



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
OFFENE BAUWEISE
STATISCHE BERECHNUNG**

Titolo del documento:

**GALLERIA AUTOGRILL
GALLERIA ARTIFICIALE
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-703

Einlage Nr./allegato n.:

6-3

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	1
2	QUERSCHNITT	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 offenen Bauweise	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 Steinschlichtung mit einer Höhe bis zu 8,30 m erforderlich.

Dieses Statikdokument behandelt die offene Bauweise (Kastenquerschnitt).

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

Der Abschnitt des Tunnels, der in Deckelbauweise hergestellt wird, ist im Dokument BV-S-702 (Einlage 6-2) behandelt.

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/m ³	22,0	22,0	21,0	20,0
Wichte unter Auftrieb	γ'	kN/m ³	13,0	13,0	12,0	10,0
Reibungswinkel, drainiert	ϕ'	Grad	35,0	35,0	30,0	27,0
Kohäsion, drainiert	c'	kN/m ²	0,0	0,0	0,0	10,0
Kohäsion, undrainiert	c_u	kN/m ²	0,0	0,0	0,0	30,0
Steifemodul	E_{smin}	MN/m ²	50	70	30	30
	E_{smax}		80	100	60	60

Konstruktionsabhängige Kennwerte

Ortbetonpfähle						
Pfahlmantelreibung	τ_{mgrenz}	MN/m ²	0,12	0,12	0,03	0,03
Spitzendruck bei Pfahlkopfaetzung s/D= 0,02	σ_{sgrenz}	MN/m ²	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 der Blöcke in offener Bauweise erfolgen mit einem ebenen Rahmensystem (INFOGRAPH).

Das statische System besteht aus einem Kastenquerschnitt mit einer Breite von 1,0 m.

Die Lastabtragung in den Untergrund erfolgt über eine gebettete Bodenplatte.

Die Überschüttung ist im überwiegenden Teil der offenen Bauweise ca. 3,5 m. Die Blöcke B11 bis B18 (km 3+381 bis km 3+477) haben eine einseitige Einschüttung mit einem talseitigen Steinsatz und werden in der Berechnung als Regelquerschnitt (RQ) bezeichnet. Die Blöcke B19 bis B21 (km 3+477 bis km 3+509) haben eine beidseitige Einschüttung mit einer maximalen Höhe von 2,0 m und werden in der Berechnung als Sonderquerschnitt (SQ) bezeichnet.

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. Es wird auf der sicheren Seite liegend für den Regelquerschnitt (RQ) mit einer Überschüttung auf der Tunneldecke von 3,60 m gerechnet. Für den Sonderquerschnitt (SQ; ab km 3+477) wird mit einer Überschüttung von 2,00 m gerechnet.

Als seitlicher horizontal wirkender minimaler Erddruck wird auf die Wände des Kastenquerschnitts der aktive Erddruck angesetzt.

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

$$\varphi = 35^\circ$$

$$c = 0$$

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

$$\beta = 0^\circ$$

Es ergeben sich somit die nachfolgenden Erddruckbeiwerte:

$$\text{aktiver Erddruck} \quad k_{ah} = 0,271$$

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

$$\text{passiver Erddruck} \quad k_{ph} = 7,016 \quad (\delta = -\varphi/2)$$

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

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

5.3 Lasten aus zukünftiger Überbauung

Für die Überbauung werden gemäß der Vorgabe der Autobahngesellschaft 3-geschoßige Gebäude berücksichtigt, die statisch mit 20 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

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/m² und ein weiterer Fahrstreifen mit Verkehrslast 2x200 kN-Doppelachse und 2,5 kN/m².

Die vertikalen Lastausbreitungswinkel werden mit 30° in der mit mindestens 2,00 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 5,9 m ($\approx 2,4 + 2 \times (2,0 \times \tan 30^\circ + 1,20/2)$) auf einer Belastungslänge von 5,1 m ($\approx 1,6 + 2 \times (2,0 \times \tan 30^\circ + 1,20/2)$).

Die verteilte Belastung ermittelt sich aus den Doppelachsen zu 33,25 kN/m² ($\approx 2 \times (300 + 200) / (5,9 \times 5,1)$) und für die gleichmäßig verteilte Last zu 5,30 kN/m² ($((9,0 + 2,5) \times 3,0 / (3,0 + 2 \times (2,0 \times \tan 30^\circ + 0,60)))$).

Die Belastung (38,55 kN/m²) aus dem Verkehr ist somit geringer als die exklusiv dazu angesetzte Last aus der Überbauung (60 kN/m²) und wird nicht weiter eigens berücksichtigt.

5.5 Temperaturbeanspruchung

Es wird mit einer Temperaturdifferenz in der Decke über die Querschnittsdicke von ± 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

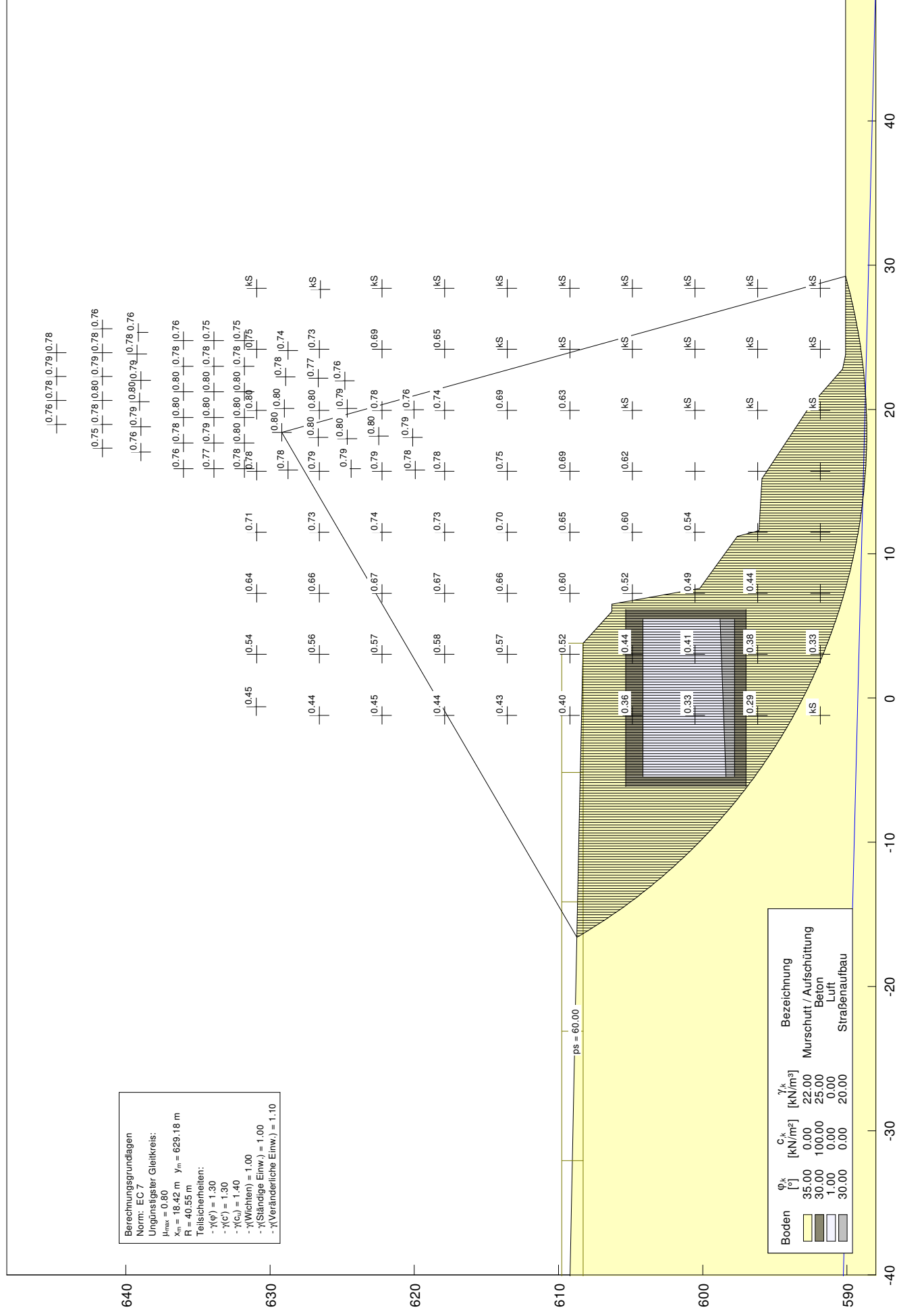
7.1 Herstellungsreihenfolge der offenen Bauweise

In der statischen Berechnung wurde von folgender Herstellungsreihenfolge ausgegangen:

- Aushub Baugrube inklusive Sicherungsmaßnahmen
- Herstellung Bodenplatte
- Herstellung der Wände und Putznischen
- Herstellung der Decke unter Berücksichtigung der Überhöhung
- Herstellung der Abdichtung
- Lageweise Symmetrisches Verfüllung (bzw. Herstellung des Steinsatzes)

8 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Berechnungen können dem Anhang entnommen werden.





Projekt/progetto:

**UMFAHRUNG VAHRN
BAUARBEITEN OHNE ANSCHLUSS BRIXEN 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
OFFENE BAUWEISE
STATISCHE BERECHNUNG**

Titolo del documento:

**GALLERIA AUTOGRILL
GALLERIA ARTIFICIALE
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-703

Einlage Nr./allegato n.:

6-3

INDICE

1	GENERALITÀ	1
2	SEZIONE TIPO	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	7
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	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 della galleria artificiale.

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.

Il tratto in galleria con metodo "cut and cover" è riportato nel documento BV-S-702 (Allegato 6-2).

2 SEZIONE TIPO

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.

A causa del ristretto raggio di curvatura e dell'elevata pendenza trasversale, per il poligono d'ingombro del blocco sono stati allargati i marciapiedi (da 1,00 m a 1,10 m). La massima pendenza trasversale della strada, derivante dal raggio minimo di curvatura di 400 m, è del 4%. La parte superiore della soletta presenta un profilo a doppia falda con pendenza trasversale dell'1,5%.

La galleria artificiale sarà costruita normalmente con l'impiego di sistemi di casseratura. 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 della galleria (muri da 80 cm e soletta portante da 1,15 m a 1,25 m). Le fondazioni hanno una sporgenza di 95 cm verso l'esterno, che funge anche da fondazione per le nicchie d'ispezione.

La lunghezza standard dei singoli blocchi è pari a 12,0 m. Il blocco n. 21 è un concio di raccordo e misura 8,00 m.

I giunti tra i singoli blocchi vengono impermeabilizzati con nastri waterstop.

I giunti tra il portale e gli adiacenti blocchi vengono sigillati con inserti e nastri waterstop.

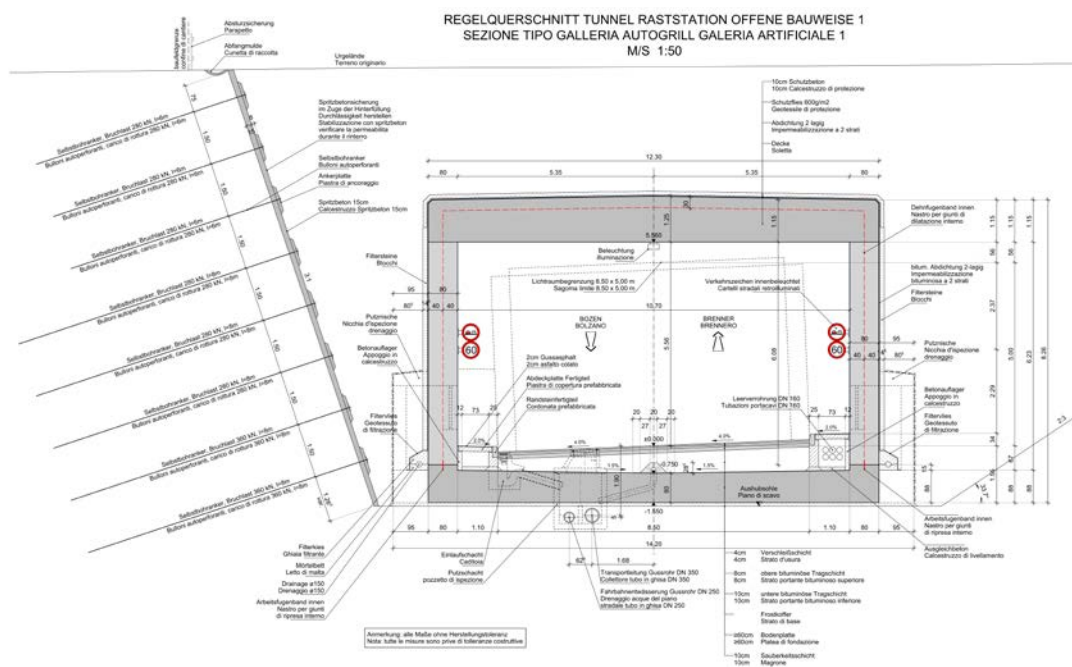


Illustrazione 1: Sezione scatolare galleria artificiale

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 blocco della galleria è stato svolto con l'ausilio di un modello reticolare piano (INFOGRAPH).

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

Lo spessore del ritombamento è in gran parte di ca. 3,5 m. I blocchi da B11 a B18 (km 3+381 fino a km 3+477) sono rinterrati solo su un lato, mentre sul lato valle è previsto un muro in sassi, e sono indicati nel calcolo come sezione tipo (RQ). I blocchi da B9 a B21 (km 3+477 fino a km 3+509) vengono rinterrati su ambo i lati e sono indicati nel calcolo come sezione particolare (SQ).

4.2 Origine e caratteristiche dei metodi di calcolo

Tipo di analisi svolta:

Analisi strutturali:

Statica lineare: sì

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. A favore di sicurezza si è tenuto conto di uno spessore del rinterro di 3,60 m sulla soletta della galleria per la sezione tipo (RQ). Per la sezione particolare (SQ, a partire dal km 3+477) si considera un rinterro di spessore 2,00m.

La spinta attiva orizzontale sui muri è su ambo i lati quella attiva.

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

$$\varphi = 35^\circ$$

$$c = 0$$

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

$$\beta = 0^\circ$$

I coefficienti di spinta risultanti sono:

$$\text{Coeff. spinta attiva} \quad k_{ah} = 0,271$$

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

$$\text{Coeff. spinta passiva} \quad k_{ph} = 7,016 \quad (\delta = -\varphi/2)$$

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

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

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 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

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 2x300 kN (tandem) e un carico uniformemente distribuito pari a 9 kN/m², e da una seconda corsia con carico concentrato su 2 assi 2x200 kN e carico distribuito di 2.5 kN/m².

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 mezzera.

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 5,9 m ($\approx 2,4 + 2 \times (2,0 \times \tan 30^\circ + 1,20/2)$) e una lunghezza di 5,1 m ($\approx 1,6 + 2 \times (2,0 \times \tan 30^\circ + 1,20/2)$).

I carichi concentrati per un mezzo a 2 assi sono pari a 33,25 kN/m² ($\approx 2 \times (300 + 200) / (5,9 \times 5,1)$) e a 5,30 kN/m² ($((9,0 + 2,5) \times 3,0 / (3,0 + 2 \times (2,0 \times \tan 30^\circ + 0,60)))$) per carichi uniformemente distribuiti.

Il carico mobile (38,55 kN/m²) gravante sulla galleria è minore di quello per un eventuale edificio (60 kN/m²) e non viene considerato.

5.5 Temperatura

Si considera una differenza di temperatura nello spessore della sezione di ± 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.

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 e si escludono in parte 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

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

- Scavo e consolidamento delle pareti di scavo
- Realizzazione platea di fondazione
- Realizzazione muri e nicchie di ispezione
- Realizzazione della soletta con adeguata controfreccia
- Impermeabilizzazione
- Ritombamento simmetrico a strati (ovvero costruzione del muro in sassi)

8 RISULTATI

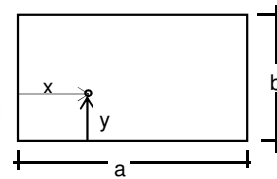
I risultati del dimensionamento sono riportati in allegato.

SETZUNGSBERECHNUNG

Ersatzsystem Bodenplatte

Resultierende aus Dreieckslast

P= **3600** [kN]



GEOMETRIE UND BELASTUNG

a	100	[m]	Fundamentlänge	a1	50.00	b1	5.75
b	11.5	[m]	Fundamentbreite	a2	50.00	b2	5.75
x	50	[m]	Koordinate lange Seite	a3	50.00	b3	5.75
y	5.75	[m]	Koordinate kurze Seite	a4	50.00	b4	5.75
γ	22	[kN/m³]	Bodenwichte				
p	313.04	[kN/m²]	Auflast				

Grenztiefe $0,2 \times \sigma_{\bar{u}} > \sigma_{ges}$

z	Es	Δz	$\sigma_{\bar{u}}$	σ_{z1}	σ_{z2}	σ_{z3}	σ_{z4}	σ_{zges}	ε_z	U
[m]	[kN/m²]		[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]		[mm]
0.00			255.2					313.0		
0.25	70 000	0.25	260.70	78.26	78.26	78.26	78.26	313.0	4E-03	1.12
0.50	70 000	0.25	266.20	78.24	78.24	78.24	78.24	313.0	4E-03	1.12
0.75	70 000	0.25	271.70	78.19	78.19	78.19	78.19	312.8	4E-03	1.12
1.00	70 000	0.25	277.20	78.09	78.09	78.09	78.09	312.4	4E-03	1.12
1.25	70 000	0.25	282.70	77.94	77.94	77.94	77.94	311.8	4E-03	1.11
1.50	70 000	0.25	288.20	77.72	77.72	77.72	77.72	310.9	4E-03	1.11
1.75	70 000	0.25	293.70	77.42	77.42	77.42	77.42	309.7	4E-03	1.11
2.00	70 000	0.25	299.20	77.04	77.04	77.04	77.04	308.2	4E-03	1.10
2.50	70 000	0.50	310.20	76.04	76.04	76.04	76.04	304.2	4E-03	2.19
3.00	70 000	0.50	321.20	74.73	74.73	74.73	74.73	298.9	4E-03	2.15
3.50	70 000	0.50	332.20	73.15	73.15	73.15	73.15	292.6	4E-03	2.11
4.00	70 000	0.50	343.20	71.33	71.33	71.33	71.33	285.3	4E-03	2.06
4.50	70 000	0.50	354.20	69.35	69.35	69.35	69.35	277.4	4E-03	2.01
5.00	90 000	0.50	365.20	67.27	67.27	67.27	67.27	269.1	3E-03	1.52
5.50	90 000	0.50	376.20	65.12	65.12	65.12	65.12	260.5	3E-03	1.47
6.00	90 000	0.50	387.20	62.95	62.95	62.95	62.95	251.8	3E-03	1.42
7.00	90 000	1.00	409.20	58.69	58.69	58.69	58.69	234.7	3E-03	2.70
8.00	90 000	1.00	431.20	54.64	54.64	54.64	54.64	218.6	3E-03	2.52
9.00	90 000	1.00	453.20	50.91	50.91	50.91	50.91	203.6	2E-03	2.35
10.00	90 000	1.00	475.20	47.50	47.50	47.50	47.50	190.0	2E-03	2.19
11.00	90 000	1.00	497.20	44.41	44.41	44.41	44.41	177.6	2E-03	2.04
12.00	90 000	1.00	519.20	41.62	41.62	41.62	41.62	166.5	2E-03	1.91
13.00	90 000	1.00	541.20	39.11	39.11	39.11	39.11	156.4	2E-03	1.79
14.00	90 000	1.00	563.20	36.84	36.84	36.84	36.84	147.4	2E-03	1.69
15.00	90 000	1.00	585.20	34.79	34.79	34.79	34.79	139.2	2E-03	1.59
16.00	90 000	1.00	607.20	32.93	32.93	32.93	32.93	131.7	2E-03	1.50
17.00	90 000	1.00	629.20	31.23	31.23	31.23	31.23	124.9	1E-03	Grenztiefe
18.00	90 000	1.00	651.20	29.68	29.68	29.68	29.68	118.7	1E-03	Grenztiefe
19.00	90 000	1.00	673.20	28.27	28.27	28.27	28.27	113.1	1E-03	Grenztiefe
20.00	90 000	1.00	695.20	26.96	26.96	26.96	26.96	107.9	1E-03	Grenztiefe
21.00	90 000	1.00	717.20	25.76	25.76	25.76	25.76	103.1	1E-03	Grenztiefe
22.00	90 000	1.00	739.20	24.66	24.66	24.66	24.66	98.6	1E-03	Grenztiefe
23.00	90 000	1.00	761.20	23.63	23.63	23.63	23.63	94.5	1E-03	Grenztiefe
24.00	90 000	1.00	783.20	22.67	22.67	22.67	22.67	90.7	1E-03	Grenztiefe

8.1 MN/m³ Bettungsmodul

schlaufe Setzung

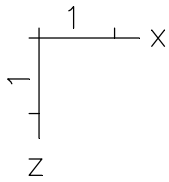
44.1 mm

starre Setzung

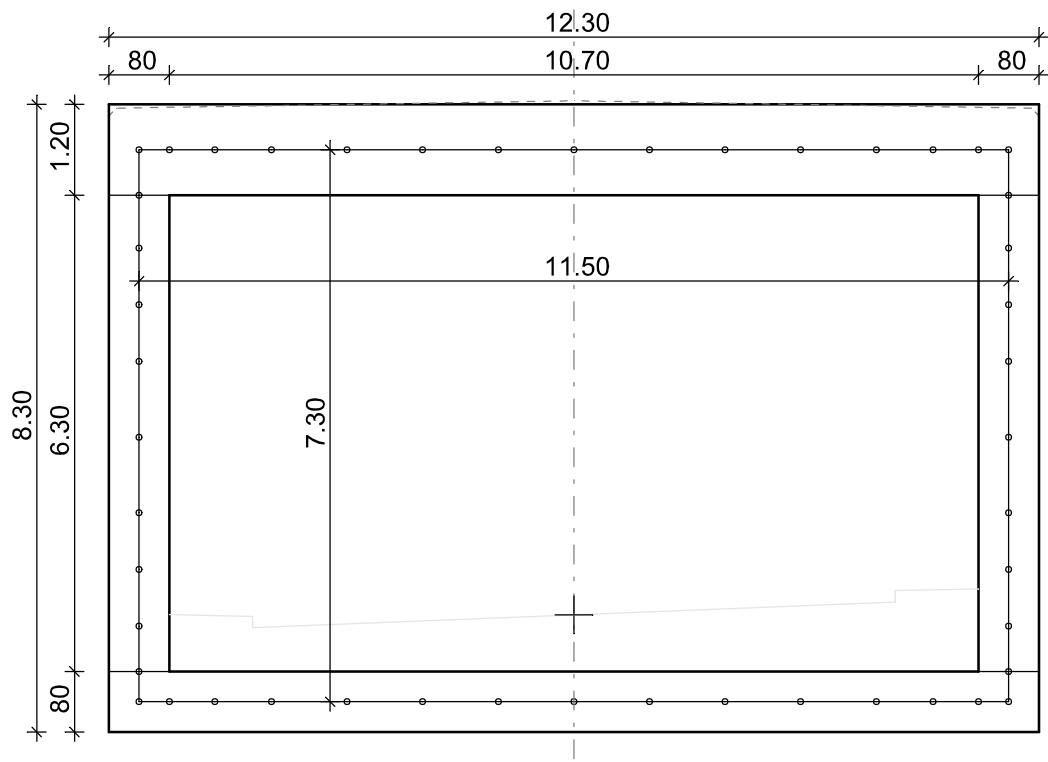
33.1 mm

INHALT

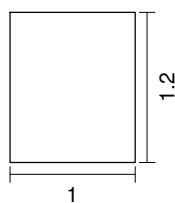
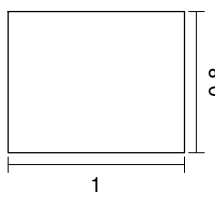
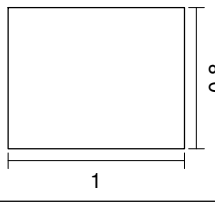
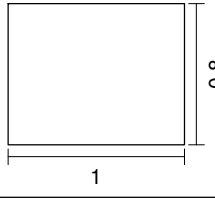
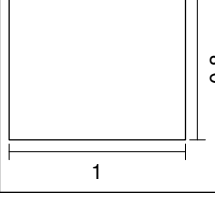
Inhalt	1
System	
RQ_Kasten	2
Querschnittswerte	3
Materialkennwerte	3
Bettung	4
Lokale Elementsysteme / Bettung	4
Lastansätze / Erddruckermittlung	5
Lasten	
LF 1: Belastung, Eigengewicht	6
LF 2: Belastung, Einschüttung	6
LF 3: Belastung, ea_beidseitig	6
LF 4: Belastung, e0-ea_links	7
LF 5: Belastung, e0-ea_rechts	7
LF 11: Belastung, Auflast_Gebäude	8
LF 12: Belastung, e0_Gebäude_links	8
LF 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



Regelquerschnitt 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 80cm 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
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

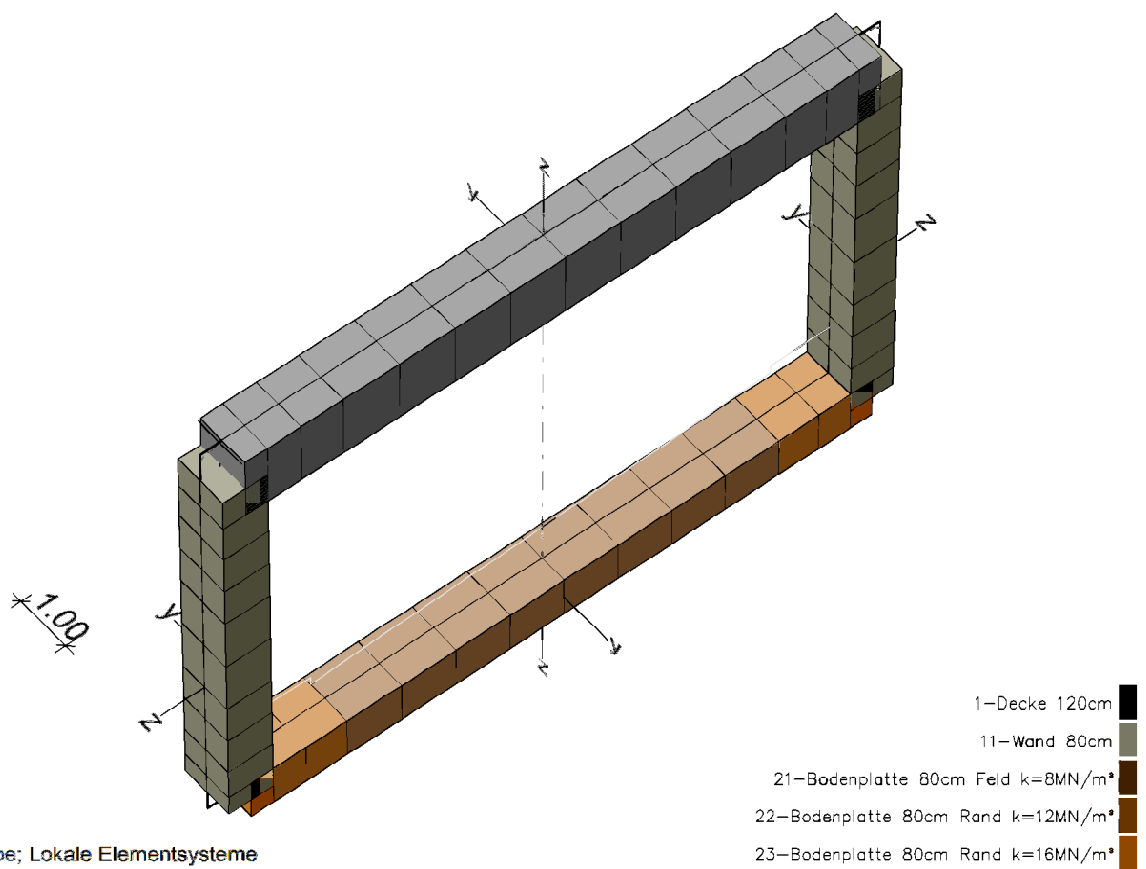
	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
2	11	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
3	21	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
4	22	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
5	23	C30/37-EN	33000	13800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

M 1:

Bettung

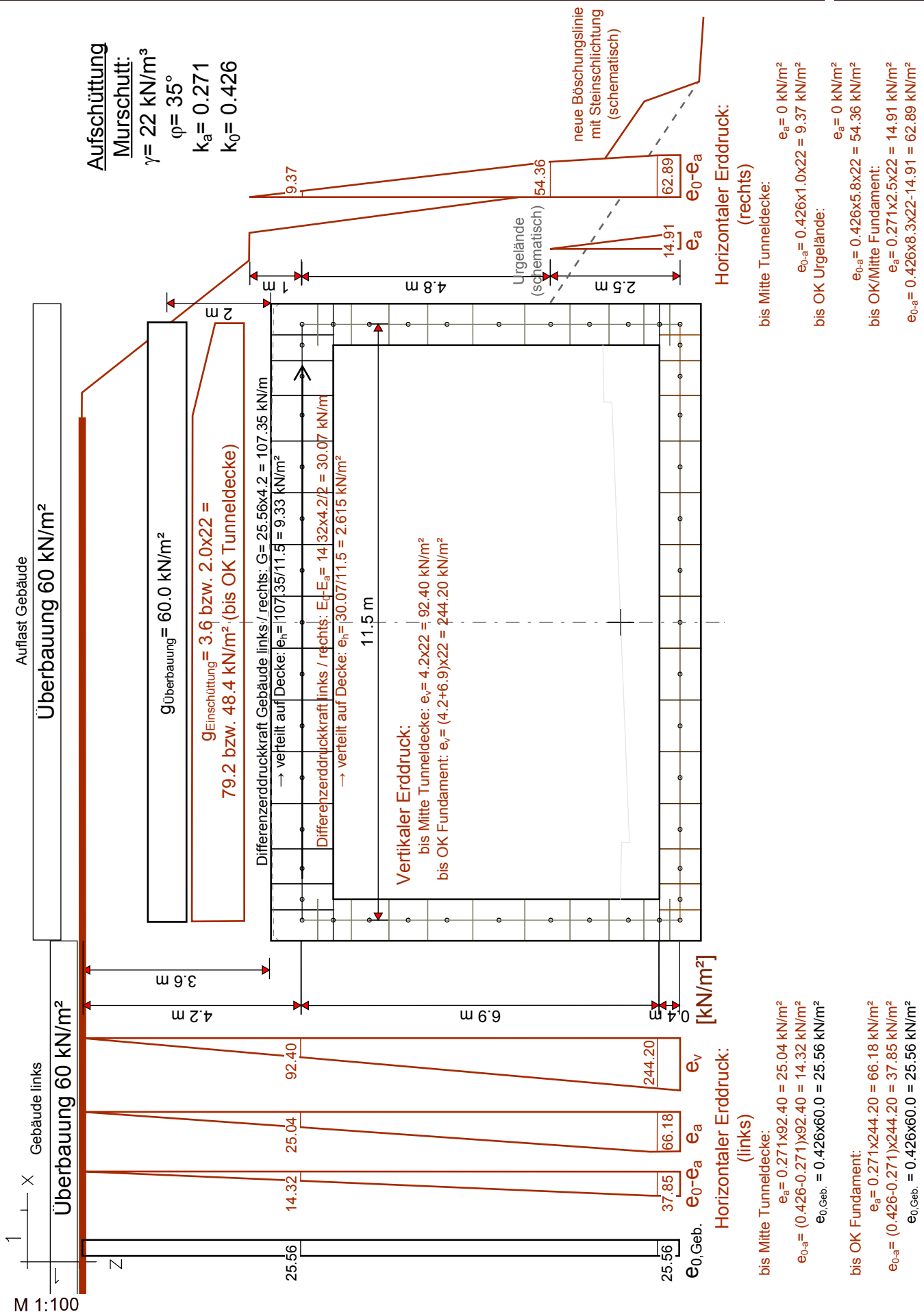
	Nr.	k _{bx}	k _{by} [MN/m ³]	k _{bz}	b _x	b _y [m]	b _z
1	1	0	0	0	1.000	1.000	1.000
2	11	0	3	0	1.000	1.000	1.000
3	21	3	3	8	1.000	1.000	1.000
4	22	4.5	4.5	12	1.000	1.000	1.000
5	23	6	6	16	1.000	1.000	1.000

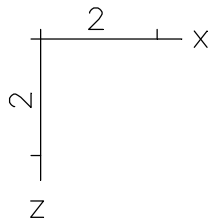
Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Elementsystems.



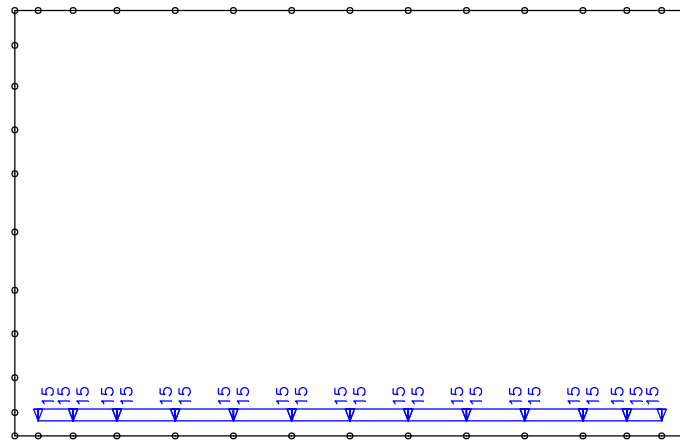
Querschnittsfarbe; Lokale Elementsysteme

Lokale Elementsysteme / Bettung

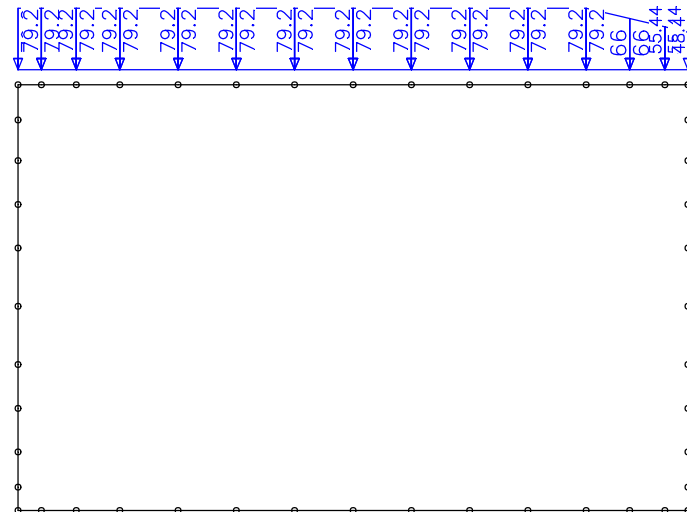




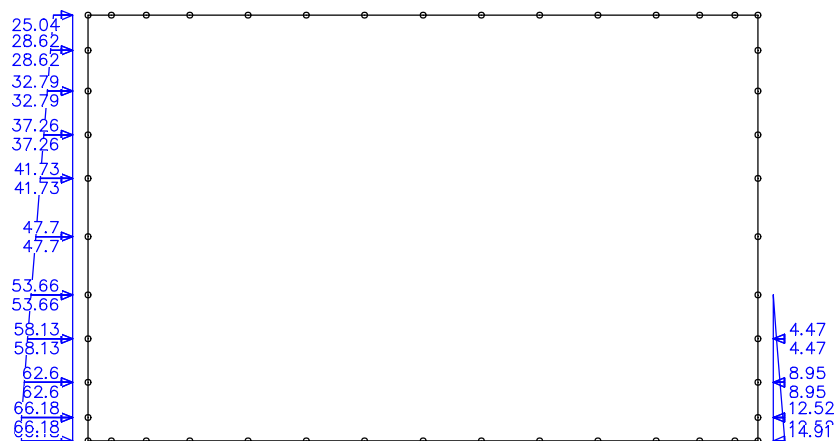
EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigengewicht

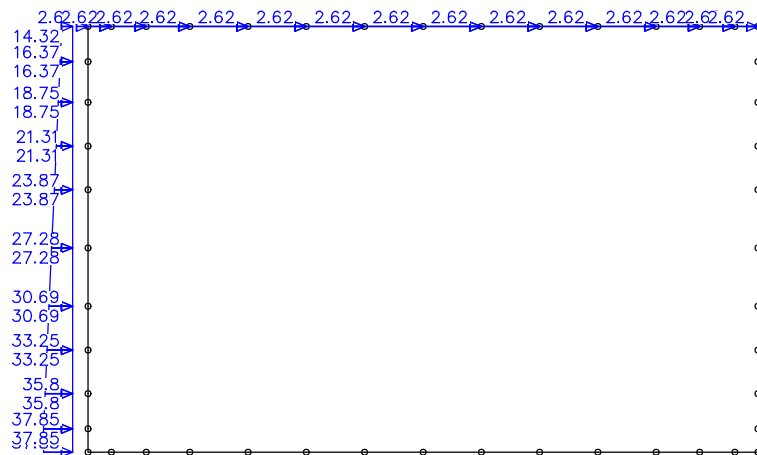


LF 2: Belastung, Einschüttung

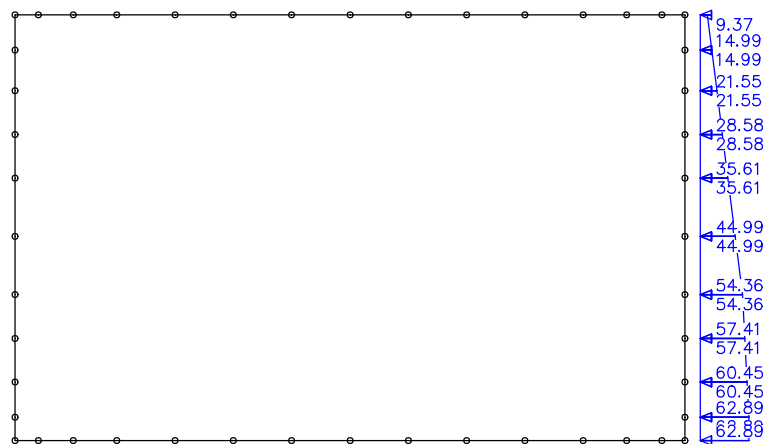


LF 3: Belastung, ea_beidseitig

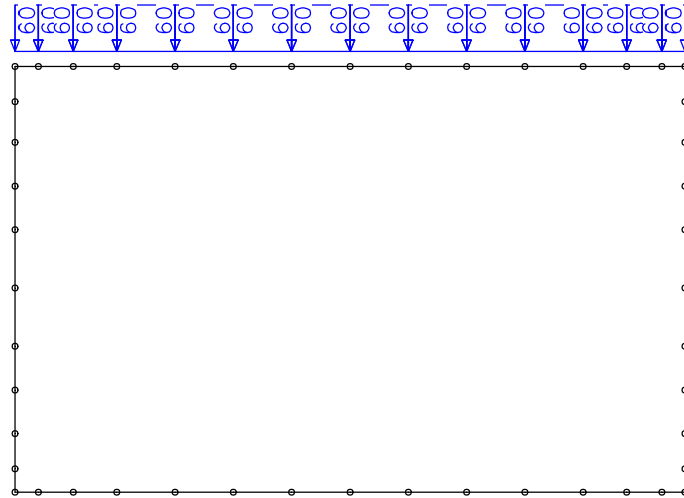
M 1:



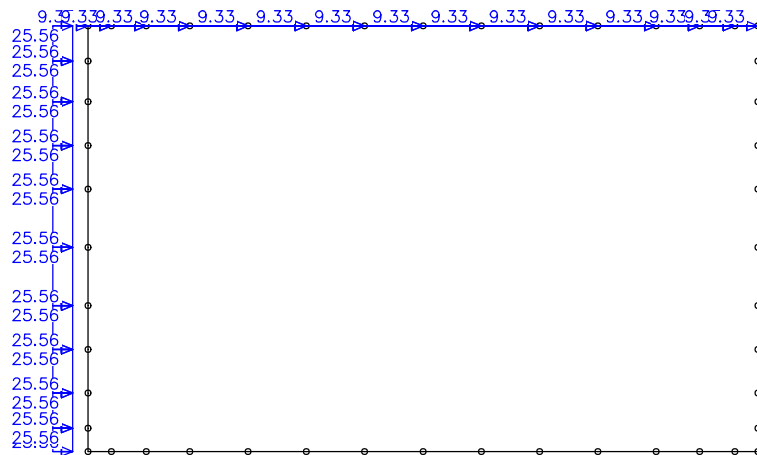
LF 4: Belastung, e0-ea_links



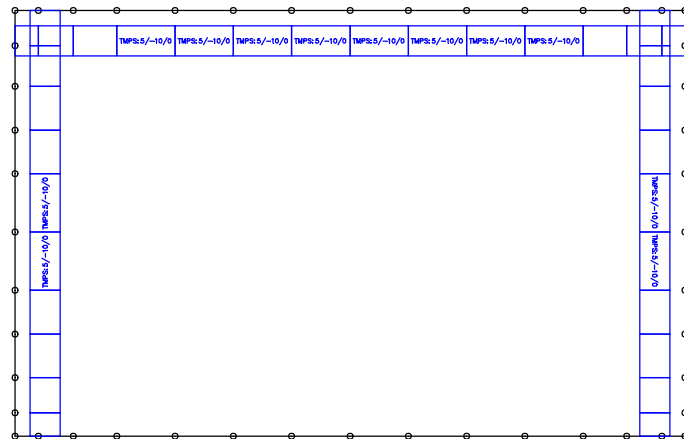
LF 5: Belastung, e0-ea_rechts



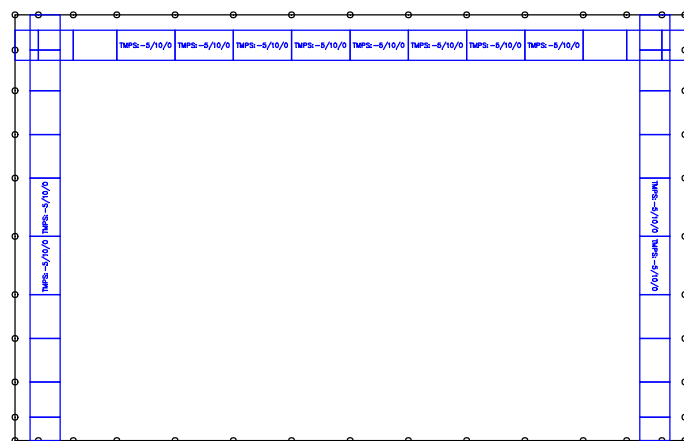
LF 11: Belastung, Auflast_Gebäude



LF 12: Belastung, e0_Gebäude_links



LF 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

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.

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	Red. Vor- spg.
1	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.
11	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.
21	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.
22	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.
23	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.

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.

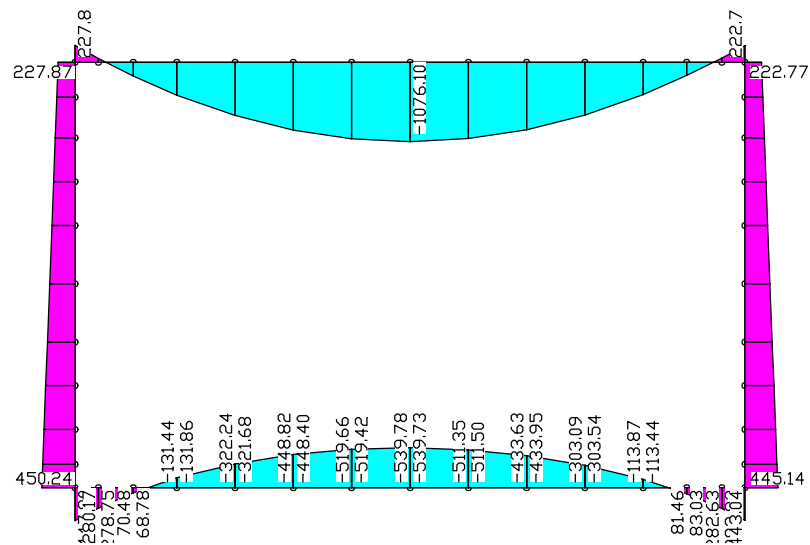
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl.(6.29).

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	.	0.905	0.90	1.200	.	1.105	0.90	0.927	0.727	0.273 .
11	1.000	.	0.930	0.90	0.800	.	0.730	0.90	0.578	0.778	0.222 .
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 .

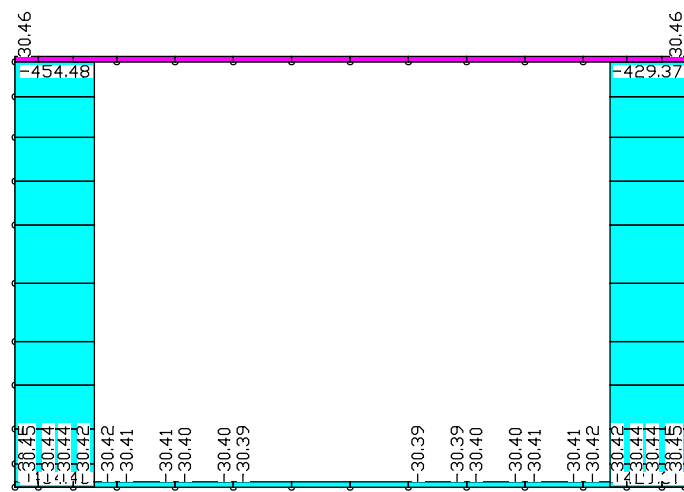
Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

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 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.

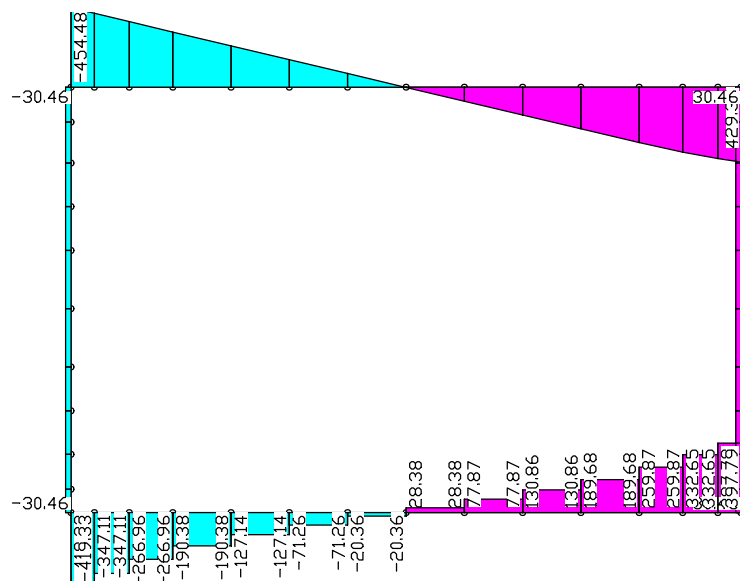
Qu.	wmax [mm]	ds [mm]	Beiwerte			sr,max [mm]	fctm-Faktor		Kombination für Nachweis		ZE
			Xi1	k	kt		As,min	wk	As,min	wk	
1	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
11	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
21	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
22	0.30	26.0	.	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 M_y ; LF 2, Einschlüttung

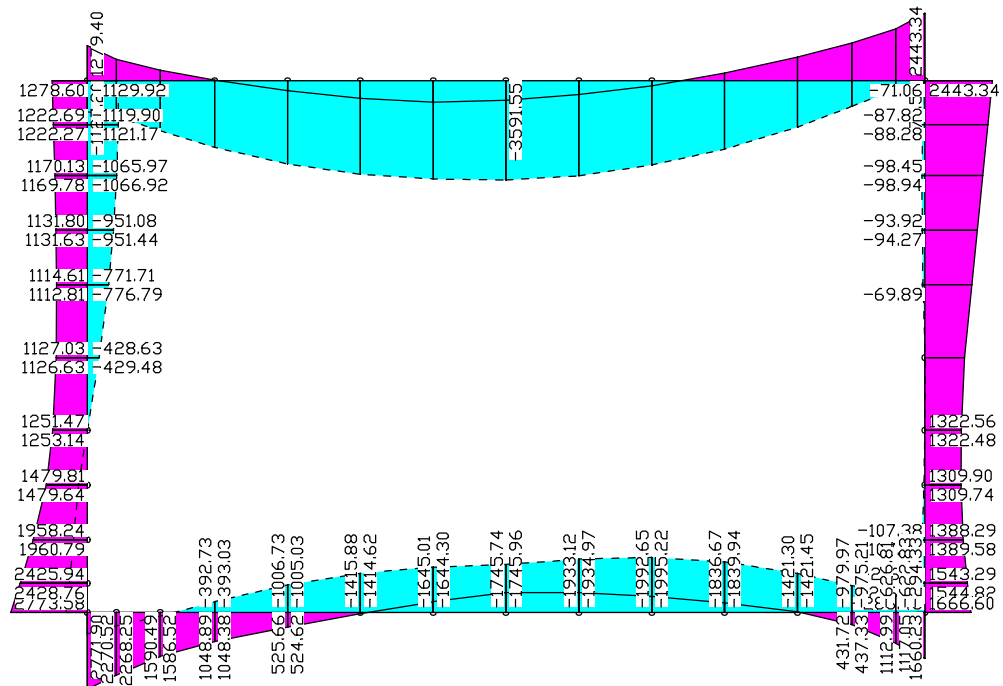


Schnittgrößen N_x ; LF 2, Einschlüttung

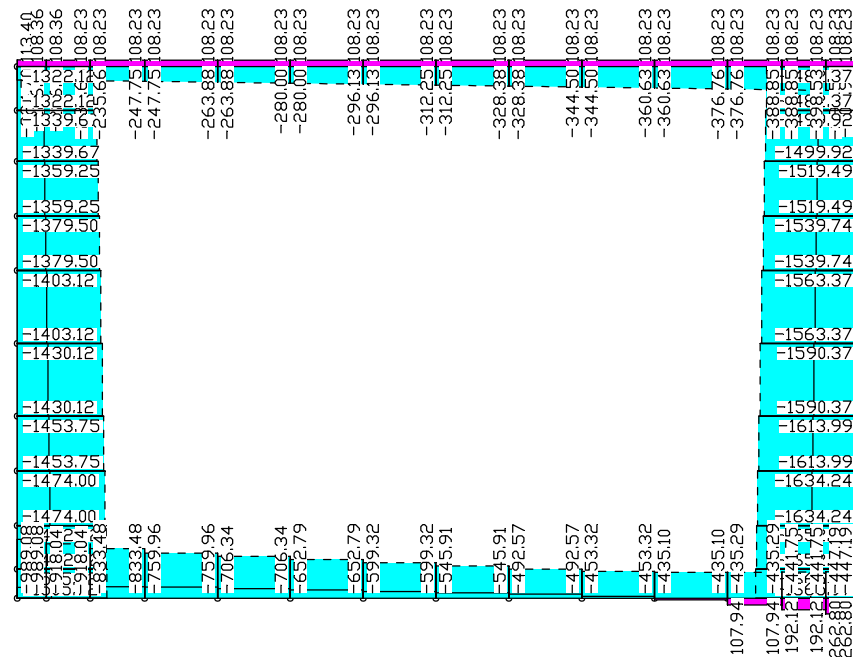


Schnittgrößen Q_z ; LF 2, Einschlüttung

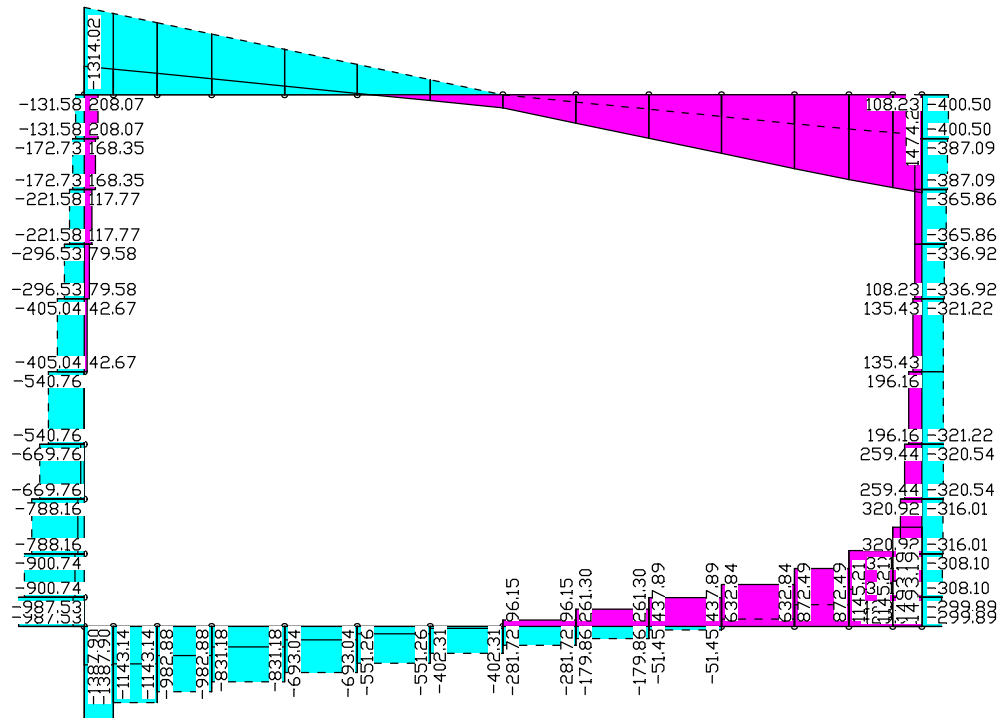
M 1:



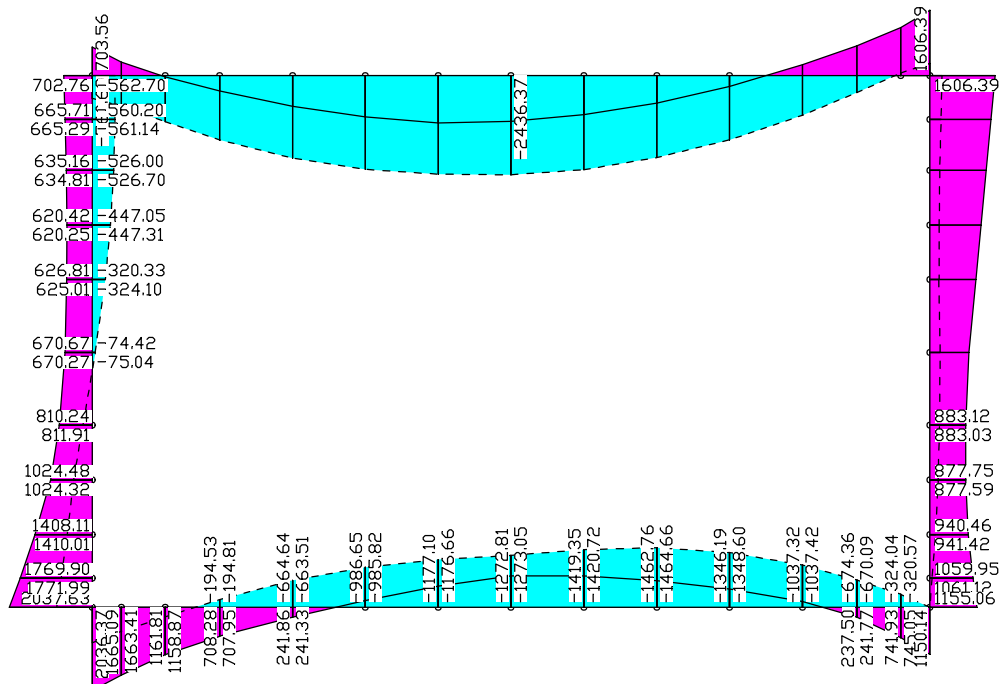
Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2



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

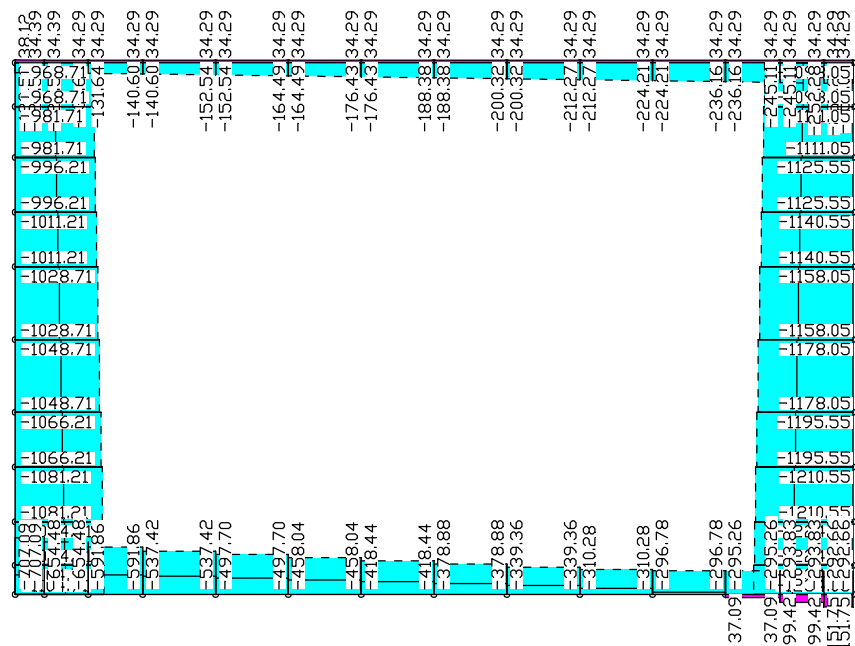


Schnittgrößen Q_z min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

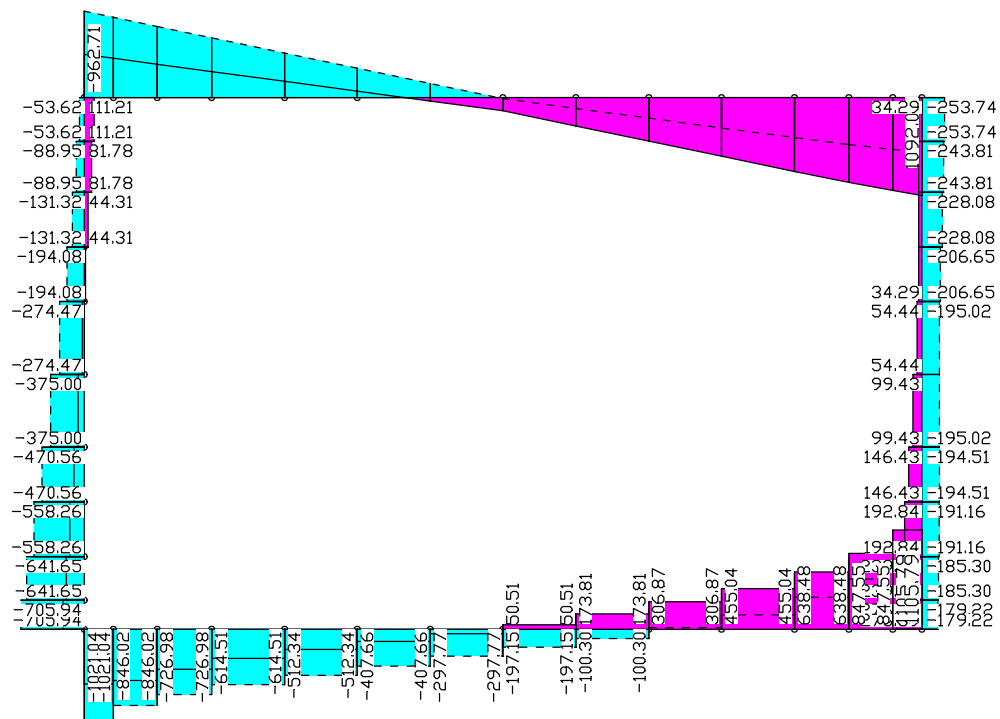


Schnittgrößen M_y min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

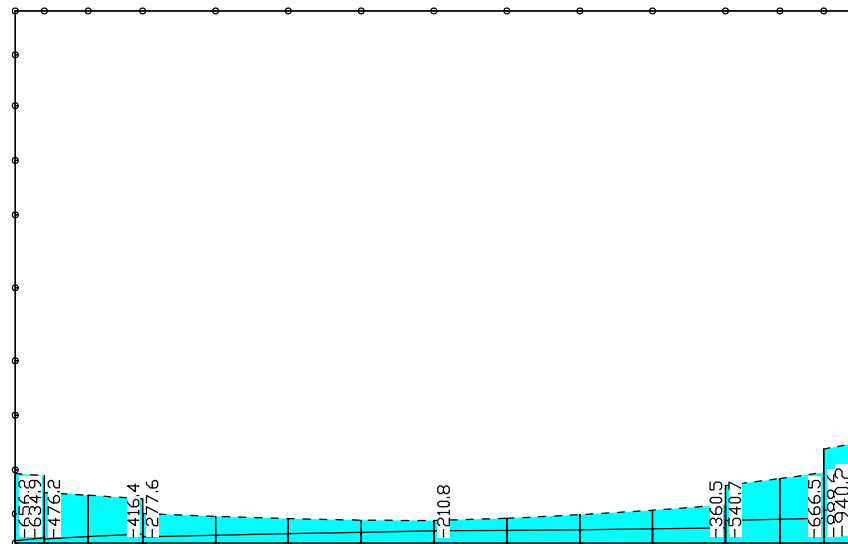


Schnittgrößen N_x min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

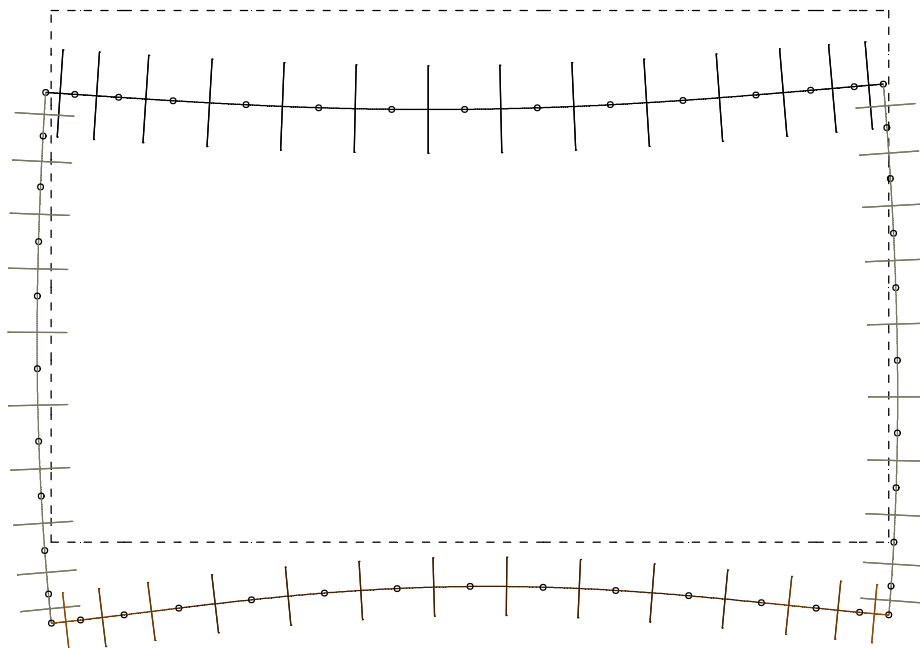


Schnittgrößen Qz min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

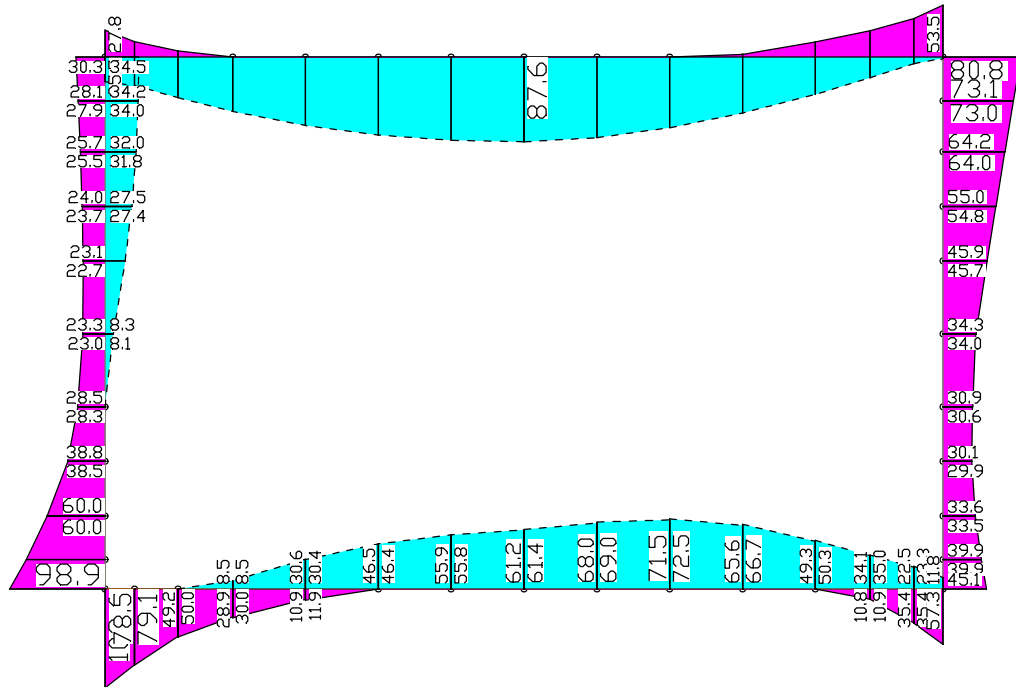


Bodenpressungen $\sigma_{z \min, \max}$; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

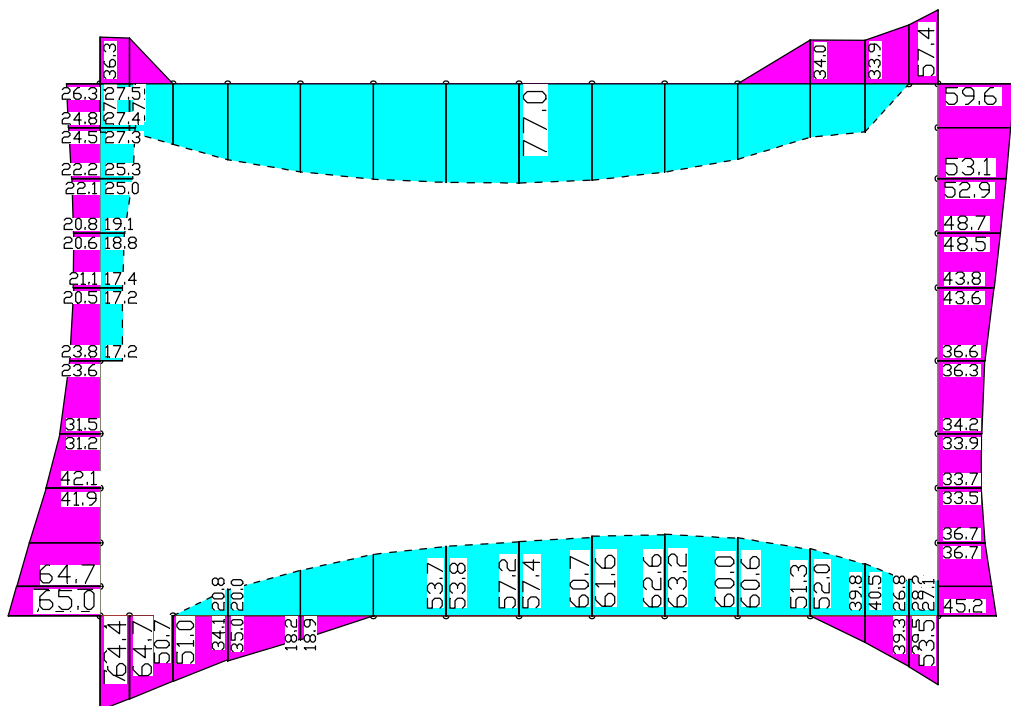


Deformationen u ; LF 2, Einschüttung

M 1:

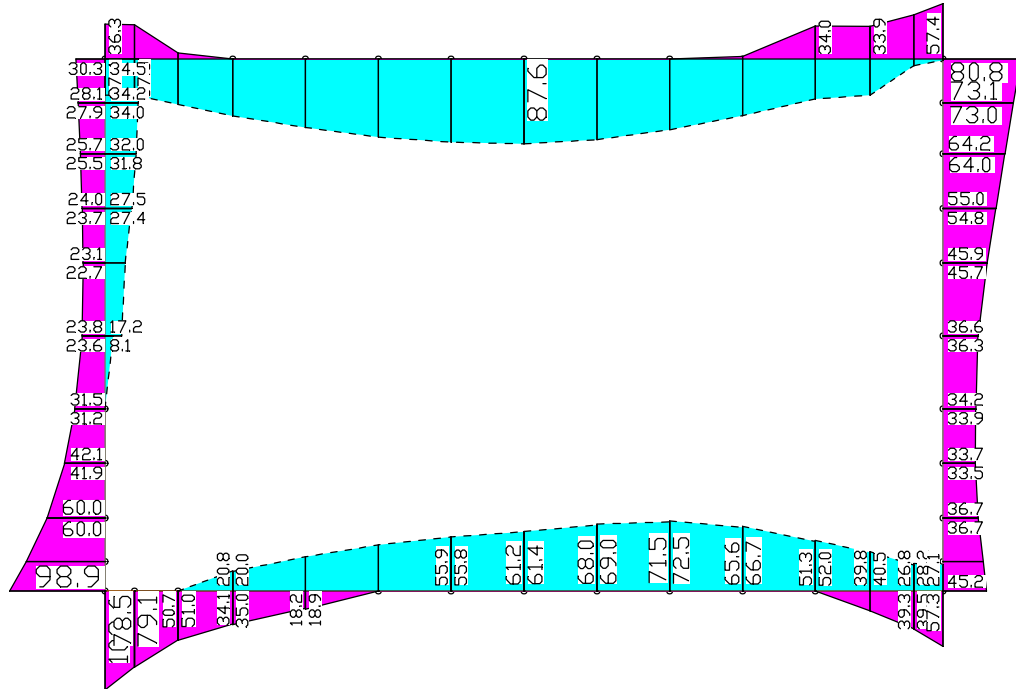


Biegebewehrung As; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2

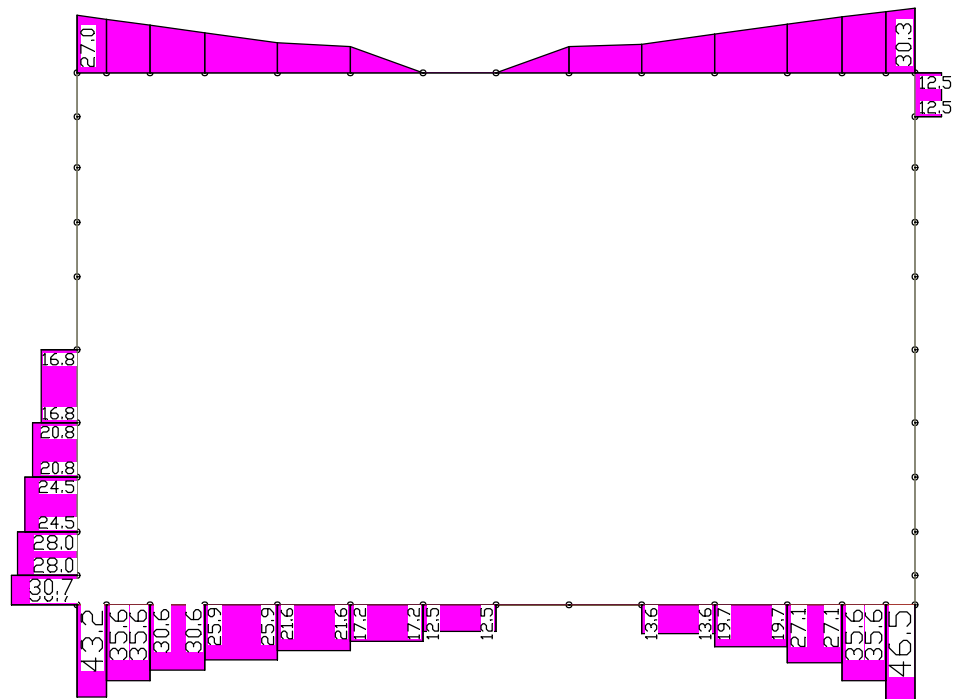


Biegebewehrung As; Rissensicherung ÖNORM EN 1992-2

M 1:

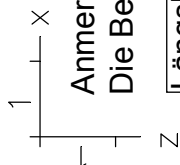


Biegebewehrung As; Maximum ÖNORM EN 1992-2



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

M 1:

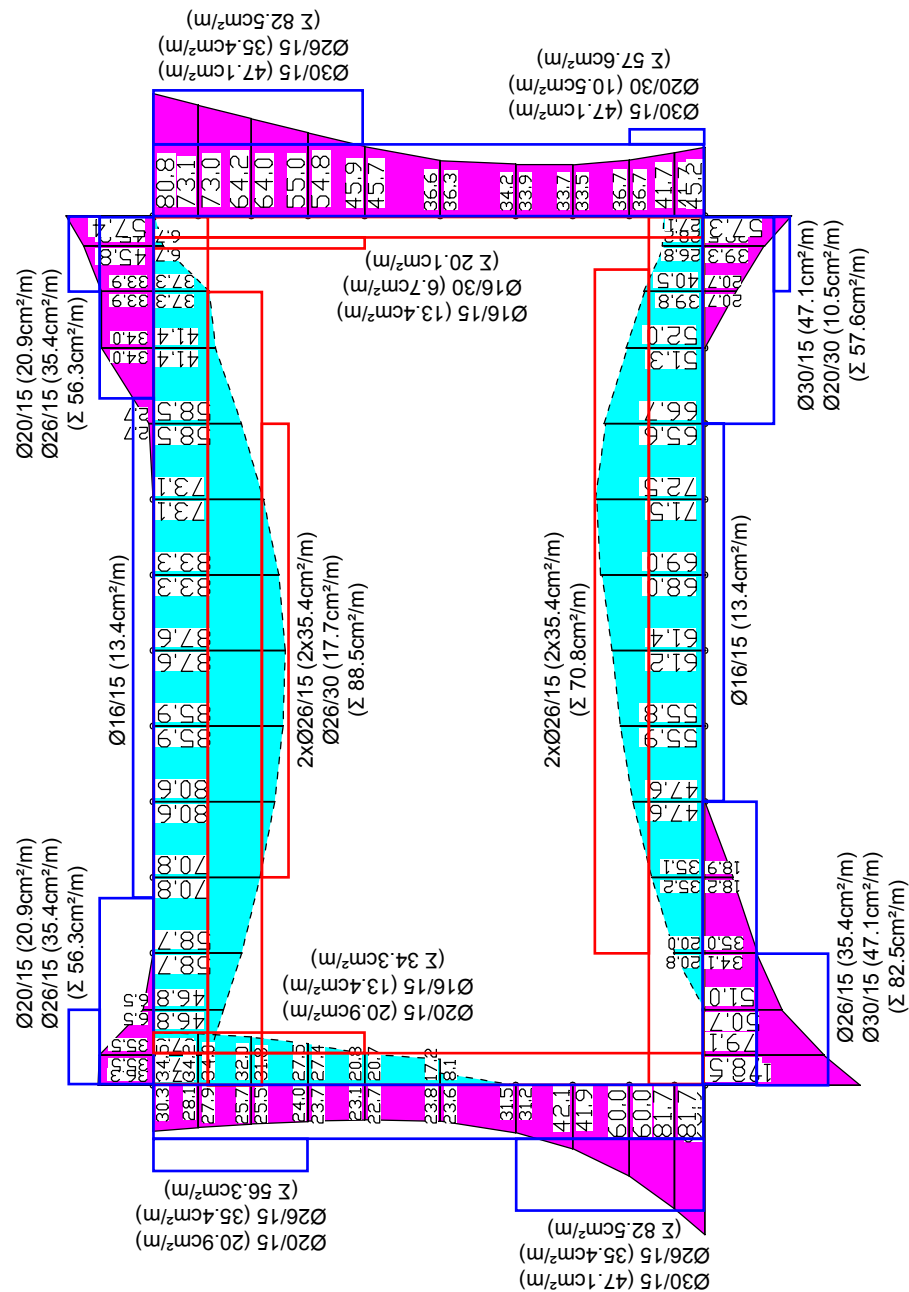


Anmerkung:

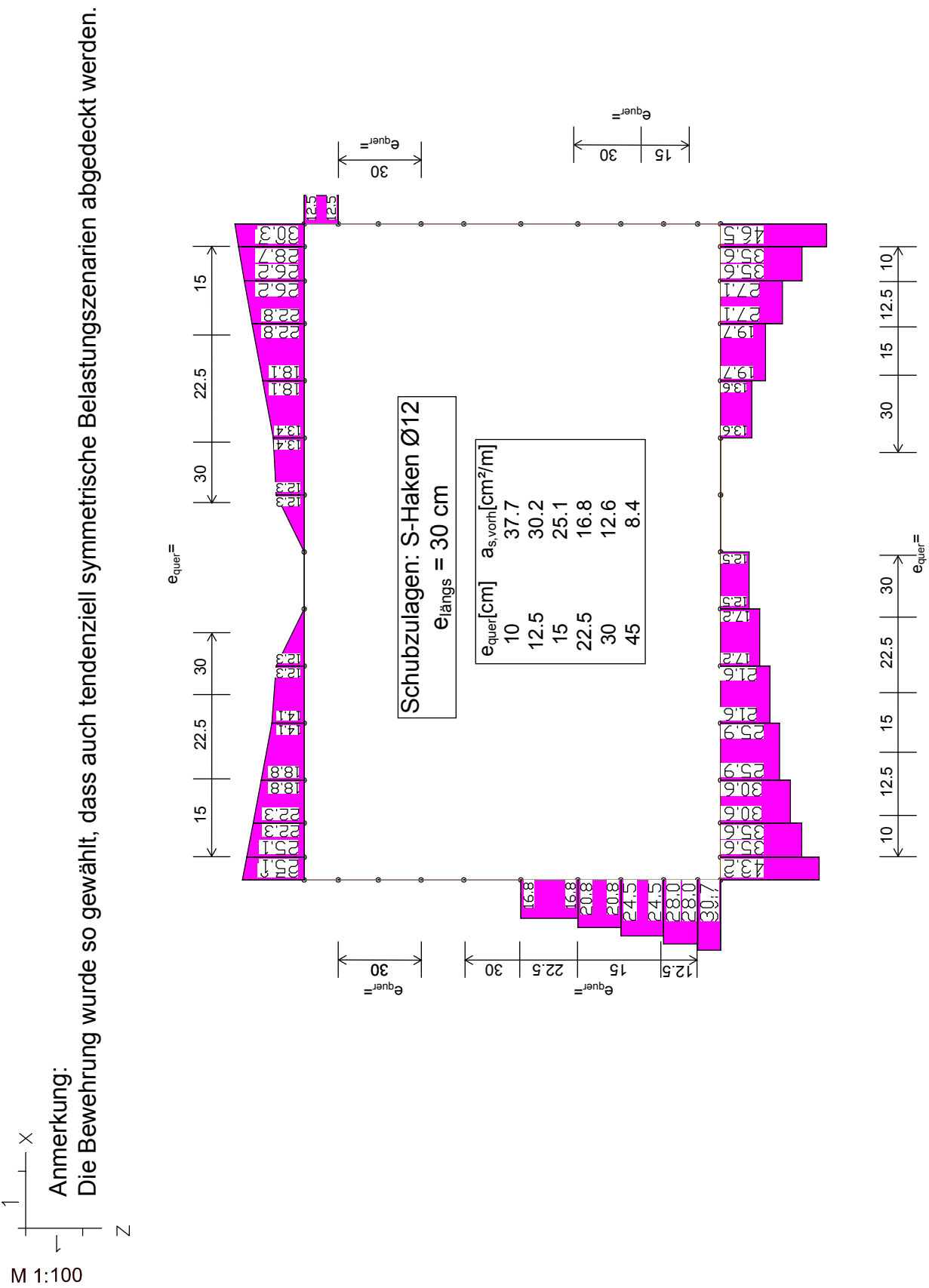
Die Bewehrung wurde so gewählt, dass auch tendenziell symmetrische Belastungsszenarien abgedeckt werden.

Längsbewehrung zur
Rissesicherung: Ø20/15

M 1:100

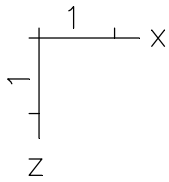


LFK OEN1992-2: MAX: Maximum ÖNORM EN 1992-2
Biegebewehrung, Stahllagen z >= z_s; z < z_s (stirchliert), 50.00 [cm²] =
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/102.61 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 1.8 t
Querschnittsfarbe

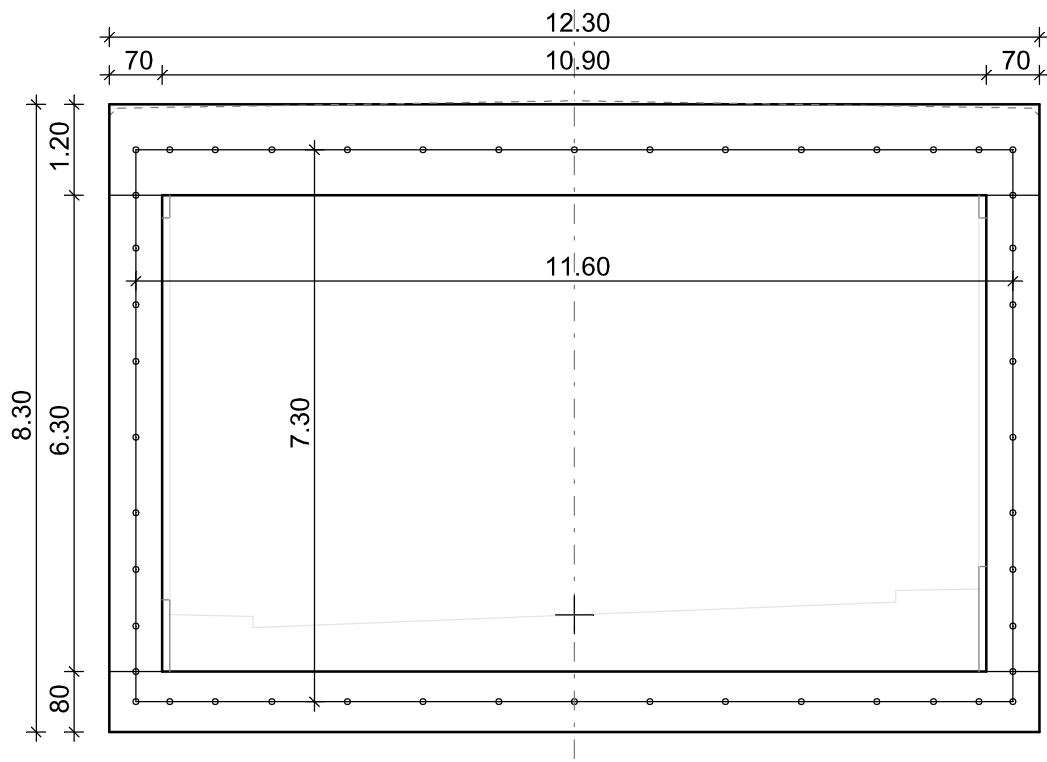


INHALT

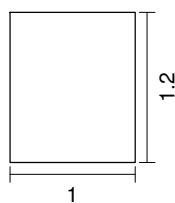
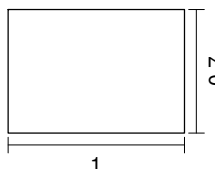
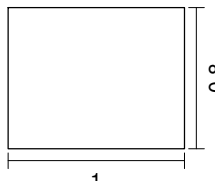
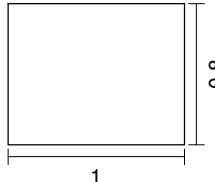
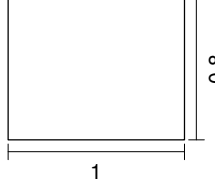
Inhalt	1
System	
SQ_Kasten	2
Querschnittswerte	3
Materialkennwerte	3
Bettung	4
Lokale Elementsysteme /Bettung	4
Lastansätze / Erddruckermittlung	5
Lasten	
LF 1: Belastung, Eigengewicht	6
LF 2: Belastung, Einschüttung	6
LF 3: Belastung, ea_beidseitig	6
LF 4: Belastung, e0-ea_links	7
LF 5: Belastung, e0-ea_rechts	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



Sonderquerschnitt 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

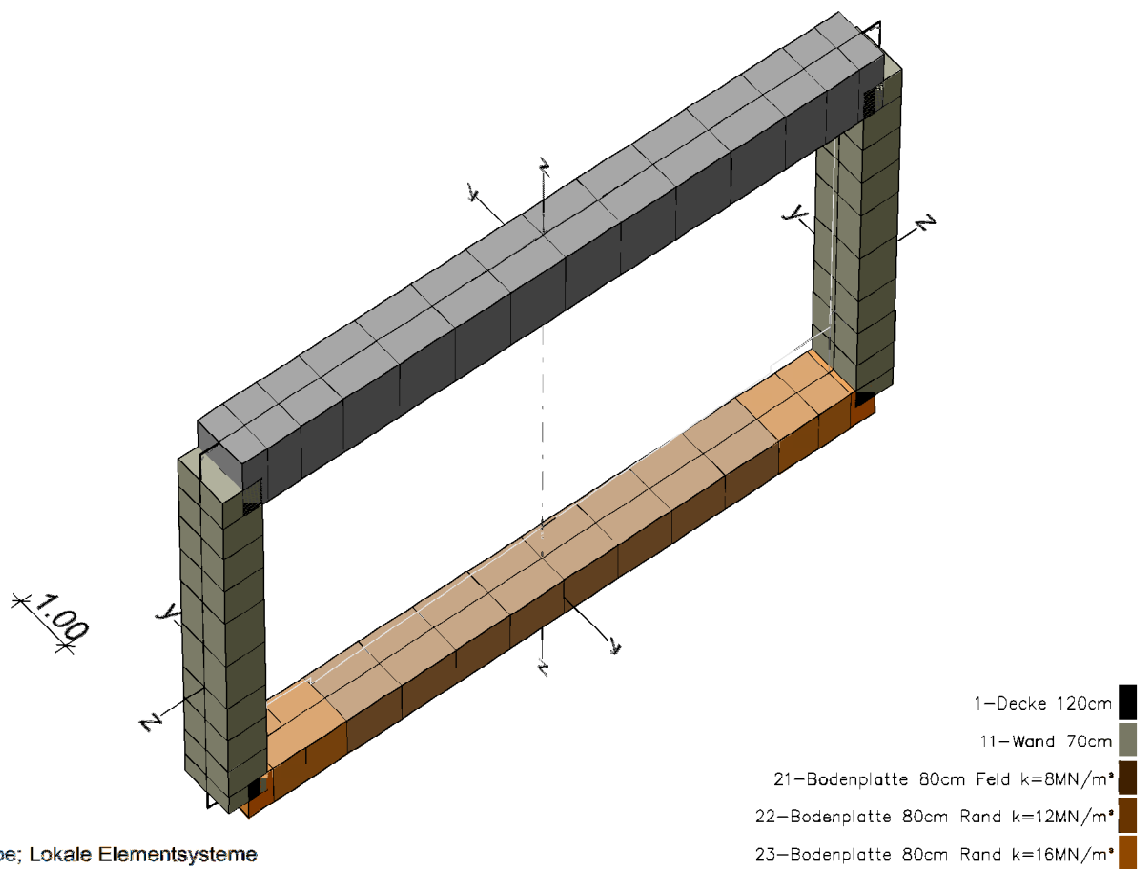
	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
2	11	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
3	21	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
4	22	C30/37-EN	33000	13800	0.20	1.000e-05	25.000
5	23	C30/37-EN	33000	13800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

M 1:

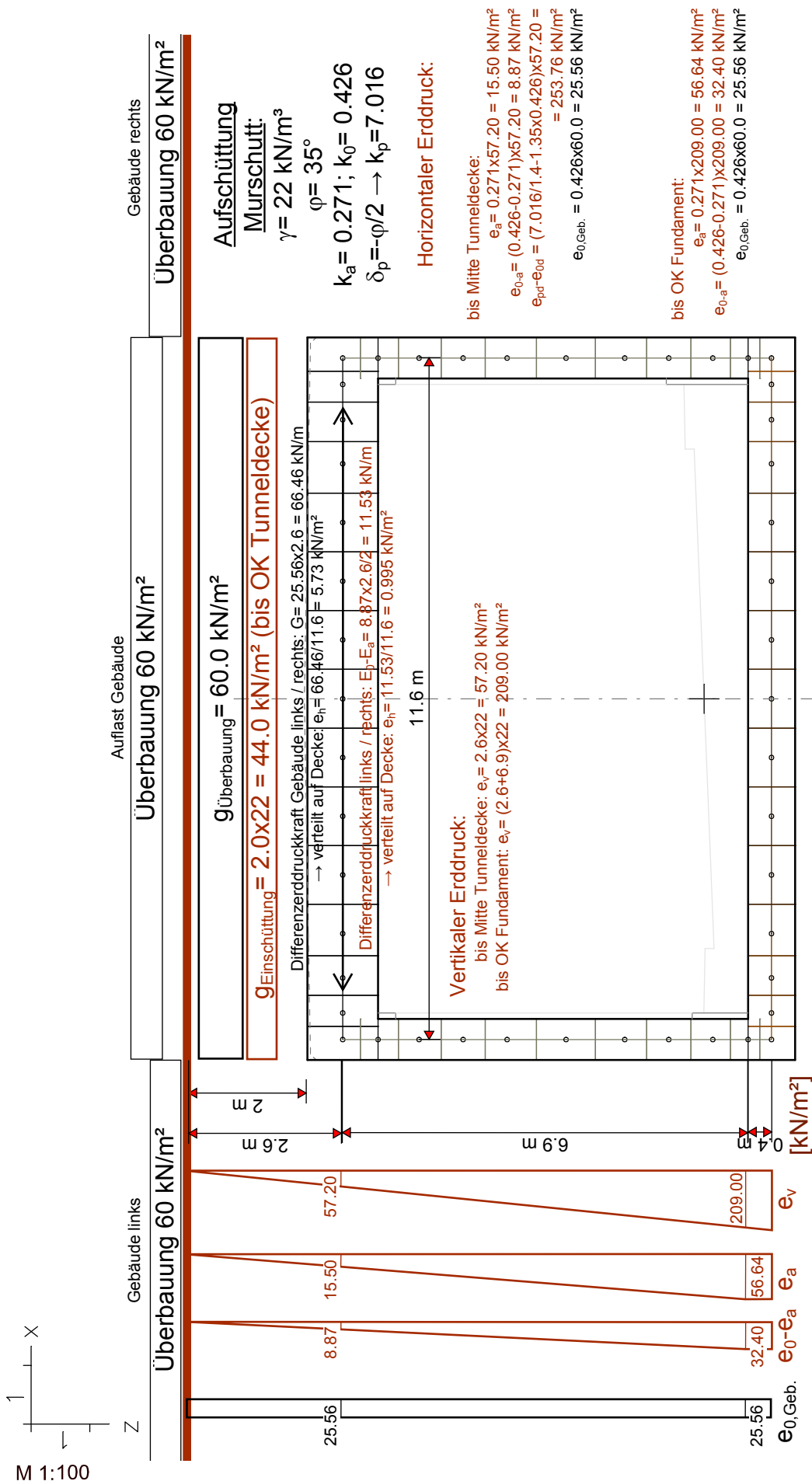
Bettung

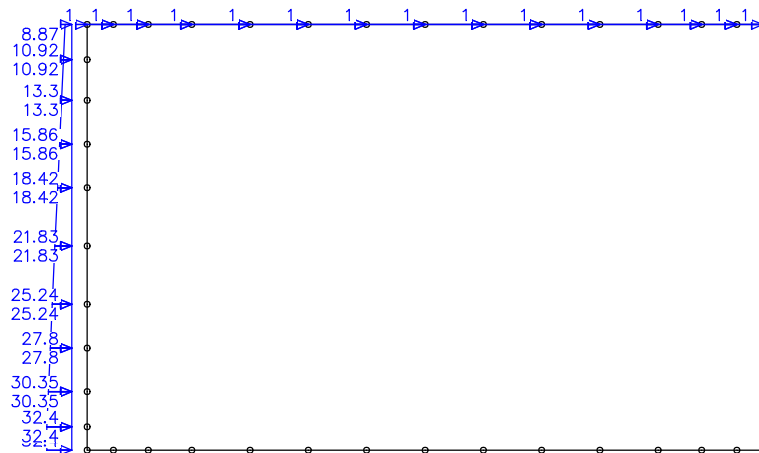
	Nr.	k _{bx}	k _{by} [MN/m³]	k _{bz}	b _x	b _y [m]	b _z
1	1	0	0	0	1.000	1.000	1.000
2	11	0	3	0	1.000	1.000	1.000
3	21	3	3	8	1.000	1.000	1.000
4	22	4.5	4.5	12	1.000	1.000	1.000
5	23	6	6	16	1.000	1.000	1.000

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Elementsystems.

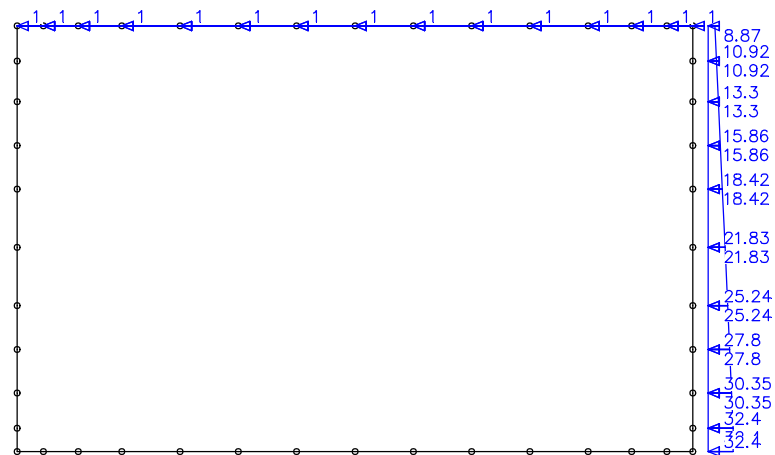


Lokale Elementsysteme /Bettung

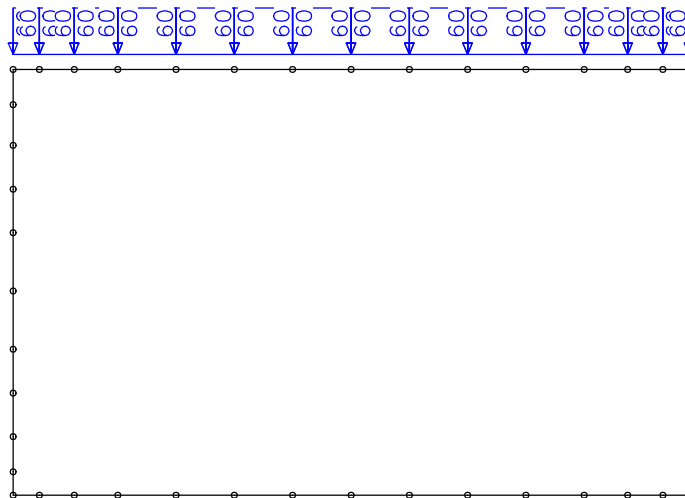




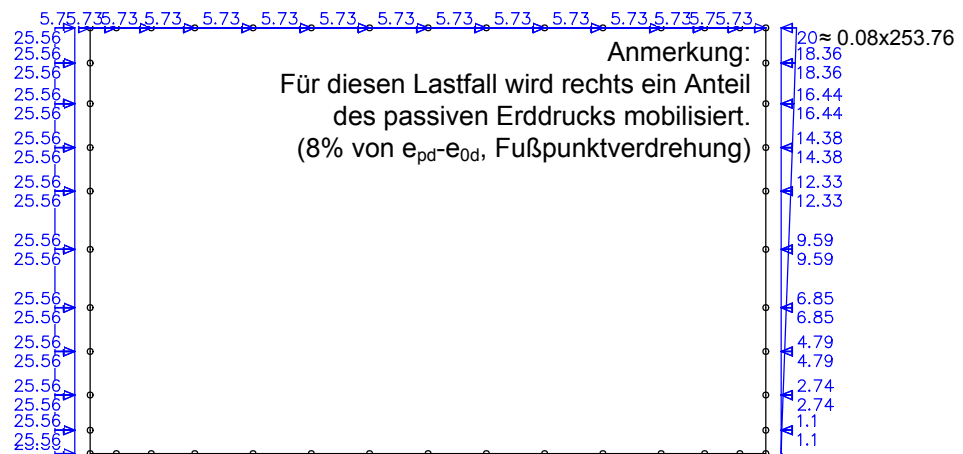
LF 4: Belastung, e0-ea_links



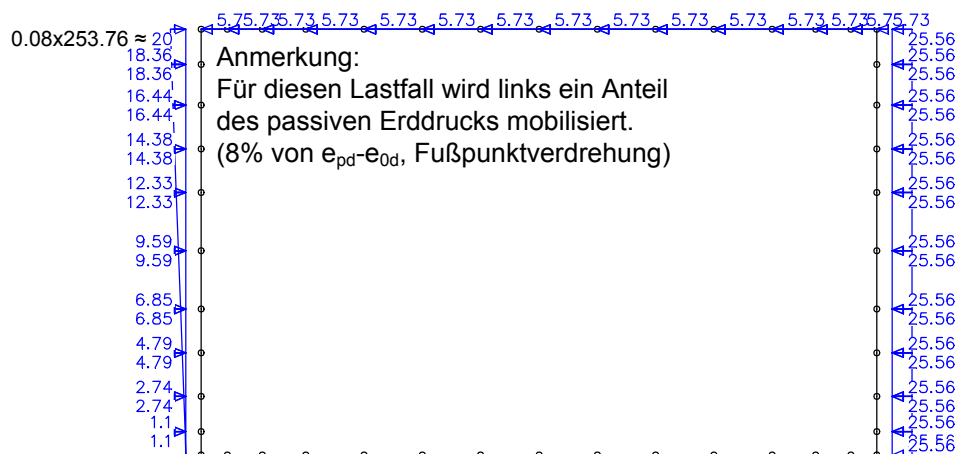
LF 5: Belastung, e0-ea_rechts



LF 11: Belastung, Auflast_Gebäude

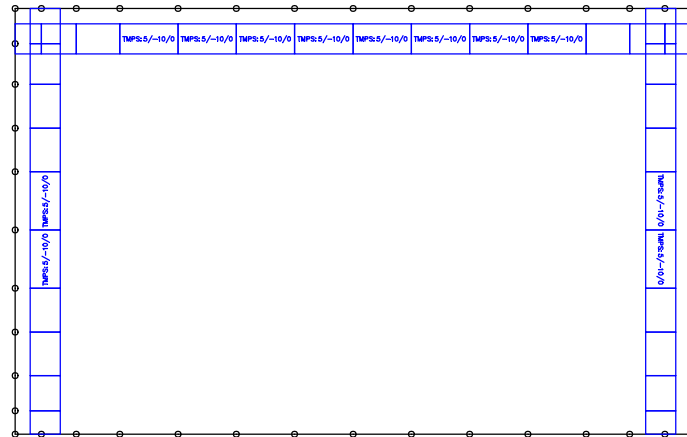


LF 12: Belastung, e0_Gebäude_links

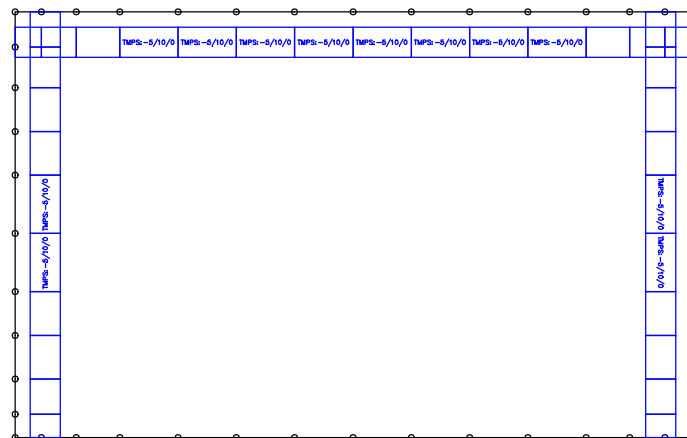


LF 13: Belastung, e0_Gebäude_rechts

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.
 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	Red. Vor- spg.
1	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.
11	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.
21	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.
22	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.
23	C30/37-EN	.	ST	450	0.80	x	20.90 0.00	.

Schubquerschnitte

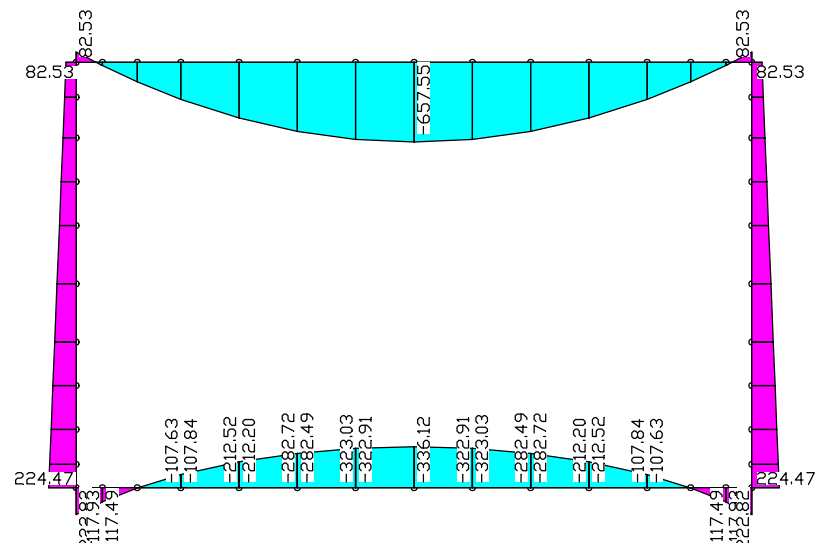
- bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
 z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
 tef Wanddicke 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	.	0.905	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 .

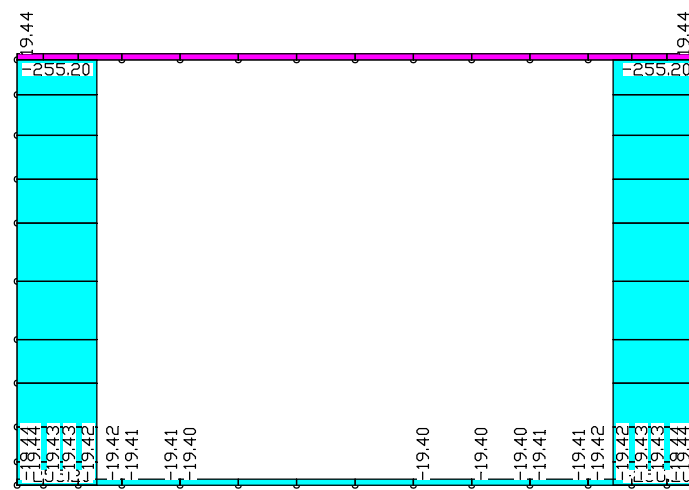
Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

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.

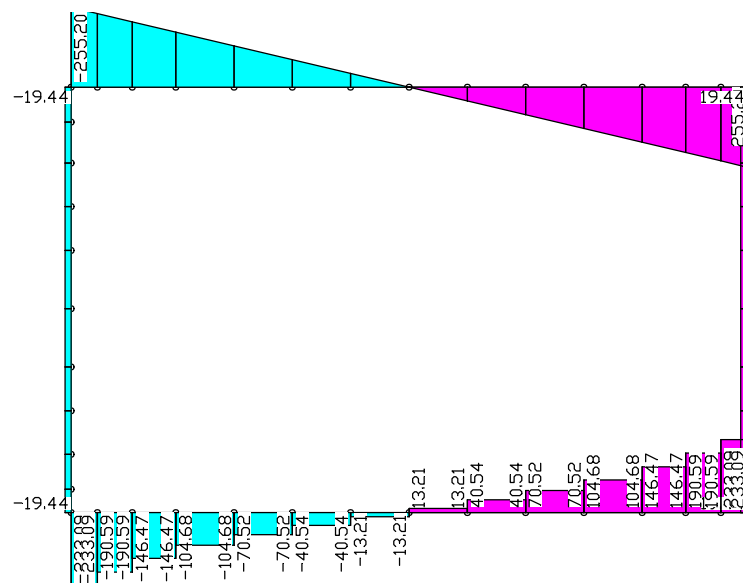
Qu.	wmax [mm]	ds [mm]	Beiwerte			$s_{r,max}$ [mm]	fctm-Faktor		Kombination für Nachweis		ZE
			Xi1	k	kt		$A_{s,min}$	w_k	$A_{s,min}$	w_k	
1	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
11	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
21	0.30	26.0	.	1.00	0,4	.	1.00	1.00	Tab. 2AT	Tab. 2AT	.
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

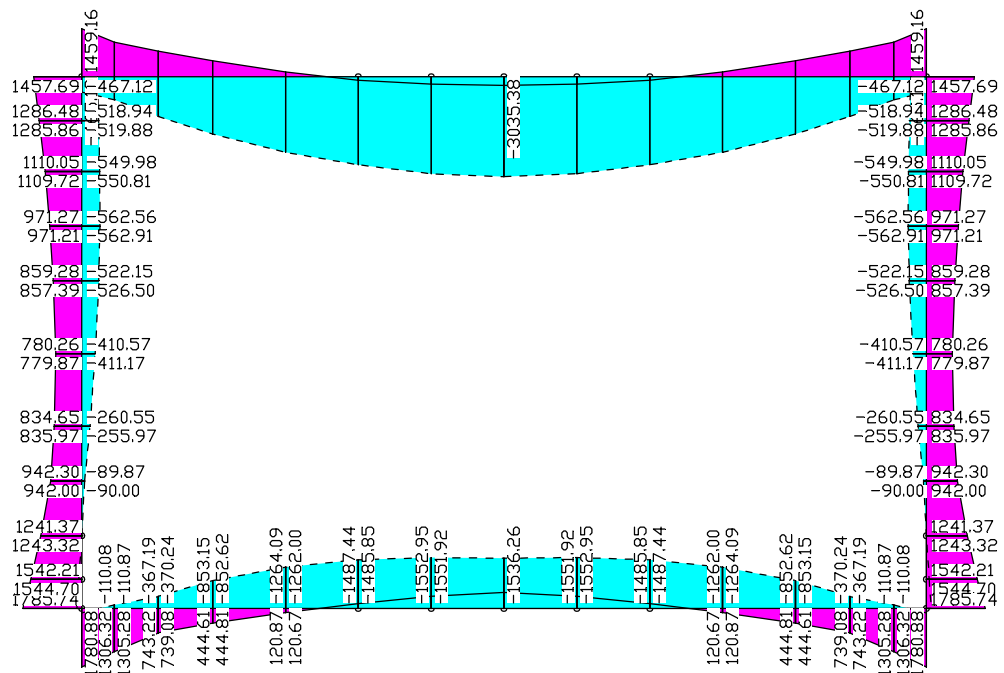


Schnittgrößen Nx; LF 2, Einschlüttung

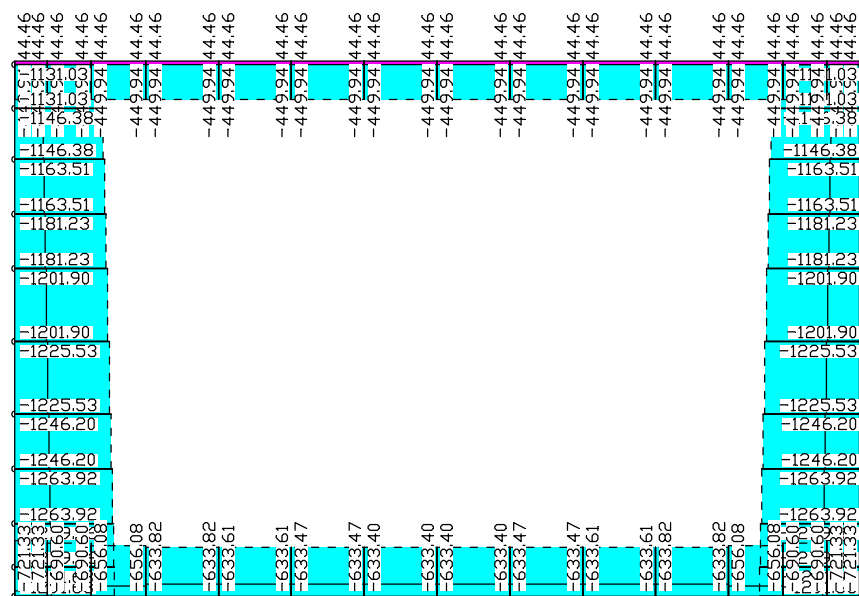


Schnittgrößen Qz; LF 2, Einschlüttung

M 1:

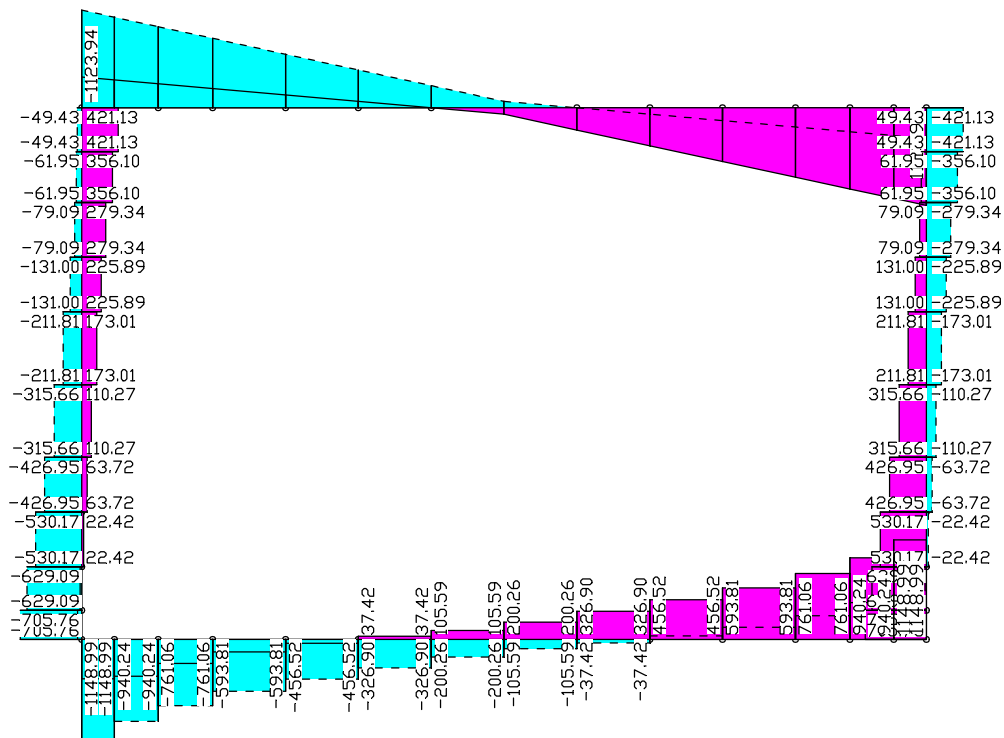


Schnittgrößen My min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

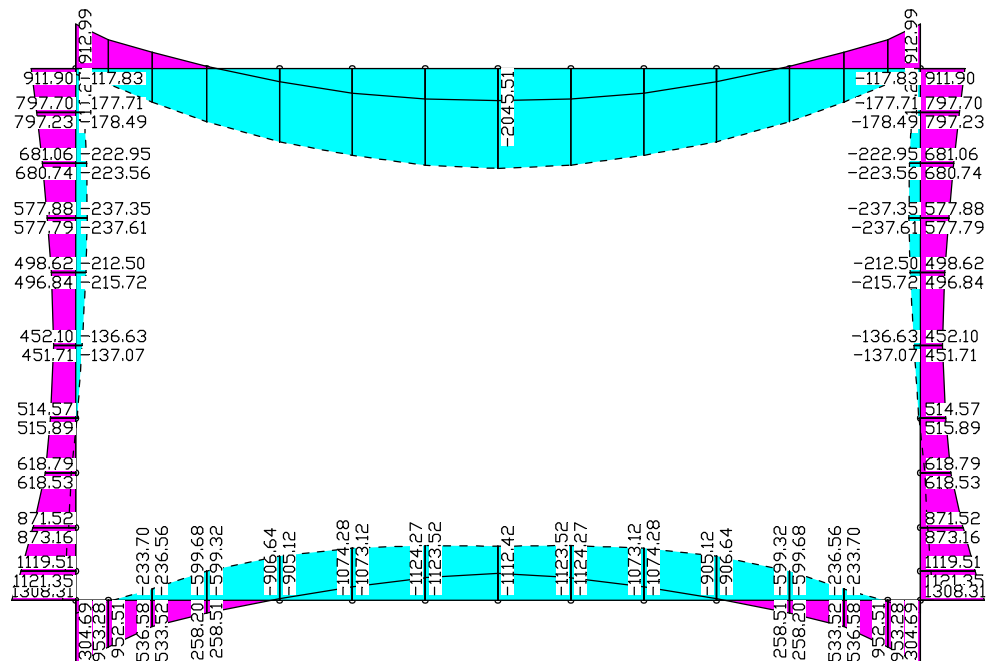


Schnittgrößen Nx min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

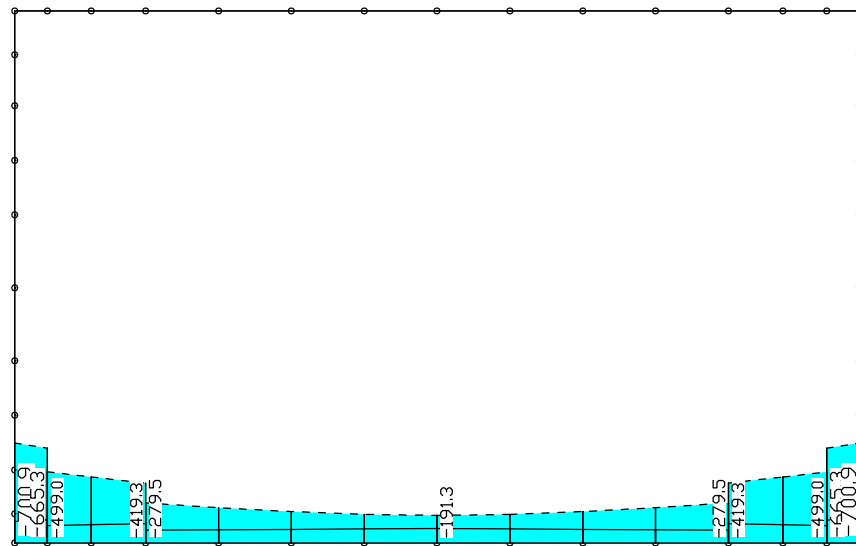


Schnittgrößen Qz min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

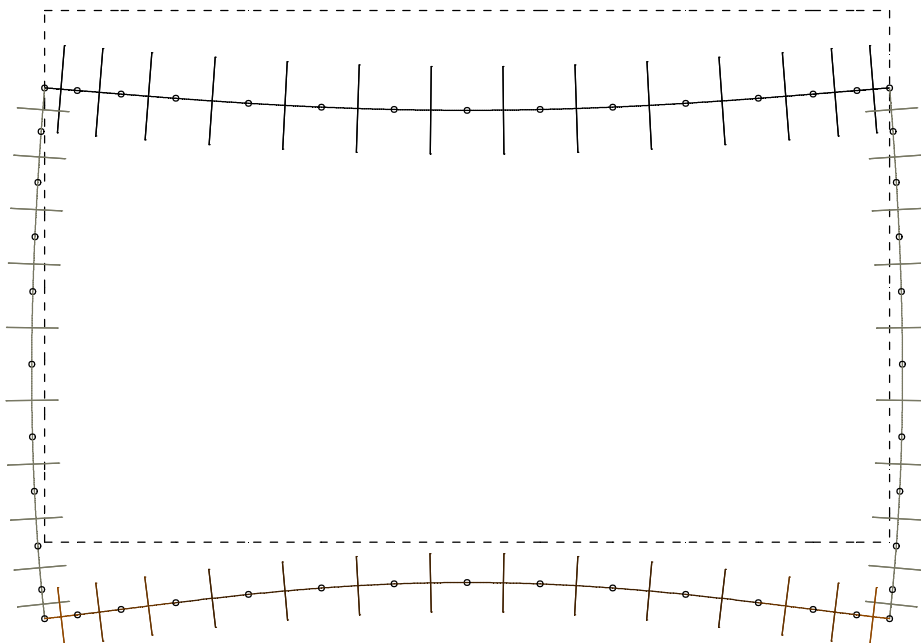


Schnittgrößen My min, max; 1. Quasi-ständige Situation nach Tab. 2AT, ÖNORM EN 1992-2

M 1:

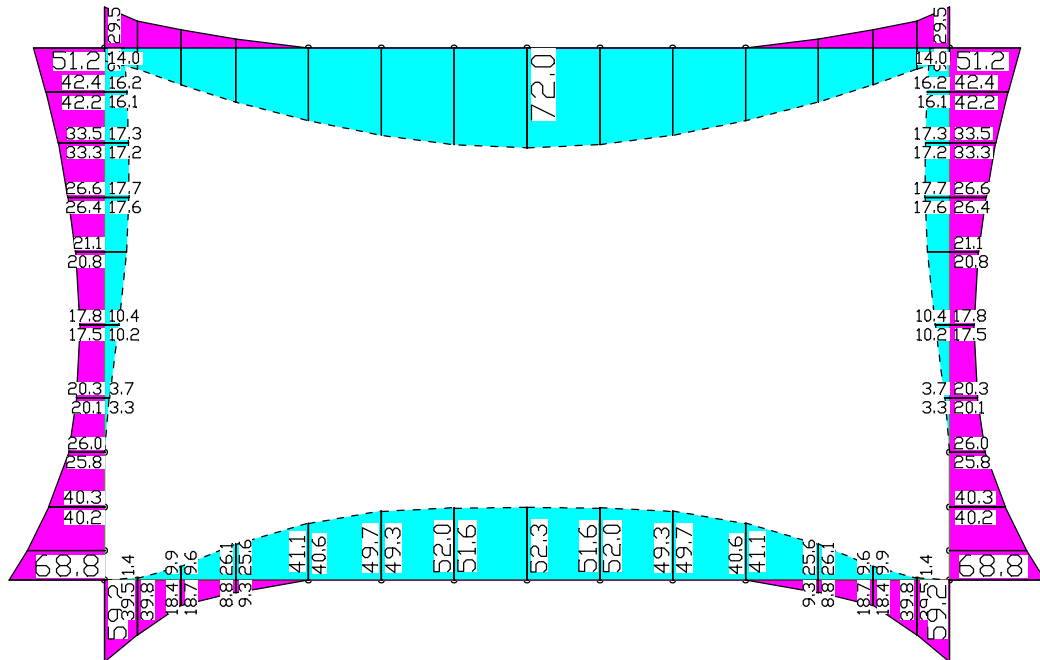


Bodenpressungen $\sigma_{z, \min, \max}$; 1. Ständige und vorübergehende Situation, ÖNORM EN 1992-2

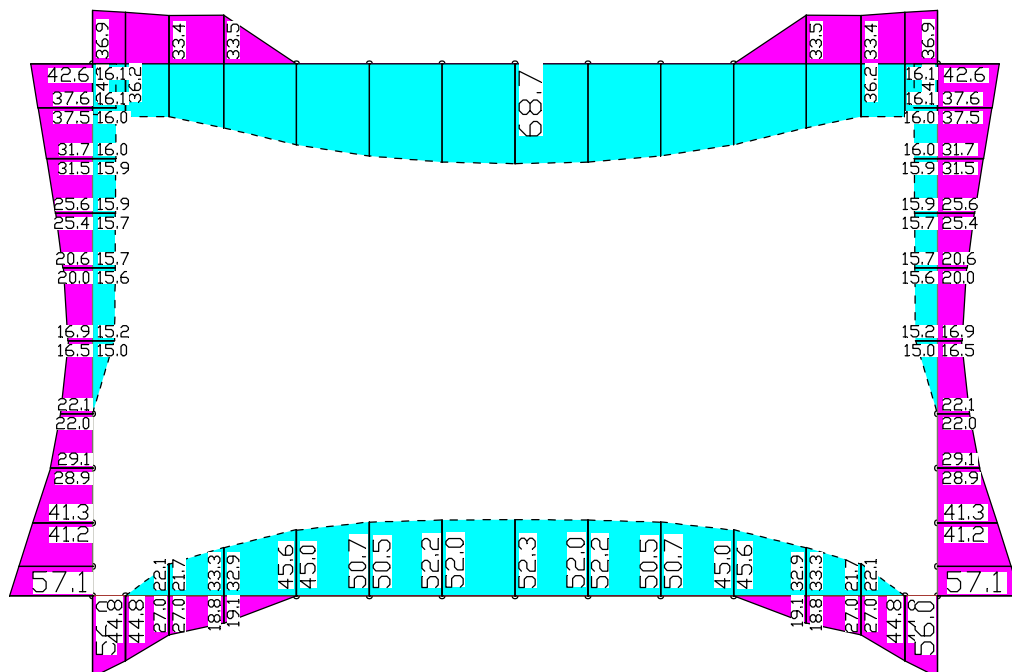


Deformationen u ; LF 2, Einschüttung

M 1:

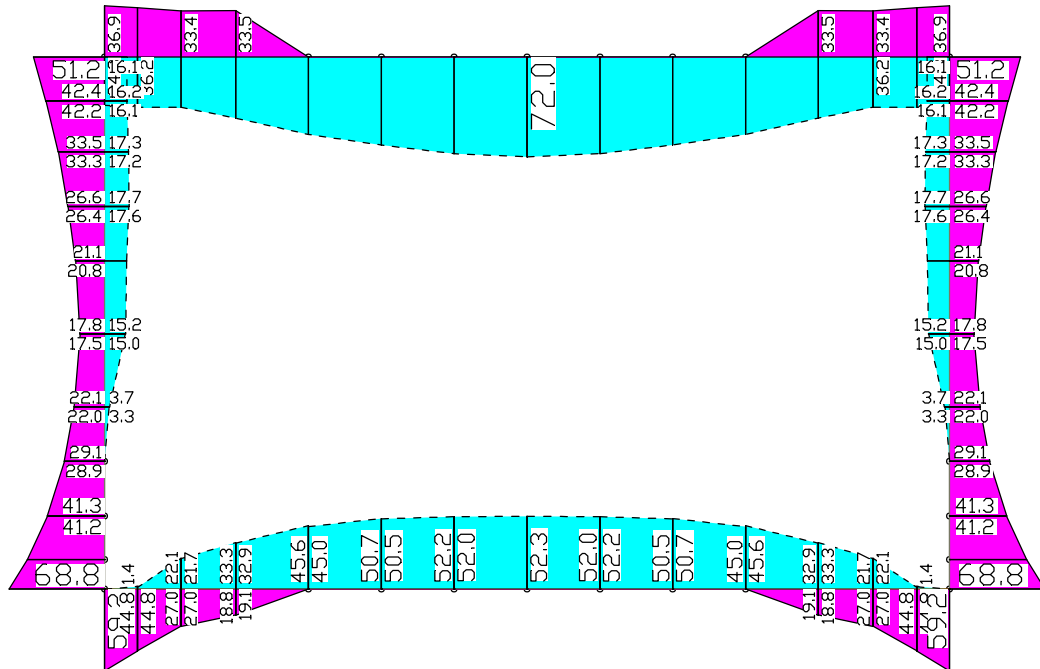


Biegebewehrung As; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2

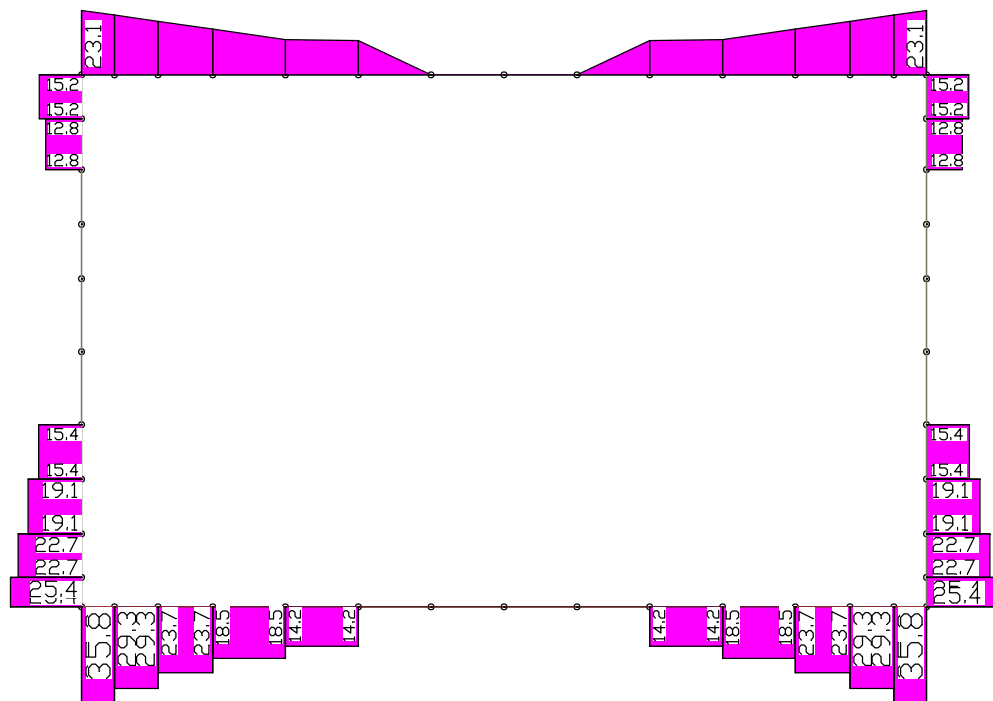


Biegebewehrung As; Rissesicherung ÖNORM EN 1992-2

M 1:

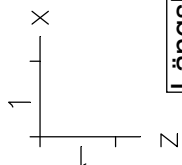


Biegebewehrung As; Maximum ÖNORM EN 1992-2



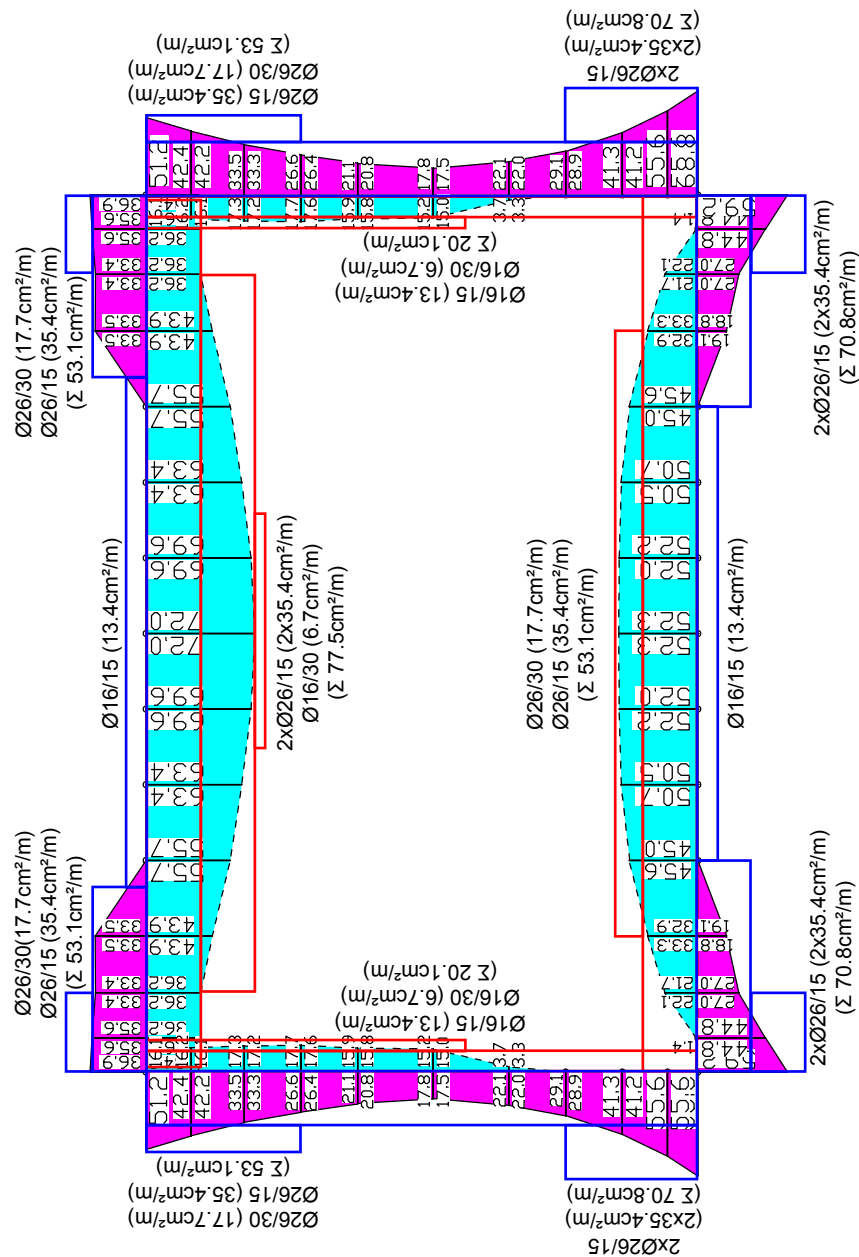
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2

M 1:

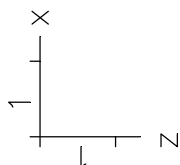


M 1:100

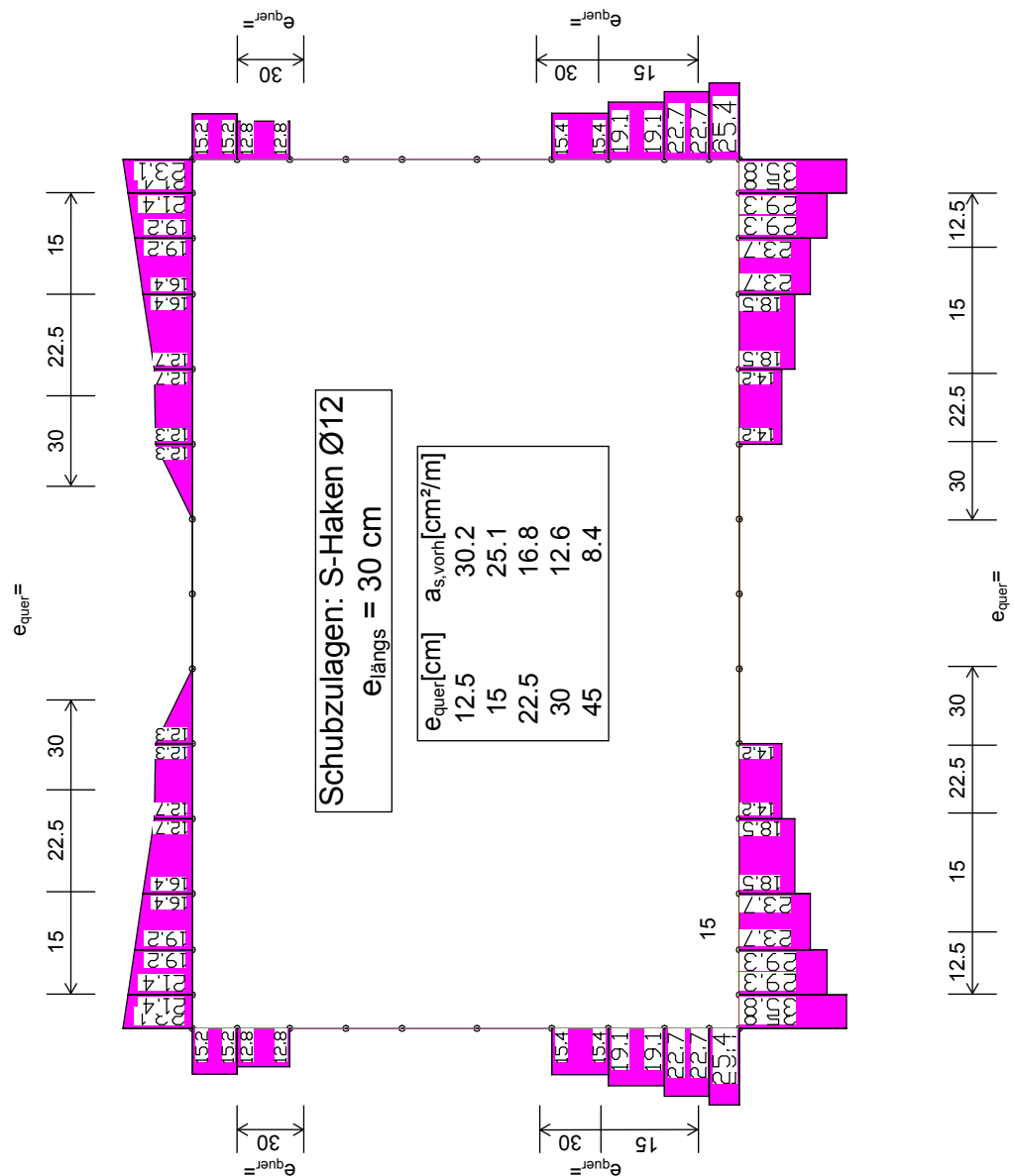
Längsbewehrung zur
Rissicherung: Ø20/15



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): 0.00/71.99 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 1.6 t
Querschnittsfarbe



M 1:100



LFK OEN1992-2:BRUCH: Tragfähigkeit ÖNORM EN 1992-2
Bügelbewehrung aus Querkraft. (Asb.z. Asb.y strichliert). 25.00 $[\text{cm}^2/\text{m}]$ = ---
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0.00/35.75 $[\text{cm}^2/\text{m}]$
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"/> $f_{ct,eff} = 0,5 \cdot f_{ctm}(28d)$ verwenden (siehe nationales Anwendungsdokument) <input type="checkbox"/> Verwendung langsam erhärtender Betone ($r = f_{cm2}/f_{cm28} \leq 0,3$ (siehe nationales Anwendungsdokument))		
Beton	C 30/37	Zement CEM 32,5 R, CEM 42,5 N (Klasse N)
$t =$	5.0 Tage	Zeitpunkt der Rissbildung
$f_{ctm} =$	2.90 N/mm ²	Mittlere Zugfestigkeit des Betons
$\beta_{cc}(t) =$	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

$s = 0.25$
 $\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\}$
 $f_{ctm}(t) = (\beta_{cc}(t))^\alpha \cdot f_{ctm}$
 $\alpha = 1$ für $t < 28$
 $\alpha = 2/3$ 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
 $k_c = 1.00$ - Bauteil unter reinem Zug

$h/(h-d) = 20.0$ - Für k_2 gilt: für $h \leq 5(h-d)$: $k_2 = 2,5$
 $k_2 = 4.00$ - für $h \geq 30(h-d)$: $k_2 = 5,0$
 $h_{c,eff} = 24.0$ cm $A_{c,eff} = b \cdot h_{c,eff}$, wobei $h_{c,eff}$ das Minimum von $[k_2(h-d); h/2]$ 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):

$$\phi_s = \phi_s^* \frac{k_c \cdot k \cdot h_{cr} \cdot f_{ct,eff}}{4(h-d) \cdot 2,9} \geq \phi_s^* \frac{f_{ct,eff}}{2,9} \Rightarrow \phi_s^* = \phi_s \cdot \frac{4 \cdot (20-2) \cdot 2,9}{2 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 1,6} \leq \phi_s \cdot \frac{2,9}{1,6} \Rightarrow \phi_s^* = 27.8 \text{ mm}$$

$$\phi_s^* = \frac{6 \cdot w_k \cdot f_{ct,eff} \cdot E_s}{\sigma_s^2} \Rightarrow \sigma_s = \sqrt{\frac{6 \cdot w_k \cdot f_{ct,eff} \cdot E_s}{\phi_s^{*2}}} \Rightarrow \sigma_s = 193.8 \text{ N/mm}^2$$

$f_{ct} = 2.90$ N/mm²

ÖNORM B (17) $A_s = \frac{f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff}}{\sigma_s} \geq \frac{k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{f_{yk}} \Rightarrow A_s = 19.88 \text{ cm}^2$

ÖNORM EN (7.1) $A_{s,min} \sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} \rightarrow A_s = 25.84 \text{ cm}^2$

Minimum aus (17) NAD und (7.1) Hauptteil $A_{s,erf} = 19.88 \text{ cm}^2$ $s_{max} = 15.5 \text{ cm}$

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