

Bauherr: Die Autobahn GmbH des Bundes
Niederlassung Nordwest
Gradestraße 18
30163 Hannover

Bauvorhaben: **Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal**
Teilbauwerke A und B
ASB-Nr. 2817605

Auftrag: **14363**

Inhalt: **Statische Berechnung**
Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs
Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7

Tragwerksplanung: WTM Engineers GmbH
Beratende Ingenieure im Bauwesen

Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

Bearbeiter:
M.Sc. Jeniffer Santodomingo
Telefon: 040 / 35 00 9 - 200
Mail: j.santodomingo@wtm-hh.de

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Allgemeines	2
1.1 Verwendete Unterlagen und Software	3
1.1.1 Vorschriften, Normen, Zulassungen, verwendete Literatur	3
1.1.2 Sonstige Unterlagen	3
1.1.3 EDV	4
1.2 Zugehörige Unterlagen	4
1.3 Konstruktionsbeschreibung	4
2. Berechnungsgrundlagen	5
3. Lastannahmen	5
4. Berechnungsmodell	5
5. Schnittgrößen und Auflagerreaktionen.....	6
6. Durchstanznachweise Endzustand	6
6.1 Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,ct}$ im kritischen Rundschnitt	7
6.2 Aufzunehmende Querkraft v_{Ed}	7
6.3 Nachweis	11
7. Verstärkung	12
7.1 Konstruktionsbeschreibung	12
7.1.1 Bestand.....	12
7.1.2 Anhebesituation (Bauzustand)	12
7.1.3 Endzustand.....	12
7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation	15
7.2.1 EDV-Ausgabe	16
7.2.2 Nachweis der Biegebewehrung der Platte	76
7.2.3 Durchstanznachweis Hilfsstützen.....	90
7.2.4 Pressenwahl	94
7.2.5 Nachweis der Anhebekonstruktion	96
7.2.6 Nachweis Bestandsfundament	104
7.3 Vordimensionierung Lager (Endzustand)	105
7.3.1 Lagerkräfte und Lagerverformungen.....	105
7.3.2 Vordimensionierung Lager	107
7.4 Nachweis Lastverteilungsplatte (Bauzustand)	112
7.5 Nachweis Stützenkopf (Endzustand)	126
8. Zusammenfassung.....	128

1. Allgemeines

Gemäß der mittel- bis langfristigen Strategie des BMVI zur Ertüchtigung von Straßenbrücken im Bestand sind diese Bauwerke nach der „Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie), Ausgabe Mai 2011“ zu untersuchen und zu bewerten. Von WTM wurde für das Bauwerk 655 – Brückenstrang Blumenthal eine Nachrechnung in den Stufen 1 und 2 des Brückenüberbaus (WTM, Dezember 2018 und März 2020 sowie 1. bis 4. Ergänzung zur NRS 2 in den Jahren 2022, 2023 und 2024) durchgeführt. Im Zuge der Nachrechnung wurden rechnerische Defizite bei den Querkraft- und Durchstanznachweisen festgestellt.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie (WTM) wurden mögliche Verstärkungsmaßnahmen zur Behebung der verbleibenden Defizite untersucht. Auf Grundlage der Machbarkeitsstudie wurde festgelegt, dass die folgenden Bereiche mit Durchstanzdefiziten ertüchtigt werden sollen:

Teilbauwerk A, Hauptstrang: Nördliche und mittlere Auflagerpunkte
in Achse 4 und Achse 7

Die Verstärkung des Hauptstranges umfasst die Ertüchtigung der Stützpunkte durch eine Vergrößerung des Durchstanzkegels. Dies wird durch die Vergrößerung der Lagerflächen mittels eines Lagertauschs erreicht. Dabei werden die bestehenden Lager abgebaut und durch neue ersetzt. Zur Vergrößerung der Auflagerfläche (Durchstanzkegel) am Überbau werden zwischen der oberen Lagerplatte und dem Überbau Stahlplatten als Lastverteilungsplatten vorgesehen.

Ein Lagertausch der südlichen Lager in Achse 4 und 7 wird im Rahmen der Maßnahmen aufgrund des Alters der Lager ebenfalls durchgeführt. Die neuen Lager sollen mindestens die gleiche Abmessung wie die alten aufweisen. Eine erneute Durchprüfung des Durchstanznachweises ist damit nicht erforderlich.

Im Rahmen der vorliegenden statischen Berechnung wird der Durchstanznachweis für die neuen Lager einschließlich der Lastverteilungsplatten nördlich und mittig auf den Achsen 4 und 7 geführt. Anschließend werden der Überbau und die Hilfskonstruktion für die vorübergehende Lastsituation während des Lagerwechsels nachgewiesen.

Wir weisen darauf hin, dass weder ein Aufmaß der Pfeilerköpfe noch der an diese anschließenden, defizitären Auflagerpunkte in den Achsen 4 und 7 vorliegt. Ebenso liegen keine Bestandsunterlagen und/oder Bestandsaufnahmen der vorhandenen Lager mit allen zugehörigen Abmessungen vor.

Die Abmessungen der zugehörigen Fundamente inkl. Bodenüberdeckung werden für die Planung den Bestandsunterlagen entnommen und vor Ort nicht überprüft.

Nachweise für die neuen Lager sind nicht Bestandteil dieser Statik.

1.1 Verwendete Unterlagen und Software

1.1.1 Vorschriften, Normen, Zulassungen, verwendete Literatur

- BMVBS (05/2011): Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken (Nachrechnungsrichtlinie) inkl. 1. Ergänzung zur NRR 04/2015
- DIN FB 101:2009-03: Einwirkungen auf Brücken
- DIN FB 102:2009-03: Betonbrücken
- DIN 1072:1985: Straßen- und Wegbrücken, Lastannahmen
- BMVBS (2009): Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 06/2009 (kurz ARS 06/2009).

1.1.2 Sonstige Unterlagen

- [1] Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie – Stufe 1, Kapitel 1-6, 17.12.2018 von WTM Engineers GmbH
- [2] Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie – Stufe 2, Kapitel 1-7, 20.03.2020 von WTM Engineers GmbH
- [3] 1. Ergänzung zur Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie – Stufe 2, Nachrechnung der Pfeiler, 06.01.2022 von WTM Engineers GmbH
- [4] 2. Ergänzung zur Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie – Stufe 2, Erweiterte Berechnungen für Querkraft und Durchstanzen, 23.02.2022 von WTM Engineers GmbH
- [5] 3. Ergänzung zur Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie – Stufe 2, Durchstanznachweise unter Berücksichtigung gemessener Lagergrößen, 20.04.2023 von WTM Engineers GmbH
- [6] 4. Ergänzung zur Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie – Stufe 2, Zusätzliche rechnerische Untersuchungen Rampe Nord, 12.09.2024 von WTM Engineers GmbH
- [7] Machbarkeitsuntersuchung für Verstärkungsmaßnahmen, Bauwerk 655 - Brückenstrang Blumenthal, 24.09.2025 von WTM Engineers GmbH
- [8] Statische Prüfung der Nachrechnung (Prüfbericht Nr. GU 8/033/01/19), 17.10.2019 von Dipl.-Ing. Jörg Gustav

[9] Statische Prüfung der Nachrechnung (Prüfbericht Nr. GU 8/033/02/20), 06.10.2020 von
Dipl.-Ing. Jörg Gustav

[10] Statische Prüfung der Nachrechnung (Prüfbericht Nr. GU 8/033/03/22), 28.10.2022 von
Dipl.-Ing. Jörg Gustav

[11] Vorhandene Bestandsunterlagen gemäß Kapitel 1.1.3 der Nachrechnungsstufe 1 [1]

1.1.3 EDV

Es werden die Programmmodule der SOFiSTiK AG Oberschleißheim (Version 2018)
verwendet. Die verwendeten Module sind

- AQUA Materialien und Querschnitte
- SOFiMSHA, SOFiMSHC Geometrische Modellierung
- SOFiLOAD Lastgenerator für Finite Elemente und Stabwerke
- TENDON Geometrie und Spanngliedführung
- ASE Allgemeine Statik Finiter Element Strukturen
- MAXIMA Überlagerung
- SIR Schnitte im Raum
- AQB Bemessung von Querschnitten und von Spannbeton
- BEMESS Bemessung von Flächentragwerken

1.2 Zugehörige Unterlagen

- [P1] 01 - Übersichtsplan
[P2] 02 - Lagerversetzplan neue Lager in Achse 4 und 7
[P3] 03 - Plan Anhebekonstruktion in Achse 4 und Achse 7
[P4] 04 - Plan Lagerwechsel, Stützenkopfaufweitung

1.3 Konstruktionsbeschreibung

Das Bestandsbauwerk 655 – Brückenstrang Blumenthal wurde im Kapitel 1.2 der Nachrechnungsstufe 1 [1] detailliert beschrieben.

2. Berechnungsgrundlagen

Siehe [1], [2]

Bei den Durchstanznachweisen erfolgt die Vorgehensweise analog zur 3. Ergänzung zur Nachrechnung [5].

Die Nachweisführung erfolgt ausschließlich anhand von Durchstanznachweisen nach DIN EN 1992-2. Dabei kommen die Zusatzregelungen der Nachrechnungsrichtlinie zur Anwendung, insbesondere die Reduzierung der Teilsicherheitsbeiwerte und Zwangsschnittgrößen. Die Betoneigenschaften werden entsprechend den Ergebnissen der Baustoffuntersuchungen angepasst. Nachweise nach dem DIN-Fachbericht werden nicht berücksichtigt.

Es werden Durchstanznachweise für die maximal auftretenden Querkraftwerte geführt. Ein differenzierter Nachweis getrennt nach Längs- und Querrichtung sowie für den Mittelwert wird nicht durchgeführt. Für die nördlichen Randstützen erfolgt zusätzlich ein ergänzender Nachweis der hohen Querkkräfte am Plattenrand in x-Richtung.

Bei den Nachweisen wird die erhöhte Betondruckfestigkeit gemäß [2], Kapitel 1.2, angesetzt.

$$f_{ck} = 56,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 31,7 \text{ N/mm}^2$$

Die Reduzierung des Teilsicherheitsbeiwertes auf $\gamma_G = 1,20$ statt $\gamma_G = 1,35$ wird nur für den Durchstanznachweis im Endzustand angesetzt.

3. Lastannahmen

Es wird auf das Kapitel 3 der Nachrechnungsstufe 1 [1] verwiesen.

4. Berechnungsmodell

Das statische System (Berechnungsmodell) wird aus der Nachrechnungsstufe 1 [1] mit den entsprechenden Anpassungen gemäß Kapitel 3 der Nachrechnungsstufe 2 übernommen.

Es wird auf die Kapitel 2 und 3 der Nachrechnungsstufe 1 [1] in Verbindung mit Kapitel 3 der Nachrechnungsstufe 2 [2] sowie auf Kapitel 3.1.2 der 2. Ergänzung zur Nachrechnungsstufe 2 [4] verwiesen.

5. Schnittgrößen und Auflagerreaktionen

Die die Schnittgrößen und Auflagerkräfte der Einzellastfälle werden größtenteils unverändert aus der Nachrechnungsstufe 2 [2] in Verbindung mit der 2. Ergänzung zur Nachrechnungsstufe 2 [4] übernommen.

6. Durchstanznachweise Endzustand

Im Rahmen der Hauptberechnung in der Stufe 2 der Nachrechnungsrichtlinie [2] in Verbindung mit der 2. und 3. Ergänzung zur Nachrechnungsstufe 2 [4]+[5] konnte für die nördlichen und mittleren Auflagerpunkte in den Achsen 4 und 7 bisher keine ausreichende Tragsicherheit nachgewiesen werden. Für alle weiteren Achsen des Hauptstranges sind die Durchstanznachweise mit einer ausreichenden Sicherheit erfüllt.

Nachfolgend werden diese Stützpunkte unter Vergrößerung der Durchstanzkegel (Vergrößerung der Lagerplatten) erneut untersucht. Der Durchstanzkegel wird dabei so weit vergrößert, dass die Nachweise eingehalten werden.

Für die Nachweise werden die in [5] getroffenen Berechnungsannahmen beibehalten:

- Durchstanznachweise nach DIN EN 1992-2 unter Ansatz der Zusatzregelung nach Nachrechnungsrichtlinie (Reduzierung der Teilsicherheitsbeiwerte und Zwangsschnittgrößen)
- Der kritische Rundschnitt wird nach DIN EN 1992-2 bei einem Abstand von $2d$ um den Lagerrand definiert.
- Betoneigenschaften gemäß den Baustoffuntersuchungen ($f_{ck} = 56 \text{ MN/m}^2$)

Die Durchstanznachweise werden für die **Maximalwerte der aufzunehmenden Querkraft** geführt. Lediglich für die nördlichen Randstützen wird ein ergänzender Nachweis für die hohen aufzunehmenden Querkraften am Plattenrand in x-Richtung geführt.

6.1 Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,ct}$ im kritischen Rundschnitt

Die Querkrafttragfähigkeit längs des kritischen Rundschnitts wird gemäß DIN EN 1992-2, Formal (6.2.a) und (6.2.b) ermittelt.

Bei der Ermittlung der Bewehrungsgrade wird nur die schlaife Bewehrung über den Stützpunkten berücksichtigt.

Die Querkrafttragfähigkeit wird aus der 3. Ergänzung zur Nachrechnungsstufe 2 (vgl. Seite 10, [5]) entnommen:

Tabelle: Gemittelte Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,ct}$ im kritischen Rundschnitt (XY)

Achse	d_x [m]	d_y [m]	d [m]	ρ_x [‰]	ρ_y [‰]	ρ^* [‰]	$\sigma_{cd,x}$ [MN/m ²]	$\sigma_{cd,y}$ [MN/m ²]	σ_{cd} [MN/m ²]	κ [-]	$C_{Rd,c}$ [-]	V_{ct} [MN/m ²]	V_{min} [MN/m ²]	$V_{Rd,ct}^{**}$ [kN/m]
4 (Mitte)	0.687	0.699	0.693	0.77	0.75	0.76	-4.66	-1.54	-3.10	1.54	0.12	0.609	0.743	514.8
4 (Nord)	0.725	0.739	0.73	0.73	0.71	0.72	-4.66	-1.54	-3.10	1.52	0.12	0.601	0.709	519.2
7 (Mitte)	0.685	0.699	0.69	0.77	0.75	0.76	-4.14	-2.82	-3.48	1.54	0.12	0.647	0.782	541.0
7 (Nord)	0.665	0.679	0.67	0.79	0.77	0.78	-4.14	-2.82	-3.48	1.55	0.12	0.652	0.799	537.3

* Abminderung für Betonstahl III (Faktor 0.93) ist im Bewehrungsgrad bereits enthalten

** Der Querkraftwiderstand ergibt sich aus dem Maximalwert (kursiv) der Spalten V_{ct} und V_{min} multipliziert mit der statischen Nutzhöhe d

Tabelle: Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,ct}$ im kritischen Rundschnitt in Längsrichtung (X)

Achse	d_x [m]	d_y [m]	d [m]	ρ_x [‰]	ρ_y [‰]	ρ^* [‰]	$\sigma_{cd,x}$ [MN/m ²]	$\sigma_{cd,y}$ [MN/m ²]	σ_{cd} [MN/m ²]	κ [-]	$C_{Rd,c}$ [-]	V_{ct} [MN/m ²]	V_{min} [MN/m ²]	$V_{Rd,ct}^{**}$ [kN/m]
4 (Nord)	0.725	-	0.73	0.73	-	0.73	-4.66	-	-4.66	1.53	0.12	0.758	0.871	631.7
7 (Nord)	0.665	-	0.67	0.79	-	0.79	-4.16	-	-4.16	1.55	0.12	0.721	0.874	581.1

* Abminderung für Betonstahl III (Faktor 0.93) ist im Bewehrungsgrad bereits enthalten

** Der Querkraftwiderstand ergibt sich aus dem Maximalwert (kursiv) der Spalten V_{ct} und V_{min} multipliziert mit der statischen Nutzhöhe d

6.2 Aufzunehmende Querkraft v_{Ed}

Nachfolgend wird die aufzunehmende Querkraft v_{Ed} im kritischen Rundschnitt der Stützpunkte in den Achsen 4 bis 7 ermittelt. Der kritische Rundschnitt wird nach DIN EN 1992-2 bei einem Abstand von $2d$ um den Lagerrand definiert.

Der Durchstanzkegel wird so weit vergrößert, dass die Nachweise eingehalten werden. Zur Einhaltung der Durchstanznachweise sind folgende Abmessungen der oberen Lagerplatten erforderlich:

Achse 4 (Nord/Mitte): $D = 1,76 \text{ m}$

Achse 7 (Nord/Mitte): $D = 2,00 \text{ m}$

Zur Festlegung des kritischen Rundschnittes wird die Plattendicke (h) bzw. die statische Nutzhöhe (d) benötigt. Die Plattenhöhe wird analog zu [2], [4] und [5] wie folgt angesetzt.

Die Radien der kritischen Rundschnitte (Abstand $2,0 d$ vom Auflagerand) für die nördlichen und mittleren Auflagerpunkte in den Achsen 4 und 7 sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle: Radius kritischer Rundschnitt, Auflagerpunkte Achse 4 und 7

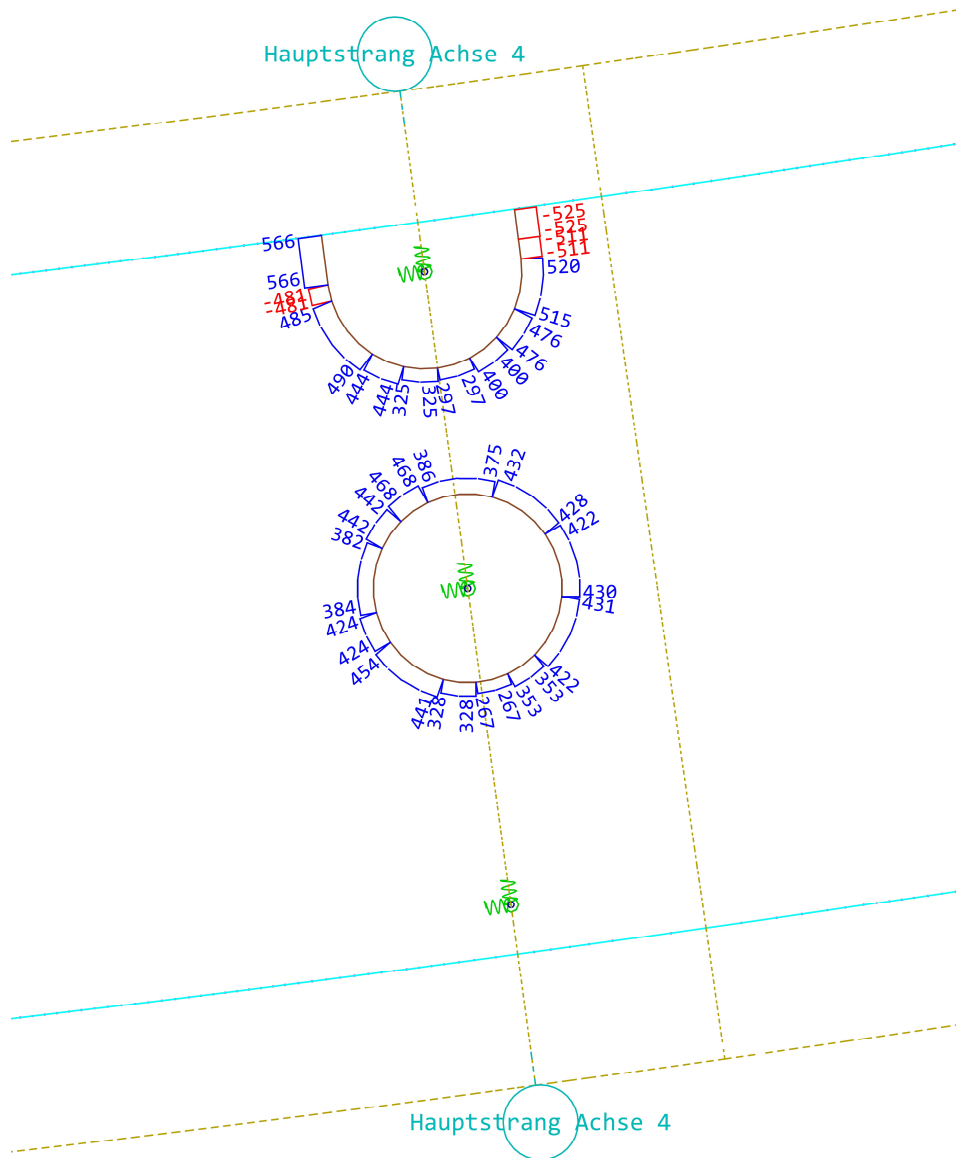
Achse	Höhe h [m]	d_x [m]	d_y [m]	d [m]	D_{lager} [m]	$r_{\text{crit,EC}}$ [m]
4 (Mitte)	0,735	0,687	0,699	0,69	1,76	2,27
4 (Nord)	0,775	0,725	0,739	0,73	1,76	2,34
7 (Mitte)	0,735	0,685	0,699	0,69	2,00	2,38
7 (Nord)	0,715	0,665	0,679	0,67	2,00	2,34

Nachfolgend sind die Ergebnisse der FE-Berechnung dargestellt. Es handelt sich jeweils um eine Ausgabe für den kritischen Rundschnitt.

Es ergibt sich folgende aufzunehmende Querkraft V_{Ed} getrennt nach Richtungen:

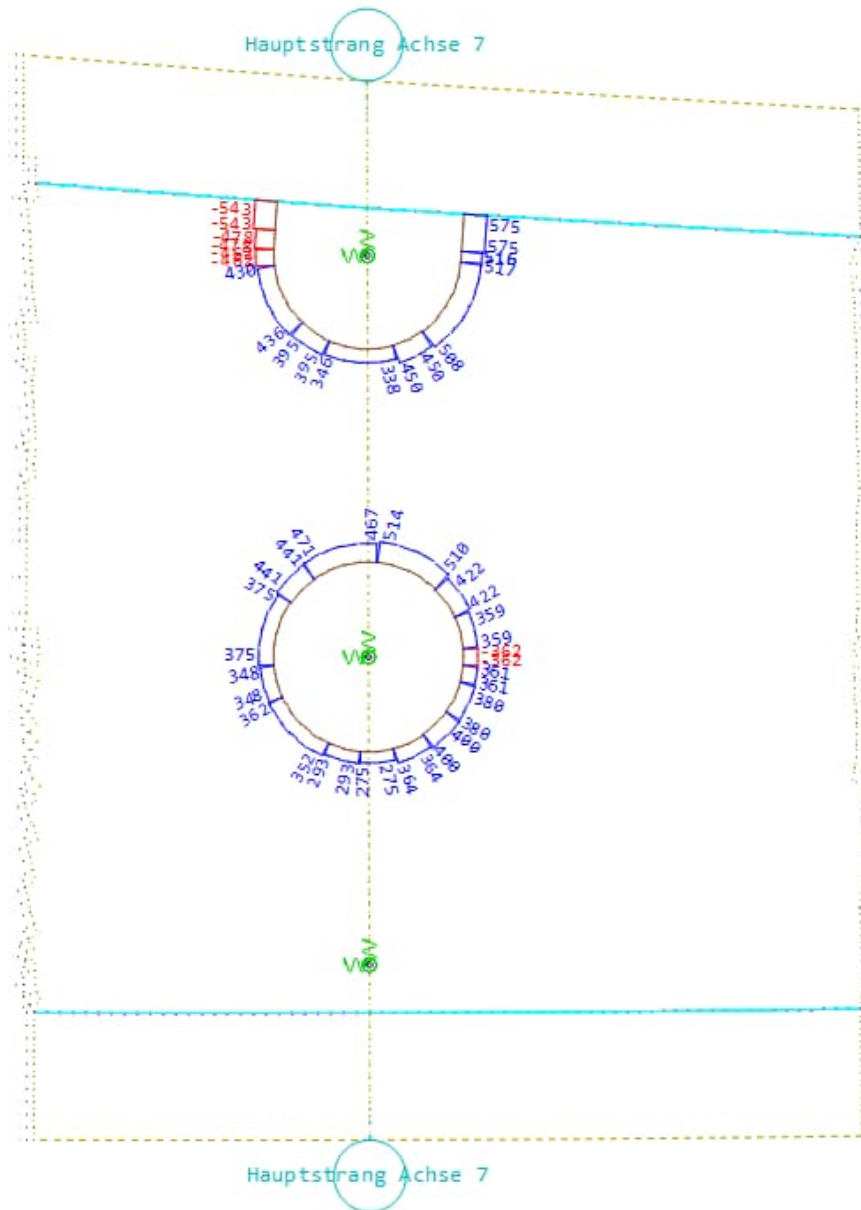
Achse	Richtung	V_{Ed} [kN/m]
4 (Mitte)	Maximalwert	468
4 (Nord)	x-Richtung am Plattenrand	566
	Maximalwert	490
7 (Mitte)	Maximalwert	510
7 (Nord)	x-Richtung am Plattenrand	575
	Maximalwert	508

Achse 4 – aufzunehmende Querkraft v_{Ed} (kritischer Rundschnitt)



Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente
Querkraft senkrecht zum Schnitt im Knoten(gemittelt), Absoluter Maximalwert von
Lastfall 2107 MAX-VX QUAD QUA*_VX DESI bis 2110 MIN-VY QUAD QUA*_VY DESI, 1 cm =

Achse 7 – aufzunehmende Querkraft v_{Ed} (kritischer Rundschnitt)



Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente

Querkraft senkrecht zum Schnitt im Knoten(gemittelt), Absoluter Maximalwert von

Lastfall 2107 MAX-VX QUAD QUA*_VX DESI bis 2110 MIN-VY QUAD QUA*_VY DESI, 1 cm =

6.3 Nachweis

In den folgenden Tabellen sind die aufzunehmenden Querkräfte v_{Ed} im kritischen Rundschnitt der Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,ct}$ gegenübergestellt.

Tabelle: Gemittelter Nachweis und Ausnutzung im kritischen Rundschnitt (XY)

Achse	EC 2		
	v_{Ed} [kN/m]	$v_{Rd,ct}$ [kN/m]	Ausnutzung $v_{Ed} / v_{Rd,ct} [-]$
4 (Mitte)	468,0	514,8	0,91
4 (Nord)	490,0	519,2	0,94
7 (Mitte)	510,0	541,0	0,94
7 (Nord)	508,0	537,3	0,95

Tabelle: Nachweis und Ausnutzung im kritischen Rundschnitt in Längsrichtung (X)

Achse	EC 2		
	v_{Ed} [kN/m]	$v_{Rd,ct}$ [kN/m]	Ausnutzung $v_{Ed} / v_{Rd,ct} [-]$
4 (Nord)	566,0	631,7	0,90
7 (Nord)	575,0	581,1	0,99

7. Verstärkung

7.1 Konstruktionsbeschreibung

7.1.1 Bestand

Wir weisen darauf hin, dass ein Aufmaß der Pfeilerkopfbereiche der Auflagerpunkte in den Achse 4 und 7 sowie Bestandsunterlagen und/oder eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Lager mit allen zugehörigen Abmessungen nicht vorliegt.

Es wurde lediglich ein Aufmaß der Abmessungen der oberen Lagerplatten durchgeführt.

Der Abstand zwischen Stützenkopf und Fahrbahnunterseite beträgt gemäß Bestandsunterlagen ca. 20 cm. Die alten Lager haben gemäß Aufmaß folgenden Durchmesser der oberen Lagerplatten:

Achse 4 (Süd): $D_{\text{Lager}} = 1035 \text{ mm}$

Achse 4 (Mitte): $D_{\text{Lager}} = 1035 \text{ mm}$

Achse 4 (Nord): $D_{\text{Lager}} = 1035 \text{ mm}$

Achse 7 (Süd): $D_{\text{Lager}} = 920 \text{ mm}$

Achse 7 (Mitte): $D_{\text{Lager}} = 920 \text{ mm}$

Achse 7 (Nord): $D_{\text{Lager}} = 930 \text{ mm}$

7.1.2 Anhebesituation (Bauzustand)

Für die Lagerwechsel wird der Überbau an den Stützen jeweils um 10 mm angehoben.

Für das Anheben des Überbaus werden jeweils 4 Pressen neben den Stützen in Achse 4 und 7 aufgestellt mit einem Achsabstand von 1,5 m von der Stützenachse.

Etwa 0,70 Meter unter der GOK befinden sich die Bestandsfundamente der Betonstützen, auf denen die Hilfsstützen aufgestellt werden.

Die Anhebekonstruktion ist in Plan [P3] dargestellt.

7.1.3 Endzustand

Im Rahmen der Entwurfsstatik werden zur Dimensionierung der Lastverteilungsplatten die Abmessungen der neuen Lager festgelegt. Dabei werden die größtmöglichen Lager gewählt, die im Produktkatalog verfügbar sind.

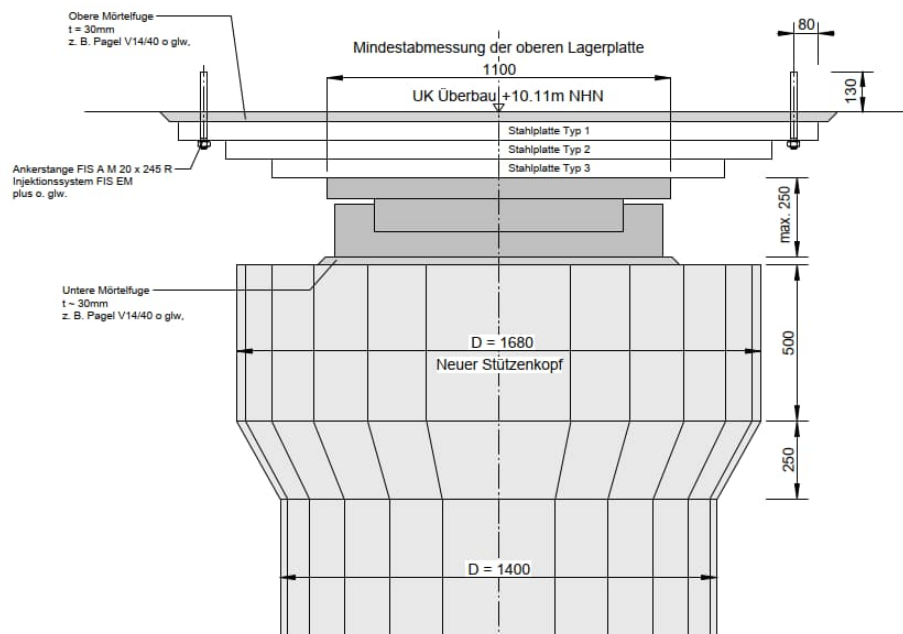
Die Bemessung der neuen Lager ist nicht Bestandteil der vorliegenden Statik.

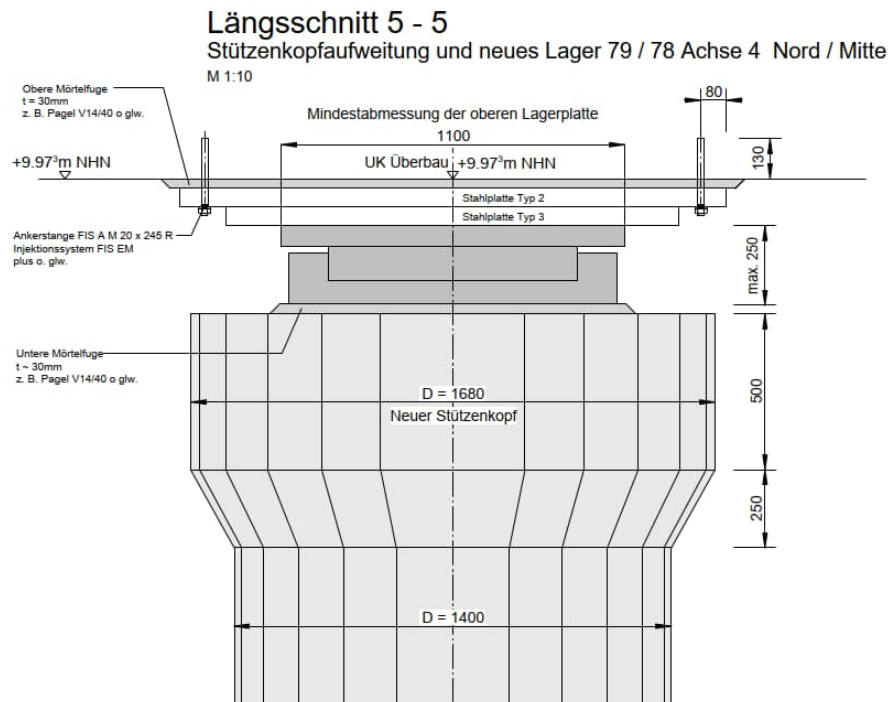
Die neuen Lager mit Lastverteilungsplatten sind größer und höher als die alten Lager. Um die neue Lagerkonstruktion einschließlich der Lastverteilungsplatten fachgerecht einbauen und die erforderlichen Randabstände einhalten zu können, wird zusätzlich eine Stützenkopfverstärkung vorgesehen.

Die Stützen werden so gekürzt, dass sie in einer Höhe von ca. 8,5 bis 8,6 m über NN, d. h. ca. 1,50 m unterhalb der UK Fahrbahnplatte enden. Anschließend wird ein neuer, aufgeweiteter Stützenkopf hergestellt, der 40 bis 50 cm unter der UK Fahrbahnplatte endet. Der Durchmesser des neuen Stützenkopfes beträgt 168 cm.

Längsschnitt 2 - 2

Stützenkopfaufweitung und neues Lager 70 / 69 Achse 7 Nord / Mitte
M 1:10





Unter einer Lastverteilung in den Stahlplatten im Verhältnis 1:2,5 und in der oberen Mörtelfuge von 1:1 werden die erforderlichen Lagerflächen gemäß Abschnitt 6.2 eingehalten:

Achse 4: Mindestabmessung Lager: 110 cm (vgl. 7.3)
 Stahlplatte: t = 2 x 60 mm
 Mörtelfuge: 3 cm

$$D = 1,10 + 2 \times 2,5 \times 0,12 + 2 \times 0,03 = 1,76 \text{ m}$$

Achse 7: Mindestabmessung Lager: 110 cm (vgl. 7.3)
 Stahlplatte: t = 3 x 60 mm
 Mörtelfuge: 3 cm

$$D = 1,10 + 2 \times 2,5 \times 0,18 + 2 \times 0,03 = 2,06 \text{ m}$$

7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation

Im SOFISTIK-Modell werden die Auflagerfeder in Achse 4 und 7 durch jeweils vier Auflagerfedern für die Hilfsstützen ersetzt.

Für die Federsteifigkeit werden vereinfacht HEM 500 Profile als Hilfsstützen angenommen

$$k = A \times E / L = 344 \text{ cm}^2 \times 21000 \text{ kN/cm}^2 / 7,5 \text{ m} = 963,2 \text{ MN/m}$$

Für das Anheben des Überbaus wird an den Hilfsstützen jeweils eine Zwangsverschiebung von 10 mm aufgebracht (LF 97 und LF 98).

Das Anheben des Überbaus zum Auswechseln der Lager ist nach DIN FB 101 als vorübergehende Bemessungssituation einzustufen, bei der die Verkehrslasten der Gruppe 6 (0,5-fach Charakteristischer Wert) zu berücksichtigen sind.

Gemäß DIN FB 102 dürfen die Schnittgrößen für Zwangseinwirkungen aus Lagerwechsel auf Grund von Rissbildung im GZT auf 60% abgemindert werden.

Eingabe der Quervorspannung

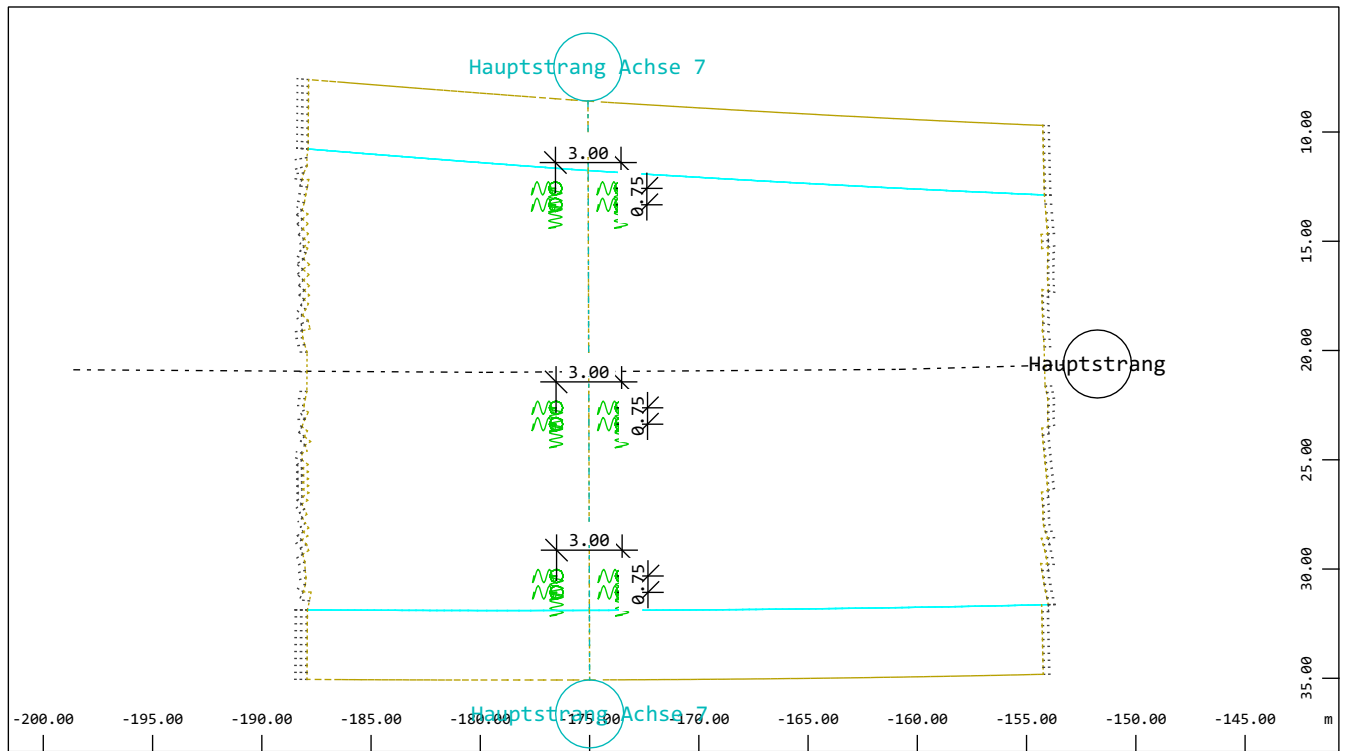
Im Rahmen der Nachrechnung wurde die Quervorspannung nur in den Achsen 2, 6, 7, 20 und 23 modelliert. Im Rahmen der Auswertung des Lagertauschs wurde die Quervorspannung im Modell auch in den Achsen 3 und 8 ergänzt.

7.2.1 EDV-Ausgabe

Auf den folgenden Seiten sind die Anpassungen im Rechenmodell sowie die Ergebnisse der EDV-Ausgabe dargestellt.

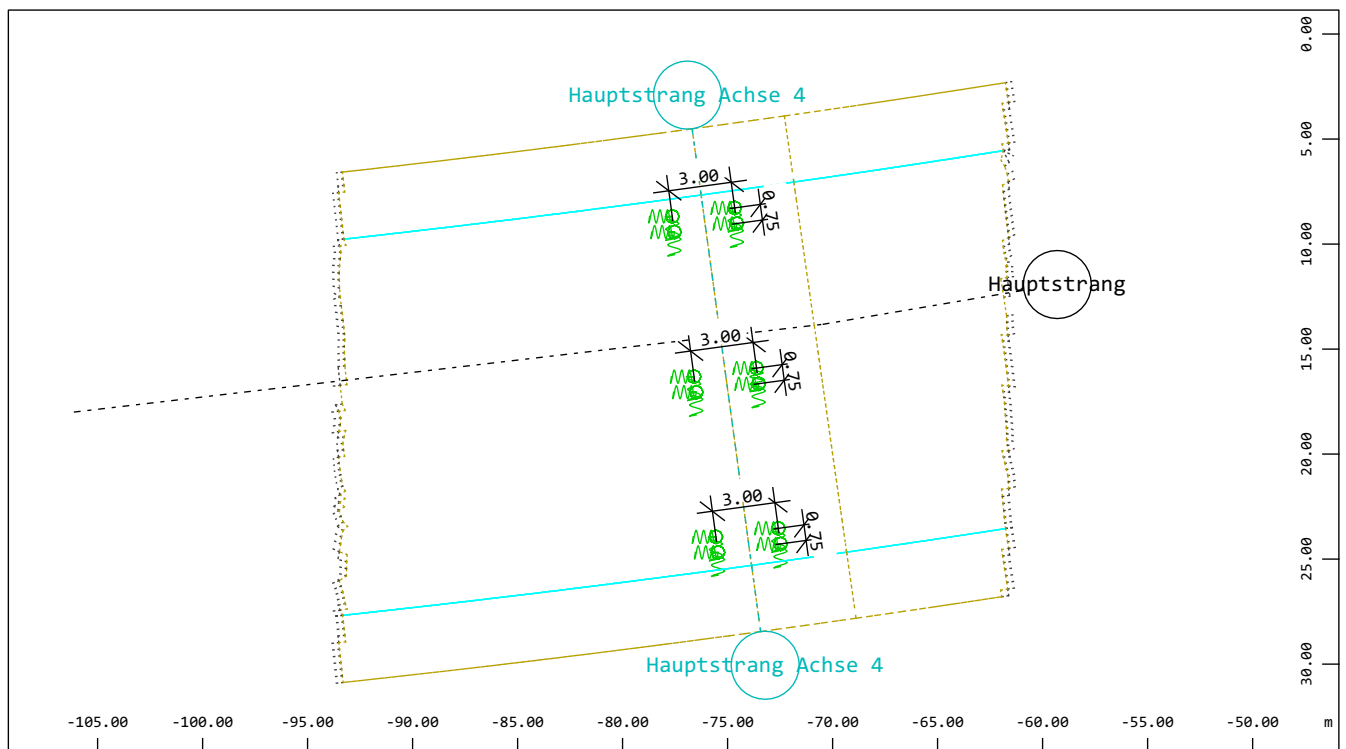
Folgende Ausgaben werden dargestellt:

- Anordnung der Federn in Achse 4 und 7
- Federsteifigkeiten in Achse 4 und 7
- Lasteingabe für Lastfall 97 und 98
- Biegemomente für Lastfall 97 und 98
- Bemessungsschnittgrößen GZT (Feld 2–3, Feld 3–4, Feld 4–5, Feld 5–6, Feld 6–7, Feld 7–8)



Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente
 Kontur

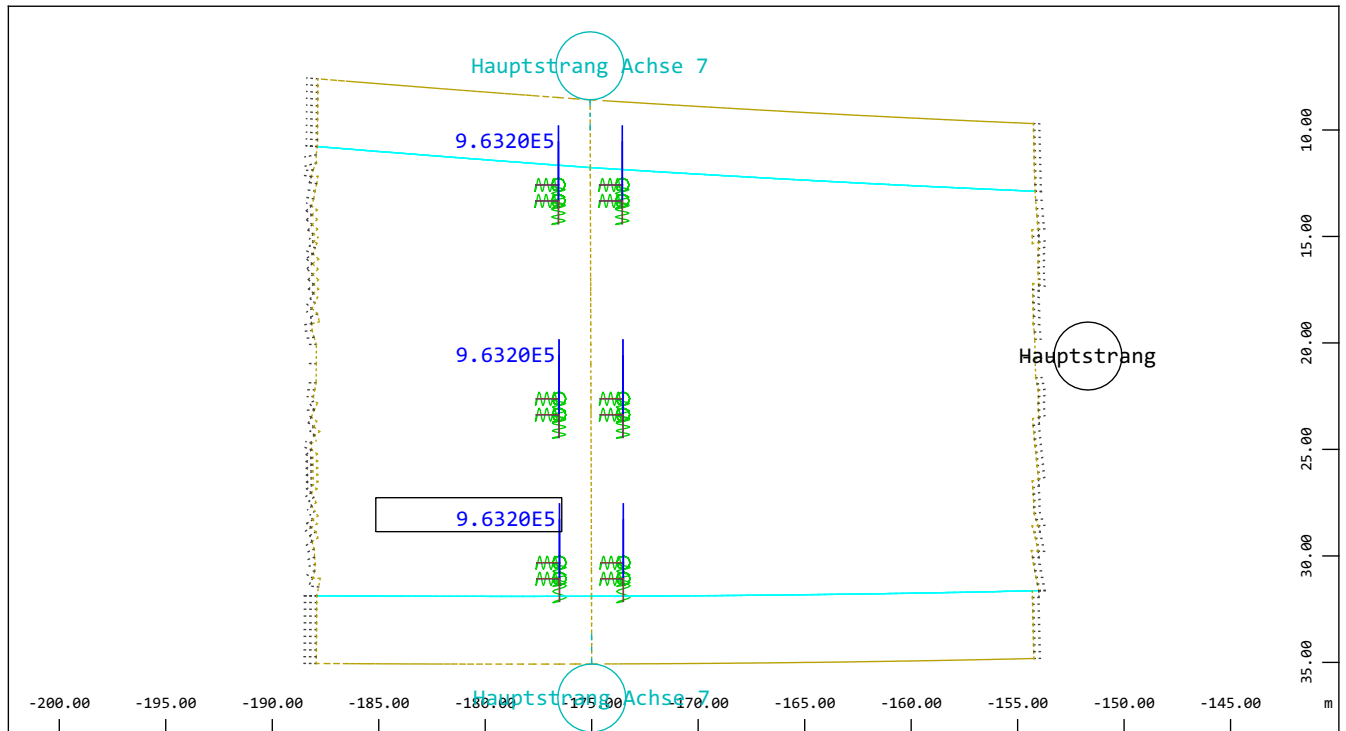
M 1 : 346



Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente
 Kontur

M 1 : 360

Federkonstanten

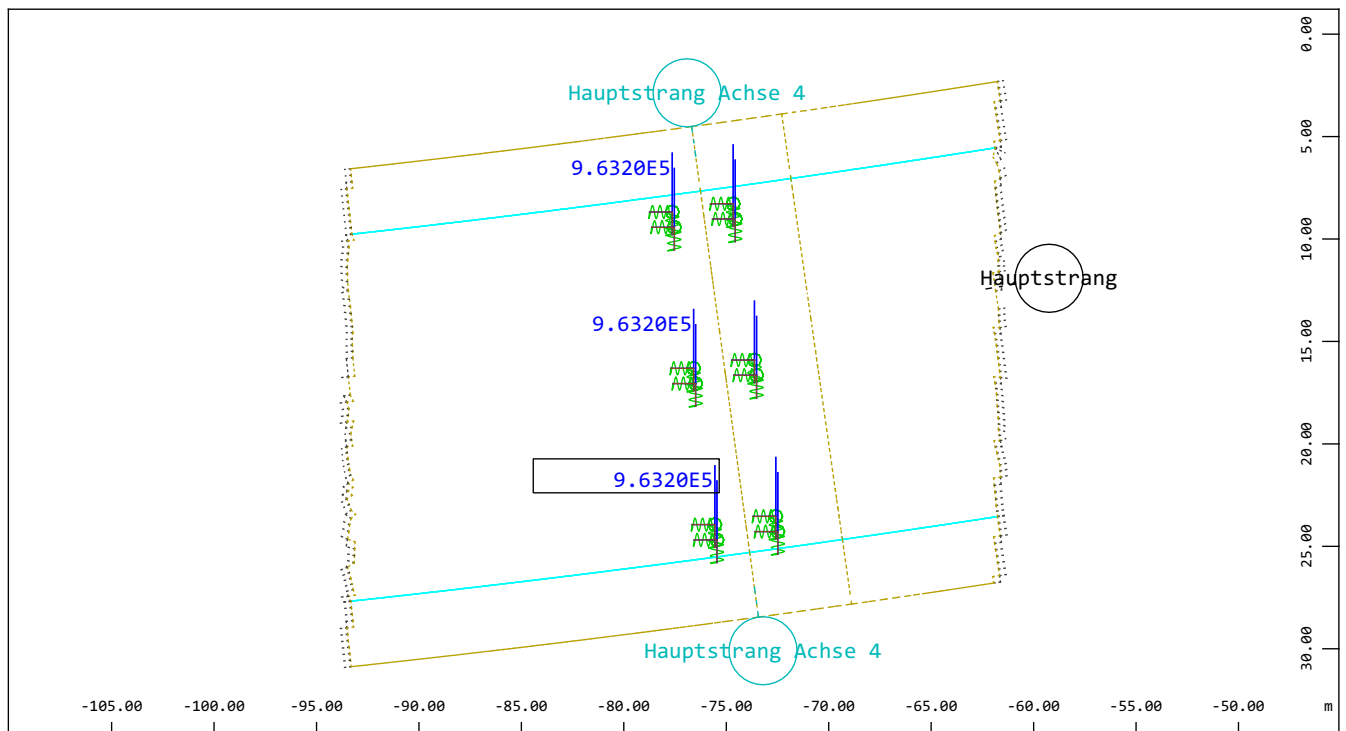


Z
X
Y

Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente
 Federkonstante, 1 cm = 1.2383e+06 kN/m (Max= 9.6320e+05)

M 1 : 355

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

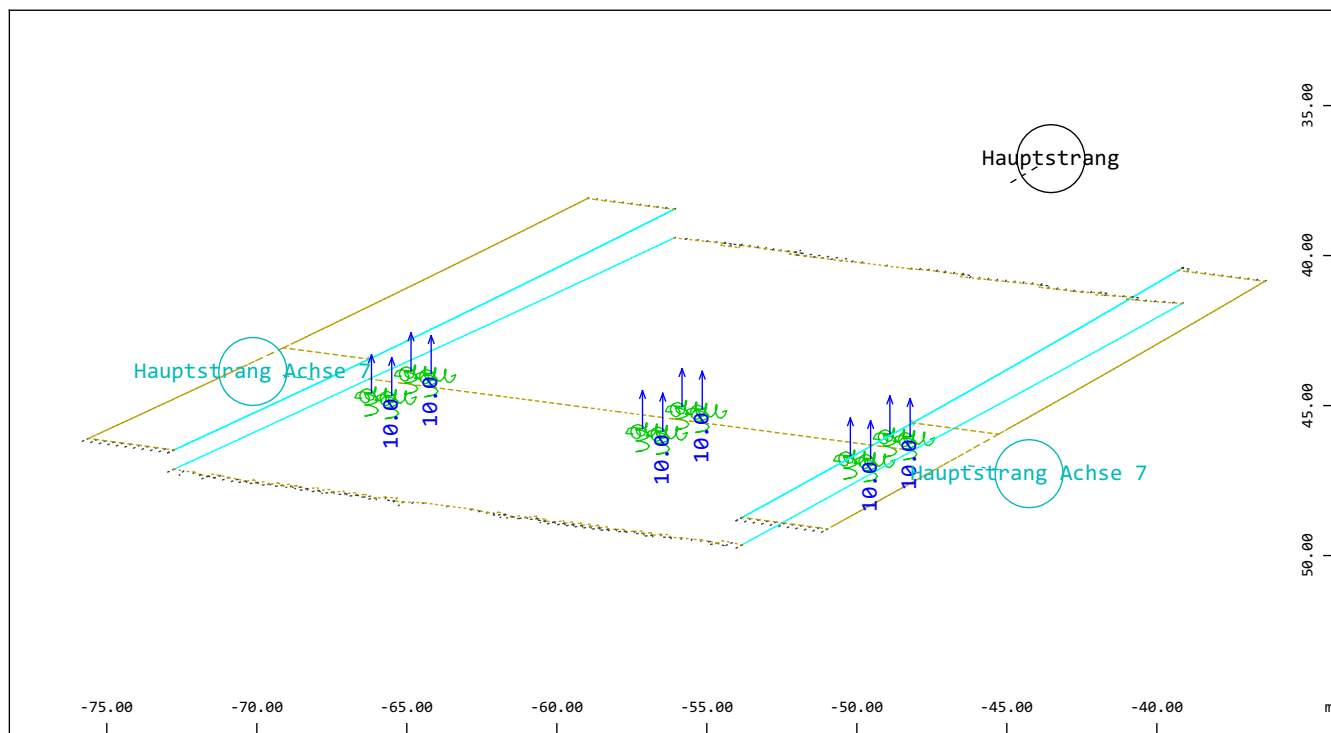


Z
X
Y

Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente
 Federkonstante, 1 cm im Raum = 1.2383e+06 kN/m (Max= 9.6320e+05)

M 1 : 369

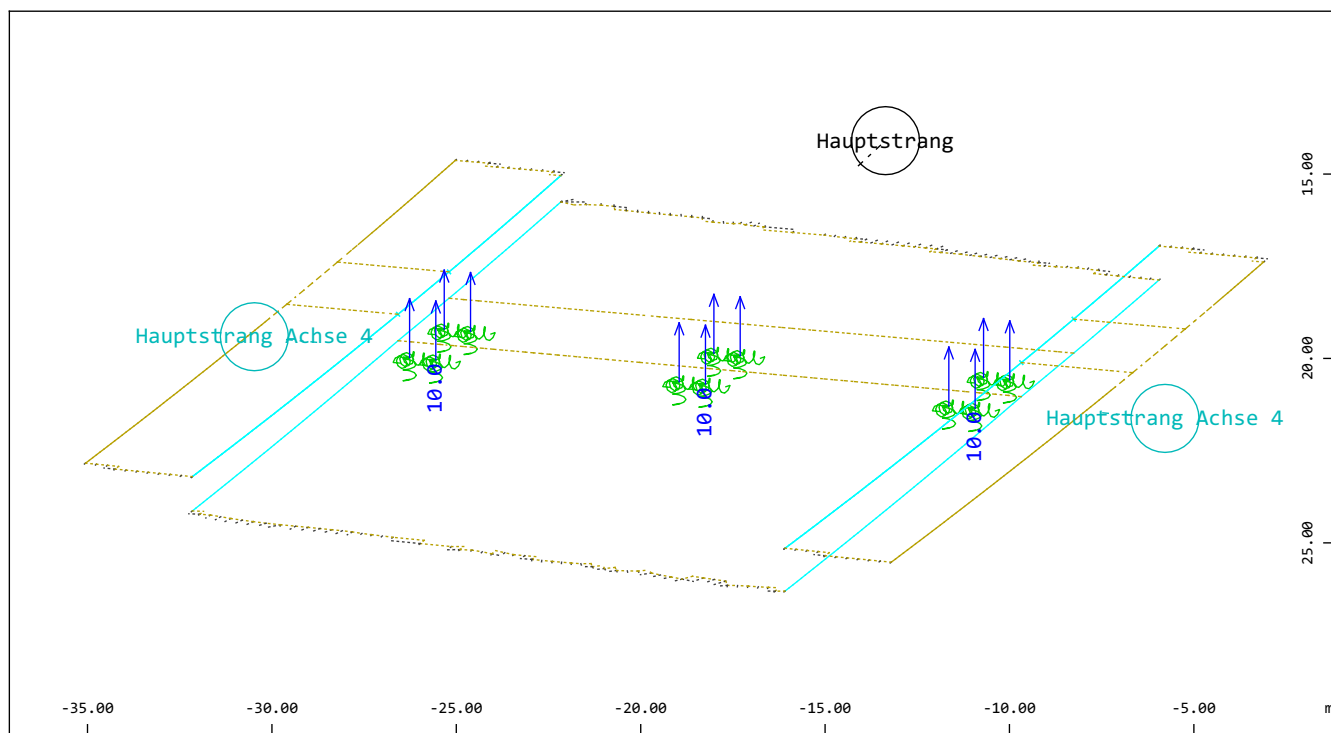
Eingabe Lastfall 97 und 98



Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente
 Alle Lasten, Lastfall 97 (BA 9998) Anheben Achse 7 , (1 cm im Raum = Unit)
 Auflagerverschiebung Vektor (Unit=20.0 mm $\Rightarrow$) (Max=10.0)

M 1 : 252

X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

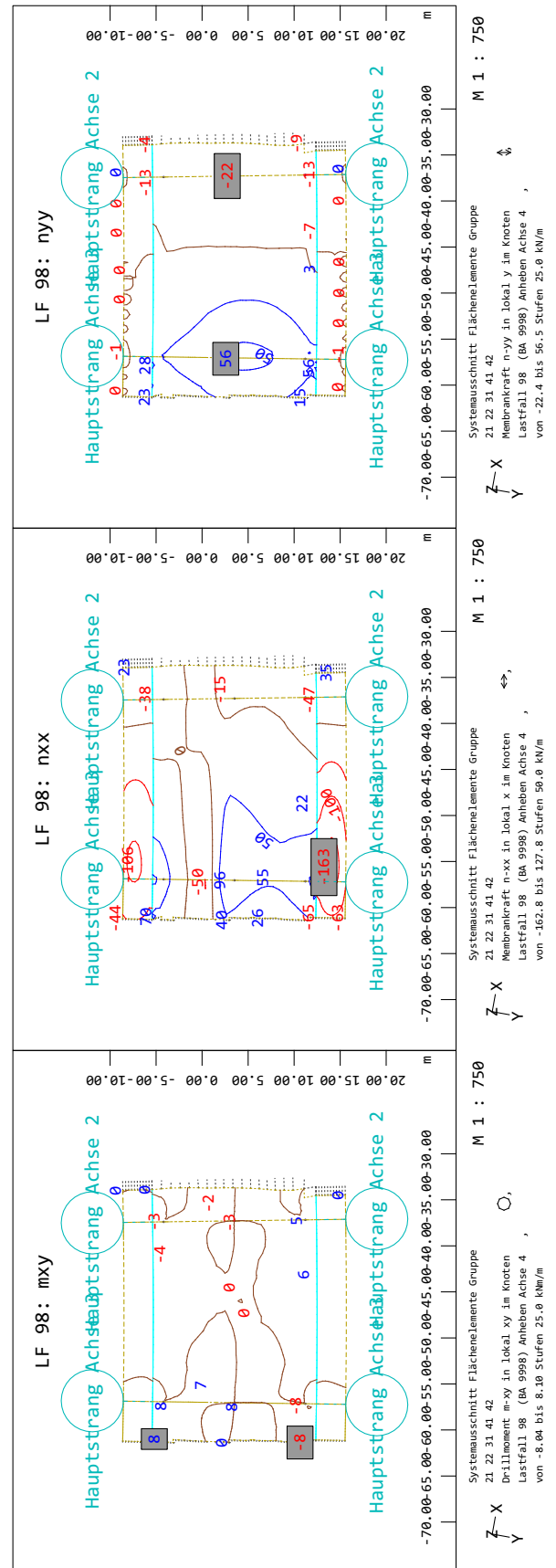
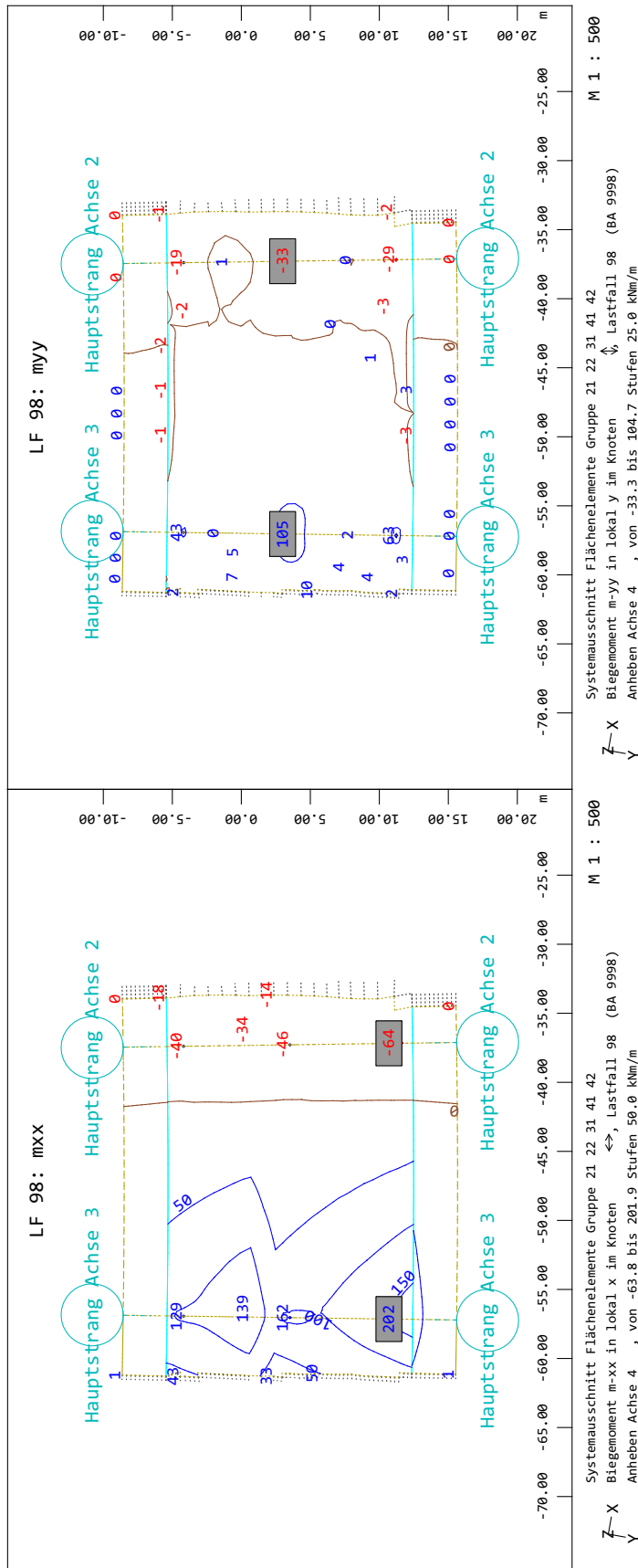


Systemausschnitt Gruppe 10 11 21 22 31 41 42 51 52 61 62 71 81 82 91 99 101 102 111 121
122 131 141 142 151 161 162 171 181 182 191 201 202 211 221 222 231 241 242 251 260 371
372 381 391 392 401 411 412 421 431 440 551 552 561 562 571 572 581 590

M 1 : 205

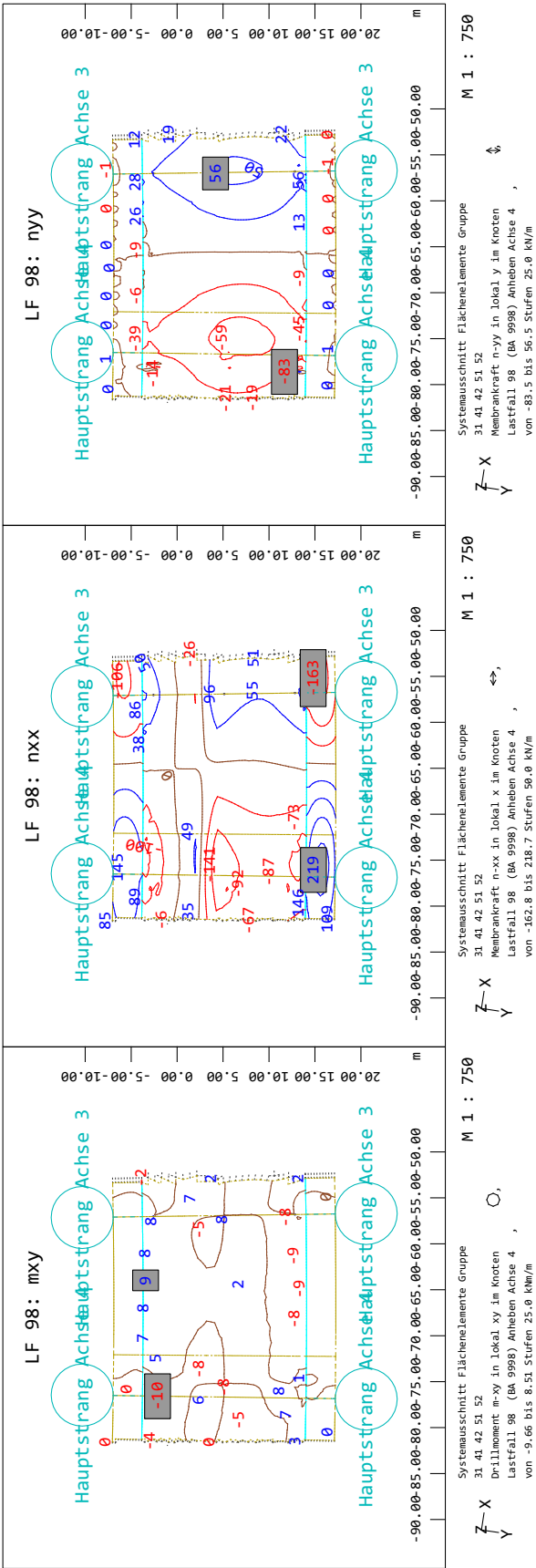
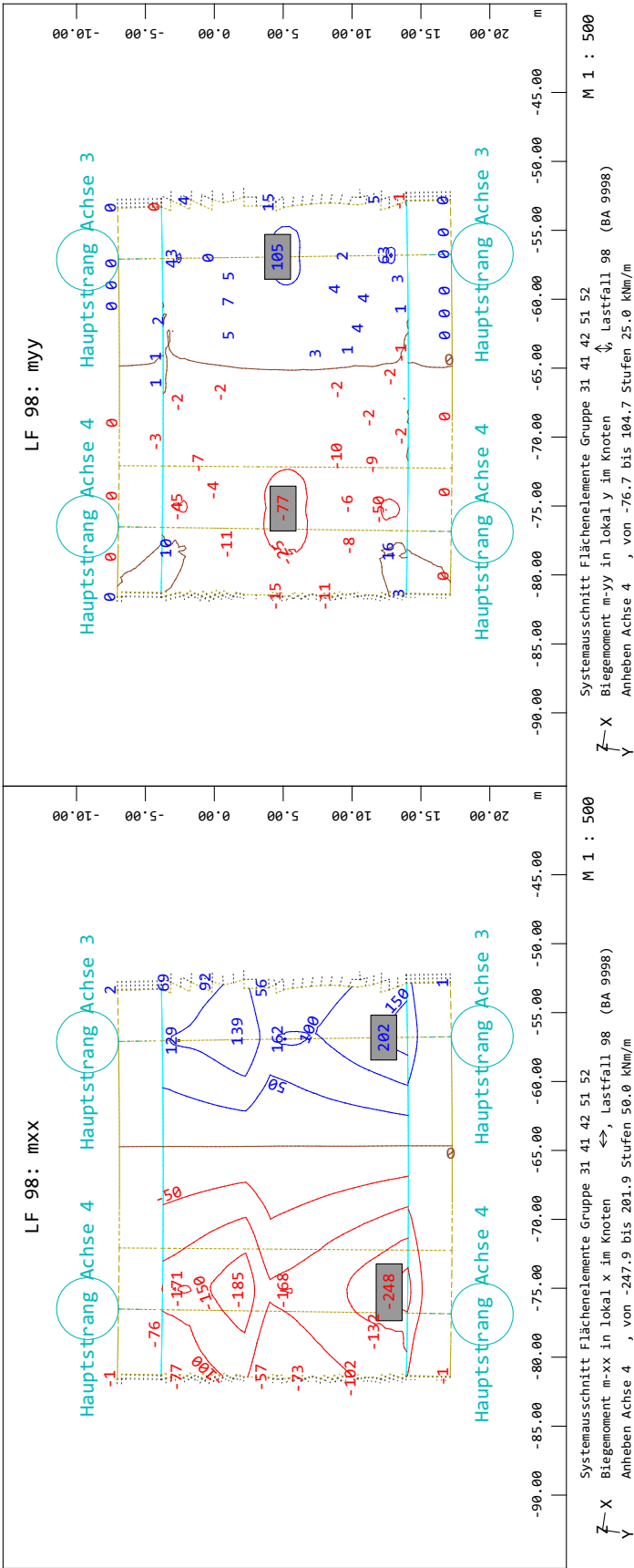
```
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962
```

Schnittgrößen Lastfall 98



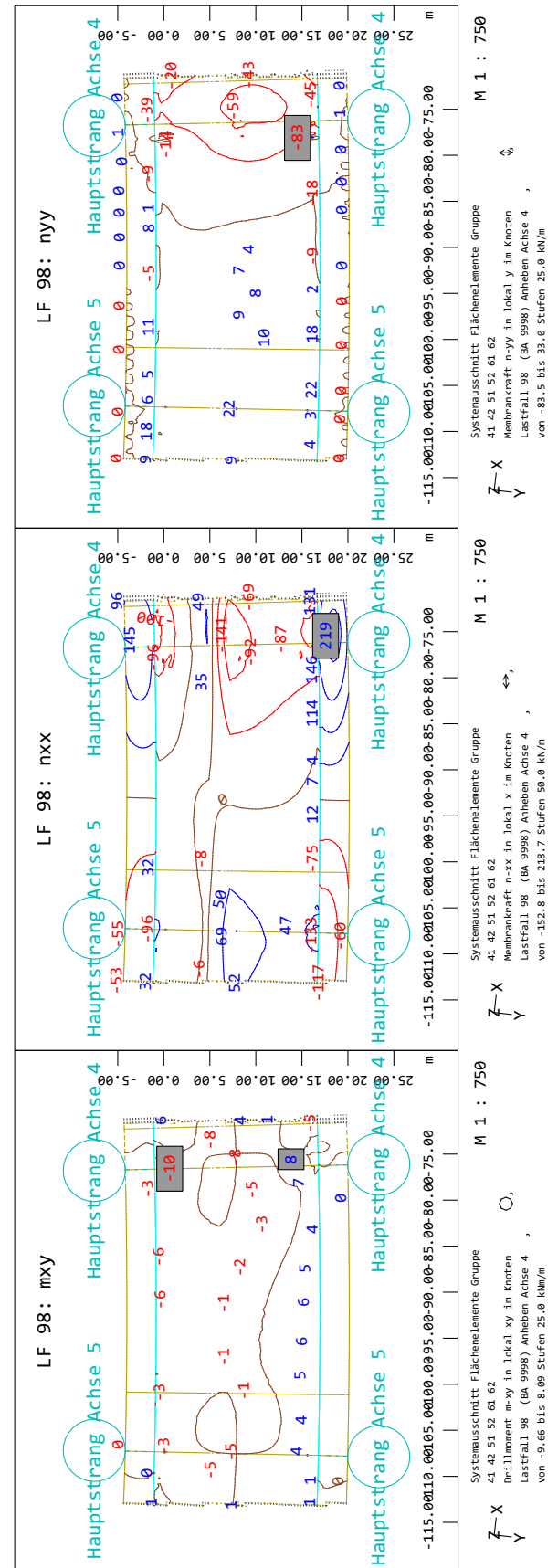
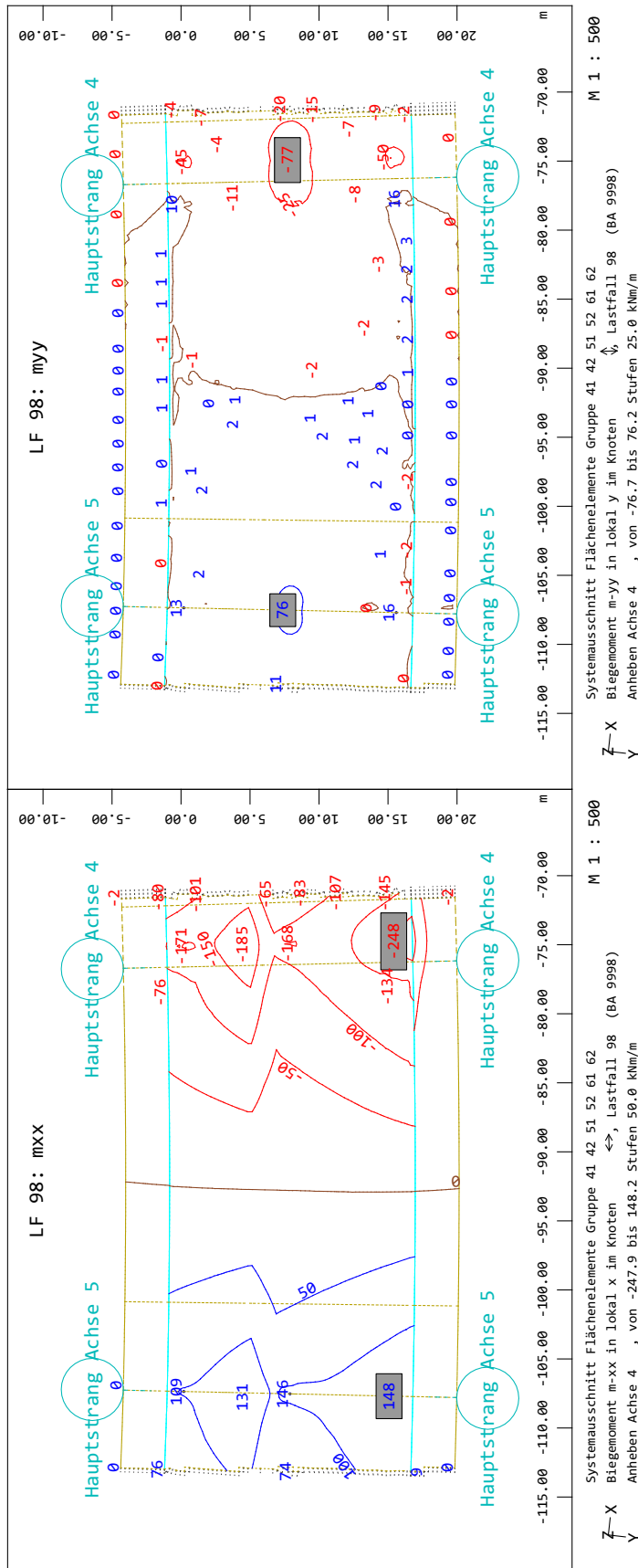
Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Schnittgrößen Lastfall 98



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 21	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Schnittgrößen Lastfall 98



Verfasser : WTM Engineers GmbH
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE

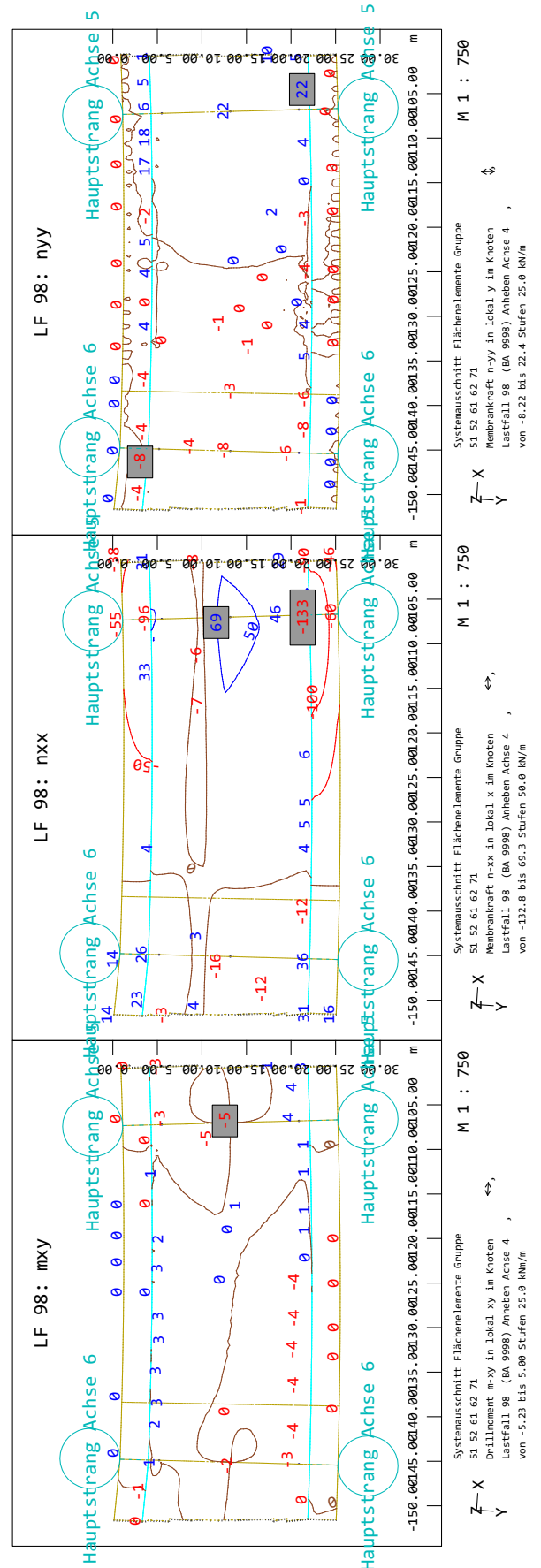
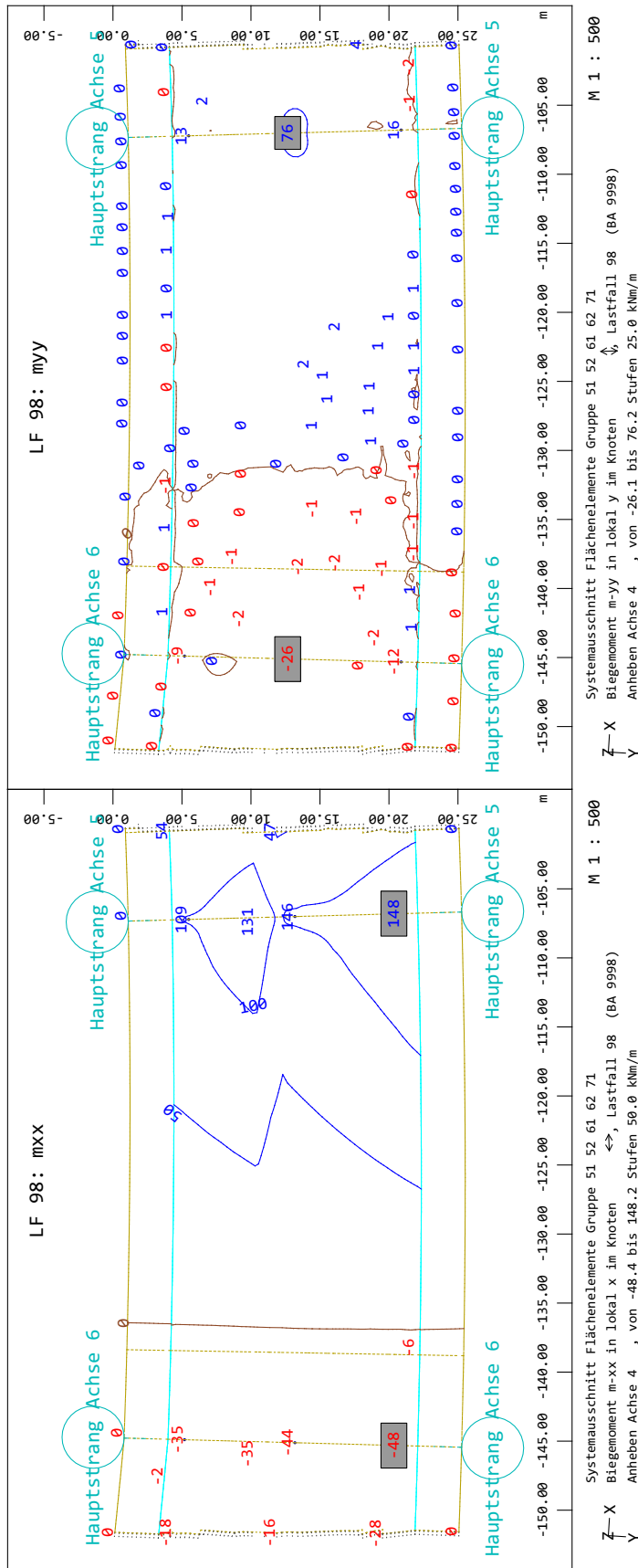
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363
Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605

ASB Nr:

Datum:
20.11.2025

Schnittgrößen Lastfall 98

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7
Block : 7. Verstärkung

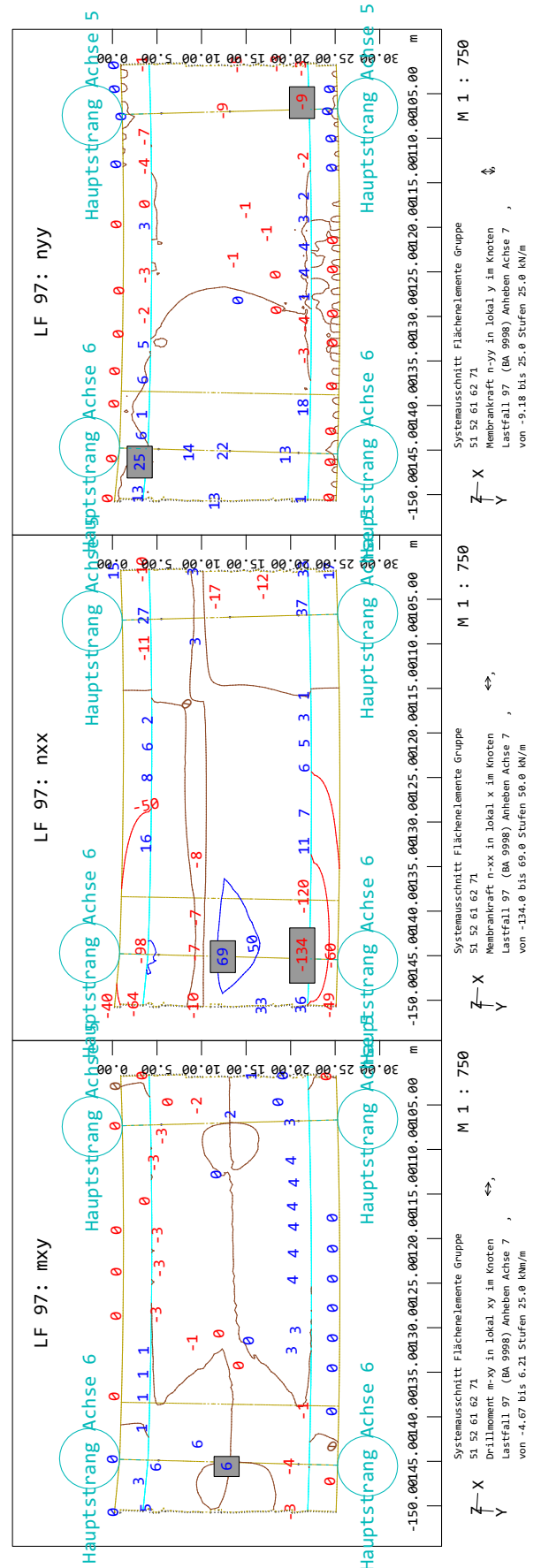
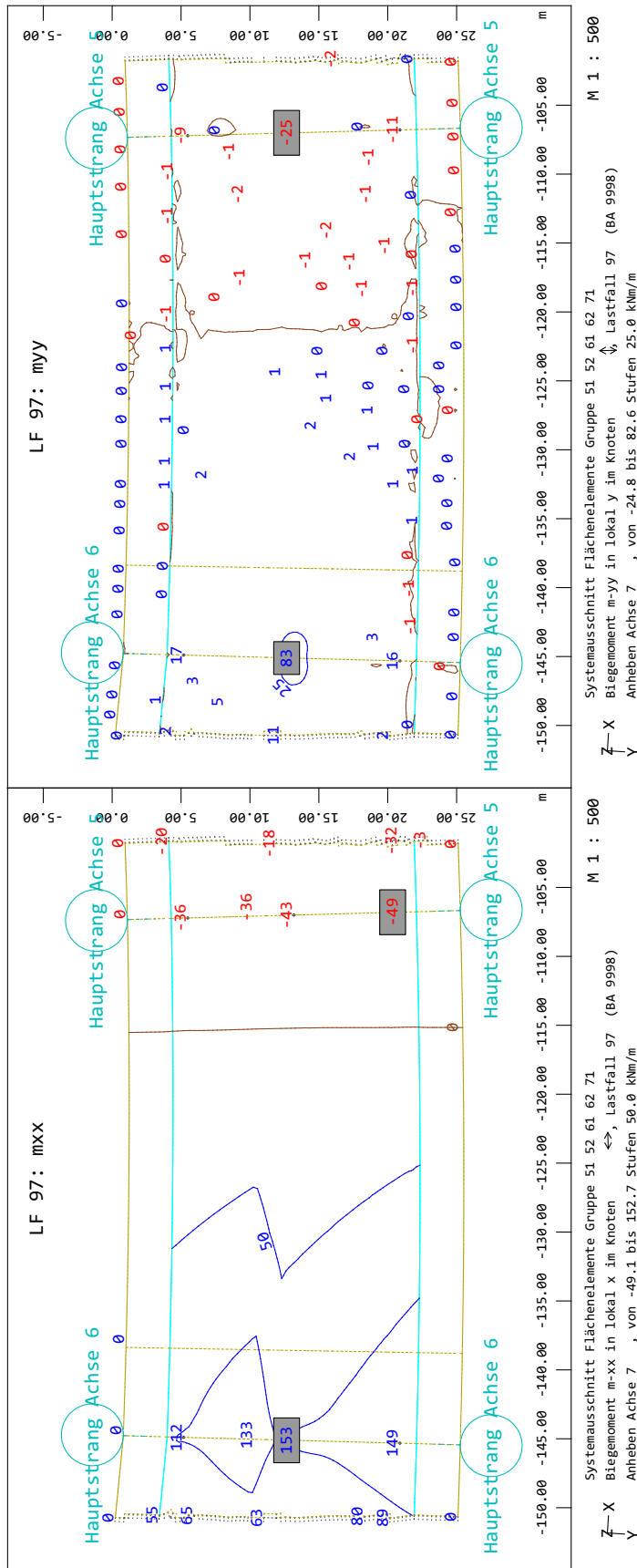
Seite 23

Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation
7.2.1 EDV-Ausgabe

Archiv Nr.:

Schnittgrößen Lastfall 97

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de

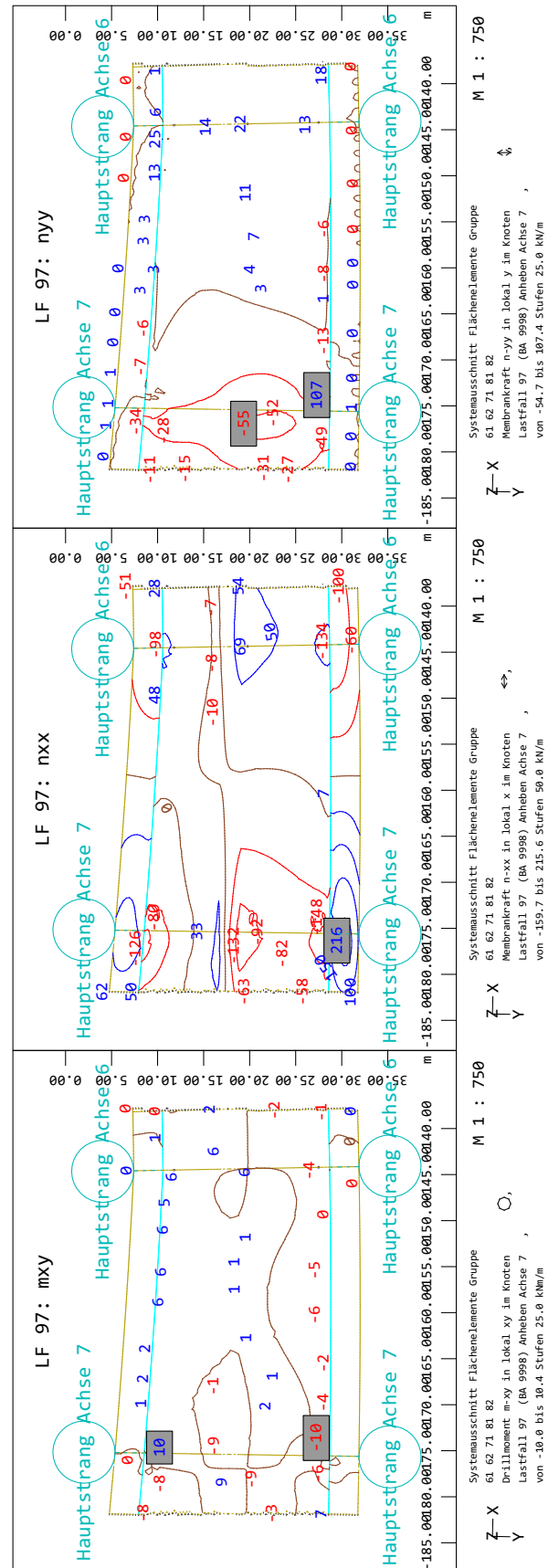
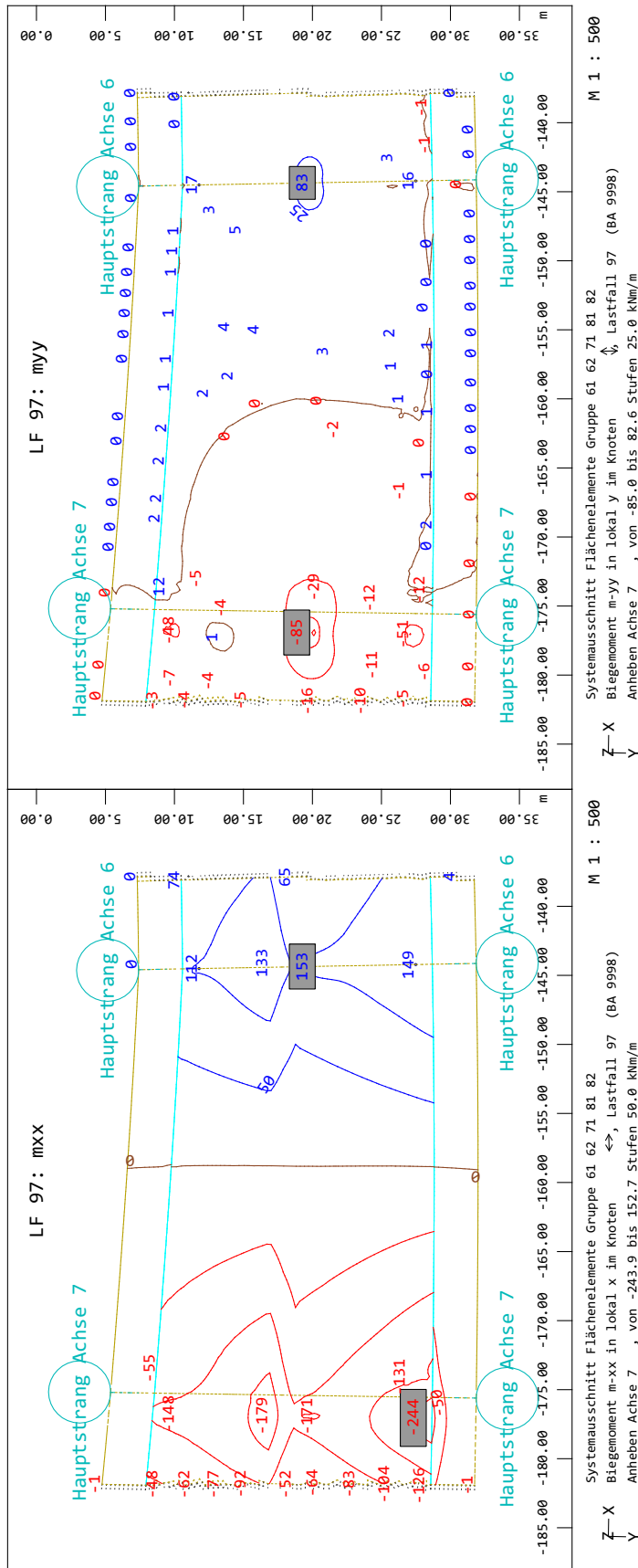


Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7
Block : 7. Verstärkung

Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation
7.2.1 EDV-Ausgabe

Schnittgrößen Lastfall 97

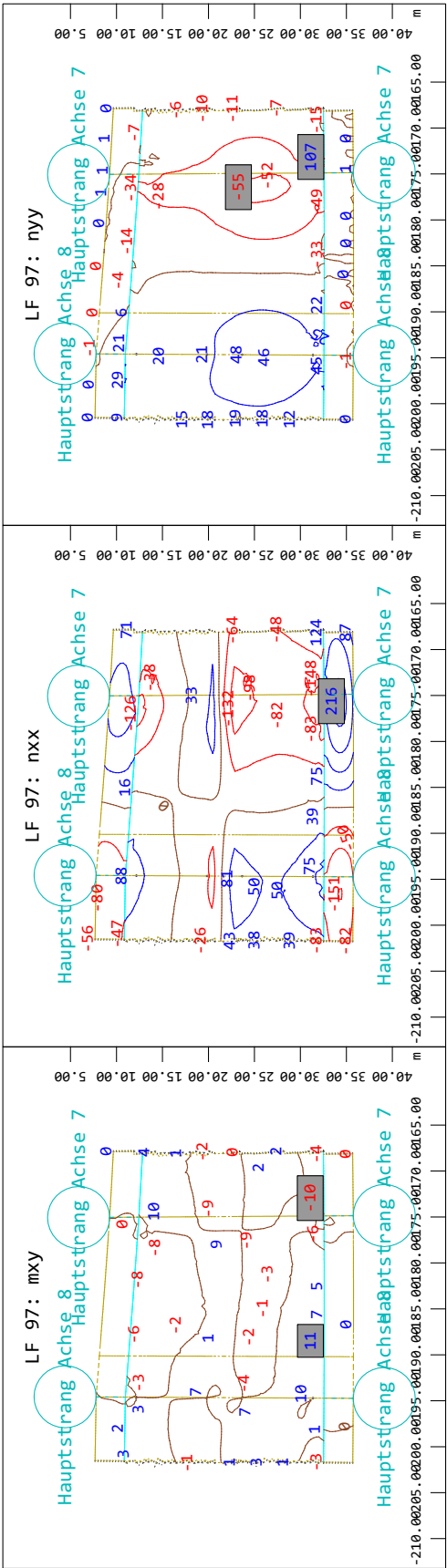
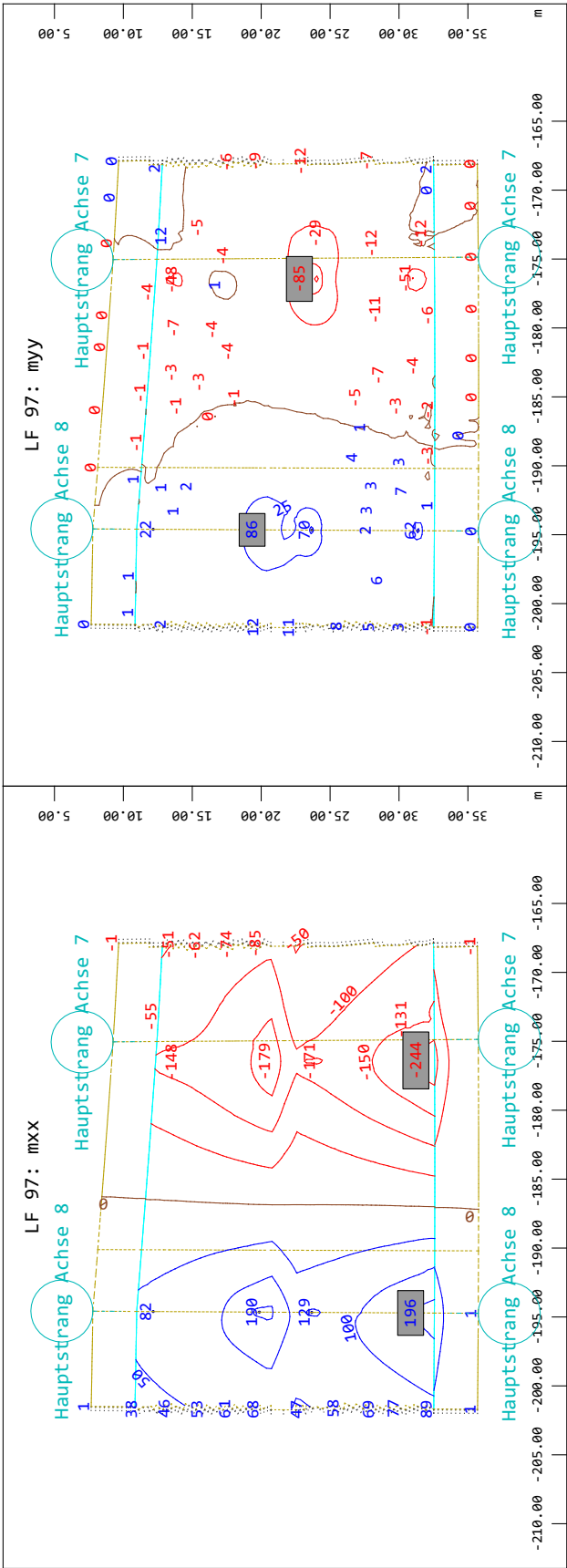
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Schnittgrößen Lastfall 97

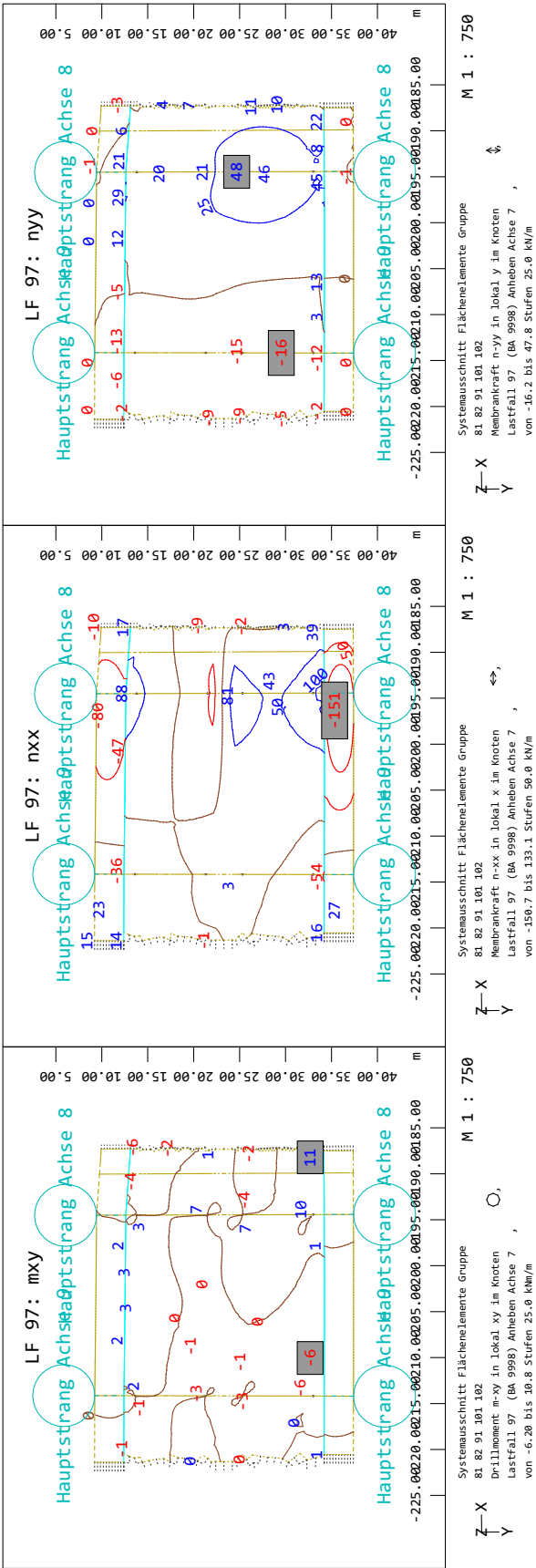
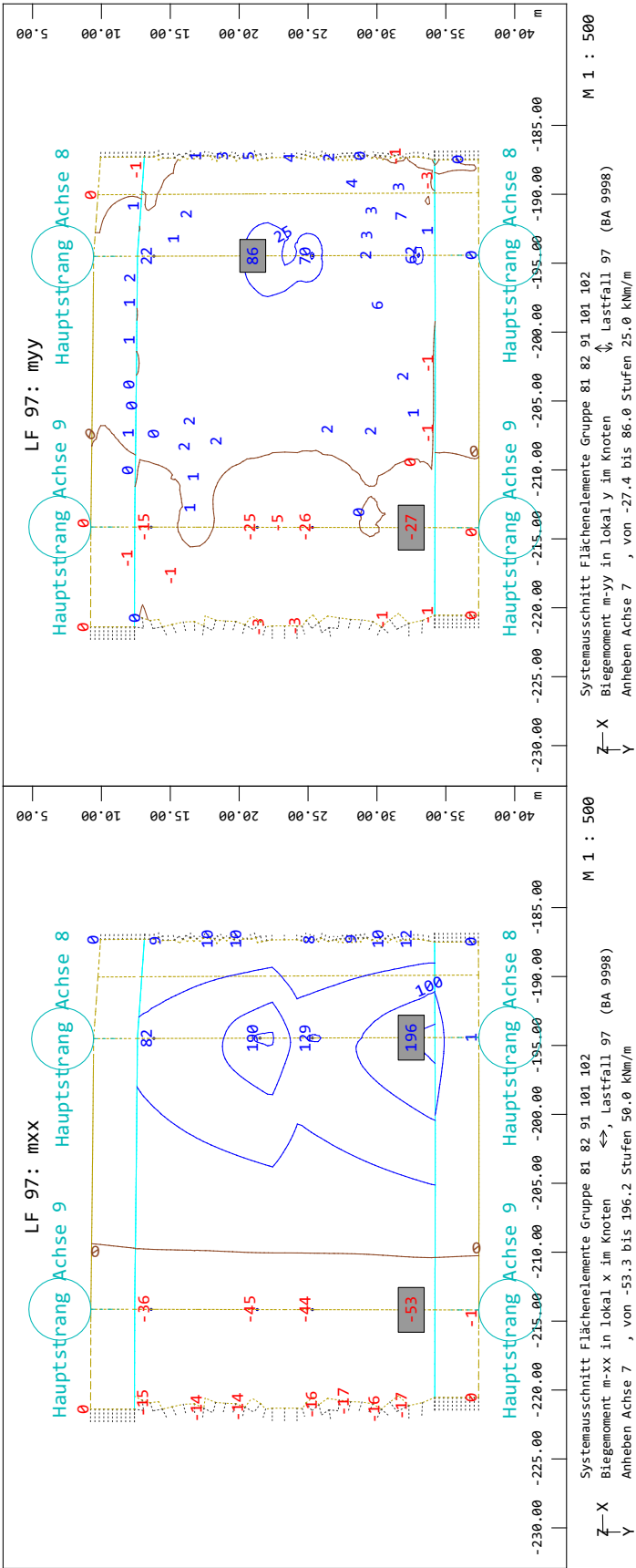
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7		Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung	Seite 26	
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

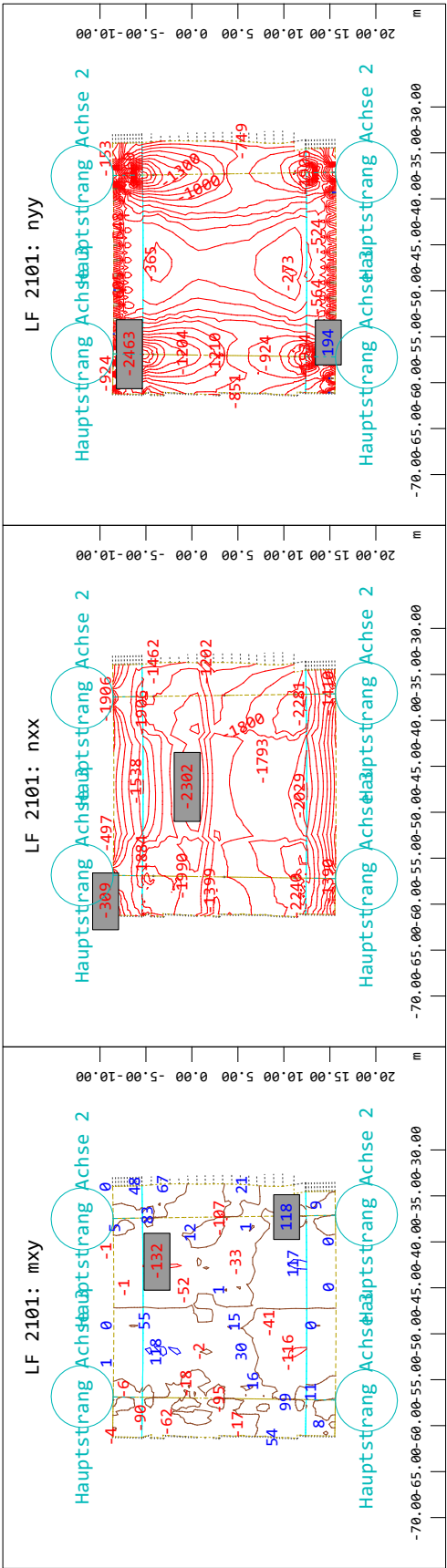
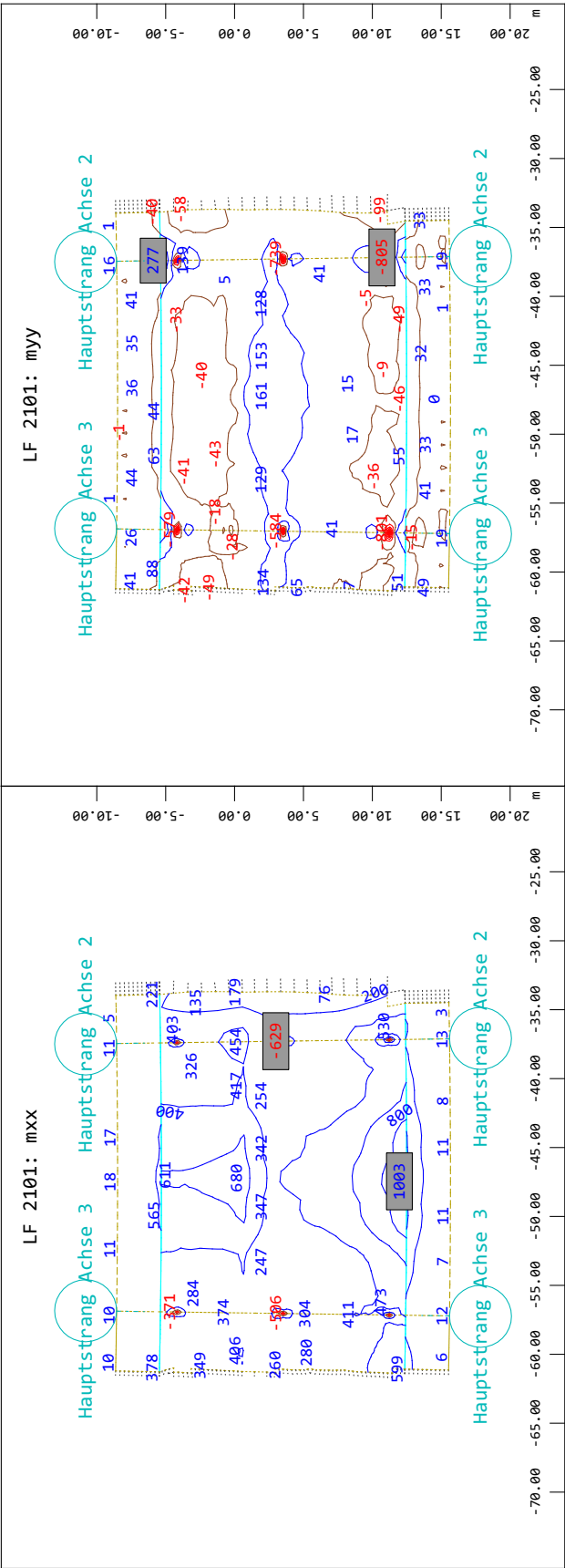
Schnittgrößen Lastfall 97



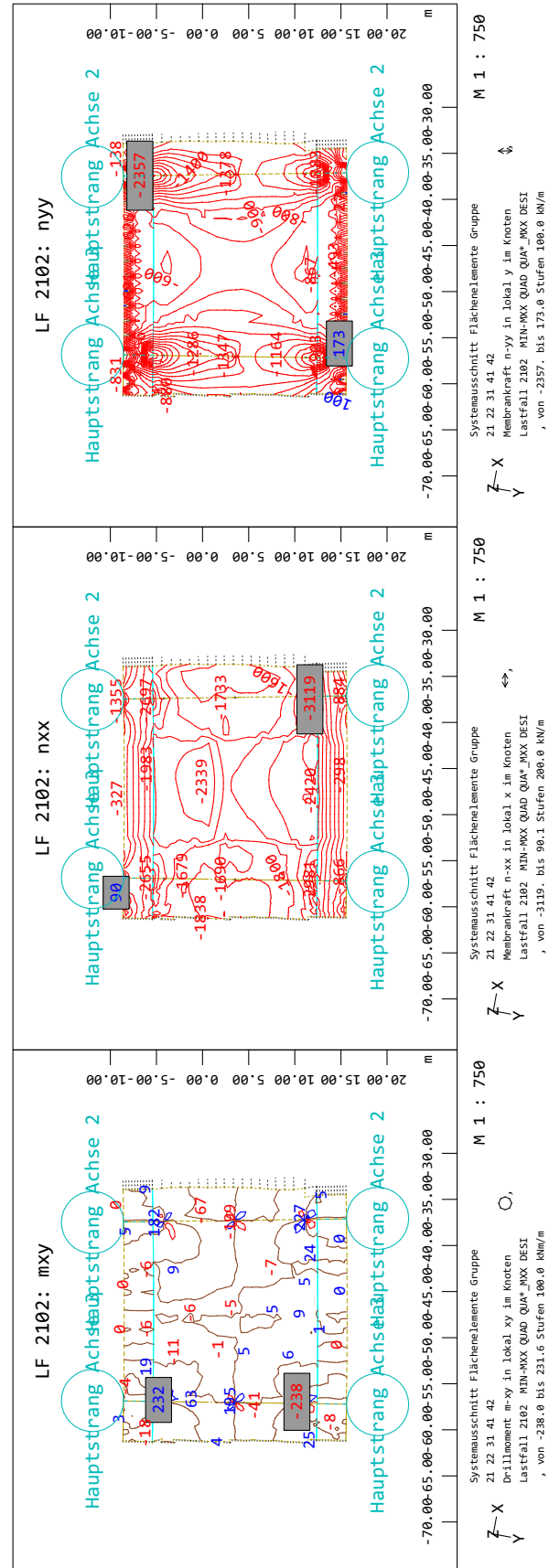
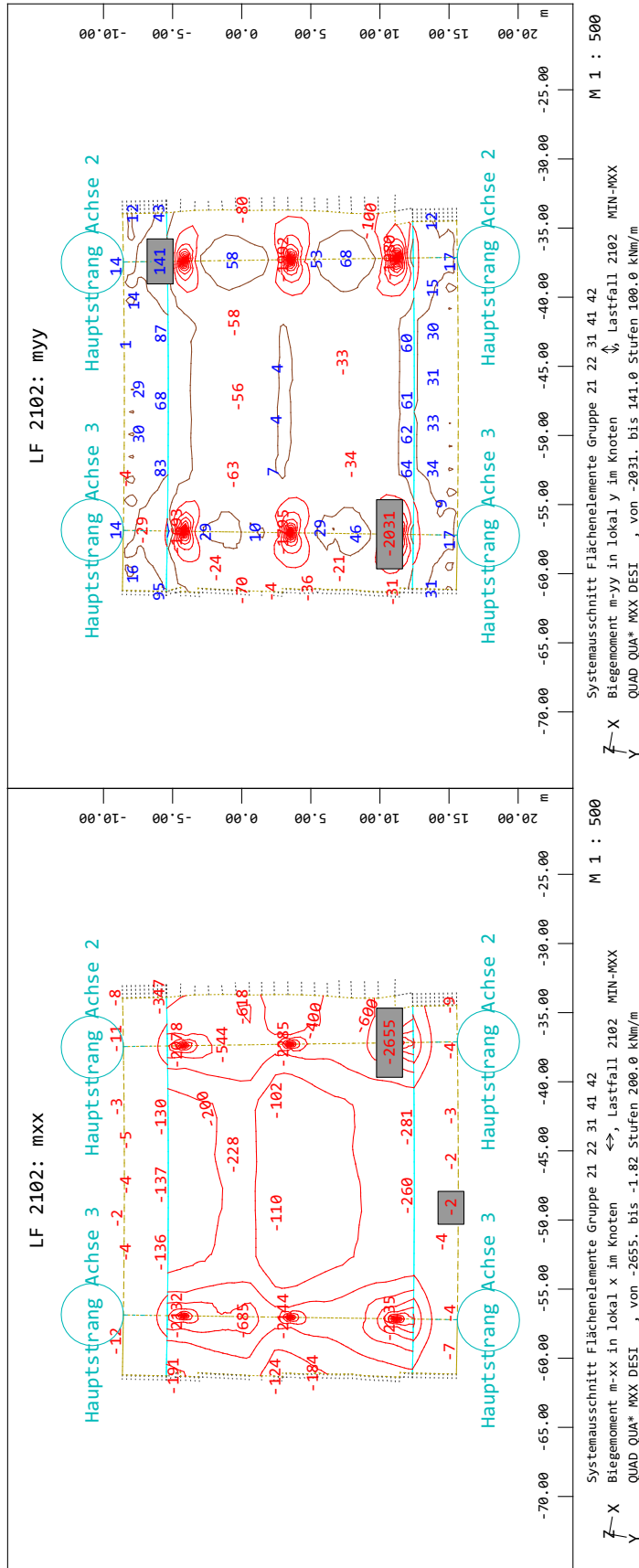
Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 27	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de

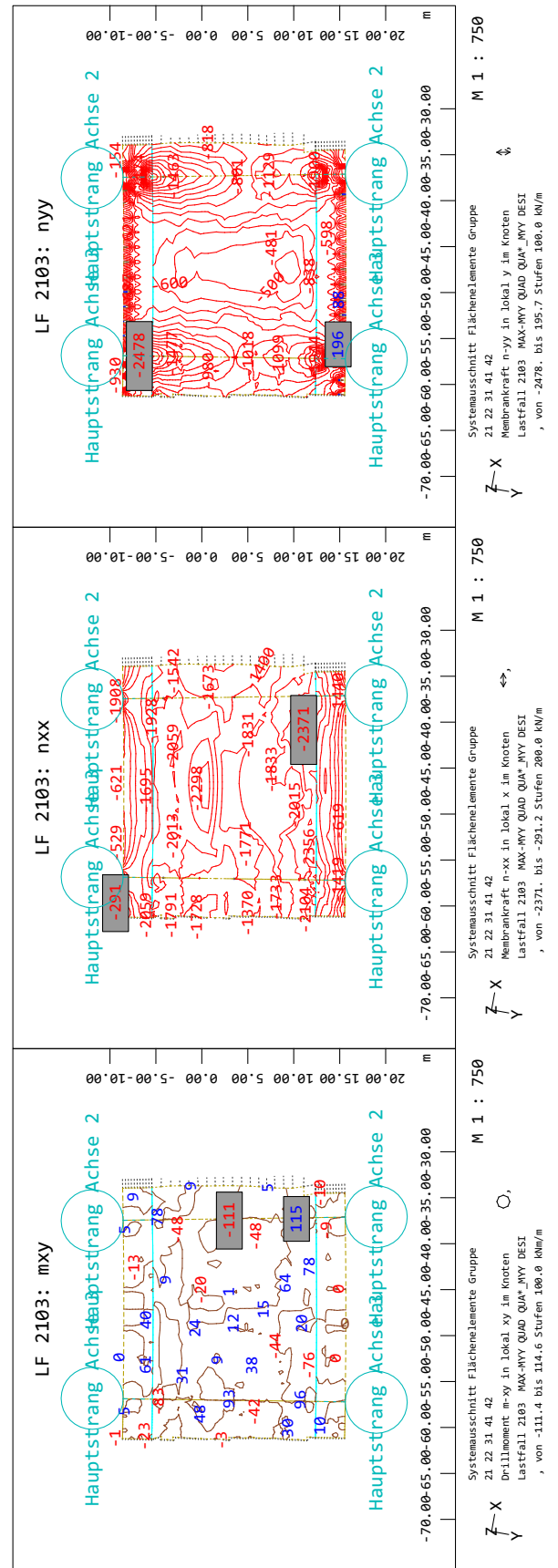
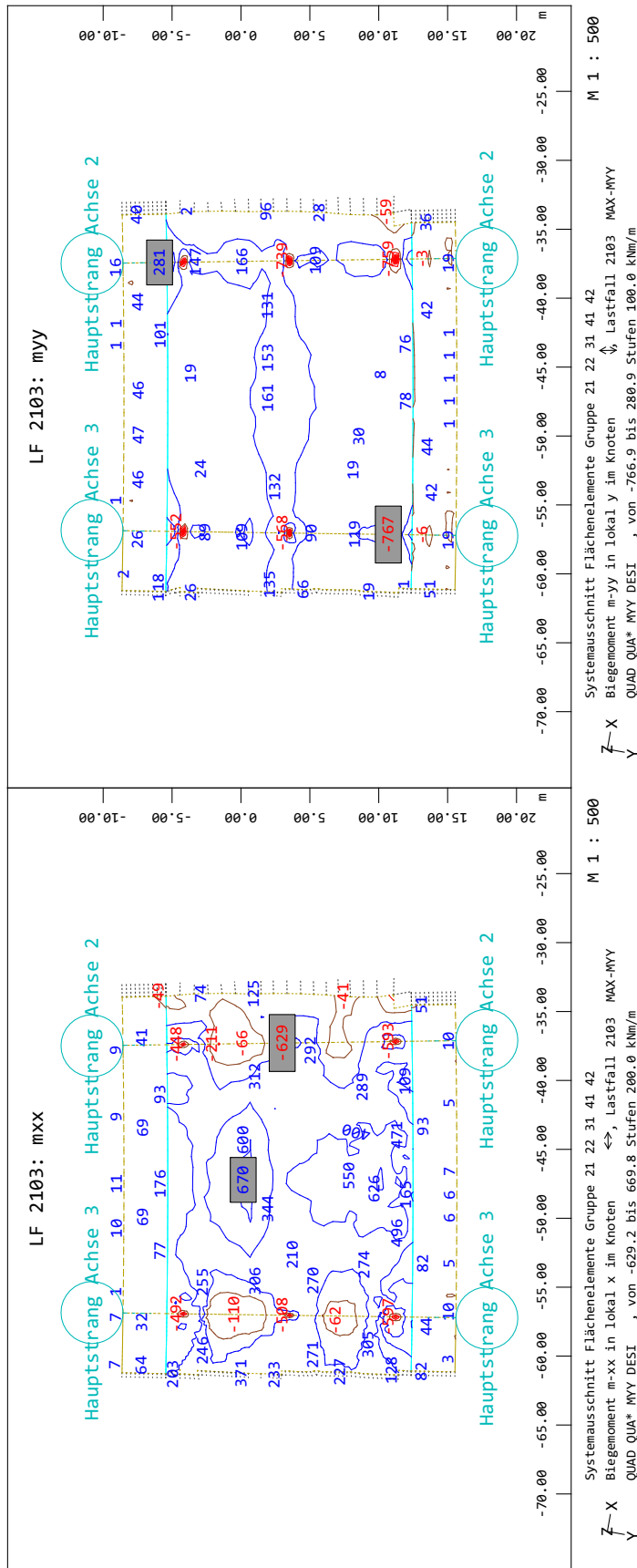


Bemessungsschnittgrößen

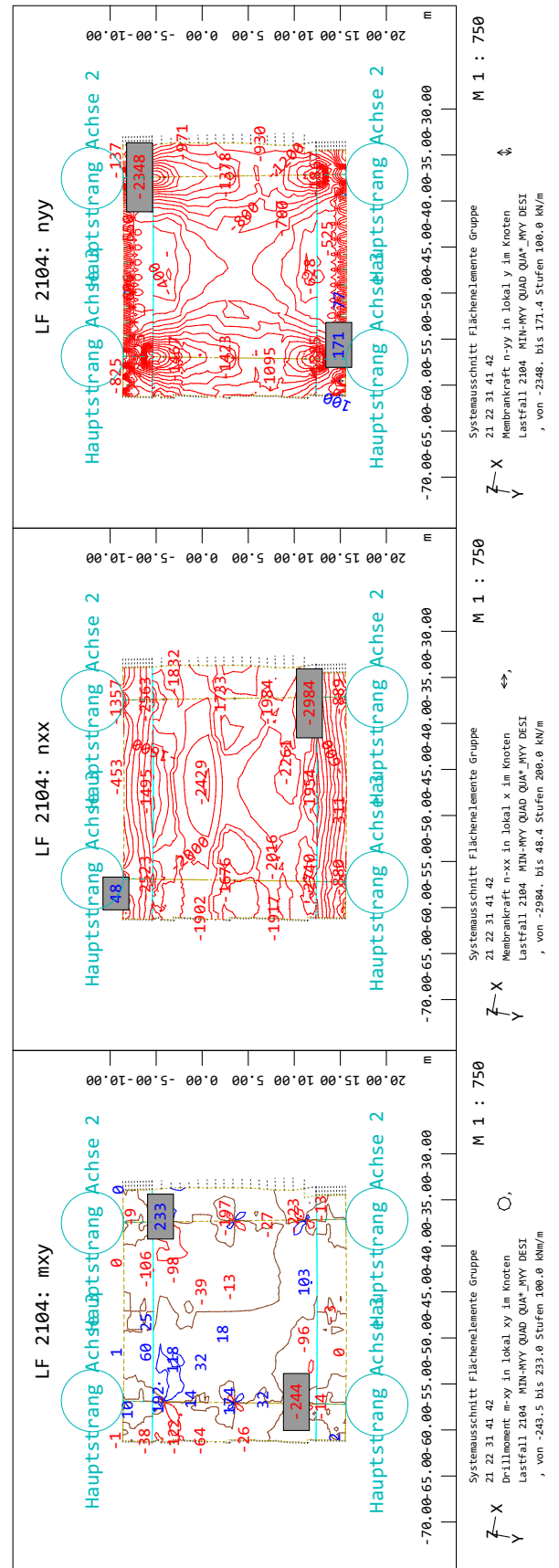
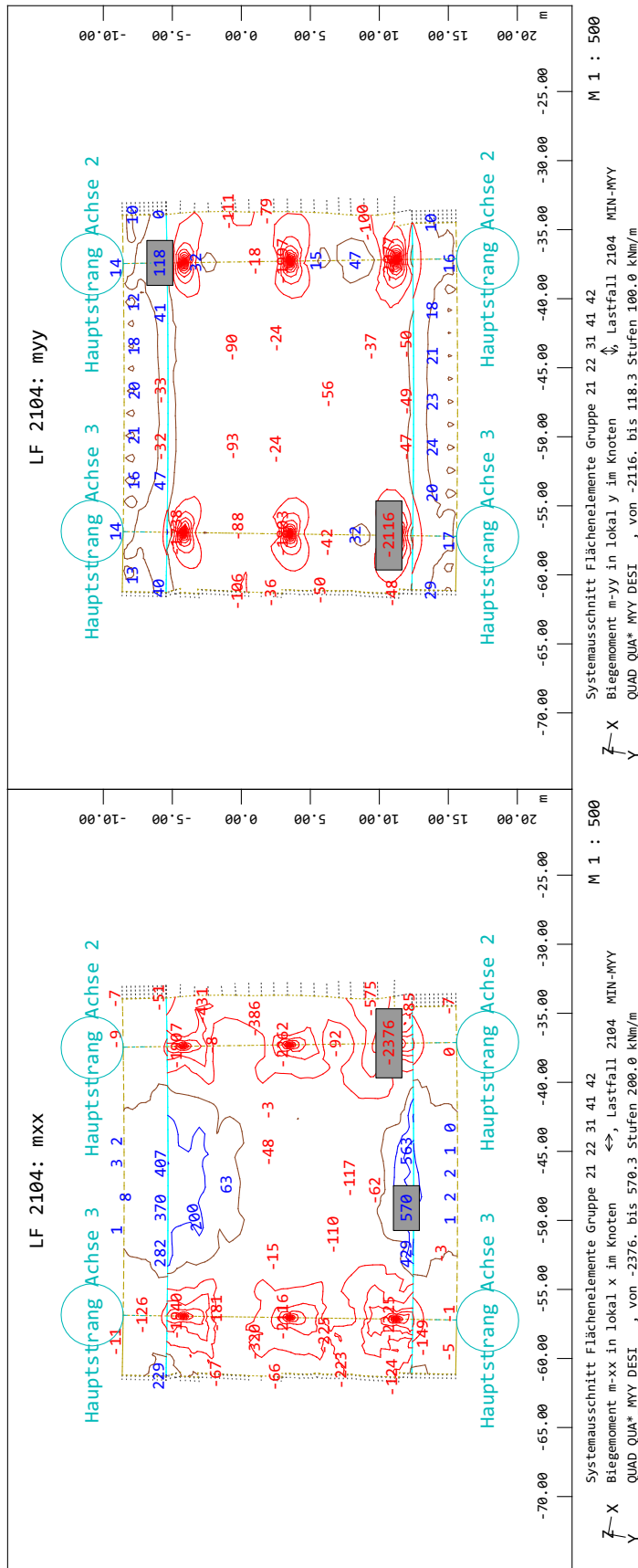


Bemessungsschnittgrößen

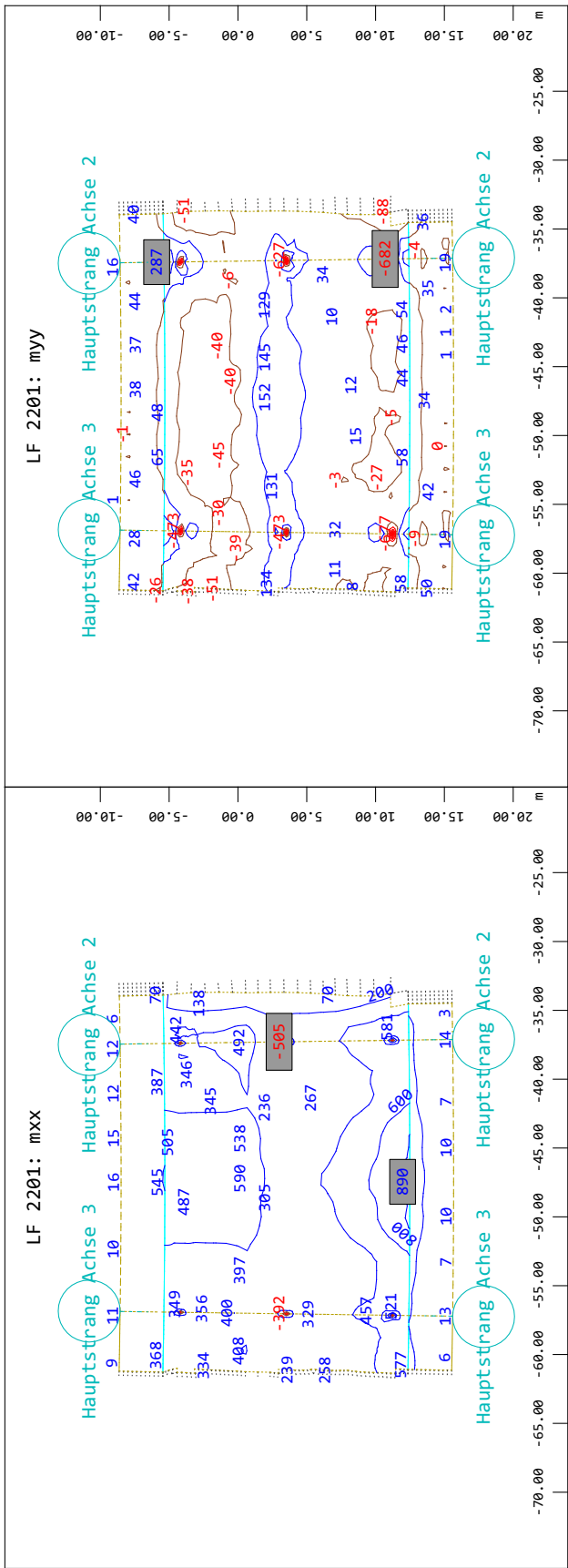
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bemessungsschnittgrößen



Bemessungsschnittgrößen



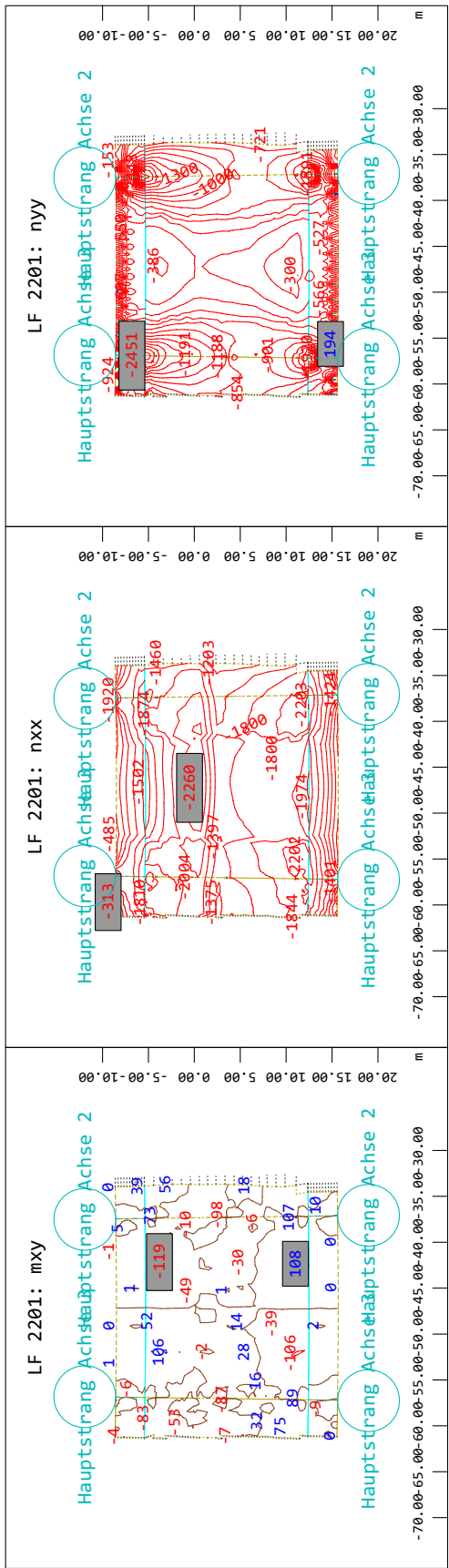
M 1 : 500

Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 21 22 31 41 42

Biegemoment m-xx in Lokal x im Knoten

↔ Lastfall 2201 MAX-MXX

QUAD QUA*_MXX DESI , von -504.7 bis 890.4 Stufen 200.0 kNm/m



M 1 : 750

Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 21 22 31 41 42

Membrankraft n-xx in Lokal x im Knoten

↔ Lastfall 2201 MAX-MXX QUAD QUA*_MXX DESI

, von -2260. bis -313.4 Stufen 200.0 kN/m

M 1 : 750

Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 21 22 31 41 42

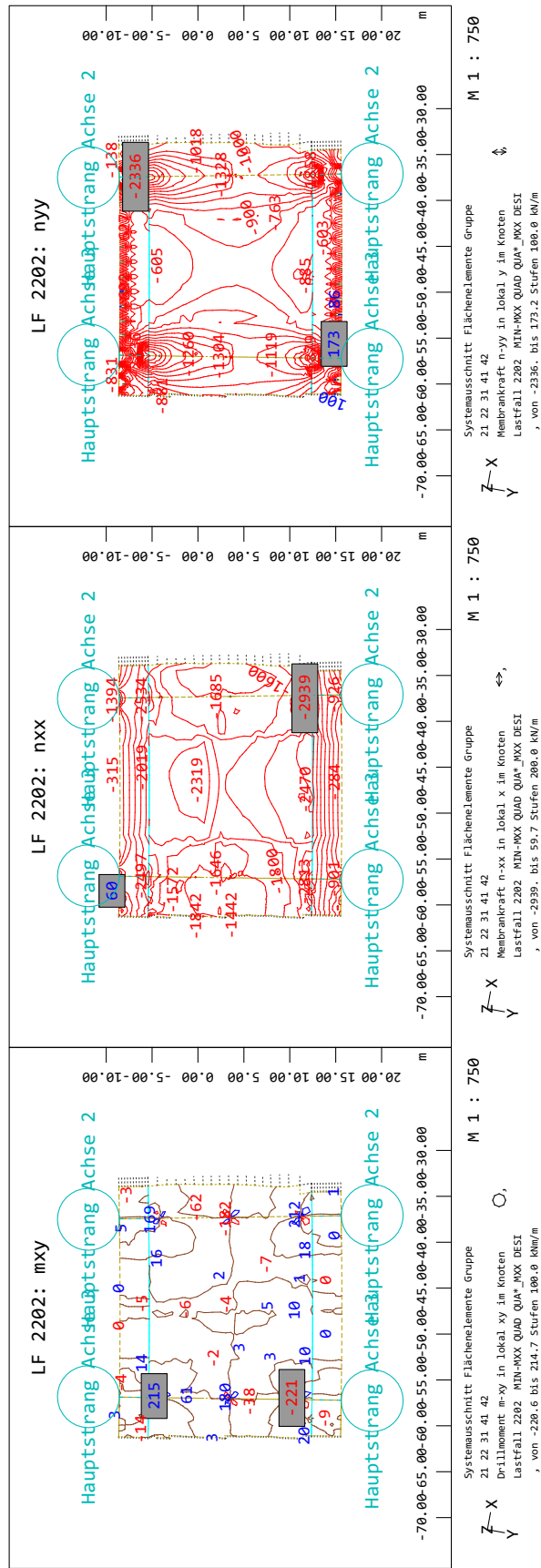
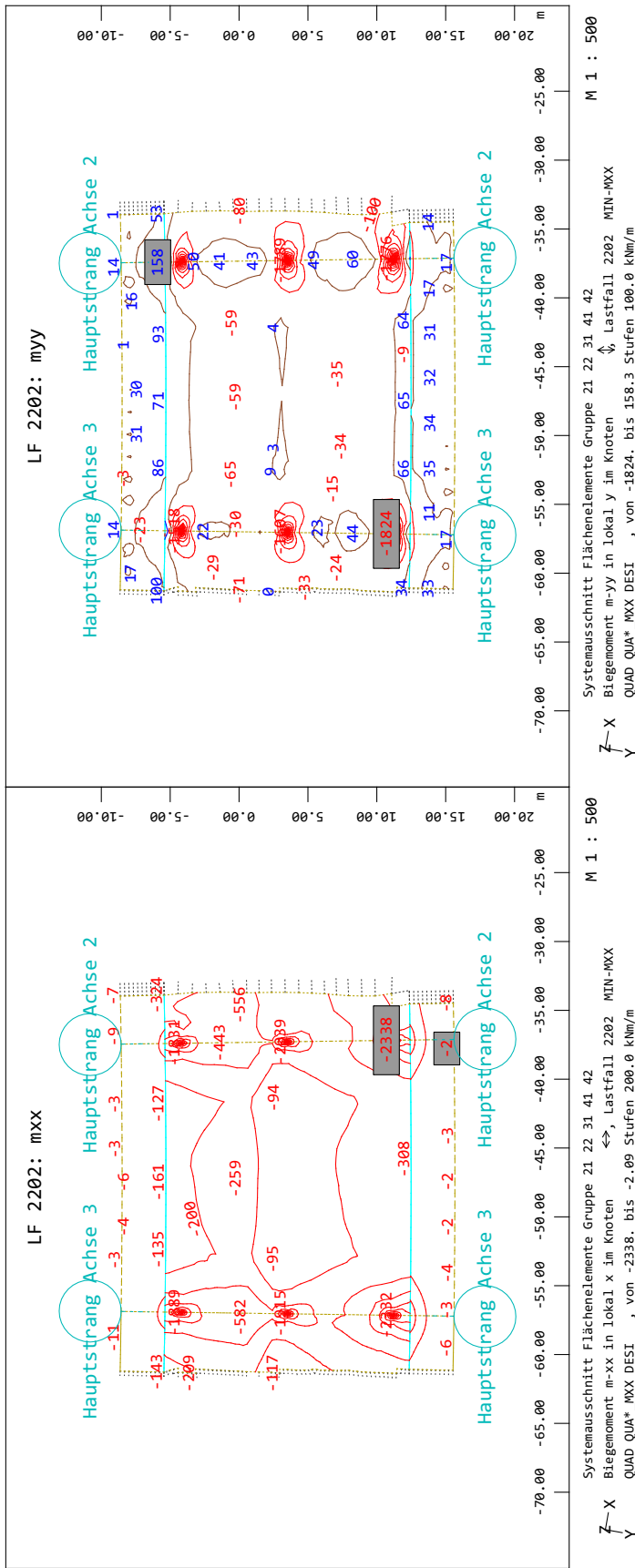
Membrankraft n-yy in Lokal y im Knoten

↔ Lastfall 2201 MAX-MXX QUAD QUA*_MXX DESI

, von -2451. bis 194.1 Stufen 100.0 kN/m

Verfasser : WTM Engineers GmbH	
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE	
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr: Datum: 20.11.2025

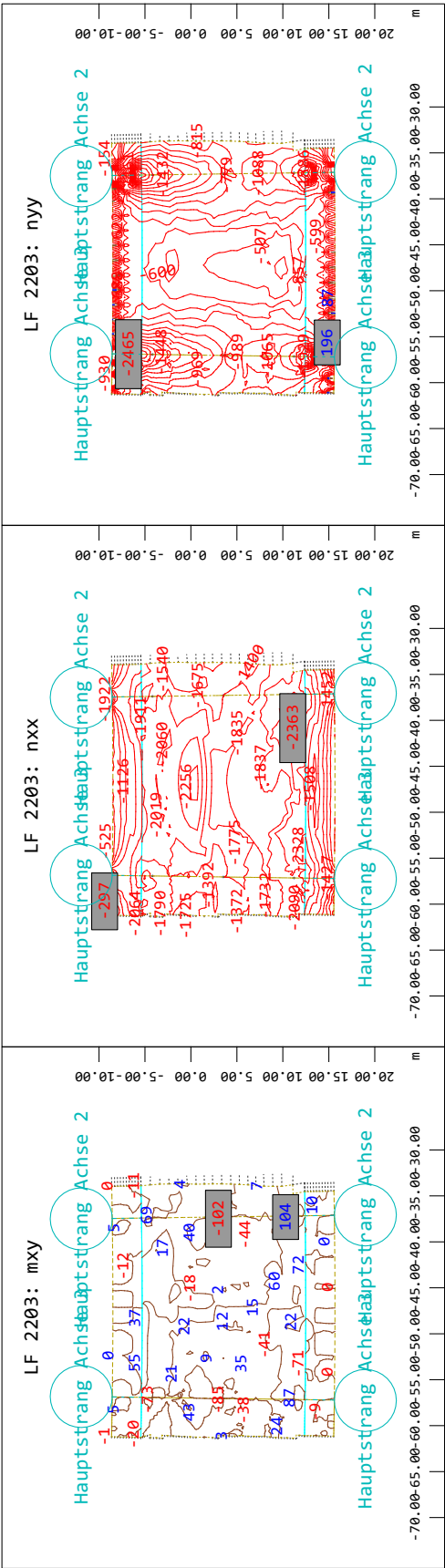
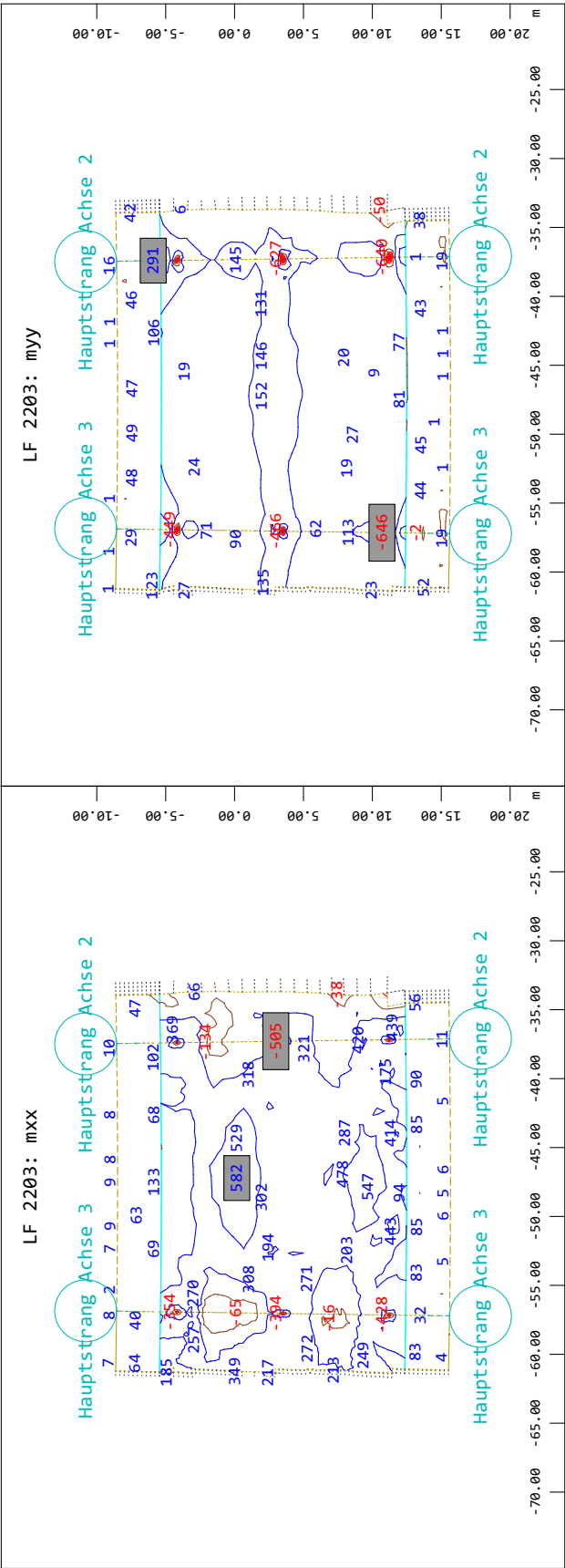
Bemessungsschnittgrößen



Bauteil	: Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Archiv Nr.:
Block	: 7. Verstärkung Seite 33	
Vorgang	: 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe	

Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

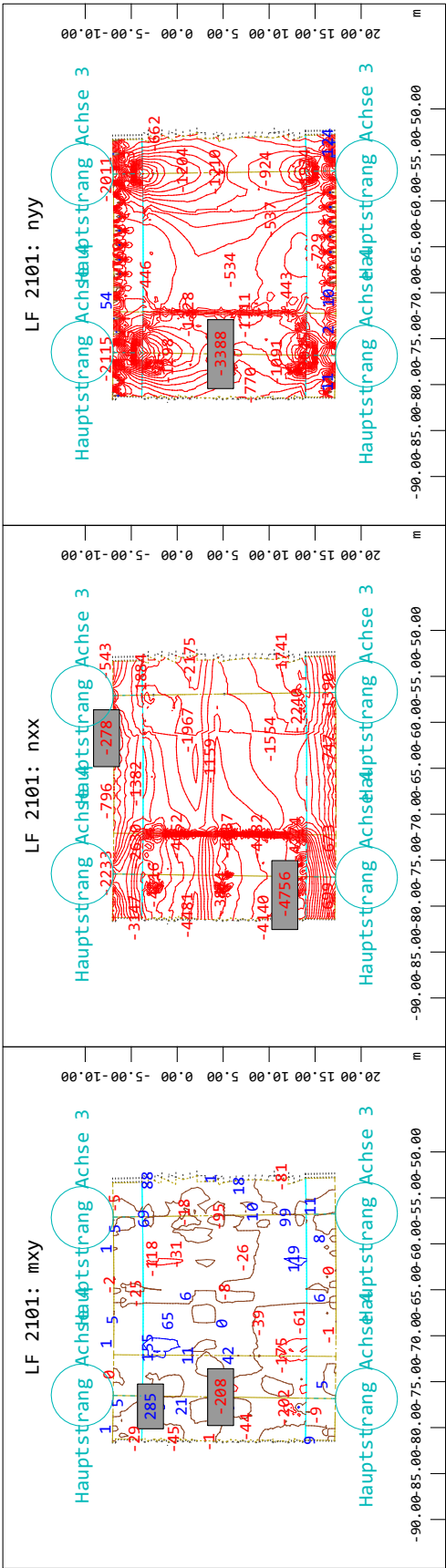
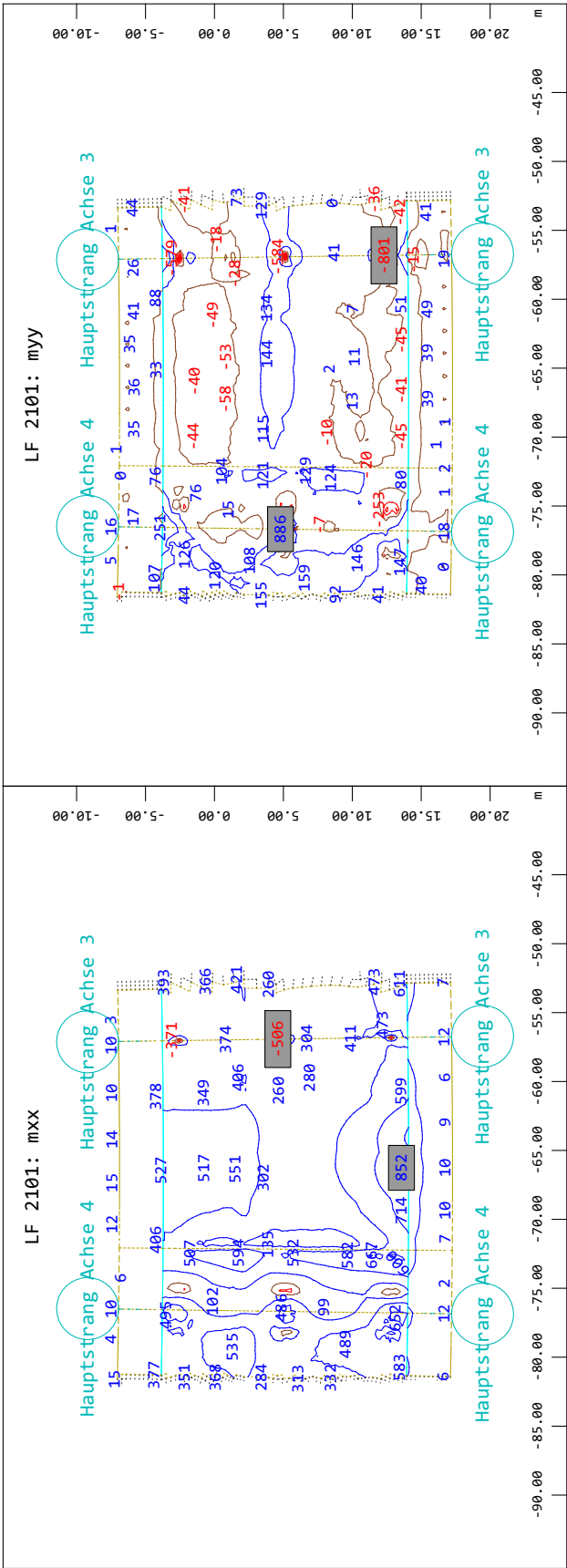
Bemessungsschnittgrößen



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 34	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

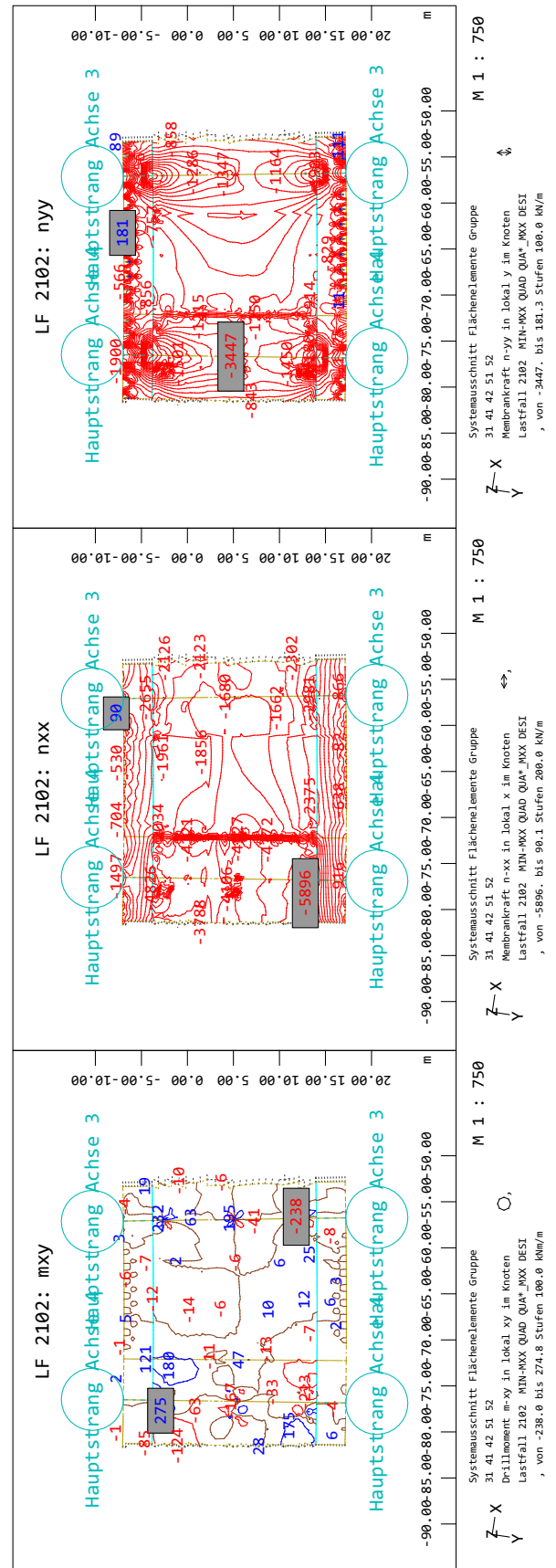
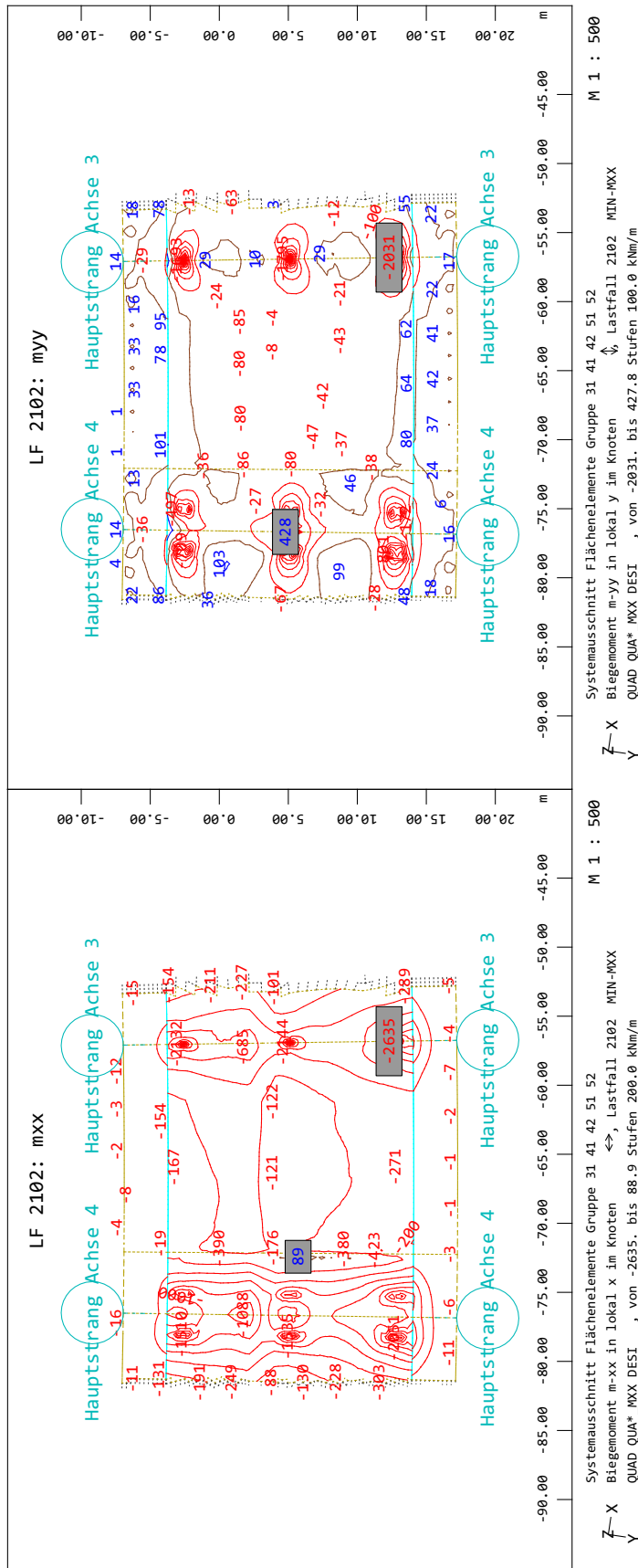
Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen



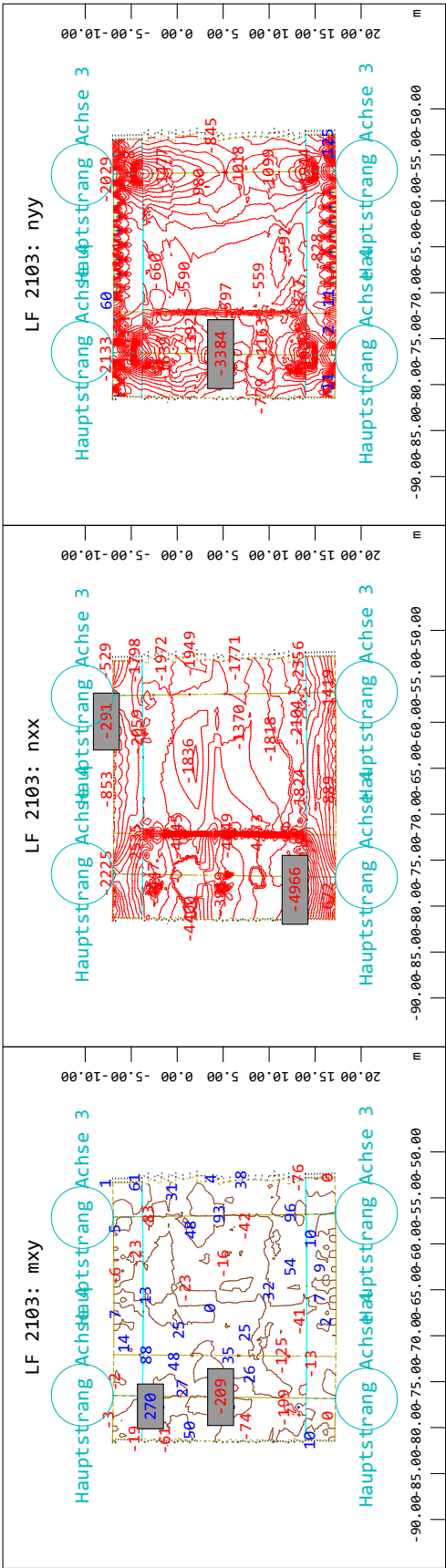
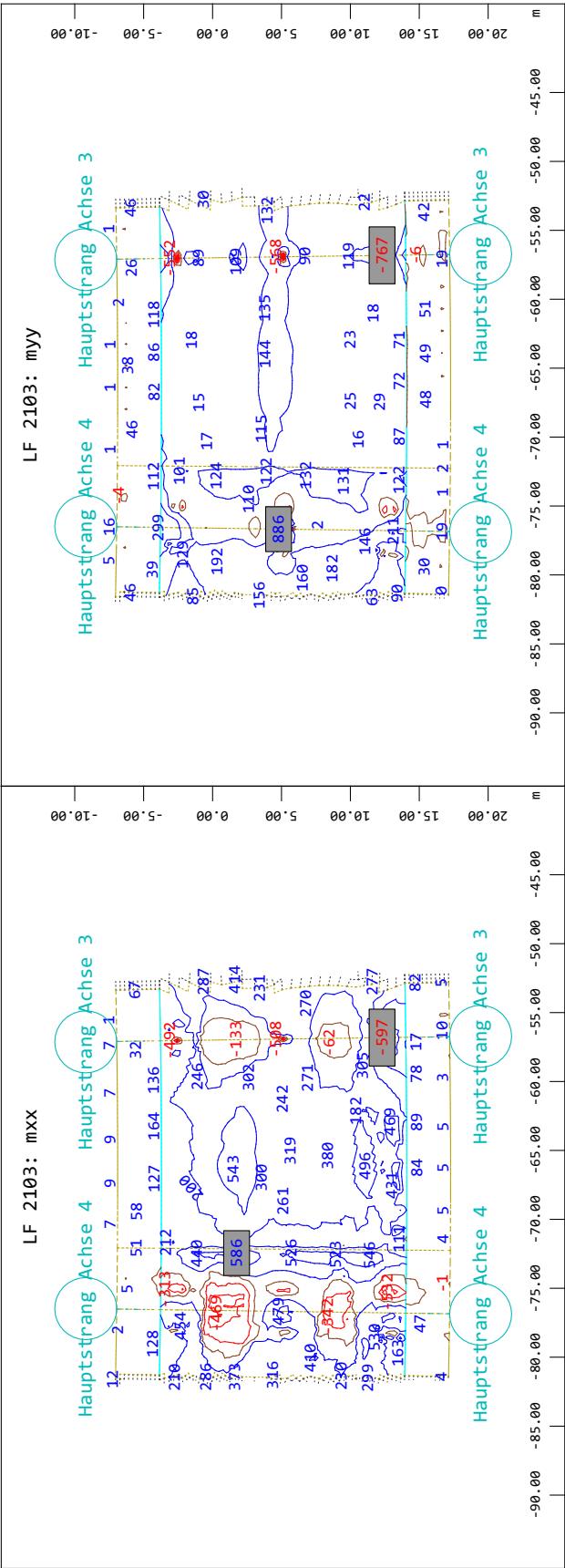
Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 36	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Bemessungsschnittgrößen



Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

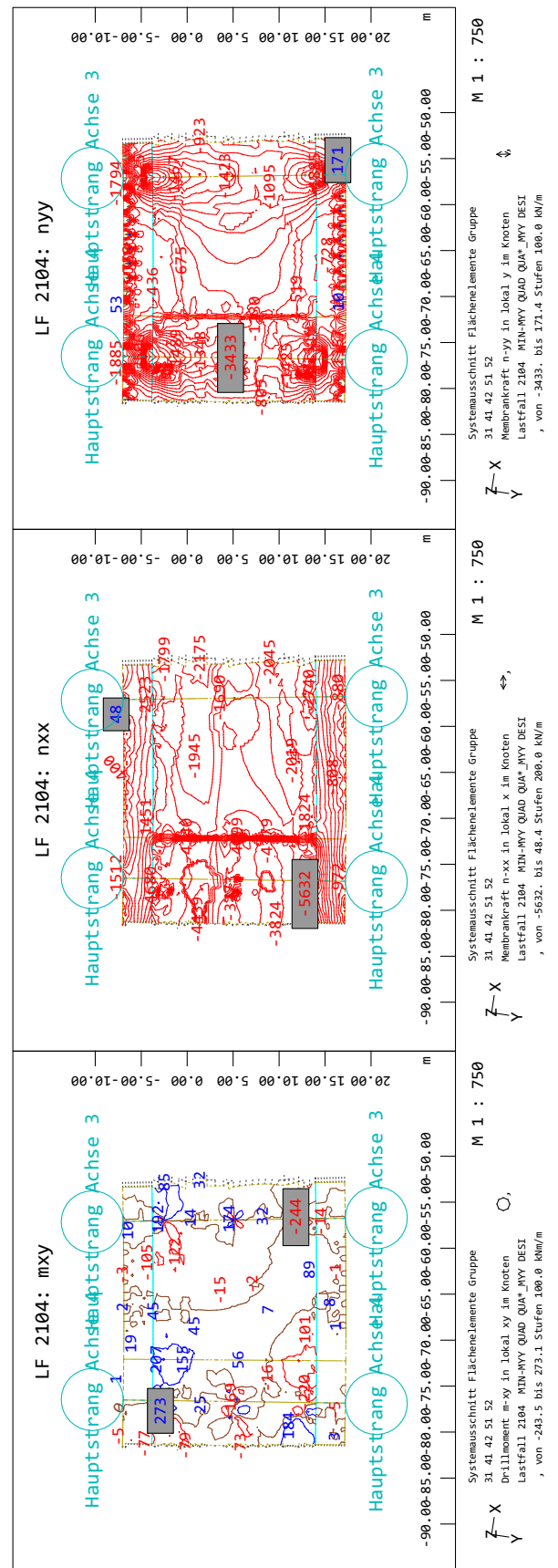
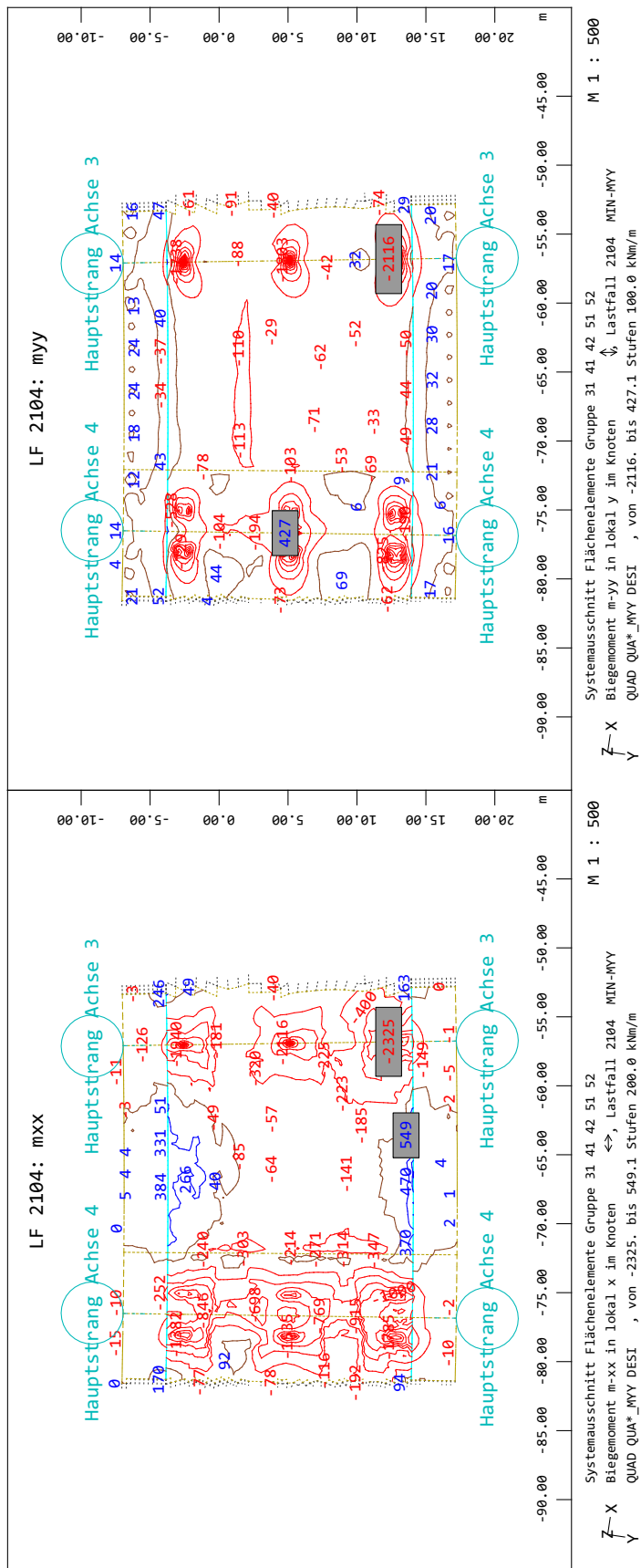


Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 38
Block : 7. Verstärkung	
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe	

Archiv Nr.:

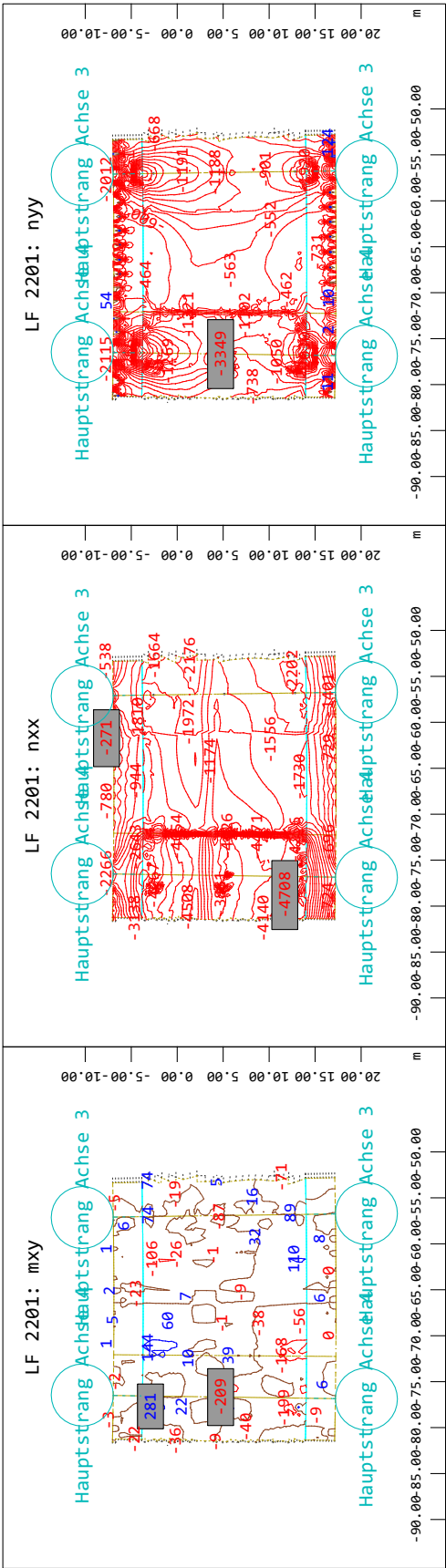
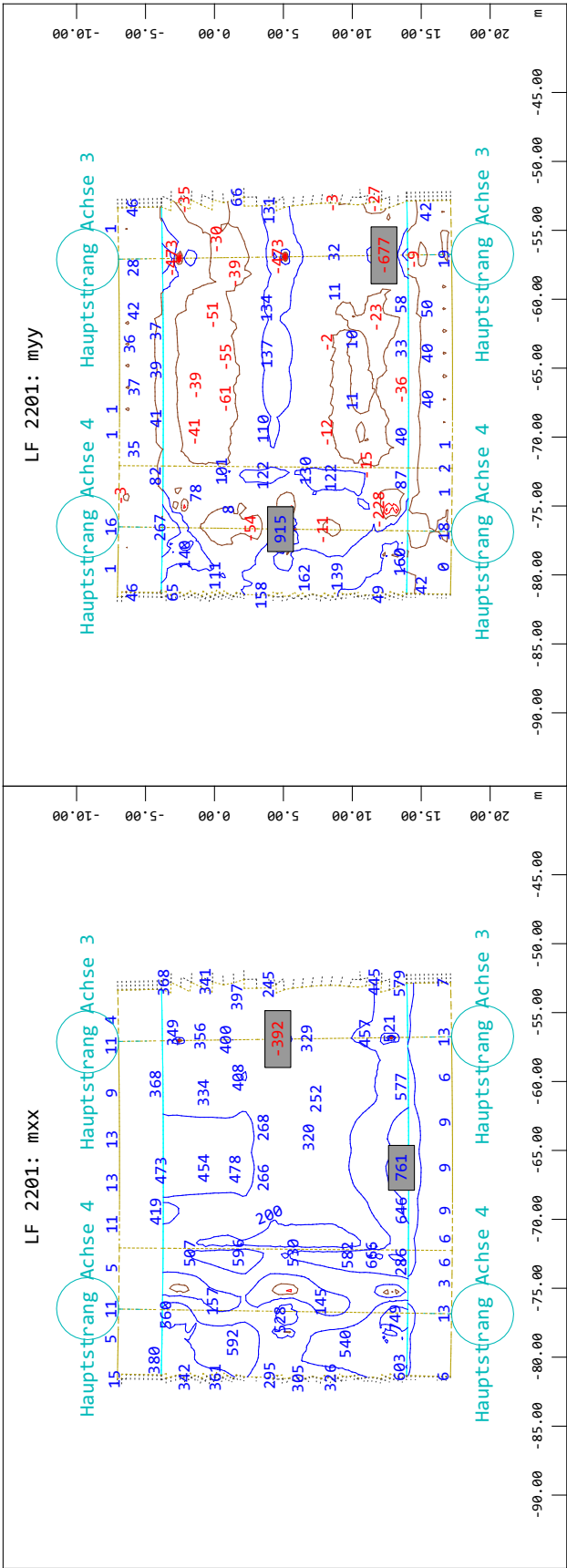
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



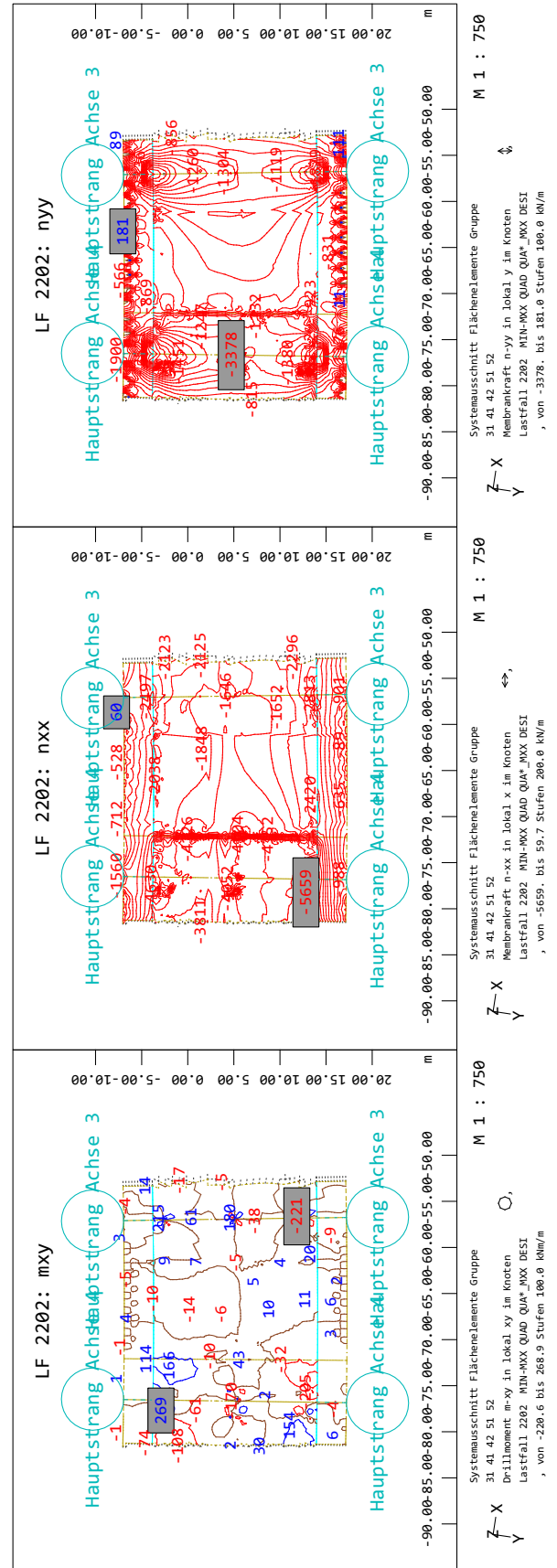
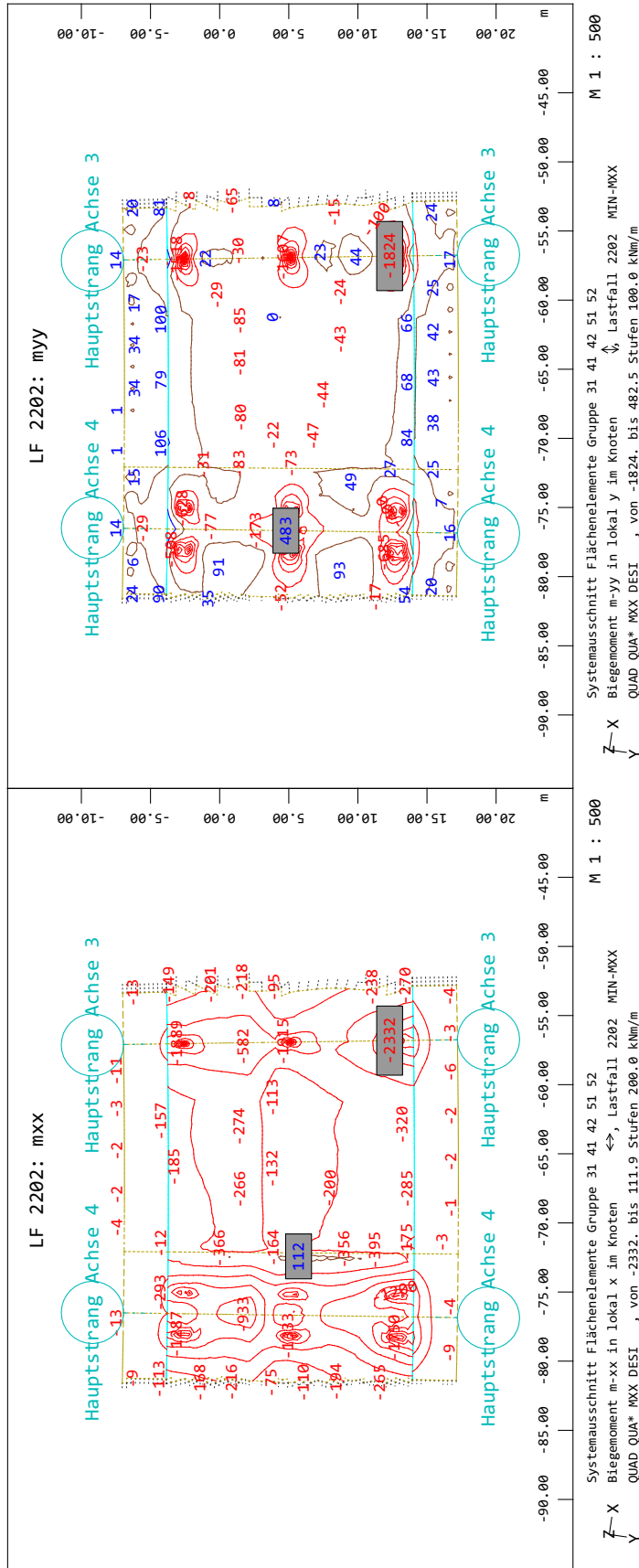
Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

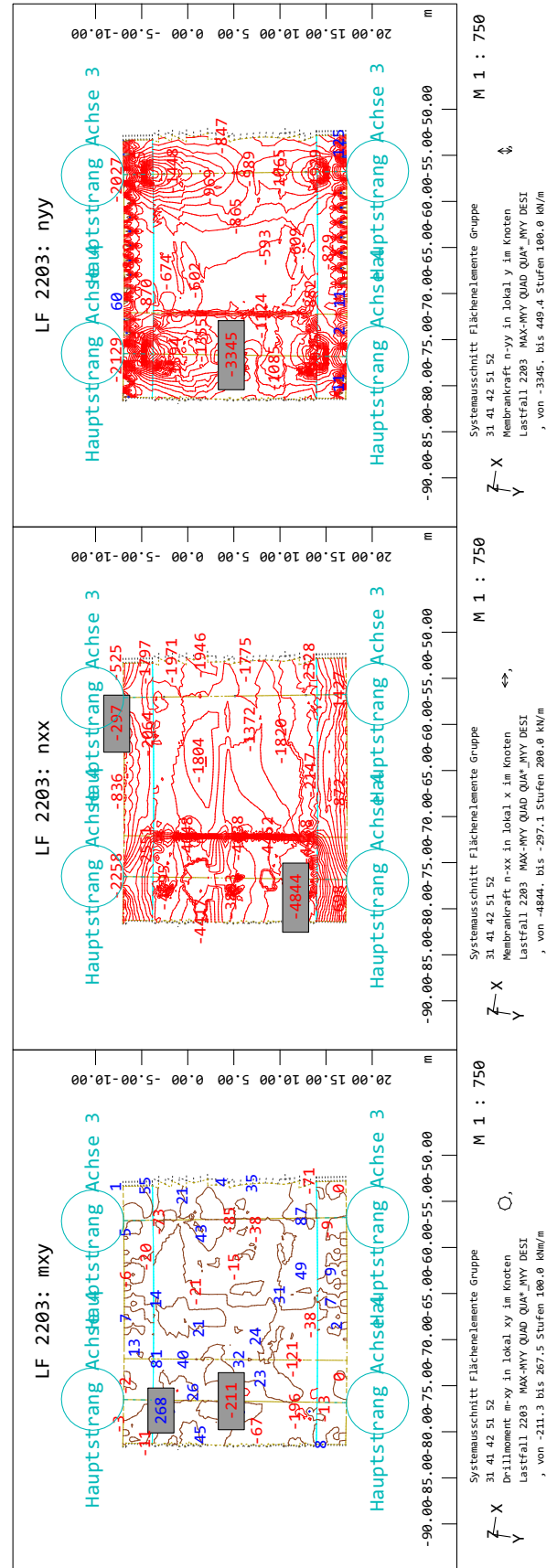
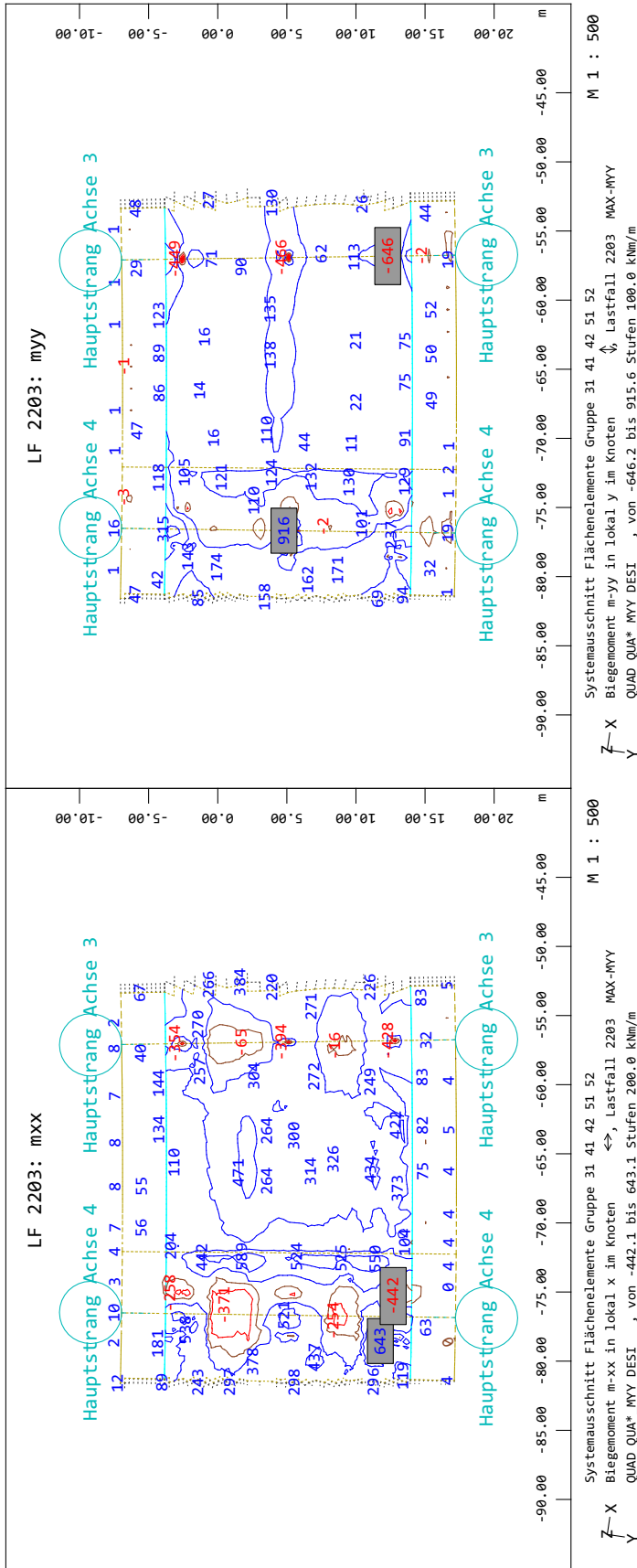


Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 40	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Bemessungsschnittgrößen



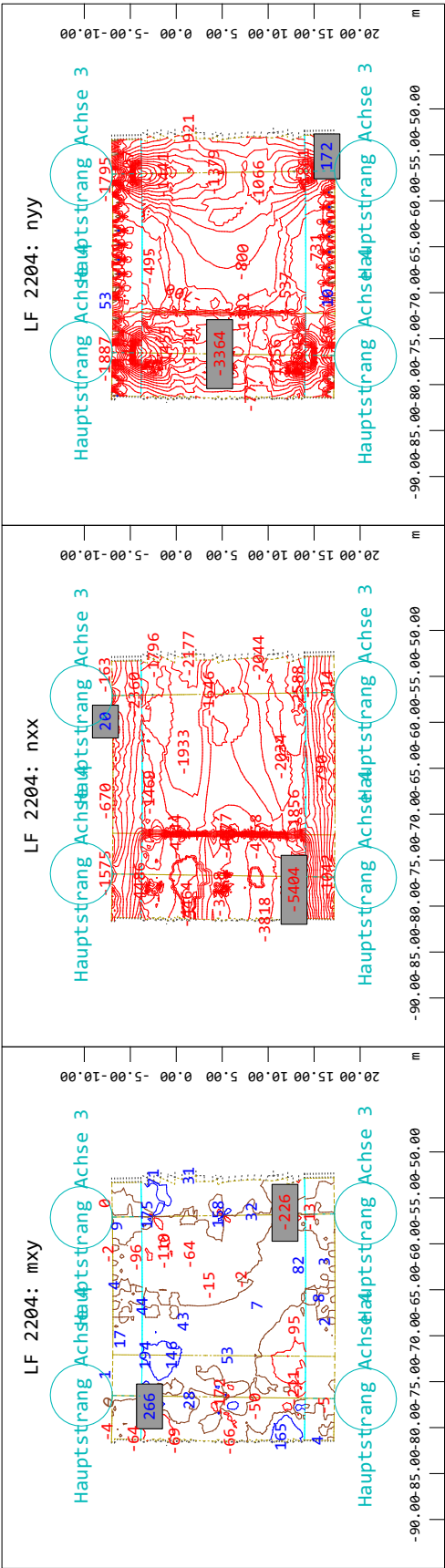
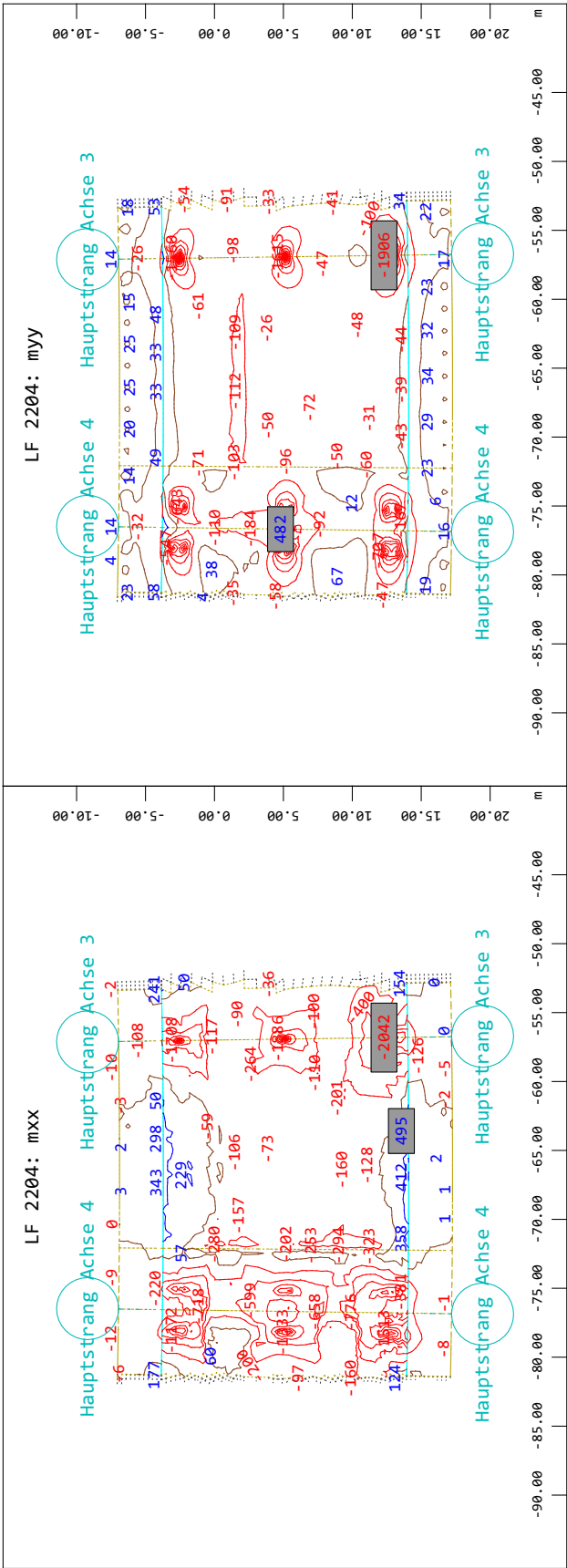
Bemessungsschnittgrößen



Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

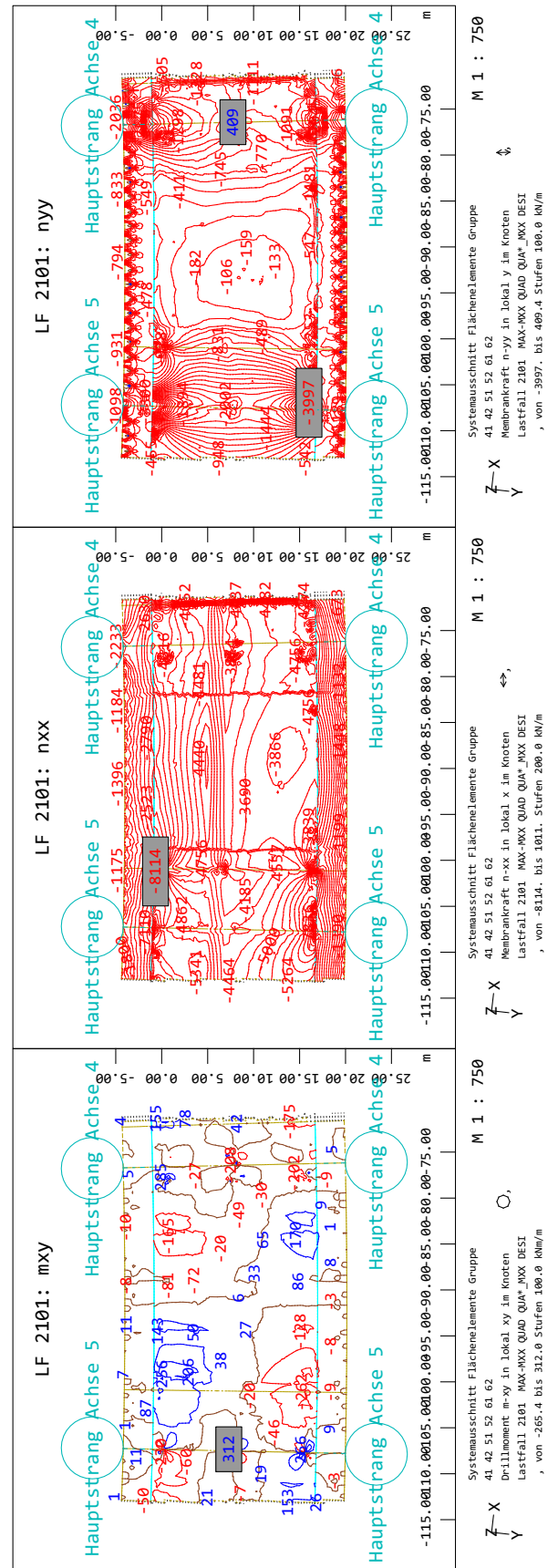
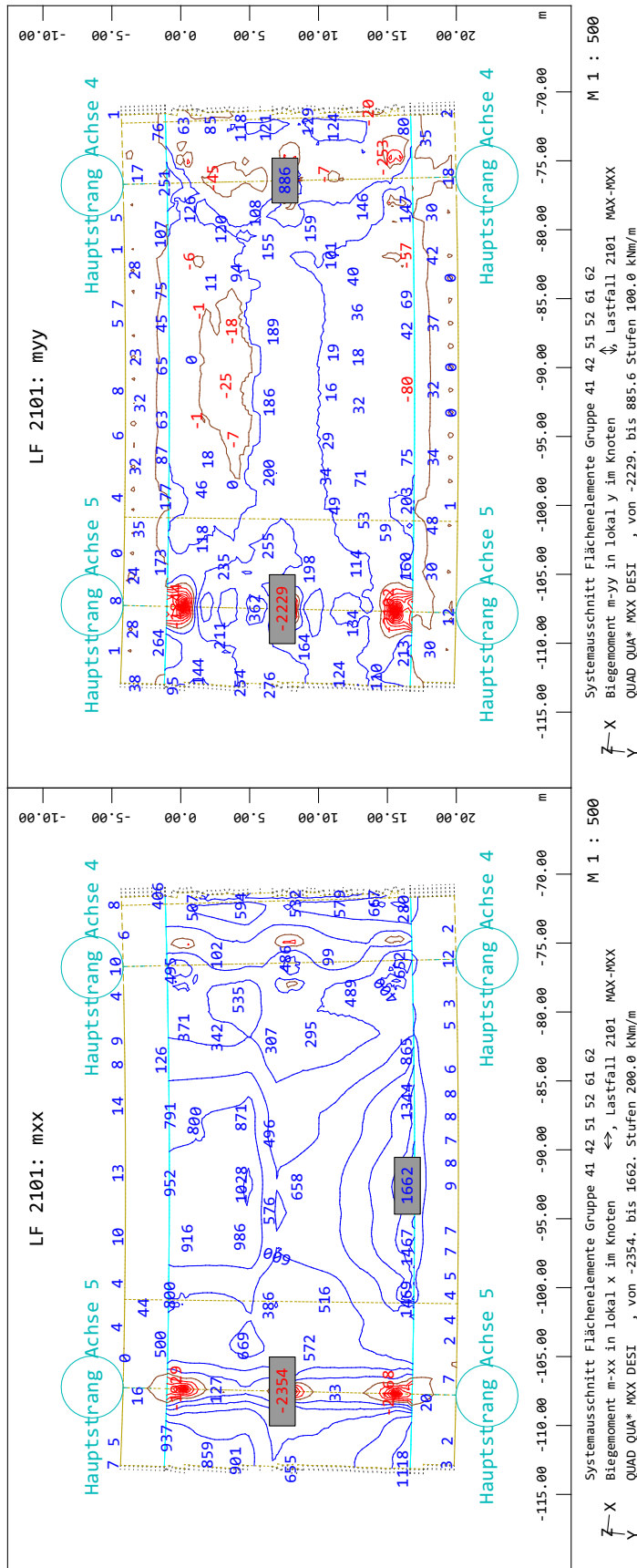
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 43	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

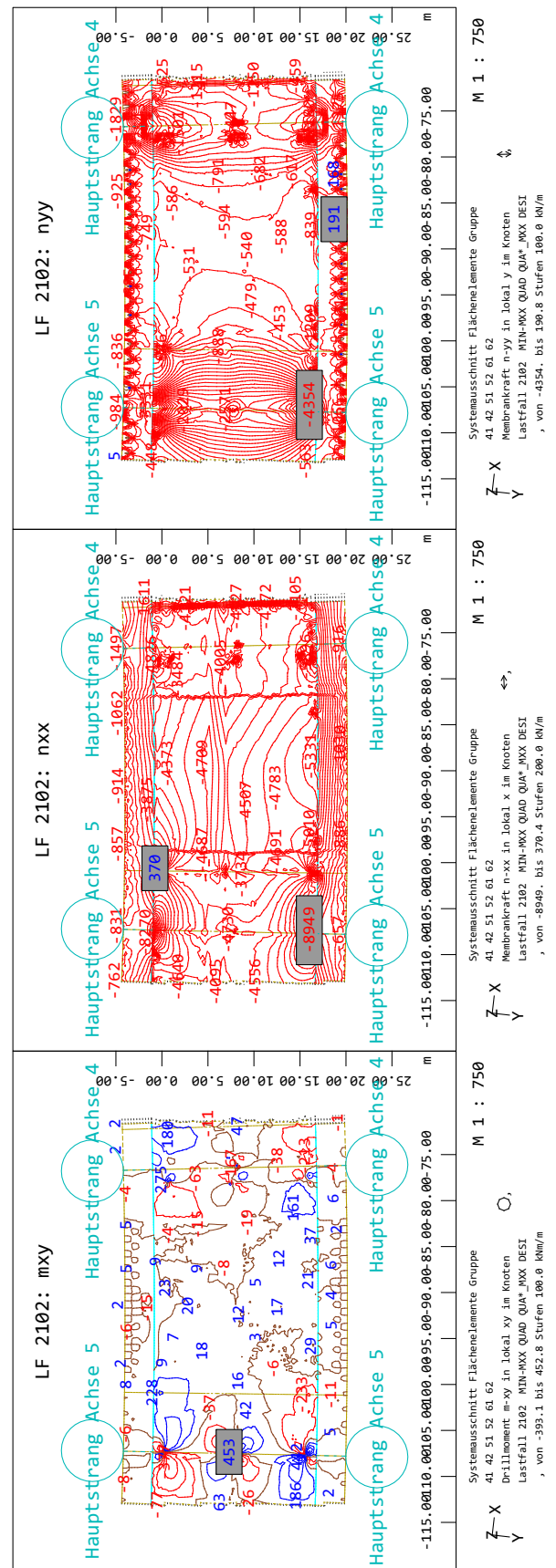
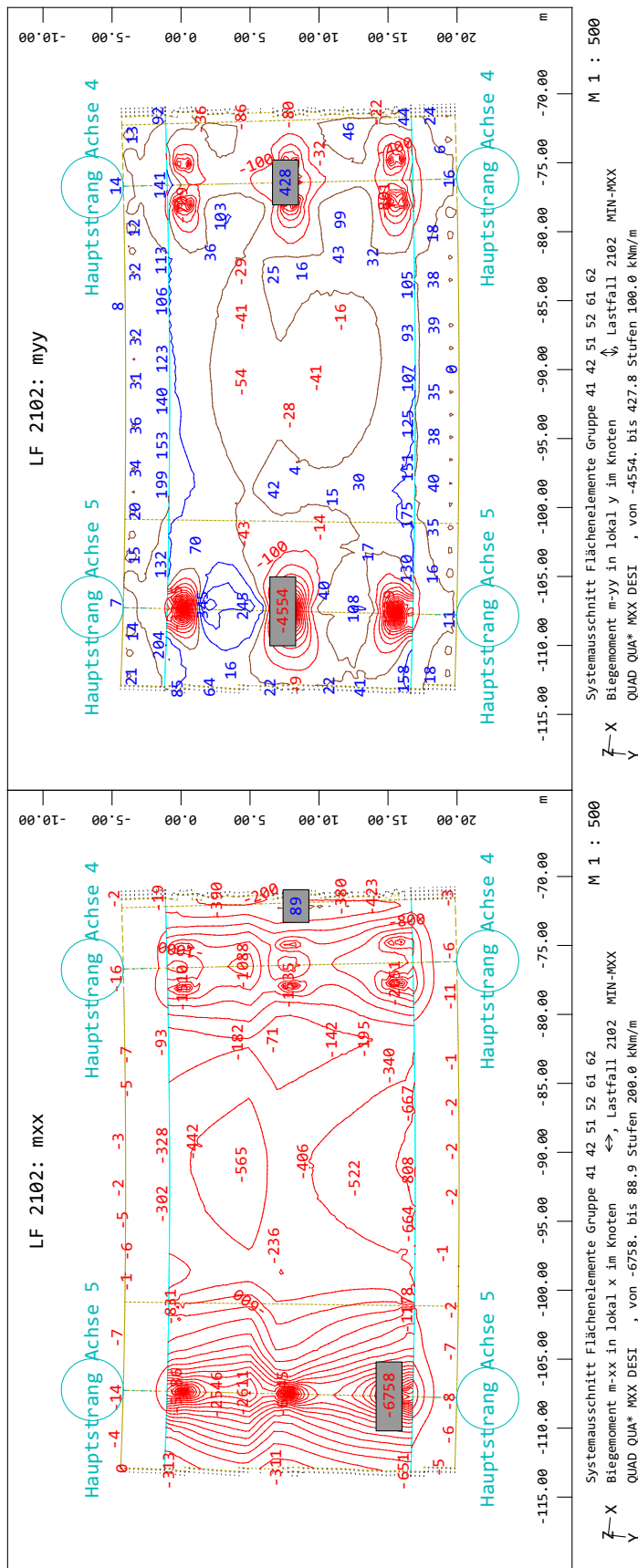
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de

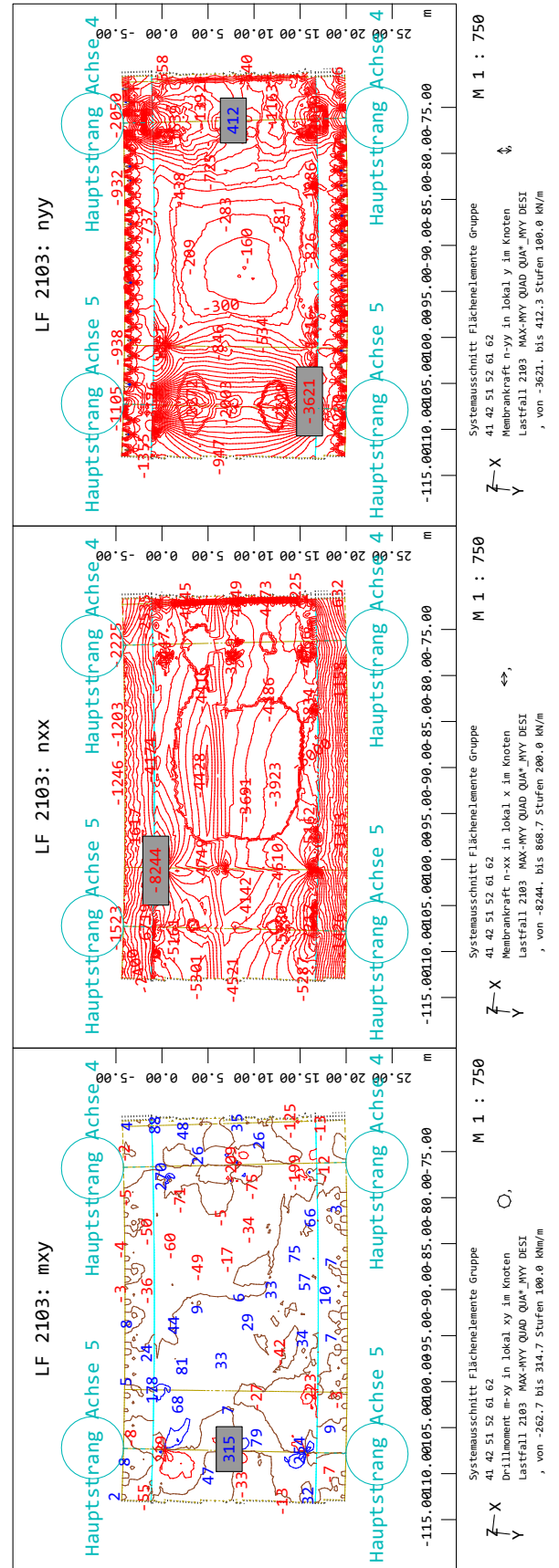
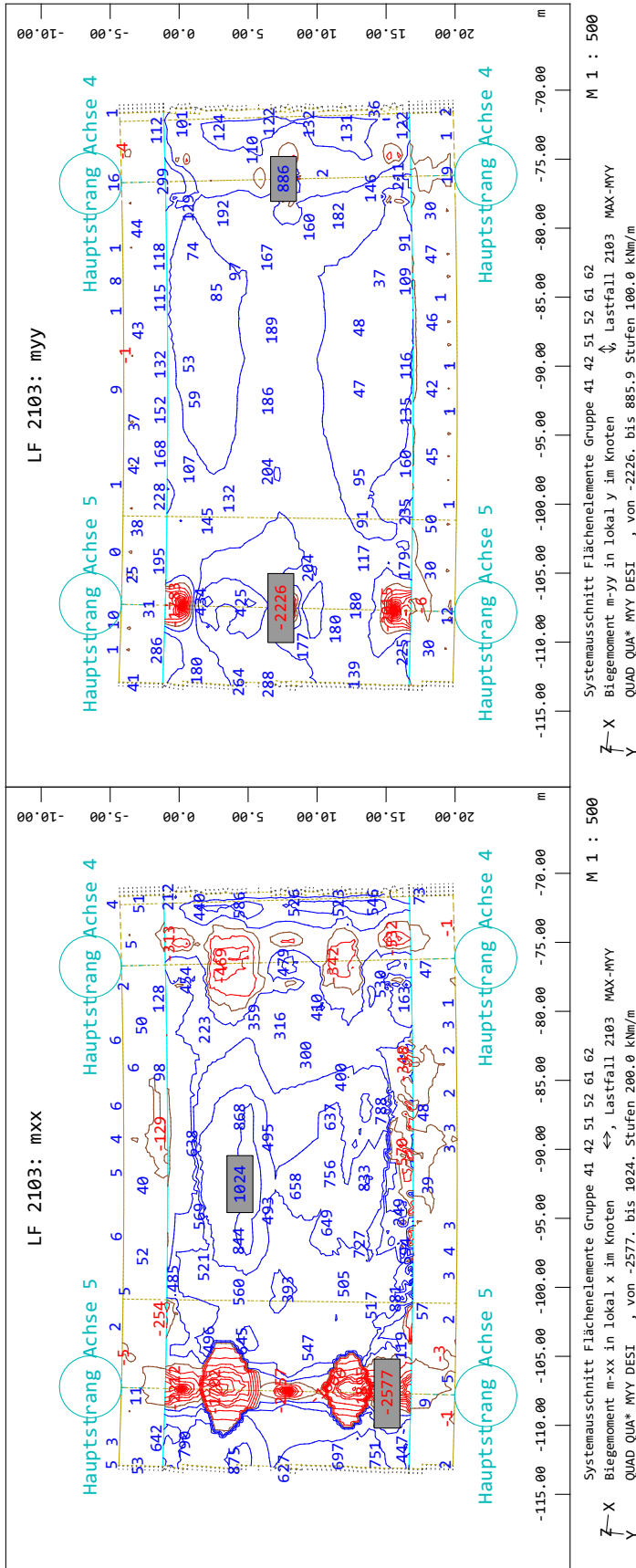


Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de

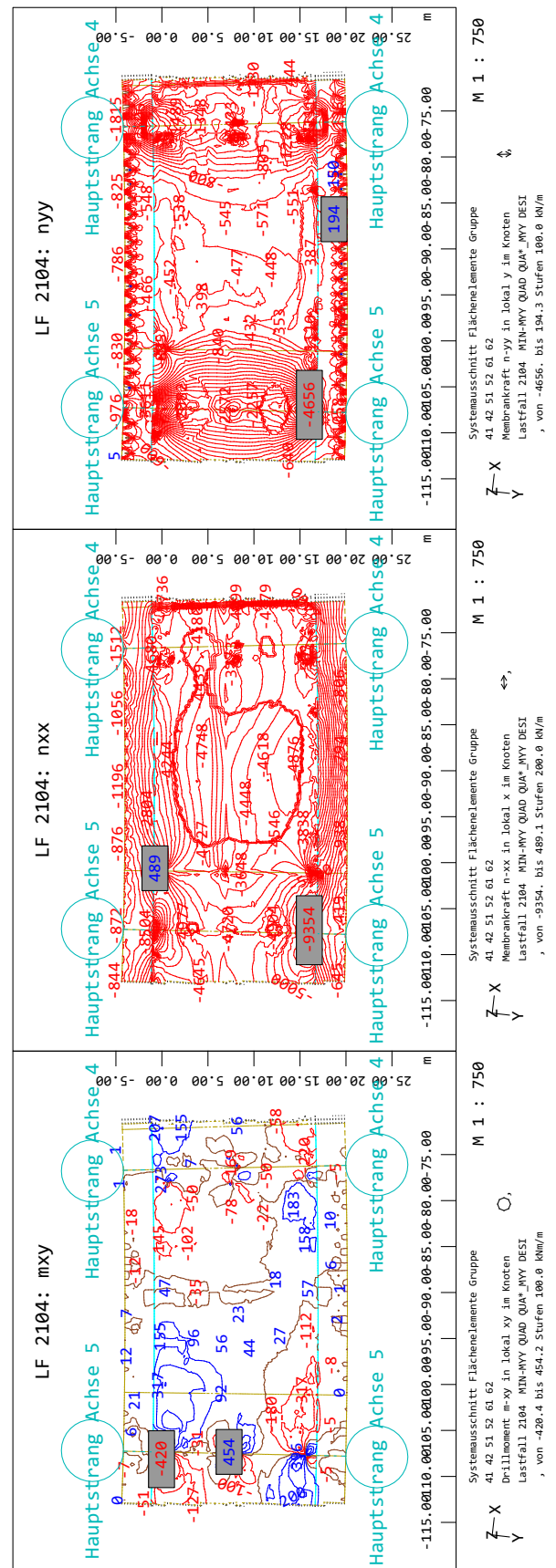
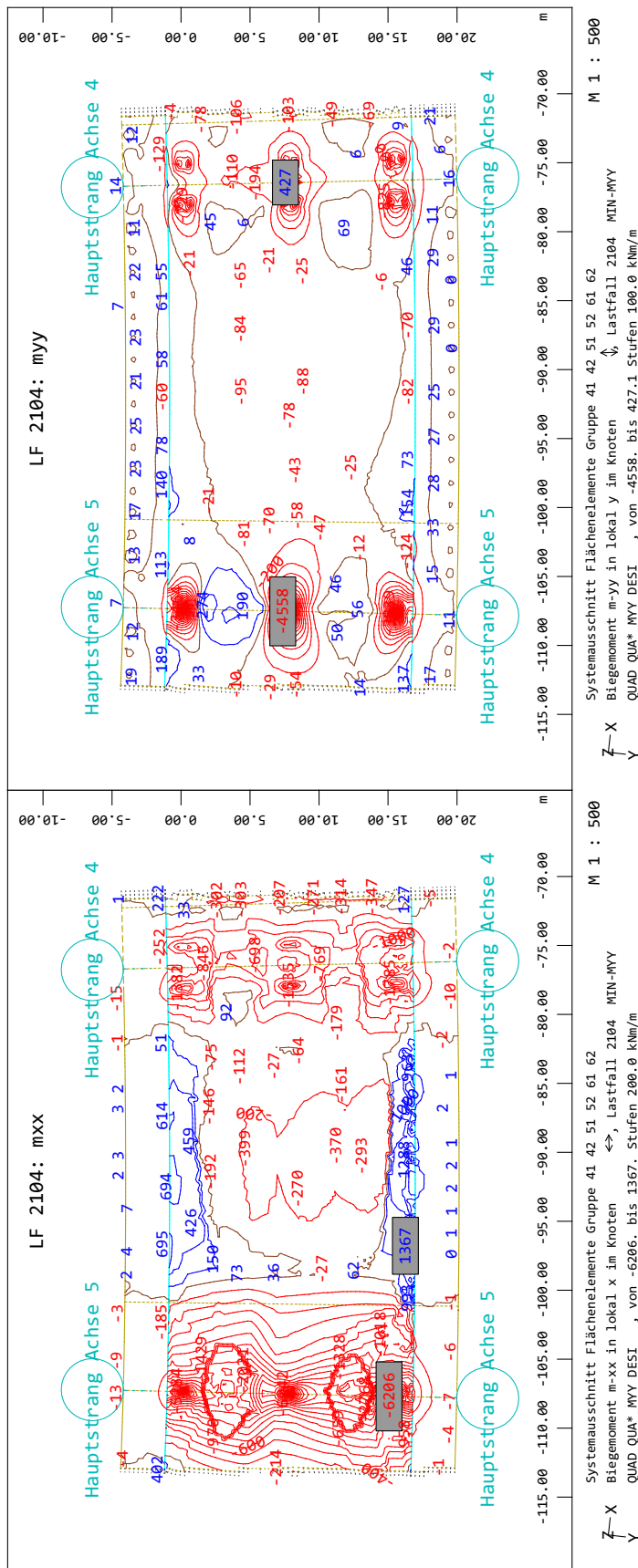


Bemessungsschnittgrößen



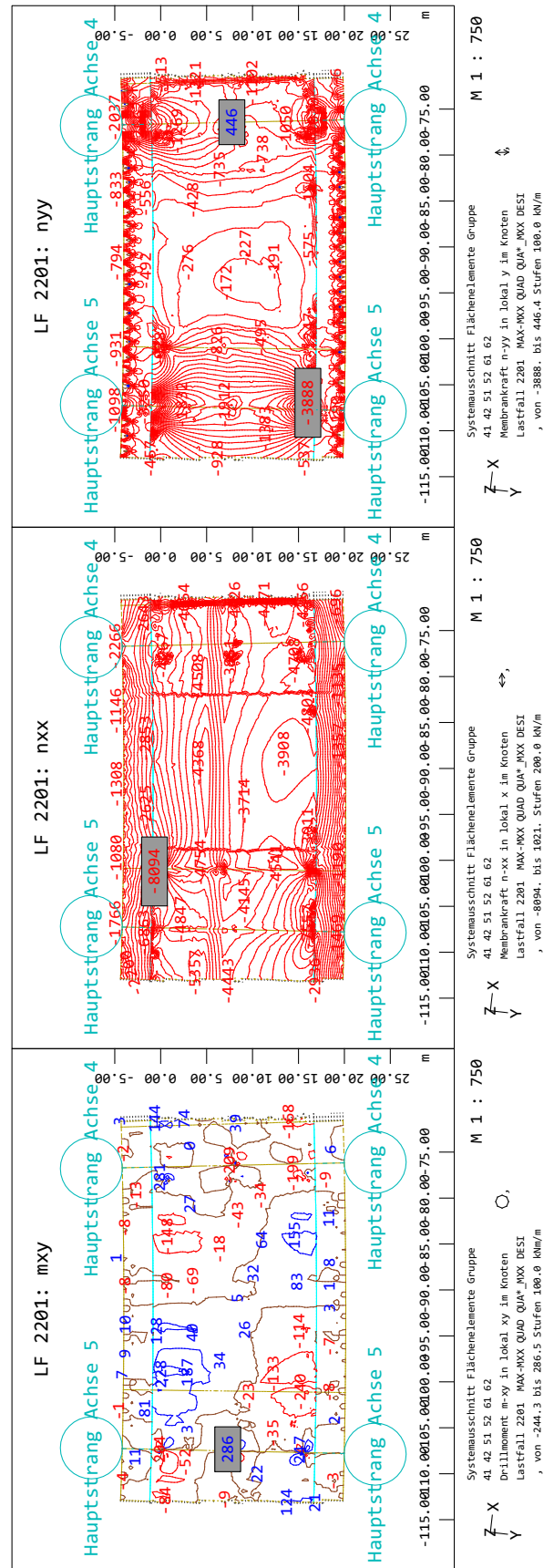
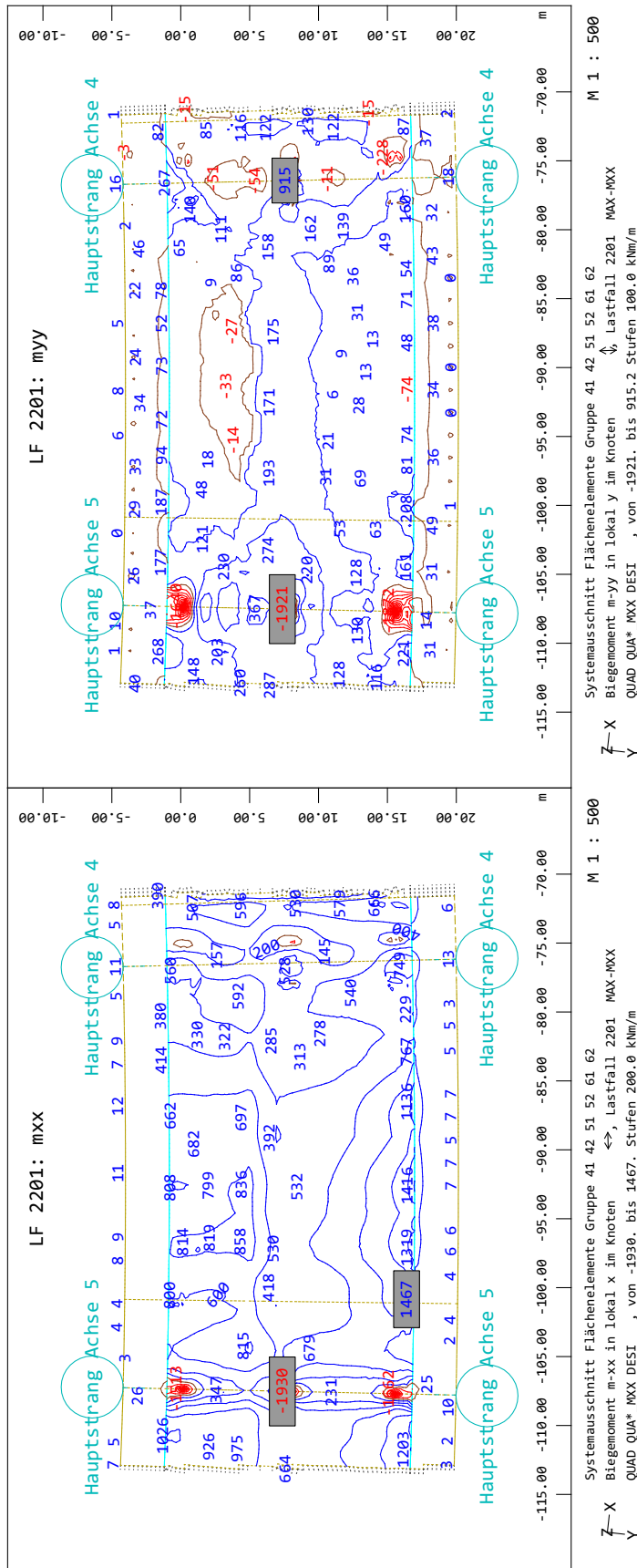
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



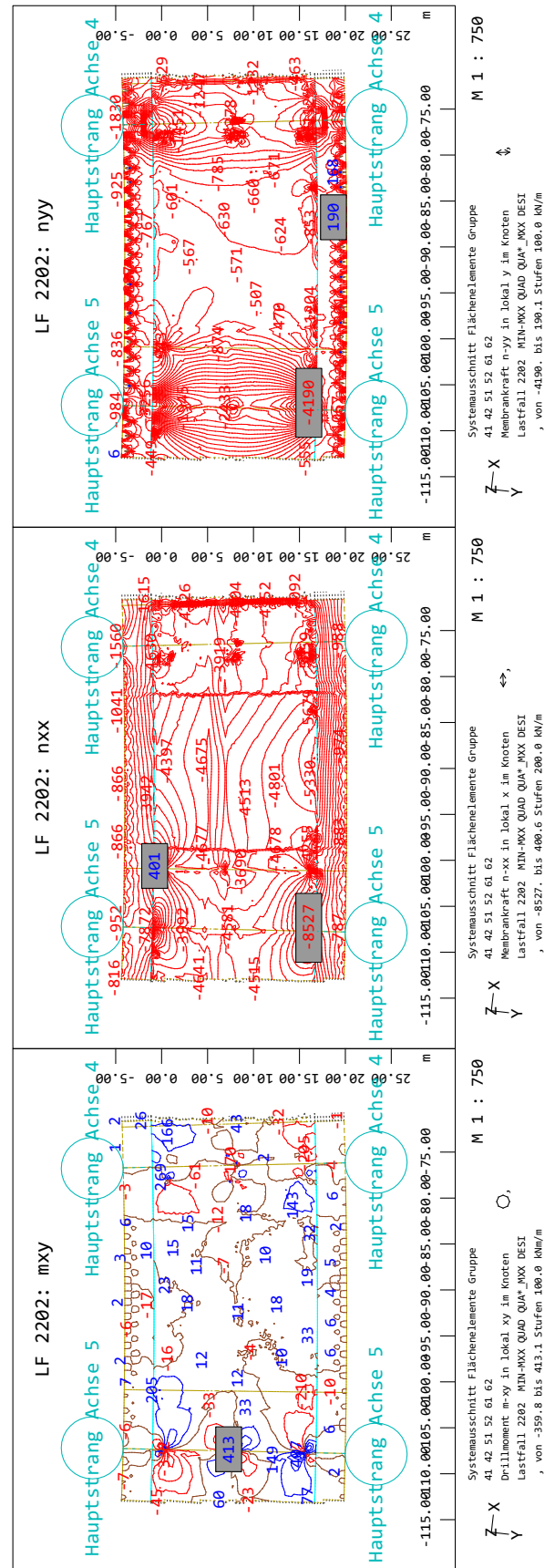
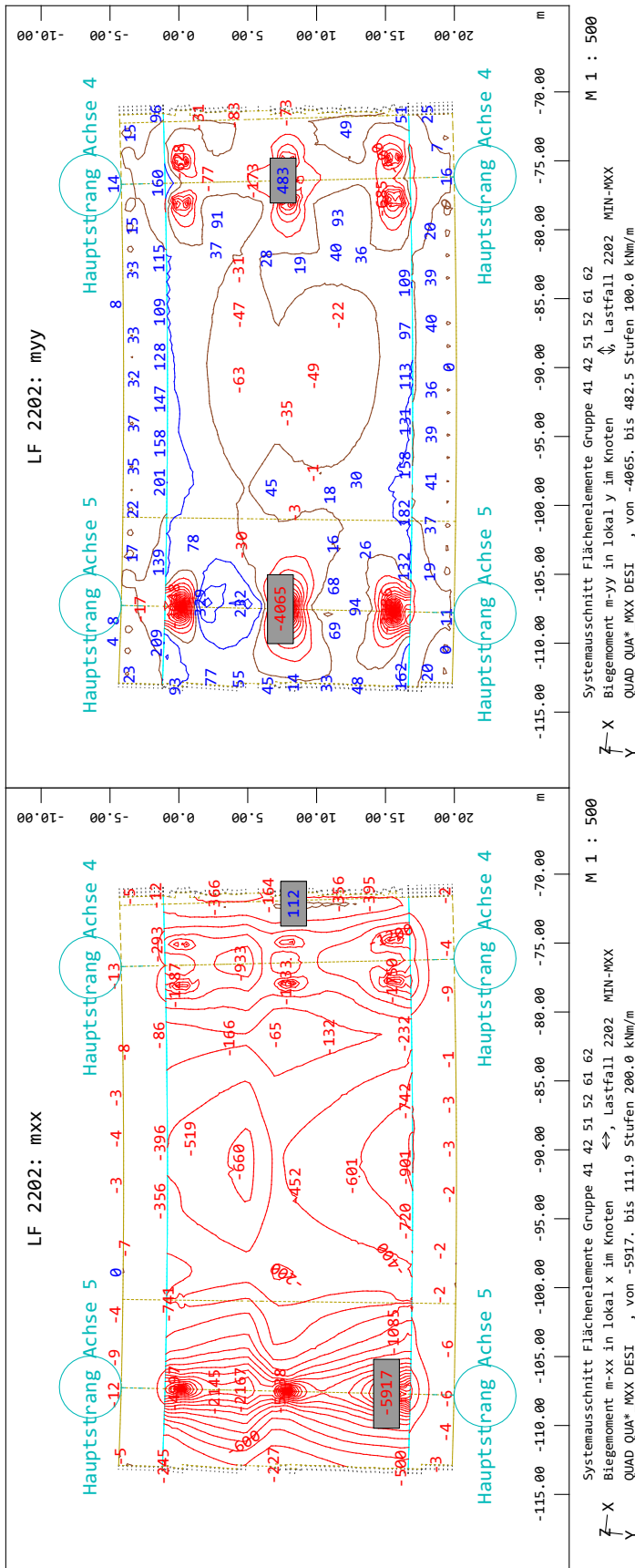
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



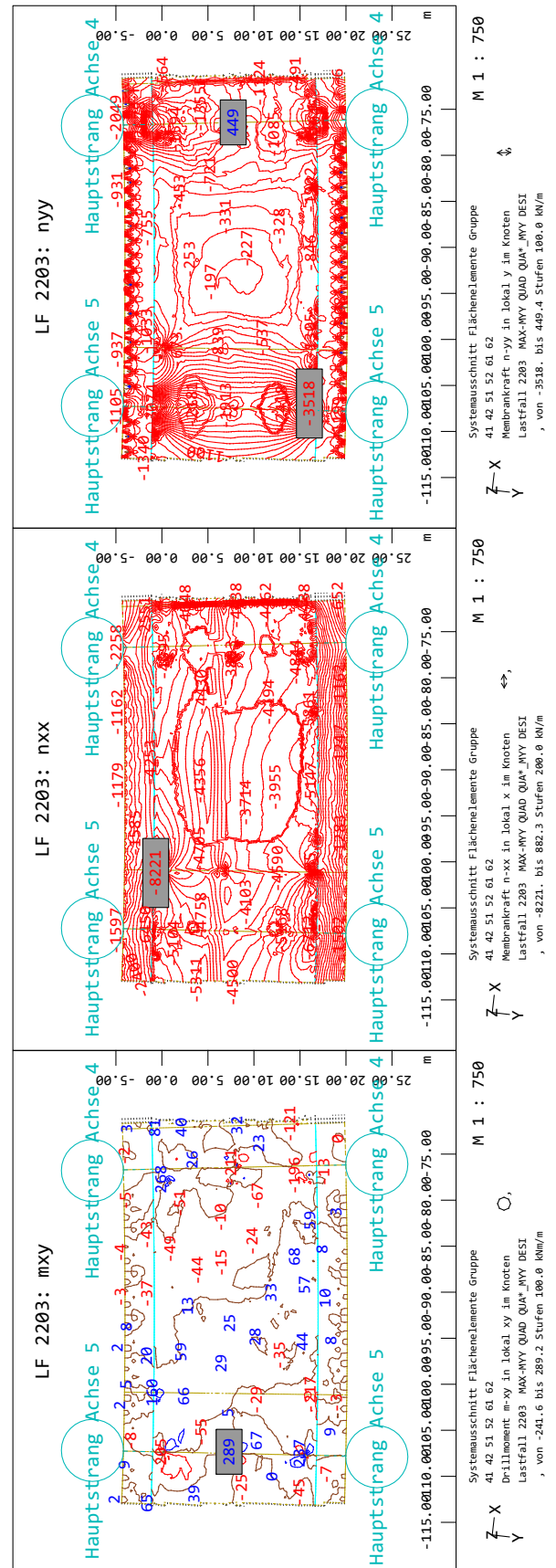
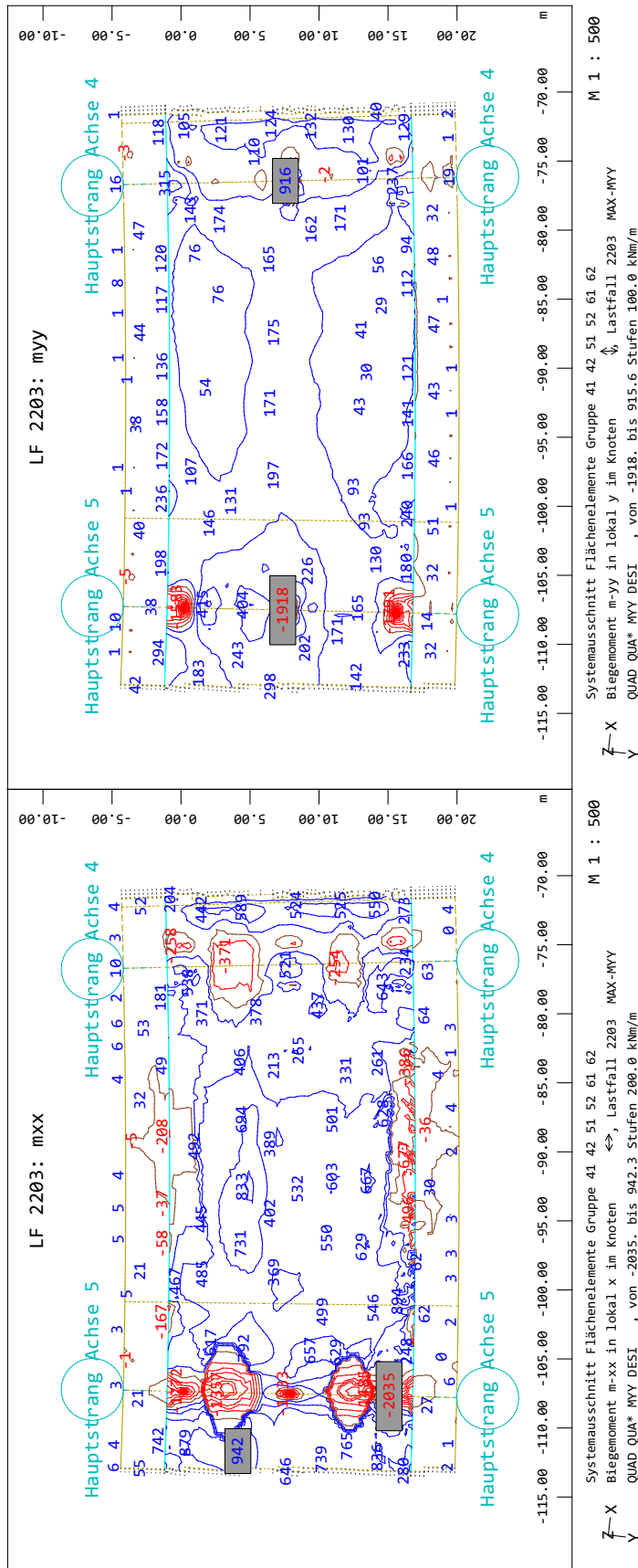
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de

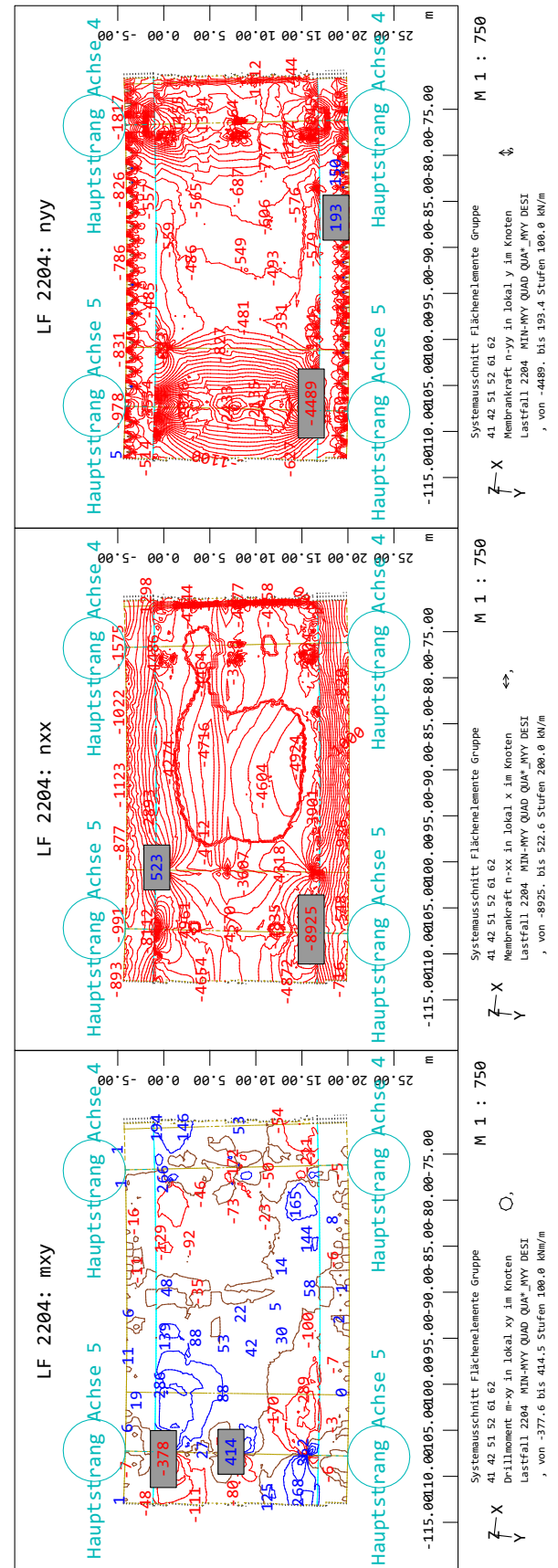
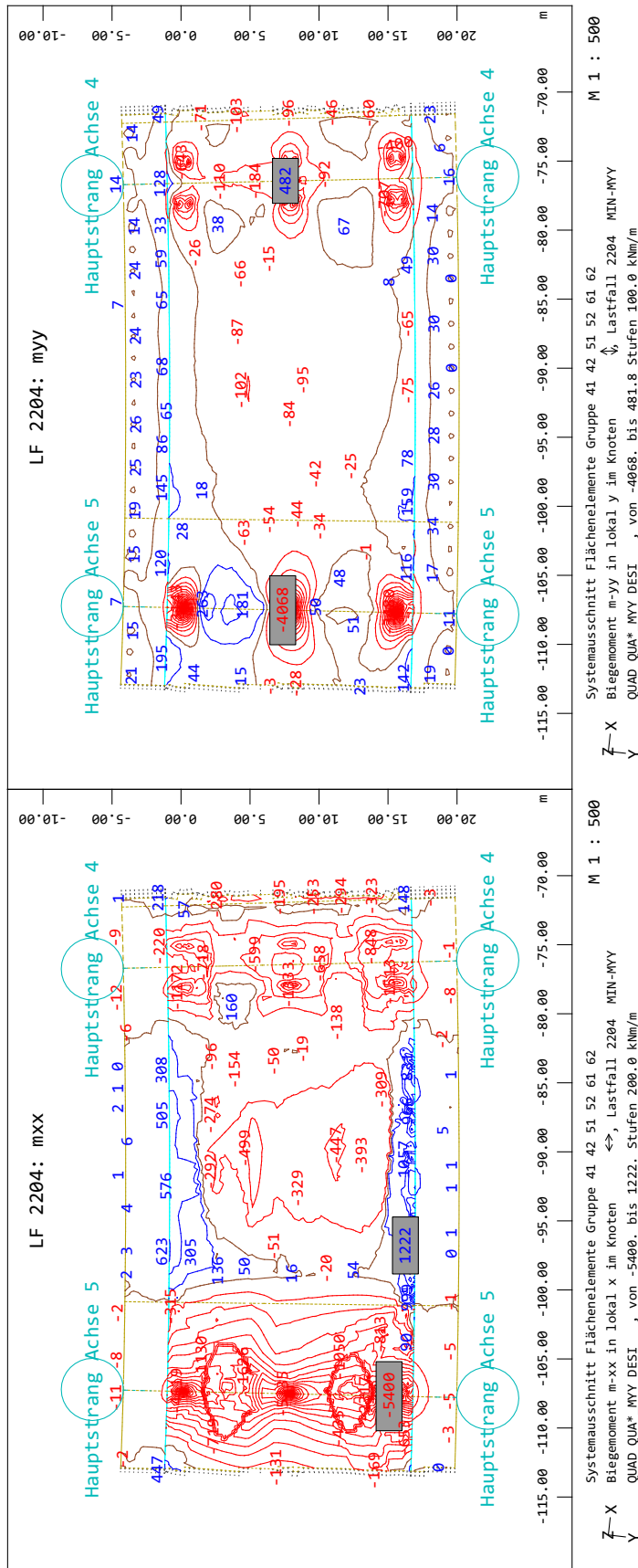


Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de

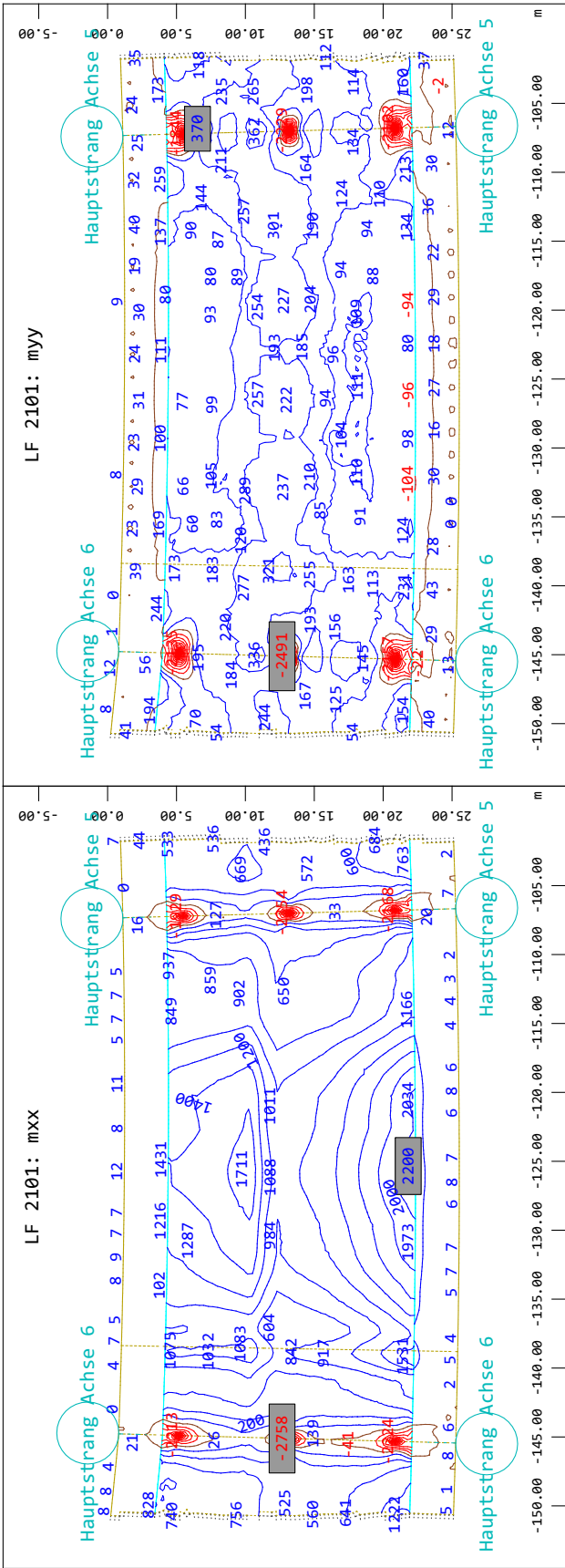


Bemessungsschnittgrößen



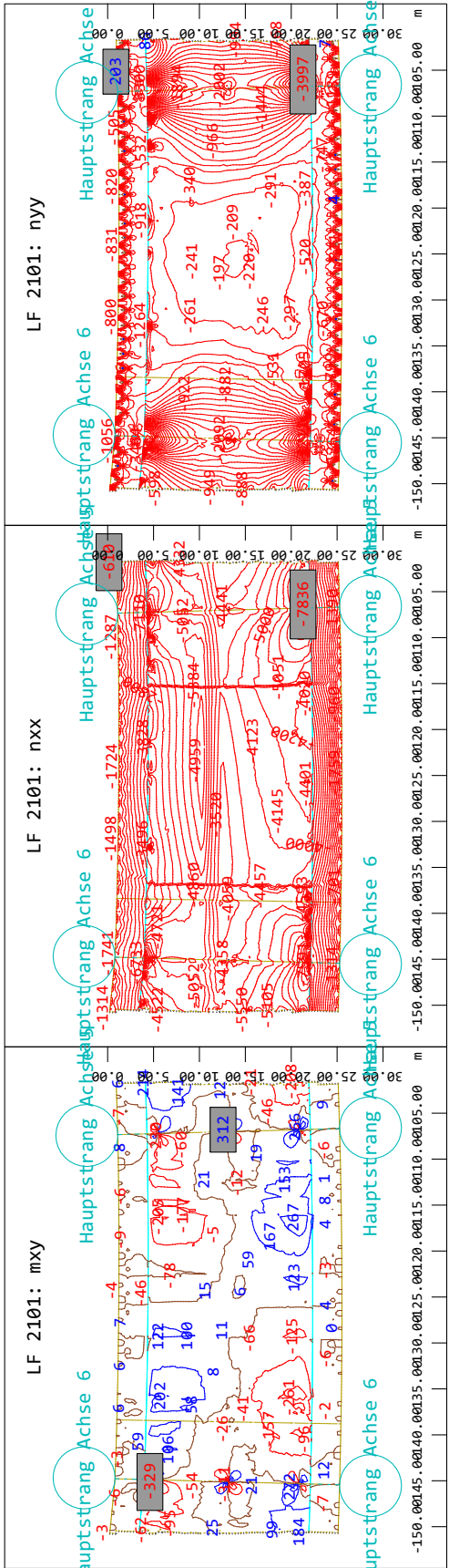
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 51 52 61 62 71
Biegemoment m-xx in Lokal x im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MXX
QUAD QUA*_MXX DESI , von -2758. bis 2200. Stufen 200.0 kNm/m

Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 51 52 61 62 71
Biegemoment m-yy in Lokal y im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MYY
QUAD QUA*_MYY DESI , von -2491. bis 369.9 Stufen 100.0 kNm/m



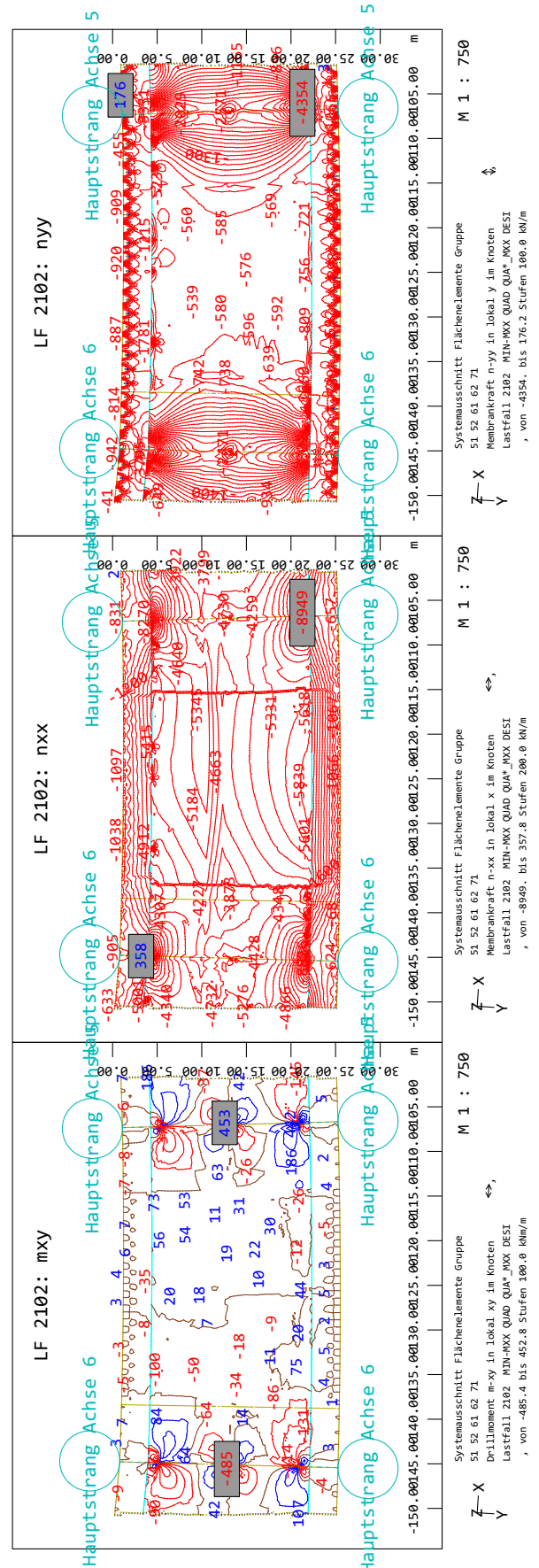
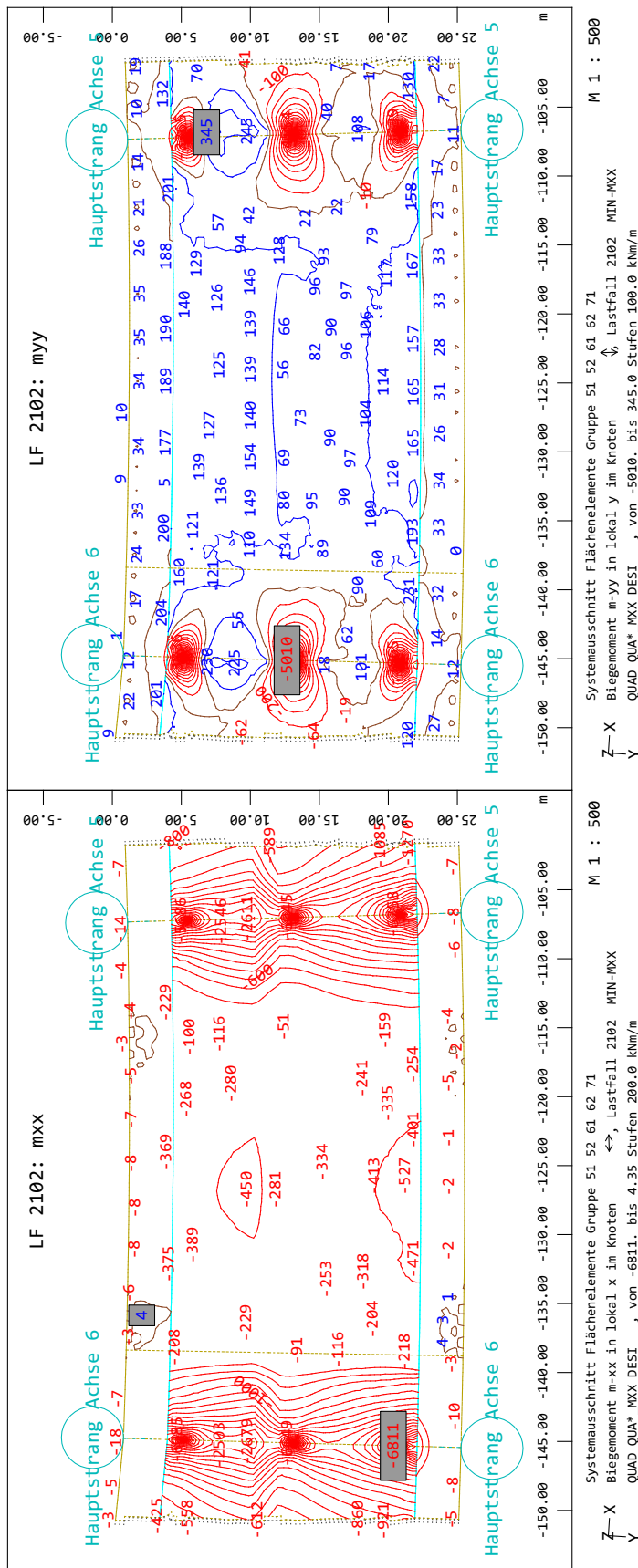
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 51 52 61 62 71
Drillmoment m-xy in Lokal xy im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MXX QUAD QUA*_MXX DESI
, von -329.5 bis 312.0 Stufen 100.0 kNm/m

Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 51 52 61 62 71
Membrankraft n-xx in Lokal x im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MXX QUAD QUA*_MXX DESI
, von -7836. bis -610.4 Stufen 200.0 kN/m

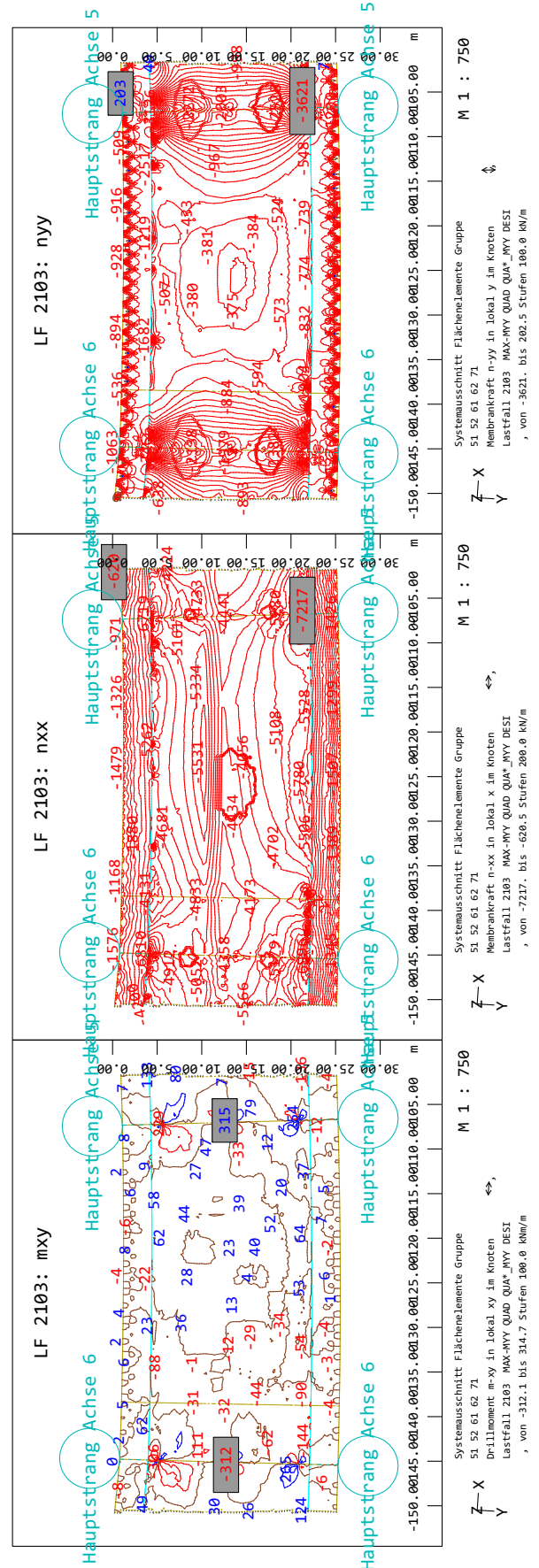
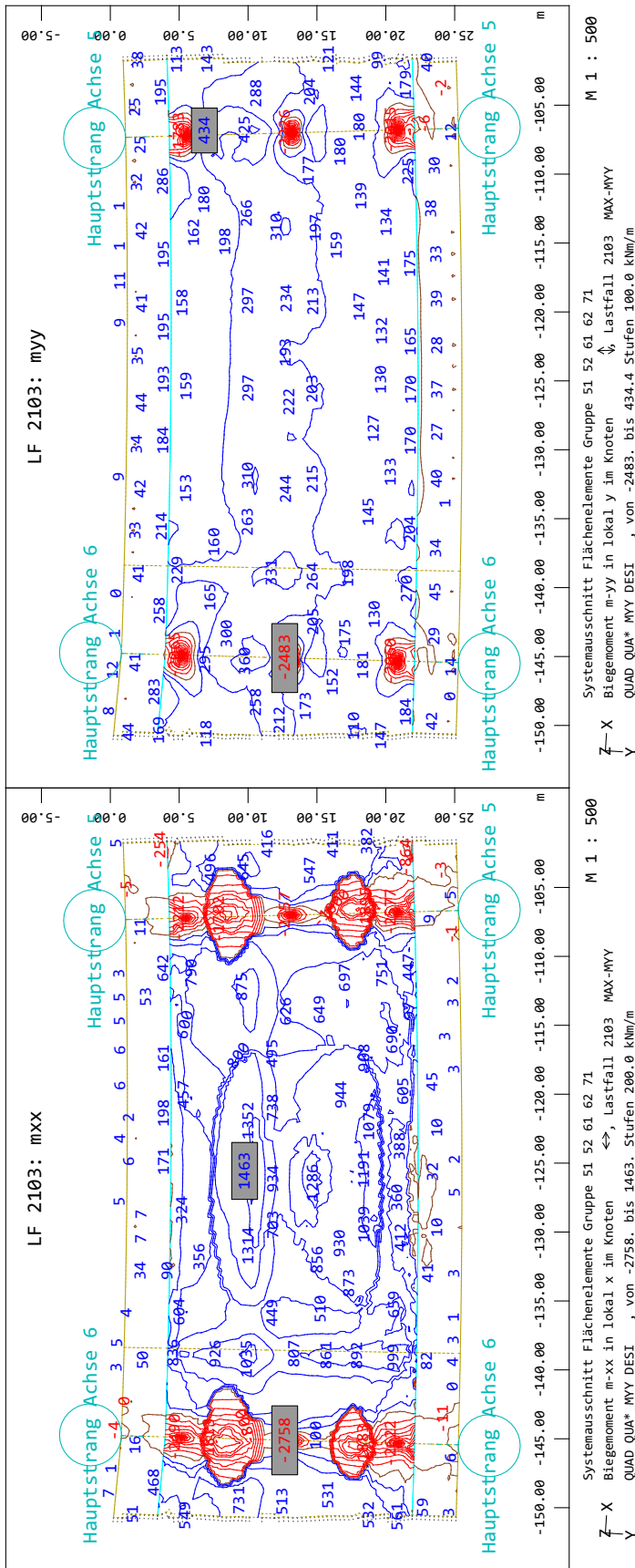
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 51 52 61 62 71
Membrankraft n-yy in Lokal y im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MXX QUAD QUA*_MXX DESI
, von -3997. bis 202.7 Stufen 100.0 kN/m

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bemessungsschnittgrößen



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7
Block : 7. Verstärkung

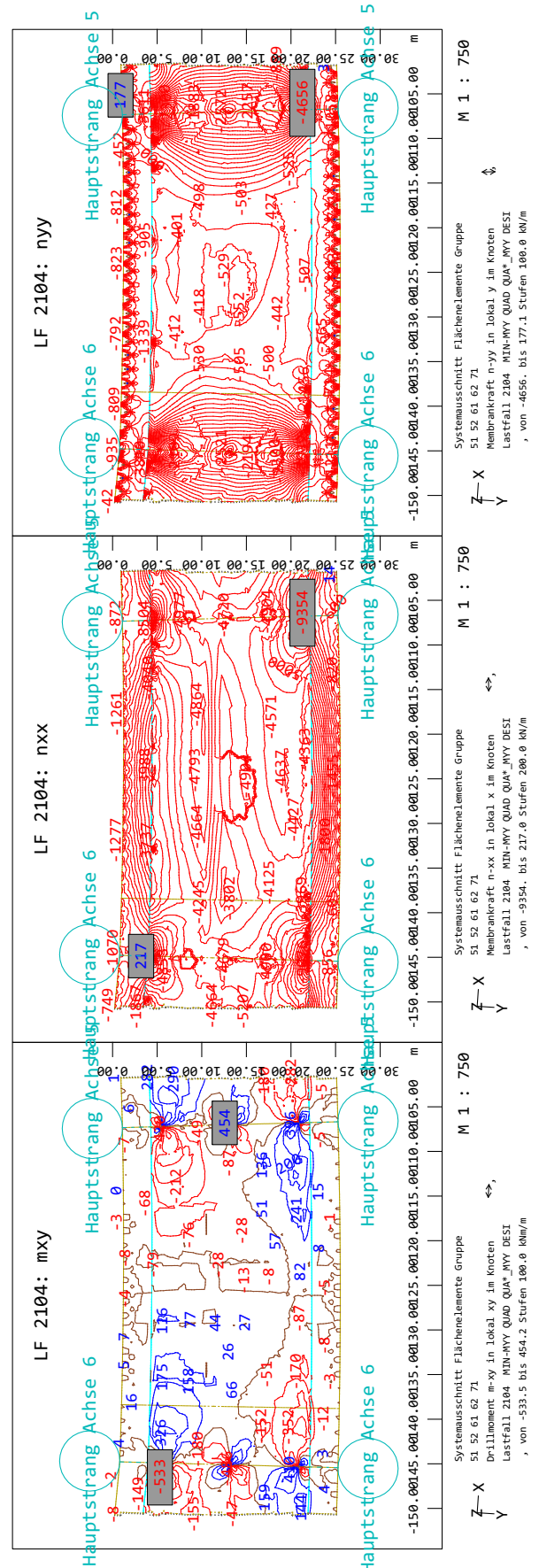
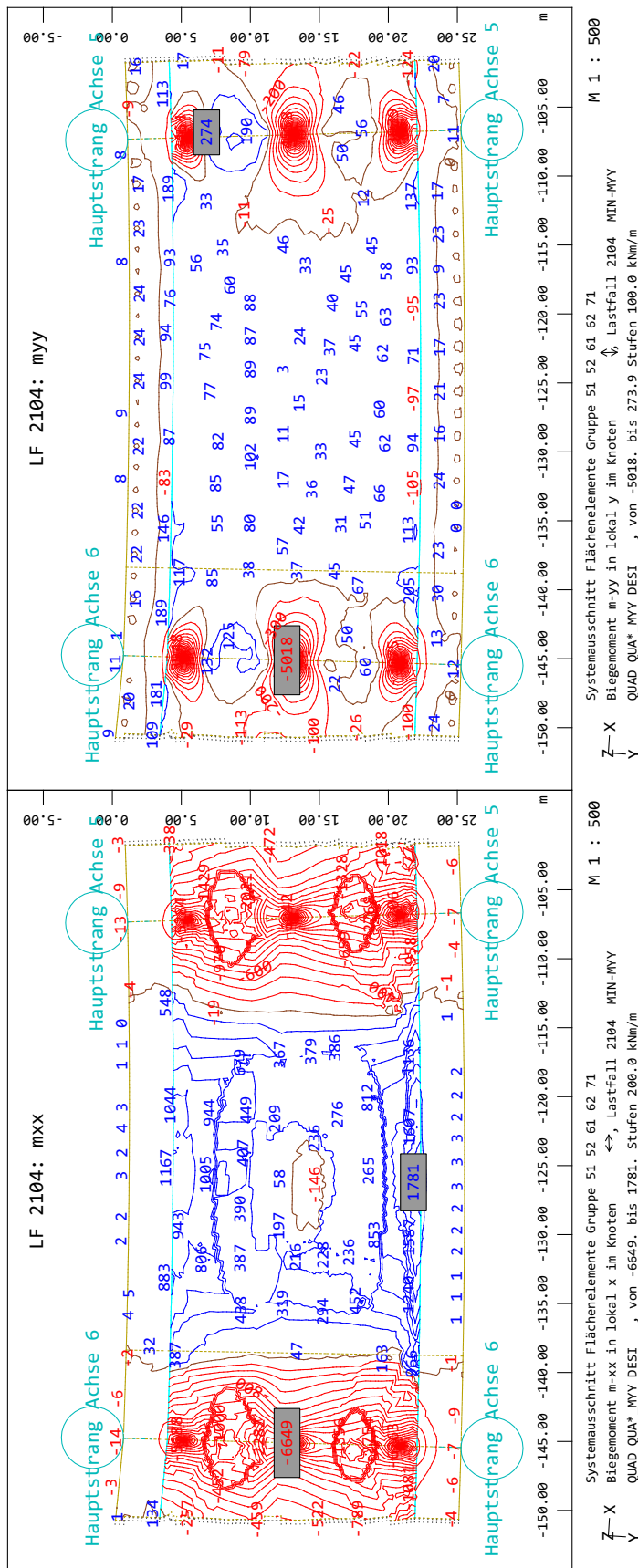
Seite 54

Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation
7.2.1 EDV-Ausgabe

Archiv Nr.:

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



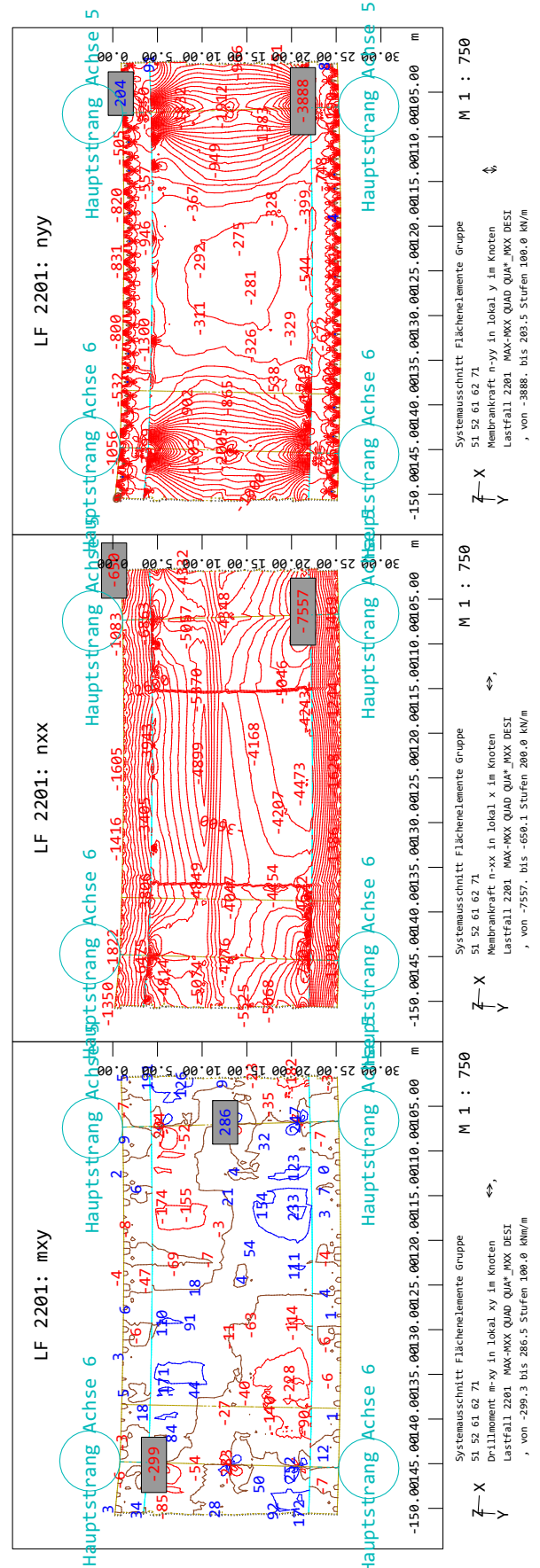
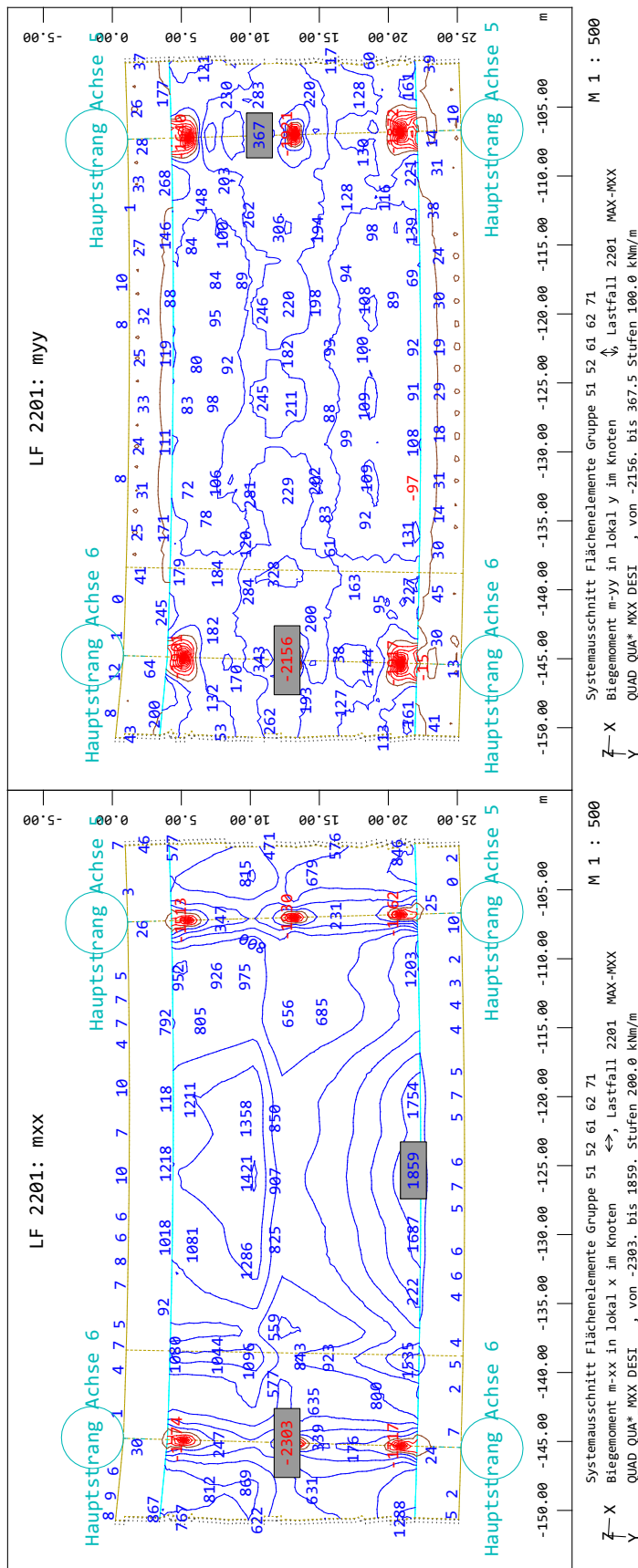
Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7
Block : 7. Verstärkung

Seite 55

Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation
7.2.1 EDV-Ausgabe

Archiv Nr.:

Bemessungsschnittgrößen



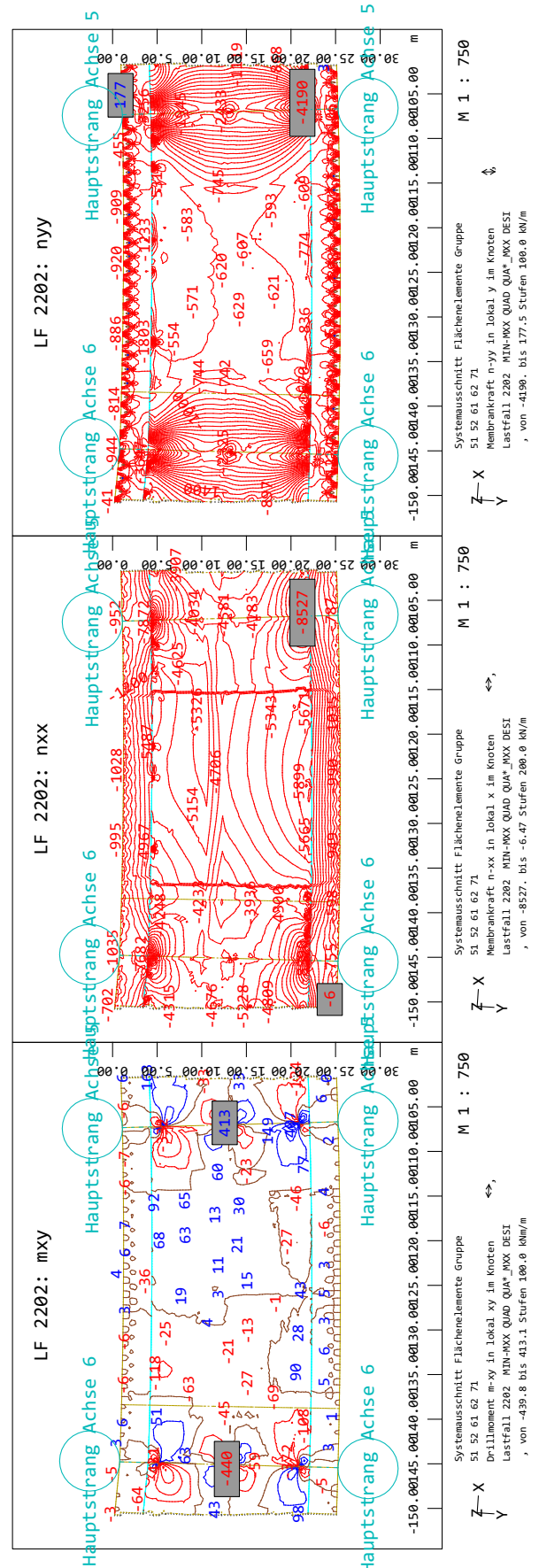
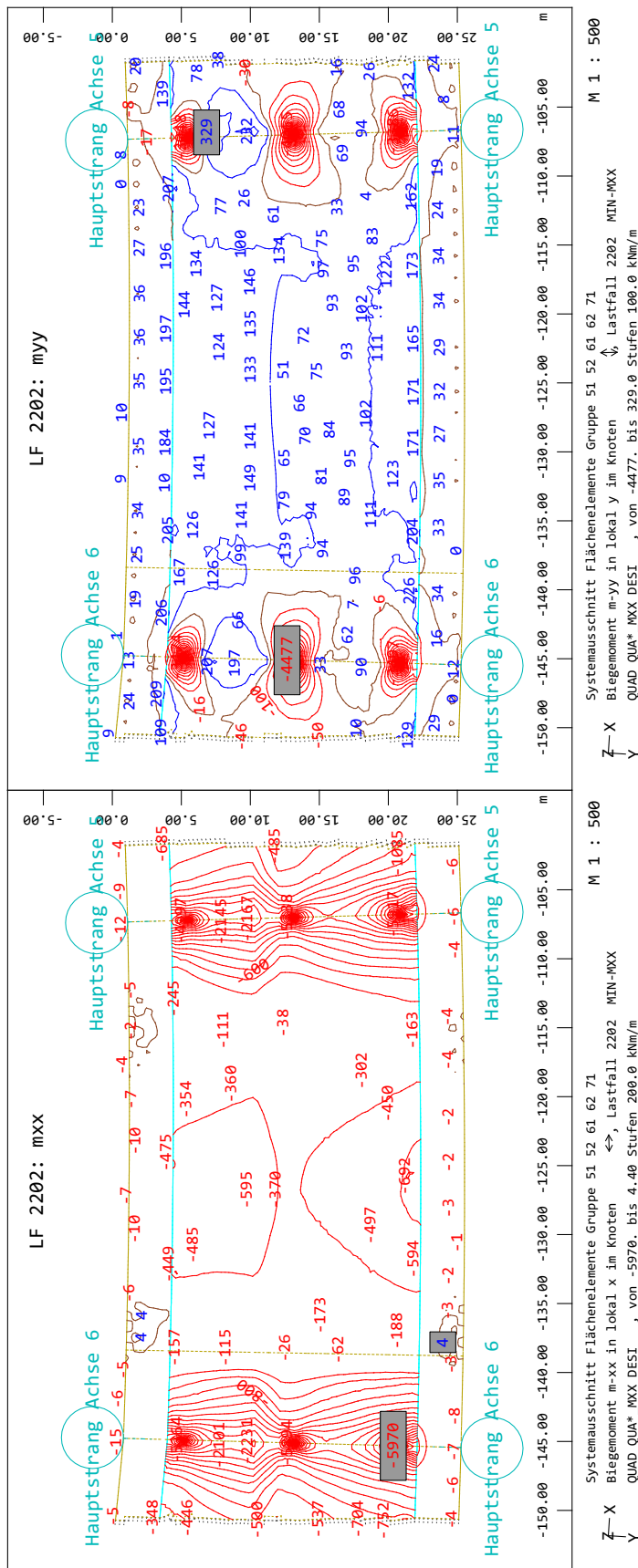
Bauteil	: Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	S
Block	: 7. Verstärkung	
Vorgang	: 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe	

Seite 56

Archiv Nr.:

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7
Block : 7. Verstärkung

Seite 57

Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation
7.2.1 EDV-Ausgabe

Archiv Nr.:

Verfasser : WTM Engineers GmbH
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE

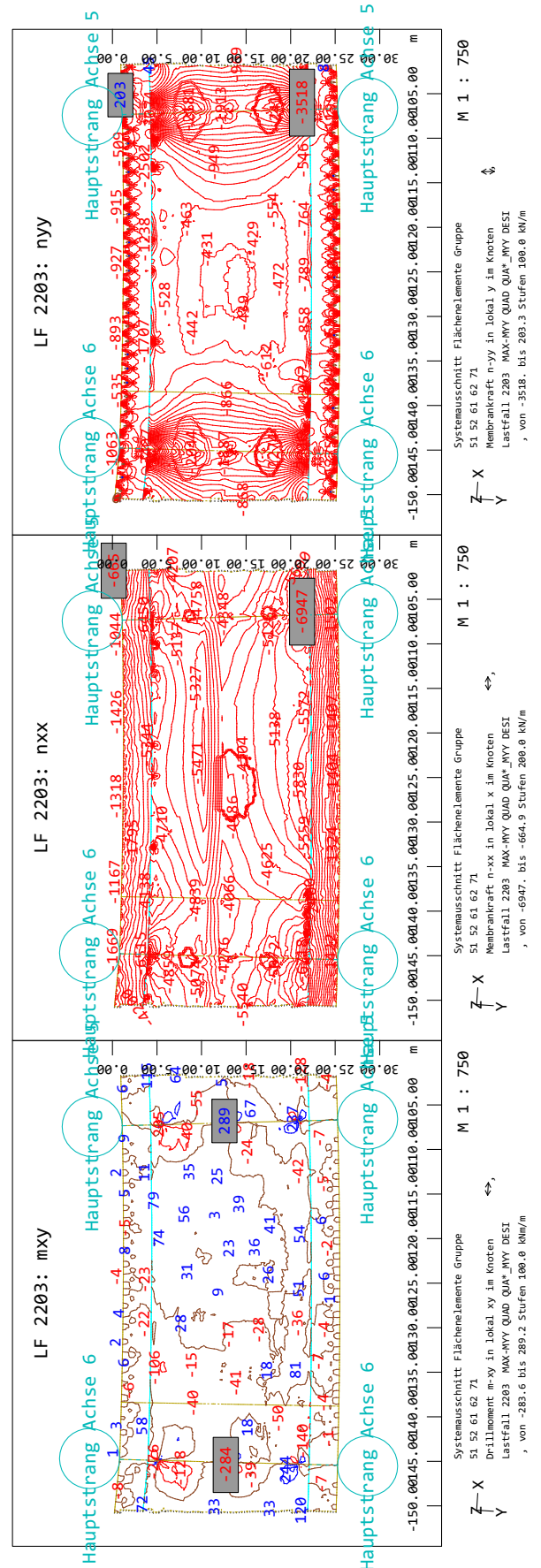
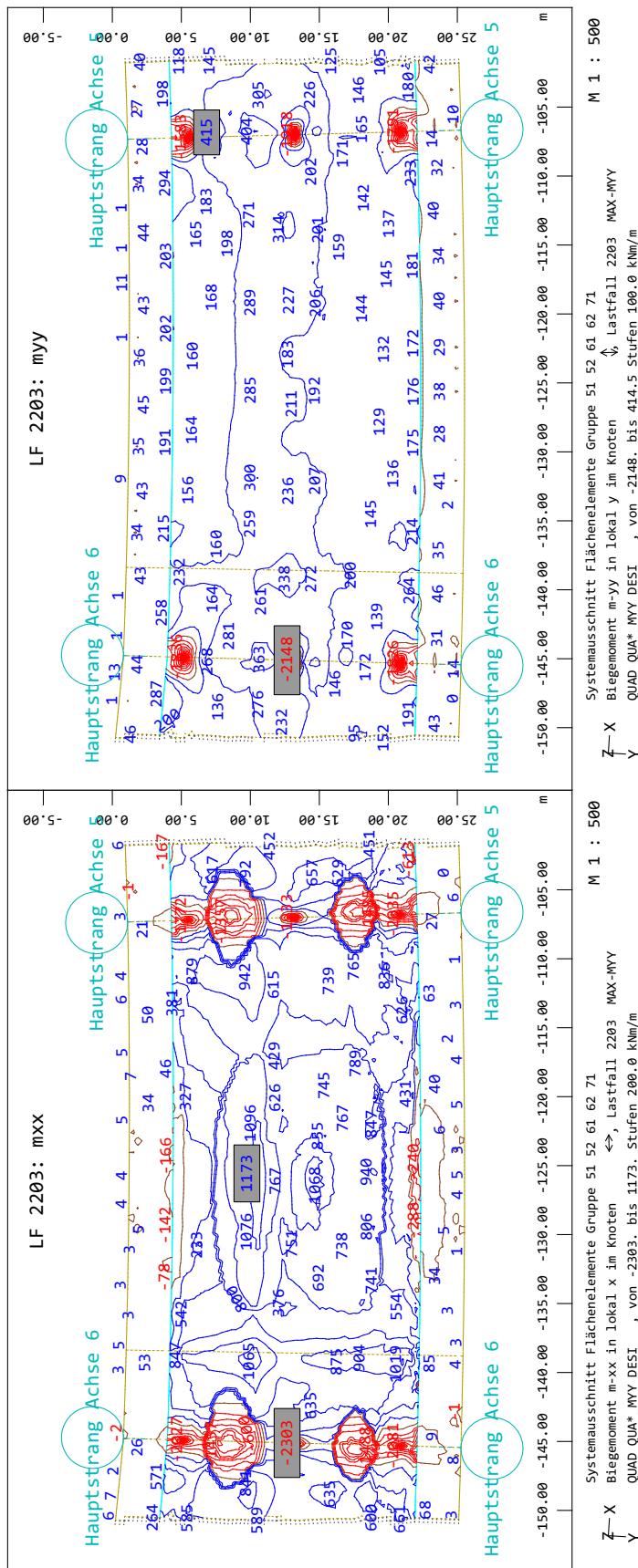
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363
Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605

ASB Nr:

Datum:
20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7
Block : 7. Verstärkung

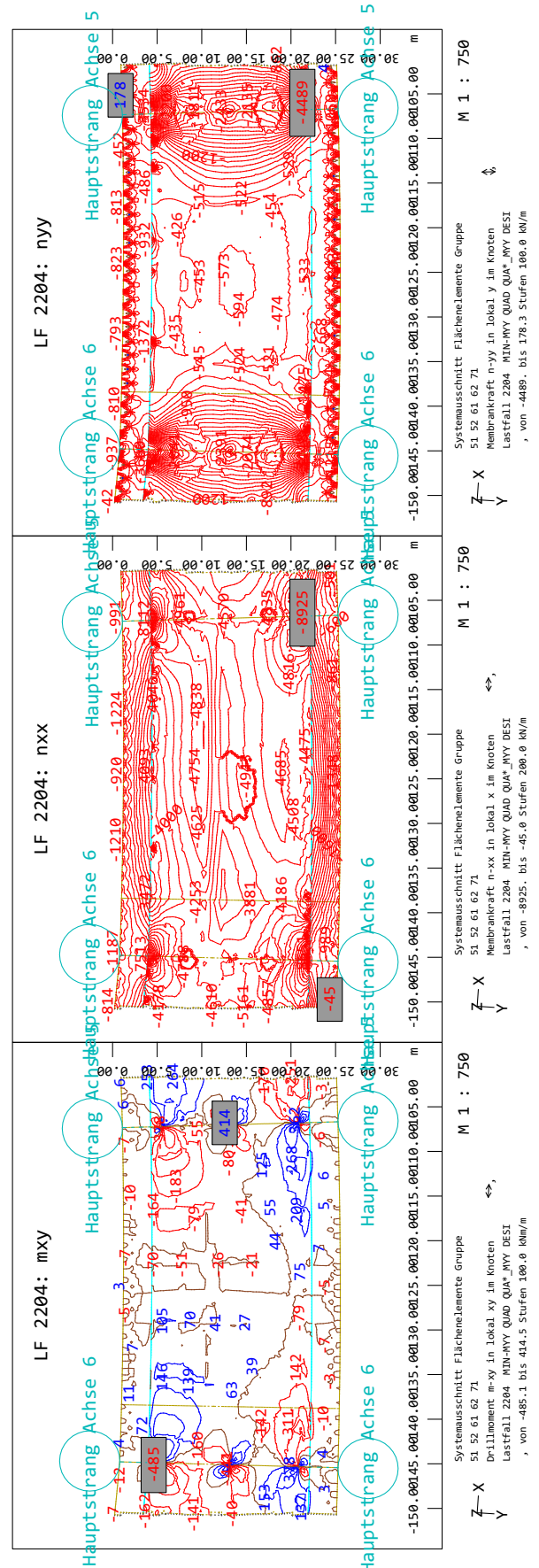
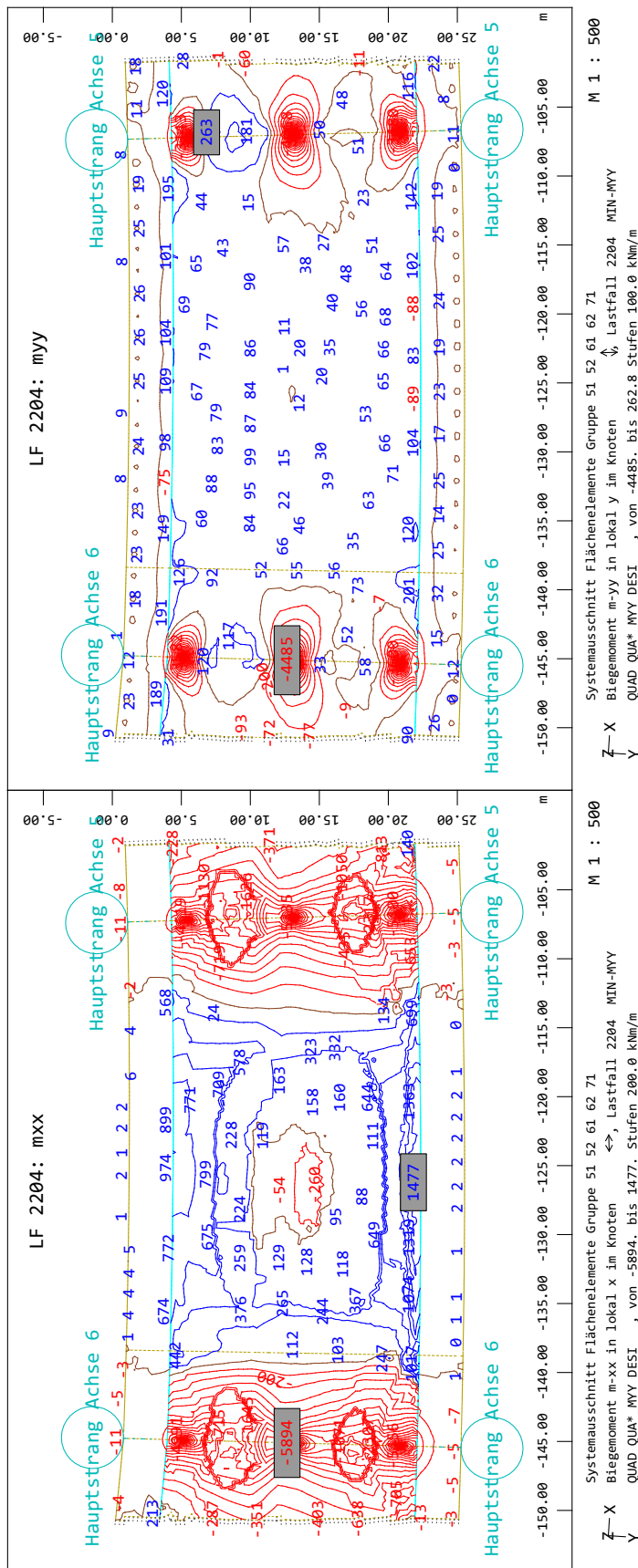
Seite 58

Archiv Nr.:

Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation
7.2.1 EDV-Ausgabe

Bemessungsschnittgrößen

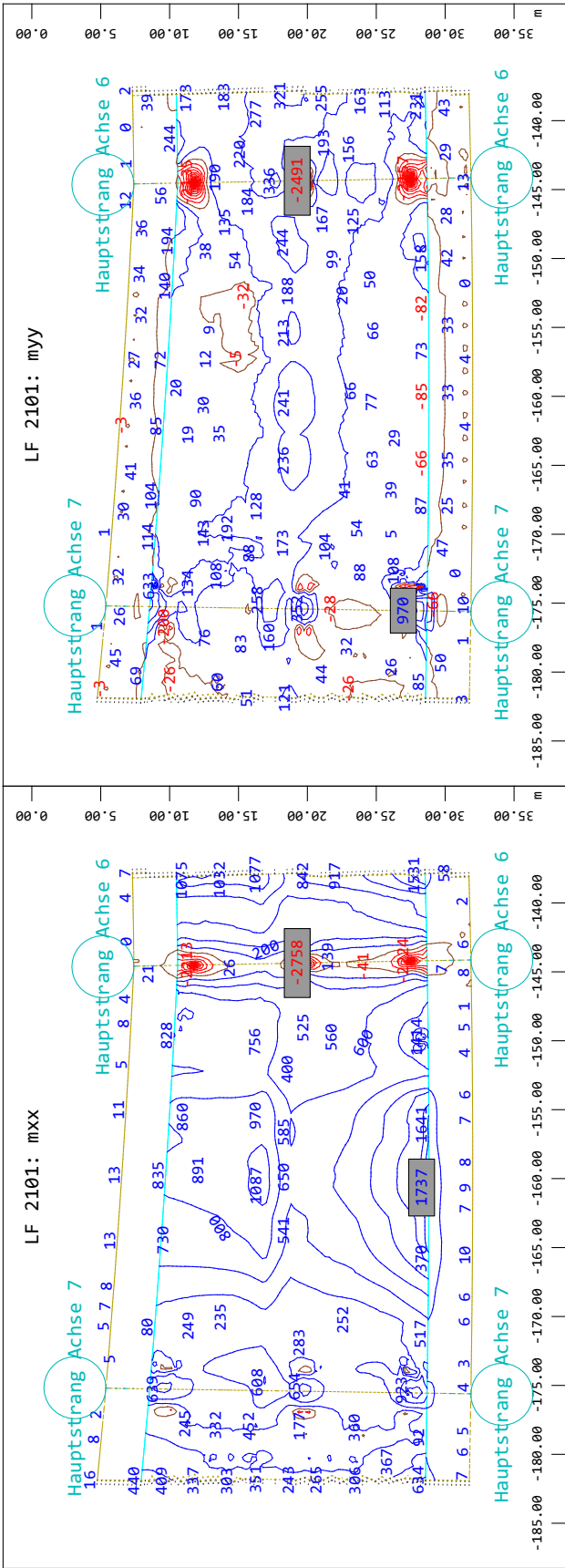
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

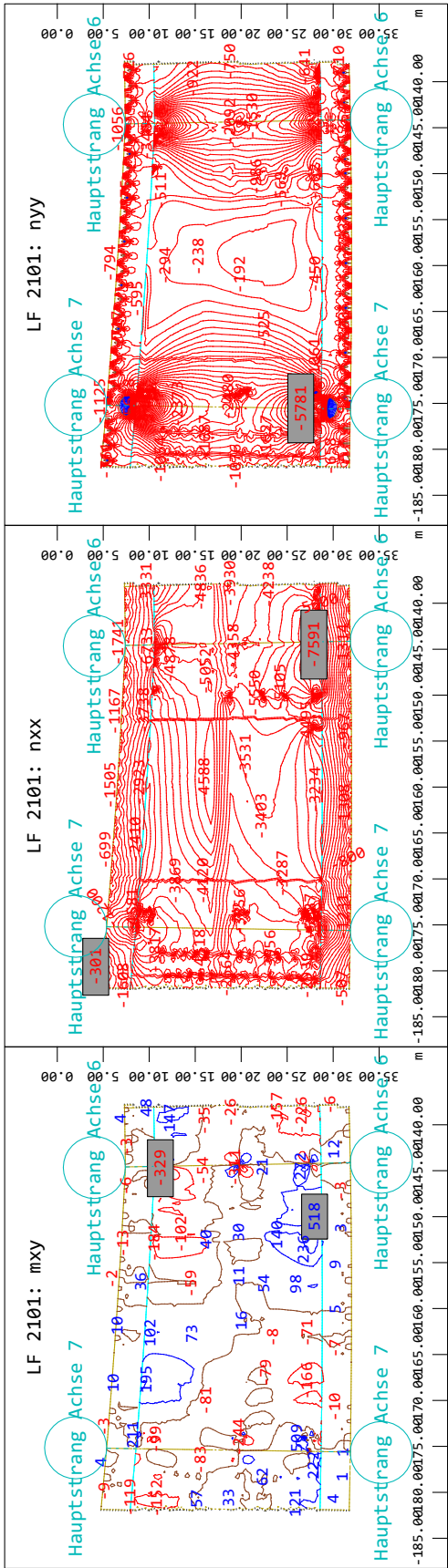
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



LF 2101: mxx
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MXX
QUAD QUA*_MXX DESI , von -2758. bis 1737. Stufen 200.0 kNm/m

LF 2101: myy
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MYY
QUAD QUA*_MYY DESI , von -2491. bis 970.0 Stufen 100.0 kNm/m



LF 2101: nxx
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Membranbrant n-xx in lokal x im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MXX QUAD QUA*_MXX DESI
, von -7591. bis -301.5 Stufen 200.0 kN/m

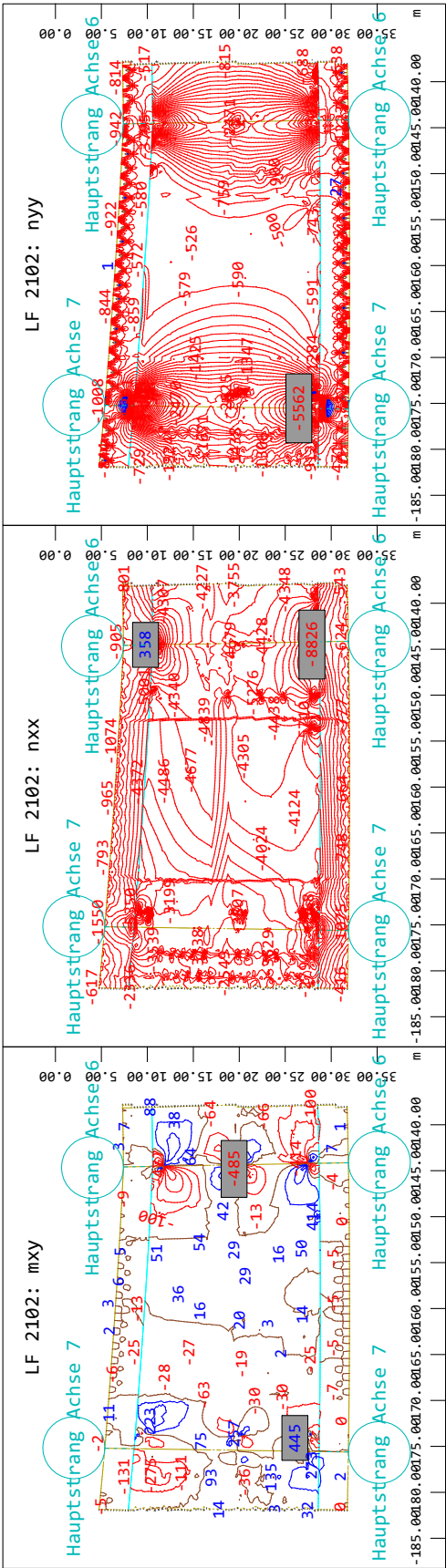
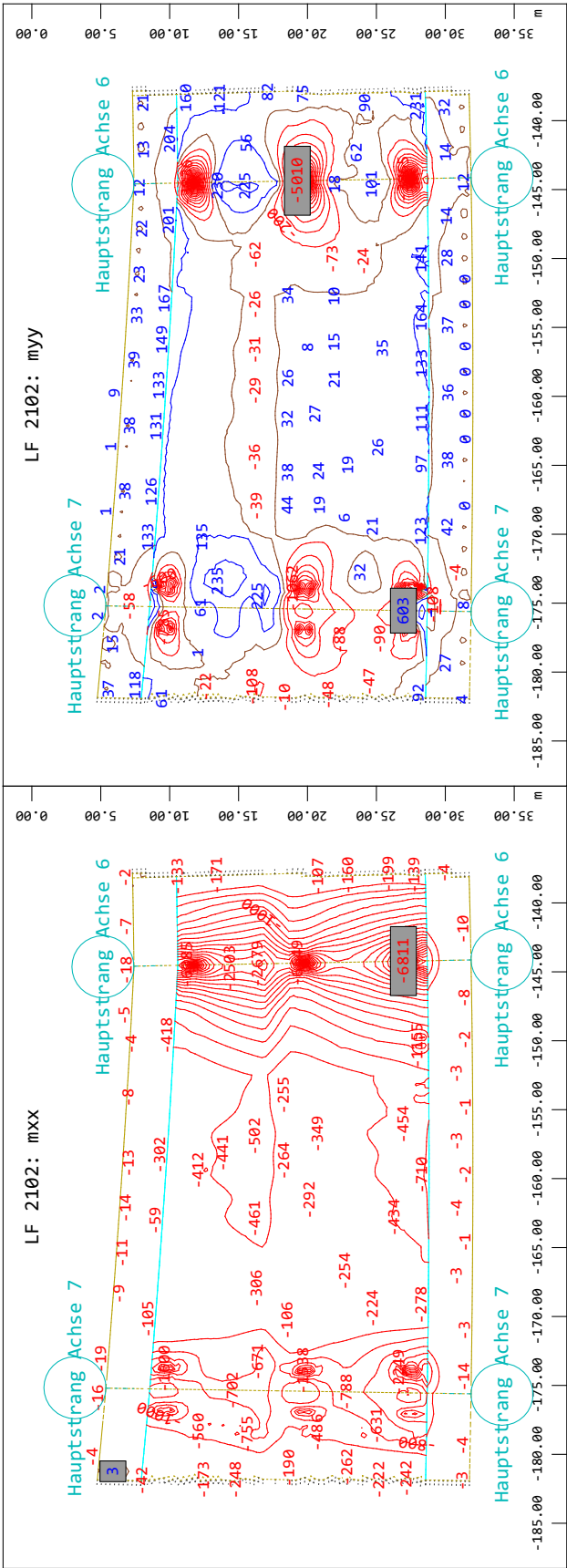
LF 2101: nxy
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Membranbrant n-xy in lokal xy im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MXX QUAD QUA*_MXX DESI
, von -329.5 bis 518.5 Stufen 100.0 kN/m

LF 2101: nyx
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Membranbrant n-yy in lokal y im Knoten
Lastfall 2101 MAX-MXX QUAD QUA*_MXX DESI
, von -5781. bis 1355. Stufen 100.0 kN/m

Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 60	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung	
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe	

Verfasser : WTM Engineers GmbH
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE

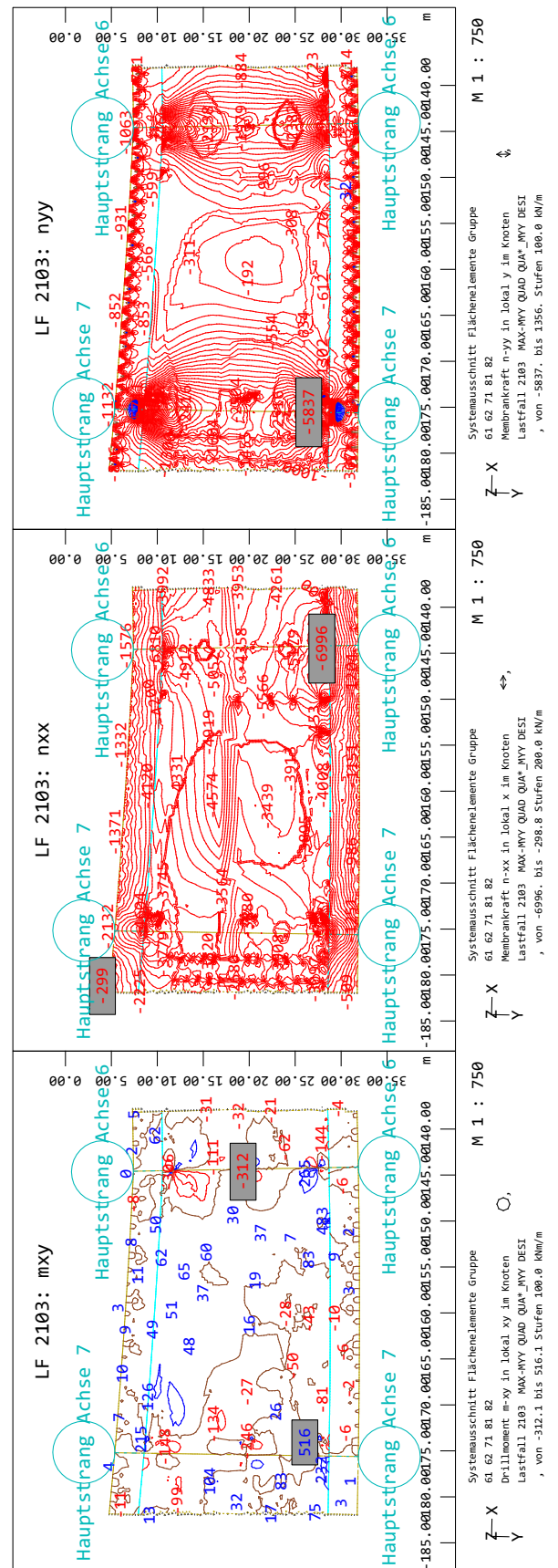
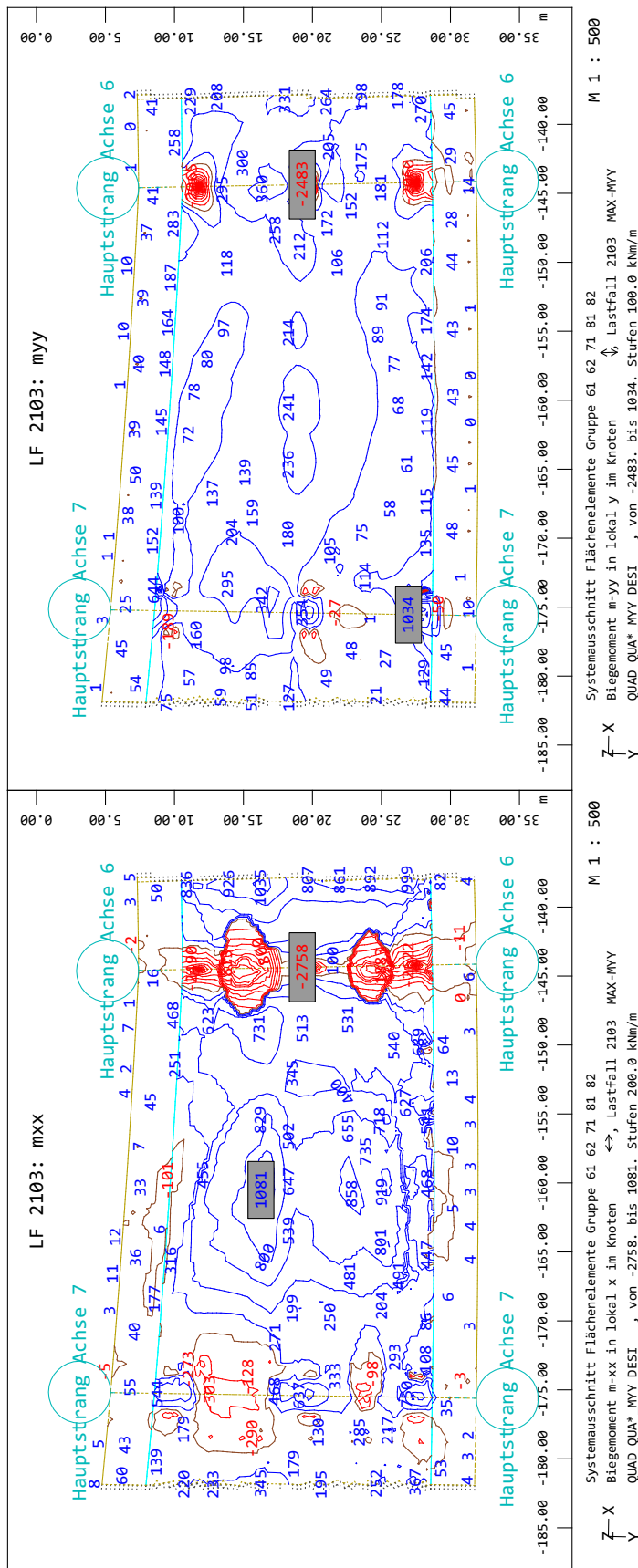
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363
Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605

ASB Nr:

Datum:
20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7
Block : 7. Verstärkung

Seite 62

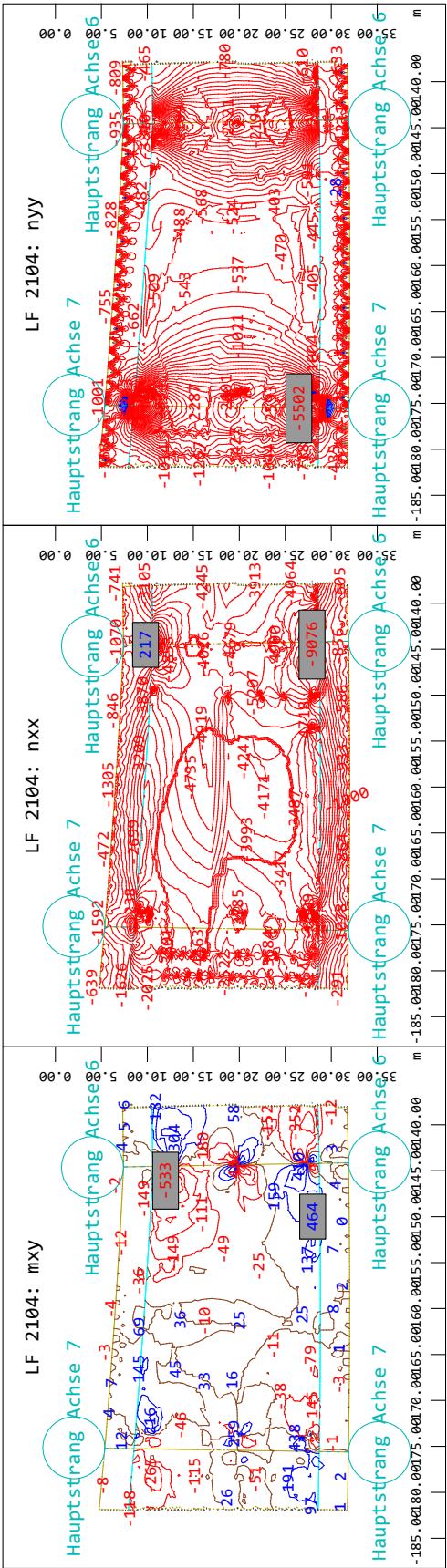
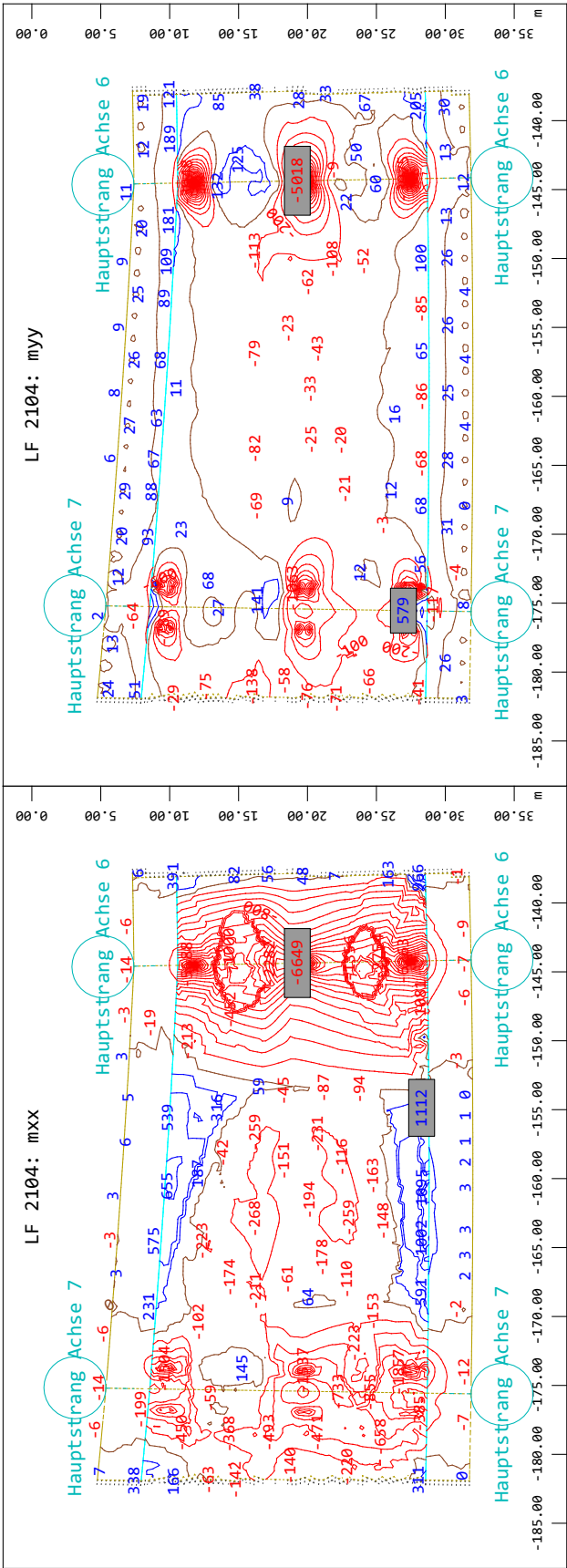
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation
7.2.1 EDV-Ausgabe

Archiv Nr.:

Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

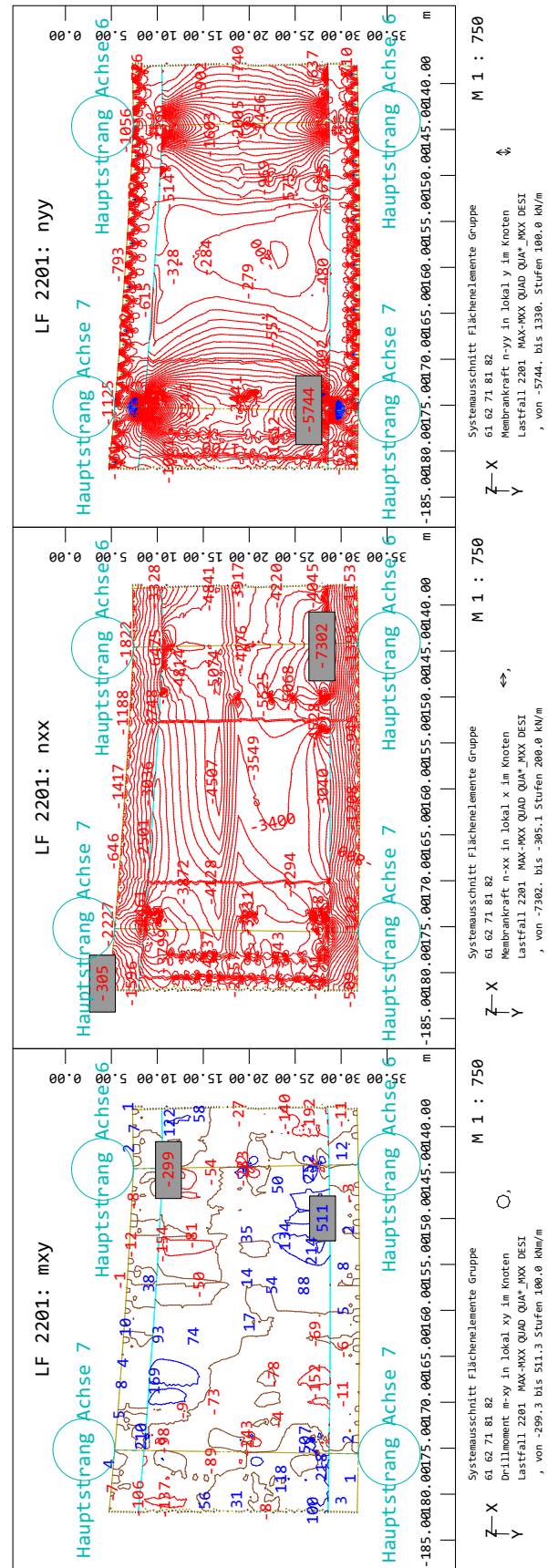
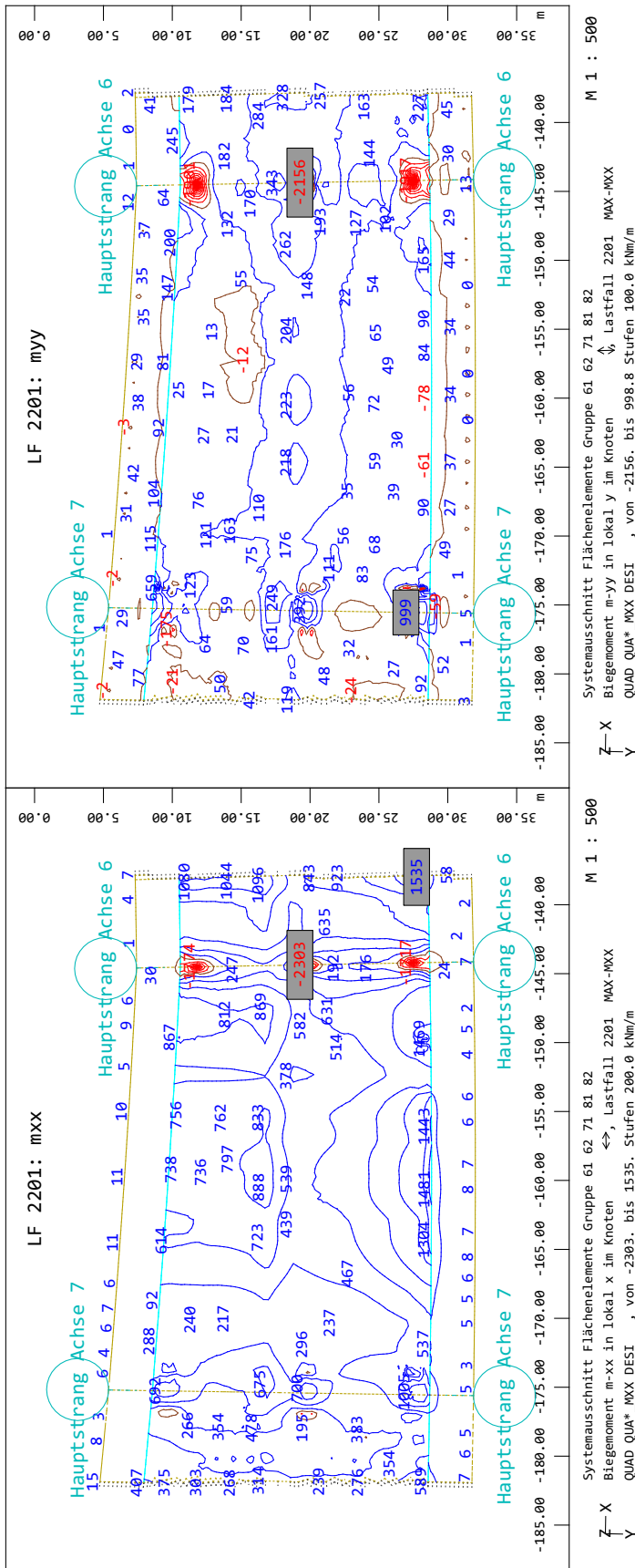
SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung	Seite 63
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe	

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



Verfasser : WTM Engineers GmbH
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE

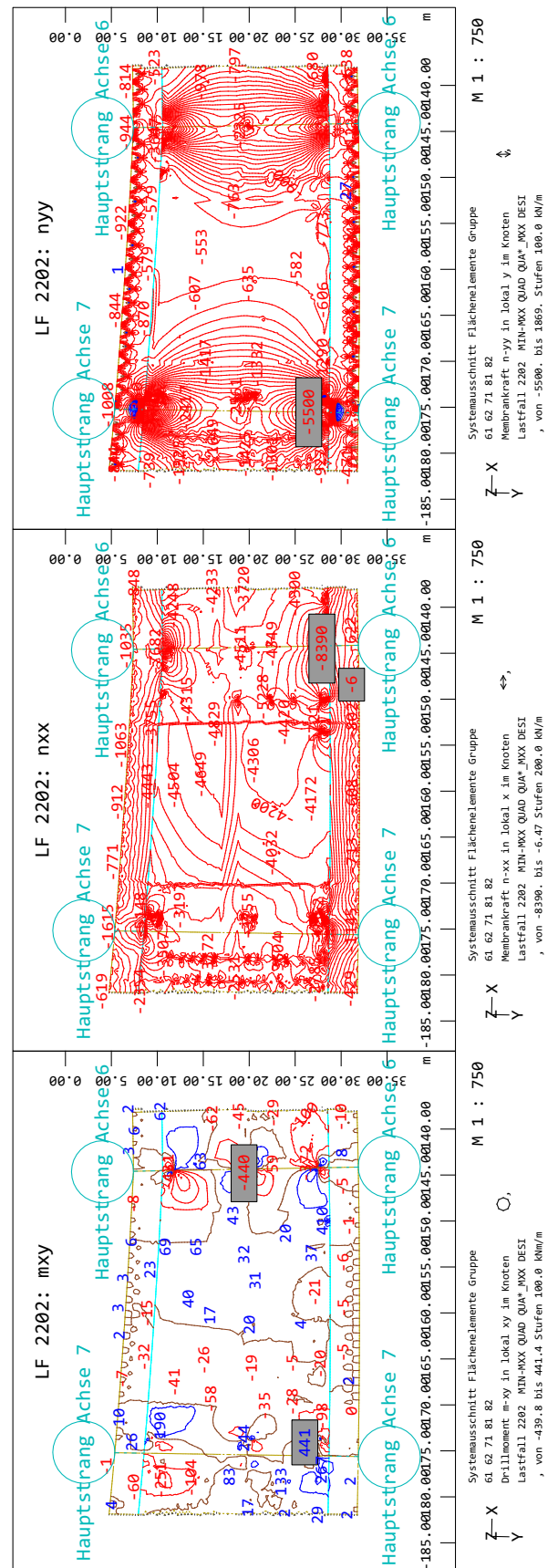
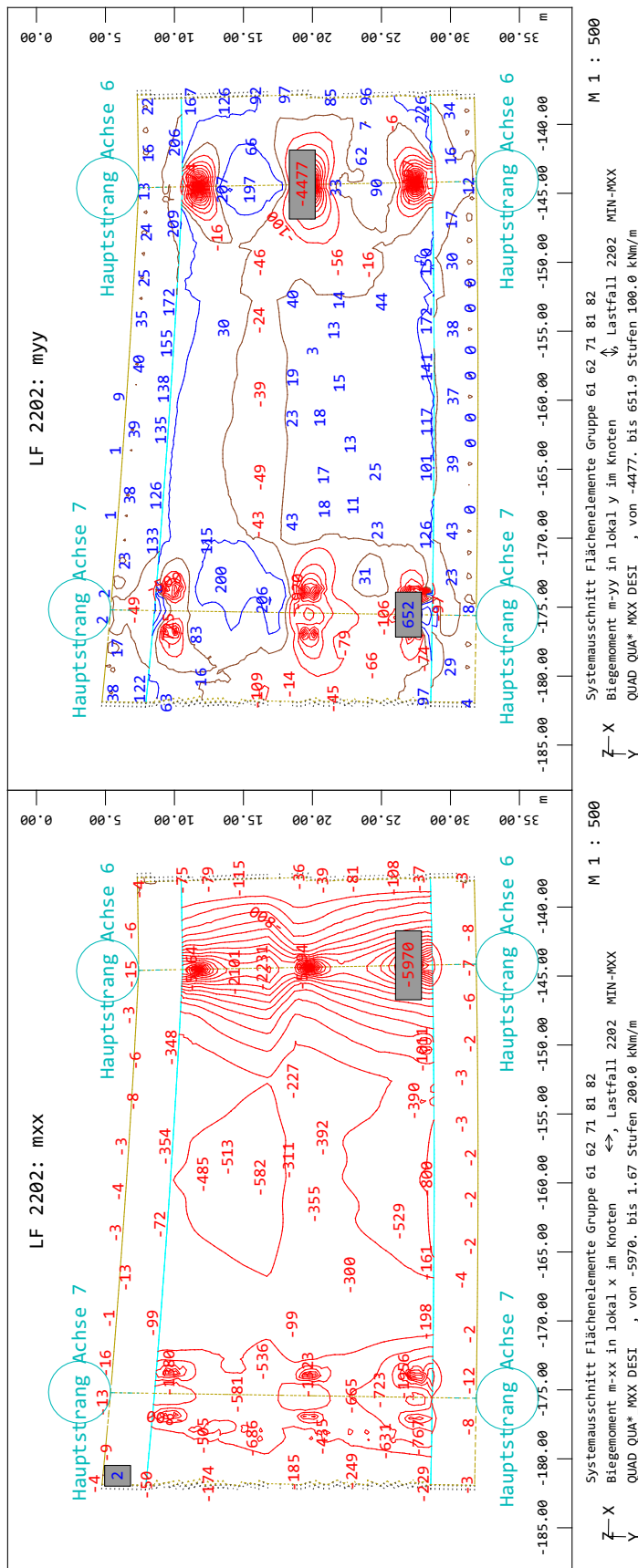
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363
Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605

ASB Nr:

Datum:
20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



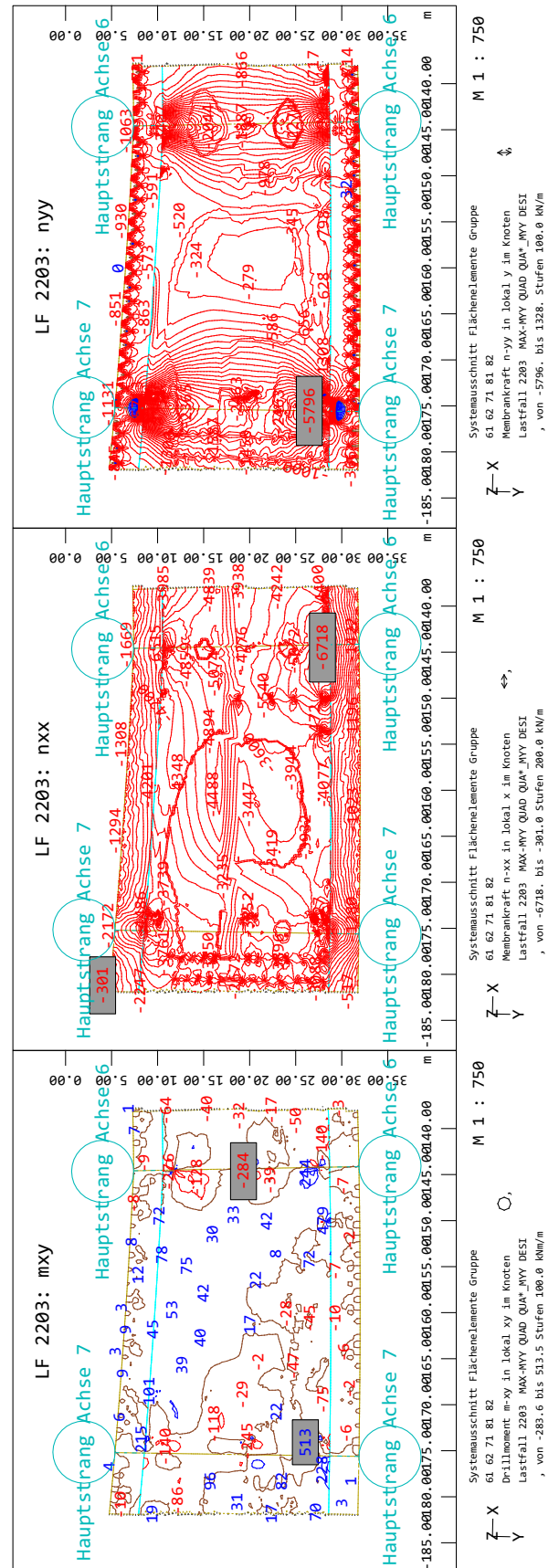
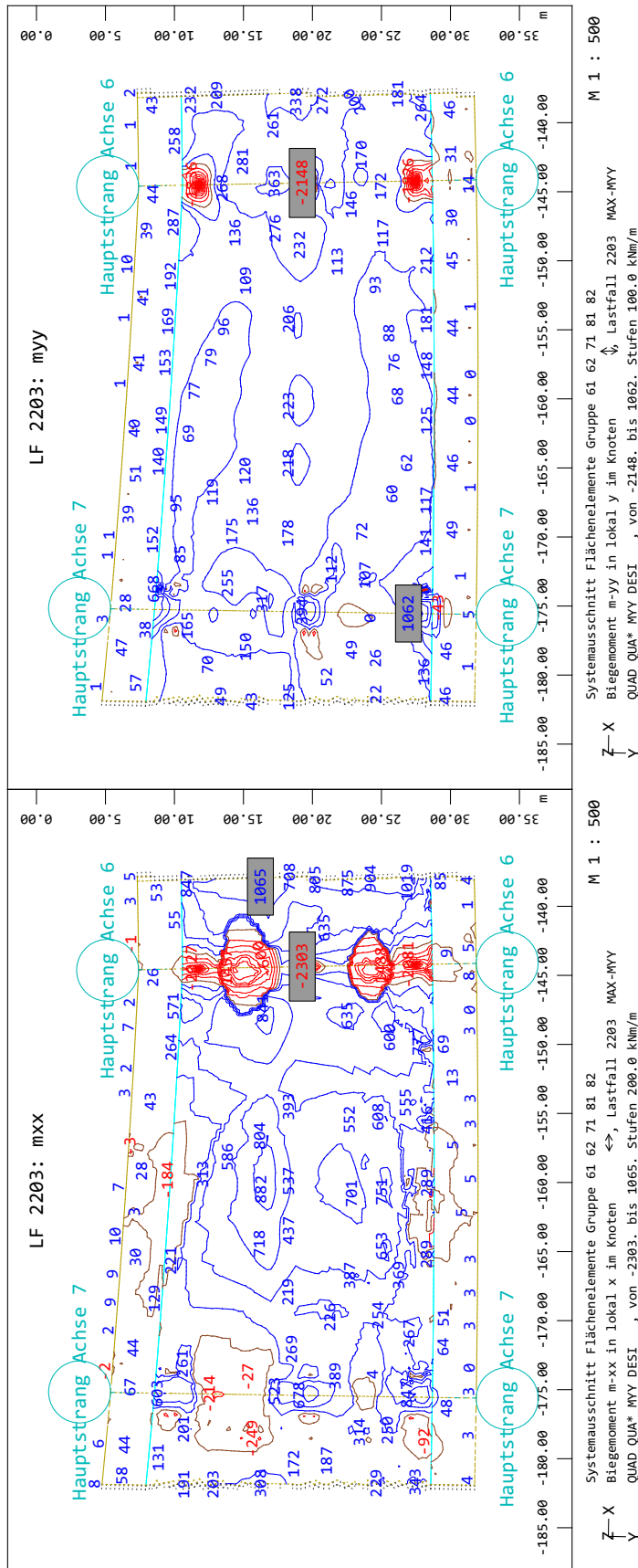
Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7
Block : 7. Verstärkung

Seite 65

Archiv Nr.:

Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation
7.2.1 EDV-Ausgabe

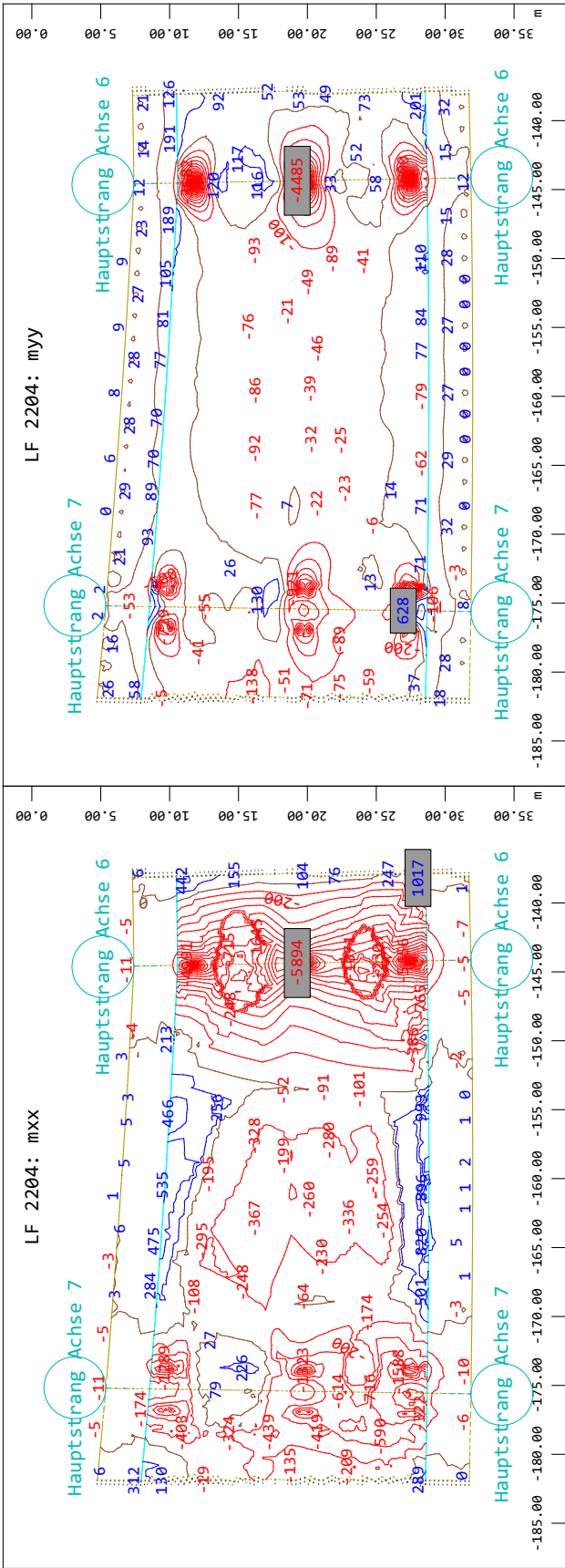
Bemessungsschnittgrößen



Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

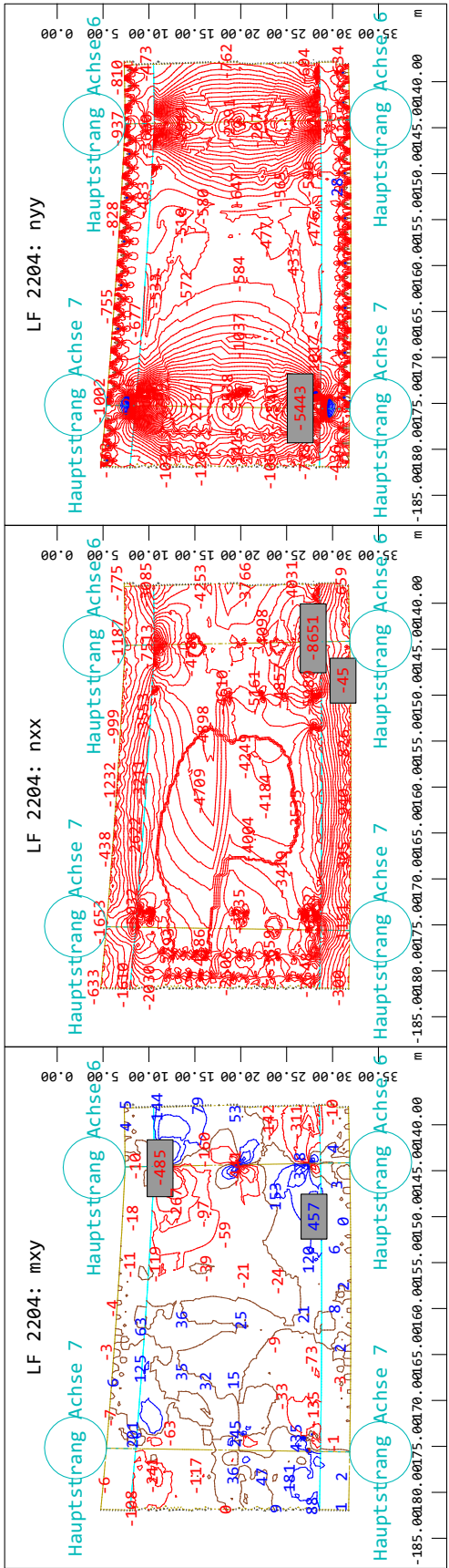
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



LF 2204: mxx
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Biegemoment m-xx in lokal x im Knoten
Lastfall 2204 MIN-MY
QUAD QUA*_MY DESI , von -5894. bis 1017. Stufen 200.0 kNm/m

LF 2204: myy
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Biegemoment m-yy in lokal y im Knoten
Lastfall 2204 MIN-MY
QUAD QUA*_MY DESI , von -4485. bis 628.2 Stufen 100.0 kNm/m



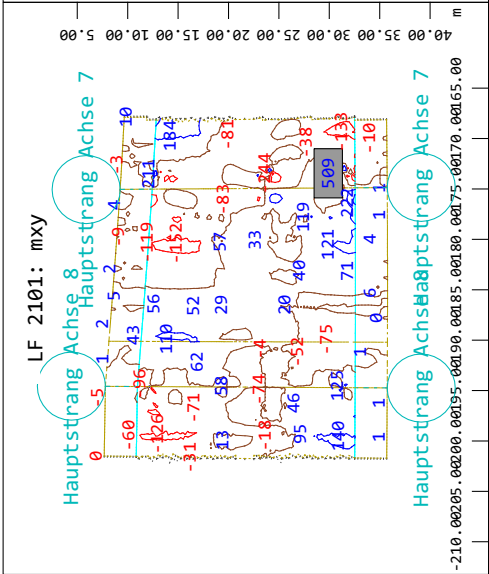
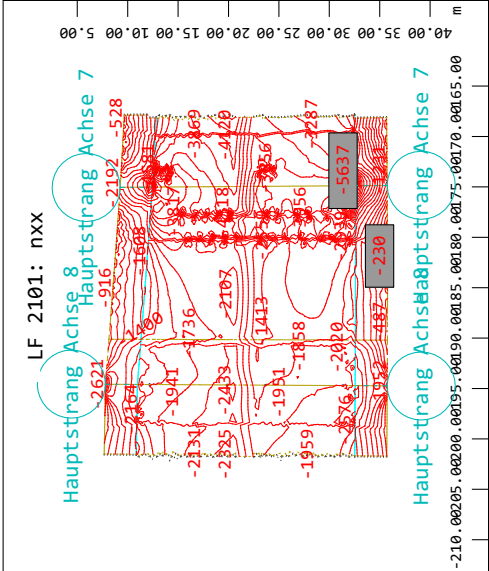
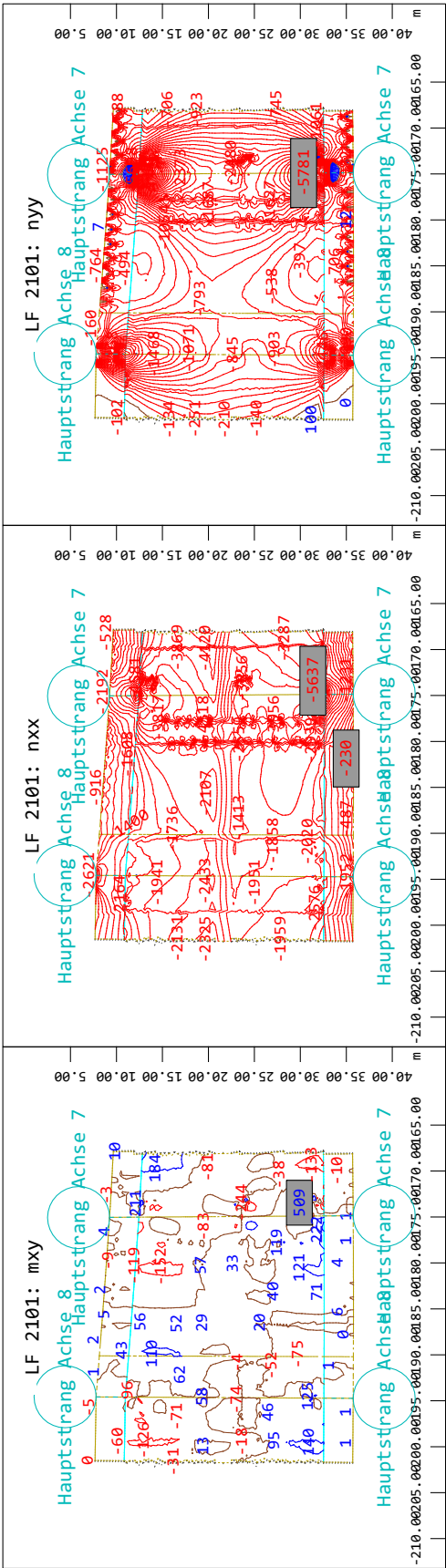
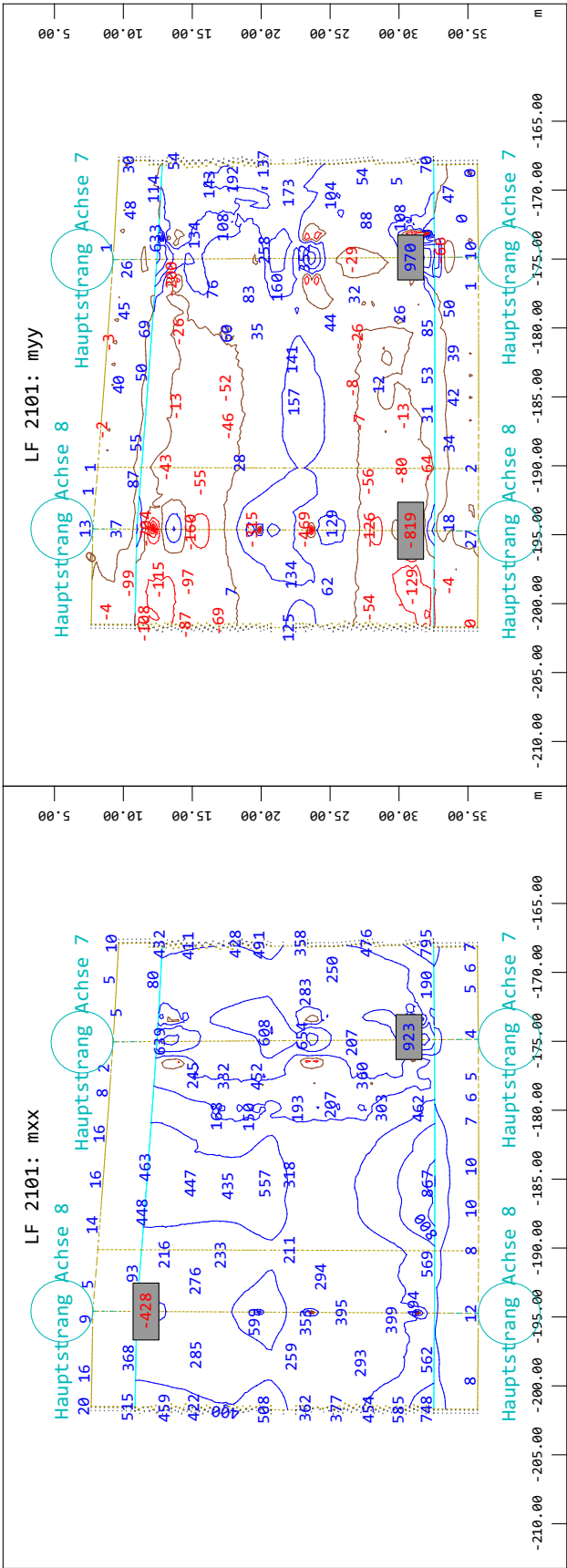
LF 2204: nxx
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Membrankraft n-xx in lokal x im Knoten
Lastfall 2204 MIN-MY QUAD QUA*_MY DESI
, von -8651. bis -45.0 Stufen 200.0 kN/m

LF 2204: myy
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Membrankraft n-yy in lokal y im Knoten
Lastfall 2204 MIN-MY QUAD QUA*_MY DESI
, von -5443. bis 1839. Stufen 100.0 kN/m

LF 2204: nxy
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 61 62 71 81 82
Drillmoment m-xy in lokal xy im Knoten
Lastfall 2204 MIN-MY QUAD QUA*_MY DESI
, von -485.1 bis 457.5 Stufen 100.0 kNm/m

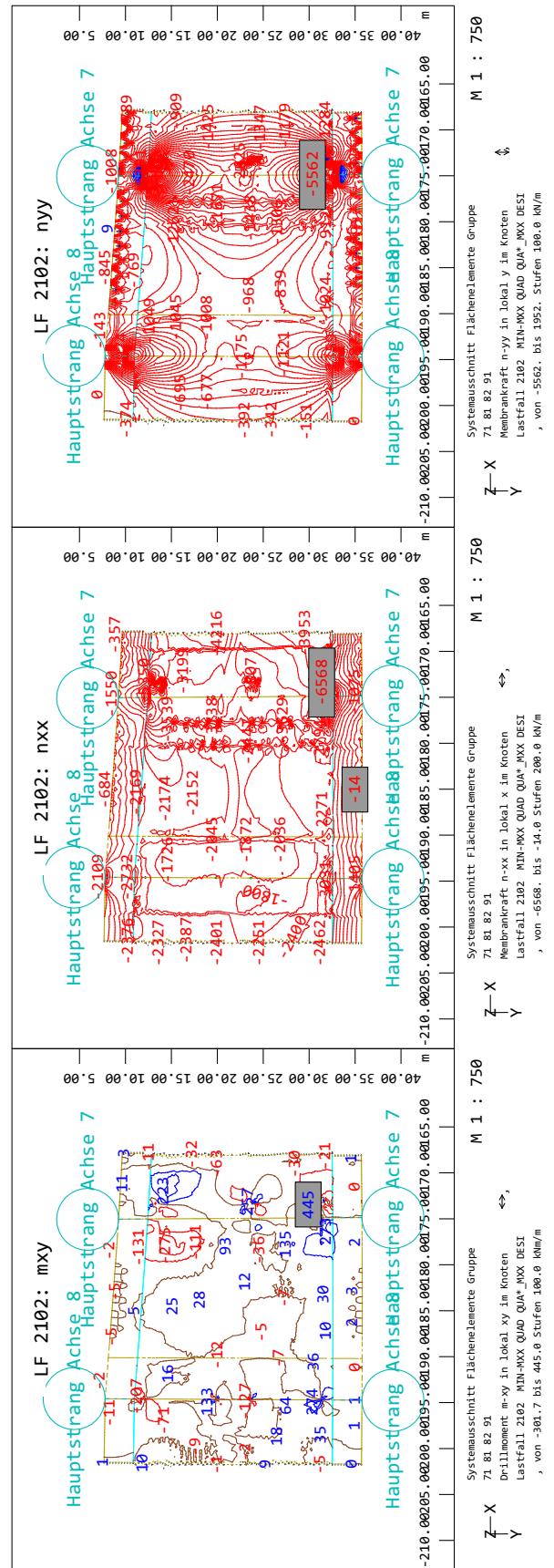
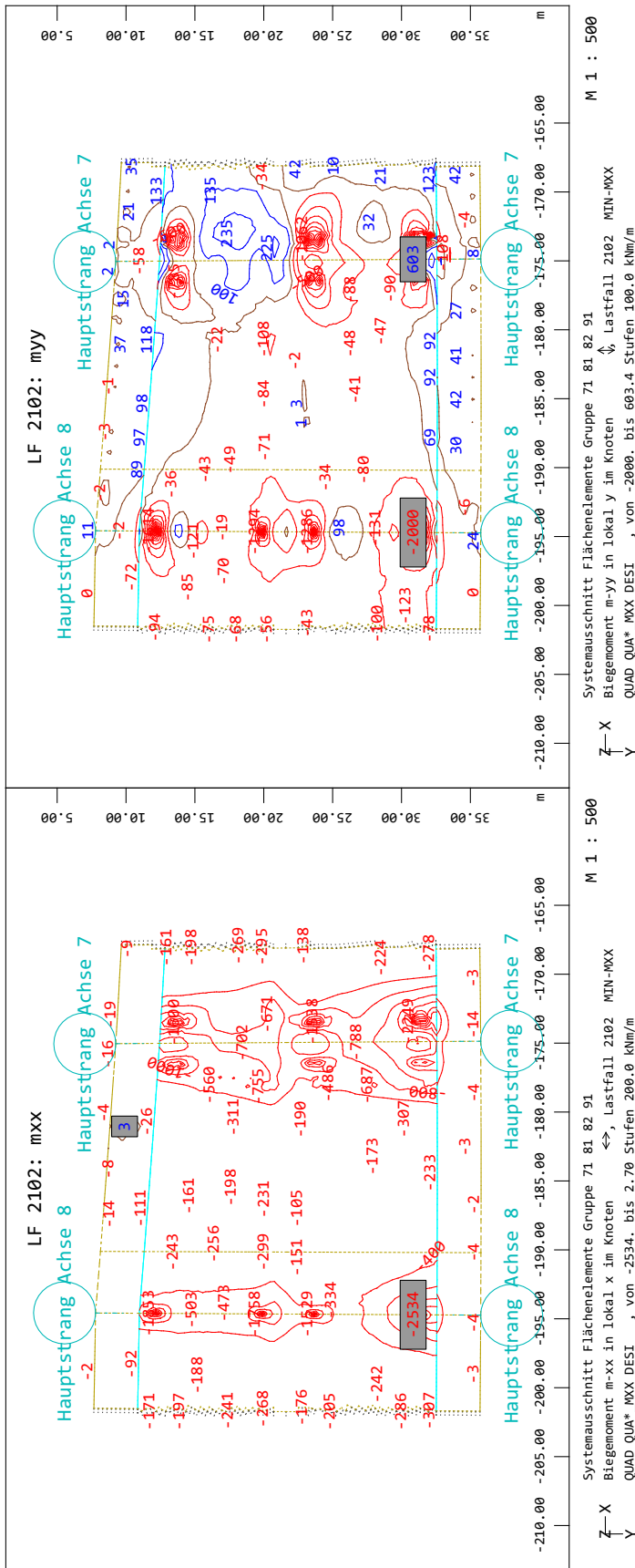
Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 67	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Bemessungsschnittgrößen



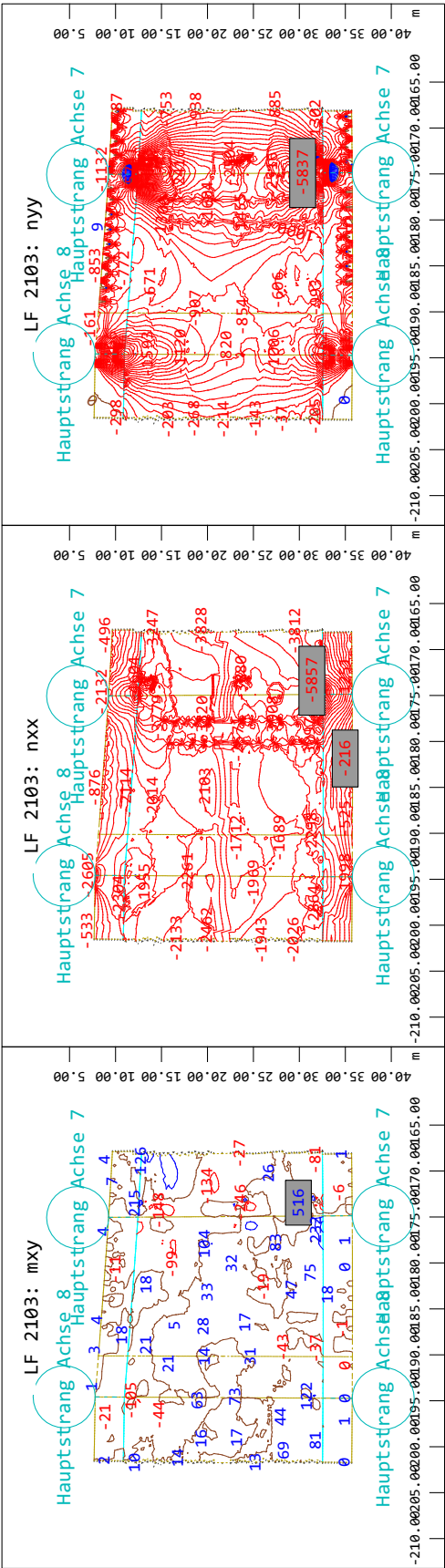
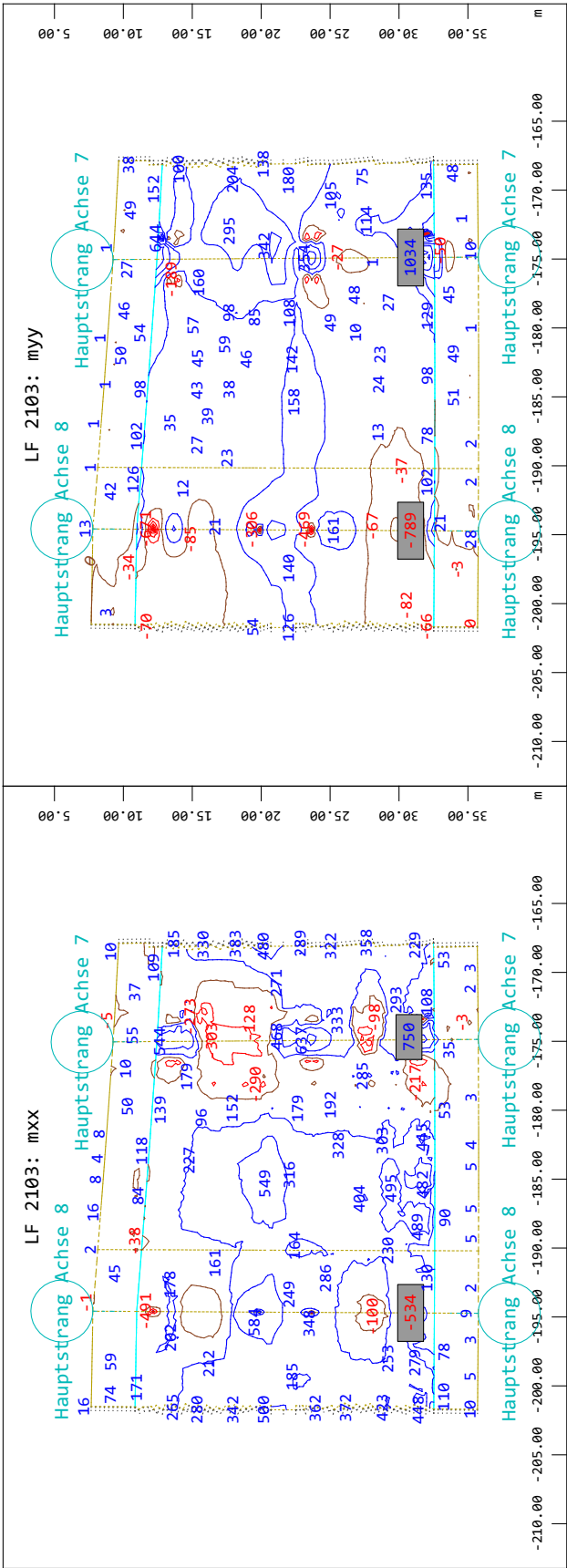
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

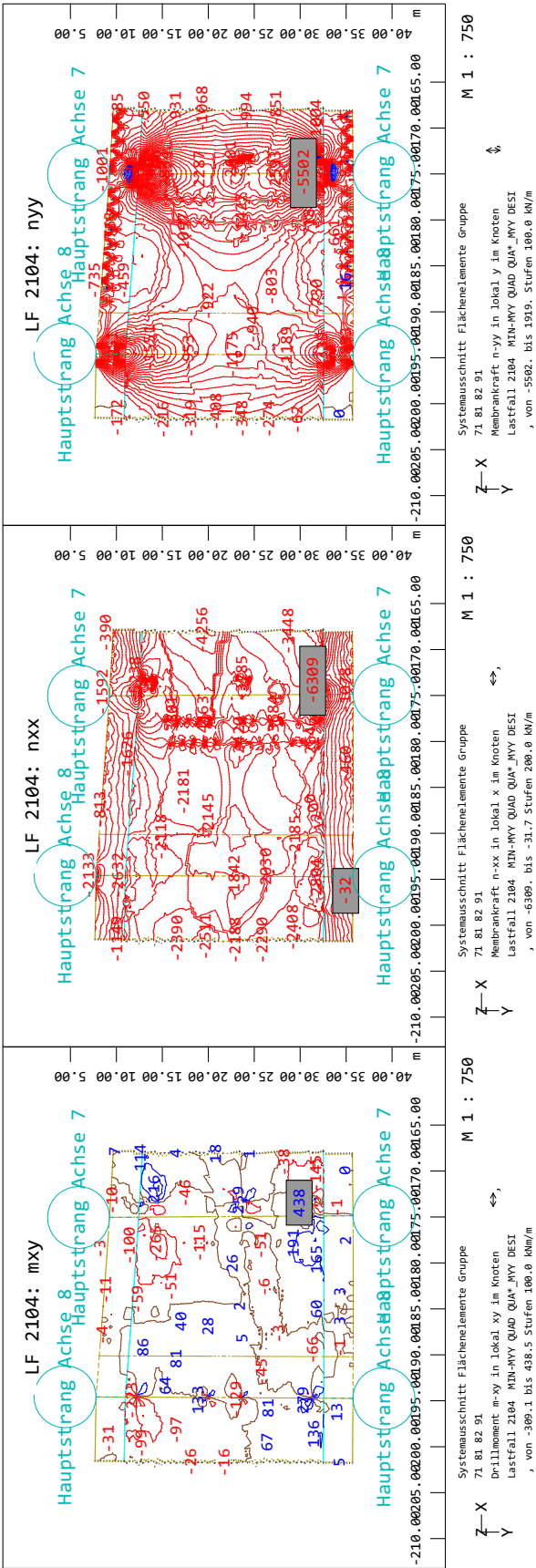
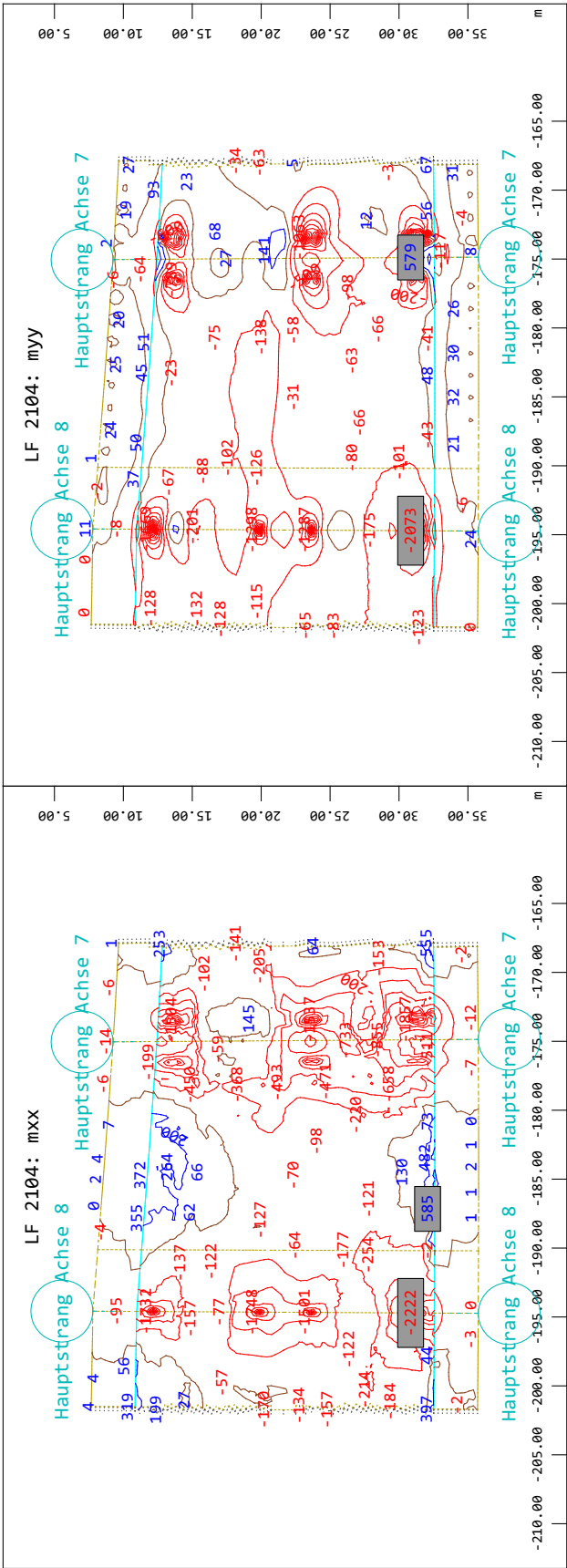


Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 70	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

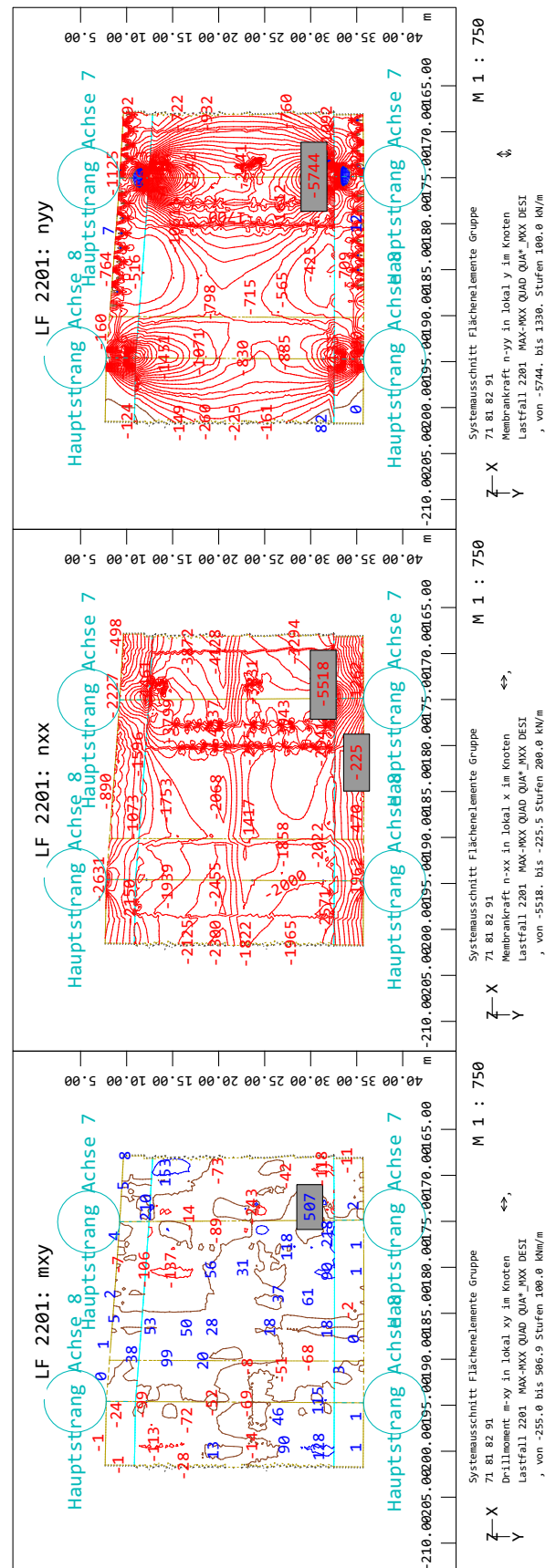
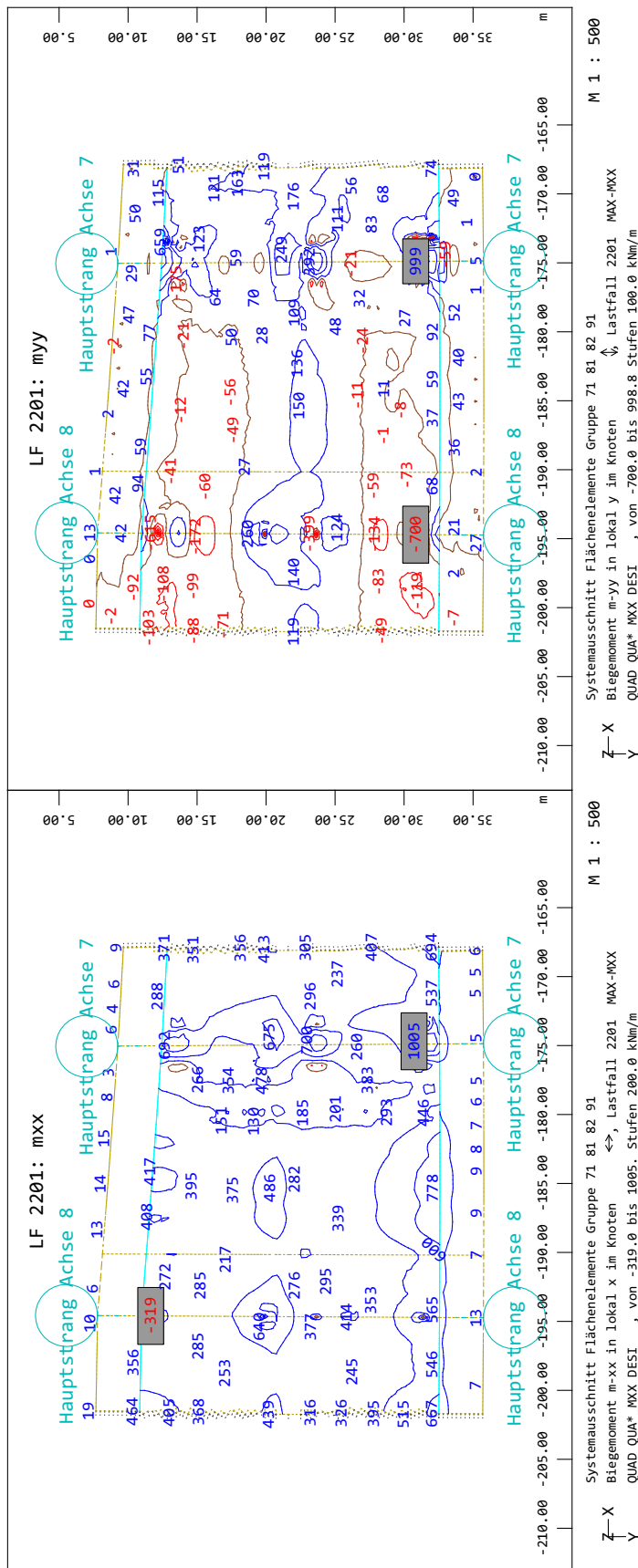
Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 71	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

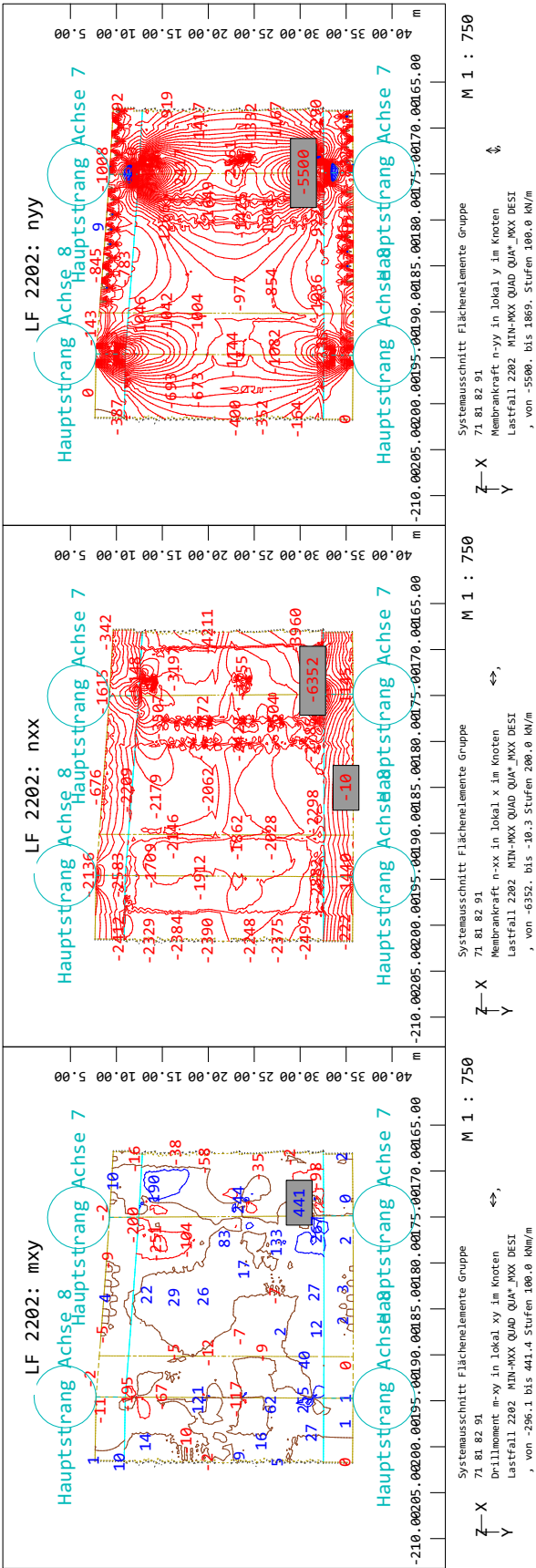
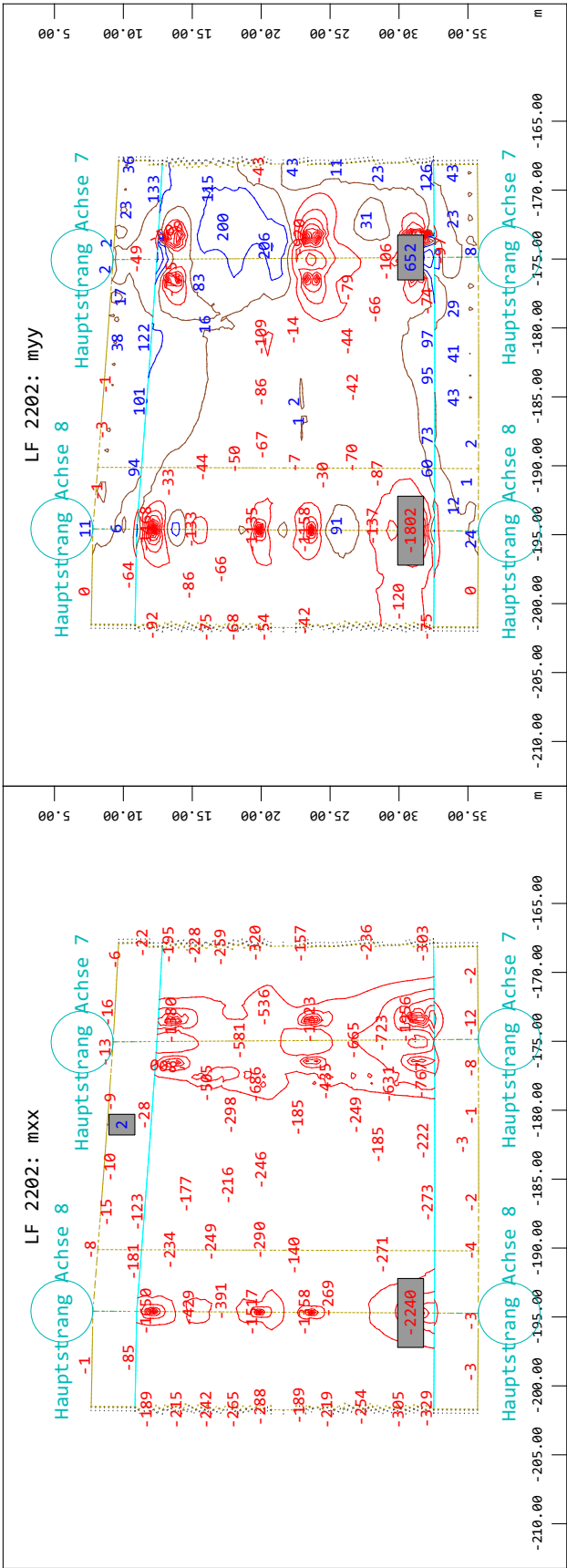
Bemessungsschnittgrößen



Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiSTiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

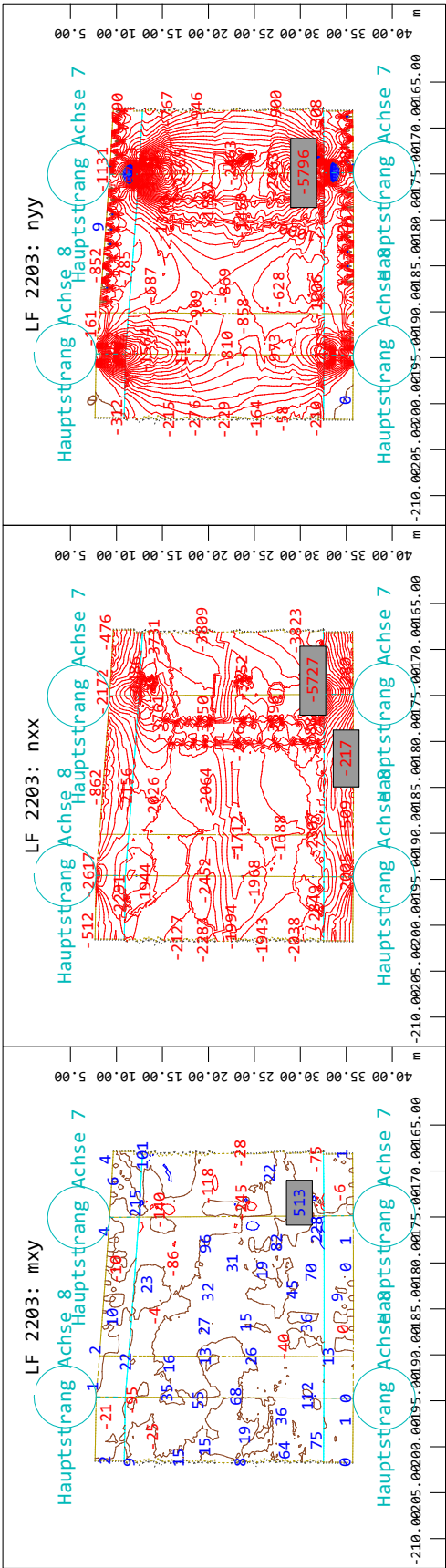
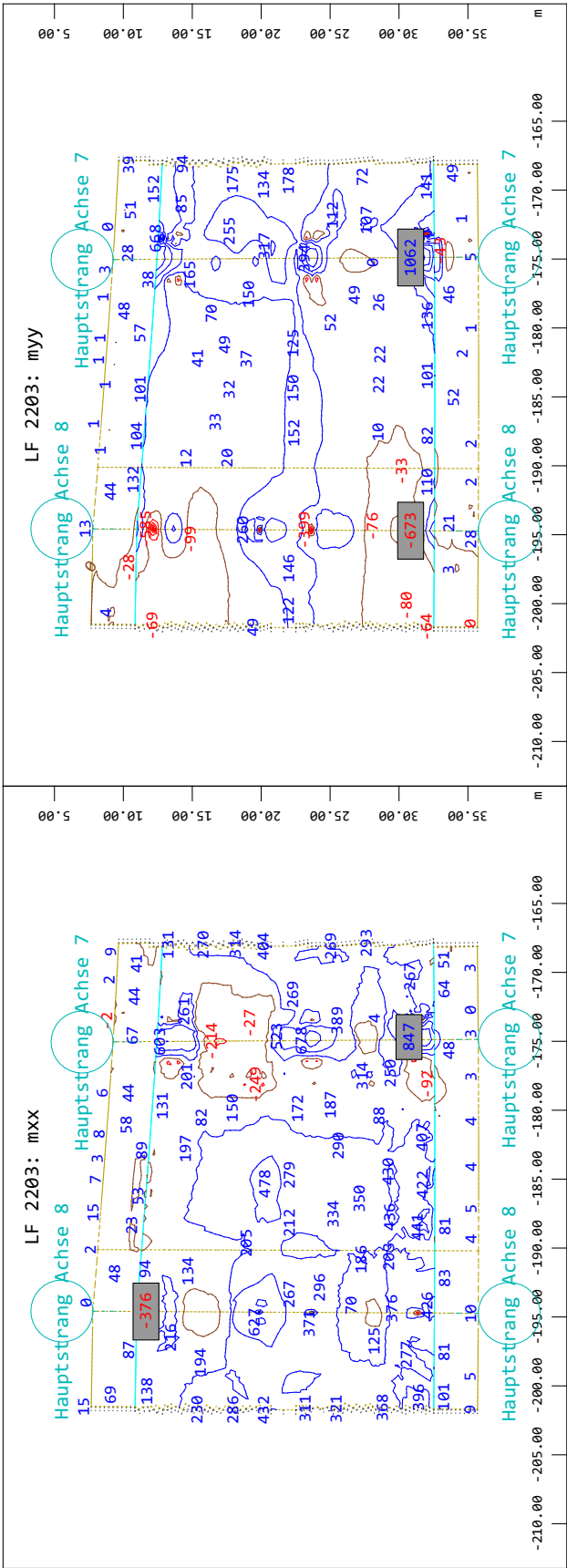
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7		Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung	Seite 73	
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

Bemessungsschnittgrößen

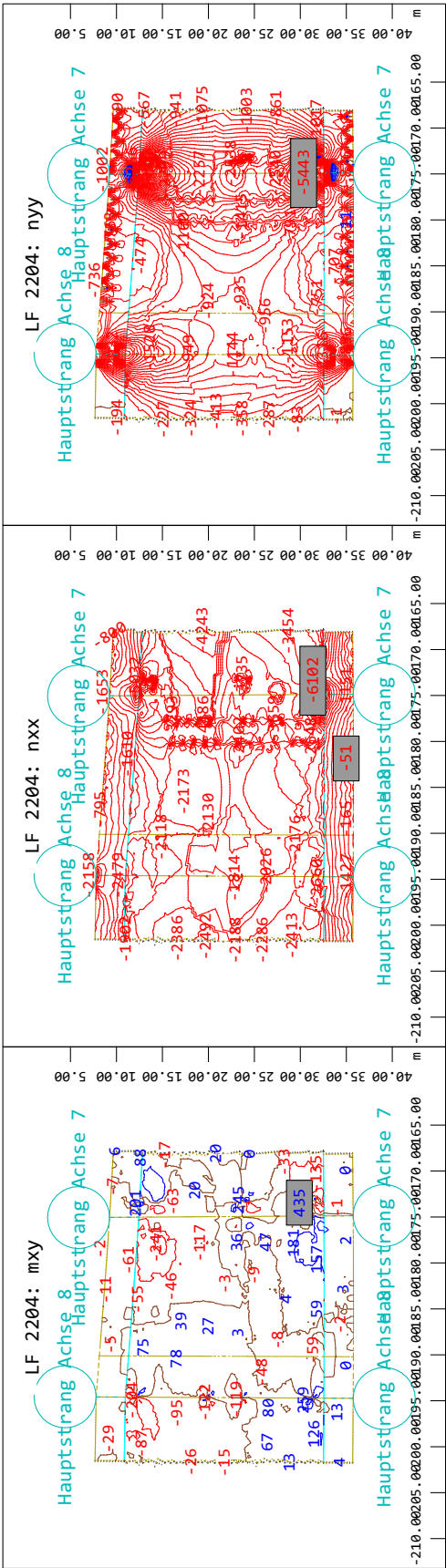
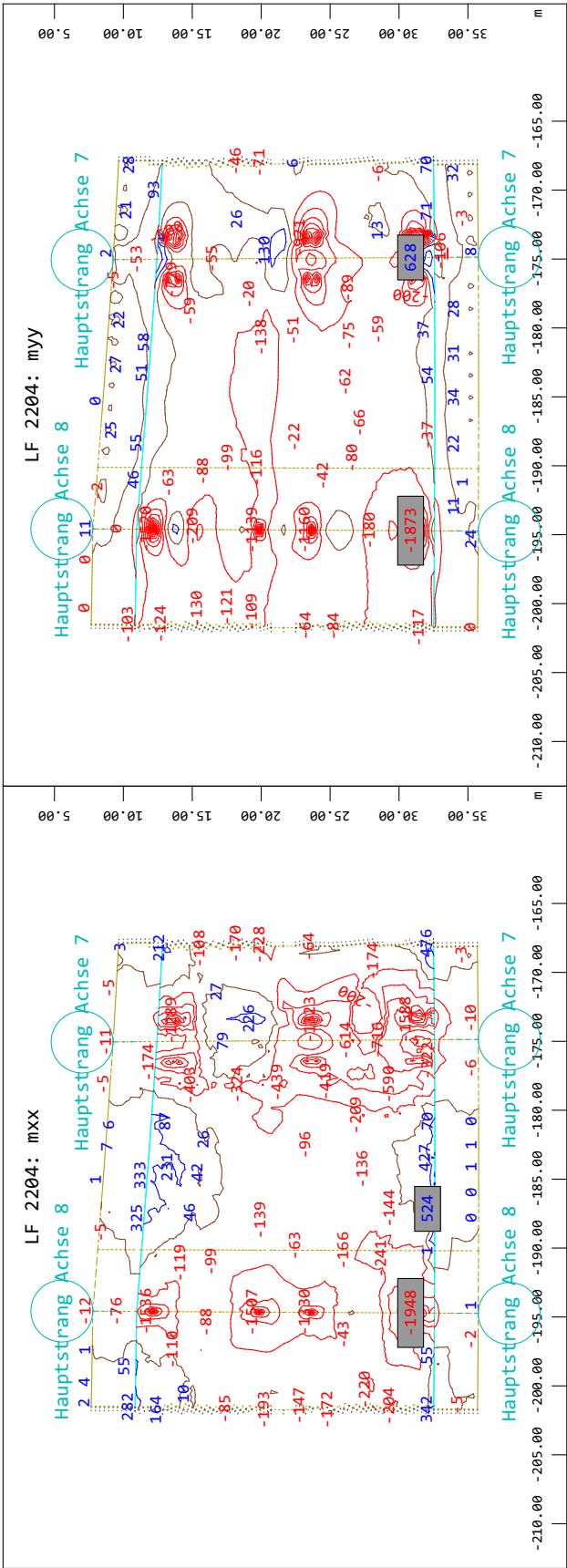
SOFiSTiK AG - www.sofistik.de



Verfasser : WTM Engineers GmbH		
Programm : SOFiStiK 2022-7.0 GRAPHIC - GRAFIK FUER FINITE ELEMENTE		
Bauwerk : Nachrechnung gemäß Nachrechnungsrichtlinie - Stufe 2, Proj.Nr. 14363 Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal - ASB-Nr.: 2817605	ASB Nr:	Datum: 20.11.2025

Bemessungsschnittgrößen

SOFiSTIK AG - www.sofistik.de



Bauteil : Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs - Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7	Seite 75	Archiv Nr.:
Block : 7. Verstärkung		
Vorgang : 7.2 Nachweis Lagerwechsel / Anhebesituation 7.2.1 EDV-Ausgabe		

7.2.2 Nachwies der Biegebewehrung der Platte

Im Folgenden werden die erforderlichen Bewehrungsmengen für Biegung mit Längskraft im GZT ausgegeben.

Die erforderliche Bewehrung wird vom Programm Sofistik (BEMESS) ermittelt.

Es wird nur die Bewehrung der Fahrbahnplatte untersucht.

Bei der angegebenen Mindestbewehrung handelt es sich um die auf der Brückenlänge minimale vorhandene Bewehrungsmenge (Grundbewehrung) von DM12-20 ($5.65 \text{ cm}^2/\text{m}$).

Folgende Bemessungsfälle wurden im GZT angesetzt:

Bemessungsfall 10 = Bruchbemessung im GZT (Ansatz der 21xx Lastfälle)

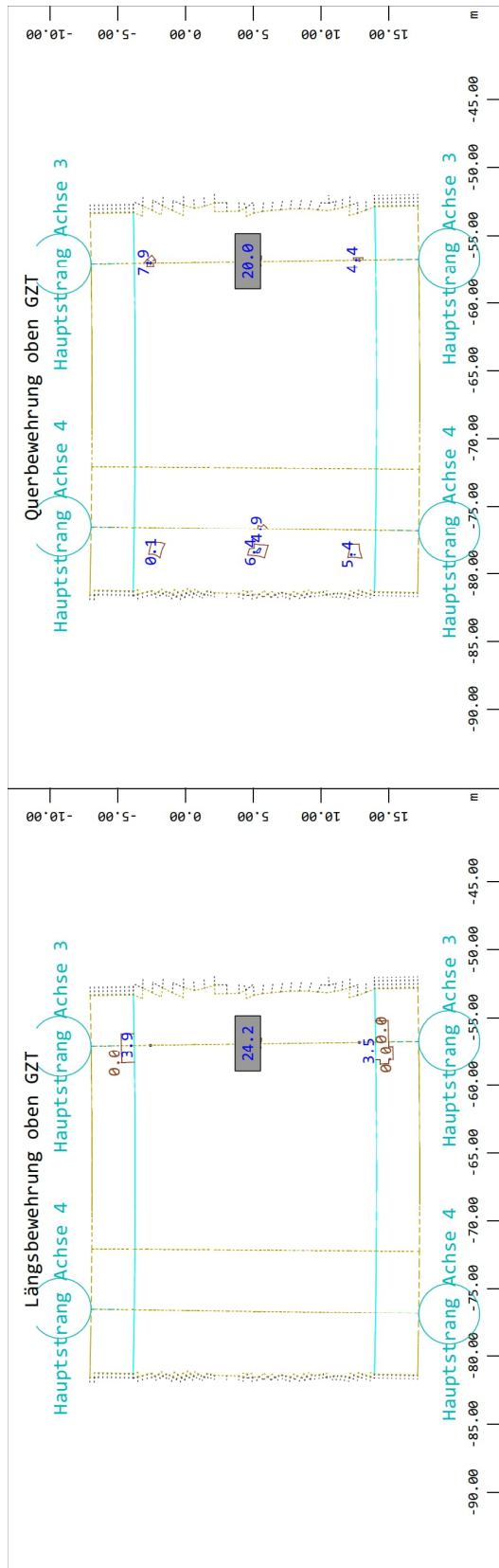
Bemessungsfall 11 = Bruchbemessung im GZT unter Berücksichtigung des
Abminderungsfaktors für Stützmomente (Ansatz der 22xx Lastfälle)

Dargestellt sind die Bewehrungsmengen, die über die Grundbewehrung von $5.65 \text{ cm}^2/\text{m}$ hinaus erforderlich sind.

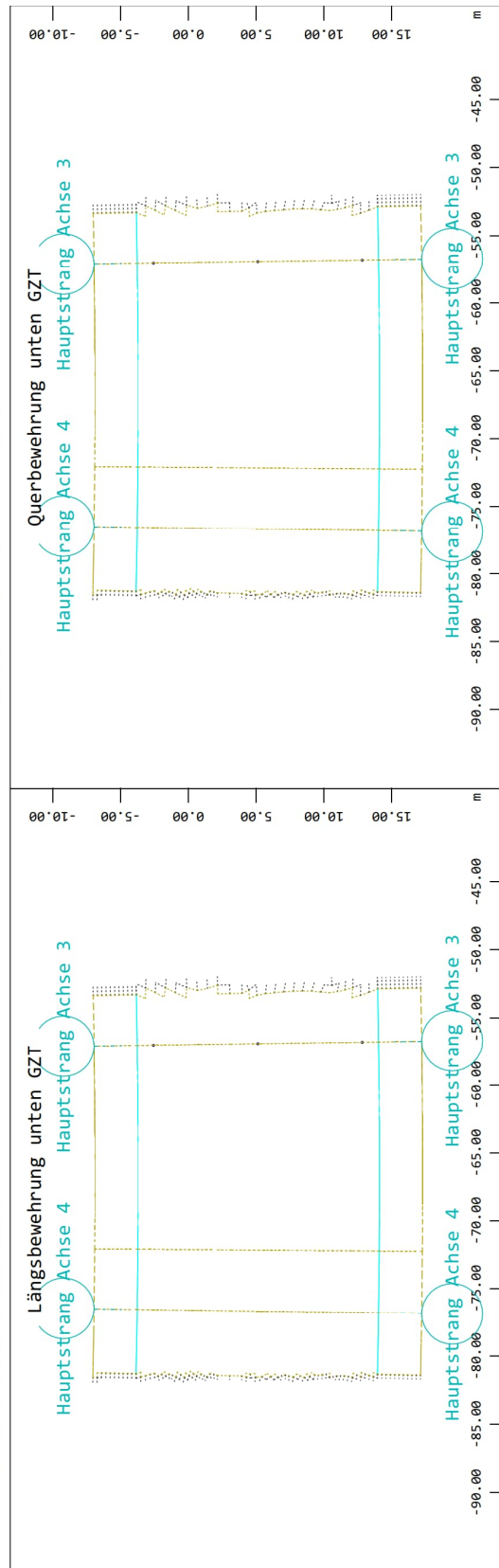
Da die Längsbewehrung im Querschnitt in 2.Lage liegt, mussten programmbedingt die Haupt- und Querbewehrung vertauscht werden. In der Bezeichnung der Ergebnisausdrucke gilt
Längsbewehrung = Querbewehrung (2. Lage)

Querbewehrung = Hauptbewehrung (1. Lage)

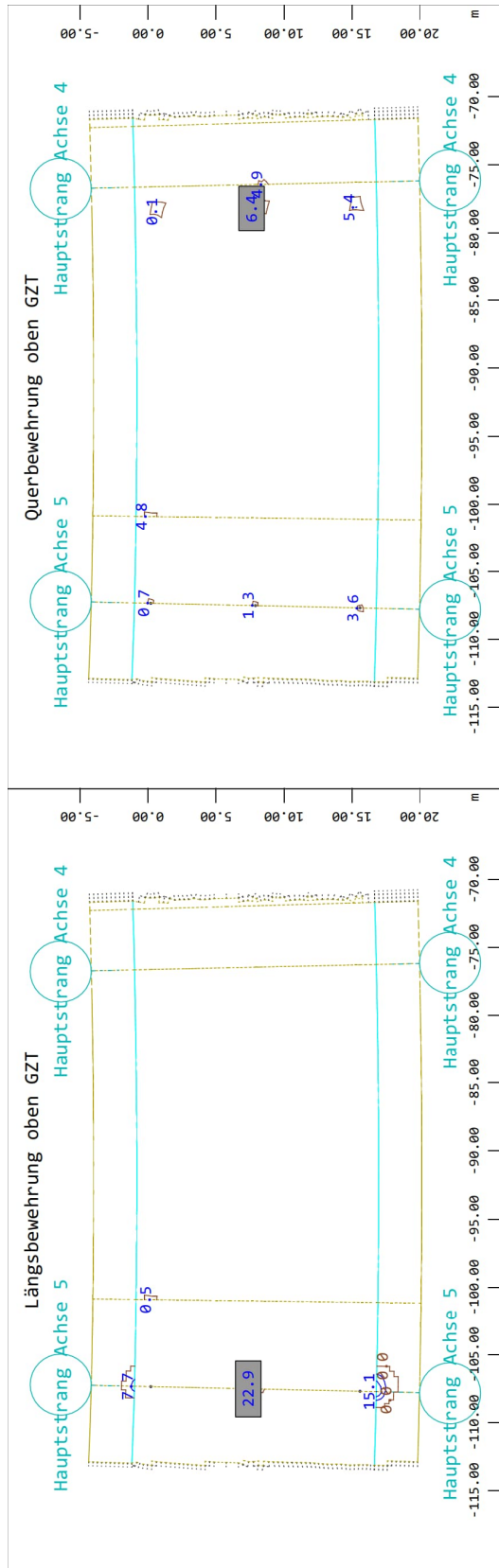
die Bewehrungsrichtung ist zusätzlich in jeder Grafik als Pfeil dargestellt:



Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 31 41 42 51 52
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) oben aus der
Elementmitte $\rightarrow$, Bemessungsfall 10 Bemessung GZT , Differenzen
zu 5.65, von 0 bis 24.2 Stufen 5.00 cm2/m

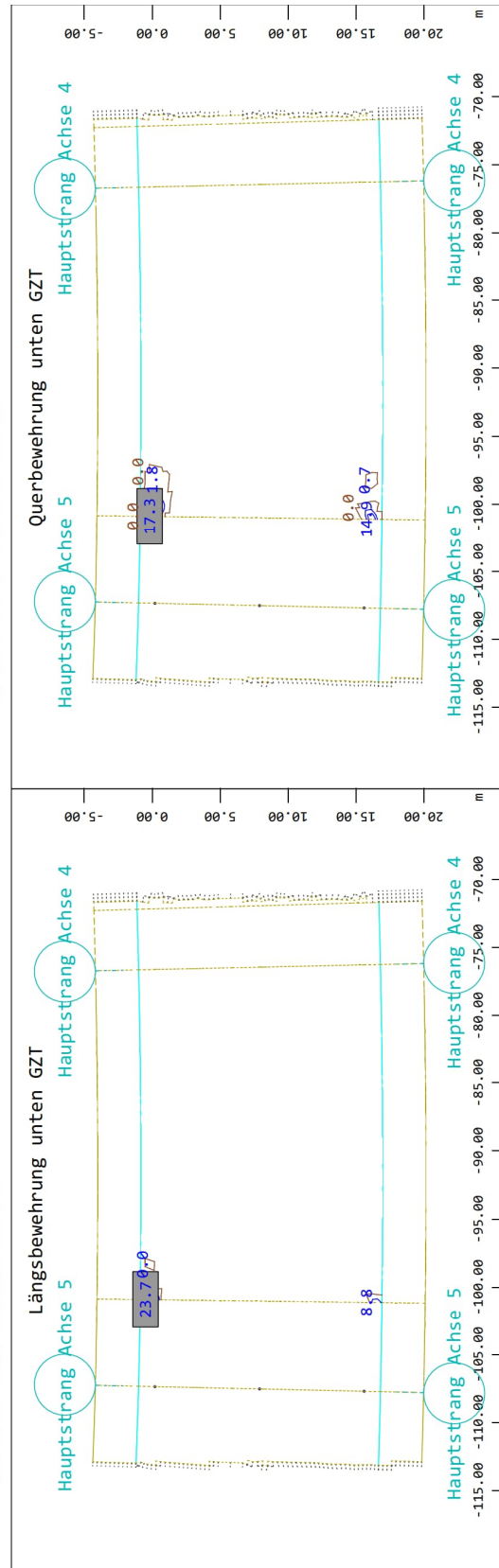


Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 31 41 42 51 52
Flächenelemente , Querbewehrung (2.Lage) unten aus der
Elementmitte $\rightarrow$, Bemessungsfall 10 Bemessung GZT , Differenzen
zu 5.65, von 0 bis 0 Stufen 5.00 cm2/m



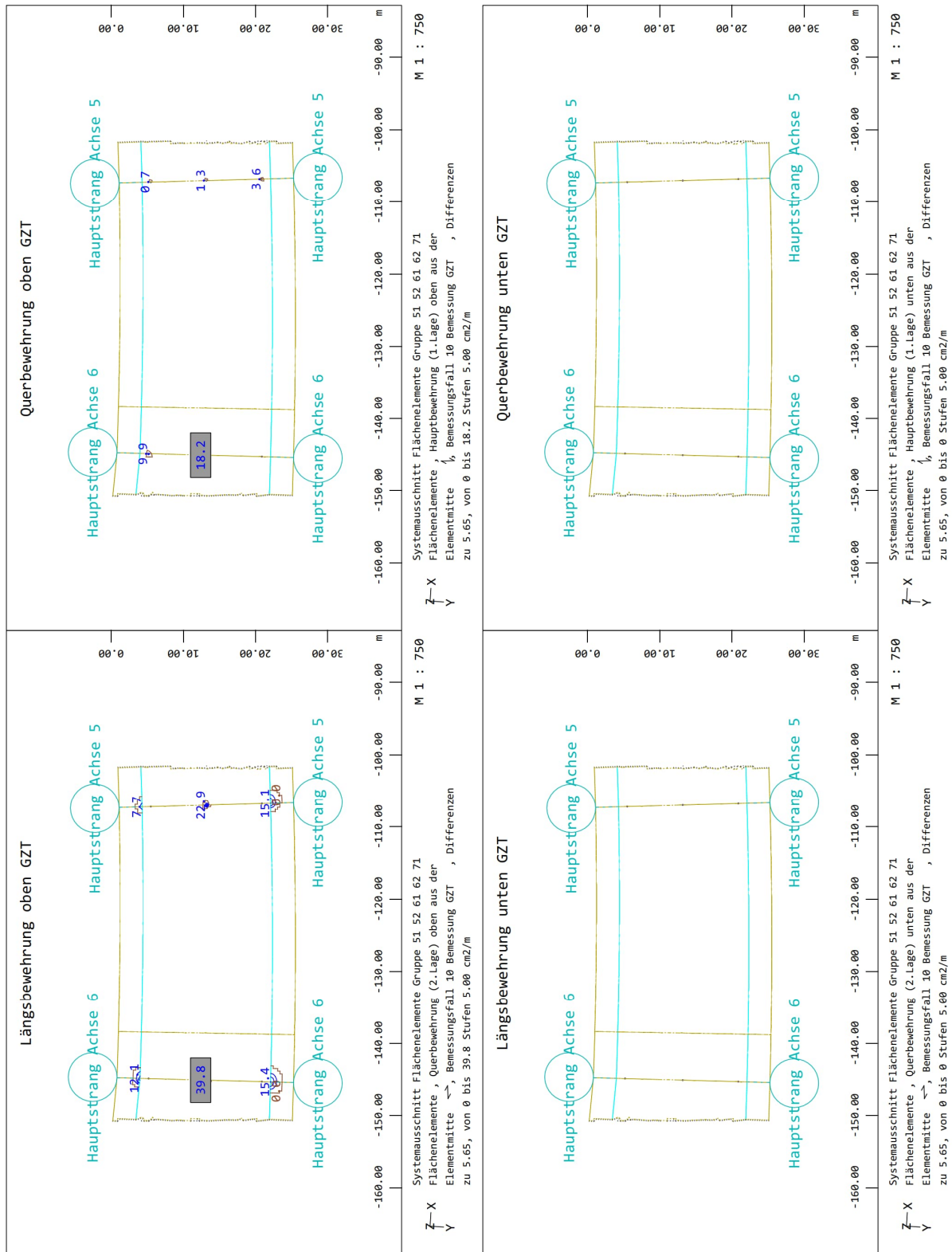
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 41 42 51 52 61 62
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) oben aus der
Elementmitte $\rightarrow$, Bemessungsfall 10 Bemessung GZT , Differenzen
zu 5.65, von 0 bis 6.38 Stufen 5.00 cm2/m

M 1 : 500

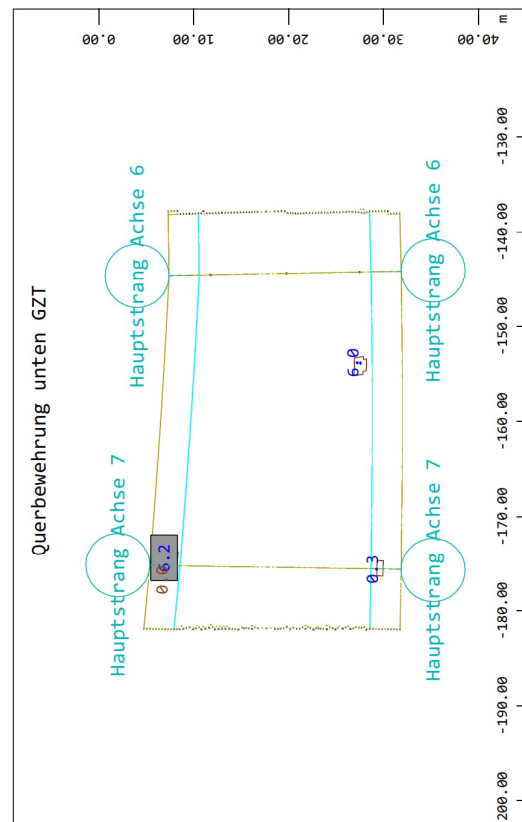
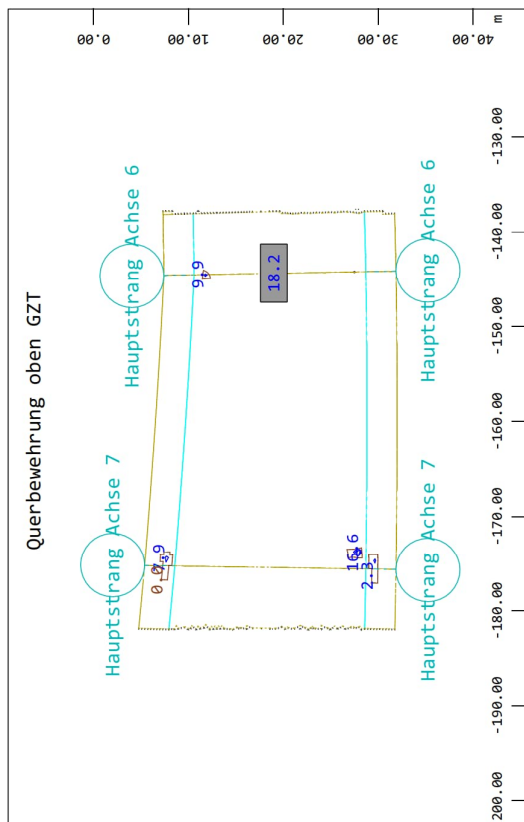
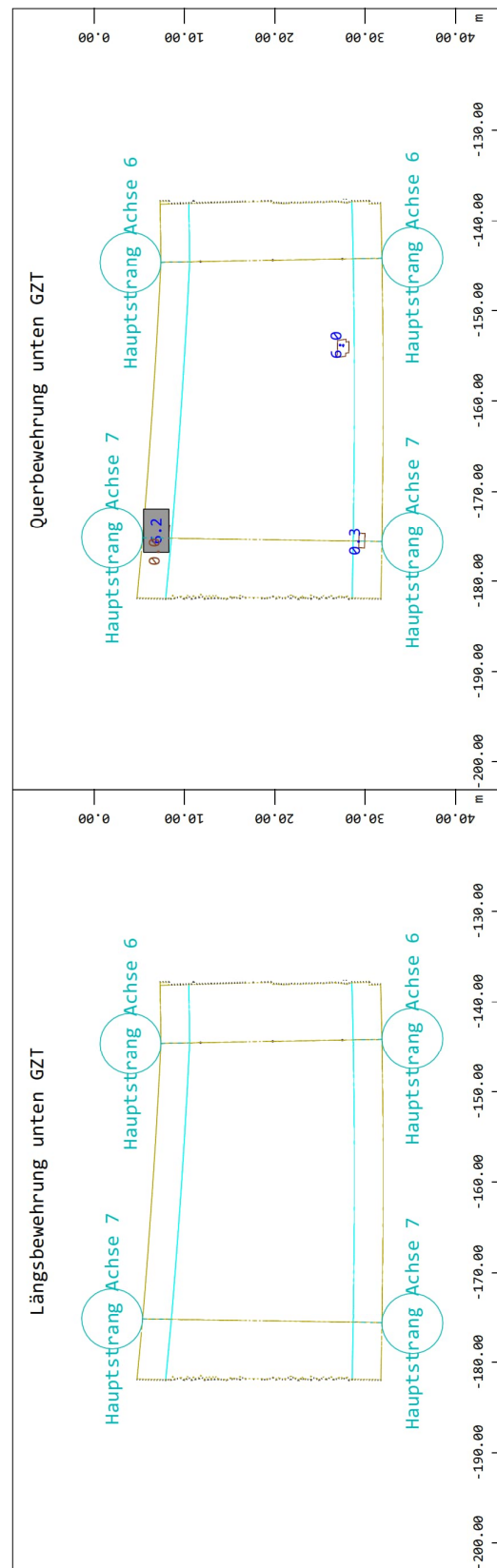
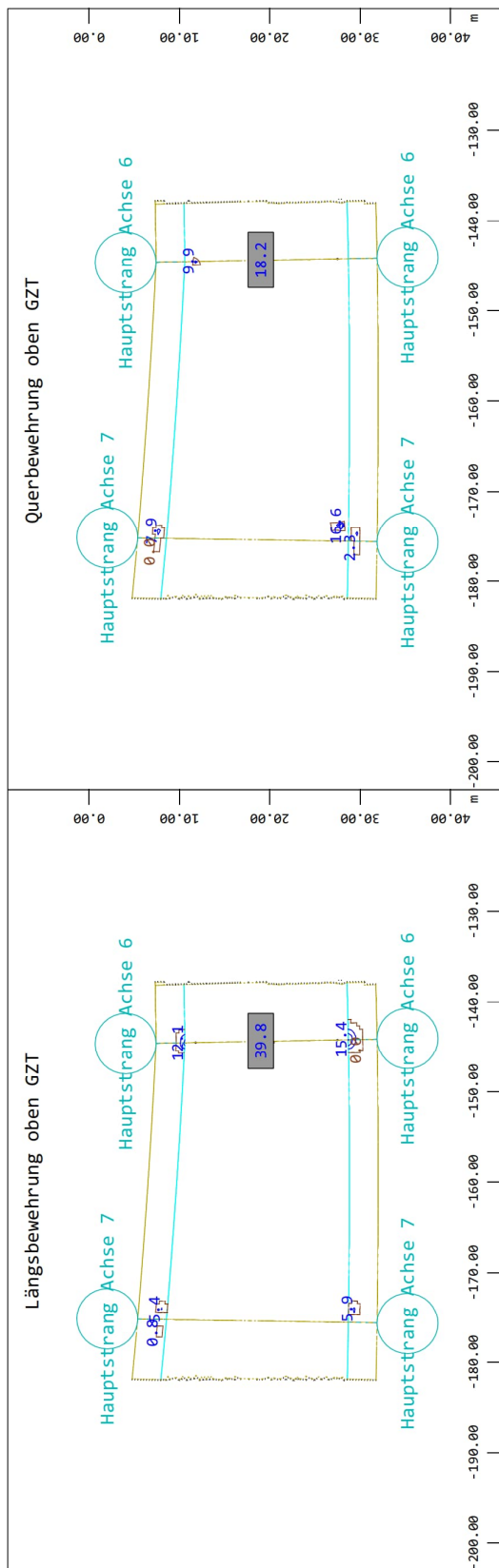


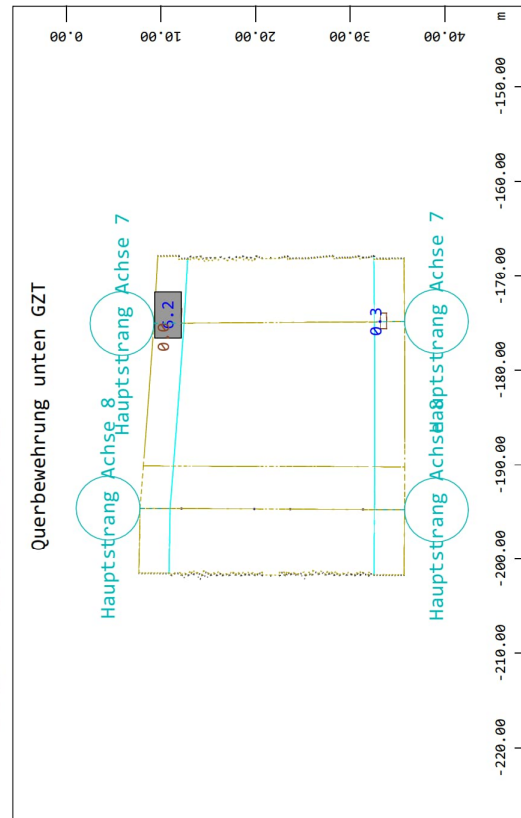
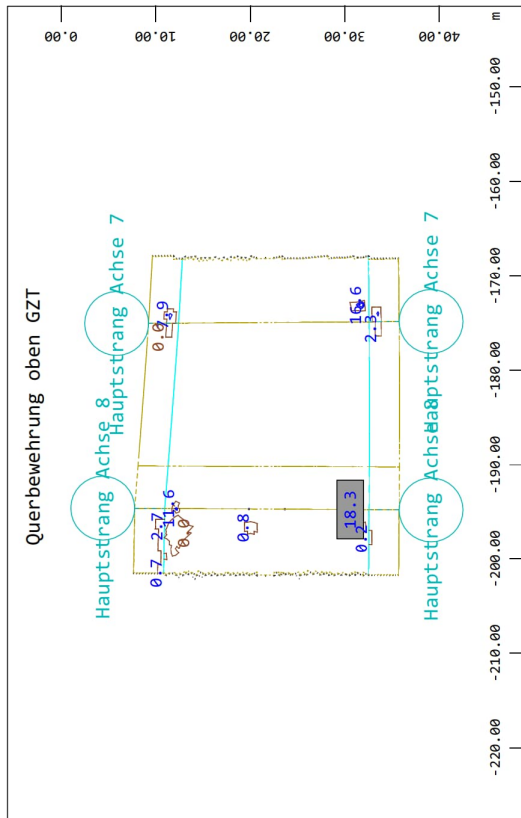
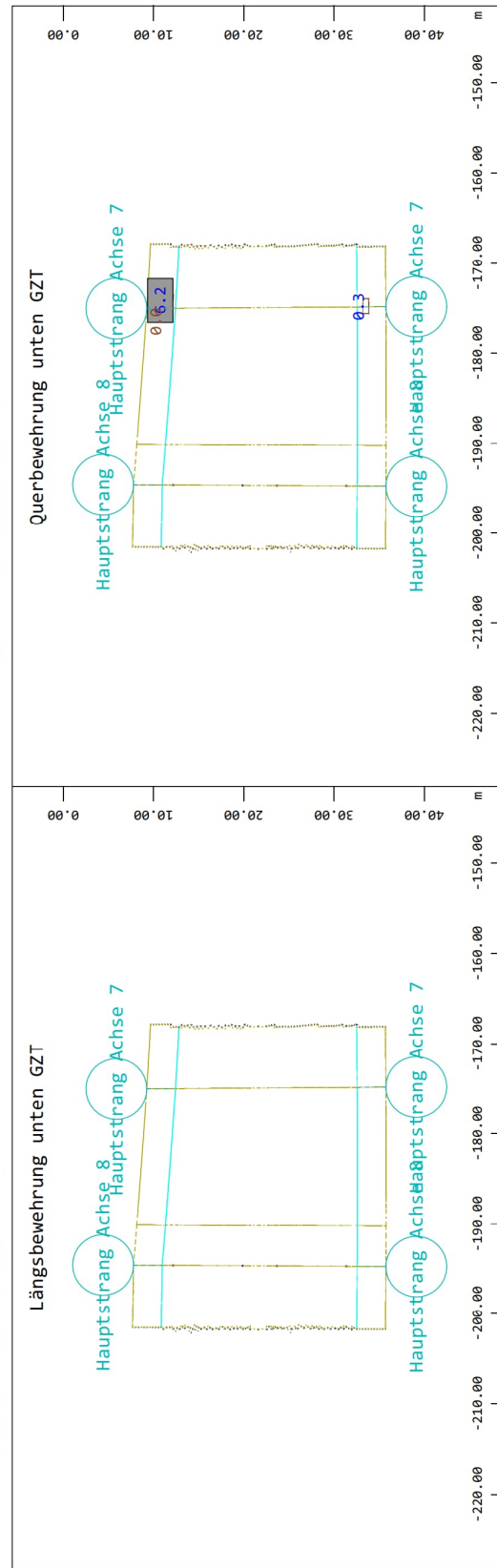
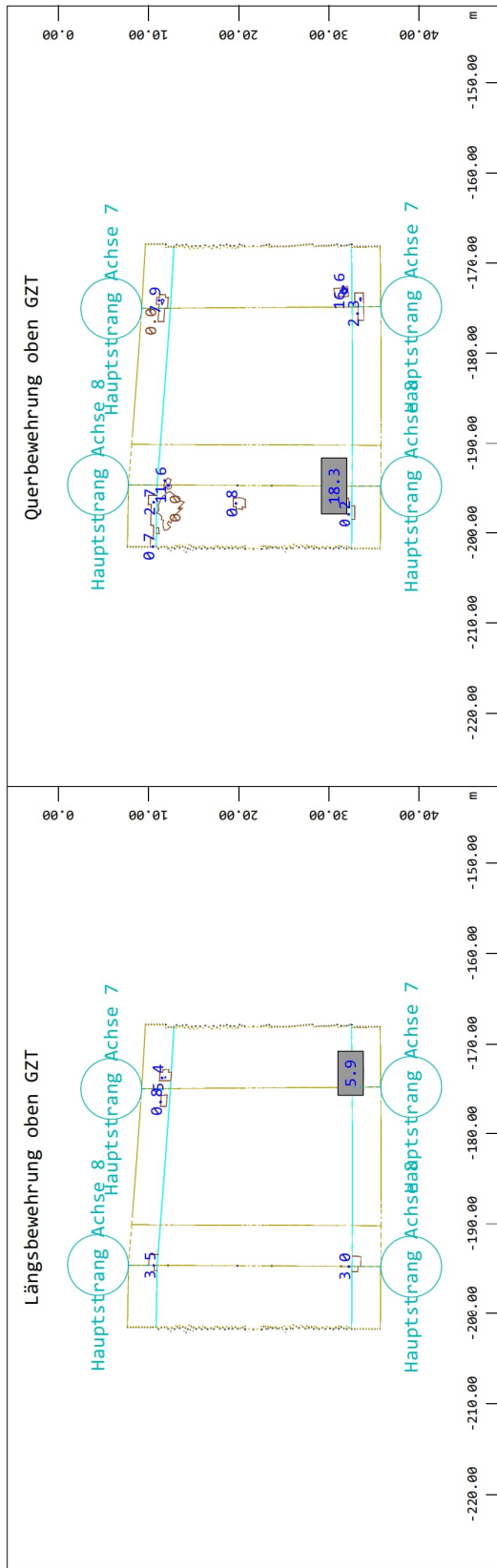
Systemausschnitt Flächenelemente Gruppe 41 42 51 52 61 62
Flächenelemente , Hauptbewehrung (1.Lage) unten aus der
Elementmitte $\rightarrow$, Bemessungsfall 10 Bemessung GZT , Differenzen
zu 5.65, von 0 bis 17.3 Stufen 5.00 cm2/m

M 1 : 500



Bauteil	: 4. Bemessung des Überbaus	Seite A1.4	Archiv Nr.:
Block	: 4.3 Bemessung Hauptstrang (GZT)		
Vorgang	: 4.3.3 Nachweise Biegung mit Längskraft		





Feldbereiche Längsrichtung

In der unteren Längsbewehrung treten lokale Überschreitungen der Grundbewehrung auf.

Feld 3 – 4: Keine Überschreitungen

Feld 4 – 5: Die Überschreitungen treten im Bereich der Baufuge an den Rändern der Fahrbahnplatte auf. Es handelt sich dabei um numerische Ungenauigkeiten, weshalb sie als unkritisch eingestuft werden.

Feld 5 – 6: Keine Überschreitungen

Feld 6 – 7: Keine Überschreitungen

Feld 7 – 8: Keine Überschreitungen

Feldbereiche Querrichtung

Feld 3 – 4: Keine Überschreitungen

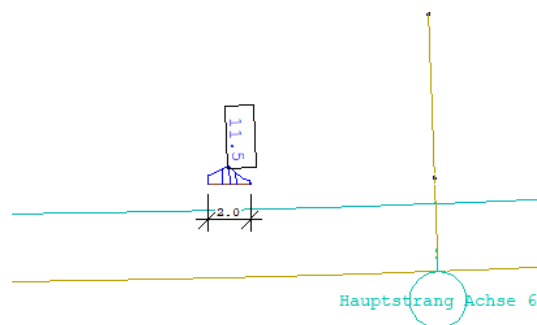
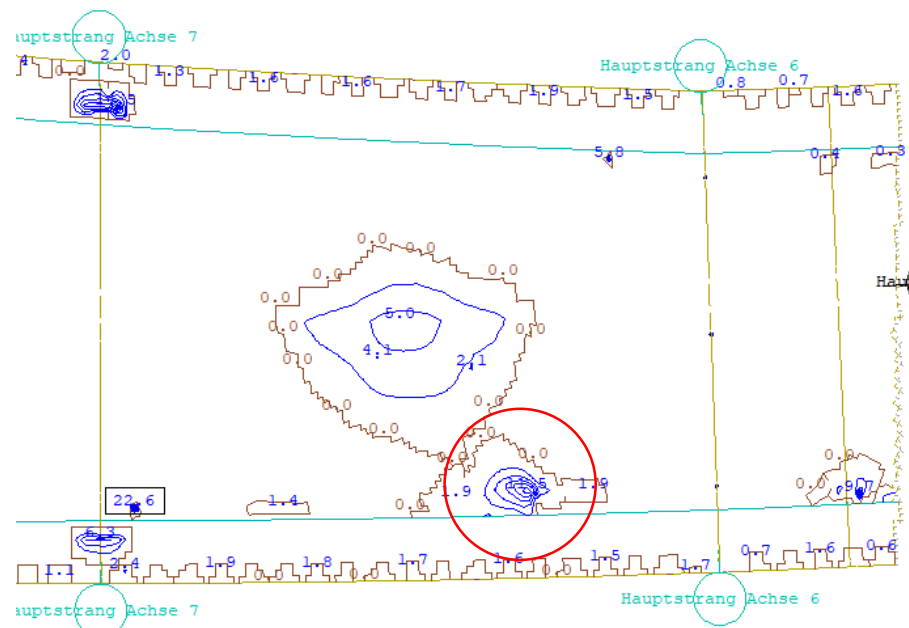
Feld 4 – 5: Die Überschreitungen treten im Bereich der Baufuge an den Rändern der Fahrbahnplatte auf. Es handelt sich dabei um numerische Ungenauigkeiten, weshalb sie als unkritisch eingestuft werden.

Feld 5 – 6: Keine Überschreitungen

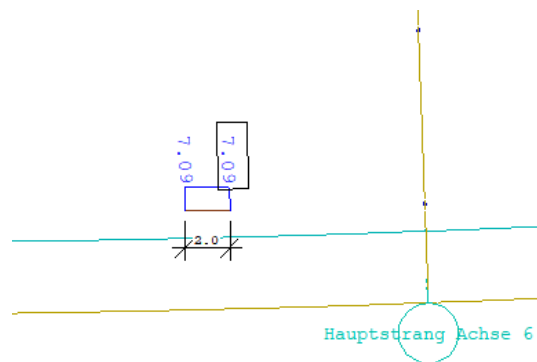
Feld 6 – 7: In der unteren Querbewehrung treten lokal Überschreitungen der Grundbewehrung auf. Die ermittelten Spitzenwerte sind rechenbedingt und wurden über einen Schnitt von 2,0 m gemittelt, da Umlagerungsmöglichkeiten vorhanden sind.

$$a_{s,vorh} = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,eff} = 7,09 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \rightarrow \quad \eta = 0,94$$



Nicht gemittelt:

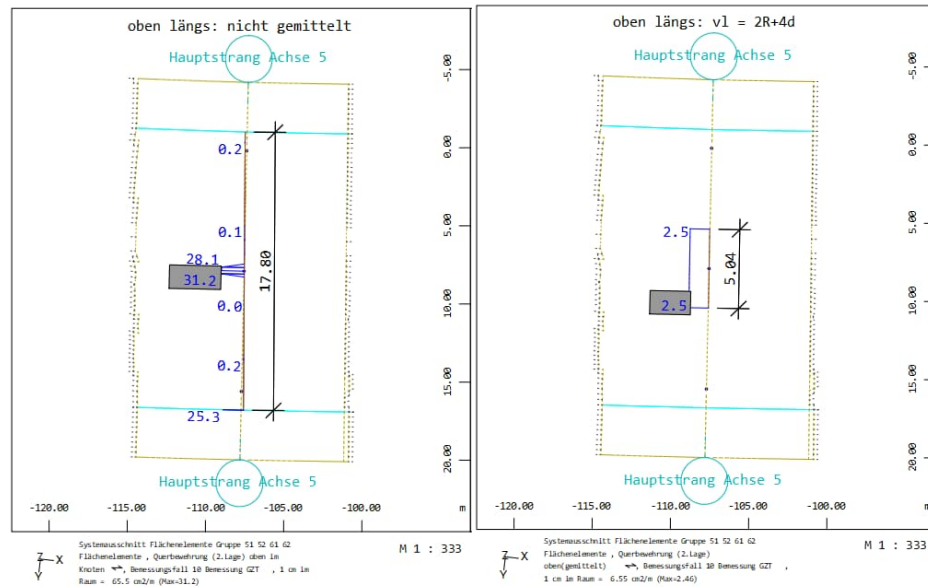


Gemittelt:

Feld 7 – 8: Keine Überschreitungen

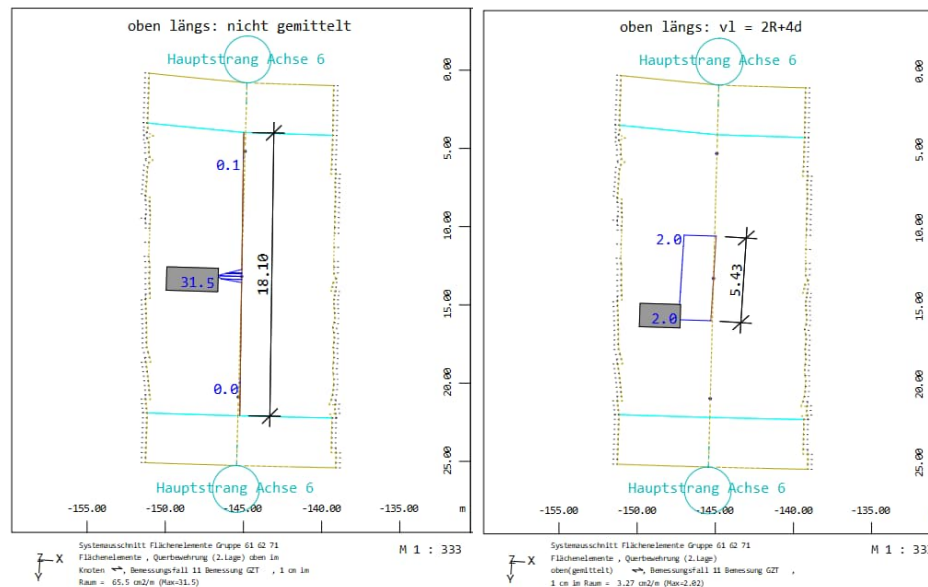
Achse 4: Obere Lage: Keine Überschreitungen
Untere Lage: Keine Überschreitungen

Achse 5: Obere Lage: $v_l = 2xR + 4xd = 5,04 \text{ m}$
 $h = 1,10 \text{ m (Mitte)}$
 $d \approx h - 8 \text{ cm} = 1,05 \text{ m}$
 $D_{\text{Lager}} = 0,95 \text{ m (Annahme)}$
 $a_{s,\text{vorh}} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,\text{vorh}} = 2,5 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \rightarrow \quad \eta = 0,44$



Untere Lage: Keine Überschreitungen

Achse 6: Obere Lage: $a_{s,\text{vorh}} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,\text{erf}} = 2,0 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \rightarrow \quad \eta = 0,35$



Untere Lage: Keine Überschreitungen

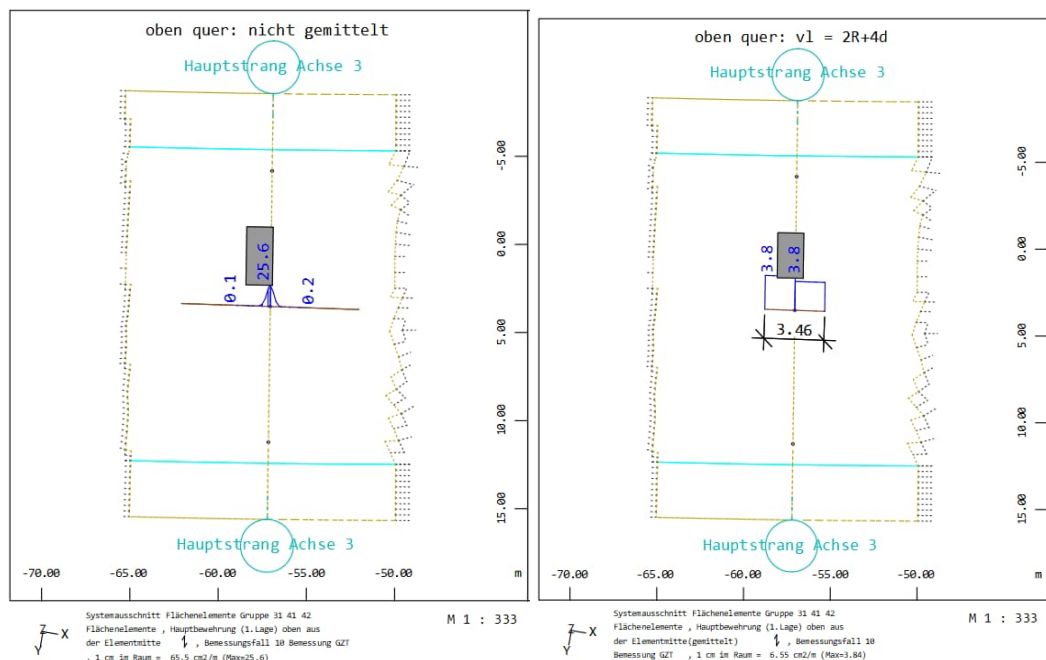
Achse 7: Obere Lage: Keine Überschreitungen
Untere Lage: Keine Überschreitungen

Achse 8: Obere Lage: Keine Überschreitungen
Untere Lage: Keine Überschreitungen

Stützbereiche Querrichtung

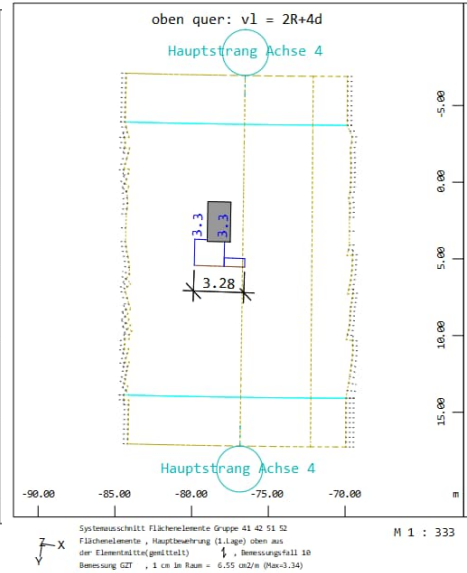
Lokal treten über den Lagerknoten hohe Spannungsspitzen auf. Dabei handelt es sich um Singularitäten, die in dieser Amplitude in der Realität nicht auftreten. Die erforderliche Bewehrung wurde auf einer bestimmten Länge „verschmiert“, siehe Stützbereiche Längsrichtung.

Achse 3: Obere Lage: $v_l = 2xR + 4xd = 3,47 \text{ m}$
 $h = 0,735 \text{ m}$
 $d \approx h - 8 \text{ cm} = 0,66 \text{ m}$
 $D_{\text{Lager}} = 0,83 \text{ m}$
 $a_{s,\text{vorh}} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,\text{vorh}} = 3,8 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \eta = 0,67$



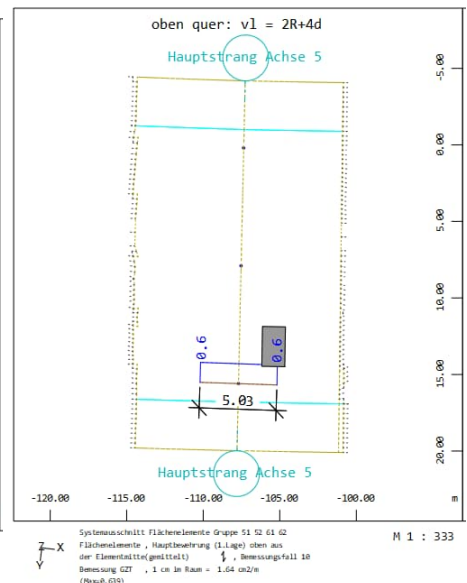
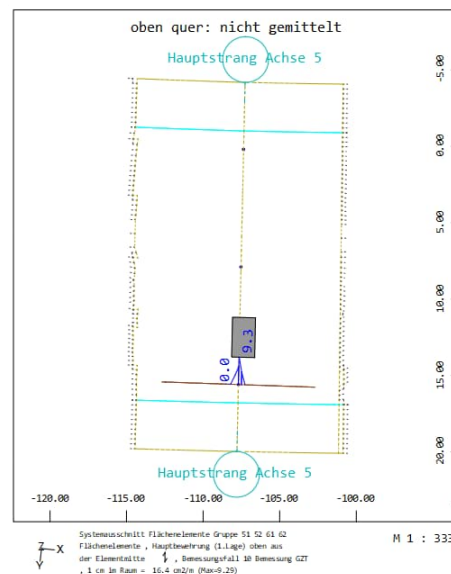
Untere Lage: Keine Überschreitungen

Achse 4: Obere Lage: $v_l = 2xR + 4xd = 3,28 \text{ m}$
 $h = 0,80 \text{ m}$
 $d \approx h - 8 \text{ cm} = 0,72 \text{ m}$
 $D_{\text{Lager}} = 0,40 \text{ m}$ (Annahme Lastverteilungsplatte BZ)
 $a_{s,\text{vorh}} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,\text{vorh}} = 3,3 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \eta = 0,58$



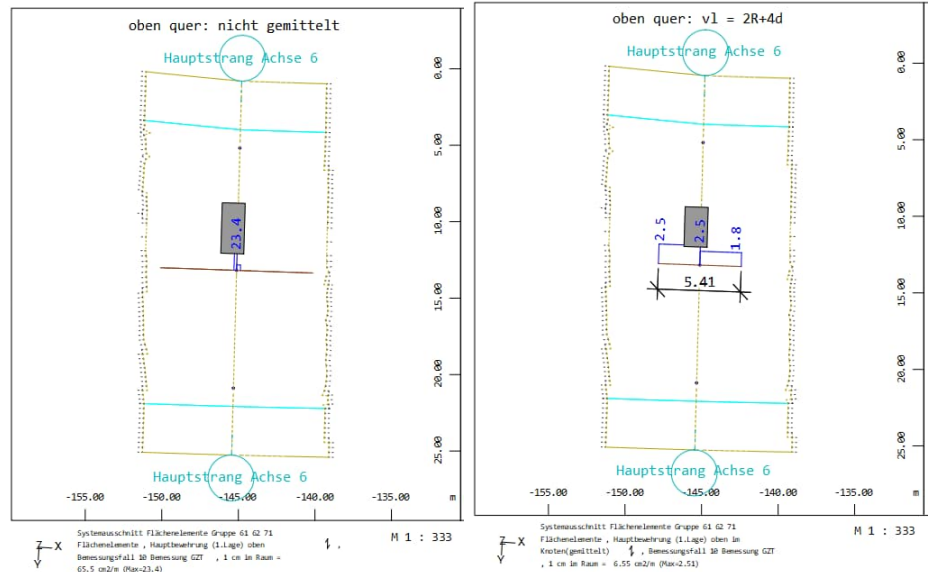
Untere Lage: Keine Überschreitungen

Achse 5: Obere Lage: $a_{s,\text{vorh}} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,\text{erf}} = 0,6 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \eta = 0,10$



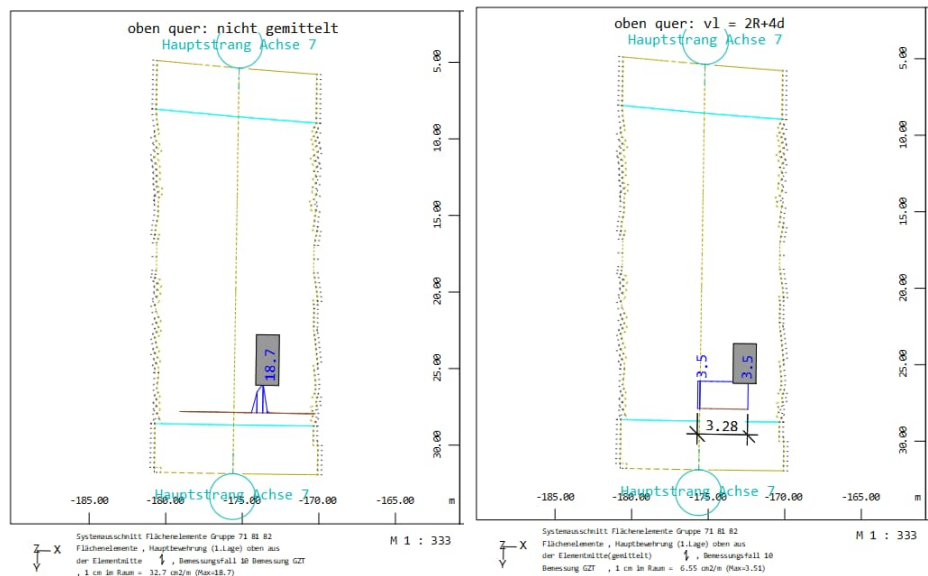
Untere Lage: Keine Überschreitungen

Achse 6: Obere Lage: $a_{s,vorh} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,erf} = 2,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ → $\eta = 0,44$



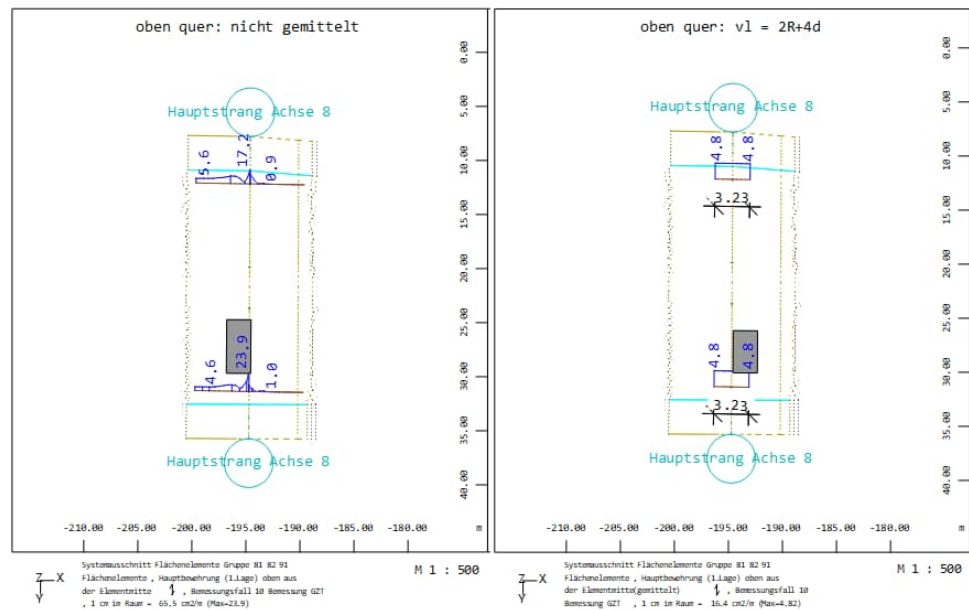
Untere Lage: Keine Überschreitungen

Achse 7: Obere Lage: $v_l = 2xR + 4xd = 3,28 \text{ m}$
 $h = 0,80 \text{ m}$ (Mitte)
 $d \approx h - 8 \text{ cm} = 0,72 \text{ m}$
 $D_{Lager} = 0,40 \text{ m}$ (Annahme Lastverteilungsplatte BZ)
 $a_{s,vorh} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,vorh} = 3,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ → $\eta = 0,62$



Untere Lage: Keine Überschreitungen

Achse 8: Obere Lage: $v_l = 2xR + 4xd = 3,23 \text{ m}$
 $h = 0,683 \text{ m (Nord)}$
 $d \approx h - 8 \text{ cm} = 0,60 \text{ m}$
 $D_{\text{Lager}} = 0,83 \text{ m}$
 $a_{s,\text{vorh}} = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $a_{s,\text{vorh}} = 4,8 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \rightarrow \quad \eta = 0,85$



Untere Lage: Keine Überschreitungen

Auswertung:

Für eine Anhebung von 10 mm in Achsen 4 und 7 ist die vorhandene Biegebewehrung ausreichend.

7.2.3 Durchstanznachweis Hilfsstützen

Der Durchstanznachweis erfolgt für die bauzeitlichen Abstützpunkte in den Achsen 4 und 7. Für die restlichen Achsen wird auf den Nachweis verzichtet, da die Lagerkräfte im GZT unter den Lagerkräften aus der Nachrechnung (vgl. Seite 4-466 [1]) liegen und somit davon ausgegangen werden kann, dass der Durchstanznachweis erfüllt ist.

In der folgenden Tabelle werden die maximalen Lagerkräfte (GZT) für den vorübergehenden Bemessungszustand beim Lagertausch in den Achsen 4 und 7 sowie in den benachbarten Achsen angegeben.

Tab. Maximale Auflagerkräfte im GZT (LF 2124) – vorübergehender Bemessungszustand

Achse	Lagerkräfte			
	Süd	Mitte 1	Mitte 2	Nord
2	6314 kN	5852 kN	-	5570 kN
3	6036 kN	5517 kN	-	5367 kN
4 - West	2151 kN / 2174 kN	2021 kN / 2038 kN	-	2277 kN / 2341 kN
4 - Ost	2490 kN / 2466 kN	2491 kN / 2495 kN	-	1901 kN / 1908 kN
5	11491 kN	13663 kN	-	10151 kN
6	11391 kN	14006 kN	-	10632 kN
7 - West	2572 kN / 2538 kN	2944 kN / 2831 kN	-	2281 kN / 2512 kN
7 - Ost	2022 kN / 2041 kN	2265 kN / 2167 kN	-	2128 kN / 2231 kN
8	5902 kN	3809 kN	4347 kN	4876 kN
9	6071 kN	4269 kN	4190 kN	5812 kN

Nachfolgend wird für die Hilfsstützpunkte der Durchstanznachweis geführt.

Es wird eine Lastverteilungsplatte von 45x45 cm angenommen. Daraus ergeben sich folgende Radien für den kritischen Umfang in Abstand 2,0d:

Achse	Höhe h [m]	d _x [m]	d _y [m]	d [m]	D _{lager} [m]	r _{crit,EC} [m]
4 (Süd)	0,925	0,877	0,889	0,88	0,45	1,99
4 (Mitte)	0,735	0,687	0,699	0,69	0,45	1,61
4 (Nord)	0,775	0,725	0,739	0,73	0,45	1,69
7 (Süd)	0,925	0,875	0,889	0,88	0,45	1,99
7 (Mitte)	0,735	0,685	0,699	0,69	0,45	1,61
7 (Nord)	0,715	0,665	0,679	0,67	0,45	1,57

Aufgrund des geringen Abstands wird für die Hilfsstützen ein gemeinsamer Rundschnitt angesetzt. Dieser setzt sich aus vier Viertelkreisen zusammen, die zwischen den Stützen durch Geraden verbunden sind.

Es werden die in 7.2 beschriebenen Berechnungsannahmen verwendet. Zusätzlich werden die Lastfälle 97 und 98 (jeweils Anheben um 10 mm) angesetzt.

Auf den folgenden Seiten sind die Bemessungsquerkräfte im kritischen Rundschnitt für die Durchstanzpunkte in Achse 4 und 7 grafisch dargestellt.

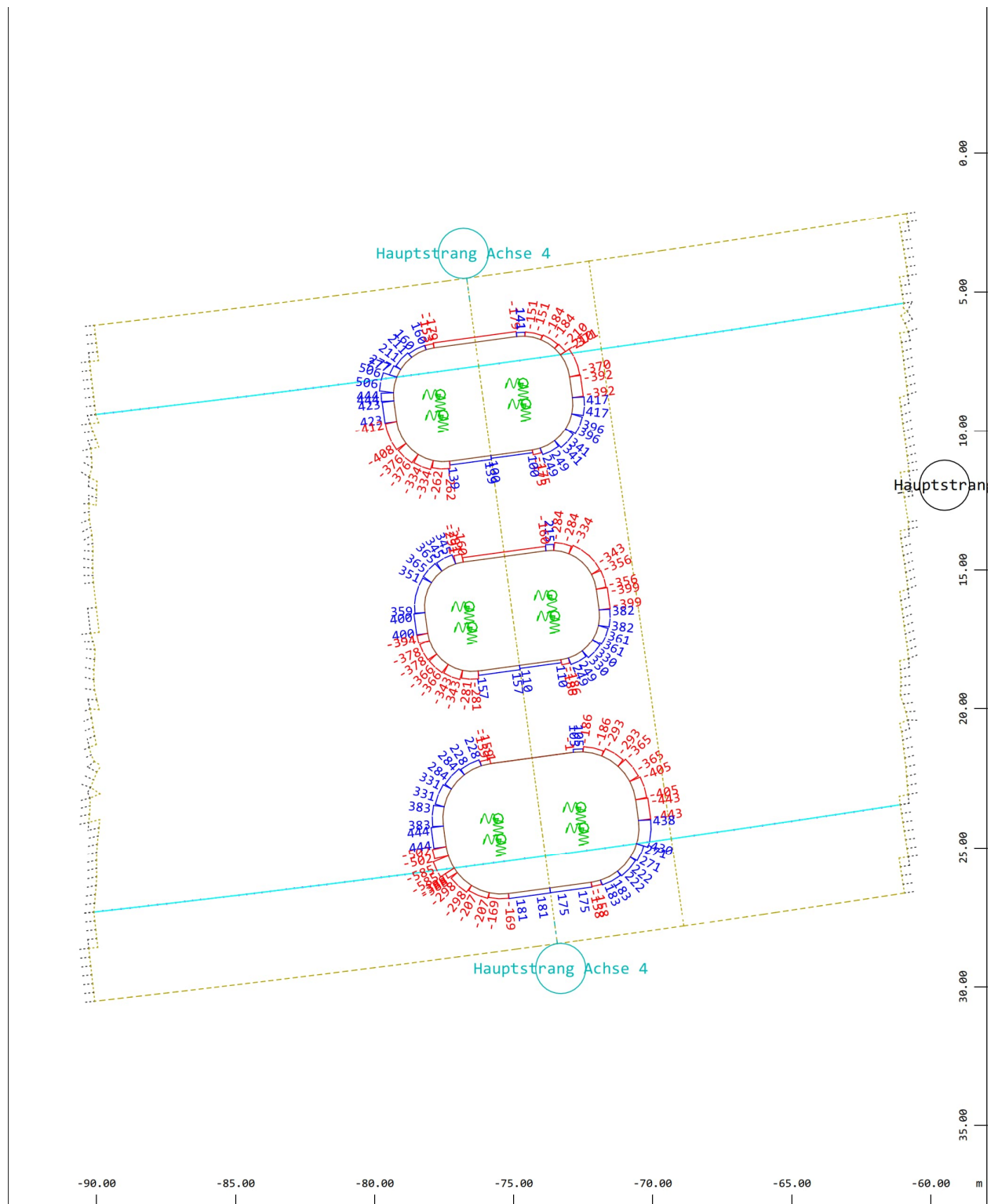
In der folgenden Tabelle sind die Nachweise der Querkrafttragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung für die untersuchten Durchstanzpunkte aufgeführt. Die Nachweise sind für alle Durchstanzbereiche erfüllt.

Achse	d_x [m]	d_y [m]	d [m]	ρ_x [%]	ρ_y [%]	ρ^* [%]	$\sigma_{cd,x}$ [MN/m ²]	$\sigma_{cd,y}$ [MN/m ²]	σ_{cd} [MN/m ²]	κ [-]	V_{ct} [MN/m ²]	V_{min} [MN/m ²]	$V_{Rd,ct}$ ** [kN/m]
4 (Süd)	0,877	0,889	0,883	0,60	0,59	0,60	-4,66	-1,54	-3,10	1,48	0,575	0,645	569,9
4 (Mitte)	0,687	0,699	0,693	0,77	0,75	0,76	-4,66	-1,54	-3,10	1,54	0,609	0,743	514,8
4 (Nord)	0,725	0,739	0,732	0,73	0,71	0,72	-4,66	-1,54	-3,10	1,52	0,601	0,709	519,2
7 (Süd)	0,875	0,889	0,882	0,60	0,59	0,60	-4,14	-2,82	-3,48	1,48	0,613	0,684	602,9
7 (Mitte)	0,685	0,699	0,692	0,77	1,00	0,88	-4,14	-2,82	-3,48	1,54	0,662	0,782	541,0
7 (Nord)	0,665	0,679	0,672	0,79	1,03	0,90	-4,14	-2,82	-3,48	1,55	0,666	0,799	537,3

* Abminderung für Betonstahl III (Faktor 0.93) ist im Bewehrungsgrad bereits enthalten

** Der Querkraftwiderstand ergibt sich aus dem Maximalwert (kursiv) der Spalten V_{ct} und V_{min} multipliziert mit der statischen Nutzhöhe d

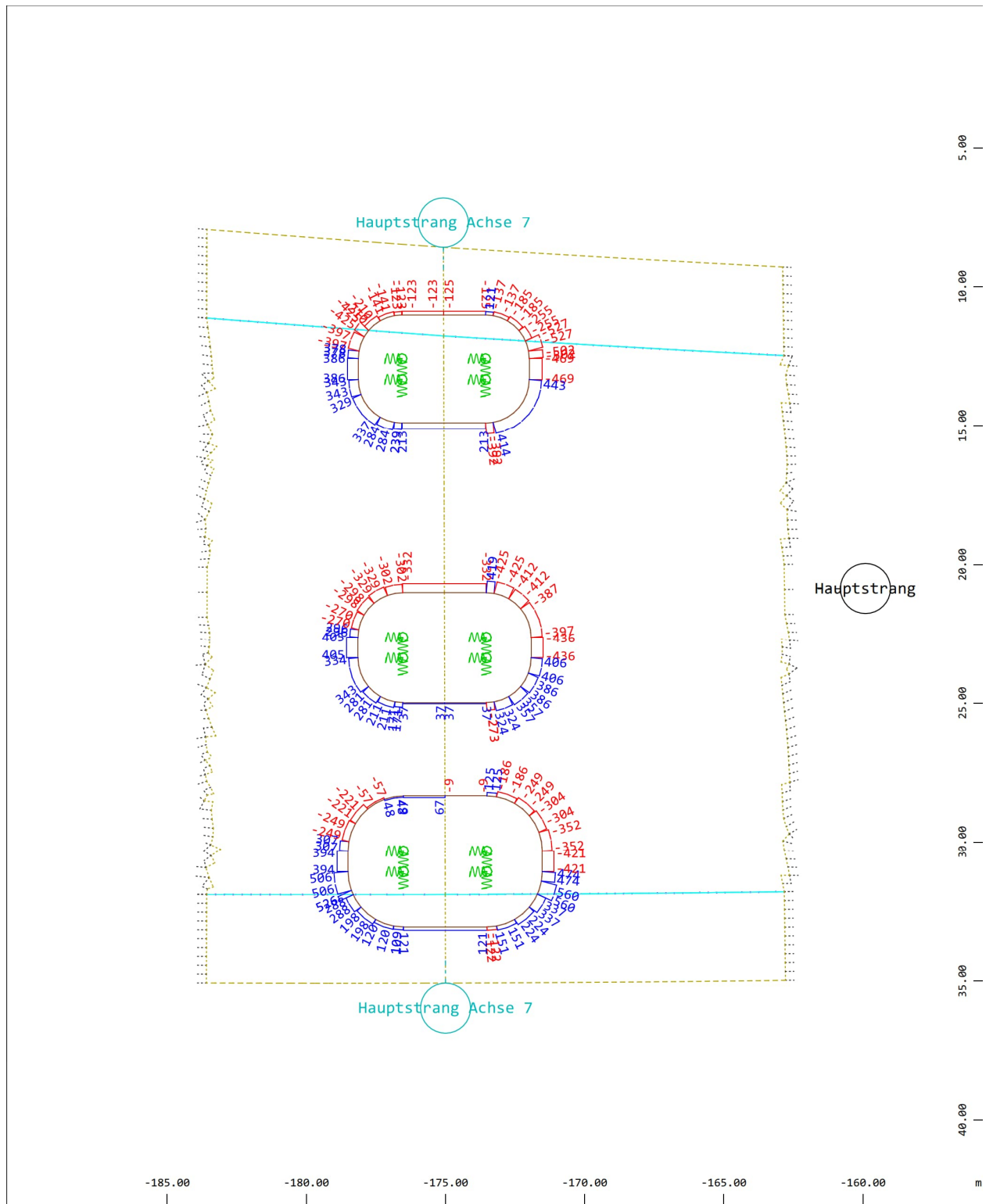
Achse	EC 2		
	V_{Ed} [kN/m]	$V_{Rd,ct}$ [kN/m]	Ausnutzung $V_{Ed} / V_{Rd,ct}$ [-]
4 (Süd)	502.0	569.9	0.88
4 (Mitte)	400.0	514.8	0.78
4 (Nord)	506.0	519.2	0.97
7 (Süd)	560.0	602.9	0.93
7 (Mitte)	436.0	541.0	0.81
7 (Nord)	527.0	537.3	0.98



Z
Y

Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente
Querkraft senkrecht zum Schnitt im Knoten(gemittelt), Absoluter Maximalwert von Lastfall
2107 MAX-VX QUAD QUA*_VX DESI bis 2110 MIN-VY QUAD QUA*_VY DESI, 1 cm = 2000. kN/m

M 1 : 200



Systemausschnitt Stabelemente, Federelemente, Flächenelemente, Randelemente
Querkraft senkrecht zum Schnitt im Knoten (gemittelt), Absoluter Maximalwert von Lastfall
2107 MAX-VX QUAD QUA*_VX DESI bis 2110 MIN-VY QUAD QUA*_VY DESI, 1 cm = 2000. kN/m
M 1 : 200

7.2.4 Pressenwahl

Die maximale Bemessungslast im Anhebezustand beträgt
erf. $P_d = 3100 \text{ kN}$ ($P_k = 2300 \text{ kN}$)

Gewählt:

TYP EBERSPACHER ZE 840.5 mit zul. $P = 3800 \text{ kN}$ (oder gleichwertig)

Stelling - Flachzylinder mit zul. Querkraft von 8%

Baureihe ZE 087 mit Stelling-Flachzylinder

Geräte-Nr	Hublast nom. t	Hublast kN	Ai cm ²	di mm	da mm	dk mm	h mm	G / kg ± 5 %
ZE 852.3	100	970	154	140	185	80	205	36
ZE 853.4	160	1.603	254	180	225	110	210	54
ZE 862.3	200	1.979	314	200	246	125	220	67
ZE 854.4	240	2.395	380	220	270	140	230	86
ZE 837.5	310	3.093	491	250	310	180	250	128
ZE 840.5	390	3.879	616	280	344	200	275	176
ZE 841.5	500	5.066	804	320	393	220	300	254
ZE 842.4	640	6.413	1.018	360	443	280	330	363
ZE 856.4	790	7.917	1.257	400	492	320	340	457
ZE 857.4	1.000	10.019	1.590	450	553	360	360	610

Nachweis Teilflächenpressung:

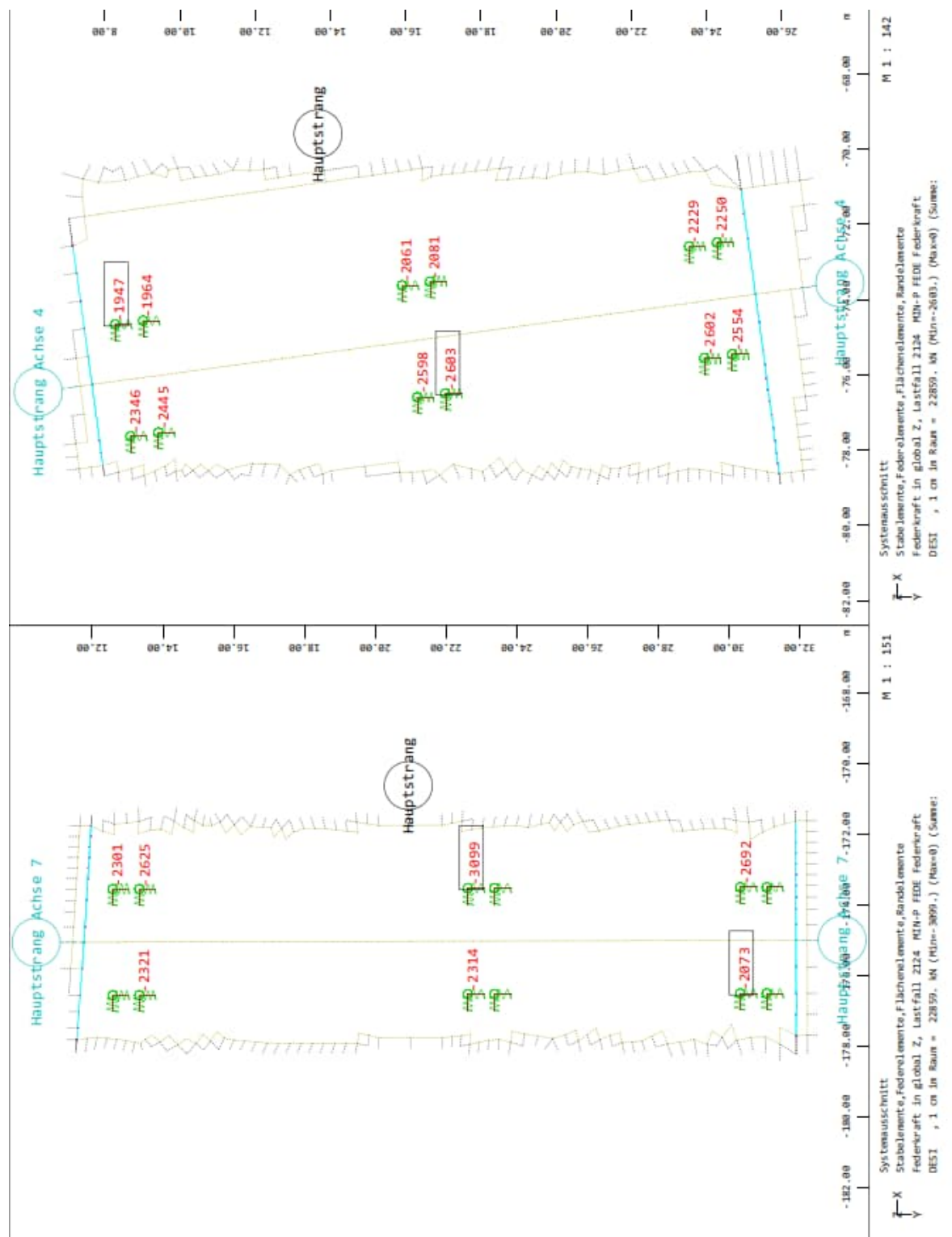
Druckverteilungsplatte: $\varnothing 460 \text{ mm}$, $t \geq 100 \text{ mm}$

Nachweis Teilflächenpressung (DIN-Fachbericht 102:2009-3, 5.4.8.1 (6))

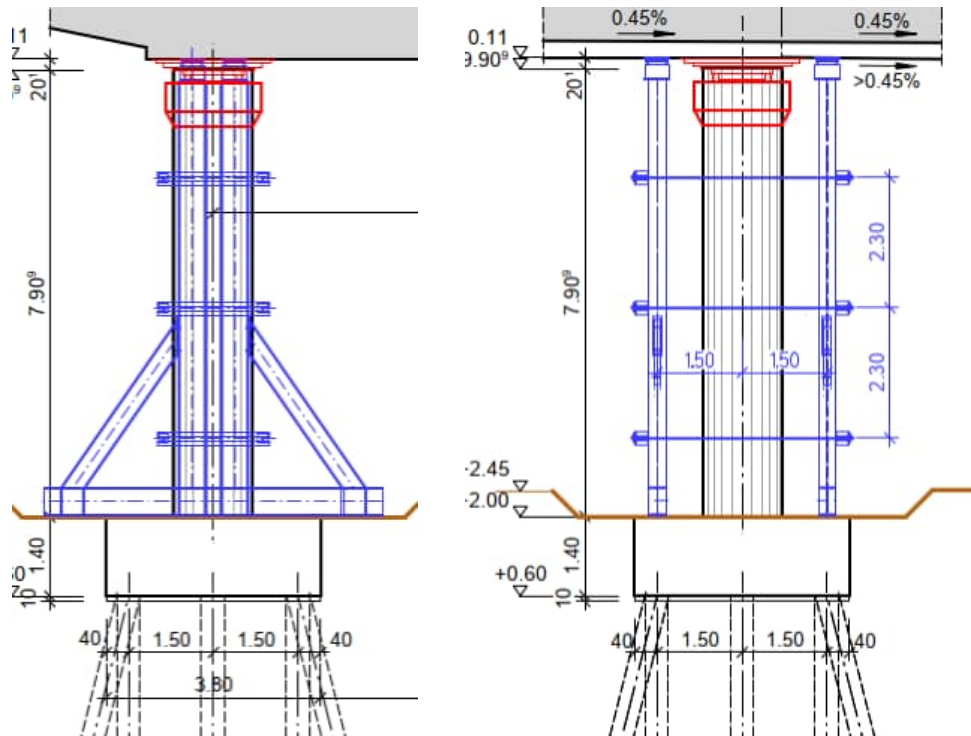
$F_d = 3,1 \text{ MN}$

$\sigma_{Ed} = 3,1 \text{ MN} / (0,46^2 \pi / 4) = 18,65 \text{ MN/m}^2 < 0,60 f_{cd} = 0,6 \cdot 31,7 = 19,0 \text{ MN/m}^2$

Maximale Lagerkräfte auf Hilfsstützen



7.2.5 Nachweis der Anhebekonstruktion



Nachweis der Hilfsstützen

Gewählt: HEM500, S355

Lasten: $P_{z,max} = 3000 \text{ kN}$

Horizontallast infolge Reibung in der Edelstahl–Teflon-Ebene:

$$H_{max} = 0,04 \cdot 3000 \text{ kN} = 120 \text{ kN}$$

Imperfektion: $\varphi = \varphi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$

$$\varphi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{h} = 2 / (7,5)^{0,5} = 0,73$$

$$\alpha_m = 1$$

$$\varphi = 1/200 \cdot 0,73 \approx 1/250$$

Schiefstellung: Ausweichen rechtwinklig zur y-Achse: KSL a $\rightarrow e_0/L = 1/550$

Ausweichen rechtwinklig zur z-Achse: KSL b $\rightarrow e_0/L = 1/350$

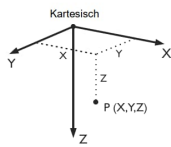
Die maximale Stützhöhe beträgt ca. 7,5 m

Im Folgenden wird der Knicknachweis der Hilfsstützen mithilfe des Programms STAB durchgeführt. Der Nachweis wird erbracht.

MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	: Stütze Traggerüst
		Modelltyp	: 3D
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
		Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	Optionen	☐ CQC-Regel anwenden	
		☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen	
		Erdbeschleunigung g	: 10.00 m/s ²

KNOTEN



Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten			Kommentar
			X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	-	Kartesisch	0.500	0.000	0.000	Abgestützt
2	-	Kartesisch	0.500	0.000	-7.500	Abgestützt

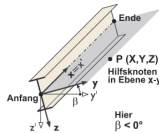
MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

QUERSCHNITTE



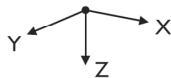
Quers. Nr.	Mater. Nr.	I _T [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm ²]	A _y [cm ²]	A _z [cm ²]			Breite b	Höhe h
1	HEM 500 1	1539.00 344.30	161900.00 205.08	19150.00 97.49	0.00	0.00	306.0	524.0



STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung	Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	Balkenstab	1	2	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	7.500	Z

KNOTENLAGER



Lager Nr.	Knoten Nr.	Folge	Lagerdrehung [°]			Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder						
			um X	um Y	um Z		u _{X'}	u _{Y'}	u _{Z'}	$\phi_{X'}$	$\phi_{Y'}$	$\phi_{Z'}$	
1	1	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☒	
2	2	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	

LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Gesamtbelastung	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	☒	0.000	0.000	1.350

LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
LF1	Gesamtbelastung	Berechnungstheorie	: II. Ordnung (P-Delta)
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			☒ Normalkräfte N
			☒ Querkraft V _y und V _z
			☒ Momente M _y , M _z und M _T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)

LF1
Gesamtbelastung

■ KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF1: Gesamtbelastung

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten- system	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P _X / P _U	P _Y / P _V	P _Z / P _W	M _X / M _U	M _Y / M _V	M _Z / M _W
1	2	0 Globales XYZ	120.00	0.00	3000.000	0.000	0.000	0.000

■ IMPERFEKTIONEN

LF1: Gesamtbelastung

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Richt.	Schiefstellung φ ₀ , δ [-, mm]	Vorkrümmung L/e ₀ , e ₀ [-, mm]	Berücksicht. e ₀ ab ε ₀ [-]	Kommentar
1	Stäbe VorkrümmungAktivierungskriterium:	1	z	250.00	Immer	550.00	-
2	Stäbe VorkrümmungAktivierungskriterium:	1	y	250.00	Immer	350.00	-

■ ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
LF1 - Gesamtbelastung			
Summe Belastung in Richtung X	120.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	120.00	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	3027.37	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	3027.37	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	90.41	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.50, Y:0.00, Z:-3.75 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-540.41	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.8	mm	Stab Nr. 1, x: 3.750 m
Max. Verschiebung in Y	16.6	mm	Stab Nr. 1, x: 3.750 m
Max. Verschiebung in Z	3.1	mm	Stab Nr. 1, x: 7.500 m
Max. Verschiebung vektoriell	16.7	mm	Stab Nr. 1, x: 3.750 m
Max. Verdrehung um X	7.0	mrad	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verdrehung um Y	-0.3	mrad	Stab Nr. 1, x: 0.000 m
Max. Verdrehung um Z	0.0	mrad	
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	☐		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	☐		
Gesamt			
Anzahl 1D-Finite-Elemente (Stabelemente)	1		
Anzahl der FE-Knoten	2		
Anzahl der Gleichungen	12		
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Stabteilungen für Ergebnisse der Stäbe	10		
Stabteilungen der Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Stab-Schubsteifigkeiten (A-y, A-z) berücksichtigen	☒		
Sonstige Einstellungen			Maximale Anzahl Iterationen : 100 Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe : 10 Stabteilungen Seilstäbe, Bettungs- und Voutenstäbe : 10 Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte : 10
Optionen			☒ Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren ☒ Steifigkeitsänderungen berücksichtigen (Materialien, Querschnitte, Stäbe, Lastfälle und Kombinationen) ☒ Temperatur-/Verformungslasten ohne Steifigkeitsänderungen anwenden
Genauigkeit und Toleranz	☐ Standardeinstellung ändern		

■ QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]			Momente [kNm]		
				N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z
Querschnitt-Nr. 1: HEM 500									
1	LF1	MAX N	7.500	▷ -2999.68	-55.51	-22.96	0.00	0.00	0.00
1	LF1	MIN N	0.000	▷ -3027.04	55.70	22.97	0.00	0.00	0.00
1	LF1	MAX V _y	0.000	▷ -3027.04	▷ 55.70	22.97	0.00	0.00	0.00
1	LF1	MIN V _y	7.500	-2999.68	▷ -55.51	-22.96	0.00	0.00	0.00
1	LF1	MAX V _z	0.000	-3027.04	▷ 55.70	▷ 22.97	0.00	0.00	0.00
1	LF1	MIN V _z	7.500	-2999.68	-55.51	▷ -22.96	0.00	0.00	0.00
1	LF1	MAX M _T	1.500	-3021.73	37.60	13.97	▷ 0.14	27.75	-70.87
1	LF1	MIN M _T	6.000	-3005.31	-37.51	-13.96	▷ -0.14	27.75	-70.87
1	LF1	MAX M _y	3.750	-3013.68	0.00	0.00	▷ 0.00	▷ 43.52	-114.52
1	LF1	MIN M _y	0.000	-3027.04	55.70	22.97	▷ 0.00	0.00	0.00
1	LF1	MAX M _z	0.000	-3027.04	55.70	22.97	0.00	0.00	▷ 0.00
1	LF1	MIN M _z	3.750	-3013.68	0.00	0.00	0.00	43.52	▷ -114.52

STAHL
FA1
Allgemeine
Spannungsanalyse von
Stäben

■ BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle
Zu bemessende Lastfälle:	LF1 Gesamtbelastung

■ MATERIALIEN

Matl. Nr.	Material-Bezeichnung	Teilsich.-Faktor γ_M [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Manuell	Grenzspannungen [kN/cm ²]		
					grenz σ_x	grenz τ	grenz σ_v
1	Baustahl S 355	1.00	35.50	☐	35.50	20.50	35.50

■ QUERSCHNITTE



Quer. Nr.	Matl. Nr.	Querschnitt Bezeichnung	I_x [cm ⁴] A [cm ²]	I_y [cm ⁴] $\alpha_{pl,y}$	I_z [cm ⁴] $\alpha_{pl,z}$	Kommentar
1	1	HEM 500	1539.00 344.30	161900.00 1.15	19150.00 1.54	

■ SPANNUNGEN QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	S-Punkt Nr.	Lastfall	Spannungsart	Spannung [kN/cm ²]		Ausnutzung
						Vorhanden	Limit	
1	HEM 500							
	1	3.750	1	LF1	Sigma gesamt	-18.61	35.50	0.52
	1	0.000	3	LF1	Tau gesamt	0.39	20.50	0.02
	1	3.750	1	LF1	Sigma-v	18.61	35.50	0.52

STAHL EC3
FA1
Bemessung nach Eurocode 3

BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	CEN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Lastfälle:	LF1 Gesamtbelastung

MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl v [-]	Streckgrenze f _{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 355 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	35.50	40.0
					33.50	80.0
					31.50	100.0
					29.50	150.0
					28.50	200.0
					27.50	250.0



QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	HEM 500	I-Profil gewalzt	0.90	

KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y			Knicken um Achse z			Biegedrillknicken				
		möglich	k _{cr,y}	L _{cr,y} [m]	möglich	k _{cr,z}	L _{cr,z} [m]	möglich	k _z	k _w	L _w [m]	L _T [m]
1	☒	☒	1.00	7.500	☒	1.00	7.500	☒			7.500	7.500

PARAMETER - STÄBE

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
1	Querschnitt	1 - HEM 500
	Schubfeld	☐
	Drehbettung	☐
	Querschnittsfläche für Zugnachweis	☐

NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	Querschnitt Nr. 1 - HEM 500				
	0.000	LF1	0.25	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	0.000	LF1	0.01	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	0.000	LF1	0.01	≤ 1	CS123) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	0.000	LF1	0.00	≤ 1	CS126) Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	3.750	LF1	0.11	≤ 1	CS221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	0.000	LF1	0.26	≤ 1	ST302) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2
	0.000	LF1	0.59	≤ 1	ST312) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2
	0.000	LF1	0.30	≤ 1	ST322) Stabilitätsnachweis - Drillknicken nach 6.3.1.4 und 6.3.1.2
	0.750	LF1	0.90	≤ 1	ST364) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2

KAPPA
FA1
Biegeknicknachweis

■ BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle
Zu bemessende Lastfälle:	LF1 Gesamtbelastung

■ MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [N/mm ²]	Schubmodul G [N/mm ²]	Querdehnzahl v [-]	Streckgrenze f-yk [N/mm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 355	210000.000	80769.200	0.300	355.000	40.000
					335.000	80.000
					315.000	100.000
					295.000	150.000
					285.000	200.000
					275.000	250.000

■ QUERSCHNITTE

Querschn. Nr.	Material Nr.	Querschnitts-bezeichnung	Anmerkung
1	1	HEM 500	

■ KAPPA-DATEN - STÄBE

Stab Nr.	Bezeichnung	Parameter
1	Querschnitt	1 - HEM 500
	Druckstab	☒
	Knicken um Achse y	☒
	Knicklängenbeiwert	1.000
	Knicklänge	7.500 m
	Knicklast	59654,50 kN
	Schlankheit	0.453
	Knickspannungslinie	a
	Imperfektionsfaktor	0.210
	Abminderungsfaktor	0.938
	Knicken um Achse z	☒
	Knicklängenbeiwert	1.000
	Knicklänge	7.500 m
	Knicklast	7056,11 kN
	Schlankheit	1.316
	Knickspannungslinie	b
	Imperfektionsfaktor	0.340
	Abminderungsfaktor	0.419

■ NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [mm]	Last-fall	Nachweis-kriterium	Kommentar zur Nachweisart
1	3750.000	LF1	0.858	1) Nachweis nach Gl. (28) erbracht

Nachweis der Zugstangen

Reibungskraft (Edelstahl / PTFE) $\approx 4\%$

$$Z_{\max} = 0,04 \times 4 \times 3000 \text{ kN} = 480 \text{ kN}$$

Gewählt: 2 Gewindestangen M 27, 10.9 ($F_{t,Rd} = 330,5 \text{ kN}$ je Gewindestange)

Nachweis: $F_{t,Rd,ges} = 661 \text{ kN} < 480 \text{ kN}$

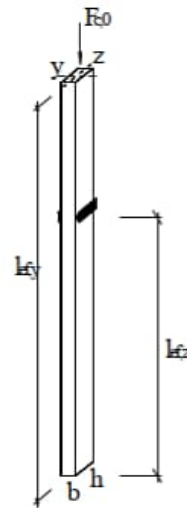
Zur besseren Kraftschlüssigkeit vorspannen auf $V_0 = 60 \text{ kN}$

Nachweis Kanzholz (für $F_{Rd} = 330 \text{ kN}$)

KH 20/24

Schneider Bautabellen für Ingenieure, 21. Aufl.

Knicken				
Breite b [cm]	24.0			
Höhe h [cm]	20.0			
erte für Knicken um:	y-Achse	z-Achse		
Knicklängen l_{eff} [m]	1.20	1.20		
schnittsschwächung im eren Drittel ΔA [cm ²]	0.00	0.00		
Material	C24			
NKL	3			
Nachweise eingehalten!				
Druckkraft	$F_{c,0,k}$ [kN]	KLED	ψ_0	
aus Eigenlast (g)	0.00	ständig	—	
aus Schneelast (s)	0.00		0.5	Höhe > 1000 m
aus Nutzlast (p)	220.00	lang	1.0	aukategorie
aus Windlast (w)	0.00		0.6	$k_{mod} = 0.55$



Knicknachweis:

maßgeb. LK: p mit $F_{c,0,d} = 330.00 \text{ kN}$

1. Nachweis: Knicken um y-Achse (in z-Richtung)

$$SpA = \frac{F_{c,0,d} / A_{n,y}}{k_{t,y} \cdot f_{c,0,d}} = 0.78 < 1.0 \quad \text{Nachweis eingehalten!}$$

2. Nachweis: Knicken um z-Achse (in y-Richtung)

$$SpA = \frac{F_{c,0,d} / A_{n,z}}{k_{t,z} \cdot f_{c,0,d}} = 0.77 < 1.0 \quad \text{Nachweis eingehalten!}$$

Nachweis der Gurtung (für $F_{t,Rd} = 330,5 \text{ kN}$)

$$M_{Gurt,Ed} = 330,5 \text{ kN} \times 0,50 \text{ m} = 165,25 \text{ kNm}$$

$$\text{erf. } W_y = 16525 \text{ kNcm} / 35,5 \text{ kN/cm}^2 = 465 \text{ cm}^3$$

Gewählt: Doppel U-Profil 240 ($W_y = 2 \times 300 = 600 \text{ cm}^3$)

Nachweis der Lasteinleitung am Fußträger

Vertikalkraft $F_{Ed} = 3030 \text{ kN}$ (Lagerkraft + EG Stütze)

Fußträger: HEB 500, S355

Rippen: $t = 1,6 \text{ cm}$

Krafteinleitung mit Vollrippe: (10/2014)
Kommentar: Buch Kindmann / Stracke, Abschnitt 3.3.6 - Vollrippe

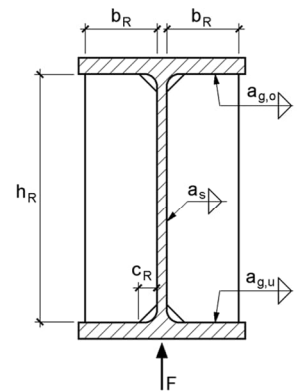
Material: Stahlsorte wählen
Stahlsorte: **S 355**
Streckgrenze $f_y = 35.50 \text{ kN/cm}^2$
Zugfestigkeit $f_u = 49.00 \text{ kN/cm}^2$
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M1} = 1.00$
Korrelationsbeiwert $\gamma_{M2} = 1.25$
Korrelationsbeiwert $\beta_w = 0.90$

Belastung:
einzuleitende Kraft $F = 3030.0 \text{ kN}$
Einleitungslänge $c = 52.40 \text{ cm}$

Querschnitt: Profil wählen
QS-Bezeichnung: **HEB 500**
Gesamthöhe $h = 50.00 \text{ cm}$
Gurtbreite $b = 30.00 \text{ cm}$
Stegdicke $t_w = 1.45 \text{ cm}$
Gurtdicke $t_f = 2.80 \text{ cm}$
Ausrundungsradius $r = 2.70 \text{ cm}$

Aussteifung:
Rippenhöhe $h_R = 44.40 \text{ cm}$
Rippenbreite $b_R = 10.00 \text{ cm}$
Rippendicke $t_R = 1.60 \text{ cm}$
Ausnehmung $c_R = 3.50 \text{ cm}$

Schweißnähte:
Rippe - Obergurt $a_{f,o} = 0.8 \text{ cm}$
Rippe - Steg $a_w = 0.5 \text{ cm}$
Rippe - Untergurt $a_{f,u} = 0.8 \text{ cm}$



Anteilige Kräfte

Rippenkraft $F_{Rippe} = 300.40 \text{ kN}$

Stegkraft $F_{Steg} = 2429.20 \text{ kN}$

Spannungsnachweis Steife und Stützensteg

	σ [kN/cm ²]	τ [kN/cm ²]	σ_v [kN/cm ²]	$\sigma_v/f_{y,Rd}$ [-]		
Trägersteg	28.88	0.00	28.88	0.81	≤ 1	Nachweis erfüllt
Rippe S	0.00	5.02	8.69	0.24	≤ 1	Nachweis erfüllt
Rippe UG	28.88	4.39	29.87	0.84	≤ 1	Nachweis erfüllt

Nachweis der Rippenschweißnähte

$$\sigma_{w,Rd} = 43.56 \text{ kN/cm}^2$$

	$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp}$ [kN/cm ²]	$\tau_{\parallel}$ [kN/cm ²]	σ_{wv} [kN/cm ²]	$\sigma_{wv}/\sigma_{w,Rd}$ [-]		
Obergurt	0.00	4.39	4.39	0.10	≤ 1	Nachweis erfüllt
Steg	0.00	8.03	13.91	0.32	≤ 1	Nachweis erfüllt
Untergurt	20.42	4.39	41.55	0.95	≤ 1	Nachweis erfüllt
max $\sigma_{\perp} =$	20.42	<	31.36	kN/cm ²		Nachweis erfüllt

Druck- und Zugaussteigung (Querrichtung)

Gewählt: HEB 360, S 355 o.w.N.

7.2.6 Nachweis Bestandsfundament

Durch den Lagertausch ergeben sich keine Änderungen der auf die Bestandsgründung einwirkenden Lasten.

Ein zusätzlicher Nachweis für das Bestandsfundament ist daher nicht erforderlich.

7.3 Vordimensionierung Lager (Endzustand)

7.3.1 Lagerkräfte und Lagerverformungen

Zur Vordimensionierung der Lager werden die Auflagerkräfte aus der Nachrechnungsstufe 2 [2], [4] berücksichtigt. Die folgenden Lagerkräfte wurden auf der sicheren Seite liegen aufgerundet bzw. abgerundet.

Vertikale Lagerkräfte

Tabelle: Charakteristische (seltene) Lagerkräfte – Maximal- und Minimalwerte

Achse	Max (LF 1124)	Min (LF 1123)
4 (Süd)	7100 kN	3900 kN
4 (Mitte)	7200 kN	4100 kN
4 (Nord)	6300 kN	3400 kN
7 (Süd)	7000 kN	3800 kN
7 (Mitte)	8100 kN	4900 kN
7 (Nord)	7000 kN	3900 kN

Tabelle: Bemessungswerte der Lagerkräfte– Maximal- und Minimalwerte

Achse	Max (LF 2124)	Min (LF 2123)
4 (Süd)	9000 kN	3900 kN
4 (Mitte)	8600 kN	4300 kN
4 (Nord)	8100 kN	3500 kN
7 (Süd)	8800 kN	3900 kN
7 (Mitte)	9900 kN	5100 kN
7 (Nord)	8700 kN	3900 kN

Horizontale Lagerkräfte quer zur Brückenachse

Charakteristische (seltene) Lagerkräfte (vgl. [2], Seite 5-58):

Achse 4 (Mitte) $H_{y,k} = 113 \text{ kN}$ (Lagerkraft aus Bestandstatik maßgebend gegenüber NR)
2Achse 7 (Mitte) $H_{y,k} = 126 \text{ kN}$

Bemessungswerte der Lagerkräfte

Achse 4 (Mitte) $H_{y,d} = 113 \text{ kN} \cdot 1,5 = 170 \text{ kN}$
Achse 7 (Mitte) $H_{y,d} = 126 \text{ kN} \cdot 1,5 = 190 \text{ kN}$

Lagerverformungen

In der folgenden Tabelle werden die horizontalen Lagerverformungen unter Berücksichtigung der nachstehenden Lastfälle berechnet

- Vorspannung
- Kriechen ($\varphi = 2,03$)
- Temperatur ($\Delta T = \pm 37$ K)
- Schwinden ($\epsilon_s = -25 \times 10^{-5}$)

Der Lastfall Bremsen hat aufgrund der Bauwerksabmessungen nur einen untergeordneten Einfluss auf die Bauwerksverformungen und kann vernachlässigt werden.

Beton	C35/45		
E_{cm}	34000	MN/m ²	
E_c	35700	MN/m ²	(= 1.05 E_{cm})
$\varphi(t, \infty)$	2.03	[-]	(vgl. [1], Seite 4-9)
$\epsilon(sc)$	-0.250	[°/°°]	(vgl. [1], Seite 4-9)

	σ_c [MN/m ²]	$\epsilon(c, \infty)$ [°/°°]	$\epsilon(sc)$ [°/°°]	L [m]	$\Delta L(c+s)$ [mm]	ΔT_N [K]	$\Delta L(T)$ [mm]	$\Sigma \Delta L$ [mm]
Achse 4	-4.66	-0.2650	-0.250	118.2	-61	-37	-44	-105
Achse 7	-4.14	-0.2354	-0.250	218.2	-106	-37	-81	-187

Achse 4

$$u_{x,k} = 105 \text{ mm}$$

$$u_{x,d} = 1,35 \times 105 \text{ mm} = 141 \text{ mm}$$

Achse 7

$$u_{x,k} = 187 \text{ mm}$$

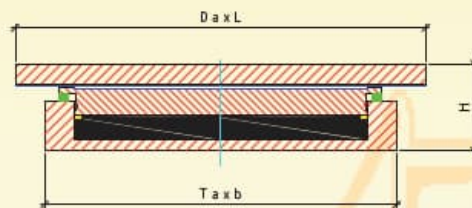
$$u_{x,d} = 1,35 \times 187 \text{ mm} = 252 \text{ mm}$$

7.3.2 Vordimensionierung Lager

Achse 4 und 7, Lager Nord

gewählt: Topflager Gumba TGA 200
Abmessungen oben: $a \times L = 1100 \text{ mm} \times 1120 \text{ mm}$
Abmessungen unten: $a \times b = 1050 \text{ mm} \times 1050 \text{ mm}$
Höhe: $H = 204 \text{ mm}$

Topflager allseitig beweglich TGA - Abmessungen und Gewichte *Pot bearings sliding in all directions TGA - Dimensions and weight*



Typ type	Auflast vert. load N kN (SLS)	Höhe height H_{11} mm	T $a \times b$ mm	D $a \times L$ ex ± 50		Gewicht weight kg
				a mm	L mm	
TGa10	1000	107	280	330	420	67
TGa15	1500	115	320	370	460	93
TGa20	2000	117	350	400	490	111
TGa25	2500	119	380	430	520	130
TGa30	3000	128	410	460	550	162
TGa35	3500	128	450	500	580	190
TGa40	4000	132	480	530	610	218
TGa45	4500	137	500	550	630	248
TGa50	5000	139	530	580	660	279
TGa55	5500	141	550	600	680	302
TGa60	6000	144	580	630	700	337
TGa65	6500	151	600	650	720	382
TGa70	7000	152	620	670	740	407
TGa80	8000	154	670	720	780	472
TGa90	9000	162	700	750	810	543
TGa100	10000	166	740	790	850	613
TGa110	11000	173	780	830	880	711
TGa120	12000	176	810	860	910	774
TGa130	13000	178	850	900	940	851
TGa140	14000	187	880	930	970	960
TGa150	15000	190	900	950	990	1014
TGa160	16000	192	940	990	1020	1106
TGa170	17000	192	960	1010	1040	1152
TGa180	18000	200	990	1040	1070	1276
TGa190	19000	202	1020	1070	1090	1365
TGa200	20000	204	1050	1100	1120	1541

Zu der Tabelle haben wir folgende Voraussetzungen angenommen.

Min. Auflast = 0,5 x max. N

Angenommener Drehwinkel: $\tan \alpha = 10 \text{ ‰}$

Querverschiebung: $e_y = \pm 20 \text{ mm}$

1) Durch Material- und Fertigungstoleranzen kann die Höhe um bis zu +10 mm ansteigen

Im Bedarfsfall oder statischer Notwendigkeit können die Lager auch mit Ankerplatten oder Dollen ausgestattet werden. Die äußeren Abmessungen ändern sich entsprechend.

The following assumptions are made for this table:

Min. load = 0,5 x max N

Rotation angle: $\tan \alpha = 10 \text{ ‰}$

Transversal displacement: $e_y = \pm 20 \text{ mm}$

1) The actual height can increase up to +10mm due to material and manufacturing tolerances.

If necessary or structurally required, the bearings can be equipped with anchoring plates or dowels.

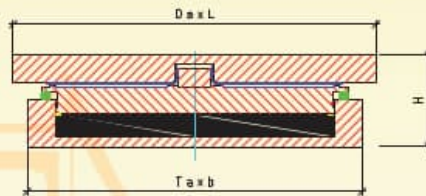
The external dimensions change accordingly.

Abb. Auszug aus dem GUMBA-Brückenlager Produktkatalog

Achse 4 und 7, Lager Mitte

gewählt: Topflager Gumba TGe 190
Abmessungen oben: $a \times L = 1120 \text{ mm} \times 1100 \text{ mm}$
Abmessungen unten: $a \times b = 1070 \text{ mm} \times 1070 \text{ mm}$
Höhe: $H = 207 \text{ mm}$

Topflager einseitig fest TGe - Abmessungen und Gewichte Pot bearings unidirectionally fixed TGe - Dimensions and weight



Typ type	Auflast vert. load N kN (SLS)	H-Last horiz. load V _v kN (SLS)	Höhe height H ₁₁ mm	T a x b mm	D ex=± 50		Gewicht weight kg
					a mm	L mm	
TGe10	1000	100	120	280	330	430	85
TGe15	1500	150	128	320	370	470	115
TGe20	2000	200	130	360	410	500	141
TGe25	2500	250	132	390	440	530	163
TGe30	3000	300	141	420	470	560	200
TGe35	3500	350	141	460	510	590	233
TGe40	4000	400	146	500	550	620	274
TGe45	4500	450	146	520	570	640	296
TGe50	5000	500	149	550	600	670	332
TGe55	5500	550	156	590	640	690	395
TGe60	6000	550	159	610	660	710	426
TGe65	6500	610	161	630	680	730	458
TGe70	7000	635	163	650	700	750	489
TGe80	8000	680	170	700	750	790	586
TGe90	9000	720	173	730	780	820	642
TGe100	10000	720	172	770	820	860	694
TGe110	11000	770	175	810	860	890	772
TGe120	12000	780	178	850	900	920	855
TGe130	13000	780	181	890	940	950	941
TGe140	14000	840	185	920	970	980	1020
TGe150	15000	900	193	940	990	1000	1116
TGe160	16000	960	196	980	1030	1030	1218
TGe170	17000	960	201	1010	1060	1050	1332
TGe180	18000	990	205	1040	1090	1080	1428
TGe190	19000	1026	207	1070	1120	1100	1522
TGe200	20000	1060	215	1100	1150	1130	1673

Zu der Tabelle haben wir folgende Voraussetzungen angenommen.
Min. Auflast = 0,5 x max. N

Angenommener Drehwinkel: $\tan \alpha = 10 \text{ ‰}$

1) Durch Material- und Fertigungstoleranzen kann die Höhe um bis zu +10 mm ansteigen

Im Bedarfsfall oder statischer Notwendigkeit können die Lager auch mit Ankerplatten oder Dollen ausgestattet werden. Die äußeren Abmessungen ändern sich entsprechend.

The following assumptions are made for this table:

Min. load = 0,5 x max N

Rotation angle: $\tan \alpha = 10 \text{ ‰}$

1) The actual height can increase up to +10mm due to material and manufacturing tolerances.

Achse 4 und 7, Lager Süd

Die südlichen Stützpunkte weisen keine Defizite auf. Im Zuge der Baumaßnahme werden jedoch auch diese Lager erneuert, da sie aus dem Jahr 1975 stammen und ihre Lebensdauer erreicht haben. Lastverteilungsplatten sind hier nicht erforderlich, sofern die folgenden Abmessungen der oberen Lagerplatte, wie in der Nachrechnung für den Durchstanznachweis angesetzt (vgl. [5], Seite 4), eingehalten werden:

Achse 4 (Süd): $D_{\text{Lager}} = 870 \text{ mm}$

Achse 7 (Süd): $D_{\text{Lager}} = 910 \text{ mm}$

Als Mindestanforderung für die obere Lagerplatte der neuen Lager wird ein Mindestwert von: 950 mm gefordert.

Nachweis Gleitsicherheit (DIN 1337-1:2000, 5.2)

Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft

$$V_{\text{Rd}} = \frac{\mu_k}{\gamma_\mu} \cdot N_{\text{Sd}} + V_{\text{pd}}$$

μ_k	charakteristischer Wert der Reibungszahl, $\mu_k = 0,4$ für Stahl auf Stahl, $\mu_k = 0,6$ für Stahl auf Beton;
γ_μ	Teilsicherheitsbeiwert für Reibung, $\gamma_\mu = 2,0$ für Stahl auf Stahl, $\gamma_\mu = 1,2$ für Stahl auf Beton.

Lager, Achse 4 Nord

Bemessungswert der H-Kraft (Lagerreibung)

Reibzahl nach EN 1337-2, Tabelle 11: $\mu_{\text{max}} = 0,03$ bis $0,08$, abhängig von der Pressung

Auf der sicheren Seite wird $\mu_{\text{max}} = 0,08$ angenommen

$$\max N_d = 8100 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Sd}} = 0,08 \cdot 8100 = 648 \text{ kN}$$

Min. Bemessungswert der Normalkraft $N_{\text{Sd}} = 3500 \text{ kN}$

Nachweis (Stahl auf Stahl): $V_{\text{Rd}} = 0,4 \cdot 3400 \text{ kN} / 2 = 700 \text{ kN} > 648 \text{ kN} \rightarrow \text{NW erfüllt}$
 $\rightarrow$ Keine Verankerung erforderlich

Lager, Achse 4 Süd

Bemessungswert der H-Kraft (Lagerreibung)

$$\max N_d = 9000 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,08 \cdot 9000 \approx 720 \text{ kN}$$

Min. Bemessungswert der Normalkraft $N_{Sd} = 3900 \text{ kN}$

Nachweis (Stahl auf Stahl): $V_{Rd} = 0,4 \cdot 3900 \text{ kN} / 2 = 780 \text{ kN} > 720 \text{ kN} \rightarrow \text{NW erfüllt}$
 $\rightarrow$ Keine Verankerung erforderlich

Lager, Achse 4 Mitte

Bemessungswert der H-Kraft

$$\max N_d = 8600 \text{ kN}$$

$$H_{x,d} = 0,08 \cdot 8600 = 688 \text{ kN} \text{ (Lagerreibung)}$$

$$H_{y,d} = 170 \text{ kN} \approx 200 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 716 \text{ kN} \text{ (Resultierende)}$$

Min. Bemessungswert der Normalkraft $N_{Sd} = 4300 \text{ kN}$

Nachweis (Stahl auf Stahl): $V_{Rd} = 0,4 \cdot 4300 \text{ kN} / 2 = 860 \text{ kN} > 716 \text{ kN} \rightarrow \text{NW erfüllt}$
 $\rightarrow$ Keine Verankerung erforderlich

Lager, Achse 7 Nord

Bemessungswert der H-Kraft (Lagerreibung)

$$\max N_d = 8700 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,08 \cdot 8700 = 696 \text{ kN}$$

Min. Bemessungswert der Normalkraft $N_{Sd} = 3900 \text{ kN}$

Nachweis: $V_{Rd} = 0,4 \cdot 3900 \text{ kN} / 2 = 780 \text{ kN} \text{ (Stahl auf Stahl)} > 696 \text{ kN} \rightarrow \text{NW erfüllt}$
 $\rightarrow$ Keine Verankerung erforderlich

Lager, Achse 7 Süd

Bemessungswert der H-Kraft (Lagerreibung)

$$\max N_d = 8800 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,08 * 8800 = 704 \text{ kN}$$

Min. Bemessungswert der Normalkraft $N_{Sd} = 3900 \text{ kN}$

Nachweis: $V_{Rd} = 0,4 * 3900 \text{ kN} / 2 = 780 \text{ kN}$ (Stahl auf Stahl) $> 704 \text{ kN} \rightarrow$ NW erfüllt
 $\rightarrow$ Keine Verankerung erforderlich

Lager, Achse 7 Mitte

Bemessungswert der H-Kraft

$$H_{x,d} = 0,08 * 9900 = 792 \text{ kN} \text{ (Lagerreibung)}$$

$$H_{y,d} = 190 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 814 \text{ kN} \text{ (Resultierende)}$$

Min. Bemessungswert der Normalkraft $N_{Sd} = 5100 \text{ kN}$

Nachweis (Stahl auf Stahl): $V_{Rd} = 0,4 * 5100 \text{ kN} / 2 = 1020 \text{ kN} > 814 \text{ kN} \rightarrow$ NW erfüllt
 $\rightarrow$ Keine Verankerung erforderlich

7.4 Nachweis Lastverteilungsplatte (Bauzustand)

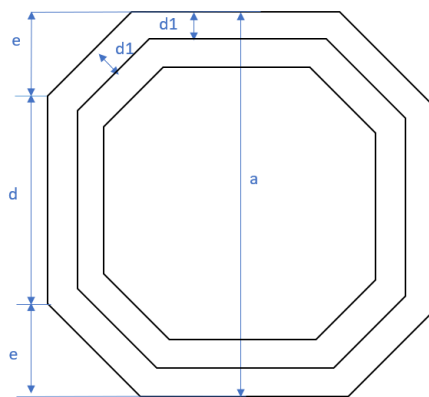
Für die Montage werden die Lastverteilungsplatten am Überbau mittels Ankerstangen befestigt und müssen dabei ihr Eigengewicht aufnehmen.

Zwischen den Stahlplatten erfolgt die Verbindung über zwei Schweißnähte mit folgenden Abmessungen: 2 x Kehlnaht $a = 8 \text{ mm}$, $l_w = 200 \text{ mm}$

Im Folgenden wird die Stahlplatte für diesen Bauzustand mit dem Programm SOFiSTiK nachgewiesen.

Material S235

Geometrie und Eigengewicht der Platten



Platte Nr.	a [m]	t [m]	d1 [m]	d [m]	e [m]	A [m ²]	G [kN]
1	2,050	0,060	0,150	1,149	0,451	3,80	17,9
2	1,750	0,060	0,150	1,068	0,341	2,83	13,3
3	1,450	0,060	0,150	0,980	0,235	1,99	9,4

 SOFiSTiK

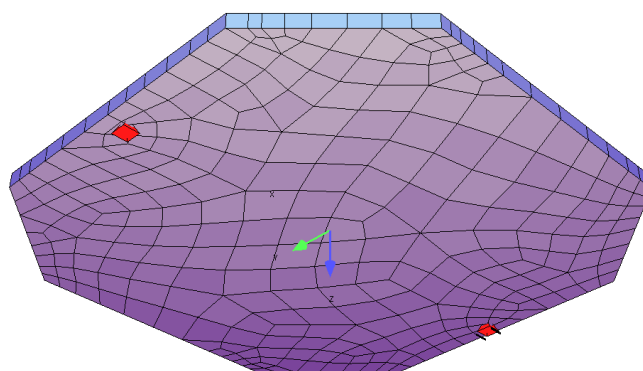
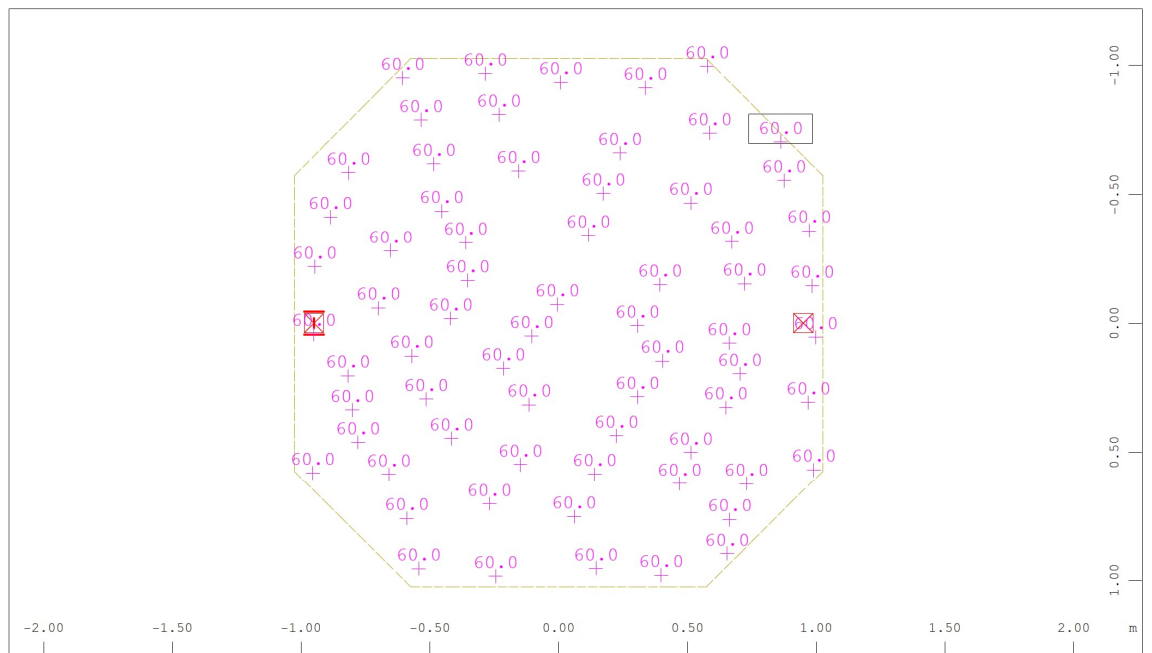
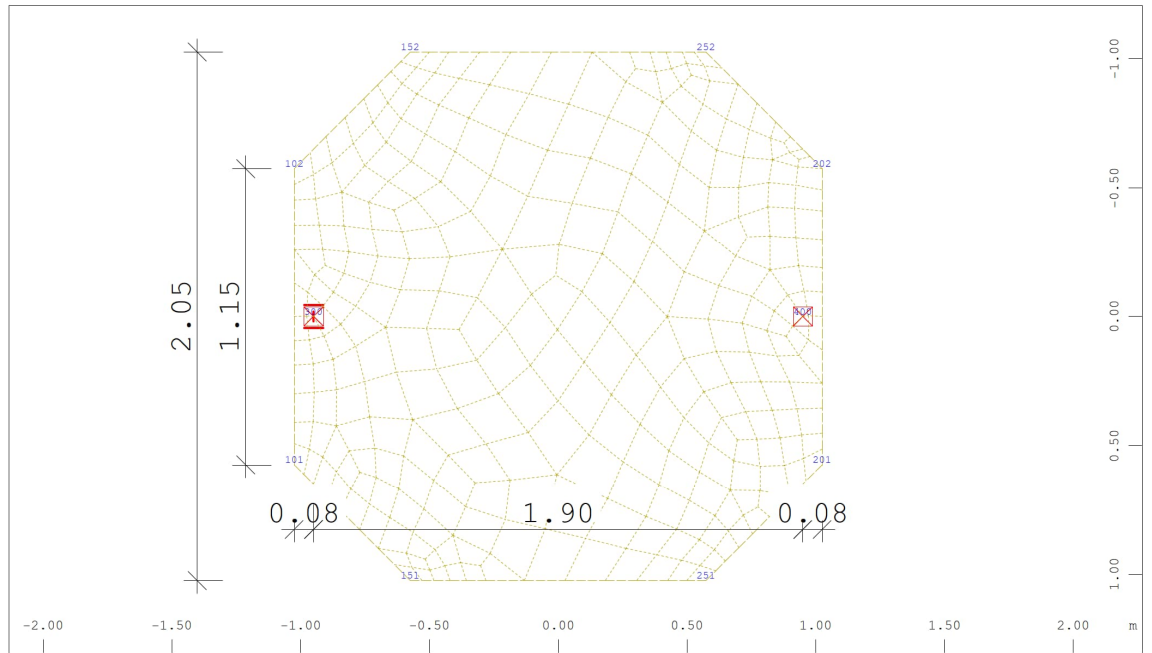


Abb. Schalenmodell – Lastverteilungsplatte (BZ)

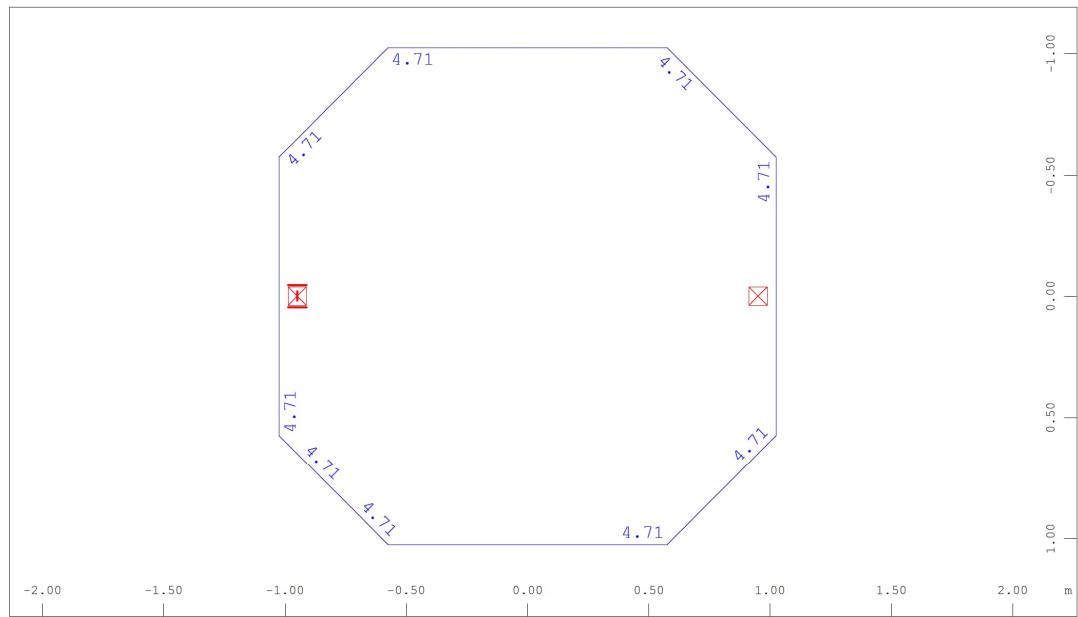
System



Einwirkungen

LF 10: Eigengewicht

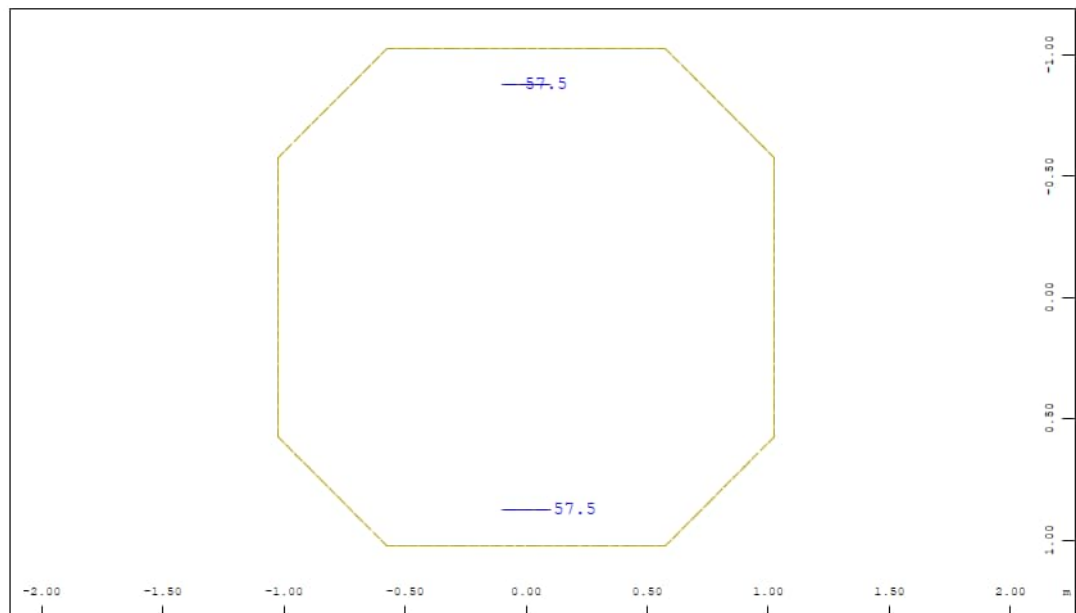
$$g_k = 0,060 \text{ m} \cdot 78,5 \text{ kN/m}^3 = 4,71 \text{ kN/m}^2$$



Systemausschnitt Gruppe 10
Alle Lasten, Lastfall 10 Eigengewicht, (1 cm im Raum = Unit)
QUAD-Flächeneigengewicht in global Z im Element (Unit=5.00 kN/m²) (Max=4.71)

LF 15: Eigengewicht aus Platte 2 u. 3: $G_k = 13,3 \text{ kN} + 9,4 \text{ kN} \approx 23 \text{ kN}$

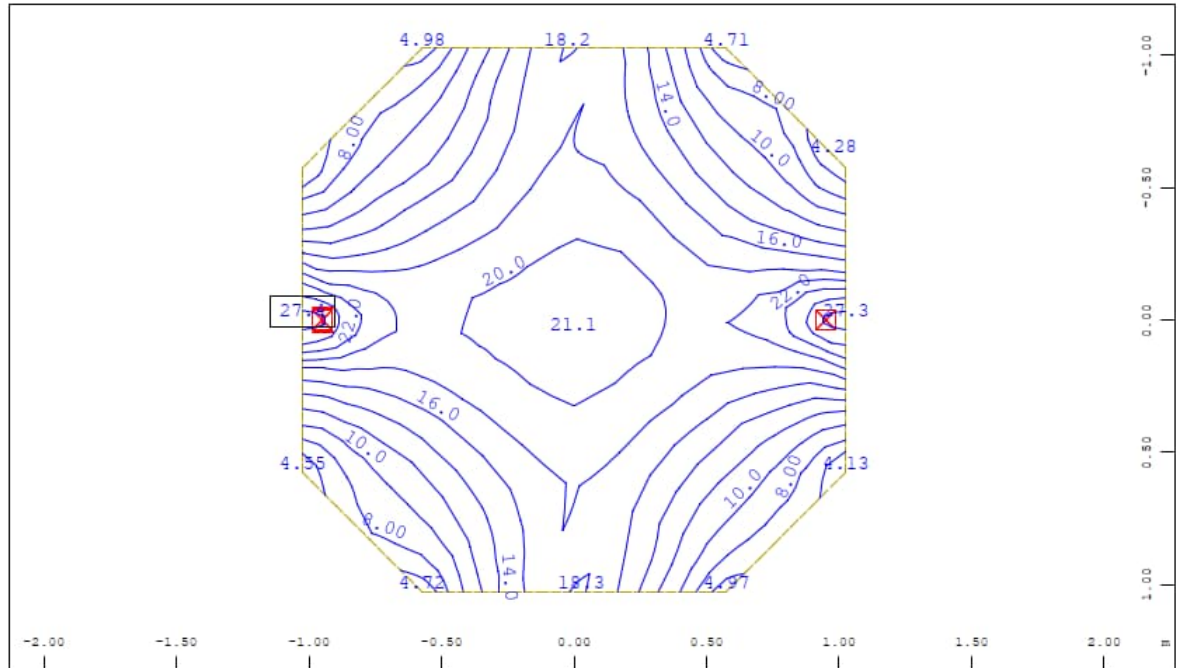
$$g_k = 23 \text{ kN} / (2 \cdot 0,20 \text{ m}) = 57,5 \text{ kN/m}$$



Systemausschnitt Federelemente, Flächenelemente
Alle Lasten, Lastfall 16 EG, (1 cm im Raum = Unit) Freie Linienlast (Kraft) in global
Z (Unit=50.0 kN/m) (Max=57.5)

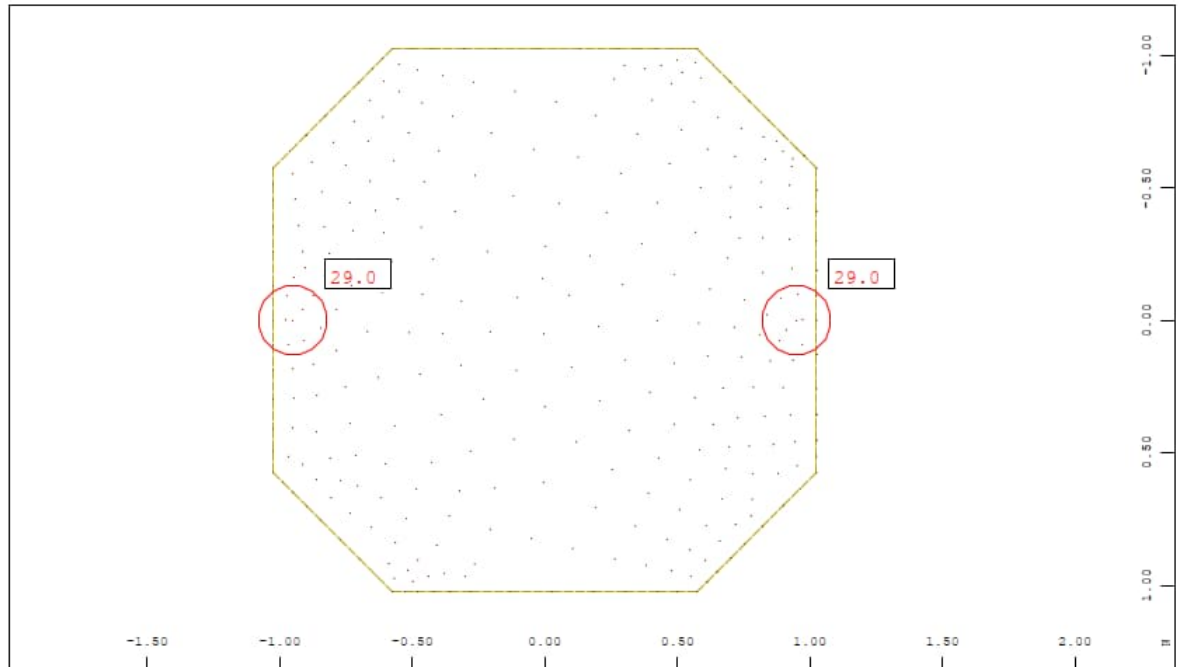
Vergleichsspannungen und Auflagerkräfte

LF 20 (GZT) = 1,35 x (1,05 LF 10) + 1,35 x (1,05 LF 15)



Systemausschnitt Gruppe 10
Vergleichsspannung maximal aus der Elementmitte $\bigcirc$, Lastfall 21 GZT_BZ , von 4.13 bis 27.4 Stufen 2.00 MPa

M 1 : 25



Systemausschnitt Gruppe 10
Knoten , Auflagerkraft in global Z, Lastfall 21 GZT_BZ , 1 cm im Raum = 20.0 kN
(Min=-29.0) (Max= 6.9523e-12) (Summe: -57.9)

M 1 : 25

Spannungsnachweis Stahlplatte

$$\sigma_{v,Ed} = 27,4 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt}$$

Nachweis Verankerung

Die Verankerungspunkte der Platte werden in den Achsen der Stützen in Brückenlängsrichtung angeordnet, um eine Beschädigung der Spannglieder zu vermeiden. Im Folgenden wird die Lage der Spannglieder in diesem Bereich überprüft. Für die Verankerung wird ein Mindestabstand von 15 cm zu den Spanngliedern eingehalten.

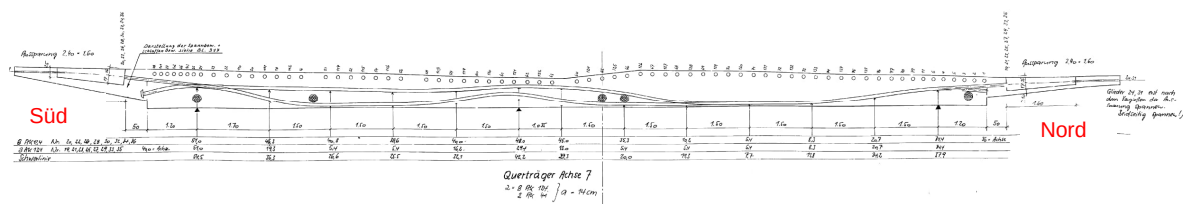


Abb. Quervorspannung Achse 7 (Auszug Bestandsplan Blatt Nr. V057)

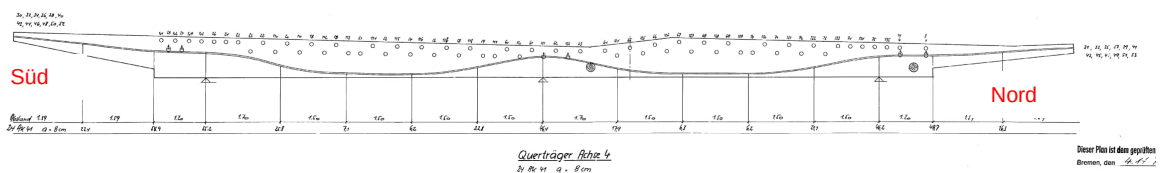


Abb. Quervorspannung Achse 4 (Auszug Bestandsplan Blatt Nr. V061)

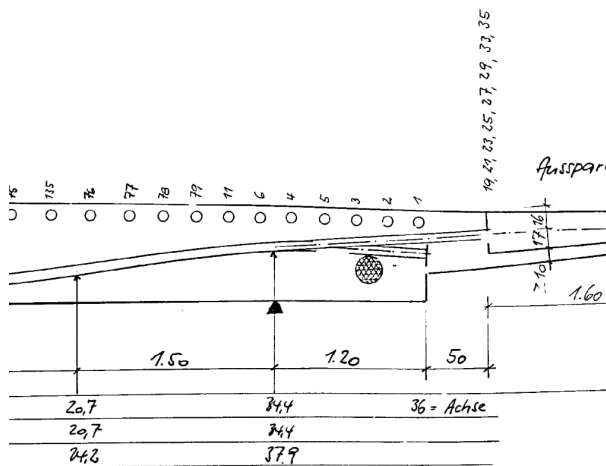


Abb. Quervorspannung - Achse 7 Nord (Auszug Bestandsplan Blatt Nr. V057)

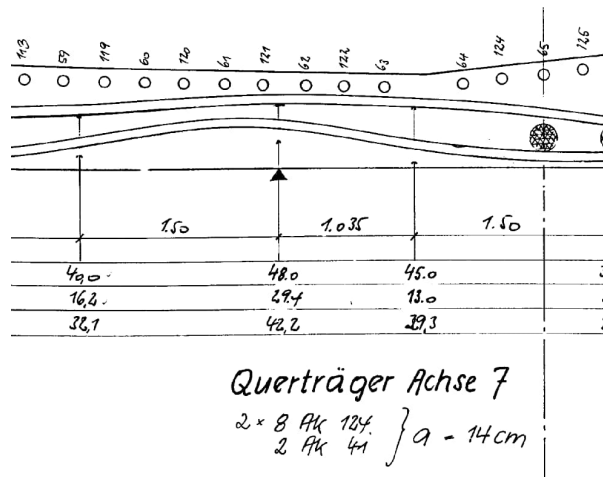


Abb. Quervorspannung - Achse 7 Mitte (Auszug Bestandsplan Blatt Nr. V057)

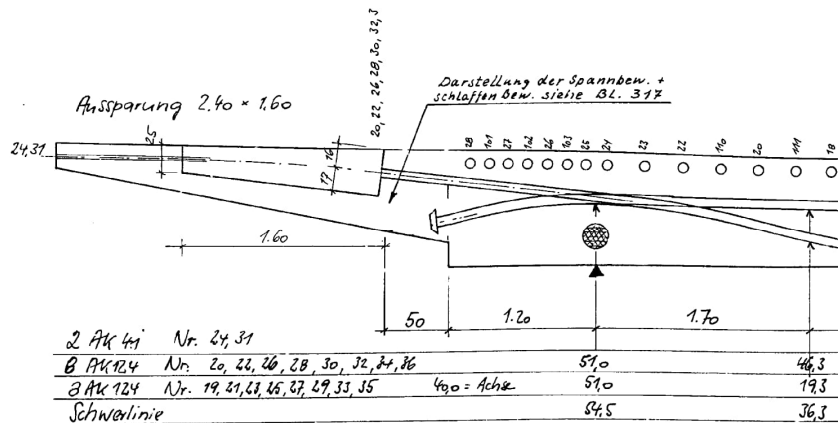


Abb. Quervorspannung - Achse 7 Süd (Auszug Bestandsplan Blatt Nr. V057)

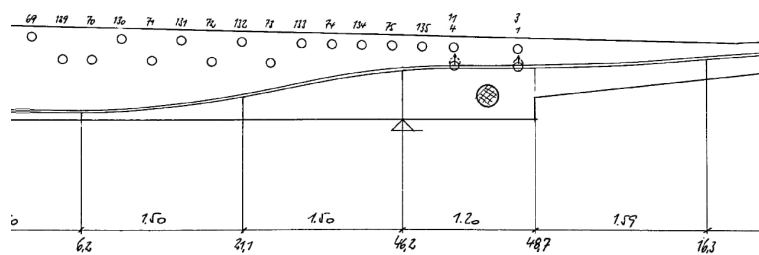
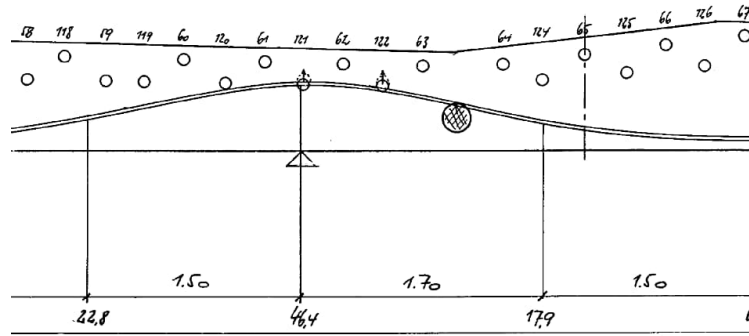


Abb. Quervorspannung - Achse 4 Nord (Auszug Bestandsplan Blatt Nr. V061)



Querträger Achse 4
24 PK 41 q = 8 cm

Abb. Quervorspannung - Achse 4 Mitte (Auszug Bestandsplan Blatt Nr. V061)

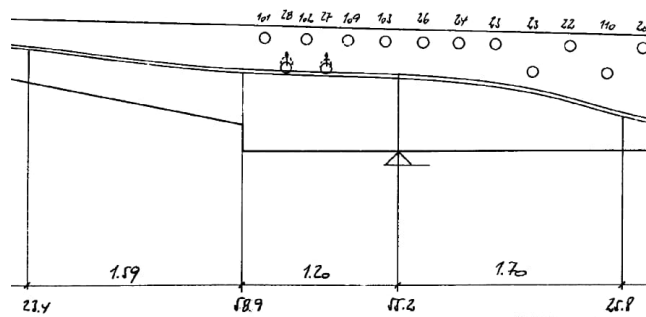


Abb. Quervorspannung - Achse 4 Süd (Auszug Bestandsplan Blatt Nr. V061)

		Abstand bis UK Hüllrohr	max. Verankerungstiefe
Achse 7	Nord	34,4 cm	19,4 cm
	Mitte	29,4 cm	14,4 cm
Achse 4	Nord	46,2 cm	31 cm
	Mitte	46,4 cm	31 cm
Gewählt: 2x Ankerstange FIS A M 20 x 245 R (o.g.w.)			
Verankerungstiefe 130 mm			



C-FIX 1.115.4.0
Datenbankversion
2023.5.22.15.16
Datum
17.09.2025



www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS EM plus
Injektionsmörtel	FIS EM Plus 390 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 20 x 245 R, nicht rostender Stahl, Festigkeitsklasse R-70 130 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	



Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-17/0979, Option 1, Erteilungsdatum 17.06.2020
-----------------	---

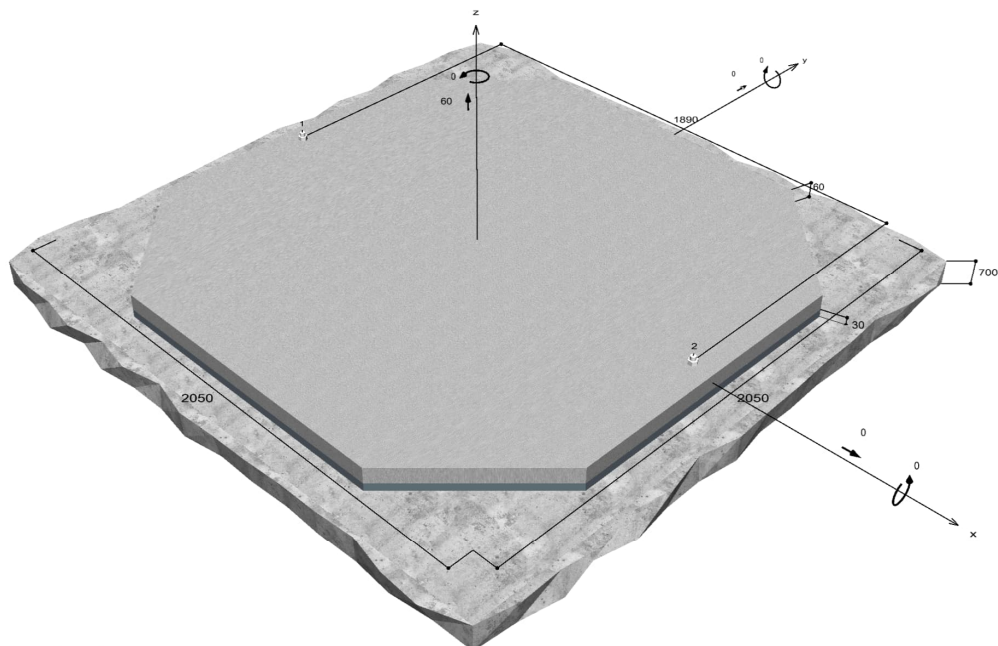


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



C-FIX 1.115.4.0
Datenbankversion
2023.5.22.15.16
Datum
17.09.2025



Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN1992-4:2018 Verbundanker
Verankerungsgrund	C30/37, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Ohne Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt nicht verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Ankerplatte mit nicht tragender Ausgleichsschicht, g = 30 mm
	Mörteldruckfestigkeit: 60,0 N/mm ²
Ankerplattenmaße	Benutzerdefiniert
Profiltyp	Kein Profil

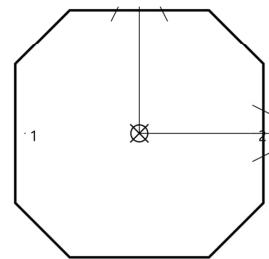
Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	30,00	0,00	0,00	0,00
2	30,00	0,00	0,00	0,00



Max. Betonstauchung :	0,00 ‰
Max. Betondruckspannung :	0,0 N/mm ²
Resultierende Zugkraft :	60,00 kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	0,00 kN , X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _N %
Stahlversagen *	30,00	91,98	32,6
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	30,00	48,14	62,3
Betonausbruch	30,00	41,67	72,0

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



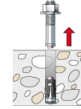
C-FIX 1.115.4.0
Datenbankversion
2023.5.22.15.16
Datum
17.09.2025



* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$

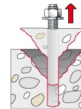


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
172,00	1,87	91,98	30,00	32,6

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	32,6	1	$\beta_{N,s;1}$
2	32,6	2	$\beta_{N,s;2}$

Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np} \quad \text{Gl. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p} = 72,21 \text{ kN} \cdot \frac{152.100 \text{ mm}^2}{152.100 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 72,21 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1,00 \cdot \pi \cdot 20 \text{ mm} \cdot 130 \text{ mm} \cdot 8,8 \text{ N/mm}^2 = 72,21 \text{ kN} \quad \text{Gl. (7.14)}$$

$$\Psi_{sus} = 1,00 \quad \text{Gl. (7.14a)}$$

$$\alpha_{sus} = 0,00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0,60$$

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr} \right)^{0,5}; 3 \cdot h_{ef} \right) \quad \text{Gl. (7.15)}$$

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot 20 \text{ mm} \cdot \left(1,00 \cdot 16,0 \text{ N/mm}^2 \right)^{0,5}; 3 \cdot 130 \text{ mm} \right) = 390 \text{ mm}$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{390 \text{ mm}}{2} = 195 \text{ mm} \quad \text{Gl. (7.16)}$$

$$\Psi_{s,Np} = \min \left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \right) = \min \left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{195 \text{ mm}} \right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.20)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \max \left(1; \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi_{g,Np}^0 - 1 \right) \right) = 1,000 - \sqrt{\frac{0 \text{ mm}}{390 \text{ mm}}} \cdot \left(1,000 - 1 \right) = 1,000 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.17)}$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max \left(1; \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1 \right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \right) \quad \text{Gl. (7.18)}$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max \left(1; \sqrt{1} - \left(\sqrt{1} - 1 \right) \cdot \left(\frac{8,8 \text{ N/mm}^2}{7,7 \text{ N/mm}^2} \right)^{1,5} \right) = 1,000 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7,7}{3,14 \cdot 20 \text{ mm}} \sqrt{130 \text{ mm} \cdot 30,0 \text{ N/mm}^2} = 7,7 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Gl. (7.19)}$$

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



C-FIX 1.115.4.0
Datenbankversion
2023.5.22.15.16
Datum
17.09.2025



$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{er,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.21)}$$

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{390mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{390mm}} = 1,000 \leq 1$$

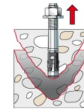
$$\Psi_{re,Np} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

N _{Rk,p} kN	Y _{mp}	N _{Rd,p} kN	N _{Ed} kN	β _{N,p} %
72,21	1,50	48,14	30,00	62,3

Anker-Nr.	β _{N,p} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	62,3	1	β _{N,p;1}
2	62,3	2	β _{N,p;2}

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \quad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 62,51kN \cdot \frac{152.100mm^2}{152.100mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 62,51kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (130mm)^{1,5} = 62,51kN \quad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{195mm}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{390mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{390mm}} = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.7)}$$

N _{Rk,c} kN	Y _{Mc}	N _{Rd,c} kN	N _{Ed} kN	β _{N,c} %
62,51	1,50	41,67	30,00	72,0

Anker-Nr.	β _{N,c} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	72,0	1	β _{N,c;1}
2	72,0	2	β _{N,c;2}

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



C-FIX 1.115.4.0
Datenbankversion
2023.5.22.15.16
Datum
17.09.2025



Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$$\beta_N = \beta_{N,c;2} = 0,72 \leq 1$$



Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke

t = 60 mm

Profiltyp

Kein Profil

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.

Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.

Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.

Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.

Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.



C-FIX 1.115.4.0
Datenbankversion
2023.5.22.15.16
Datum
17.09.2025



Angaben zur Montage

Anker

Ankersystem

Injektionsmörtel

fischer Injektionssystem FIS EM plus

FIS EM Plus 390 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)

Art.-Nr. 544171



Befestigungselement

Ankerstange FIS A M 20 x 245 R, nicht rostender Stahl, Festigkeitsklasse R-70

Art.-Nr. 90459



Zubehör

FIS MR Plus
FIS Verlängerungsschlauch 9 mm
Auspressgerät FIS DM S
Druckluft-Reinigungsgerät
Ölfreie Druckluft, min. 6 bar
Bürste für Bohr-Ø 25 mm
SDS Bürsten Aufnahme M8
SDS Plus-V II 24/400/450
oder alternativ
FHD Max 24/400/620

Art.-Nr. 545853

Art.-Nr. 48983

Art.-Nr. 511118

Art.-Nr. 93286

Bauseits

Art.-Nr. 1495

Art.-Nr. 530332

Art.-Nr. 531854

Hammerbohren mit oder ohne Absaugung

Art.-Nr. 546604

Alternative Kartuschen

FIS EM Plus 585 S
FIS EM Plus 1500 S
Die dargestellten Kartuschen können alternativ zu den hervorgehobenen Kartuschen mit der gleichen Zulassungsnummer verwendet werden.

Art.-Nr. 544166

Art.-Nr. 544167

Montagedetails

Gewindegröße

M 20

Bohrlochdurchmesser

$d_0 = 24 \text{ mm}$

Bohrlochtiefe

$h_2 = 220 \text{ mm}$

Rechnerische

$h_{ef} = 130 \text{ mm}$

Verankerungstiefe

Bohrverfahren

Bohrlochreinigung

Hammerbohren
Zweimal ausblasen, zweimal ausbürsten, zweimal ausblasen.
Erforderliche Geräte sind der Montageanleitung zu entnehmen.
Reinigung des Bohrloches ist nicht notwendig bei Verwendung eines Hohlbohrers, z.B. fischer FHD

Montageart

Durchsteckmontage

Ringspalt

Ringspalt nicht verfüllt

Maximales Anzugsmoment

$T_{inst,max} = 120,0 \text{ Nm}$

Schlüsselweite SW

30 mm

Ankerplattendicke

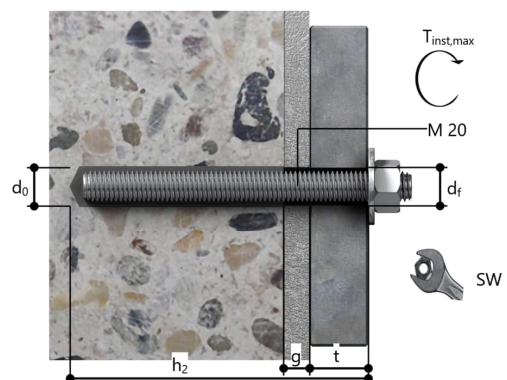
$t = 60 \text{ mm}$

Dicke der Ausgleichsschicht $g \leq 30 \text{ mm}$

Gesamte Befestigungsdicke $t_{fix} \leq 90 \text{ mm}$

$T_{fix,max}$

Mörtelvolumen je Bohrloch 54 ml/27 Skalenteile





C-FIX 1.115.4.0
Datenbankversion
2023.5.22.15.16
Datum
17.09.2025



Ankerplattendetails

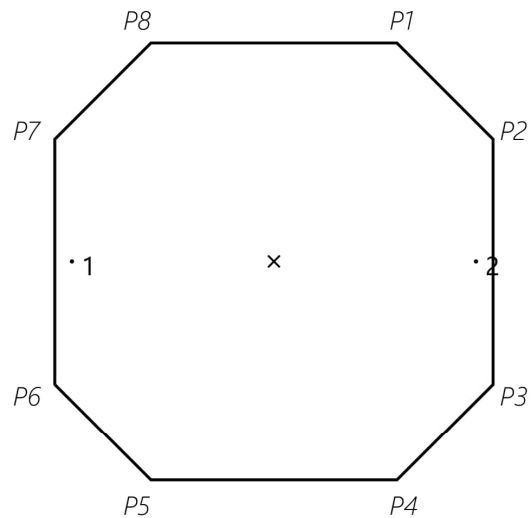
Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 60 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d _r = 26 mm

Anbauteil

Profiltyp	Kein Profil
-----------	-------------

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-945	0
2	945	0



Plattenkoordinaten

Punkt	x mm	y mm
P1	575	1.025
P2	1.025	575
P3	1.025	-575
P4	575	-1.025
P5	-575	-1.025
P6	-1.025	-575
P7	-1.025	575
P8	-575	1.025

7.5 Nachweis Stützenkopf (Endzustand)

Der Stützenkopf wird auf einen Durchmesser von 1,68 m aufgeweitet, wodurch sich die Betonpressung verringert.

Max. Auflagerkraft (GZT): 10 MN

Beton Pfeiler und Pfahlkopfplatten: B450 $\triangleq$ C 30/37

Betonstahl 420/500 (III) (DIN 488 1972-1984) $f_{y,k} = 420 \text{ N/mm}^2$

Nachweis der Teilflächenpressung

$$F_{Rdn} = 0,6 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

$$A_{c0} = 1,05 \text{ m} \cdot 1,05 \text{ m} = 1,10 \text{ m}^2 \quad (\text{Abmessungen untere Lagerplatte})$$

$$F_{Rdn} = 0,6 \cdot 17 \cdot 1,10 = 11,22 \text{ MN} > 10 \text{ MN} \rightarrow \text{Nachweis erfüllt}$$

Bewehrung

Im Kopfbereich ist die Mindestbewehrung maßgebend.

$$\text{Mindestbewehrung für Druckglieder: } 0,15 \cdot N_{Ed} / f_{yd} = 0,15 \cdot 10000 / 43,5 = 36,9 \text{ cm}^2$$

$$0,003 \cdot A_c = 0,003 \cdot (168 \text{ cm})^2 \pi / 4 = 66,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Entspricht } 18 \text{ } \varnothing 20 + 9 \text{ } \varnothing 16 = 74,6 \text{ cm}^2 \text{ (B500)}$$

Übergreifungslänge

$$l_{b,rd} = 710 \text{ mm } (\varnothing 20, \text{ C30/37, guter Verbund})$$

$$l_{0,min} = 0,3 \times 1,0 \times 1,0 \times 710 = 213 \text{ mm} > 15 \varnothing = 300 \text{ mm} > 200 \text{ mm}$$

Die erforderliche Bewehrung am Pfeilerkopf kann gemäß [3], Kap. 5.3 aus dem Ausnutzungsgrad des Biegnachweises ermittelt werden.

$$\kappa = 0,45 \quad \text{bei UK Neubau}$$

$$\text{erf. } A_s = 0,45 \cdot 46,18 \text{ cm}^2 \cdot 420 / 500 = 17,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{erf } l_0 = 710 \text{ mm} \cdot 17,5 \text{ cm}^2 / 64,15 \text{ cm}^2 = 192 \text{ mm}$$

$$\text{gew.: } l_0 = 450 \text{ mm}$$

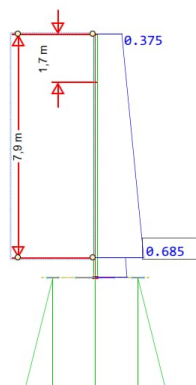


Abb. Ausnutzung Biegnachweis Achse 7 - Mitte ([3], Kap. 5.3)

Abstand ≤ 300 mm

Stecker $\varnothing 16$ im Aufweitungsbereich

Max. Bügelabstand

$a < 12 \times 16 = \mathbf{192 \text{ mm}} < 300 \text{ mm}$

Im Stoßbereich $< 0,6 \cdot 192 \text{ mm} = 115 \text{ mm}$,

mind.3 Bügel im Verankerungsbereich

Im Aufweitungsbereich: Bügel für Querkzug

gew. Bügel $\varnothing 16/15 \text{ cm}$ 2-schnittig ($a_{s,Bü} = 26,8 \text{ cm}^2$)

Zur Herstellung der erforderlichen Übergreifungslängen zwischen neuer und bestehender Bewehrung wird der Beton im Anschlussbereich mittels Hochdruckwasserstrahlen abgetragen. Dadurch wird die vorhandene Bewehrung freigelegt. Im freigelegten Bereich erfolgt die Verlegung der neuen Bewehrungsseisen mit der erforderlichen Übergreifungslänge.

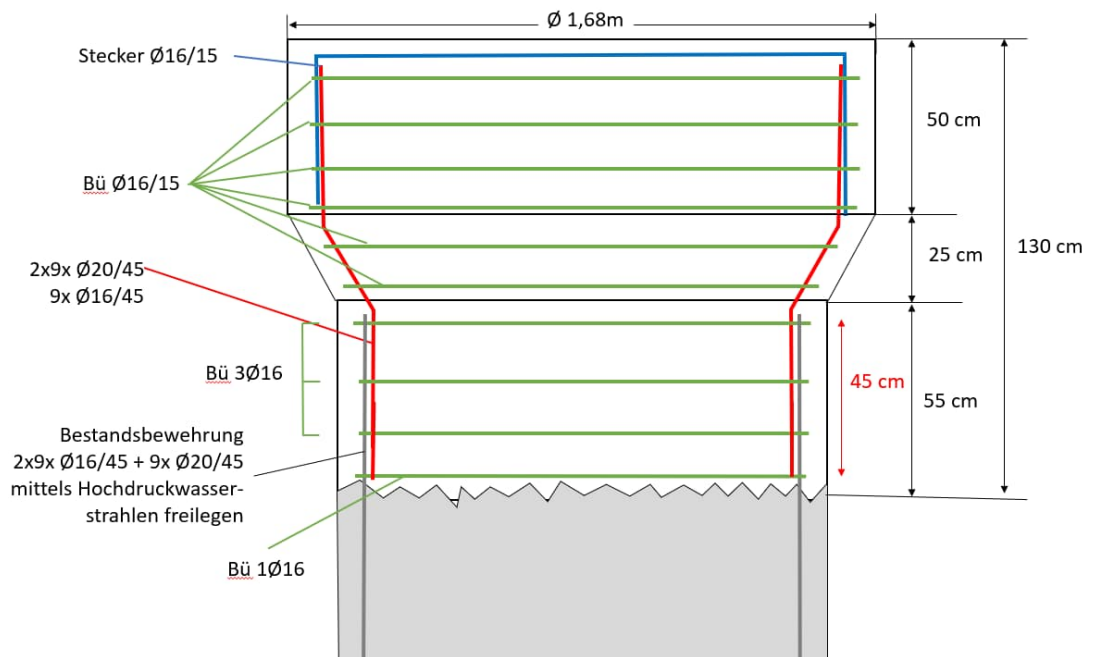


Abb.: Bewehrungsskizze neuer Stützenkopf

8. Zusammenfassung

Für das Bauwerk 655 – Brückenstrang Blumenthal wurden im Rahmen der durchgeführten Nachrechnung in Stufe 2 (WTM, Dezember 2018 und März 2020 sowie 1. bis 4. Ergänzung zur NRS 2 in den Jahren 2022, 2023 und 2024) Defizite in den Durchstanznachweisen der nördlichen und mittleren Auflagerpunkte in den Achsen 4 und 7 festgestellt.

Zur Behebung dieser Defizite ist in der vorliegenden Statik eine Verstärkung durch Vergrößerung des Durchstanzkegels vorgesehen. Dies erfolgt durch einen Lagertausch, der die Auflagerfläche vergrößert.

Mit der geplanten Verstärkungsmaßnahme können die in der Nachrechnung festgestellten rechnerischen Defizite in den Durchstanznachweisen des Hauptstrangs vollständig behoben werden.

Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind unter Berücksichtigung der in der vorliegenden Statik vorgesehenen Verstärkung für den Hauptstrang erfüllt.

Diese statische Berechnung
für das Projekt

Bauvorhaben:

Bauwerk 655: A270 – Brückenstrang Blumenthal
Teilbauwerke A und B
ASB-Nr. 2817605
Verstärkungsmaßnahmen des Hauptstrangs
Auflagervergrößerung in Achse 4 und 7

Auftrag:

14363

Seiten:

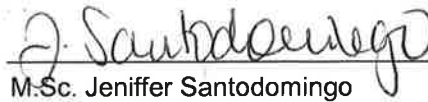
Deckblatt, 1 bis 128, Unterschriftsseite

wurde aufgestellt von:

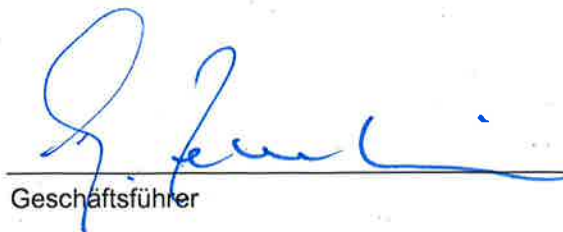
WTM Engineers GmbH
Beratende Ingenieure im Bauwesen

Johannisbollwerk 6-8
20459 Hamburg

Bearbeiter / Projektleiter:


M.Sc. Jeniffer Santodomingo




Geschäftsführer

Hamburg, den 20. November 2025