00 - Bauteil unter reinem Zug

h/(h-d)= 20.0 - Für k₂ gilt: für h ≤ 5(h-d): k₂ = 2,5

k₂= 4.00 - für h ≥ 30(h-d): k₂ = 5,0

h_{c,eff}= 24.0 cm A_{c,eff} = b · h_{c,eff}, wobei h_{c,eff} das Minimum von [k₂(h-d); h/2] ist.

A_{c,eff}= 2 400.0 cm² Wirkungsbereich der Bewehrung

h_{cr}= 60.0 cm Höhe der Zugzone vor Beginn der Erstrissbildung (zentrischer Zug: h_{cr} = h/2)

A_{ct}= 6 000.0 cm² Fläche der Betonzugzone je Bauteilseite (gesamter Bauteil unter Zug)

Ermittlung des Grenzdurchmessers bei Zwangsbeanspruchung (siehe nationales Anwendungsdokument):

$$\phi_s = \phi_s^* \frac{k_c \cdot k \cdot h_{cr} \cdot f_{ct,eff}}{4(h-d) \cdot 2,9} \geq \phi_s^* \frac{f_{ct,eff}}{2,9} \Rightarrow \phi_s^* = \phi_s \cdot \frac{4 \cdot (20-4) \cdot 2,9}{2 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 1,60} \leq \phi_s \cdot \frac{2,9}{1,60} \Rightarrow \phi_s^* = \text{background-color: yellow; } 27.8 \text{ mm}$$

$$\phi_s^* = \frac{6 \cdot w_k \cdot f_{ct,eff} \cdot E_s}{\sigma_s^2} \Rightarrow \sigma_s = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,30 \cdot 1,60 \cdot 200\,000}{27,8^2}} \Rightarrow \sigma_s = \text{background-color: yellow; } 193,8 \text{ N/mm}^2$$

ÖNORM B (17) $A_s = \frac{f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff}}{\sigma_s} \geq \frac{k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{f_{yk}} \Rightarrow A_s = \text{background-color: yellow; } 19,88 \text{ cm}^2$

ÖNORM EN (7.1) $A_{s,min} \sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} \rightarrow A_s = \text{background-color: yellow; } 25,84 \text{ cm}^2$

Minimum aus (17) NAD und (7.1) Hauptteil $A_{s,erf} = \text{background-color: yellow; } 19,88 \text{ cm}^2$ $s_{max} = \text{background-color: yellow; } 15,5 \text{ cm}$

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