

Pumpspeicherwerk Forbach – Neue Unterstufe

**Antragsunterlagen zum
Planfeststellungsverfahren**

Antragsteil B.VII.2 Tragwerksplanung Massivbau

Stand: 30.11.2018



Pumpspeicherwerk Forbach – Neue Unterstufe

Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren

Antragsteil B.VII.2 Tragwerksplanung Massivbau

Unterschriftenblatt:

Antragstellerin:

EnBW AG
Schelmenwasenstraße 15
70567 Stuttgart



.....
(i. A. U. Gommel)

Stuttgart, den 30.11.2018

Bearbeiter/Verfasser:



.....
(R. Achatz)

München, den 30.11.2018

Pumpspeicherwerk Forbach – Neue Unterstufe

Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren

Antragsteil B.VII.2 Tragwerksplanung Massivbau

Dokumentenprüfblatt:

Rev.	Art der Änderung	erstellt (Datum)	Autor	geprüft, freig., Name
0	Ersterstellung	25.01.2018	IAF	geprüft: Achatz
1	Überarbeitung zur Vollständigkeitsprüfung	30.11.2018	IAF	geprüft: Achatz freig.: Gommel
2				

Projekt:

Pumpspeicherwerk Forbach

Genehmigungsplanung Neue Unterstufe

B.VII.2

Tragwerksplanung Massivbau

Auftraggeber:

EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Schelmenwasenstraße 15
70567 Stuttgart

Auftragnehmer:

Ingenieurarbeitgemeinschaft PSW Forbach
bestehend aus:

Lahmeyer Hydroprojekt GmbH

Geoconsult ZT GmbH

Lahmeyer International GmbH

c/o Lahmeyer Hydroprojekt GmbH
Elsenheimerstraße 11
80687 München

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Robert Achatz

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Distler

München, 30.11.2018

Ing.-ARGE PSW Forbach

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "R. Achatz".

Robert Achatz
Projektleiter

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "B. Distler".

Bernd Distler
Projektbearbeiter

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	4
2	Grundlagen.....	5
2.1	Unterlagen.....	5
2.2	Normen, Vorschriften, Richtlinien	5
2.3	Literatur	5
3	Geologie/Hydrologie	6
3.1	Allgemein	6
3.2	Baugrund.....	6
3.2.1	Bodenkennwerte.....	6
3.2.2	Ermittlung der Bettungszahl.....	6
3.3	Grundwasser	6
4	Baustoffkennwerte.....	7
4.1	Beton.....	7
4.2	Betonstahl und Betondeckung.....	7
5	Berechnungsmodell.....	8
5.1	Systemdefinition	8
5.2	Bauteilgruppen	8
5.2.1	Kavernenteil Schwarzenbachwerk.....	8
5.2.2	Kavernenteil Transformatoren	8
6	Einwirkungen/Bemessungsgrundlagen	9
6.1	Lastannahmen.....	9
6.1.1	Vorbemerkungen	9
6.1.2	Lastfall 1: Eigenlasten aus Stahlbeton	9
6.1.3	Lastfall 9: Temperatur EU4 und EU3 x/y	9
6.1.4	Lastfall 10: Temperatur EU4 und EU3 z.....	9
6.1.5	Lastfall 11-14: Felsdruck.....	9
6.1.6	Lastfall 20: Eigengewicht Mauerwerk.....	9
6.1.7	Lastfall 31: Wasserdruck Bau EU4	9

6.1.8	Lastfall 32: Wasserdruck Bau EU3	9
6.1.9	Lastfall 41-49: Lastmodell 1	10
6.1.10	Lastfall 51-59: Kranlast	10
6.1.11	Lastfall 71: Montage Stator	10
6.1.12	Lastfall 72: Montage Rotor	10
6.1.13	Lastfälle 300 bis 999: Nutzlasten Kavernenteil Schwarzenbachwerk	11
6.1.14	Lastfälle 1800 bis 1899: Nutzlasten Kavernenteil Transformatoren.....	11
6.1.15	Kriechen, Schwinden	11
6.1.16	Erdbeben	11
6.2	Einteilung der Einwirkungen	11
6.2.1	Eigengewicht in Lastfall 1 (Betonbauteile)	11
6.2.2	Feldruck (Lastfall 11-14)	11
6.2.3	Wasserdruck.....	12
6.3	Bauzustände	12
6.4	Kombinationsvorschriften	12
7	Bewertung der Ergebnisse/Zusammenfassung.....	13
7.1	Globale Standsicherheit	13
7.1.1	Setzungen	13
7.1.2	Bodenpressungen.....	13
7.1.3	Auftrieb	13
7.2	Bemessung der Flächenelemente	13
7.2.1	Biegebewehrung.....	13
7.2.2	Querkraftbewehrung	13
7.3	Bemessung des Kranbahnträgers	14
7.3.1	Längsbewehrung	14
7.3.2	Querkraftbewehrung	14
7.4	Bemessung der Kranbahnstützen.....	14
7.4.1	Längsbewehrung	14
7.4.2	Querkraftbewehrung	14
7.5	Nachweis der Durchstanzbewehrung	14
7.5.1	Kavernenteil Schwarzenbachwerk	14
7.5.2	Kavernenteil Transformatoren	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Betoneigenschaften und Expositionsklassen	7
Tabelle 2: Kombinationsvorschriften für Bemessung	12

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	FEM-Bemessung
Anlage 2	Detailnachweis für die Kranstützen im Kavernenteil Schwarzenbachwerk
Anlage 3	Detailnachweis für die uw-seitige Saugrohrschütz-Wand

1 Vorbemerkungen

Nachfolgend werden die erforderlichen Nachweise zur Dimensionierung der wesentlichen tragenden Bauteile der Kavernenteile Schwarzenbachwerk und Transformatoren an der Neuen Unterstufe des Pumpspeicherwerks Forbach geführt.

Grundlage der Nachweise bildet das Lastenheft zur Tragwerksplanung, in dem alle wesentlichen Baustoffe, Einwirkungen und Bemessungssituationen beschrieben sind.

Die Bemessung der Bauteile wird an einem statischen System durchgeführt, da zum derzeitigen Zeitpunkt noch keine Angaben zur geplanten technischen Ausrüstung vorhanden sind. Die dynamischen Nachweise sind nach Vorliegen der Unterlagen im Rahmen der Ausführungsplanung zu führen.

Die Kavernen-/Felssicherung ist nicht Bestandteil dieser Bemessung und wird gesondert geführt.

2 Grundlagen

2.1 Unterlagen

- [1] Entwurfsplanung zum Kavernenkraftwerk; Lahmeyer Hydroprojekt GmbH; Juni 2015
- [2] Lastenheft zur Tragwerksplanung; Lahmeyer Hydroprojekt GmbH; 30.11.2018

2.2 Normen, Vorschriften, Richtlinien

Die wesentlichen Normen, Vorschriften und Richtlinien sind im Lastenheft [2] Kap. 2 benannt.

2.3 Literatur

- [3] Entwurfs- und Berechnungstabeln für Bauingenieure; Klaus Holschemacher; 5. Auflage; Januar 2012

3 Geologie/Hydrologie

3.1 Allgemein

Das vollständige Baugrundgutachten liegt in Antragsteil D.I bei. Die maßgebenden Kennwerte werden im Lastenheft [2] Kap. 4 nochmals gesondert beschrieben.

3.2 Baugrund

3.2.1 Bodenkennwerte

Die maßgebende einaxiale Druckfestigkeit des Gebirges beträgt $\sigma_{UG} = 16 \text{ MPa} = 16.000 \text{ kN/m}^2$ (siehe Lastenheft [2] Kap. 4.7). Für einen vereinfachten Nachweis wird von einer zulässigen Bodenpressung $\sigma_{R,d} = 5.000 \text{ kN/m}^2$ ausgegangen.

3.2.2 Ermittlung der Bettungszahl

Die Bettungszahl für die Gründung der Bodenplattenelemente ergibt sich wie folgt:

$$C_B = \zeta \cdot \frac{E_s}{(1 - \nu_s^2) \cdot b}$$

L/b	1,00	1,50	2,00	3,00	5,00	10,00	20,00	30,00	50,00
ζ	1,05	0,87	0,78	0,66	0,54	0,45	0,39	0,33	0,30

$\nu = 0,25$ (vgl. Lastenheft [2] Kap. 4.5)

$E_s = 22.500 \text{ MN/m}^2$ (vgl. Lastenheft [2] Kap. 4.5)

$E_s / (1 - \nu^2) = 24.000 \text{ MN/m}^2$

U401/U4T1/U4T1V:	12,8 / 6,3 = 2,0	$\zeta = 0,78$	2.971.000 kN/m ³
U501:	6,7 / 5,1 = 1,3	$\zeta = 0,94$	4.423.000 kN/m ³
U502/U503:	13,2 / 5,1 = 2,6	$\zeta = 0,71$	3.341.000 kN/m ³
U402/U403/Rest:	15,7 / 7,2 = 2,2	$\zeta = 0,76$	2.533.000 kN/m ³
Montageblock:	21,0 / 17,9 = 1,2	$\zeta = 0,98$	1.313.000 kN/m ³

3.3 Grundwasser

Für die erforderlichen Nachweise bzw. Bemessungssituationen wird der maßgebende Grundwasserspiegel auf 262,00 m ü. NN (OK Decke Hilfsmaschinenflur) angesetzt, da der Bereich unterhalb als WU-Bauteil auszuführen ist.

4 Baustoffkennwerte

4.1 Beton

Festlegung der Betonfestigkeits- und Expositionsklassen gem. Lastenheft [2] Kap. 6.3:

Nr.	Bauteil/Bereich	Festigkeitsklasse	Expositionsklassen
1	Pumpensümpfe, Drainagekanal und Koaleszenzabscheider bis +254,70 (Drainagegang)	C 30/37 FD-Beton ¹	C 30/37 FD-Beton ¹
2	Bauteile bis +262,00 (Turbinenflur)	C 25/30	C 25/30
3	Bauteile oberhalb +262,00	C 16/20	C 25/30

Tabelle 1: Betoneigenschaften und Expositionsklassen

¹ FD-Beton muss die Anforderungen an Beton nach DIN EN 206/DIN 1045-2 erfüllen: z. B.
 $w/z \leq 0,50$
 $\text{Größtkorn } 16 \text{ mm} \leq D_{\max} \leq 32 \text{ mm}$
 $\text{Zementleimgehalt} \leq 290 \text{ l/m}^3$

Die Bemessung erfolgt im Rahmen der Entwurfsplanung vereinfacht für alle Bauteile mit C 25/30.

4.2 Betonstahl und Betondeckung

Betondeckung $c_{\text{nom}} = 6,0 \text{ cm}^1$ WU-Bereich (bis U2 TBF 262,00 m ü. NN)
 $c_{\text{nom}} = 5,0 \text{ cm}^2$ Normalbereich (oberhalb 262,00 m ü. NN)
 Betonstahl hochduktil³ (B500B) gem. DIN 488-1

Die Bemessung der Bauteile im Normalbereich erfolgt im Rahmen der Entwurfsplanung am Finite-Element-Modell für $c_{\text{nom}} = 6,0 \text{ cm}$. Somit bleiben Reserven für die spätere Ausführungsplanung nach Festlegung der tatsächlichen Kräfte aus Ausrüstungsteilen.

¹ $c_{\text{min}} = 50 \text{ mm}$; $\Delta c_{\text{dev}} = 10 \text{ mm}$ (ZTV-W LB 215 Kap. 4.4)

² $c_{\text{min}} = 40 \text{ mm}$; $\Delta c_{\text{dev}} = 10 \text{ mm}$ (EC 2/DIN 19702 Kap. 7.3)

³ ZTV-W LB 215 Kap. 3.2

5 Berechnungsmodell

5.1 Systemdefinition

Die Bemessung des Gesamtsystems der Kavernenteile erfolgt mittels FE-Berechnung an einem 3D-Flächentragwerk in der Software „SOFiSTiK Version 14.10-30“.

Das globale System ist wie folgt definiert:

+Z	nach oben
+X	Kavernenlängsrichtung, Richtung Kavernenteil Transformatoren
+Y	Richtung Unterwasser

Die lokalen Systeme der Elemente sind den EDV-Ausdrucken zu entnehmen. Prinzipiell wurde darauf geachtet, die Elemente wie folgt zu definieren:

Zwischendecken:	+Z nach unten
Wände:	+Z zur Kaverneninnenseite

5.2 Bauteilgruppen

5.2.1 Kavernenteil Schwarzenbachwerk

Ebene 4	Decke Ebene 3	90
Ebene 3	Wände	81
	Bodenplatten	80
Ebene 2	Wände	71
	Bodenplatten	70
Ebene 1	Wände	61
	Bodenplatten	60
Ebene U1	Wände	51
	Bodenplatten	50
Ebene U2	Wände	41
	Bodenplatten	40
Ebene U3	Wände	31
	Bodenplatten	30
Ebene U4/U5	Wände	21
	Bodenplatten	20

5.2.2 Kavernenteil Transformatoren

Ebene 3	Wände	181
	Bodenplatten	180

6 Einwirkungen/Bemessungsgrundlagen

6.1 Lastannahmen

6.1.1 Vorbemerkungen

Die nachfolgenden Lastfallnummern und Bezeichnungen entsprechen den Benennungen im Berechnungsprogramm SOFISTIK. Die Lastfallgrafiken sind in der Anlage zur statischen Berechnung enthalten.

6.1.2 Lastfall 1: Eigenlasten aus Stahlbeton

Das Eigengewicht der Bauteile aus Beton wird programmintern automatisch anhand der definierten Bauteilabmessungen ermittelt.

6.1.3 Lastfall 9: Temperatur EU4 und EU3 x/y

Wände unterhalb des Turbinenflurs werden für eine gleichmäßige Temperaturdifferenz in Längs-/Querrichtung (lokale x/y-Richtung) mit $\Delta T = 7,5 \text{ K}$ dimensioniert (vgl. Lastenheft [2] Kap. 7.1.8).

6.1.4 Lastfall 10: Temperatur EU4 und EU3 z

Wände unterhalb des Turbinenflurs werden für einen linearen Temperaturgradient Außen/Innen (lokale z-Richtung) mit $\Delta T = 7,5 \text{ K}$ dimensioniert (vgl. Lastenheft [2] Kap. 7.1.8).

6.1.5 Lastfall 11-14: Felsdruck

Im Endzustand ist für die Außenwände unterhalb des Maschinenhausflurs Felsdruck zu berücksichtigen.

LF 11	Ebene U4	Drainagekanal/Sickerwasserkanal
LF 12	Ebene U3	Hilfsmaschinenflur
LF 13	Ebene U2	Turbinenflur
LF 14	Ebene U1	Generatorflur

6.1.6 Lastfall 20: Eigengewicht Mauerwerk

In Bereichen mit Abmauerungen auf den Ebenen U2 bis 3 wird vereinfacht immer eine Liniennlast von 11 kN/m ($3,0 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3 = 10,8 \text{ kN/m}$) angesetzt.

6.1.7 Lastfall 31: Wasserdruck Bau EU4

Im Bauzustand bis zur Fertigstellung der Zwischendecke EU4/EU3 ist für die Bemessung Wasserdruck auf die Außenwände zu berücksichtigen.

6.1.8 Lastfall 32: Wasserdruck Bau EU3

Ab Fertigstellung der Wände auf Ebene U3 ist für die Bemessung Wasserdruck auf die Außenwände zu berücksichtigen.

6.1.9 Lastfall 41-49: Lastmodell 1

Die Lastfälle beschreiben verschiedene Stellungen des Lastmodells 1 auf Ebene 1 im Bereich der Zu-/Abfahrt.

6.1.10 Lastfall 51-59: Kranlast

Die Lastfälle beschreiben verschiedene Stellungen der Kranlasten auf die Kranbahnbahn. Zur Vordimensionierung wird ein 120 t-Kran der Fa. ABUS Kransysteme GmbH angesetzt (vgl. Lastenheft [2] Kap. 7.1.3.1) und mit dem Faktor 130 t / 120 t vergrößert.

Die Vertikallasten sowie das zugehörige Versatzmoment aus Außermittigkeit sind mit dem Schwingbeiwert $\varphi = 1,1$ zu vergrößern.

Die Lasten ergeben sich für die Vorbemessung der Kranbahn wie folgt:

Vertikallasten (globale Z-Richtung)

$$K1 = 307 \text{ kN} \cdot 130 / 120 \cdot 1,1 = 366 \text{ kN}$$

$$K2 = 319 \text{ kN} \cdot 130 / 120 \cdot 1,1 = 381 \text{ kN}$$

$$K3 = 319 \text{ kN} \cdot 130 / 120 \cdot 1,1 = 381 \text{ kN}$$

$$K4 = 315 \text{ kN} \cdot 130 / 120 \cdot 1,1 = 376 \text{ kN}$$

Vereinfacht wird für alle Lasten K1-4 = 381 kN angesetzt.

Seitenlasten (globale Y-Richtung)

$$K1-K4 = 36,3 \text{ kN} \cdot 130 / 120 = 40 \text{ kN}$$

Längslast (globale X-Richtung)

$$K = 20,4 \text{ kN} \cdot 130 / 120 = 23 \text{ kN}$$

Versatzmoment aus Vertikallast (M_x)

$$M = 381 \text{ kN} \cdot 0,85 \text{ m} = 324 \text{ kNm}$$

Versatzmoment aus Seitenlast (M_x)

$$M = 40 \text{ kN} \cdot 1,9 \text{ m} = 76 \text{ kNm}$$

6.1.11 Lastfall 71: Montage Stator

Im Bereich des Montageplatzes werden für den Stator 10 Einzellasten mit je 130 kN aufgebracht (vgl. Lastenheft [2] Kap. 7.3.2).

6.1.12 Lastfall 72: Montage Rotor

Im Bereich des Montageplatzes wird für den Rotor eine kreisförmige Linienlast mit 126 kN/m aufgebracht (vgl. Lastenheft [2] Kap. 7.3.3).

6.1.13 Lastfälle 300 bis 999: Nutzlasten Kavernenteil Schwarzenbachwerk

Die Einzellastfälle beschreiben die verschiedenen Nutzlasten der Räume auf Ebene U3 bis 4. Die einzelnen Lastansätze sind dem Lastenheft [2] Kap. 7.1.6 bzw. dem EDV-Ausdruck der statischen Berechnung zu entnehmen und werden hier nicht nochmals gesondert aufgeführt.

Die einzelnen Gruppen sind wie folgt eingeteilt:

3xx	Ebene U3	Hilfsmaschinenflur
4xx	Ebene U2	Turbinenflur
5xx	Ebene U1	Generatorflur
6xx	Ebene 1	Maschinenhausflur
7xx	Ebene 2	Zwischenflur
8xx	Ebene 3	Kranbahnflur
9xx	Ebene 4	Decke Treppenhaus/Aufzugschacht

6.1.14 Lastfälle 1800 bis 1899: Nutzlasten Kavernenteil Transformatoren

Die Einzellastfälle beschreiben die verschiedenen Nutzlasten der Räume auf Ebene 3 (Kranbahnflur). Die einzelnen Lastansätze sind dem Lastenheft [2] Kap. 9.8.3.2 bzw. dem EDV-Ausdruck der statischen Berechnung zu entnehmen und werden hier nicht nochmals gesondert aufgeführt.

6.1.15 Kriechen, Schwinden

Kriechen und Schwinden wird in der Bemessung anhand der definierten Bauzustände und generierten Zwischenabschnitte automatisch berücksichtigt.

6.1.16 Erdbeben

Die Belastungen aus Erdbeben (siehe Antragsteil D.II) sind für die Standsicherheit der Massivbauwerke nicht maßgebend. Für die Bauteilbemessung sind in den nachfolgenden Planungsphasen bzw. im Rahmen der Ausführungsplanung die Erdbeben-Antwortspektren gemäß Lastenheft [2] Kap. 7.1.9 mit einer Wiederkehrperiode von 500 Jahren zu berücksichtigen.

6.2 Einteilung der Einwirkungen

6.2.1 Eigengewicht in Lastfall 1 (Betonbauteile)

Eigengewicht wird als ständige Last angesetzt.

6.2.2 Felsdruck (Lastfall 11-14)

Die Sicherung der Kaverne bzw. des Felsholraums wird gesondert nachgewiesen und planmäßig tritt Felsdruck nicht am Bauwerk auf. Er wäre somit als außergewöhnliche Last zu

betrachten. Auf der sicheren Seite liegend wird er im Rahmen der Entwurfsplanung jedoch als veränderliche Last mit $\gamma = 1,35$ angesetzt.

6.2.3 Wasserdruck

Wasserdruck wird als veränderliche Last angesetzt. Lastfall 31 (bauzeitlicher Wasserdruck auf Wände EU4) wird gemäß DIN 19702 Tab. 1 als vorübergehende Last mit $\gamma = 1,3$ angesetzt.

6.3 Bauzustände

Bauzustände sind von unten nach oben definiert.

Nutzlasten wirken ab Fertigstellung der jeweiligen Zwischendecke.

Ab Fertigstellung der Wände Ebene U4 bis Fertigstellung der Wände Ebene U3 wird bauzeitlich „Wasserdruck EU4“. Ab Fertigstellung der Wände Ebene U3 wirkt „Wasserdruck Bau EU3“.

Felsdruck wirkt nur im Endzustand.

6.4 Kombinationsvorschriften

Auf Grundlage der nachfolgend definierten Lastgruppen und Teilsicherheitsbeiwerte werden für alle Bauzustände Überlagerungen generiert und die maßgebenden Schnittgrößen für die Bemessung übernommen.

Bezeichnung	Einteilung	Überlagerung	γ_u	γ_f	γ_a	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\psi_{1'}$
Eigengewicht	G (Ständig)	PERM immer	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kranlast	Q (Veränderlich)	EXCL sich ausschließend innerhalb der Kategorien	1,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lastmodell 1	Q (Veränderlich)	EXCL sich ausschließend innerhalb der Kategorien	1,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Montageplatz	Q (Veränderlich)	EXCL sich ausschließend innerhalb der Kategorien	1,35	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Nutzlasten	Q (Veränderlich)	COND bedingt	1,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Temperatur	Q (Veränderlich)	EXCL sich ausschließend innerhalb der Kategorien	1,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Wasserdruck	Q (Veränderlich)	EXCL sich ausschließend innerhalb der Kategorien	1,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabelle 2: Kombinationsvorschriften für Bemessung

7 Bewertung der Ergebnisse/Zusammenfassung

7.1 Globale Standsicherheit

7.1.1 Setzungen

Die Setzungen der Bodenplatten betragen minimal 0,02 mm und maximal 1,55 mm. Es treten somit keine klaffenden Fugen in der Sohlfuge auf.

7.1.2 Bodenpressungen

Die Bodenpressungen in der Sohlfuge betragen minimal 25 kN/m², maximal 2.500–3.000 kN/m² in Eckbereichen an lokalen Spannungsspitzen. Die Sohlflächen sind immer überdrückt, es entsteht keine Fuge.

Die maximalen Bodenpressungen liegen ausreichend unter den ohnehin sehr sicher gewählten zulässigen Bodenpressungen $\sigma_{R,d} = 5.000 \text{ kN/m}^2$.

7.1.3 Auftrieb

Die Nachweise gegen Auftrieb werden in den maßgebenden Bauzuständen ausreichend erfüllt.

7.2 Bemessung der Flächenelemente

7.2.1 Biegebewehrung

Die ermittelten Bewehrungsanteile aus Biegebewehrung der Flächenelemente liegen Bereich von 0,1-2,5 % der Betonquerschnittsfläche und damit unterhalb des maximal zulässigen Wertes von 8 %.

Aufgrund der Bauteildicken wird in den meisten Bauteilen die erforderliche Mindestbewehrung aus Zwang maßgebend. Ggf. zusätzlich erforderliche Zugbewehrung kann mit Zulagen abgedeckt werden.

7.2.2 Querkraftbewehrung

In einzelnen Bereichen ist aus dem FE-Modell rechnerisch eine Querkraftbewehrung von max. 8 cm²/m in den Decken erforderlich. Dies beruht zum Teil aus den Berechnungsmodellen, die der FE-Berechnung zugrunde liegen und sind mittels lokaler Vergleichsberechnungen in der Ausführungsplanung zu prüfen.

In der Außenwand der Räume U502/U503 ist ebenfalls eine Querkraftbewehrung von ca. 5-7 cm²/m erforderlich. Hier lässt sich aufgrund der Höhenflächen des EDV-Ausdrucks allerdings davon ausgehen, dass diese tatsächlich erforderlich ist und nicht aus einer Singularität herrührt (z. B. keine einspringenden Ecken). Allerdings ist die erforderliche Bewehrung relativ gering, so dass sie mittels Anrechnung der erforderlichen Abstandhalter abgedeckt werden kann.

7.3 Bemessung des Kranbahnträgers

7.3.1 Längsbewehrung

Aus der SOFiSTiK-FEM-Bemessung (Anlage 1) ergibt sich für den Kranbahnträger eine erforderliche Längsbewehrung von max. 117 cm², dies entspricht über den Umfang verteilt ca. 19 St. Ø28 mm oder 24 St. Ø25 mm.

7.3.2 Querkraftbewehrung

Die maximal erforderliche Querkraftbewehrung ergibt sich zu 25,4 cm²/m. Dies entspricht bei 2-schnittigem Ansatz der Bügel eine maximal erforderliche Bewehrung von Ø16 mm/15 cm. Bei detaillierter Bemessung im Rahmen der Ausführungsplanung kann hier ggf. noch reduziert werden.

7.4 Bemessung der Kranbahnstützen

7.4.1 Längsbewehrung

Aus der mb-Bemessung (Anlage 2) ergibt sich für die Kranbahnstützen eine erforderliche Längsbewehrung von 38 St. Ø16 mm für Ebene 1 und 36 St. Ø20 mm für Ebene U1.

7.4.2 Querkraftbewehrung

Die maximal erforderliche Querkraftbewehrung ergibt bei 2-schnittigem Ansatz der Bügel zu Ø14 mm/14 cm.

7.5 Nachweis der Durchstanzbewehrung

7.5.1 Kavernenteil Schwarzenbachwerk

An den Stützen des Maschinenhausflurs ist keine Durchstanzbewehrung erforderlich, siehe grafische Ausgabe der FEM-Bemessung. An den einspringenden Wandecken entstehen zum Teil sehr hohe Querkkräfte aus dem FEM-Modell (Singularitäten), die im Rahmen der Ausführungsplanung und ggf. über Bewehrungszulagen oder Schubbewehrung abzudecken sind.

7.5.2 Kavernenteil Transformatoren

Für die nachgewiesene Zwischendecke ist keine Durchstanzbewehrung erforderlich. Aufgrund der geplanten Unterzüge kann eine ausreichende Lastabtragung/-verteilung erreicht werden.

Modellbedingte Singularitäten an einspringenden Wandecken sind im Rahmen der Ausführungsplanung detailliert zu überprüfen und zu bemessen.

Anlage 1 FEM-Bemessung

Inhaltsverzeichnis**Materialien****Materialien**

Standardnorm ist DIN EuroNorm EN 1992 (2013) Concrete Structures (Germany) V 30.0	5
Nr. 1 C 25/30 N (EN 1992)	5
Nr. 2 C 30/37 N (EN 1992)	5
Nr. 3 B 500 B (EN 1992)	6

Querschnitte**Querschnitte**

Materialien	7
Querschnitt Nr. 1 - Kranbahnstützen	7
Querschnitt Nr. 1 - Kranbahnstützen	7
Querschnittswerte	7
Querschnitt Nr. 2 - Kranbahnträger	7
Querschnitt Nr. 2 - Kranbahnträger	7
Querschnittswerte	7
Querschnitt Nr. 3 - Unterzug 102	8
Querschnitt Nr. 3 - Unterzug 102	8
Querschnittswerte	8
Querschnitt Nr. 4 - Kranbahnträger	8
Querschnitt Nr. 4 - Kranbahnträger	8
Querschnittswerte	8
Querschnitt Nr. 5 - Unterzug TK	9
Querschnitt Nr. 5 - Unterzug TK	9
Querschnittswerte	9

Berechnung Bauzustände**CSM**

Globale Steuerungen	10
Bauabschnitte	10
Gruppeneigenschaften	11
Übersicht über CSM Lastfallnummern (siehe auch CSM Handbuch Kapitel 2)	11

Überlagerungen**MAXIMA - LASTFALLÜBERLAGERUNG (V 17.08)**

Überlagerung nach DIN EuroNorm EN 1992 (2013) Concrete Structures	12
Kombinationsvorschrift Nummer 101	12
maxima_formel_7.png	12
Kombinationsvorschrift Nummer 103	14
maxima_formel_4.png	14
Kombinationsvorschrift Nummer 104	16
maxima_formel_1.png	16
Erzeugte Lastfälle	18

Bemessungsparameter der Flächenelemente**Bemessungsparameter der Flächenelemente**

Bewehrungsparameter	21
---------------------------	----

Bemessung GZT - Flächenelemente**Bemessung GZT - Flächenelemente**

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1(D)	22
Lastfälle für die Bemessung	22
Material (DIN EN 1992-1-1(D))	22
Material-Sicherheitsbeiwerte:	22

Bemessung GZT - Flächenelemente

Bewehrungsparameter	23
Zusammenfassung Durchstanznachweise (DIN EN 1992-1-1(D))	23

Bemessung GZT - Stäbe**Bemessung GZT - Stäbe**

Ausgewählte Stabelemente	26
Materialien	26
Untersuchte Lastfälle	26
Bruchsicherheitsnachweise	26
Schubsicherheitsnachweise	26
Maximale Ausnutzungsgrade	26

Bauteilabmessungen Maschinenkaverne**Interaktive Grafik**

Mittlere QUAD-Elementdicke Mittlere QUAD-Elementdicke	28
Mittlere QUAD-Elementdicke Mittlere QUAD-Elementdicke	29
Mittlere QUAD-Elementdicke Mittlere QUAD-Elementdicke	30
Mittlere QUAD-Elementdicke Mittlere QUAD-Elementdicke	31

Bauteilabmessungen Trafokaverne**Interaktive Grafik**

Mittlere QUAD-Elementdicke	32
----------------------------------	----

Lastfälle Maschinenkaverne**Interaktive Grafik**

Last (Temperatur) LF: 9	33
Last (Temperatur) LF: 10	34
Alle Lasten LF: 11 ; Alle Lasten LF: 12	35
Alle Lasten LF: 13 ; Alle Lasten LF: 14	36
Alle Lasten LF: 31	37
Alle Lasten LF: 32	38
Alle Lasten LF: 301 ; Alle Lasten LF: 302 ; Alle Lasten LF: 304 ; Alle Lasten LF: 305 ; Alle Lasten LF: 39	
Alle Lasten LF: 401 ; Alle Lasten LF: 402 ; Alle Lasten LF: 403 ; Alle Lasten LF: 404 ; Alle Lasten LF: 40	
Alle Lasten LF: 501 ; Alle Lasten LF: 503 ; Alle Lasten LF: 504 ; Alle Lasten LF: 505 ; Alle Lasten LF: 41	
Alle Lasten LF: 601 ; Alle Lasten LF: 602 ; Alle Lasten LF: 603 ; Alle Lasten LF: 604 ; Alle Lasten LF: 42	
Alle Lasten LF: 701 ; Alle Lasten LF: 702 ; Alle Lasten LF: 751 ; Alle Lasten LF: 752 ; Alle Lasten LF: 43	
Alle Lasten LF: 801 ; Alle Lasten LF: 853 ; Alle Lasten LF: 854 ; Alle Lasten LF: 861	44
Alle Lasten LF: 901	45
Alle Lasten LF: 1801 ; Alle Lasten LF: 1802 ; Alle Lasten LF: 1803 ; Alle Lasten LF: 1804 ; Alle Lasten 46	
Freie Linienlast LF: 20	47
Alle Lasten LF: 31	48
Alle Lasten LF: 32	49
Freie Einzellast LF: 41	50
Freie Einzellast LF: 42	51
Freie Einzellast LF: 43	52
Freie Einzellast LF: 44	53
Freie Einzellast LF: 45	54
Freie Einzellast LF: 46	55
Freie Einzellast LF: 47	56
Freie Einzellast LF: 48	57
Freie Einzellast LF: 49	58
Alle Lasten LF: 51	59
Alle Lasten LF: 52	60
Alle Lasten LF: 53	61
Alle Lasten LF: 54	62
Alle Lasten LF: 55	63
Alle Lasten LF: 56	64
Alle Lasten LF: 57	65

Interaktive Grafik

Alle Lasten LF: 58	66
Alle Lasten LF: 59	67

Lastfälle Trafokaverne**Interaktive Grafik**

Alle Lasten LF: 1801 ; Alle Lasten LF: 1802 ; Alle Lasten LF: 1803 ; Alle Lasten LF: 1804 ; Alle Lasten	68
Freie Linienlast LF: 20	69

Bemessungsschnittgrößen Maschinenkaverne**Interaktive Grafik**

Strukturflächen , Lokale Koordinatensysteme	70
Strukturflächen , Lokale Koordinatensysteme	71
Stabelemente , Lokale Koordinatensysteme	72
Biegemoment m-xx in lokal x LF: 2101	73
Biegemoment m-xx in lokal x LF: 2102	74
Biegemoment m-yy in lokal y LF: 2103	75
Biegemoment m-yy in lokal y LF: 2104	76
Drillmoment m-xy in lokal xy LF: 2105	77
Drillmoment m-xy in lokal xy LF: 2106	78
Querkraft v-x in lokal x LF: 2107	79
Querkraft v-x in lokal x LF: 2108	80
Querkraft v-y in lokal y LF: 2109	81
Querkraft v-y in lokal y LF: 2110	82
Stabelemente , Normalkraft Nx LF: 2121	83
Stabelemente , Normalkraft Nx LF: 2122	84
Stabelemente , Querkraft Vy LF: 2123	85
Stabelemente , Querkraft Vy LF: 2124	86
Stabelemente , Querkraft Vz LF: 2125	87
Stabelemente , Querkraft Vz LF: 2126	88
Stabelemente , Torsionsmoment Mt LF: 2127	89
Stabelemente , Torsionsmoment Mt LF: 2128	90
Stabelemente , Biegemoment My LF: 2129	91
Stabelemente , Biegemoment My LF: 2130	92
Stabelemente , Biegemoment Mz LF: 2131	93
Stabelemente , Biegemoment Mz LF: 2132	94

Bemessungsschnittgrößen Trafokaverne**Interaktive Grafik**

Strukturflächen , Lokale Koordinatensysteme	95
Biegemoment m-xx in lokal x LF: 2101 Biegemoment m-xx in lokal x LF: 2102	96
Biegemoment m-yy in lokal y LF: 2103 Biegemoment m-yy in lokal y LF: 2104	97
Drillmoment m-xy in lokal xy LF: 2105 Drillmoment m-xy in lokal xy LF: 2106	98
Querkraft v-x in lokal x LF: 2107 Querkraft v-x in lokal x LF: 2108	99
Querkraft v-y in lokal y LF: 2109 Querkraft v-y in lokal y LF: 2110	100

Bewehrungsverteilung Maschinenkaverne**Interaktive Grafik**

Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) oben BF: 1	101
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben BF: 1	102
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten BF: 1	103
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten BF: 1	104
Flächenelemente , Bügelbewehrung BF: 1	105
Durchstanzen BF: 1	106
Flächenelemente , Stahlmengenindex oben pro Element (netto, ohne konstruktive Anteile) BF: 1	107
Flächenelemente , Stahlmengenindex unten pro Element (netto, ohne konstruktive Anteile) BF: 1	108
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) oben BF: 1	109
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben BF: 1	110
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten BF: 1	111

Interaktive Grafik

Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten BF: 1	112
Flächenelemente , Bügelbewehrung BF: 1	113
Flächenelemente , Stahlmengenindex oben pro Element (netto, ohne konstruktive Anteile) BF: 1	114
Flächenelemente , Stahlmengenindex unten pro Element (netto, ohne konstruktive Anteile) BF: 1	115

Bewehrungsverteilung Trafokaverne**Interaktive Grafik**

Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) oben BF: 1 Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben BF: 1	116
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten BF: 1 Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten BF: 1	117
Flächenelemente , Bügelbewehrung BF: 1	118
Durchstanzen BF: 1	119
Flächenelemente , Stahlmengenindex oben pro Element (netto, ohne konstruktive Anteile) BF: 1 Flächenele	120

Setzungen und Bettungsspannungen Maschinenkaverne**Interaktive Grafik**

Knotenverschiebung in global Z LF: 1475	121
Knotenverschiebung in global Z LF: 1476	122
Bettungsspannung LF: 2117	123
Bettungsspannung LF: 2118	124

Nachweis Auftrieb**Nachweis Auftrieb**

Nachweis gegen Auftrieb im 1. Bauzustand (Maschinenblock EU4)	125
Nachweis gegen Auftrieb im 2. Bauzustand (Maschinenblock EU4+EU3)	126
Nachweis gegen Auftrieb im 2. Bauzustand (Montageblock EU3)	127

maßgebende Stütze - Vorbemerkungen**maßgebende Stütze - Vorbemerkungen**

Schnittgrößen der Kranstütze in Achse 5 unterwasserseitig	128
---	-----

maßgebende Stütze - Schnittgrößen**Interaktive Grafik**

Stabelemente , Biegemoment Mz LF: 2132 ; Stabelemente , Biegemoment Mz LF: 2131 Stabelemente , Biegemom	129
Stabelemente , Querkraft Vz LF: 2125 ; Stabelemente , Querkraft Vz LF: 2126 Stabelemente , Querkraft Vy	130
Stabelemente , Normalkraft Nx LF: 2122 ; Stabelemente , Normalkraft Nx LF: 2121	131

Standardnorm ist DIN EuroNorm EN 1992 (2013) Concrete Structures (Germany) V 30.0
Structure and Tab.7.1N: AN (Hochbau)

Nr. 1 C 25/30 N (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	31476	[N/mm ²]	Materialsicherheit	1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	f _c	21.25 [MPa]
Schubmodul	G	13115	[N/mm ²]	Nennfestigkeit	f _{ck}	25.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	17487	[N/mm ²]	Zugfestigkeit	f _{ctm}	2.56 [MPa]
Wichte	γ	25.0	[kN/m ³]	Zugfestigkeit	f _{ctk,05}	1.80 [MPa]
Rohdichte	ρ	2350.00	[kg/m ³]	Zugfestigkeit	f _{ctk,95}	3.33 [MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	f _{bd}	2.69 [MPa]
				Gebrauchsfestigkeit	f _{cm}	33.00 [MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	f _{cd,fat}	12.75 [MPa]
				Zugfestigkeit	f _{ctd}	1.02 [MPa]

Arbeitslinie Gebrauchszustand	ε [o/oo]	σ-m [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	33050
Dehnungsbereichs angewendet	-1.035	-25.04	15658
	-2.069	-33.00	0
	-3.500	-18.95	-19203
Materialsicherheit			1.50

Arbeitslinie Bruchzustand	ε [o/oo]	σ-u [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	21250
Dehnungsbereichs angewendet	-2.000	-21.25	0
	-3.500	-21.25	0
Materialsicherheit			1.50

Arbeitslinie rechner.Mittelwerte	ε [o/oo]	σ-r [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	33050
Dehnungsbereichs angewendet	-1.035	-12.48	3538
	-2.069	-13.89	0
	-3.500	-12.78	-1297
Materialsicherheit			(1.30)

Nr. 2 C 30/37 N (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	32837	[N/mm ²]	Materialsicherheit	1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	f _c	25.50 [MPa]
Schubmodul	G	13682	[N/mm ²]	Nennfestigkeit	f _{ck}	30.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	18243	[N/mm ²]	Zugfestigkeit	f _{ctm}	2.90 [MPa]
Wichte	γ	25.0	[kN/m ³]	Zugfestigkeit	f _{ctk,05}	2.03 [MPa]
Rohdichte	ρ	2350.00	[kg/m ³]	Zugfestigkeit	f _{ctk,95}	3.77 [MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	f _{bd}	3.04 [MPa]
				Gebrauchsfestigkeit	f _{cm}	38.00 [MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	f _{cd,fat}	14.96 [MPa]
				Zugfestigkeit	f _{ctd}	1.15 [MPa]

Arbeitslinie Gebrauchszustand	ε [o/oo]	σ-m [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	34478
Dehnungsbereichs angewendet	-1.081	-28.31	17746
	-2.162	-38.00	0
	-3.500	-22.47	-23499
Materialsicherheit			1.50

Arbeitslinie Bruchzustand	ε [o/oo]	σ-u [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	25500
Dehnungsbereichs angewendet	-2.000	-25.50	0
	-3.500	-25.50	0
Materialsicherheit			1.50

Arbeitslinie rechner.Mittelwerte	ε [o/oo]	σ-r [MPa]	E-t [N/mm ²]
wird nur innerhalb des definierten	0.000	0.00	34478
Dehnungsbereichs angewendet	-1.081	-14.81	4404

Arbeitslinie rechner.Mittelwerte	ε [o/oo]	σ -r[MPa]	E-t[N/mm2]
	-2.162	-16.67	0
	-3.500	-15.40	-1618
	Materialsicherheit (1.30)		

Nr. 3 B 500 B (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	200000	[N/mm2]	Materialsicherheit	1.15	[-]
Querdehnzahl	μ	0.30	[-]	Fließgrenze	f_y	500.00 [MPa]
Schubmodul	G	76923	[N/mm2]	Druckfließgrenze	f_{yc}	500.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	166667	[N/mm2]	Zugfestigkeit	f_t	540.00 [MPa]
Wichte	γ	78.5	[kN/m3]	Druckfestigkeit	f_c	540.00 [MPa]
Rohdichte	ρ	7850.00	[kg/m3]	Bruchdehnung		50.00 [o/oo]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.20E-05	[1/K]	Verbundwert relativ		1.00 [-]
max. Erzeugnisdicke		32.00	[mm]	Verbundwert k_1 (EN1992) k_1		0.80 [-]
				Verfestigungsmodul	E_h	0.00 [MPa]
				Proportionalitätsgrenze f_p		500.00 [MPa]
				Schwingbreite	σ -dyn	152.17 [MPa]

Arbeitslinie Gebrauchszustand	ε [o/oo]	σ -m[MPa]	E-t[N/mm2]
wird außerhalb des definierten	1000.000	540.00	0
Dehnungsbereichs fortgesetzt	50.000	540.00	0
	2.500	500.00	842
	0.000	0.00	200000
	-2.500	-500.00	842
	-50.000	-540.00	0
	-1000.000	-540.00	0
	Materialsicherheit 1.15		

Arbeitslinie Bruchzustand	ε [o/oo]	σ -u[MPa]	E-t[N/mm2]
wird außerhalb des definierten	1000.000	456.52	0
Dehnungsbereichs fortgesetzt	25.000	456.52	0
	2.174	434.78	952
	0.000	0.00	200000
	-2.174	-434.78	952
	-25.000	-456.52	0
	-1000.000	-456.52	0
	Materialsicherheit (1.15)		

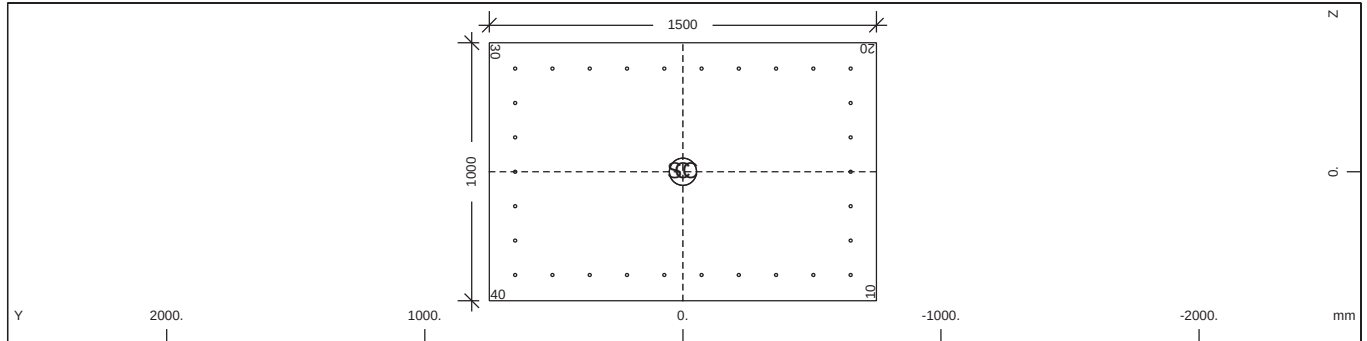
Arbeitslinie rechner.Mittelwerte	ε [o/oo]	σ -r[MPa]	E-t[N/mm2]
wird außerhalb des definierten	1000.000	456.92	0
Dehnungsbereichs fortgesetzt	50.000	456.92	0
	2.115	423.08	707
	0.000	0.00	200000
	-2.115	-423.08	707
	-50.000	-456.92	0
	-1000.000	-456.92	0
	Materialsicherheit (1.30)		

Materialien

Nr. 1 C 25/30 N (EN 1992)

Nr. 2 C 30/37 N (EN 1992)

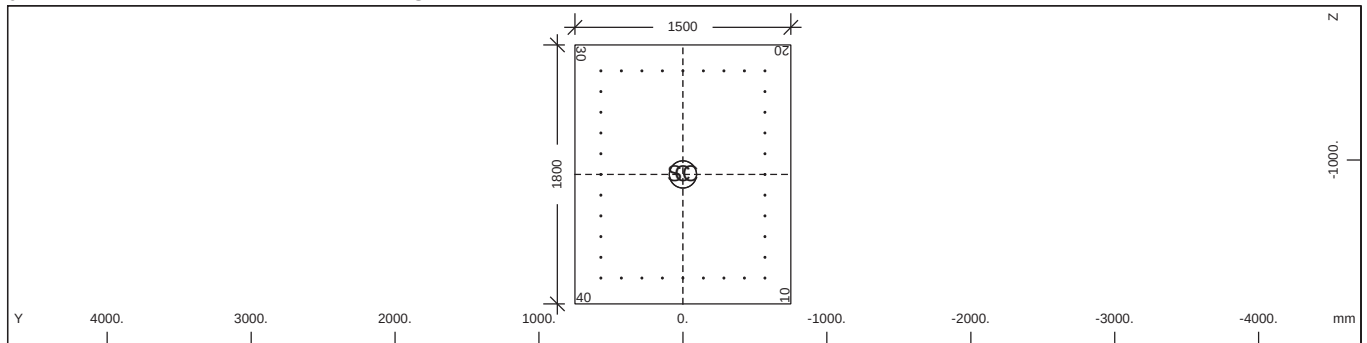
Nr. 3 B 500 B (EN 1992)

Querschnitt Nr. 1 - Kranbahnstützen

Querschnitt Nr. 1 - Kranbahnstützen

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A[m ²]	Ay[m ²]	Iy[m ⁴]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm ²]	g[kN/m]
	MBw	It[m ⁴]	Az[m ²]	Iz[m ⁴]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm ²]	
			Ayz[m ²]	Iyz[m ⁴]				
1	1	1.5000E+00		1.250E-01	0.0	0.0	31476	37.50
	3	2.940E-01		2.813E-01	0.0	0.0	13115	(DRUCK)
= Kranbahnstützen								
Nr.	Querschnittsnummer		ysc,zsc	Schubmittelpunktsordinate				
Mat	Materialnummer		E	Elastizitätsmodul				
A	Querschnittsfläche		g	längenbezogenes Eigengewicht				
Ay,Az,Ayz	Schubverformungsfläche		MBw	Bewehrungsmaterialnummer				
Iy,Iz,Iyz	Flächenträgheitsmoment		It	Torsionsträgheitsmoment				
yc,zc	Schwerpunktsordinate		G	Schubmodul				

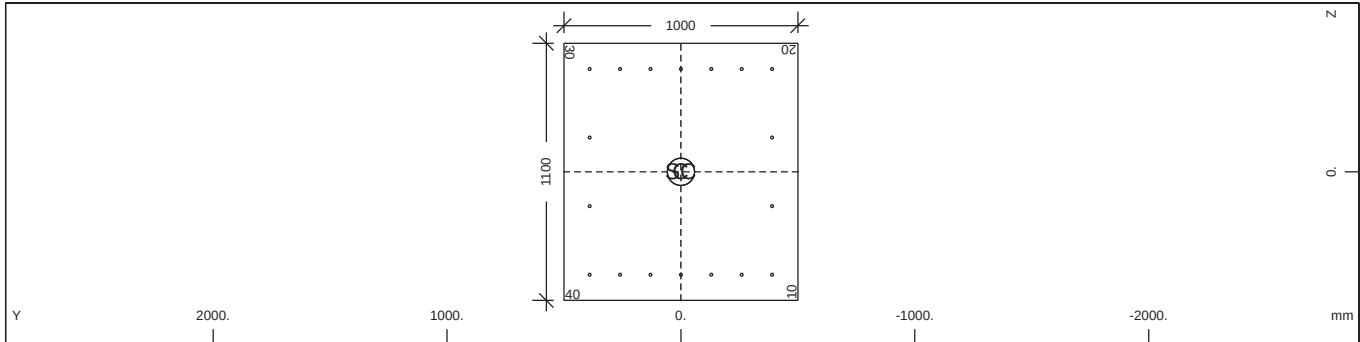
Querschnitt Nr. 2 - Kranbahnträger

Querschnitt Nr. 2 - Kranbahnträger

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A[m ²]	Ay[m ²]	Iy[m ⁴]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm ²]	g[kN/m]
	MBw	It[m ⁴]	Az[m ²]	Iz[m ⁴]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm ²]	
			Ayz[m ²]	Iyz[m ⁴]				
2	1	2.7000E+00		7.290E-01	0.0	0.0	31476	67.50
	3	1.001E+00		5.063E-01	-900.0	-900.0	13115	(COLUMN)
= Kranbahnträger								
Nr.	Querschnittsnummer		ysc,zsc	Schubmittelpunktsordinate				
Mat	Materialnummer		E	Elastizitätsmodul				
A	Querschnittsfläche		g	längenbezogenes Eigengewicht				
Ay,Az,Ayz	Schubverformungsfläche		MBw	Bewehrungsmaterialnummer				
Iy,Iz,Iyz	Flächenträgheitsmoment		It	Torsionsträgheitsmoment				
yc,zc	Schwerpunktsordinate		G	Schubmodul				

Querschnitt Nr. 3 - Unterzug 102

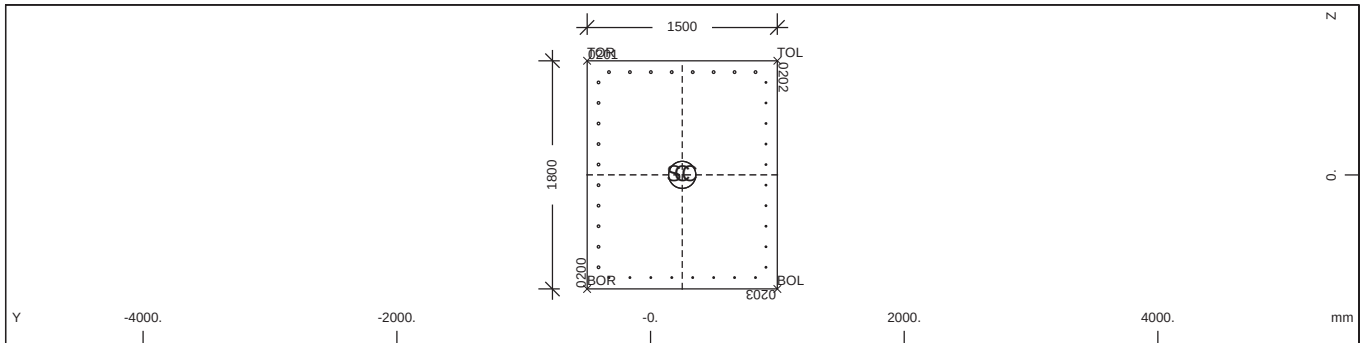


Querschnitt Nr. 3 - Unterzug 102

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A[m2]	Ay[m2]	Iy[m4]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm2]	g[kN/m]
	MBw	It[m4]	Az[m2]	Iz[m4]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm2]	
		Ayz[m2]	Iyz[m4]					
3	1	1.1000E+00		1.109E-01	0.0	0.0	31476	27.50
	3	1.676E-01		9.167E-02	0.0	0.0	13115	(CENTR)
= Unterzug 102								
Nr.	Querschnittsnummer		ysc,zsc	Schubmittelpunktsordinate				
Mat	Materialnummer		E	Elastizitätsmodul				
A	Querschnittsfläche		g	längenbezogenes Eigengewicht				
Ay,Az,Ayz	Schubverformungsfläche		MBw	Bewehrungsmaterialnummer				
Iy,Iz,Iyz	Flächenträgheitsmoment		It	Torsionsträgheitsmoment				
yc,zc	Schwerpunktsordinate		G	Schubmodul				

Querschnitt Nr. 4 - Kranbahnträger

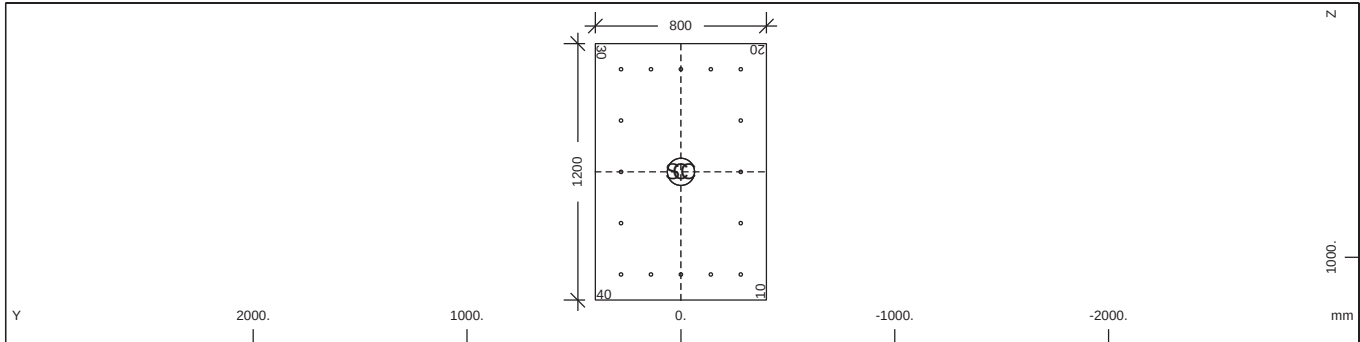


Querschnitt Nr. 4 - Kranbahnträger

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A[m2]	Ay[m2]	Iy[m4]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm2]	g[kN/m]
	MBw	It[m4]	Az[m2]	Iz[m4]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm2]	
		Ayz[m2]	Iyz[m4]					
4	1	2.7000E+00		7.290E-01	250.0	250.0	31476	67.50
	3	1.009E+00		5.063E-01	0.0	0.0	13115	(BIEGE)
= Kranbahnträger								
Nr.	Querschnittsnummer		ysc,zsc	Schubmittelpunktsordinate				
Mat	Materialnummer		E	Elastizitätsmodul				
A	Querschnittsfläche		g	längenbezogenes Eigengewicht				
Ay,Az,Ayz	Schubverformungsfläche		MBw	Bewehrungsmaterialnummer				
Iy,Iz,Iyz	Flächenträgheitsmoment		It	Torsionsträgheitsmoment				
yc,zc	Schwerpunktsordinate		G	Schubmodul				

Querschnitt Nr. 5 - Unterzug TK



Querschnitt Nr. 5 - Unterzug TK

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A[m2]	Ay[m2]	Iy[m4]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm2]	g[kN/m]
	MBw	It[m4]	Az[m2]	Iz[m4]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm2]	
		Ayz[m2]	Iyz[m4]					
5	1	9.6000E-01		1.152E-01	0.0	0.0	31476	24.00
	3	1.204E-01		5.120E-02	600.0	600.0	13115	(BIEGE)
	= Unterzug TK							
Nr.	Querschnittsnummer		ysc,zsc	Schubmittelpunktsordinate				
Mat	Materialnummer		E	Elastizitätsmodul				
A	Querschnittsfläche		g	längenbezogenes Eigengewicht				
Ay,Az,Ayz	Schubverformungsfläche		MBw	Bewehrungsmaterialnummer				
Iy,Iz,Iyz	Flächenträgheitsmoment		It	Torsionsträgheitsmoment				
yc,zc	Schwerpunktsordinate		G	Schubmodul				

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de

Globale Steuerungen

Das Eigengewicht der Elemente wird automatisch aktiviert.

Kriechen und Schwinden wird mit delta-phi Werten vorab ermittelt.

Bauabschnitte

BA	TYP	Dauer d	RH %	Temp [°]	Takt_1 [m]	Takt_2 [m]	Bezeichnung
20	G_1						EU4 - Bodenplatte/Wände - Beton
21	C_1	5	70	20			EU4 - Bodenplatte - Kriechen
22	C_1	8	70	20			EU4 - Bodenplatte - Kriechen
23	C_1	15	70	20			EU4 - Bodenplatte - Kriechen
30	G_1						EU3 - Bodenplatte - Betonage
31	C_1	8	70	20			EU3 - Bodenplatte - Kriechen
32	C_1	9	70	20			EU3 - Bodenplatte - Kriechen
33	C_1	11	70	20			EU3 - Bodenplatte - Kriechen
35	G_1						EU3 - Wände/Stützen - Betonage
36	C_1	8	70	20			EU3 - Wände/Stützen - Kriechen
37	C_1	10	70	20			EU3 - Wände/Stützen - Kriechen
38	C_1	10	70	20			EU3 - Wände/Stützen - Kriechen
40	G_1						EU2 - Bodenplatte - Betonage
41	C_1	9	70	20			EU2 - Bodenplatte - Kriechen
42	C_1	9	70	20			EU2 - Bodenplatte - Kriechen
43	C_1	10	70	20			EU2 - Bodenplatte - Kriechen
45	G_1						EU2 - Wände/Stützen - Betonage
46	C_1	9	70	20			EU2 - Wände/Stützen - Kriechen
47	C_1	9	70	20			EU2 - Wände/Stützen - Kriechen
48	C_1	10	70	20			EU2 - Wände/Stützen - Kriechen
50	G_1						EU1 - Bodenplatte - Betonage
51	C_1	9	70	20			EU1 - Bodenplatte - Kriechen
52	C_1	9	70	20			EU1 - Bodenplatte - Kriechen
53	C_1	10	70	20			EU1 - Bodenplatte - Kriechen
55	G_1						EU1 - Wände/Stützen - Betonage
56	C_1	9	70	20			EU1 - Wände/Stützen - Kriechen
57	C_1	9	70	20			EU1 - Wände/Stützen - Kriechen
58	C_1	10	70	20			EU1 - Wände/Stützen - Kriechen
60	G_1						E1 - Bodenplatte - Betonage
61	C_1	9	70	20			E1 - Bodenplatte - Kriechen
62	C_1	9	70	20			E1 - Bodenplatte - Kriechen
63	C_1	10	70	20			E1 - Bodenplatte - Kriechen
65	G_1						E1 - Wände/Stützen - Betonage
66	C_1	9	70	20			E1 - Wände/Stützen - Kriechen
67	C_1	9	70	20			E1 - Wände/Stützen - Kriechen
68	C_1	10	70	20			E1 - Wände/Stützen - Kriechen
70	G_1						E2 - Bodenplatte - Betonage
71	C_1	9	70	20			E1 - Bodenplatte - Kriechen
72	C_1	9	70	20			E1 - Bodenplatte - Kriechen
73	C_1	10	70	20			E1 - Bodenplatte - Kriechen
75	G_1						E2 - Wände/Stützen - Betonage
76	C_1	9	70	20			E2 - Wände/Stützen - Kriechen
77	C_1	9	70	20			E2 - Wände/Stützen - Kriechen
78	C_1	10	70	20			E2 - Wände/Stützen - Kriechen
80	G_1						E3 - Bodenplatte - Betonage
81	C_1	9	70	20			E3 - Bodenplatte - Kriechen
82	C_1	9	70	20			E3 - Bodenplatte - Kriechen
83	C_1	10	70	20			E3 - Bodenplatte - Kriechen
85	G_1						E3 - Wände/Stützen - Betonage
86	C_1	9	70	20			E3 - Wände/Stützen - Kriechen
87	C_1	9	70	20			E3 - Wände/Stützen - Kriechen
88	C_1	10	70	20			E3 - Wände/Stützen - Kriechen
90	G_1						E4 - Bodenplatte - Betonage
91	C_1	9	70	20			E4 - Bodenplatte - Kriechen
92	C_1	9	70	20			E4 - Bodenplatte - Kriechen
93	C_1	10	70	20			E4 - Bodenplatte - Kriechen

BA	Bauabschnittsnummer
TYP	Typ der Einwirkung
Dauer	Zeitdauer des Bauabschnitts
RH	relative Luftfeuchte
Temp	Temperatur des Betons
Takt_1	Verschiebungsweg dieses Bauzustands für Einschieben von rechts,links

Gruppeneigenschaften

Grup	aktiv von BA	aktiv bis BA	Gewicht ab BA	Gfix ab	BETT ab	ORTG ab	WSTI bis	T0 d	TS d	FAK1	PHIF	QUEA	QEMX
0	20	9999	20					7	3		1.00		
20	20	9999	20					7	3		1.00		
21	20	9999	20					7	3		1.00		
30	30	9999	30					7	3		1.00		
31	35	9999	35					7	3		1.00		
40	40	9999	40					7	3		1.00		
41	45	9999	45					7	3		1.00		
50	50	9999	50					7	3		1.00		
51	55	9999	55					7	3		1.00		
60	60	9999	60					7	3		1.00		
61	65	9999	65					7	3		1.00		
70	70	9999	70					7	3		1.00		
71	75	9999	75					7	3		1.00		
80	80	9999	80					7	3		1.00		
81	85	9999	85					7	3		1.00		
90	90	9999	90					7	3		1.00		
180	80	9999	80					7	3		1.00		
181	85	9999	85					7	3		1.00		

SOFISTIK AG - www.sofistik.de

Grup	Gruppennummer
aktiv	aktiv von / bis Bauabschnittsnummer
Gewicht	Bauabschnittsnummer ab der das Eigengewicht wirken soll
Gfix	Bauabschnittsnummer bei dem die Stabgelenke fixiert werden
BETT	Bauabschnittsnummer ab dem die QUAD-Bettung aktiert wird
ORTG	Bauabschnittsnummer ab welchem das Ortbetongewicht eines AQUA-BA Teilquerschnittes aktiviert wird
WSTI	Steifigkeit wirksam bis Bauabschnittsnummer
T0	wirksames Alter bei Erstbelastung
TS	Beginn des Schwindens (Schwinden ohne Effekt von T0-TS)
FAK1	Steifigkeitsfaktor beim ersten Einbau (z.B. Seilvorspannung)
PHIF	Faktor für Kriechen von Federn und Bettungen
QUEA	Normalkraft-Steifigkeitsanteil QUAD-Elemente
QEMX	Faktor des E-Moduls von QUAD-Elementen in lokaler x-Richtung

Übersicht über CSM Lastfallnummern (siehe auch CSM Handbuch Kapitel 2)

Summenlastfälle mit Gesamtverschiebungen und -schnittgrößen ab Nr. 4000

Differenzverschiebungen und Diff.-schnittgrößen ab Lastfallnummer. 5000

AQB-Eigenspannungen aus Kriechen und Schwinden ab Lastfallnummer. 6000

Ergebnisspannungen der AQB-LFSP-Auswertung ab Lastfallnummer. 7000

[zu verwenden für Vorspann-Normalkraft nach Kriechen+Schwinden:

-> WINGRAF Stabnormalkraft LF 7000ff vgl. STEU SPEI 1]

Überlagerung nach DIN EuroNorm EN 1992 (2013) Concrete Structures

Kombinationsvorschrift Nummer 101

Durchbiegungen

Überlagerung nach Handbuch MAXIMA Formel 2.7

$$E_{d,perm} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Ergebnislastfälle Typ Gebrauch: quasi ständig

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
LF Faktor Lastfalltyp									
G	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Eigengewicht
	1	1.00	Ständige Last	einwirkungsweise					Eigengewicht
	20	1.00	Ständige Last	einwirkungsweise					Eigengewicht Mauerwerk
KG	Q	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Kranlast
	51	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
	52	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
	53	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
	54	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
	55	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
	56	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
	57	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
	58	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
	59	1.00	Alternativlast	A16					Kranlast
L	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Lastmodell 1
	41	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
	42	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
	43	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
	44	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
	45	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
	46	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
	47	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
	48	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
	49	1.00	Alternativlast	A 9					Lastmodell 1
M	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Montageplatz
	71	1.00	Alternativlast	A34					Montage Stator
	72	1.00	Alternativlast	A34					Montage Rotor
Q	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Nutzlasten
	11	1.00	Bedingte Last						Felsdruck EU4
	12	1.00	Bedingte Last						Felsdruck EU3
	13	1.00	Bedingte Last						Felsdruck EU2
	14	1.00	Bedingte Last						Felsdruck EU1
	301	1.00	Bedingte Last						q_U301
	302	1.00	Bedingte Last						q_U302
	303	1.00	Bedingte Last						q_U303
	304	1.00	Bedingte Last						q_U304
	305	1.00	Bedingte Last						q_U305
	306	1.00	Bedingte Last						q_U306
	307	1.00	Bedingte Last						q_U307
	308	1.00	Bedingte Last						q_U308
	309	1.00	Bedingte Last						q_U309
	310	1.00	Bedingte Last						q_U310
	351	1.00	Bedingte Last						q_U3T1
	352	1.00	Bedingte Last						q_U3T1V
	353	1.00	Bedingte Last						q_U3T2
	354	1.00	Bedingte Last						q_U3T2V

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
	LF	Faktor	Lastfalltyp						
	361	1.00	Bedingte Last					q_U3A1V	
	401	1.00	Bedingte Last					q_U201	
	402	1.00	Bedingte Last					q_U202	
	403	1.00	Bedingte Last					q_U203	
	404	1.00	Bedingte Last					q_U204	
	405	1.00	Bedingte Last					q_U205	
	406	1.00	Bedingte Last					q_U206	
	407	1.00	Bedingte Last					q_U207	
	408	1.00	Bedingte Last					q_U208	
	409	1.00	Bedingte Last					q_U209	
	410	1.00	Bedingte Last					q_U210	
	411	1.00	Bedingte Last					q_U211	
	412	1.00	Bedingte Last					q_U212	
	451	1.00	Bedingte Last					q_U2T1	
	452	1.00	Bedingte Last					q_U2T1V	
	453	1.00	Bedingte Last					q_U2T2	
	454	1.00	Bedingte Last					q_U2T2V	
	501	1.00	Bedingte Last					q_U101	
	502	1.00	Bedingte Last					q_U102	
	503	1.00	Bedingte Last					q_U103	
	504	1.00	Bedingte Last					q_U104	
	505	1.00	Bedingte Last					q_U105	
	506	1.00	Bedingte Last					q_U106	
	507	1.00	Bedingte Last					q_U107	
	508	1.00	Bedingte Last					q_U108	
	509	1.00	Bedingte Last					q_U109	
	510	1.00	Bedingte Last					q_U110	
	551	1.00	Bedingte Last					q_U1T1	
	552	1.00	Bedingte Last					q_U1T1V	
	553	1.00	Bedingte Last					q_U1T2	
	554	1.00	Bedingte Last					q_U1T2V	
	561	1.00	Bedingte Last					q_U1A1V	
	601	1.00	Bedingte Last					q_101	
	602	1.00	Bedingte Last					q_102	
	603	1.00	Bedingte Last					q_103	
	604	1.00	Bedingte Last					q_104	
	605	1.00	Bedingte Last					q_105	
	606	1.00	Bedingte Last					q_106	
	607	1.00	Bedingte Last					q_107	
	608	1.00	Bedingte Last					q_108	
	651	1.00	Bedingte Last					q_1T1	
	652	1.00	Bedingte Last					q_1T1V	
	653	1.00	Bedingte Last					q_1T2	
	654	1.00	Bedingte Last					q_1T2V	
	661	1.00	Bedingte Last					q_1A1V	
	701	1.00	Bedingte Last					q_201	
	702	1.00	Bedingte Last					q_202	
	751	1.00	Bedingte Last					q_2T1	
	752	1.00	Bedingte Last					q_2T1V	
	753	1.00	Bedingte Last					q_2T2	
	754	1.00	Bedingte Last					q_2T2V	
	761	1.00	Bedingte Last					q_2A1V	
	801	1.00	Bedingte Last					q_301	
	853	1.00	Bedingte Last					q_3T2	
	854	1.00	Bedingte Last					q_3T2V	
	861	1.00	Bedingte Last					q_3A1V	
	901	1.00	Bedingte Last					q_401	
	1801	1.00	Bedingte Last					q_301TK	
	1802	1.00	Bedingte Last					q_302TK	
	1803	1.00	Bedingte Last					q_303TK	

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
	LF	Faktor	Lastfalltyp						
	1804	1.00	Bedingte Last					q_304TK	
	1805	1.00	Bedingte Last					q_305TK	
	1806	1.00	Bedingte Last					q_306TK	
	1811	1.00	Bedingte Last					q_TK-Kor	
T	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Temperatur
	9	1.00	Alternativlast A14						Temperatur EU4 und EU3 x
	10	1.00	Alternativlast A14						Temperatur EU4 und EU3 z
W	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Wasserdruck
	31	1.00	Alternativlast A10						Wasserdruck Bau-EU4
	γ -a=	1.00							
	32	1.00	Alternativlast A10						Wasserdruck Bau-EU3

Kombinationsvorschrift Nummer 103

charakt. Auflagerkräfte

Überlagerung nach Handbuch MAXIMA Formel 2.4

$$E_{d,rare} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Ergebnislastfälle Typ Gebrauch: Seltene Kombination

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
	LF	Faktor	Lastfalltyp						
G	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Eigengewicht
	1	1.00	Ständige Last einwirkungsweise						Eigengewicht
	20	1.00	Ständige Last einwirkungsweise						Eigengewicht Mauerwerk
KG	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Kranlast
	51	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	52	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	53	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	54	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	55	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	56	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	57	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	58	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	59	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
L	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Lastmodell 1
	41	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	42	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	43	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	44	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	45	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	46	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	47	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	48	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	49	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
M	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Montageplatz
	71	1.00	Alternativlast A34						Montage Stator
	72	1.00	Alternativlast A34						Montage Rotor
Q	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Nutzlasten
	11	1.00	Bedingte Last						Felsdruck EU4
	12	1.00	Bedingte Last						Felsdruck EU3
	13	1.00	Bedingte Last						Felsdruck EU2
	14	1.00	Bedingte Last						Felsdruck EU1
	301	1.00	Bedingte Last						q_U301

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
	LF	Faktor	Lastfalltyp						
	302	1.00	Bedingte Last					q_U302	
	303	1.00	Bedingte Last					q_U303	
	304	1.00	Bedingte Last					q_U304	
	305	1.00	Bedingte Last					q_U305	
	306	1.00	Bedingte Last					q_U306	
	307	1.00	Bedingte Last					q_U307	
	308	1.00	Bedingte Last					q_U308	
	309	1.00	Bedingte Last					q_U309	
	310	1.00	Bedingte Last					q_U310	
	351	1.00	Bedingte Last					q_U3T1	
	352	1.00	Bedingte Last					q_U3T1V	
	353	1.00	Bedingte Last					q_U3T2	
	354	1.00	Bedingte Last					q_U3T2V	
	361	1.00	Bedingte Last					q_U3A1V	
	401	1.00	Bedingte Last					q_U201	
	402	1.00	Bedingte Last					q_U202	
	403	1.00	Bedingte Last					q_U203	
	404	1.00	Bedingte Last					q_U204	
	405	1.00	Bedingte Last					q_U205	
	406	1.00	Bedingte Last					q_U206	
	407	1.00	Bedingte Last					q_U207	
	408	1.00	Bedingte Last					q_U208	
	409	1.00	Bedingte Last					q_U209	
	410	1.00	Bedingte Last					q_U210	
	411	1.00	Bedingte Last					q_U211	
	412	1.00	Bedingte Last					q_U212	
	451	1.00	Bedingte Last					q_U2T1	
	452	1.00	Bedingte Last					q_U2T1V	
	453	1.00	Bedingte Last					q_U2T2	
	454	1.00	Bedingte Last					q_U2T2V	
	501	1.00	Bedingte Last					q_U101	
	502	1.00	Bedingte Last					q_U102	
	503	1.00	Bedingte Last					q_U103	
	504	1.00	Bedingte Last					q_U104	
	505	1.00	Bedingte Last					q_U105	
	506	1.00	Bedingte Last					q_U106	
	507	1.00	Bedingte Last					q_U107	
	508	1.00	Bedingte Last					q_U108	
	509	1.00	Bedingte Last					q_U109	
	510	1.00	Bedingte Last					q_U110	
	551	1.00	Bedingte Last					q_U1T1	
	552	1.00	Bedingte Last					q_U1T1V	
	553	1.00	Bedingte Last					q_U1T2	
	554	1.00	Bedingte Last					q_U1T2V	
	561	1.00	Bedingte Last					q_U1A1V	
	601	1.00	Bedingte Last					q_101	
	602	1.00	Bedingte Last					q_102	
	603	1.00	Bedingte Last					q_103	
	604	1.00	Bedingte Last					q_104	
	605	1.00	Bedingte Last					q_105	
	606	1.00	Bedingte Last					q_106	
	607	1.00	Bedingte Last					q_107	
	608	1.00	Bedingte Last					q_108	
	651	1.00	Bedingte Last					q_1T1	
	652	1.00	Bedingte Last					q_1T1V	
	653	1.00	Bedingte Last					q_1T2	
	654	1.00	Bedingte Last					q_1T2V	
	661	1.00	Bedingte Last					q_1A1V	
	701	1.00	Bedingte Last					q_201	
	702	1.00	Bedingte Last					q_202	

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
	LF	Faktor	Lastfalltyp						
	751	1.00	Bedingte Last					q_2T1	
	752	1.00	Bedingte Last					q_2T1V	
	753	1.00	Bedingte Last					q_2T2	
	754	1.00	Bedingte Last					q_2T2V	
	761	1.00	Bedingte Last					q_2A1V	
	801	1.00	Bedingte Last					q_301	
	853	1.00	Bedingte Last					q_3T2	
	854	1.00	Bedingte Last					q_3T2V	
	861	1.00	Bedingte Last					q_3A1V	
	901	1.00	Bedingte Last					q_401	
	1801	1.00	Bedingte Last					q_301TK	
	1802	1.00	Bedingte Last					q_302TK	
	1803	1.00	Bedingte Last					q_303TK	
	1804	1.00	Bedingte Last					q_304TK	
	1805	1.00	Bedingte Last					q_305TK	
	1806	1.00	Bedingte Last					q_306TK	
	1811	1.00	Bedingte Last					q_TK-Kor	
T	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Temperatur
	9	1.00	Alternativlast A14						Temperatur EU4 und EU3 x
	10	1.00	Alternativlast A14						Temperatur EU4 und EU3 z
W	Q	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Wasserdruck
	31	1.00	Alternativlast A10						Wasserdruck Bau-EU4
	γ -a=	1.00							
	32	1.00	Alternativlast A10						Wasserdruck Bau-EU3

Kombinationsvorschrift Nummer 104

Bruchzustand

Überlagerung nach Handbuch MAXIMA Formel 2.1

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P_k \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Ergebnislastfälle Typ Bruchzustand

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
	LF	Faktor	Lastfalltyp						
G	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Eigengewicht
	1	1.00	Ständige Last	einwirkungsweise					Eigengewicht
	20	1.00	Ständige Last	einwirkungsweise					Eigengewicht Mauerwerk
KG	Q	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Kranlast
	51	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	52	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	53	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	54	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	55	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	56	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	57	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	58	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
	59	1.00	Alternativlast A16						Kranlast
L	Q	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Lastmodell 1
	41	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	42	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	43	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1
	44	1.00	Alternativlast A 9						Lastmodell 1

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
		LF Faktor	Lastfalltyp						
		45	1.00	Alternativlast A 9					Lastmodell 1
		46	1.00	Alternativlast A 9					Lastmodell 1
		47	1.00	Alternativlast A 9					Lastmodell 1
		48	1.00	Alternativlast A 9					Lastmodell 1
		49	1.00	Alternativlast A 9					Lastmodell 1
M	Q	1.35	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Montageplatz
		71	1.00	Alternativlast A34					Montage Stator
		72	1.00	Alternativlast A34					Montage Rotor
Q	Q	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Nutzlasten
		11	1.00	Bedingte Last					Felsdruck EU4
		γ -u= 1.35							
		12	1.00	Bedingte Last					Felsdruck EU3
		γ -u= 1.35							
		13	1.00	Bedingte Last					Felsdruck EU2
		γ -u= 1.35							
		14	1.00	Bedingte Last					Felsdruck EU1
		γ -u= 1.35							
		301	1.00	Bedingte Last					q_U301
		302	1.00	Bedingte Last					q_U302
		303	1.00	Bedingte Last					q_U303
		304	1.00	Bedingte Last					q_U304
		305	1.00	Bedingte Last					q_U305
		306	1.00	Bedingte Last					q_U306
		307	1.00	Bedingte Last					q_U307
		308	1.00	Bedingte Last					q_U308
		309	1.00	Bedingte Last					q_U309
		310	1.00	Bedingte Last					q_U310
		351	1.00	Bedingte Last					q_U3T1
		352	1.00	Bedingte Last					q_U3T1V
		353	1.00	Bedingte Last					q_U3T2
		354	1.00	Bedingte Last					q_U3T2V
		361	1.00	Bedingte Last					q_U3A1V
		401	1.00	Bedingte Last					q_U201
		402	1.00	Bedingte Last					q_U202
		403	1.00	Bedingte Last					q_U203
		404	1.00	Bedingte Last					q_U204
		405	1.00	Bedingte Last					q_U205
		406	1.00	Bedingte Last					q_U206
		407	1.00	Bedingte Last					q_U207
		408	1.00	Bedingte Last					q_U208
		409	1.00	Bedingte Last					q_U209
		410	1.00	Bedingte Last					q_U210
		411	1.00	Bedingte Last					q_U211
		412	1.00	Bedingte Last					q_U212
		451	1.00	Bedingte Last					q_U2T1
		452	1.00	Bedingte Last					q_U2T1V
		453	1.00	Bedingte Last					q_U2T2
		454	1.00	Bedingte Last					q_U2T2V
		501	1.00	Bedingte Last					q_U101
		502	1.00	Bedingte Last					q_U102
		503	1.00	Bedingte Last					q_U103
		504	1.00	Bedingte Last					q_U104
		505	1.00	Bedingte Last					q_U105
		506	1.00	Bedingte Last					q_U106
		507	1.00	Bedingte Last					q_U107
		508	1.00	Bedingte Last					q_U108
		509	1.00	Bedingte Last					q_U109
		510	1.00	Bedingte Last					q_U110
		551	1.00	Bedingte Last					q_U1T1
		552	1.00	Bedingte Last					q_U1T1V

Lastfallauswahl und Einwirkungen

Act	Typ	γ -u	γ -f	γ -a	ψ -0	ψ -1	ψ -2	ψ -1'	Bezeichnung
		LF Faktor	Lastfalltyp						
		553	1.00	Bedingte Last				q_U1T2	
		554	1.00	Bedingte Last				q_U1T2V	
		561	1.00	Bedingte Last				q_U1A1V	
		601	1.00	Bedingte Last				q_101	
		602	1.00	Bedingte Last				q_102	
		603	1.00	Bedingte Last				q_103	
		604	1.00	Bedingte Last				q_104	
		605	1.00	Bedingte Last				q_105	
		606	1.00	Bedingte Last				q_106	
		607	1.00	Bedingte Last				q_107	
		608	1.00	Bedingte Last				q_108	
		651	1.00	Bedingte Last				q_1T1	
		652	1.00	Bedingte Last				q_1T1V	
		653	1.00	Bedingte Last				q_1T2	
		654	1.00	Bedingte Last				q_1T2V	
		661	1.00	Bedingte Last				q_1A1V	
		701	1.00	Bedingte Last				q_201	
		702	1.00	Bedingte Last				q_202	
		751	1.00	Bedingte Last				q_2T1	
		752	1.00	Bedingte Last				q_2T1V	
		753	1.00	Bedingte Last				q_2T2	
		754	1.00	Bedingte Last				q_2T2V	
		761	1.00	Bedingte Last				q_2A1V	
		801	1.00	Bedingte Last				q_301	
		853	1.00	Bedingte Last				q_3T2	
		854	1.00	Bedingte Last				q_3T2V	
		861	1.00	Bedingte Last				q_3A1V	
		901	1.00	Bedingte Last				q_401	
		1801	1.00	Bedingte Last				q_301TK	
		1802	1.00	Bedingte Last				q_302TK	
		1803	1.00	Bedingte Last				q_303TK	
		1804	1.00	Bedingte Last				q_304TK	
		1805	1.00	Bedingte Last				q_305TK	
		1806	1.00	Bedingte Last				q_306TK	
		1811	1.00	Bedingte Last				q_TK-Kor	
T	Q	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Temperatur
		9	1.00	Alternativlast A14					Temperatur EU4 und EU3 x
		10	1.00	Alternativlast A14					Temperatur EU4 und EU3 z
W	Q	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Wasserdruck
		31	1.00	Alternativlast A10					Wasserdruck Bau-EU4
		γ -u=	1.30;	γ -a=	1.00				
		32	1.00	Alternativlast A10					Wasserdruck Bau-EU3

Erzeugte Lastfälle

Nummer	Kom	Bezeichnung
1471	101	MAXP-UX KNOT Knotenverschiebungen
1472	101	MINP-UX KNOT Knotenverschiebungen
1473	101	MAXP-UY KNOT Knotenverschiebungen
1474	101	MINP-UY KNOT Knotenverschiebungen
1475	101	MAXP-UZ KNOT Knotenverschiebungen
1476	101	MINP-UZ KNOT Knotenverschiebungen
1477	101	MAXP-URX KNOT Knotenverschiebungen
1478	101	MINP-URX KNOT Knotenverschiebungen
1479	101	MAXP-URY KNOT Knotenverschiebungen
1480	101	MINP-URY KNOT Knotenverschiebungen
1481	101	MAXP-URZ KNOT Knotenverschiebungen
1482	101	MINP-URZ KNOT Knotenverschiebungen
1483	101	MAXP-URB KNOT Knotenverschiebungen
1484	101	MINP-URB KNOT Knotenverschiebungen
1971	103	MAXR-UX KNOT Knotenverschiebungen

Erzeugte Lastfälle

Nummer	Kom	Bezeichnung
1972	103	MINR-UX KNOT Knotenverschiebungen
1973	103	MAXR-UY KNOT Knotenverschiebungen
1974	103	MINR-UY KNOT Knotenverschiebungen
1975	103	MAXR-UZ KNOT Knotenverschiebungen
1976	103	MINR-UZ KNOT Knotenverschiebungen
1977	103	MAXR-URX KNOT Knotenverschiebungen
1978	103	MINR-URX KNOT Knotenverschiebungen
1979	103	MAXR-URY KNOT Knotenverschiebungen
1980	103	MINR-URY KNOT Knotenverschiebungen
1981	103	MAXR-URZ KNOT Knotenverschiebungen
1982	103	MINR-URZ KNOT Knotenverschiebungen
1983	103	MAXR-URB KNOT Knotenverschiebungen
1984	103	MINR-URB KNOT Knotenverschiebungen
2151	104	MAX-PX KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2152	104	MIN-PX KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2153	104	MAX-PY KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2154	104	MIN-PY KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2155	104	MAX-PZ KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2156	104	MIN-PZ KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2157	104	MAX-MX KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2158	104	MIN-MX KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2159	104	MAX-MY KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2160	104	MIN-MY KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2161	104	MAX-MZ KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2162	104	MIN-MZ KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2191	104	MAX-MB KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2192	104	MIN-MB KNOT Auflagerkräfte in Knoten
2163	104	MAX-PX RAND Verteilte Auflagerreaktionen in Randelementen
2164	104	MIN-PX RAND Verteilte Auflagerreaktionen in Randelementen
2165	104	MAX-PY RAND Verteilte Auflagerreaktionen in Randelementen
2166	104	MIN-PY RAND Verteilte Auflagerreaktionen in Randelementen
2167	104	MAX-PZ RAND Verteilte Auflagerreaktionen in Randelementen
2168	104	MIN-PZ RAND Verteilte Auflagerreaktionen in Randelementen
2169	104	MAX-M RAND Verteilte Auflagerreaktionen in Randelementen
2170	104	MIN-M RAND Verteilte Auflagerreaktionen in Randelementen
2117	104	MAX-P QUAD Bettungsspannungen
2118	104	MIN-P QUAD Bettungsspannungen
2191	104	MAX-PT QUAD Bettungsspannungen
2192	104	MIN-PT QUAD Bettungsspannungen
2193	104	MAX-PTX QUAD Bettungsspannungen
2194	104	MIN-PTX QUAD Bettungsspannungen
2195	104	MAX-PTY QUAD Bettungsspannungen
2196	104	MIN-PTY QUAD Bettungsspannungen
2197	104	MAX-PTZ QUAD Bettungsspannungen
2198	104	MIN-PTZ QUAD Bettungsspannungen
2121	104	MAX-N STAB Kräfte in Stabelementen
2122	104	MIN-N STAB Kräfte in Stabelementen
2123	104	MAX-VY STAB Kräfte in Stabelementen
2124	104	MIN-VY STAB Kräfte in Stabelementen
2125	104	MAX-VZ STAB Kräfte in Stabelementen
2126	104	MIN-VZ STAB Kräfte in Stabelementen
2127	104	MAX-MT STAB Kräfte in Stabelementen
2128	104	MIN-MT STAB Kräfte in Stabelementen
2129	104	MAX-MY STAB Kräfte in Stabelementen
2130	104	MIN-MY STAB Kräfte in Stabelementen
2131	104	MAX-MZ STAB Kräfte in Stabelementen
2132	104	MIN-MZ STAB Kräfte in Stabelementen
2133	104	MAX-MB STAB Kräfte in Stabelementen
2134	104	MIN-MB STAB Kräfte in Stabelementen
2135	104	MAX-MT2 STAB Kräfte in Stabelementen
2136	104	MIN-MT2 STAB Kräfte in Stabelementen

Erzeugte Lastfälle

Nummer	Kom	Bezeichnung
2101	104	MAX-MXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2102	104	MIN-MXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2103	104	MAX-MYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2104	104	MIN-MYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2105	104	MAX-MXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2106	104	MIN-MXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2107	104	MAX-VX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2108	104	MIN-VX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2109	104	MAX-VY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2110	104	MIN-VY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2111	104	MAX-NXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2112	104	MIN-NXX QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2113	104	MAX-NYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2114	104	MIN-NYY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2115	104	MAX-NXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2116	104	MIN-NXY QUAD Schnittgrößen in Flächenelementen
2101	104	MAX-MXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2102	104	MIN-MXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2103	104	MAX-MYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2104	104	MIN-MYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2105	104	MAX-MXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2106	104	MIN-MXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2107	104	MAX-VX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2108	104	MIN-VX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2109	104	MAX-VY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2110	104	MIN-VY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2111	104	MAX-NXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2112	104	MIN-NXX QUAK Schnittgrößen in Knoten
2113	104	MAX-NYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2114	104	MIN-NYY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2115	104	MAX-NXY QUAK Schnittgrößen in Knoten
2116	104	MIN-NXY QUAK Schnittgrößen in Knoten

Bewehrungsparameter

Auswahl		Abstand		Durchmesser		Rissbreite		Stahlspannung		Mindestbew.	
Grp	Elem	d1-o	2.Lage	ds-o	2.Lage	wk-o	2.Lage	sigso	2.Lage	aso	2.Lage
Nr.	Nr.	d1-u	2.Lage	ds-u	2.Lage	wk-u	2.Lage	sigsu	2.Lage	asu	2.Lage
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[MPa]	[MPa]	[cm2/m]	[cm2/m]
für alle		70.0	90.0	20	20	-	-	-	-	-	-
		70.0	90.0	20	20	-	-	-	-	-	-
Abstand		Abstand Stabmitte zur Oberfläche oben / unten									
Durchmesser		Stabdurchmesser oben / unten									
Rissbreite		Einzuhaltende Rissbreite oben / unten									
Stahlspannung		Maximale Stahlspannung im Gebrauchsnachweis oben / unten									
Mindestbew.		Mindestbewehrung oben / unten									

Die Bewehrungsrichtungen beziehen sich auf die lokalen Koordinatensysteme der Elemente und sind daher graphisch auszugeben.

Bei Eingabe einer Stahlspannung sigso... erfolgt der 'Rissnachweis nach Tabellen' für diese Lage mit der eingegebenen Stahlspannung. Damit kann der Nachweis nach Stababstand anstatt nach dem Stabdurchmesser erfolgen.

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1(D)

Schnittgrößen und Lastfälle enthalten Ergebnisse auf Bruchlastniveau

Es wird in BEMESS kein zusätzlicher Lastsicherheitsfaktor angesetzt.

Lastfälle für die Bemessung

Lastfall	Faktor	Bezeichnung
2101	1.000	MAX-MXX QUAD Schnittgrößen in
2102	1.000	MIN-MXX QUAD Schnittgrößen in
2103	1.000	MAX-MYY QUAD Schnittgrößen in
2104	1.000	MIN-MYY QUAD Schnittgrößen in
2105	1.000	MAX-MXY QUAD Schnittgrößen in
2106	1.000	MIN-MXY QUAD Schnittgrößen in
2107	1.000	MAX-VX QUAD Schnittgrößen in F
2108	1.000	MIN-VX QUAD Schnittgrößen in F
2109	1.000	MAX-VY QUAD Schnittgrößen in F
2110	1.000	MIN-VY QUAD Schnittgrößen in F
2111	1.000	MAX-NXX QUAD Schnittgrößen in
2112	1.000	MIN-NXX QUAD Schnittgrößen in
2113	1.000	MAX-NYY QUAD Schnittgrößen in
2114	1.000	MIN-NYY QUAD Schnittgrößen in
2115	1.000	MAX-NXY QUAD Schnittgrößen in
2116	1.000	MIN-NXY QUAD Schnittgrößen in
2117	1.000	MAX-P QUAD Bettungsspann Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2118	1.000	MIN-P QUAD Bettungsspann Bettungsspannungen Durchstanznachweis
2151	1.000	MAX-PX KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2152	1.000	MIN-PX KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2153	1.000	MAX-PY KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2154	1.000	MIN-PY KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2155	1.000	MAX-PZ KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2156	1.000	MIN-PZ KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2157	1.000	MAX-MX KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2158	1.000	MIN-MX KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2159	1.000	MAX-MY KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2160	1.000	MIN-MY KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2161	1.000	MAX-MZ KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2162	1.000	MIN-MZ KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2191	1.000	MAX-MB KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis
2192	1.000	MIN-MB KNOT Auflagerkrä Auflagerkraft Durchstanznachweis

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de

Material (DIN EN 1992-1-1(D))

MAT	fck [N/mm2]	fc [N/mm2]	fctm [N/mm2]	fy [N/mm2]	ft [N/mm2]	N	minQ	Art
1	25.0	21.2	2.6			6.4	0.20	
2	30.0	25.5	2.9			6.1	0.20	
3				500.0	525.0			
MAT	Materialnummer			ft	Zugfestigkeit des Betonstahls			
fck	Nennfestigkeit des Betons			N	Verhältnis E-Moduli Stahl/Beton			
fc	Rechenfestigkeit des Betons			minQ	minimale Querbewehrung			
fctm	Zugfestigkeit des Betons			Art	Charakter der Belastung			
fy	Fließgrenze des Betonstahls							

Mindestbewehrung 0.00 % des statisch erforderlichen Querschnitts

Abminderung der Betondruckfestigkeit bei Querkzug = 25.0 [o/o]

Material-Sicherheitsbeiwerte:

MAT	Beton SC1	SC2	Stahl SS1	SS2
1	1.50	1.50		
2	1.50	1.50		
3			1.15	1.15
MAT	Materialnummer			
Beton	Materialsicherheit SC1/SC2 = Biegeglieder/Druckglieder			
Stahl	Materialsicherheit Betonstahl Biegeglieder/Druckglieder			

Bei direkter Lagerung wird die Querkraft vom Auflagerstand bis 1.0*d linear reduziert.

Der Nachweis der Betondruckstrebe erfolgt ohne Reduktion am Auflagerstand.

Durchstanzen wird nur geprüft und muss gegebenenfalls gesondert nachgewiesen werden.

Es wird hierfür keine Bewehrung erhöht. Lediglich die Mindestbemessungsmomente über Stützen werden angesetzt und können die Bewehrung erhöhen [DUST...MMOM].
 Ausserhalb der Durchstanzbereiche wird hierzu bei der normalen Plattenschubbe-
 messung der Biegebewehrungsgrad bis maximal 0.20% erhöht [Eingabe STEU...RO_V].

Bewehrungsparameter

Auswahl	Abstand	Durchmesser	Rissbreite	Stahlspannung	Mindestbew.
Grp Elem	d1-o 2.Lage	ds-o 2.Lage	wk-o 2.Lage	sigso 2.Lage	aso 2.Lage
Nr. Nr.	d1-u 2.Lage	ds-u 2.Lage	wk-u 2.Lage	sigsu 2.Lage	asu 2.Lage
	[mm] [mm]	[mm] [mm]	[mm] [mm]	[MPa] [MPa]	[cm2/m] [cm2/m]
für alle	70.0 90.0	20 20	0.30 0.30	- -	- -
	70.0 90.0	20 20	0.30 0.30	- -	- -
Abstand	Abstand Stabmitte zur Oberfläche oben / unten				
Durchmesser	Stabdurchmesser oben / unten				
Rissbreite	Einzuhaltende Rissbreite oben / unten				
Stahlspannung	Maximale Stahlspannung im Gebrauchsnachweis oben / unten				
Mindestbew.	Mindestbewehrung oben / unten				

Die Bewehrungsrichtungen beziehen sich auf die lokalen Koordinatensysteme
 der Elemente und sind daher graphisch auszugeben.

Bei Eingabe einer Stahlspannung sigso... erfolgt der 'Rissnachweis nach Tabellen'
 für diese Lage mit der eingegebenen Stahlspannung. Damit kann der Nachweis nach
 Stababstand anstatt nach dem Stabdurchmesser erfolgen.

Die Bewehrung wird in der Datenbasis gespeichert als Bemessungsfall 1

Zusammenfassung Durchstanznachweise (DIN EN 1992-1-1(D))

Knoten	Typ	X	Y	V-Ed	Stütze	ucrit	%u0	beta	v-max	AssSum	asl	nperi
Nr		[m]	[m]	[kN]	[mm]	[m]	[o/o]	[-]	[MPa]	[cm2]	[cm2/m]	
1	U	42.450	0.500	101.0	Ø 1238	4.462	25	1.50	0.05	-	1.64	-
4	U	60.950	0.500	-226.0	Ø 1238	7.824	50	1.40	0.06	-	1.83	-
9	U	60.950	18.400	115.7	Ø 1238	4.462	25	1.40	0.05	-	0.94	-
1003	E	19.100	0.500	59.6	700/300	2.584	25	1.50	0.07	-	1.34	-
1003	E	19.100	0.500	-19.4	700/300	2.584	25	1.50	0.02	-	0.44	-
1004	E	19.100	18.400	163.2	700/300	3.840	25	1.50	0.07	-	2.07	-
1004	E	19.100	18.400	-85.8	700/300	3.840	25	1.50	0.04	-	1.09	-
1024	W	9.429	13.322	-135.4	Ø 2491	5.548	38	1.35	0.05	-	0.00	-
1025	W	11.371	13.322	-147.1	Ø 2491	5.548	38	1.35	0.06	-	0.00	-
1027	W	14.022	10.671	1156.0	Ø 2491	5.548	38	1.35	0.45	****	0.00	****
1032	W	14.022	8.729	778.5	Ø 2491	5.548	38	1.35	0.31	-	0.00	-
1071	E	19.100	0.500	222.3	Ø 1384	3.151	25	1.50	0.33	-	8.37	-
1072	L	14.000	5.600	2026.0		5.276	36	1.20	0.47	****	0.00	****
1073	L	6.800	5.600	1654.6		1.964	21	1.20	0.66	****	0.00	****
1082	L	6.100	1.750	-3.2		3.945	38	1.20	0.00	-	0.00	-
1082	L	6.100	1.750	-236.5		4.026	38	1.20	0.11	-	0.00	-
1090	L	6.100	1.750	-388.7		5.969	38	1.20	0.09	-	0.00	-
1110	E	19.100	0.500	192.9	700/300	2.898	25	1.50	0.16	-	3.65	-
1111	E	19.100	18.400	194.4	700/300	2.898	25	1.50	0.16	-	3.68	-
1118	E	19.100	0.500	-25.3	Ø 479	3.990	25	1.50	0.01	-	0.32	-
1118	E	19.100	0.500	-95.7	Ø 479	3.990	25	1.50	0.04	-	1.21	-
1119	E	19.100	18.400	-57.0	Ø 479	3.990	25	1.50	0.02	-	0.72	-
1119	E	19.100	18.400	-360.4	Ø 479	3.990	25	1.50	0.15	-	4.59	-
1167	L	3.900	8.750	-702.3		1.472	17	1.20	0.34	****	0.00	****
1177	L	14.000	13.300	1362.3		5.276	36	1.20	0.31	****	0.00	****
1178	L	6.800	13.300	1234.6		1.206	14	1.20	0.72	****	0.00	****
1205	E	20.600	18.400	-76.8	Ø 479	3.990	25	1.50	0.03	-	0.97	-
1205	E	20.600	18.400	-405.8	Ø 479	3.990	25	1.50	0.17	-	5.17	-
1206	E	20.600	0.500	-469.8	Ø 479	3.990	25	1.50	0.19	-	5.99	-
1207	E	20.600	0.500	174.7	700/300	2.898	25	1.50	0.15	-	3.30	-
1208	E	20.600	18.400	187.4	700/300	2.898	25	1.50	0.16	-	3.54	-
1209	L	36.400	5.150	380.8		1.079	17	1.20	0.41	****	0.00	****
1209	L	36.400	5.150	-79.6		1.791	17	1.20	0.09	-	0.00	-
1213	L	36.400	13.950	839.2		3.555	36	1.20	0.43	****	0.00	****
1214	L	36.400	13.950	1228.1		5.276	36	1.20	0.28	-	0.00	-
1221	E	41.600	18.400	-389.3	Ø 479	3.990	25	1.50	0.16	-	4.96	-
1224	E	41.600	18.400	157.5	700/300	2.898	25	1.50	0.13	-	2.98	-

Zusammenfassung Durchstanznachweise (DIN EN 1992-1-1(D))

Knoten Nr	Typ	X [m]	Y [m]	V-Ed [kN]	Stütze [mm]	ucrit [m]	%u0 [o/o]	beta [-]	v-max [MPa]	AssSum [cm2]	asl [cm2/m]	nperi
1233	L	38.400	13.950	452.7		5.276	36	1.20	0.10	-	0.00	-
1233	L	38.400	13.950	-684.8		5.650	36	1.20	0.16	-	0.00	-
1236	L	38.400	13.950	435.6		3.555	36	1.20	0.22	-	0.00	-
1236	L	38.400	13.950	-180.1		3.808	36	1.20	0.09	-	0.00	-
1252	L	36.400	2.000	15.7		3.945	38	1.20	0.01	-	0.00	-
1252	L	36.400	2.000	-132.1		4.026	38	1.20	0.06	-	0.00	-
1259	L	34.800	6.950	-804.7		5.276	36	1.20	0.19	-	0.00	-
1260	L	34.800	6.950	266.0		3.555	36	1.20	0.14	-	0.00	-
1280	E	41.600	18.400	74.5	700/300	3.840	25	1.50	0.03	-	0.94	-
1280	E	41.600	18.400	-108.0	700/300	3.840	25	1.50	0.05	-	1.37	-
1281	E	20.600	18.400	80.7	700/300	3.840	25	1.50	0.03	-	1.02	-
1281	E	20.600	18.400	-187.4	700/300	3.840	25	1.50	0.08	-	2.38	-
1282	E	20.600	0.500	87.1	700/300	3.840	25	1.50	0.04	-	1.10	-
1282	E	20.600	0.500	-66.2	700/300	3.840	25	1.50	0.03	-	0.84	-
1288	L	34.800	6.950	336.1		5.276	36	1.20	0.08	-	0.00	-
1300	L	36.400	13.950	1955.1		5.276	36	1.20	0.45	****	0.00	****
1328	L	38.400	13.950	836.5		5.276	36	1.20	0.19	-	0.00	-
1328	L	38.400	13.950	-59.0		5.650	36	1.20	0.01	-	0.00	-
1368	L	36.400	2.000	127.2		1.981	38	1.20	0.23	-	0.00	-
1381	E	20.600	0.500	264.4	Ø 1384	3.151	25	1.50	0.39	-	10.03	-
1666	L	3.900	8.750	376.5		7.660	35	1.20	0.04	-	0.00	-
1666	L	3.900	8.750	-243.8		7.768	35	1.20	0.03	-	0.00	-
1674	L	3.900	3.150	173.6		6.966	46	1.20	0.03	-	0.00	-
1678	L	3.900	1.750	-207.4		2.660	42	1.20	0.23	-	0.00	-
1684	L	6.800	5.600	1356.3		0.779	11	1.20	0.53	****	0.00	****
1684	L	6.800	5.600	-696.1		2.346	11	1.20	0.27	-	0.00	-
1710	L	6.800	2.700	3025.5		5.771	28	1.20	0.43	****	0.00	****
1710	L	6.800	2.700	-537.0		6.412	28	1.20	0.08	-	0.00	-
1727	LF	7.200	13.300	-2793.1		5.428	48	1.40	0.62	-	0.00	-
1732	LF	14.000	5.150	-94.7		7.569	36	1.40	0.01	-	0.00	-
1733	W	14.000	5.150	-670.3	Ø 2491	10.46	47	1.35	0.07	-	0.00	-
1733	W	14.000	5.150	-3678.1	Ø 2491	10.46	47	1.35	0.36	****	0.00	****
1738	L	3.900	1.750	3856.2		7.569	36	1.40	0.50	****	0.00	****
1738	LF	3.900	1.750	-43.6		8.107	36	1.40	0.01	-	0.00	-
1741	LF	3.900	8.750	-69.2		7.569	36	1.20	0.01	-	0.00	-
1746	LF	3.900	3.150	-51.5		7.569	36	1.20	0.01	-	0.00	-
1784	LF	40.050	11.050	-39.7		7.569	36	1.40	0.01	-	0.00	-
1789	LF	38.400	5.150	-64.6		7.569	36	1.20	0.01	-	0.00	-
1791	LF	36.400	2.000	-44.1		7.569	36	1.40	0.01	-	0.00	-
1797	WF	38.400	13.950	-958.5	Ø 969	4.174	60	1.35	0.23	-	0.00	-
1804	LF	38.400	2.000	-39.5		7.569	36	1.40	0.01	-	0.00	-
1808	WF	36.400	5.150	-33.7	Ø 969	10.39	60	1.35	0.00	-	0.00	-
1811	LF	36.400	13.950	-1288.1		5.432	51	1.20	0.23	-	0.00	-
1819	LF	31.550	13.950	-1170.1		5.432	51	1.20	0.21	-	0.00	-
1820	LF	31.550	5.150	-1183.1		5.432	51	1.20	0.22	-	0.00	-
1824	LF	36.400	6.950	-22.8		7.569	36	1.20	0.00	-	0.00	-
1825	LF	34.800	6.950	-18.9		7.569	36	1.20	0.00	-	0.00	-
1895	L	87.700	10.700	-5.4		0.614	10	1.20	0.01	-	0.00	-
1904	L	67.500	7.900	-559.9		4.129	36	1.20	0.21	-	0.00	-
1912	W	63.800	10.300	4.4	300/450	5.424	60	1.35	0.00	-	0.00	-
1912	W	63.800	10.300	-23.8	300/450	5.424	60	1.35	0.01	-	0.00	-
1949	W	17.300	5.150	-58.2	Ø 969	4.764	44	1.35	0.02	-	0.00	-
1949	W	17.300	5.150	-707.0	Ø 969	4.764	44	1.35	0.28	-	0.00	-
1996	W	6.100	3.750	371.9	400/600	4.618	51	1.35	0.16	-	0.00	-
1996	W	6.100	3.750	-28.2	400/600	4.618	51	1.35	0.01	-	0.00	-
1998	W	6.100	2.750	-518.8	400/600	5.023	53	1.35	0.19	-	0.00	-
2070	W	14.900	5.150	-47.7	Ø 969	3.442	35	1.35	0.03	-	0.00	-
2070	W	14.900	5.150	-325.4	Ø 969	3.442	35	1.35	0.22	-	0.00	-
2074	W	6.100	4.700	-85.0	400/600	3.808	35	1.35	0.04	-	0.00	-
2074	W	6.100	4.700	-314.2	400/600	3.808	35	1.35	0.14	-	0.00	-

Zusammenfassung Durchstanznachweise (DIN EN 1992-1-1(D))

Knoten Nr	Typ	X [m]	Y [m]	V-Ed [kN]	Stütze [mm]	ucrit [m]	%u0 [o/o]	beta [-]	v-max [MPa]	AssSum [cm2]	asl [cm2/m]	nperi
2310	W	36.400	3.650	7.9	300/450	2.282	61	1.35	0.02	-	0.00	-
2310	W	36.400	3.650	-37.9	300/450	2.282	61	1.35	0.10	-	0.00	-
2331	W	2.100	3.150	192.0	300/450	2.282	61	1.35	0.52	****	0.00	****
2372	W	2.100	3.150	1778.0	300/450	7.438	50	1.40	0.25	-	0.00	-
2383	WF	20.600	14.900	-14.5	Ø 969	6.247	32	1.40	0.00	-	0.00	-
2385	WF	20.600	4.000	-16.6	Ø 969	6.247	32	1.40	0.00	-	0.00	-
2395	WF	38.400	12.450	-7.5	300/450	9.194	60	1.35	0.00	-	0.00	-
2401	W	40.050	12.900	430.0	200/300	6.596	46	1.40	0.07	-	0.00	-
2401	WF	40.050	12.900	-4.0	200/300	6.596	46	1.40	0.00	-	0.00	-
2403	WF	40.050	12.100	-3.9	200/300	6.596	46	1.40	0.00	-	0.00	-
2412	WF	33.200	13.950	-711.8	Ø 969	4.174	60	1.35	0.17	-	0.00	-
2416	WF	24.050	13.950	-1741.1	Ø 969	4.174	60	1.35	0.43	-	0.00	-
2418	WF	22.300	13.950	-979.8	Ø 969	4.407	62	1.40	0.24	-	0.00	-
2420	WF	33.200	5.150	-327.9	Ø 969	4.174	60	1.35	0.08	-	0.00	-
2424	WF	24.050	5.150	-1806.1	Ø 969	4.174	60	1.35	0.44	-	0.00	-
2426	WF	22.300	5.150	-983.9	Ø 969	4.407	62	1.40	0.24	-	0.00	-
2454	W	67.500	10.050	-261.1	300/450	4.998	57	1.35	0.10	-	0.00	-
2456	W	67.500	8.550	70.1	300/450	4.266	49	1.35	0.03	-	0.00	-
2456	W	67.500	8.550	-64.3	300/450	4.266	49	1.35	0.03	-	0.00	-
2458	W	76.000	7.900	96.9	300/450	4.144	47	1.35	0.04	-	0.00	-
2460	W	79.500	7.900	-728.5	300/450	4.144	47	1.35	0.33	-	0.00	-
2462	W	61.800	10.300	233.2	400/600	5.724	60	1.35	0.08	-	0.00	-
2462	W	61.800	10.300	-122.7	400/600	5.724	60	1.35	0.04	-	0.00	-
2470	W	87.700	10.050	-17.7	400/600	5.257	55	1.35	0.01	-	0.00	-
2470	W	87.700	10.050	-43.2	400/600	5.148	55	1.35	0.02	-	0.00	-
2472	W	87.700	8.550	-85.4	400/600	3.578	36	1.35	0.04	-	0.00	-
2472	W	87.700	8.550	-100.6	400/600	3.578	36	1.35	0.05	-	0.00	-
2475	L	60.950	16.400	1723.6		4.592	36	1.20	0.65	****	0.00	****
2477	R	12.400	0.500	469.7	Ø 1384	5.053	50	1.40	0.41	-	8.86	-
2480	R	12.400	18.400	1213.9	Ø 1384	9.531	50	1.40	0.19	-	7.76	-
2485	R	12.400	0.500	571.3	Ø 1384	7.646	50	1.40	0.17	-	5.42	-
2486	R	12.400	0.500	588.1	Ø 1384	7.017	50	1.40	0.23	-	6.69	-
2487	R	12.400	18.400	664.5	Ø 1384	7.646	50	1.40	0.20	-	6.32	-
2505	R	28.000	0.500	713.2	Ø 1384	7.646	50	1.40	0.21	-	6.79	-
2507	R	27.700	18.400	653.7	Ø 1384	7.646	50	1.40	0.19	-	6.21	-
2509	R	34.400	18.400	675.2	Ø 1384	7.646	50	1.40	0.20	-	6.42	-
2510	R	27.700	18.400	1117.7	Ø 1384	9.531	50	1.40	0.18	-	7.14	-
2511	R	34.400	18.400	1032.5	Ø 1384	9.531	50	1.40	0.16	-	6.59	-
2512	R	28.000	0.500	838.9	Ø 1384	9.531	50	1.40	0.13	-	5.35	-
2519	R	28.000	0.500	572.3	Ø 1384	5.053	50	1.40	0.50	****	10.89	****
2533	W	9.700	5.600	1927.1	Ø 2491	5.548	38	1.35	0.76	****	0.00	****
2534	W	11.100	5.600	1718.5	Ø 2491	5.548	38	1.35	0.67	****	0.00	****

Typ I=Innenstütze, R=Randstütze, E=Eckstütze, F=Fundament, W=Wandende, L=Wanddeck, U=Unterzugende
V-Ed Bemessungswert der Querkraft (abzüglich Bodenpressung)
Stütze Stützenabmessung bzw. Druckfläche am Wandende
ucrit Umfang kritischer Rundschnitt, um Öffnungen+Ränder reduziert
%u0 ucrit entspricht ... % des Vollkreises (ucrit/u0-tot)
beta Exzentrizitätsbeiwert
v-max Schubspannung am reduzierten kritischen Rundschnitt
AssSum Schubbewehrung Summe aller nperi perimeter (Rundsnitte)
asl Mindestens einzulegende Biegebewehrung im Durchstanzbereich
nperi Bis zu diesem perimeter muß Schubbewehrung eingelegt werden

Die Exzentrizitätsbeiwerte beta sind zu prüfen und gegebenenfalls geändert einzugeben.

Ein detaillierter Ausdruck kann mit ECHO DUST VOLL angefordert werden.

Bei Druck- und Zugkräften werden beide Ergebnisse berücksichtigt.

Die Mindestbemessungsmomente und die Kollapsbewehrung werden berücksichtigt.

****Durchstanznachweis nicht erbracht. Muß gesondert nachgewiesen werden.

An Durchstanzknoten wurde eine Momentenausrundung durchgeführt.

An Stützenknoten wurde für die Biegebemessung die Plattendicke mit 1:3 vom Stützenrand erhöht (nicht an Wandenden).

Ausgewählte Stabelemente

VON BIS INC X-WERT NQ TYP BA0 BA1 BA2 BA3 BA4 BA5
alle Elemente

Standardnorm ist DIN EuroNorm EN 1992 (2013) Concrete Structures (Germany) V 30.0
Structure and Tab.7.1N: AN (Hochbau)

Materialien

Nr. 1 C 25/30 N (EN 1992)
Nr. 2 C 30/37 N (EN 1992)
Nr. 3 B 500 B (EN 1992)

Beide Momente werden über den Stützen ab Auflagerrand ausgerundet
Schlaaffe Bewehrung wird bei Querschnitten so wie in AQUA berücksichtigt
Speicherung der Bewehrung unter der Nummer LFB 1

Untersuchte Lastfälle

2121	2122	2123	2124	2125	2126
2127	2128	2129	2130	2131	2132
2133	2134	2135	2136		

Bruchsicherheitsnachweise

=====

Bemessung Bruchkombination DIN EuroNorm EN 1992 (2013) Concrete Structures

Zweiachsige Biegung

Sicherheiten	SC-1	SC-2	SC-S	SS-1	SS-2	SS-S	VIIa
	1.50	1.50	1.50	1.15	1.15	1.10	7
Grenzdehnungen	C1	C2	S1	S2	Z1	Z2	
max	-3.50	-2.00	δ= 1.00	25.00	-3.50	25.00	

Bewehrungsparameter

Mindestbewehrung	Druckglieder	Mindestbewehrung	Maximal-
Biege-Gl.	Druck-Gl.	e/d N/Npl	stat.erf.Quersch Bewehrung
0.00 [o/o]	0.00 [o/o]	3.50 0.0010	0.00 0.15 9.00

Längskräfte aus Querkraft werden nicht berücksichtigt

Material Querschnitte mit Brucharbeitslinie mit individuellen Teilsicherheiten
Material Bewehrungen mit Brucharbeitslinie mit individuellen Teilsicherheiten

MNr.	Anz.	Material- Temp	Material- sicherheit	max.Druck -spannung	bei Dehnung	max.Zug -spannung	bei Dehnung	tension- stiffening
			[-]	[MPa]	[o/oo]	[MPa]	[o/oo]	[MPa]
1	0	1.500	-14.17	-2.00	0.00	0.00		
2	0	1.500	-17.00	-2.00	0.00	0.00		
3	0	1.150	-456.52	-25.00	456.52	25.00		

Schubsicherheitsnachweise

=====

Bemessung Schub Eurocode EN 1992 (2004) / DE

Minimaler Schubdeckungsgrad / tan der Neigung der Streben 0.33 / 1.00

MNr	f-cd	tau-rd	sigIIQ	sigIIT	sigIIQ+T	fyd
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	14.17	0.10	10.62	7.44	10.62	
2	17.00	0.10	12.75	8.93	12.75	
3						434.78

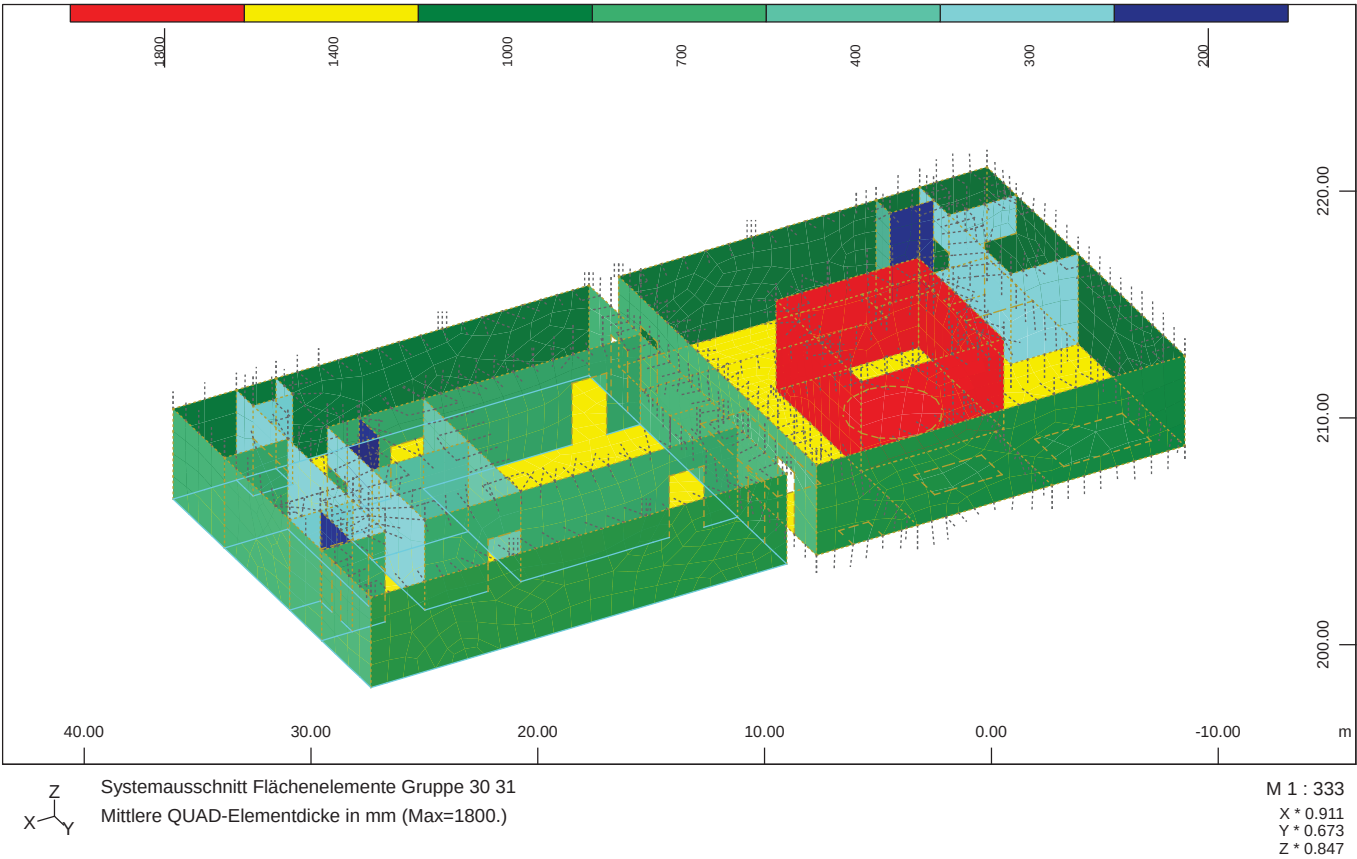
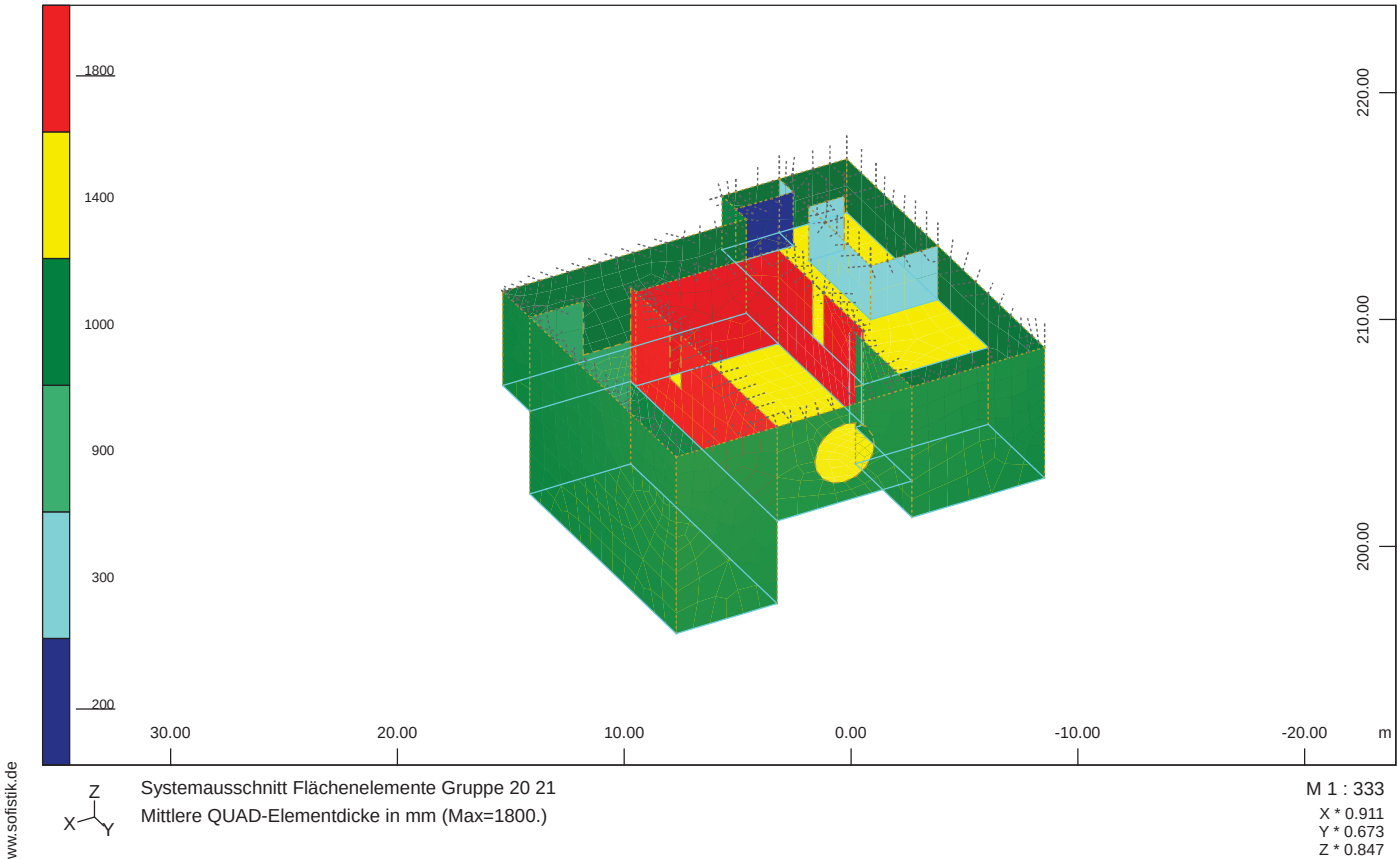
Toleranz für Überschreitung maximaler Schub- oder Hauptdruckspannungen 0.0200

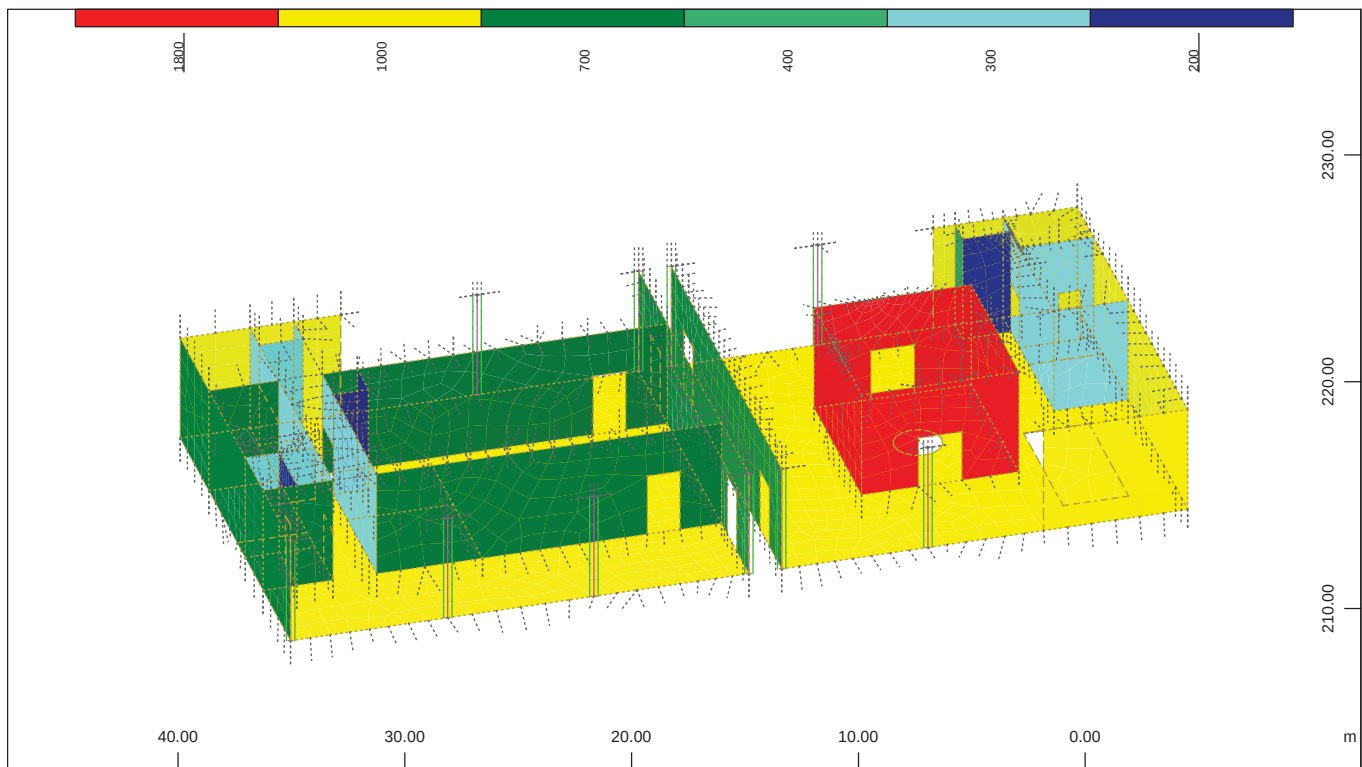
Maximale Ausnutzungsgrade

	N	Vy	Vz	Mt	My	Mz	Mb	Mt2	Total	lamda	c/t
	sig-c	sig-t	tau	sig-*	tend.	As-l	As-v	crack	sigdyn	tau-*	SCL
Querschnitt 1	0.000	0.000	0.244	0.272	0.000	0.000	0.000	0.000	1.427	0.000	0.000
Kranbahnstützen	0.000	0.000	0.000	0.343	0.000	1.427	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00

Maximale Ausnutzungsgrade

		N	Vy	Vz	Mt	My	Mz	Mb	Mt2	Total	lamda	c/t
		sig-c	sig-t	tau	sig-*	tend.	As-l	As-v	crack	sigdyn	tau-*	SCL
Querschnitt	4	0.000	0.000	0.331	0.420	0.000	0.000	0.000	0.000	1.338	0.000	0.000
Kranbahnträger		0.000	0.000	0.000	0.446	0.000	1.338	1.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Querschnitt	5	0.000	0.000	0.411	0.285	0.000	0.000	0.000	0.000	1.004	0.000	0.000
Unterzug TK		0.000	0.000	0.000	0.479	0.000	1.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Gesamttragwerk		0.000	0.000	0.411	0.420	0.000	0.000	0.000	0.000	1.427	0.000	0.000
		0.000	0.000	0.000	0.479	0.000	1.427	1.000	0.000	0.000	0.000	0.00
lamda	Zentrisches Knicken/Kippen		As-l	Längsbewehrung								
c/t	Grenزشlankheiten c/t		As-v	Bügelbewehrung								
sig-c	Biegedruck zweiachsig		crack	Rissweite								
sig-t	Biegezug zweiachsig		sigdyn	Schwingbreite Stahlspannung								
tau	Schubspannung		tau-*	Nachweisgrenzen Schubbewehrung								
sig-*	Vergleichsspannung		SCL	Querschnittsklasse (schlankster Teil)								
tend.	zulässige Stahlspannung											

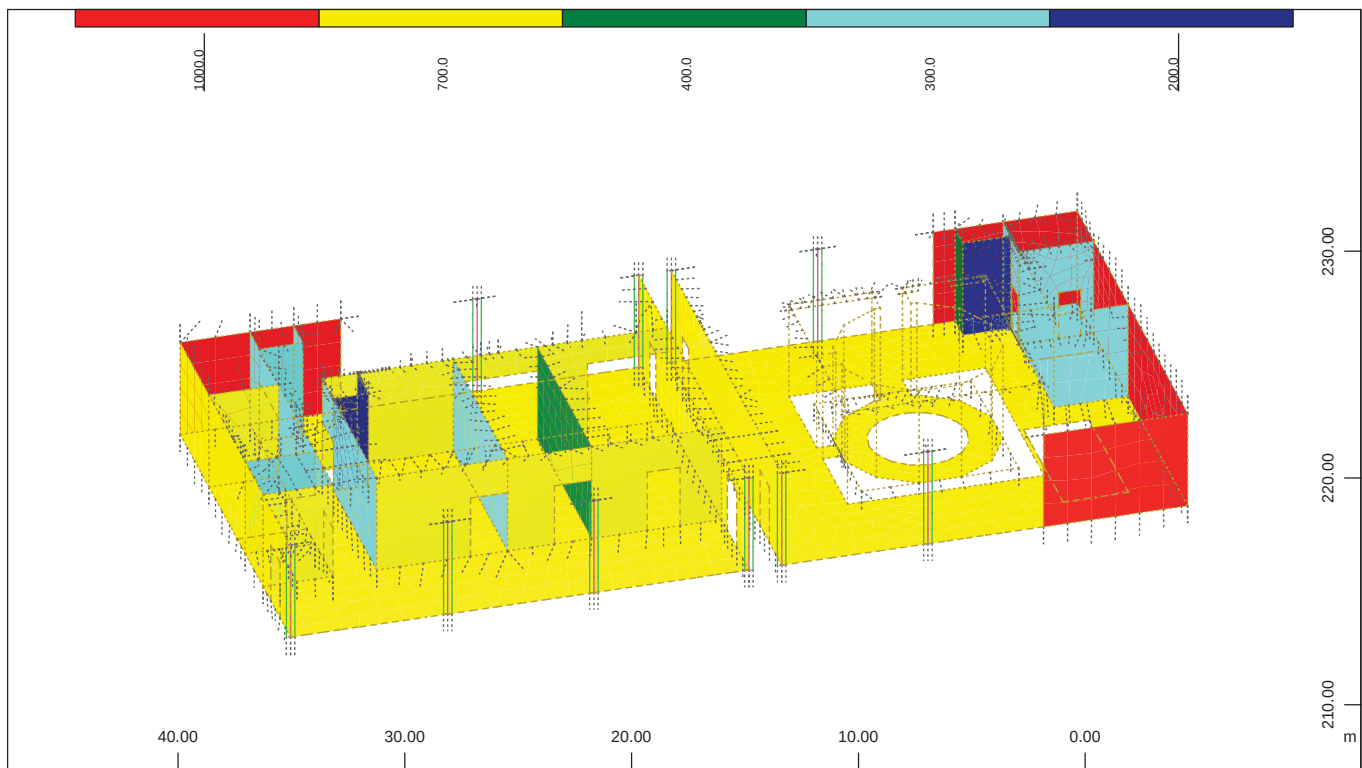




Z
X Y

Systemausschnitt Gruppe 40 41
Mittlere QUAD-Elementdicke in mm (Max=1800.)

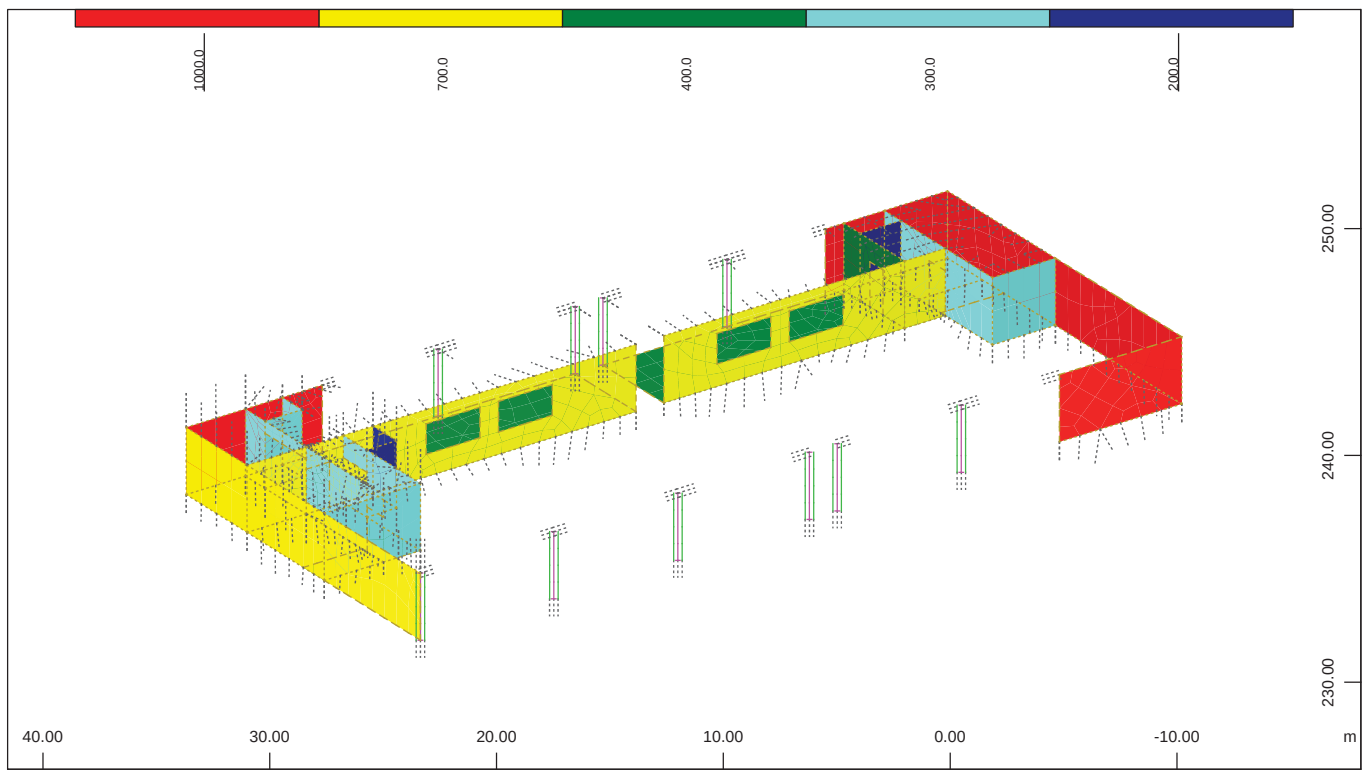
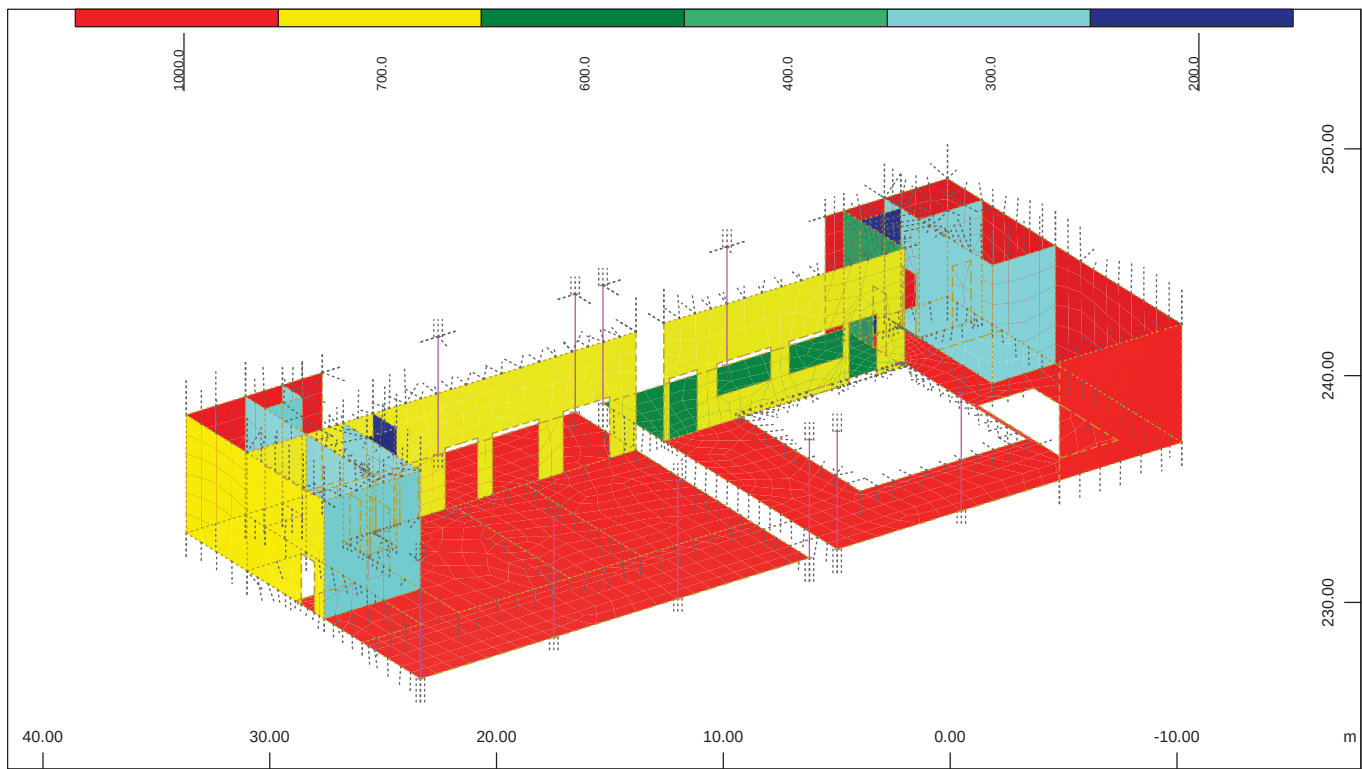
M 1 : 333
X * 0.973
Y * 0.568
Z * 0.855



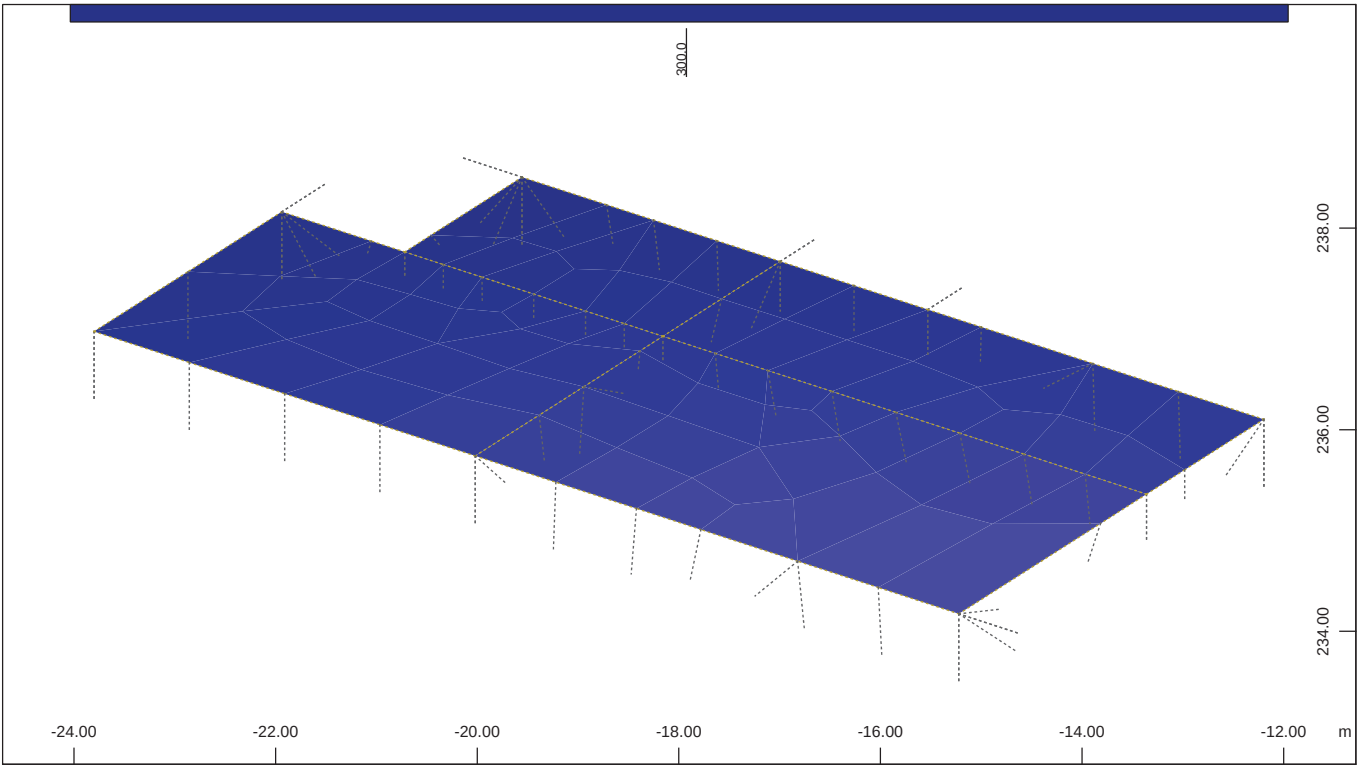
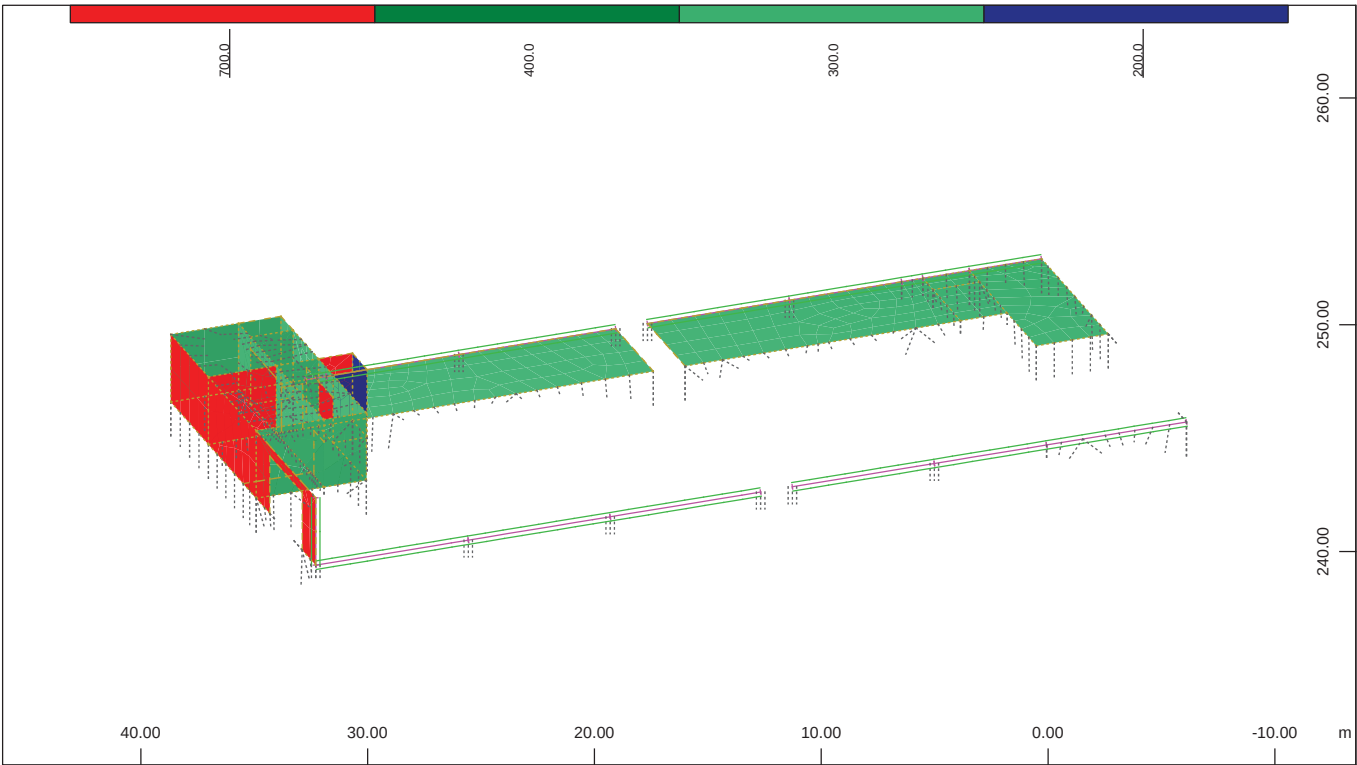
Z
X Y

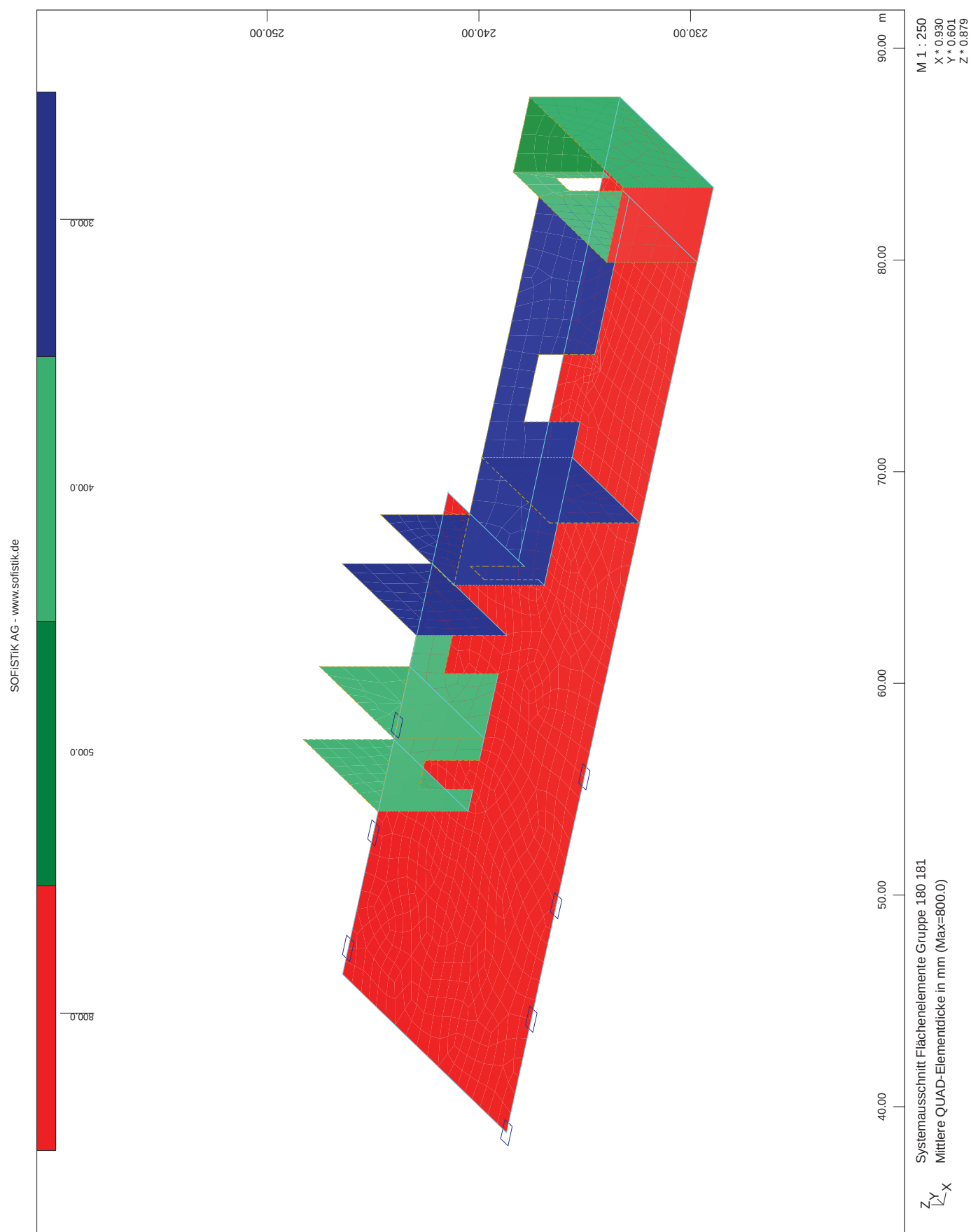
Systemausschnitt Gruppe 50 51
Mittlere QUAD-Elementdicke in mm (Max=1000.0)

M 1 : 333
X * 0.973
Y * 0.568
Z * 0.855

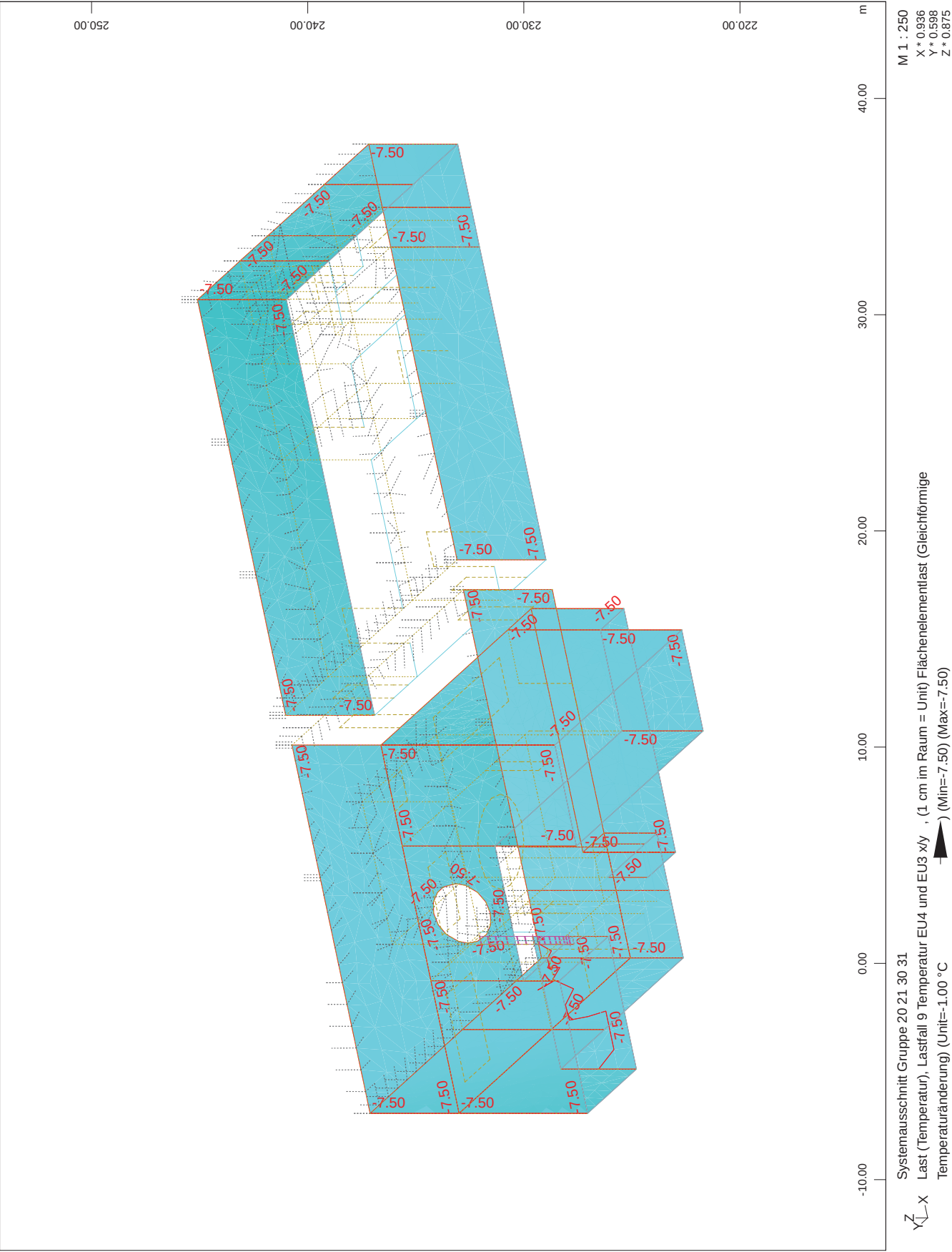


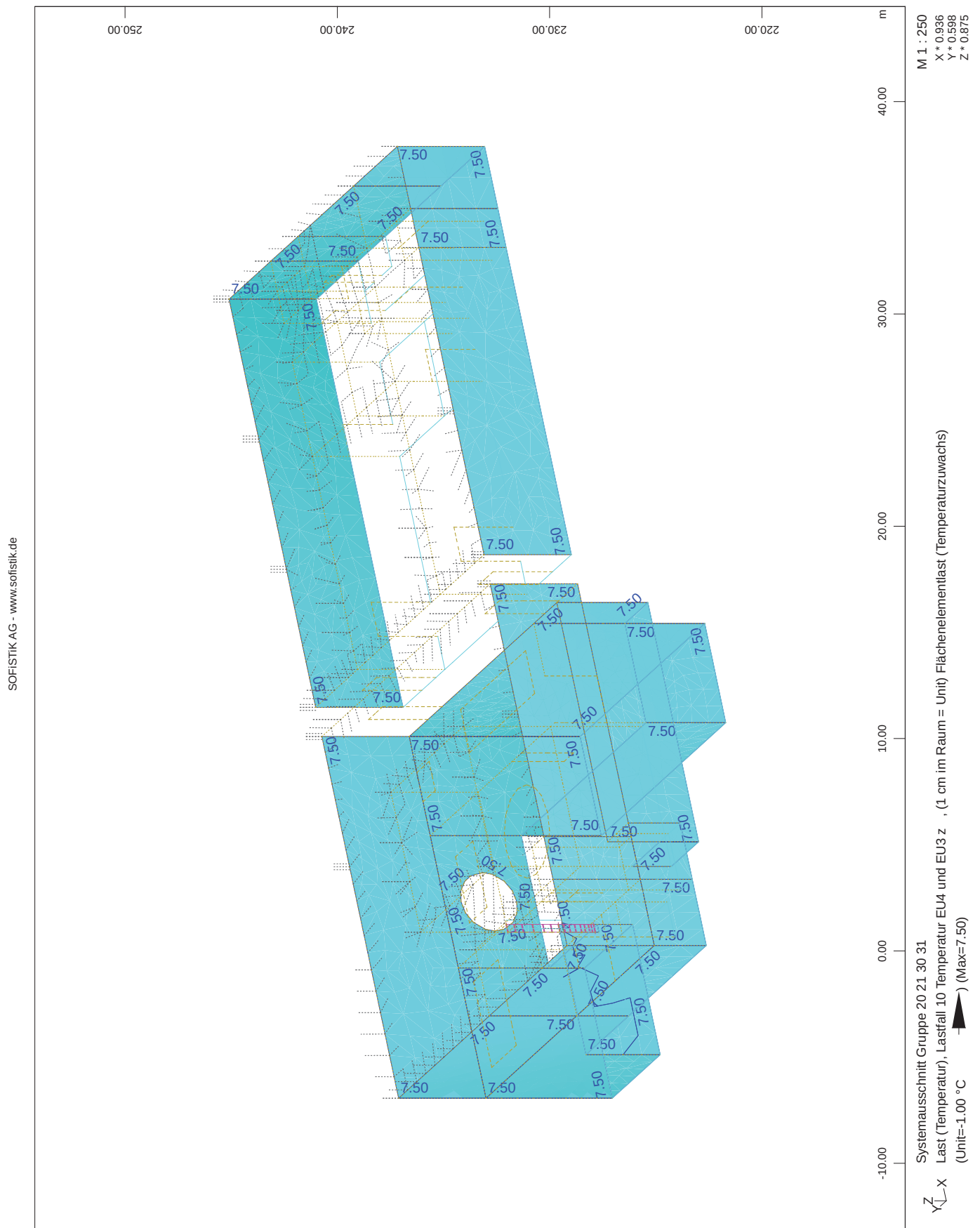
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



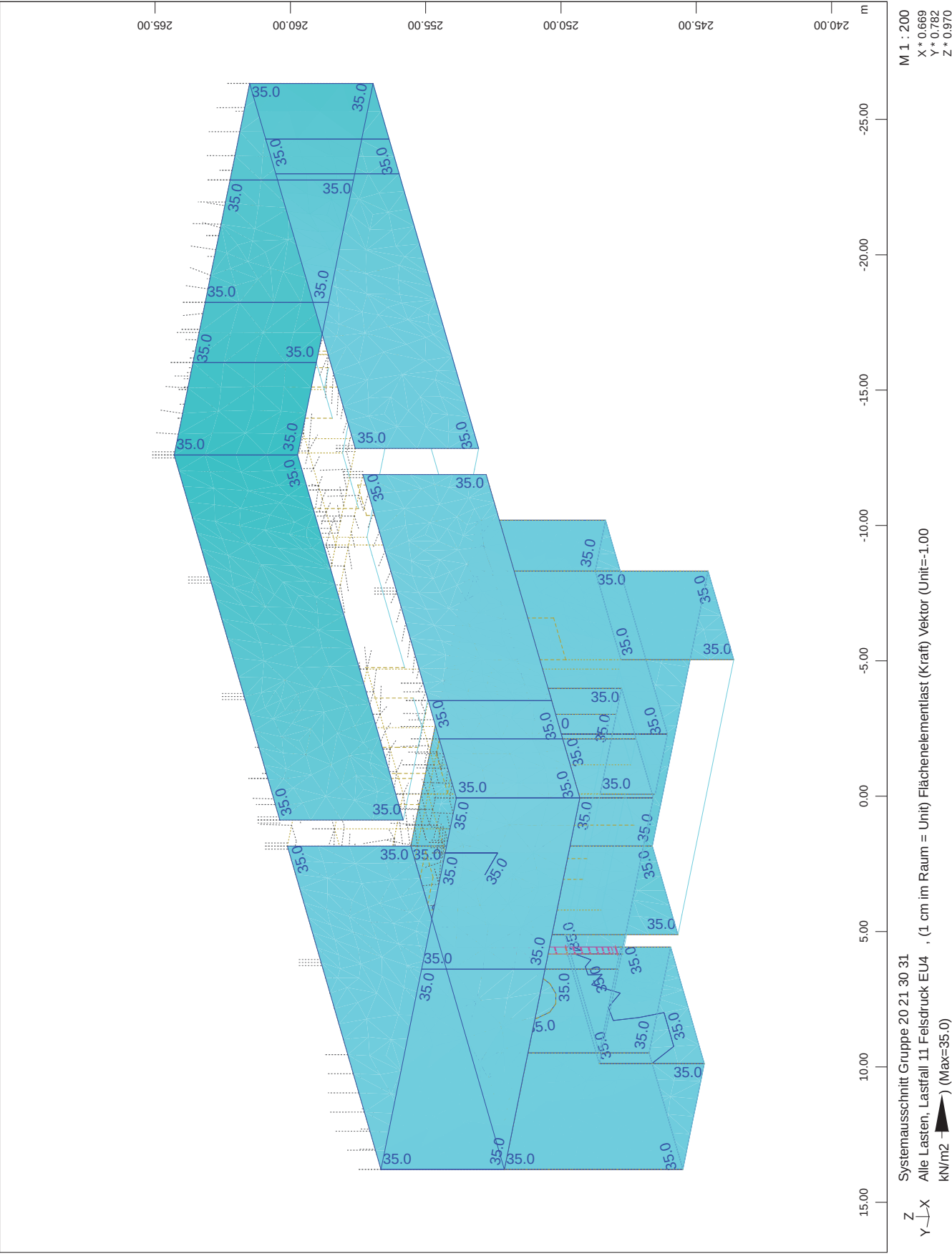


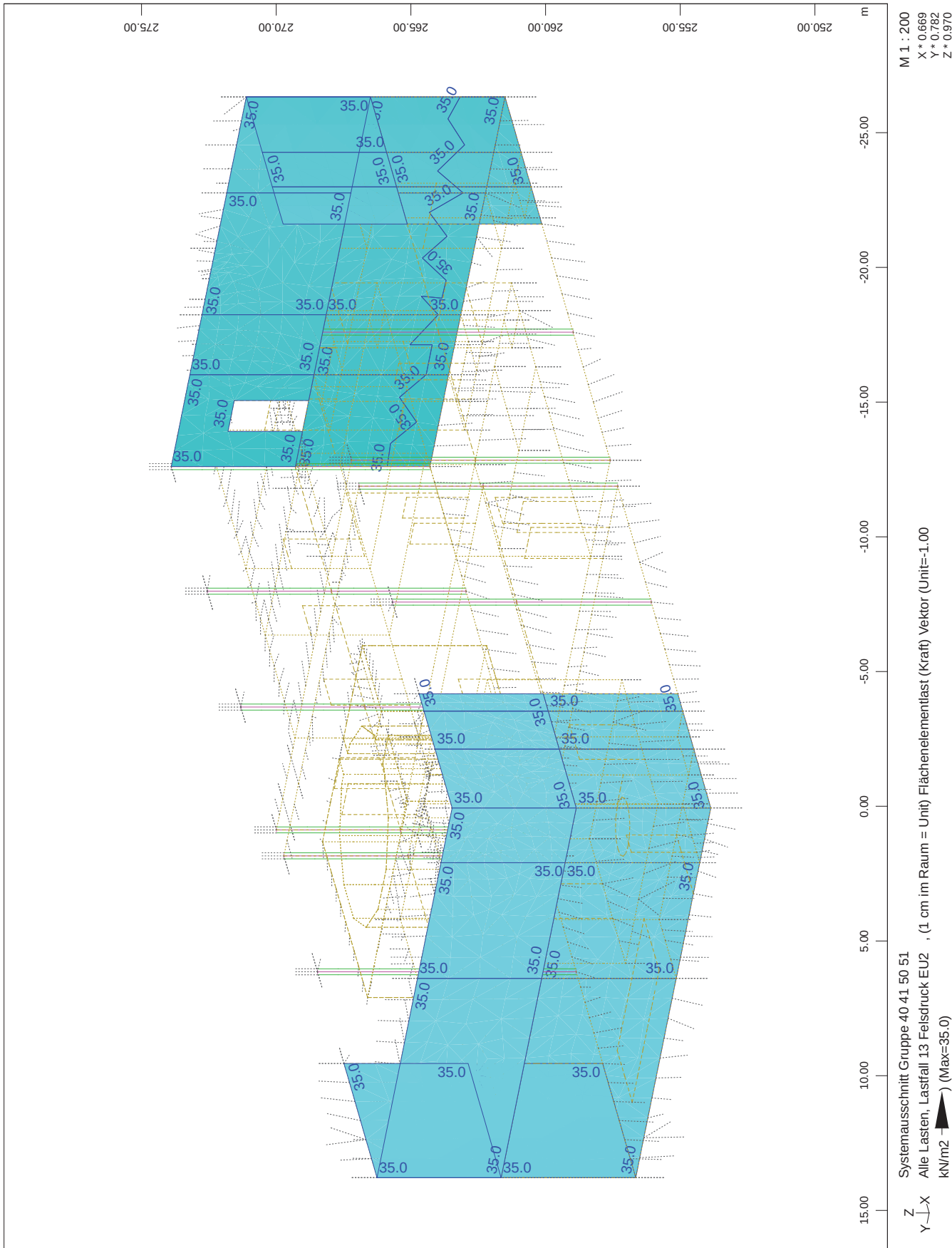
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

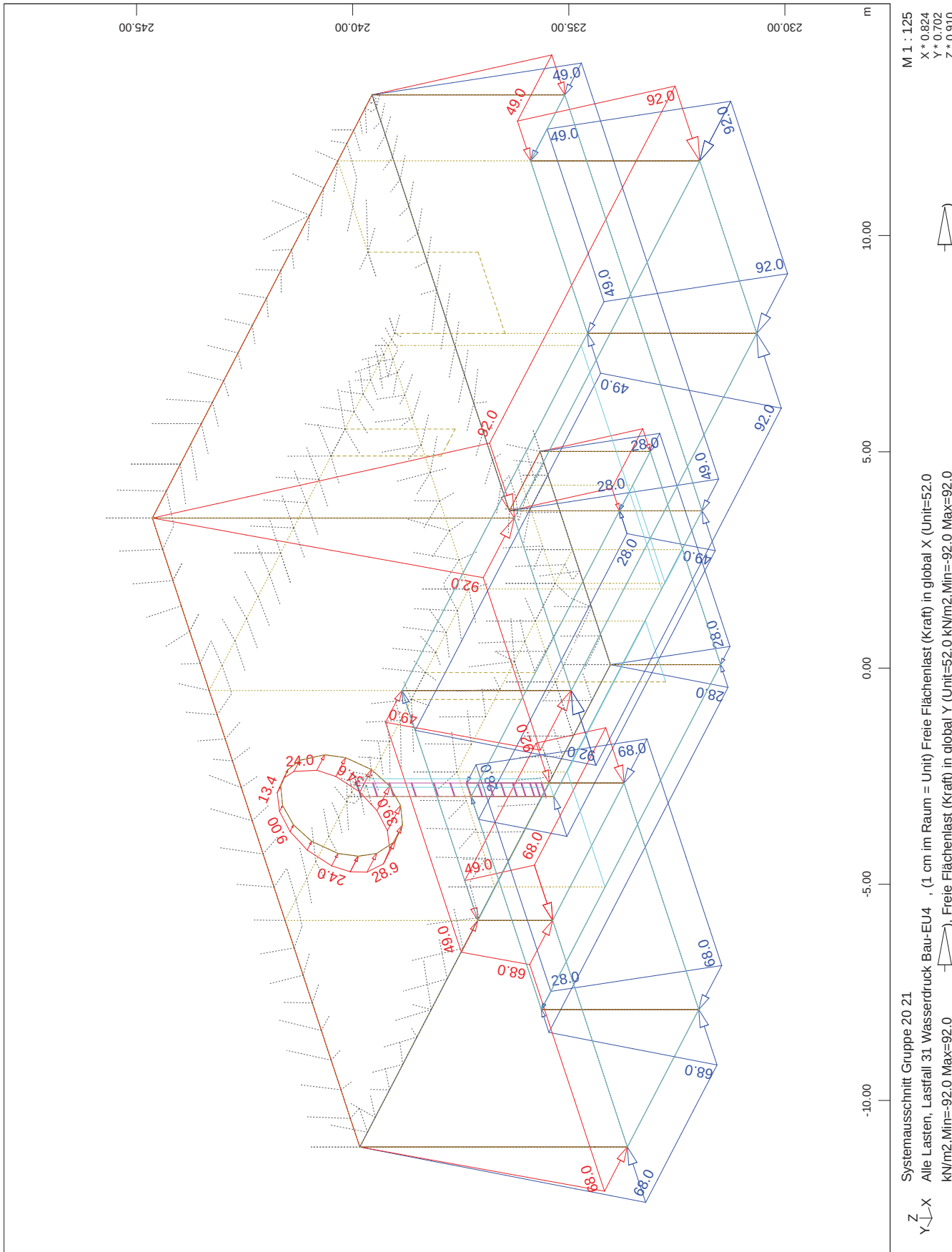


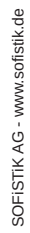


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

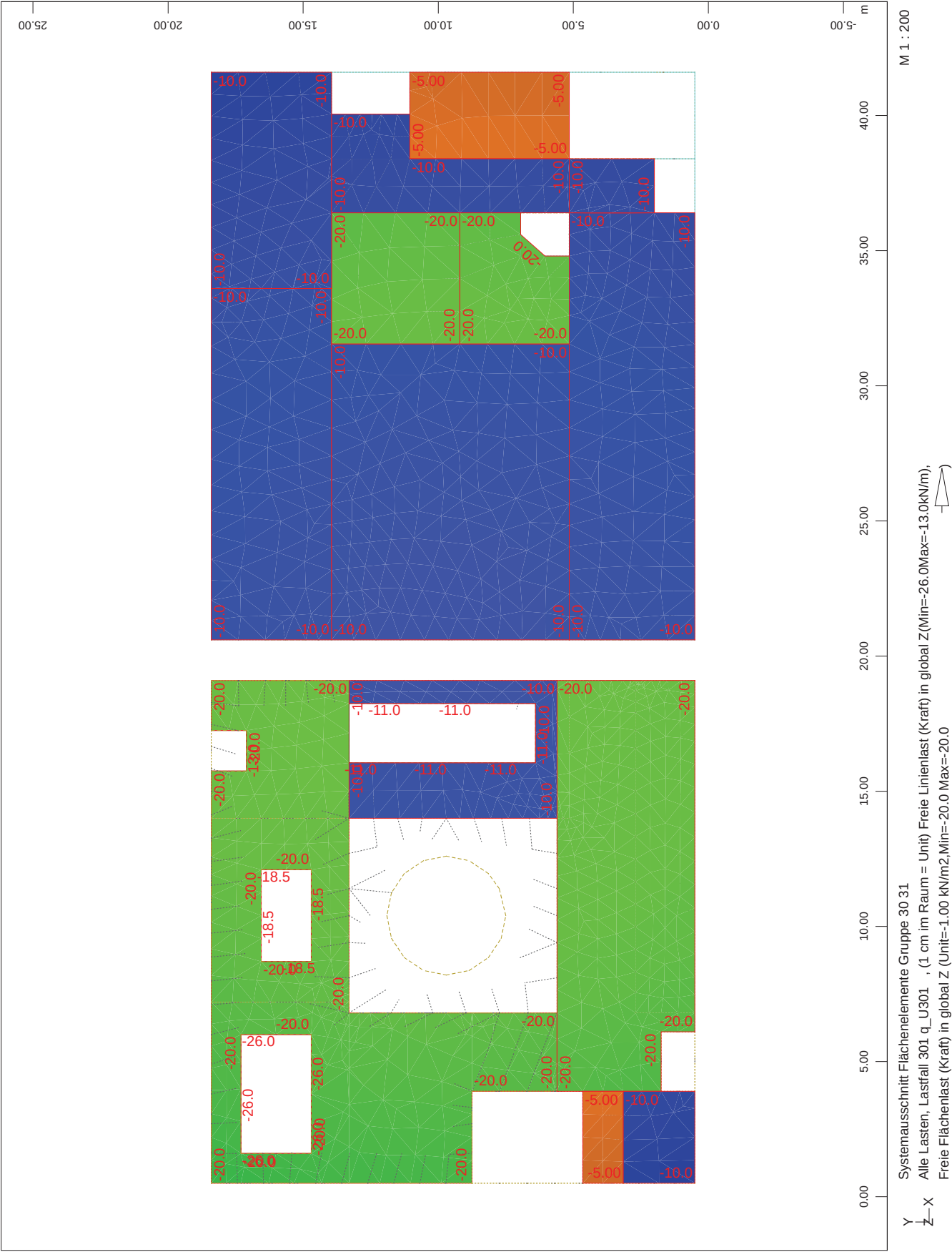


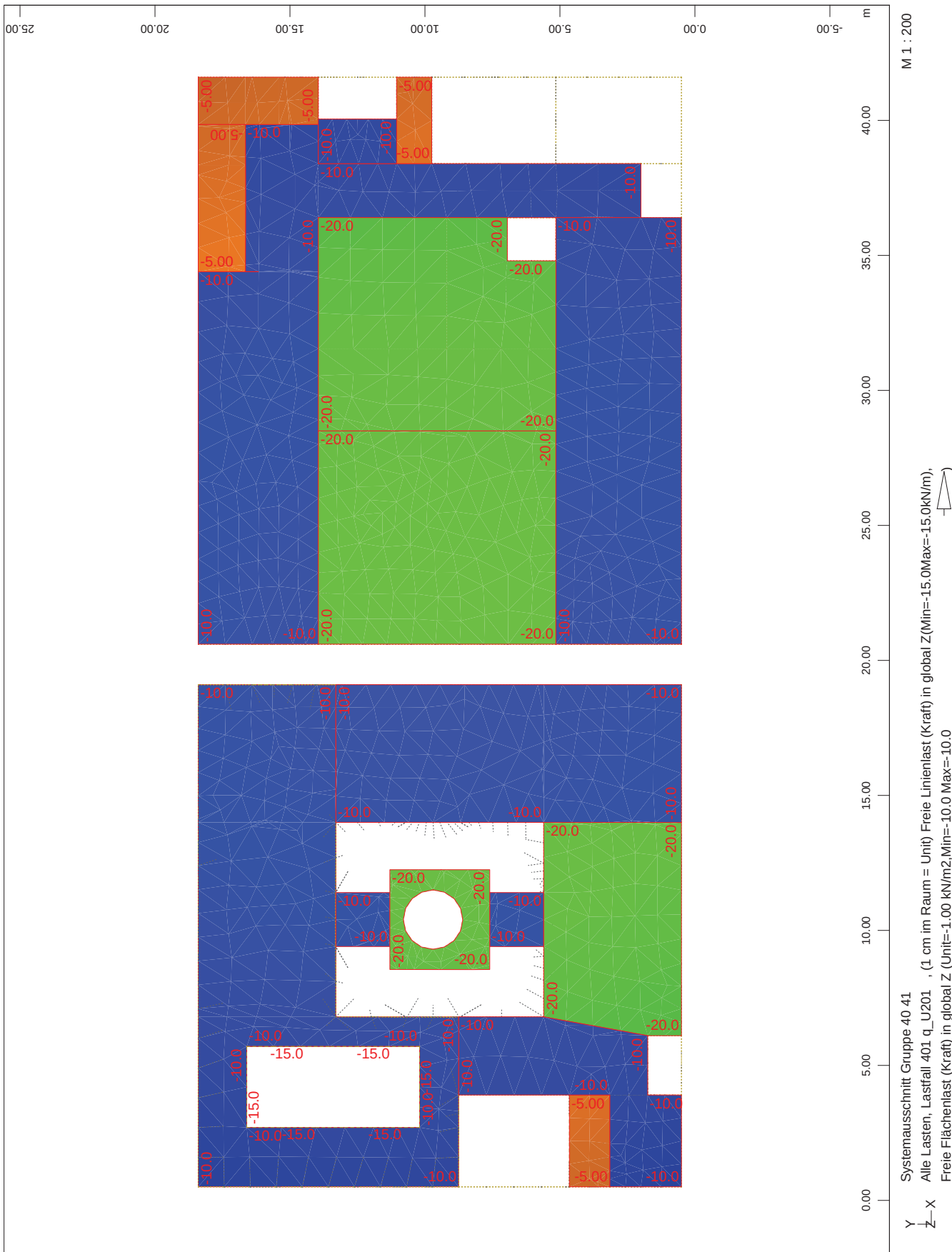




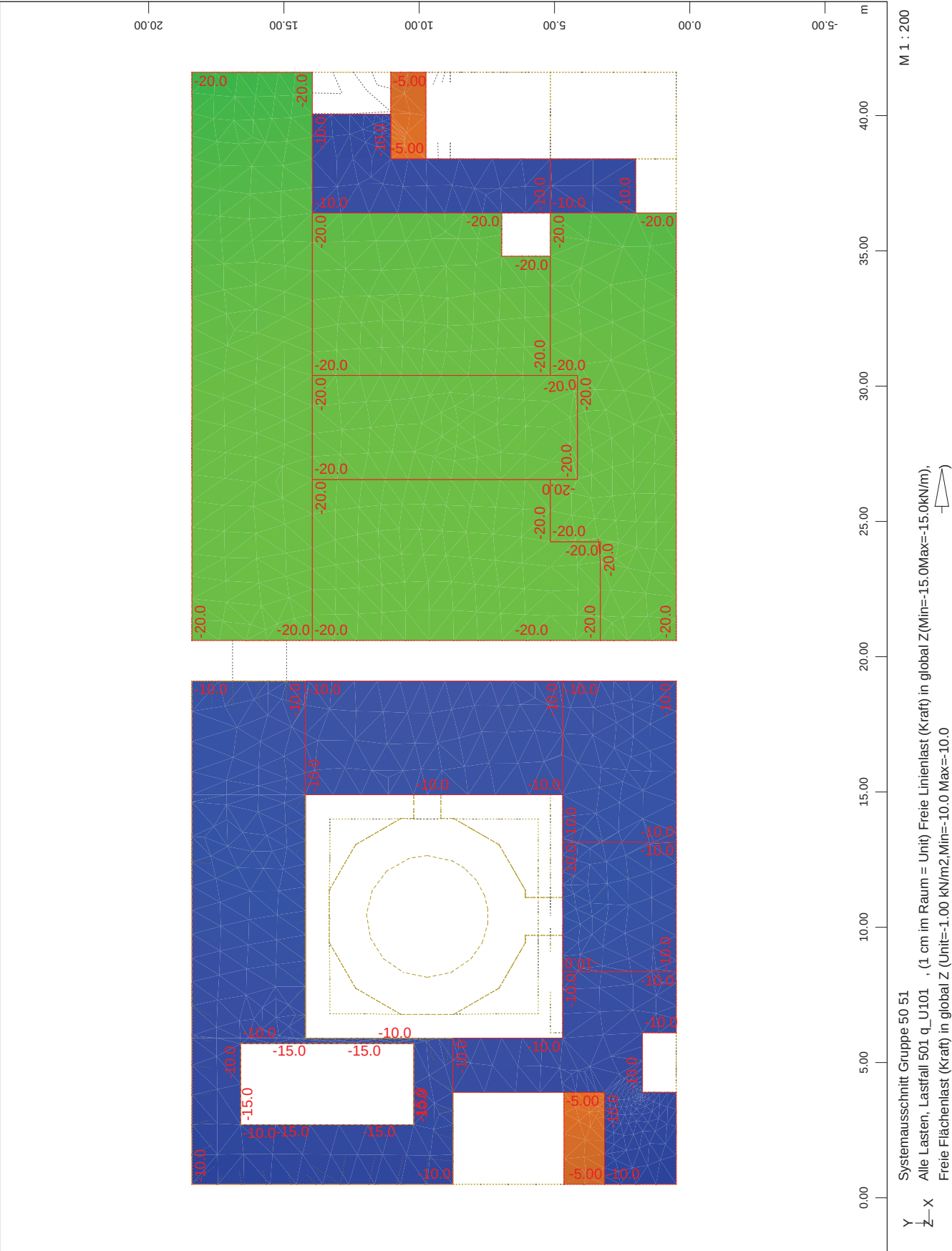


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

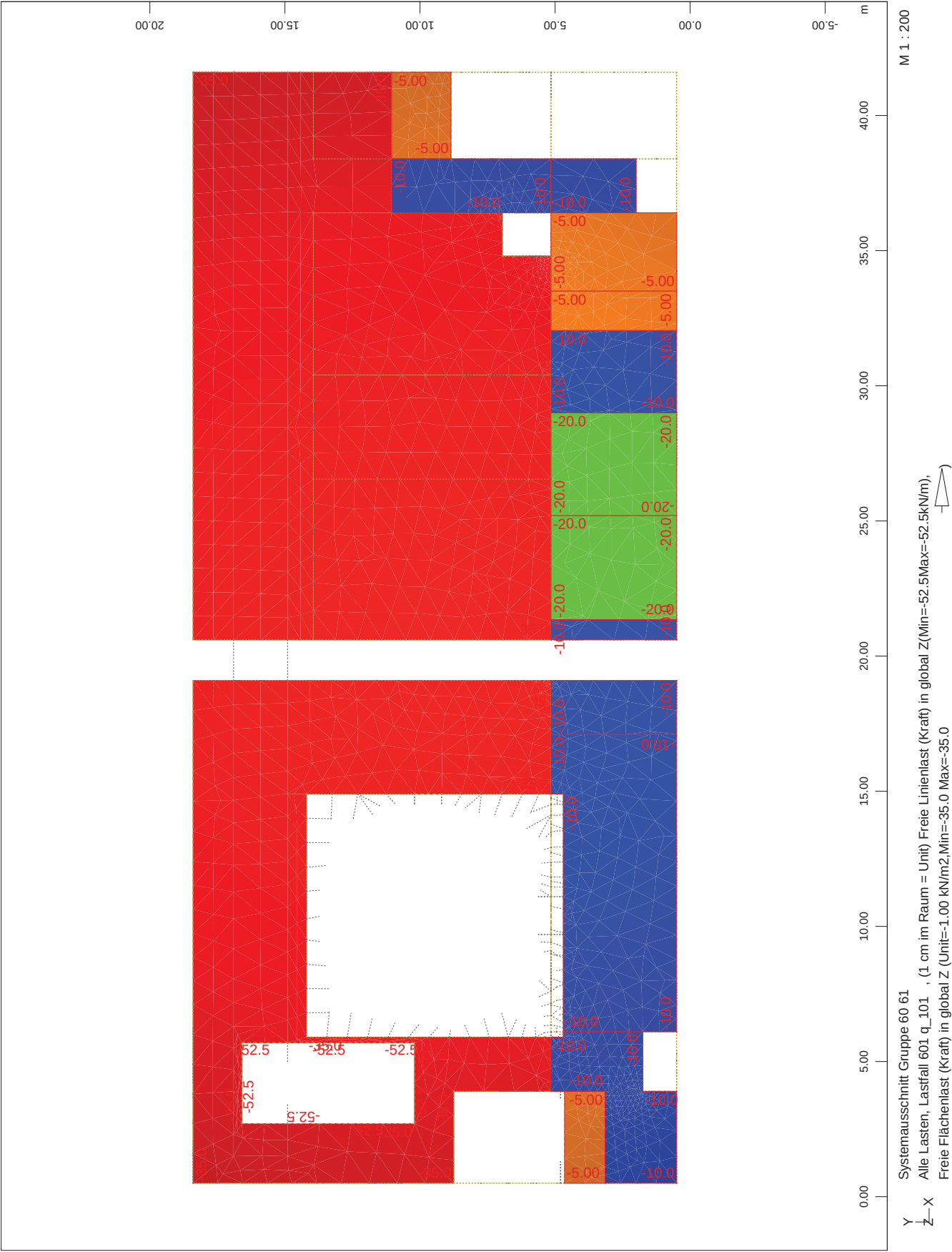




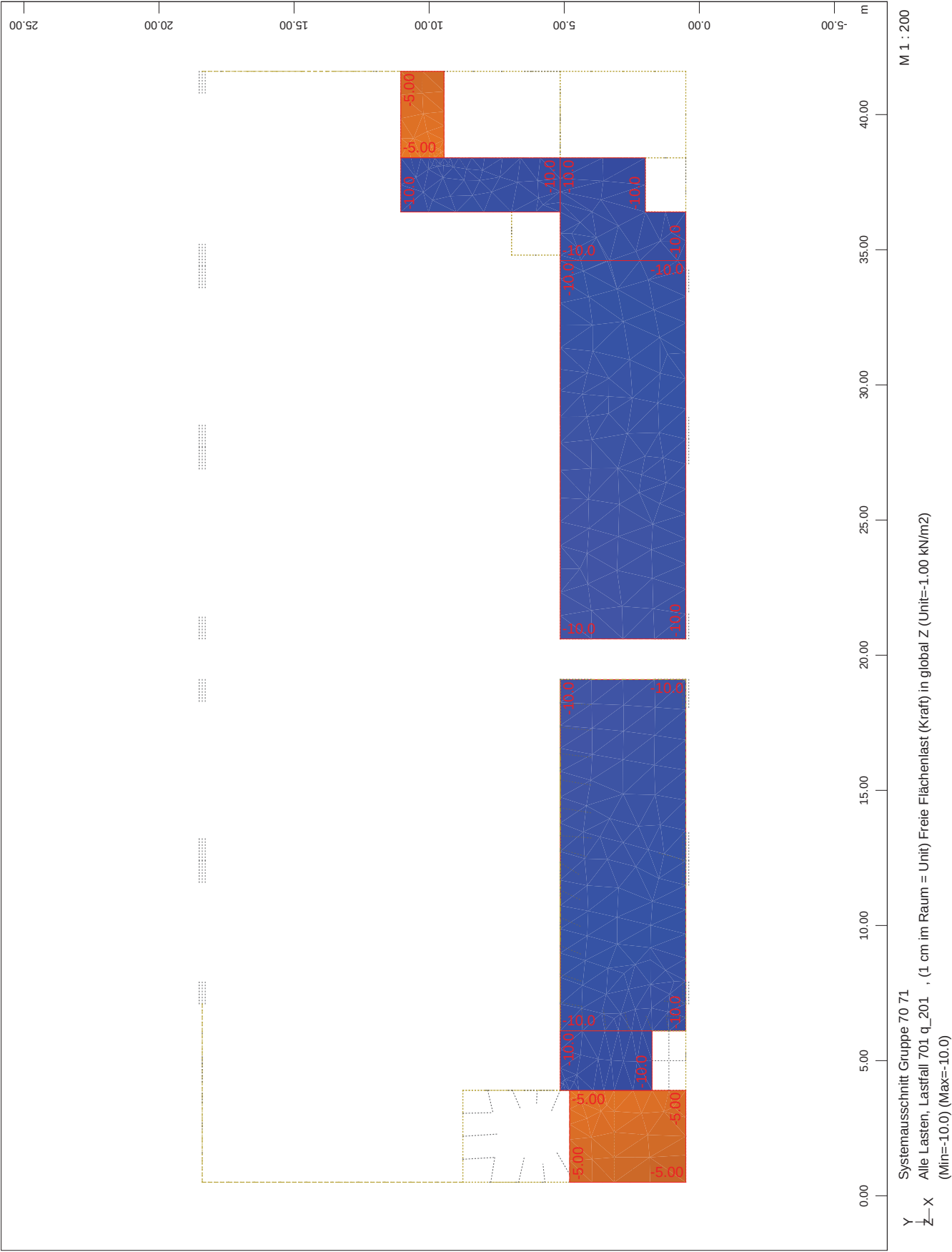
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



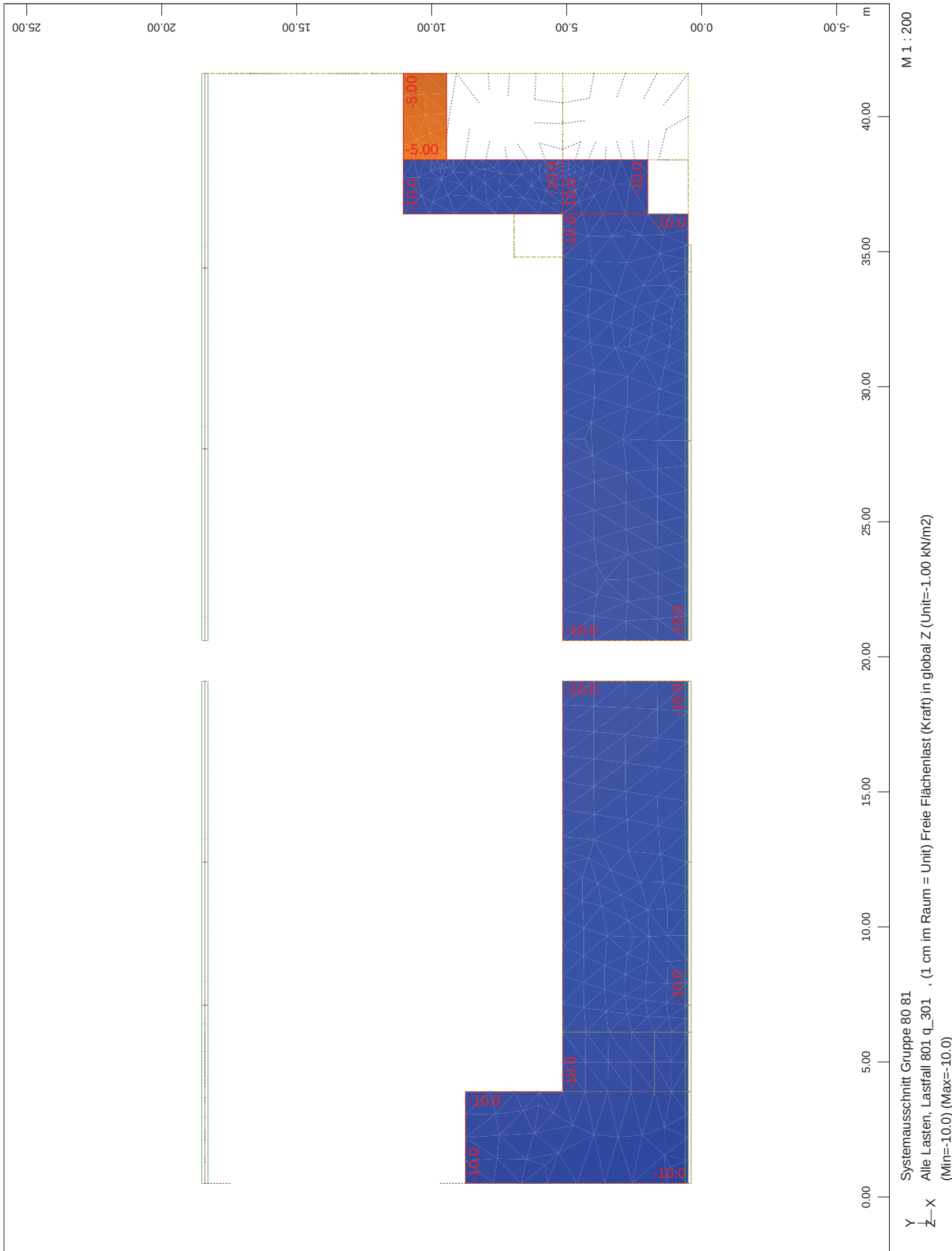
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



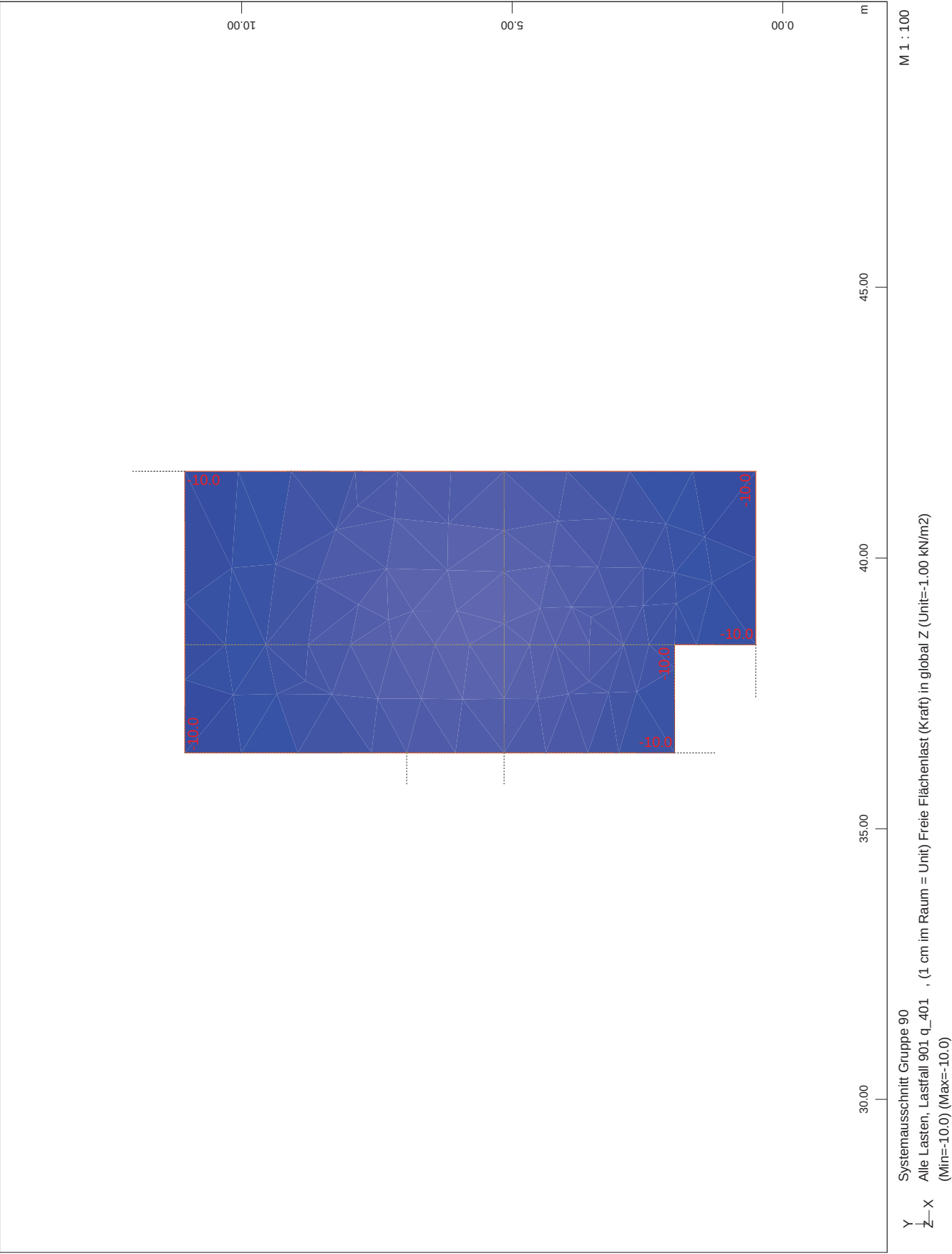
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



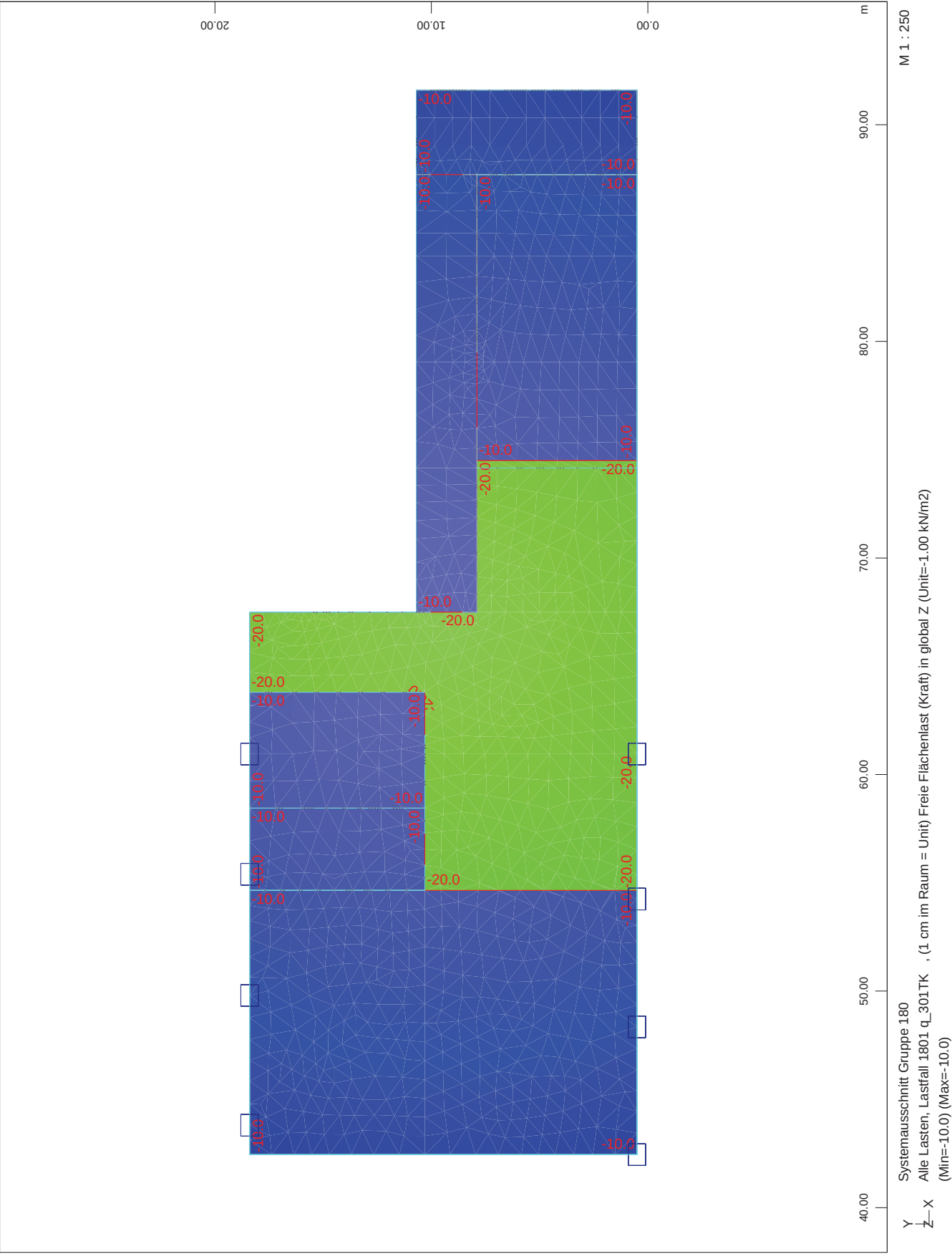
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

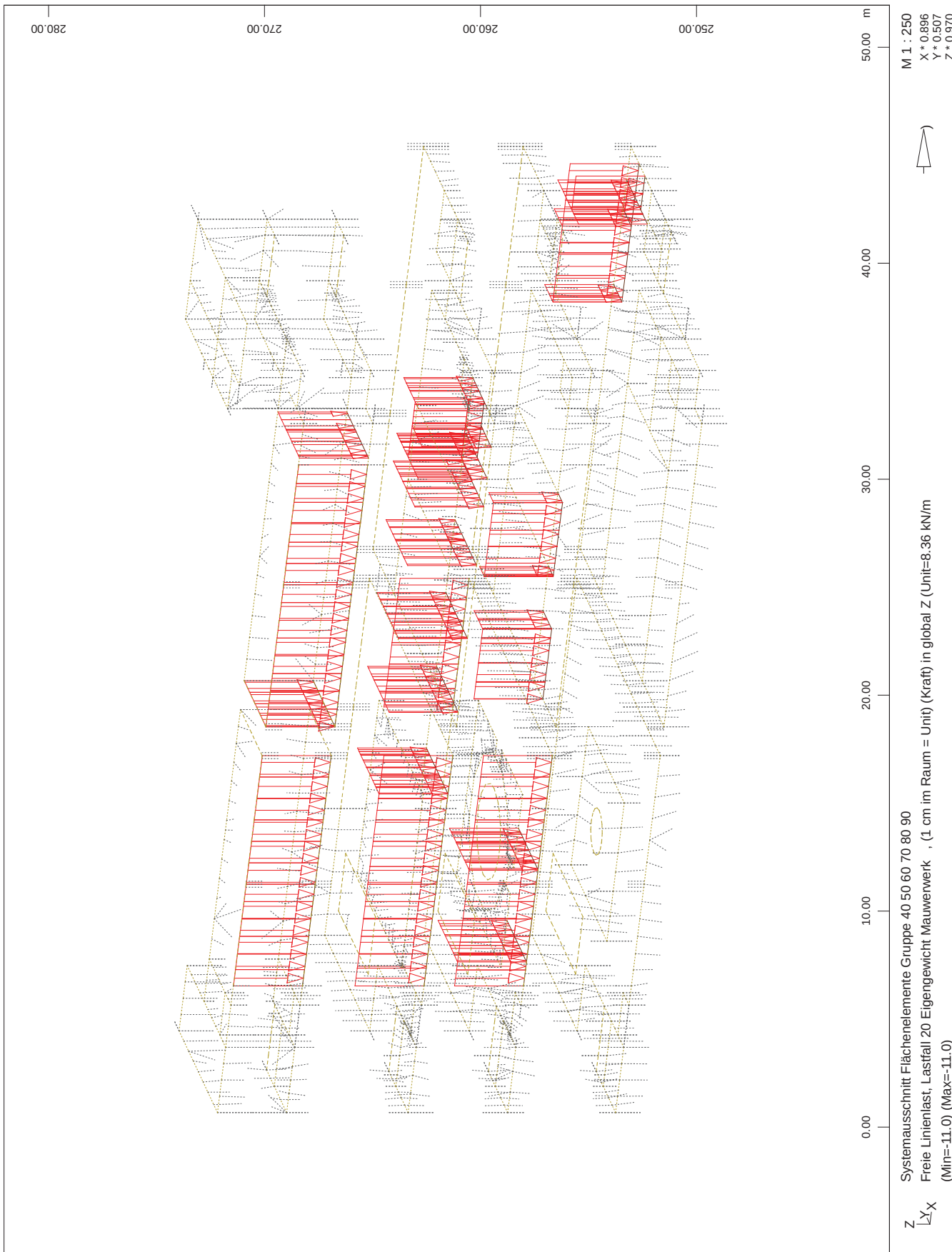


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

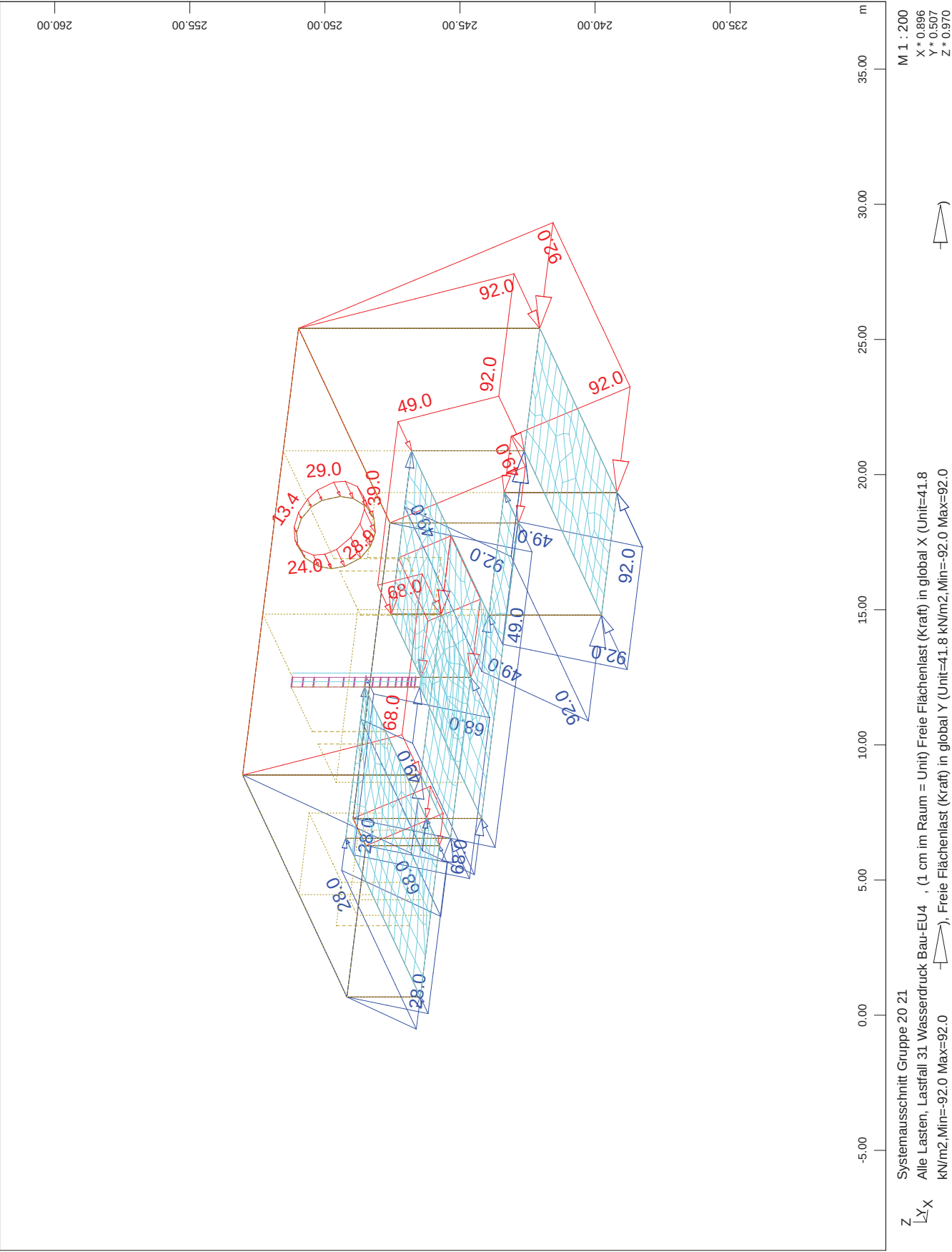


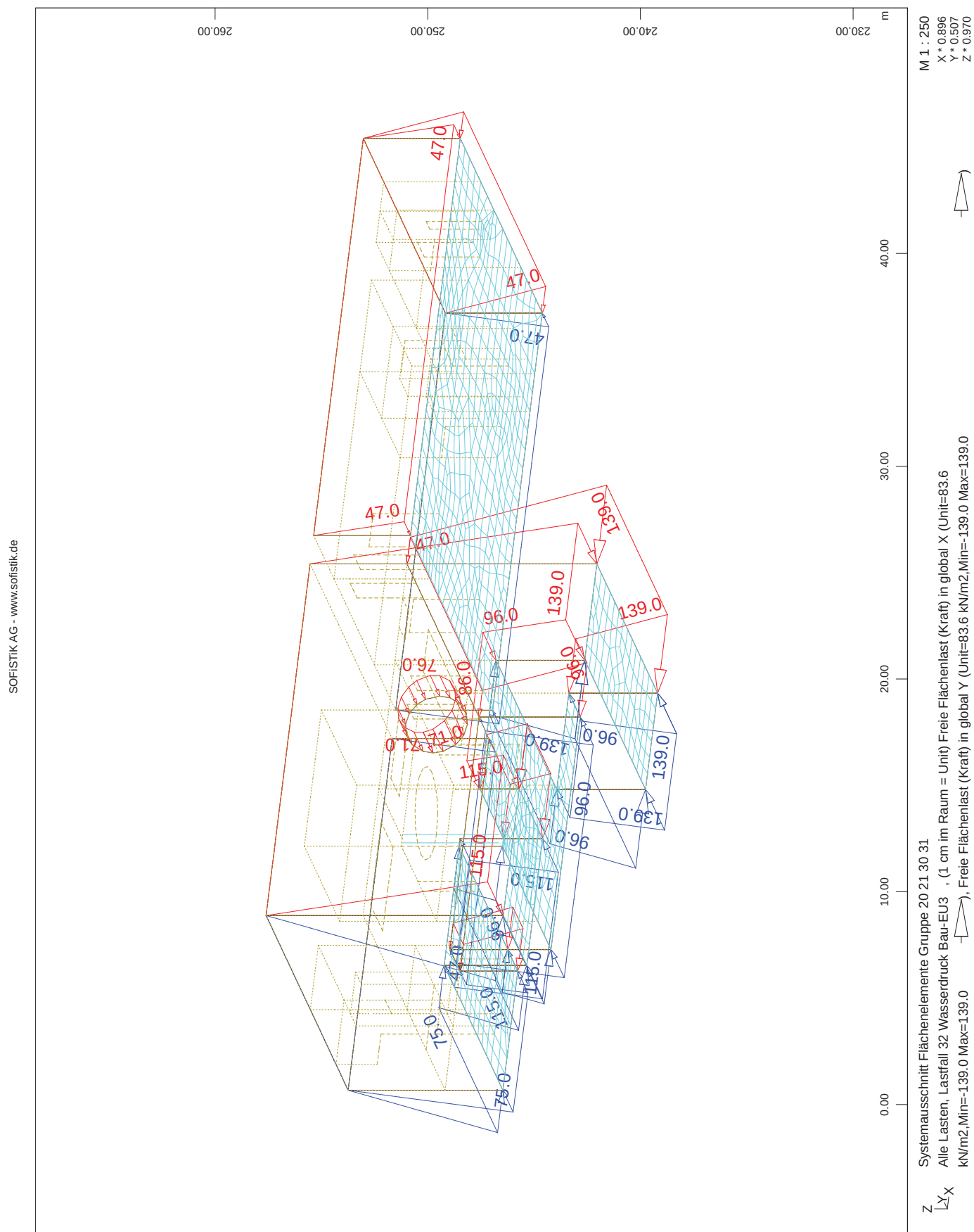
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

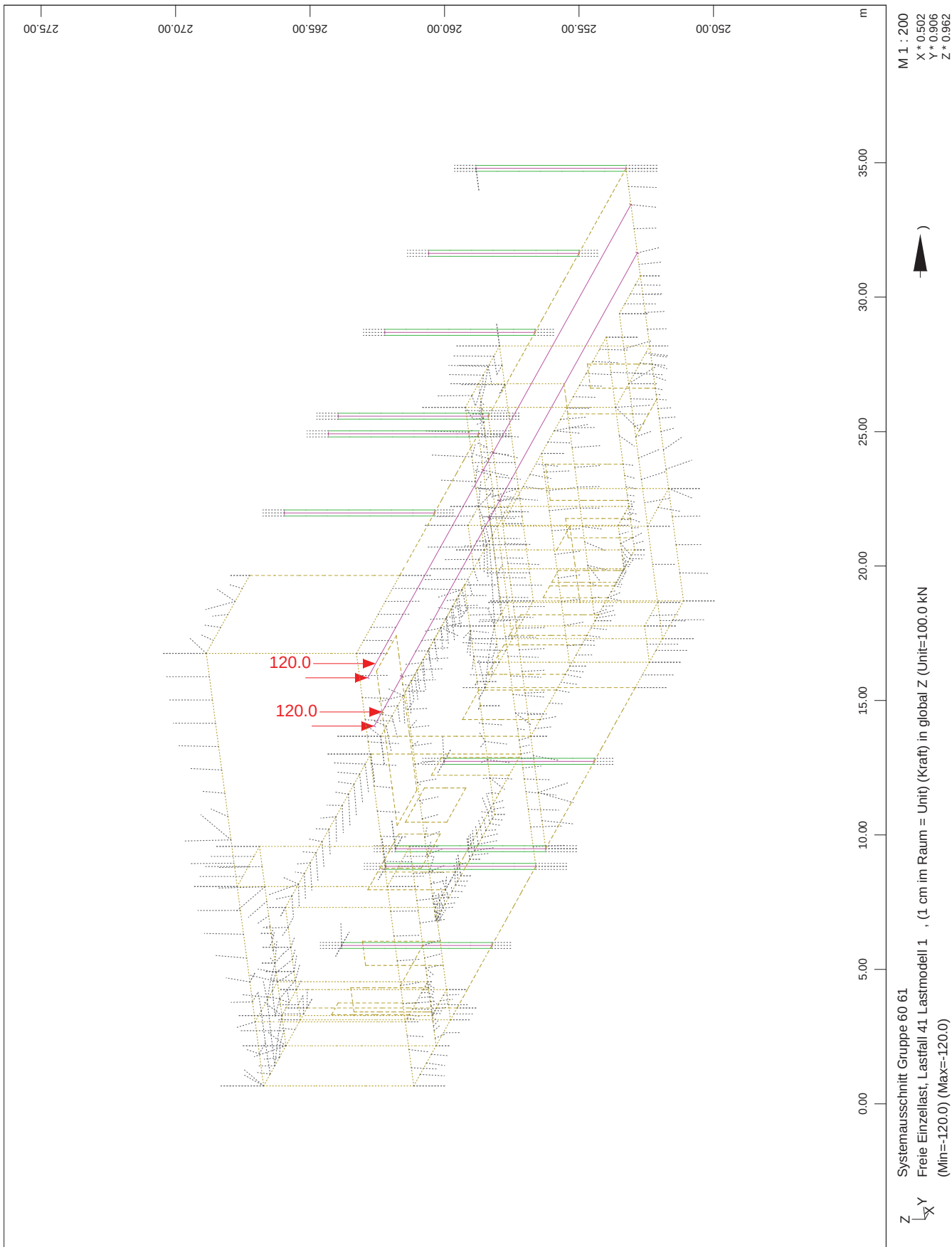


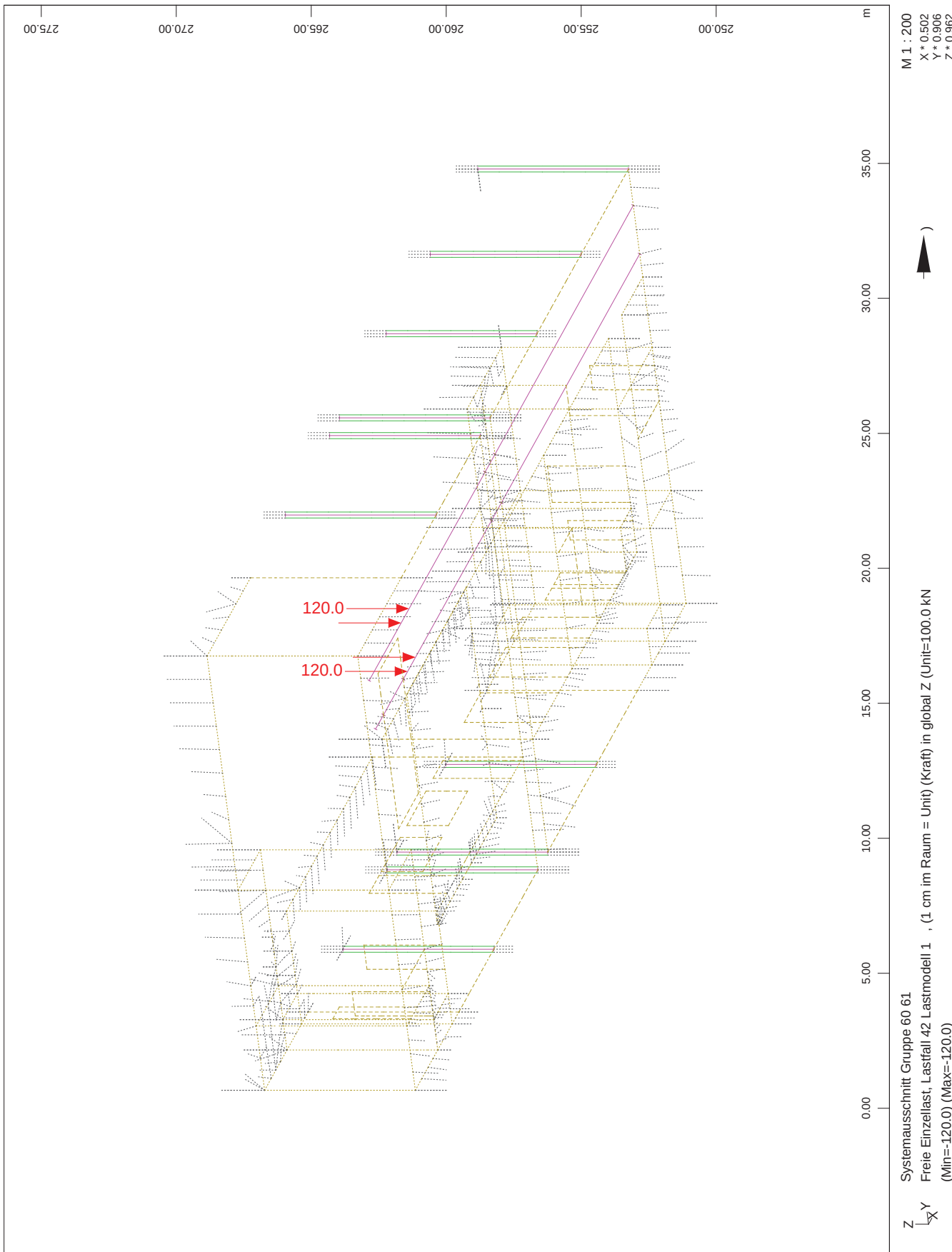


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

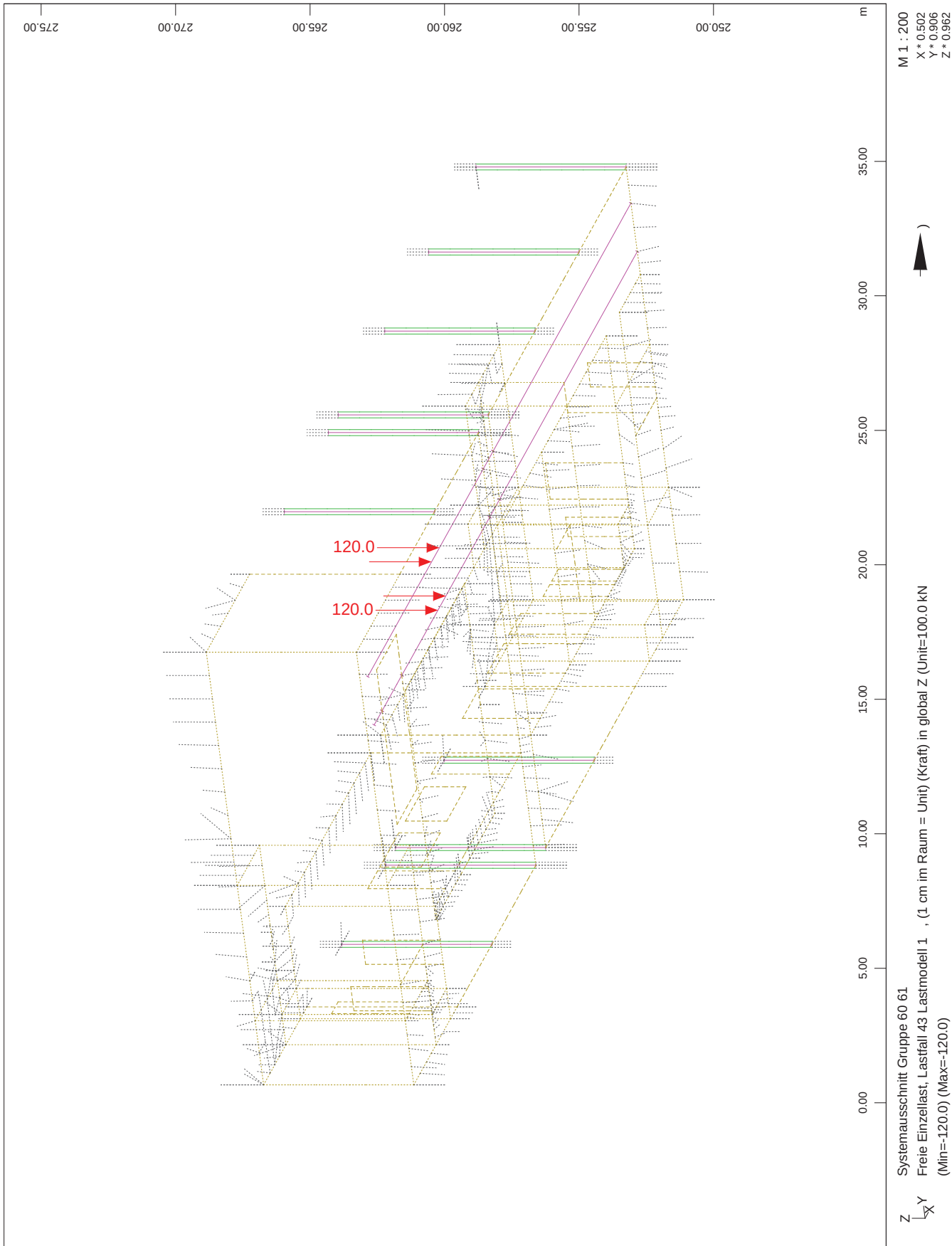




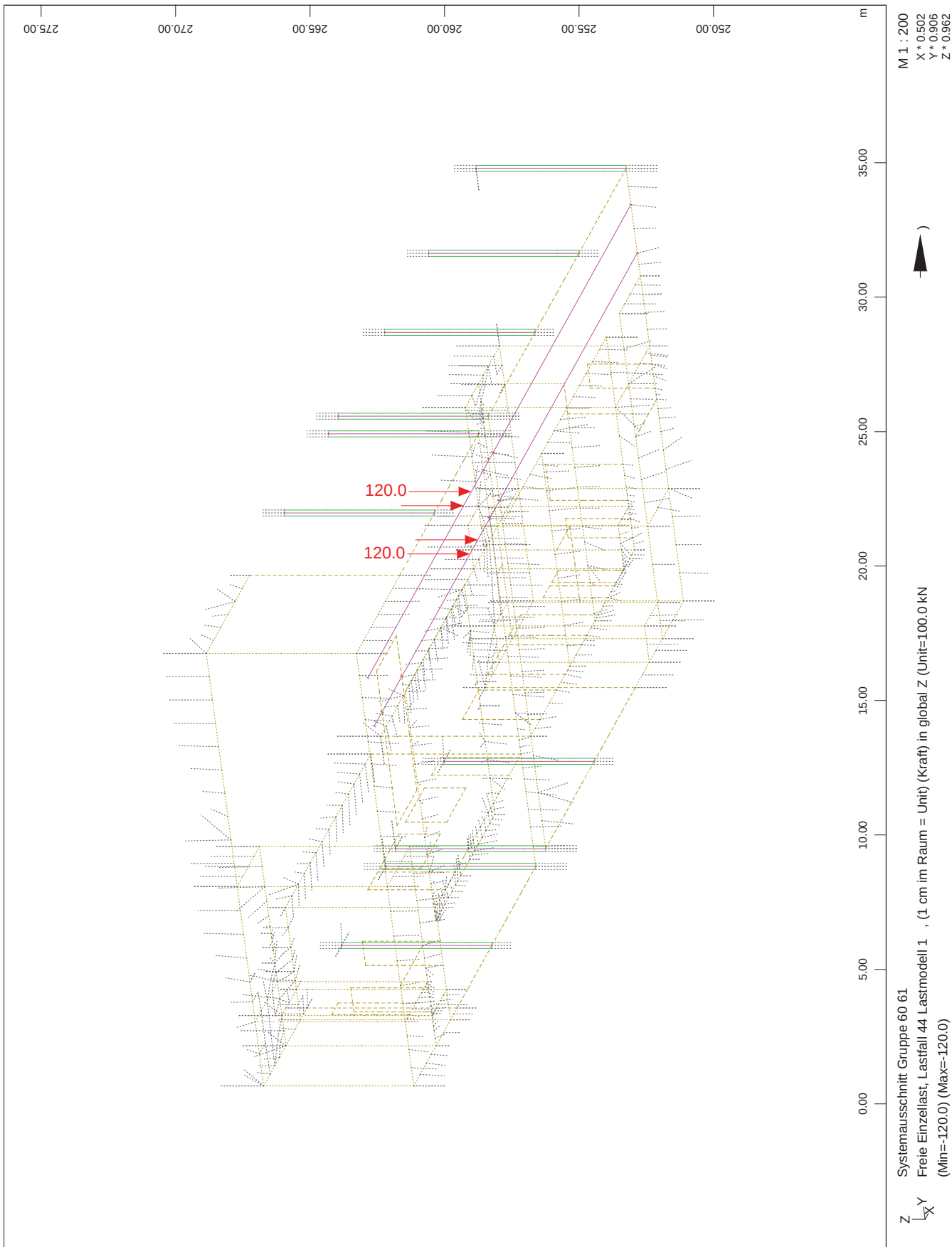


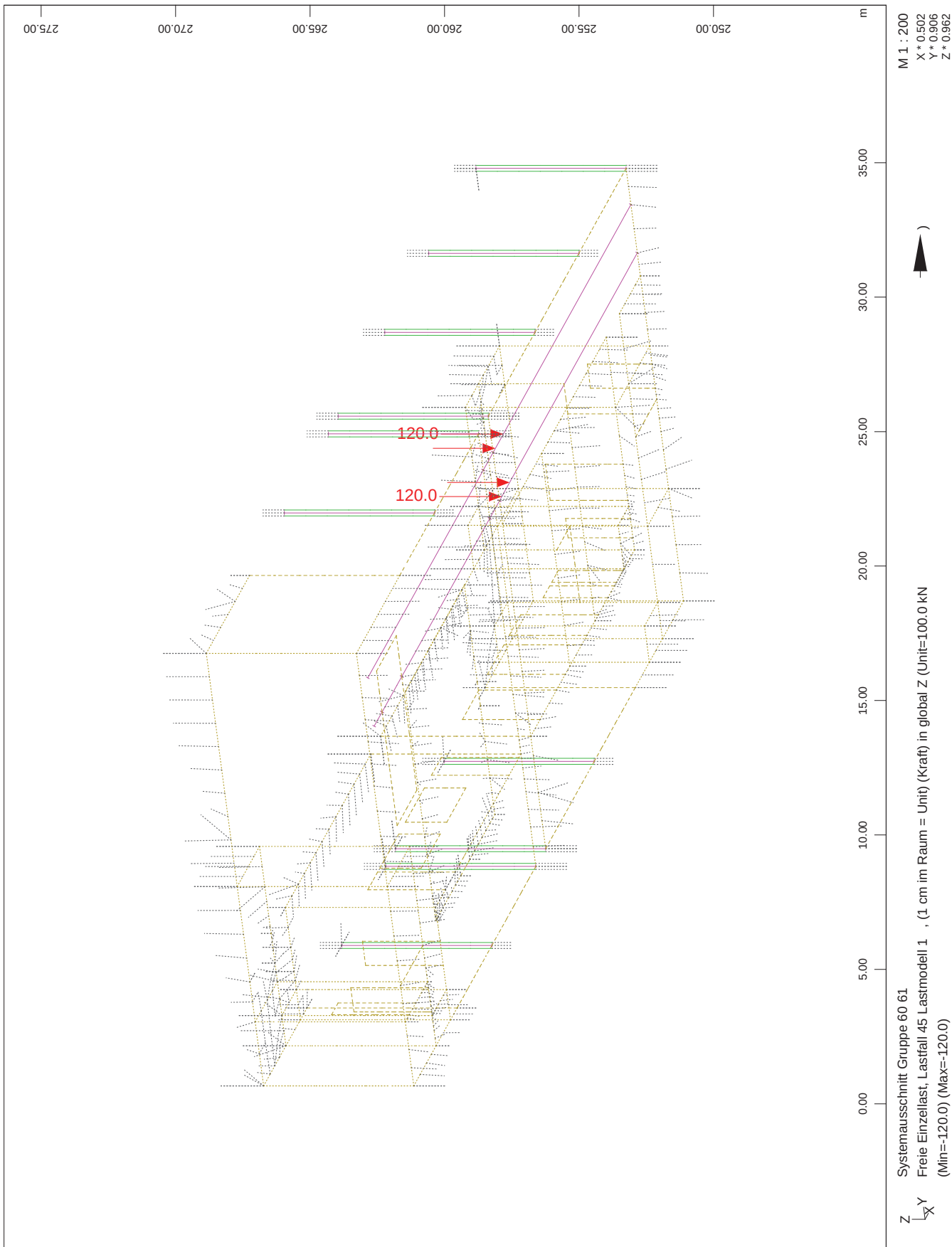


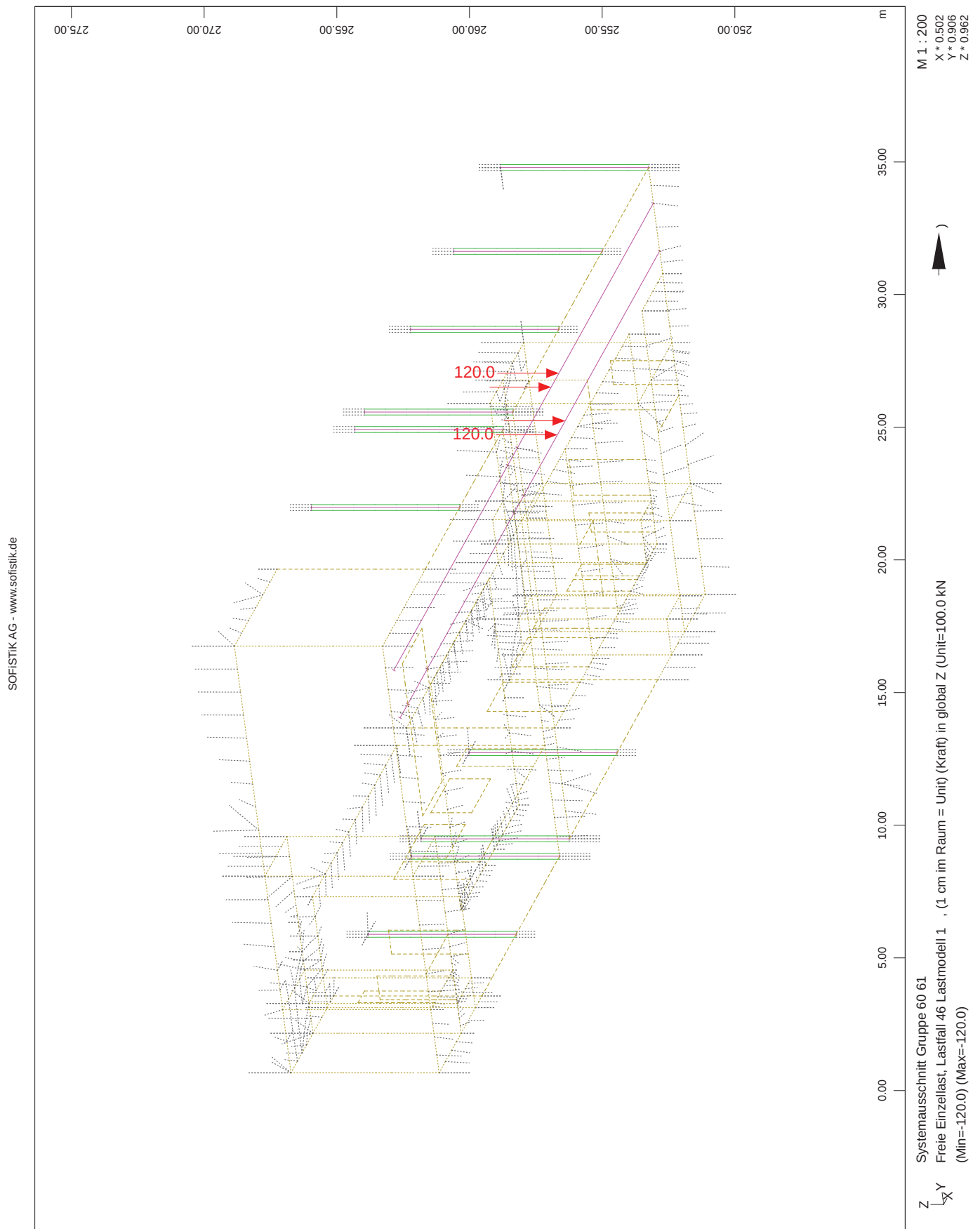
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



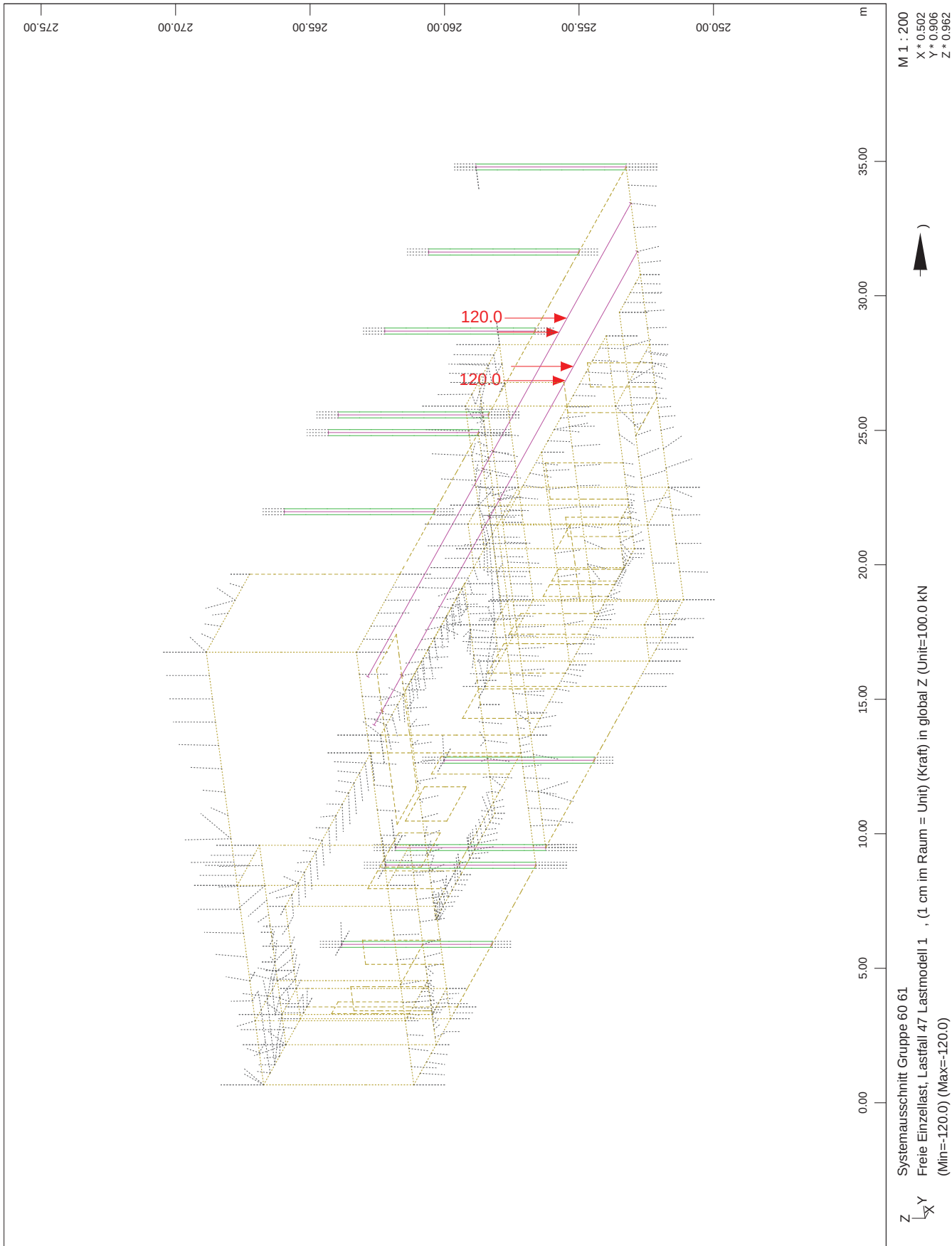
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

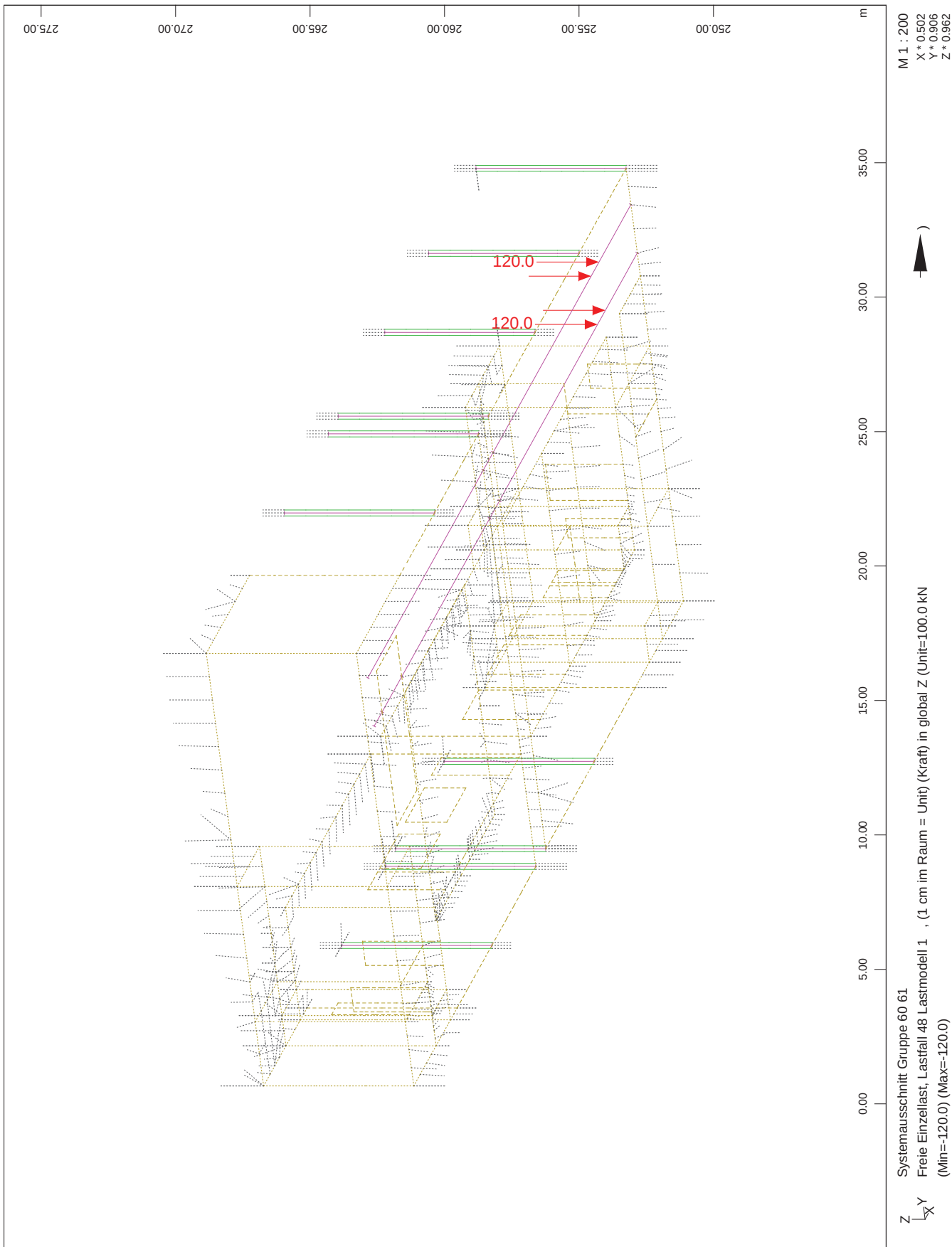




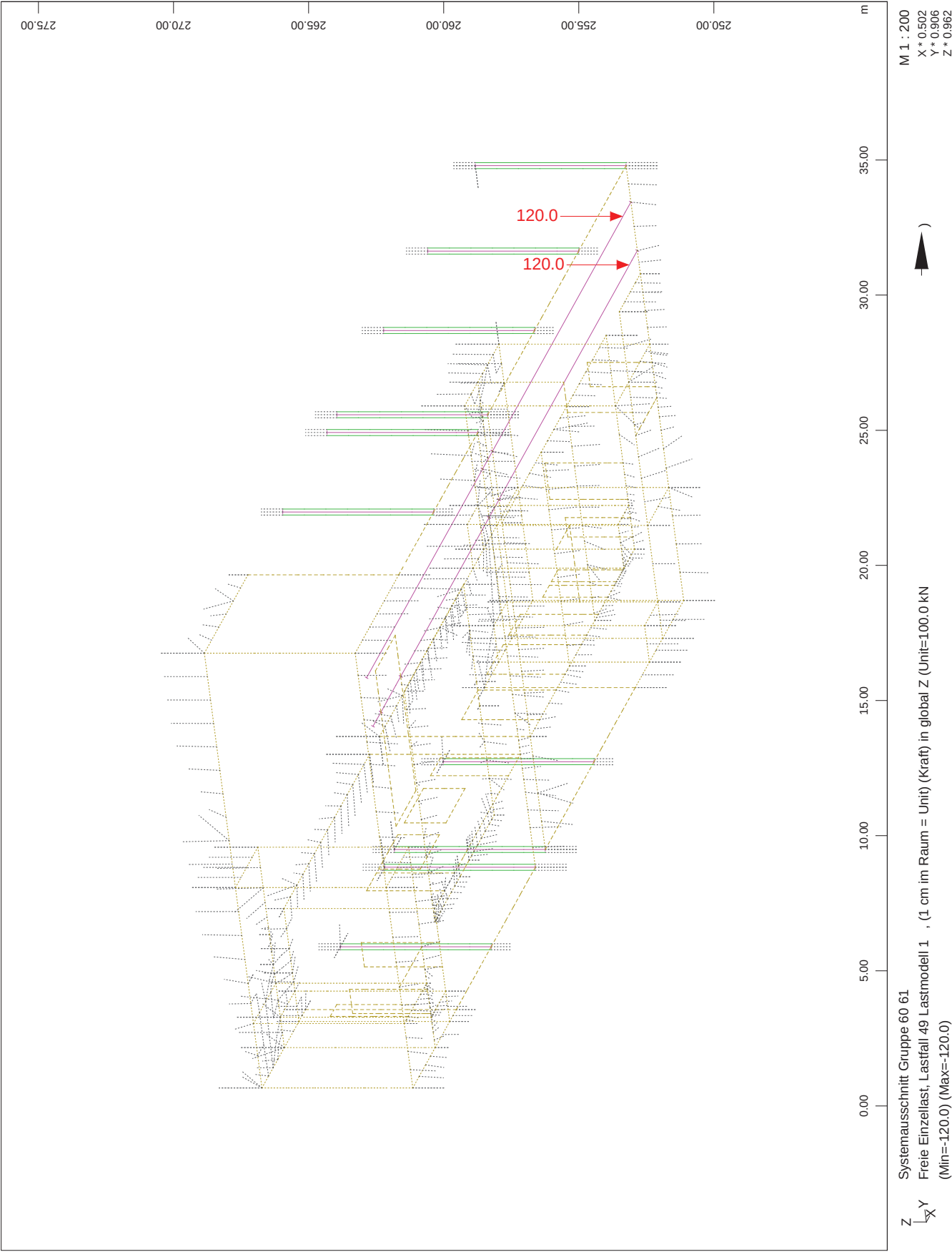


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

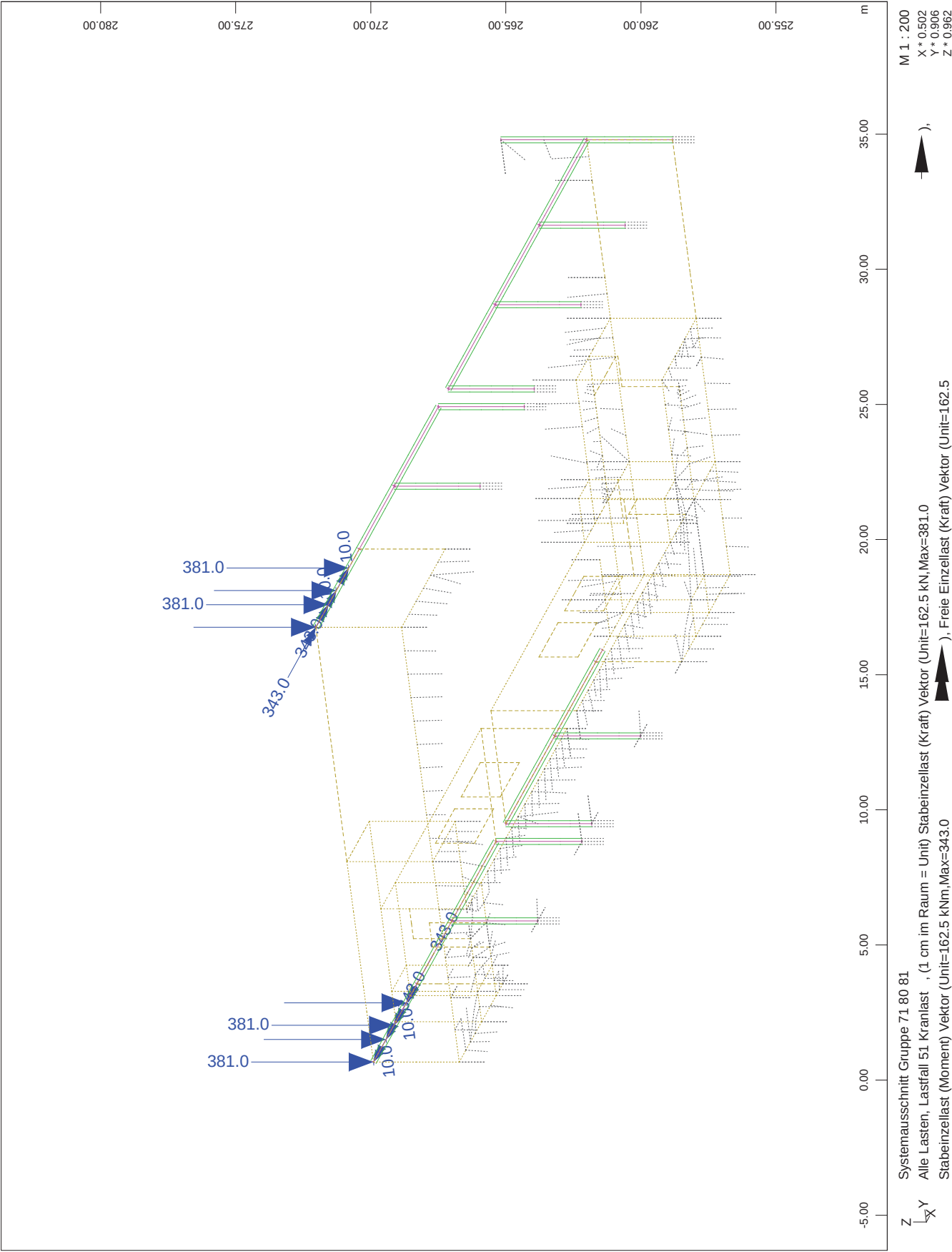




SOFISTIK AG - www.sofistik.de

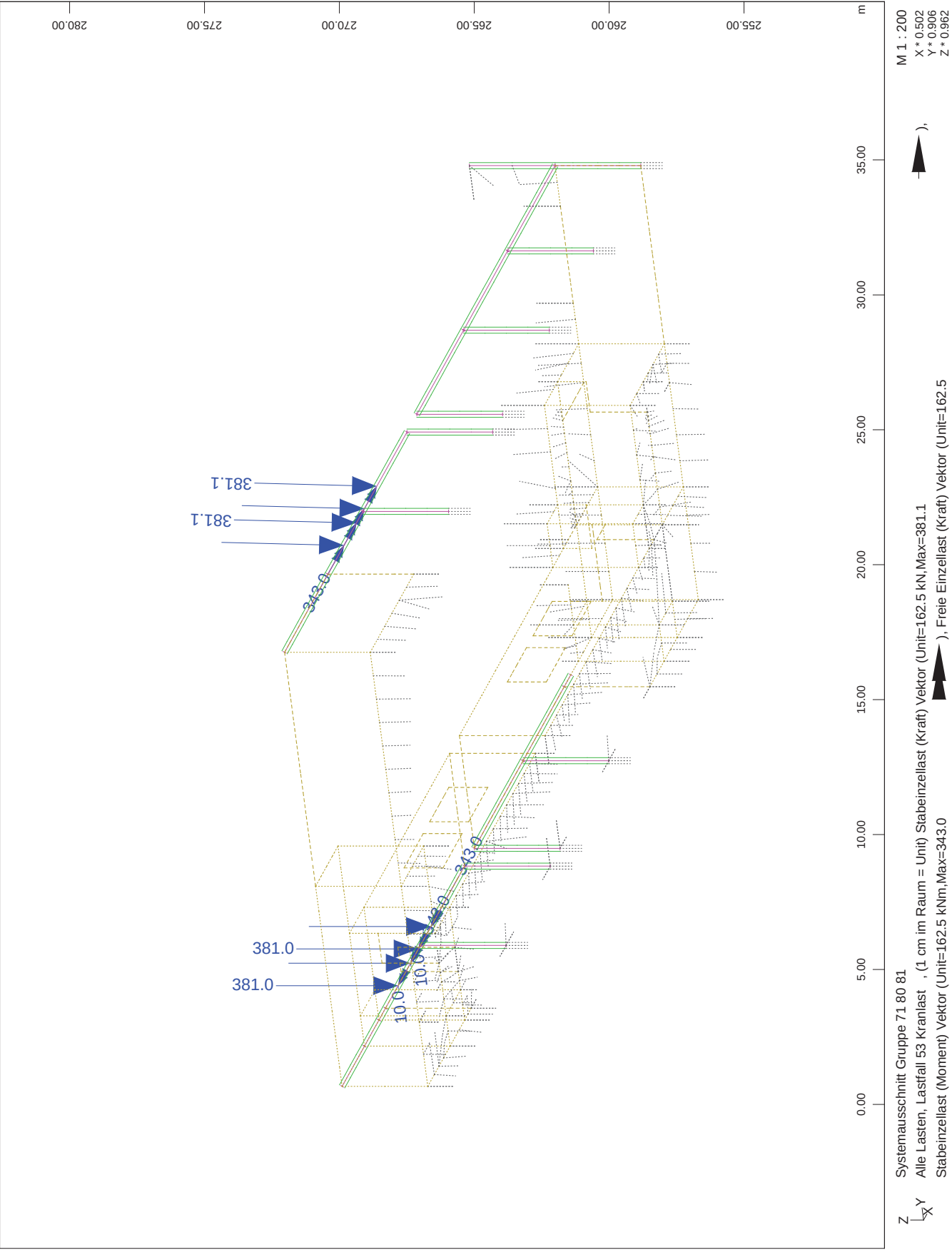


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

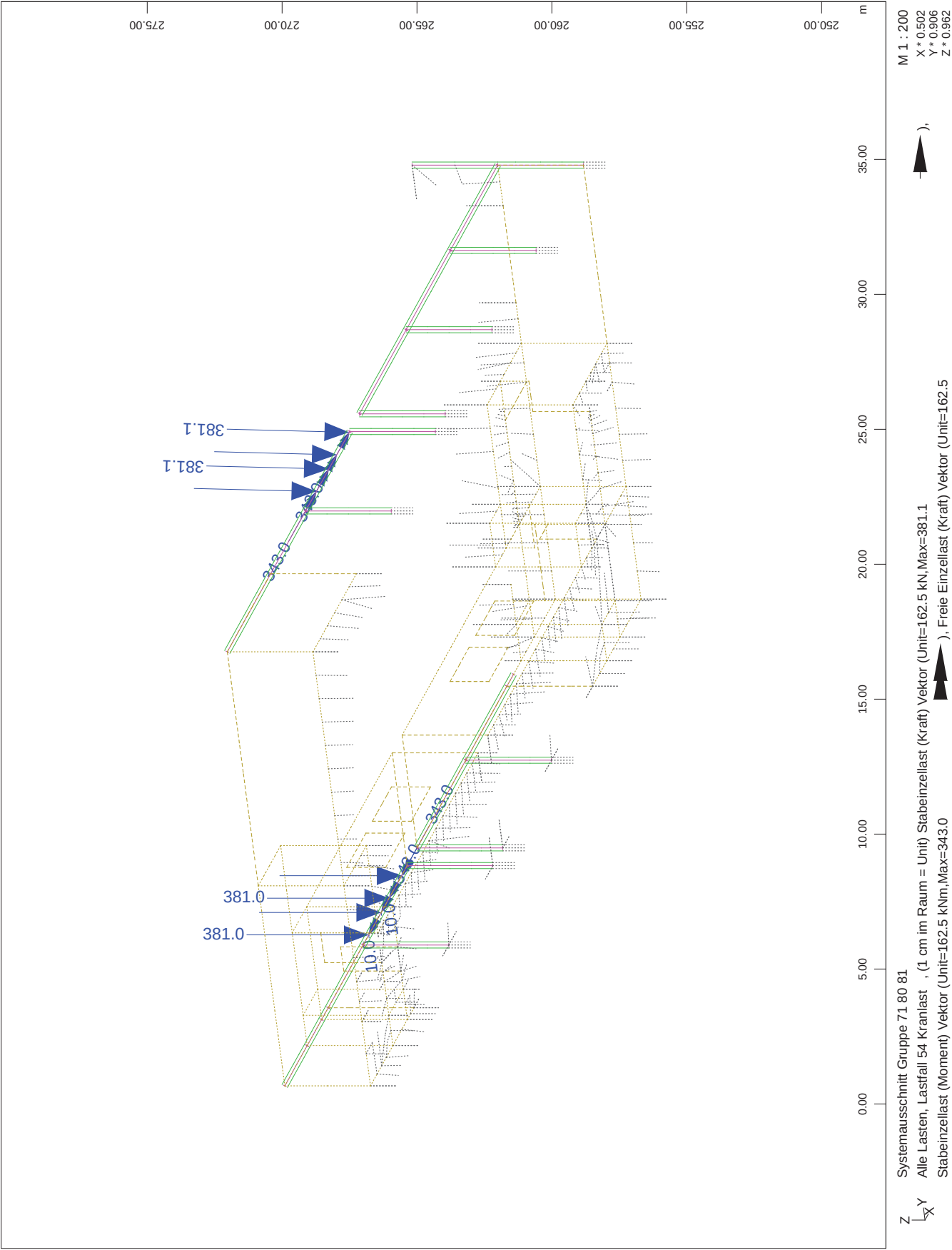


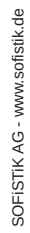


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

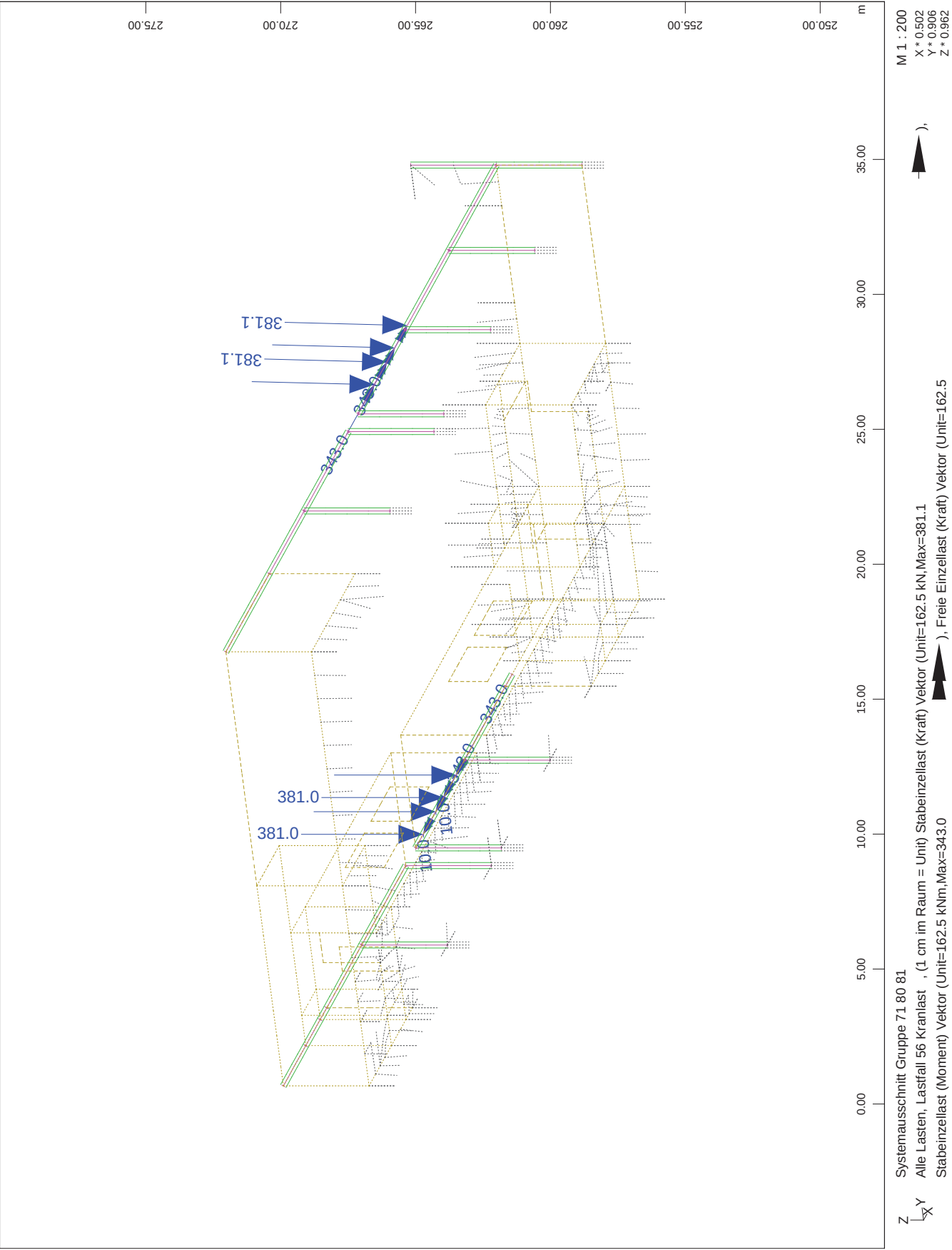


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

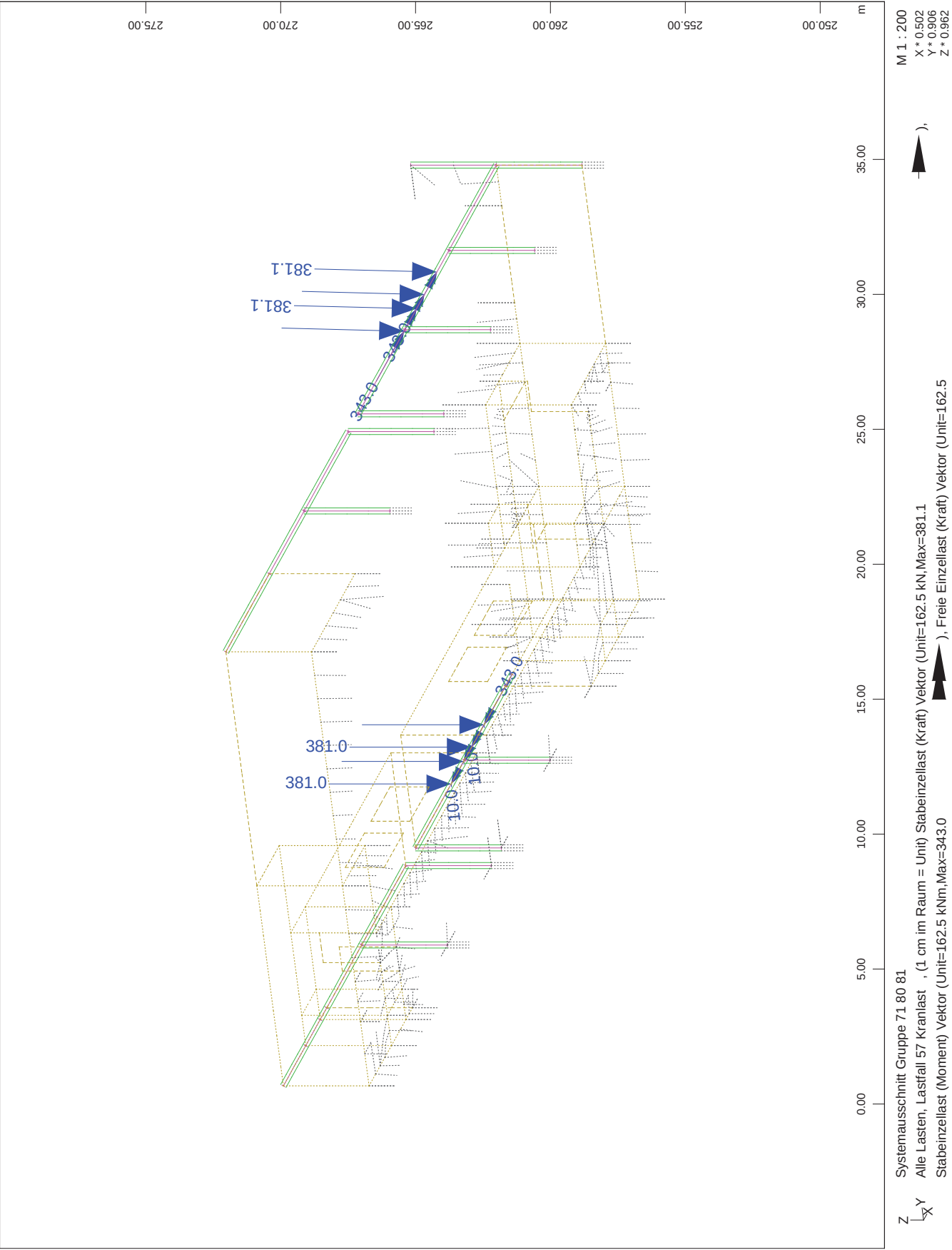




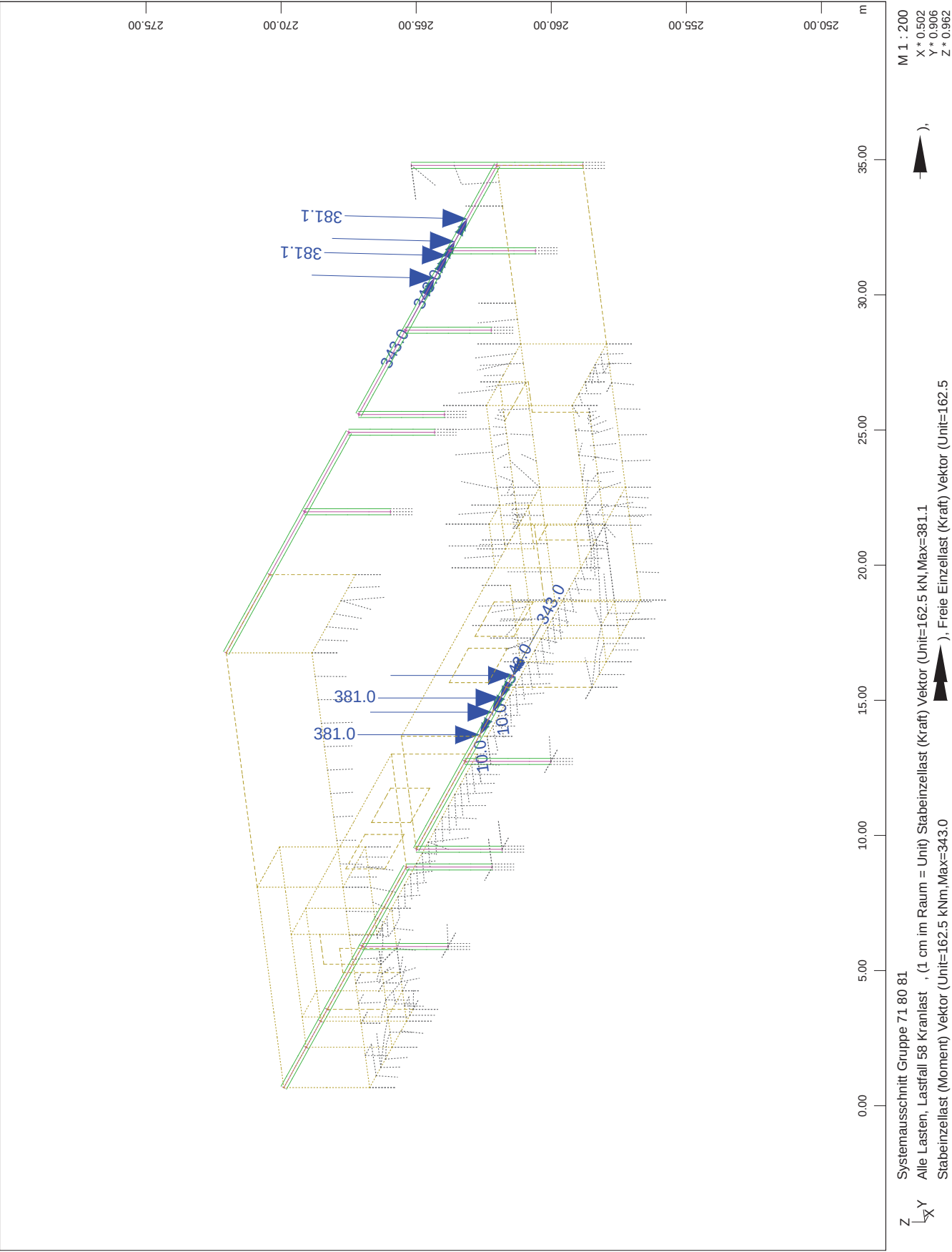
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



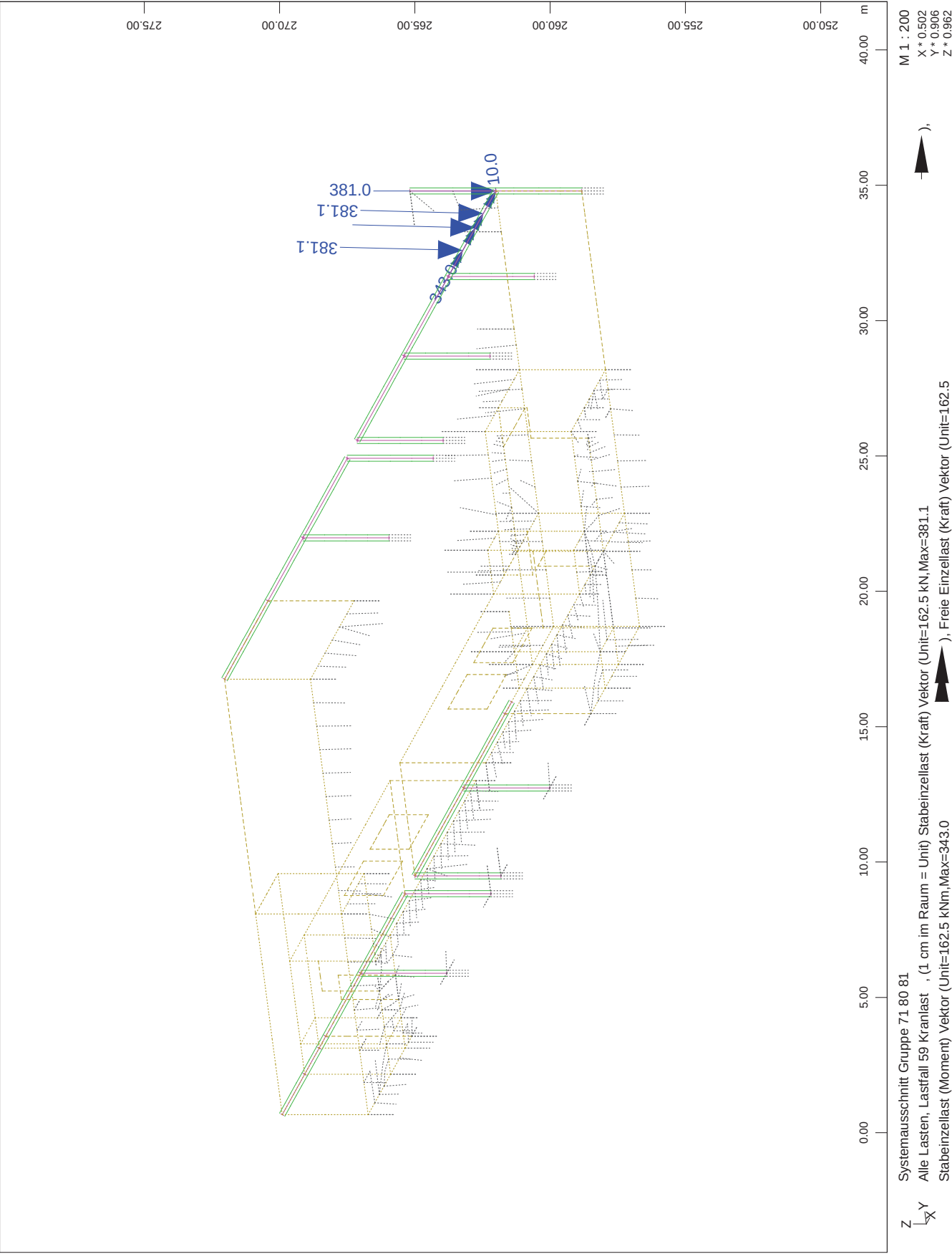
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



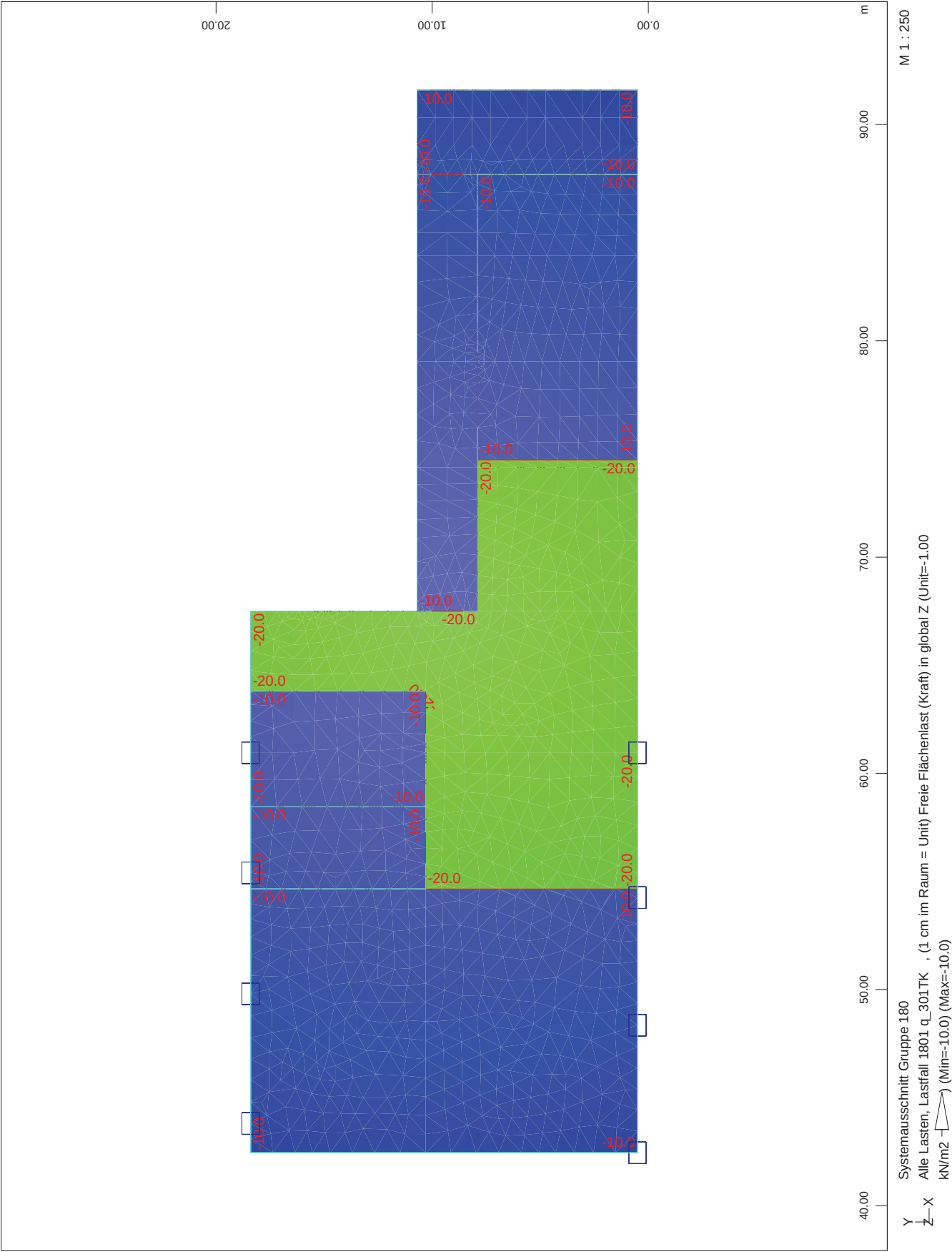
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



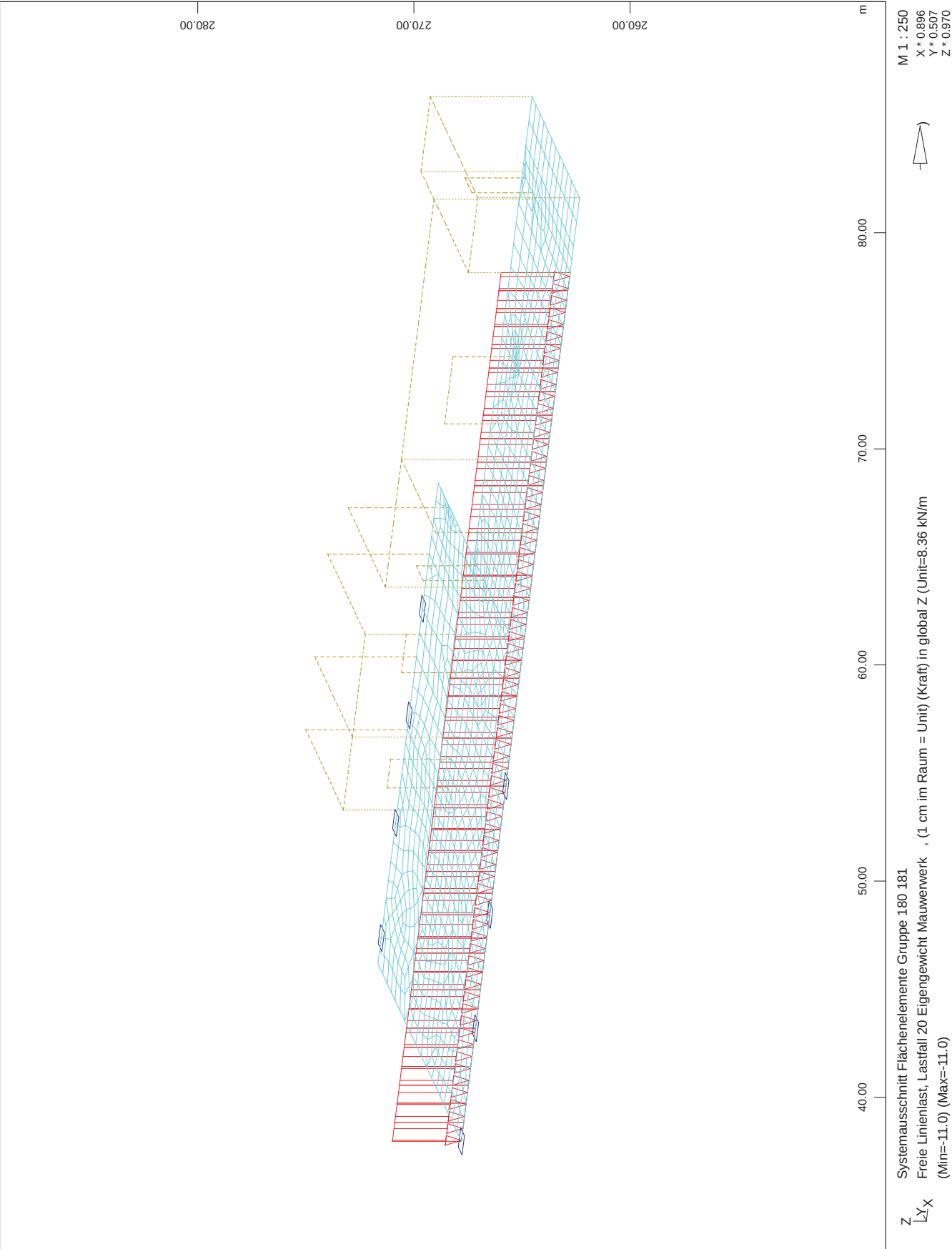
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

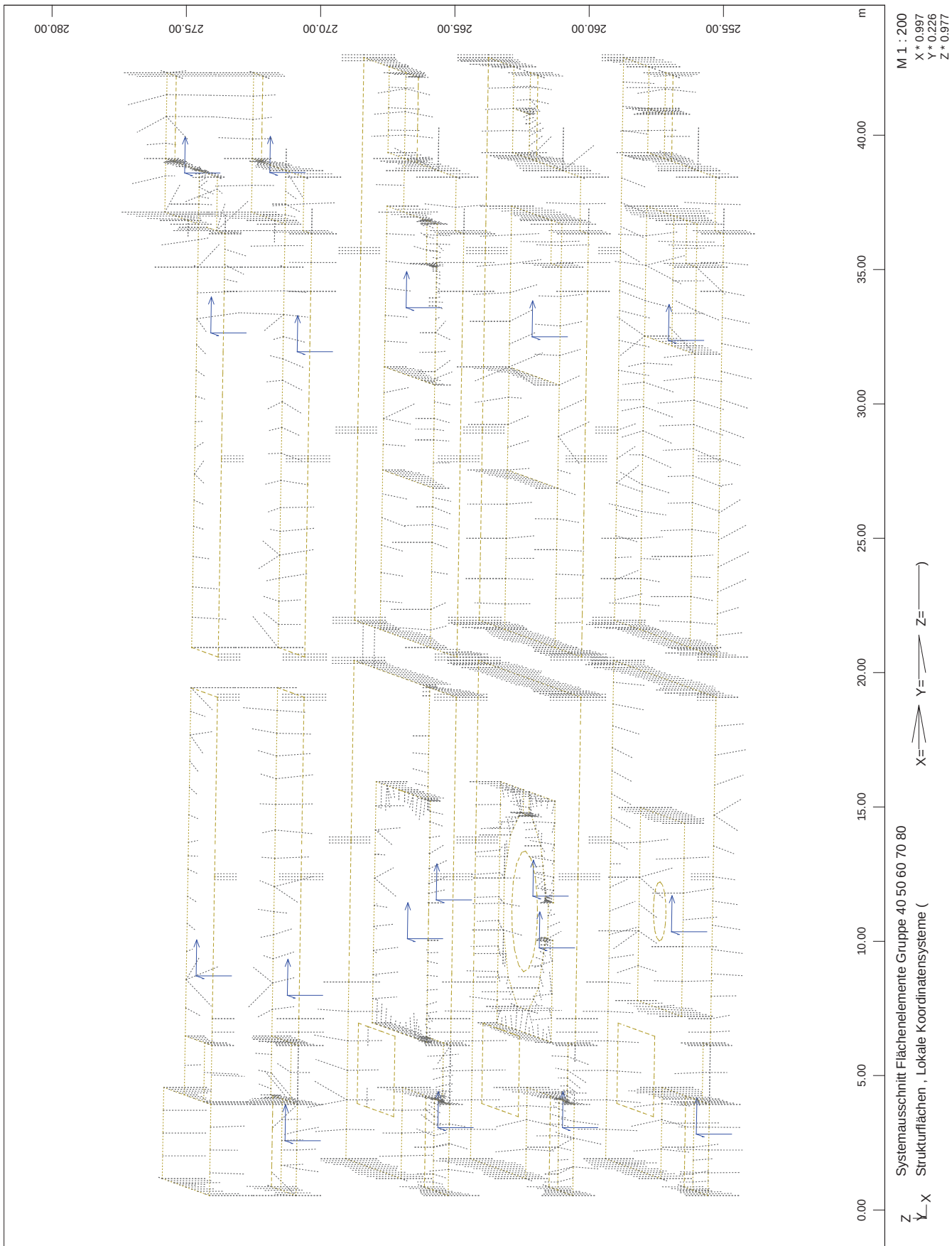


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

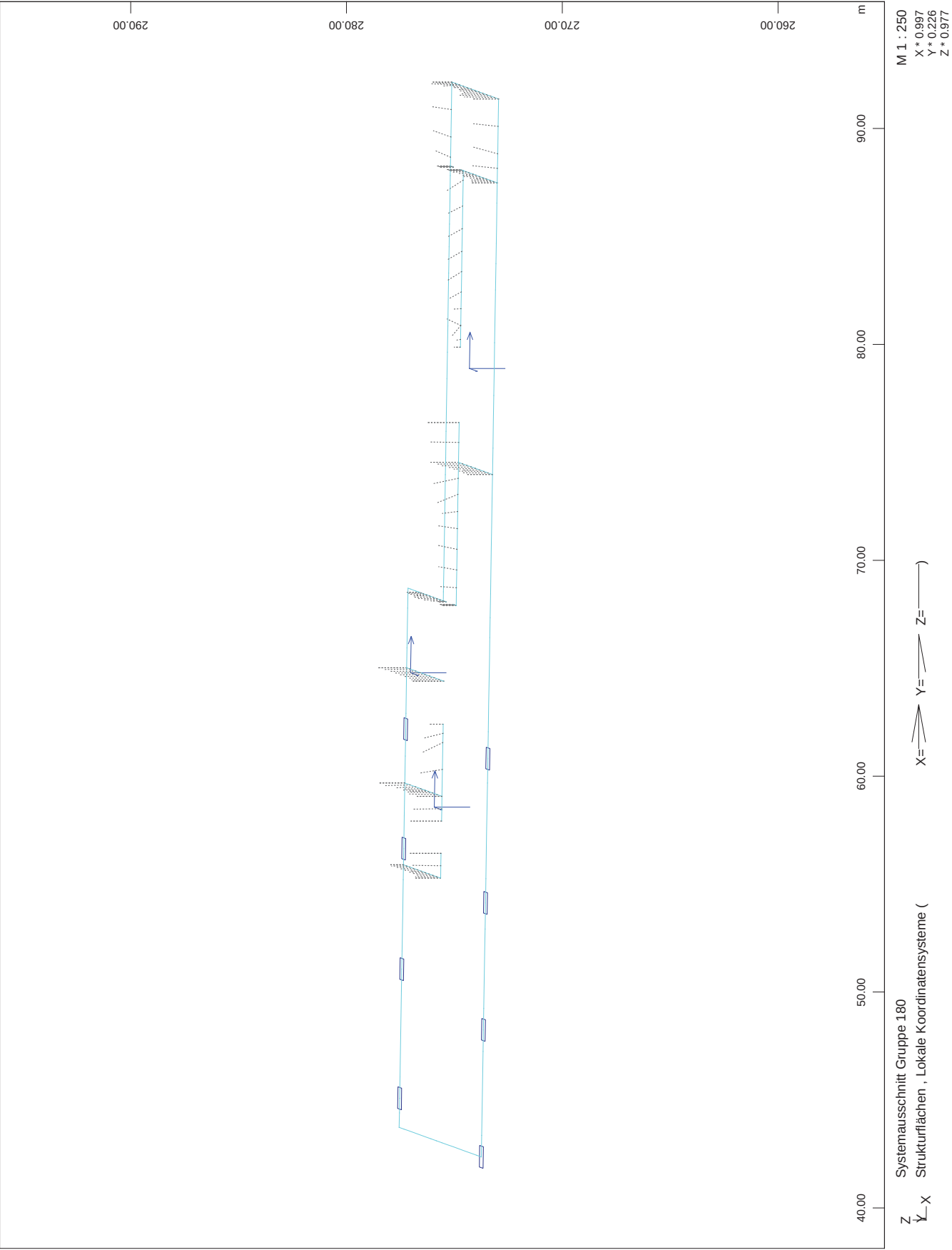


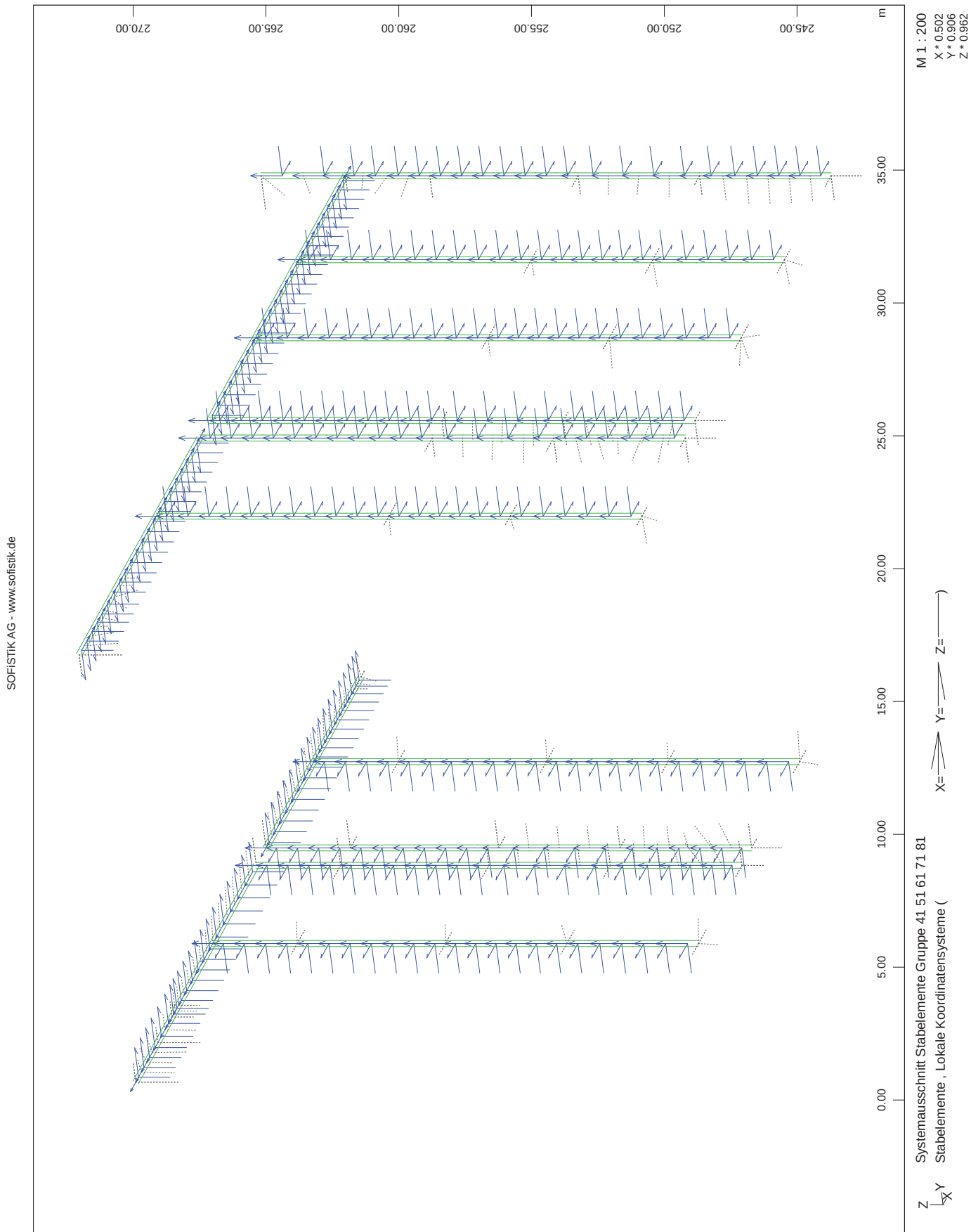
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

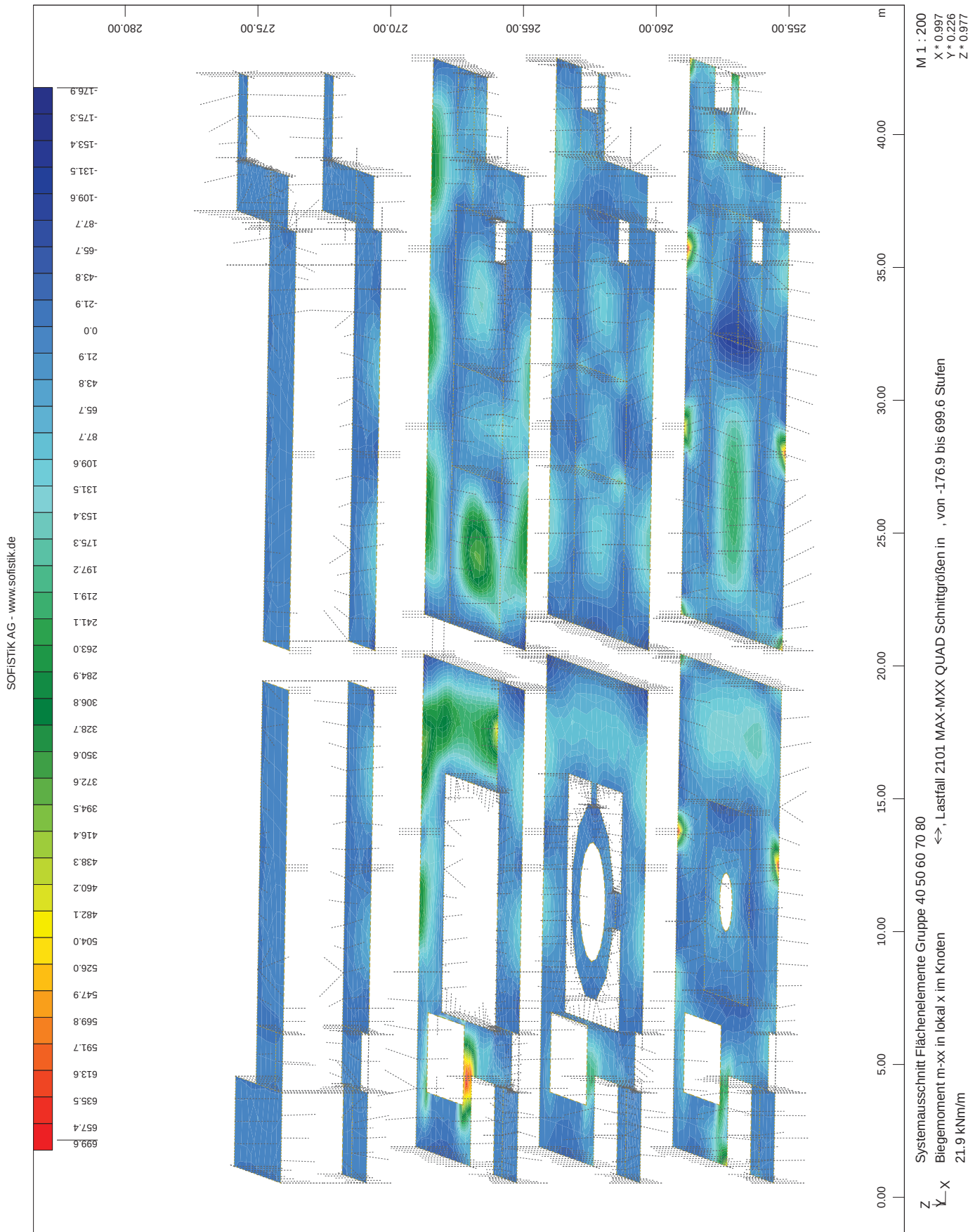


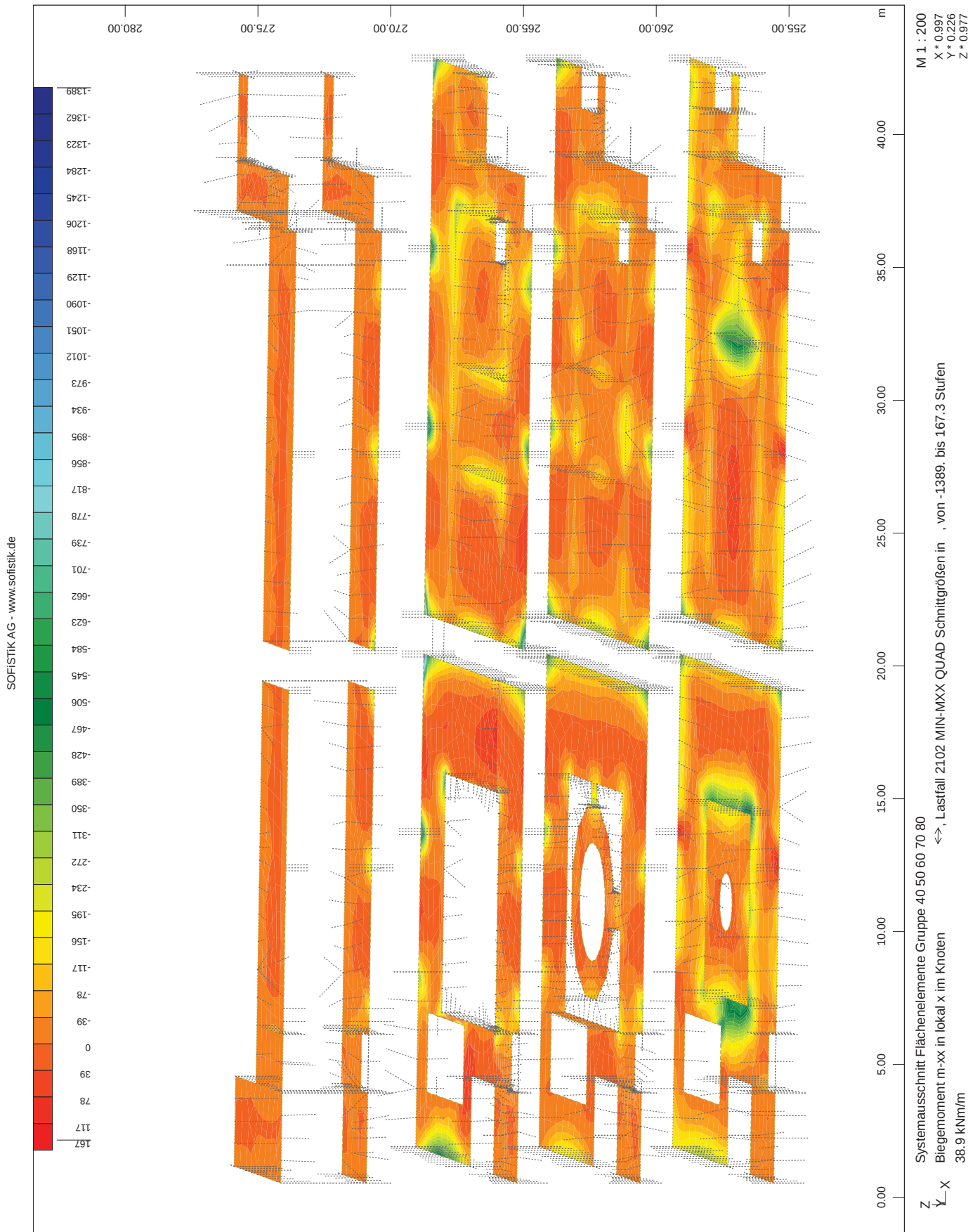


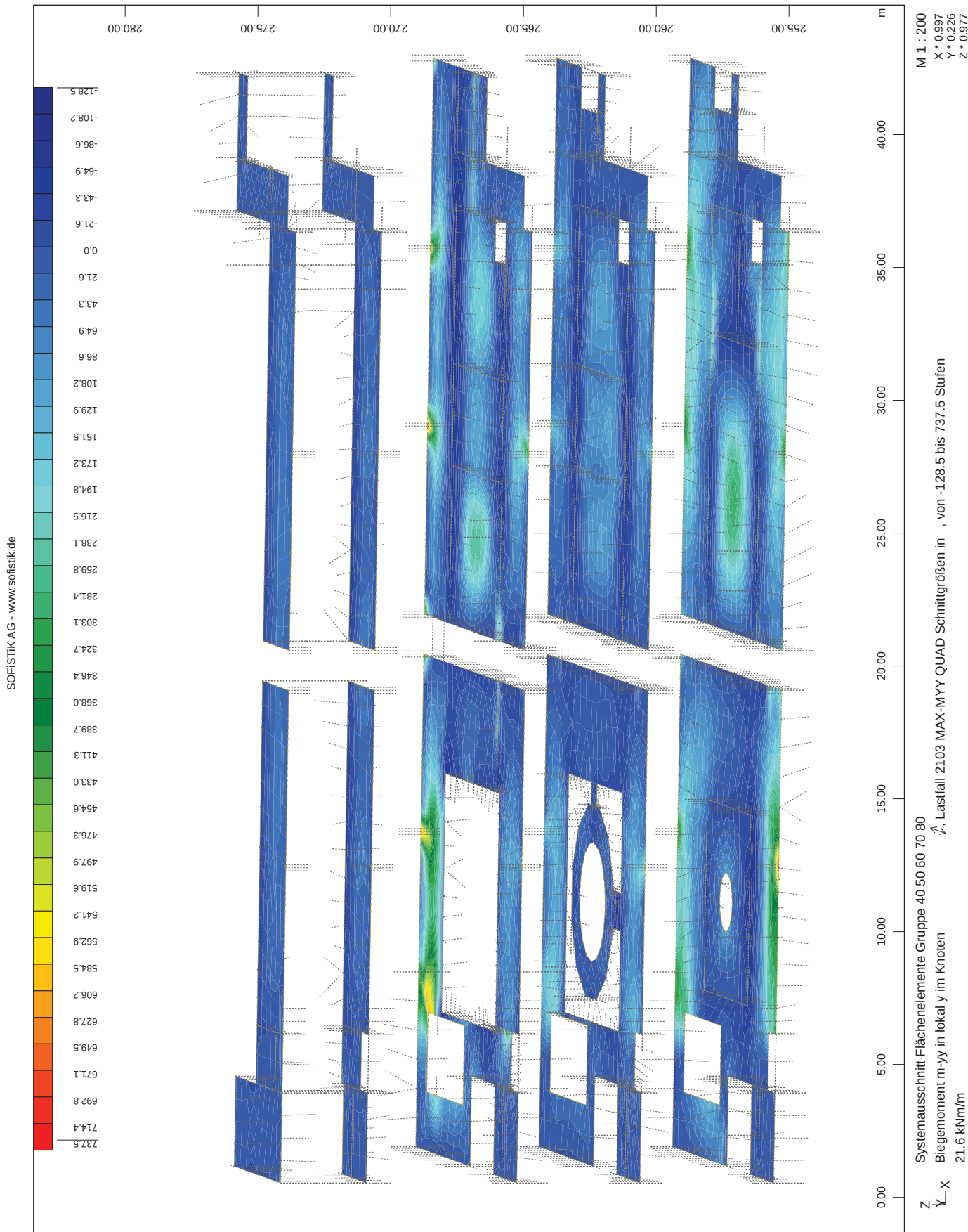
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

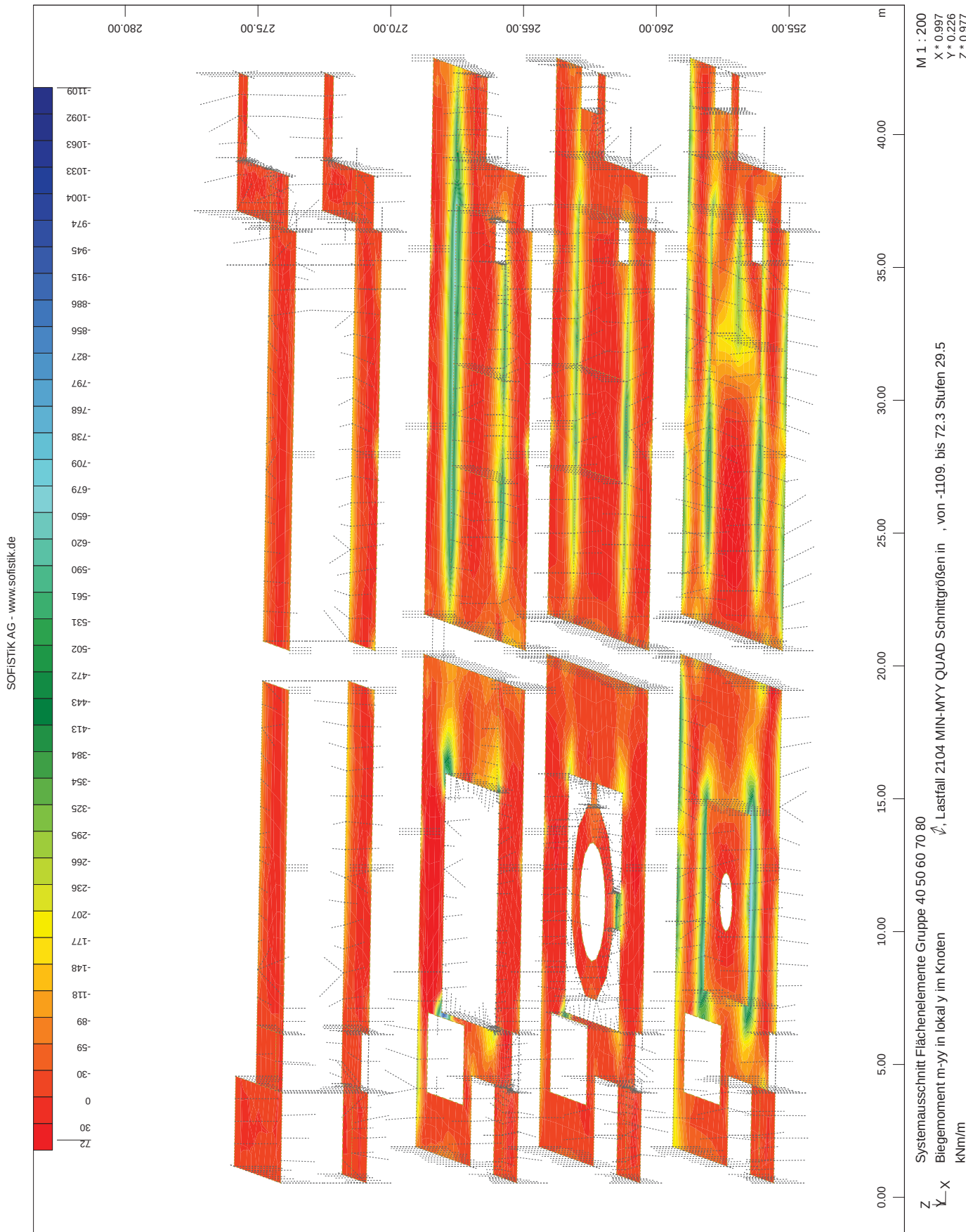


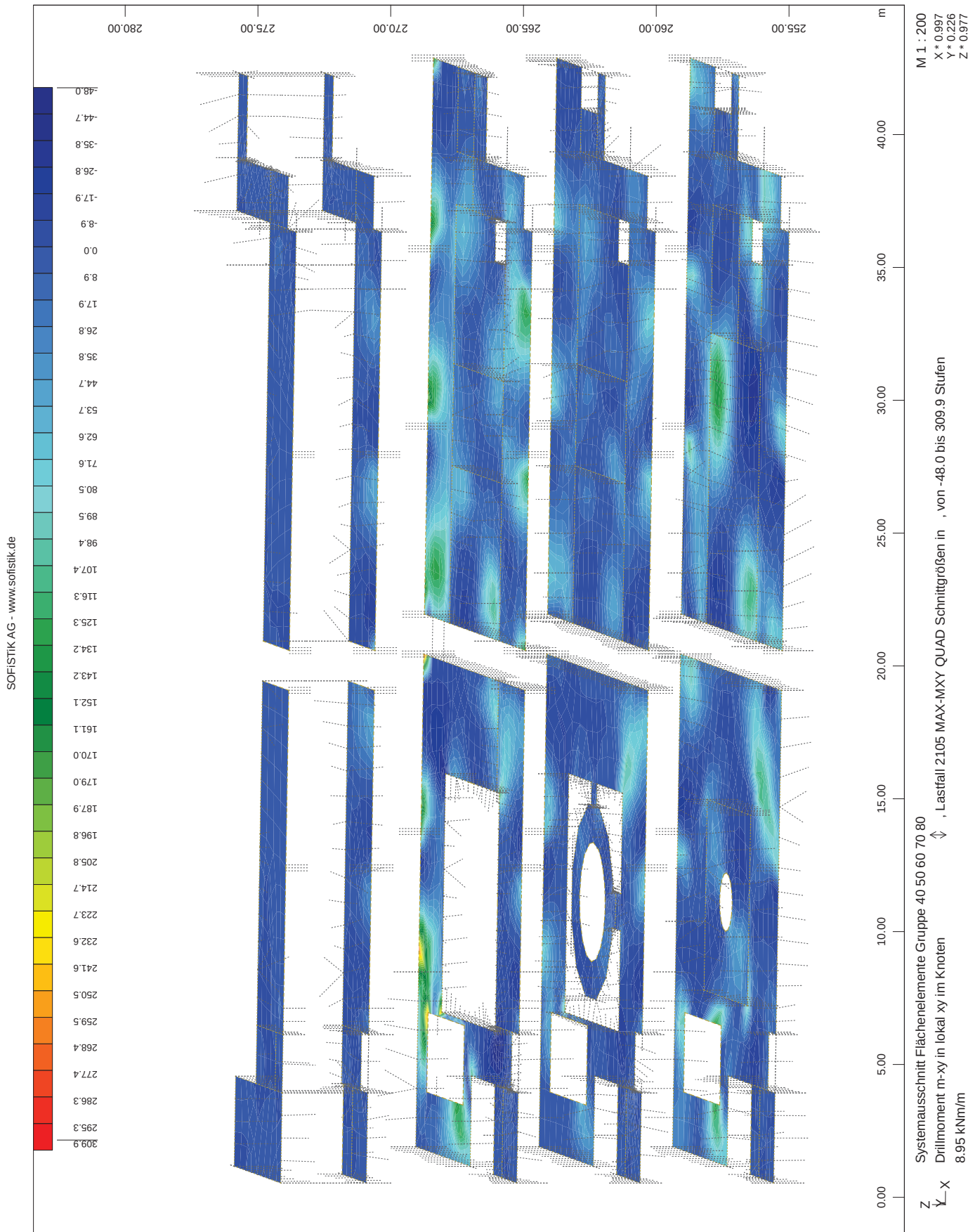


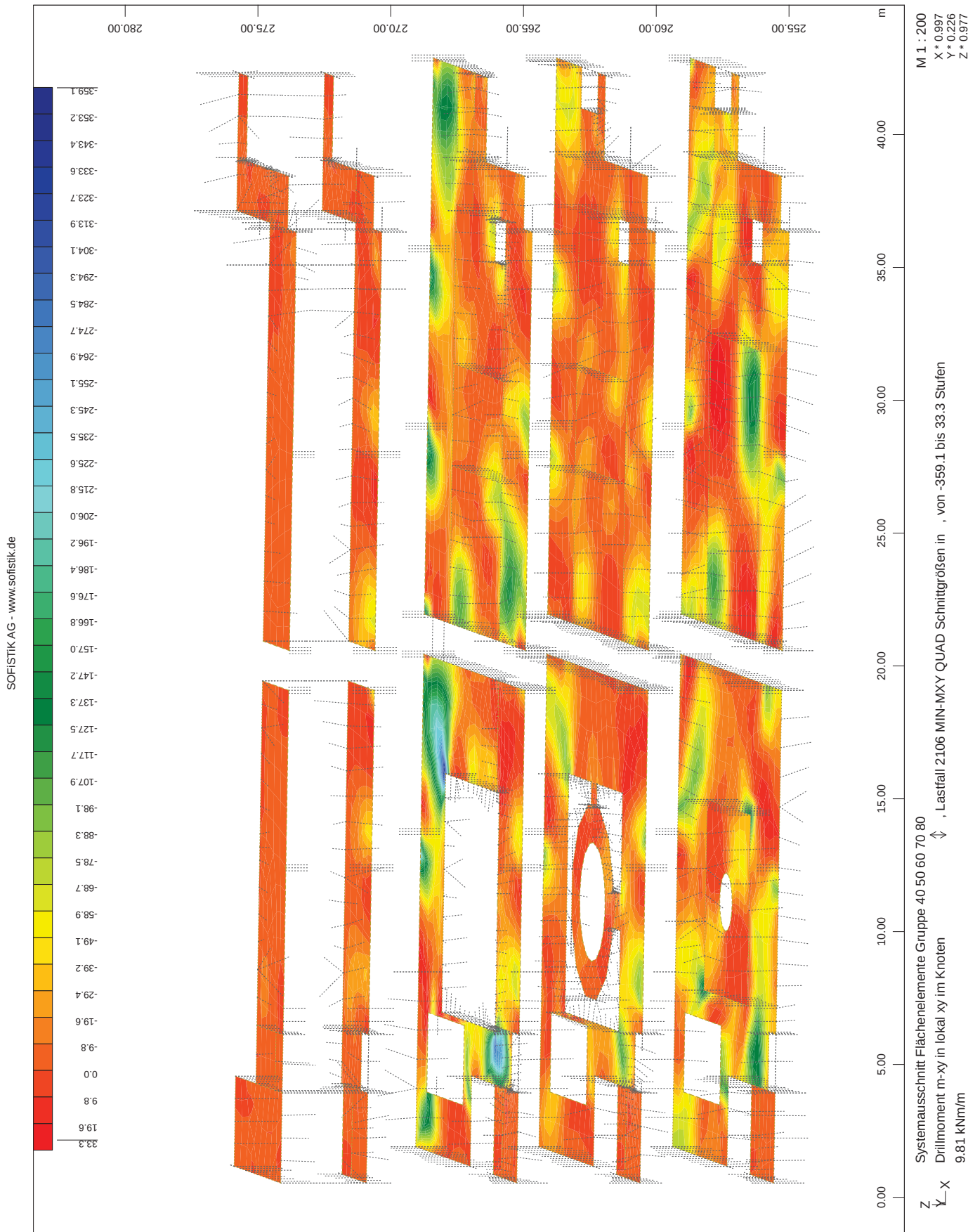


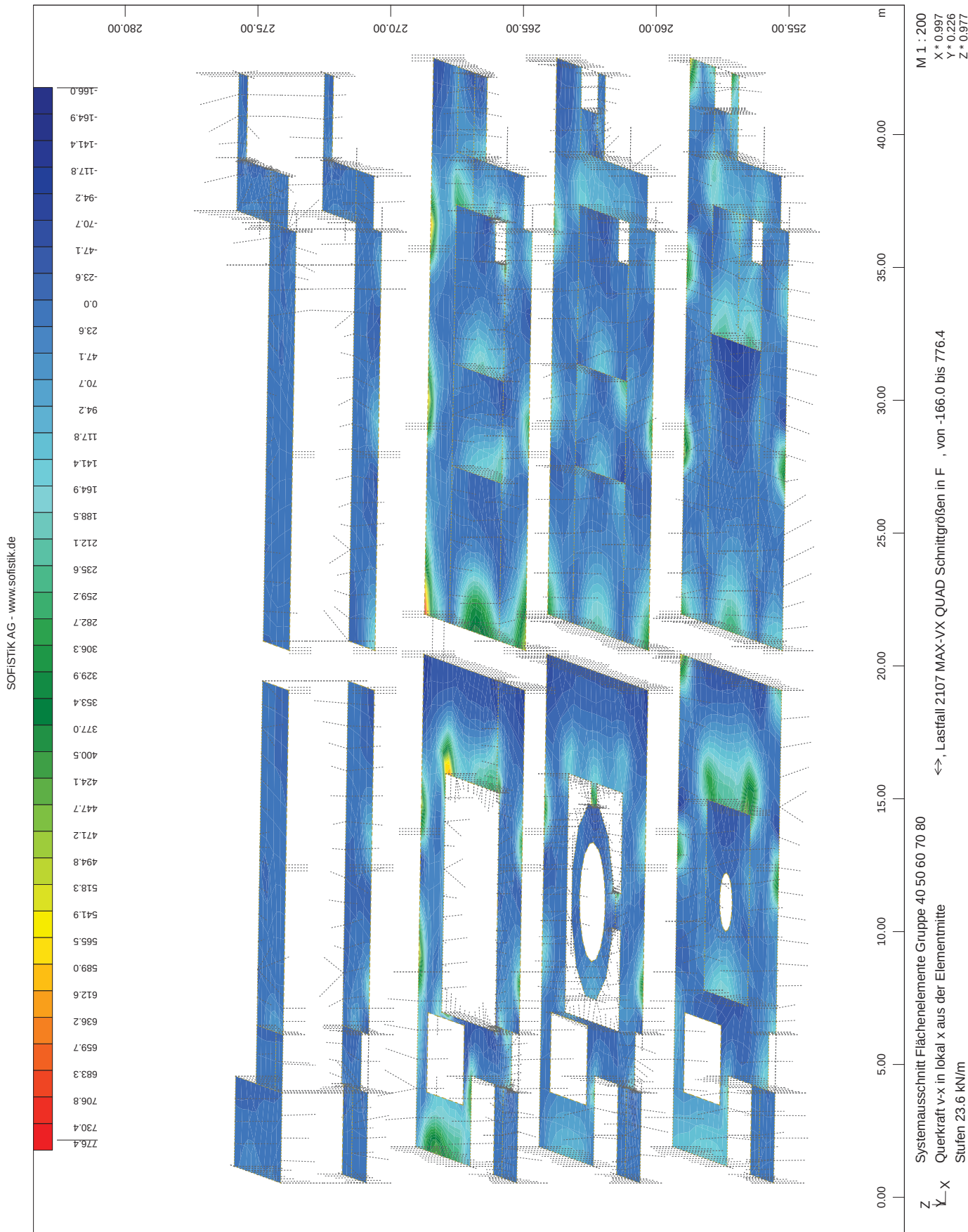


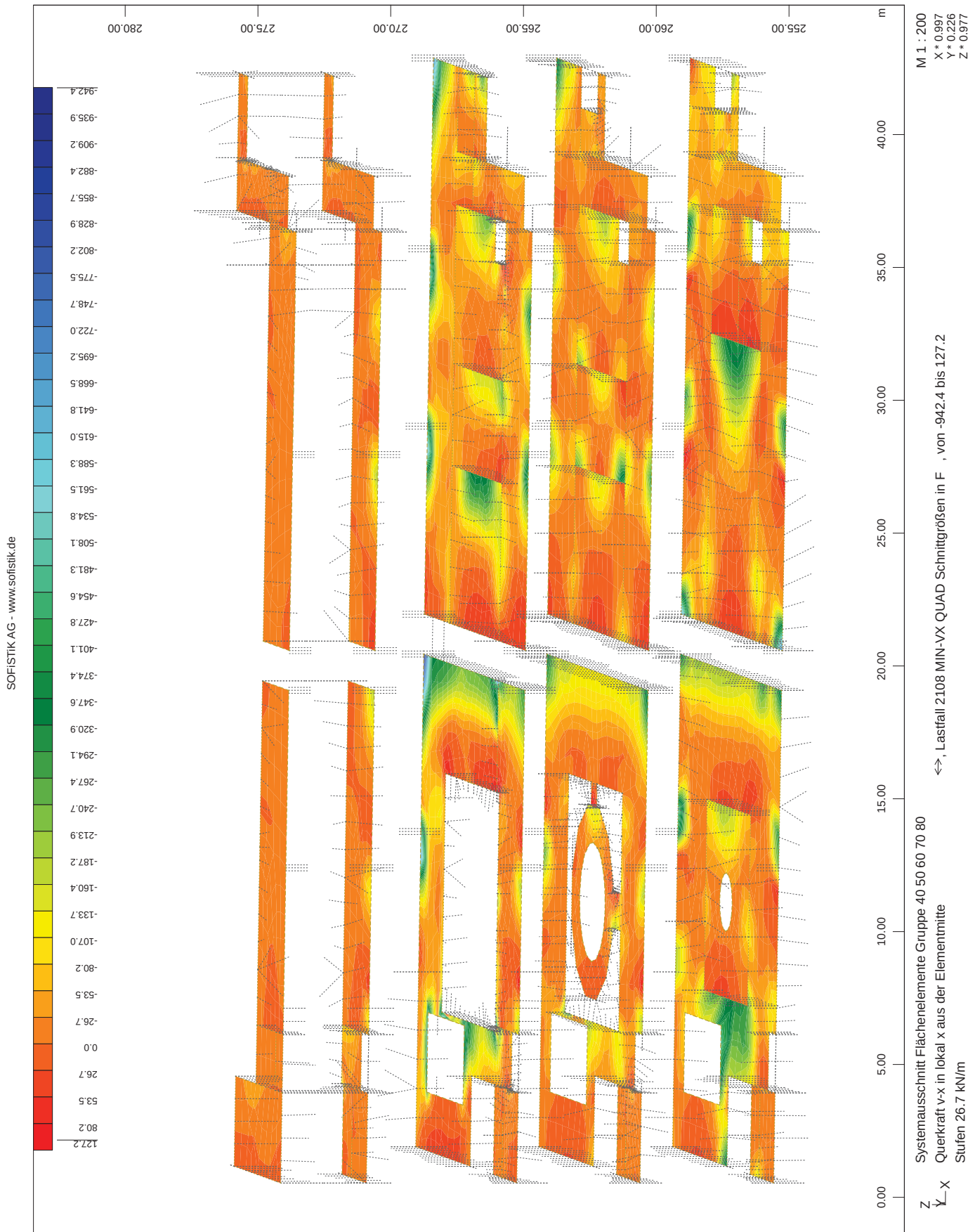


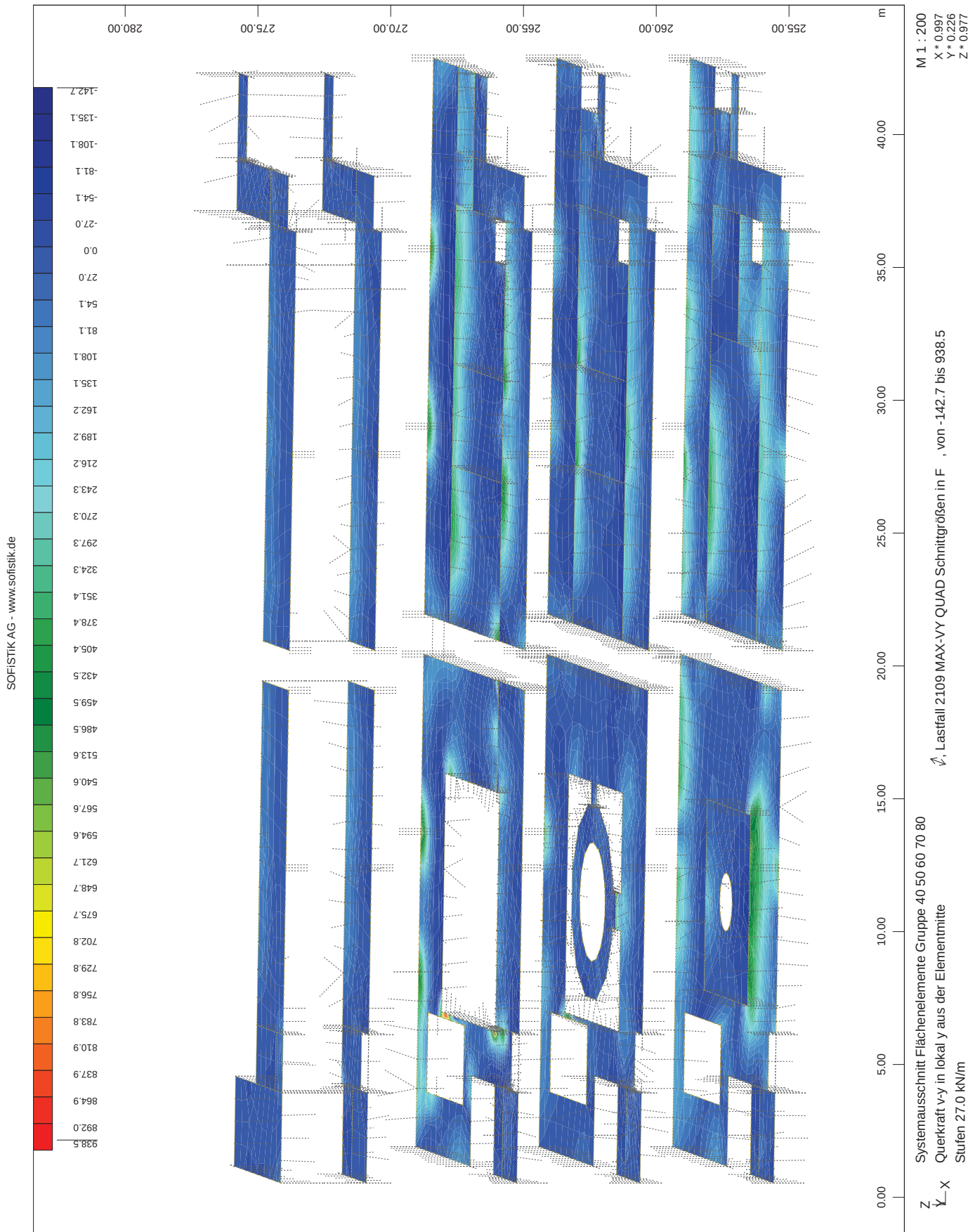


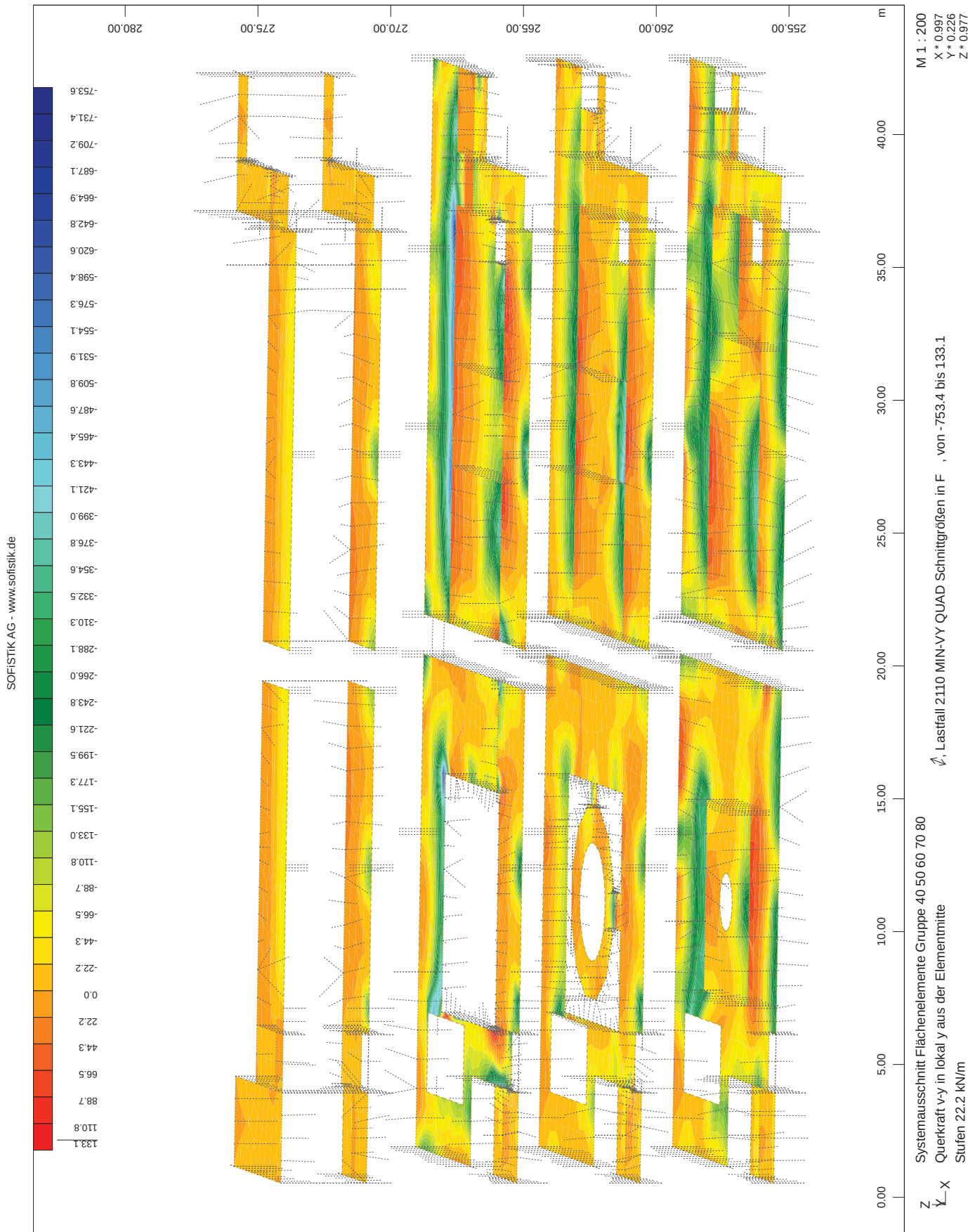




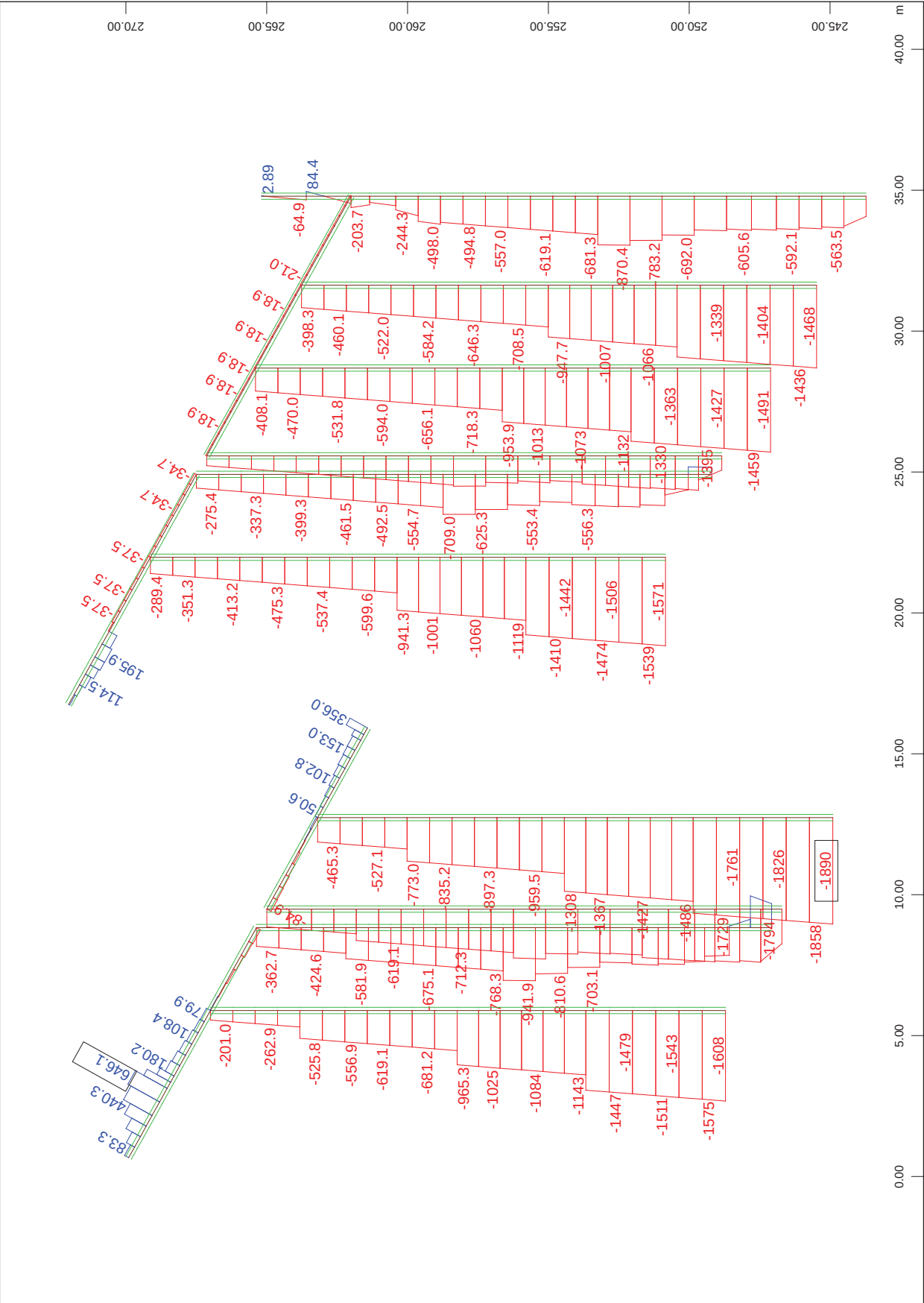








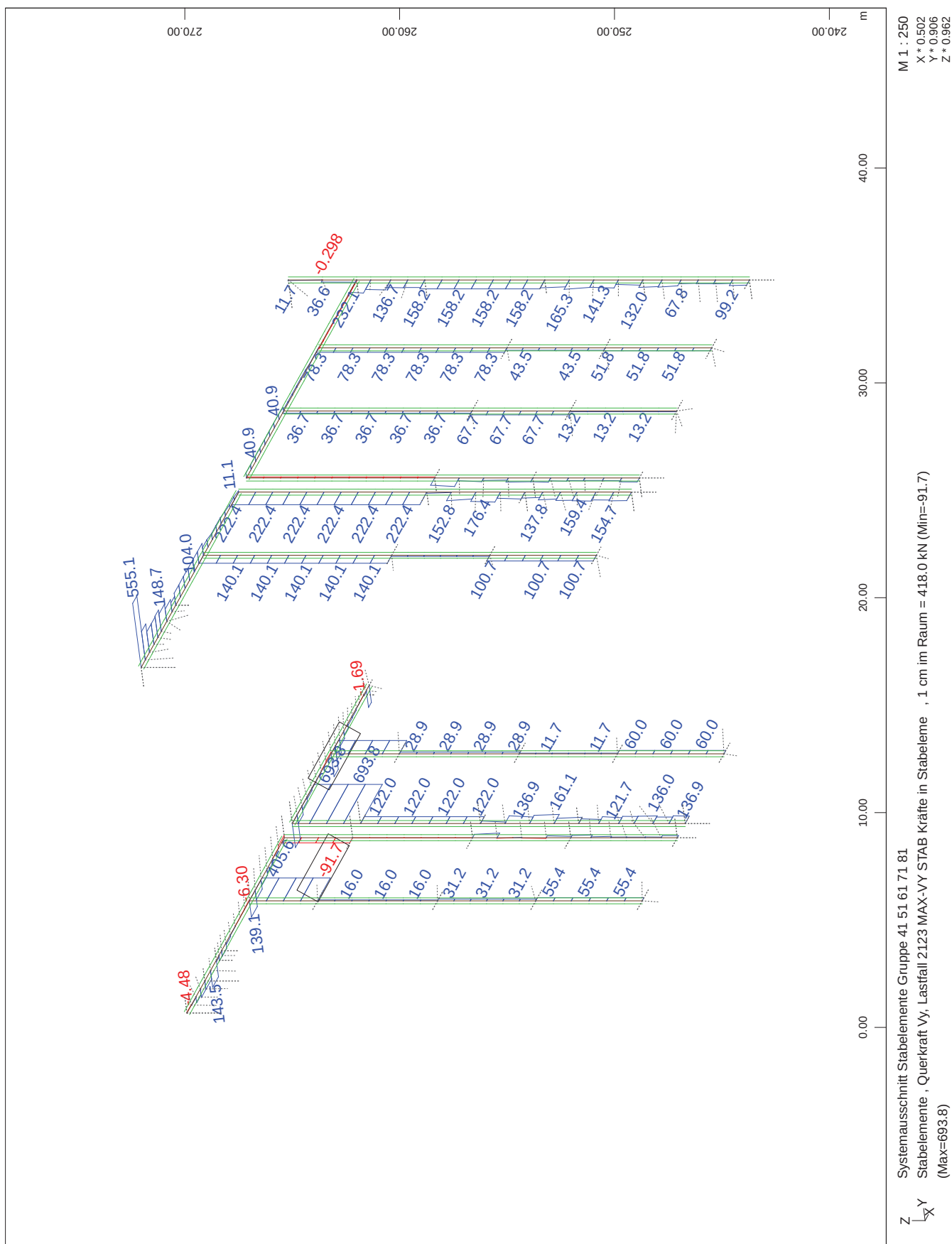
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

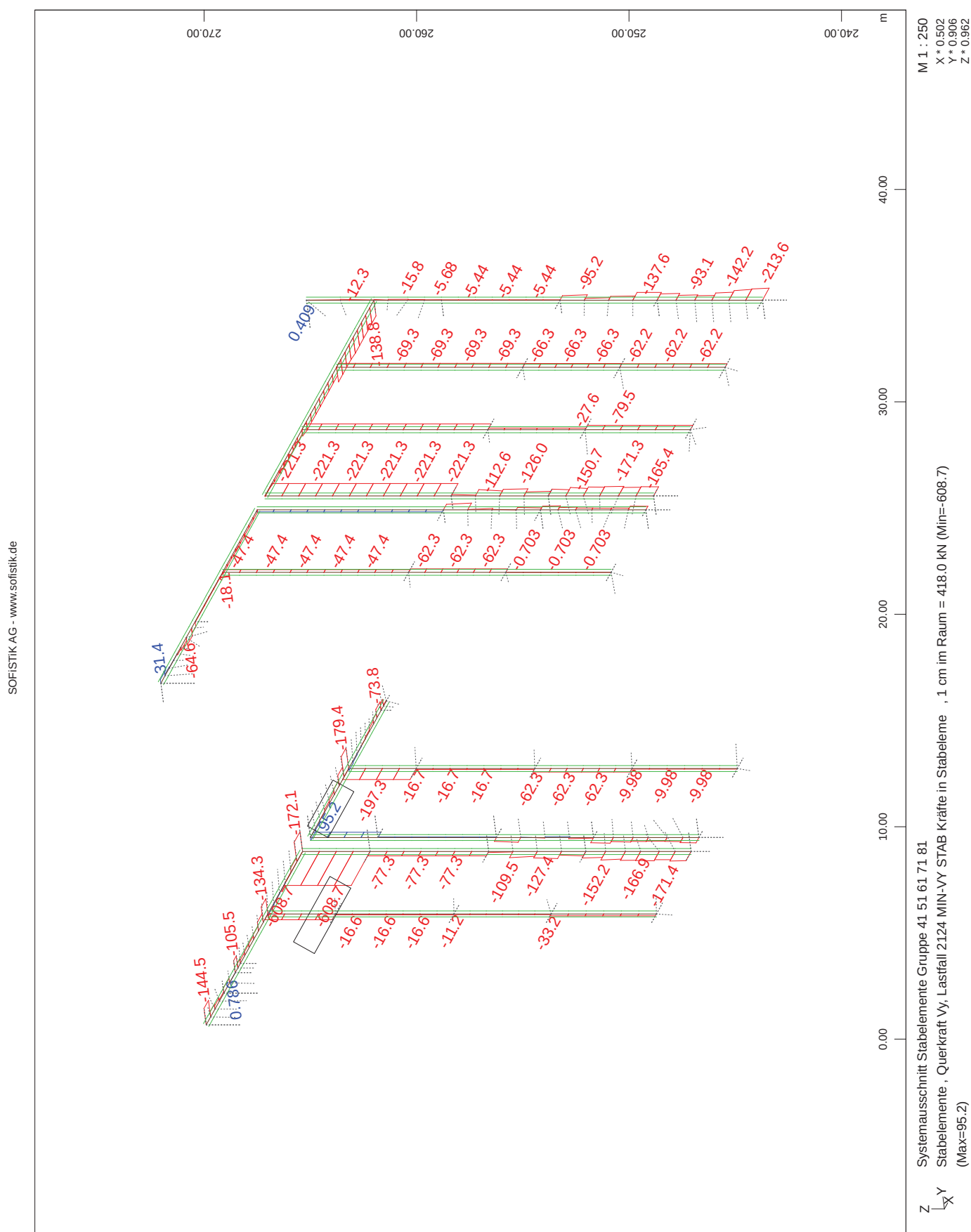


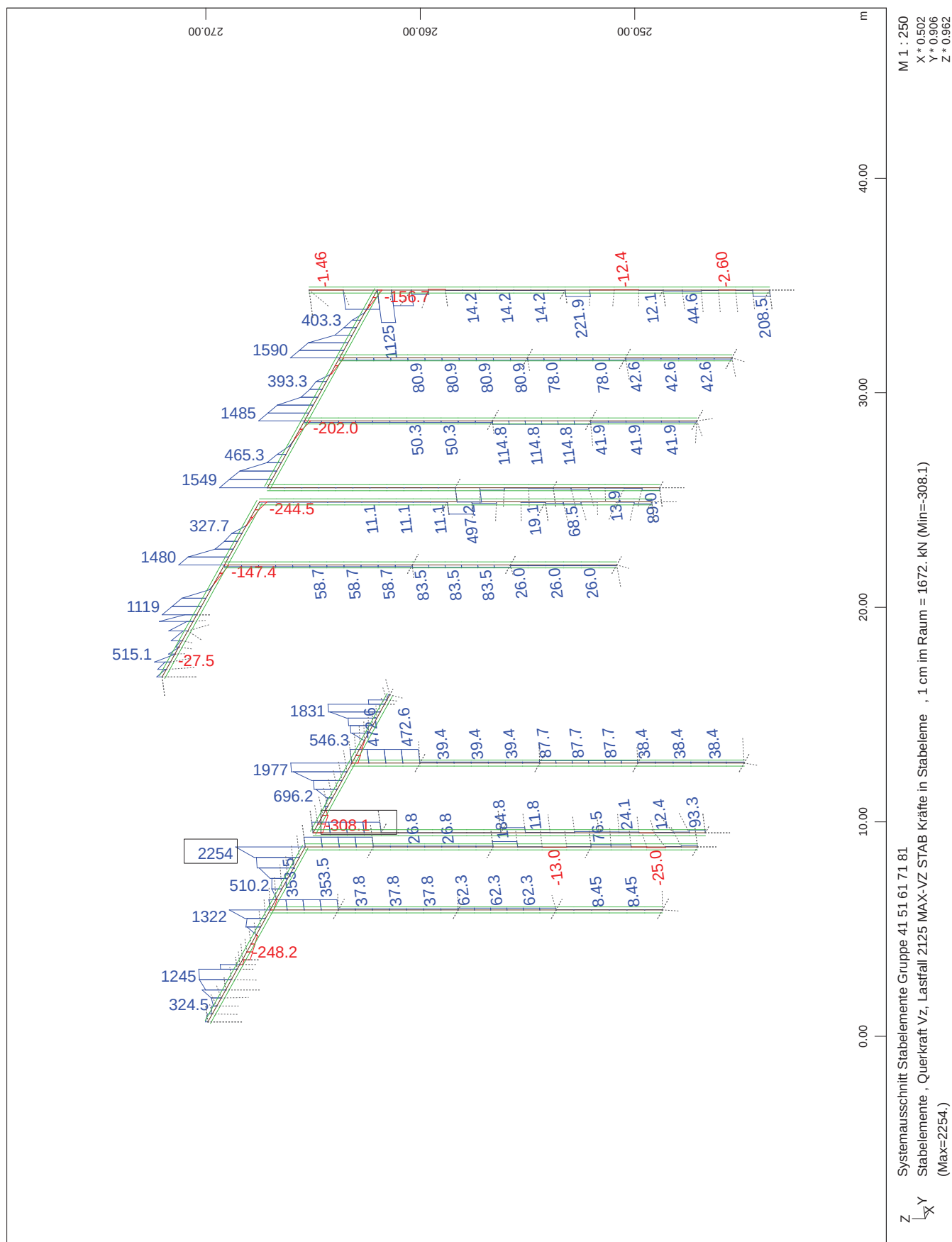
M 1 : 200
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

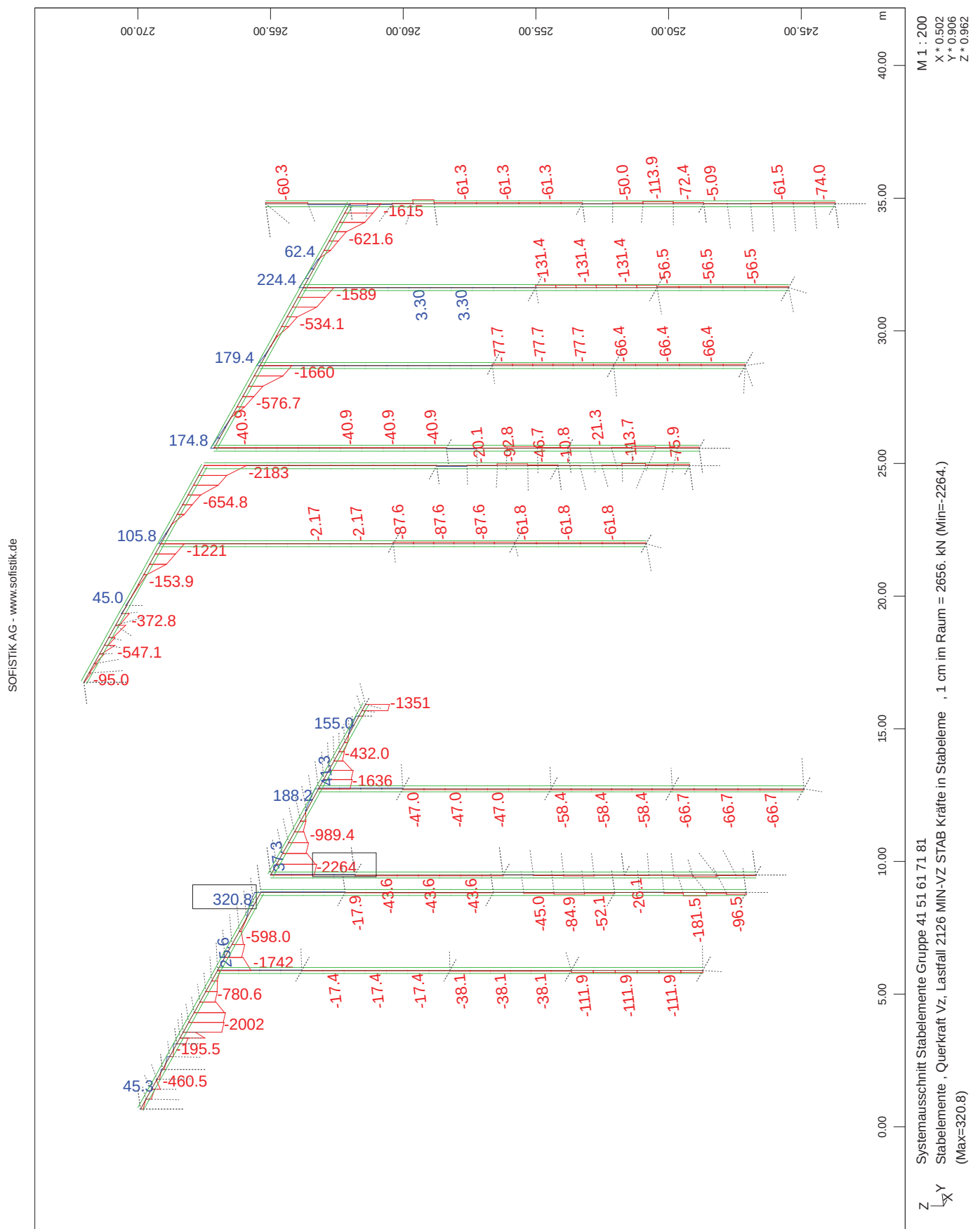
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 41 51 61 71 81
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB Kräfte in Stabelementen , 1 cm im Raum = 1000. kN (Min=-1890.)
(Max=646.1)



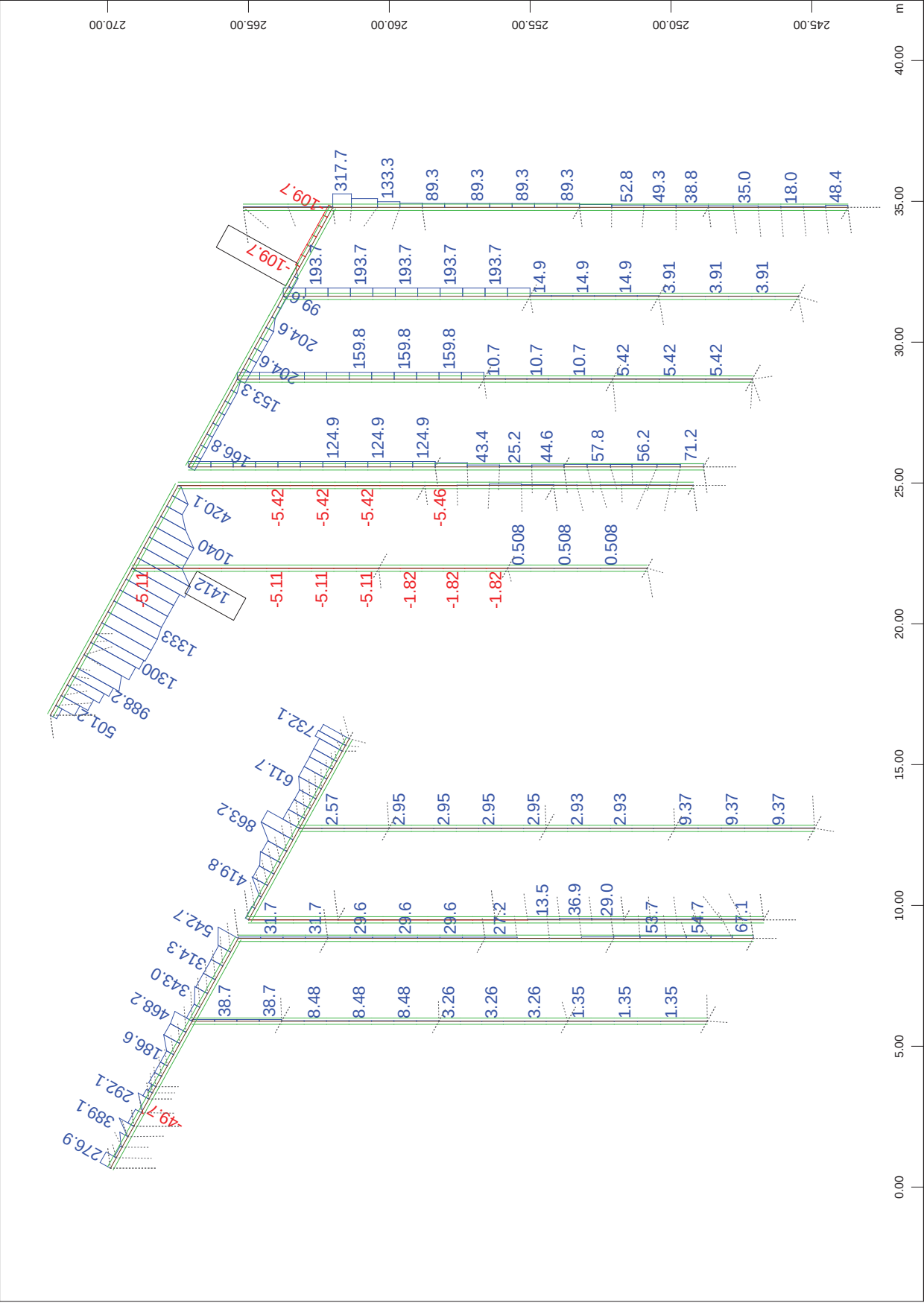








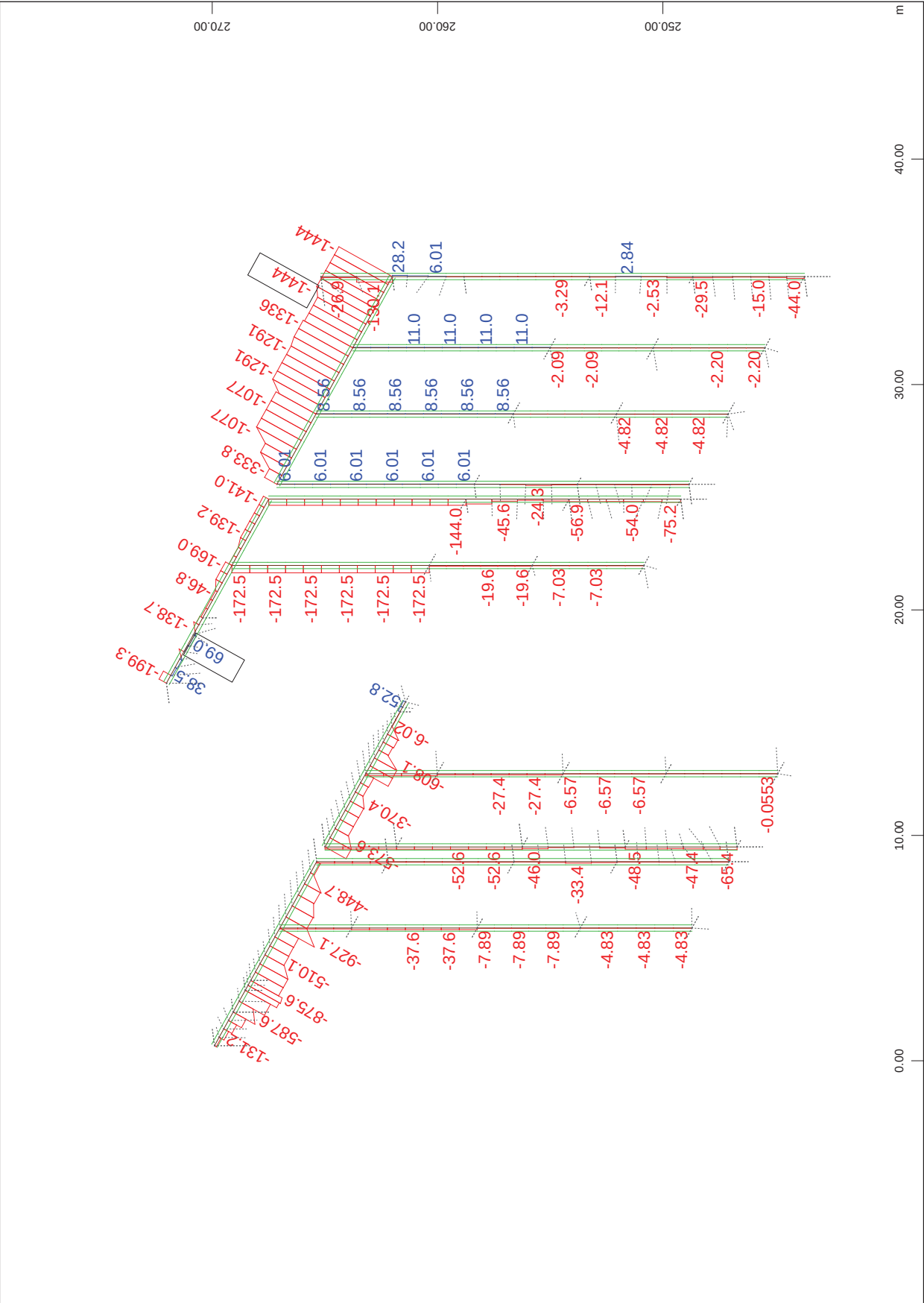
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



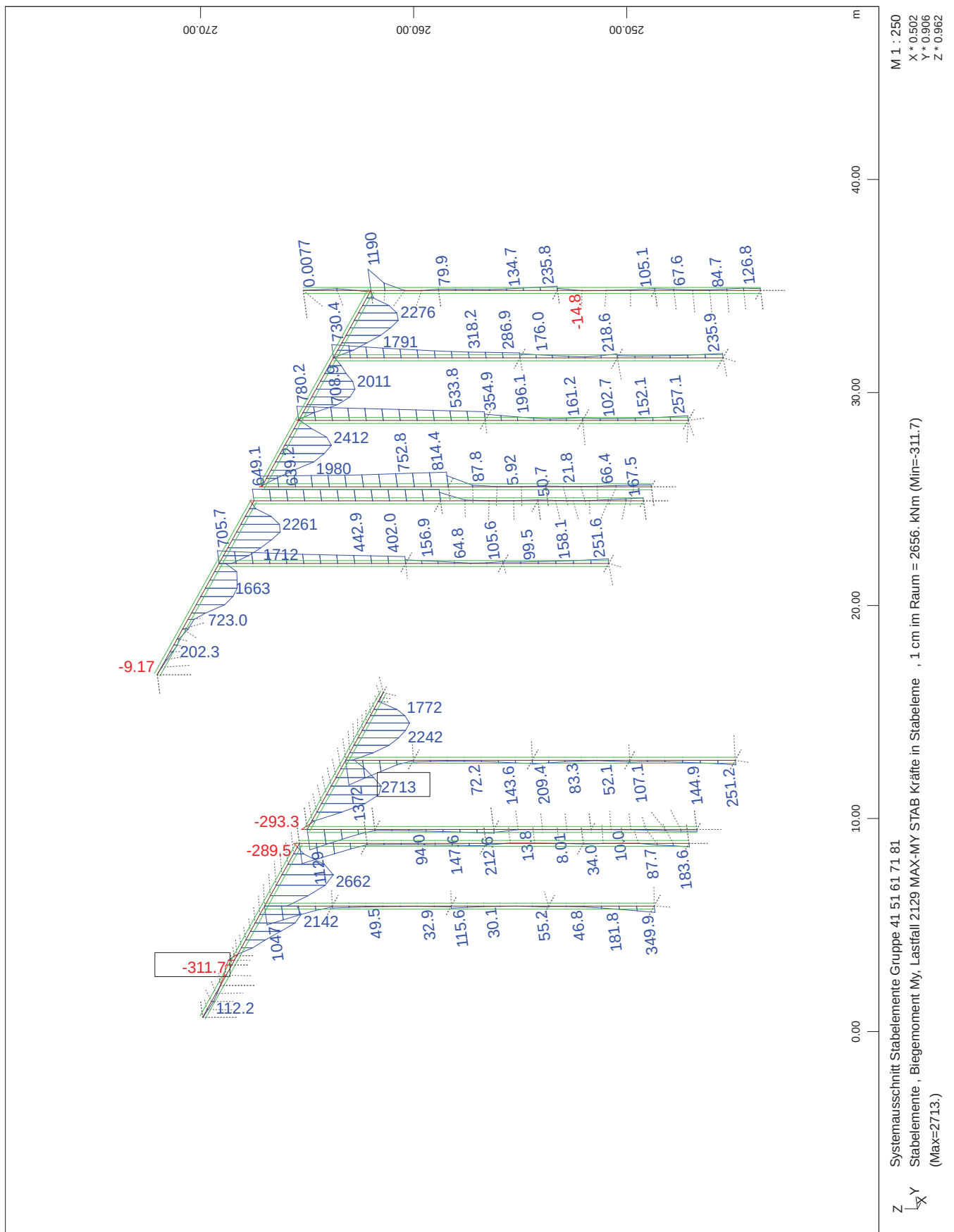
M 1 : 200
X + 0.502
Y + 0.906
Z + 0.962

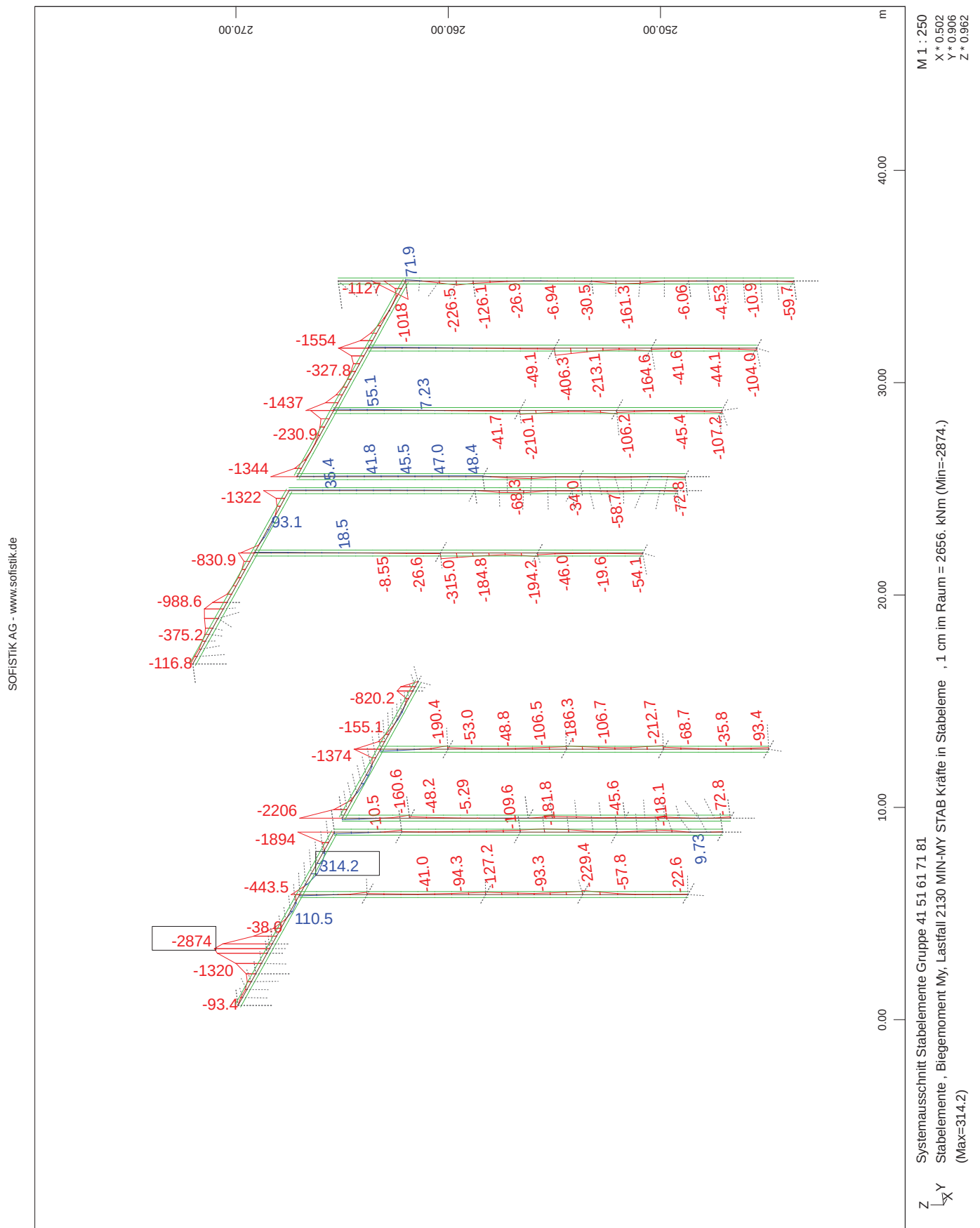
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 41 51 61 71 81
Stabelemente , Torsionsmoment Mt, Lastfall 2127 MAX-MT STAB Kräfte in Stabelemente , 1 cm im Raum = 1328. kNm (Min=-109.7)
(Max=1412.)

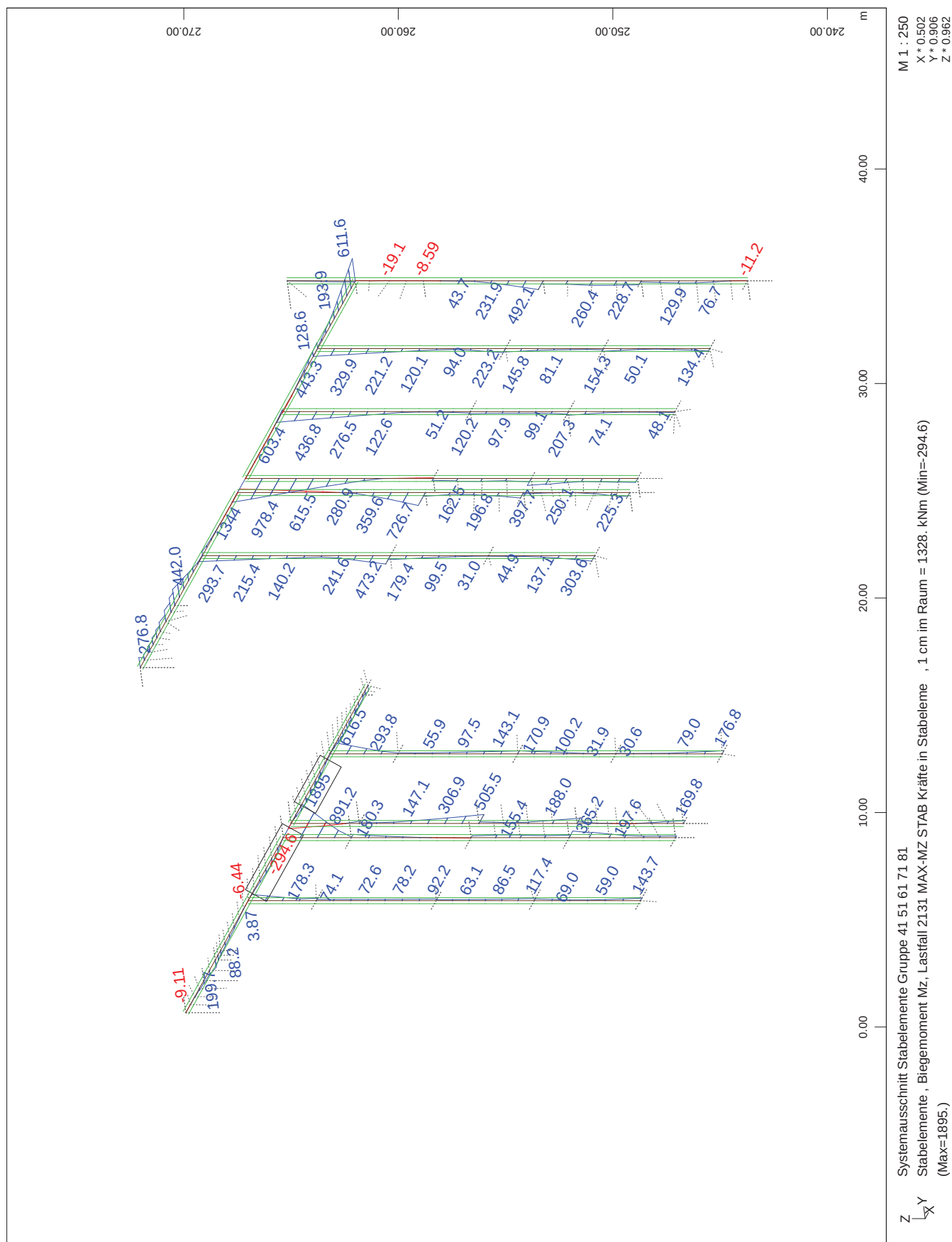
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



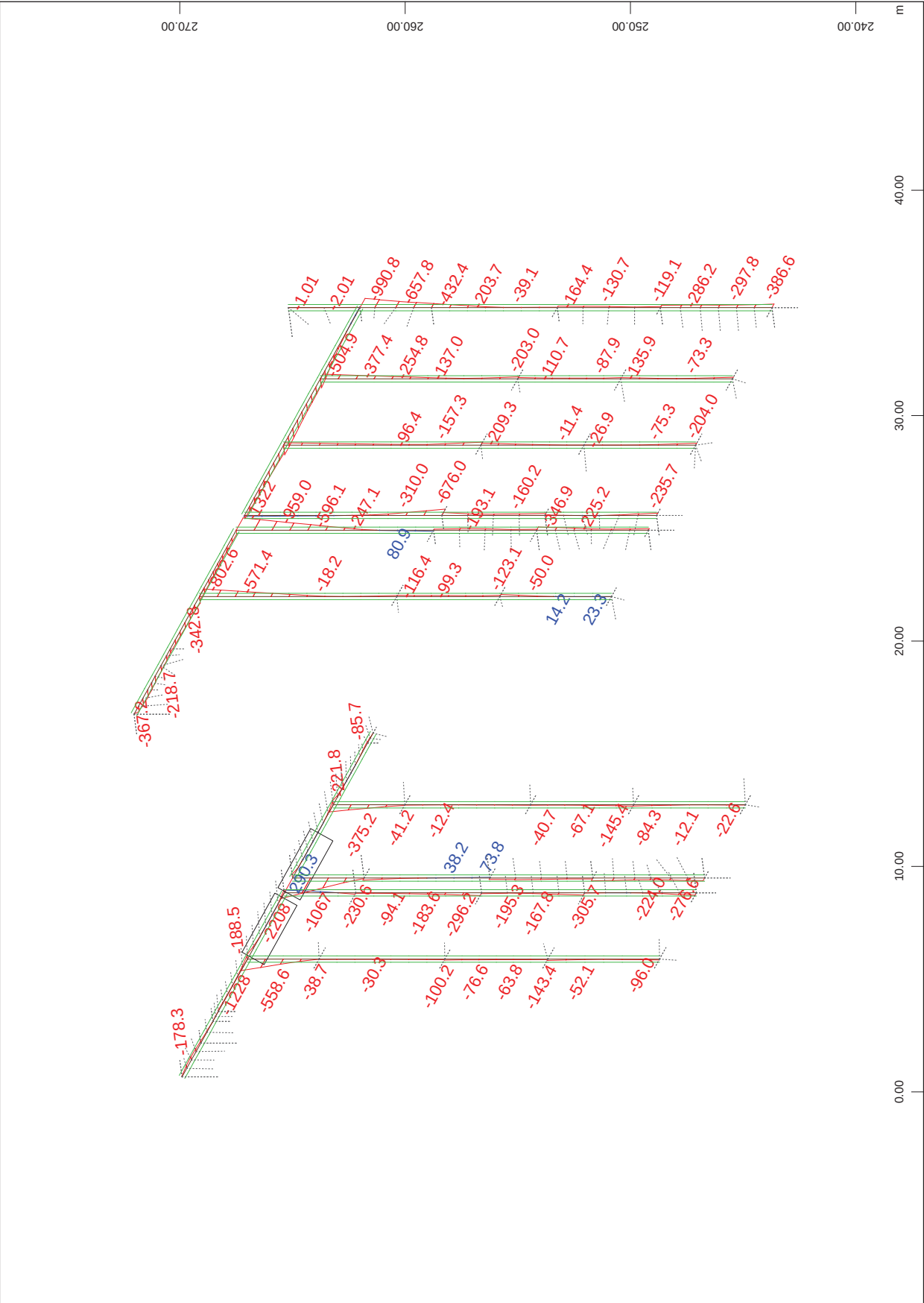
M 1 : 250
X + 0.502
Y + 0.906
Z + 0.962







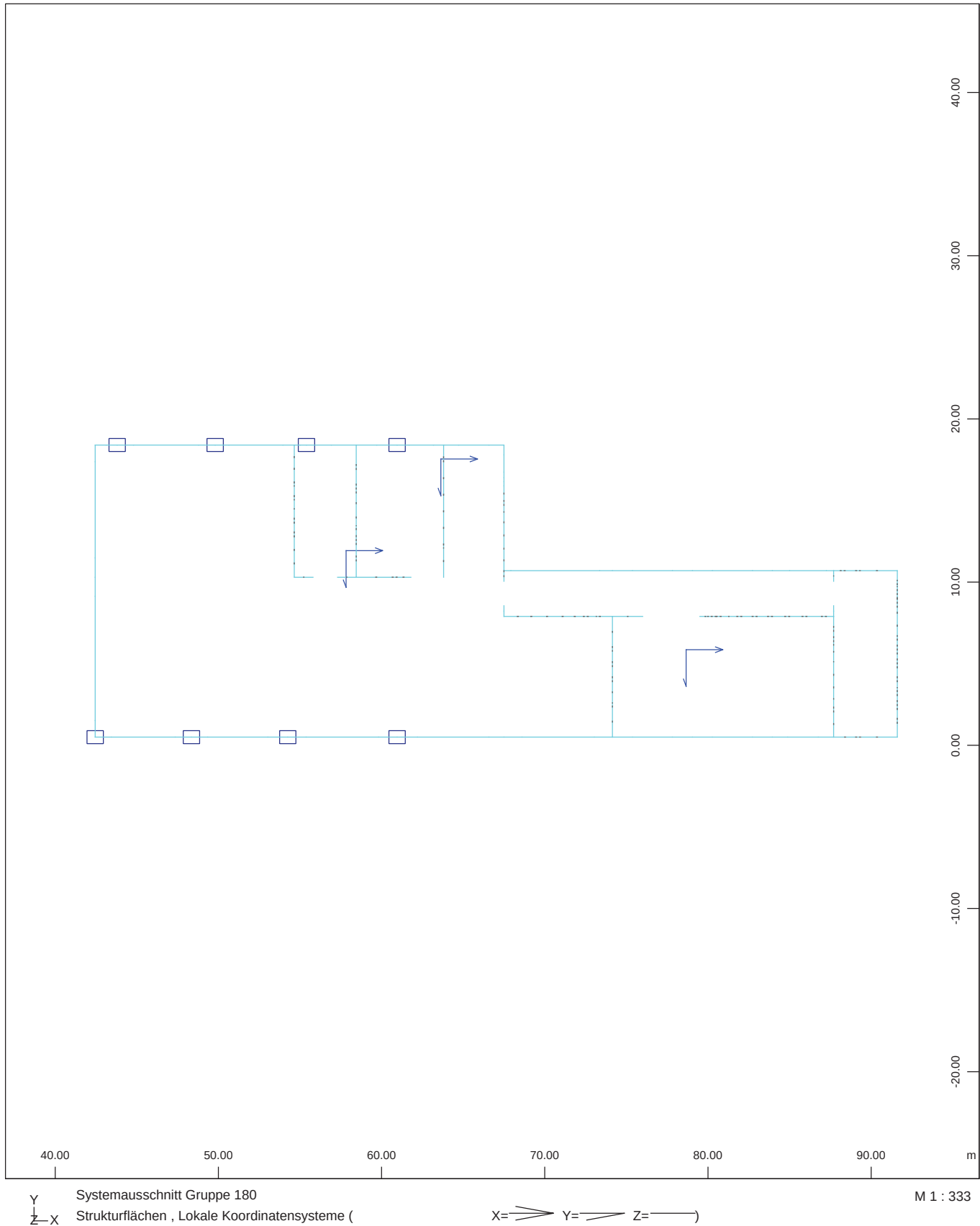
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



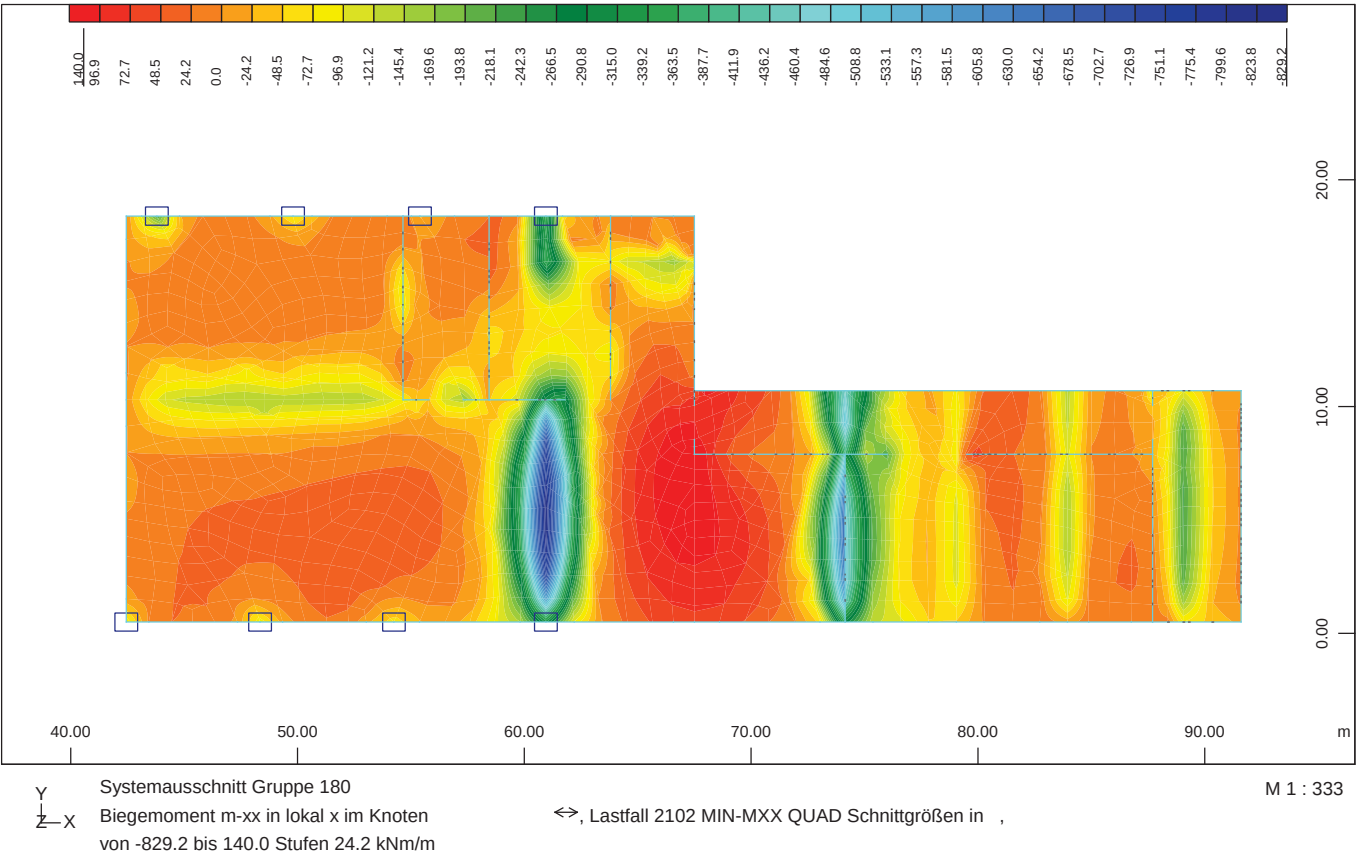
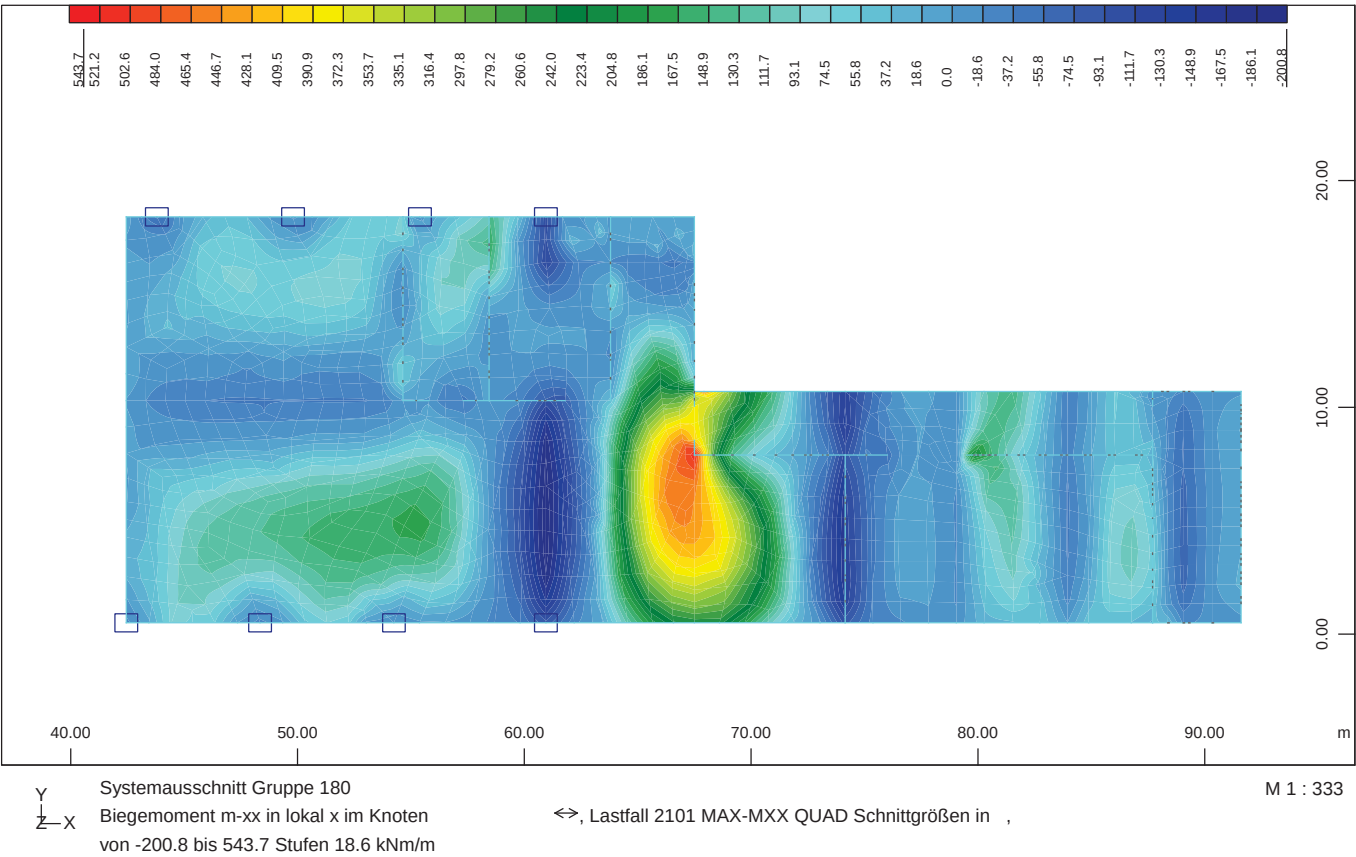
M 1 : 250
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 41 51 61 71 81
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2132 MIN-MZ STAB Kräfte in Stabelemente , 1 cm im Raum = 2656. kNm (Min=-2208.)
(Max=290.3)

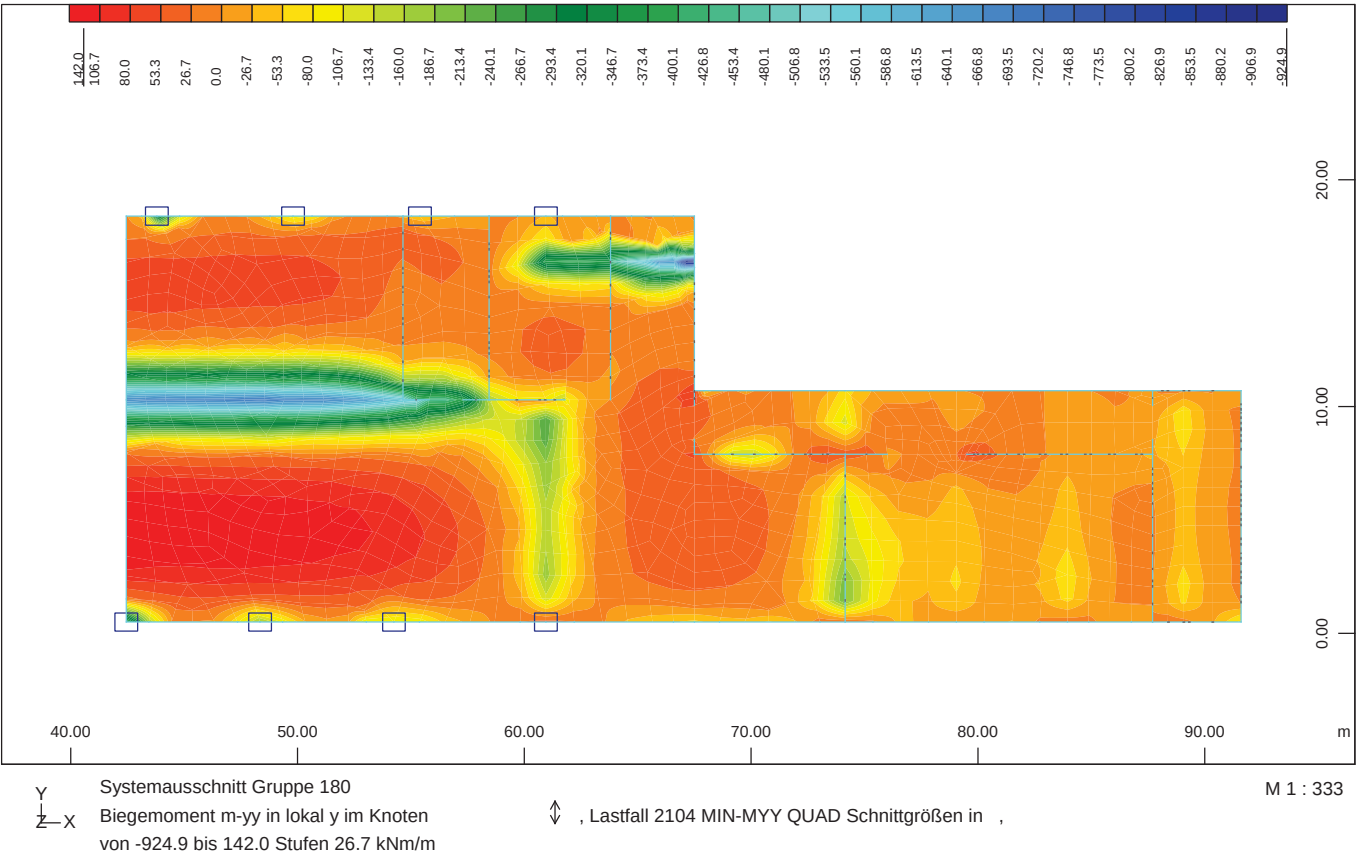
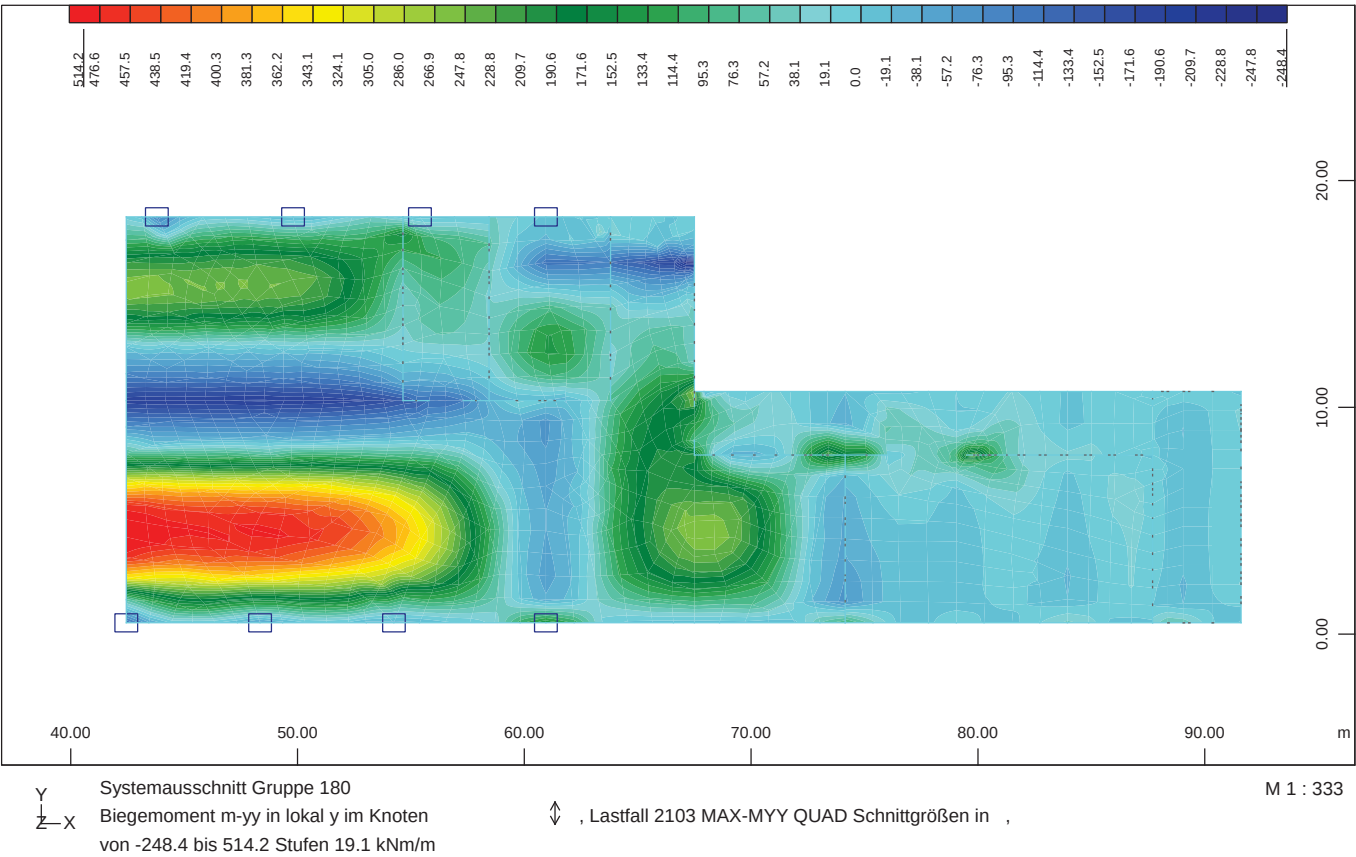
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



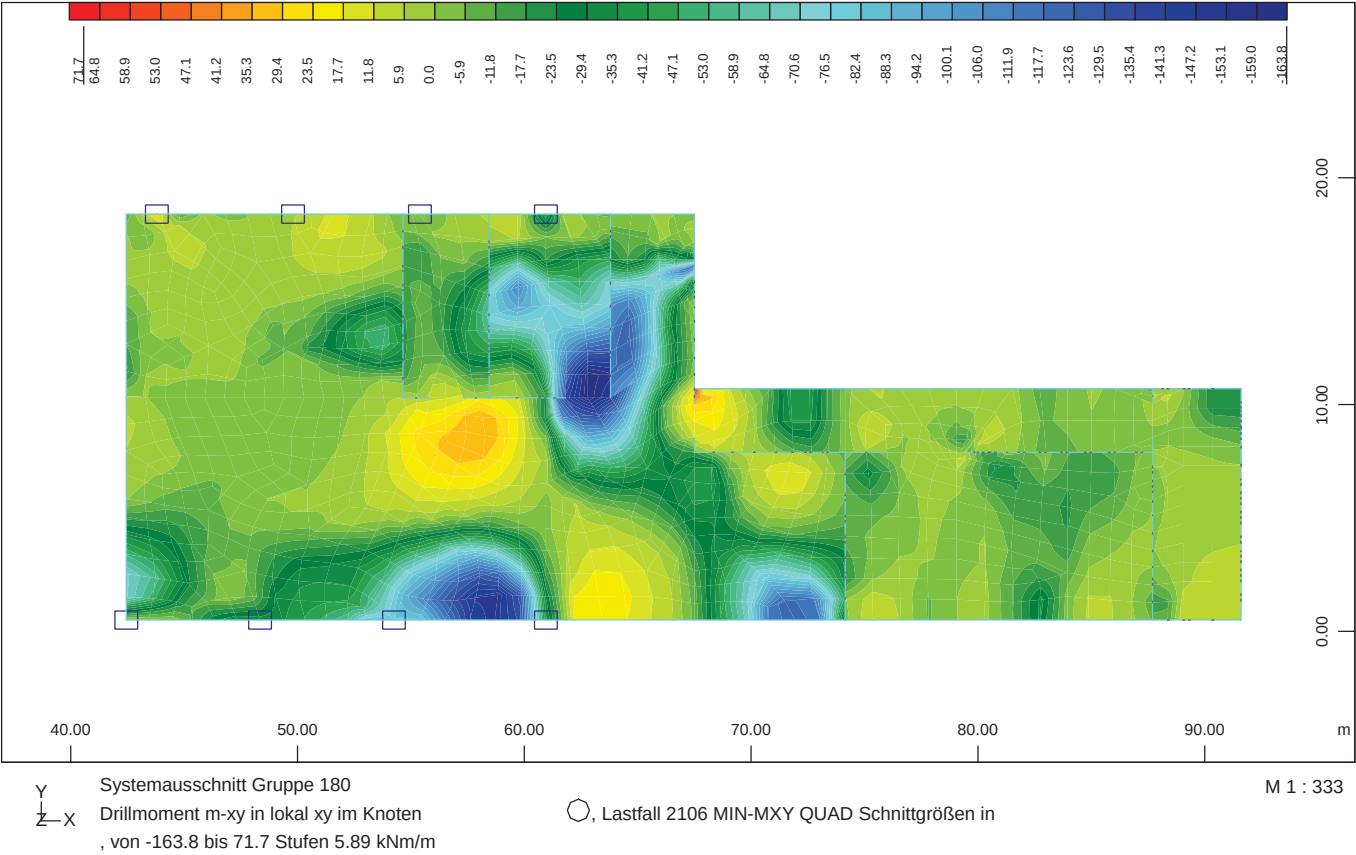
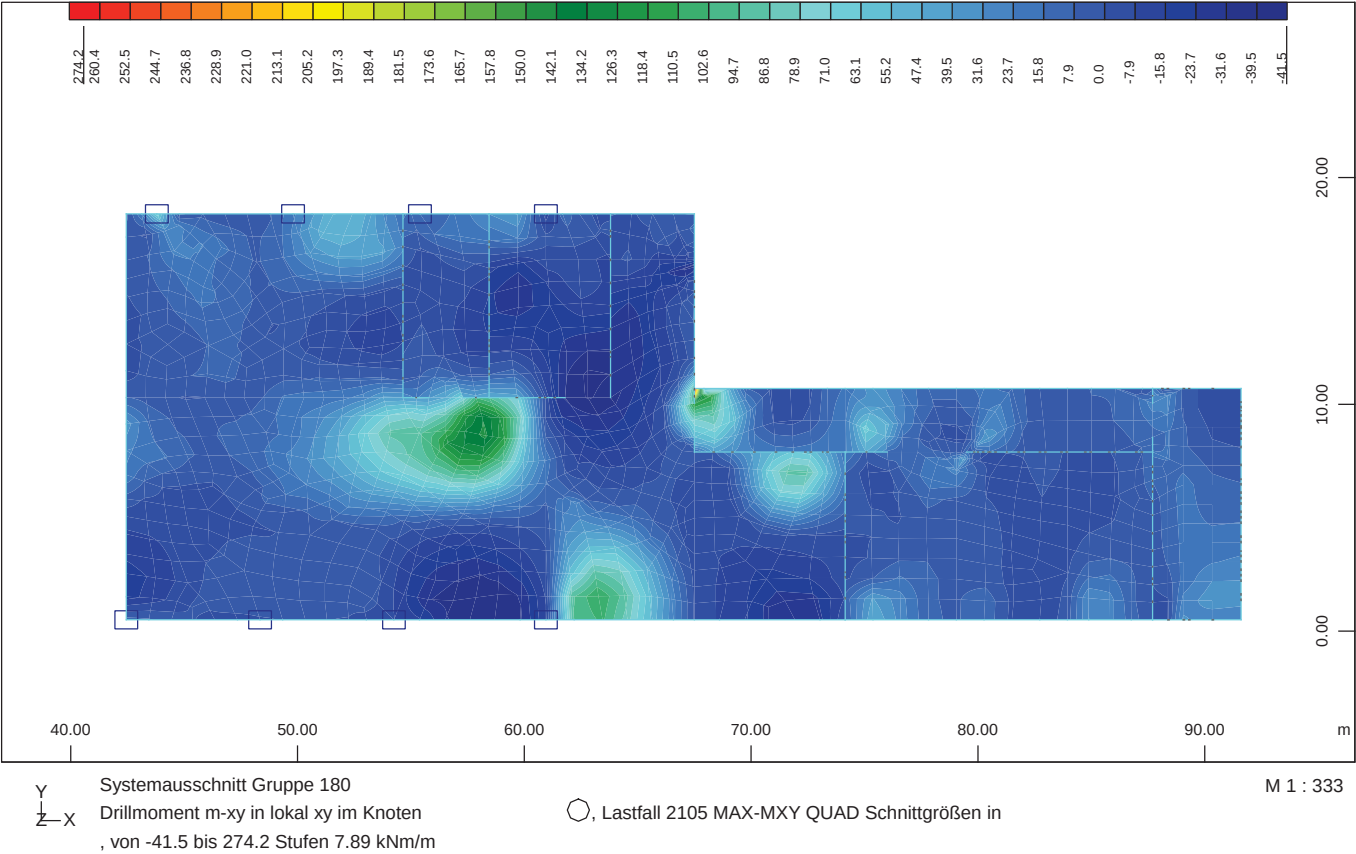
SOFISTIK AG - www.sofistik.de



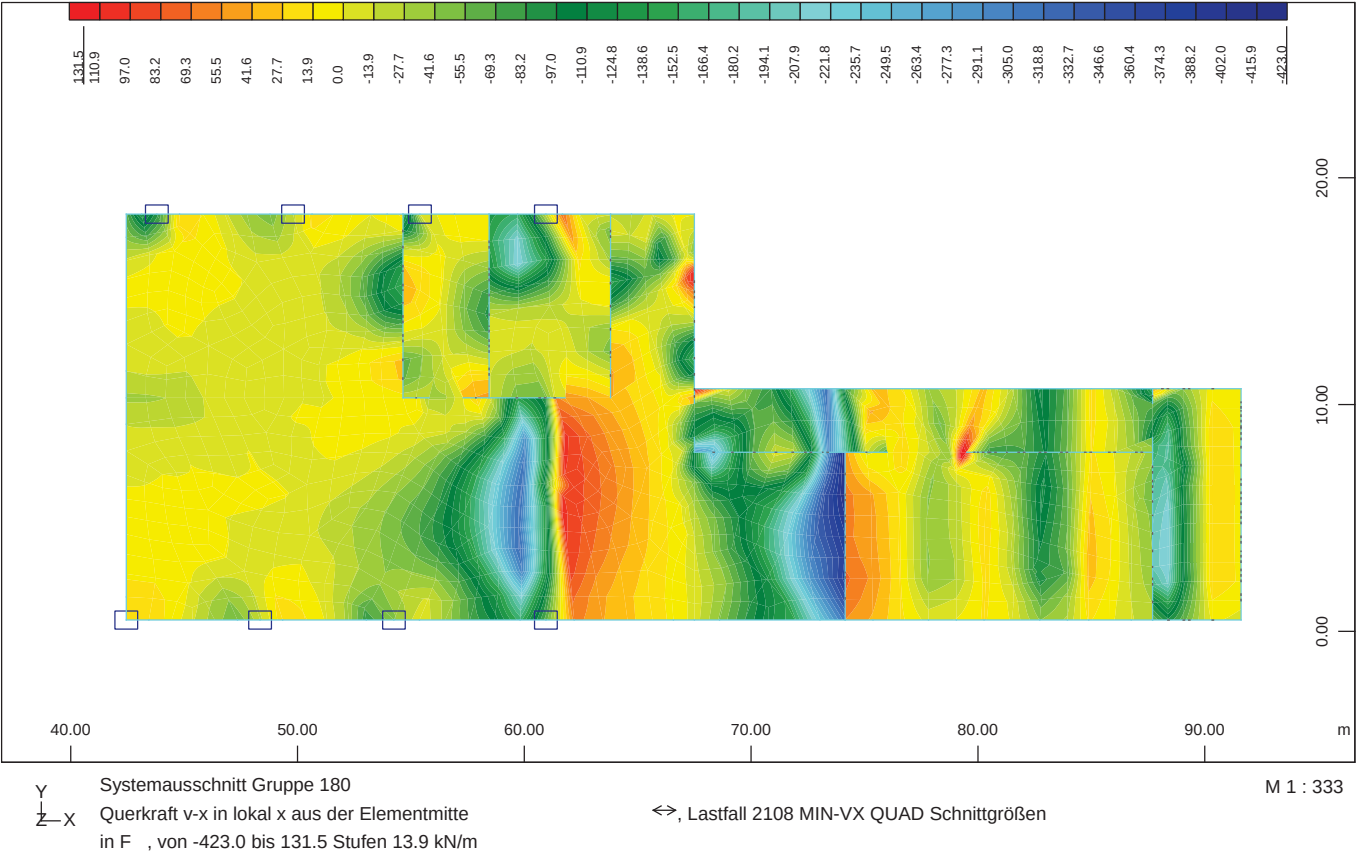
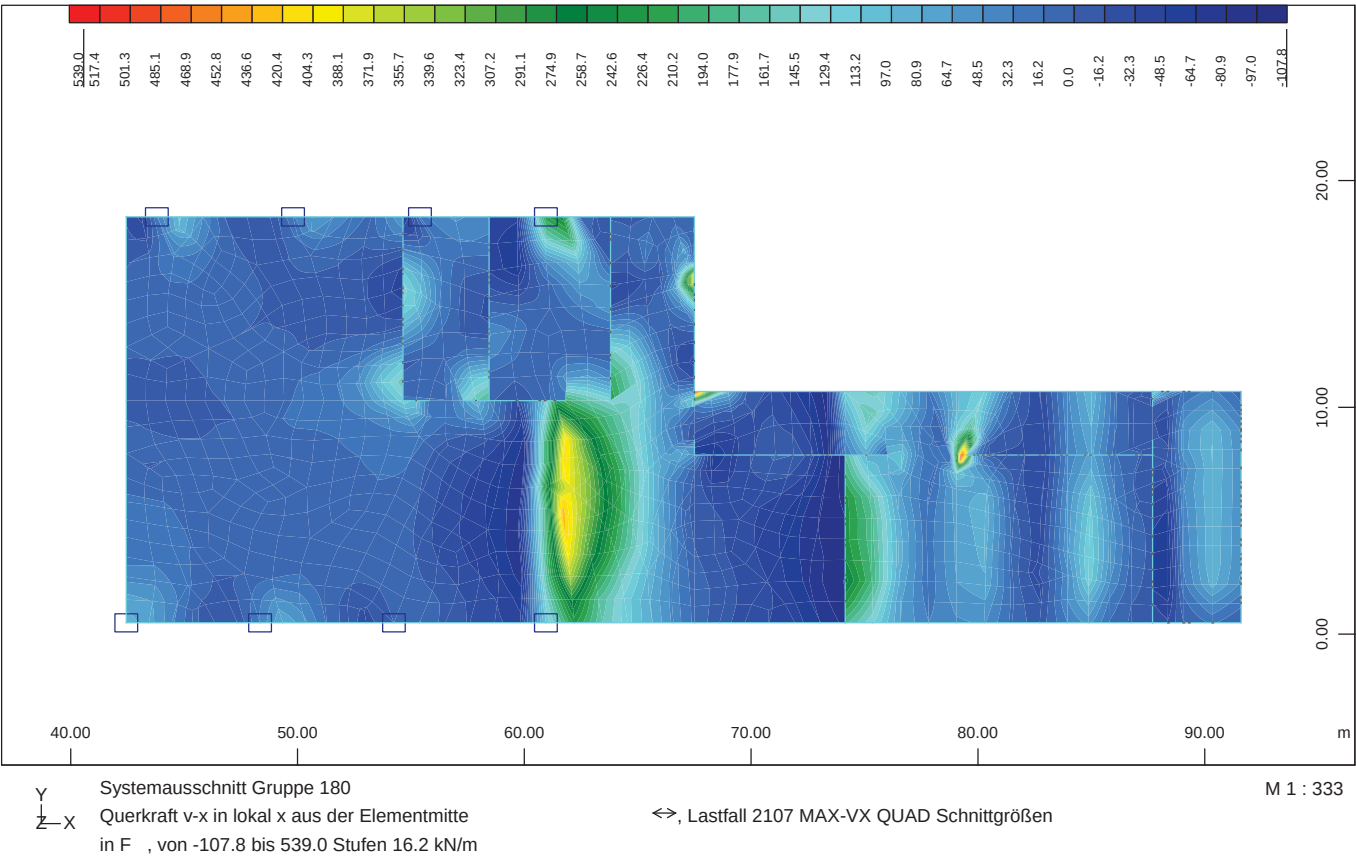
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

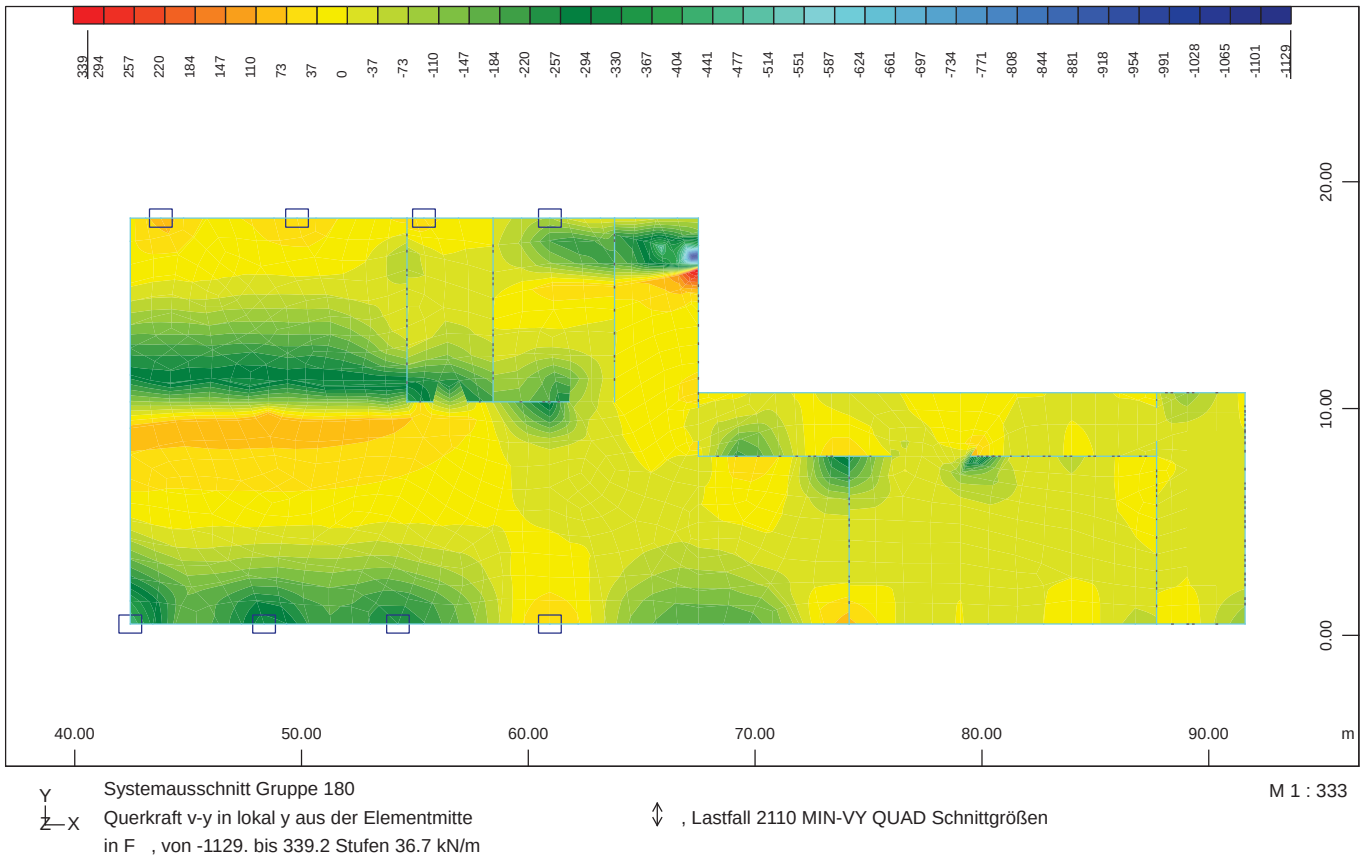
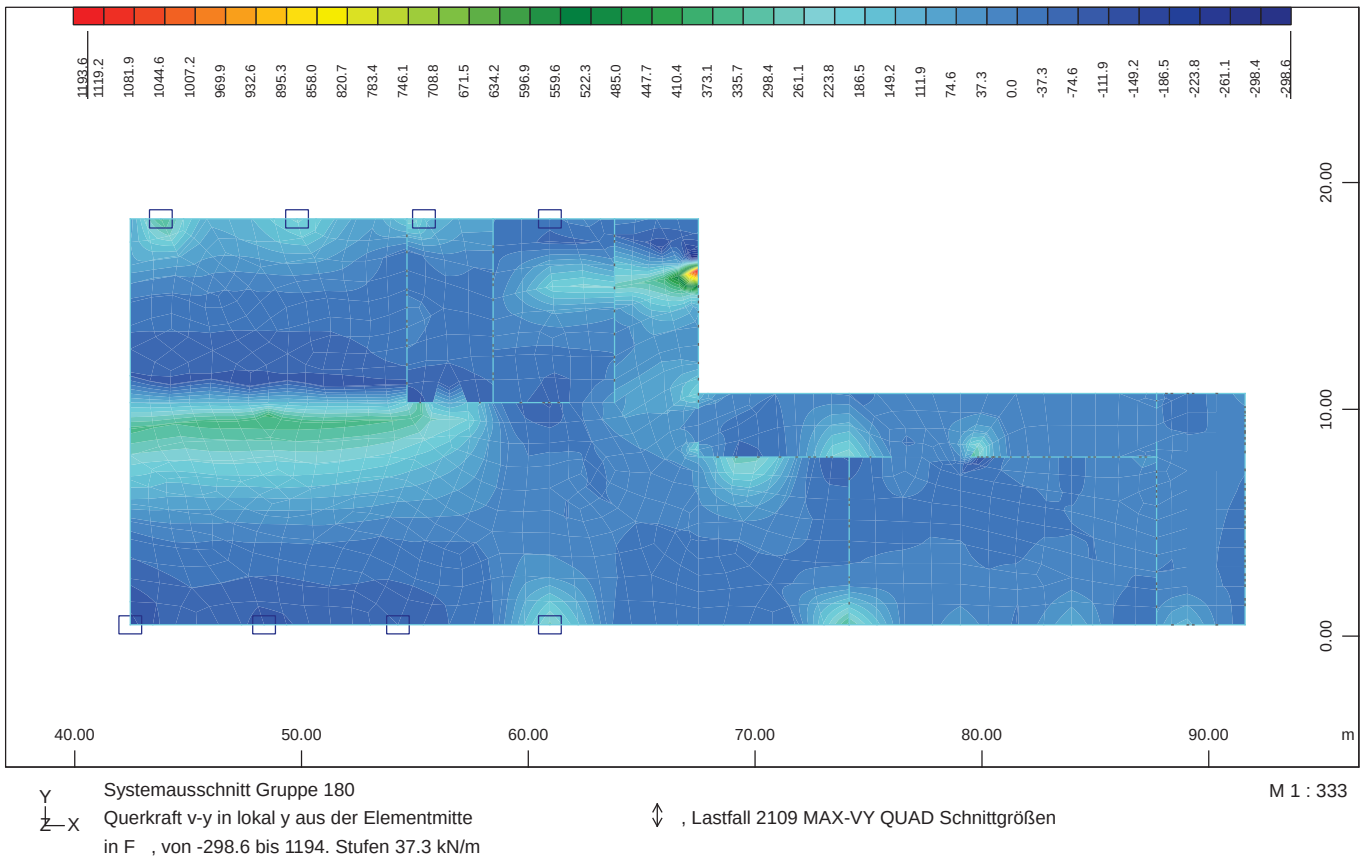


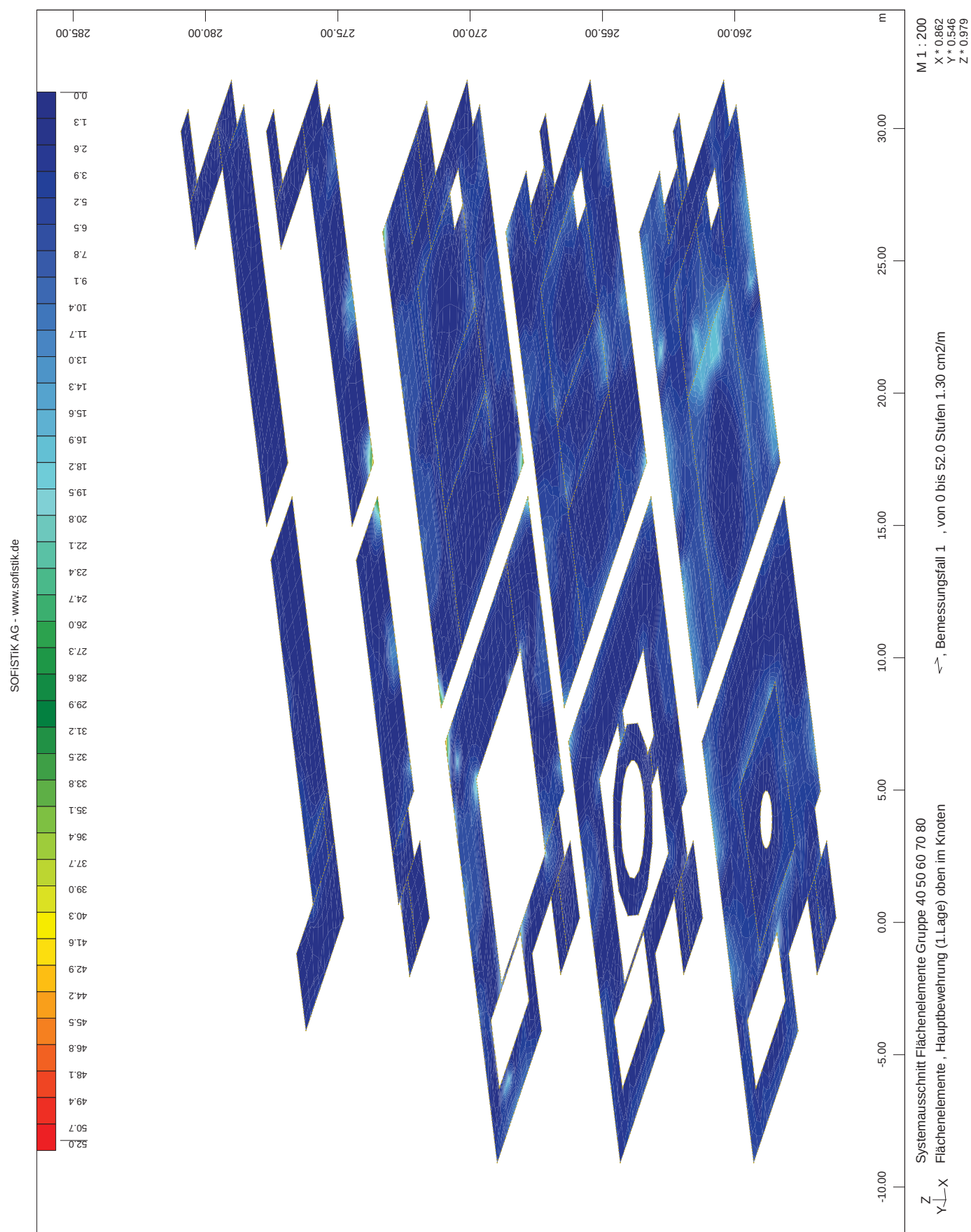
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

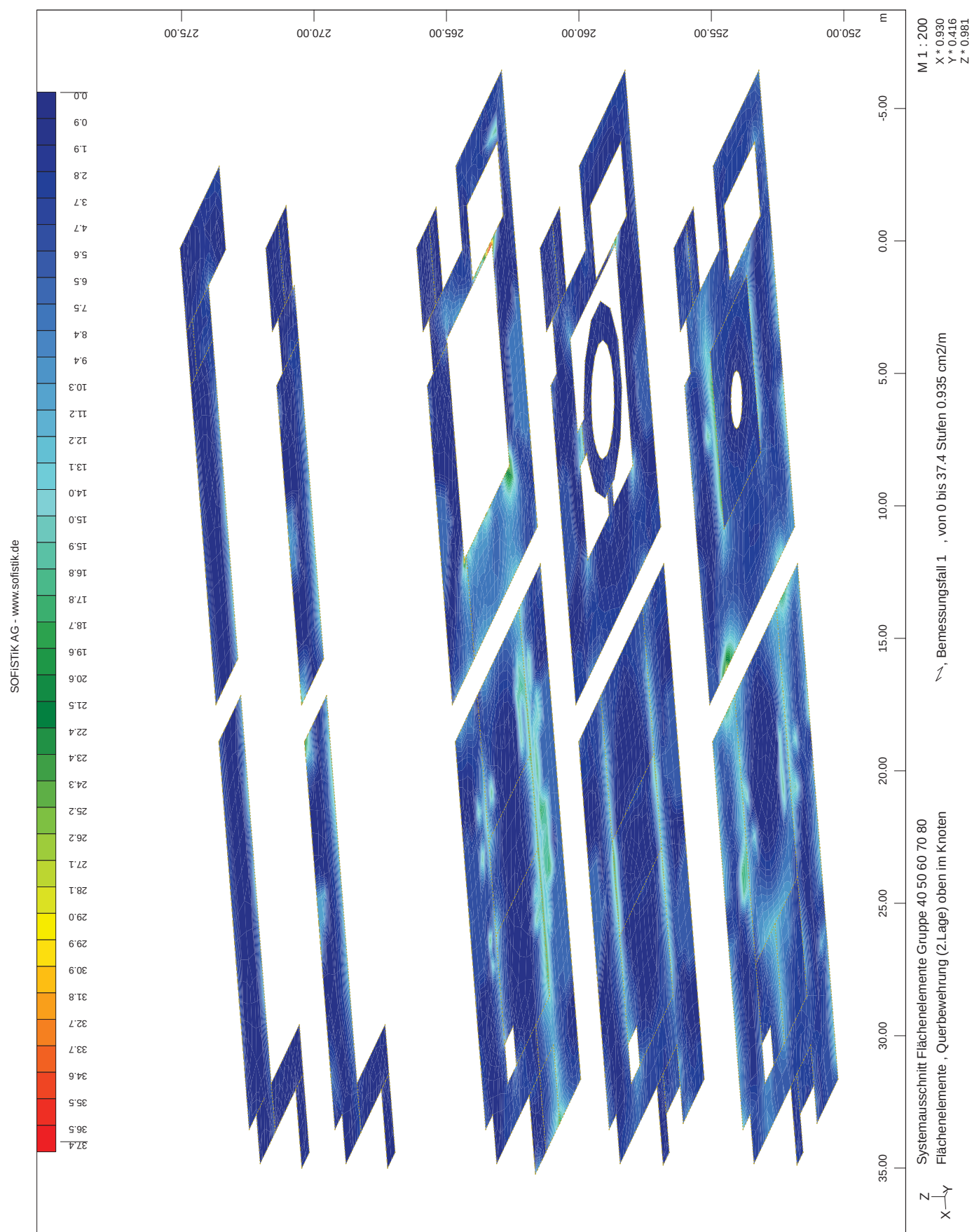


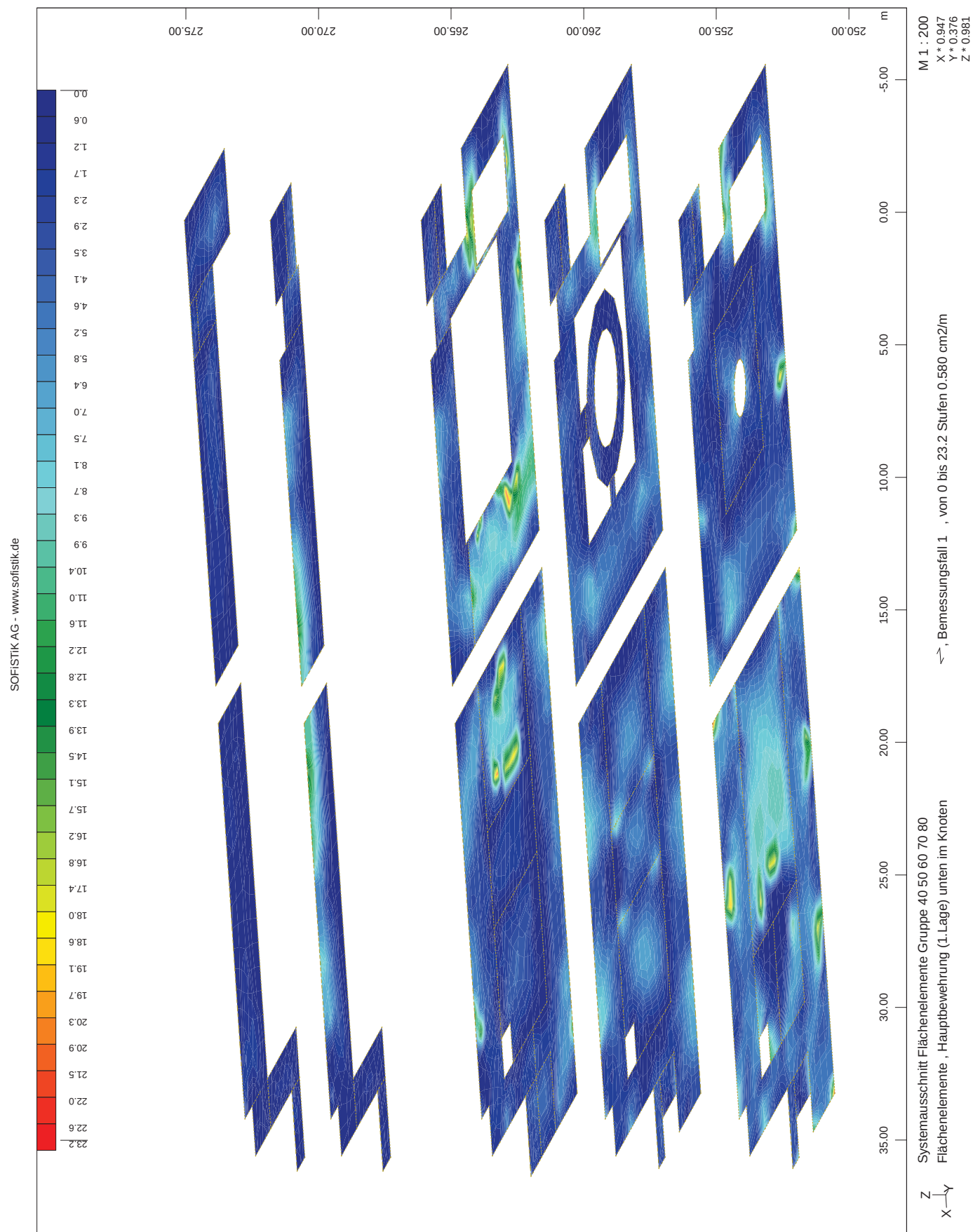
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

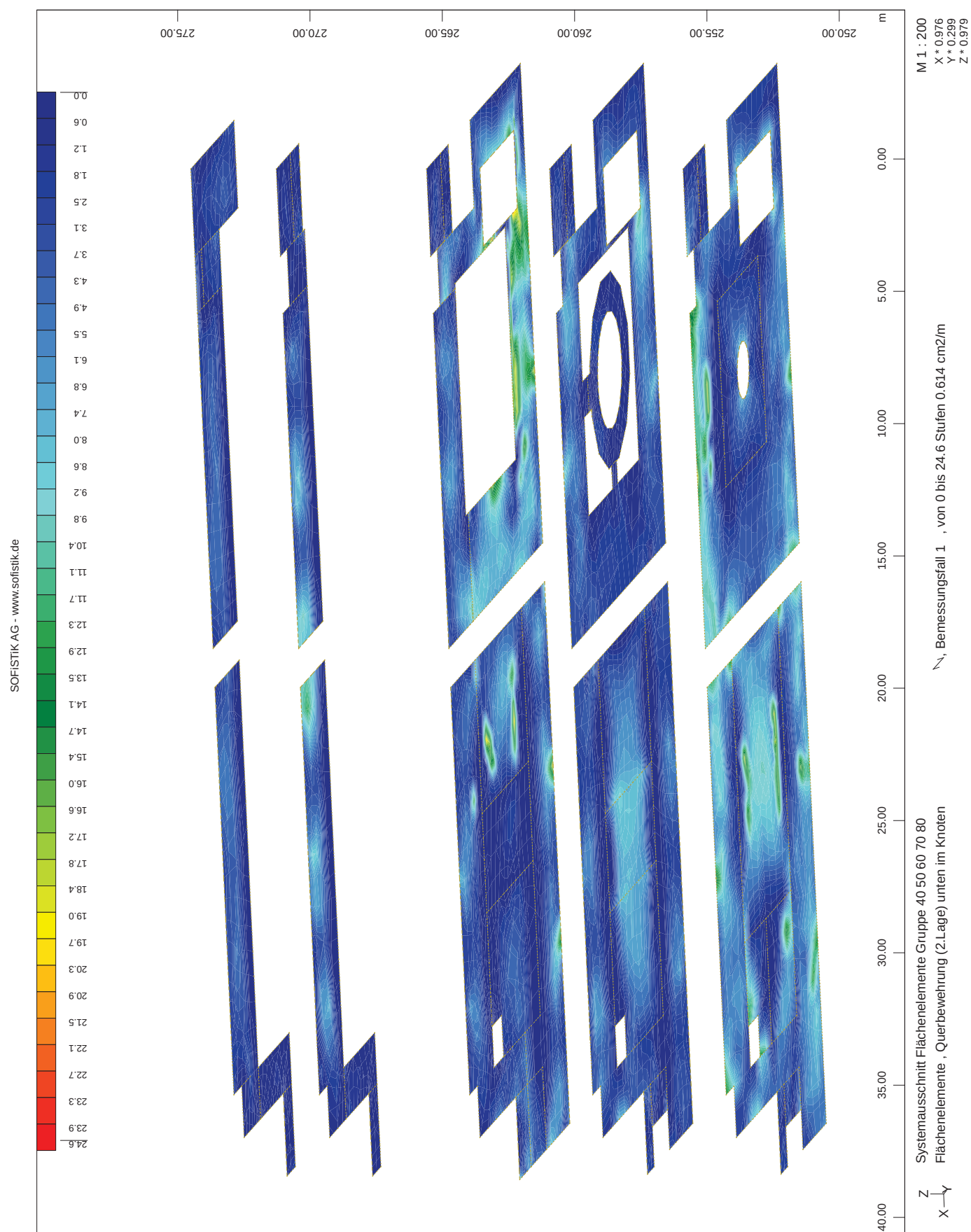


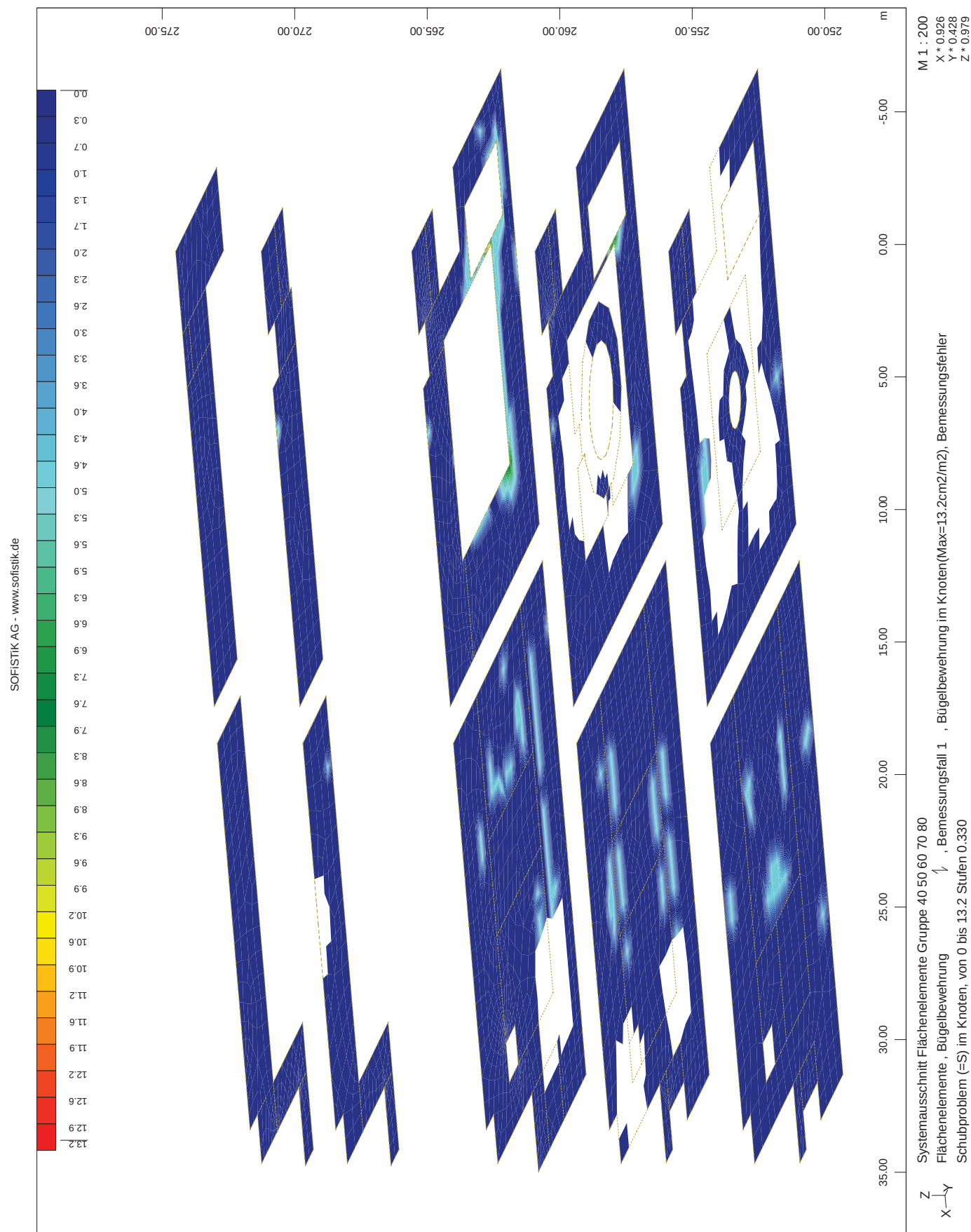




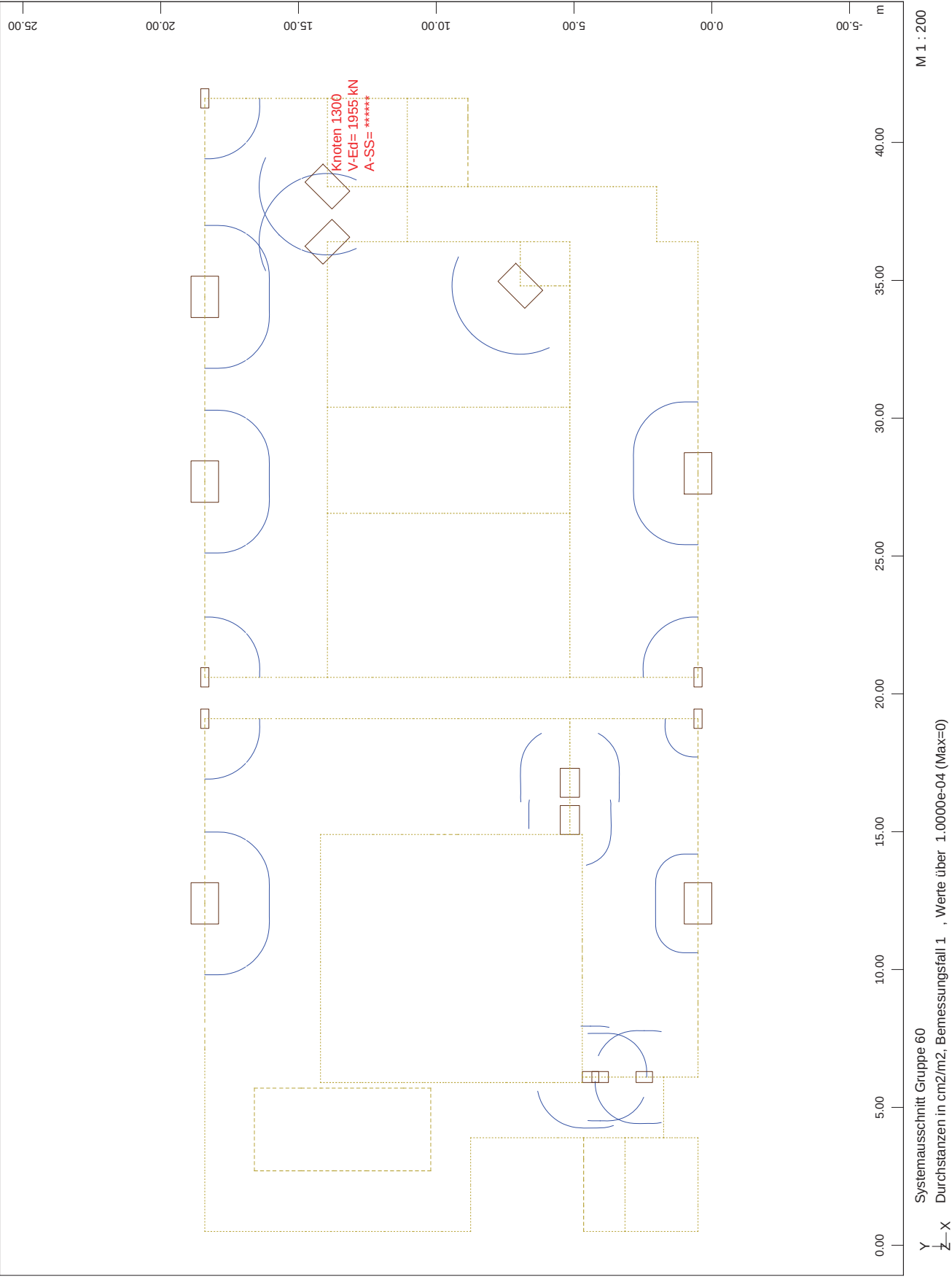


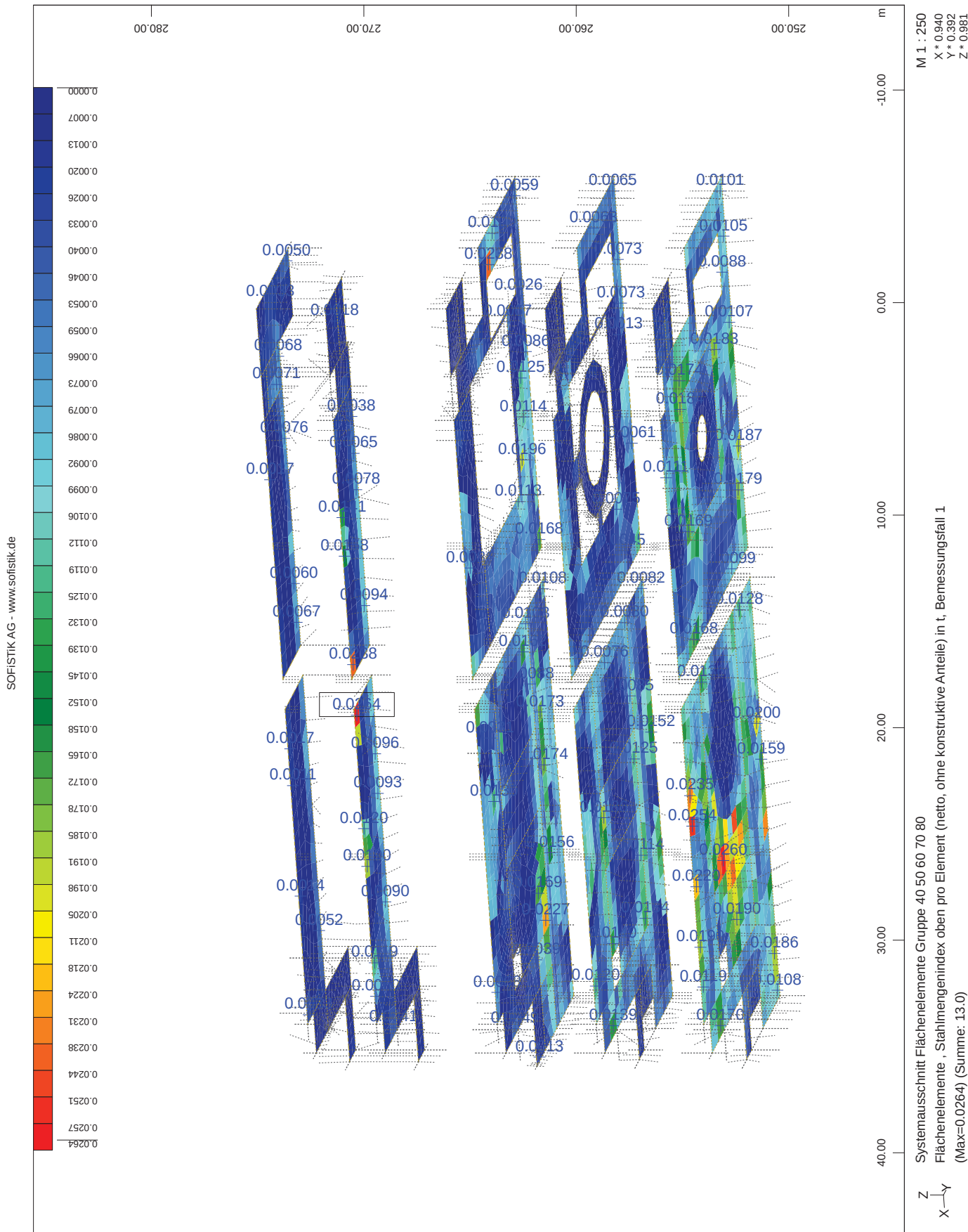


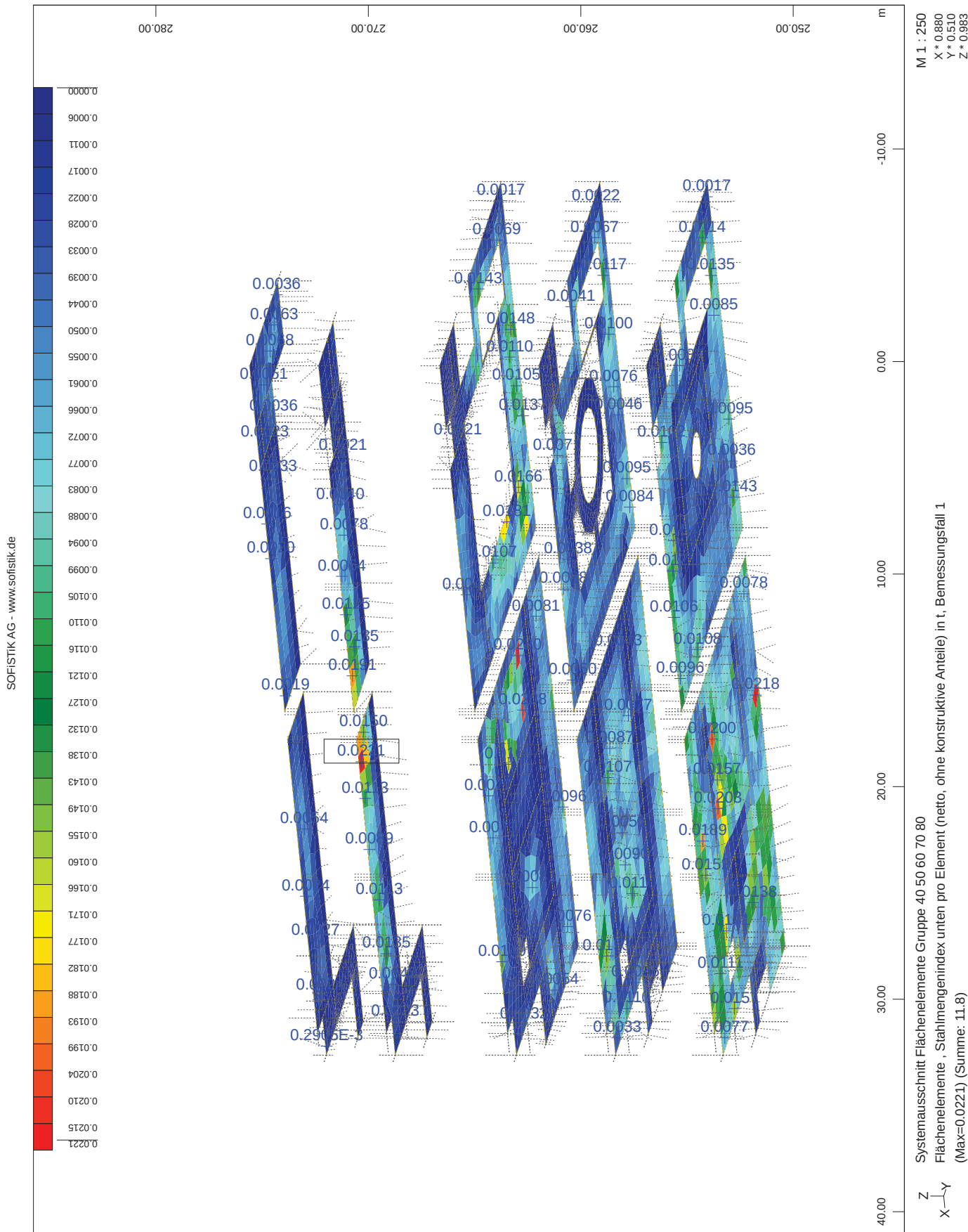


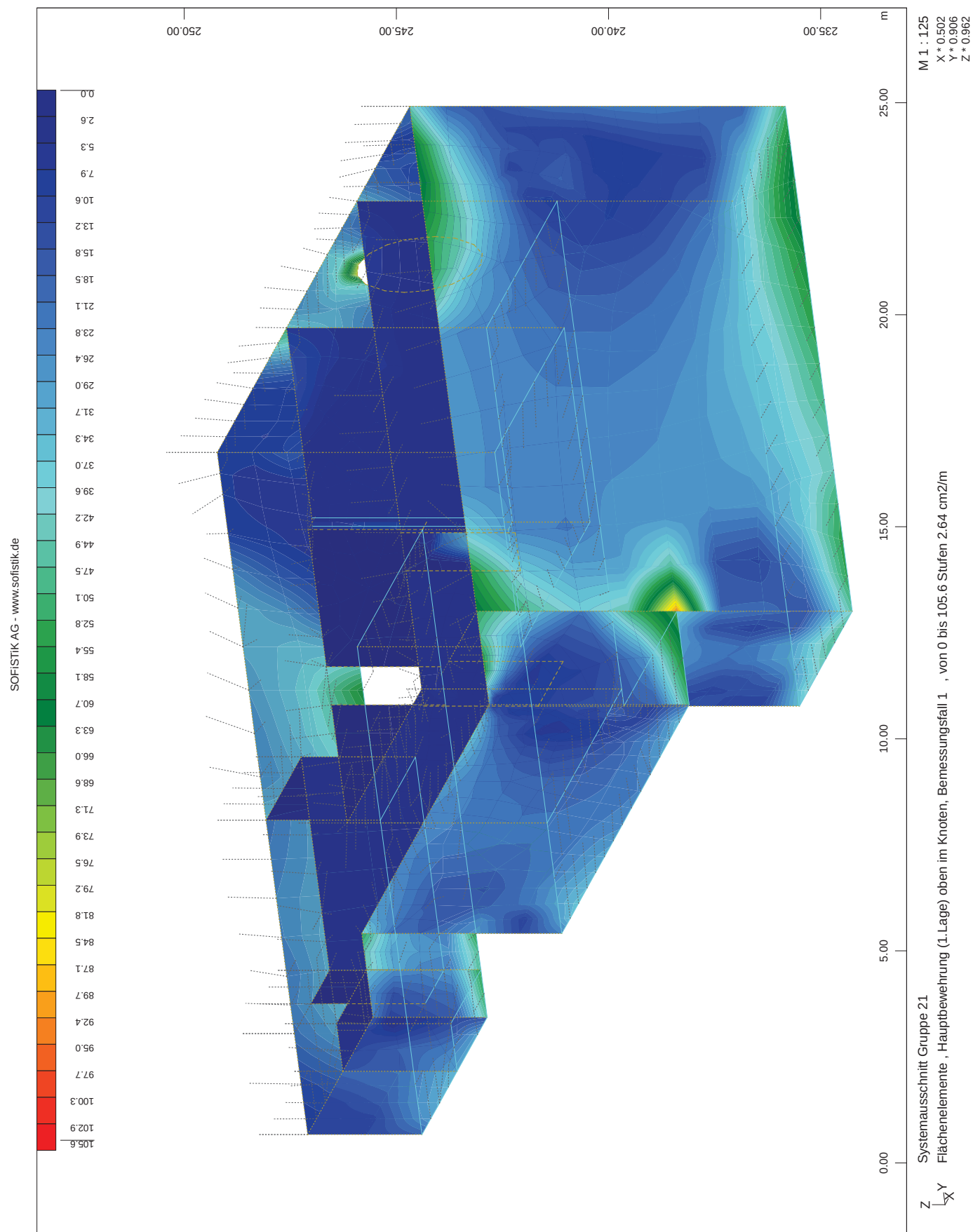


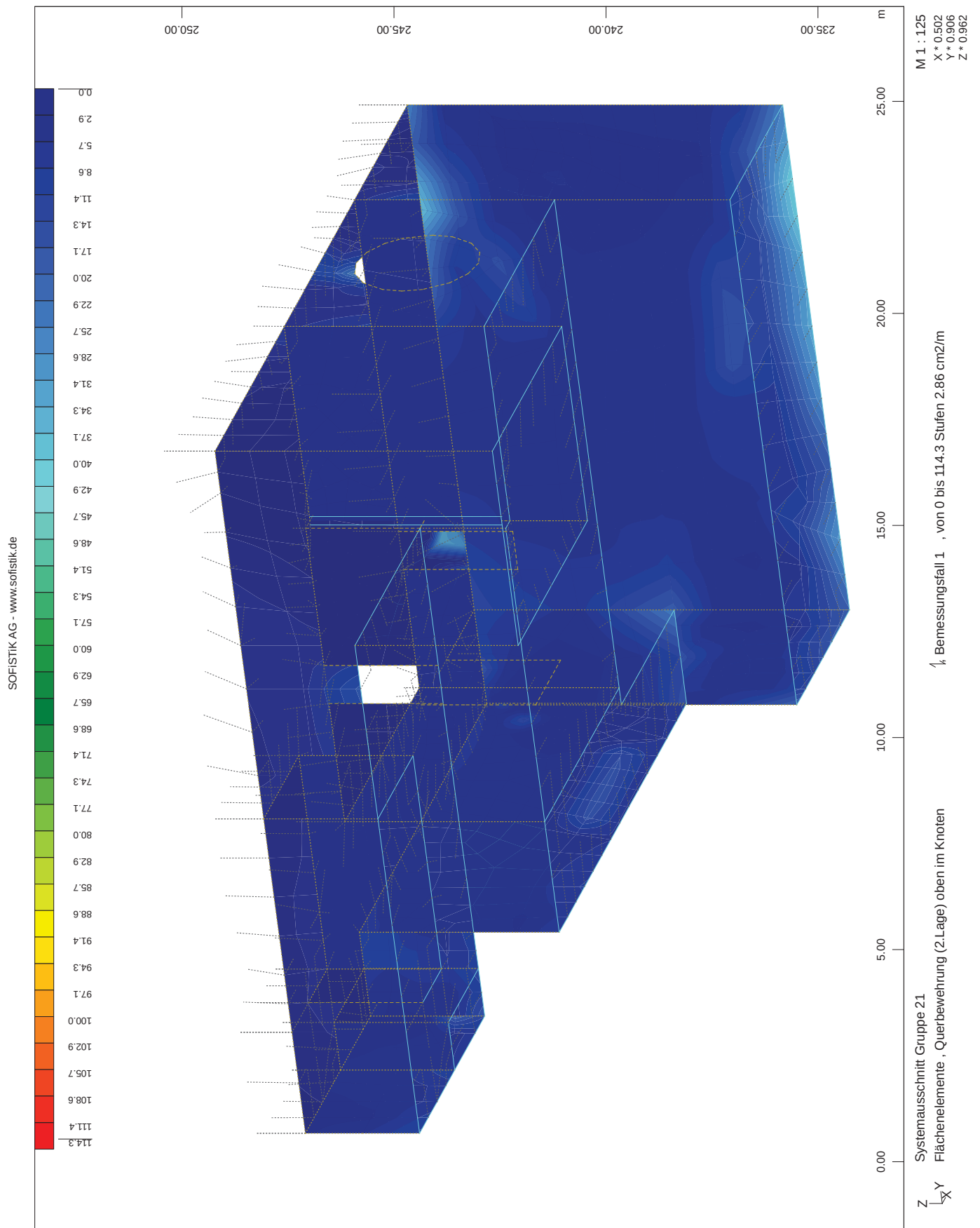
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

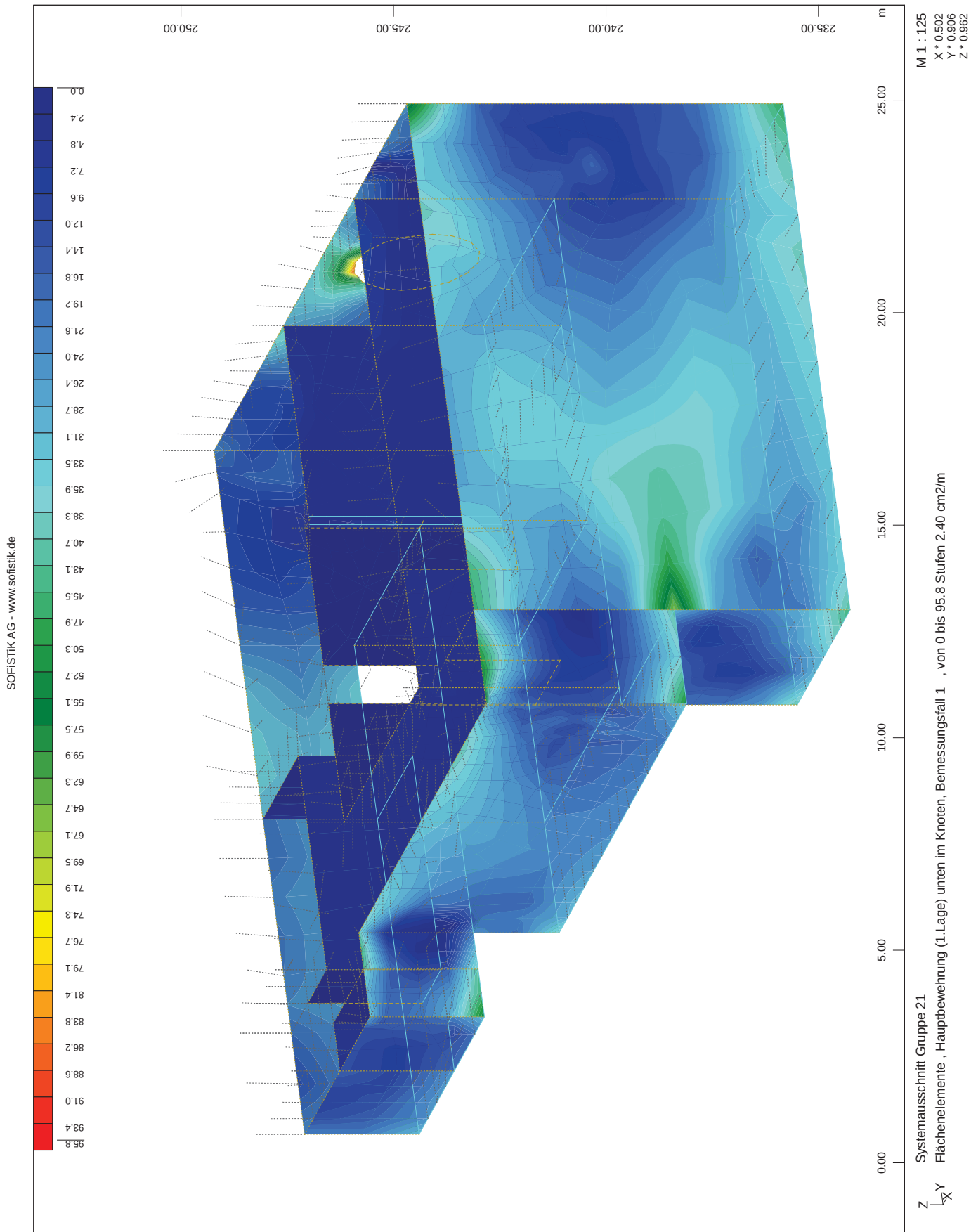


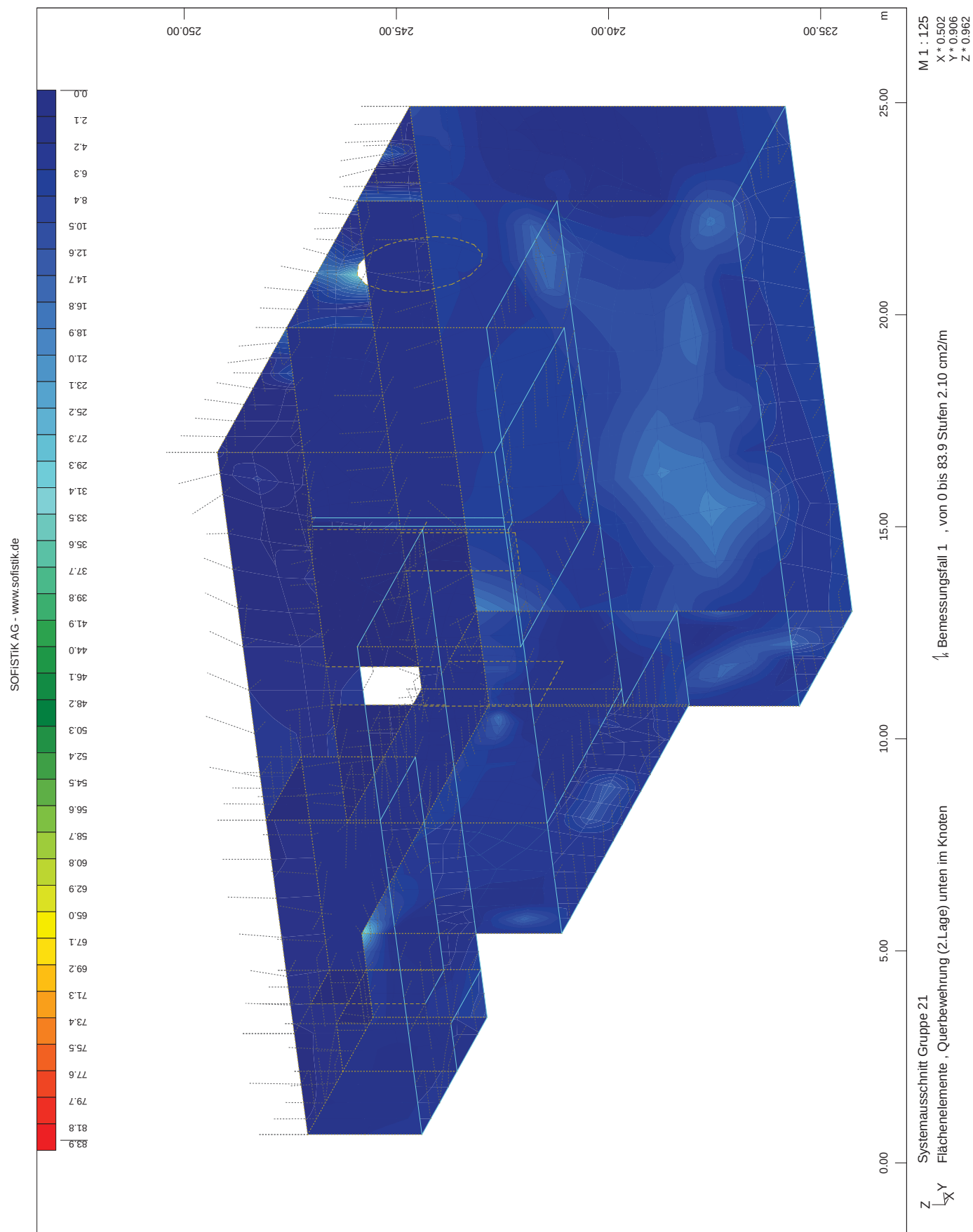


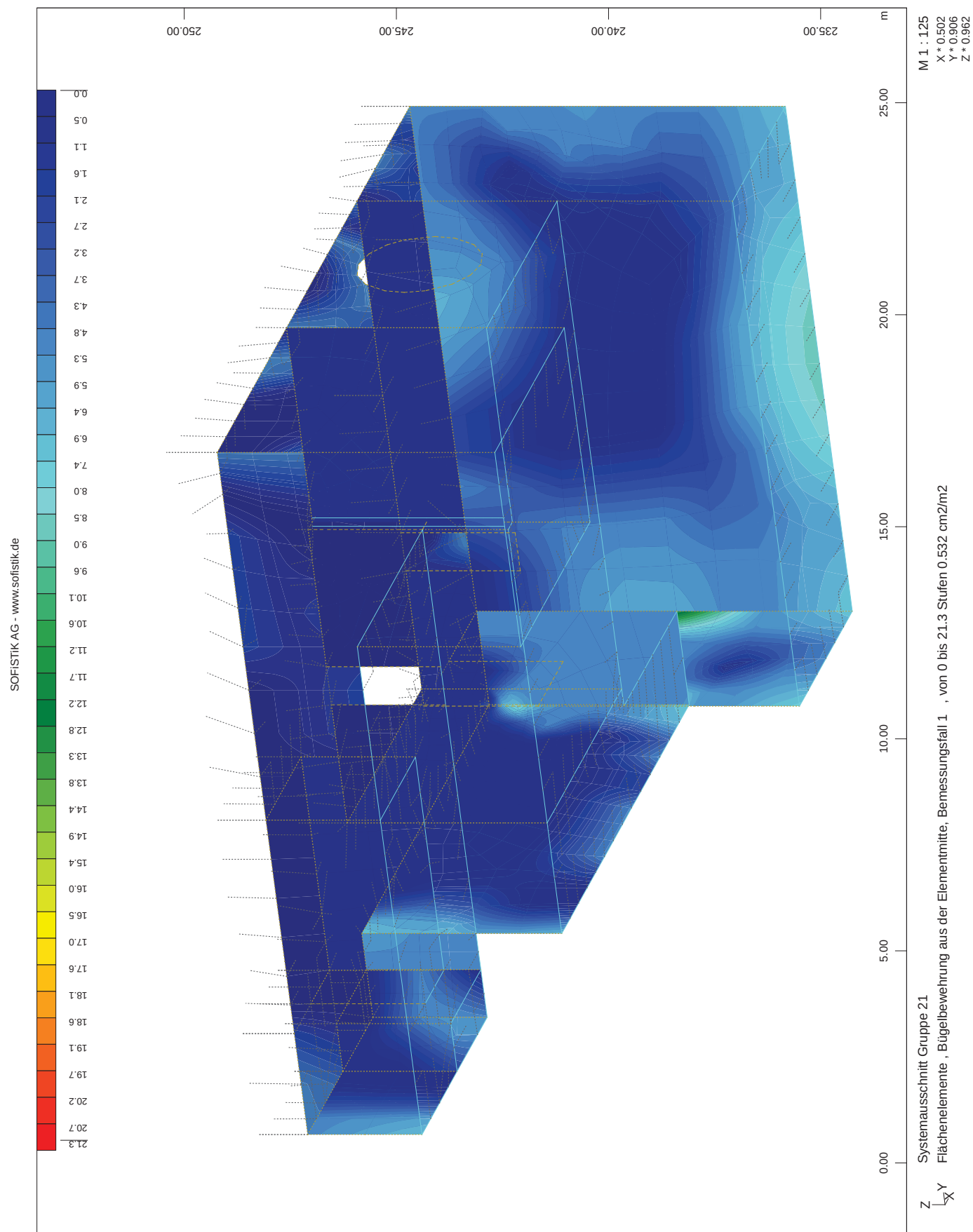


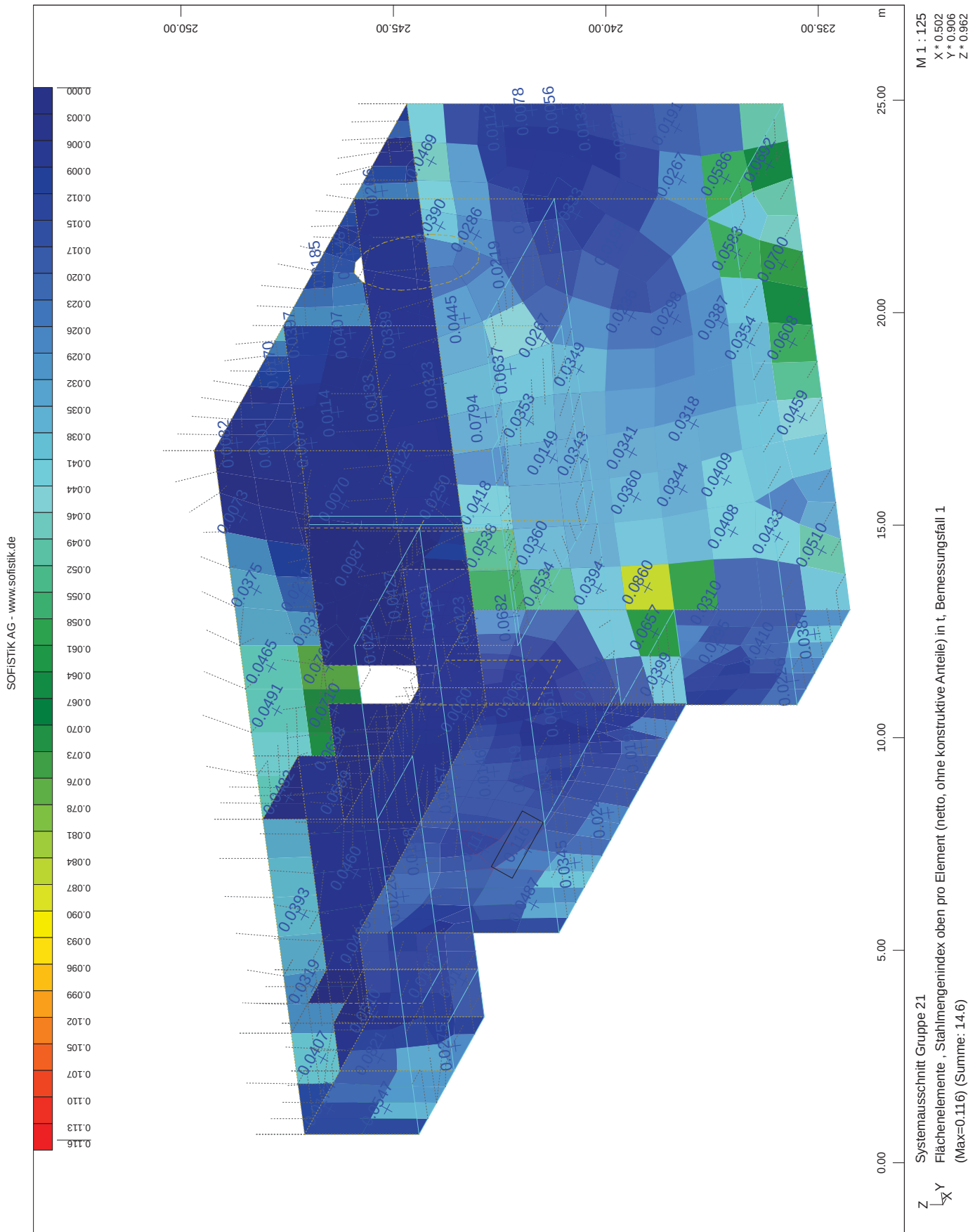


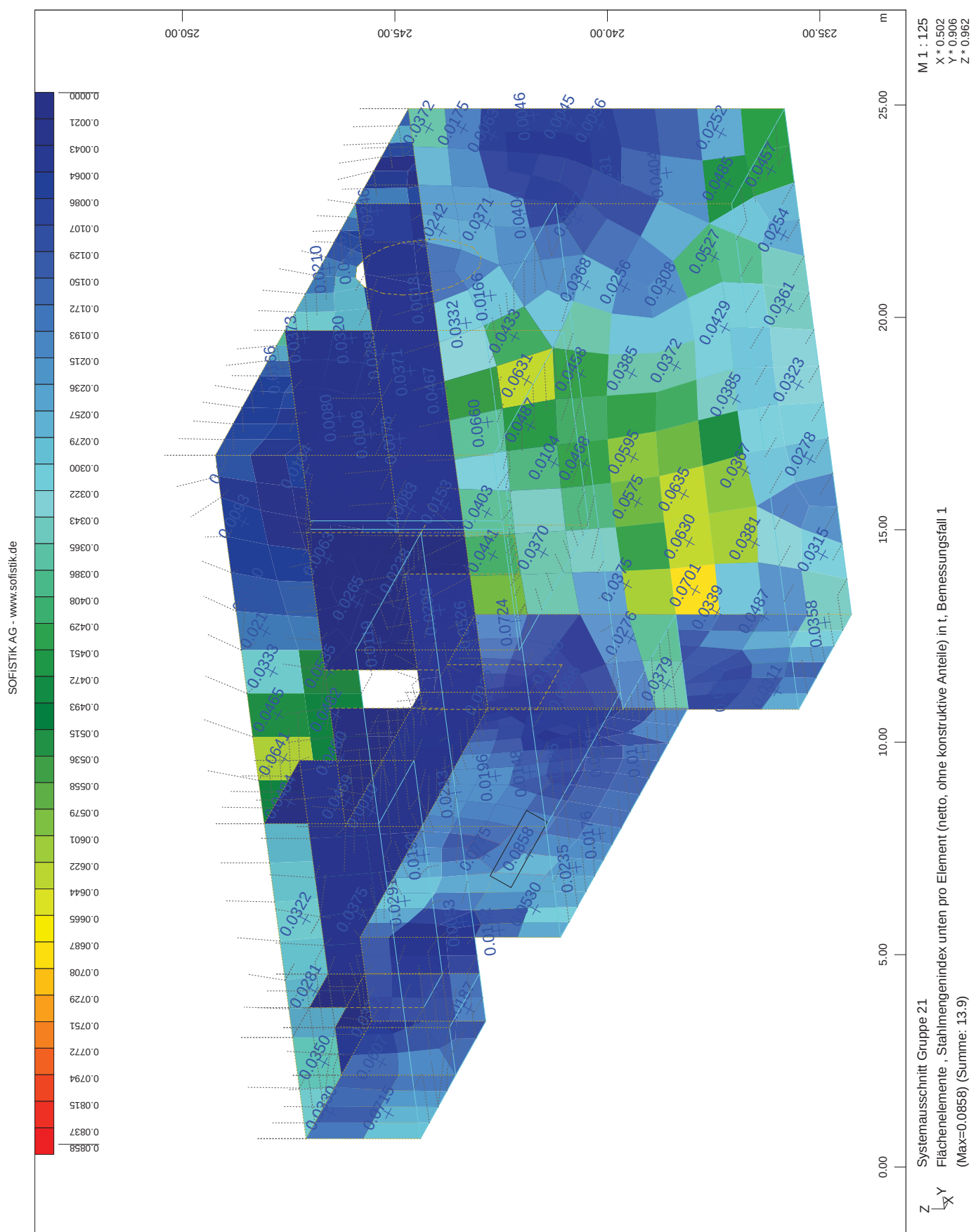


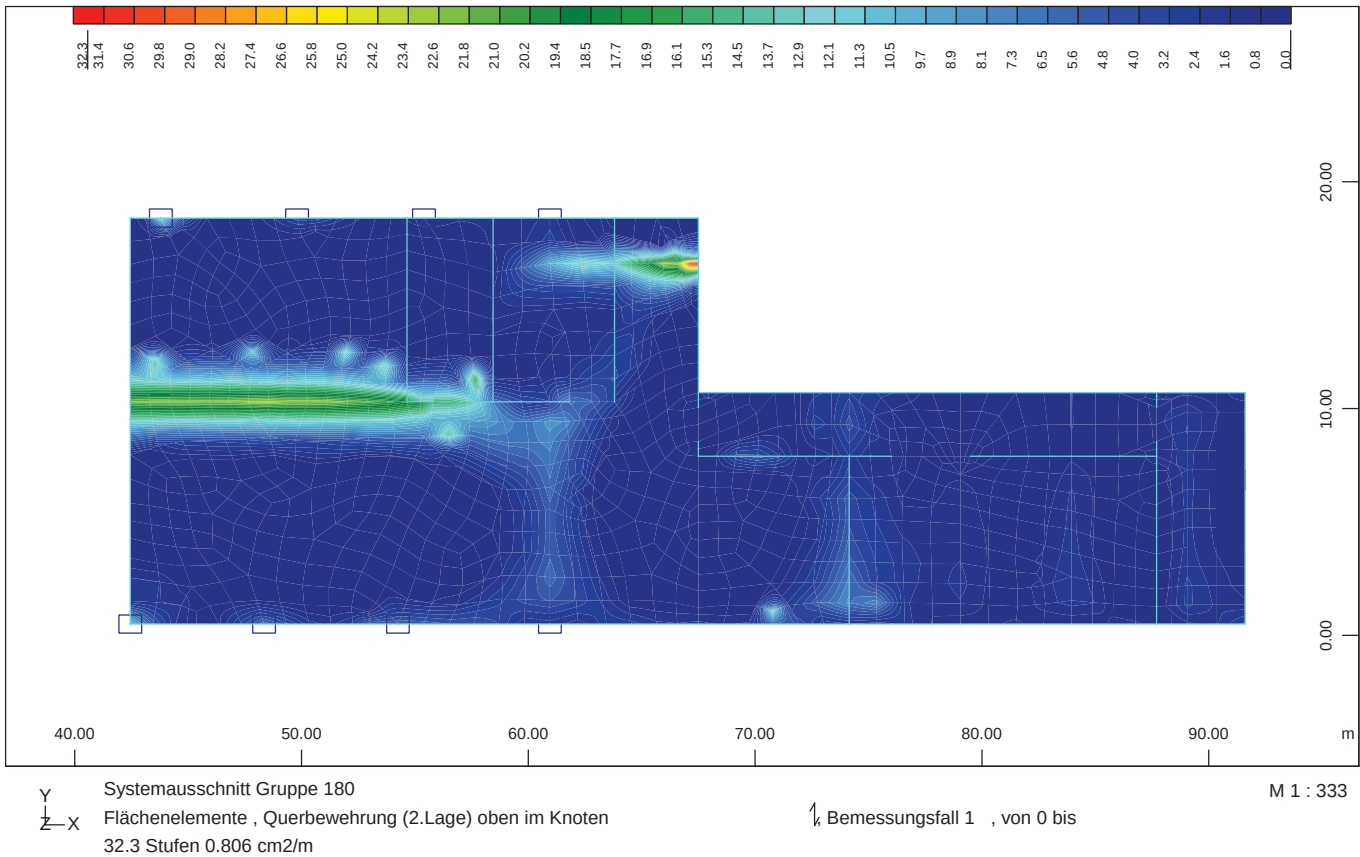
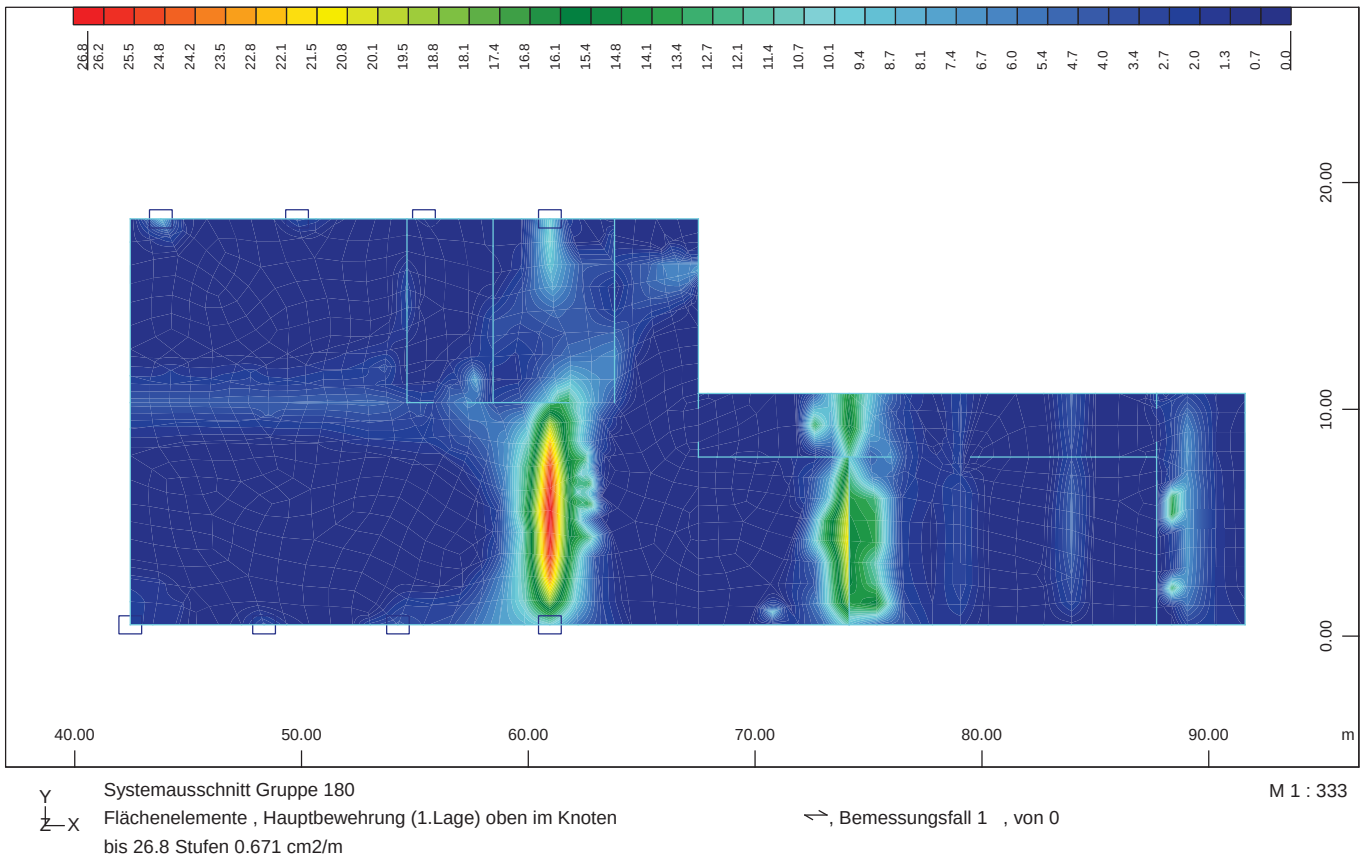


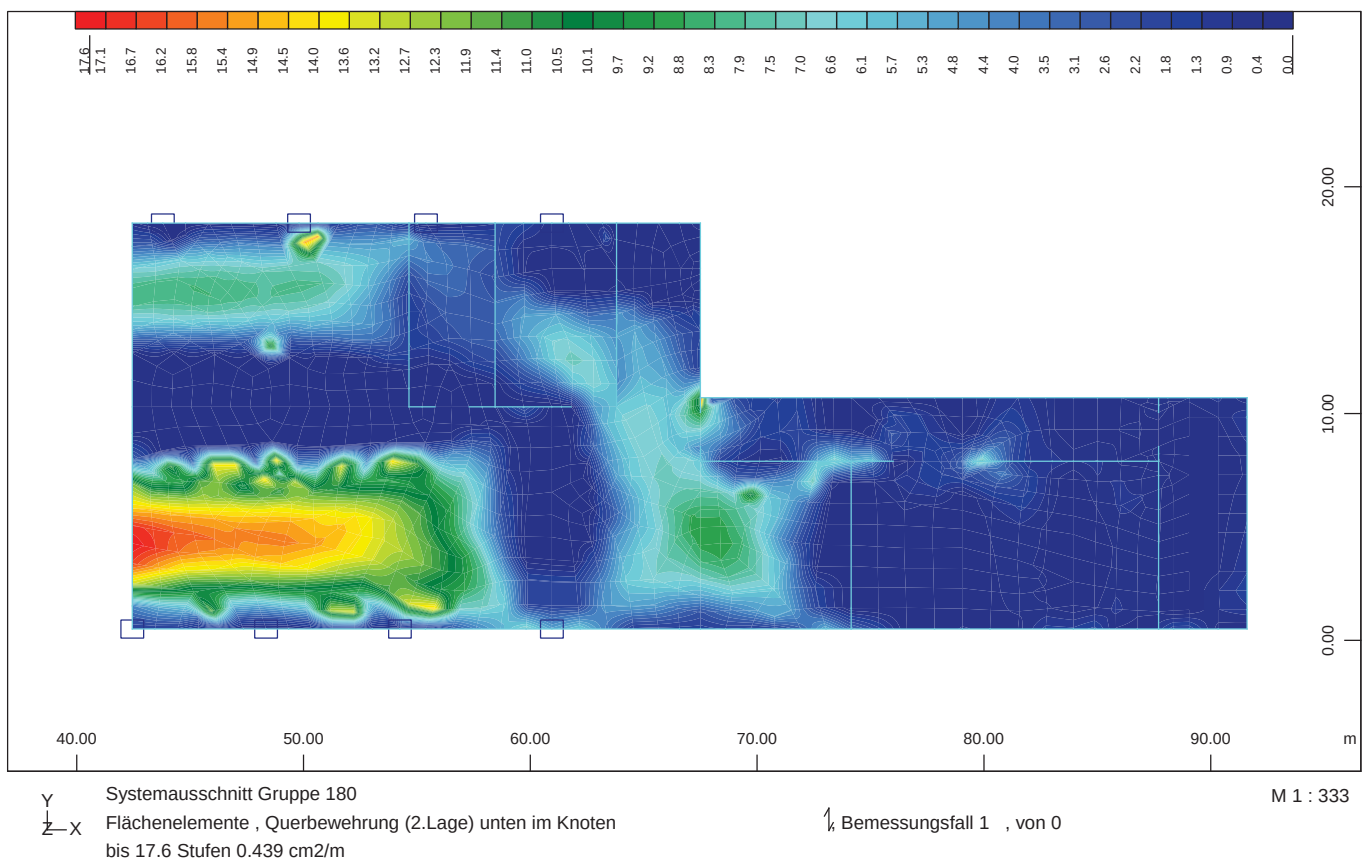
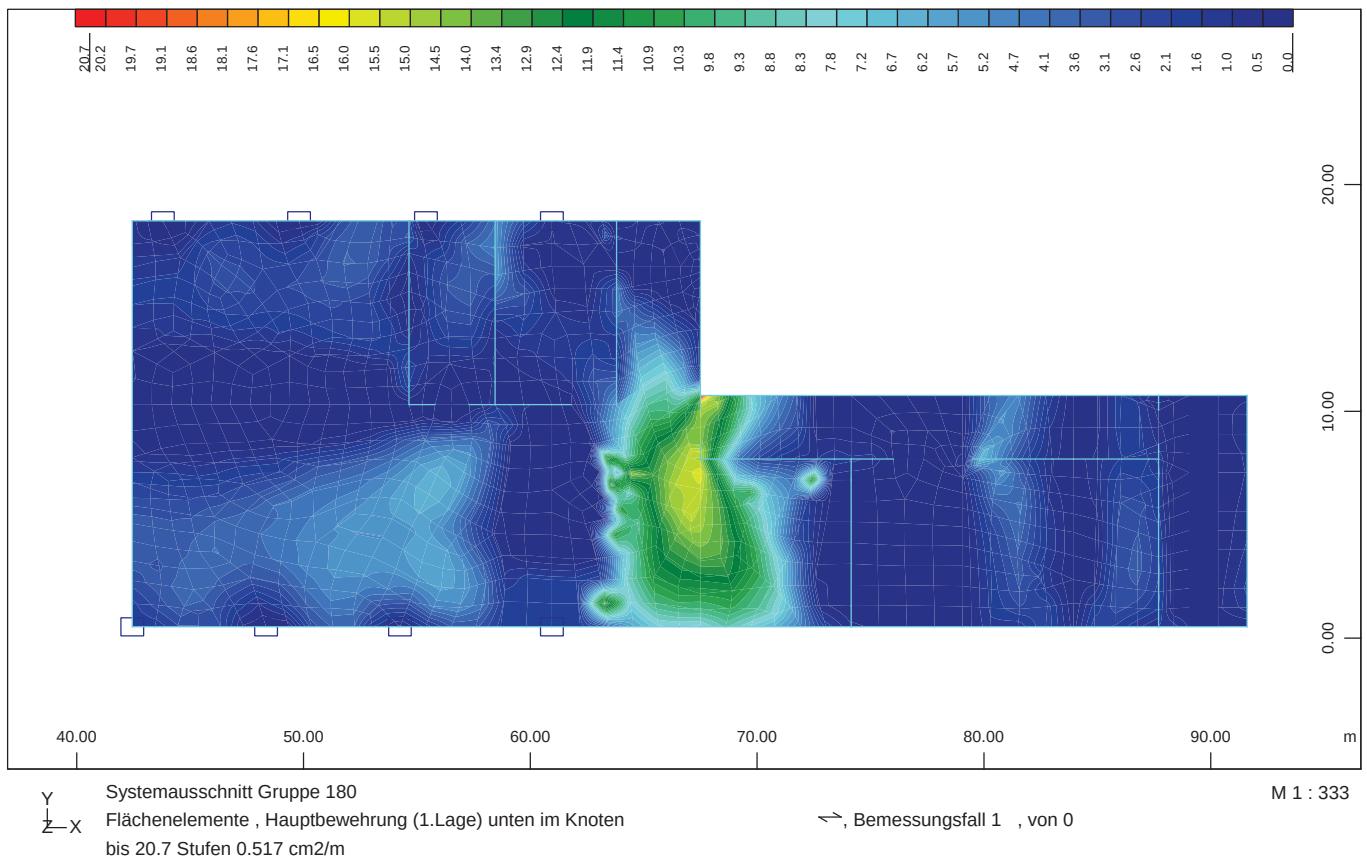


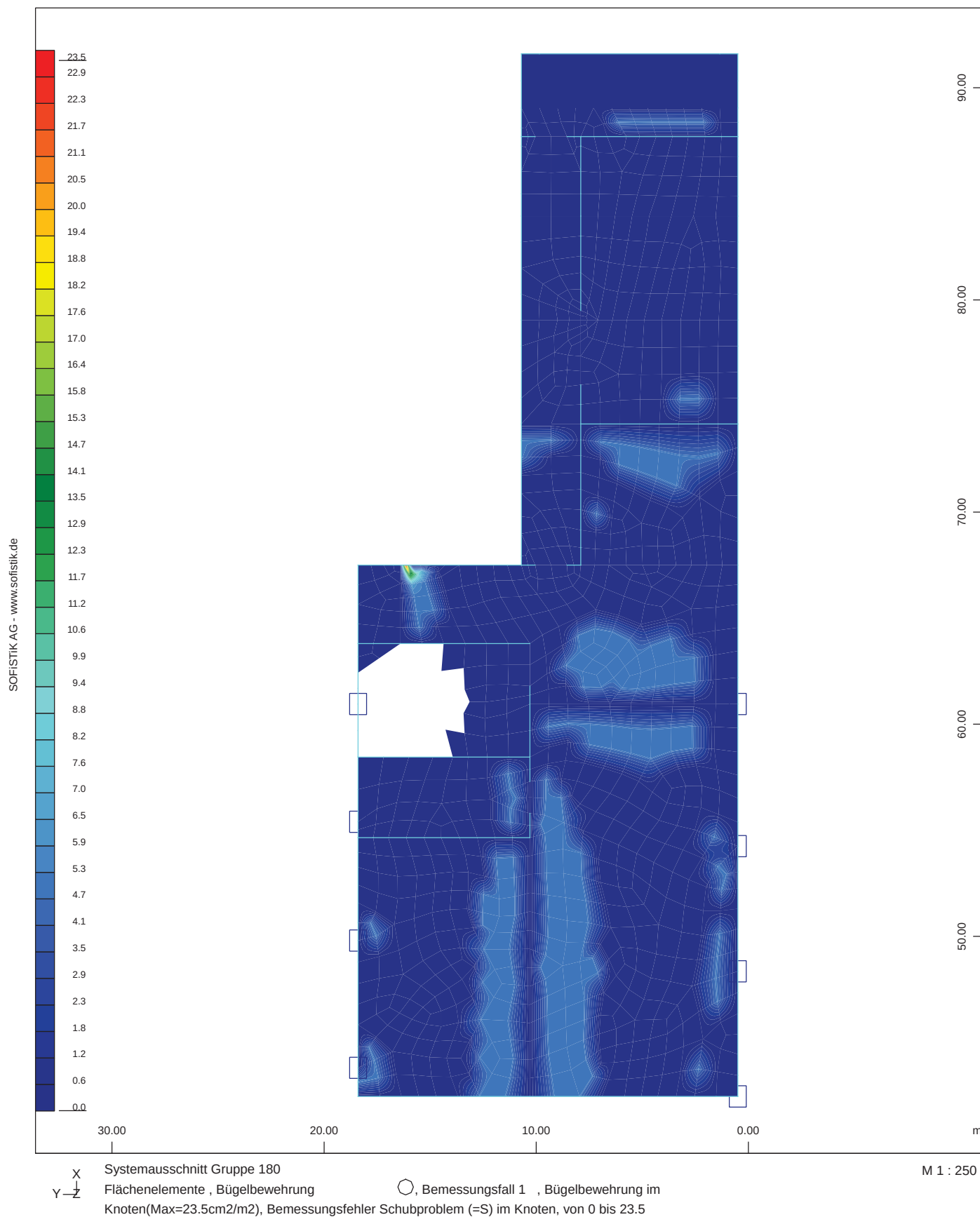




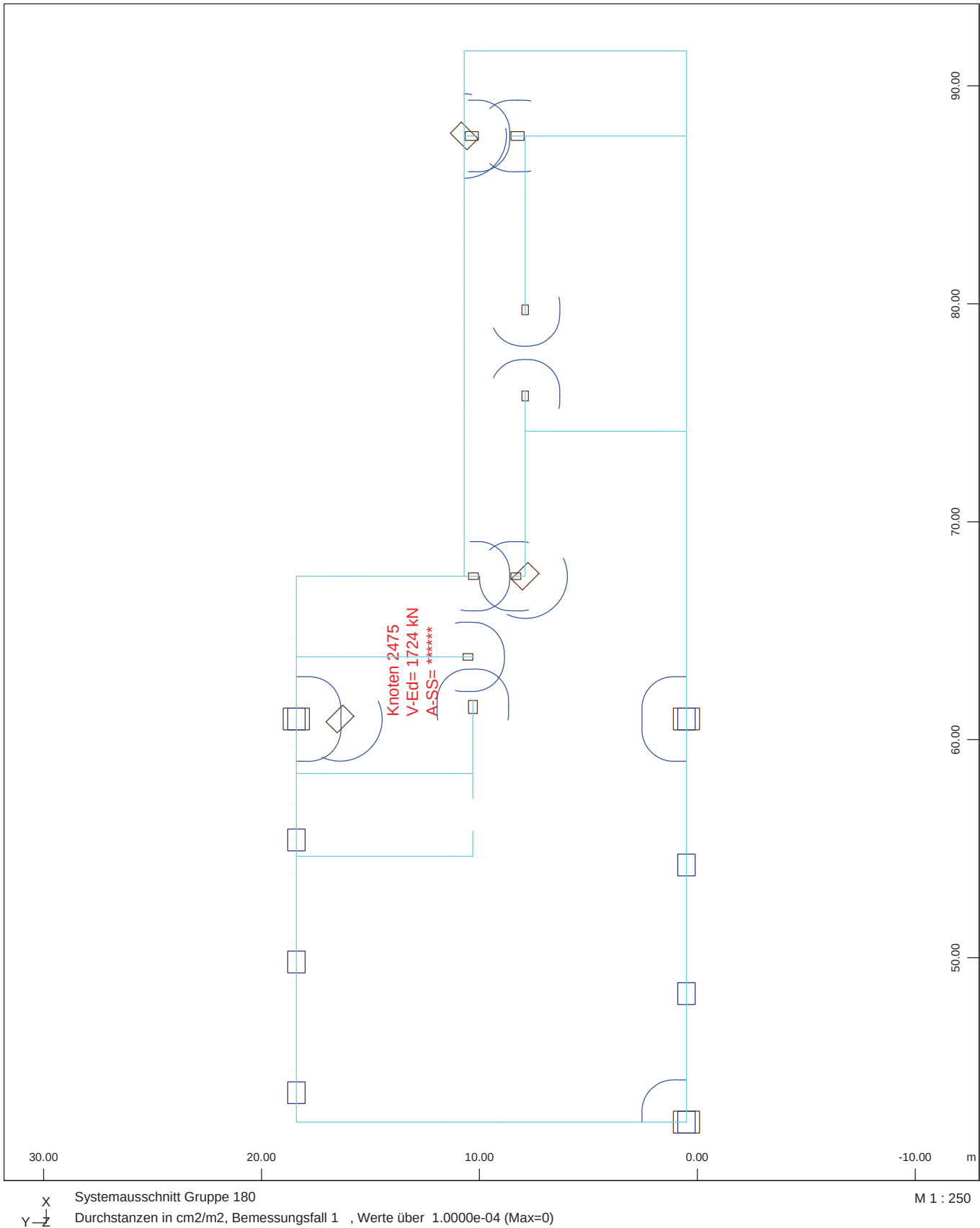




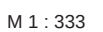


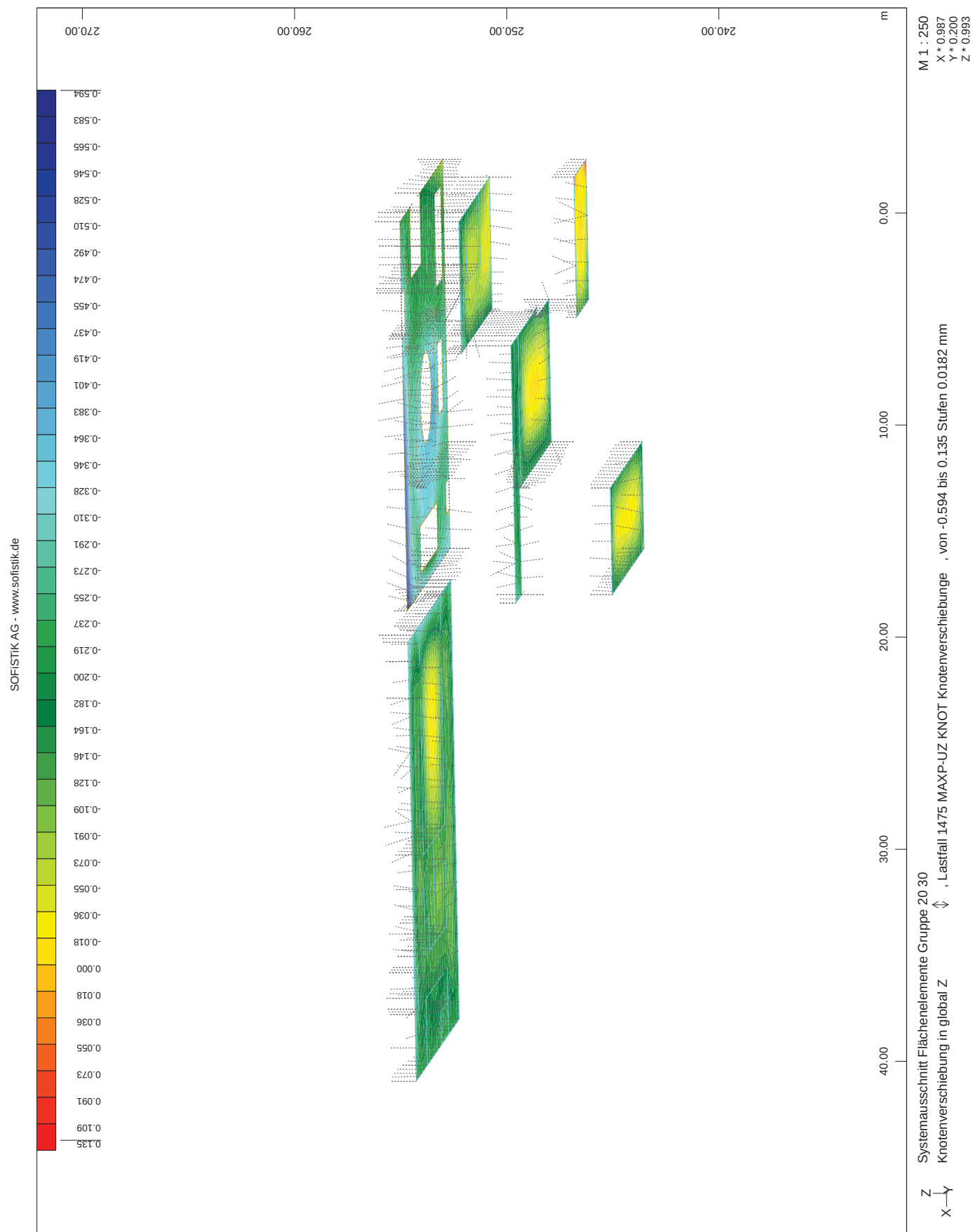


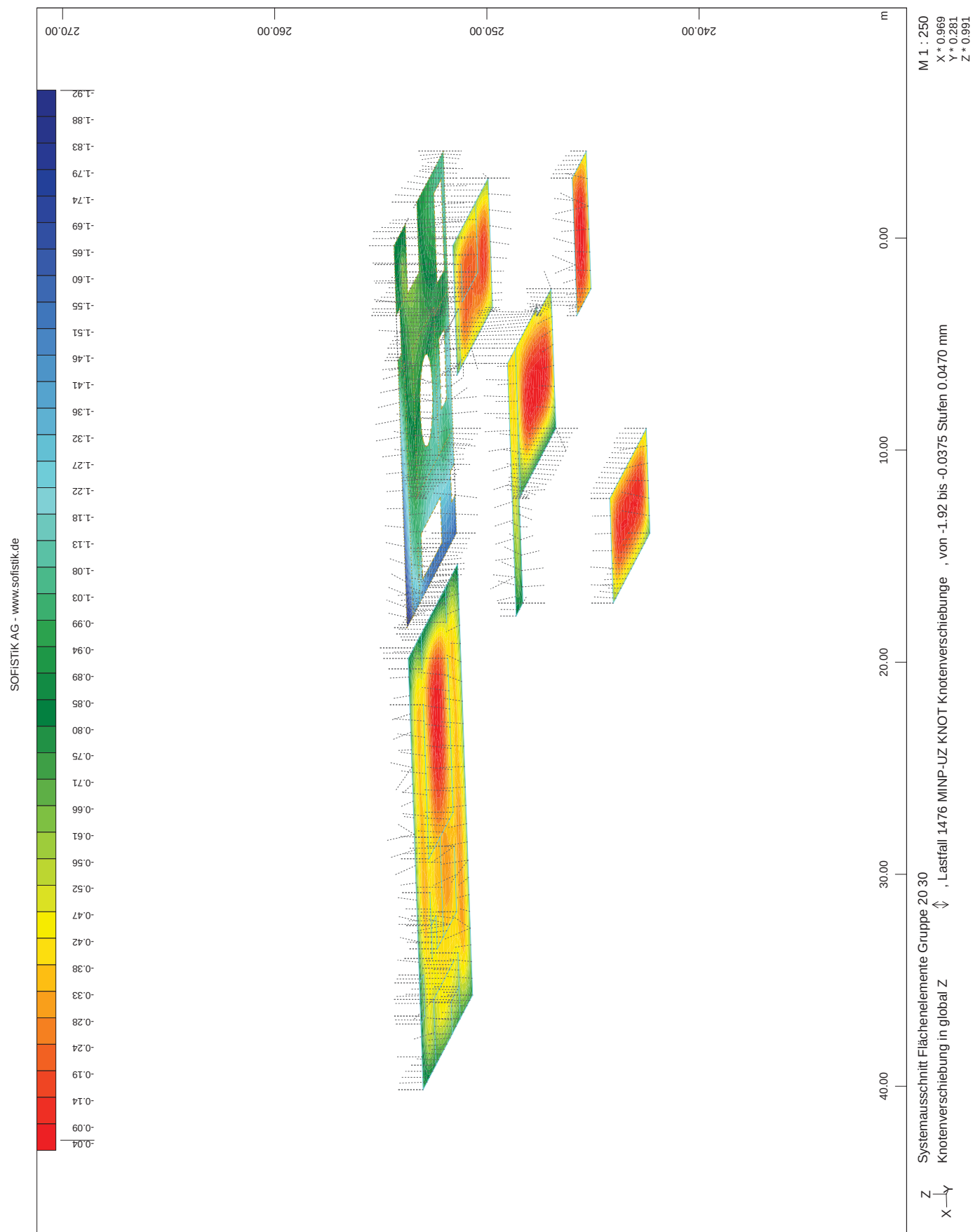
SOFISTIK AG - www.sofistik.de

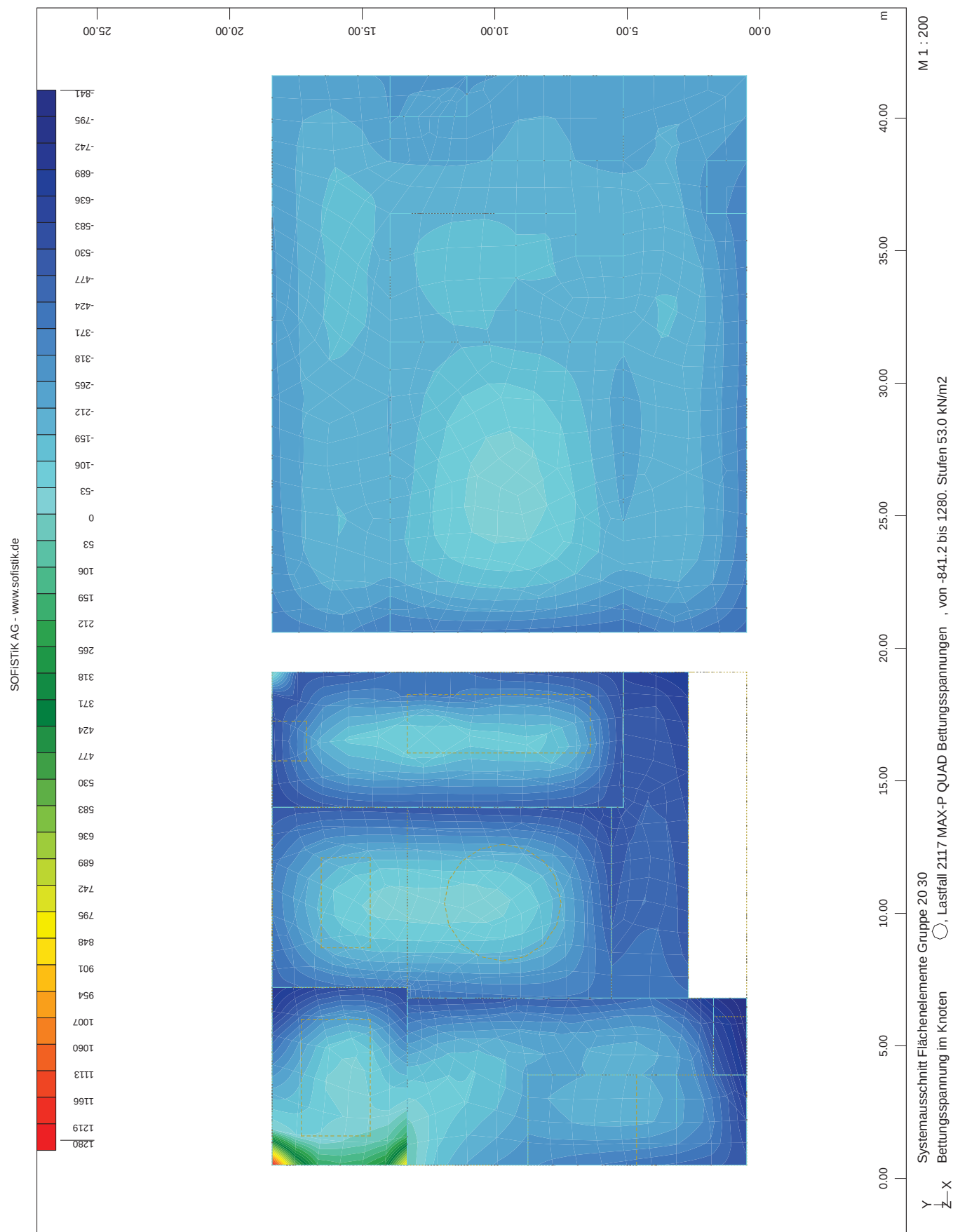


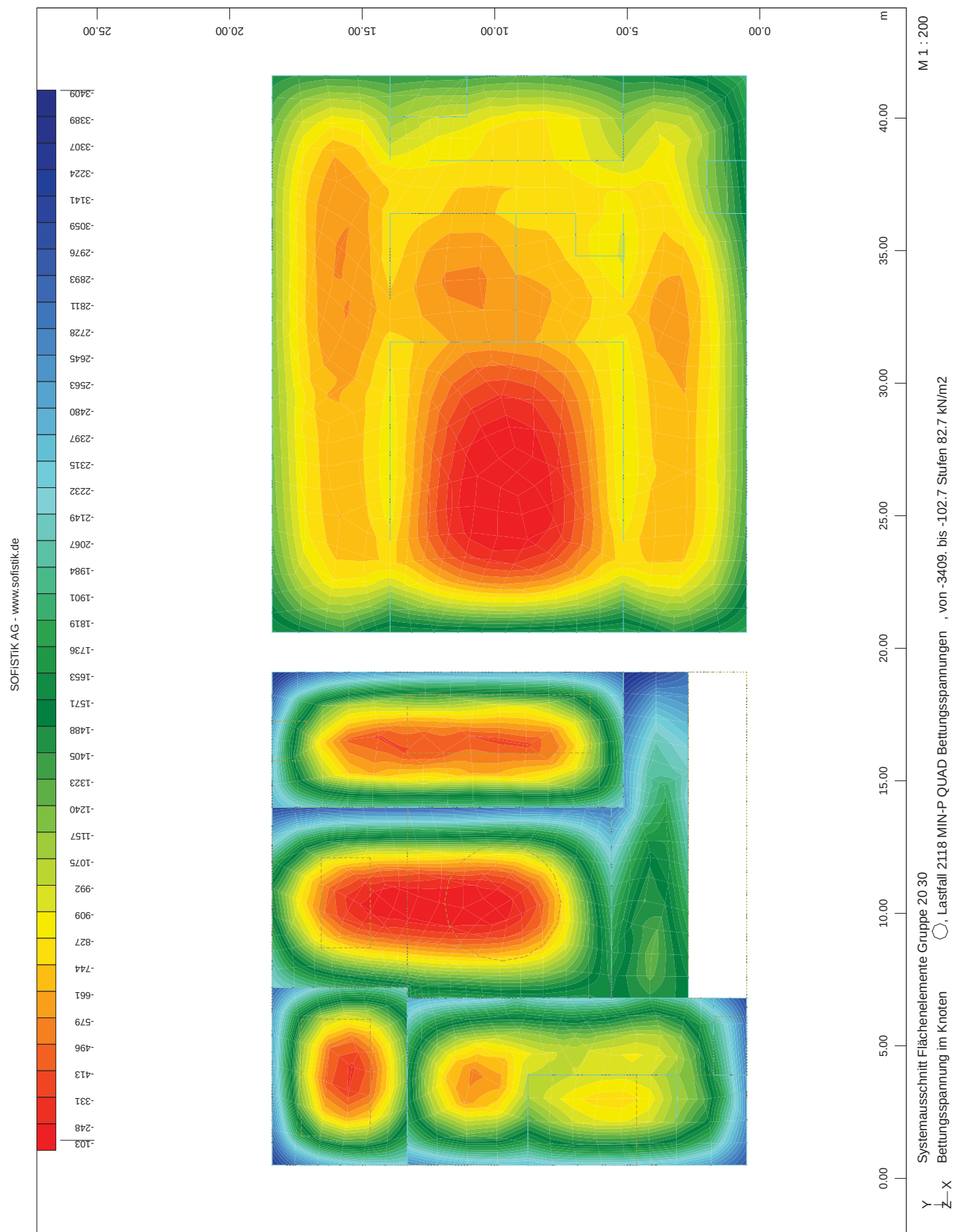
Systemausschnitt Gruppe 180
Durchstanzen in cm2/m2, Bemessungsfall 1 , Werte über 1.0000e-04 (Max=0)











Nachweis gegen Auftrieb im 1. Bauzustand (Maschinenblock EU4)Zusammenstellung der Einwirkungen aus Eigengewicht

Gruppe	Einwirkung
20	7960 kN
21	21590 kN
Gesamt	29550 kN

Wasserdruck an UK Ebene U4 bzw. U5 im 1. Bauabschnitt

U401	$6.0 \times 13.0 \times 28 \text{ kN/m}^2$	=	2148 kN
U402	$(5.5 \times 6.0 + 7.5 \times 10.5 + 6.0 \times 3.0) \times 49.0 \text{ kN/m}^2$	=	6358 kN
U404	$8.0 \times 6.0 \times 68 \text{ kN/m}^2$	=	3264 kN
U406	$6.0 \times 14.0 \times 92 \text{ kN/m}^2$	=	7728 kN
Summe			19498 kN

Nachweis gegen Auftrieb (ULS-UPL, vormals GZ 1A)

$$\gamma(G, \text{dst}) = 1.05$$

$$\gamma(G, \text{stb}) = 0.95$$

$$\mu = (1.05 \times 19498) / (0.95 \times 29550) = 0.73$$

Nachweis erfüllt

Nachweis gegen Auftrieb im 2. Bauzustand (Maschinenblock EU4+EU3)Zusammenstellung der Einwirkungen aus Eigengewicht

Gruppe	Einwirkung
20	7960 kN
21	21590 kN
30	17110 kN / 2 = 8555 kN (ca. 50% entfallen auf Montageblock)
31	30430 kN / 2 = 15215 kN (ca. 50% entfallen auf Montageblock)
Gesamt	53320 kN

Wasserdruck an UK Ebene U4 bzw. U5

U401	6.0 x 13.0 x 75 kN/m ²	=	5850 kN
U402	(5.5 x 6.0 + 7.5 x 10.5 + 6.0 x 3.0) x 96 kN/m ²	=	12456 kN
U404	8.0 x 6.0 x 118 kN/m ²	=	5664 kN
U406	6.0 x 14.0 x 139 kN/m ²	=	11676 kN
Summe			35646 kN

Nachweis gegen Auftrieb (ULS-UPL, vormalig GZ 1A)

$$\gamma(G, dst) = 1.05$$

$$\gamma(G, stb) = 0.95$$

$$\mu = 1.05 \times 35646 / (0.95 \times 53320) = 0.74$$

Nachweis erfüllt

Nachweis gegen Auftrieb im 2. Bauzustand (Montageblock EU3)Zusammenstellung der Einwirkungen aus Eigengewicht

Gruppe	Einwirkung
30	17110 kN / 2 = 8555 kN (ca. 50% entfallen auf Maschinenblock)
31	30430 kN / 2 = 15215 kN (ca. 50% entfallen auf Maschinenblock)
Gesamt	23770 kN

Wasserdruck an UK Ebene U3

$$22 \times 19 \times 47 \text{ kN/m}^2 = 19646 \text{ kN}$$

Nachweis gegen Auftrieb (ULS-UPL, vormals GZ 1A)

$$\gamma(G, \text{dst}) = 1.05$$

$$\gamma(G, \text{stb}) = 0.95$$

$$\mu = 1.05 \times 19646 / (0.95 \times 23770) = 0.92$$

Nachweis erfüllt

Schnittgrößen der Kranstütze in Achse 5 unterwasserseitig

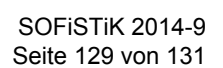
Nachfolgend werden die minimalen und maximalen Schnittgrößen der o.g. Stütze ausgegeben, da diese Stütze für die Bemessung maßgebend ist. Das in der Fußzeile angegebene Koordinatensystem ist global, die Schnittgrößen werden jedoch im lokalen System dargestellt.

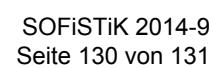
Global: nach oben +Z, Richtung Trafokaverne +X, Richtung Unterwasser +Y
Lokal: nach oben +X, Richtung Trafokaverne +Y, Richtung Unterwasser +Z

Folgende betragsmäßig größten Schnittgrößen/Lasten können aus der Grafik abgelesen werden:

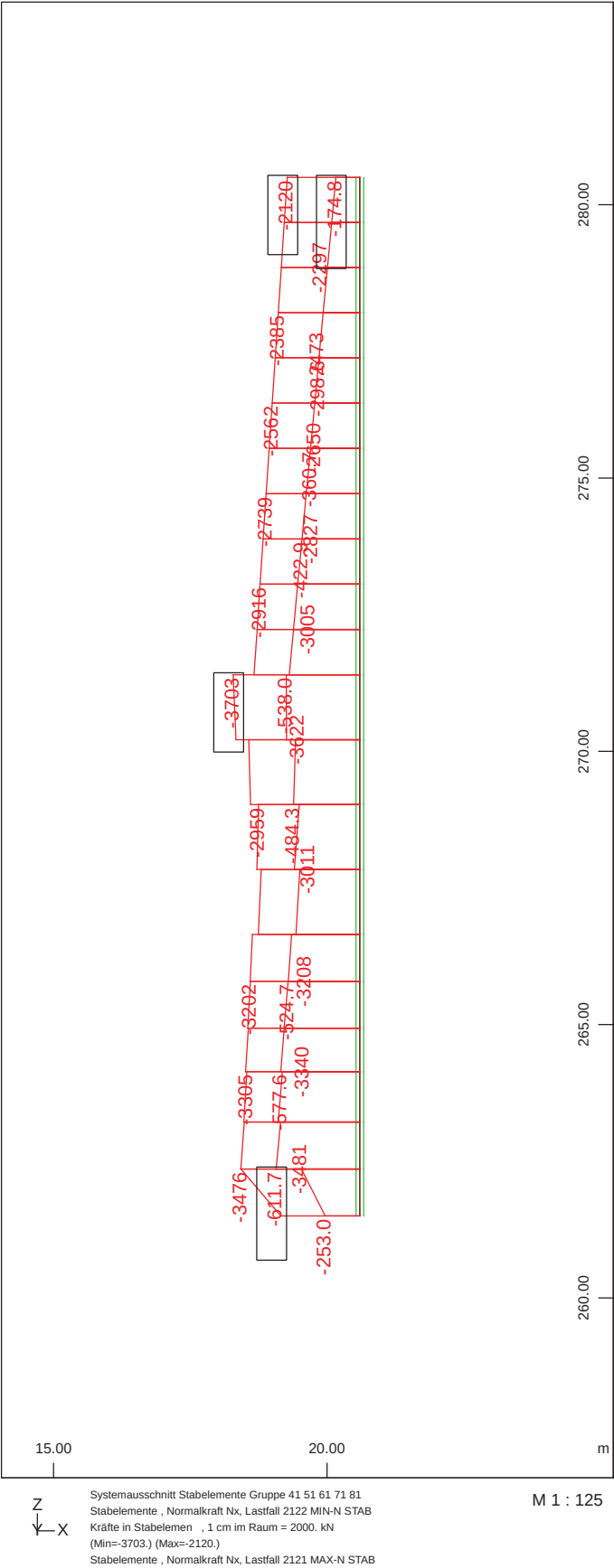
Mz	My	Vz	Vy	Nx
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]
Kopf 1209	575	41	201	2064

Die Bemessung der Stahlbeton-Stütze erfolgt mit dem zugehörigen Software-Modul der Fa. mb AEC Software GmbH.





SOFISTIK AG - www.sofistik.de



Anlage 2 Detailnachweis für die Kranstützen

K**Kranstütze****Lastannahmen****Kopflasten aus Kranbahnträger**

Die lokalen Systemdefinitionen aus mb und Sofistik stimmen überein, die Werte können daher direkt aus den Grafiken der Einzelstütze abgelesen werden (auf volle Zahlen aufgerundet).

$M_y = 575 \text{ kNm}$ $M_z = 1209 \text{ kNm}$
 $V_z = 41 \text{ kN}$ $V_y = 201 \text{ kN}$
 $N = 2064 \text{ kN}$

Lasten aus Ebene 1

Die angesetzten Lasten wurden aus den grafischen Ausgaben der Bemessungsschnittgrößen abgelesen. Auf der sicheren Seite wird der betragsmäßig größte Wert in Y- und Z-Richtung angesetzt.

$M_{y/z} = 650 \text{ kNm}$
 $V_{y/z} = 500 \text{ kN}$

Lasten aus Ebene U1

Die angesetzten Lasten wurden aus den grafischen Ausgaben der Bemessungsschnittgrößen abgelesen. Auf der sicheren Seite wird der betragsmäßig größte Wert in Y- und Z-Richtung angesetzt.

$M_{y/z} = 300 \text{ kNm}$
 $V_{y/z} = 400 \text{ kN}$

Querschnitte

Q	Typ	Bewehr. - anordnung	b/D [cm]	h/D _i [cm]	C _{min} [mm]	ΔC [mm]
1	Recht	Umfang	150.0	100.0	40	10

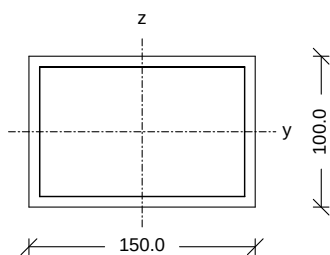
Q Expositions-
klassen

1

Materialien

Q	Beton	Betonstahl	ρ _{min} [%]	ρ _{max} [%]	φ [-]	γ [kN/m ³]
1	C 25/30	B 500SB	0.00	8.00	2.50	25.0

M 1:50



Abschnitt 1-3

Belastungen

nach DIN EN 1990

EW

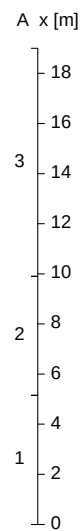
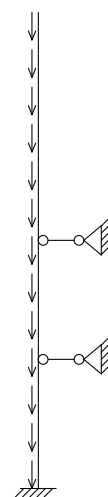
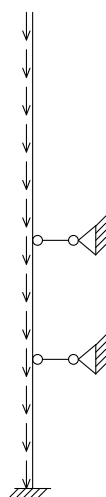
Gk

Eigengewicht Stütze

System in y-Richtung

in z-Richtung

M 1:300



EW

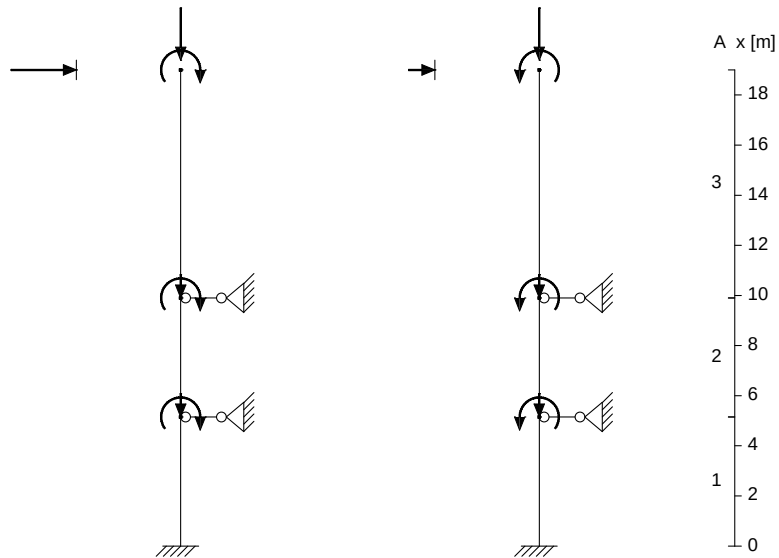
FEM

Lasten aus Sofistik

M 1:300

System in y-Richtung

in z-Richtung

Bemessung (GZT)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8

Ungew. Ausmitte affin zur Knickfigur aufgebracht.

Kriechverformungen werden nach linearer Th. II. 0. mit folgenden Biegesteifigkeiten EI_y , EI_z berechnet

von x [m]	bis x [m]	$E_{c,eff}$ [kN/mm ²]	ρ [%]	$EI_{y,I}$ [MNm ²]	$EI_{z,I}$ [MNm ²]
9.90	19.00	8.86	0.50	1314.8	2906.4
5.15	9.90	8.86	0.72	1411.8	3102.0
0.00	5.15	8.86	0.07	1140.8	2558.2

Grundkombination E_d
Gl. (6.10)

Ek	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
1	1.35 * Gk
2	1.00 * Gk
3	1.00 * FEM

Kombination 3

Typ	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
Gk	1.00 * FEM

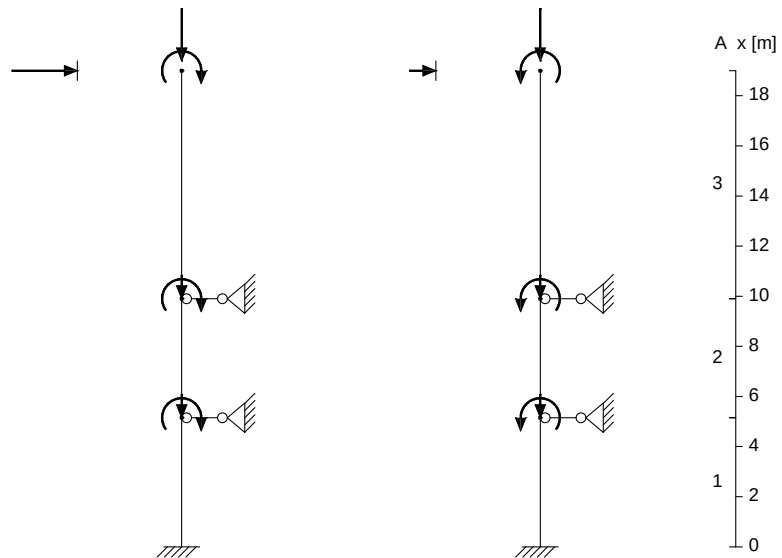
Knicklastfaktoren
Schlankheiten

$v_y / v_z =$	94.77 / 42.12	-
$\lambda_y / \lambda_z =$	41.12 / 61.68	-

Kombination 3
M 1:300

System in y-Richtung

in z-Richtung



K 3
Ungewollte Ausmitte

β_y [-]	x [m]	e_y [cm]	β_z [-]	x [m]	e_z [cm]
0.97	19.00	2.11	0.97	19.00	2.12

Kriechverformungen werden nicht berücksichtigt,
da keine quasi-ständige Kombination vorhanden ist.

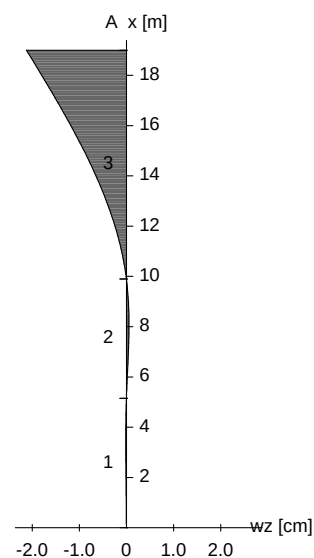
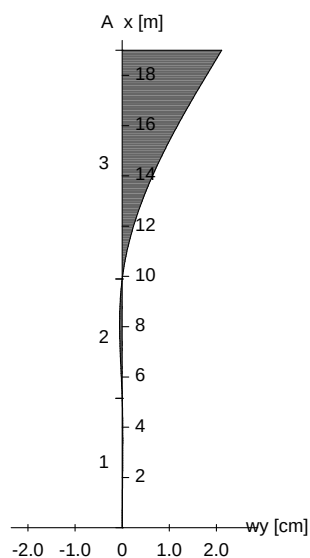
K 3
Vorverformungen

x [m]	w_{yu} [cm]	w_{zu} [cm]	w_{yk} [cm]	w_{zk} [cm]
19.00	2.11	-2.12	0.00	0.00
9.90	0.00	0.00	0.00	0.00
5.15	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Vorverformungen
M 1:300

in y-Richtung

in z-Richtung

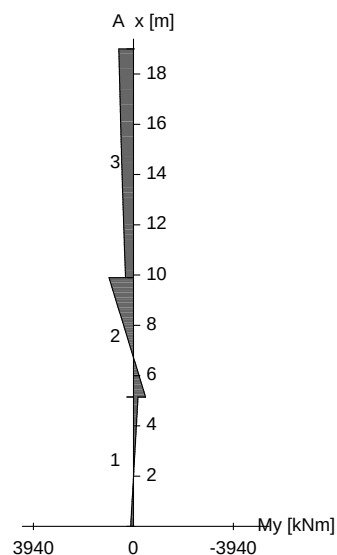
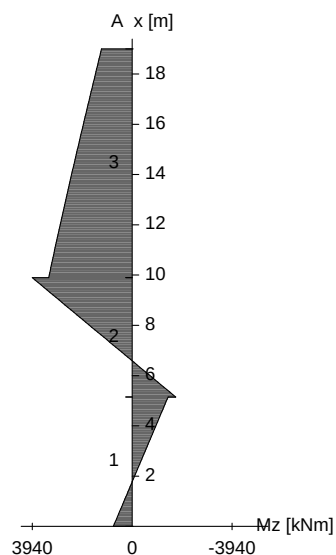


Nichtlineare Berechnung für Kombination 3 nach Th. II. Ordnung
Iterationsungenauigkeit = 0.92 %

Biegemomente
M 1:300

um z-Achse

um y-Achse

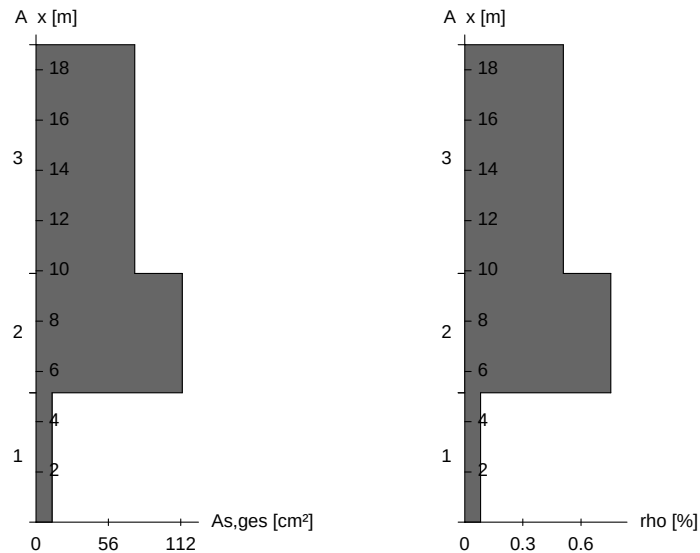


Erforderliche
Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	A _{s, ges} [cm ²]	ρ [%]
9.90	19.00	1	R	Umfang	7.2	76.40	0.51
5.15	9.90	1	R	Umfang	7.4	113.10	0.75

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew.Art	d' [cm]	A _{s, ges} [cm ²]	ρ [%]
0.00	5.15	1	R	Umfang	7.1	12.32	0.08

Erf. Bewehrung
M 1:300



Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach
DIN EN 1992-1-1

Querkraftbemessung

y/z	x [m]	V _{Ed} [kN]	V _{Rd, c} [kN]	V _{Rd, max} [kN]	N _x [kN]	θ [°]	z [cm]	erf a _{sw} [cm ² /m]	K [-]
y	19.00	240.61	523.35	3788.87	2064.00	18.4	118.9	20.80 _M	3
z		23.16	571.13	3315.77	2064.00	18.4	69.3		
y	9.90	207.49	523.35	4252.13	2064.00	18.4	133.4	20.80 _M	3
z		37.18	1563.30	3987.56	2064.00	18.4	83.4		
y	9.90	1183.33	602.42	4231.47	2464.00	18.4	132.8	20.80 _M	3
z		299.21	658.97	3581.93	2464.00	18.4	74.9		
y	5.15	1192.22	602.42	3857.09	2464.00	18.4	121.0	20.80 _M	3
z		304.45	658.97	3978.00	2464.00	18.4	83.2		
y	5.15	418.02	615.14	3688.48	2864.00	18.4	115.7	20.80 _M	3
z		55.48	1728.56	3992.34	2864.00	18.4	83.5		
y	0.00	419.36	615.14	4099.44	2864.00	18.4	128.6	20.80 _M	3
z		56.27	1728.56	3992.34	2864.00	18.4	83.5		

_M Mindestquerkraftbew. nach Abs. NDP Zu 9.2.2(5)

Bewehrungswahl

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	Bew. - Lage	n	d _s [mm]
9.90	19.00	1	Rechteck	je Ecke	1	Ø16
				je b-Seite	11	Ø16
				je h-Seite	6	Ø16
5.15	9.90	1	Rechteck	je Ecke	1	Ø20
				je b-Seite	10	Ø20
				je h-Seite	6	Ø20
0.00	5.15	1	Rechteck	je Ecke	1	Ø14
				je b-Seite	1	Ø14
				je h-Seite	1	Ø14

Vorhandene
Bewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	C _{nom} [mm]	n	A _{s, ges} [cm ²]	ρ [%]
9.90	19.00	1	Rechteck	50	38	76.40	0.51
5.15	9.90	1	Rechteck	50	36	113.10	0.75
0.00	5.15	1	Rechteck	50	8	12.32	0.08

Vorhandene
Querkraftbewehrung

von x [m]	bis x [m]	Q	Typ	d _s [mm]	s [cm]	Schnitt	A _{sw} / s [cm ² /m]
9.90	19.00	1	Rechteck	14	14	2	21.99
5.15	9.90	1	Rechteck	14	14	2	21.99
0.00	5.15	1	Rechteck	14	14	2	21.99

Nachweise (GZG)

Verformungen im Gebrauchszustand

Steifigkeiten nach linearer Th.II.0.:

von x [m]	bis x [m]	E _{c, eff} [kN/mm ²]	ρ [%]	EI _{y, I} [MNm ²]	EI _{z, I} [MNm ²]
9.90	19.00	31.00	0.51	4082.7	9134.1
5.15	9.90	31.00	0.75	4179.7	9329.7
0.00	5.15	31.00	0.08	3908.6	8785.9

q-st. Komb. E_{d, perm}
Gl.(6.16)

$$E_{k, perm} \sum (\gamma_{\psi} * \psi * EW)$$

x [m]	max w _y max w _z [cm]	E _k [-]	N _x [kN]	M _z M _y [kNm]	EI _{y, II} / EI _{y, I}	EI _{z, II} / EI _{z, I}
19.00	1.23	1	0.00	0.00	--	1.00
	1.23	1	0.00	0.00	1.00	--
9.90	0.00	1	341.25	1.70	--	1.00
	0.00	1	341.25	-1.71	1.00	--
5.15	0.00	1	519.38	-0.65	--	1.00
	0.00	1	519.38	0.65	1.00	--
0.00	0.00	1	712.50	1.14	--	1.00
	0.00	1	712.50	-1.14	1.00	--

Auflagerkräfte

Auflagergrößen
A, x = 0.00 m

Einw	A _k [kN]	M _{yk} [kNm]	M _{zk} [kNm]	H _{yk} [kN]	H _{zk} [kN]
Gk	712.5	0.0	0.0	0.0	0.0
FEM	2864.0	34.7	425.8	248.0	-20.2

Anteile aus Th.
II. Ordnung

Einw	ΔM _{yk} [kNm]	ΔM _{zk} [kNm]	ΔH _{yk} [kN]	ΔH _{zk} [kN]
Gk	1.14	2.58	1.44	-0.63
FEM	15.50	35.93	20.68	-8.87

am verformten System aus Kombination: 3

Auflagergrößen
B, x = 5.15 m

Einw	A _k [kN]	M _{yk} [kNm]	M _{zk} [kNm]	H _{yk} [kN]	H _{zk} [kN]
Gk	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEM	0.0	0.0	0.0	-1266.9	277.4

Auflagergrößen
C, x = 9.90 m

Einw	A _k [kN]	M _{yk} [kNm]	M _{zk} [kNm]	H _{yk} [kN]	H _{zk} [kN]
Gk	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEM	0.0	0.0	0.0	1219.9	-216.1

Anlage 3 Detailnachweis für die uw-seitige Saugrohrschütz-Wand

SRSWSaugrohrschütz-WandLastermittlung

Nachfolgend wird die unterwasserseitige Wand des Saugrohrschützes auf Ebene U3 nachgewiesen. Als maßgebender Unterwasserspiegel wird das Stauziel mit 301,60 mNN angenommen.

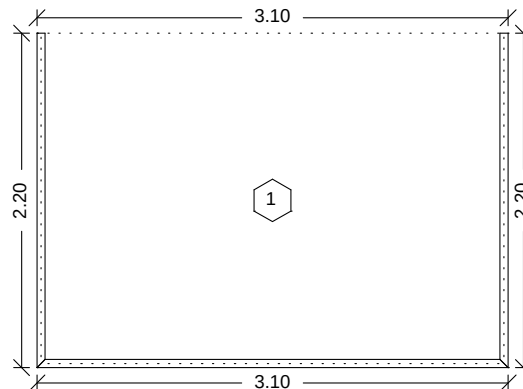
OK Wand liegt bei ca. 258,7 mNN, der resultierende Wasserdruck ergibt sich damit zu $w_k = (306,1 - 258,7) \cdot 10 \text{ kN/m}^3 = 429 \text{ kN/m}^2$.

Wasserdruck wird mit dem Faktor $1,35/1,50=0,9$ abgemindert (siehe DIN 19702).

System

Ebenes Plattenmodell

M 1:50



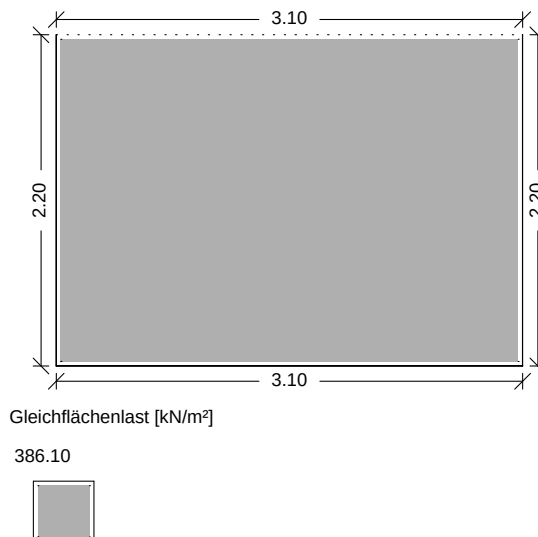
Belastungen

Grafik

Einwirkung

Belastungen auf das System

Belastungsgrafiken (Einwirkungsbezogen)

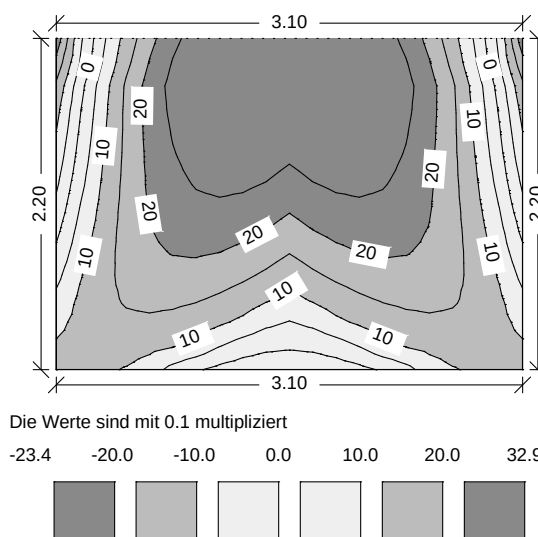
 w_k Bem.-schnittgrößen

Grafik

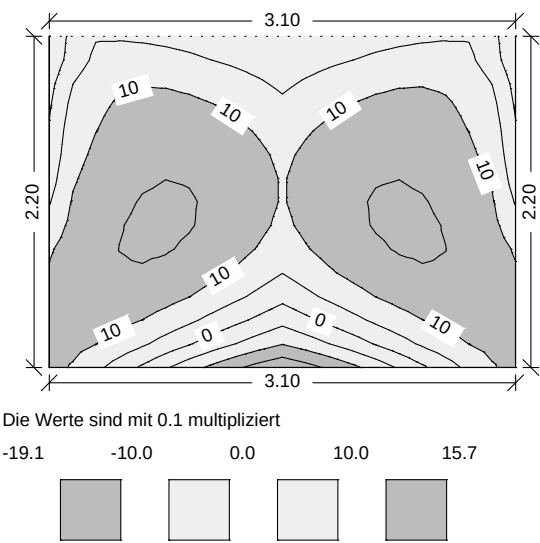
Grundkombinationen

Bemessungsschnittgrößen nach der FE-Methode und unter Berücksichtigung der Drillmomente

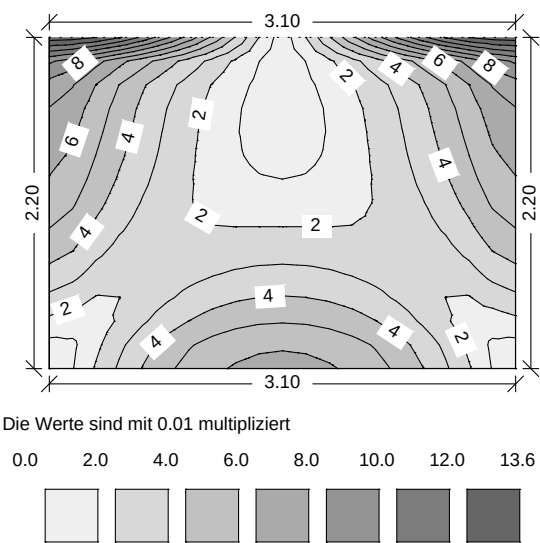
Schnittgrößen (Umhüllende)

Moment $m_{x,d}$ [kNm/m]

Moment $m_{y,d}$ [kNm/m]



Querkraft $v_{E,d}$ [kN/m]



Bemessung (GZT)

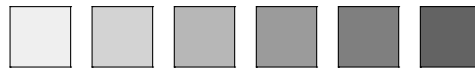
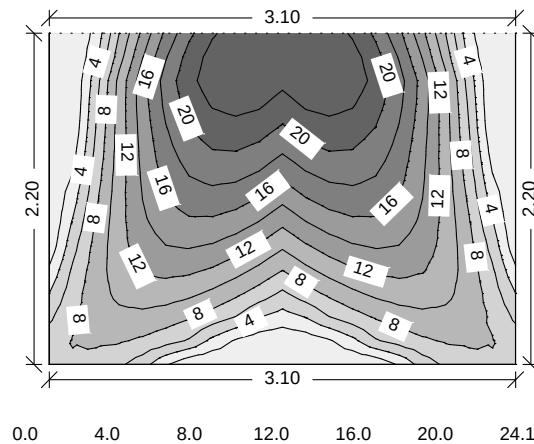
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach
DIN EN 1992-1-1

- Die Mindestbewehrung für Biegung nach 9.3.1.1
ist berücksichtigt.

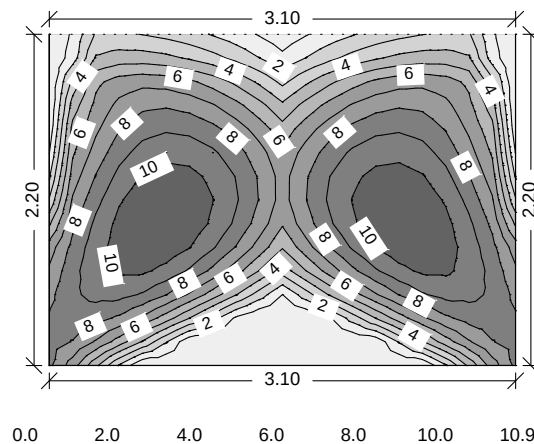
Grafik

Isoflächendarstellung der Biegebewehrung und
Bemessungs-Querkraft

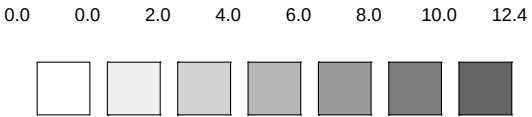
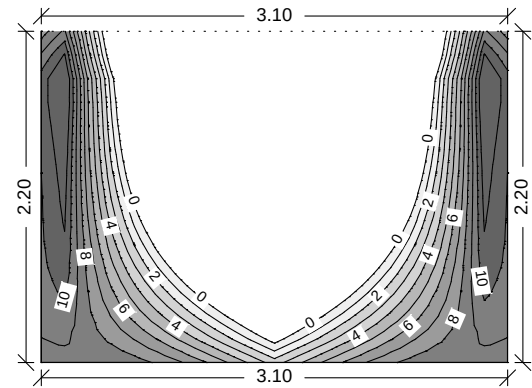
Biegebewehrung $a_{s,ux}$ [cm^2/m]



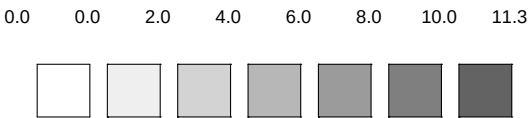
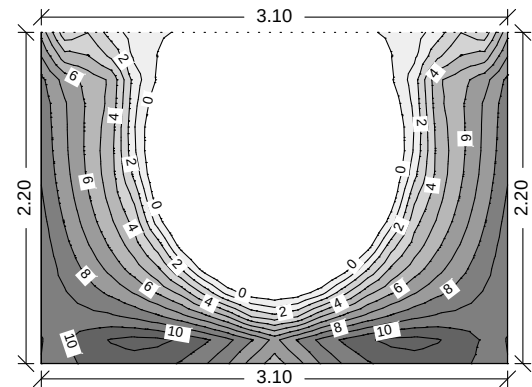
Biegebewehrung $a_{s,uy}$ [cm^2/m]

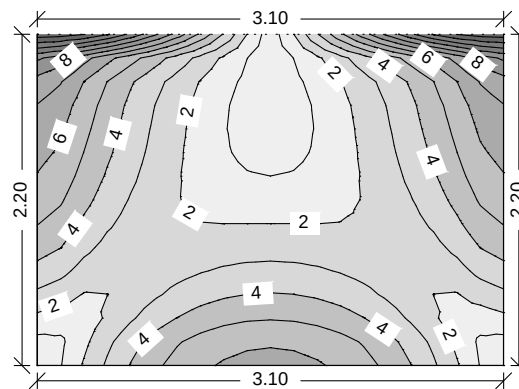


Biegebewehrung $a_{s,ox}$ [cm²/m]



Biegebewehrung $a_{s,oy}$ [cm²/m]



Querkraft $v_{E,d}$ [kN/m]

Die Werte sind mit 0.01 multipliziert

0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 13.6

Auflagerkräfte

Auflager

Auflagerkräfte des Deckensystems

Geometrie der Linienlager

Aufl. Feld, Lage

		a [m]	s [m]
A	1, unten	0.00	3.10
B	1, rechts	0.00	2.20
C	1, links	0.00	2.20

Char. Auflagerkr.

Charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN/m]	$F_{z,k,max}$ [kN/m]	$M_{y,k,min}$ [kNm/m]	$M_{y,k,max}$ [kNm/m]
A	0.00	310.68	0.00	78.10
B	0.00	379.57	0.00	89.37
C	0.00	379.57	-89.37	0.00

Einw. W_k