NEUBAU EÜ BAHN-KM 1,817 "MARSCHALL"
MARKT HOLZKIRCHEN
STRECKE 5620, HOLZKIRCHEN - SCHLIERSEE

MARKT HOLZKIRCHEN, LANDKREIS MIESBACH

20 0841

STATISCHE VORBERECHNUNG

NEUBAU EÜ BAHN-KM 1,817 "MARSCHALL"

AUFGESTELLT:

ROSENHEIM, DEN 17.09.2026

.....

INFRA - INGENIEURBÜRO FÜR INFRASTRUKTUR

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkungen	3
Grundlagen	4
Lastaufstellung	5
Anmerkung zur Berechnung, Nachweis der Flachgründung	11
3D-Berechnung Rahmen	
Bewehrungsgraphiken	12
Bodenpressung Bemessungslastfall min und max	37
Bodenpressung charakteristisch min und max	39

Letzte Seite 40

Vorbemerkungen

Bauwerk

Die nachstehende Berechnung bezieht sich auf den Neubau einer Eisenbahnüberführung in der Strecke 5620 Holzkirchen – Schliersee bei Bahn-km 1,817. Dabei handelt es sich um ein Rahmenbauwerk mit einer Stützweite von 3,40 m und dem Kreuzungswinkel 100 gon.
Der Überbau mit einer Gesamtbreite von 7,54 m besteht aus einer Ortbetonplatte h = 38 bis 40 cm und b = 6,84 m mit beidseitigen Gesimsen b = 35 cm. Der Überbau wird schlaff bewehrt. Beide Widerlager (h = 40 cm) mit einer gemeinsamen Fundamentplatte (h = 40 cm) bestehen aus massiven Stahlbetonkonstruktionen. Die Stahlbetonflügel (h = 60 cm) werden ebenfalls auf der Fundamentplatte gegründet.

Baustoffe

Beton:	Betonauffüllung (X0, WF)	C12/15
	Fundamente (XC4, XD2, XF2, WA, c = 5,5 cm)	C30/37
	Widerlager/Flügel (XC4, XD2, XF2, WA, $c_{e/l}$ = 5,5/4,5 cm)	C30/37
	Überbau (XC4, XD2, XF2, WA, c = 4,5 cm)	C35/45
	Kappen (XC4, XD3, XF4, WA, $c_{a/i}$ = 5,0/2,5 cm)	C25/30 LP
Betonstahl:	Stahlbeton	B500B

Baugrund

Gemäß dem Baugrundgutachten herrschen in Gründungsebene wechselnde Verhältnisse. Es gibt Bereiche mit Schmelzwasserschotter bzw. Nagelfluh mit hoher Tragfähigkeit, aber auch Bereiche mit gering tragfähigen Talfüllungen. Unter der Gründungssohle ist daher ein lastverteilender Kieskoffer als Bodenaustausch bis zu den tragfähigen Schichten einzubauen. Für eine Bemessung nach dem Bettungsziffernverfahren ist Ks = 10 - 15 MN/m³ bei flächiger Belastung bzw. Ks = 15 - 20 MN/m³ bei Streifen- bzw. Punktbelastung angegeben. Der aufnehmbare Sohldruck ist in Tab. (4.3) angegeben.
Nach Aushub der Baugrube ist von einem Sachverständigen für Geotechnik zu prüfen, ob die getroffenen Annahmen über die tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen (Sohlabnahme des Baugrunds mit Verdichtungskontrolle). Das Ergebnis dieser Prüfung ist zu den Bauakten zu nehmen. Falls die Annahmen nicht zutreffen, ist die Gründung neu zu bemessen.

Technische Vorschriften

DIN EN 1991	Einwirkung auf Tragwerke
DIN EN 1991-1-3	Schneelasten
DIN EN 1991-1-4	Windlasten
DIN EN 1991-2	Verkehrslasten auf Brücken
DIN EN 1997, DIN 1054	Baugrund
DIN EN 1992	Bem. u. Konstr. v. Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
DIN EN 1993	Bem. u. Konstr. v. Stahlbauten
DIN EN 1995	Bem. u. Konstr. v. Holzbauten
DIN 4421	Baugerüste
EB 57-1	Baugruben
ZTV-ING	Zusätzliche Techn. Vertragsbed. u. Richtlinien f. Ing.bauten

Gutachten und Pläne

Ausschreibungspläne: Bauwerksplan vom 15.5.2026

Baugrund: Gutachten 1: Frank + Bumiller + Kraft GmbH vom 20.7.2023
Gutachten 2: CRYSTAL Geotechnik GmbH
Gutachten 3: CRYSTAL Geotechnik GmbH

Literatur

Schneider Bautabellen (26. Auflage)
Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln (35. Auflage)

Software

pcae: Faltwerk 4H-ALF3D (03/2021-1x)

Lastaufstellung

1. Ständige Lasten

Eigengewicht

Stahlbeton		25,0 kN/m³
Schotter	g_k = 20,0 kN/m³ x 0,61 m =	12,2 kN/m²
Kappe	g_k = 25,0 kN/m³ x 0,22 m =	5,5 kN/m²
Randbalken	g_k = 25,0 kN/m³ x 0,20 m x 0,50 m =	2,5 kN/m
Geländer	g_k =	0,5 kN/m
Gesims	g_k = 25,0 kN/m³ x 0,35 m x 0,456 m =	4,0 kN/m
	Summe =	4,5 kN/m

Auf Flügel:

Kappe, Gesims, Randbalken	g_k = 25,0 kN/m³ x 0,523 m² =	13,1 kN/m
Geländer	g_k =	0,5 kN/m
	Summe =	13,6 kN/m

Erddruck

Widerlagerhinterfüllung	$\phi_k = 32{,}5°$; $\gamma = 20$ kN/m³
Erdruhedruck	$k_0 = 0{,}46$ ($\beta = 0°$)
aktiver Erddruck (Standsicherheitsnachweis)	$k_a = 0{,}25$ ($\beta = 0°$)
erhöhter aktiver Erddruck	k = 0,6 x 0,46 + 0,4 x 0,25 = 0,38

Widerlagerwände mit max. Erdruhedruck E_0, aufgeteilt in 0,5 x E_{ah} + ΔE	min k = 0,12
(integrales Bauwerk)	$\Delta k = 0{,}46 - 0{,}12 = 0{,}34$

Flügel mit erhöhtem aktiven Erddruck, aufgeteilt in E_{ah} + ΔE	min k = 0,25
	$\Delta k = 0{,}38 - 0{,}25 = 0{,}13$

Widerlagerwand Lastfall 3, minimaler Erddruck:

Erddruck oben	$e_{o,k}$ = 20,0 kN/m³ x 0,81 m x 0,12 =	1,9 kN/m²
Erddruck unten	$e_{u,k}$ = 20,0 kN/m³ x 3,64 m x 0,12 =	8,7 kN/m²

Widerlagerwand Lastfall 4, Differenzerddruck:

Erddruck oben	$e_{o,k}$ = 20,0 kN/m³ x 0,81 m x 0,34 =	5,5 kN/m²
Erddruck unten	$e_{u,k}$ = 20,0 kN/m³ x 3,64 m x 0,34 =	24,8 kN/m²

Flügel Lastfall 3, minimaler Erddruck am Flügelanschnitt Flügel Nord:

Erddruck oben	$e_{o,k}$ = 20,0 kN/m³ x 0,61 m x 0,25 =	3,1 kN/m²
Erddruck unten	$e_{u,k}$ = 20,0 kN/m³ x 3,64 m x 0,25 =	18,2 kN/m²

Flügel Lastfall 4, Differenzerddruck am Flügelanschnitt Flügel Nord:

Erddruck oben	$e_{o,k}$ = 20,0 kN/m³ x 0,61 m x 0,13 =	1,6 kN/m²
Erddruck unten	$e_{u,k}$ = 20,0 kN/m³ x 3,64 m x 0,13 =	9,5 kN/m²

Auflast Widerlagerfundament

Erdauflast	e_v = 20,0 kN/m³ x 2,71 m² / 1,00 m =	54,2 kN/m²

2. Veränderliche Lasten

Lastmodell 71 nach EC1, 1 Gleis

BAst 5620 NBAU EÜ km 1,8 Holzkirchen, Seite 10: Klassifizierungsfaktor α **= 1,0**

Dynamischer Beiwert Φ:
Für sorgfältig instand gehaltene Gleise
L_m = 1/n x (L1 + L2 + L3) = 1/3 x (3,03 m + 3,40 m + 3,03 m) = 3,15 m
L_Φ = 1,3 x 3,15 m = 4,10 m
Φ_2 = 1,44 / ($\sqrt{}$4,10 – 0,2) + 0,82 = 1,61

Hauptspuren:

Lastmodell 71:

φ x α x Q_{vk} = 1,61 x 1,0 x 250 kN =	402,5 kN
Verteilt auf 2,70 m	150 kN/m
4 Achsen im Abstand von 1,60 m	

Lastmodell SW/0:

φ x α x q_{vk} = 1,61 x 1,0 x 133 kN/m=	214 kN/m
Verteilt auf 2,70 m	80 kN/m²

Auflast und Erddruck aus Verkehr

Auflast auf Widerlagerfundament

Ersatzgleichlast LM71	p = 1,0 x 250 kN / 1,60 m / 5,64 m =	27,7 kN/m²
Ersatzgleichlast SW/0	p = 1,0 x 133 kN/m / 5,64 m =	23,6 kN/m²

Erddruck auf Widerlagerwand

Lastmodell 71	$e_{h,LM71}$ = 1,0 x 250 kN / 1,60 m / 3,00 m x 0,46 =	24,0 kN/m²
Lastmodell SW/0	$e_{h,SW/0}$ = 1,0 x 133 kN/m / 3,00 m x 0,46 =	20,4 kN/m²

Erddruck auf Flügel gemäß Skizze:

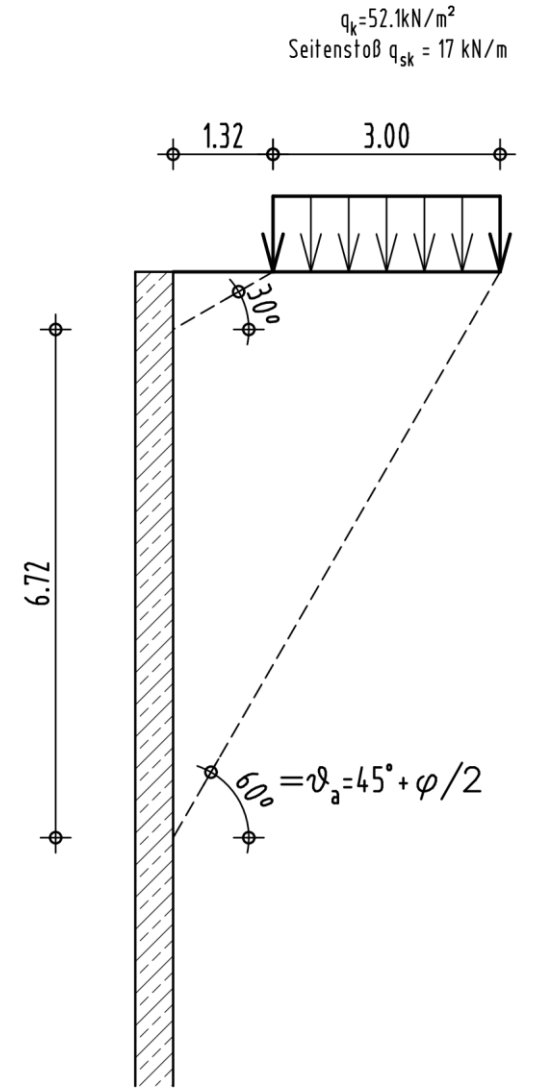
Lastmodell 71 $e_{h,LM71}$ = 11,4 kN/m²

Lastmodell SW/0 $e_{h,SW/0}$ = 10,1 kN/m²

Seitenstoß Q_{sk} = 100 kN auf L = 2a + 4,0 m = 2 x 0,95 m + 4,0 m = 5,90 m q_{sk} = 17,0 kN/m

Erddruck auf Flügel:

LM71



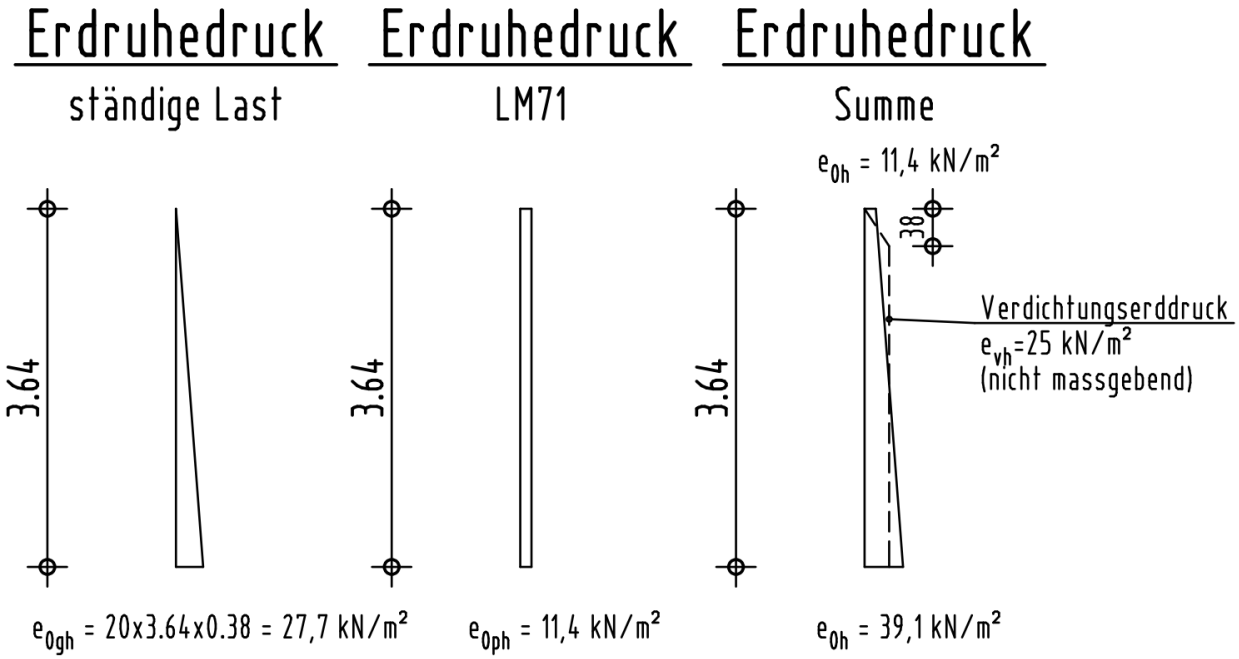
LM71: $e'_{mh,k}$ = (3,00m x 52.1 kN/m² x 0,38 + 17 kN/m) / 6.72m =
= 11,4 kN/m²

SW/0: $e'_{mh,k}$ = (133kN/m x 0,38 + 17 kN/m) / 6.72m =
= 10,1 kN/m²

Neben den obigen Erddrücken wirkt auch der **Verdichtungserddruck**:

E_{vh} = 25,0 kN/m²

Gemäß der Grafik ist der Verdichtungserddruck nur in einem kurzen Bereich etwas größer als der erhöhte aktive Erddruck und in der Summe kleiner und kann deshalb vernachlässigt werden.



Temperatur

Brückenbauwerk der Typ 3 (Betonbrücken).
Charakteristische extremale Außenlufttemperaturen: T_{max} = +37°C, T_{min} = -24°C
Extremale konstante Temperaturanteile im Bauteil: $T_{e,max}$ = +39°C, $T_{e,min}$ = -16°C

Schwankung des konstanten Temperaturanteils

unter Annahme einer Aufstelltemperatur T_0 = 10°C
gesamtes Bauwerk:

$\Delta T_{N,pos} = T_{e,max} - T_0$ = +39°C - 10°C= +29 K
$\Delta T_{N,neg} = T_{e,min} - T_0$ = -16°C - 10°C= -26 K

Linearer Temperaturunterschied – charakteristische Werte:
(zwischen Ober- und Unterseite)
Schotter 60 cm => K_{sur} = 0,60

$\Delta T_{M,pos}$ = +15 K x 0,60 = +9,0 K (Oberseite wärmer)
$\Delta T_{M,neg}$ = -8 K x 1,0 = -8,0 K (Unterseite wärmer)

Auf die Rahmenwände und Flügel werden entsprechend Stützen und Pfeilern Temperaturunterschiede von Δ 5 K angesetzt.

Anmerkung zur Berechnung:

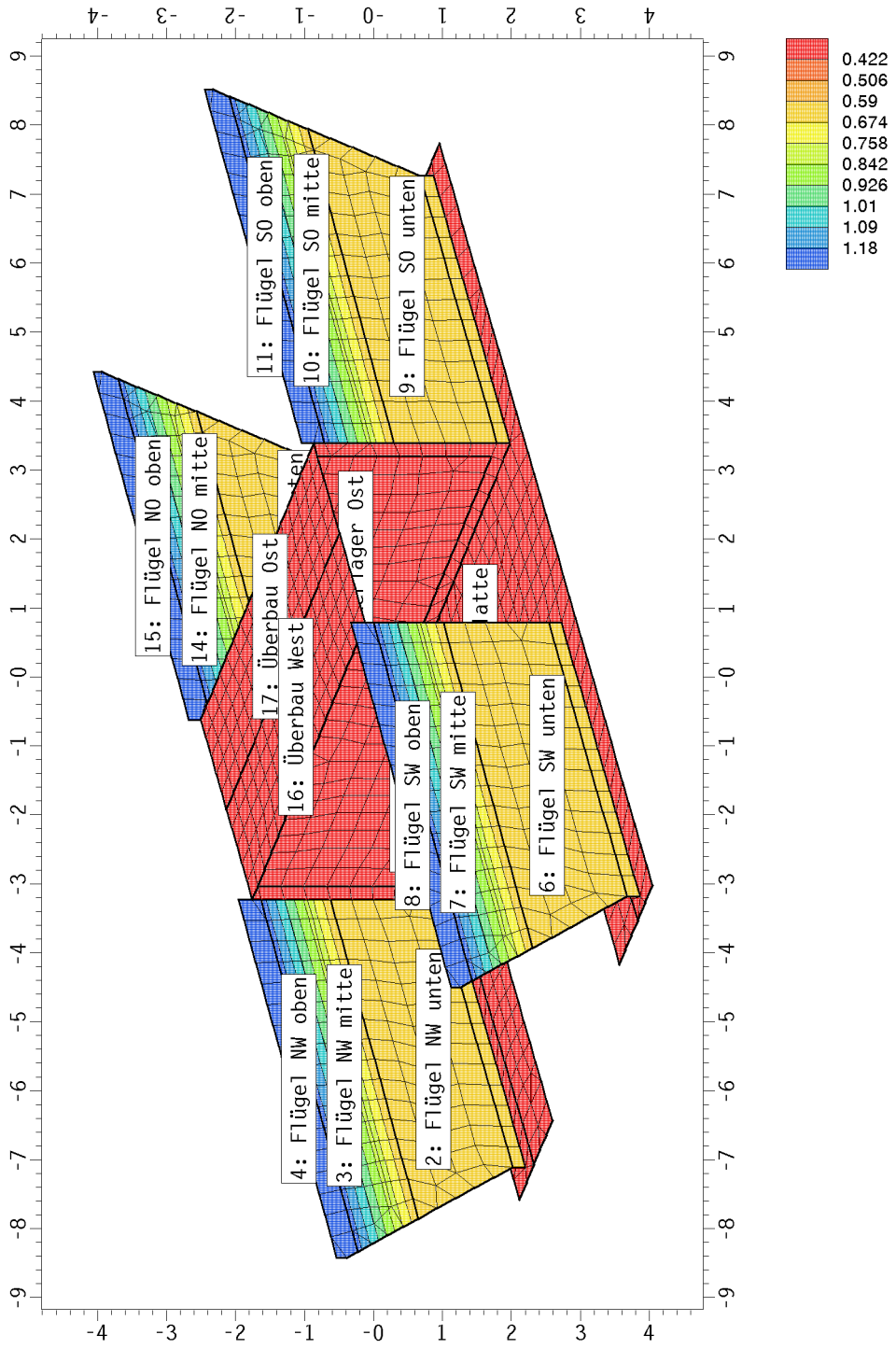
Die Berechnung erfolgt nach dem Bettungszahlverfahren. Für die vertikale Bettung wird nach Angabe Baugrundgutachter allgemein die Bettungszahl Ks = 17.500 kN/m³ angesetzt, da sich die maximale charakteristische Pressung zwischen 85 kN/m² und 95 kN/m² bewegt.

Nachweis der Flachgründung:

Die max. Bodenpressung beträgt σ_k = 95 kN/m² bzw. σ_d = 130 kN/m². Der im geotechnischen Bericht angegebene aufnehmbare Sohldruck beträgt 440 kN/m² für 1,50 m breite Fundamente. Somit ist die Fundamentplatte ausreichend dimensioniert.

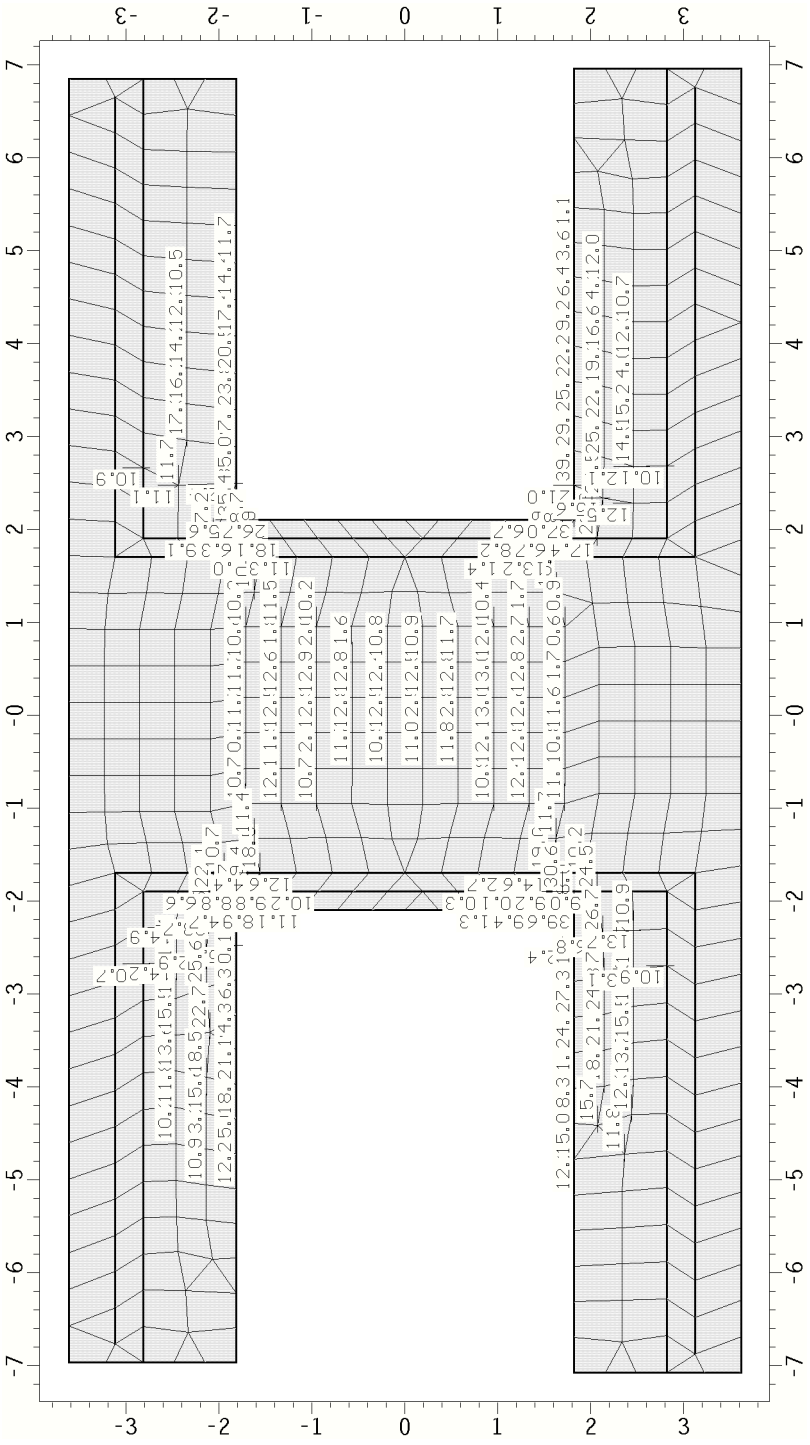
AUSGEWÄHLTE GRAFIKEN/TABELLEN

Konturen d



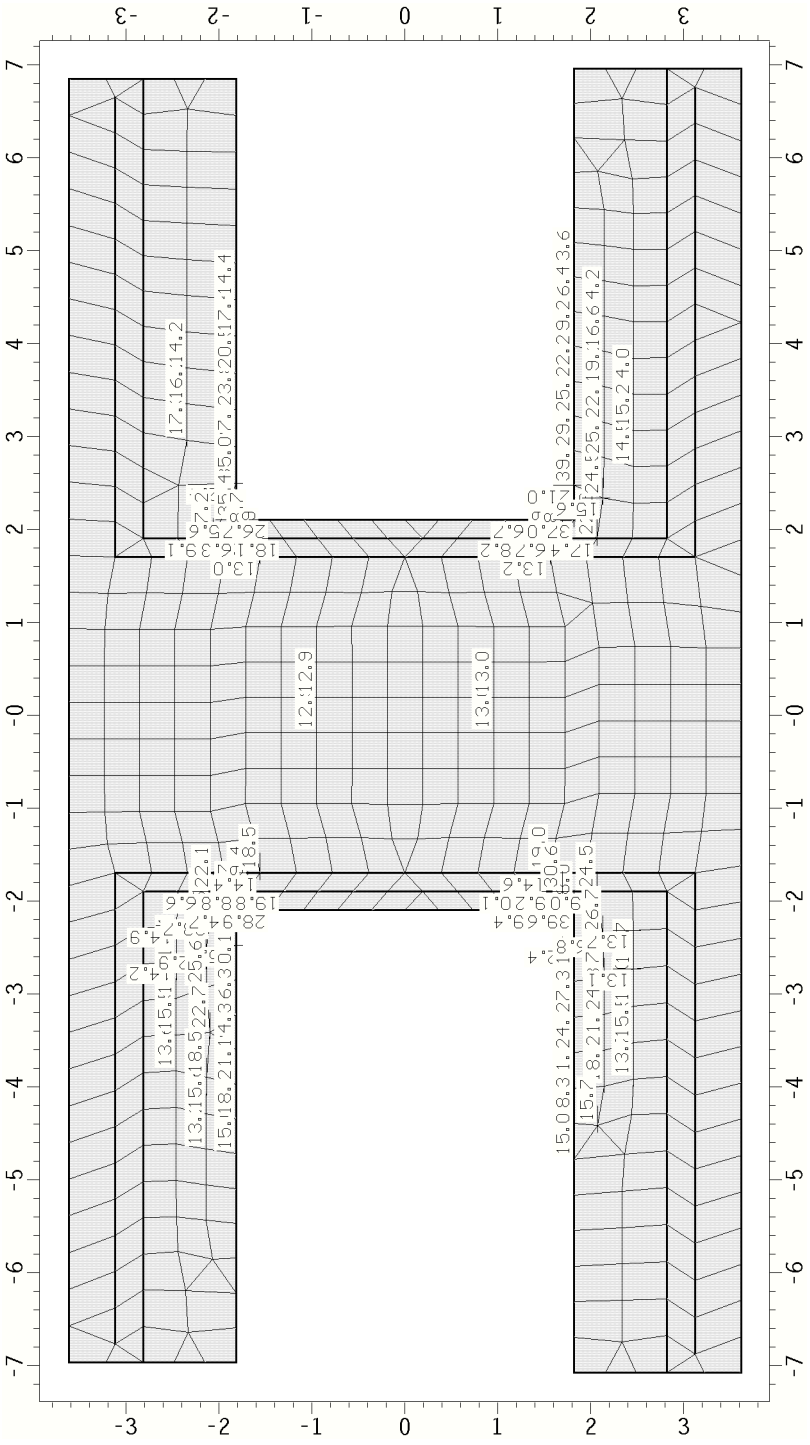
Konturen d, Dicke
Min/Max: d: 0.380/ 1.220 m

Position 1: Fundamentplatte / Vektoren aso



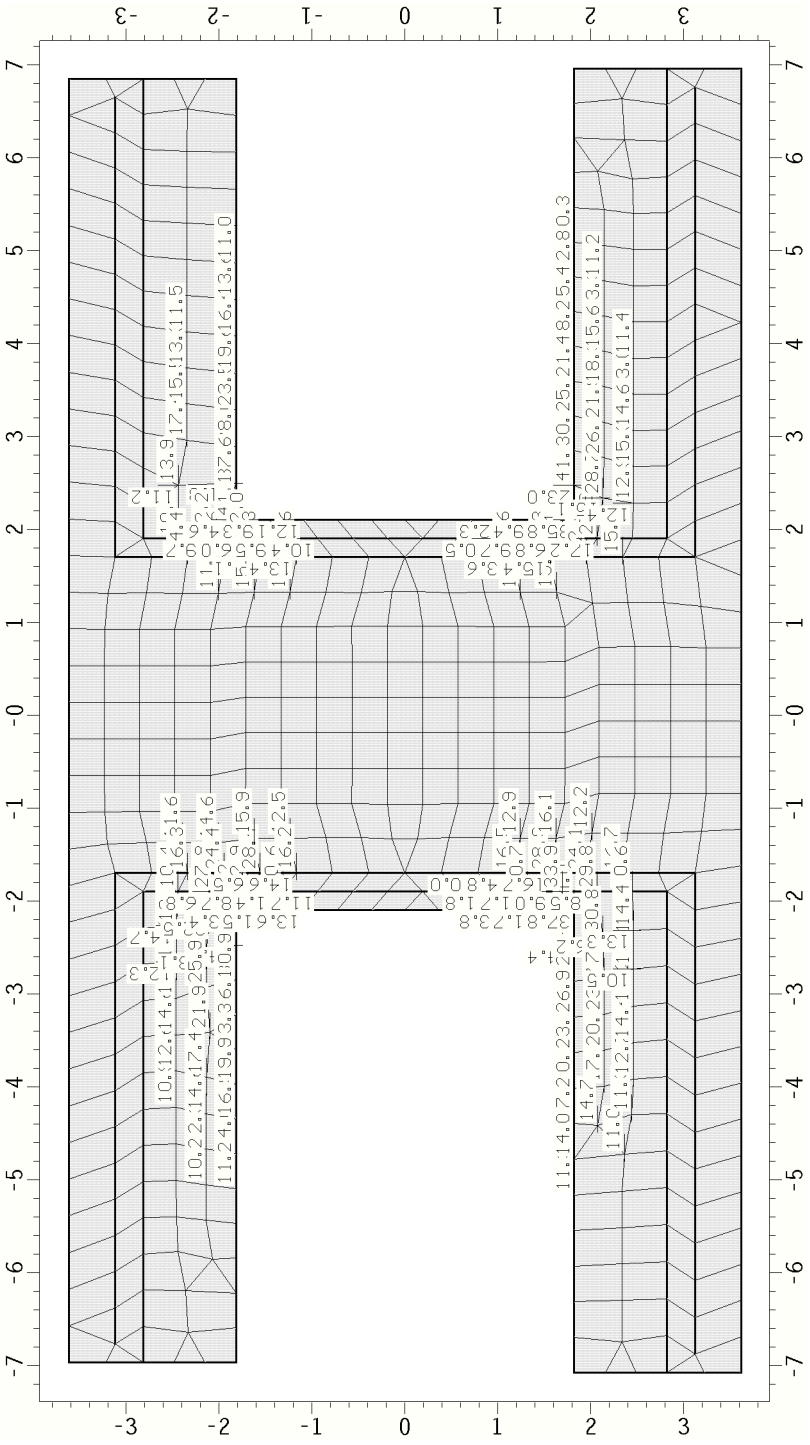
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 0.4/42.3/10.0 cm2/m, as2o: 0.9/39.6/10.0 cm2/m

Position 1: Fundamentplatte / Vektoren aso



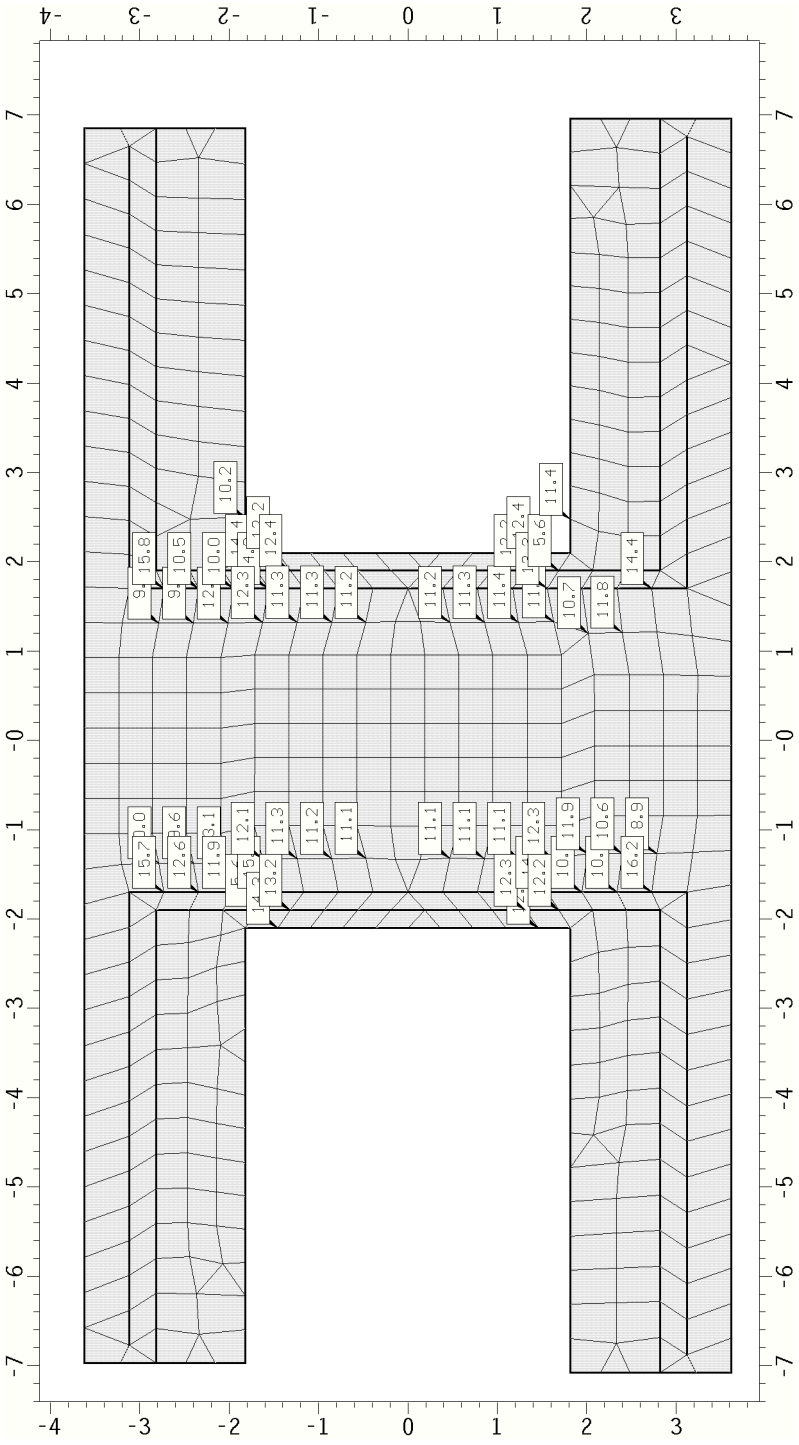
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 0.4/42.3/12.9 cm2/m, as2o: 0.9/39.6/12.9 cm2/m

Position 1: Fundamentplatte / Vektoren asu



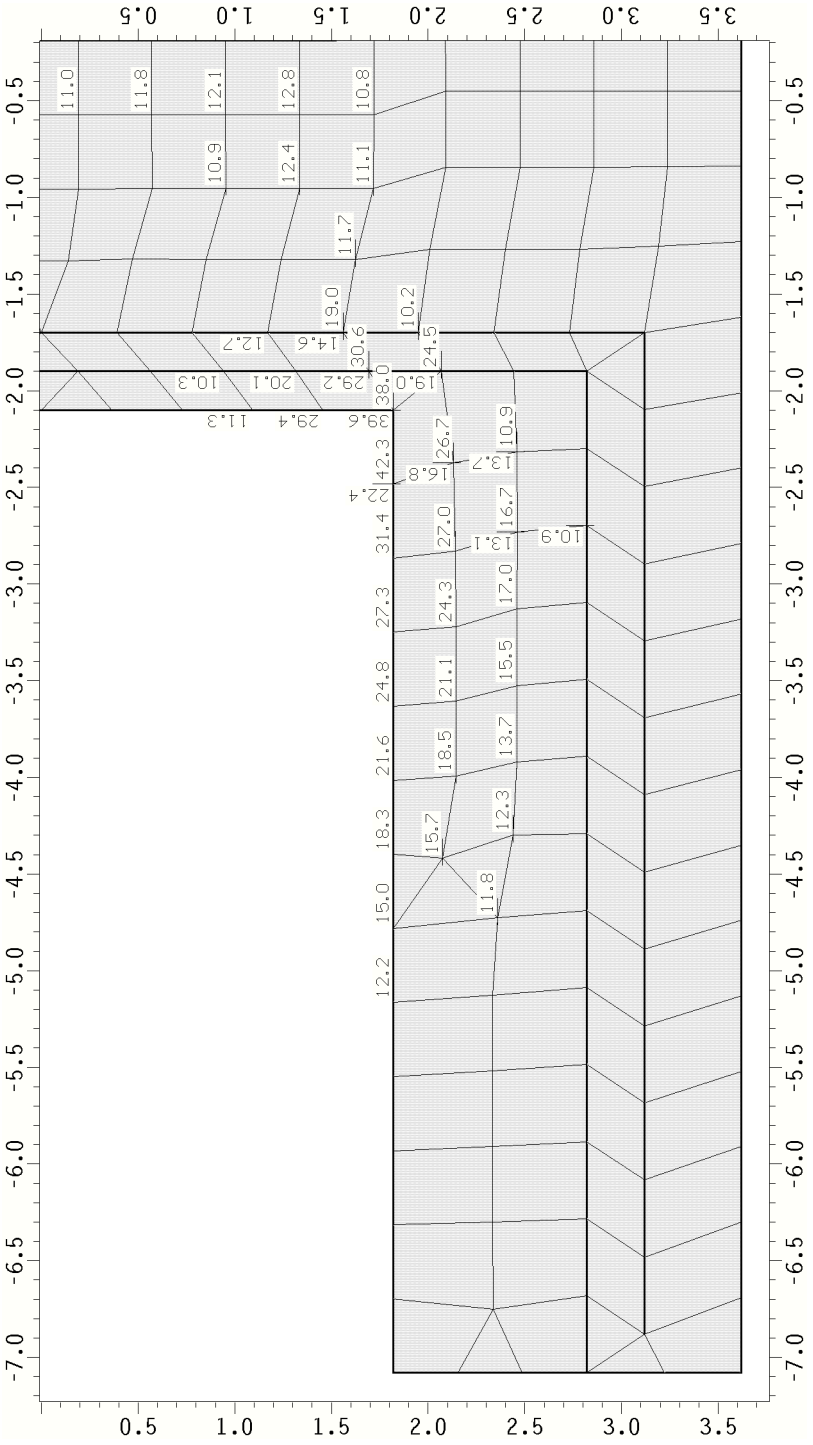
Vektoren asu, Längsbewehrung (unten) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1u: 0.0/44.0/10.0 cm2/m, as2u: 0.0/37.8/10.0 cm2/m

Position 1: Fundamentplatte / Zahlenwerte asq



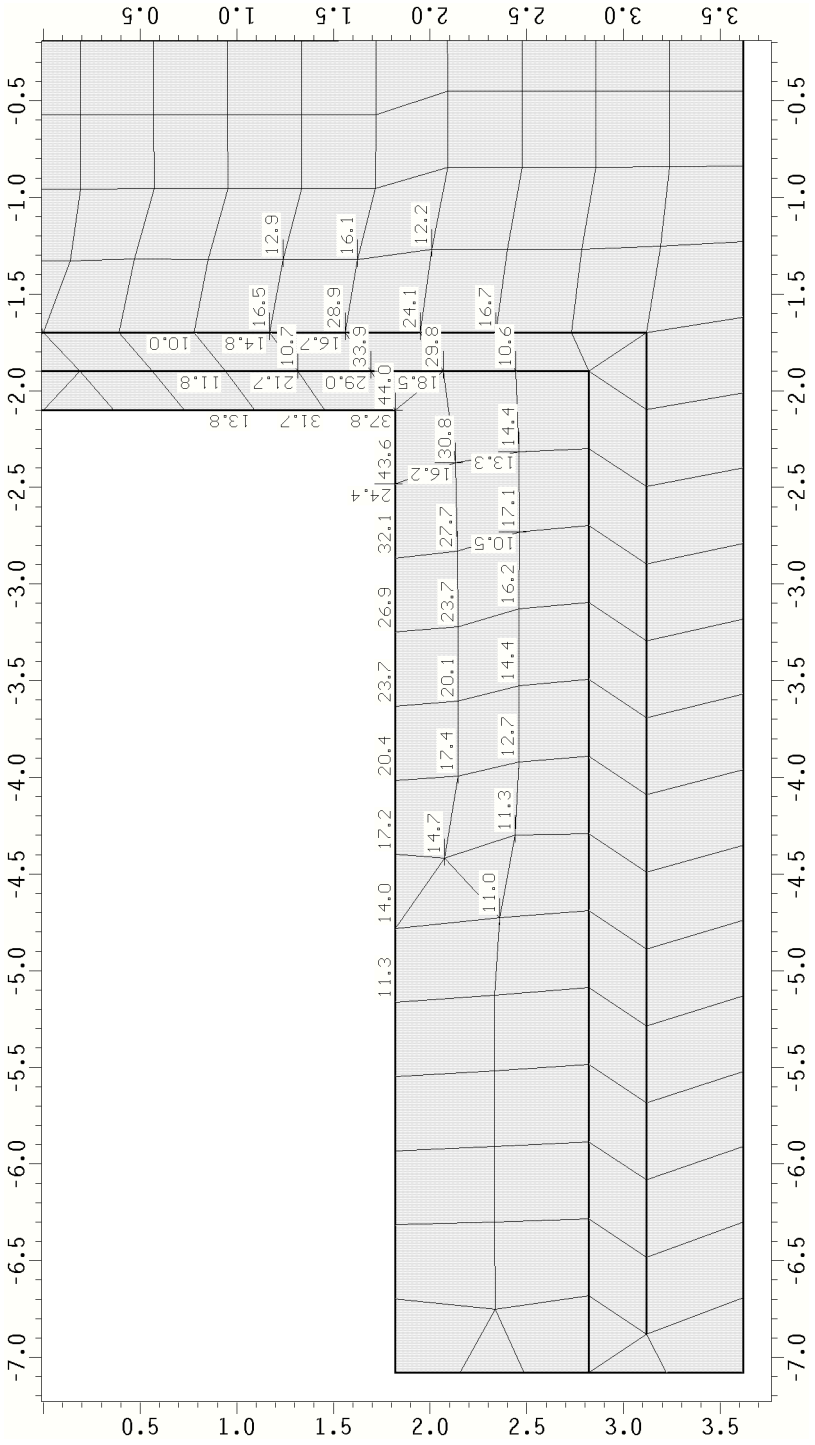
Zahlenwerte asq, Schubbewehrung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): asq: 0.0/16.2/ 0.0 cm2/m2

Position 1: Fundamentplatte / Vektoren aso



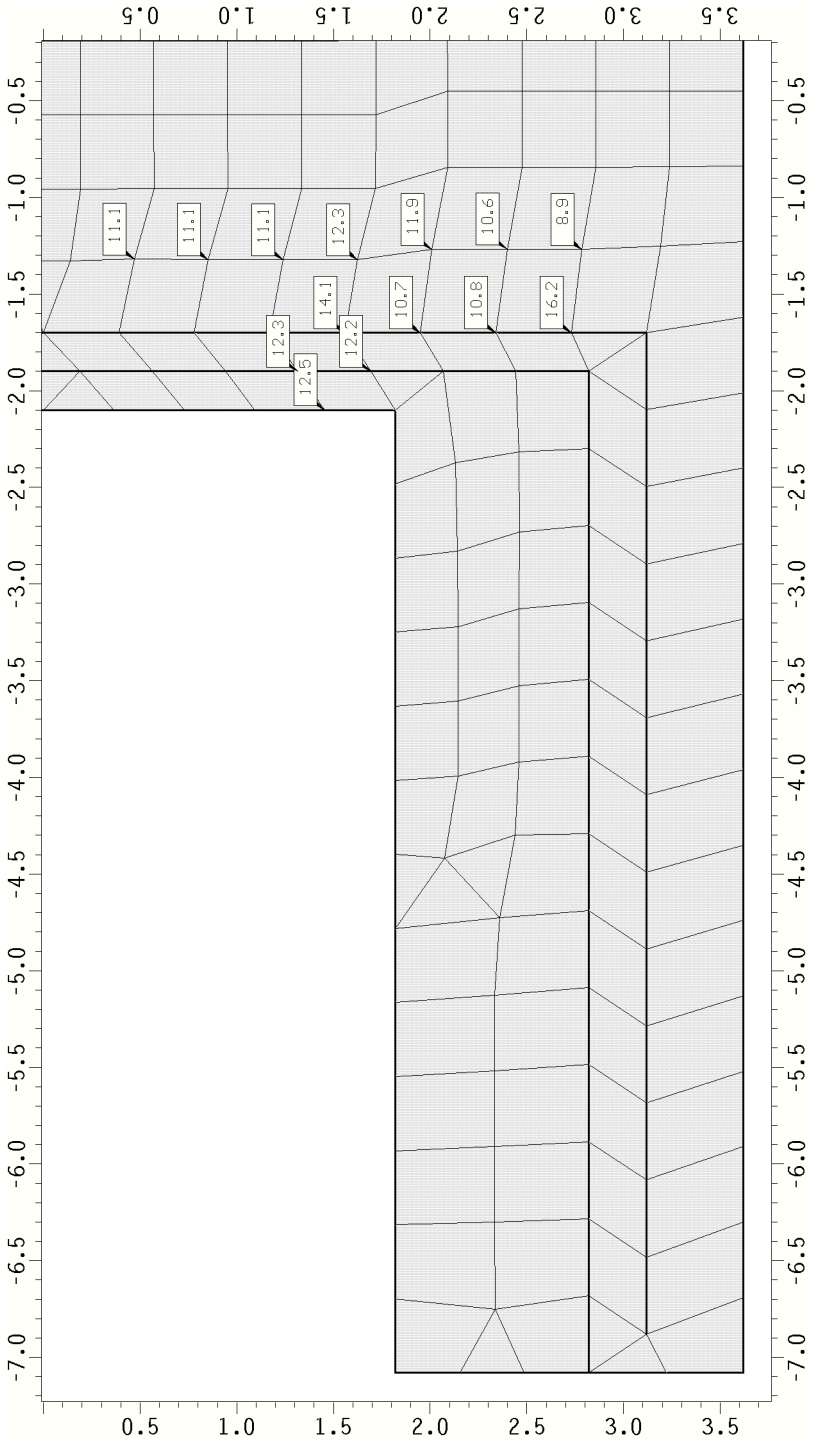
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 0.4/42.3/10.0 cm2/m, as2o: 0.9/39.6/10.0 cm2/m

Position 1: Fundamentplatte / Vektoren asu



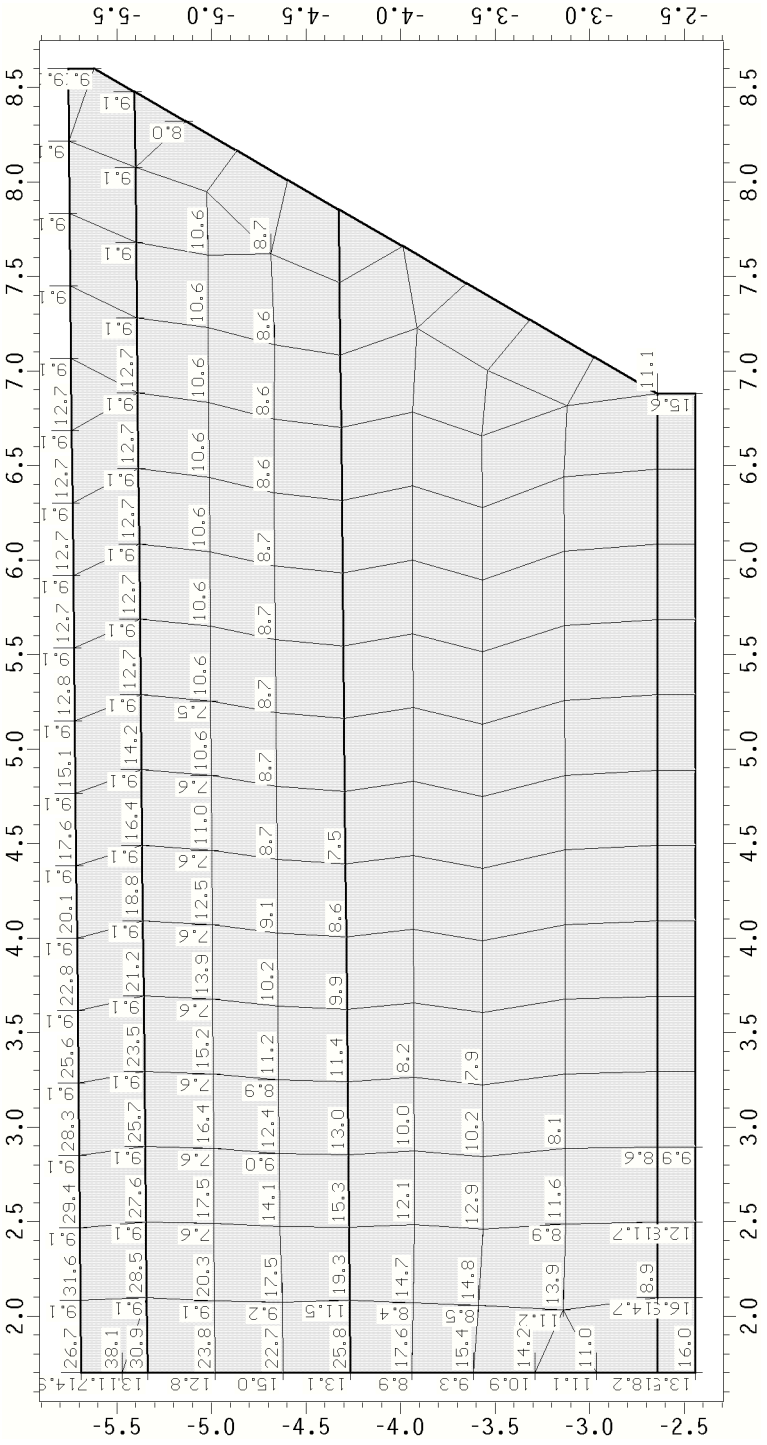
Vektoren asu, Längsbewehrung (unten) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1u: 0.0/44.0/10.0 cm2/m, as2u: 0.0/37.8/10.0 cm2/m

Position 1: Fundamentplatte / Zahlenwerte asq



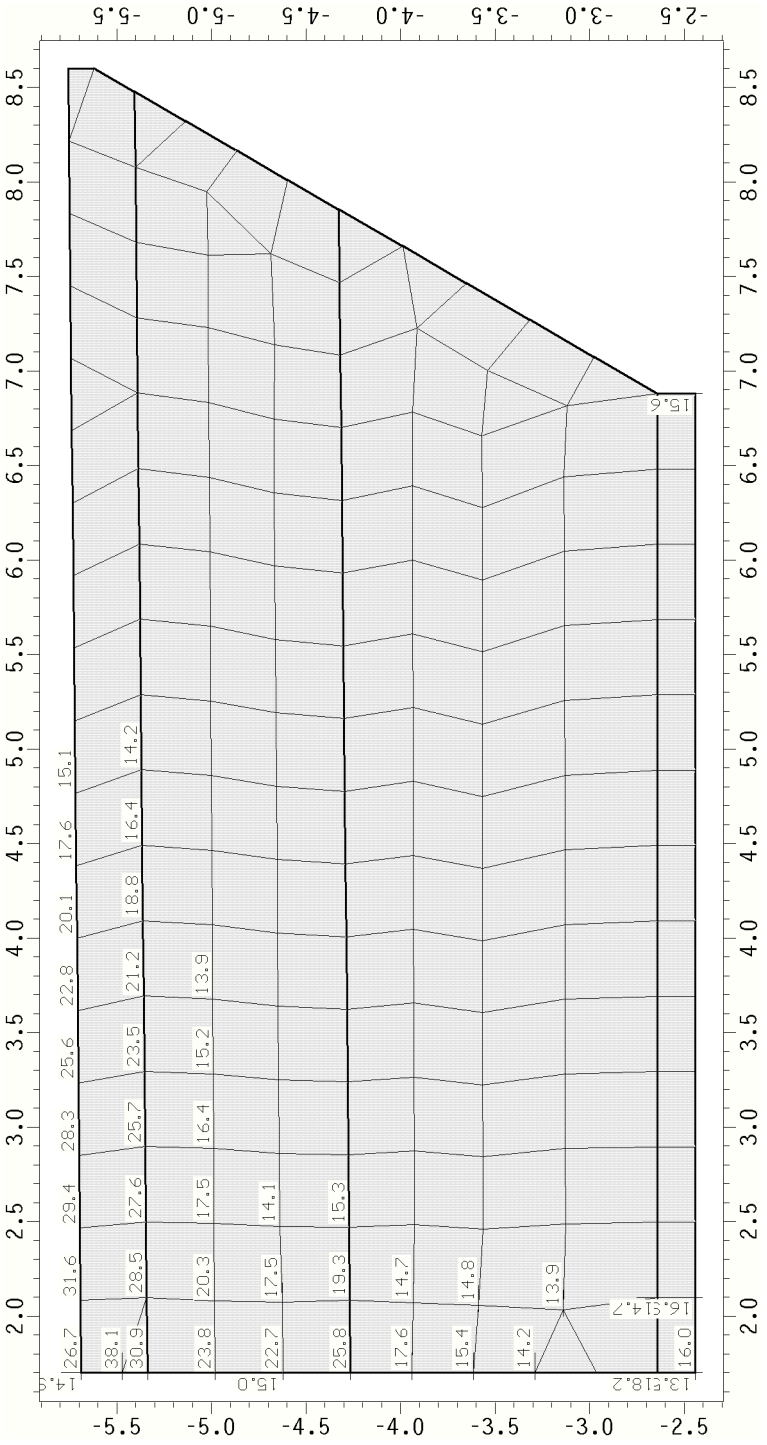
Zahlenwerte asq, Schubbewehrung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): asq: 0.0/16.2/ 0.0 cm2/m2

Flächengruppe 2: Flügel SW / Vektoren aso



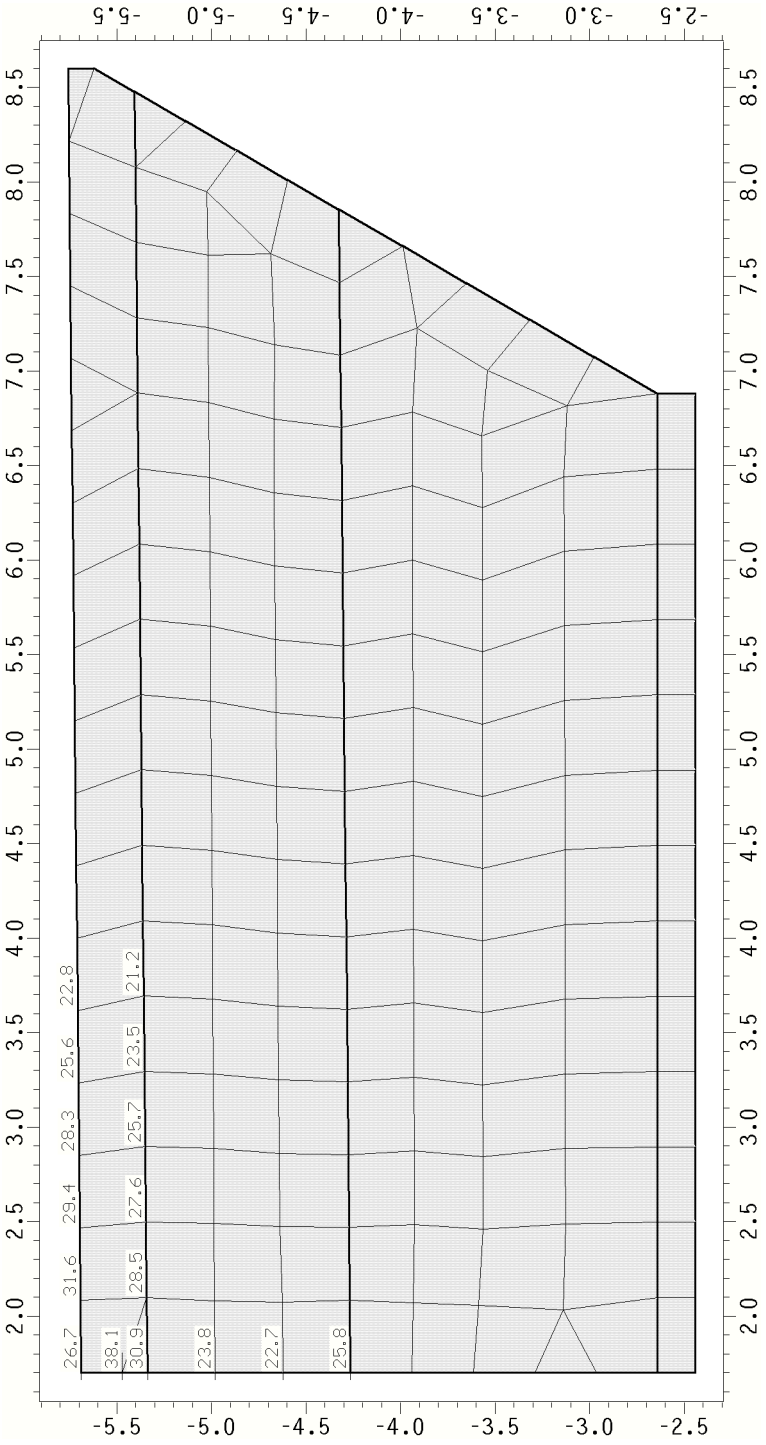
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 1.5/38.1/7.5 cm2/m, as2o: 4.5/18.2/7.5 cm2/m

Flächengruppe 2: Flügel SW / Vektoren aso



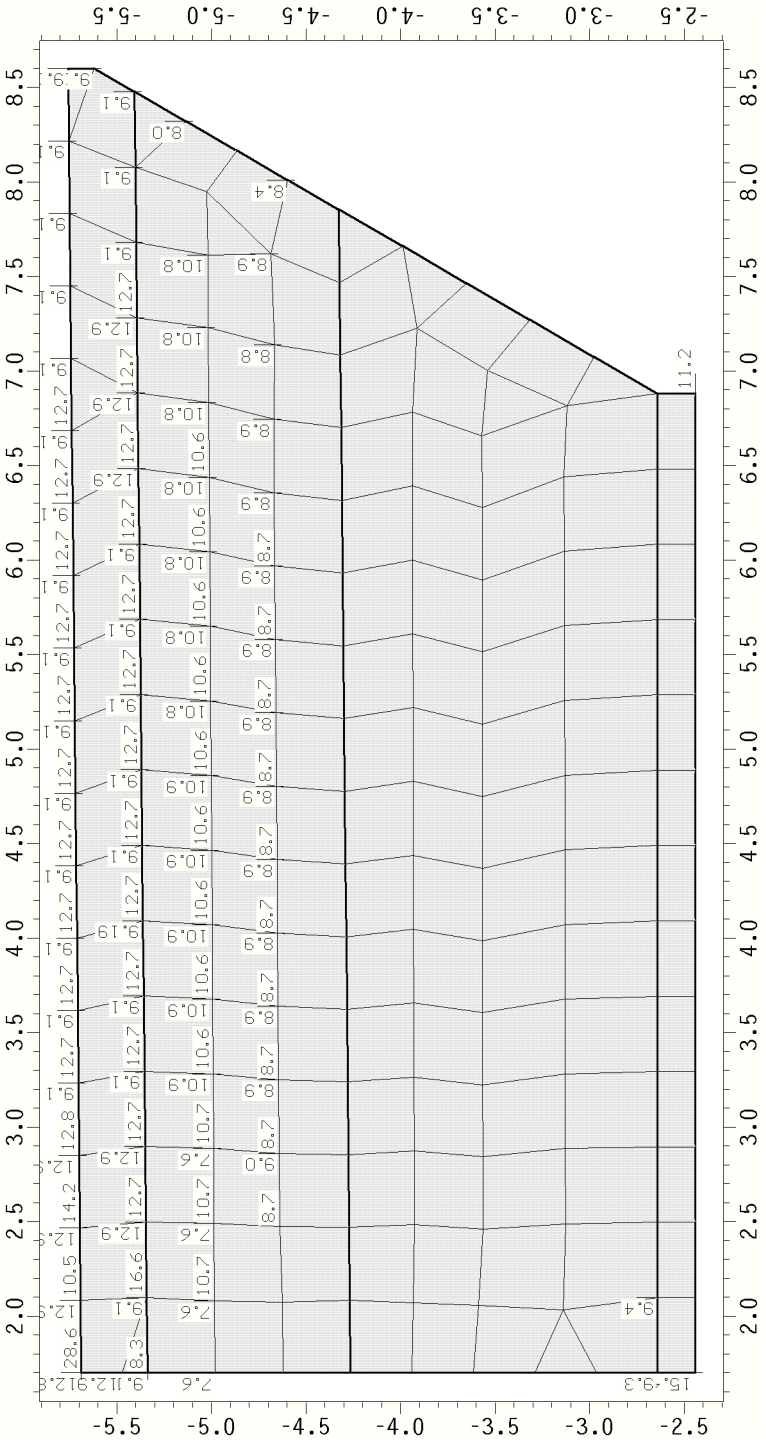
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 1.5/38.1/13.4 cm2/m, as2o: 4.5/18.2/13.4 cm2/m

Flächengruppe 2: Flügel SW / Vektoren aso



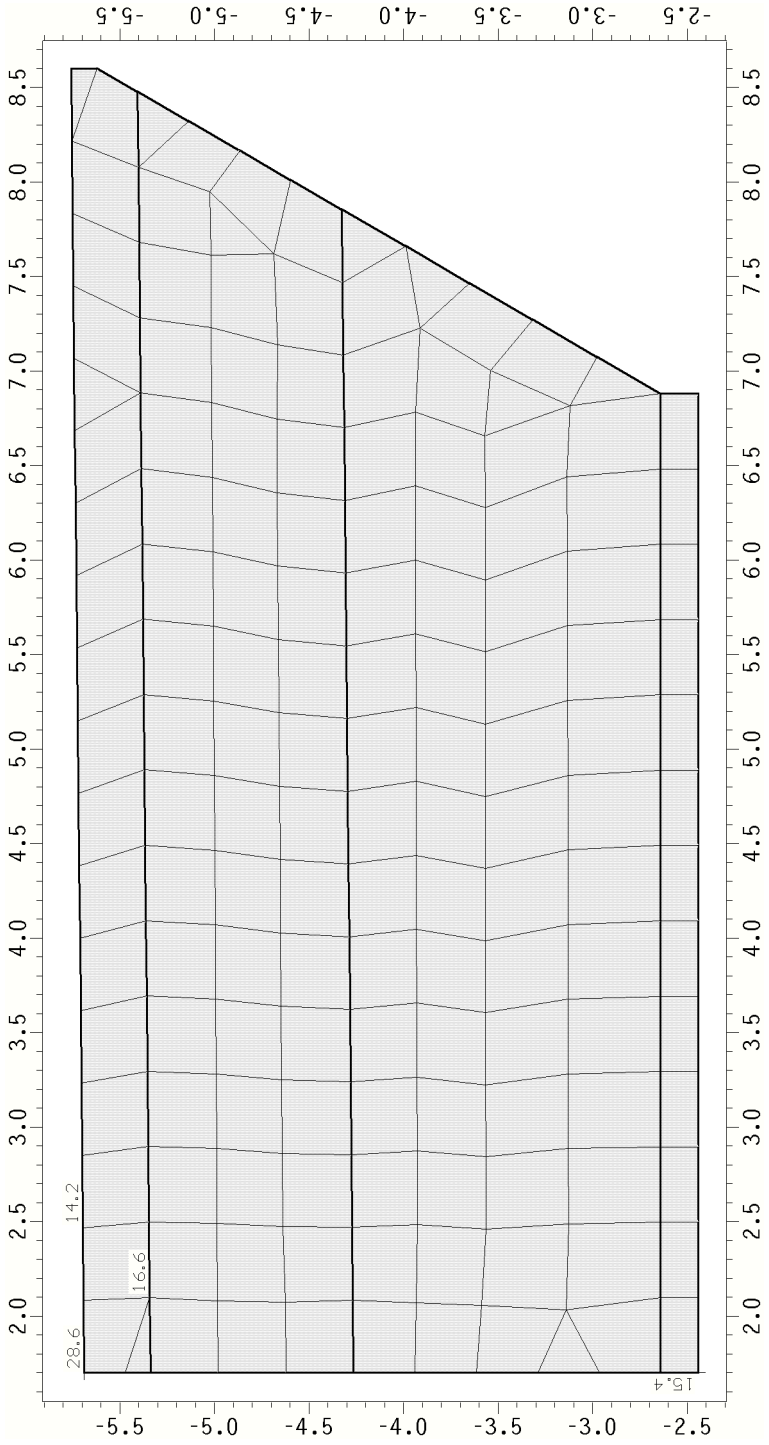
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 1.5/38.1/20.9 cm2/m, as2o: 4.5/18.2/20.9 cm2/m

Flächengruppe 2: Flügel SW / Vektoren asu



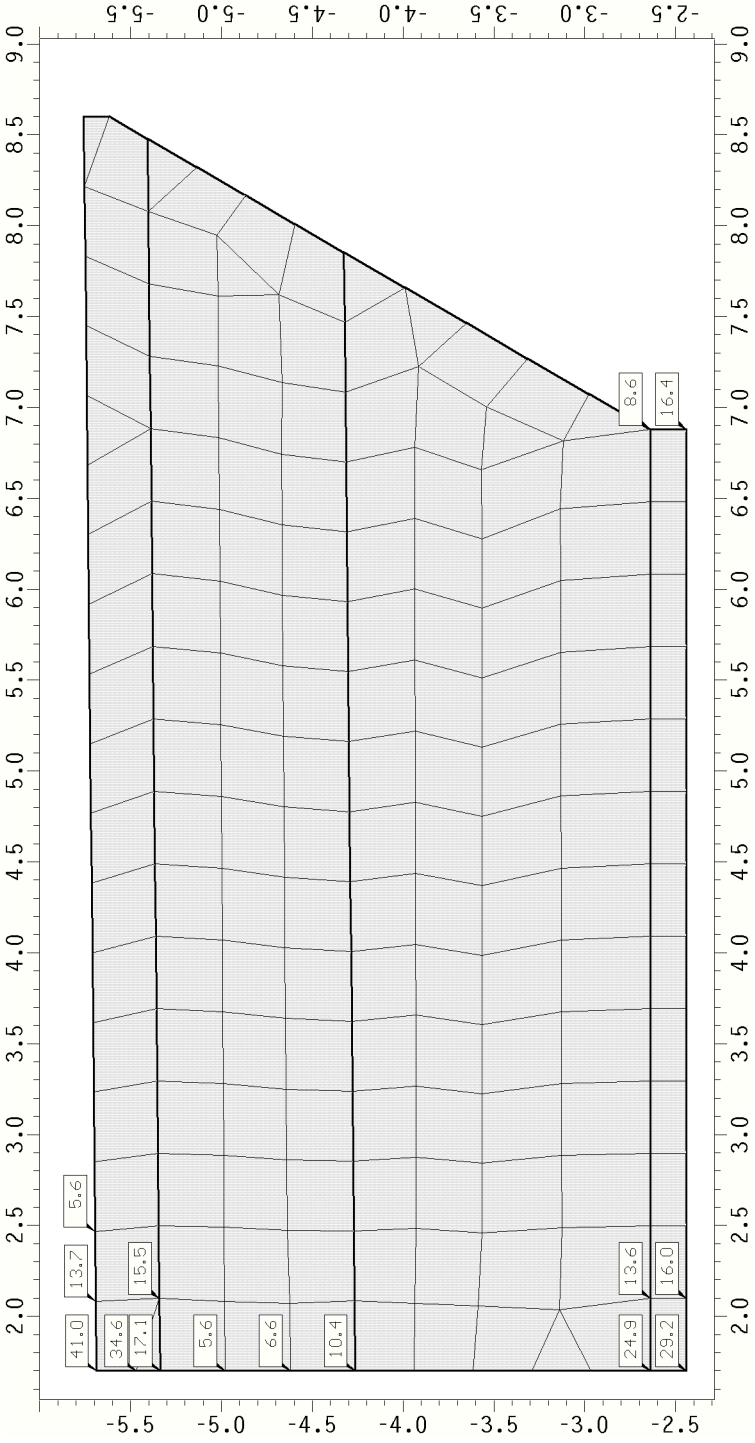
Vektoren asu, Längsbewehrung (unten) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1u: 0.9/28.6/7.5 cm2/m, as2u: 4.5/15.4/7.5 cm2/m

Flächengruppe 2: Flügel SW / Vektoren asu



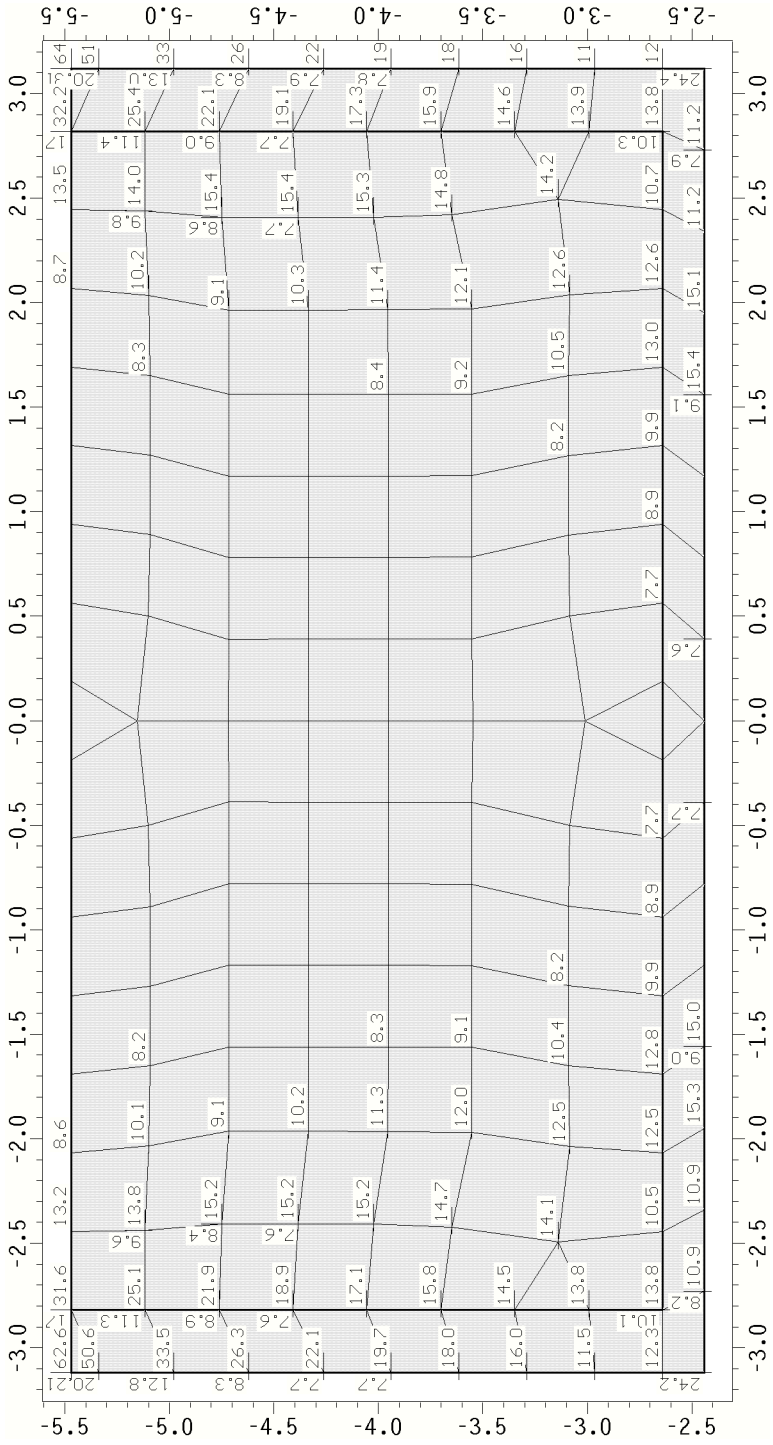
Vektoren asu, Längsbewehrung (unten) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1u: 0.9/28.6/13.4 cm2/m, as2u: 4.5/15.4/13.4 cm2/m

Flächengruppe 2: Flügel SW / Zahlenwerte asq



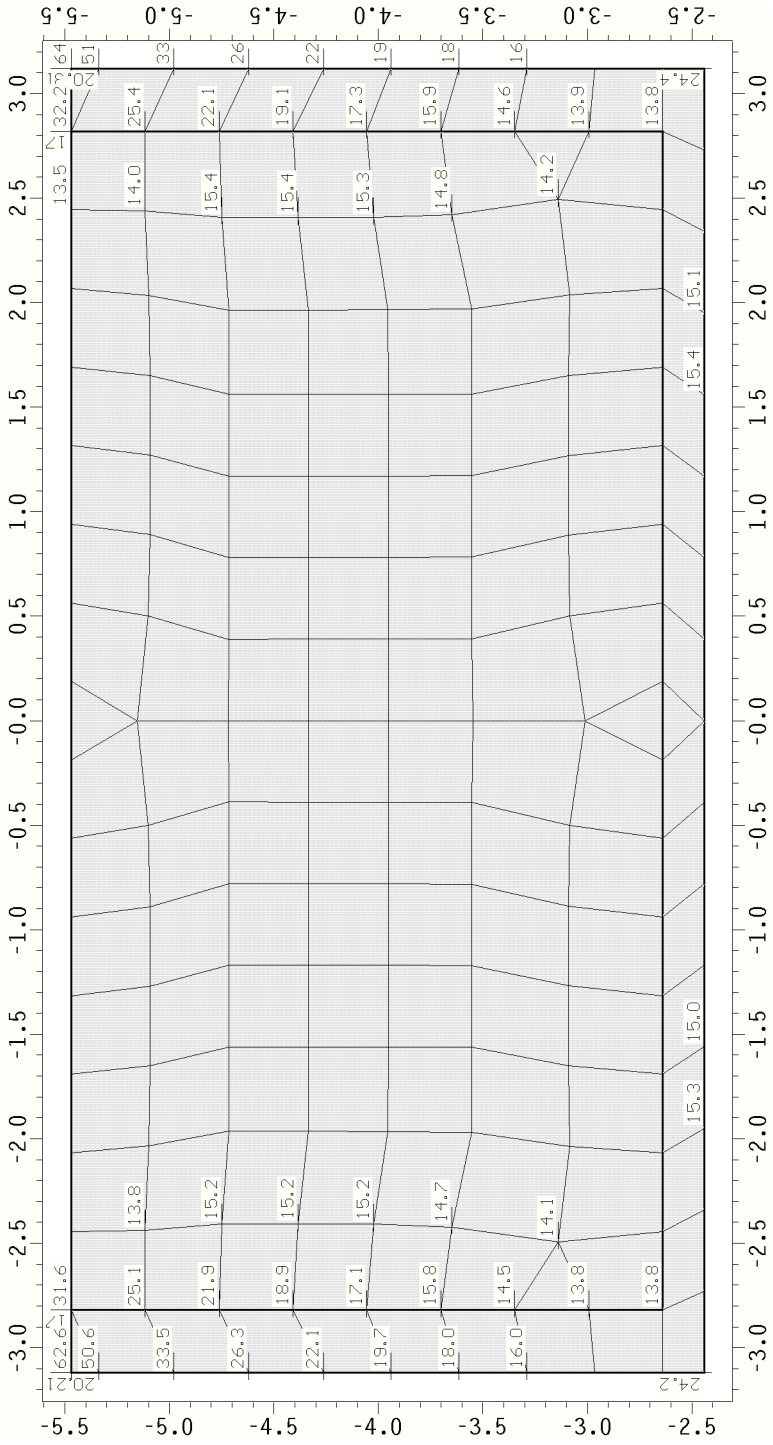
Zahlenwerte asq, Schubbewehrung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): asq: 0.0/41.0/ 0.0 cm2/m2

Position 5: Widerlager West / Vektoren aso



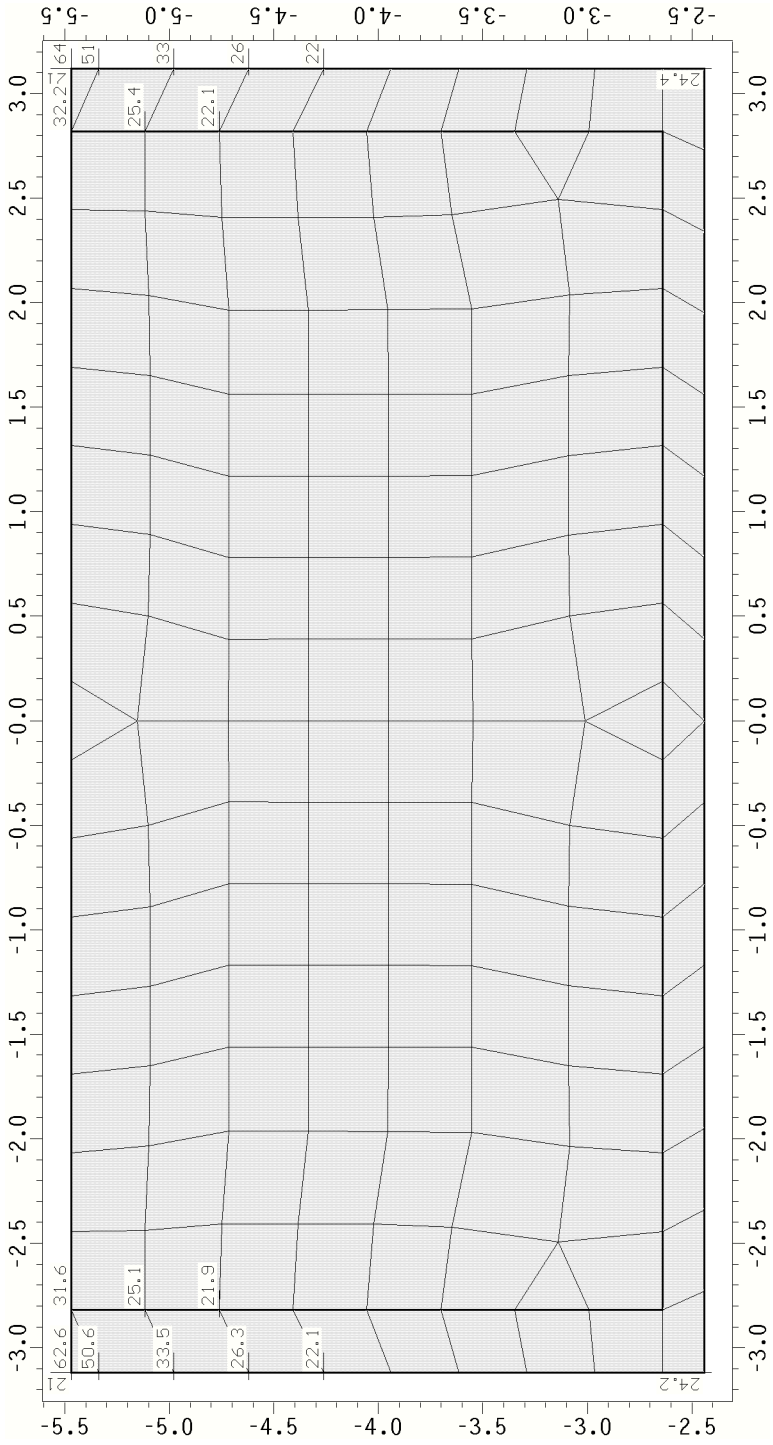
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 3.2/64.0/7.5 cm2/m, as2o: 3.0/24.4/7.5 cm2/m

Position 5: Widerlager West / Vektoren aso



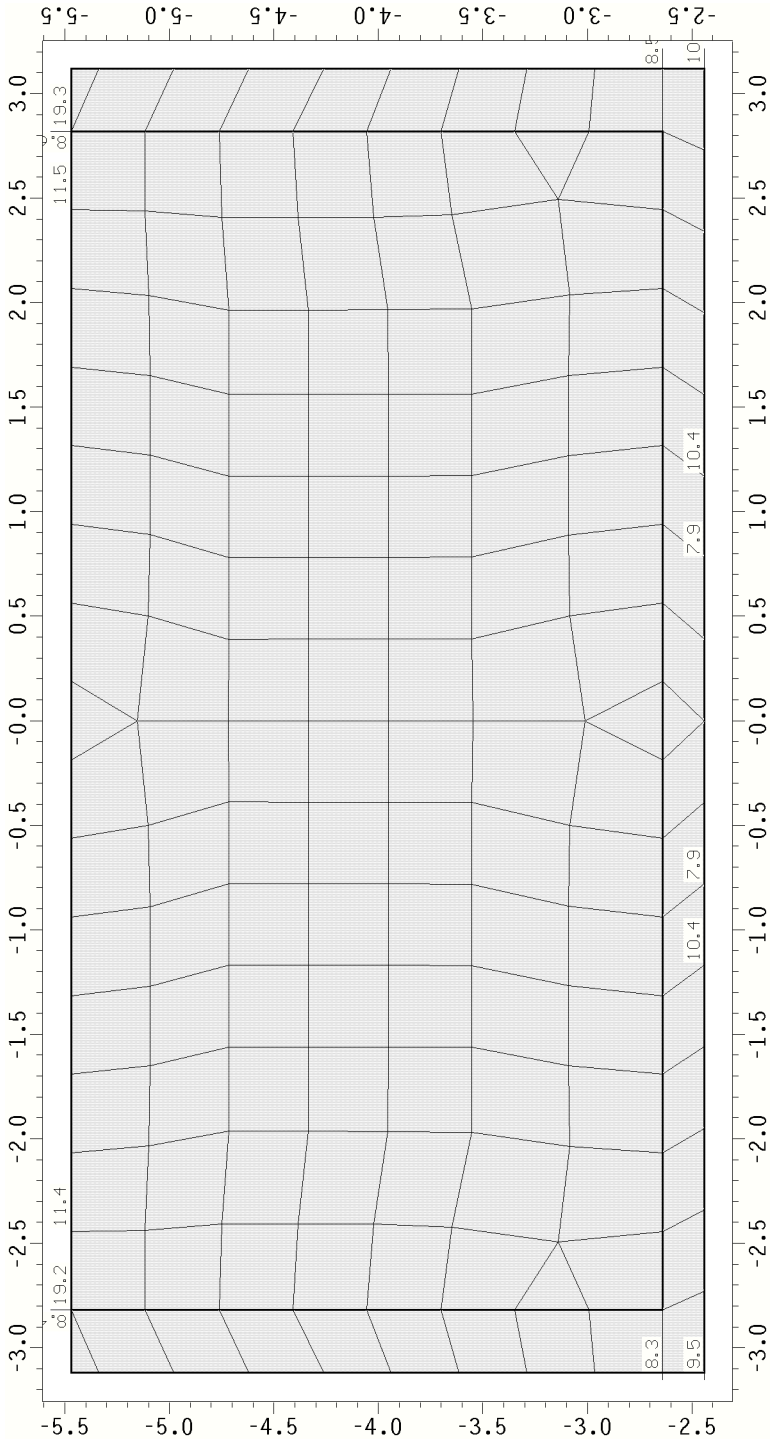
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 3.2/64.0/13.4 cm2/m, as2o: 3.0/24.4/13.4 cm2/m

Position 5: Widerlager West / Vektoren aso



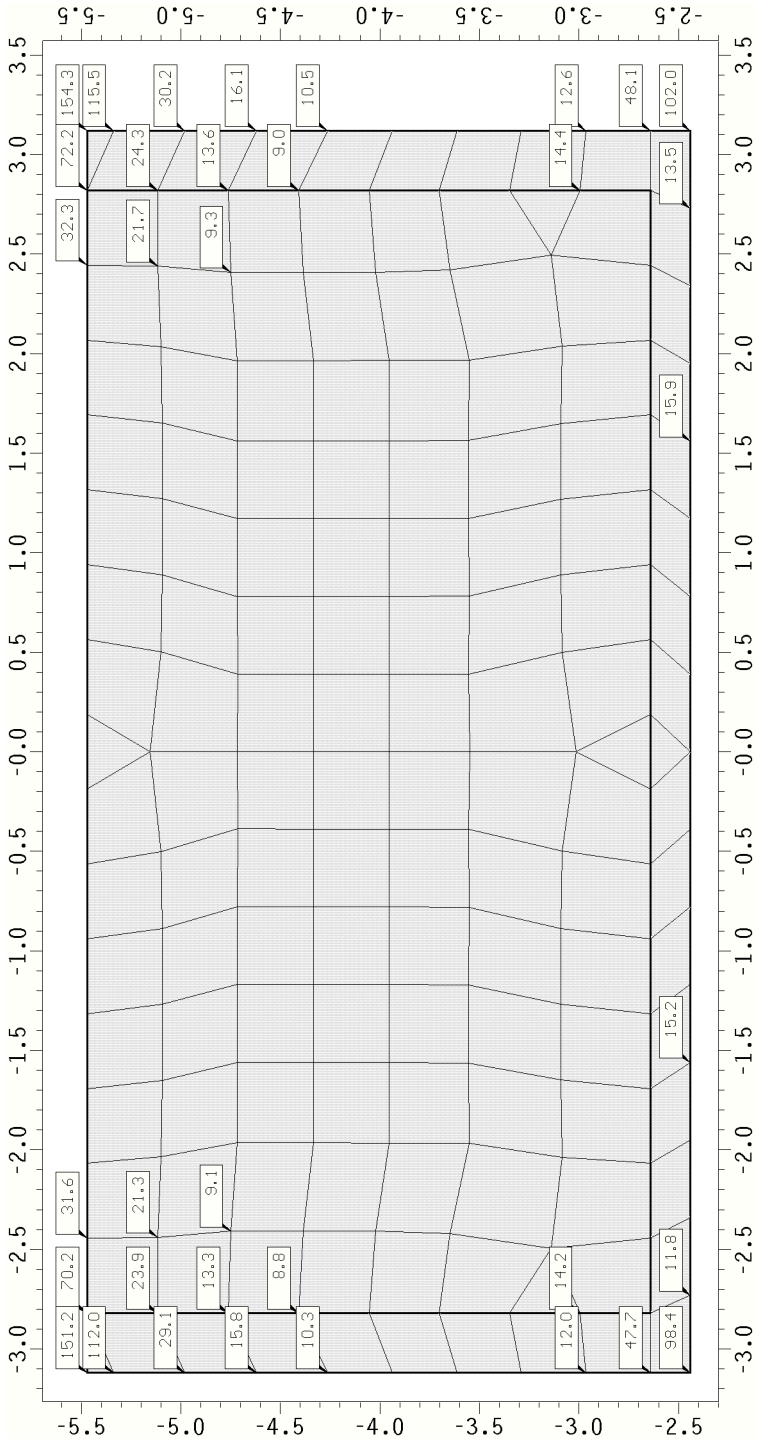
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 3.2/64.0/20.9 cm2/m, as2o: 3.0/24.4/20.9 cm2/m

Position 5: Widerlager West / Vektoren asu



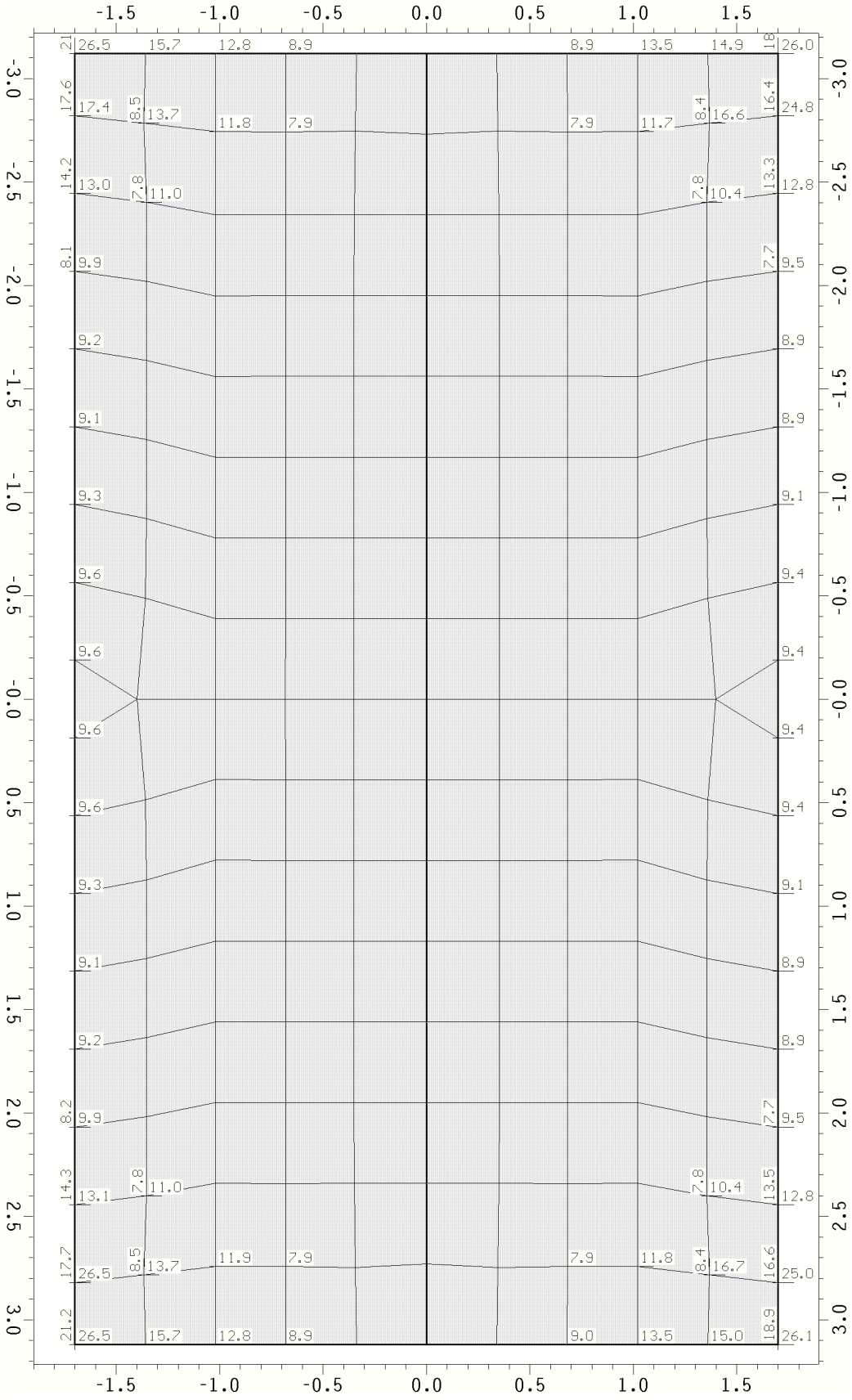
Vektoren asu, Längsbewehrung (unten) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1u: 1.0/19.3/7.5 cm2/m, as2u: 3.0/8.6/7.5 cm2/m

Position 5: Widerlager West / Zahlenwerte asq



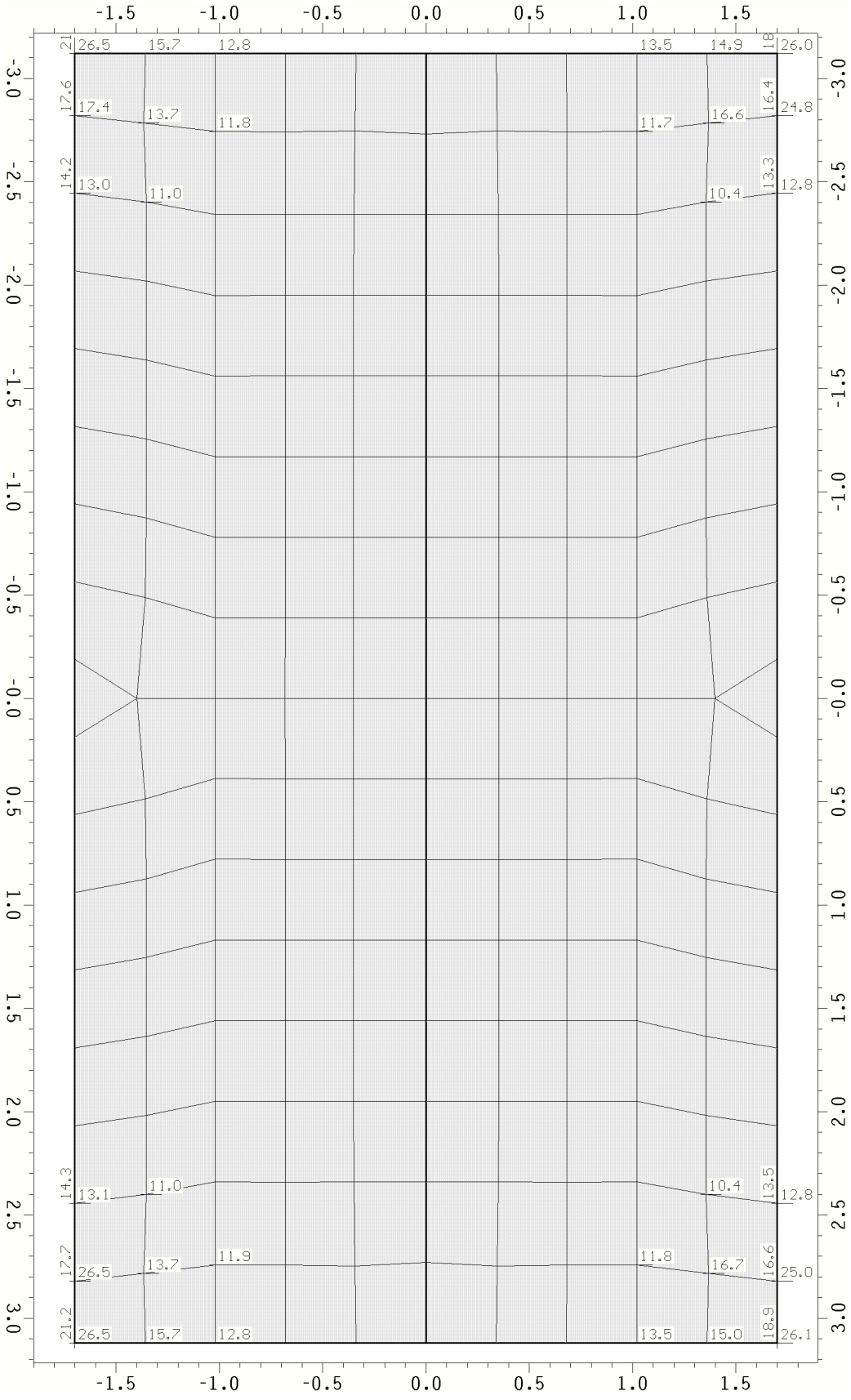
Zahlenwerte asq, Schubbewehrung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): asq: 0.0/154.3/ 0.0 cm2/m2

Flächengruppe 5: Überbau / Vektoren aso



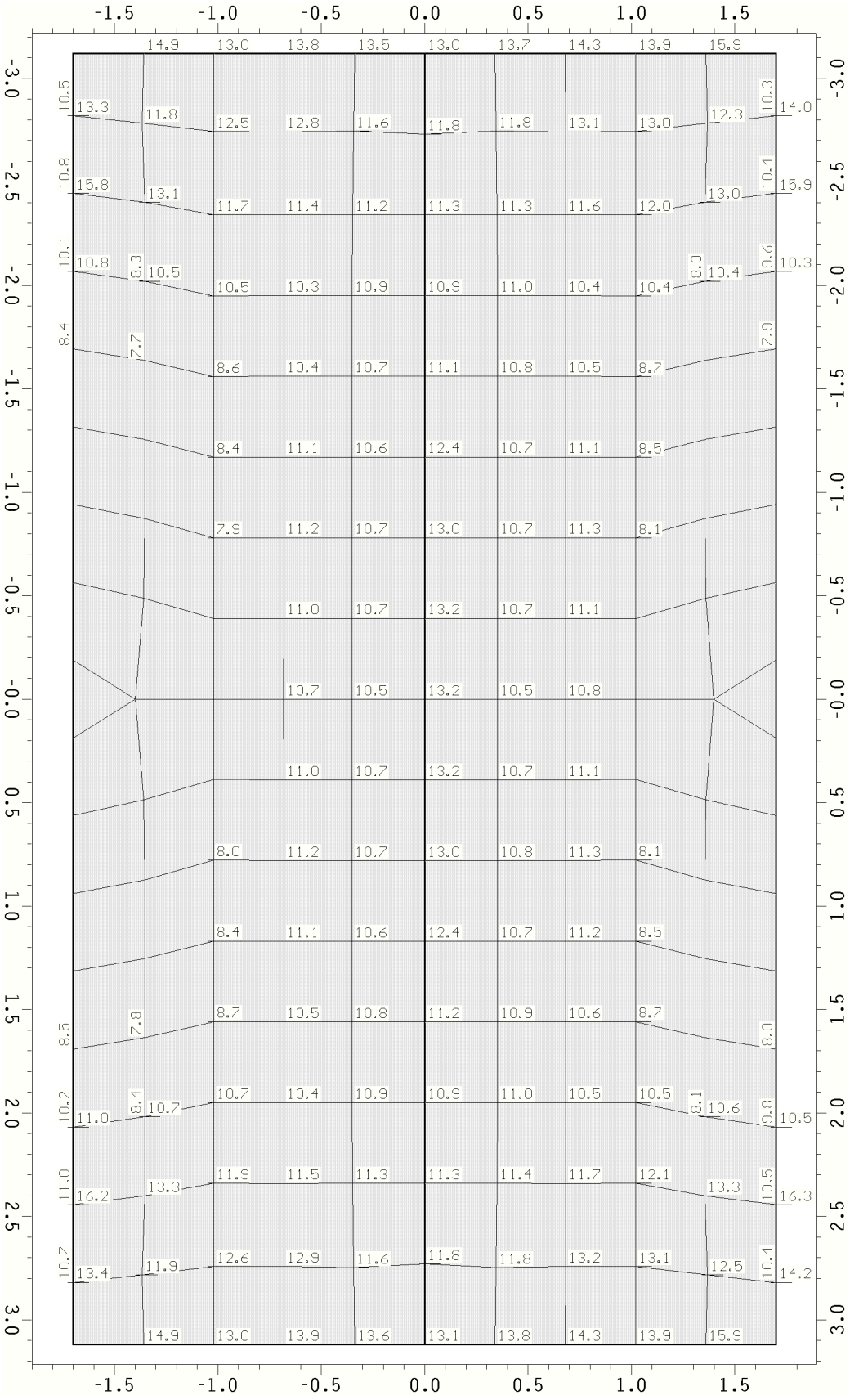
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 0.9/26.5/7.5 cm2/m, as2o: 4.4/21.2/7.5 cm2/m

Flächengruppe 5: Überbau / Vektoren aso



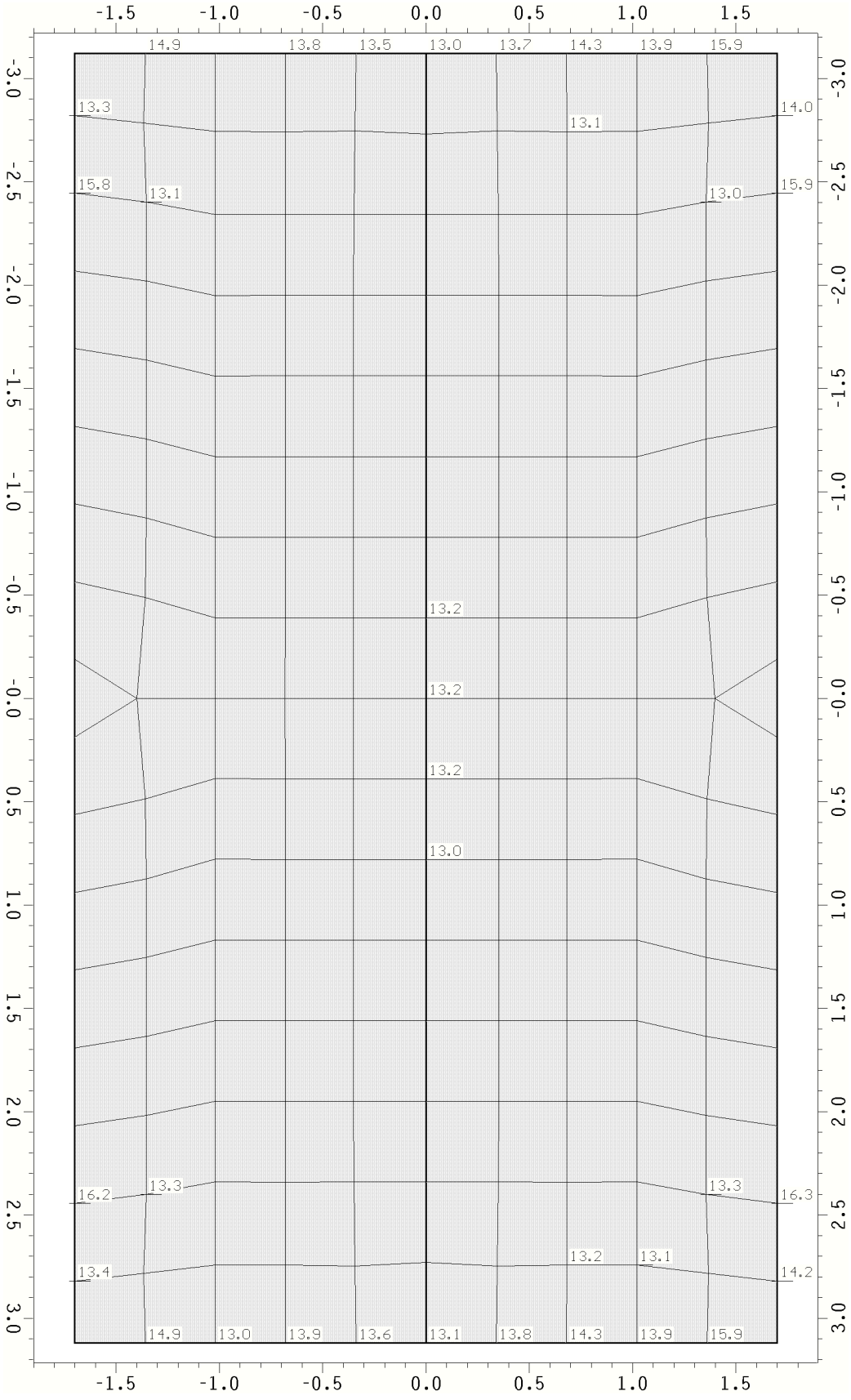
Vektoren aso, Längsbewehrung (oben) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1o: 0.9/26.5/10.0 cm2/m, as2o: 4.4/21.2/10.0 cm2/m

Flächengruppe 5: Überbau / Vektoren asu



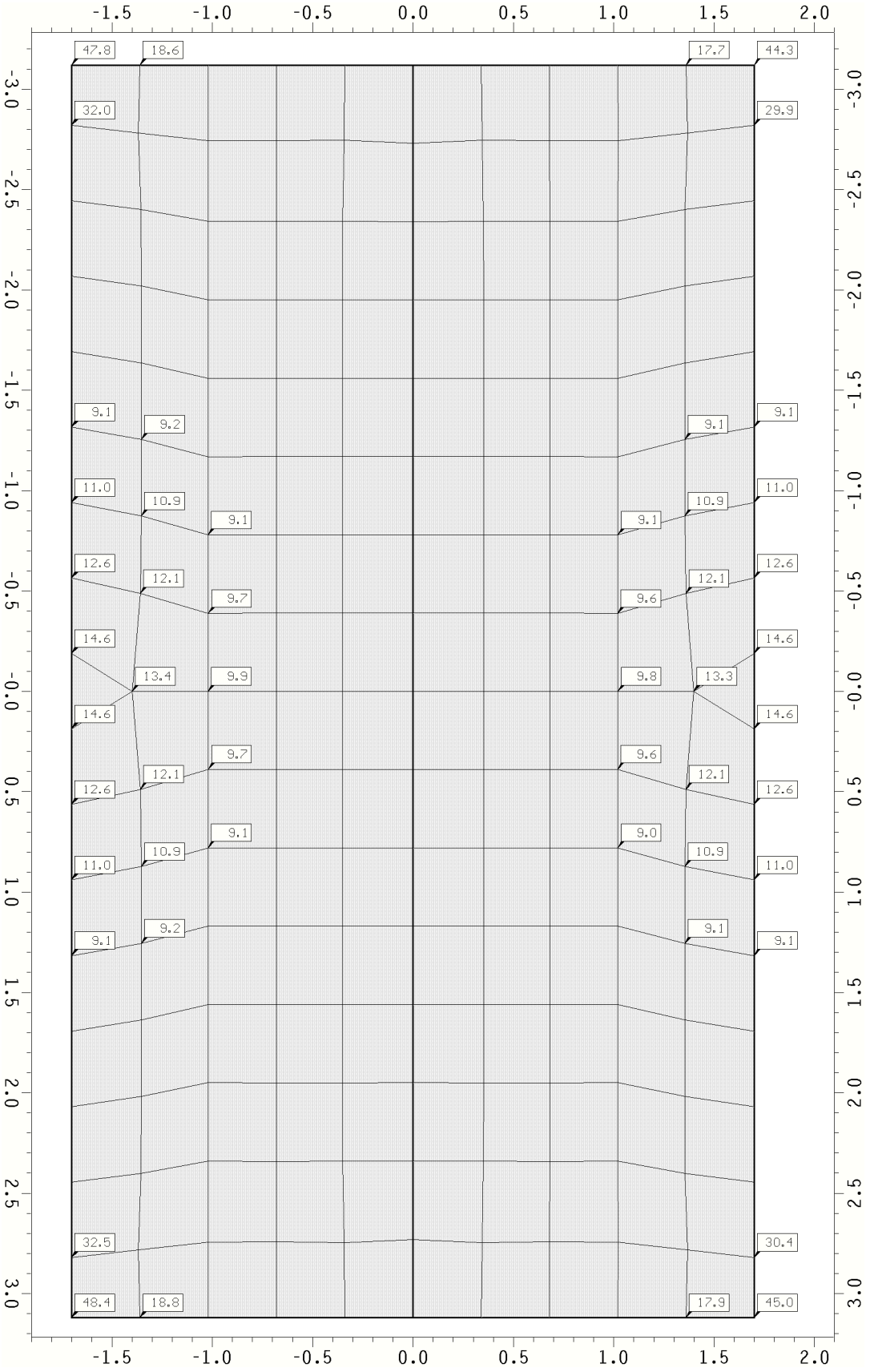
Vektoren asu, Längsbewehrung (unten) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1u: 0.9/16.3/7.5 cm2/m, as2u: 1.3/11.0/7.5 cm2/m

Flächengruppe 5: Überbau / Vektoren asu



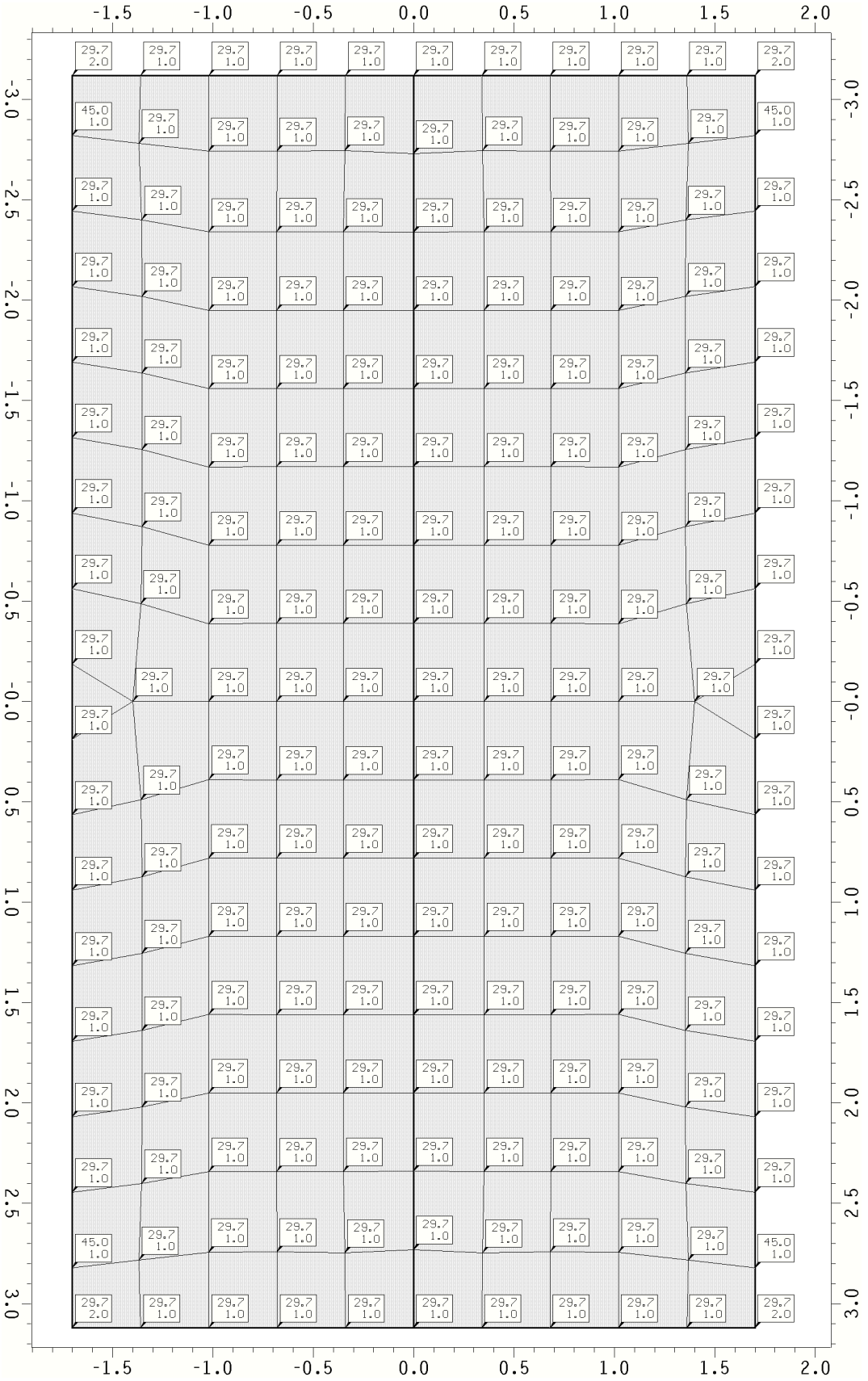
Vektoren asu, Längsbewehrung (unten) in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert: as1u: 0.9/16.3/13.0 cm2/m, as2u: 1.3/11.0/13.0 cm2/m

Flächengruppe 5: Überbau / Zahlenwerte asq



Zahlenwerte asq, Schubbewehrung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): asq: 0.0/48.4/ 0.0 cm2/m2

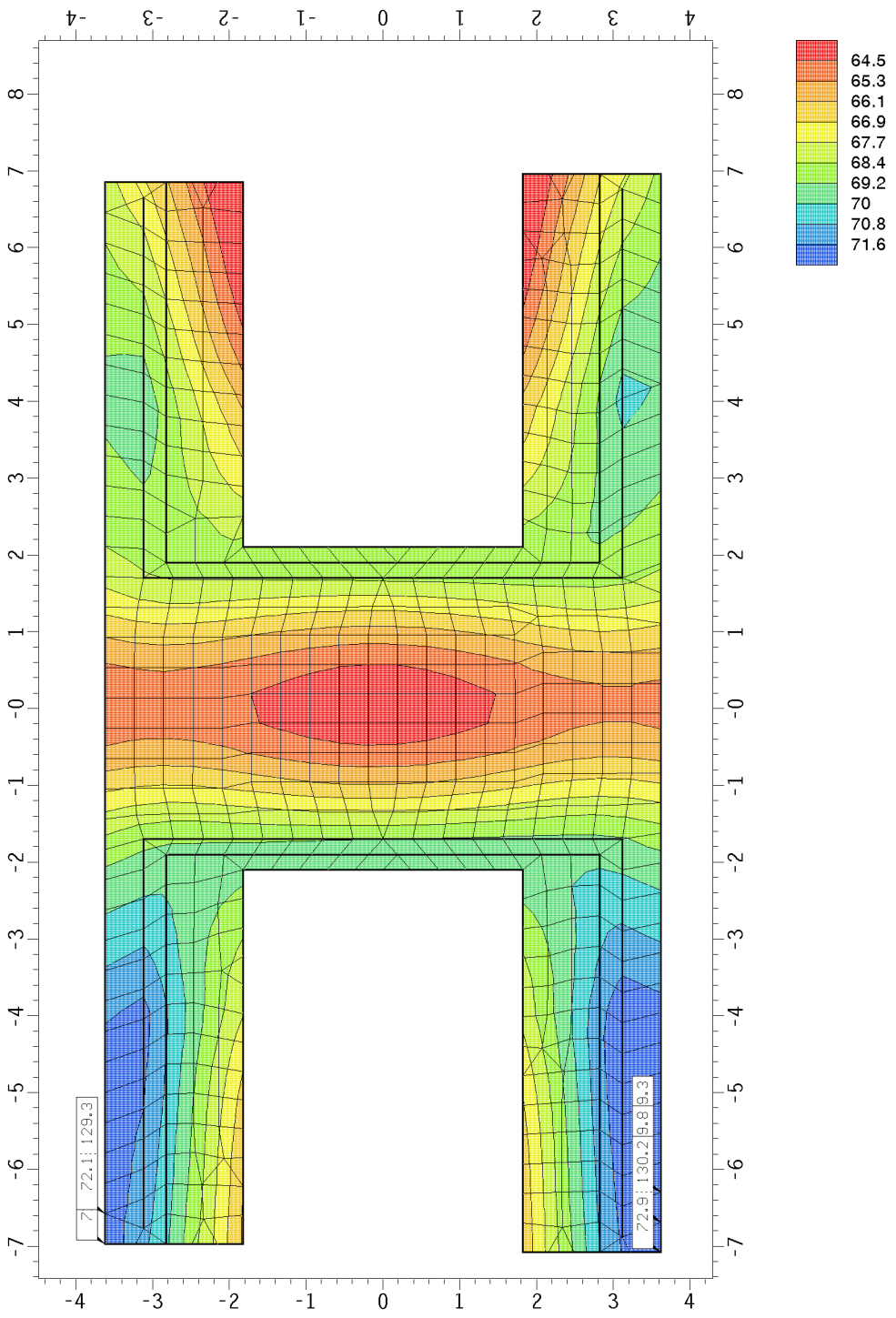
Flächengruppe 5: Überbau / Zahlenwerte θ, AB



Zahlenwerte θ, AB, Druckstrebenwinkel, Querkraftausnutzungsbereich in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): θ: 29.7/45.0/ 0.0 °, AB: 1.0/ 2.0/ 0.0

Ebene Fundament / Konturen min σbz / Zahlenwerte ext σbz

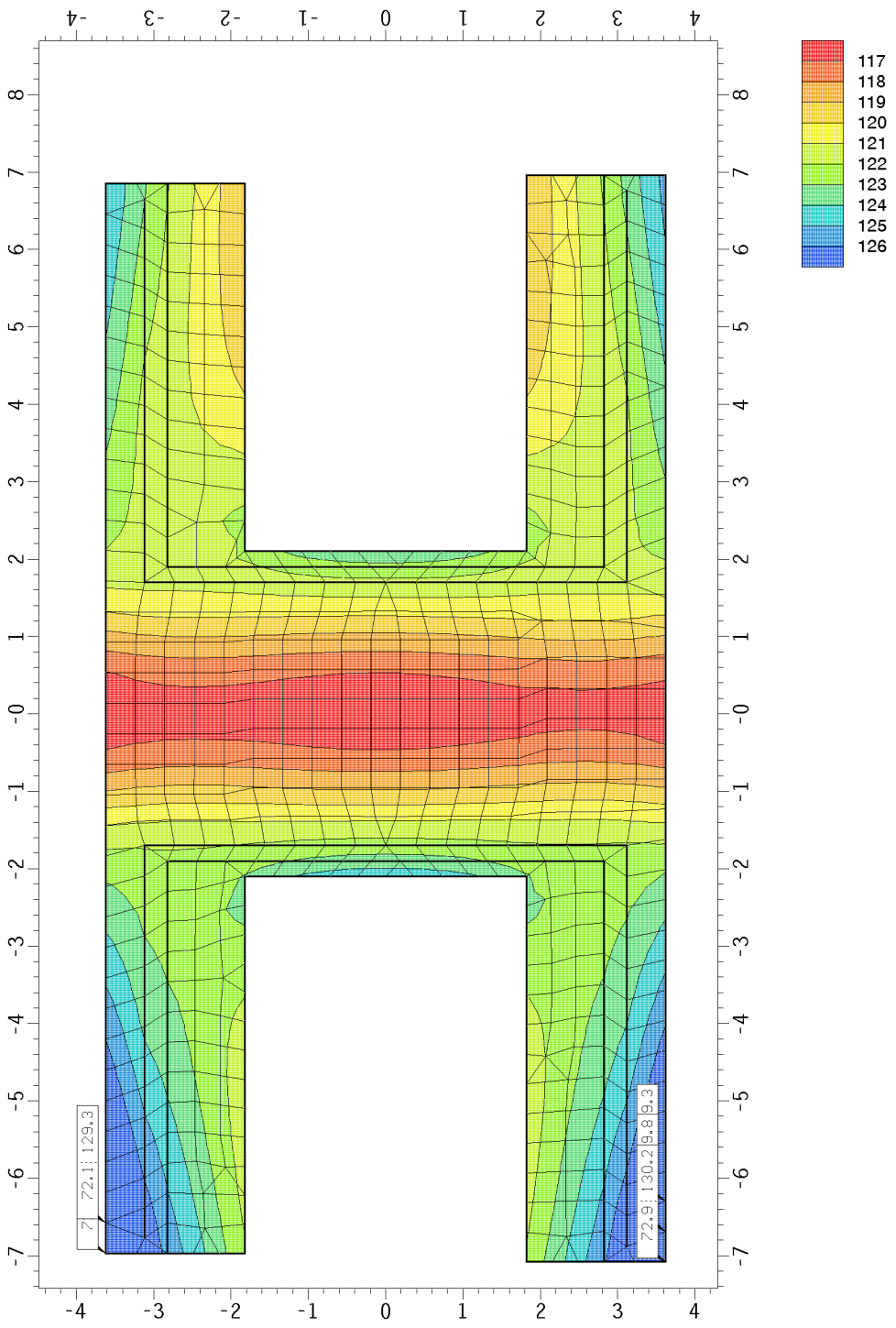
Nachweis 1 [EC 2 Bemessung]: Extremierung 1: Standardkombination



Konturen min σbz, min. Bodenpressung
Min/Max: min σbz: 62.626/ 72.853 kN/m2
Zahlenwerte ext σbz, extr. Bodenpressung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): σbz: 62.6/130.2/128.9 kN/m2

Ebene Fundament / Konturen max σbz / Zahlenwerte ext σbz

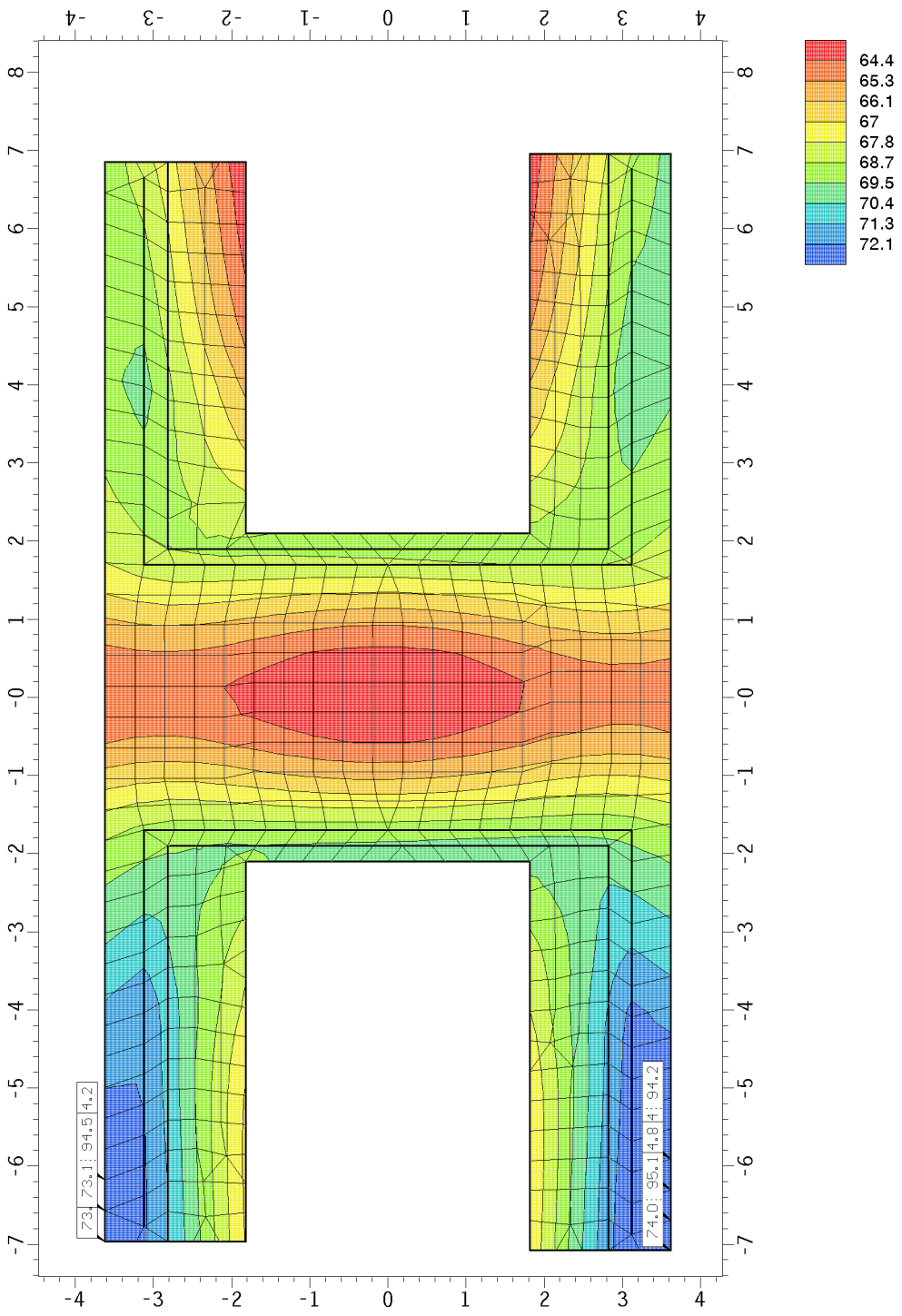
Nachweis 1 [EC 2 Bemessung]: Extremierung 1: Standardkombination



Konturen max σbz, max. Bodenpressung
Min/Max: max σbz: 116.311/130.174 kN/m2
Zahlenwerte ext σbz, extr. Bodenpressung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): σbz: 62.6/130.2/128.9 kN/m2

Ebene Fundament / Konturen min σbz / Zahlenwerte ext σbz

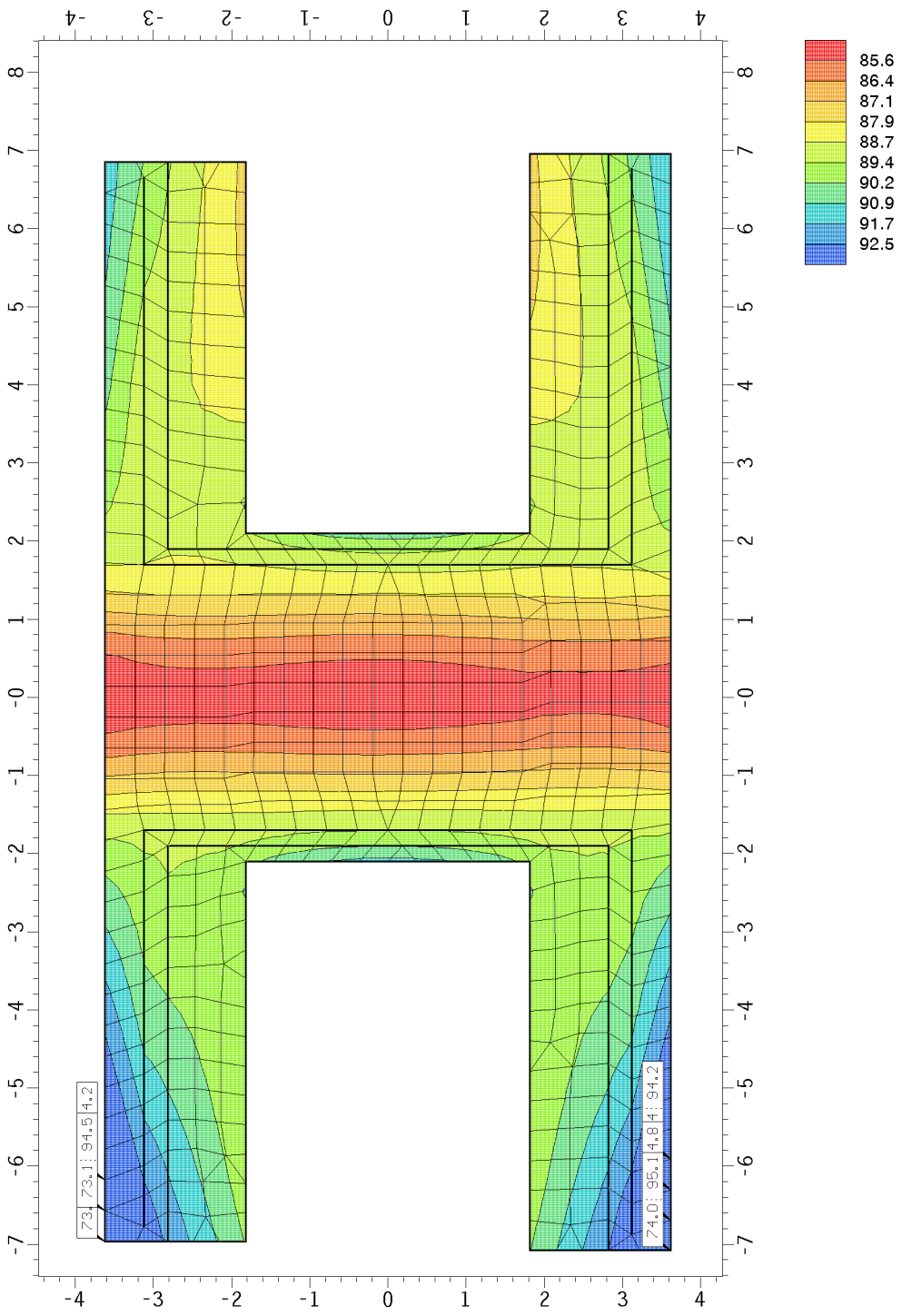
Nachweis 3 [EC 2 Spannungsnachweis]: Extremierung 1: Standardkombination



Konturen min σbz, min. Bodenpressung
Min/Max: min σbz: 63.564/ 74.033 kN/m2
Zahlenwerte ext σbz, extr. Bodenpressung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): σbz: 63.6/95.1/94.1 kN/m2

Ebene Fundament / Konturen max σbz / Zahlenwerte ext σbz

Nachweis 3 [EC 2 Spannungsnachweis]: Extremierung 1: Standardkombination



Konturen max σbz, max. Bodenpressung
Min/Max: max σbz: 85.037/ 95.092 kN/m2
Zahlenwerte ext σbz, extr. Bodenpressung in den Elementknoten
Min/Max/Grenzwert (je Zeile): σbz: 63.6/95.1/94.1 kN/m2