

DB Netz AG
Regionalbereich Mitte
Großprojekte
(I.NG-MI-L)
Hahnstraße 49
60528 Frankfurt am Main

Vorstatik
Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitz-
wände zum Anschließen von Seitenröhren des Vortriebs bei
Station
TypB_S2-O-T2-2-SK-SM_ST
Machbarkeitsstudie

Knoten Frankfurt; Fernbahntunnel inkl. Station
unterhalb des Hbf. Frankfurt/Main

Ersteller(in):	DB Netz AG / Ingenieurgemeinschaft Fernbahntunnel Frankfurt am Main
Verantwortliche(r):	Rainer Lehman Großprojekte RB Mitte (I.NG-MI-L), DB Netz AG
Version:	0.1, 03.12.2020

Revisionsdokumentation

Version	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
0.1	11.2020	M. Bohorquez / N. Youala	Erste Ausgabe

INHALTSVERZEICHNIS

1.	VORBEMERKUNGEN	7
1.1	Allgemeines	7
2.	GRUNDLAGEN	8
2.1	Geologie und Hydrogeologie.....	8
2.2	Baustoffe.....	8
2.3	Modellierung im 2-D Modelfläche	9
2.3.1	Darstellung der 2-D Modell	9
2.3.2	Teilsicherheiten, Kombinationswerte und Lastfallkombinationen	12
3.	LASTANNAHMEN	15
3.1	Ständige Einwirkungen	15
3.1.1	Konstruktionseigengewicht Lastfall 1	15
3.1.2	Horizontallasten aus Boden + ständige Lasten + Grundwasser (Lastfall 2):	15
3.1.3	Lasten infolge des Tunnels (Lastfälle 3 und 13):.....	17
3.1.4	Lasten aus Gleise LM71 (Lastfall 14):	19
4.	BEMESSUNGSKOMBINATION	21
5.	NACHWEISE IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT	22
5.1	Biegebewehrung - Tragfähigkeit	22
5.2	Schubbewehrung	26

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:Ausschnitt aus dem Lageplan [2]	7
Abbildung 2: Querschnitt	9
Abbildung 3: 3D-Modell aus InfoCAD	10
Abbildung 4: Auszug aus der Tabelle A2.1 aus der DIN EN 1990:2010-12	14
Abbildung 5: Lastfälle: 2: Summe von $H_{g,k} + p + W$	16
Abbildung 6: Skizze Lastverteilung infolge Tunnel.....	17
Abbildung 7: Lastfälle: 3, Horizontallast infolge des Tunnels	18
Abbildung 8: Lastmodell 71 [6]	19
Abbildung 9: Lastfall 4, Horizontallast infolge LM71	20
Abbildung 10: Horizontalbewehrung Innenseite.....	22
Abbildung 11:Horizontalbewehrung Erdseite	23
Abbildung 12: Vertikalbewehrung Innenseite.....	24
Abbildung 13: Vertikalbewehrung Erdseite	25
Abbildung 14: Bügelbewehrung aus Querkraft	26

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bodenkennwerte [4].....	8
Tabelle 2: Federsteifigkeit von Platten.....	11
Tabelle 3: Bettung durch Schlitzwandlamellen	12
Tabelle 4: Einwirkungskombinationen nach [5]	12
Tabelle 5: Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte für die Bemessung nach DIN 1054 Tabelle A 2.1, DIN EN 1992-2 und DIN EN 1990	13
Tabelle 6 : Berechnung Horizontaldruck auf die Schlitzwand infolge $H_{g,k}$ (FIDES) [1]	15
Tabelle 7: Berechnung Horizontalbelastung auf die Schlitzwand infolge LM71 (FIDES) [1]	19

VERWEISDOKUMENTE

- [1] Verbau-Statik: Knoten Frankfurt, Fernbahntunnel inkl. Station unterhalb des Hbf Frankfurt/Main, Machbarkeitsstudie; Statische Berechnungen Fernbahntunnel; Variante S1-O-T1-1_SK_Y; SWECO GmbH; Frankfurt am Main, 05.11.2020
- [2] Pläne: 06_03_02_01_PL3_S2-O-T2-2-SK-SM_ST-TypB_NEU_Grundriss, Frankfurt; 11.2020
- [3] Pläne: 06_03_02_03_PL3_S2-O-T2-2-SK-SM_ST-TypB_Querschnitt; Sweco GmbH, Frankfurt am Main; 11.2020
- [4] Gutachten 20-06-08-Bericht Nr. IK2024-01: Grundlagenermittlung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse für den geplanten Fernbahntunnel; Katzenbach Ingenieure, Frankfurt am Main, 08.06.2020
- [5] DIN EN 1990:2010-12, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung.
DIN EN 1990/NA:2010-12, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter.
DIN EN 1990/NA/A1:2012-08, Änderung A1.
Technisches Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“, Beuth-Verlag, Berlin
- [6] DIN EN 1991-2:2010-12, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken.
DIN EN 1991-2/NA:2012-08, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken, Beuth-Verlag, Berlin
- [7] DIN EN 1992-1-1:2011-01, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau.
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Änderung A1.
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Änderung A1.
Technisches Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“, Beuth-Verlag, Berlin
- [8] DIN EN 1992-2:2010-12, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 2: Betonbrücken – Bemessungs- und Konstruktionsregeln.
DIN EN 1992-2/NA:2013-04, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter.
Technisches Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“, Beuth-Verlag, Berlin
- [9] DIN 1054:2010-12, Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Normenausschuss Bauwesen im Deutschen Institut für Normung e. V., Beuth-Verlag, Berlin
- [10] DIN 4085:2011-05, Baugrund – Berechnung des Erddrucks. Normenausschuss Bauwesen im Deutschen Institut für Normung e. V., Beuth-Verlag, Berlin
- [11] ZTV-ING (2019/04), Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten: „ZTV-Ing“ Teil 5 Tunnelbau Abschnitt 2 Offene Bauweise, Bundesanstalt für Straßenwesen, Stand 2019/04

Verwendete Software

InfoCAD, Version 18.10. InfoGraph GmbH 1995-2018

Zugehörige Dokumente

20201104_Verbaudokument

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Bemessung Schlitzwand

1. Vorbemerkungen

1.1 Allgemeines

Beim Stationstyp B (siehe nachfolgende Abbildungen [2]) werden die Schlitzwände zum Anschließen von Tunnelseitenröhren geöffnet. Gegenstand des vorliegenden Dokuments ist die statische Untersuchung der Schlitzwand im Bereich dieser Öffnungen.



Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Lageplan [2]

2. Grundlagen

Als Berechnungsgrundlage dienen die Vorstatik des Verbaus Variante S1-O-T1-1_SK_Y [1] und die Bauwerkspläne der Machbarkeitstudie [2] und [3].

2.1 Geologie und Hydrogeologie

Das Bodenprofil besteht aus zwei Schichten. Für die erste Schicht „Quartäre Sande und Kiese“ gibt es keine Bodenkennwerte im Bodengutachten, dafür wird einen Reibungswinkel von $\varphi = 30^\circ$ ohne Kohäsion angenommen [1].

Für die untere Bodenschicht wurden die charakteristische Bodenkennwerte aus dem Bodengutachten [4] entnommen.

Frankfurter Ton (Wechselagerung, Gebirgsparameter)			
Wichte des feuchten Bodens:	γ	=	18 - 19 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb:	γ'	=	8 - 9 kN/m ³

Endscherfestigkeit:			
• Reibungswinkel:	φ'	=	20°
• Kohäsion:	c'	=	20 kN/m ²
Anfangsscherfestigkeit:			
• Reibungswinkel:	φ_u	=	0°
• Kohäsion:	c_u	=	≥ 100 kN/m ² (vgl. Bild 4)
Steifemodul:			
• Erstbelastung:	$E_{s,E}$	=	$7 \cdot (1 + 0,35 \cdot z)$ [MN/m ²] (z in m ab OK Tertiär)
• Wiederbelastung:	$E_{s,W}$	=	$3 \cdot E_{s,E}$

Tabelle 1: Bodenkennwerte [4]

2.2 Baustoffe

Beton: C30/37

Betonstahl: B 500S

2.3 Modellierung im 2-D Modellfläche

2.3.1 Darstellung der 2-D Modell

Die Schlitzwand wird mit InfoCAD (FE-System) als 2-dimensionales Modell mit Flächenelementen und die Aussteifungsplatten mit Linienlager abgebildet. Die Elemente sind ca. 0,25 x 0,25 m groß.

Die Randbedingungen sind wie folgt:

GOK	+100,70 m	Dicke
Schlitzwandkopf	+94,50 m	2,0 m
1 ^{te} Platte	+92,75 m	0,7 m
2 ^{te} Platte	+87,00 m	1,5 m
3 ^{te} Platte	+81,50 m	1,0 m
4 ^{te} Platte	+71,50 m	1,8 m
Schlitzwandlamellen	+64,70 m	6,0 m

Öffnungen:	+77,9 m – 72,4 m	4,0 m lang - 5,5 m hoch
Stütze:		2,0 m lang - 5,5 m hoch – zusätzlich 1,0 m breit

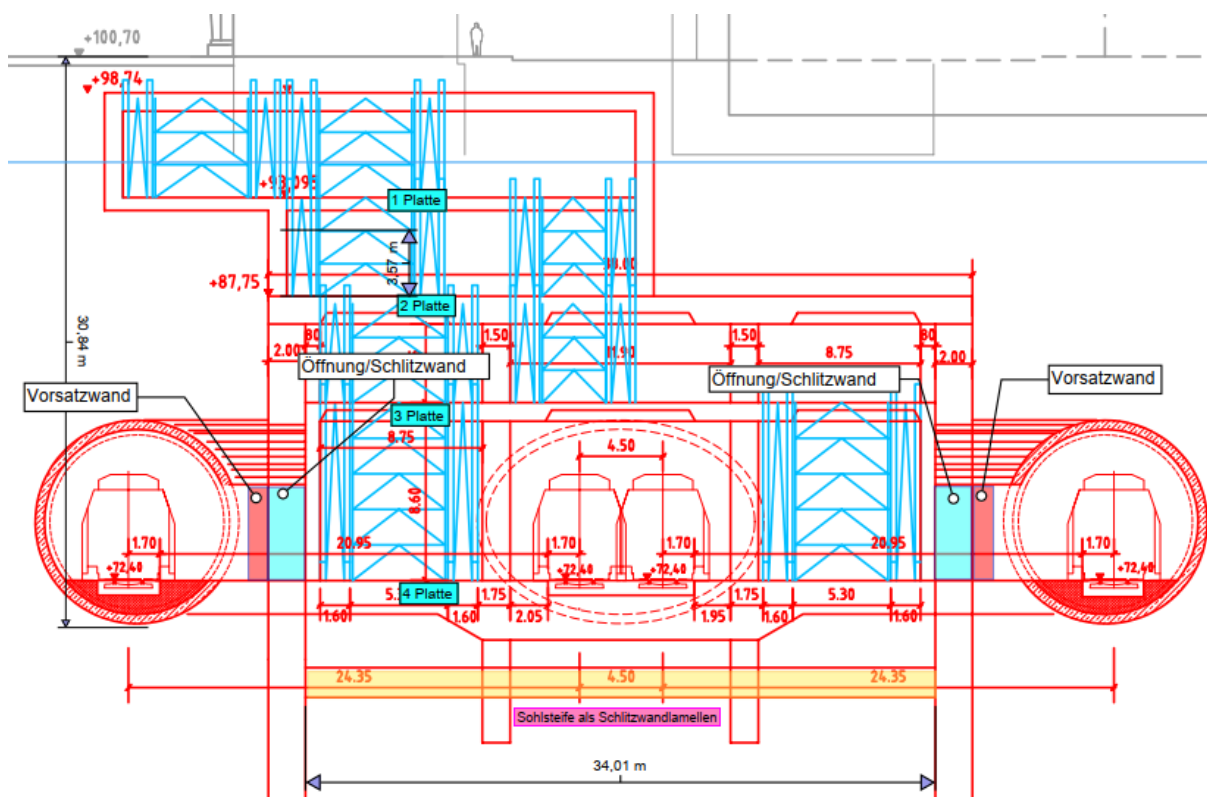


Abbildung 2: Querschnitt

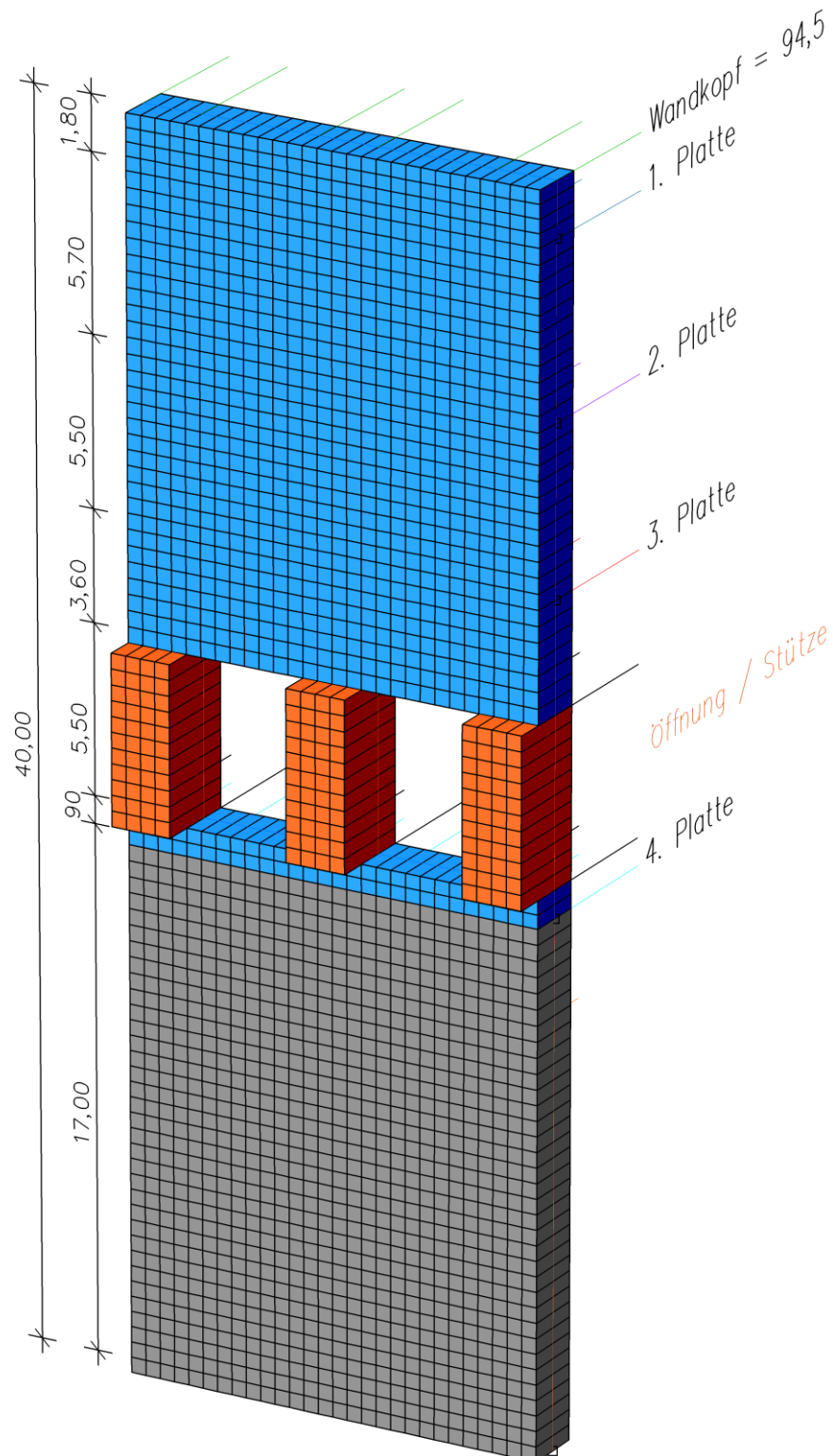


Abbildung 3: 3D-Modell aus InfoCAD

Die Öffnungen in der Schlitzwand haben folgende Abmessungen: Breite 4m und Höhe 5,5 m.

Die restlichen Schlitzwandabschnitte zwischen den Öffnungen haben eine Breite von ~ 2,0 m und werden durch 1m dicke Vorsatzwände verstärkt.

Die Schlitzwand ist horizontal durch die Deckenplatten festgehalten. Diese Deckenplatten werden durch horizontale Linienlager mit folgenden Federsteifigkeiten ersetzt:

$$k = \frac{E \times A}{L}$$

k	Federsteifigkeit der Platte	[MN/m]
E	E-modul des Betons	[MN/m ²]
A	Querfläche der Platte	[m ²]
L	Länge der Platte	[m]

Platten:	Höhe [m]	Dicke [m]	Länge [m]	E-Modul [MN/m ²]	k [MN/m]
1. Platte	92,75	0,7	34,0	34000	700
2. Platte	87,00	1,5	34,0	34000	1500
3. Platte	81,50	1,0	34,0	34000	1000
4. Platte	71,50	1,8	34,0	34000	1800

Tabelle 2: Federsteifigkeit von Platten

Im Abschnitt unterhalb der Baugrubensohle wird die Schlitzwand gebettet.

Bettung infolge Lamellen

Für die Modellierung der Aussteifungsschlitzwandlamellen unterhalb der Baugrubensohle wurde die ansetzende Bettung aus der Statik für den Verbau [1] entnommen:

horizontale Bettung der Betonlamelle		
Kraft (F)	1,00	kN
Fläche	1	m ²
E-Modul, Beton (E)	33000000	kN/m ²
Spannung ($\sigma = F/A$)	1,000000	kN/m ³
dehnung ($\varepsilon = \sigma/E$)	0,00000003	[-]
effektive Länge der Lamelle, L	50,0	m
$\Delta L = \varepsilon \cdot L$	0,0000015152	m
horizontale Bettung= $\sigma/\Delta L$	660	MN/m ³

Tabelle 3: Bettung durch Schlitzwandlamellen

2.3.2 Teilsicherheiten, Kombinationswerte und Lastfallkombinationen

Der jeweilige Bemessungswert der Beanspruchung E_d wird bei der Betrachtung der Einwirkungskombinationen gemäß DIN EN 1990 [5] und DIN EN 1990/NA [5] ermittelt. In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die bei der Bemessung zu untersuchenden Einwirkungskombinationen für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit aufgeführt.

Kombination der Einwirkungen	Bemessungswert der Beanspruchung E_d (Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte nach Tabelle 5)
Tragfähigkeit	
Ständige und vorübergehende Bemessungssituation (BS-P)	NA: $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10)$
Gebrauchstauglichkeit	
Charakteristische (seltene)	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Häufige	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
Quasi-ständige	$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tabelle 4: Einwirkungskombinationen nach [5]

Mit

$G_{k,j}$	Charakteristischer Wert der ständigen Einwirkung	[-]
P	Maßgebender repräsentativer Wert der Vorspannung	[-]
$Q_{k,1}$	Char. Wert der vorherrschenden veränderlichen Einwirkung	[-]
$Q_{k,i}$	Char. Wert der anderen veränderlichen Einwirkung	[-]
A_d	Bemessungswert der außergewöhnlichen Einwirkung	[-]
$\gamma_{G,j}$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen $G_{k,j}$	[-]
$\gamma_{Q,i}$	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen $Q_{k,i}$	[-]
γ_P	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen aus Vorspannung	[-]
$\psi_{0,i}$	Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen $Q_{k,i}$	[-]

$\Psi_{1,1}$	Kombinationsbeiwert für die vorherrschende veränderliche Einwirkung $Q_{k,1}$	[-]
$\Psi_{2,i}$	Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen $Q_{k,i}$	[-]

Die charakteristischen Einwirkungen aus Erddruck infolge von Eigengewicht und Verkehrslasten werden gemäß DIN 1054 [9] nach DIN 4085 [10] ermittelt. Die Biege- und Schubbemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie die Nachweise der Rissbreitenbeschränkung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit erfolgen gemäß DIN EN 40-2 und DIN EN 1992-2/NA [8].

	Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte (gem. DIN 1054, DIN EN 1992-2 und DIN EN 1990)		
	ungünstig	günstig	
Einwirkungen			
ständige Einwirkungen - Konstruktionseigen- gewicht	$\gamma_G = 1,35$ (ULS-STR, BS-P) $\gamma_G = 1,0$ (SLS, BS-P)	$\gamma_{G,inf} = 1,0$ (STR, BS-P) $\gamma_G = 1,0$ (SLS, BS-P)	DIN 1054 Tab. A 2.1
ständige Einwirkungen - Überschüttung - Wasserdruk bzw. Flüssigkeitsdruck - aktiver Erddruck	$\gamma_{G,sup} = 1,35$ (STR, BS-P) $\gamma_G = 1,0$ (SLS, BS-P) $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 1,0$	$\gamma_{G,inf} = 1,0$ (STR, BS-P) $\gamma_G = 1,0$ (SLS, BS-P)	DIN 1054 Tab. A 2.1 DIN EN 1990/NA:2012- 12 Tab. NA.A.A.1.1
ständige Einwirkungen - Erdruhedruck	$\gamma_{G,E0} = 1,20$ (STR, BS-P) $\gamma_G = 1,0$ (SLS, BS-P)	$\gamma_{G,inf} = 1,0$ (STR, BS-P) $\gamma_{G,inf} = 1,0$ (SLS, BS-P)	DIN 1054 Tab. A 2.1
veränderliche Einwir- kungen - Verkehrslast auf der Tunneldecke - Verkehrslast inner- halb der Bebauung	$\gamma_{Q,sup} = 1,5$ (BS-P) $\psi_0 = \psi_1 = 0,40$, $\psi_2 = 0,0$, $\psi_{1,infq} = 0,8$ $\psi_0 = 0,80$, $\psi_1 = 0,7$ $\psi_2 = 0,5$	$\gamma_{Q,inf} = 0,0$ (BS-P) $\psi_0 = \psi_1 = 0,40$, $\psi_2 = 0,0$, $\psi_{1,infq} = 0,80$ $\psi_0 = 0,80$, $\psi_1 = 0,7$ $\psi_2 = 0,5$	DIN 1054 Tab. A 2.1 DIN EN 1990 Tab. A2.1 DIN EN 1990/NA:2012- 12 Tab. NA.A.A.1.1

Tabelle 5: Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte für die Bemessung nach DIN 1054 Tabelle A 2.1, DIN EN 1992-2 und DIN EN 1990

Widerstände		
Beton	$\gamma_c = 1,5$ (ULS, S+V) $\gamma_c = 1,0$ (SLS)	DIN EN 1992-1-1/NA Tabelle 2.1 DE NDP zu 2.4.2.4 (2)

Betonstahl	$\gamma_S = 1,15$ (ULS, S+V) $\gamma_S = 1,0$ (SLS)		DIN EN 1992-1-1/NA Tabelle 2.1 DE NDP zu 2.4.2.4 (2)
------------	--	--	--

Kombinationsbeiwerte:

Die Kombinationsbeiwerte ψ_i erfassen für unterschiedliche Zeitintervalle die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von veränderlichen Lasten in ungünstiger Größe und Kombination. Für die veränderlichen Einwirkungen aus dem Verkehr werden die Kombinationswerte aus der DIN EN 1990 [5] Tabelle A2. 1 für gleichmäßig verteilte Verkehrslasten angesetzt. Für das gleichzeitige Auftreten veränderlicher Lasten. Wenn die vorherrschende veränderliche Einwirkung Q_{k1} nicht offensichtlich ist, muss jede veränderliche Einwirkung der Reihe nach als vorherrschend untersucht werden.

Mit

Hohe Wahrscheinlichkeit	Ψ	[-]
Mittlere Wahrscheinlichkeit	Ψ	[-]
Geringe Wahrscheinlichkeit	Ψ	[-]

Tabelle A2.1 — Empfehlung für die Zahlenwerte der ψ -Faktoren für Straßenbrücken					
Einwirkung	Bezeichnung		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Verkehrslasten (siehe EN 1991-2, Tabelle 4.4)	gr1a (LM1+Lasten auf Gehwegen oder Radwegen) ^a	Doppelachse	0,75	0,75	0
		Gleichmäßig verteilte Last	0,40	0,40	0
		Gehweg- und Radwegbelastung ^b	0,40	0,40	0
	gr1b (Einzelachse)		0	0,75	0
	gr2 (Horizontalkräfte)		0	0	0
	gr3 (Gehwegbelastung)		0	AC gestrichener Text AC 0,40 AC	0
	gr4 (LM4 – Menschengedränge)		0	AC gestrichener Text AC — AC	0
	gr5 (LM3 – Spezialfahrzeuge)		0	AC gestrichener Text AC — AC	0

ANMERKUNG 2 Wenn der Nationale Anhang für einige Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit für Stahlbetonbrücken auf „nicht häufige“ Kombinationen von Einwirkungen verweist, können darin auch die Zahlenwerte von $\psi_{1,infq}$ festgelegt werden. Die empfohlenen Zahlenwerte von $\psi_{1,infq}$ sind:

- 0,80 für gr1a (LM1), gr1b (LM2), gr3 (Gehwegbelastung), gr4 (LM4, Menschengedränge) und T (Temperatur-einwirkungen);
- 0,60 für F_{WV} in ständigen Bemessungssituationen;
- 1,00 in anderen Fällen (d. h. der charakteristische Wert wird als „nicht häufiger“ Wert verwendet).

ANMERKUNG 3 Die charakteristischen Werte für Einwirkungen aus Wind und Schnee während der Bauausführung sind in EN 1991-1-6 definiert. Gegebenenfalls können repräsentative Werte für Einwirkungen infolge Wasser (F_{wa}) im Nationalen Anhang oder für ein Einzelprojekt definiert werden.

Abbildung 4: Auszug aus der Tabelle A2.1 aus der DIN EN 1990:2010-12

3. Lastannahmen

3.1 Ständige Einwirkungen

3.1.1 Konstruktionseigengewicht Lastfall 1

Der Stahlbetonkonstruktion wird eine Wichte von $\gamma_g = 25 \text{ kN/m}^3$ angesetzt.

3.1.2 Horizontallasten aus Boden + ständige Lasten + Grundwasser (Lastfall 2):

Die Belastung infolge Erddruck, Ständige Gelichlast $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ und Grundwasser werden aus der Statik für den Verbau entnommen. Der Erddruck auf der Schlitzwand wird aus dem erhöhter Erddruck (mit 75% Erdruchdruckanteil).

Daten aus der Verbaustatik [1]:

z [m]	H _{g,k} [kN/m]
94.50	0.00
94.50	0.00
92.35	93.38
89.00	246.68
	246.68
87.82	258.51
84.64	290.31
84.50	291.68
81.56	321.12
80.60	330.68
	330.68
79.86	331.53
77.60	334.10
76.07	335.84
76.04	335.88
72.15	340.31
70.50	342.20
	342.20
69.71	343.09
69.50	343.34
	467.48
65.20	496.32
62.75	509.88
62.70	510.18
61.60	516.28
59.50	527.92
	476.47
54.33	501.90
54.30	502.03

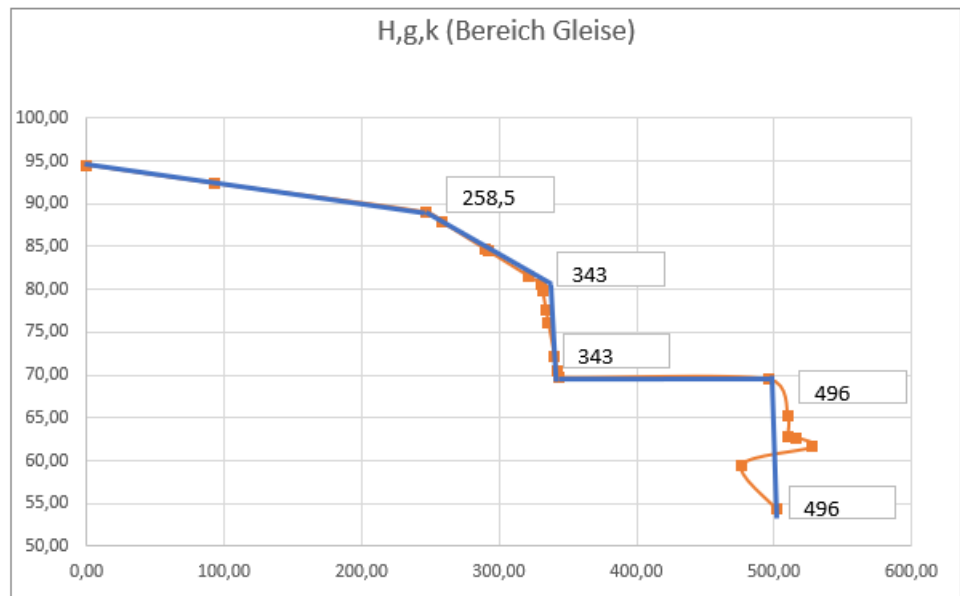


Tabelle 6 : Berechnung Horizontaldruck auf die Schlitzwand infolge $H_{g,k}$ (FIDES) [1]

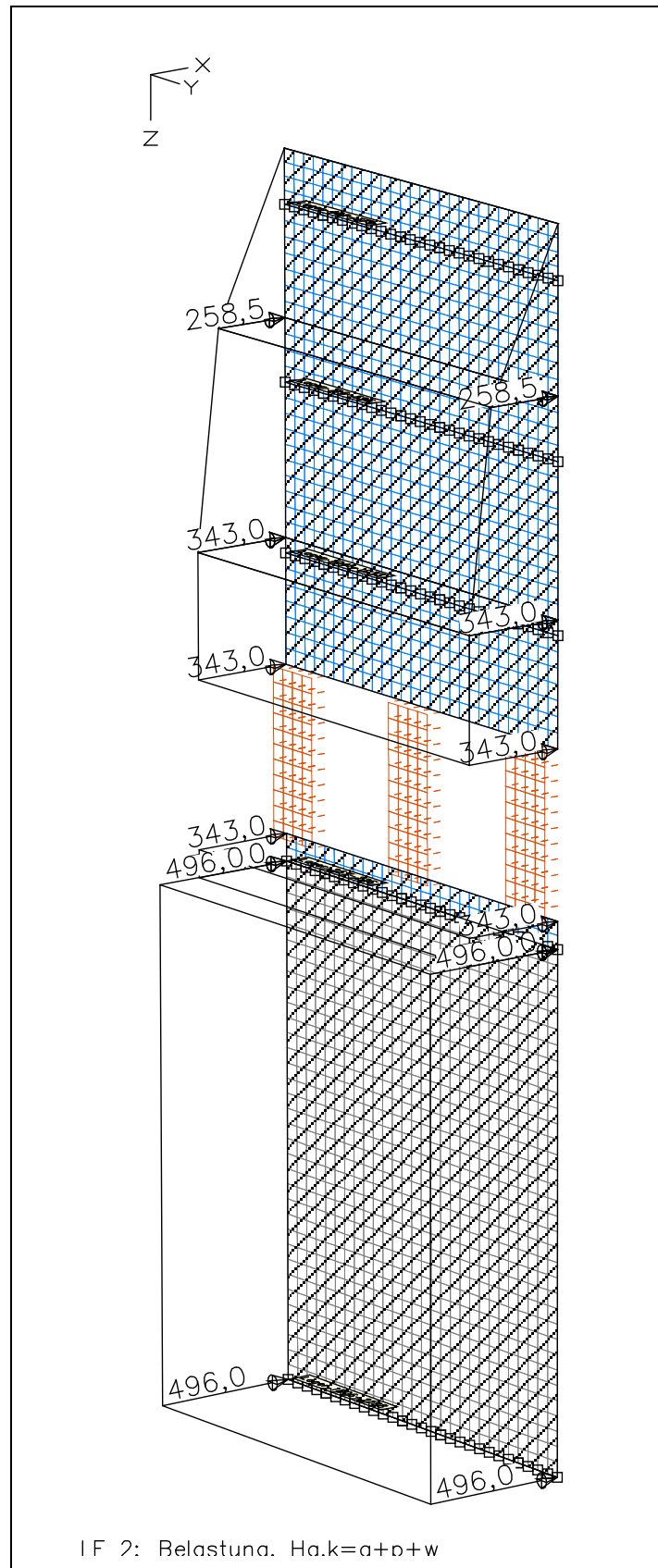


Abbildung 5: Lastfälle: 2: Summe von $H_{g,k} + p + w$

3.1.3 Lasten infolge des Tunnels (Lastfälle 3 und 13):

Der zusätzliche Horizontaldruck auf die Schlitzwand infolge des daneben Tunnels wird vom Mittelwert der Horizontalspannung auf den Tunnel (aus Lastfälle 2) berechnet und im Model als Linienlast eingetragen.

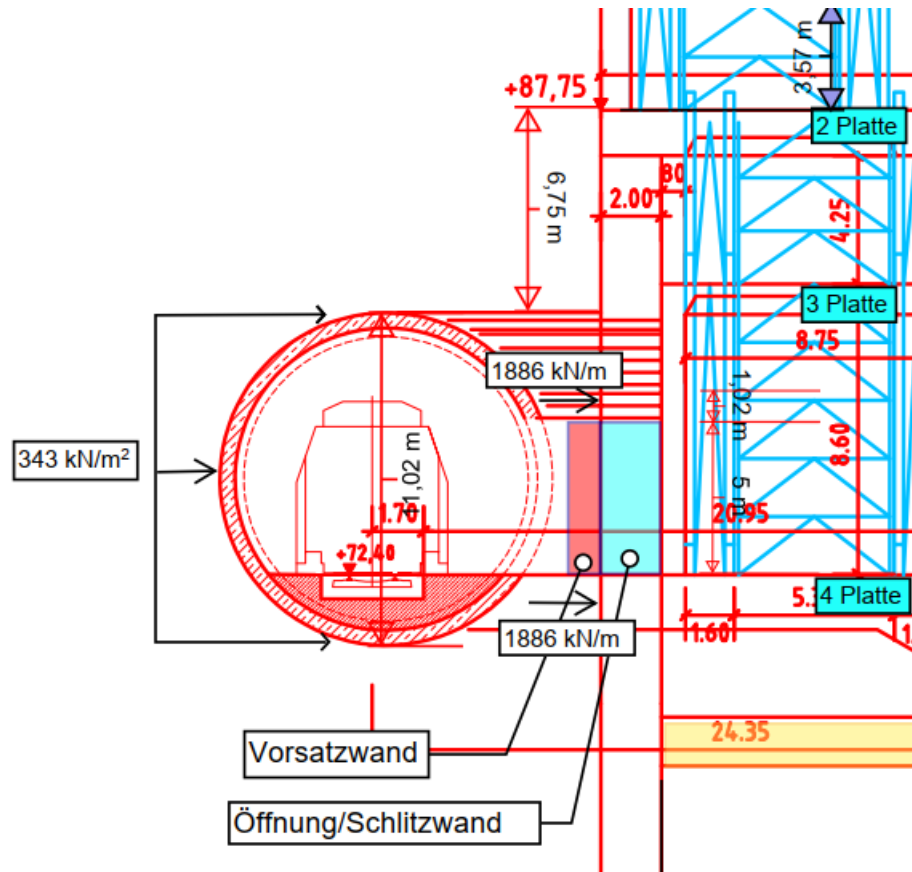


Abbildung 6: Skizze Lastverteilung infolge Tunnel

- Horizontalbelastung infolge Lastumlagerung (auf der Wand, über der Stütze):

$$Tunnelhöhe = 11,0 \text{ m}$$

$$e_{Tunnel} = \frac{343 \text{ kN/m}^2 \cdot 11,0 \text{ m}}{2} = 1886,5 \text{ kN/m}$$

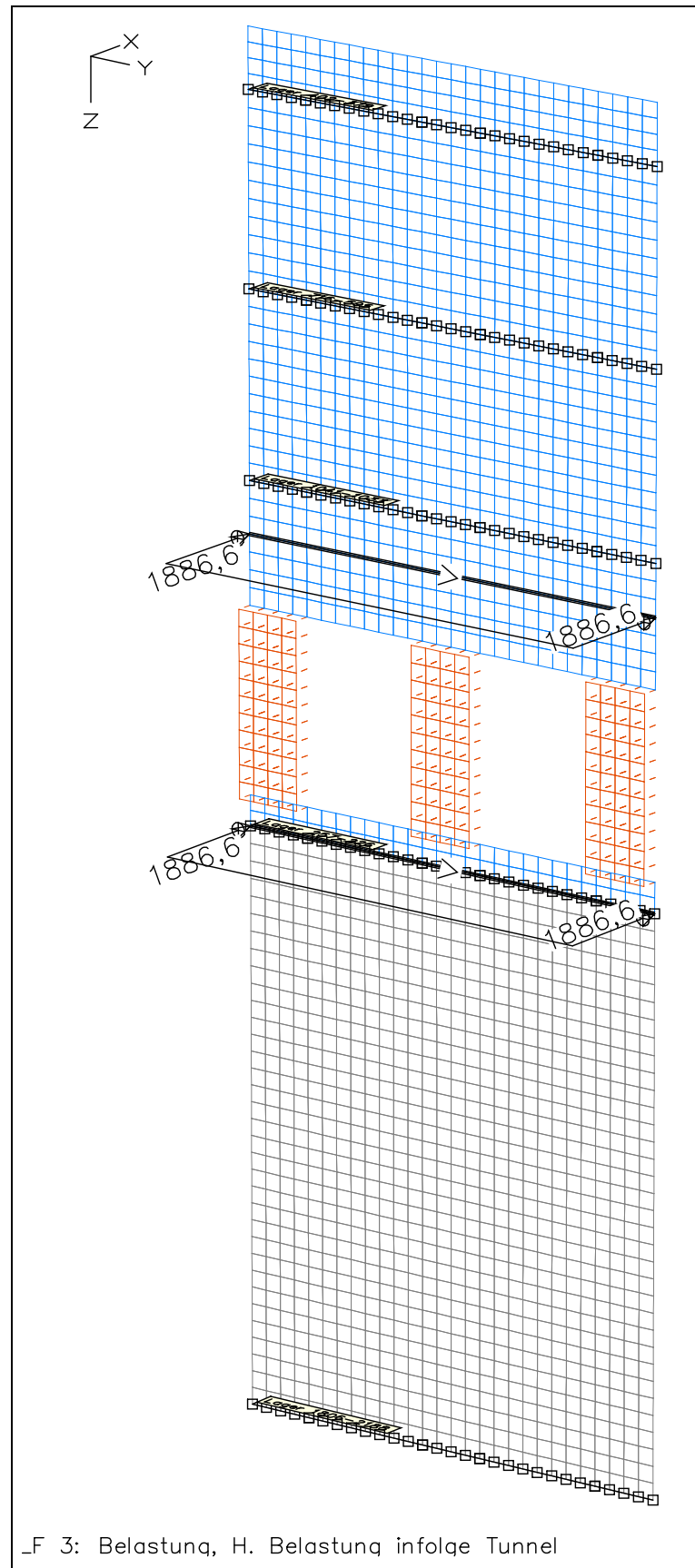


Abbildung 7: Lastfälle: 3, Horizontallast infolge des Tunnels

3.1.4 Lasten aus Gleise LM71 (Lastfall 14):

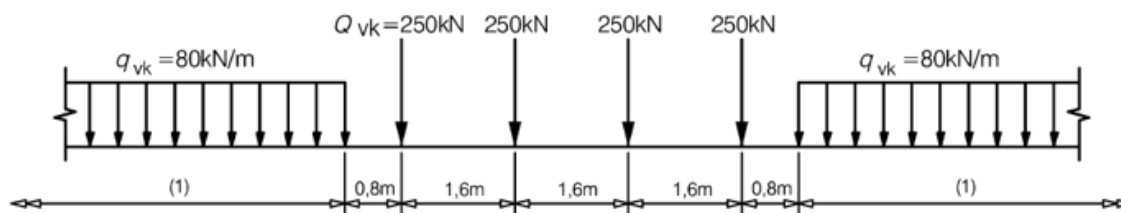


Abbildung 8: Lastmodell 71 [6]

Die Horizontalbelastung infolge LM71 wird aus der Verbau-Berechnung in FIDES entnommen:

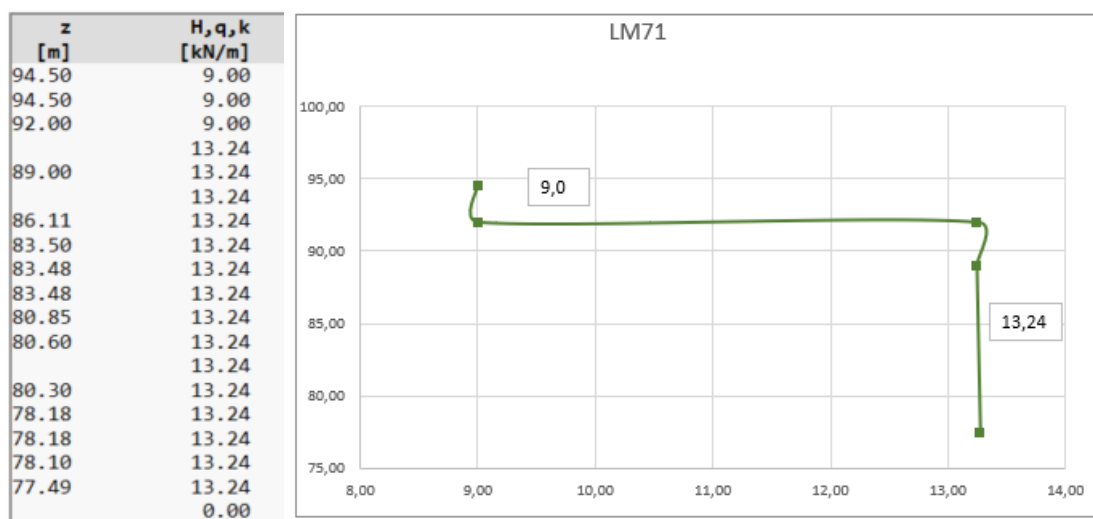
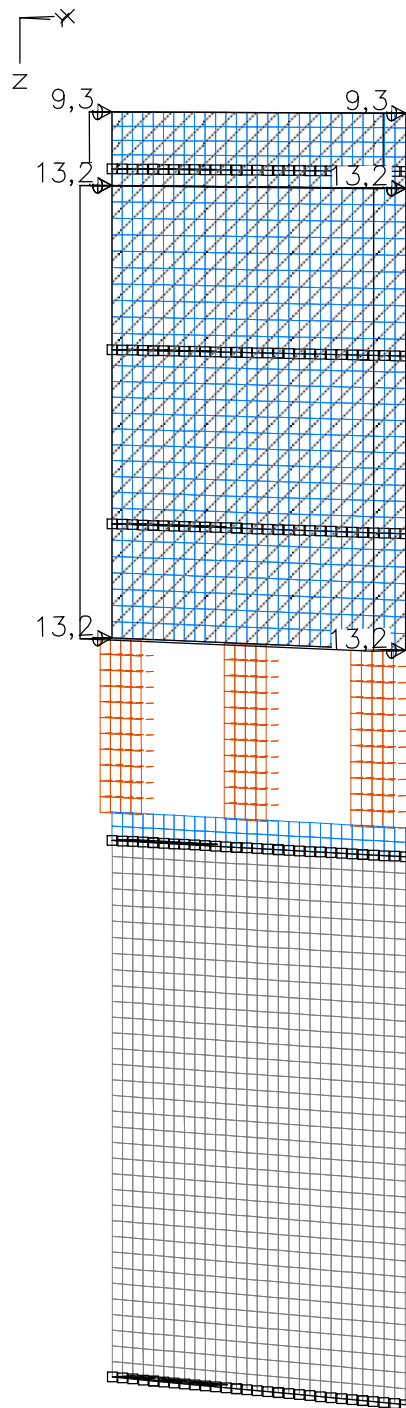


Tabelle 7: Berechnung Horizontalbelastung auf die Schlitzwand infolge LM71 (FIDES) [1]



I F 4: Belastung. H. Belastung infolge LM71

Abbildung 9: Lastfall 4, Horizontallast infolge LM71

4. Bemessungskombination

Für die Bemessungskombination siehe der EDV-Druck.

5. Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Die einzelnen Nachweis- und Bemessungsabläufe werden mit Hilfe des Programmes InfoCAD geführt, das Ergebnis befinden sich im Anhang.

5.1 Biegebewehrung - Tragfähigkeit

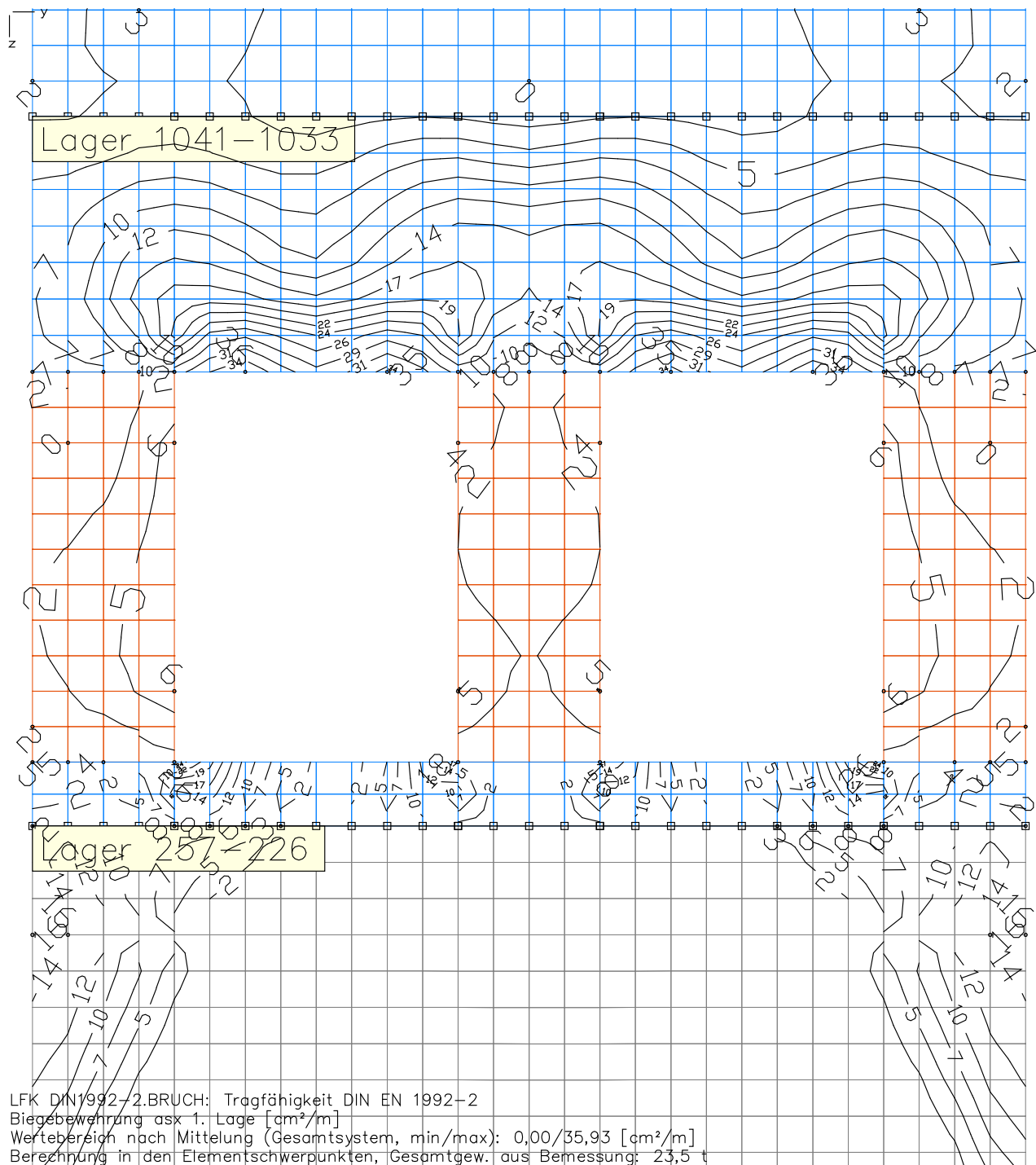


Abbildung 10: Horizontalbewehrung Innenseite

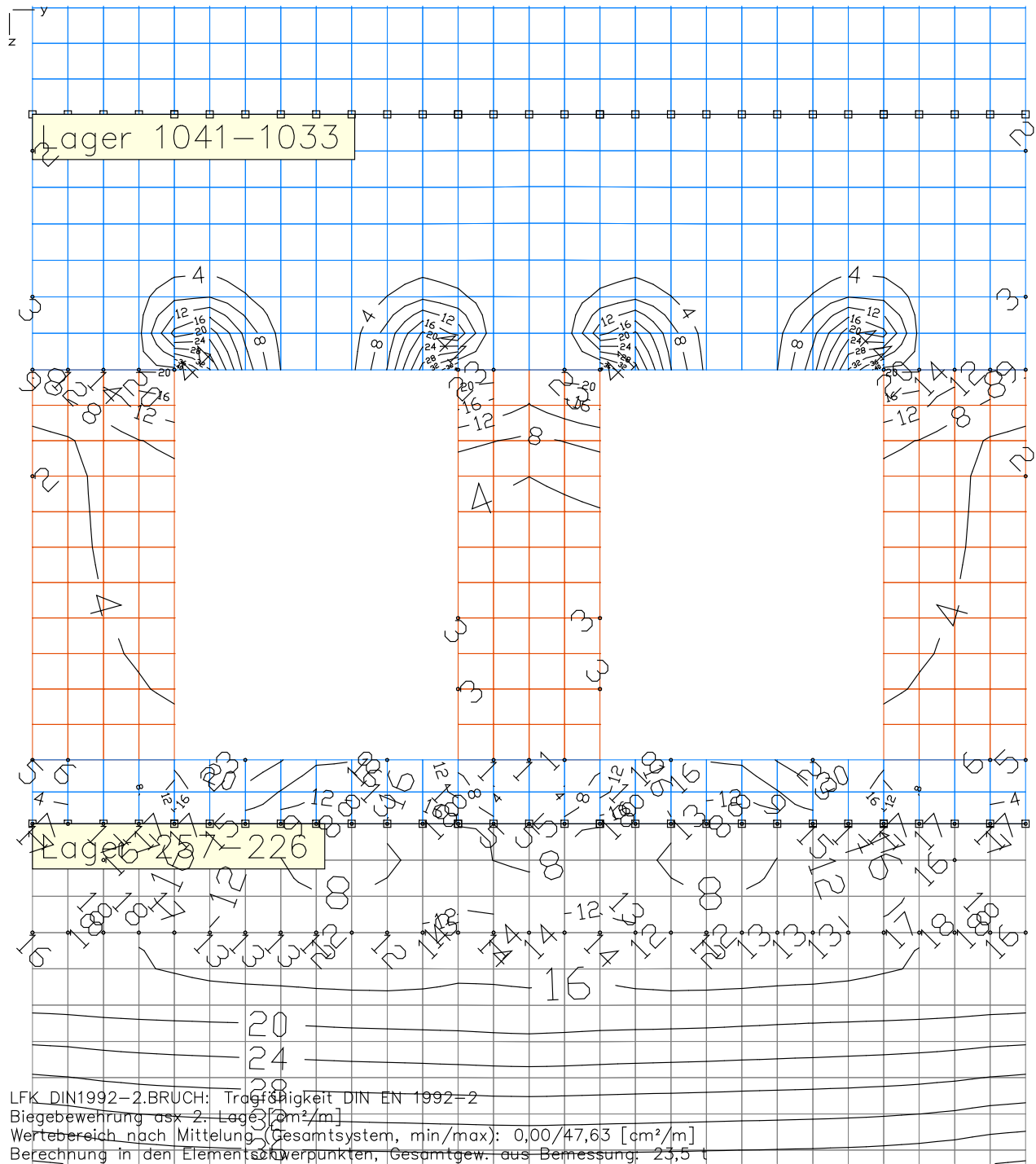
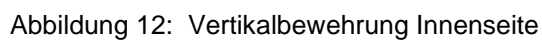


Abbildung 11: Horizontalbewehrung Erdseite



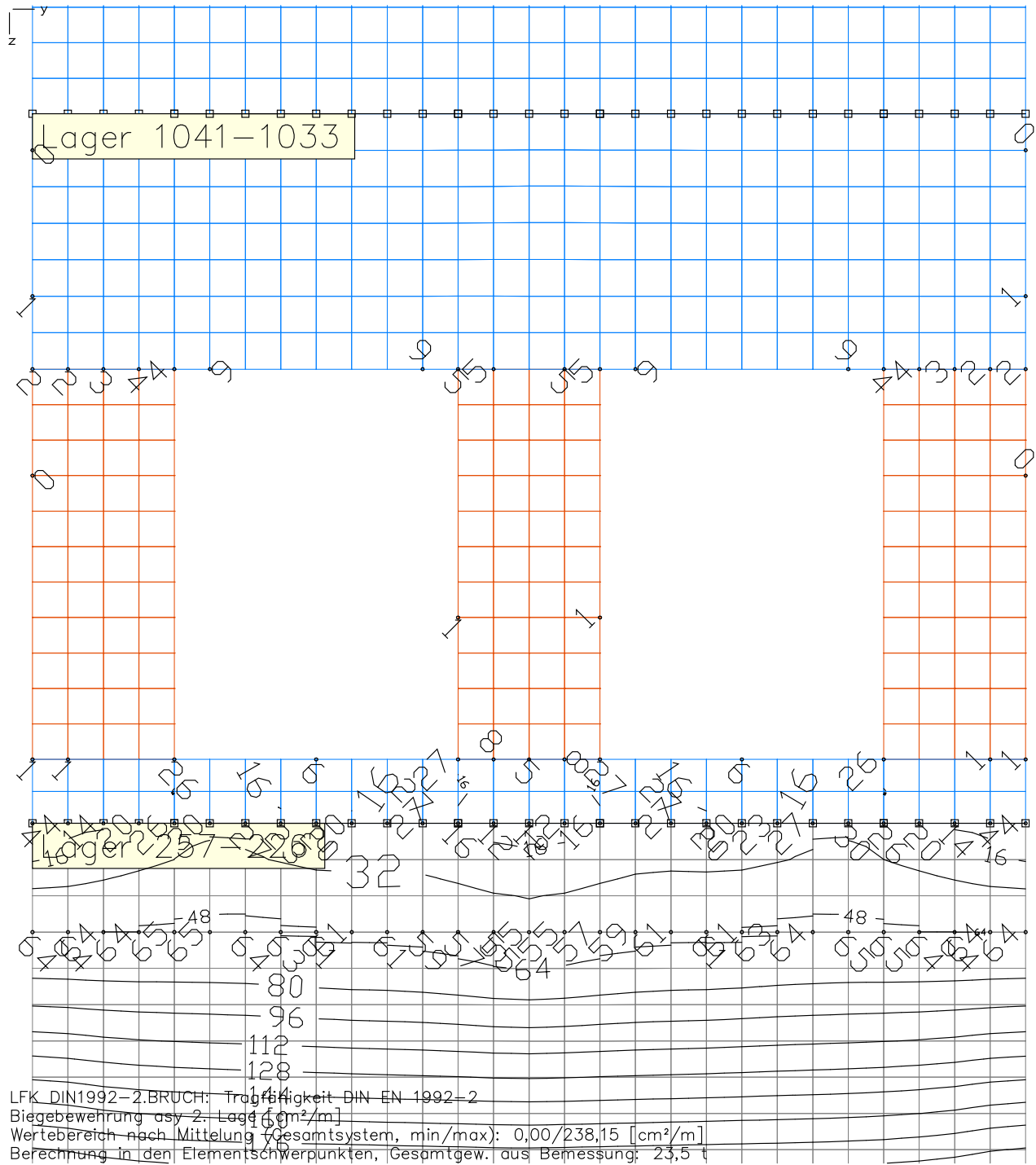


Abbildung 13: Vertikalbewehrung Erdseite

5.2 Schubbewehrung

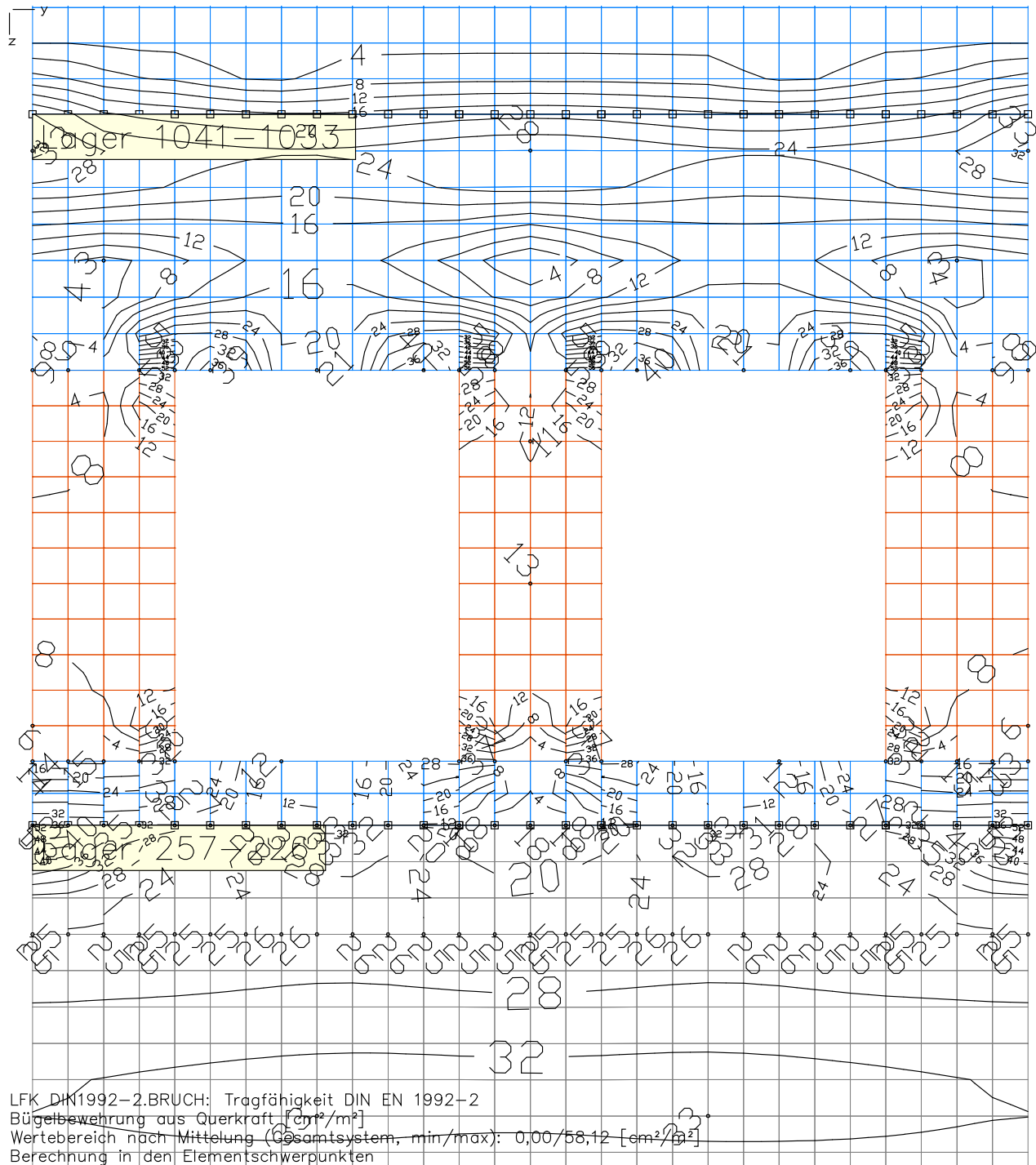


Abbildung 14: Bügelbewehrung aus Querkraft

Anlage 1

Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

TypB_S2-O-T2-2-SK-SM_ST

Berechnung und Bemessung

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020

INHALT	
Inhalt	1
Querschnitt	
Bemaßung	3
2D	4
3D	5
Eingabedaten	
Systemkenngrößen	6
Querschnittswerte	6
Materialkennwerte	6
Bettung	7
Steifemodul	-
Übersicht der Lastfälle und Kombinationen	
Übersicht Lastfälle	7
Lastfallkombination 1, Ständig	7
Lasten	
LF 1: Belastung, EG	8
LF 2: Belastung, Hg,k=g+p+w	9
LF 3: Belastung, H. Belastung infolge Tunnel	10
LF 4: Belastung, H. Belastung infolge LM71	11
Bemessung	
Betonstahl für Flächenelemente	12
Einwirkungen DIN EN 1992-2 Brückennachweise	12
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2	13
Schnittgrößen	
Schrumpfdarstellung; Lokale Schnittkraftsysteme	16
Schnittgrößen nx max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2	17
Schnittgrößen ny max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2	18
Schnittgrößen mx max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2	19
Schnittgrößen my max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2	20
Schnittgrößen qr; 1. Ständige und vorübergehende Situation, DIN EN 1992-2	21
Schnittgrößen nx max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-2	22
Schnittgrößen ny max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-2	23
Schnittgrößen mx max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-2	24
Schnittgrößen my max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-2	25
Schnittgrößen qr; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-2	26
Bewehrung	
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-2	27
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-2	28
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-2	29
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-2	30
Biegebewehrung asx 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-2	31
Biegebewehrung asx 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-2	32
Biegebewehrung asy 1. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-2	33
Biegebewehrung asy 2. Lage; Tragfähigkeit DIN EN 1992-2	34
Biegebewehrung asx 1. Lage; Rissesicherung DIN EN 1992-2	35
Biegebewehrung asx 2. Lage; Rissesicherung DIN EN 1992-2	36
Biegebewehrung asy 1. Lage; Rissesicherung DIN EN 1992-2	37
Biegebewehrung asy 2. Lage; Rissesicherung DIN EN 1992-2	38
Biegebewehrung asx 1. Lage; Robustheit DIN EN 1992-2	39
Biegebewehrung asx 2. Lage; Robustheit DIN EN 1992-2	40

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :	M = 1:	

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020
<p> Biegebewehrung asy 1. Lage; Robustheit DIN EN 1992-2 41 Biegebewehrung asy 2. Lage; Robustheit DIN EN 1992-2 42 Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-2 43 </p>		
<div> <div> <div>Bauteil :</div> <div>Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände</div> </div> <div> <div>Block :</div> <div>S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B</div> </div> <div> <div>Vorgang :</div> <div>M = 1:</div> </div> </div> <div> <div>Archiv Nr.</div> </div>		

Verfasser: Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020
<div data-bbox="220 280 300 380"> </div> <div data-bbox="367 291 1308 1926"> </div>	
<div data-bbox="159 2027 1141 2072"> Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände </div> <div data-bbox="159 2083 694 2128"> Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B </div> <div data-bbox="159 2139 295 2172"> Vorgang : </div>	<div data-bbox="1308 2027 1436 2072"> Archiv Nr. </div> <div data-bbox="1085 2083 1197 2128"> Seite 3 </div> <div data-bbox="1085 2139 1260 2172"> M = 1: 200 </div>

Verfasser: Sweco GmbH		Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH		Abb.Nr.
Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt		Datum: 05.12.2020

2

2

z

y

40,00

17,00

90

5,50

3,60

5,50

5,70

1,80

Lager 1806-2188

Lager 257-226

Lager 1041-1033

Lager 716-595

Lager 402-379

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :		

Seite 4

M = 1: 210

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020

Systemkenngrößen

2209 Knoten	
2064 Elemente	0 Stabelemente
145 Festhaltungen	0 Plattenelemente
0 Koppelungen	0 Scheibenelemente
4 Materialkennwerte	2064 Schalenelemente
4 Querschnittswerte	0 Seilelemente
4 Lastfälle	0 Volumenelemente
1 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Schwerpunkt
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
1601 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	Wand ohne Bettung Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 2,0000 = 1 = 1	drillsteif
2	Fläche	Wand mit Bettung Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 2,0000 = 1 = 1	drillsteif
4	Fläche	dickere Wand Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 3,0000 = 1 = 1	drillsteif
5	Fläche	Wand Bereich Lamelle Elementdicke [m] Orthotropie dzy/dz E-Modul Platte/Scheibe	dz = 2,0000 = 1 = 1	drillsteif

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
3	4	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
4	5	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :	M = 1:	

17.11.2020 nördliche Schlitzwand neue

05.12.2020

11:54:12

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020

Bettung

	Nr.	Bettung am Anfang [MN/m³]			Bettung am Ende [MN/m³]			Bettungsbreite [m]		
		k _{bx}	k _{by}	k _{bz}	k _{bx}	k _{by}	k _{bz}	b _x	b _y	b _z
1	1	0	0	0						
2	2	0,9	0,9	9						
3	4	0	0	0						
4	5	6,6	6,6	660						

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Element- bzw. Oberflächensystems.

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	EG
2	H _g ,k=g+p+w
3	H. Belastung infolge Tunnel
4	H. Belastung infolge LM71

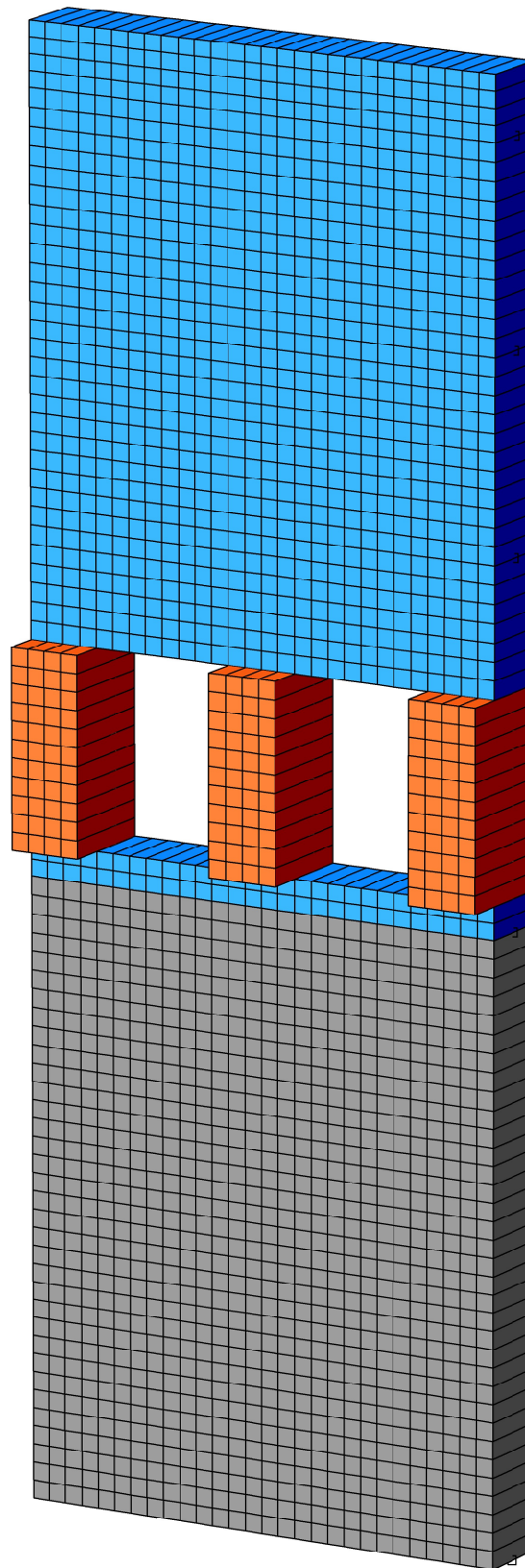
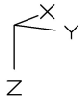
Lastfallkombination 1, Ständig

Ständige Einwirkung	Faktor
1 EG	1,000
2 H _g ,k=g+p+w	1,000
3 H. Belastung infolge Tunnel	1,000

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :	M = 1:	

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020

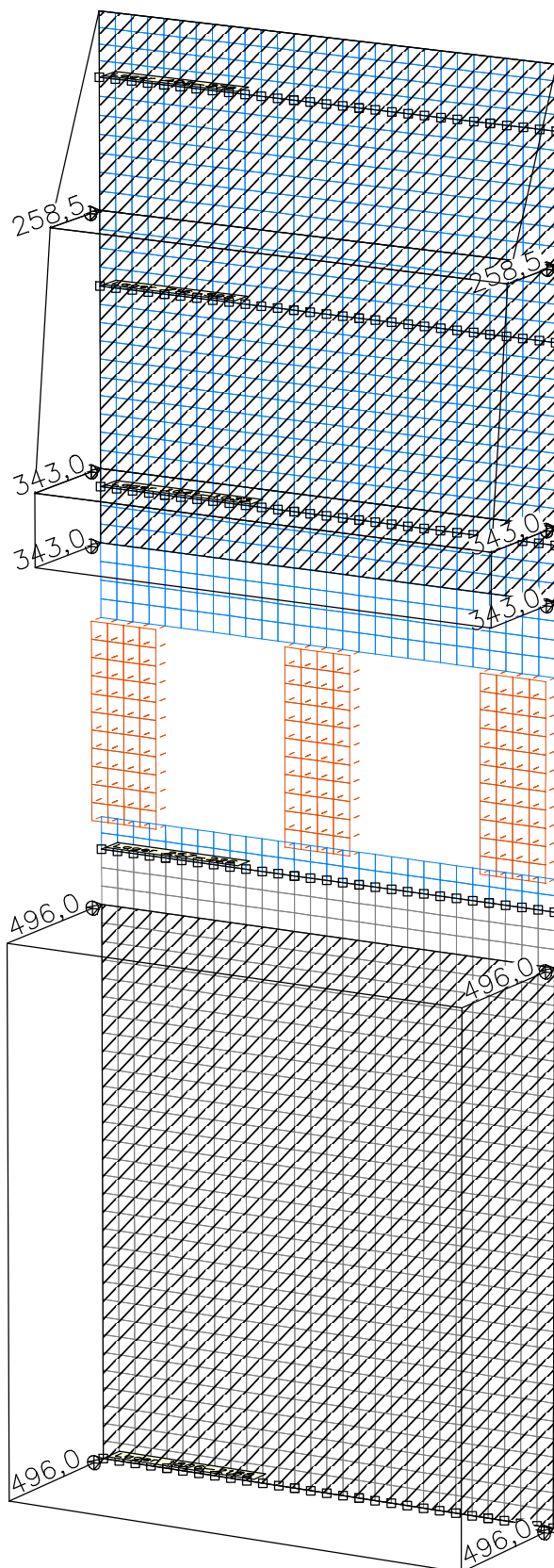
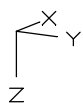
EIGENLAST



LF 1: Belastung, EG

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :	M = 1: 190	

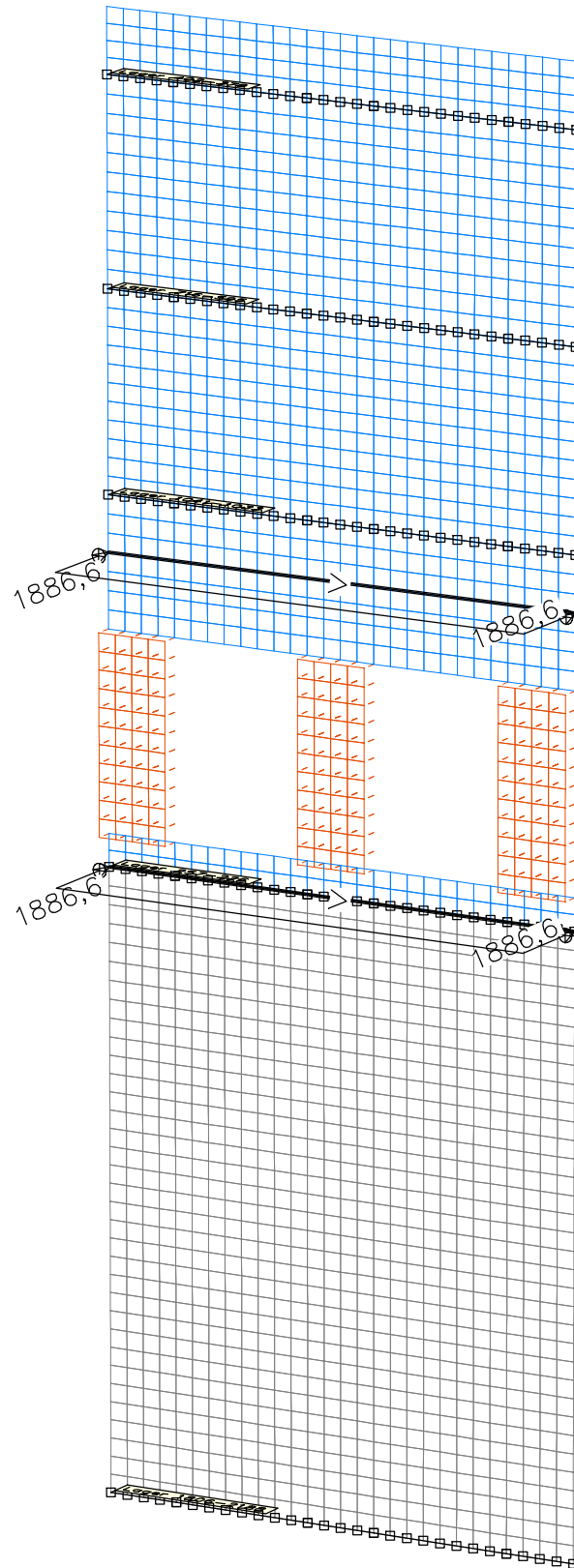
Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020



LF 2: Belastung, $H_g, k=g+p+w$

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	Seite 9
Vorgang :	M = 1: 190	

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020



LF 3: Belastung, H. Belastung infolge Tunnel

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Seite 10 M = 1: 190	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B		
Vorgang :			

Verfasser: Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020
<div data-bbox="220 280 300 380"> </div> <div data-bbox="475 295 1045 1928"> </div> <div data-bbox="165 1973 587 2002"> <p>LF 4: Belastung, H. Belastung infolge LM71</p> </div>	
<div data-bbox="165 2033 1134 2067"> Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände </div> <div data-bbox="165 2085 687 2119"> Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B </div> <div data-bbox="165 2136 288 2170"> Vorgang : </div>	<div data-bbox="1313 2033 1430 2067"> Archiv Nr. </div> <div data-bbox="1091 2085 1198 2119"> Seite 11 </div> <div data-bbox="1091 2136 1251 2170"> M = 1: 190 </div>

Verfasser:	Sweco GmbH		Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH		Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt		Datum: 05.12.2020

Betonstahl für Flächenelemente

Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm ² /m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm ² /m]	as fix	Walz- art
1	1	500S	0,120	0,120	0,000	0,140	0,140	0,000		Warm
	2	500S								Warm
2	1	500S	0,120	0,120	0,000	0,140	0,140	0,000		Warm
	2	500S								Warm
4	1	500S	0,120	0,120	0,000	0,140	0,140	0,000		Warm
	2	500S								Warm
5	1	500S	0,120	0,120	0,000	0,140	0,140	0,000		Warm
	2	500S								Warm

as Grundbewehrung
 d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand
 d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand
 Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand

DIN EN 1992-2 Einwirkungen

G1 - Ständige Einwirkung

K1 Ständig

Q1 - LM71, 1. Variante, inklusiv

4 H. Belastung infolge LM71

Ständige und vorübergehende Kombination, Situationen

Variante	Zustand	Einwirkungen
1)	End	G1

Ständige und vorübergehende Kombination, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
G1	1,35	1
Q1	1,5	0

Ständige und vorübergehende Kombination, Kombinationsbeiwerte

Variante	Q1
a)	1

Charakteristische (seltene) Kombination, Situationen

Variante	Zustand	Einwirkungen
1)	End	G1

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :	M = 1:	

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020

Charakteristische (seltene) Kombination, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
G1	1	1
Q1	1	0

Charakteristische (seltene) Kombination, Kombinationsbeiwerte

Variante	Q1
a)	1

Häufige Kombination, Situationen

Variante	Zustand	Einwirkungen
1)	End	G1

Häufige Kombination, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
G1	1	1
Q1	1	0

Häufige Kombination, Kombinationsbeiwerte

Variante	Q1
a)	0,75

Quasi-ständige Kombination, Situationen

Variante	Zustand	Einwirkungen
1)	End	G1

Quasi-ständige Kombination, Sicherheitsbeiwerte

Einwirkung	Gamma.sup	Gamma.inf
G1	1	1
Q1	1	0

Quasi-ständige Kombination, Kombinationsbeiwerte

Variante	Q1
a)	1

Bezugsnormen DIN EN 1992-2

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :	M = 1:	

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C H B P
1	XD2	Nicht vorgesp.	x + x x .	. . . . .	x	.	x . . .
2	XD2	Nicht vorgesp.	x + x x .	. . . . .	x	.	x . . .
4	XD2	Nicht vorgesp.	x + x x .	. . . . .	x	.	x . . .
5	XD2	Nicht vorgesp.	x + x x .	. . . . .	x	.	x . . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
(R) Mindestbewehrung (x), erf. Bewehrung (+) zur Begrenzung der Rissbreite.
(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.
(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.
(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.
(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.
(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.
(H) Schiefe Hauptzugspannungen.

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. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (6.107aDE) begrenzt.
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 Gl. (9.5a/bDE).
as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).
x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.
cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.
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]	cot Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Faktor max	x,y as	cvl Rtg	Red. Vor- spg.
1	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,20	.	0,00	0,00	0,60	0,20	. 120 .
2	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,20	.	0,00	0,00	0,60	0,20	. 120 .
4	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,20	.	0,00	0,00	0,60	0,20	. 120 .
5	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,20	.	0,00	0,00	0,60	0,20	. 120 .

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 Nutzhöhe 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	Nutzhöhe [m] d	Nutzhöhe [m] kd	Torsionsquerschn. [m] z1 z2 tef K.
1	1,000 .	2,000 .	1,880 0,90	. . . .
2	1,000 .	2,000 .	1,880 0,90	. . . .
4	1,000 .	3,000 .	2,880 0,90	. . . .
5	1,000 .	2,000 .	1,880 0,90	. . . .

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :	M = 1:	

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020

Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].
 max.s Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].
 sr,max Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].
 Xil Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.
 k Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.
 kt Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.
 Fakt. Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).
 Komb. Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk):
 CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination,
 ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten,
 NA = Einwirkungskombination nach DIN EN 1992-2/NA, Tabelle 7.101DE.
 Methode Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):
 kc Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3).
 auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
 wk Berech. = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4,
 Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N,
 Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. Ac,eff,
 Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. Ac,eff.
 RI Ringförmige Bestimmung von Ac,eff gemäß Wiese et al., Beton- und
 Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
 DB Bestimmung von As,min nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

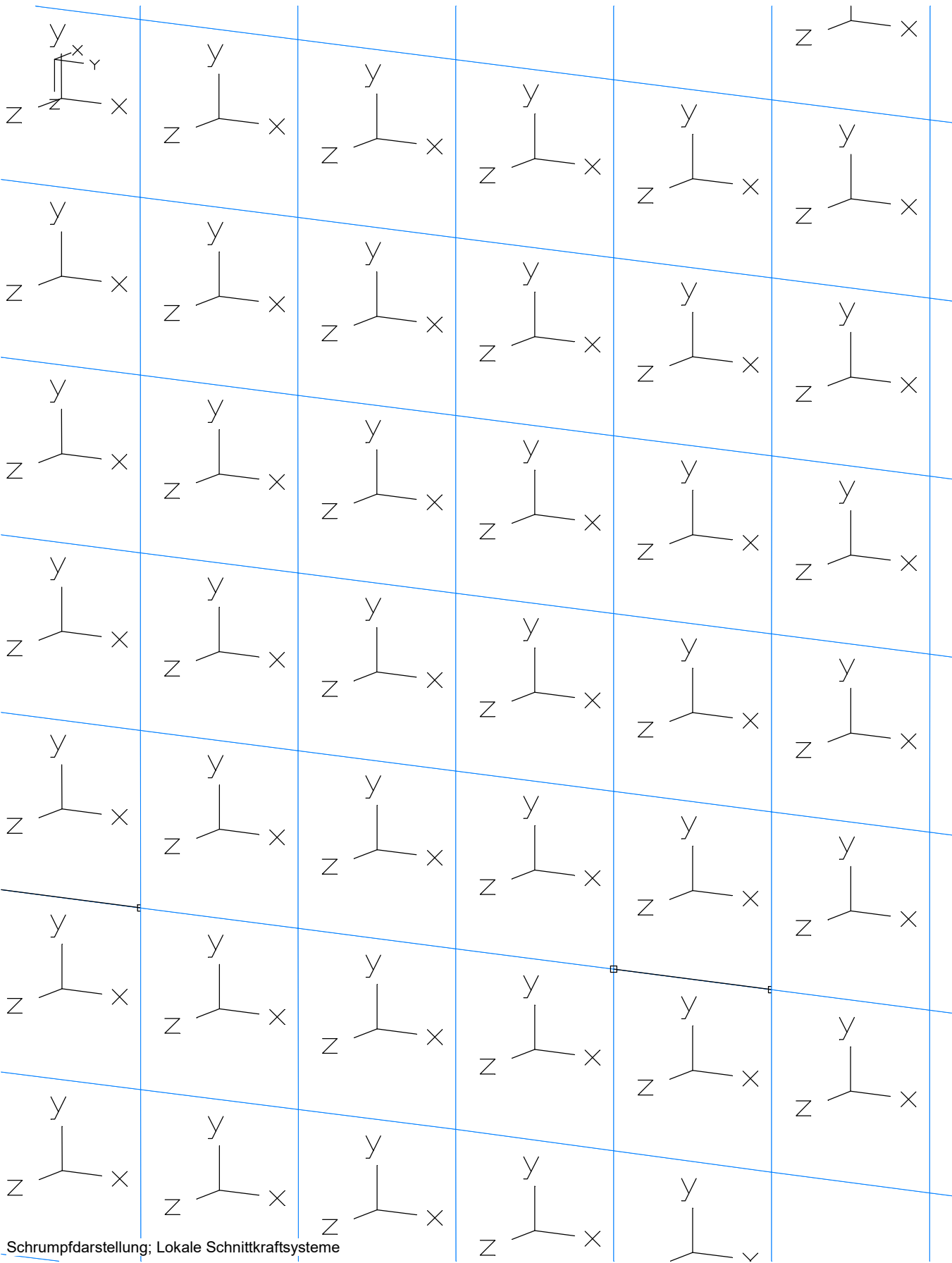
Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
		[mm]	s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk		
1	0,15	20	.	.	.	0,50	0,4	1,00	1,00	HK	HK	auto	Berech.	.	.
2	0,15	20	.	.	.	0,50	0,4	1,00	1,00	HK	HK	auto	Berech.	.	.
4	0,15	20	.	.	.	0,50	0,4	1,00	1,00	HK	HK	auto	Berech.	.	.
5	0,15	20	.	.	.	0,50	0,4	1,00	1,00	HK	HK	auto	Berech.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Av Fläche des Vollquerschnitts zur Ber. der Normalsp. aus Längskraft.
 Sigma.c Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
 (CK),(QK) Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
 (HK),(NA) Häufige Kombination, Kombination gemäß NA Tab. 7.101DE/7.102DE.

Qu.	Av	fck(t)	zul.sigma.c(t)	zul.sigma.c	zul.sigma.s	Dekompr.	H-Zug
	[m²]	[MN/m²]	(CK, QK)	(CK) (QK)	(CK)	K. Spann.	L.druck
1	.	.	.	0,60 fck	.	.	.
2	.	.	.	0,60 fck	.	.	.
4	.	.	.	0,60 fck	.	.	.
5	.	.	.	0,60 fck	.	.	.

Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :	M = 1:	

Verfasser: Sweco GmbH					Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH					Abb.Nr.
Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt					Datum: 05.12.2020
					
Schrumpfdarstellung; Lokale Schnittkraftsysteme					
Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände					Archiv Nr.
Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B				Seite 16	
Vorgang :				M = 1: 15	

Verfasser: Sweco GmbH

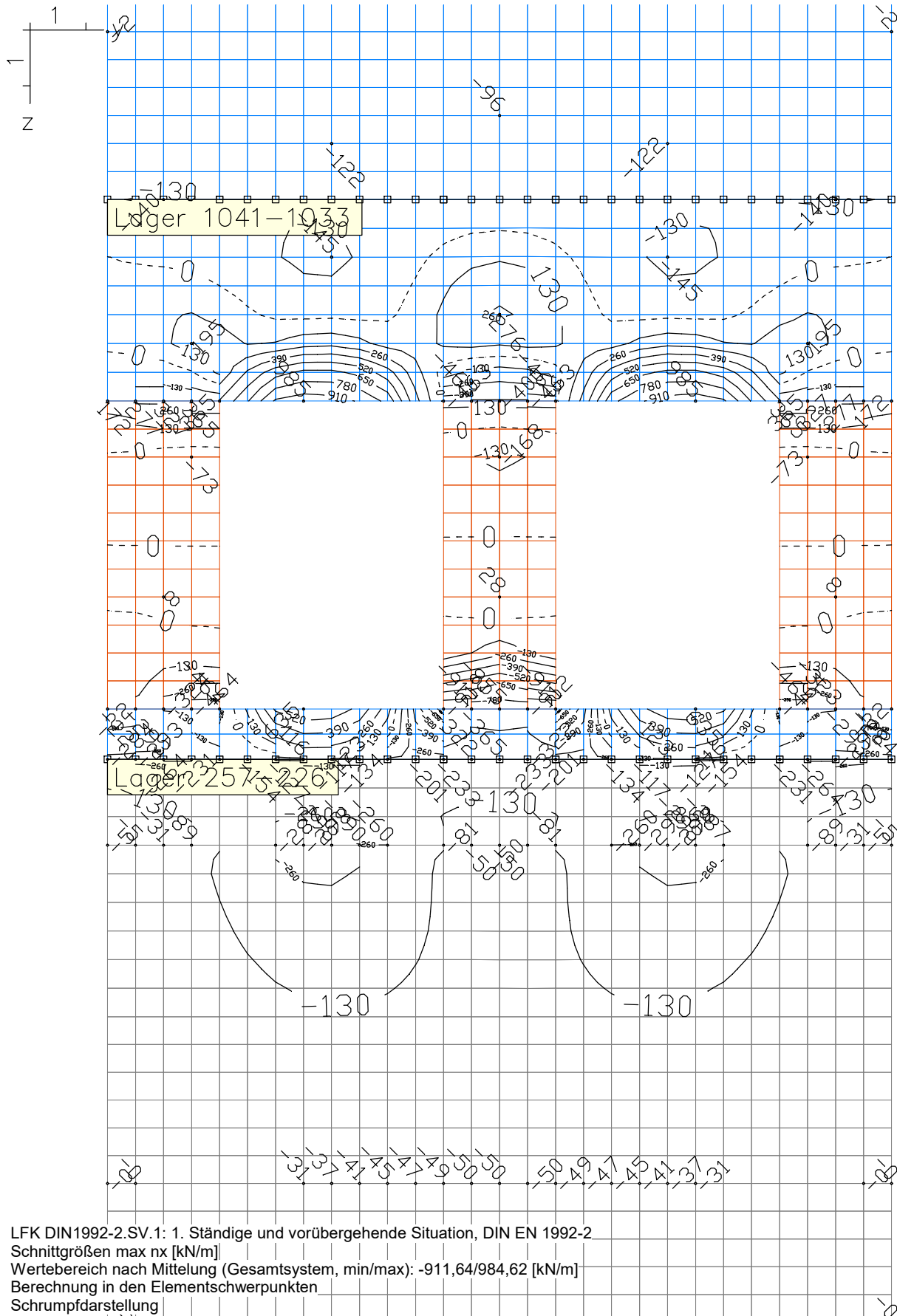
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 17

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser: Sweco GmbH

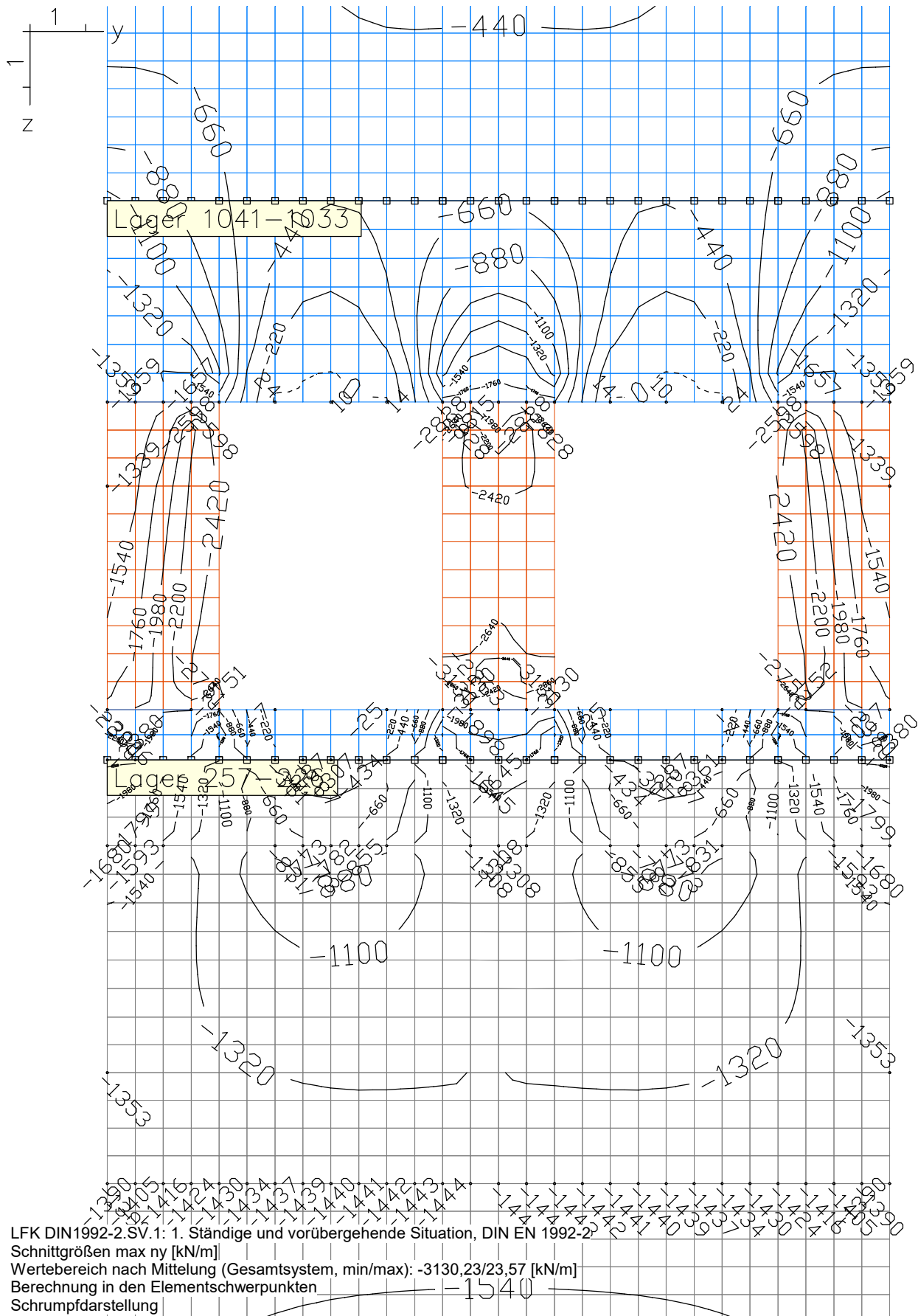
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 18

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser: Sweco GmbH

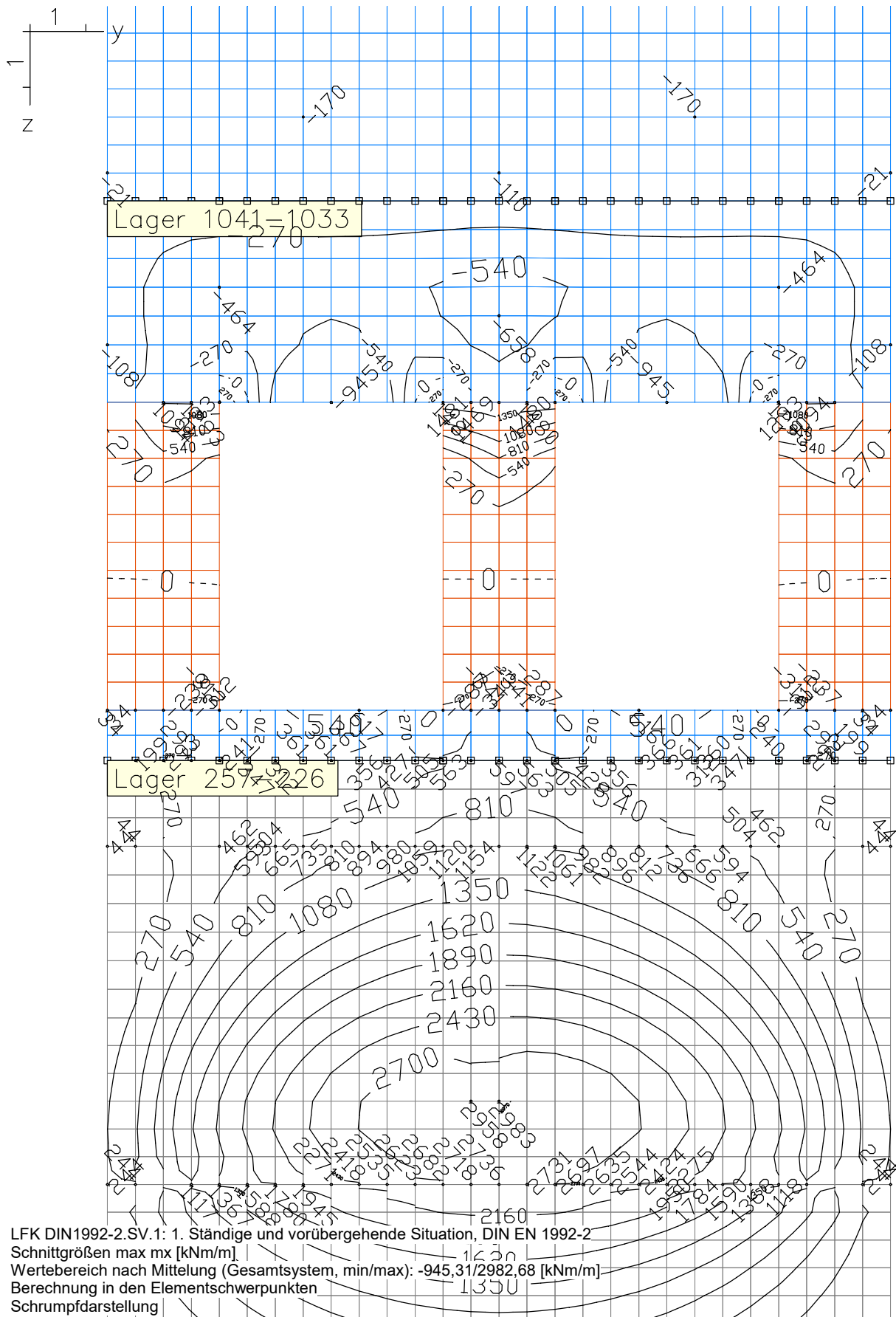
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

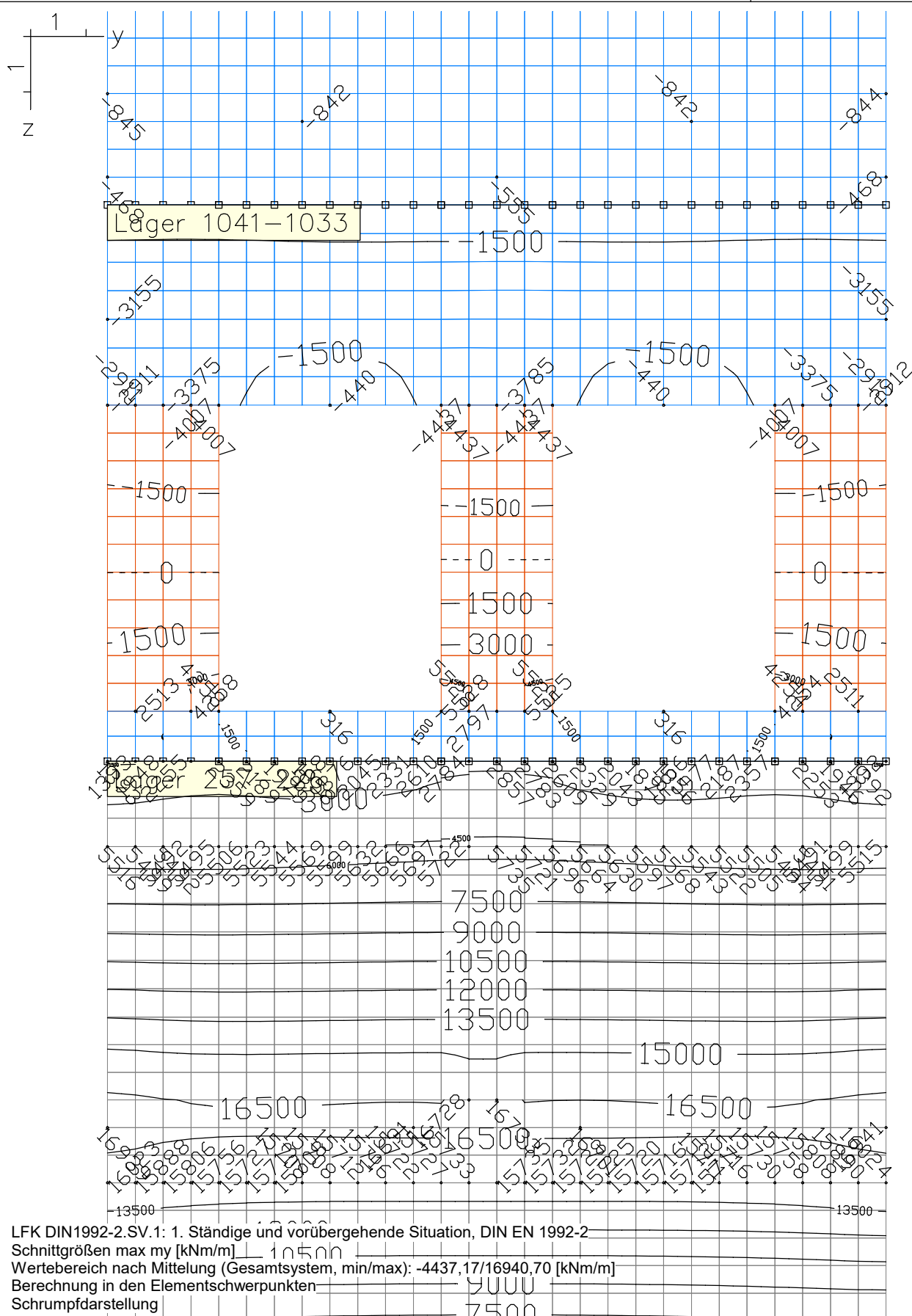
Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 19

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020



Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	Seite 20
Vorgang :	M = 1: 100	

Verfasser: Sweco GmbH

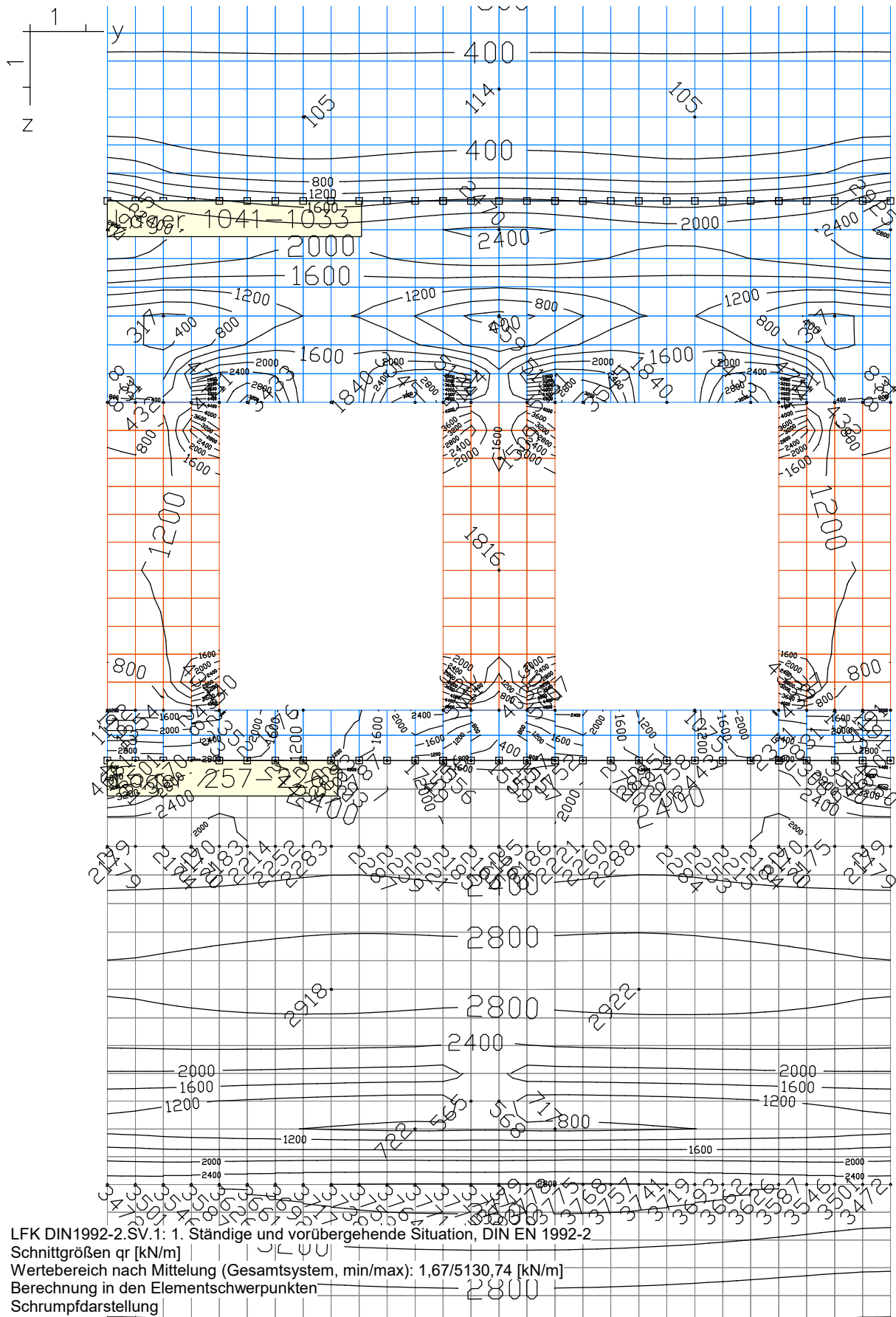
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 21

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser: Sweco GmbH

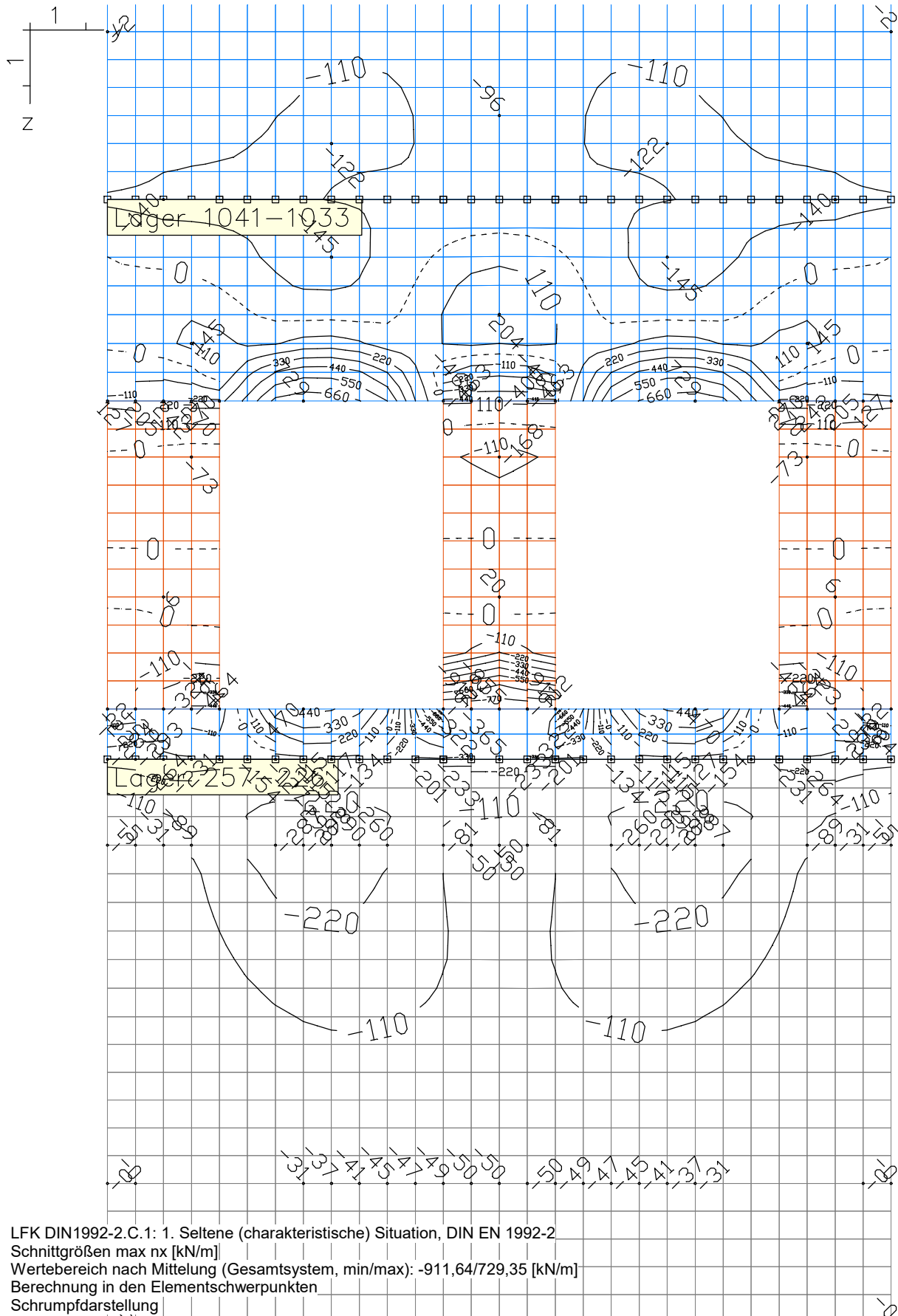
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 22

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser: Sweco GmbH

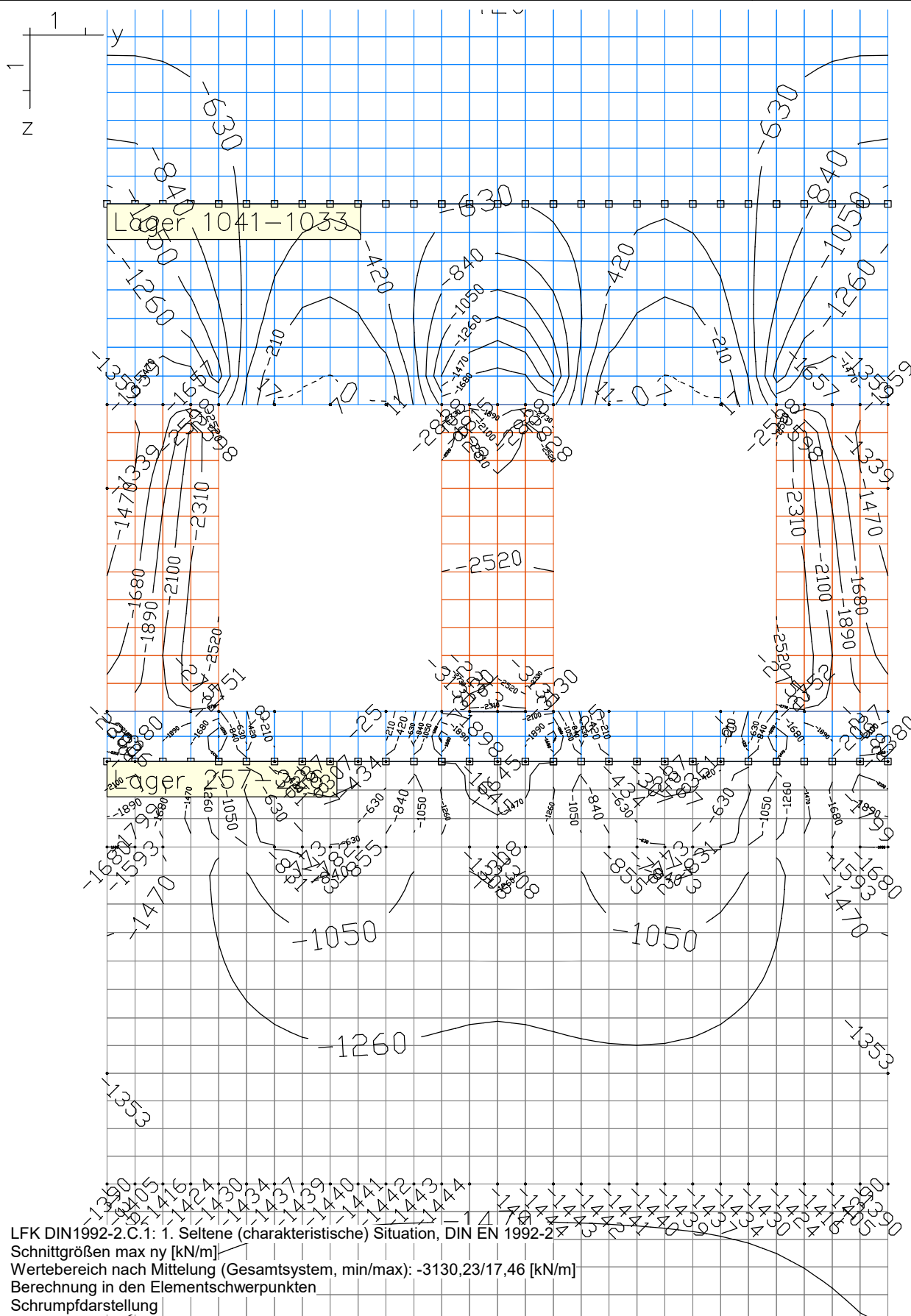
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 23

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser: Sweco GmbH

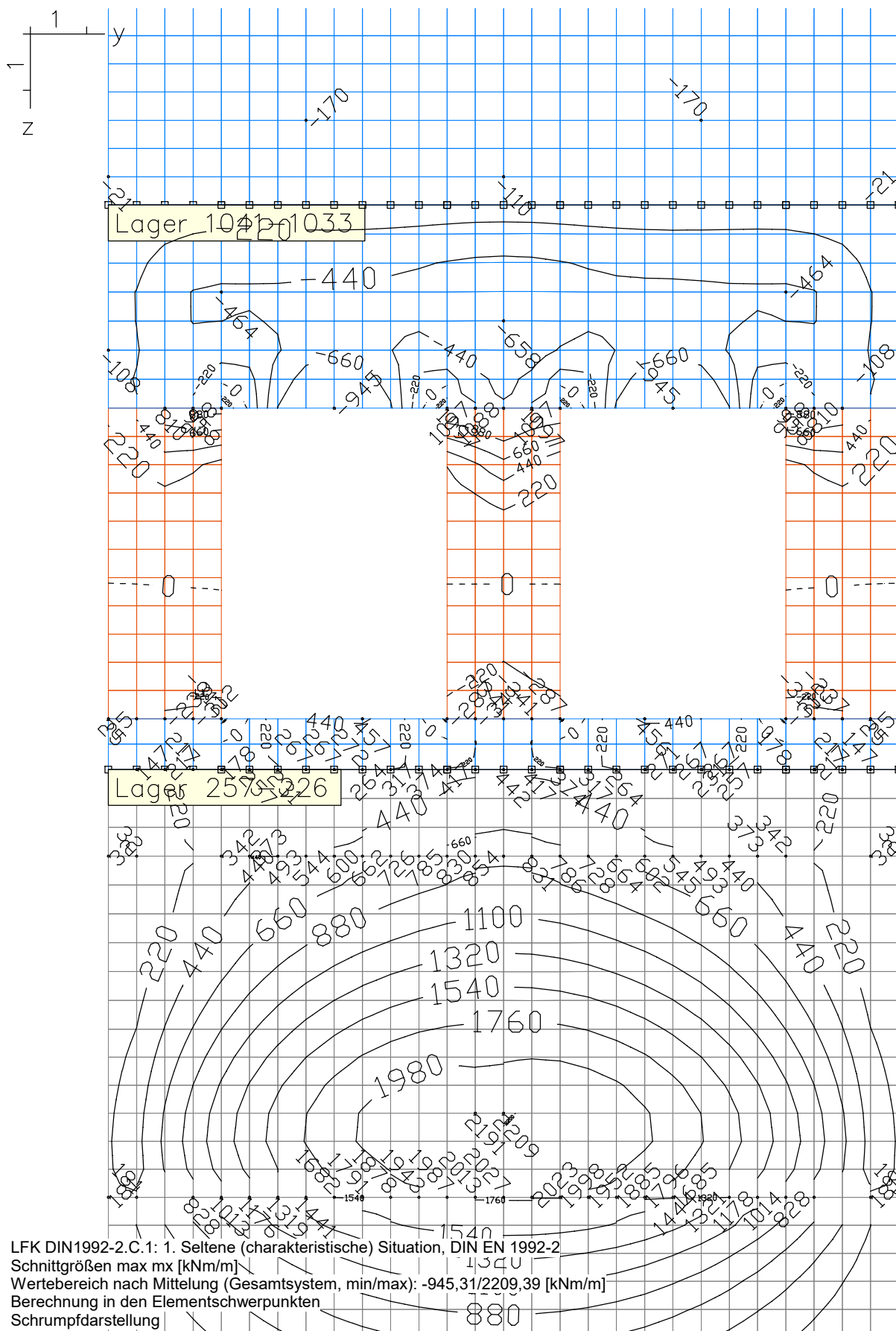
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 24

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser: Sweco GmbH

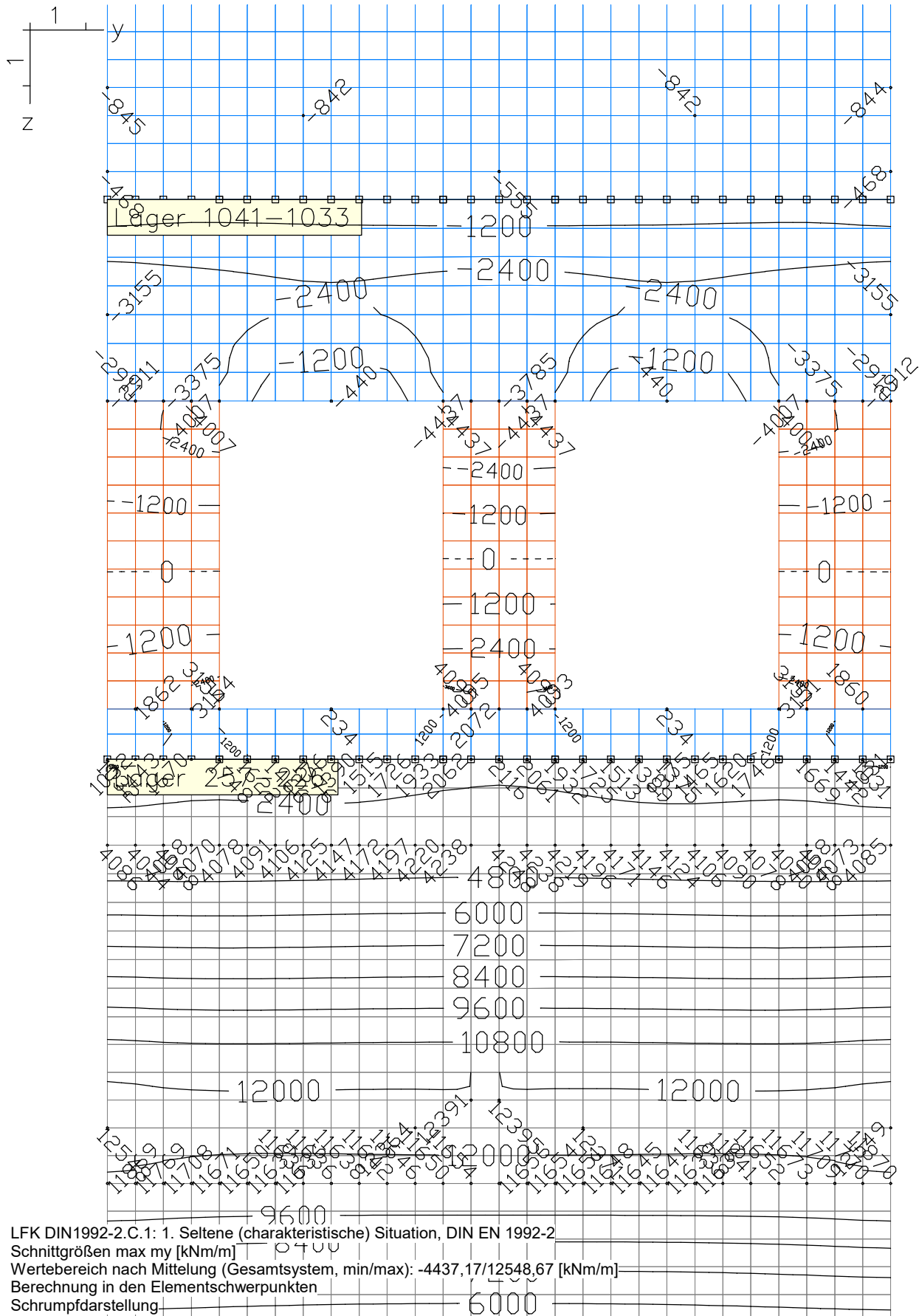
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 25

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser: Sweco GmbH

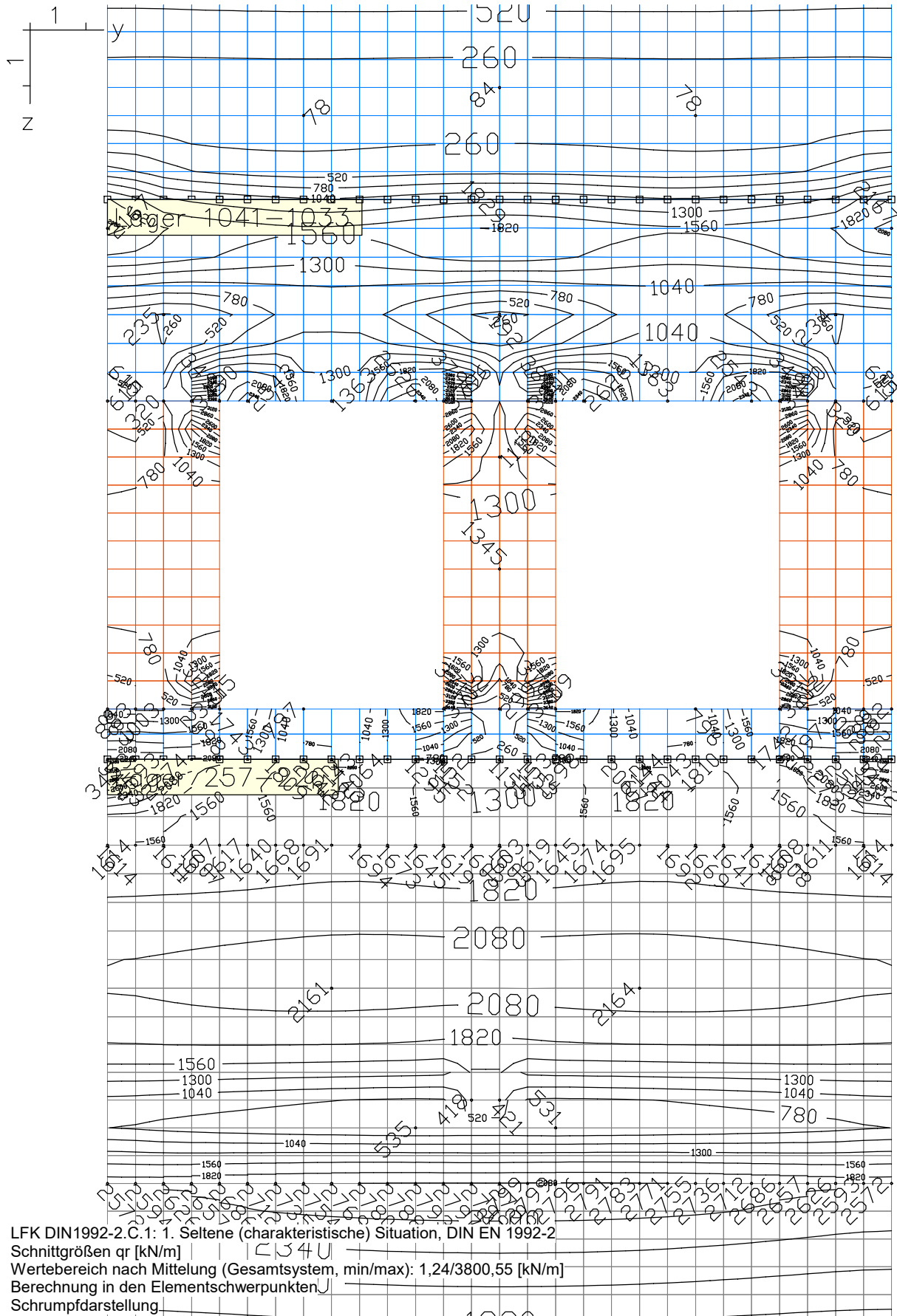
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 26

Vorgang :

M = 1: 100

Verfasser: Sweco GmbH

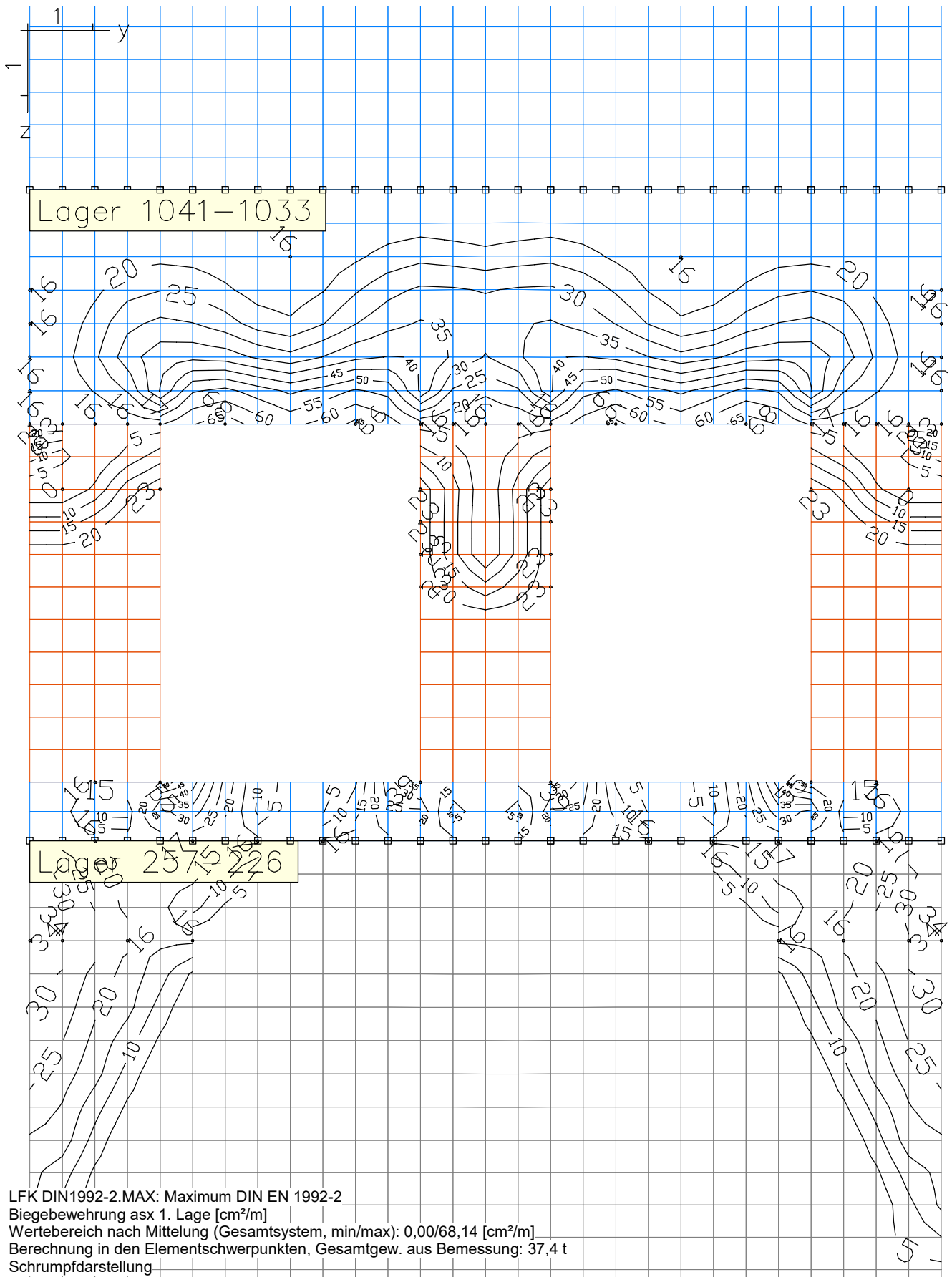
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 27

Vorgang :

M = 1: 83

Verfasser: Sweco GmbH

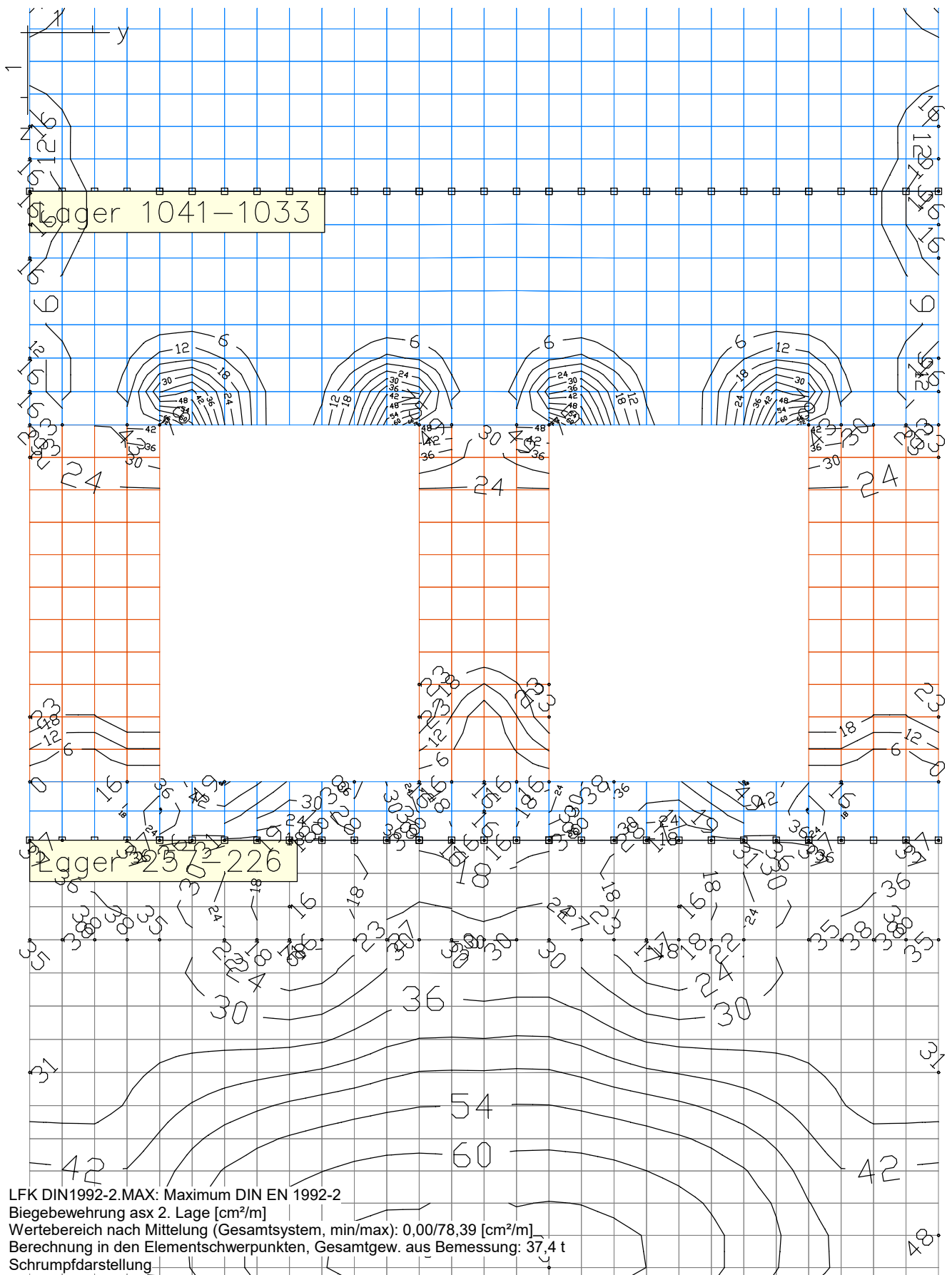
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Verfasser: Sweco GmbH

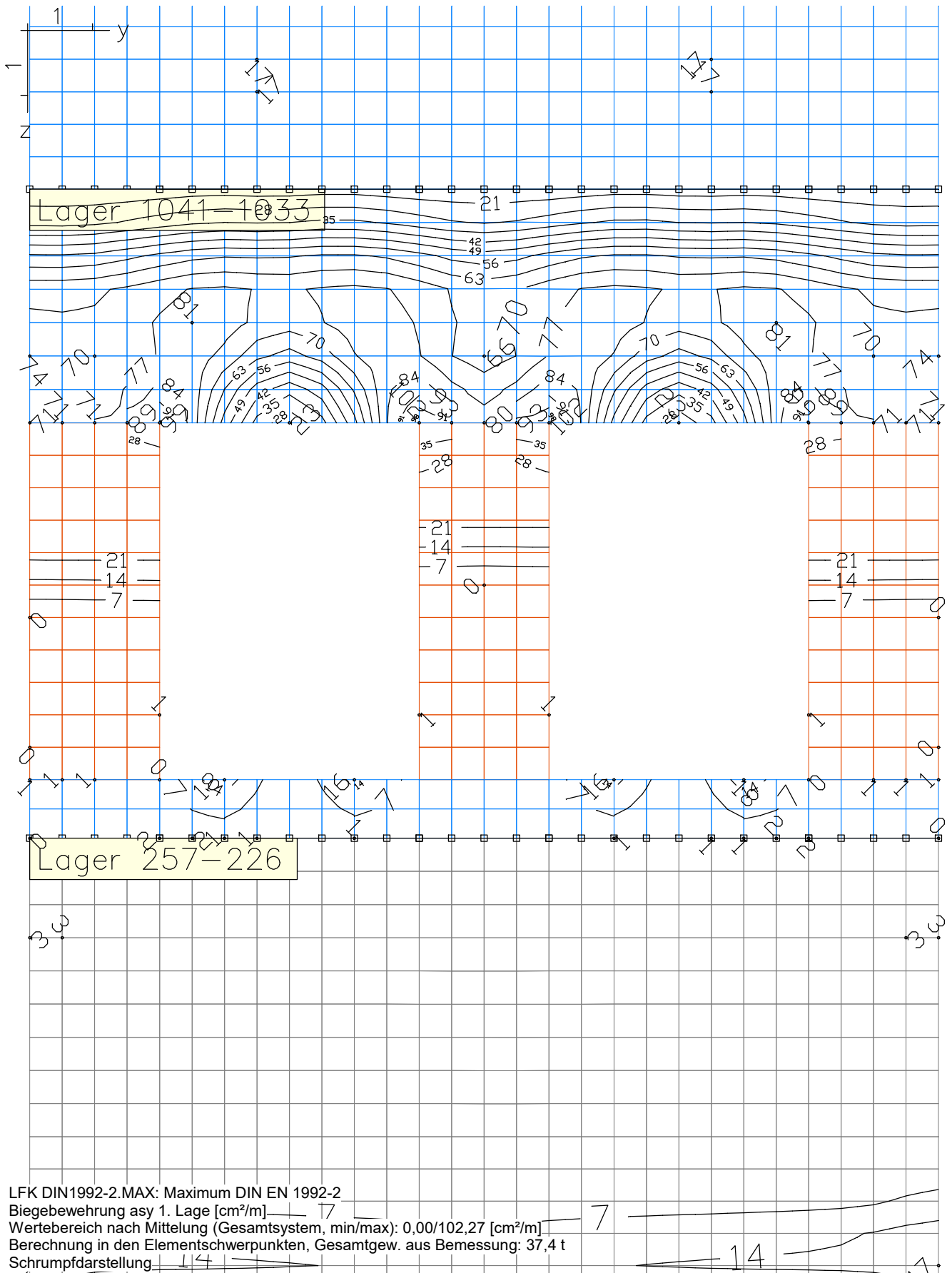
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 29

Vorgang :

M = 1: 83

Verfasser: Sweco GmbH

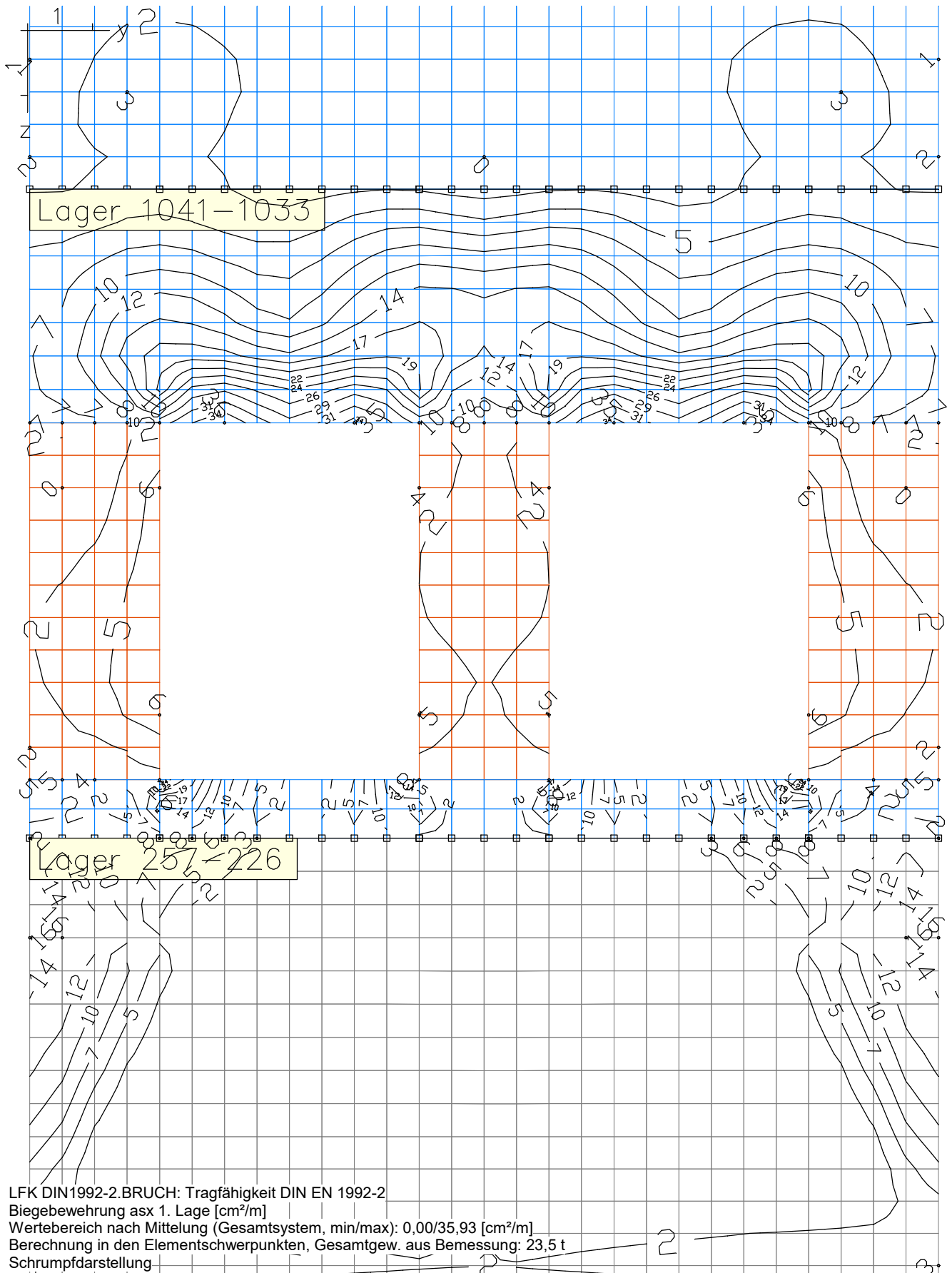
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 31

Vorgang :

M = 1: 83

Verfasser: Sweco GmbH

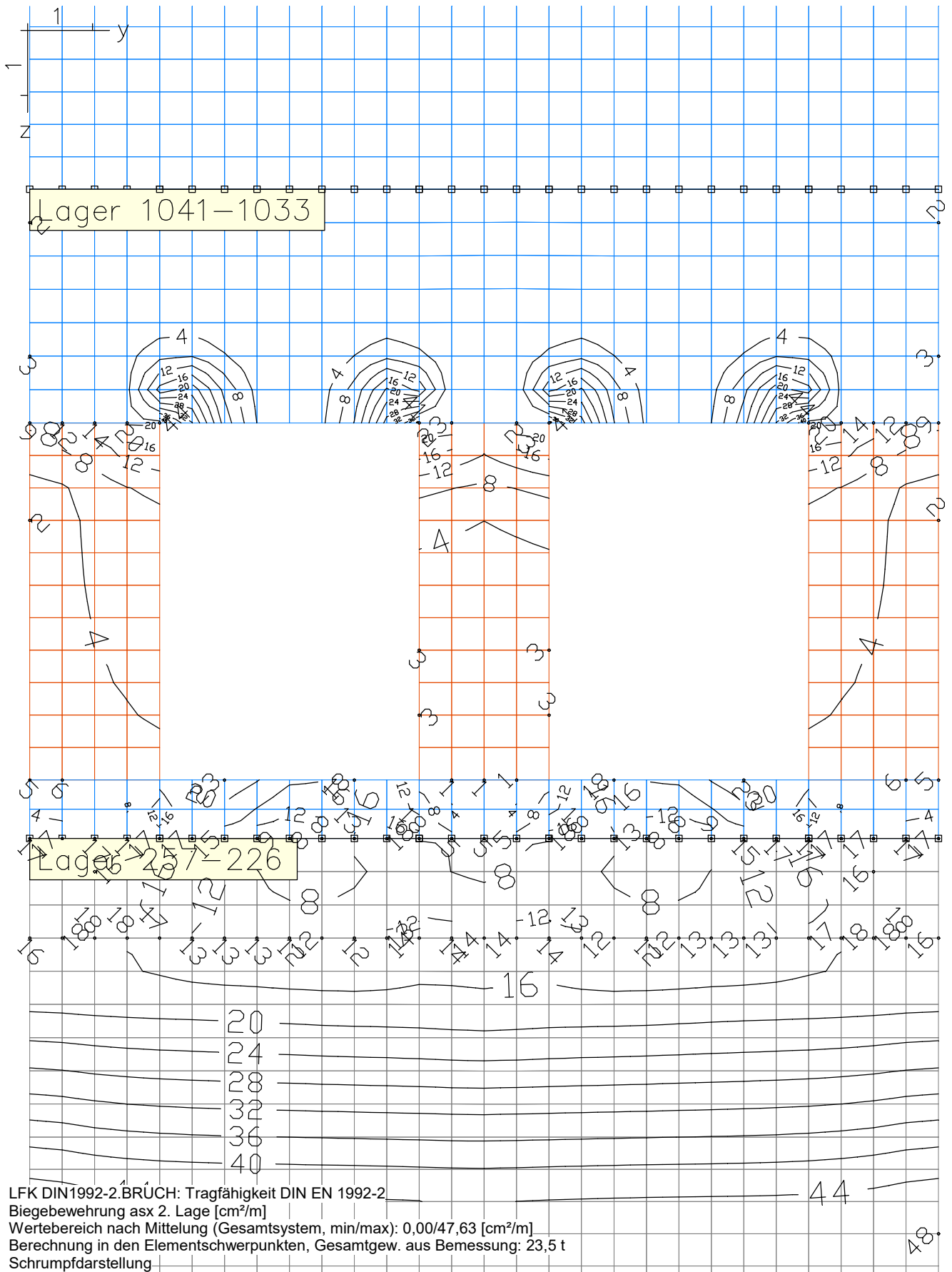
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

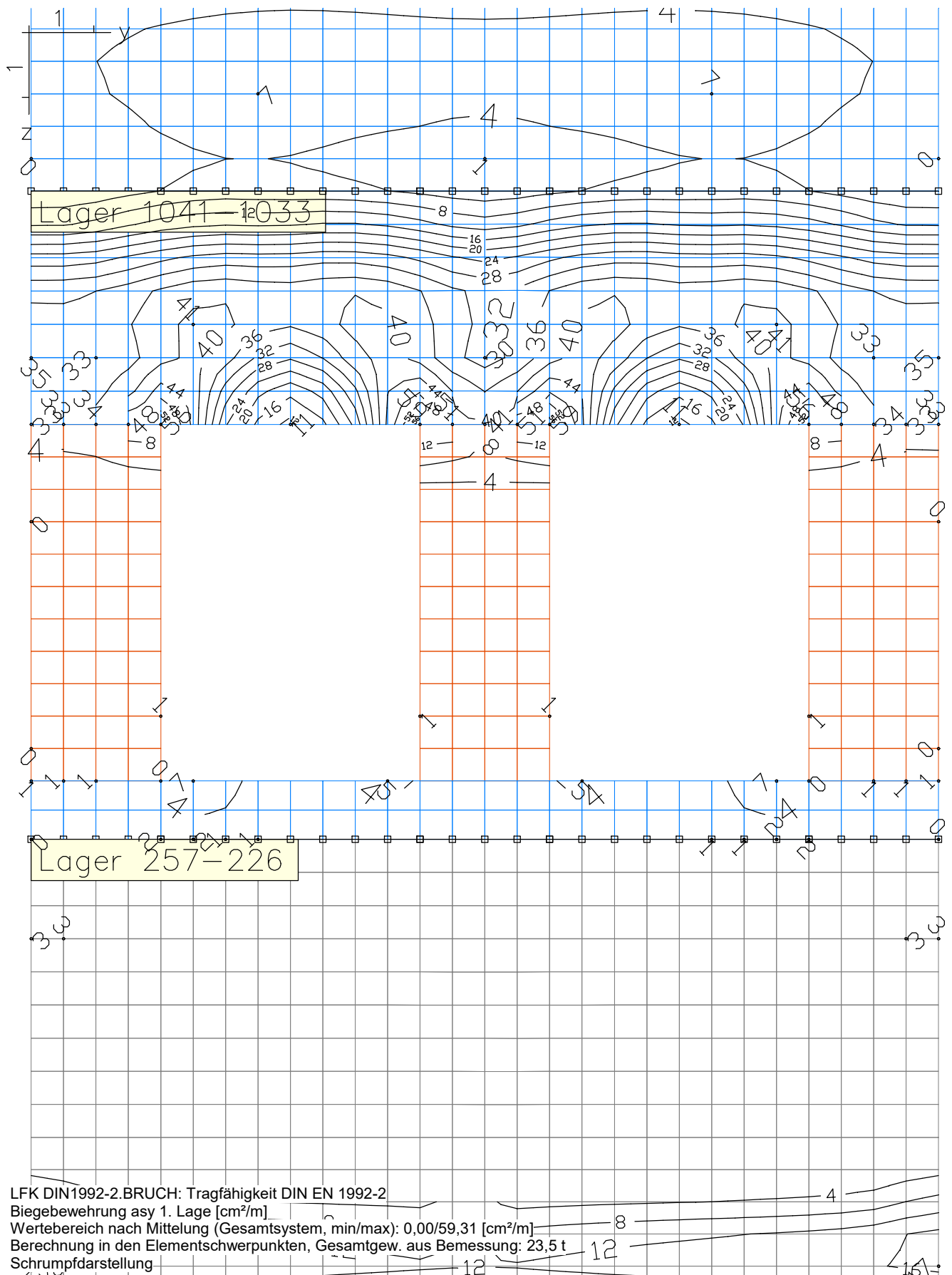
Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 32

Vorgang :

M = 1: 83



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 33

Vorgang :

M = 1: 83

Verfasser: Sweco GmbH

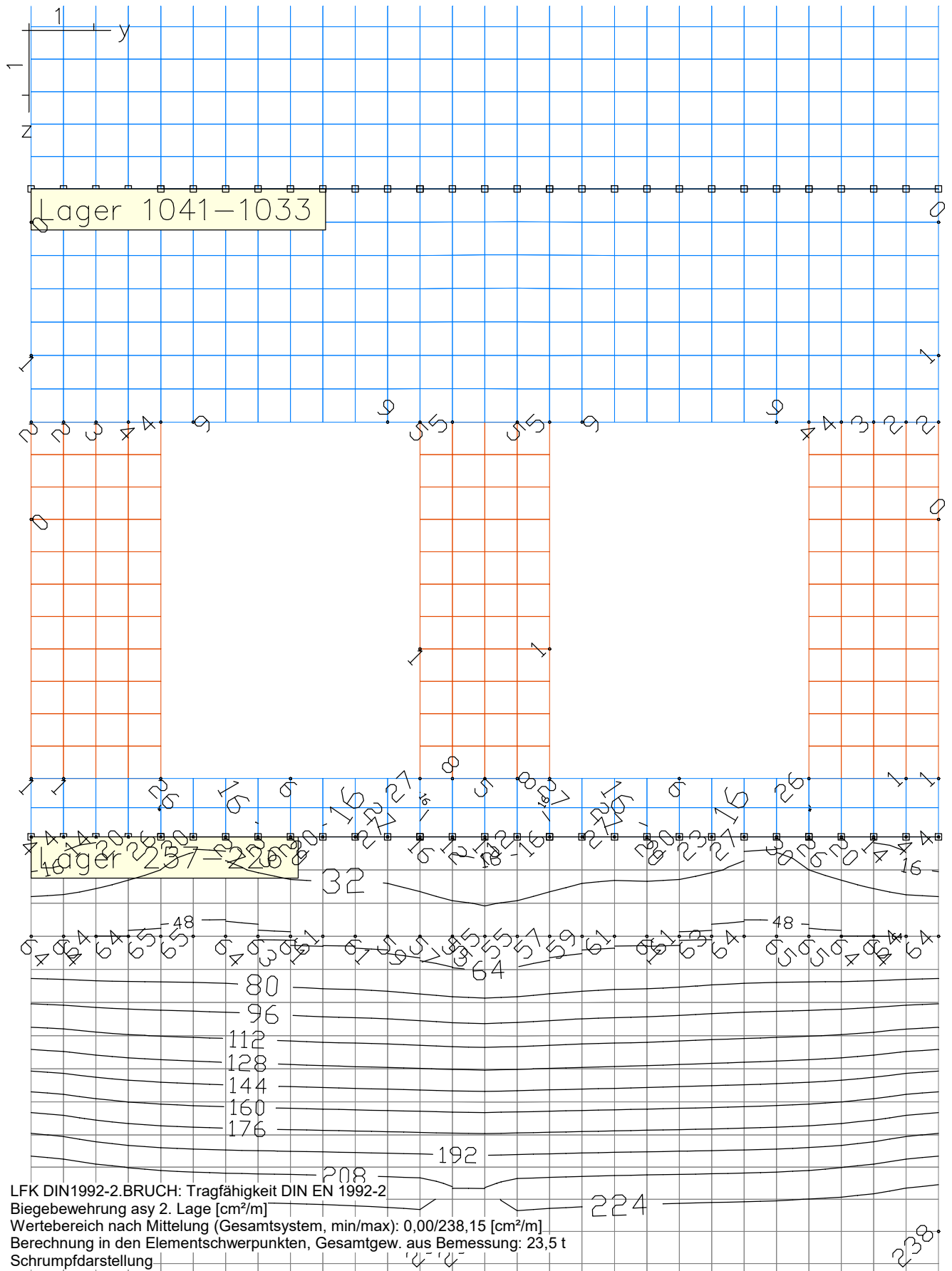
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 34

Vorgang :

M = 1: 83

Verfasser: Sweco GmbH

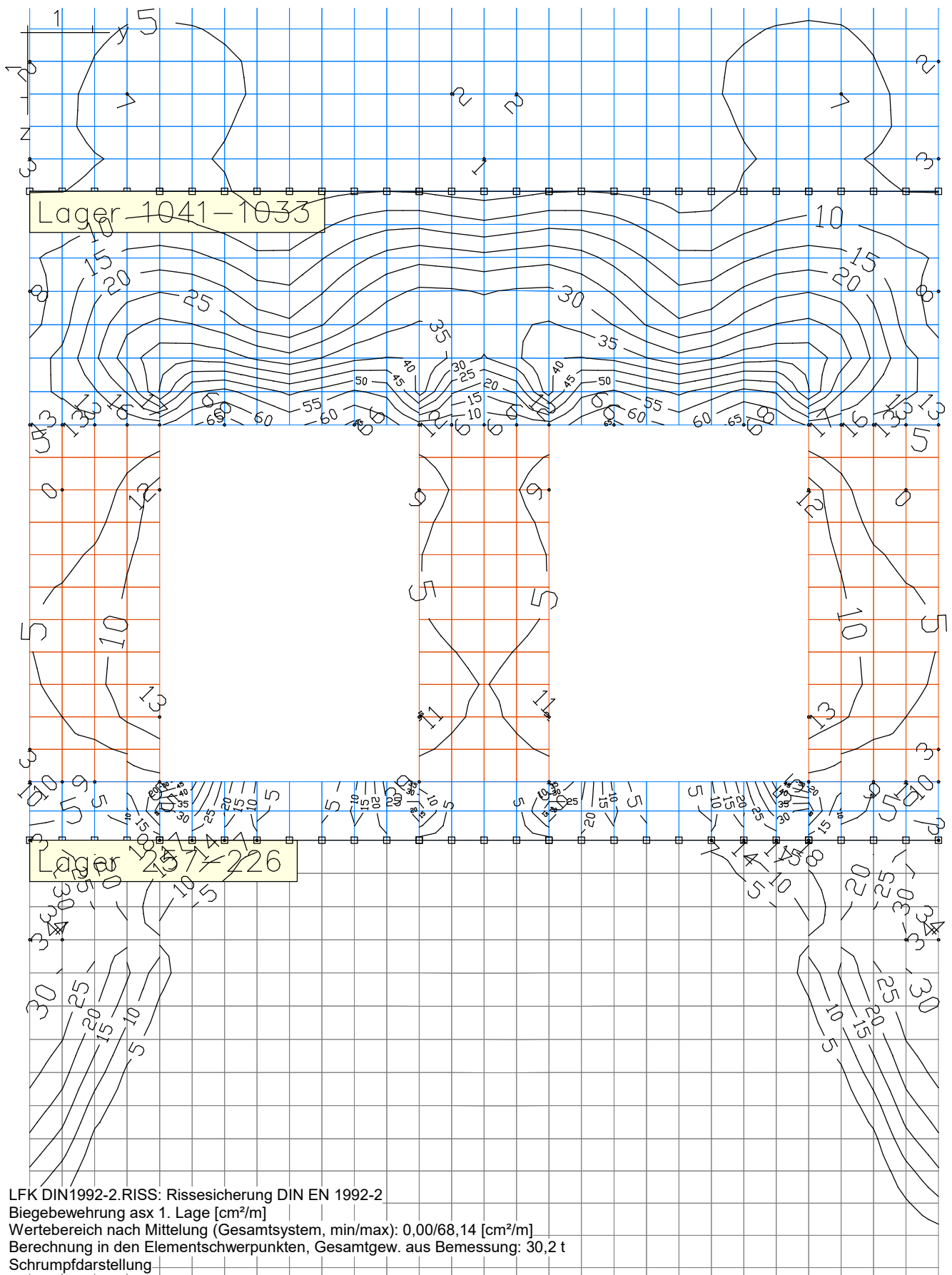
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 35

Vorgang :

M = 1: 83

Verfasser: Sweco GmbH

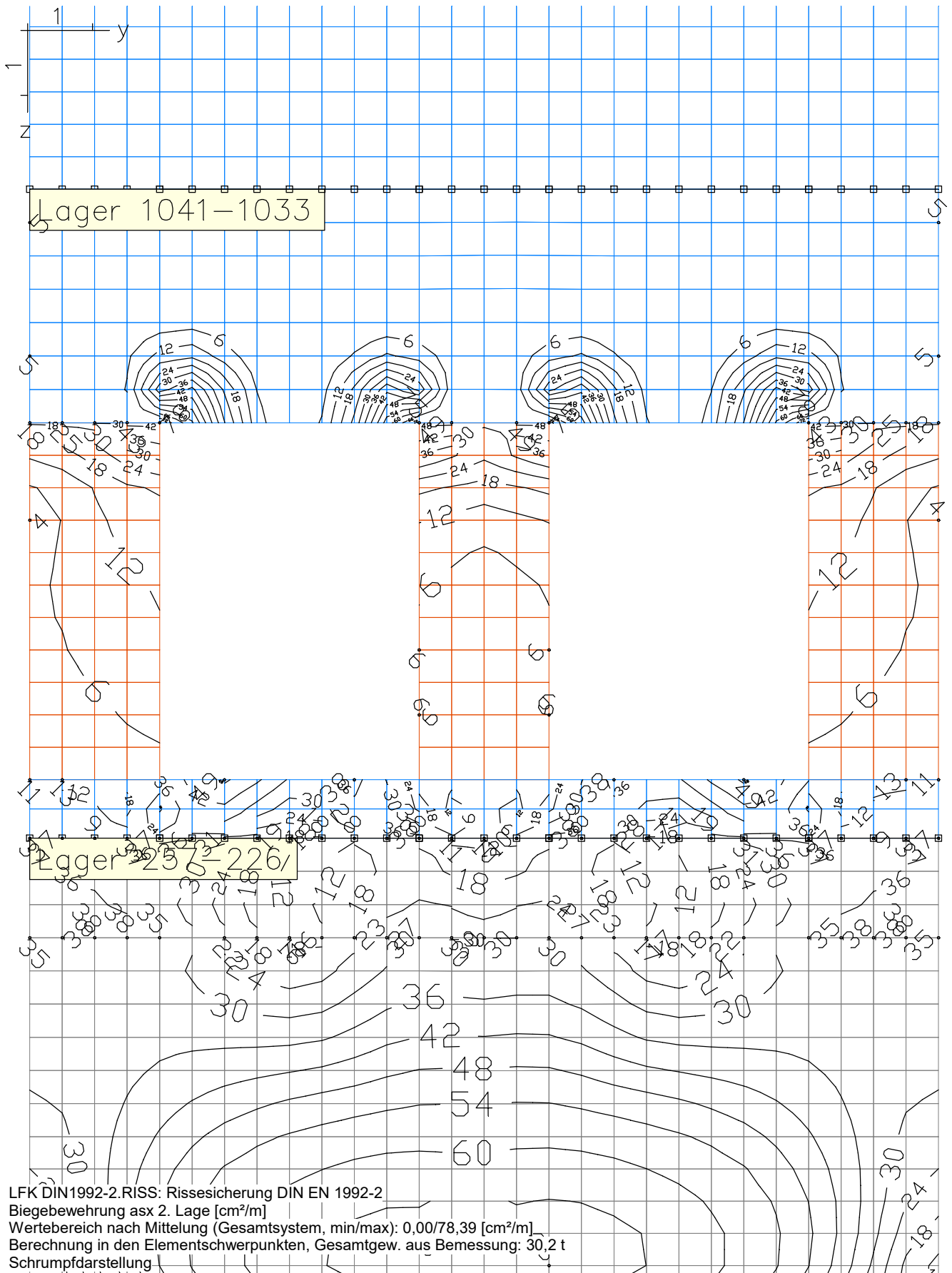
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

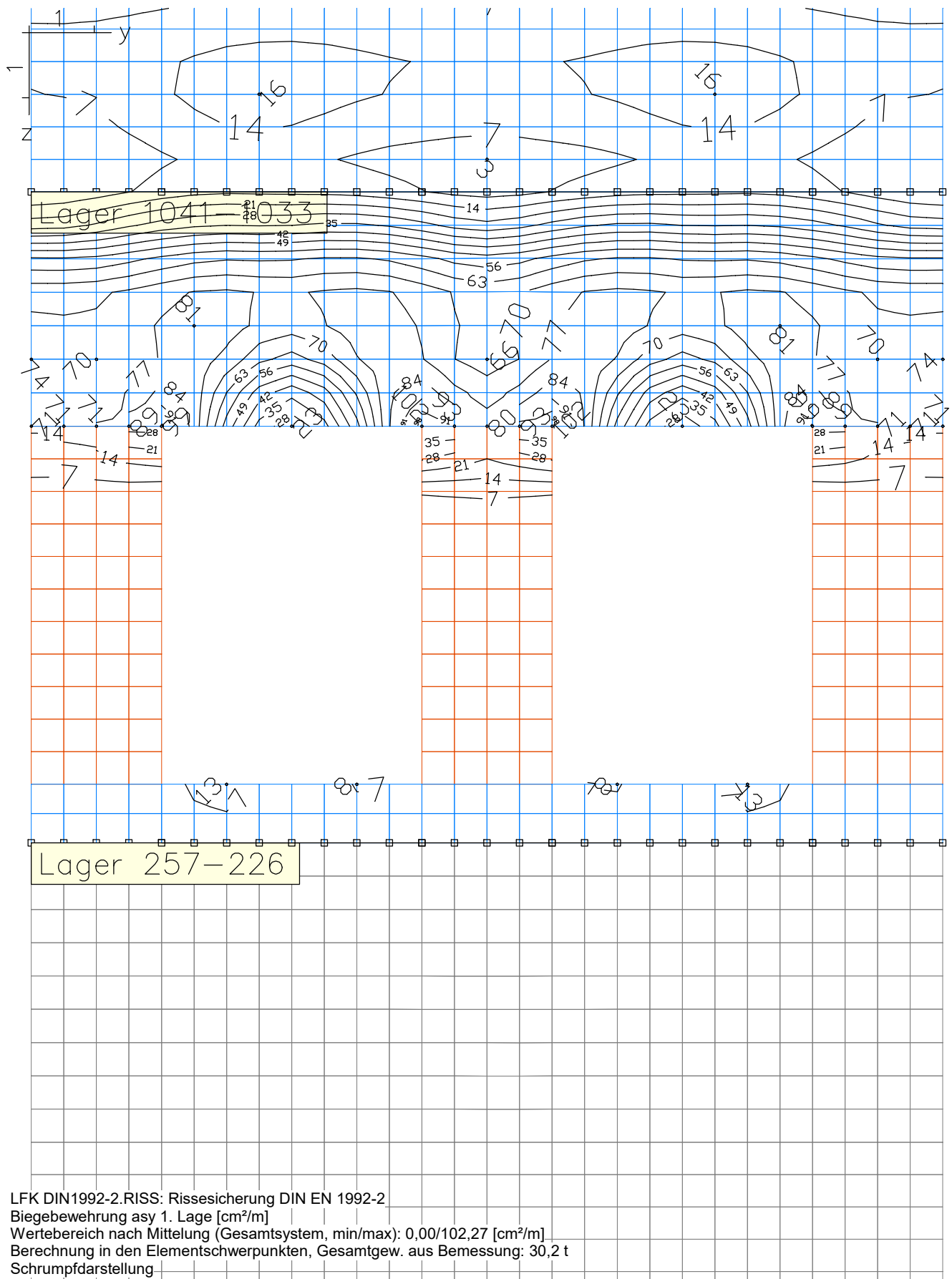
Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

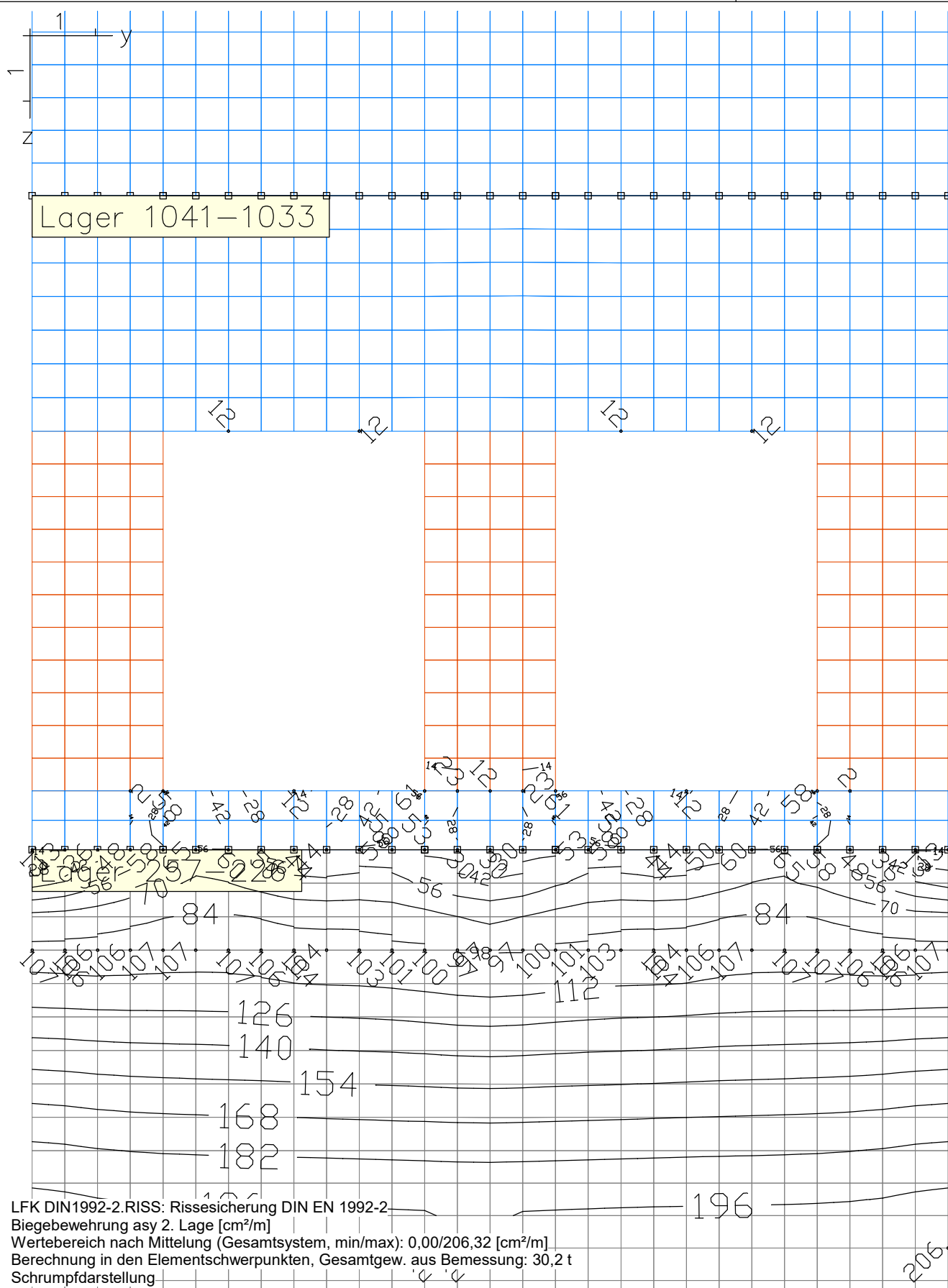
Seite 36

Vorgang :

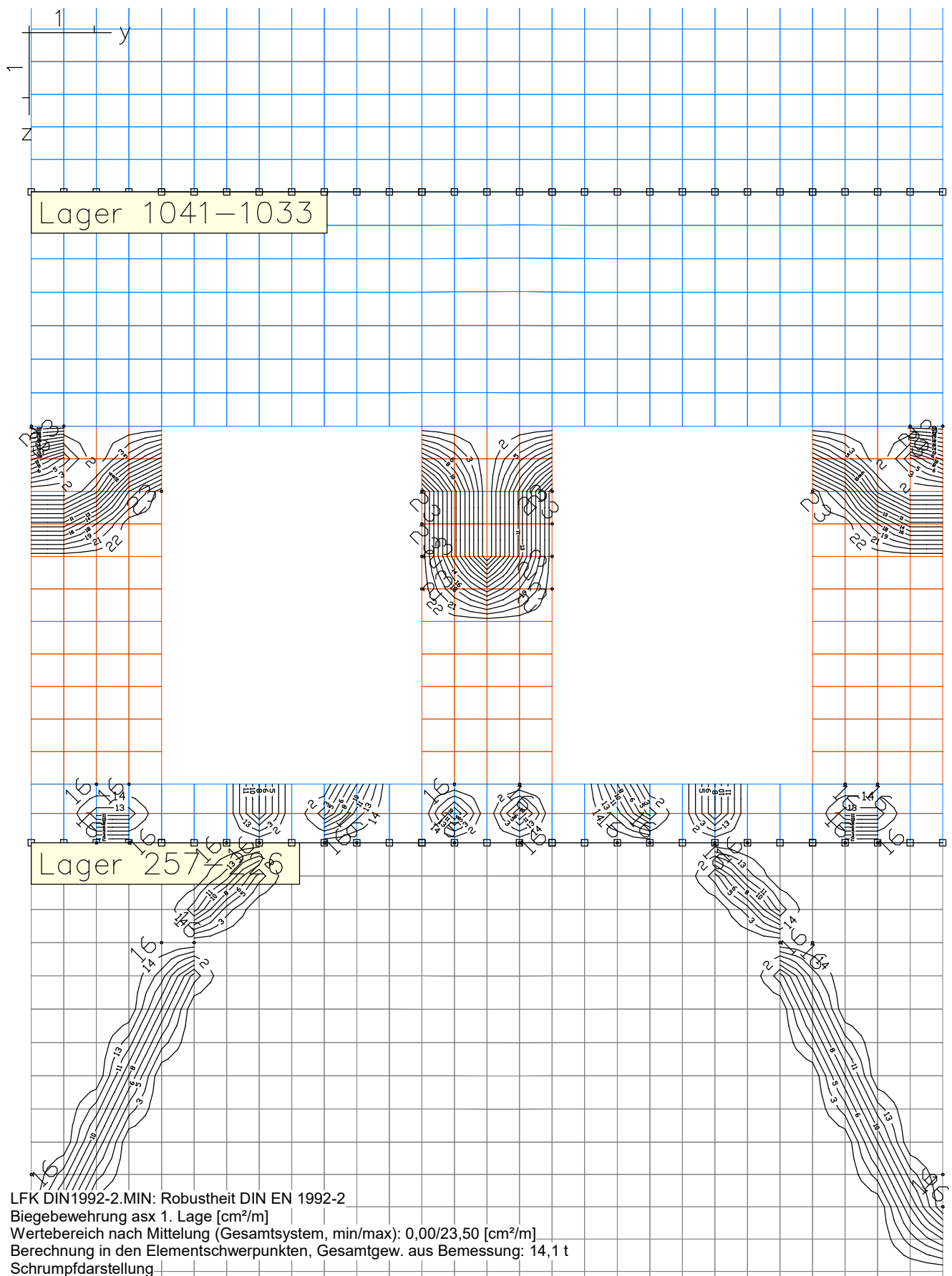
M = 1: 83



Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020



Bauteil :	Tragfühigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwünde	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	Seite 38
Vorgang :		M = 1: 83



Verfasser: Sweco GmbH		Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH		Abb.Nr.
Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt		Datum: 05.12.2020

LFK DIN1992-2.MIN: Robustheit DIN EN 1992-2

Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]

Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 0,00/23,50 [cm²/m]

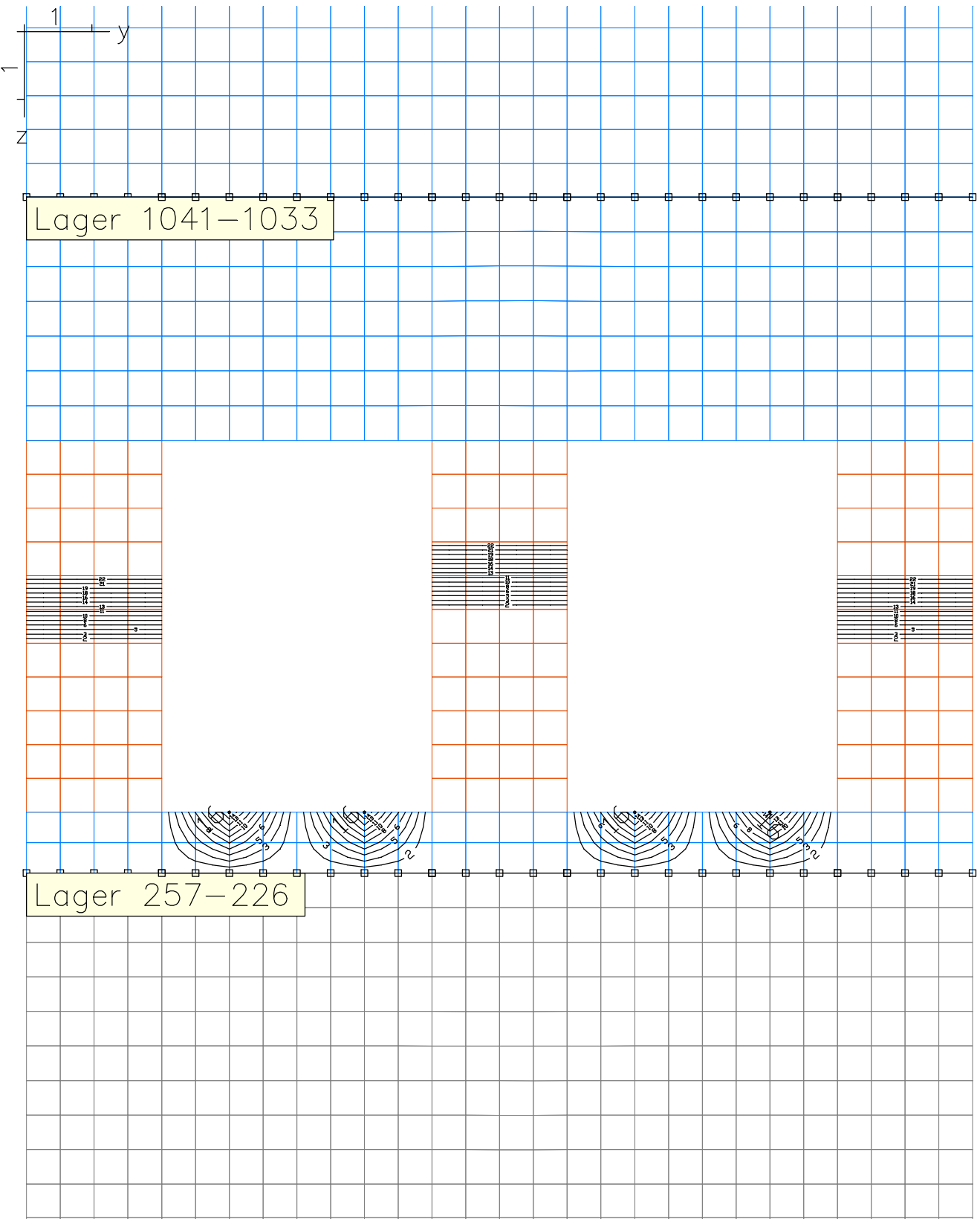
Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung: 14,1 t

Schrumpfdarstellung

Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände		Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	
Vorgang :		

Seite 40
M = 1: 83

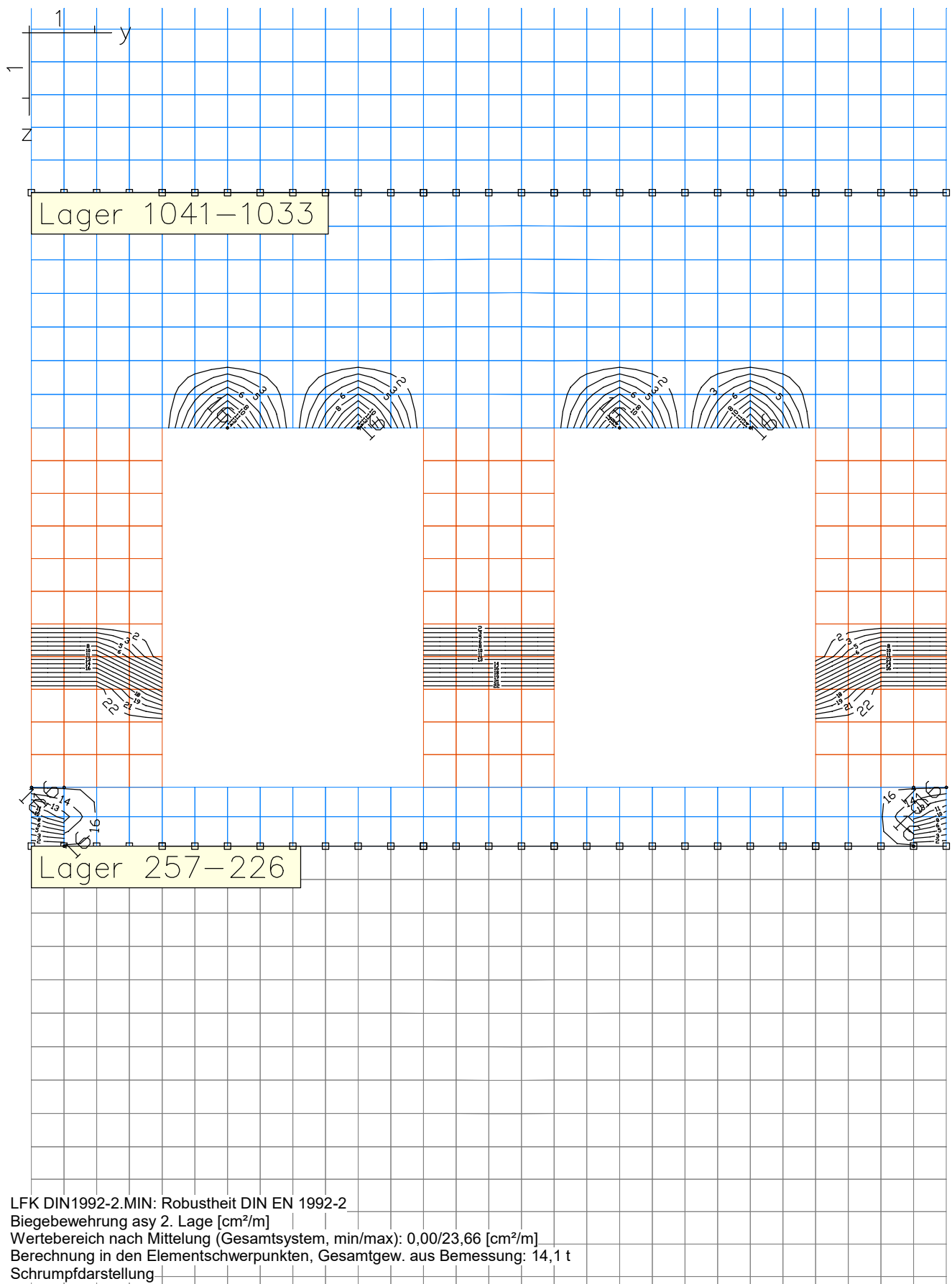
Verfasser: Sweco GmbH		Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH		Abb.Nr.
Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt		Datum: 05.12.2020



LFK DIN1992-2.MIN: Robustheit DIN EN 1992-2
 Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
 Wertebereich nach Mittelung (Gesamtsystem, min/max): 0,00/23,66 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementschwerpunkten, Gesamtgew. aus Bemessung: 14,1 t
 Schrumpfdarstellung

Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände		Archiv Nr.
Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	Seite 41	
Vorgang :	M = 1: 83	

Verfasser:	Sweco GmbH	Projekt.Nr. 1114-19-017
Programm :	Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH	Abb.Nr.
Bauwerk :	Fernbahntunnel Frankfurt	Datum: 05.12.2020



Bauteil :	Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände	Archiv Nr.
Block :	S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B	Seite 42
Vorgang :		M = 1: 83

Verfasser: Sweco GmbH

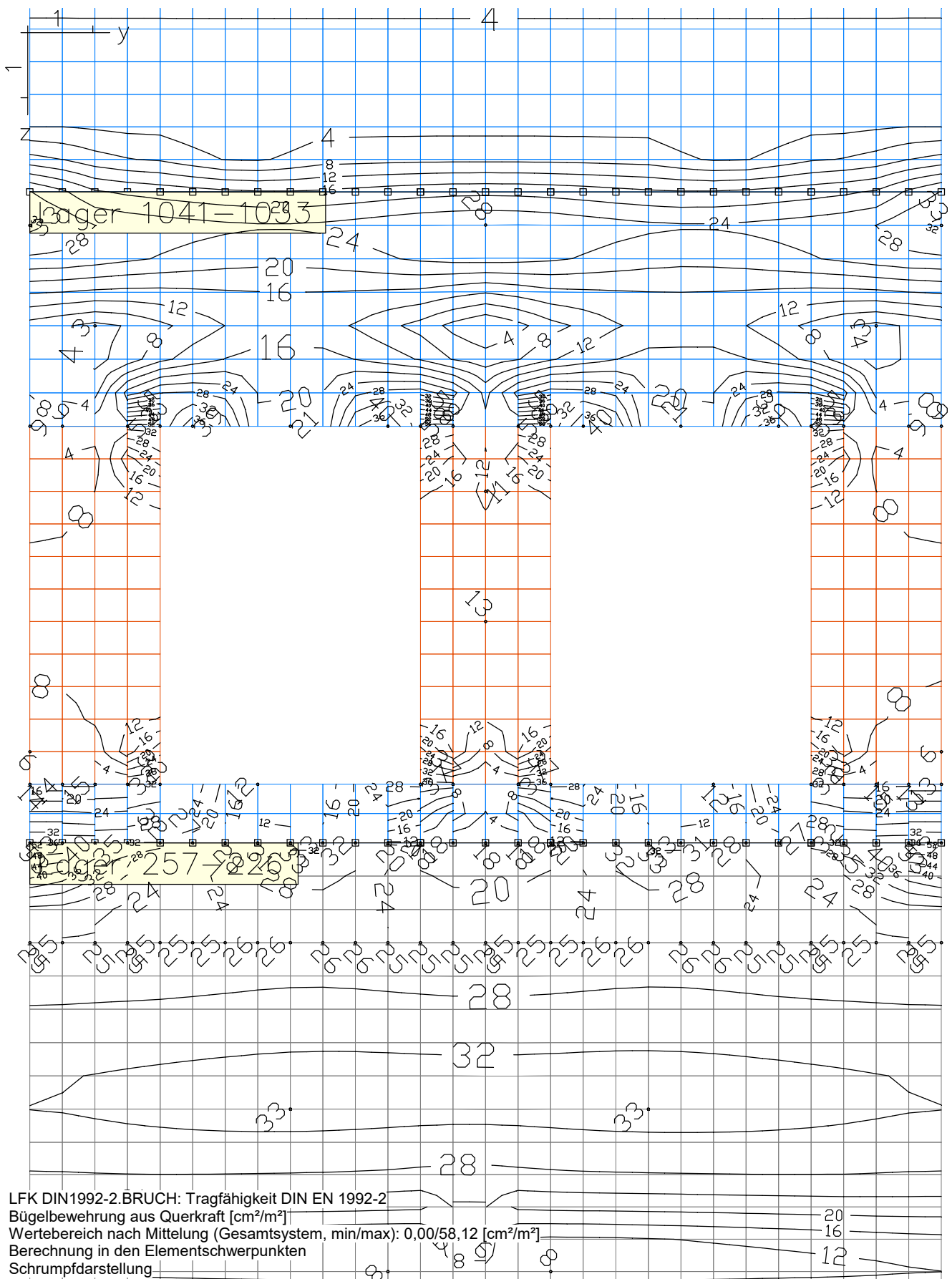
Projekt.Nr. 1114-19-017

Programm : Finite Elemente 19.10 x64 (c) InfoGraph GmbH

Abb.Nr.

Bauwerk : Fernbahntunnel Frankfurt

Datum: 05.12.2020



Bauteil : Tragfähigkeit und Lastumlagerung beim Öffnen der Schlitzwände

Archiv Nr.

Block : S2-O-T2-2_SK_SM_Typ-B

Seite 43

Vorgang :

M = 1: 83