

STATISCHE BERECHNUNG

Radsportzentrum Schwerin Neubau

Genehmigungsplanung

Inhaltsübersicht

Kap.	Bezeichnung
1	Allgemeines
2	Lastannahmen
3	Aussteifung
4	Dachkonstruktion
5	Gründung (Vordimensionierung der Pfähle)
6	Außenstützen
100-152	Decken und Treppen
201-274	Unterzüge und Stürze
301-351	Stützen
401-413	Wände
501-552	Fundamente

STATISCHE BERECHNUNG

Radsportzentrum Schwerin Neubau

Genehmigungsplanung

Pos. 1 Allgemeines

Kap./Pos.	Bezeichnung	Seiten
1.1	Allgemeine Hinweise	1 - 3
1.1.1	Aufbau der statischen Berechnungen	1
1.1.2	Berechnungsgrundlagen	1
1.1.3	EDV-Berechnungsprogramme	2 - 3
1.2	Baubeschreibung	1 - 6
1.2.1	Planungsaufgabe	1
1.2.2	Grundlagen der Planung	1 - 2
1.2.3	Tragwerksbeschreibung	3 - 4
1.2.4	Auftriebssicherung	4
1.2.5	Baugrund / Baugrubenverbau	4
1.2.6	Gründung	5
1.2.7	Materialien und Unternehmereignungen	5 - 6
1.3	Besondere Hinweise zur Konstruktion	1 - 5
1.3.1	Bauwerksabdichtung	1
1.3.2	Schwingungs- und Schallschutz	1
1.3.3	Durchbiegung und Hilfsstützen	1
1.3.4	Fugenlose Konstruktion	1 - 2
1.3.5	Kriechen und Schwinden	2
1.3.6	Midestbewehrung / Zwang	2 - 3
1.3.7	Betondeckung	4
1.3.8	bauteilbezogener Brandschutz	5

1. ALLGEMEINES

1.1 ALLGEMEINE HINWEISE

1.1.1 AUFBAU DER STATISCHEN BERECHNUNG

Die statische Berechnung wird in einzelne Positionen (= Kapitel) gegliedert - siehe Inhaltsverzeichnis.

Jede Position wird weiter untergliedert. Die Seitennummerierung ist wie folgt festgelegt:

Austauschseiten werden zusätzlich mit einem Buchstaben gekennzeichnet (z. B. S. 5a).

Einschubseiten werden durch einen Bindestrich getrennt durchnummeriert (z. B. S 5-1).

Die Berechnungen erfolgen nach dem Teilsicherheitskonzept. Die Ausdrücke sind zum Einfügen in die Statik skaliert und daher unmaßstäblich.

1.1.2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

Grundlagen, Literatur:

- DIN EN 1990 Eurocode Grundlagen der Tragwerksplanung.
 - DIN EN 1991 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke.
 - DIN EN 1992 Eurocode 2: Bemessung u. Konstruktion von Stahlbeton- u. Spannbetontragwerken:
 - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
 - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall.
 - DIN EN 13670 Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009
 - DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton:
 - Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
 - DIN EN 206-1 Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität.
 - DIN EN 1993 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten:
 - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
 - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall;
 - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
 - Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung.
 - DIN 18807 Teil 1 bis 3 Trapezprofile im Hochbau
 - DIN EN 1997 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik:
 - Teil 1: Allgemeine Regeln.
 - DIN 1054 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.
- Zu den Europäischen Normen der Eurocode-Reihe sind immer die jeweiligen Nationalen Anhänge (national festgelegte Parameter) mit heranzuziehen.
- Betonkalender verschiedener Jahrgänge
 - K.-J. Schneider : Bautabellen, 24. Auflage 2020
 - EA-Pfähle- Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle", Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.), 2012

1.1.3 EDV-BERECHNUNGSPROGRAMME

Die statische Berechnung erfolgt überwiegend mit folgenden EDV-Berechnungsprogrammen:

Programmsystem	Software-Entwickler	Anwendung	Programmodule
SOFiSTiK, Versionen ab 2020	SOFiSTiK GmbH, Oberschleißheim	allgem. FE-Strukturen (Platten, Scheiben, Stabwerke) einschl. Bemessung	AQUA, AQB, GENF, SOFIMSHC, SEPP, ASE, STAR2/3, MAXIMA, BEMESS, GRAF, HASE
Friedrich + Lochner, Versionen ab 01/2019	Friedrich + Lochner GmbH, Stuttgart	Allgemeine Hochbauprogramme	z. B. DLT, ESK, ESK-RS, TRK, Q2, Q3, ST3-10, STS+, STT+, STX+, B2, B5, B6+, B7+, B8-11, BEB+, BWA, EDB+, FD+, FDB+, FDR+, FDS+, GBR+
mb AEC Software	mb AEC Software GmbH	Baustatik, MicroFE, VICADO	
Halfen GmbH	Halfen GmbH, Langenfeld/Rheinld.	Durchstanznachweise	HDB
Kleinprogramme	Verschiedene Hersteller		

Kurze Erläuterung zum Verständnis der Eingaben für Berechnungen im Programmsystem Sofistik

Das Programm ist modular aufgebaut. Der Modulaufruf erfolgt durch den Satz PROG (Modul).

Folgende Module werden verwendet:

- AQUA – Definition von Materialien und Querschnitten
- SOFIMSHC – Definition von FEM-Modellen (Netzgenerierung und Randbedingungen)
- SOFILOAD – modulübergreifende Definition der Lasten
- ASE – Berechnung räumlicher FE-Modelle
- MAXIMA – Überlagerung von Schnittgrößen linearer Berechnungen
- AQB – Spannungsermittlung für den Stahlbau
- HASE – Halbraumanalyse für statische Boden-Struktur-Interaktion

Weitere Programmdefinitionen:

GRUP – definiert die Gruppen von Elementen, die sich an der folgenden Berechnung beteiligen sollen (ohne Eingabe des GRUP-Satzes beteiligen sich alle Elemente an der Berechnung, der GRUP-Satz wirkt immer nur in dem Modul in dem er aufgerufen ist)

KOMB - Kombinationsvorschrift

Nach einer Kombinationsvorschrift können beliebige Einwirkungsgruppen aufgerufen werden, die sich an der Kombination beteiligen sollen
hier sind im Wesentlichen die Kombinationen DESI (Bemessungskombinationen) und PERM (Charakteristische Lasten) zu unterscheiden.

ACT – Einwirkungsgruppe

Nach einer Einwirkungsgruppe können beliebige Lastfälle aufgerufen werden, die sich an der Einwirkungsgruppe beteiligen sollen
Der Einwirkungsgruppe werden die Sicherheitsbeiwerte zugeordnet, die für die folgenden Lastfälle berücksichtigt werden sollen.

LF – Lastfall

Der Aufruf des Lastfalles bewirkt seine Berechnung mit allen definierten Lasten. Zusätzlich können Lasten aus anderen zuvor berechneten Lastfällen übernommen werden.
Nach Aufruf eines Lastfalles (LF-Satz) können beliebige Sätze LC aufgerufen werden, deren Lasten sich an dem Lastfall beteiligen sollen.

LC (Nr) – Übernahme der Lasten eines anderen Lastfalles (Nr) in den zuvor aufgerufenen Lastfall

EGZ - Aufruf des Eigengewichtes der generierten Elemente

SUPP – Aufruf der Schnittgrößen, Verformungen oder Auflagerkräfte, deren Extremwerte für den jeweiligen Elementtyp (ETYP) ermittelt werden sollen

Zur Vereinheitlichung werden für Lastfälle folgende Gruppen festgelegt:

Lastfälle	Inhalte	Teilsicherheitsbeiwerte
1 bis 99	Eingabelastfälle Einzellastfälle wie ständige Lasten, veränderliche Lasten, schachbrettförmige Anordnung der Veränderlichen, etc.	immer ohne
2100 bis 2156	Überlagerungen für maximale und minimale Schnittgrößen zur direkten Bemessung und für Tragfähigkeitsnachweise aus Lasten der Ebene	je nach Vorschrift mit oder ohne
1100 bis 1156	Überlagerungen für maximale und minimale Auflagerkräfte und Verformungen aus Lasten der Ebene	immer ohne

Der Massivbau unterliegt nicht dieser Lastfallhierarchie . Lediglich die Hallenkonstruktion wurde mit Sofistik berechnet und orientiert sich an dieser Vorgabe.

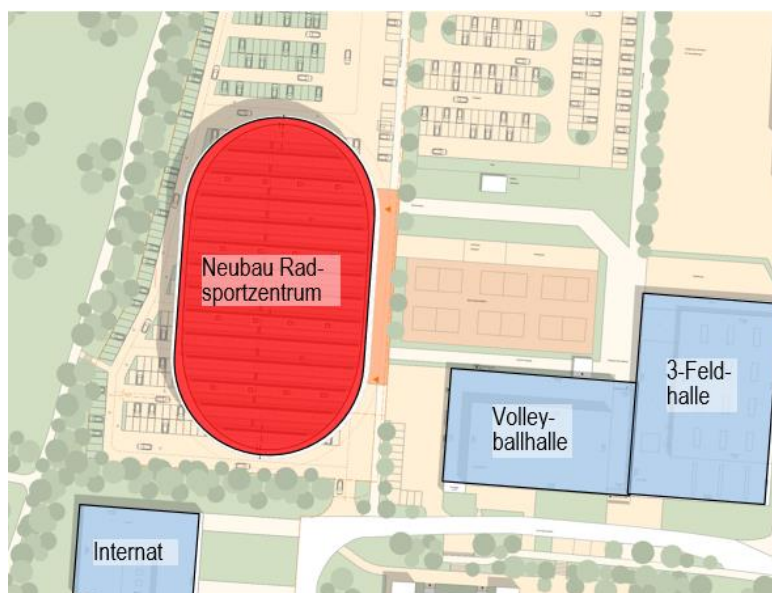
1.2 BAUBESCHREIBUNG

1.2.1 PLANUNGSAUFGABE

Die Lambrechtsgrund Betriebsgesellschaft mbH in Vertretung der Landeshauptstadt Schwerin plant den Neubau des Radsportzentrum Mecklenburg-Vorpommern auf dem Gelände der Sportanlage Lambrechtsgrund in Schwerin.

Es ist ein 1 bis 2-geschossiger, nicht unterkellelter aber teilweise aufgeständerter Baukörper mit einer ovalen Grundfläche vorgesehen. Im EG werden zum Teil PKW-Stellplätze durch das Gebäude überdacht und zusätzlich der Eingangsbereich und die Technik- und Umkleideräume angeordnet. Im OG sind die Radrennbahn und Spielflächen für Volleyball und Handball vorgesehen.

Das Gebäude steht frei von allen übrigen Gebäuden des Sportparks. Das Baufeld ist derzeit unbebaut.



Gebäudekenndaten:

- Bruttogeschossfläche (BGF) 12.590m²
- Nutzfläche (NUF) 6.640 m²
- Bruttorauminhalt (BRI) 90.450m³

Die hölzerne Radrennbahn ist vom Tragwerk losgelöst und leitet lediglich Lasten ein.

1.2.2 GRUNDLAGEN DER PLANUNG

[1] *Objektplanung: Planungsstand AFU*

Baumschlager Eberle Architekten

Wallstraße 16

10179 Berlin

Datum: 24.06.2024

[2] *Baugrundgutachten:*

Geotechnischer Bericht + 1. Nachtrag

Auftr.-Nr. 22 064

IGU – Ingenieurgesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH

Nordring 12, D-19073 Wittenförden

Datum: 30.06.2022 (bzw. 1. Nachtrag vom 10.08.2022)

[3] *Brandschutzkonzept:*

Aufsteller: Gruner Deutschland GmbH
Winterfeldstraße 56, D-10781 Berlin

Datum: 08.08.2022

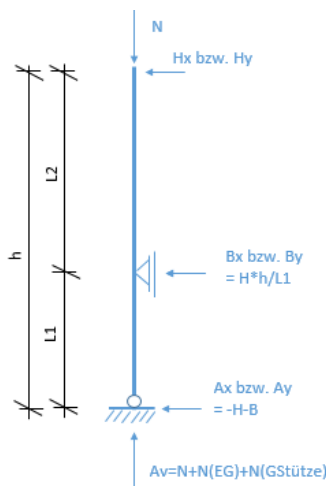
1.2.3 TRAGWERKSDESCHEIBUNG

Das Gebäude bildet einen ovalen Baukörper mit den Außenabmessungen des Tragwerks von ca. 62,0x112,50 m und einer Höhe von etwa 15,0 m über Gelände. Die Fassade im Obergeschoß steht umlaufend ca. 3,1m über. Der Baukörper ist nicht unterkellert.

Der Lastabtrag des Daches erfolgt über die Stahlbeton-Randstützen und ist ansonsten stützenfrei. Bei den Dachbindern handelt es sich um räumliche Fachwerkträger mit drei Gurten (je zwei Obergurte und ein Untergurt), deren Streben unter ca. 45° an die Gurte angeschlossen sind. Der Achsabstand der Binder beträgt 8,0m.

Für die Torsionssteifigkeit der einzelnen Binder sind zwischen den Obergurten zusätzliche Pfosten und Diagonalen ausgebildet. Die Schlankheit der Binder beträgt Spannweite / Konstruktionshöhe $\approx 62,0\text{m} / 3,2\text{m} = 19,3$ (Regelbereich) bis zu $26,9/2,2\text{m} = 12,2$ (Achse 2 und 15). Die Fachwerkstäbe werden als Stahl-Rohrprofile ausgebildet. Die Ober- und Untergurte haben einen Außendurchmesser von ca. 510mm. Der Außendurchmesser der Streben beträgt ca. 220 mm.

Die Fachwerkträger werden über das umlaufende Randfachwerk aus Stahl an die Stahlbetonstützen angeschlossen. Das Randfachwerk übernimmt dabei im Zusammenspiel mit den Dachpfetten (I-Profile, $h \approx 300\text{mm}$) die Kippsicherung der Binder und teilt die daraus resultierenden Lasten ebenso wie die Windkräfte gleichmäßig auf die Stützen im jeweiligen Aussteifungsbereich (s. Abschnitt 3) auf. Im mittleren Bereich der Halle (zwischen Achse 7 und 10) werden für die Verteilung der horizontalen Deckenlasten außerdem Auskreuzungen in Binderebene vorgesehen.



Die bis zur Gründung durchlaufenden Stahlbeton-Stützen ($\varnothing 70 \text{ cm}$) sind mit der Geschossdecke kraftschlüssig verbunden. Der in die Geschossdecke eingeleitete Horizontalschub wird über Scheibenwirkung in den Gebäudekern weitergeleitet. Damit wird für die Außenstützen eine horizontal gebettete Lagerung und eine Einspannung um die lokalen Querachsen erzielt. Der Anschluss der Randstützen am Fußpunkt (am Fundament) erfolgt gelenkig. Die Stützen werden als Fertigteilelemente mit angeformtem Fuß hergestellt.

Die Decke über dem Erdgeschoss wird mit Spannbetonhohldielen und Stahlbetonfertigteilunterzügen errichtet. Zur Verringerung der Bauhöhe werden die Unterzüge als Gerberträger und der Verguss in Höhe der Spannbetonhohldielen für die Unterzüge statisch mittragend ausgebildet.

Für Sportgerätehüllen werden an den entsprechenden Stellen Spannbetonfertigteile oder Ortbetonstreifen angeordnet.

Im Bereich der Parkplätze sind im EG im regelmäßigen Raster Stützen unter den Unterzügen angeordnet, die zur Bauzeitminimierung als quadratische Fertigteilstützen mit angeformten Fundamenten ausgebildet werden.

Der Technik- / Umkleidebereich wird mit tragenden Außen- und einer tragenden Innenwand aus Stahlbeton mit Fertigteilteilen errichtet. Die Außenwände Achse 5, 12, D' und j sowie die Innenwände Achse E', 8 und 9 werden als Wandscheiben zur Lastenleitung in die Gründungspfähle ausgebildet.

Als Treppen werden Stahlbetonfertigteiläufe mit angeformten Podesten verwendet, die zur Trittschallentkopplung mit Elastomerlagern auf der Bodenplatte bzw. Schallschutzkonsolen in den Wänden aufliegen.

Die Gebäudeaussteifung erfolgt horizontal über die Deckenscheibe des EG. Dazu sind in den Fugen der Spannbetonhohldielen Bewehrung, Hammerkopf-Vergusstaschen und ein umlaufender Ringanker vorgesehen. Die vertikale Aussteifung wird durch die Wandscheiben des Technik- / Umkleidebereich realisiert.

Trennwände werden nichttragend ausgebildet. Hierfür sollten möglichst Gipskarton Ständerwände mit gleitendem Deckenanschluß verwendet werden, da bei nichttragenden Mauerwerkswänden eine erhöhte Rißgefahr besteht. Falls bereichsweise unbedingt eine massive Ausbildung gewünscht oder erforderlich wird, sind folgende Varianten denkbar:

- Stahlbetonfertigteile mit Deckenfuge
- größere Bodenplattenstärke bzw. Unterzüge zur Reduzierung der Durchbiegung.

Hauptabmessungen (siehe auch die Entwurfsangaben):

- selbsttragende Bodenplatte 40cm
- Spannbetonholdielen 32...40cm
- Ortbetondeckenfelder 32...45cm
- Decke Treppenhäuser 20cm
- Innenstützen 40x40cm
- Randstützen Ø70cm
- Innenwände 25cm
- Außenwände 30cm
- Unterzüge 50x90...110cm
- Randbalken als Überzug 30x80...130cm
- Treppen mit angeformten Podesten 18cm als Fertigteile

Die Screen-Fassade wird separat betrachtet. Ihre vertikalen Lasten werden vollständig in die umlaufenden Stahlbetonunterzüge eingeleitet. Die Windlasten werden zu gleichen Anteilen in die Stützen und die Geschossdecke (über EG) eingeleitet..

1.2.4 AUFTRIEBSSICHERUNG

Das Gebäude ist nicht unterkellert. Die Auftriebssicherheit ist gegeben.

1.2.5 BAUGRUND / BAUGRUBENVERBAU

Das Baufeld auf dem Grundstück ist derzeit nicht bebaut und wird als Parkplatz genutzt. Die oberste Schicht bilden Auffüllungen teilweise bis 9,5m Tiefe, die bereichsweise durch Torf-schichten unterlagert werden. Darunter steht Geschiebemergel in weicher bis halbfester Konsistenz an, wobei die weiche Konsistenz i.d.R. unterhalb der Auffüllungen vorkommt und mit zu-nehmender Tiefe in steife und halbfeste Konsistenz übergeht.

Grundwasser wurde an einigen Stellen in Tiefen zwischen 0,7 und 19m unter GOK erkundet. Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ist bei ca. 39,5m HN zu erwarten, es ist jedoch die temporäre Bildung von Stauwasser bis GOK prinzipiell möglich. Eine Untersuchung hinsichtlich eines möglichen chemischen Angriffs ist nicht erfolgt, es soll aber von einer Expositionsklasse XA1 ausgegangen werden.

Da der Neubau im Endzustand frei steht, ist kein Einfluss aus einer bzw. auf die Nachbarbebauung vorhanden.

Da das Gebäude ist nicht unterkellert ist, wird kein Baugrubenverbau notwendig. Für die Herstellung der Betonplatten unter den Stützenfundamenten bzw. der Technik / Umkleiden sind ggf. kleinere und abgeboßchte Abgrabungen nach Angabe des Baugrundgutachters erforderlich.

1.2.6 GRÜNDUNG

Da das Gebäude nicht unterkellert ist, liegt die Gründungssohle im Bereich der nichttragenden Auffüllungen. Als Gründung ist somit eine Tiefgründung vorgesehen, die erschütterungsarm z.B. mit Teilverdrängungspfählen hergestellt werden soll.

Im Bereich der Parkplätze sollen sich die Arbeiten im Baugrund auf ein Minimum beschränken um den Aufwand für Kampfmitteluntersuchungen gering zu halten. Die Lasteinleitung erfolgt daher mit dünnen Ort betonplatten, auf denen die Fertigteilstützen mit angeformten Fundamenten im Mörtelverguß aufgestellt werden. Die UK der Fundamente liegt ca. 1,50 m unter GOK.

Im Bereich der Technik / Umkleiden wird eine selbsttragende Platte ausgebildet, die punktförmig auf den Pfählen aufliegt und keine Lasten in den Baugrund eingeleitet.

Im Gebäudegrundriss ist mit stark variierenden Pfahllängen zu rechnen. Die Mindesteinbindetiefe in die tragfähige Schicht beträgt 2,5m (Pfahllängen mind. von ca. 5,0 bis 17,5m).

1.2.7 MATERIALIEN UND UNTERNEHMEREIGNUNGEN

Es werden folgende Materialien verwendet:

- Baustahl, Profilstahl:
S355 DIN EN 10025-2 (04 / 2005)
Weitere Festlegungen erfolgen in der Ausführungsplanung
- Nichtrostende Stähle für unzugängliche Konstruktionen oder aus gestalterischem Anspruch, gem. Zulassung Z-30.3-6
Die Wahl der Stahlsorte ist von der Korrosionsbeanspruchung und dem gewünschten Aussehen abhängig (Detaillierung in der Ausführungsplanung)
- Betonstahl:
Stabstahl B500S DIN 488-2 (08.2009)
Matten B500M DIN 488-4 (09.2009)
- Beton:
die Festlegung der Festigkeits- und Expositionsklassen erfolgt bauteilbezogen:

Bauteil	Festigk.-klasse	Expos.-klasse
Bodenplatte, bewehrt, ohne Frost	C 30/37	XC2, WF
Randstützen EG, bewittert	C 50/60	XC4 XF4 WA XA1
Innenstützen EG, Außenluft	C 35/45	XC3 XF2 WF XA1
Randstützen OG	C 50/60	XC3 WF
tragende Innenwände	C 30/37	XC1 W0
Außenwände hinter Fassadenverkleidung	C 30/37	XC3 WF
Massivdecken, Treppen, Raumluf	C 30/37	XC1 W0
Fugenverguß Spannbetondielen	C 30/37	XC1 W0
Aufbeton, Füllbeton	C 12/15	XC1, XC0

* Anforderungen an Bauteile mit direkter Bewitterung (XC4) und Einsatz von Taumitteln (XF2, XF4, WA) im Einzelfall entsprechend der geplanten Nutzung und etwaiger Schutzsysteme festlegen

Zur Herstellung von Tragwerken sind für die Unternehmer folgende Qualifikationen bzw. Eignungsnachweise erforderlich:

- Stahlbetonbau
Fertigteile und Ortbeton überwiegend Überwachungsklasse 2 nach DIN EN 13670 (03.2011)
- Stahlbau mit Schweißverbindungen:
für das Dach und die Einbauteile ist bei den vorgesehenen Abmessungen, Lasten, Erzeugnisstärken etc eine Einordnung in die Klasse EXC2 der DIN EN 1090-02 (09.2018), ggf. mit Zulassungen für das Schweißen von Edelstahl rostfrei und Kopfbolzendübeln erforderlich
- Schweißverbindungen von Baustahl DIN 10025 und Betonstahl DIN 488:
Eignungsnachweis nach DIN EN 17660 (12.2006) zum Schweißen von Betonstahl

1.3 BESONDERE HINWEISE ZUR KONSTRUKTION

1.3.1 BAUWERKSABDICHTUNG

Das Abdichtungskonzept wird durch den Objektplaner erarbeitet und festgelegt. Das Gebäude ist nicht unterkellert. Auf der Bodenplatte EG und an den Wandanschlüssen wird eine Abdichtung vorgesehen, womit das Tragwerk keine abdichtenden Aufgaben im Sinne der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke“ übernehmen muss.

1.3.2 SCHWINGUNGS- UND SCHALLSCHUTZ

Es sind keine speziellen Anforderungen an das Tragwerk hinsichtlich Schallschutz definiert. Auch sind für die Haustechnischen Anlagen keine Mindeststeifigkeiten von Decken vorgegeben. Die DIN 4109 ist für die Einhaltung der Forderungen des Schallschutzes zu beachten.

1.3.3 DURCHBIEGUNG UND HILFSSTÜTZEN

Verformungen eines Bauteils dürfen weder die ordnungsgemäße Funktion noch das Erscheinungsbild des Bauteils selbst oder angrenzender Bauteile (Trennwände, Verglasungen, etc.) beeinträchtigen. Die zulässigen Verformungen werden in Abhängigkeit der Nutzung mit einfachen oder erhöhten Anforderungen festgelegt:

- einfache Anforderungen wenn auf den Decken keine leichten Trennwände oder sonstige Ausbaukonstruktionen, die empfindlich auf Verformungen reagieren, angeordnet sind → Durchbiegungsbeschränkung auf $l / 200 \dots 250$
- erhöhte Anforderungen wenn auf den Decken verformungsempfindliche Ausbauteile stehen → Durchbiegungsbeschränkung auf $l / 500$ bzw. Zuwachs der Durchbiegung um $l / 500$ ab dem Einbau nichttragender Trennwände

Für Stahlbetonbauteile wird dies im Allgemeinen durch Begrenzung der Biegeschlankheiten gem. DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.4.2 und das möglichst späte Entfernen der Schalungsstützen (mindestens 8 Wochen stehen lassen) erreicht. Die in der statischen Berechnung angesetzten E-Moduli von Stahlbeton sollten durch Materialuntersuchungen an Probekörpern nachgewiesen werden.

Sollten die Dachbinder nicht vormontiert und im Ganzen eingehoben werden, sind während des Bauzustandes Hilfsstützen vorzusehen, die evtl. durch die EG-Decke durchgesteift werden müssen oder auf die Stützenstellung abzustimmen sind. Die Hilfsstützen sind vom Auftragnehmer ausführungsfähig zu planen und die zusätzlichen Auflasten in die Bemessung der Fertigteile einzurechnen.

1.3.4 FUGENLOSE KONSTRUKTION

Die neuen Stahlbetondecken und Bodenplatten mit ihren maximalen Abmessungen bis ca. 62x19 m werden jeweils ohne dauerhafte Gebäudefugen ausgeführt. Durch Schwind- und Temperaturvorgänge treten bei fugenlosen Baukörpern zwischen Festpunkten aufgrund der Verformungshinderungen Zwangsspannungen auf.

Nach DIN EN 1992-1-1, 7.3 sind in längeren Bauteilen, bei denen Zwangsschnittkräfte entstehen können, geeignete Konstruktionsmaßnahmen zur Beschränkung der Rissbreite vorzusehen. Sie dienen der Sicherung der Gebrauchsfähigkeit und der Dauerhaftigkeit des Bauwerkes. Insbesondere muss eine Zwangsbewehrung vorgesehen werden (siehe Pos. 3.4.6), mit der die Rissbreiten auf ein zulässiges Maß beschränkt werden. Diese Bewehrung besteht prinzipiell beidseitig aus Stäben geringen Durchmessers im engen Abstand.

Die Betontechnologie, wie z.B. Art und Lage der Arbeitsfugen, Betonrezeptur etc. sind von der ausführenden Firma zu planen und dem Auftraggeber und dessen Fachplaner vorzulegen. Die nutzungsbedingten Eigenschaften dürfen durch die Arbeitsfugen nicht beeinträchtigt werden.

Grundsatz bei der Herstellung von großflächigen Betonbauteilen ist es, Verformungen infolge Schwinden und Kriechen des Betons möglichst klein zu halten. Deshalb wird gefordert:

- Beton mit geringer Hydratationswärme
- niedrigen Wasser-Zement-Wert (Wasser/Bindemittel-Wert) einhalten, Beton mit Su-perverflüssiger verarbeiten
- Frostbeständige, hochwertige Zuschlagstoffe mit im günstigen Bereich liegender Kornzusammensetzung
- Einbau des Frischbetons mit möglichst niedriger Eigentemperatur bei möglichst ge-ringer Außentemperatur (Grenzen DIN EN 13670 beachten)
- geringe Temperaturdifferenz zwischen Bauteilkern und -oberfläche (gezielt eingebau-te Wärmedämmung) und gleichzeitig geringe Temperaturdifferenz zwischen neuem und altem Beton (<10 - 15 K)
- Die aus der geforderten langsamen Festigkeitsentwicklung des Betons resultierenden längeren Nachbehandlungsdauern entsprechend DIN EN 13670 Anhang F8.5 sind als Mindestwerte zu verstehen.
- den „jungen“ Beton vor Witterungseinflüssen (Sonneneinstrahlung, Zugluft, Wind und Regen) und raschem Abkühlen schützen, Feuchthalten keinesfalls mit kaltem Wasser
- Insbesondere die oberflächennahe Austrocknung ist durch Folien o.ä. zu verhindern. Fluten (stehendes Wasser) ist wegen des oberflächennahen Quellens des jungen Zementsteins zu vermeiden.
- Ausschallfrist nach DIN EN 13670 beachten, bei großen Deckenspannweiten (auch bei Unterzügen) auf 14 Tage erhöhen und Hilfsstützen siehe oben
- Fundamentvertiefungen sind zusammen mit der Bodenplatte zu betonieren.

Rechtzeitig vor der Bauausführung sind durch die Baufirma in Abhängigkeit von verschiedenen Außentemperaturen während der Ausführungszeit entsprechende Betonrezepturen zu erarbeiten und auf Ihre Eignung hin zu überprüfen. Die Prüfung der geforderten langsamen Festigkeitsentwicklung muß dabei unter Baustellenbedingungen erfolgen. Da die Beschränkung der Rißbreite von der Betonnennfestigkeit stark abhängt, sind Überfestigkeiten unbedingt zu vermeiden

1.3.5 KRIECHEN UND SCHWINDEN

Kriechen und Schwinden müssen berücksichtigt werden, wenn ihre Einflüsse merklich sind, wie bei Verformungen, Spannungen, Rechnungen nach Theorie II. Ordnung und vorgespannten Tragwerken.

Die Ermittlung der Spannungen und Verformungen kann für übliche Hochbauten nach DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.1 bzw. 7.4.2 jedoch entfallen. Die in Pos. 1.3.4 (Fugenlose Bauweise) und Pos. 1.3.3 (Durchbiegung) angesprochenen Maßnahmen sind zu beachten.

1.3.6 MINDESTBEWEHRUNG / ZWANG

Eine Rissbildung in Stahlbetonbauteilen, insbesondere in den Zugzonen, ist nahezu unvermeidbar. Die Rissbreite ist so zu beschränken, dass die ordnungsgemäße Nutzung des Tragwerkes sowie sein Erscheinungsbild und die Dauerhaftigkeit als Folge von Rissen nicht beeinträchtigt werden. Ziel ist es, klaffende Risse zu vermeiden und Zwangskräfte durch eine kontrollierte Rissentwicklung abzubauen.

Die möglichen rechnerischen Verfahren der Rissbreitenbeschränkung erlauben keine exakte Vorhersage und Begrenzung der Rissbreite. Die Rechenwerte der Rissbreite sind als Anhaltswerte zu sehen, deren gelegentliche und geringfügige Überschreitung im Bauwerk nicht ausgeschlossen werden kann. Dies ist jedoch bei Beachtung der konstruktiven Regeln der DIN EN 1992-1-1 im allgemeinen unbedenklich (siehe DIN EN 1992-1-1, Abs. 7.3.1).

Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und das Erscheinungsbild eines Bauteils gelten nach DIN EN 1992-1-1 als erfüllt, wenn die Anforderungen nach Tabelle 7.1DE der DIN EN 1992-1-1 eingehalten werden. Höhere Anforderungen (kleinere Rissweiten) müssen mit dem Bauherrn vereinbart werden. Auszug Tabelle NA.7.1 der DIN EN 1992-1-1 zur Begrenzung der Rissbreite:

Zeile	Spalte	2
	Expositions- klasse	Rechenwert der Rißweite w_k
1	XC0, XC1	0,4 mm
2	XC2, XC3, XC4	0,3 mm

→ **Einwirkungskombination
quasi-ständig**

→ **Innenbauteile**

→ **Gründungs- und Außen-
bauteile**

Sichtbetonanforderungen sind nicht vorgegeben, nach denen eine weitere Begrenzung der Rissweite erforderlich wäre.

Die Mindestbewehrung wird im Zuge der Ausführungsplanung nach DIN EN 1992-1-1 ermittelt. Für die möglichen Abminderungen ist von der ausführenden Firma eine entsprechende Betontechnologie anzuwenden.

1.3.7 BETONDECKUNG

Nach DIN EN 1992-1, Abs. 4.4.1 erforderliche Betondeckung:

4.11 Betondeckung der Bewehrung für Betonstahl in Abhängigkeit von der Expositionsklasse^{1) 4)}

Expositionsklasse	Stabdurchmesser ²⁾ d_s [mm]	Mindestmaße c_{min} [mm]	Nennmaße c_{nom} [mm]
XC1	bis 10	10	20
	12, 14	15	25
	16, 20	20	30
	25	25	35
	28	30	40
XC2, XC3	bis 20	20	35
	25	25	40
	28	30	45
XC4	bis 25	25	40
	28	30	45
XD1, XD2, XD3 ³⁾	bis 28	40	55
XS1, XS2, XS3	bis 28	40	55

¹⁾ Bei mehreren zutreffenden Expositionsklassen für ein Bauteil ist jeweils die Expositionsklasse mit den höchsten Anforderungen maßgebend

²⁾ Bei Stabbündeln ist der Vergleichsdurchmesser d_{sv} maßgebend

³⁾ Für XD3 können im Einzelfall zusätzlich besondere Maßnahmen zum Korrosionsschutz der Bewehrung nötig sein

⁴⁾ Für Spannstahlbewehrung gelten die Anforderungen nach [3], Tabelle 4

Vergrößerung der Betondeckung erforderlich bei:

- Bauteilen aus Leichtbeton
gilt zusätzlich, dass c_{min} mindestens 5 mm größer sein muss als der Durchmesser der größten porigen leichten Gesteinskörnung, außer bei Expositionsklasse XC1.
- Verschleißbeanspruchung
besteht alternativ zu zusätzlichen Anforderungen an die Gesteinskörnungen die Möglichkeit, die Mindestbetondeckung der Bewehrung c_{min} zu vergrößern (Verschleißschicht).
Richtwerte für die Dicke der Verschleißschicht: bei XM1: $\Delta c_{Verschleiß} = + 5 \text{ mm}$
bei XM2: $\Delta c_{Verschleiß} = + 10 \text{ mm}$
bei XM3: $\Delta c_{Verschleiß} = + 15 \text{ mm}$
- Betonieren gegen unebene Flächen
Vorhaltemaß erhöhen:
- generell um das Differenzmaß der Unebenheit
- Mindesterhöhung um $\Delta c_{uneben} \geq + 20 \text{ mm}$
- bei Herstellung unmittelbar auf dem Baugrund um $\Delta c_{uneben} \geq + 50 \text{ mm}$

Verminderung der Betondeckung zulässig bei:

- Bauteilen mit hoher Betondruckfestigkeit f_{ck}
wenn f_{ck} um 2 Festigkeitsklassen höher liegt als erforderlich, um 5 mm. Ausnahme: Abminderung für XC1 unzulässig.
- Bauteilen mit kraftschlüssiger Verbindung Fertigteil/Ortbeton:
 $c_{min} \geq 5 \text{ mm}$ im Fertigteil; $c_{min} \geq 10 \text{ mm}$ im Ortbeton
bei Nutzung der Bewehrung im Bauzustand gelten jedoch die Tafelwerte für c_{min} .
- entsprechender Qualitätskontrolle
bei Planung, Entwurf, Herstellung und Bauausführung sind Abminderungen entsprechend DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung“ zulässig, i. d. R. um 5 mm.

Quelle: DIN 1045-1

1.3.8 BAUTEILBEZOGENER BRANDSCHUTZ DER NEUBAUTEILE

Alle Tragwerksteile sind im Allgemeinen feuerbeständig (F90) auszuführen. Für einige Wände genügt auch feuerhemmend (F30) Im Einzelfall werden folgende Anforderungen gestellt:

	Bauteil	Anforderung
1	tragende Konstruktion EG	F 30 A
2	Stützen OG	F 30 A
3	Treppenraumwände	F 30
4	Aufzugswände	F 30
5	Dach OG	F 0
6	Notwendige Treppen	F30 A

Explosionslasten sind nicht vorgegeben.

Der Feuerwiderstand ist bei Stahlbetonbauteilen im Allgemeinen durch die Wahl der Abmessungen und Betondeckung sichergestellt. Für Stützen ist zudem eine Heißbemessung nach einem vereinfachten Tabellen- oder einem detaillierten Rechenverfahren gemäß DIN EN 1992-1-2 und NA möglich. Die bauteilbezogenen Festlegungen erfolgen in der Ausführungsplanung.

STATISCHE BERECHNUNG

Radsportzentrum Schwerin Neubau

Genehmigungsplanung

Pos. 2 Lastannahmen

Kap./Pos.	Bezeichnung	Seiten		
2.1	Allgemeines	1	-	2
2.2	Eigenlasten/Konstruktionslasten	1	-	1
2.3	Ausbaulasten	1	-	5
2.4	Nutzlastkonzept (vertikale Nutz-/Verkehrslasten)	1	-	6
2.5	Windlasten	1	-	13
2.6	Schneelasten	1	-	1
2.7	Erbeben	1	-	1
2.8	Abtriebskräfte aus Imperfektion der Obergurte	1	-	2

2. LASTANNAHMEN

2.1 ALLGEMEINES

Nachfolgend werden die Planungsansätze hinsichtlich Einwirkungen auf das Tragwerk zusammengestellt. Dazu zählen vor allem:

- die sich aus der gewünschten Ausstattung und Gestaltung ergebenden Ausbaulasten,
- die Vereinbarung maximaler Nutzlasten in den unterschiedlichen Bereichen,
- die Festlegung nutzungsspezifischer Lasten (z. B. Großgeräte).

Sämtliche Lastannahmen werden als charakteristische Werte getrennt für die Einwirkungen dargestellt:

- ständige Einwirkungen:

$$\begin{aligned} g_k &= g_{1,k} \text{ (Eigenlasten)} \\ &+ g_{2,k} \text{ (Lasten nicht tragender Bauteile)} \\ &+ g_{3,k} \text{ (ggf. nutzungsspezifische Lasten)} \end{aligned}$$

- veränderliche Einwirkungen:

$$\begin{aligned} q_k &\text{ (Flächennutzlast entsprechend Raumnutzung)} \\ w_k &\text{ (Windbeanspruchungen)} \end{aligned}$$

Die Verringerung des Gewichts der Wände aufgrund von Fenstern und Türen wird nicht berücksichtigt. Die Eigenlasten der modellierten Bauteile, die sich am jeweils betrachteten Lastabtrag beteiligen (Fachwerkgurte und Streben, Pfetten Stützen, Decken, Unterzüge, Wandscheiben) werden programmintern durch Vorgabe der Abmessungen automatisch ermittelt. Für Wände, Stützen und sonstige Bauteile wie Spannbetonhohldielen, Verbundträger, Treppen, etc. werden Linien- bzw. Punktlasten für die Lastermittlung angesetzt.

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		Auftrag Nr. H22 11219	Seite 2
		Datum 06/2024	Pos. 2.1

Grundlage für die Einordnung des Gebäudes bildet Eurocode 1 Einwirkungen auf Tragwerke:

Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau, DIN EN 1991-1-1:2010-12 und DIN EN 1991-1-1/NA:2015-09

Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke,
DIN EN 1991-1-2:2010-12 und DIN EN 1991-1-2/NA:2010-12

Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten,
DIN EN 1991-1-3:2010-12 und DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12

Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten,
DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12

Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen,
DIN EN 1991-1-5:2010-12 und DIN EN 1991-1-5/NA:2010-12

Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen, Einwirkungen während der Bauausführung,
DIN EN 1991-1-6:2010-12 und DIN EN 1991-1-6/NA:2010-12

Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen,
DIN EN 1991-1-7:2010-12 und DIN EN 1991-1-7/NA:2010-12

2.2 EIGENLASTEN / KONSTRUKTIONSLASTEN

Die charakteristischen Eigenlasten der Tragkonstruktion werden gemäß DIN EN 1991-1 als Produkt aus den planmäßigen Abmessungen des Bauteils und der mittleren Wichte (entsprechend DIN EN 1991-1-1) berechnet und als ständige Last berücksichtigt. Für bewehrten Beton wird dementsprechend eine mittlere Wichte von $25,0 \text{ kN/m}^3$ angenommen, für Stahlprofile ein Wert von $78,5 \text{ kN/m}^3$. Zur Berücksichtigung von Schweißnähten, Schrauben, Anschlussplatten, Steifen... wird die Stahlwichte auf $78,5 \times 1,1 = 86,35 \text{ kN/m}^3$ erhöht.

Dachtragwerk

Das Dachtragwerk besteht aus den Fachwerkbindern, dem Randfachwerk, den Pfetten sowie Trapezprofilen. Letztere tragen sich selbst sowie den Dachaufbau auf die Pfetten ab und werden unabhängig vom restlichen Tragwerk bemessen. Ihr Gewicht wird bei den entsprechenden Ausbaulasten berücksichtigt, da es nicht programmintern miterfasst wird.

Decken, Bodenplatte und Fundamente

Das Eigengewicht der Decken und Bodenplatte wird automatisch vom Programm anhand der Bauteilabmessungen ermittelt. In Nebenprogrammen werden die Lasten entsprechend ihrer Bauteildicke ($\gamma_{\text{Beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$) ermittelt, oder im Falle von Spannbetonhohldielen mit den Gewichtsangaben der Hersteller angegeben.

Wände, Stützen, tragende Überzüge

Das Eigengewicht der aufstehenden tragenden Wände, Stützen und Brüstungen werden automatisch vom Programm anhand der Bauteilabmessungen ermittelt.

2.3 AUSBAULASTEN

Der Begriff „Ausbaulasten“ umschließt alle durch nichttragende Bauteile (z. B. Fußbodenaufbauten, Unter- / Abhangdecken, nicht tragende Trennwände, Fassaden u.a., hier auch Trapezprofile) oder feste Einrichtungen und Einbauten (z. B. Oberlichter, Geländer u.a.) erzeugten Lasten.

Gemäß der aktuellen Planung sind im Folgenden die Lasten der Dach- und Fußbodenaufbauten, der Unterdecken und der Fassaden aufgeführt:

Dach:

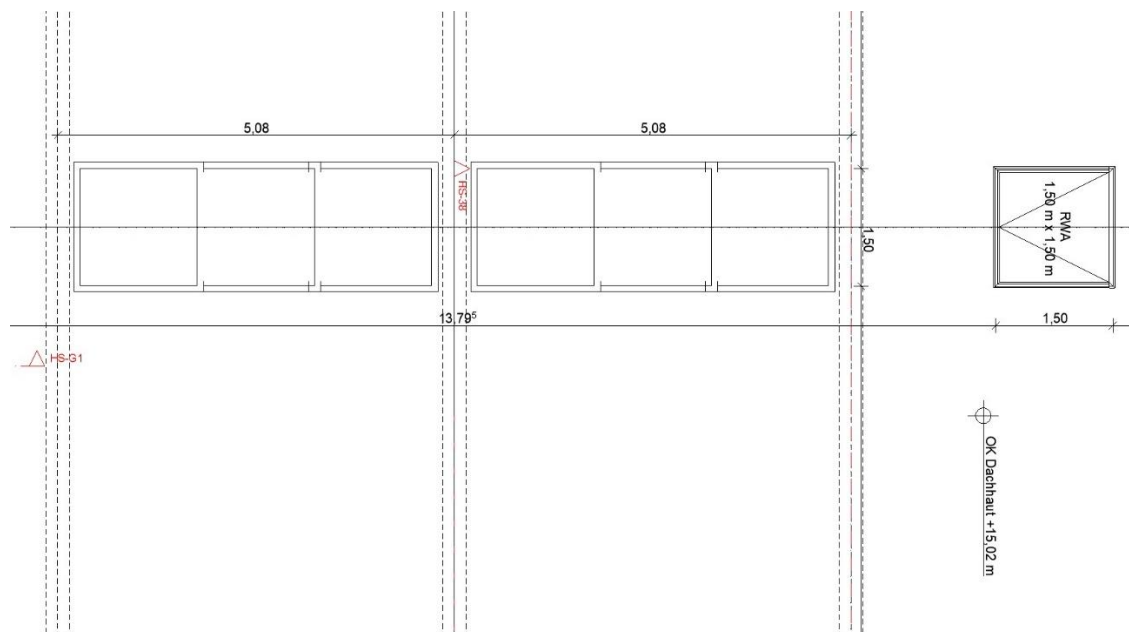
Oberlichter (natürliches Licht)

Zwischen Achse 6 und 11 werden Lichtbänder eingebaut. Sie spannen von Pfette zu Pfette.

Ihre Maße betragen jeweils 1,50 x 4,78 m. Ihr Eigengewicht soll mit

- 74 kg Oberlicht
- 5 kg Zarge
- 60 kg HDS-System
- Gesamtlast = 74+5+60 = 139 kg

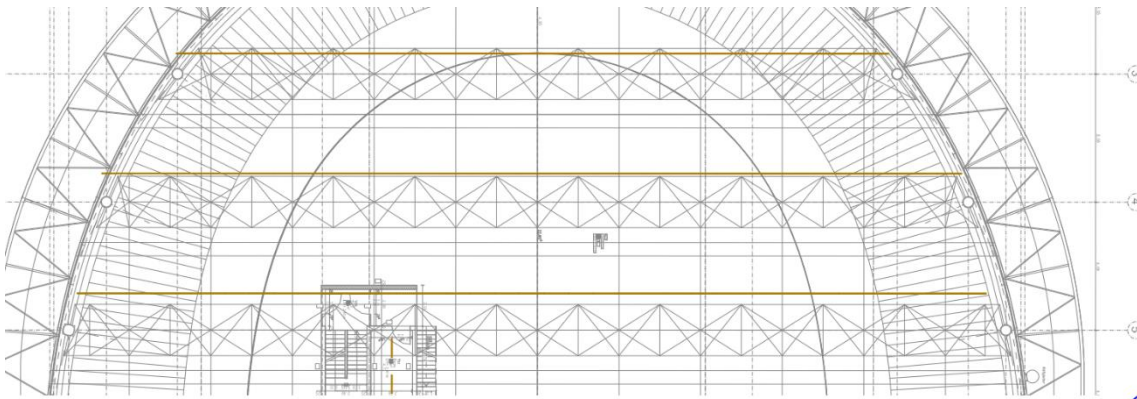
berücksichtigt werden. Dies entspricht einer Flächenlast von $1,39 / (1,5 \times 4,78) = 0,2 \text{ kN/m}^2$, welches kleiner ist als die Ausbaulast im Regelbereich. Die Lichtbänder werden daher nicht weiter berücksichtigt.



Lichtbänder (künstliches Licht)

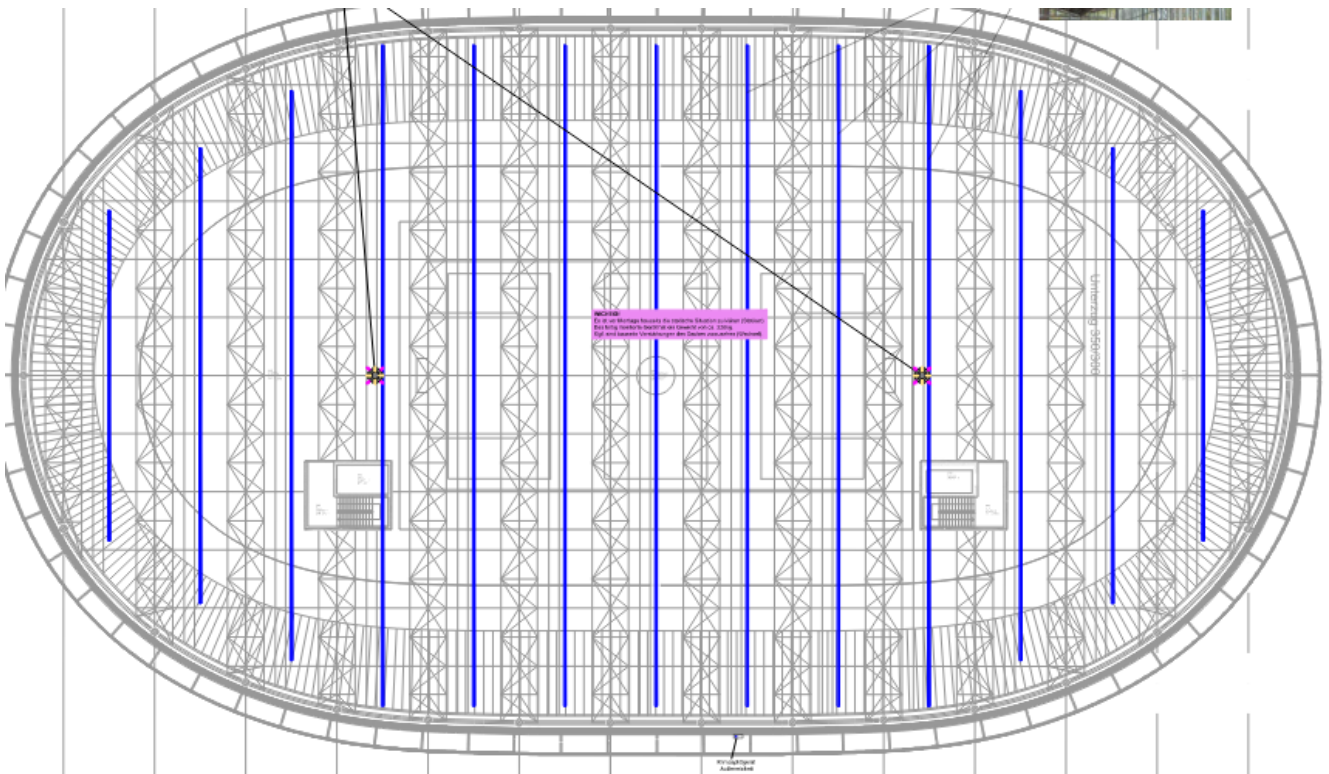
An der Decke werden Lichtbänder befestigt, die jeweils mit einem Gesamtgewicht von ca. 200 kg für ca. 40 Leuchten berücksichtigt werden sollen. Pro Feld wird ein Lichtband angeordnet.

$$g_k = 2,0 \text{ kN} / 50 \text{ m} = 0,04 \text{ kN/m}$$



Deckenstrahlplatten

In jedem Zahlenachsenfeld werden Deckenstrahlplatten mit einem Gewicht von 25 kg/m eingebaut.



Lüftungsgerät

Auf dem Dach wird ein Lüftungsgerät installiert. Das Eigengewicht beträgt max. 400 kg (mit Zubehör). Da die genau Lage noch nicht bekannt ist, werden die 5 kN bei jedem Binder berücksichtigt und in der Mitte der Binder auf beide Obergurte aufgeteilt.

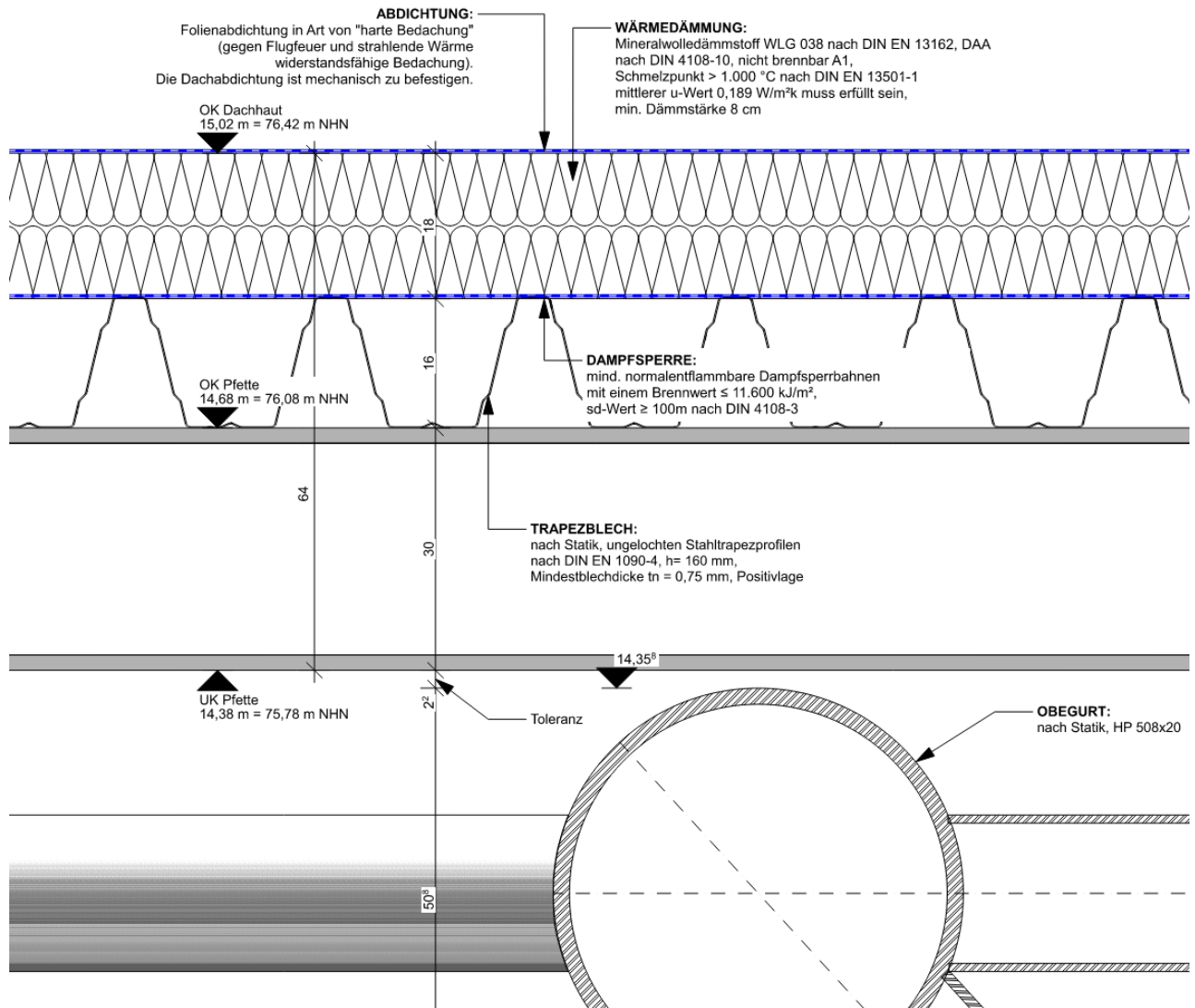
Radrennbahn

Das Eigengewicht der Radrennbahn wird bei den veränderlichen Lasten berücksichtigt.

Weitere Ausbaulasten

Über das Dach verteilt sind 18 Wechselrichter mit einem Gewicht von je ca. 40 kg sowie ca. 60 Blitzschutzfangstangen mit ca. 10 kg Gewicht vorgesehen.

Dachaufbau



Ausbaulast	Dach	
	Trapezprofil T 160.1 t = 1,25 mm	0,25 kN/m²
	Dampfsperre	
2 Lagen	Abdichtung	0,14 kN/m²
	Wärmedämmung Mineralwolle WLG	
18 cm	038	0,18 kN/m²
	Lichtbänder, Deckenstrahlplatten, weitere Ausbaulasten	0,75 kN/m²
		= 1,32 kN/m²
		≈ 1,4 kN/m²

Die Pfetten (HEB 300) werden als Linienlasten auf die Binderobergurte aufgebracht.

$$g_k = 1,2 \frac{kN}{m} * \frac{8 m}{2 * 5,1 m} = 1,0 kN/m$$

Die Ausbaulasten werden entsprechend ihrer Einflussbreite auf die Obergurte aufgebracht. Zur Berücksichtigung der Durchlaufwirkung der Pfetten werden sie mit 1,15 faktorisiert.

Decke über EG

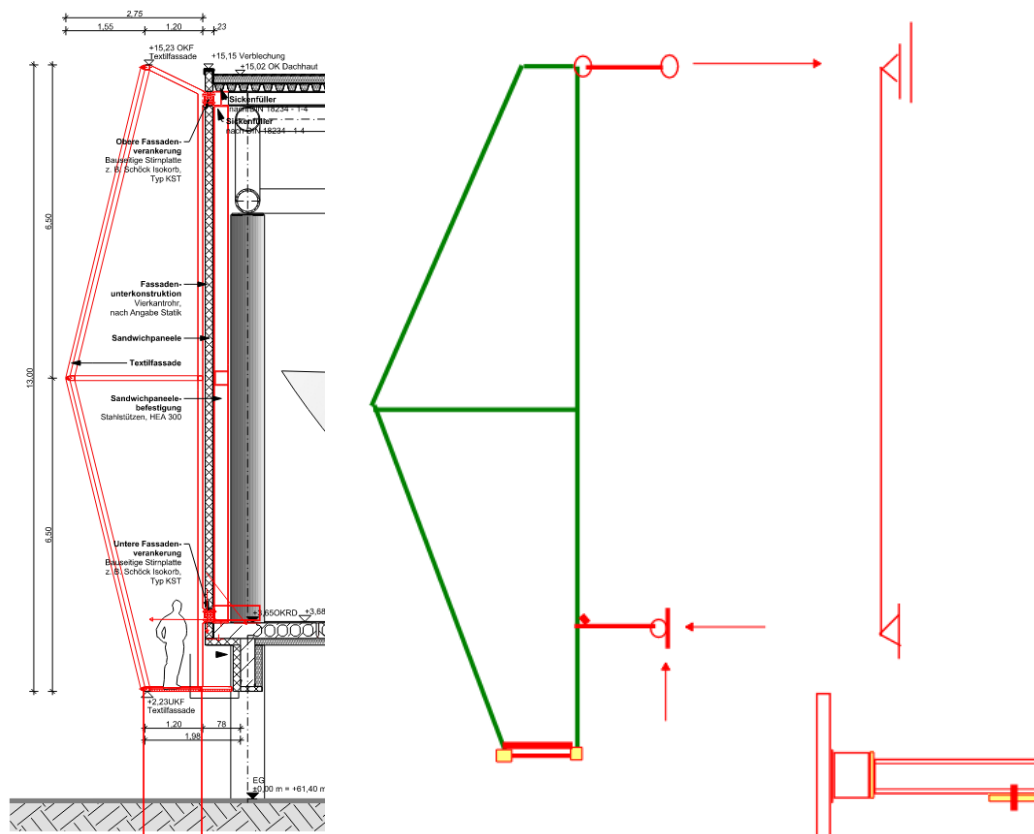
Ausbaukast	Decke über EG	
5 cm	Ausgleichsschicht	1,25 kN/m ²
	Hautechnikinstallation	0,25 kN/m ²
20 cm	Wärmedämmung	0,25 kN/m ²
	Birke-Sperrholz-Platte + Belag	0,1 kN/m ²
		= 1,85 kN/m²

Bodenplatte

Ausbaukast	Bodenplatte	
	Beschichtung (Linoleum, Nadelfilz, Fliesen)	
1 cm	Fliesen	
6 cm	Estrich	
2,5 cm	Trittschall	
2,8 cm	Bodenkanal / Ausgleichsschicht	
ca. 1 cm	Ausgleich	
		= 2,0 kN/m²

Fassade

Die nichttragende zweischalige Fassade bestehend aus Sandwichelementen als thermische Hülle und einer der Optik dienenden Membranhaut (Screen) auf Stahl- Unterkonstruktion. Ihr Gewicht wird als Ausbaulast berücksichtigt. Veränderliche Lasten, die auf die Fassade einwirken werden in entsprechenden Anschlussknoten auf die Tragstruktur aufgebracht.



Für die Fassade wird vertikal folgendes Eigengewicht berücksichtigt:

- Screen + UK: 18 kN/m
- Sandwichelemente: 4,5 kN/m
- Stützen für Sandwichelemente: 4 kN/m

- Summe = 26,5 kN/m

Die vertikalen Lasten der Fassade wirken im Schwerpunkt der Stahlbetonunterzüge. Über biegesteif angeschlossene Bauteile sind die Lasten dorthin zu führen.

2.4 NUTZLASTKONZEPT (VERTIKALE NUTZ- / VERKEHRSLASTEN)

Gemäß Tabelle 6.1DE DIN EN 1991-1-1 und NAD sind in folgender Tabelle die Verkehrslasten zusammengestellt:

Nutzlasten gemäß Tabelle 6.1DE DIN EN 1991-1-1 und NAD:

Kategorie		Nutzung	Beispiele gem. DIN EN 1991 sowie zugeordnete Räume bei diesem Bauvorhaben	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
B	B1	Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	Flure in Bürogebäuden, Büroflächen, Arztpraxen, Stationsräume, Aufenthaltsräume einschl. Flure, Kleinviehställe	2,0	2,0
			Büroräume, Umkleiden, WCs incl. zugehörige Flure, Regieraum OG		
C	C4	Räume, Versammlungsräume und Flächen, die der Ansammlung von Personen dienen können	Sport- und Spielflächen; z.B. Tanzsäle, Sporthallen, Gymnastik- und Kraftsporträume, Bühnen	5,0	7,0
			Gesamtes OG, Rollen- und Kraftraum EG		
E	E1.1	Fabriken und Werkstätten, Ställe, Lageräume und Zugänge, Flächen mit erheblichen Menschenansammlungen	Flächen in Fabriken ^a und Werkstätten ^a mit leichtem Betrieb und Flächen in Großviehställen	5,0	4,0
			Werkstatt EG, Elt- und EDV-Raum EG		
	E1.2		Lagerflächen, einschließlich Bibliotheken	6,0 ^b	7,0
			Archiv, Materiallager *		
T	T2	Treppen und Trepppodeste	Treppen und Podeste der Kategorie B1 mit nennenswertem Publikumsverkehr, B2 bis E	5,0	2,0
			alle Treppen und -podeste		
H		nicht begehbare Dächer	nicht begehbare Dächer außer für übliche Reparaturen, Dachneigung $\leq 20^\circ$	0,75	1,0
			gesamtes Dach** $\rightarrow 1,5\text{kN/m}^2$		

- a Nutzlasten in Fabriken und Werkstätten gelten als vorwiegend ruhend. Im Einzelfall sind sich häufig wiederholende Lasten je nach Gegebenheit als nicht vorwiegend ruhende Lasten nach 6.4 einzuordnen.
- b Bei diesen Werten handelt es sich um Mindestwerte. In Fällen, in denen höhere Lasten vorherrschen, sind die höheren Lasten anzusetzen.
- c Für die Weiterleitung der Lasten in Räumen mit Decken ohne ausreichende Querverteilung auf stützende Bauteile darf der angegebene Werte um $0,5\text{ kN/m}^2$ abgemindert werden.
- d Hinsichtlich der Einwirkungskombinationen nach DIN 1055-100 sind die Einwirkungen der Nutzungskategorie des jeweiligen Gebäudes oder Gebäudeteils zuzuordnen.

* Für Archive und Lagerräume sind ggf. höhere Lasten anzunehmen, die im Einzelnen anhand der geplanten Regalstellung, der Nutzung und der einzulagernden Gegenstände festzulegen sind. Seitens Bauherrn / Nutzer konnten keine Angaben gemacht werden – es wird daher mit der Mindestverkehrslast von $6,0\text{kN/m}^2$ gerechnet. Für die Einhaltung ist örtlich eine entsprechende Beschilderung vorzusehen, z.B. „maximale Deckenbelastung 600 kg/m^2 “.

**** Die Dächer werden mit einer gleichmäßig verteilten Verkehrslast von $p = 1,5 \text{ kN/m}^2$ bemessen. Damit werden die Schneelast nach DIN EN 1991-1-3 sowie die Photovoltaikanlage mit 50 kg/m^2 (Angabe TGA) und Winddruck auf die Photovoltaikanlage abgedeckt.**

Eine Verkehrslast der Haustechnikräume wurde durch den TGA-Planer nicht vorgegeben. Es wird damit von 5 kN/m^2 ausgegangen. Am Dach soll noch 1 Lüftungsgerät mit einem maximalen Eigengewicht von 4 kN angehängt werden. Das Lüftungsgerät befindet sich zwischen den Obergurten eines Binder. Klar ist noch nicht, an welchem Binder. Je Obergurt werden in Feldmitte $3,0 \text{ kN}$ angesetzt. Eine ggf. erforderliche Unterkonstruktion wird damit abgedeckt.

Für die Unterfahrt des Aufzuges sind an 6 Punkten und am Schachtkopf 2 Punkte mit je 40 kN zu berücksichtigen.

Zwischen thermischer Hülle und Screen-Fassade befindet sich ein Revisionsgang mit einer Breite von 1 m . Hier ist eine Verkehrslast von $2,0 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen.

Für die hölzerne Radrennbahn wurden durch den Planer die anzusetzenden Einzellasten angegeben. Für eine spätere Reserve werden die Lasten um ca. 25% vergrößert:

- ständige Last $0,72 \dots 1,26 \text{ kN}$
- veränderliche Last $0,43 \dots 6,10 \text{ kN}$

Für die Verankerung der Volleyballnetze sind Sportgerätehülsen vorgesehen. Die anzusetzenden Lasten konnten vom Bauherrn noch nicht angegeben werden

Das Gebäude ist in die Bedeutungskategorie III sowie in Erdbebenzone 0 im Sinne der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 einzuordnen. Damit ist die Belastung durch Erdbeben so gering, dass keine rechnerischen Nachweise erforderlich sind.

Das Gebäude liegt im unmittelbaren Verkehrsbereich des Parkplatzes. Die Stützen und Wände sind somit für Anpralllasten auszulegen. Auf der sicheren Seite werden für die Randstützen des EG die geringen Werte nach DIN EN 1991-1-7/NA:2010-12) angesetzt:

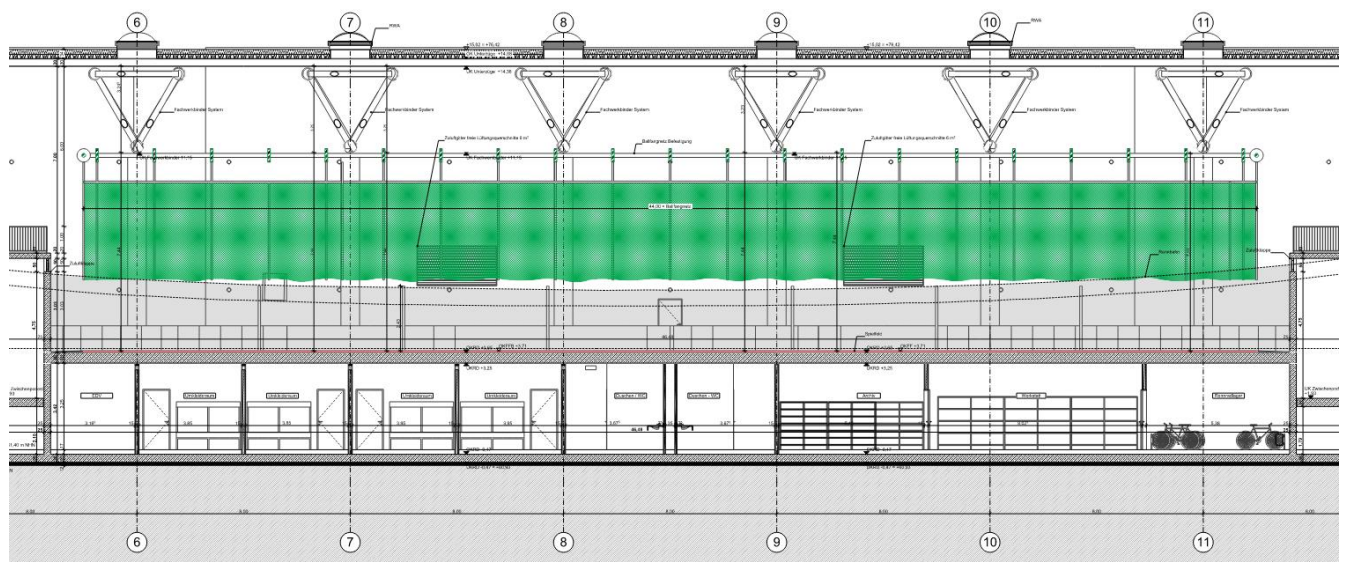
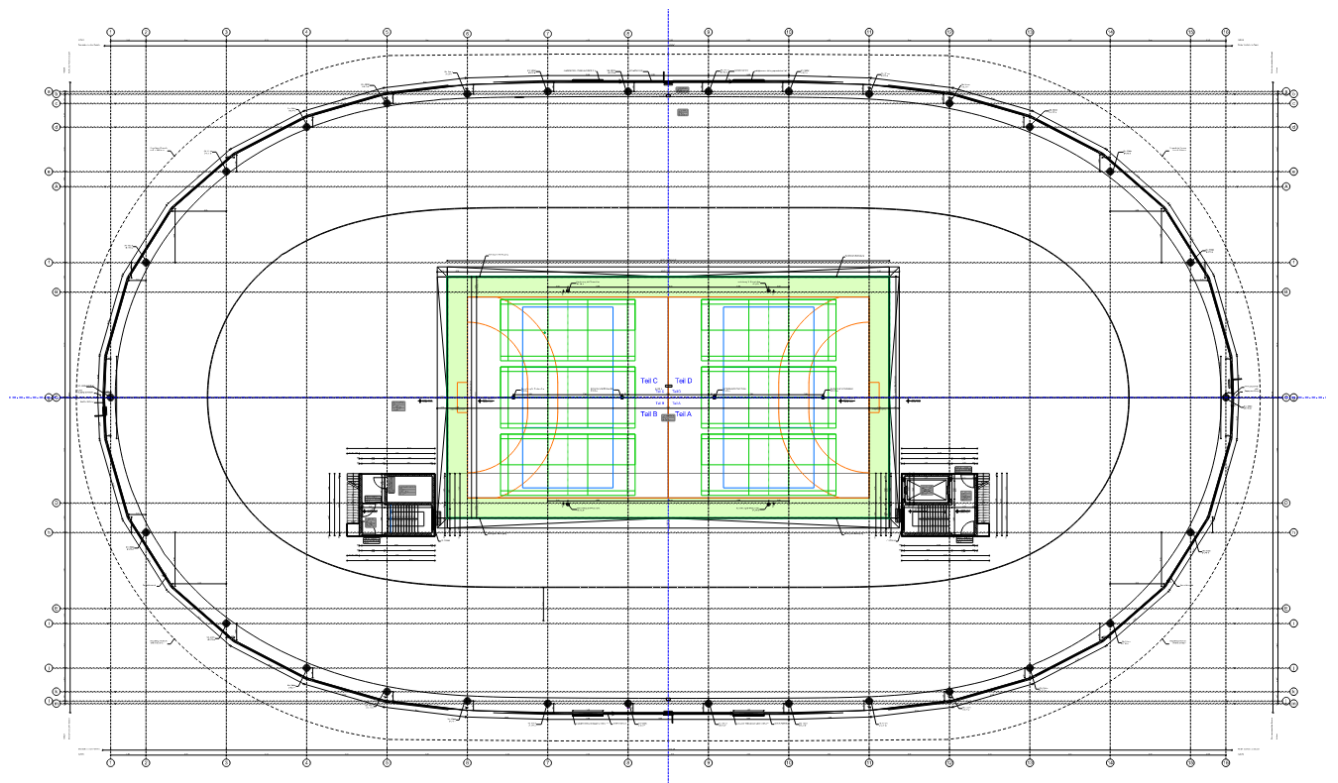
	1	2	3	
	Kategorie	Ersatzlast in MN (DIN EN 1991-1-7/NA:2010-12)		zugeordnete Bauteile bei diesem Bauvorhaben
		F_x in Fahrtrichtung	F_y rechtwinklig zur Fahrtrichtung	
5	Für Lkw befahrbare Verkehrsflächen (z. B. Hofräume) bzw. Gebäude mit Pkw-Verkehr $> 30 \text{ kN}$	0,1	0,1	Randstützen EG
6	für PKW befahrbare Verkehrsflächen (z.B. Hofräume)	0,05	0,025	Außenwände und Innenstützen EG

Über die genannten Lastannahmen nach DIN EN 1991-1-1 hinaus gibt es nach Aussage von Bauherr bzw. Nutzer bisher keine Sonderlasten zu berücksichtigen.

Ballfangnetze

Im Bereich um das Spielfeld werden Ballfangnetze angeordnet. Ihre Tragkonstruktion wird an den Untergurten der Binder befestigt. Für die Ballfangnetze soll ein Gewicht von 22 kg/lf. m berücksichtigt werden. Für ihre Tragkonstruktion wird eine weitere Last von 1,28 kN/m berücksichtigt. Die Lasten werden an den Untergurten der Binder angesetzt.

- Zusatzlasten Binder Achse 6 und 11: über die mittleren 24 m: 1,5 kN/m
+ jeweils 6,0 m x 1,5 = 9 kN 12 m vom Mittelpunkt in beide Richtungen
- Zusatzlasten Binder Achse 7 bis 10: jeweils 8,0 x 1,5 = 12 kN 12 m vom Mittelpunkt in beide Richtungen

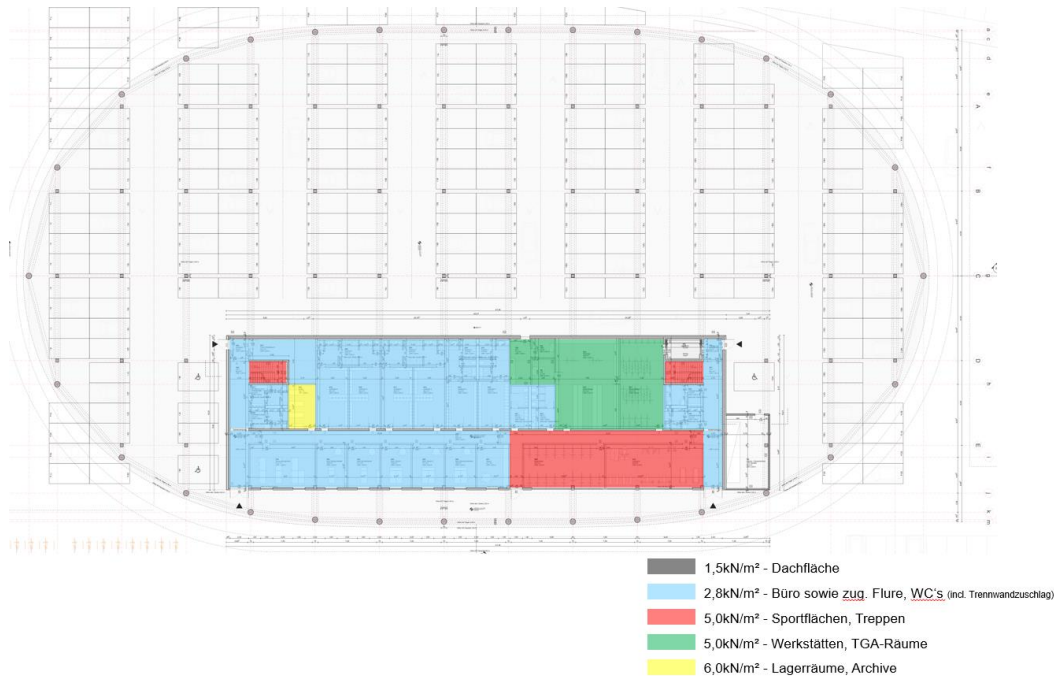


Nicht tragende Trennwände

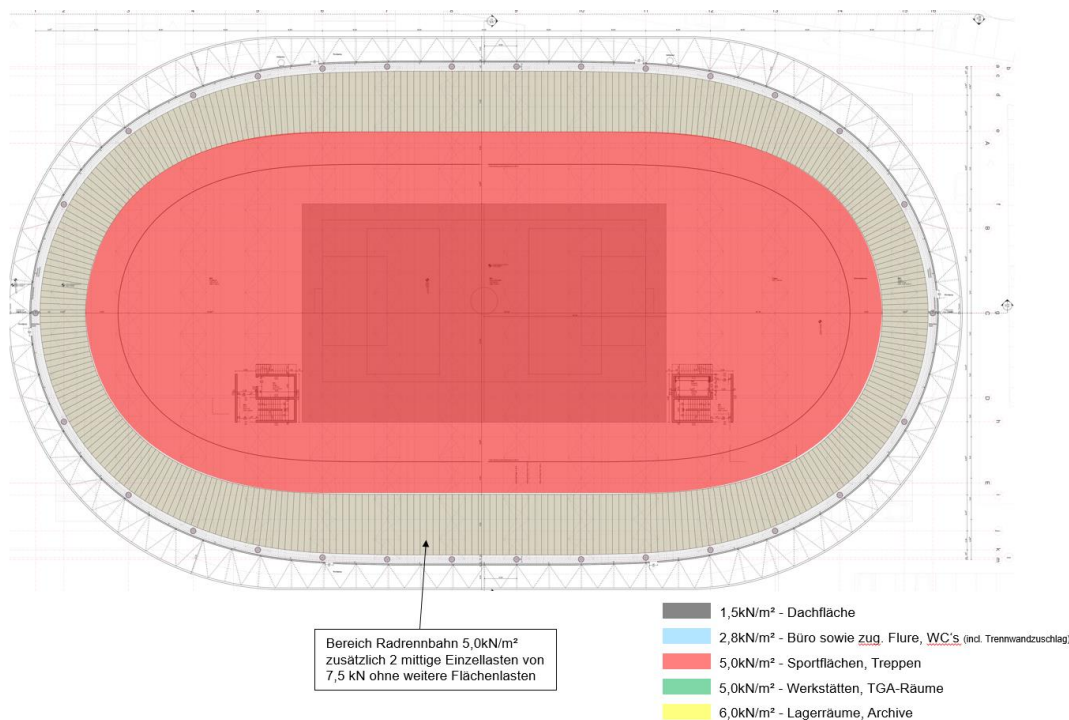
Entsprechend DIN EN 1991-1-1/NA, Abschnitt 6.3.1.2, werden leichte Trennwände als zusätzliche veränderliche Einwirkung (Flächenlast auf Decken) wie folgt erfasst:

- Wandgewicht bis 3,0 kN/m Wandlänge: $\Delta q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$
- Wandgewicht zwischen 3,0 kN/m und 5,0 kN/m Wandlänge: $\Delta q_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$
- Für Flächennutzlasten $\geq 5,0 \text{ kN/m}^2$ wird kein Trennwandzuschlag berücksichtigt.

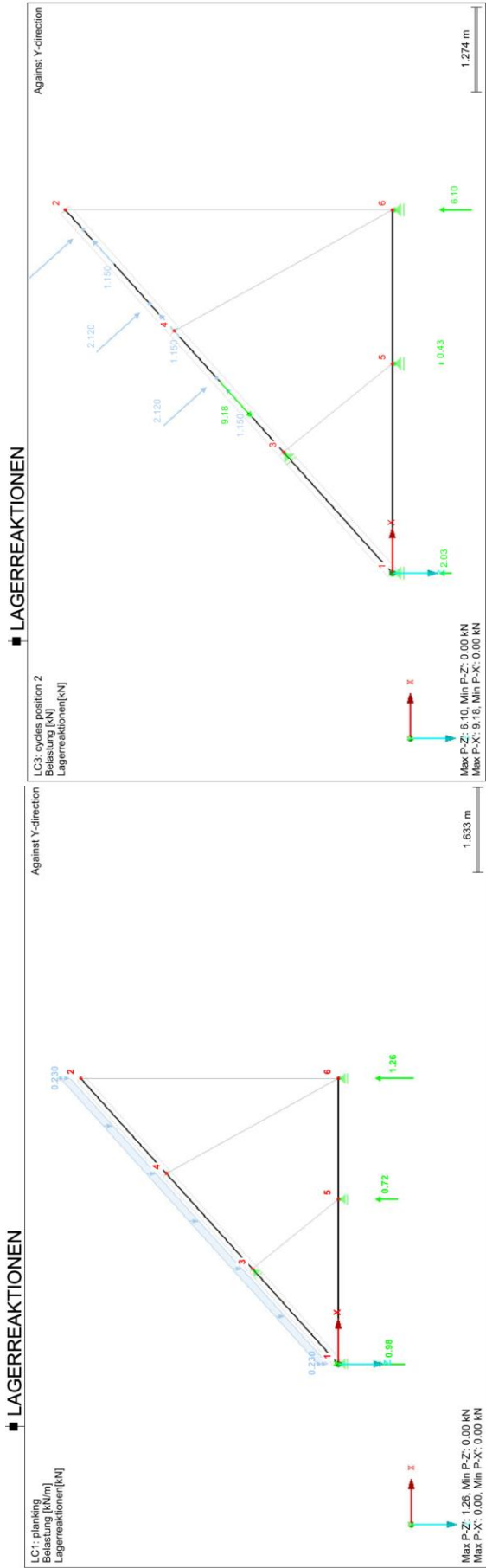
Grundriss EG (Bodenplatte EG)



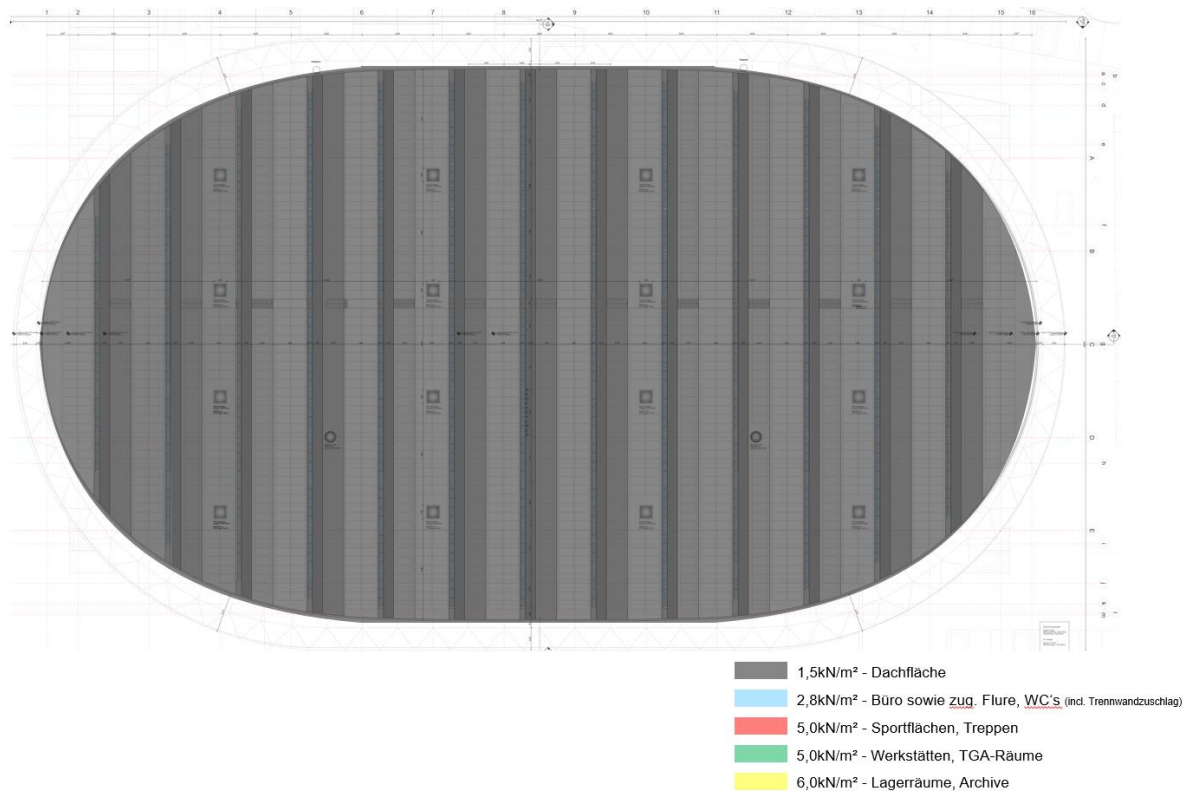
Grundriss Decke über EG



Lasten Radrennbahn



Grundriss Dach



Das Dach wird mit einer gleichmäßig verteilten Verkehrslast von $p = 1,5 \text{ kN/m}^2$ bemessen. Damit werden die Schneelasten nach DIN EN 1991-1-3 und Zusatzlasten einer möglichen PV-Anlage (inkl. Winddruck auf PV-Anlage) abgedeckt.

Die Verkehrslasten auf dem Dach werden entsprechend ihrer Einflussbreite auf die Obergurte aufgebracht. Zur Berücksichtigung der Durchlaufwirkung der Pfetten werden sie mit 1,25 faktorisiert auf das Globalmodell aufgebracht (gilt nur für gleichmäßig verteilte Flächenlast).

2.5 WINDLASTEN

Grundlage der Windlastannahmen ist DIN EN 1991-1-4 mit DIN EN 1991-1-4/NA.

Basiswerte:

Bauwerkshöhe, h:	max. ca. 15,70 m über Gelände (inkl. Attika)
Schwingungsanfälligkeit:	Nicht (Bauwerkshöhe < 25 m)
Bauwerksstandort:	Windlastzone 2
Geländekategorie:	III
Basisgeschwindigkeitsdruck:	$q_{ref} = 0,39 \text{ kN/m}^2$

Für die Windlasten wird die Gebäudehöhe maßgebend und die Windlast über die Gebäudehöhe konstant angesetzt.

$$\text{Höhe } z = 15,70\text{m} \quad q(z) = 1,6 \times 0,39 \times (z / 10)^{0,31} = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Aerodynamische Beiwerte je nach Bauteil und Orientierung. (S. unten)

Winddruck auf Oberflächen

Der anzusetzende Winddruck auf Oberflächen ergibt sich aus dem Produkt von Geschwindigkeitsdruck q_p und dem aerodynamischen Beiwert c_{pe} entsprechend EC.

$$W_e = c_{pe} * q_p$$

Die Lasten aus Wind wurden mit Hilfe des Programms FRILO-LWS+ berechnet.

Windlast auf Wand vom Erdgeschoss zum 3. Obergeschoss

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ 01/21C (FRILO R-2021-1/P09)

System

Basiswerte

Land	Deutschland
Schnee-Norm	DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12
Wind-Norm	DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
Gemeinde	190** Schwerin
Geländehöhe	$h_{NN} = 50.00 \text{ m}$
Klimaregion	Zentral-Ost
Schneezone	2
Windzone	2
Geländekategorie	Kategorie III

Beiwerte

$$C_{esl} = 2.300 \quad \text{Faktor für Schneetraulast} \quad k = 0.40$$

Geometrie Flachdach

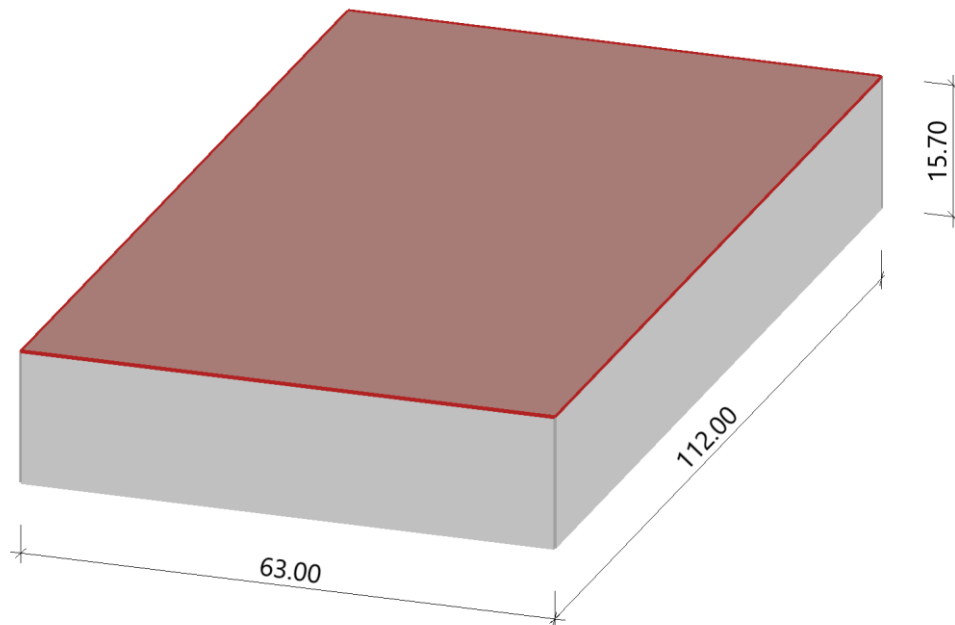
Gebäudehöhe	$h = 15.70 \text{ m}$		
Gebäudelänge	$l = 112.00 \text{ m}$		
Gebäudebreite	$b = 63.00 \text{ m}$		
mit Flachdach - scharfkantig			
Dachneigung	$\alpha_{li} = 0.0^\circ$		
Überstand	$\ddot{u}_{li} = 0.00 \text{ m}$	$\ddot{u}_{re} = 0.00 \text{ m}$	
Überstand	$\ddot{u}_1 = 0.00 \text{ m}$	$\ddot{u}_2 = 0.00 \text{ m}$	

Dachbreite/länge

$dx = 63.00 \text{ m}$

$dy = 112.00 \text{ m}$

Grafik



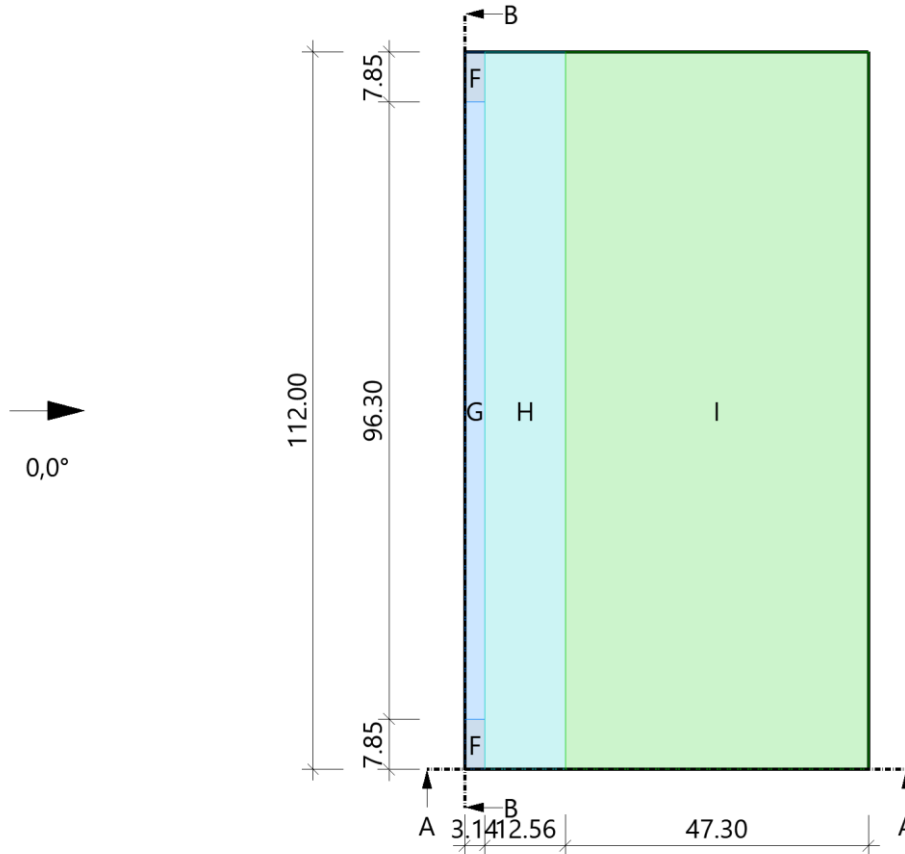
Lasten

Bodenschneelast	$s_k = 0.85 \text{ kN/m}^2$
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b0} = 25.0 \text{ m/s}$
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$
Referenzhöhe	$z_e = 15.70 \text{ m}$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_p(h,0) = 0.72 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_p(h,90) = 0.72 \text{ kN/m}^2$

Ergebnisse

Wind

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

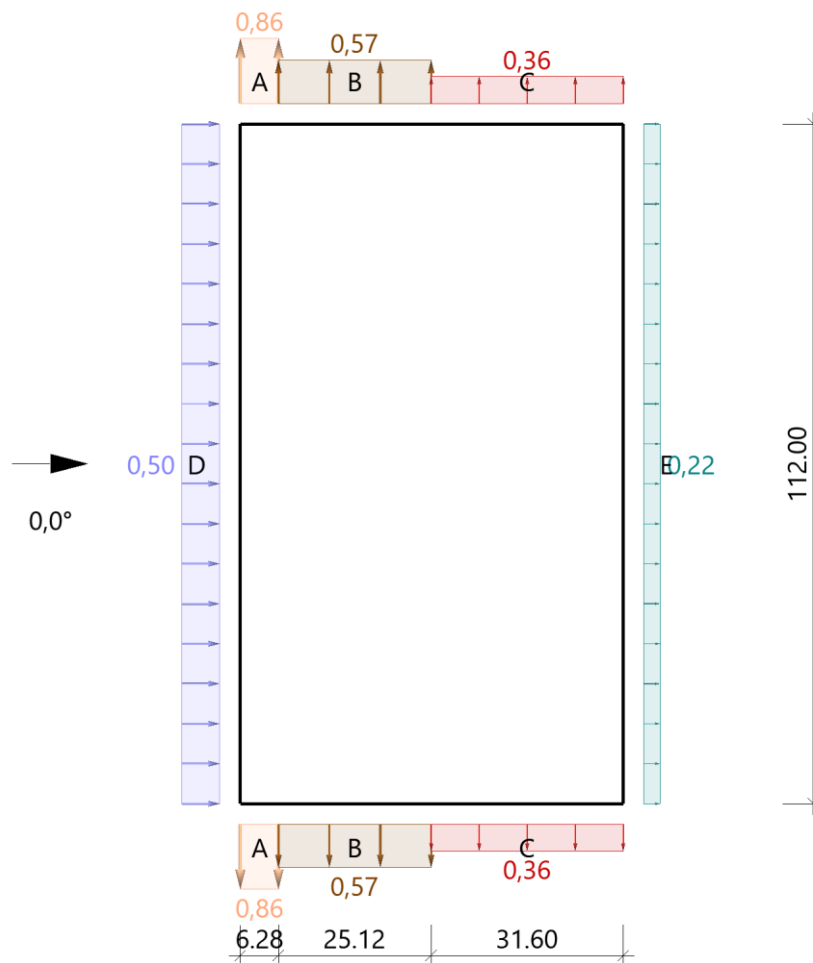
Referenzeinflußbreite $e = 31.40 \text{ m}$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.29	0.00	-1.79	3.14	7.85
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.86	0.00	-1.44	3.14	96.30
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.50	0.00	-0.86	12.56	112.00
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.14	-0.43	0.14	-0.43	47.30	112.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 31.40 m

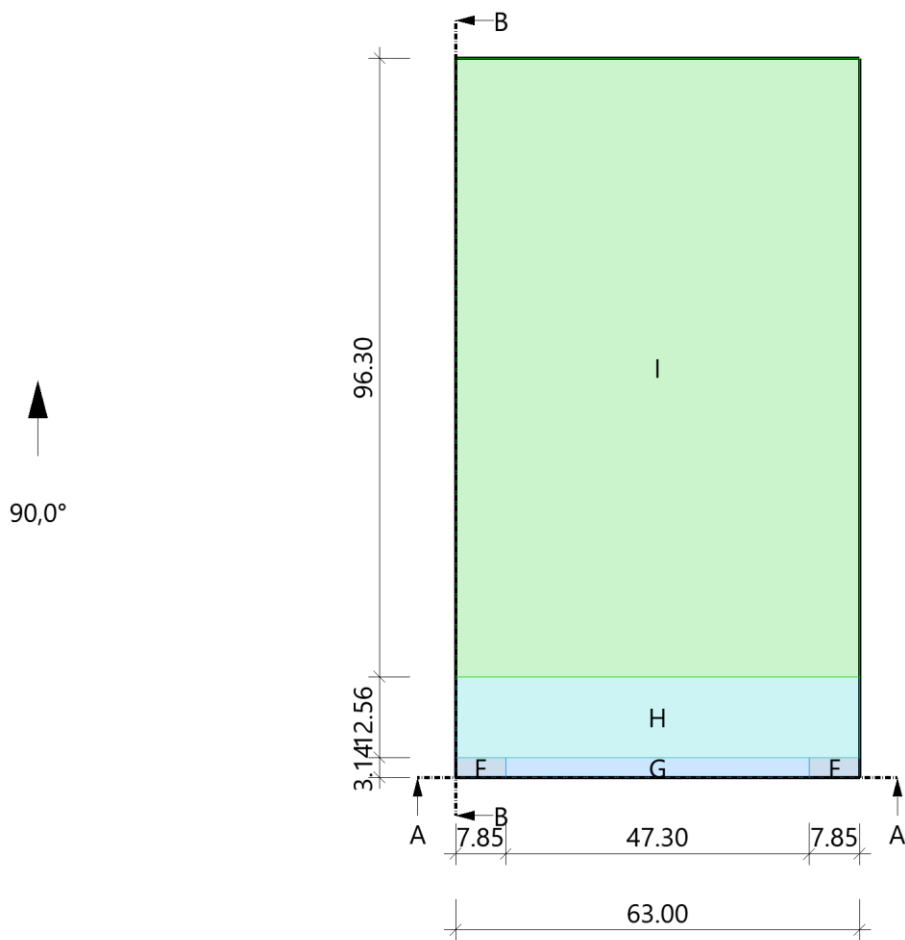
Verhältnis h/d = 0.249 h/b = 0.140 d/b = 0.563

Bereich	Bauteil	C _{pe,10+}	C _{pe,10-}	C _{pe,1+}	C _{pe,1-}	W _{e,10+} [kN/m ²]	W _{e,10-} [kN/m ²]	W _{e,1+} [kN/m ²]	W _{e,1-} [kN/m ²]	l _x [m]	l _y [m]
D	Wand links	0.70	0.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.72	0.00		112.00
E	Wand rechts	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.22	0.00	-0.36		112.00
A	Wand vorne ¹	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.86	0.00	-1.00	6.28	
B	Wand vorne ¹	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.57	0.00	-0.79	25.12	
C	Wand vorne ¹	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36	31.60	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 31.40 m

Bereich	Bauteil	C _{pe,10+}	C _{pe,10-}	C _{pe,1+}	C _{pe,1-}	W _{e,10+} [kN/m²]	W _{e,10-} [kN/m²]	W _{e,1+} [kN/m²]	W _{e,1-} [kN/m²]	I _x [m]	I _y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.29	0.00	-1.79	7.85	3.14
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.86	0.00	-1.44	47.30	3.14
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.50	0.00	-0.86	63.00	12.56
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.14	-0.43	0.14	-0.43	63.00	96.30

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Windsog auf Dach

Bereich F: $w_{e,10} = -1,29 \text{ kN/m}^2$ -

$$E_d = 1,5 * w_{e,10} + 1,0 * g_{2,k} = -1,5 * 1,29 * 1,0 * 1,4 = -0,53 \text{ kN/m}^2$$

Bereich G: $w_{e,10} = -0,86 \text{ kN/m}^2$ -

$$E_d = 1,5 * w_{e,10} + 1,0 * g_{2,k} = -1,5 * 0,86 * 1,0 * 1,4 = +0,11 \text{ kN/m}^2$$

Bereich H: $w_{e,10} = -0,50 \text{ kN/m}^2$ -

$$E_d = 1,5 * w_{e,10} + 1,0 * g_{2,k} = -1,5 * 0,50 * 1,0 * 1,4 = +0,65 \text{ kN/m}^2$$

Bereich I: $w_{e,10} = -0,86 \text{ kN/m}^2$ -

$$E_d = 1,5 * w_{e,10} + 1,0 * g_{2,k} = -1,5 * 0,43 * 1,0 * 1,4 = +0,76 \text{ kN/m}^2$$

- ➔ Im Sogbereich F wirken auf die Dachtrapezprofile abhebende Lasten ein. In den anderen Windsogbereichen auf dem Dach überwiegt die Ausbaulast. Da der Bereich F sehr klein ist entstehen für die Binder (unter Berücksichtigung ihres Eigengewichts) keine resultierenden abhebenden Kräfte. Daher kann der Lastfall Wind auf Dach (Sog) für die Globalmodelle entsprechend unberücksichtigt bleiben. Für lokale Nachweise (z. B. Verankerung der Trapezprofile und der Pfetten) ist der Sog jedoch zu berücksichtigen.

Wind auf Fassade

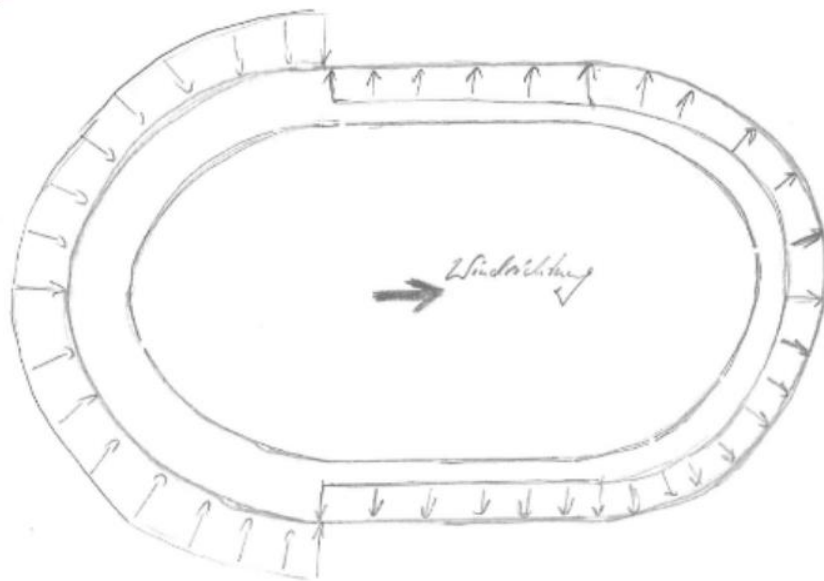
Die nachfolgenden Wind-Lastfälle auf die Fassade werden berücksichtigt. Die Druckkräfte werden dabei mit $w_{D,k} = 0,7 * 0,8 \frac{kN}{m^2} = 0,6 kN/m^2$

und die Sogkräfte mit

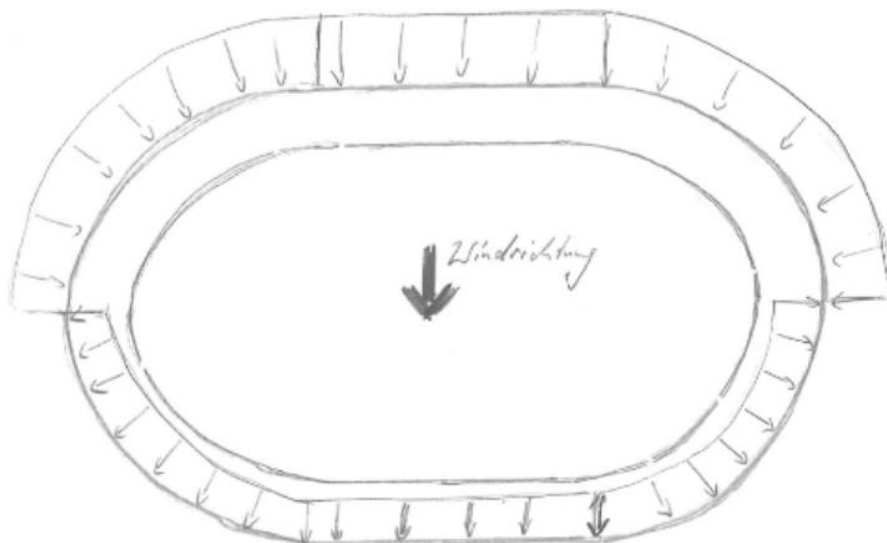
$$w_{S,k} = 0,5 * 0,8 \frac{kN}{m^2} = 0,4 kN/m^2$$

angesetzt.

Wind 1 (in x pos.)
[Wind 2 ist in
umgekehrte
Richtung]



Wind 3 (in y pos.)
[Wind 4 ist in
umgekehrte
Richtung]



[illegible]

Horizontale Windlasten auf Dachfläche:

Der auf Außenflächen einwirkende Lastanteil für *Wind aus Reibung* ergibt sich zu:

$$f_{fr} = q_p(z_e) * c_{fr}$$

Dabei ist $q_p(z_e)$ Böengeschwindigkeitsdruck

z_e Bezugshöhe für den Außendruck nach Abschnitt 7, DIN EN 1991-1-4

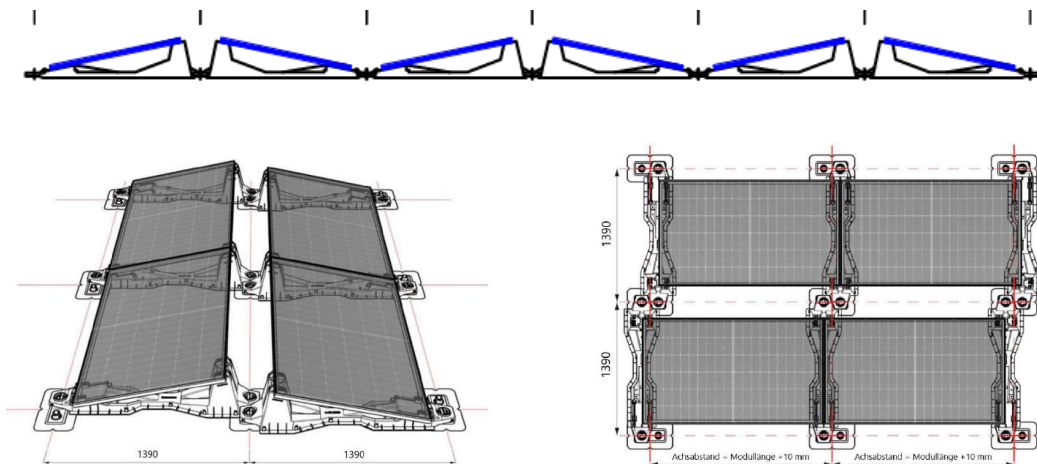
c_{fr} aerodynamischer Beiwert für den Außendruck nach Abschnitt 7

Tabelle 7.10: Reibungsbeiwerte c_{fr} für Wände, Brüstungen und Dachflächen

Oberfläche	Reibungsbeiwert c_{fr}
glatt (z. B. Stahl, glatter Beton)	0,01
rau (z. B. rauer Beton, geteerte Flächen)	0,02
sehr rau (z. B. gewellt, gerippt, gefaltet)	0,04

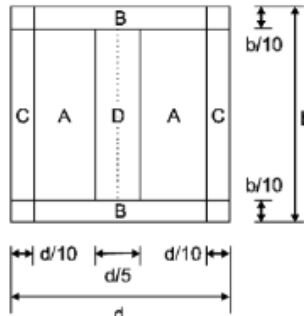
Die die Dachflächen werden als rau eingestuft.

Auf dem Dach ist eine PV-Anlage vorgesehen. In Querrichtung werden max. 42 Module über eine Breite von 60 m angeordnet. Die maximale Aufbauhöhe beträgt 35 cm, die maximale Modulneigung < 15°. Die Module werden jeweils paarweise in Ost-West-Richtung ausgerichtet:



Konkrete aerodynamische Beiwerte liegen nicht vor. Ersatzweise wird das System als freistehendes Satteldach nach DIN EN 1993-1-4 Abs. 7.3 abgebildet.

Tabelle 7.7 — $c_{p,net}$ und c_f Werte für freistehende Sattel- und Trogdächer

			Gesamtdruckbeiwerte $c_{p,net}$ Flächeneinteilung			
						
Neigungswinkel α [°]	Versperrungsgrad φ	Kraftbeiwert c_f	Bereich A	Bereich B	Bereich C	Bereich D
- 20	Maximum alle φ	+ 0,7	+ 0,8	+ 1,6	+ 0,6	+ 1,7
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,7	- 0,9	- 1,3	- 1,6	- 0,6
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,5	- 2,4	- 2,4	- 0,6
- 15	Maximum alle φ	+ 0,5	+ 0,6	+ 1,5	+ 0,7	+ 1,4
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,6	- 0,8	- 1,3	- 1,6	- 0,6
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,7	- 2,6	- 0,6
- 10	Maximum alle φ	+ 0,4	+ 0,6	+ 1,4	+ 0,8	+ 1,1
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,6	- 0,8	- 1,3	- 1,5	- 0,6
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,7	- 2,6	- 0,6
- 5	Maximum alle φ	+ 0,3	+ 0,5	+ 1,5	+ 0,8	+ 0,8
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,5	- 0,7	- 1,3	- 1,6	- 0,6
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,5	- 2,4	- 2,4	- 0,6
+ 5	Maximum alle φ	+ 0,3	+ 0,6	+ 1,8	+ 1,3	+ 0,4
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,6	- 0,6	- 1,4	- 1,4	- 1,1
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,3	- 2,0	- 1,8	- 1,5
+ 10	Maximum alle φ	+ 0,4	+ 0,7	+ 1,8	+ 1,4	+ 0,4
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,7	- 0,7	- 1,5	- 1,4	- 1,4
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,3	- 2,0	- 1,8	- 1,8
+ 15	Maximum alle φ	+ 0,4	+ 0,9	+ 1,9	+ 1,4	+ 0,4
	Minimum $\varphi = 0$	- 0,8	- 0,9	- 1,7	- 1,4	- 1,8
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,3	- 2,2	- 1,6	- 2,1
	Maximum alle φ	+ 0,6	+ 1,1	+ 1,9	+ 1,5	+ 0,4

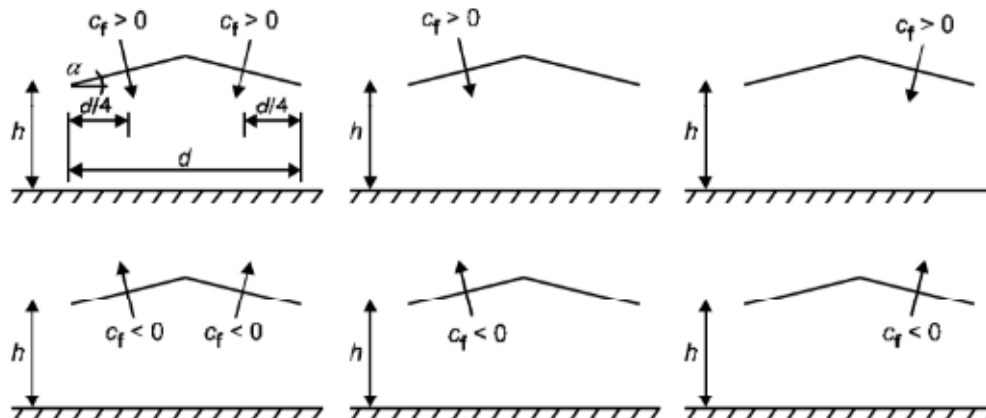


Tabelle 7.8 — Abminderungsfaktoren ψ_{mc} für freistehende Sheddächer

Dachfläche nach Bild 7.18	Ort	ψ_{mc} Wert für alle φ	
		Vom First (nach unten) Kraft- und Druckbeiwerte	Von der Kehle (nach oben) Kraft- und Druckbeiwerte
1	Erste Dachfläche	1,0	0,8
2	Zweite Dachfläche	0,9	0,7
3	Dritte Dachfläche	0,7	0,7

Durch die angesetzte hohe Dichte an Modulen kann die Aneinanderreihung wie eine Reihe von Sheddächern betrachtet werden. ψ_{mc} wird dazu im Mittel mit 0,8 angesetzt.

- $\alpha = +15^\circ$, $\varphi=0$, max. $|c_f| = 0,8$
- $w_{k,max} = |c_f| * q_p * \psi = 0,8 * 0,72 * 0,8 = 0,46 \text{ kN/m}^2$
- Horizontaler Windkraftanteil: $w_{h,k,max} = 0,46 * \sin 15^\circ = 0,12 \text{ kN/m}^2$
- Flächenanteil der PV-Anlage zu Gesamtdachfläche < 85 %
- Halbierung der horizontalen Windlast, da für horizontale Windlast „Wind einseitig“ maßgebend. → $\eta=50\%$

Horizontale Windersatzlast: $w'_{h,k,max} = 0,12 * 0,85 * 0,5 = 0,051 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ inkl. Reibungsanteil auf Dachfläche: $w'_{h,k,max} = 0,071 \text{ kN/m}^2$



Vertikale Lasten aus Wind auf Solaranlage:

- a) Sog
- $\alpha = +15^\circ$, min. $c_f = -0,8$
- $w_{k,min} = c_f * q_p = 0,8 * 0,72 = 0,58 \text{ kN/m}^2$
- abhebender Windkraftanteil: $w_{v,s,k,min} = -0,58 * \cos 15^\circ = -0,56 \text{ kN/m}^2$
- Flächenanteil der PV-Anlage zu Gesamtdachfläche < 85 %
- Windersatzlast für Sog: $w'_{v,s,k,min} = -0,85 * 0,91 = -0,48 \text{ kN/m}^2$

- $1,5 * w'_{V,S,k,min} + 1,0 * g_{2,k} = -1,5 * 0,48 + 1,0 * 1,4 = +0,68 \text{ kN/m}^2$
- Abhebende Windlasten werden nur lokal maßgebend und in den Globalmodellen nicht weiter berücksichtigt.

b) Druck

- $\alpha = + 15^\circ$, max. $c_f = +0,4$
- $w_{k,max} = c_f * q_p = 0,4 * 0,72 = 0,29 \text{ kN/m}^2$
- drückender Windkraftanteil: $w_{V,D,k,max} = 0,29 * \cos 15^\circ = +0,28 \text{ kN/m}^2$
- Flächenanteil der PV-Anlage zu Gesamtdachfläche < 85 %
- Windersatzlast für Druck: $w'_{V,D,k,max} = -0,85 * 0,91 = +0,24 \text{ kN/m}^2$

2.6 SCHNEELASTEN

Die Schneelast ermittelt sich nach DIN EN 1991-1-3 zzgl. Nationalem Anhang und unterliegt in Abhängigkeit der geographischen Lage den folgenden Parametern:

Schwerin A = +50,00 m NHN Zone 2 Norddt. Tiefland

Aufgrund der geographischen Lage innerhalb des „Norddeutschen Tieflands“ ist neben der charakteristischen Schneebelastung s_k bzw. ist eine Erhöhung dieser mit dem Beiwert 2,3 auf s_{Ad} im außergewöhnlichen Lastfall zu betrachten.

In Abhängigkeit der vorliegenden Parameter sowie der Geländehöhe A über Meeresniveau sind den Berechnungen folgende Bodenschneelasten zugrunde zu legen:

Schneelast auf dem Boden

Höhe NN (A):	+ 50	
Schneelastzone	2	$s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$
Norddt. Tiefland:	ja	$s_{Ad} = 1,96 \text{ kN/m}^2$

In Abhängigkeit der Dachform sowie angrenzenden Gebäudeelementen ergeben sich für die Dachbereiche des Gebäudeteils I die folgenden Schneelasten.

Dach

Schneelast auf dem Dach mit Solaranlage (Anlagenhöhe $h < 0,5 \text{ m}$)

Dachart	Flachdach	
Dachneigung	$< 10^\circ$	$\mu_1 = 0,8$
Schneefanggitter	nein	$\mu_5 = \min(1; \gamma \cdot 0,35 \text{ m} / s_k) = 0,82$
		$\mu_5 = \min(1; \gamma \cdot 0,35 \text{ m} / s_{Ad}) = 0,4 < \mu_1 = 0,8$
		$s = \mu_5 \cdot s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
		$s_{Ad} = \mu_5 \cdot s_{Ad} = 1,56 \text{ kN/m}^2$

Schneelast an Wänden und Aufbauten

Höhe Attika	$h = 0,2 \text{ m}$	$\mu_1 = 0,8$	$= 0,80$
Verwehungskeil	$l_s = 5,00 \text{ m}$	$\mu_2 = 0,8 \leq (\gamma \cdot h) / s_k \leq 2$	$= 0,5 < \mu_1 = 0,8$
			$s = 0,68 \text{ kN/m}^2$
			$s_{Ad} = 1,56 \text{ kN/m}^2$

Vergleich zwischen der Grund- und der außergewöhnlichen Lastfallkombination :

$$E_d = 1,35 \cdot (1,4) + 1,50 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,24 = 3,15 \text{ kN/m}^2$$

$$E_{d,A} = 1,00 \cdot (1,4) + 1,00 \cdot 1,56 \text{ kN/m}^2 = 2,96 \text{ kN/m}^2$$

Der außergewöhnliche Lastfall infolge Schneelasten innerhalb der Norddeutschen Tiefebene ist für das Dach nicht maßgebend und wird daher nachfolgend nicht weiter berücksichtigt.

Der besseren Überschaubarkeit der Lastfälle dienend werden auf das Dachtragwerk wirkende vertikale Verkehrslasten zu einer gleichmäßig verteilten Flächenlast $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ zusammengefasst. Darin sind enthalten: Schneelast ($0,7 \text{ kN/m}^2$), Winddruck auf Solaranlage ($0,24 \text{ kN/m}^2$), Eigengewicht der Solaranlage ($< 50 \text{ kg}$).

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 2.7

2.7 ERBEBEN

Das Gebäude ist der Bedeutungskategorie III im Sinne der DIN 4149:2005-04 zuzuordnen. Der Bauplatz liegt außerhalb der Erdbebenzonen im Sinne der DIN 4149:2005-04, d.h. **Erdbebenzone 0**. Damit ist die Belastung durch Erdbeben so gering, dass keine rechnerischen Nachweise erforderlich sind.

2.8 ABTRIEBSKRÄFTE AUS IMPERFEKTIONEN DER OBERGURTE

Entsprechend DIN EN 1993-1-1 / 5.3.3 ist bei der Berechnung aussteifender Systeme, die zur seitlichen Stabilisierung von Trägern oder druckbeanspruchten Bauteilen benötigt werden, in der Regel der Einfluss der Imperfektionen der auszusteifenden Bauteile durch äquivalente geometrische Ersatzimperfektionen in Form von Vorkrümmungen zu berücksichtigen. Dies ist bei diesem Bauwerk für die Aussteifung der Fachwerkbinder durch die Randfachwerke und Auskreuzungen erforderlich.

$$e_0 = \alpha_m L/500 \quad (5.12)$$

Dabei ist

L die Spannweite des aussteifenden Systems;

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)} \quad \text{der Abminderungsfaktor;}$$

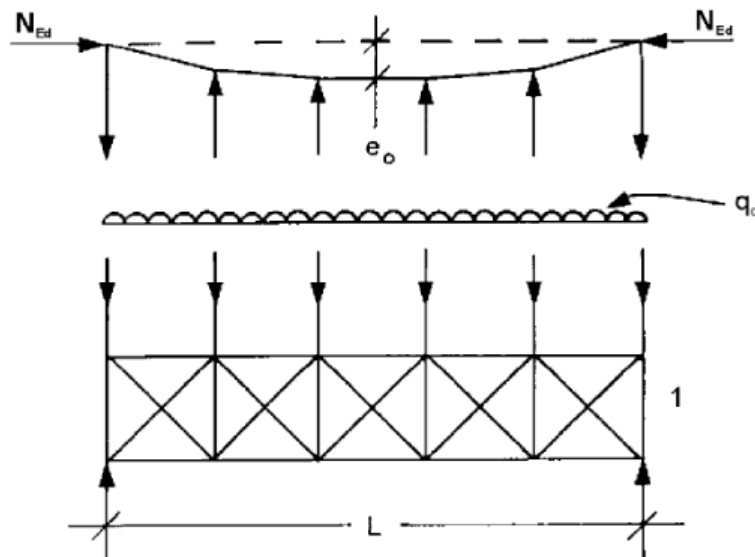
m die Anzahl der auszusteifenden Bauteile.

(2) Zur Vereinfachung darf der Einfluss der Vorkrümmung der durch das aussteifende System stabilisierten Bauteile durch äquivalente stabilisierende Ersatzkräfte nach Bild 5.6 ersetzt werden:

$$q = \sum N_{Ed} 8 \frac{e_0 + \delta_q}{L^2} \quad (5.13)$$

Dabei ist

δ_q die Durchbiegung des aussteifenden Systems in seiner Ebene infolge q und weiterer äußerer Einwirkungen gerechnet nach Theorie I. Ordnung.



Dabei werden für N_{Ed} die maximalen Gurtkräfte angesetzt.

Die maximalen Gurtkräfte für die Obergurte ergeben sich für den Binder in Achse 5.

In den Außenbereichen (System 1, Pos. 3) werden die Windlasten in Längsrichtung in erster Linie durch die Pfetten auf das Außenfachwerk geleitet. Die Binder selbst werden durch Wind in Längsrichtung lediglich in geringem Maße belastet. Ihre Durchbiegung unter Windbeanspruchung ist entsprechend klein. Im Mittelbereich (System 2, Pos. 3) wird zur Verteilung der Längs-Windkräfte ein Windverband angeordnet dessen Hebelarm der inneren Kräfte über 3 Binderbreiten +-Abstände reicht (3 x 8 m + 2 x 1.56). Entsprechend klein ist auch hier die Durchbiegung der Binder-Obergurte in Längsrichtung. δ_q wird bezugnehmend auf die Durchbiegungen in Pos. 3.2 mit 0,5 cm angesetzt.

m – Anzahl der auszusteifenden Binder (Randbereich 4, Mittelbereich 6

a – Abstand der Binder (8,0 m)

h – Höhe des Hallenaufbaus (Einflusshöhe für den Wind auf die Fassade, 12,0 m)

$$\alpha_m = \sqrt{0,5(1 + 1/4)} = 0,79 \quad - \text{Außenbereich}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5(1 + 1/6)} = 0,76 \quad - \text{Mittelbereich}$$

$$e_0 = 0,76 * 61/500 = 0,093 \text{ m} - \text{Alle Binder im Mittelbereich (Achse 6-11)}$$


$$e_0 = 0,79 * 59/500 = 0,093 \text{ m} - \text{Achse 5 / Achse 12}$$

$$e_0 = 0,79 * 54/500 = 0,085 \text{ m} - \text{Achse 4 / Achse 13}$$

$$e_0 = 0,79 * 45/500 = 0,071 \text{ m} - \text{Achse 3 / Achse 14}$$

$$e_0 = 0,79 * 27/500 = 0,043 \text{ m} - \text{Achse 2 / Achse 15}$$

Binder Achse	L [m]	max. Druckkraft in Binderobergurt					Ermittlung der Ersatz-Linienlast			
		Eigengewicht	Ausbau	Verkehr Vollast	1,35*(g ₁ +g ₂)+1,5*q	design / 1,5	Ersatz-Ausmitte	OG-Durchbiegung inf. Von Wind	äquivalente Ersatzkraft je OG	angesetzte Ersatzkraft je OG
		min N [kN] je OG	min N [kN] je OG	min N [kN] je OG	design	char.	e ₀ [m]	δ _q [m]	q' [kN/m]	q _k [kN/m]
2 / 15	27	130	250	270	918	612	0,043	0,005	0,32	0,35
3 / 14	45	410	800	790	2818,5	1879	0,071	0,005	0,56	0,6
4 - 13	61	900	1300	1400	5070	3380	0,093	0,005	0,71	0,75

Leonhardt , Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt,Andrä und Partner	Auftr.Nr.: H22 11219 Datum: 06/ 2024	Seite: I A Pos.: 3
---	--	---	---------------------------------

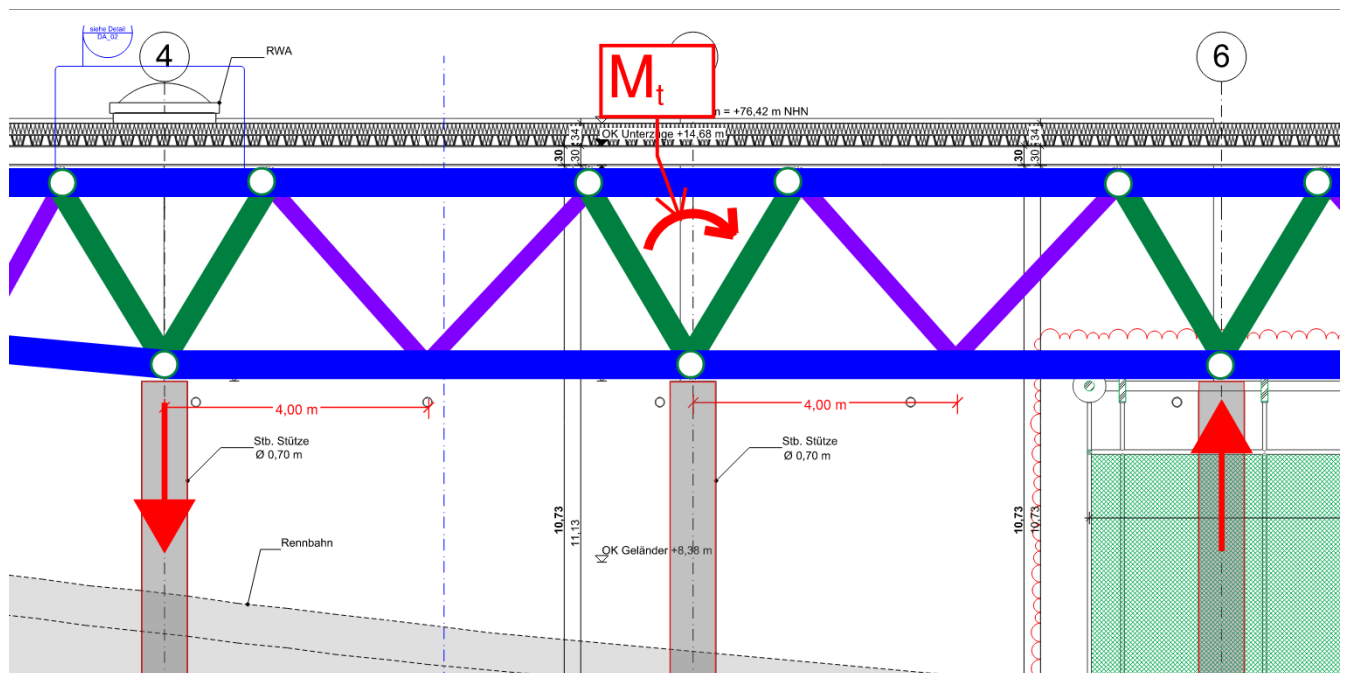
STATISCHE BERECHNUNG

Radsportzentrum Schwerin
Neubau

Genehmigungsplanung

Pos.	3	Aussteifung		
Kap./Pos.	Bezeichnung		Seiten	
3.1	Allgemeines			
3.1.1	Beschreibung	1	-	6
3.1.2	Rechenmodelle	1A	-	3A
		4	-	38
3.2	Lastaufbringung			
3.2.1	Allgemeines	1	-	1
3.2.2	System 1 (Achse 1-6 bzw. 11-16)	1	-	8
3.2.3	System 2 (Achse 6-11)	1	-	8
3.3	Ergebnisse			
3.3.1	Allgemeines	1	-	1
3.3.2	System 1 (Achse 1-6 bzw. 11-16)	1	-	11
		12A	-	51A
3.3.3	System 2 (Achse 6-11)	1	-	11
		12A	-	61A
3.3.4	Lastweitergabe	1	-	2

Das Randfachwerk dient nicht nur zum Abfangen der Längskräfte, sondern auch als eine Art Torsionsfessel für die Binder. Stünden die Binder lediglich gelenkig auf den Stützen wären sie durch ihre Dreiecksform instabil. Sie würden zum Kippen neigen, da sie lediglich über die Durchlaufwirkung der Pfetten ausgesteift werden würden. Die Verdrehung der Binder wird durch das Randfachwerk an beiden Enden aufgenommen. Das Randfachwerk gibt die Torsionskräfte der Binder über Biegung an die benachbarten Stützen ab:

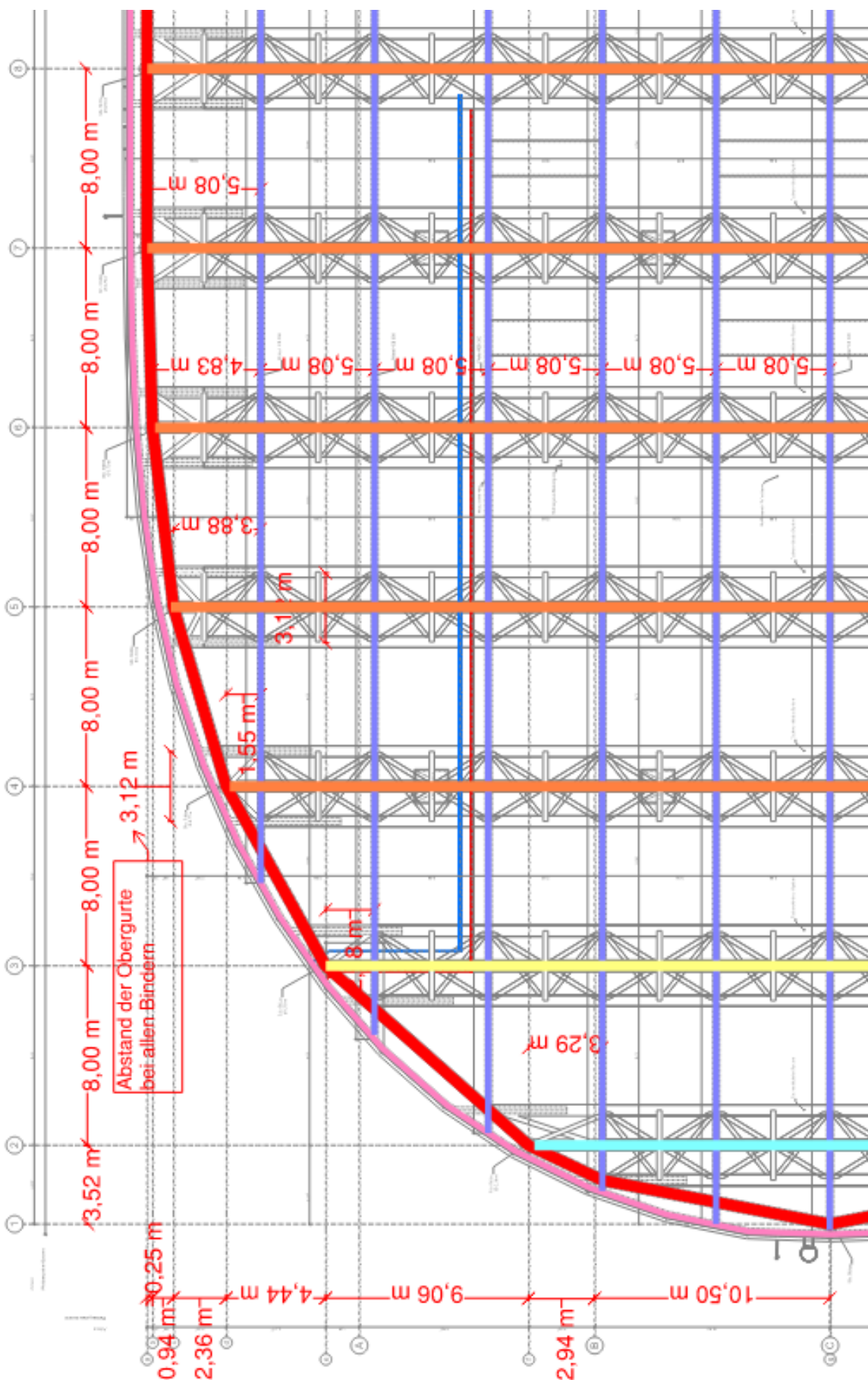


Dank des Randfachwerkes ist es möglich, für die Aussteifung des Daches lediglich die Pfetten-Obergurt-Ebene als eine „schubweiche“ Deckenscheibe zu betrachten. Das Randfachwerk dient dabei als Auflager für die einzelnen Binder-Obergurt-Fachwerke.

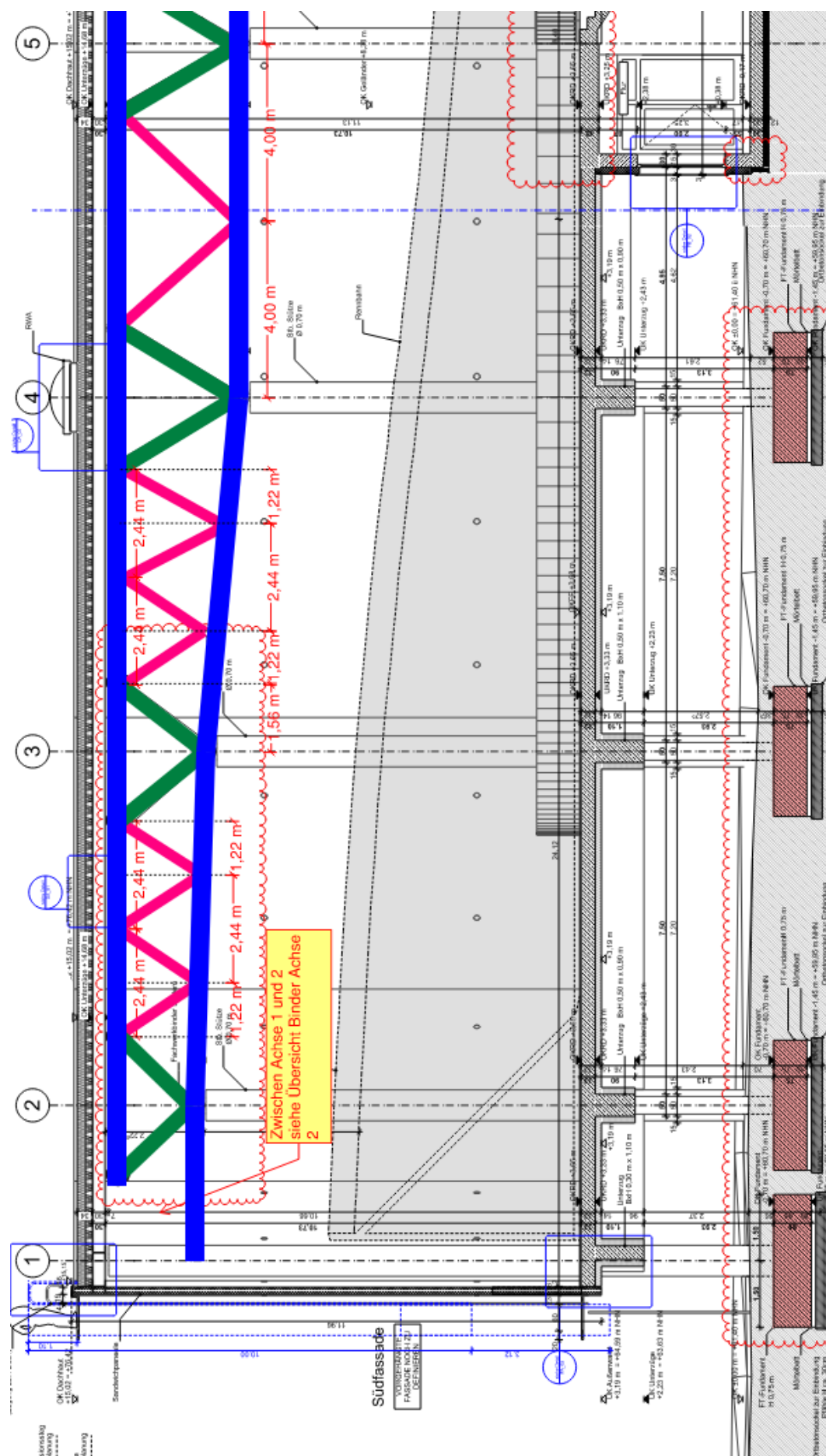
Die Randstützen (Ø 70 cm) verlaufen vom Fundament bis zu den Bindern. Durch die Decke über dem EG und seine Unterzüge werden die Stützen in beide Richtungen horizontal gehalten. Über die Scheibenwirkung der Decke werden die Horizontalkräfte in den massiven Kern weitergeleitet. Die Stützen können auf Höhe der Decke durch das resultierende horizontale Kräftepaar aus Auflagerung in der Deckenebene und am Fundament als eingespannt um beide Biegeachsen betrachtet werden, wodurch keine zusätzlichen Windverbände zwischen den Stützen erforderlich werden.

Im mittleren, gelben Bereich zwischen den Achsen 6 und 11 ist das Dachtragwerk in Längsrichtung lediglich für die auf das Dach wirkenden Wind-Längskräfte (Wind-Reibung, Wind auf PV-Anlage) sowie die Horizontalkräfte aus den Imperfektionen der Binderobergurte auszusteifen. Die aus den Imperfektionen resultierenden Abtriebskräfte sind in Summe größer, als die in den Randbereichen, da hier zwei Binder mehr ausgesteift werden und die Binder alle die Maximallänge von ca. 62 m aufweisen. Außerdem verläuft das Randfachwerk über den gesamten Bereich (nahezu) parallel zu den Längskräften. Der direkte Lastabtrag über das Randfachwerk ist somit minimal. Eine einfache, gleichmäßige Verteilung der Längskräfte auf die Binder würde zu hohen Biegebeanspruchungen der Binder in der Obergurtebene führen. Aus diesem Grund werden zwischen den Obergurten der Binder Auskreuzungen in Pfettenebene vorgesehen. Zusammen mit den Pfetten, den Obergurten der Binder sowie den Fachwerken zwischen den Obergurten der einzelnen Binder wirkt das Dach in diesem Bereich als Scheibe. Die an den seitlichen Rändern der Scheibe resultierenden Längskräfte werden über das Randfachwerk in die Stützen eingeleitet.

[illegible]

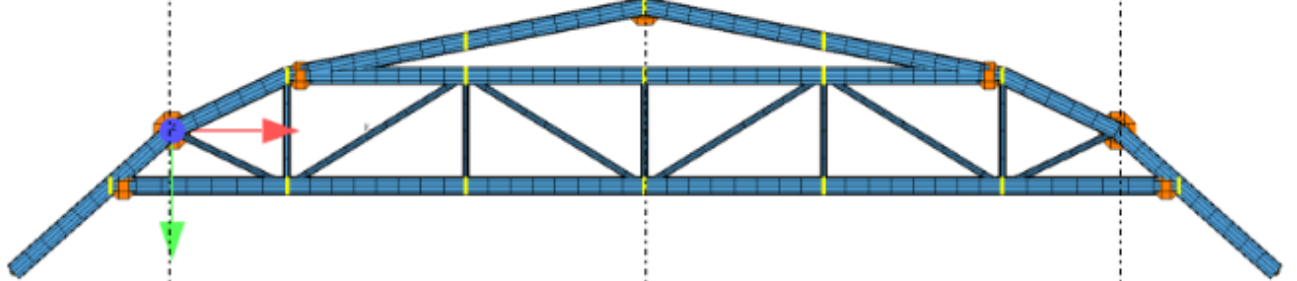


Übersicht Randfachwerk:

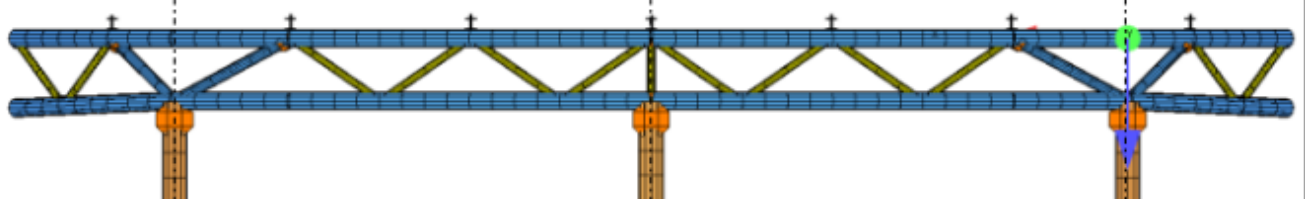


Randfachwerk zwischen Achse 1 und 2 (Ausschnitte aus Rechenmodellen aus Pos. 4):

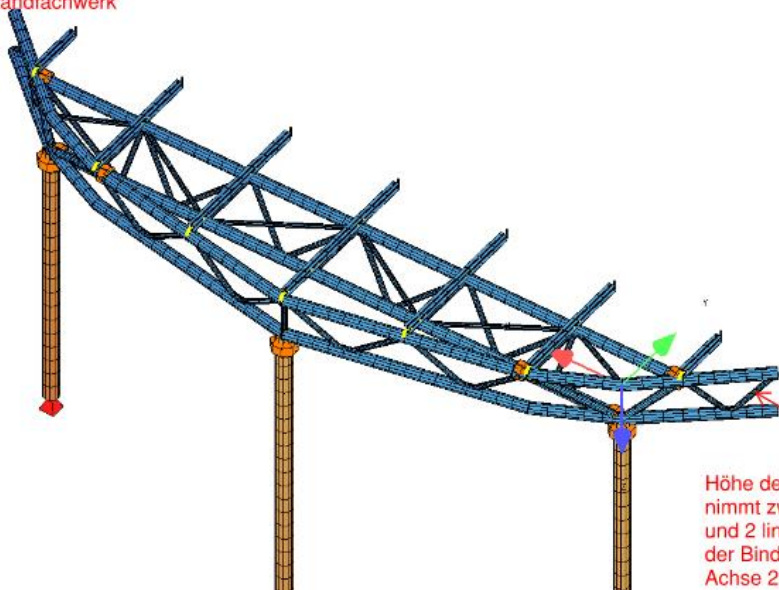
IV) Draufsicht (Pfetten, Binderdiagonalen zwischen Ober- und Untergut sowie Untergut ausgeblendet --> Dargestellt nur Obergurtebene: Randfachwerk, Binder-Diagonalen und Pfosten, Binder-Obergurte)



V) Nur Randfachwerk + Pfetten dargestellt. Binder ausgeblendet



Isometrische Ansicht Binder Achse 2 inkl. Randfachwerk



Höhe des Randfachwerks nimmt zwischen Achse 3 und 2 linear entsprechend der Binderhöhen ab. Ab Achse 2 in Kurve konstant

3.1.2 RECHENMODELLE

Da die System a) und c) symmetrisch sind, müssen zur Untersuchung der Verteilung der Aussteifungskräfte lediglich zwei Grundsysteme herangezogen werden.

Die Binder und Randfachwerke werden dabei vereinfacht zu Stäben idealisiert. Als Querschnittsfläche werden nur die Obergurte angesetzt. Die Trägheitsmomente I_y und I_z werden ersatzweise für einen 2- bzw. 3-Punkt-Querschnitt abgeleitet, wobei die Werte um 20 % abgemindert werden um die Schubverzerrung des jeweiligen Fachwerks zu berücksichtigen.

Die Pfette ist ein HEB300. Die Ober- und Untergurte der Fachwerkträger (sowohl Binder, als auch Randfachwerk) sind Kreishohlprofile mit einem Außendurchmesser von 508 mm. Die Wanddicken der Profile variieren nach Achse und Bauteil von 10 bis 30 mm.

Querschnittswerte:

Ersatzsteifigkeit der Binder

Binder Achse 4-13 (QS 20)										
Teil	Ø	t	A_{iz} [cm ²]	z_i [cm]	$A_i * z_i$	$A_i * z_i^2$	A_{iy} [cm ²]	y_i [cm]	$A_i * y_i$	$A_i * y_i^2$
OG 1	508	12,5	195	0	0	0	195	0	0	
OG 2	508	12,5	195	0	0	0	195	312	60840	18982080
UG	508	16	247	270	66690	18006300	-	-	-	-
Σ=			637		66690	18006300	390		60840	18982080

$$z_s = \Sigma(A_i * z_i) / \Sigma A_{iz} = 104,7 \text{ cm} \quad 390$$

$$I_y = \Sigma(A_i * z_i^2) - z_s^2 * \Sigma A_i = 11024265,3 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_y) = 8819412,2 \text{ cm}^4$$

$$y_s = \Sigma(A_i * y_i) / \Sigma A_{iy} = 156,0 \text{ cm}$$

$$I_z = \Sigma(A_{iy} * y_i^2) - y_s^2 * \Sigma A_{iy} = 9491040,0 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_z) = 7592832,0 \text{ cm}^4$$

Für Aussteifungs-Modell: $A = \Sigma A_{iy}$

Binder Achse 3 / 14 (QS 23)										
Teil	Ø	t	A_{iz} [cm ²]	z_i [cm]	$A_i * z_i$	$A_i * z_i^2$	A_{iy} [cm ²]	y_i [cm]	$A_i * y_i$	$A_i * y_i^2$
OG 1	508	12,5	195	0	0	0	195	0	0	
OG 2	508	12,5	195	0	0	0	195	312	60840	18982080
UG	508	12,5	195	200	39000	7800000	-	-	-	-
Σ=			585		39000	7800000	390		60840	18982080

$$z_s = \Sigma(A_i * z_i) / \Sigma A_{iz} = 66,7 \text{ cm}$$

$$I_y = \Sigma(A_i * z_i^2) - z_s^2 * \Sigma A_i = 5200000,0 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_y) = 4160000,0 \text{ cm}^4$$

$$y_s = \Sigma(A_i * y_i) / \Sigma A_{iy} = 156,0 \text{ cm}$$

$$I_z = \Sigma(A_{iy} * y_i^2) - y_s^2 * \Sigma A_{iy} = 9491040,0 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_z) = 7592832,0 \text{ cm}^4$$

Für Aussteifungs-Modell: $A = \Sigma A_{iy}$

Binder Achse 2 / 15 (QS 22)										
Teil	Ø	t	A_{iz} [cm ²]	z_i [cm]	$A_i * z_i$	$A_i * z_i^2$	A_{iy} [cm ²]	y_i [cm]	$A_i * y_i$	$A_i * y_i^2$
OG 1	508	12,5	195	0	0	0	195	0	0	
OG 2	508	12,5	195	0	0	0	195	312	60840	18982080
UG	508	12,5	195	175	34125	5971875	-	-	-	-
Σ=			585		34125	5971875	390		60840	18982080

$$z_s = \Sigma(A_i * z_i) / \Sigma A_{iz} = 58,3 \text{ cm}$$

$$I_y = \Sigma(A_i * z_i^2) - z_s^2 * \Sigma A_i = 3981250,0 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_y) = 3185000,0 \text{ cm}^4$$

$$y_s = \Sigma(A_i * y_i) / \Sigma A_{iy} = 156,0 \text{ cm}$$

$$I_z = \Sigma(A_{iy} * y_i^2) - y_s^2 * \Sigma A_{iy} = 9491040,0 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_z) = 7592832,0 \text{ cm}^4$$

Für Aussteifungs-Modell: $A = \Sigma A_{iy}$

Randfachwerk Achse 4-13 (QS 31)

Teil	Ø	t	A _{iz} [cm ²]	z _i [cm]	A _i *z _i	A _i *z _i ²
OG 1	508	10	156	0	0	0
UG	508	10	156	270	42120	11372400
Σ=			312		42120	11372400

$$z_s = \Sigma(A_i * z_i) / \Sigma A_{iz} = 135,0 \text{ cm}$$

$$I_y = \Sigma(A_i * z_i^2) - z_s^2 * \Sigma A_i = 5686200,0 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_y) = 4548960,0 \text{ cm}^4$$

$$I_z = (KHP508 \times 10) = 48520,0 \text{ cm}^4$$

Für Aussteifungs-Modell: A = A_{OG}

Randfachwerk Achse 3 / 14 (QS 32)

Teil	Ø	t	A _{iz} [cm ²]	z _i [cm]	A _i *z _i	A _i *z _i ²
OG 1	508	10	156	0	0	0
UG	508	10	156	200	31200	6240000
Σ=			312		31200	6240000

$$z_s = \Sigma(A_i * z_i) / \Sigma A_{iz} = 100,0 \text{ cm}$$

$$I_y = \Sigma(A_i * z_i^2) - z_s^2 * \Sigma A_i = 3120000,0 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_y) = 2496000,0 \text{ cm}^4$$

$$I_z = (KHP508 \times 10) = 48520,0 \text{ cm}^4$$

Randfachwerk Achse 2 / 15 (QS 33)

Teil	Ø	t [mm]	A _{iz} [cm ²]	z _i [cm]	A _i *z _i	A _i *z _i ²
OG 1	508	10	156	0	0	0
UG	508	10	156	175	27300	4777500
Σ=			312		27300	4777500

$$z_s = \Sigma(A_i * z_i) / \Sigma A_{iz} = 87,5 \text{ cm}$$

$$I_y = \Sigma(A_i * z_i^2) - z_s^2 * \Sigma A_i = 2388750,0 \text{ cm}^4$$

$$80 \% (I_y) = 1911000,0 \text{ cm}^4$$

$$I_z = (KHP508 \times 10) = 48520,0 \text{ cm}^4$$

```

101 +PROG AQUA urs:1
102 KOPF Material und Querschnitt
103 echo mat ja; echo quer extr
104
105 NORM DC 'DIN' NDC 'EN199X-200X'
106 STAHR NR 1 S 355
107
108 $ Pfette
109 PROF NR 10 HEB 300 MNR 1
110
111 $ Binder
112 QUER Nr 20 MNR 1 A 390[cm2] IY 8819412[cm4] IZ 7592832[cm4] IT 1843592[cm4] ZSC 0[cm]
113 Quer NR 21 -20 A 0.5[-] IY 0.5[-] IZ 0.5[-] IT 0.5[-] $ Binder Achse 6
114 QUER Nr 22 MNR 1 A 390[cm2] IY 3185000[cm4] IZ 7592832[cm4] IT 1184000[cm4] ZSC 0[cm] $ Binder Achse 2
115 QUER Nr 23 MNR 1 A 390[cm2] IY 4160000[cm4] IZ 7592832[cm4] IT 1343470[cm4] ZSC 0[cm] $ Binder Achse 3
116
117 $Randfachwerk
118 QUER Nr 31 MNR 1 A 156[cm2] IY 5686200[cm4] IZ 48520[cm4] IT 5000[cm4] ZSC 0[cm] $ Binder Achse 4
119 QUER Nr 32 MNR 1 A 156[cm2] IY 2496000[cm4] IZ 48520[cm4] IT 5000[cm4] ZSC 0[cm] $ Binder Achse 3
120 QUER Nr 33 MNR 1 A 156[cm2] IY 1911000[cm4] IZ 48520[cm4] IT 5000[cm4] ZSC 0[cm] $ Binder Achse 2
121
122 ENDE

```


Modelleingabe
Material und Querschnitt

Standardnorm ist EuroNorm: DIN EN 1993-1-1:2005 (NA:2018) Stahlbauten (Germany) V 2022
EuroNorm: DIN EN 1996-1-1:2005 (NA:2019) Mauerwerksbauten
Windzone : 2 cat. B (Binnenland)
Schneelastzone : 1

Materialien

Mat	Materialbezeichnung
1	S 355 (EN 1993)

Mat 1 S 355 (EN 1993)

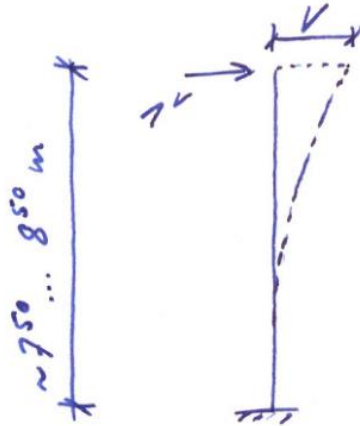
Elastizitätsmodul	E	210000	[N/mm2]	Materialsicherheit		1.10	[-]
Querdehnzahl	μ	0.30	[-]	Fließgrenze	fy	355.00	[MPa]
Schubmodul	G	80769	[N/mm2]	Druckfließgrenze	fyc	355.00	[MPa]
Kompressionsmodul	K	175000	[N/mm2]	Zugfestigkeit	ft	490.00	[MPa]
Nominelle Wichte	γ	78.5	[kN/m3]	Druckfestigkeit	fc	490.00	[MPa]
Rohdichte	ρ	7850.0	[kg/m3]	Bruchdehnung		100.00	[o/oo]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.20E-05	[1/K]	Verbundwert relativ		0.00	[-]
max. Erzeugnisdicke	t-max	40.00	[mm]	Verbundwert k1 (EN1992)k1		0.00	[-]
Sicherheit Querschnitt	γ -M0	1.00	[-]	Verfestigungsmodul	Eh	0.00	[MPa]
Sicherheit Stabilität	γ -M1	1.10	[-]	Proportionalitätsgrenzefp		355.00	[MPa]
Sicherheit Bruchversagen	γ -M2	1.25	[-]	Schwingbreite	σ -dyn	0.00	[MPa]

Querschnittswerte Übersicht

QNr	Mat	A[m2] It[m4]	Ay[m2] Az[m2] Ayz[m2]	Iy[m4] Iz[m4] Iyz[m4]	yc[mm] zc[mm]	ysc[mm] zsc[mm]	E[N/mm2] G[N/mm2]	g[kg/m]	I-1[m4] I-2[m4] α[°]
10	1	1.4909E-02 1.880E-06	1.028E-02 3.227E-03	2.517E-04 8.563E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	117.0 (CENTR)	
= HE 300 B (EN 10365)									
20	1	3.9000E-02 1.844E-02		8.819E-02 7.593E-02	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	306.2	
21	1	1.9500E-02 9.218E-03		4.410E-02 3.796E-02	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	153.1	
22	1	3.9000E-02 1.184E-02		3.185E-02 7.593E-02	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	306.2	7.593E-02 3.185E-02
23	1	3.9000E-02 1.343E-02		4.160E-02 7.593E-02	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	306.2	7.593E-02 4.160E-02
31	1	1.5600E-02 5.000E-05		5.686E-02 4.852E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	122.5	
32	1	1.5600E-02 5.000E-05		2.496E-02 4.852E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	122.5	
33	1	1.5600E-02 5.000E-05		1.911E-02 4.852E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	122.5	
QNr	Querschnittsnummer			yc[mm],zc[mm]		Ordinate des elastischen Zentrums			
Mat	Materialnummer			ysc[mm],zsc[mm]		Ordinate des Schubmittelpunkts			
A[m2]	Querschnittsfläche			E[N/mm2]		Elastizitätsmodul			
Ay[m2],Az[m2],Ayz[m2]	Schubverformungsfläche			g[kg/m]		längenbezogene Masse			
Iy[m4],Iz[m4],Iyz[m4]	Flächenträgheitsmoment								
I-1[m4],I-2[m4],α[°]	Hauptträgheitsmomente und Winkel der Hauptachsen								
MBw	Bewehrungsmaterialnummer								
It[m4]	Torsionsträgheitsmoment								
G[N/mm2]	Schubmodul								

Federsteifigkeiten:

Ersatzsteifigkeit der Stützen



Wegen der großen Kragarm-
länge und der verhältnismäßig
großen Horizontalkräfte am
Stützenkopf ist von einer
erhöhten Rissbildung in den
Stb.-Stützen auszugehen.
Um dieses Rissverhalten
in den linear elastisch berechneten
Modellen zu berücksichtigen,
wird die Biegesteifigkeit EI
auf 60% abgemindert.

Die Federsteifigkeit wird wie folgt definiert:

$$k = \frac{1''}{V} = \frac{1''}{\frac{1}{3} \cdot l^3 / EI} \quad [\text{kN/m}]$$

$$E = E_{cm} = 37.000 \text{ N/mm}^2$$


$$\phi_{\text{Stütze}} = 70 \text{ cm}$$

$$I = 0,6 \cdot \frac{\pi \cdot d^4}{64} = 0,0071 \text{ m}^4$$

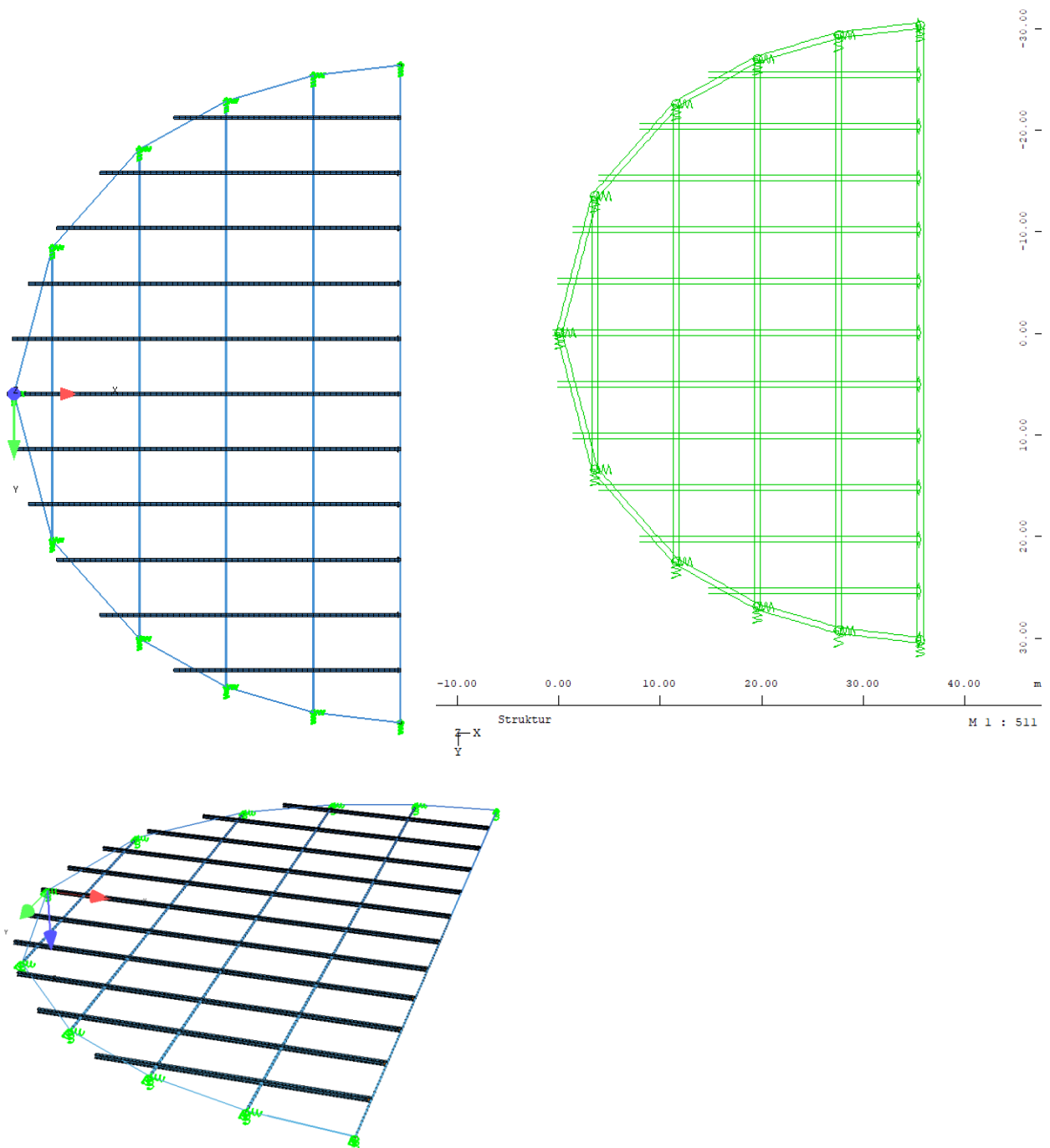
Achse	Länge Kragarm [m]	C _x [kN/m]	C _y [kN/m]	C _z [kN/m]*
1 / 16	8,50	1.283,2	1.283,2	9,26 x 10 ⁵
2 / 15				
3 / 14	8,20	1.429,4	1.429,4	9,26 x 10 ⁵
4 / 13	7,50	1.868,1	1.868,1	9,26 x 10 ⁵
5 / 12				
6 / 11				
7 / 10				
8 / 9				

*C_z ergibt sich aus $N = E \cdot A \cdot \Delta l / l$, $C_z = N / \Delta l$

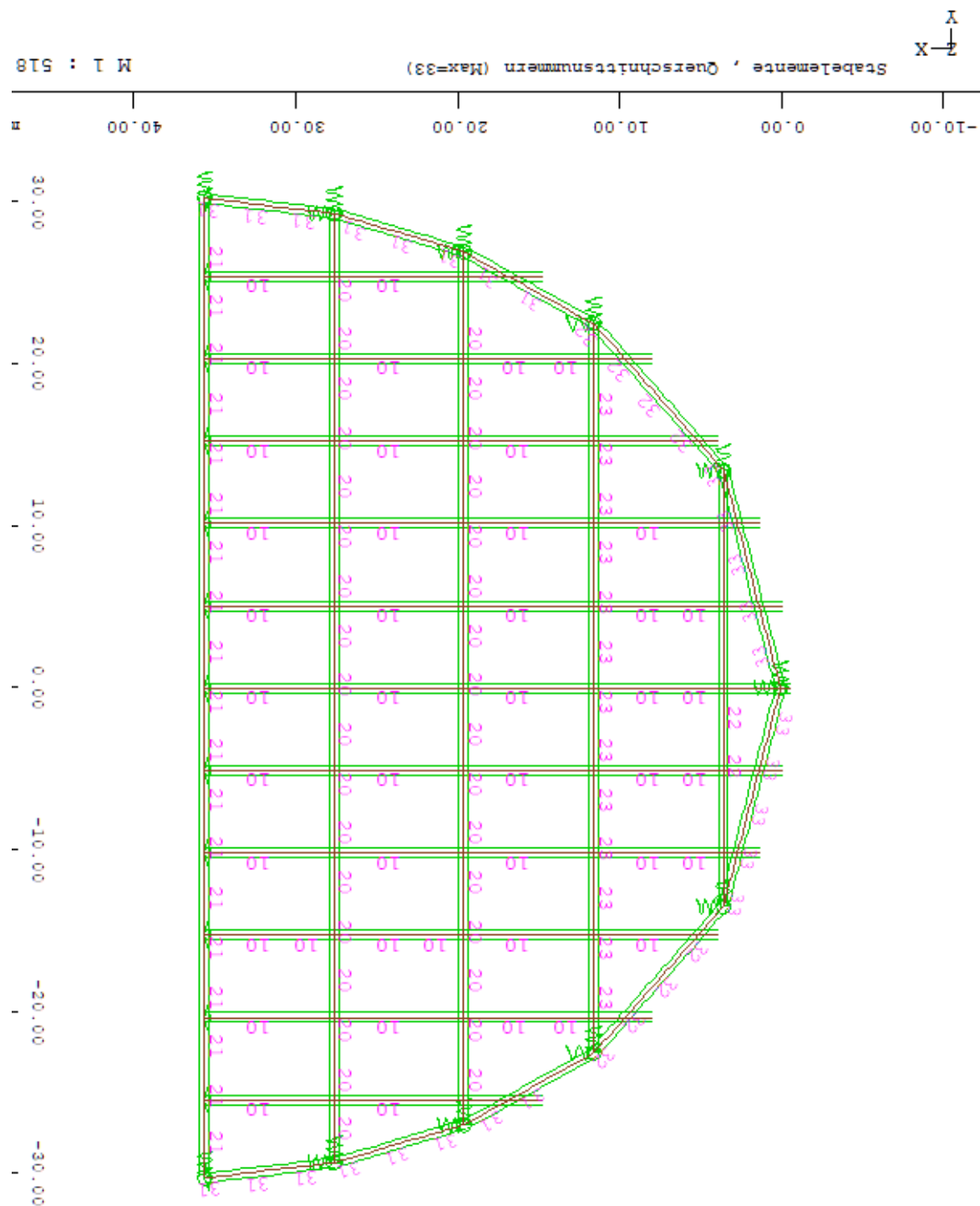
mit $A = \pi \cdot (70 \text{ cm})^2 / 4$, $\Delta l = 1,0 \text{ m}$, $l = 12,30 \text{ m}$

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr.	H22 11219	Seite	5
		Datum	06/2024	Pos.	3.1.2
<p>In System 1 werden in den Achsen 6 und 11 in Längsrichtung keine Federn angesetzt. Lediglich in Querrichtung und z-Richtung wird hier eine Lagerung berücksichtigt. Hier wird die halbe Federsteifigkeit und die das halbe Trägheitsmoment zweiten Grades herangezogen, da das System nur ausschnittsweise implementiert ist und somit auch nur etwa die halbe Kraft in den Aussteifungsmodellen auf die Binder aufgebracht wird.</p>					

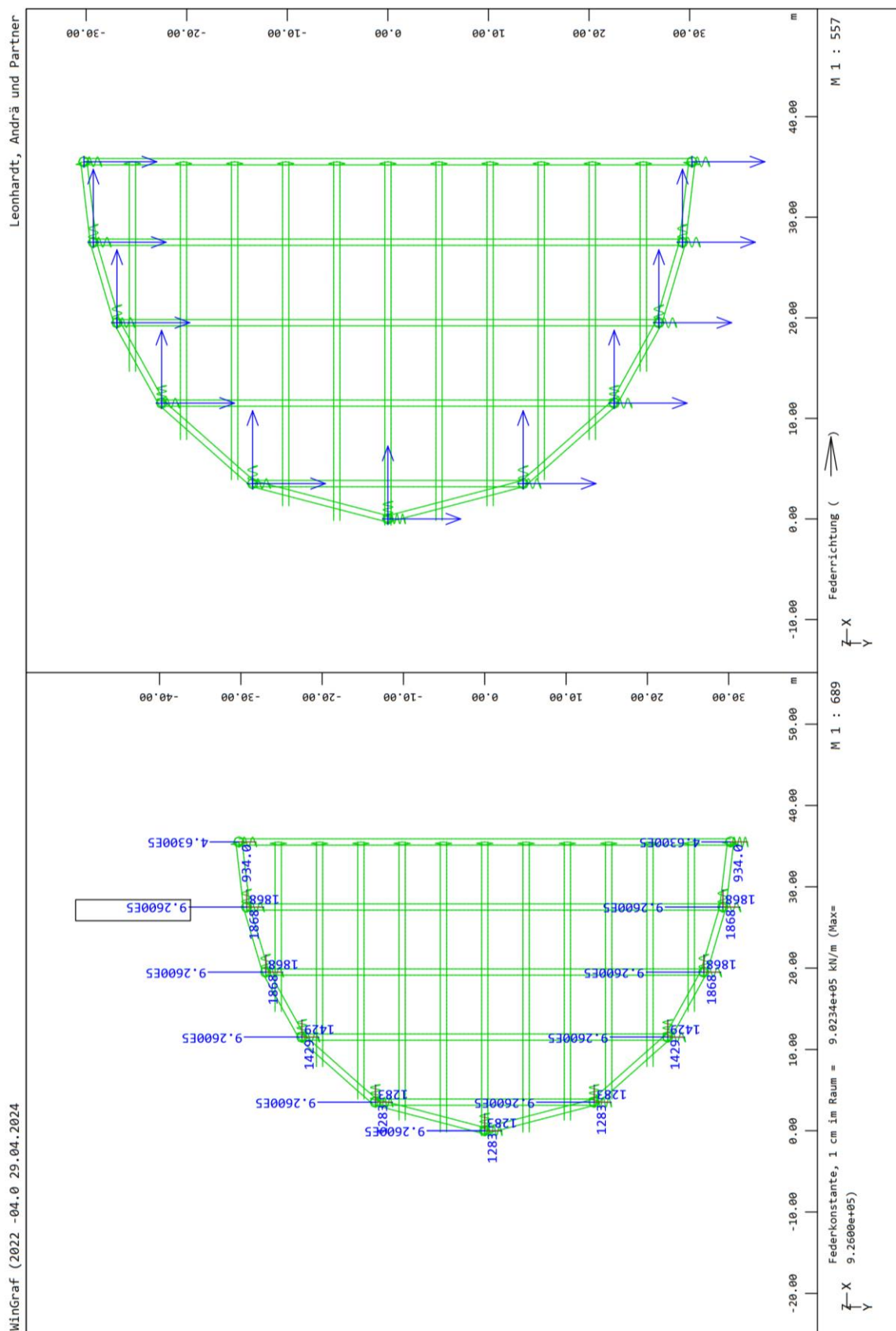
System 1:

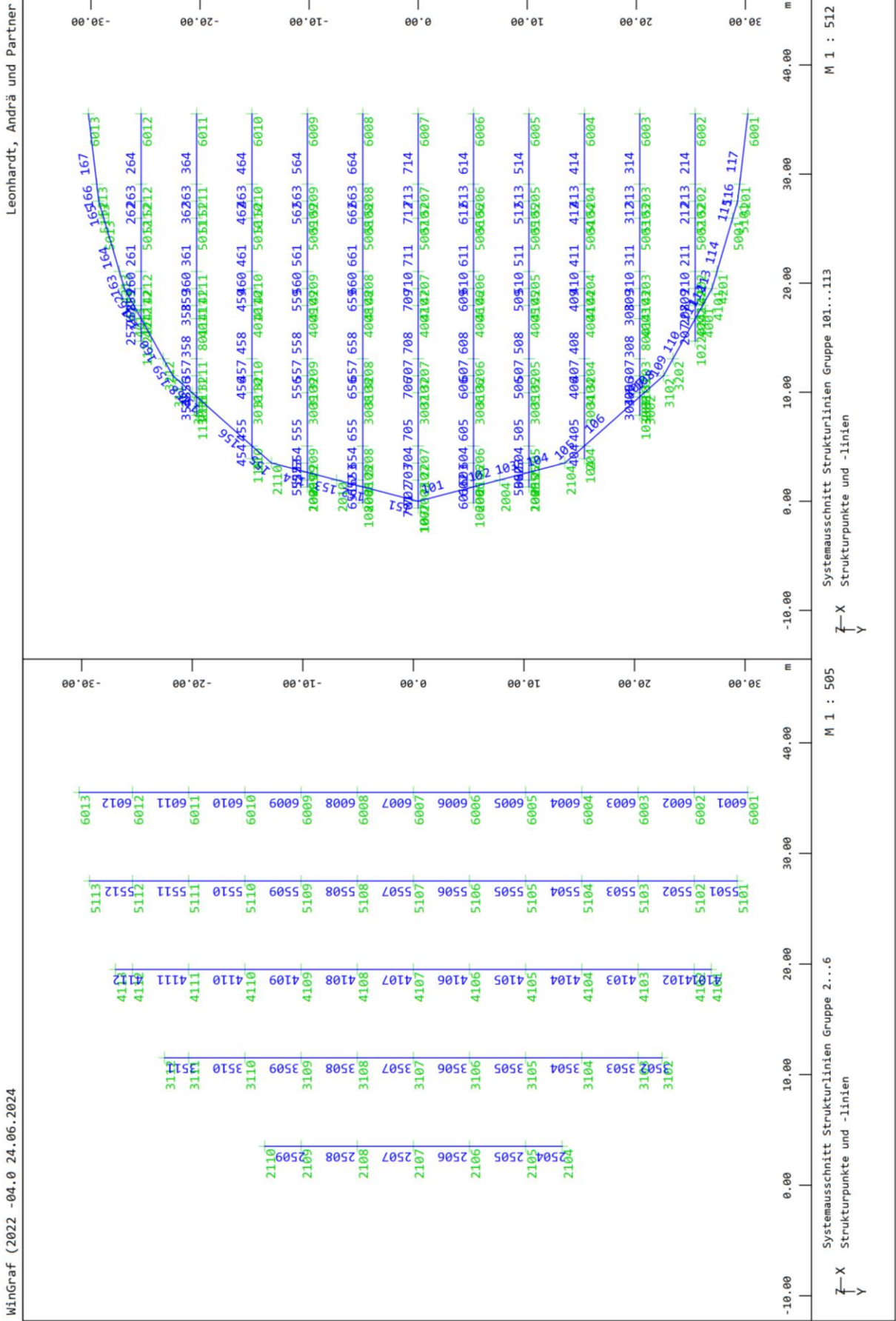


Übersicht der Querschnitte:



Übersicht der Federlagerung:





Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturelemente

Strukturpunkte

Nummer	X[m]	Y[m]	Z[m]	Auflager	Bezeichnung
102	14.685	25.400	0.000		
103	7.895	20.320	0.000		
104	3.915	15.240	0.000		
105	1.315	10.160	0.000		
106	-0.145	5.080	0.000		
107	-0.610	0.000	0.000		
108	-0.145	-5.080	0.000		
109	1.315	-10.160	0.000		
110	3.915	-15.240	0.000		
111	7.895	-20.320	0.000		
112	14.685	-25.400	0.000		
202	16.740	25.400	0.000		
203	9.588	20.320	0.000		
204	5.075	15.240	0.000		
205	2.655	10.160	0.000		
206	1.328	5.080	0.000		
208	1.328	-5.080	0.000		
209	2.655	-10.160	0.000		
210	5.075	-15.240	0.000		
211	9.588	-20.320	0.000		
212	16.740	-25.400	0.000		
1007	0.000	0.000	0.000		
2004	1.955	7.481	0.000		
2005	1.955	10.160	0.000		
2006	1.955	5.080	0.000		
2007	1.955	0.000	0.000		
2008	1.955	-5.080	0.000		
2009	1.955	-10.160	0.000		
2010	1.955	-7.481	0.000		
2104	3.515	13.450	0.000		
2105	3.515	10.160	0.000		
2106	3.515	5.080	0.000		
2107	3.515	0.000	0.000		
2108	3.515	-5.080	0.000		
2109	3.515	-10.160	0.000		
2110	3.515	-13.450	0.000		
2204	5.075	17.466	0.000		
2205	5.075	10.160	0.000		
2206	5.075	5.080	0.000		
2207	5.075	0.000	0.000		
2208	5.075	-5.080	0.000		
2209	5.075	-10.160	0.000		
2210	5.075	-17.466	0.000		
3002	9.955	20.735	0.000		
3003	9.955	20.320	0.000		
3004	9.955	15.240	0.000		
3005	9.955	10.160	0.000		
3006	9.955	5.080	0.000		
3007	9.955	0.000	0.000		
3008	9.955	-5.080	0.000		
3009	9.955	-10.160	0.000		
3010	9.955	-15.240	0.000		
3011	9.955	-20.320	0.000		
3012	9.955	-20.735	0.000		
3102	11.515	22.500	0.000		
3103	11.515	20.320	0.000		
3104	11.515	15.240	0.000		
3105	11.515	10.160	0.000		

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturpunkte

Nummer	X[m]	Y[m]	Z[m]	Auflager	Bezeichnung
3106	11.515	5.080	0.000		
3107	11.515	0.000	0.000		
3108	11.515	-5.080	0.000		
3109	11.515	-10.160	0.000		
3110	11.515	-15.240	0.000		
3111	11.515	-20.320	0.000		
3112	11.515	-22.500	0.000		
3202	13.075	23.366	0.000		
3203	13.075	20.320	0.000		
3204	13.075	15.240	0.000		
3205	13.075	10.160	0.000		
3206	13.075	5.080	0.000		
3207	13.075	0.000	0.000		
3208	13.075	-5.080	0.000		
3209	13.075	-10.160	0.000		
3210	13.075	-15.240	0.000		
3211	13.075	-20.320	0.000		
3212	13.075	-23.366	0.000		
4001	17.955	26.074	0.000		
4002	17.955	25.400	0.000		
4003	17.955	20.320	0.000		
4004	17.955	15.240	0.000		
4005	17.955	10.160	0.000		
4006	17.955	5.080	0.000		
4007	17.955	0.000	0.000		
4008	17.955	-5.080	0.000		
4009	17.955	-10.160	0.000		
4010	17.955	-15.240	0.000		
4011	17.955	-20.320	0.000		
4012	17.955	-25.400	0.000		
4013	17.955	-26.074	0.000		
4101	19.515	26.940	0.000		
4102	19.515	25.400	0.000		
4103	19.515	20.320	0.000		
4104	19.515	15.240	0.000		
4105	19.515	10.160	0.000		
4106	19.515	5.080	0.000		
4107	19.515	0.000	0.000		
4108	19.515	-5.080	0.000		
4109	19.515	-10.160	0.000		
4110	19.515	-15.240	0.000		
4111	19.515	-20.320	0.000		
4112	19.515	-25.400	0.000		
4113	19.515	-26.940	0.000		
4201	21.075	27.398	0.000		
4202	21.075	25.400	0.000		
4203	21.075	20.320	0.000		
4204	21.075	15.240	0.000		
4205	21.075	10.160	0.000		
4206	21.075	5.080	0.000		
4207	21.075	0.000	0.000		
4208	21.075	-5.080	0.000		
4209	21.075	-10.160	0.000		
4210	21.075	-15.240	0.000		
4211	21.075	-20.320	0.000		
4212	21.075	-25.400	0.000		
4213	21.075	-27.398	0.000		
5001	25.955	28.832	0.000		
5002	25.955	25.400	0.000		

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturpunkte

Nummer	X[m]	Y[m]	Z[m]	Auflager	Bezeichnung
5003	25.955	20.320	0.000		
5004	25.955	15.240	0.000		
5005	25.955	10.160	0.000		
5006	25.955	5.080	0.000		
5007	25.955	0.000	0.000		
5008	25.955	-5.080	0.000		
5009	25.955	-10.160	0.000		
5010	25.955	-15.240	0.000		
5011	25.955	-20.320	0.000		
5012	25.955	-25.400	0.000		
5013	25.955	-28.832	0.000		
5101	27.515	29.290	0.000		
5102	27.515	25.400	0.000		
5103	27.515	20.320	0.000		
5104	27.515	15.240	0.000		
5105	27.515	10.160	0.000		
5106	27.515	5.080	0.000		
5107	27.515	0.000	0.000		
5108	27.515	-5.080	0.000		
5109	27.515	-10.160	0.000		
5110	27.515	-15.240	0.000		
5111	27.515	-20.320	0.000		
5112	27.515	-25.400	0.000		
5113	27.515	-29.290	0.000		
5201	29.075	29.473	0.000		
5202	29.075	25.400	0.000		
5203	29.075	20.320	0.000		
5204	29.075	15.240	0.000		
5205	29.075	10.160	0.000		
5206	29.075	5.080	0.000		
5207	29.075	0.000	0.000		
5208	29.075	-5.080	0.000		
5209	29.075	-10.160	0.000		
5210	29.075	-15.240	0.000		
5211	29.075	-20.320	0.000		
5212	29.075	-25.400	0.000		
5213	29.075	-29.473	0.000		
5601	27.515	29.290	3.408		
5613	27.515	-29.290	3.408		
6001	35.515	30.230	0.000		
6002	35.515	25.400	0.000		
6003	35.515	20.320	0.000		
6004	35.515	15.240	0.000		
6005	35.515	10.160	0.000		
6006	35.515	5.080	0.000		
6007	35.515	0.000	0.000		
6008	35.515	-5.080	0.000		
6009	35.515	-10.160	0.000		
6010	35.515	-15.240	0.000		
6011	35.515	-20.320	0.000		
6012	35.515	-25.400	0.000		
6013	35.515	-30.230	0.000		
8001	16.740	20.320	0.000		
8011	16.740	-20.320	0.000		

Strukturlinien

Nummer	SPT-a	SPT-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
101	1007	206		SECT	33	101			
102	206	2004		SECT	33	101			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
103	2004	205		SECT	33	101			
104	205	2104		SECT	33	101			
105	2104	204		SECT	32	101			
106	204	203		SECT	32	101			
107	203	3002		SECT	32	101			
108	3002	3102		SECT	32	101			
109	3102	3202		SECT	31	101			
110	3202	202		SECT	31	101			
111	202	4001		SECT	31	101			
112	4001	4101		SECT	31	101			
113	4101	4201		SECT	31	101			
114	4201	5001		SECT	31	101			
115	5001	5101		SECT	31	101			
116	5101	5201		SECT	31	101			
117	5201	6001		SECT	31	101		Mz	
151	1007	208		SECT	33	113			
152	208	2010		SECT	33	113			
153	2010	209		SECT	33	113			
154	209	2110		SECT	33	113			
155	2110	210		SECT	32	113			
156	210	211		SECT	32	113			
157	211	3012		SECT	32	113			
158	3012	3112		SECT	32	113			
159	3112	3212		SECT	31	113			
160	3212	212		SECT	31	113			
161	212	4013		SECT	31	113			
162	4013	4113		SECT	31	113			
163	4113	4213		SECT	31	113			
164	4213	5013		SECT	31	113			
165	5013	5113		SECT	31	113			
166	5113	5213		SECT	31	113			
167	5213	6013		SECT	31	113		Mz	
207	102	202		SECT	10	102			
208	202	4002		SECT	10	102			
209	4002	4102		SECT	10	102			
210	4102	4202		SECT	10	102			
211	4202	5002		SECT	10	102			
212	5002	5102		SECT	10	102			
213	5102	5202		SECT	10	102			
214	5202	6002		SECT	10	102		NMM	
257	112	212		SECT	10	112			
258	212	4012		SECT	10	112			
259	4012	4112		SECT	10	112			
260	4112	4212		SECT	10	112			
261	4212	5012		SECT	10	112			
262	5012	5112		SECT	10	112			
263	5112	5212		SECT	10	112			
264	5212	6012		SECT	10	112		NMM	
304	103	203		SECT	10	103			
305	203	3003		SECT	10	103			
306	3003	3103		SECT	10	103			
307	3103	3203		SECT	10	103			
308	3203	8001		SECT	10	103			
	8001	4003		SECT	10	103			
309	4003	4103		SECT	10	103			
310	4103	4203		SECT	10	103			
311	4203	5003		SECT	10	103			
312	5003	5103		SECT	10	103			
313	5103	5203		SECT	10	103			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	SPT-a	SPT-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
314	5203	6003		SECT	10	103		NMM	
354	111	211		SECT	10	111			
355	211	3011		SECT	10	111			
356	3011	3111		SECT	10	111			
357	3111	3211		SECT	10	111			
358	3211	8011		SECT	10	111			
	8011	4011		SECT	10	111			
359	4011	4111		SECT	10	111			
360	4111	4211		SECT	10	111			
361	4211	5011		SECT	10	111			
362	5011	5111		SECT	10	111			
363	5111	5211		SECT	10	111			
364	5211	6011		SECT	10	111		NMM	
404	104	204		SECT	10	104			
405	204	3004		SECT	10	104			
406	3004	3104		SECT	10	104			
407	3104	3204		SECT	10	104			
408	3204	4004		SECT	10	104			
409	4004	4104		SECT	10	104			
410	4104	4204		SECT	10	104			
411	4204	5004		SECT	10	104			
412	5004	5104		SECT	10	104			
413	5104	5204		SECT	10	104			
414	5204	6004		SECT	10	104		NMM	
454	110	210		SECT	10	110			
455	210	3010		SECT	10	110			
456	3010	3110		SECT	10	110			
457	3110	3210		SECT	10	110			
458	3210	4010		SECT	10	110			
459	4010	4110		SECT	10	110			
460	4110	4210		SECT	10	110			
461	4210	5010		SECT	10	110			
462	5010	5110		SECT	10	110			
463	5110	5210		SECT	10	110			
464	5210	6010		SECT	10	110		NMM	
502	105	2005		SECT	10	105			
	2005	205		SECT	10	105			
503	205	2105		SECT	10	105			
504	2105	2205		SECT	10	105			
505	2205	3005		SECT	10	105			
506	3005	3105		SECT	10	105			
507	3105	3205		SECT	10	105			
508	3205	4005		SECT	10	105			
509	4005	4105		SECT	10	105			
510	4105	4205		SECT	10	105			
511	4205	5005		SECT	10	105			
512	5005	5105		SECT	10	105			
513	5105	5205		SECT	10	105			
514	5205	6005		SECT	10	105		NMM	
552	109	2009		SECT	10	109			
	2009	209		SECT	10	109			
553	209	2109		SECT	10	109			
554	2109	2209		SECT	10	109			
555	2209	3009		SECT	10	109			
556	3009	3109		SECT	10	109			
557	3109	3209		SECT	10	109			
558	3209	4009		SECT	10	109			
559	4009	4109		SECT	10	109			
560	4109	4209		SECT	10	109			

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
561	4209	5009		SECT	10	109			
562	5009	5109		SECT	10	109			
563	5109	5209		SECT	10	109			
564	5209	6009		SECT	10	109		NMM	
601	106	206		SECT	10	106			
602	206	2006		SECT	10	106			
603	2006	2106		SECT	10	106			
604	2106	2206		SECT	10	106			
605	2206	3006		SECT	10	106			
606	3006	3106		SECT	10	106			
607	3106	3206		SECT	10	106			
608	3206	4006		SECT	10	106			
609	4006	4106		SECT	10	106			
610	4106	4206		SECT	10	106			
611	4206	5006		SECT	10	106			
612	5006	5106		SECT	10	106			
613	5106	5206		SECT	10	106			
614	5206	6006		SECT	10	106		NMM	
651	108	208		SECT	10	108			
652	208	2008		SECT	10	108			
653	2008	2108		SECT	10	108			
654	2108	2208		SECT	10	108			
655	2208	3008		SECT	10	108			
656	3008	3108		SECT	10	108			
657	3108	3208		SECT	10	108			
658	3208	4008		SECT	10	108			
659	4008	4108		SECT	10	108			
660	4108	4208		SECT	10	108			
661	4208	5008		SECT	10	108			
662	5008	5108		SECT	10	108			
663	5108	5208		SECT	10	108			
664	5208	6008		SECT	10	108		NMM	
701	107	1007		SECT	10	107			
702	1007	2007		SECT	10	107			
703	2007	2107		SECT	10	107			
704	2107	2207		SECT	10	107			
705	2207	3007		SECT	10	107			
706	3007	3107		SECT	10	107			
707	3107	3207		SECT	10	107			
708	3207	4007		SECT	10	107			
709	4007	4107		SECT	10	107			
710	4107	4207		SECT	10	107			
711	4207	5007		SECT	10	107			
712	5007	5107		SECT	10	107			
713	5107	5207		SECT	10	107			
714	5207	6007		SECT	10	107		NMM	
2504	2104	2105		SECT	22	2			
2505	2105	2106		SECT	22	2			
2506	2106	2107		SECT	22	2			
2507	2107	2108		SECT	22	2			
2508	2108	2109		SECT	22	2			
2509	2109	2110		SECT	22	2			
3502	3102	3103		SECT	23	3			
3503	3103	3104		SECT	23	3			
3504	3104	3105		SECT	23	3			
3505	3105	3106		SECT	23	3			
3506	3106	3107		SECT	23	3			
3507	3107	3108		SECT	23	3			
3508	3108	3109		SECT	23	3			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	SPT-a	SPT-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
3509	3109	3110		SECT	23	3			
3510	3110	3111		SECT	23	3			
3511	3111	3112		SECT	23	3			
4101	4101	4102		SECT	20	4			
4102	4102	4103		SECT	20	4			
4103	4103	4104		SECT	20	4			
4104	4104	4105		SECT	20	4			
4105	4105	4106		SECT	20	4			
4106	4106	4107		SECT	20	4			
4107	4107	4108		SECT	20	4			
4108	4108	4109		SECT	20	4			
4109	4109	4110		SECT	20	4			
4110	4110	4111		SECT	20	4			
4111	4111	4112		SECT	20	4			
4112	4112	4113		SECT	20	4			
5501	5101	5102		SECT	20	5			
5502	5102	5103		SECT	20	5			
5503	5103	5104		SECT	20	5			
5504	5104	5105		SECT	20	5			
5505	5105	5106		SECT	20	5			
5506	5106	5107		SECT	20	5			
5507	5107	5108		SECT	20	5			
5508	5108	5109		SECT	20	5			
5509	5109	5110		SECT	20	5			
5510	5110	5111		SECT	20	5			
5511	5111	5112		SECT	20	5			
5512	5112	5113		SECT	20	5			
6001	6001	6002		SECT	21	6			
6002	6002	6003		SECT	21	6			
6003	6003	6004		SECT	21	6			
6004	6004	6005		SECT	21	6			
6005	6005	6006		SECT	21	6			
6006	6006	6007		SECT	21	6			
6007	6007	6008		SECT	21	6			
6008	6008	6009		SECT	21	6			
6009	6009	6010		SECT	21	6			
6010	6010	6011		SECT	21	6			
6011	6011	6012		SECT	21	6			
6012	6012	6013		SECT	21	6			

SPT-a, SPT-e Strukturpunkt Anfang / Ende

Ref Referenzlinie, -achse

Typ Elementtyp

QNr Querschnittsnummer

Grp primäre Gruppennummer

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHA - FEM EXPORT & IMPORT & GENERATION

Modelleingabe

Gruppen

Grp	Anzahl	Typ	Min-Nr	Max-Nr	Bezeichnung
0	31	FEDE	1001	6102	
2	54	STAB	20001	20054	
3	88	STAB	30001	30088	
4	106	STAB	40001	40106	
5	116	STAB	50001	50116	
6	120	STAB	60001	60120	
101	105	STAB	1010001	1010105	
102	41	STAB	1020001	1020041	
103	54	STAB	1030001	1030054	
104	63	STAB	1040001	1040063	
105	68	STAB	1050001	1050068	
106	71	STAB	1060001	1060071	
107	72	STAB	1070001	1070072	
108	71	STAB	1080001	1080071	
109	68	STAB	1090001	1090068	
110	63	STAB	1100001	1100063	
111	54	STAB	1110001	1110054	
112	41	STAB	1120001	1120041	
113	105	STAB	1130001	1130105	
Grp	primäre Gruppennummer		Typ	Elementtyp	
Anzahl	Elementanzahl in der Gruppe		Min-Nr,Max-Nr	minimale/maximale Elementnummer	

Sekundäre Gruppen

Grp	Eigenschaften
PFA	+STAB Grp.101,Grp.102,Grp.103,Grp.104,Grp.105,Grp.106,Grp.107,Grp.108 109,Grp.110,Grp.111,Grp.112,Grp.113 =STAB 1010001-1130105
PFN	+STAB Grp.101,Grp.102,Grp.103,Grp.104,Grp.105,Grp.106,Grp.107 =STAB 1010001-1070072
BIND	+STAB Grp.1,Grp.2,Grp.3,Grp.4,Grp.5,Grp.6,Grp.7 =STAB 20001-60120
Grp	Bezeichnung der sekundären Gruppe

Federelemente

Grp	Nummer	Knoten	Knoten	dx[-] e-P[-]	dy[-] e-T[-]	dz[-] e-M[-]	Cp[kN/m] DP[kNsec/m]	Ct[kN/m] DT[kNsec/m]	Cm[kNm] DM[kNmsec]
0	1001	1007		1.000	0.000	0.000	1.283E+03		
0	1002	1007		0.000	1.000	0.000	1.283E+03		
0	1003	1007		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	2001	2104		1.000	0.000	0.000	1.283E+03		
0	2002	2104		0.000	1.000	0.000	1.283E+03		
0	2003	2104		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	2101	2110		1.000	0.000	0.000	1.283E+03		
0	2102	2110		0.000	1.000	0.000	1.283E+03		
0	2103	2110		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	3001	3102		1.000	0.000	0.000	1.429E+03		
0	3002	3102		0.000	1.000	0.000	1.429E+03		
0	3003	3102		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	3101	3112		1.000	0.000	0.000	1.429E+03		
0	3102	3112		0.000	1.000	0.000	1.429E+03		
0	3103	3112		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	4001	4101		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	4002	4101		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	4003	4101		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	4101	4113		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHA - FEM EXPORT & IMPORT & GENERATION

Modelleingabe

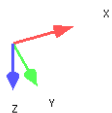
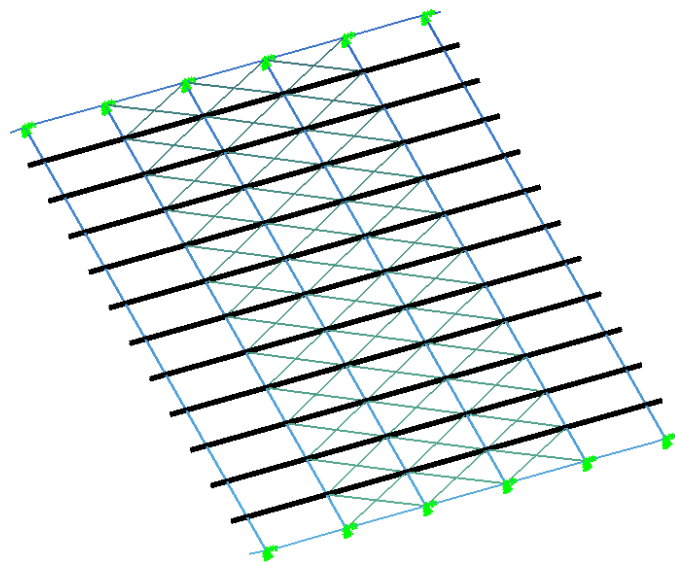
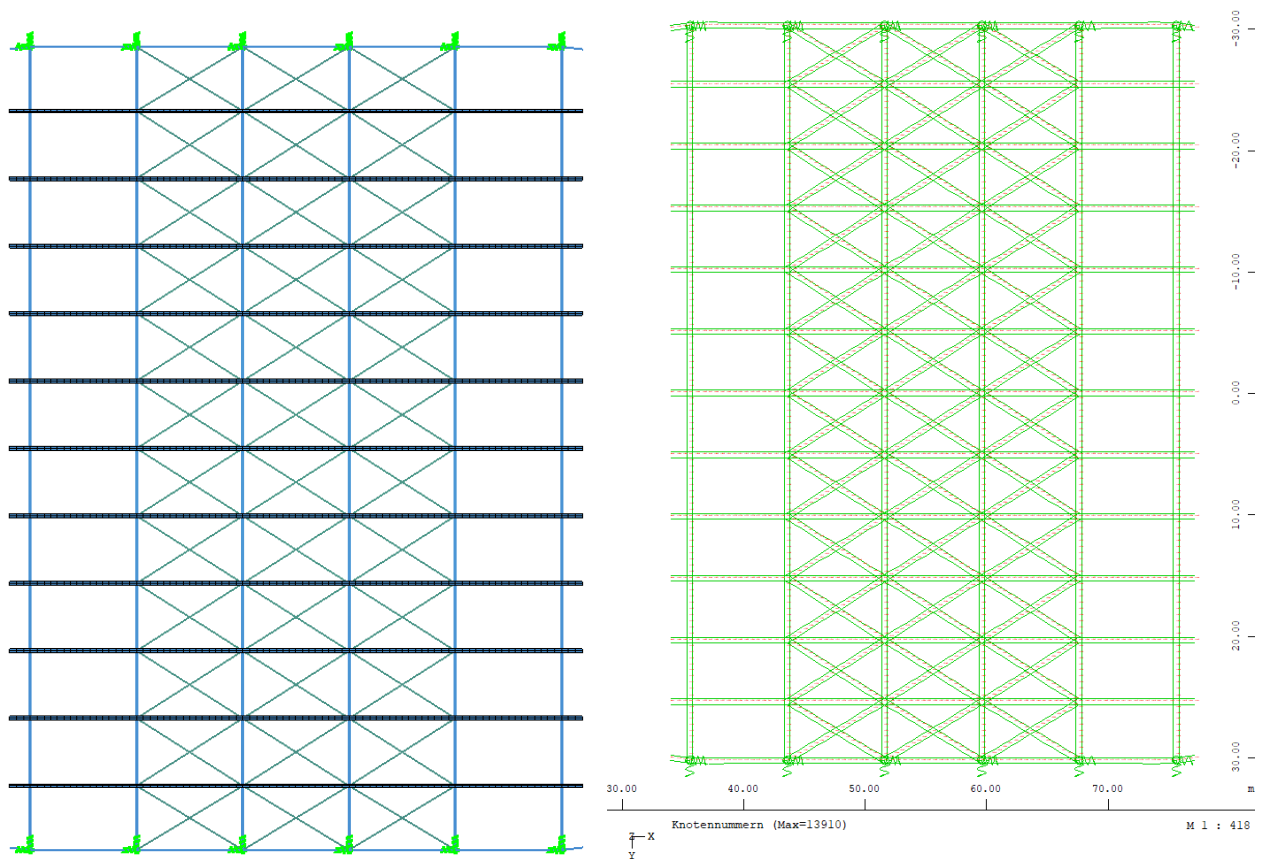
Federelemente

Grp	Nummer	Knoten	Knoten	dx[-] e-P[-]	dy[-] e-T[-]	dz[-] e-M[-]	Cp[kN/m] DP[kNsec/m]	Ct[kN/m] DT[kNsec/m]	Cm[kNm] DM[kNmsec]
0	4102	4113		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	4103	4113		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	5001	5101		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	5002	5101		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	5003	5101		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	5101	5113		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	5102	5113		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	5103	5113		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	6001	6001		0.000	0.000	1.000	4.630E+05		
0	6002	6001		0.000	1.000	0.000	9.340E+02		
0	6101	6013		0.000	0.000	1.000	4.630E+05		
0	6102	6013		0.000	1.000	0.000	9.340E+02		

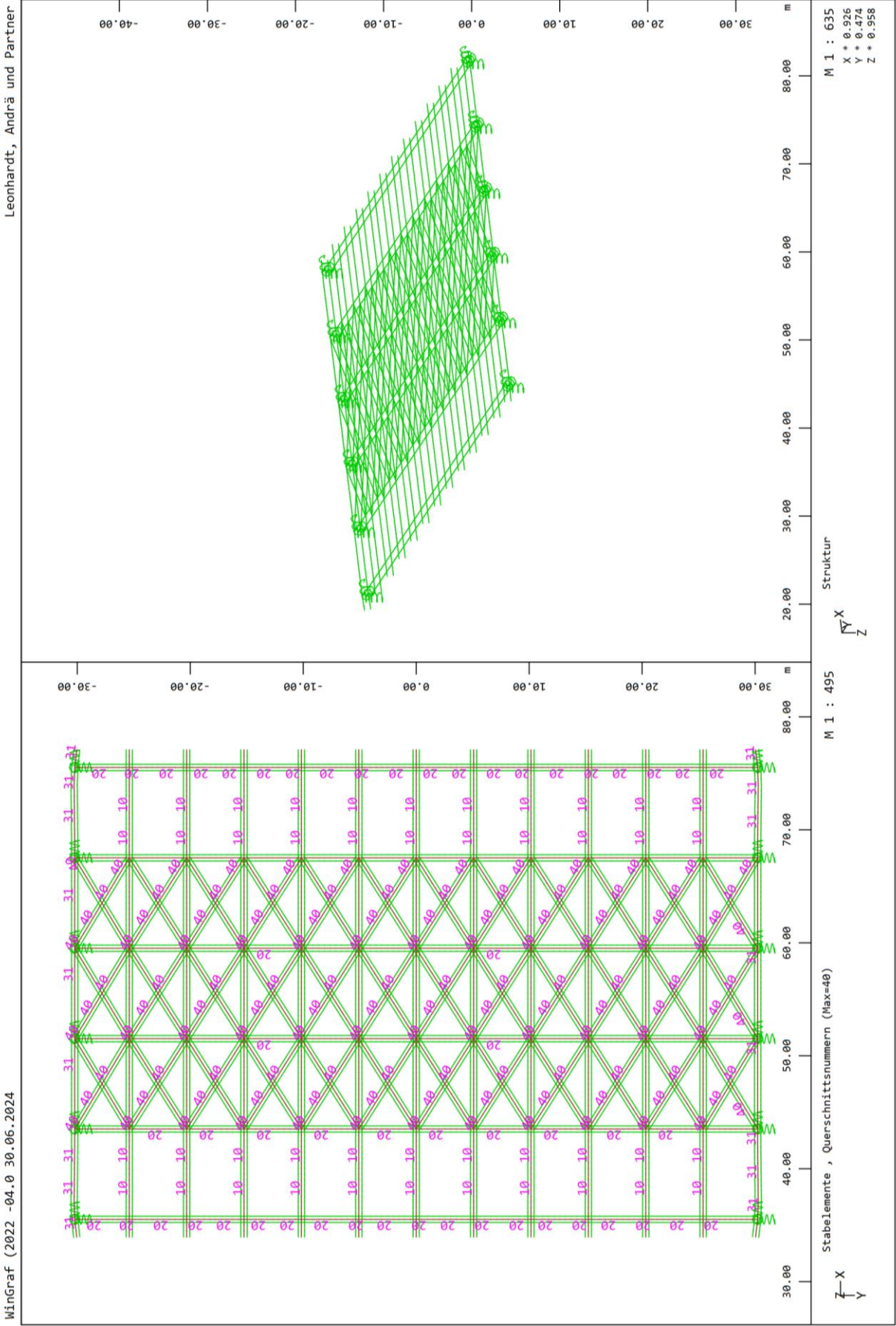
Alle Federn haben lineare Eigenschaften

Grp	primäre Gruppennummer
dx[-],dy[-],dz[-]	Richtungskomponente
Cp[kN/m],Ct[kN/m]	Axiale / laterale Federsteifigkeit
Cm[kNm]	Drehfedersteifigkeit
e-P[-],e-T[-],e-M[-]	Exponent der nichtlinearen Dämpfung
DP[kNsec/m],DT[kNsec/m],DM[kNmsec]	Dämpfung

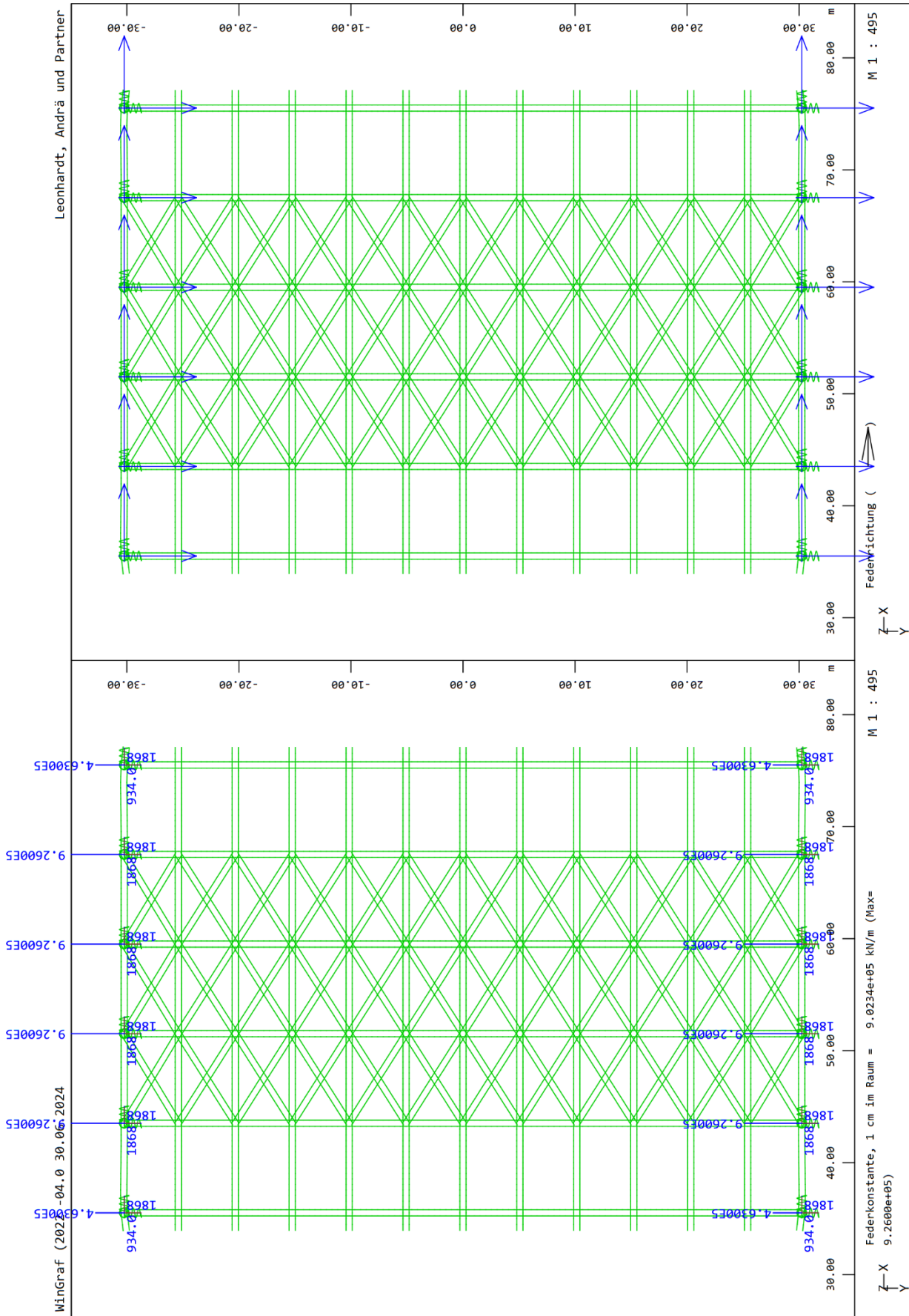
System 2:

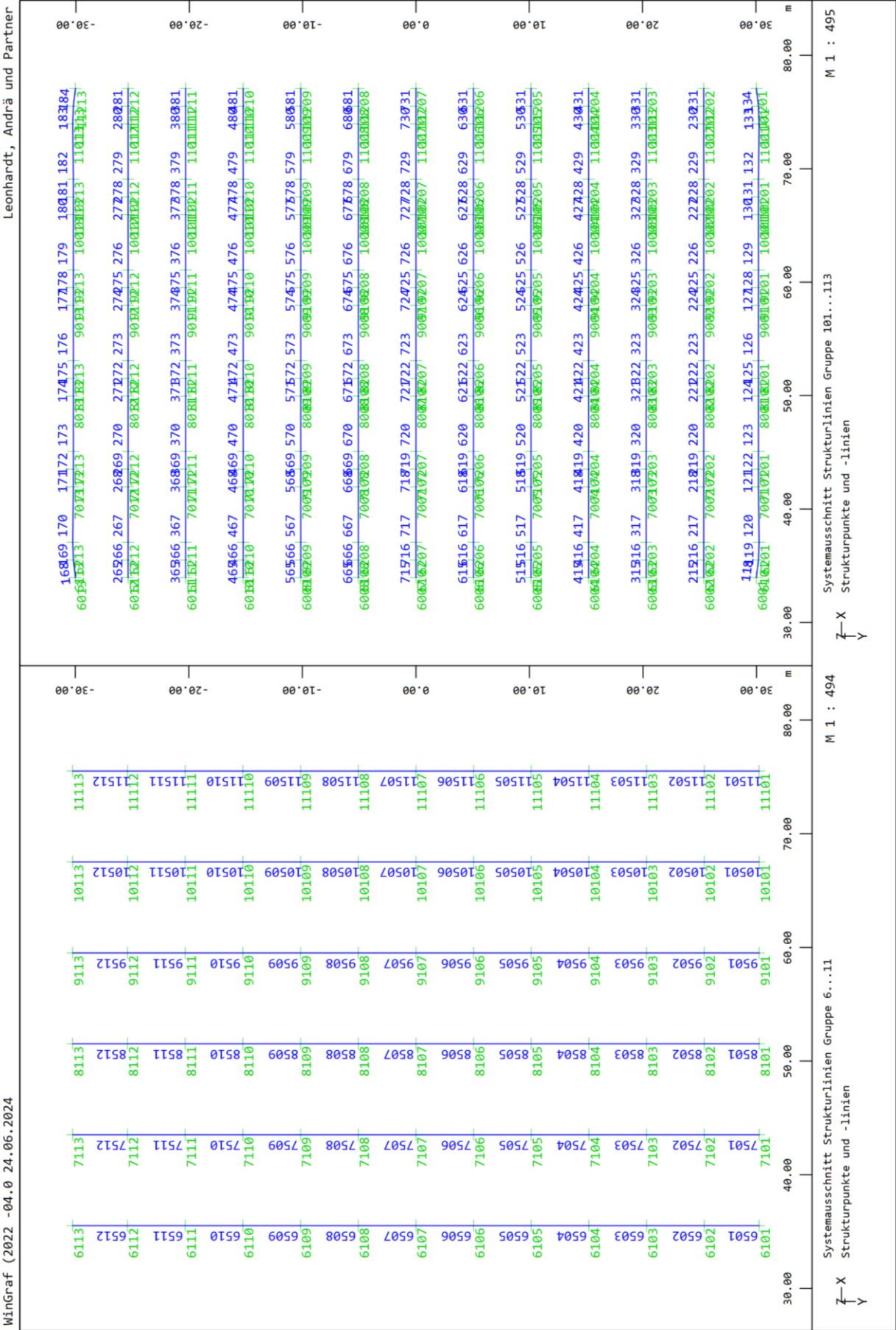


Übersicht der Querschnitte:



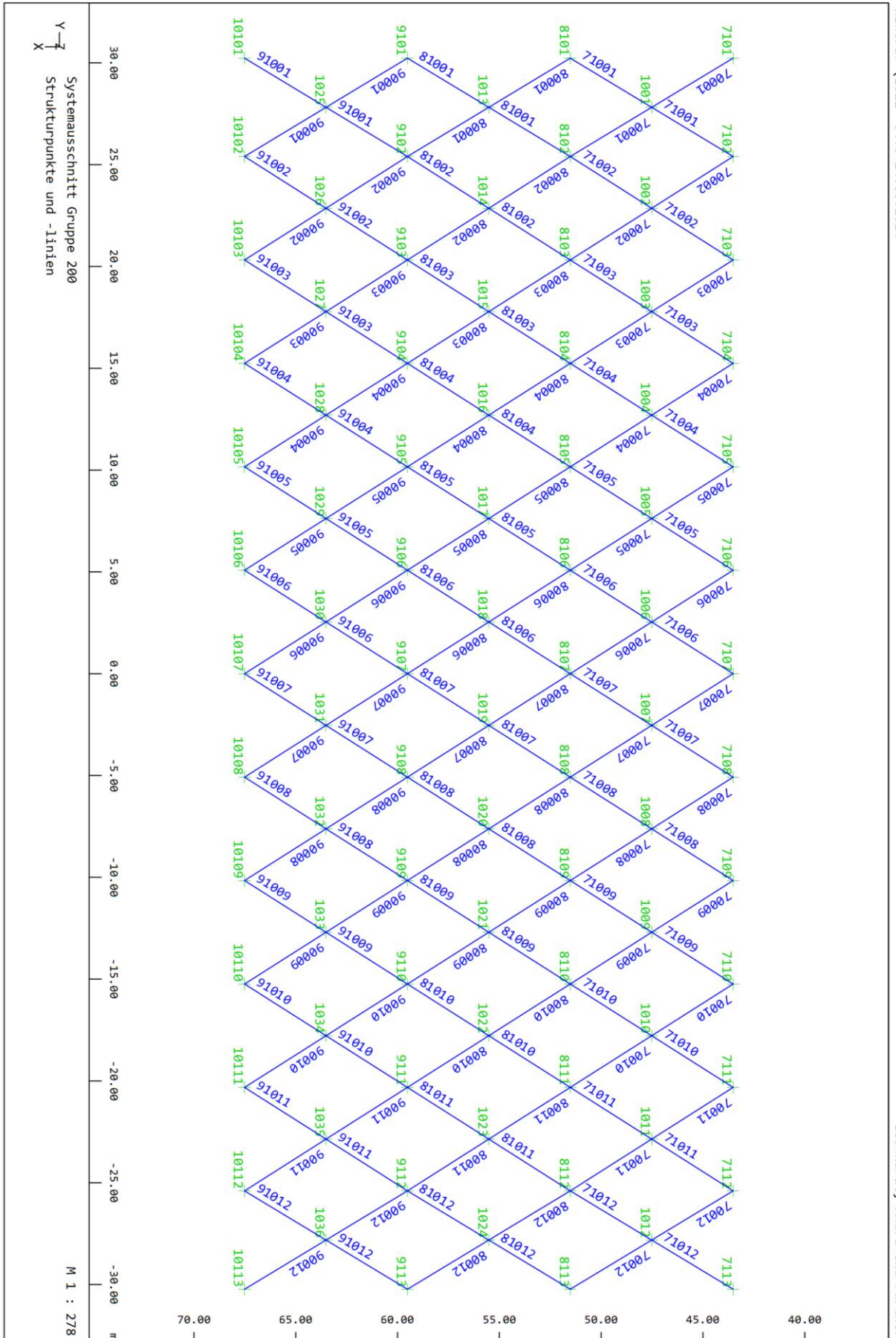
Übersicht der Federlagerung:





Wingraf (2022 -04.0 24.06.2024

Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe

Strukturpunkte

Nummer	X[m]	Y[m]	Z[m]	Auflager	Bezeichnung
1001	47.515	27.815	0.000		
1002	47.515	22.860	0.000		
1003	47.515	17.780	0.000		
1004	47.515	12.700	0.000		
1005	47.515	7.620	0.000		
1006	47.515	2.540	0.000		
1007	47.515	-2.540	0.000		
1008	47.515	-7.620	0.000		
1009	47.515	-12.700	0.000		
1010	47.515	-17.780	0.000		
1011	47.515	-22.860	0.000		
1012	47.515	-27.815	0.000		
1013	55.515	27.815	0.000		
1014	55.515	22.860	0.000		
1015	55.515	17.780	0.000		
1016	55.515	12.700	0.000		
1017	55.515	7.620	0.000		
1018	55.515	2.540	0.000		
1019	55.515	-2.540	0.000		
1020	55.515	-7.620	0.000		
1021	55.515	-12.700	0.000		
1022	55.515	-17.780	0.000		
1023	55.515	-22.860	0.000		
1024	55.515	-27.815	0.000		
1025	63.515	27.815	0.000		
1026	63.515	22.860	0.000		
1027	63.515	17.780	0.000		
1028	63.515	12.700	0.000		
1029	63.515	7.620	0.000		
1030	63.515	2.540	0.000		
1031	63.515	-2.540	0.000		
1032	63.515	-7.620	0.000		
1033	63.515	-12.700	0.000		
1034	63.515	-17.780	0.000		
1035	63.515	-22.860	0.000		
1036	63.515	-27.815	0.000		
6001	33.955	30.047	0.000		
6002	33.955	25.400	0.000		
6003	33.955	20.320	0.000		

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTURELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturpunkte

Nummer	X[m]	Y[m]	Z[m]	Auflager	Bezeichnung
6004	33.955	15.240	0.000		
6005	33.955	10.160	0.000		
6006	33.955	5.080	0.000		
6007	33.955	0.000	0.000		
6008	33.955	-5.080	0.000		
6009	33.955	-10.160	0.000		
6010	33.955	-15.240	0.000		
6011	33.955	-20.320	0.000		
6012	33.955	-25.400	0.000		
6013	33.955	-30.480	0.000		
6101	35.515	30.230	0.000		
6102	35.515	25.400	0.000		
6103	35.515	20.320	0.000		
6104	35.515	15.240	0.000		
6105	35.515	10.160	0.000		
6106	35.515	5.080	0.000		
6107	35.515	0.000	0.000		
6108	35.515	-5.080	0.000		
6109	35.515	-10.160	0.000		
6110	35.515	-15.240	0.000		
6111	35.515	-20.320	0.000		
6112	35.515	-25.400	0.000		
6113	35.515	-30.230	0.000		
6201	37.075	30.279	0.000		
6202	37.075	25.400	0.000		
6203	37.075	20.320	0.000		
6204	37.075	15.240	0.000		
6205	37.075	10.160	0.000		
6206	37.075	5.080	0.000		
6207	37.075	0.000	0.000		
6208	37.075	-5.080	0.000		
6209	37.075	-10.160	0.000		
6210	37.075	-15.240	0.000		
6211	37.075	-20.320	0.000		
6212	37.075	-25.400	0.000		
6213	37.075	-30.279	0.000		
7001	41.955	30.230	0.000		
7002	41.955	25.400	0.000		
7003	41.955	20.320	0.000		
7004	41.955	15.240	0.000		
7005	41.955	10.160	0.000		
7006	41.955	5.080	0.000		
7007	41.955	0.000	0.000		
7008	41.955	-5.080	0.000		
7009	41.955	-10.160	0.000		
7010	41.955	-15.240	0.000		
7011	41.955	-20.320	0.000		
7012	41.955	-25.400	0.000		
7013	41.955	-30.230	0.000		
7101	43.515	30.230	0.000		
7102	43.515	25.400	0.000		
7103	43.515	20.320	0.000		
7104	43.515	15.240	0.000		
7105	43.515	10.160	0.000		
7106	43.515	5.080	0.000		
7107	43.515	0.000	0.000		
7108	43.515	-5.080	0.000		
7109	43.515	-10.160	0.000		
7110	43.515	-15.240	0.000		

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturpunkte

Nummer	X[m]	Y[m]	Z[m]	Auflager	Bezeichnung
7111	43.515	-20.320	0.000		
7112	43.515	-25.400	0.000		
7113	43.515	-30.230	0.000		
7201	45.075	30.230	0.000		
7202	45.075	25.400	0.000		
7203	45.075	20.320	0.000		
7204	45.075	15.240	0.000		
7205	45.075	10.160	0.000		
7206	45.075	5.080	0.000		
7207	45.075	0.000	0.000		
7208	45.075	-5.080	0.000		
7209	45.075	-10.160	0.000		
7210	45.075	-15.240	0.000		
7211	45.075	-20.320	0.000		
7212	45.075	-25.400	0.000		
7213	45.075	-30.230	0.000		
8001	49.955	30.230	0.000		
8002	49.955	25.400	0.000		
8003	49.955	20.320	0.000		
8004	49.955	15.240	0.000		
8005	49.955	10.160	0.000		
8006	49.955	5.080	0.000		
8007	49.955	0.000	0.000		
8008	49.955	-5.080	0.000		
8009	49.955	-10.160	0.000		
8010	49.955	-15.240	0.000		
8011	49.955	-20.320	0.000		
8012	49.955	-25.400	0.000		
8013	49.955	-30.230	0.000		
8101	51.515	30.230	0.000		
8102	51.515	25.400	0.000		
8103	51.515	20.320	0.000		
8104	51.515	15.240	0.000		
8105	51.515	10.160	0.000		
8106	51.515	5.080	0.000		
8107	51.515	0.000	0.000		
8108	51.515	-5.080	0.000		
8109	51.515	-10.160	0.000		
8110	51.515	-15.240	0.000		
8111	51.515	-20.320	0.000		
8112	51.515	-25.400	0.000		
8113	51.515	-30.230	0.000		
8201	53.075	30.230	0.000		
8202	53.075	25.400	0.000		
8203	53.075	20.320	0.000		
8204	53.075	15.240	0.000		
8205	53.075	10.160	0.000		
8206	53.075	5.080	0.000		
8207	53.075	0.000	0.000		
8208	53.075	-5.080	0.000		
8209	53.075	-10.160	0.000		
8210	53.075	-15.240	0.000		
8211	53.075	-20.320	0.000		
8212	53.075	-25.400	0.000		
8213	53.075	-30.230	0.000		
9001	57.955	30.230	0.000		
9002	57.955	25.400	0.000		
9003	57.955	20.320	0.000		
9004	57.955	15.240	0.000		

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturpunkte

Nummer	X[m]	Y[m]	Z[m]	Auflager	Bezeichnung
9005	57.955	10.160	0.000		
9006	57.955	5.080	0.000		
9007	57.955	0.000	0.000		
9008	57.955	-5.080	0.000		
9009	57.955	-10.160	0.000		
9010	57.955	-15.240	0.000		
9011	57.955	-20.320	0.000		
9012	57.955	-25.400	0.000		
9013	57.955	-30.230	0.000		
9101	59.515	30.230	0.000		
9102	59.515	25.400	0.000		
9103	59.515	20.320	0.000		
9104	59.515	15.240	0.000		
9105	59.515	10.160	0.000		
9106	59.515	5.080	0.000		
9107	59.515	0.000	0.000		
9108	59.515	-5.080	0.000		
9109	59.515	-10.160	0.000		
9110	59.515	-15.240	0.000		
9111	59.515	-20.320	0.000		
9112	59.515	-25.400	0.000		
9113	59.515	-30.230	0.000		
9201	61.075	30.230	0.000		
9202	61.075	25.400	0.000		
9203	61.075	20.320	0.000		
9204	61.075	15.240	0.000		
9205	61.075	10.160	0.000		
9206	61.075	5.080	0.000		
9207	61.075	0.000	0.000		
9208	61.075	-5.080	0.000		
9209	61.075	-10.160	0.000		
9210	61.075	-15.240	0.000		
9211	61.075	-20.320	0.000		
9212	61.075	-25.400	0.000		
9213	61.075	-30.230	0.000		
10001	65.955	30.230	0.000		
10002	65.955	25.400	0.000		
10003	65.955	20.320	0.000		
10004	65.955	15.240	0.000		
10005	65.955	10.160	0.000		
10006	65.955	5.080	0.000		
10007	65.955	0.000	0.000		
10008	65.955	-5.080	0.000		
10009	65.955	-10.160	0.000		
10010	65.955	-15.240	0.000		
10011	65.955	-20.320	0.000		
10012	65.955	-25.400	0.000		
10013	65.955	-30.230	0.000		
10101	67.515	30.230	0.000		
10102	67.515	25.400	0.000		
10103	67.515	20.320	0.000		
10104	67.515	15.240	0.000		
10105	67.515	10.160	0.000		
10106	67.515	5.080	0.000		
10107	67.515	0.000	0.000		
10108	67.515	-5.080	0.000		
10109	67.515	-10.160	0.000		
10110	67.515	-15.240	0.000		
10111	67.515	-20.320	0.000		

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

S
2

Modelleingabe

Strukturpunkte

Nummer	X[m]	Y[m]	Z[m]	Auflager	Bezeichnung
10112	67.515	-25.400	0.000		
10113	67.515	-30.230	0.000		
10201	69.075	30.230	0.000		
10202	69.075	25.400	0.000		
10203	69.075	20.320	0.000		
10204	69.075	15.240	0.000		
10205	69.075	10.160	0.000		
10206	69.075	5.080	0.000		
10207	69.075	0.000	0.000		
10208	69.075	-5.080	0.000		
10209	69.075	-10.160	0.000		
10210	69.075	-15.240	0.000		
10211	69.075	-20.320	0.000		
10212	69.075	-25.400	0.000		
10213	69.075	-30.230	0.000		
11001	73.955	30.279	0.000		
11002	73.955	25.400	0.000		
11003	73.955	20.320	0.000		
11004	73.955	15.240	0.000		
11005	73.955	10.160	0.000		
11006	73.955	5.080	0.000		
11007	73.955	0.000	0.000		
11008	73.955	-5.080	0.000		
11009	73.955	-10.160	0.000		
11010	73.955	-15.240	0.000		
11011	73.955	-20.320	0.000		
11012	73.955	-25.400	0.000		
11013	73.955	-30.279	0.000		
11101	75.515	30.230	0.000		
11102	75.515	25.400	0.000		
11103	75.515	20.320	0.000		
11104	75.515	15.240	0.000		
11105	75.515	10.160	0.000		
11106	75.515	5.080	0.000		
11107	75.515	0.000	0.000		
11108	75.515	-5.080	0.000		
11109	75.515	-10.160	0.000		
11110	75.515	-15.240	0.000		
11111	75.515	-20.320	0.000		
11112	75.515	-25.400	0.000		
11113	75.515	-30.230	0.000		
11201	77.075	30.047	0.000		
11202	77.075	25.400	0.000		
11203	77.075	20.320	0.000		
11204	77.075	15.240	0.000		
11205	77.075	10.160	0.000		
11206	77.075	5.080	0.000		
11207	77.075	0.000	0.000		
11208	77.075	-5.080	0.000		
11209	77.075	-10.160	0.000		
11210	77.075	-15.240	0.000		
11211	77.075	-20.320	0.000		
11212	77.075	-25.400	0.000		
11213	77.075	-30.047	0.000		

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
118	6001	6101		SECT	31	101			
119	6101	6201		SECT	31	101			

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
120	6201	7001		SECT	31	101			
121	7001	7101		SECT	31	101			
122	7101	7201		SECT	31	101			
123	7201	8001		SECT	31	101			
124	8001	8101		SECT	31	101			
125	8101	8201		SECT	31	101			
126	8201	9001		SECT	31	101			
127	9001	9101		SECT	31	101			
128	9101	9201		SECT	31	101			
129	9201	10001		SECT	31	101			
130	10001	10101		SECT	31	101			
131	10101	10201		SECT	31	101			
132	10201	11001		SECT	31	101			
133	11001	11101		SECT	31	101			
134	11101	11201		SECT	31	101			
168	6013	6113		SECT	31	113			
169	6113	6213		SECT	31	113			
170	6213	7013		SECT	31	113			
171	7013	7113		SECT	31	113			
172	7113	7213		SECT	31	113			
173	7213	8013		SECT	31	113			
174	8013	8113		SECT	31	113			
175	8113	8213		SECT	31	113			
176	8213	9013		SECT	31	113			
177	9013	9113		SECT	31	113			
178	9113	9213		SECT	31	113			
179	9213	10013		SECT	31	113			
180	10013	10113		SECT	31	113			
181	10113	10213		SECT	31	113			
182	10213	11013		SECT	31	113			
183	11013	11113		SECT	31	113			
184	11113	11213		SECT	31	113			
215	6002	6102		SECT	10	102			
216	6102	6202		SECT	10	102			
217	6202	7002		SECT	10	102			
218	7002	7102		SECT	10	102			
219	7102	7202		SECT	10	102			
220	7202	8002		SECT	10	102			
221	8002	8102		SECT	10	102			
222	8102	8202		SECT	10	102			
223	8202	9002		SECT	10	102			
224	9002	9102		SECT	10	102			
225	9102	9202		SECT	10	102			
226	9202	10002		SECT	10	102			
227	10002	10102		SECT	10	102			
228	10102	10202		SECT	10	102			
229	10202	11002		SECT	10	102			
230	11002	11102		SECT	10	102			
231	11102	11202		SECT	10	102			
265	6012	6112		SECT	10	112			
266	6112	6212		SECT	10	112			
267	6212	7012		SECT	10	112			
268	7012	7112		SECT	10	112			
269	7112	7212		SECT	10	112			
270	7212	8012		SECT	10	112			
271	8012	8112		SECT	10	112			
272	8112	8212		SECT	10	112			
273	8212	9012		SECT	10	112			
274	9012	9112		SECT	10	112			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
275	9112	9212		SECT	10	112			
276	9212	10012		SECT	10	112			
277	10012	10112		SECT	10	112			
278	10112	10212		SECT	10	112			
279	10212	11012		SECT	10	112			
280	11012	11112		SECT	10	112			
281	11112	11212		SECT	10	112			
315	6003	6103		SECT	10	103			
316	6103	6203		SECT	10	103			
317	6203	7003		SECT	10	103			
318	7003	7103		SECT	10	103			
319	7103	7203		SECT	10	103			
320	7203	8003		SECT	10	103			
321	8003	8103		SECT	10	103			
322	8103	8203		SECT	10	103			
323	8203	9003		SECT	10	103			
324	9003	9103		SECT	10	103			
325	9103	9203		SECT	10	103			
326	9203	10003		SECT	10	103			
327	10003	10103		SECT	10	103			
328	10103	10203		SECT	10	103			
329	10203	11003		SECT	10	103			
330	11003	11103		SECT	10	103			
331	11103	11203		SECT	10	103			
365	6011	6111		SECT	10	111			
366	6111	6211		SECT	10	111			
367	6211	7011		SECT	10	111			
368	7011	7111		SECT	10	111			
369	7111	7211		SECT	10	111			
370	7211	8011		SECT	10	111			
371	8011	8111		SECT	10	111			
372	8111	8211		SECT	10	111			
373	8211	9011		SECT	10	111			
374	9011	9111		SECT	10	111			
375	9111	9211		SECT	10	111			
376	9211	10011		SECT	10	111			
377	10011	10111		SECT	10	111			
378	10111	10211		SECT	10	111			
379	10211	11011		SECT	10	111			
380	11011	11111		SECT	10	111			
381	11111	11211		SECT	10	111			
415	6004	6104		SECT	10	104			
416	6104	6204		SECT	10	104			
417	6204	7004		SECT	10	104			
418	7004	7104		SECT	10	104			
419	7104	7204		SECT	10	104			
420	7204	8004		SECT	10	104			
421	8004	8104		SECT	10	104			
422	8104	8204		SECT	10	104			
423	8204	9004		SECT	10	104			
424	9004	9104		SECT	10	104			
425	9104	9204		SECT	10	104			
426	9204	10004		SECT	10	104			
427	10004	10104		SECT	10	104			
428	10104	10204		SECT	10	104			
429	10204	11004		SECT	10	104			
430	11004	11104		SECT	10	104			
431	11104	11204		SECT	10	104			
465	6010	6110		SECT	10	110			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
466	6110	6210		SECT	10	110			
467	6210	7010		SECT	10	110			
468	7010	7110		SECT	10	110			
469	7110	7210		SECT	10	110			
470	7210	8010		SECT	10	110			
471	8010	8110		SECT	10	110			
472	8110	8210		SECT	10	110			
473	8210	9010		SECT	10	110			
474	9010	9110		SECT	10	110			
475	9110	9210		SECT	10	110			
476	9210	10010		SECT	10	110			
477	10010	10110		SECT	10	110			
478	10110	10210		SECT	10	110			
479	10210	11010		SECT	10	110			
480	11010	11110		SECT	10	110			
481	11110	11210		SECT	10	110			
515	6005	6105		SECT	10	105			
516	6105	6205		SECT	10	105			
517	6205	7005		SECT	10	105			
518	7005	7105		SECT	10	105			
519	7105	7205		SECT	10	105			
520	7205	8005		SECT	10	105			
521	8005	8105		SECT	10	105			
522	8105	8205		SECT	10	105			
523	8205	9005		SECT	10	105			
524	9005	9105		SECT	10	105			
525	9105	9205		SECT	10	105			
526	9205	10005		SECT	10	105			
527	10005	10105		SECT	10	105			
528	10105	10205		SECT	10	105			
529	10205	11005		SECT	10	105			
530	11005	11105		SECT	10	105			
531	11105	11205		SECT	10	105			
565	6009	6109		SECT	10	109			
566	6109	6209		SECT	10	109			
567	6209	7009		SECT	10	109			
568	7009	7109		SECT	10	109			
569	7109	7209		SECT	10	109			
570	7209	8009		SECT	10	109			
571	8009	8109		SECT	10	109			
572	8109	8209		SECT	10	109			
573	8209	9009		SECT	10	109			
574	9009	9109		SECT	10	109			
575	9109	9209		SECT	10	109			
576	9209	10009		SECT	10	109			
577	10009	10109		SECT	10	109			
578	10109	10209		SECT	10	109			
579	10209	11009		SECT	10	109			
580	11009	11109		SECT	10	109			
581	11109	11209		SECT	10	109			
615	6006	6106		SECT	10	106			
616	6106	6206		SECT	10	106			
617	6206	7006		SECT	10	106			
618	7006	7106		SECT	10	106			
619	7106	7206		SECT	10	106			
620	7206	8006		SECT	10	106			
621	8006	8106		SECT	10	106			
622	8106	8206		SECT	10	106			
623	8206	9006		SECT	10	106			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
624	9006	9106		SECT	10	106			
625	9106	9206		SECT	10	106			
626	9206	10006		SECT	10	106			
627	10006	10106		SECT	10	106			
628	10106	10206		SECT	10	106			
629	10206	11006		SECT	10	106			
630	11006	11106		SECT	10	106			
631	11106	11206		SECT	10	106			
665	6008	6108		SECT	10	108			
666	6108	6208		SECT	10	108			
667	6208	7008		SECT	10	108			
668	7008	7108		SECT	10	108			
669	7108	7208		SECT	10	108			
670	7208	8008		SECT	10	108			
671	8008	8108		SECT	10	108			
672	8108	8208		SECT	10	108			
673	8208	9008		SECT	10	108			
674	9008	9108		SECT	10	108			
675	9108	9208		SECT	10	108			
676	9208	10008		SECT	10	108			
677	10008	10108		SECT	10	108			
678	10108	10208		SECT	10	108			
679	10208	11008		SECT	10	108			
680	11008	11108		SECT	10	108			
681	11108	11208		SECT	10	108			
715	6007	6107		SECT	10	107			
716	6107	6207		SECT	10	107			
717	6207	7007		SECT	10	107			
718	7007	7107		SECT	10	107			
719	7107	7207		SECT	10	107			
720	7207	8007		SECT	10	107			
721	8007	8107		SECT	10	107			
722	8107	8207		SECT	10	107			
723	8207	9007		SECT	10	107			
724	9007	9107		SECT	10	107			
725	9107	9207		SECT	10	107			
726	9207	10007		SECT	10	107			
727	10007	10107		SECT	10	107			
728	10107	10207		SECT	10	107			
729	10207	11007		SECT	10	107			
730	11007	11107		SECT	10	107			
731	11107	11207		SECT	10	107			
6501	6101	6102		SECT	20	6			
6502	6102	6103		SECT	20	6			
6503	6103	6104		SECT	20	6			
6504	6104	6105		SECT	20	6			
6505	6105	6106		SECT	20	6			
6506	6106	6107		SECT	20	6			
6507	6107	6108		SECT	20	6			
6508	6108	6109		SECT	20	6			
6509	6109	6110		SECT	20	6			
6510	6110	6111		SECT	20	6			
6511	6111	6112		SECT	20	6			
6512	6112	6113		SECT	20	6			
7501	7101	7102		SECT	20	7			
7502	7102	7103		SECT	20	7			
7503	7103	7104		SECT	20	7			
7504	7104	7105		SECT	20	7			
7505	7105	7106		SECT	20	7			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	SPT-a	SPT-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
7506	7106	7107		SECT	20	7			
7507	7107	7108		SECT	20	7			
7508	7108	7109		SECT	20	7			
7509	7109	7110		SECT	20	7			
7510	7110	7111		SECT	20	7			
7511	7111	7112		SECT	20	7			
7512	7112	7113		SECT	20	7			
8501	8101	8102		SECT	20	8			
8502	8102	8103		SECT	20	8			
8503	8103	8104		SECT	20	8			
8504	8104	8105		SECT	20	8			
8505	8105	8106		SECT	20	8			
8506	8106	8107		SECT	20	8			
8507	8107	8108		SECT	20	8			
8508	8108	8109		SECT	20	8			
8509	8109	8110		SECT	20	8			
8510	8110	8111		SECT	20	8			
8511	8111	8112		SECT	20	8			
8512	8112	8113		SECT	20	8			
9501	9101	9102		SECT	20	9			
9502	9102	9103		SECT	20	9			
9503	9103	9104		SECT	20	9			
9504	9104	9105		SECT	20	9			
9505	9105	9106		SECT	20	9			
9506	9106	9107		SECT	20	9			
9507	9107	9108		SECT	20	9			
9508	9108	9109		SECT	20	9			
9509	9109	9110		SECT	20	9			
9510	9110	9111		SECT	20	9			
9511	9111	9112		SECT	20	9			
9512	9112	9113		SECT	20	9			
10501	10101	10102		SECT	20	10			
10502	10102	10103		SECT	20	10			
10503	10103	10104		SECT	20	10			
10504	10104	10105		SECT	20	10			
10505	10105	10106		SECT	20	10			
10506	10106	10107		SECT	20	10			
10507	10107	10108		SECT	20	10			
10508	10108	10109		SECT	20	10			
10509	10109	10110		SECT	20	10			
10510	10110	10111		SECT	20	10			
10511	10111	10112		SECT	20	10			
10512	10112	10113		SECT	20	10			
11501	11101	11102		SECT	20	11			
11502	11102	11103		SECT	20	11			
11503	11103	11104		SECT	20	11			
11504	11104	11105		SECT	20	11			
11505	11105	11106		SECT	20	11			
11506	11106	11107		SECT	20	11			
11507	11107	11108		SECT	20	11			
11508	11108	11109		SECT	20	11			
11509	11109	11110		SECT	20	11			
11510	11110	11111		SECT	20	11			
11511	11111	11112		SECT	20	11			
11512	11112	11113		SECT	20	11			
70001	7101	1001		SECT	40	200			
	1001	8102		SECT	40	200			
70002	7102	1002		SECT	40	200			
	1002	8103		SECT	40	200			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
70003	7103	1003		SECT	40	200			
	1003	8104		SECT	40	200			
70004	7104	1004		SECT	40	200			
	1004	8105		SECT	40	200			
70005	7105	1005		SECT	40	200			
	1005	8106		SECT	40	200			
70006	7106	1006		SECT	40	200			
	1006	8107		SECT	40	200			
70007	7107	1007		SECT	40	200			
	1007	8108		SECT	40	200			
70008	7108	1008		SECT	40	200			
	1008	8109		SECT	40	200			
70009	7109	1009		SECT	40	200			
	1009	8110		SECT	40	200			
70010	7110	1010		SECT	40	200			
	1010	8111		SECT	40	200			
70011	7111	1011		SECT	40	200			
	1011	8112		SECT	40	200			
70012	7112	1012		SECT	40	200			
	1012	8113		SECT	40	200			
71001	8101	1001		SECT	40	200			
	1001	7102		SECT	40	200			
71002	8102	1002		SECT	40	200			
	1002	7103		SECT	40	200			
71003	8103	1003		SECT	40	200			
	1003	7104		SECT	40	200			
71004	8104	1004		SECT	40	200			
	1004	7105		SECT	40	200			
71005	8105	1005		SECT	40	200			
	1005	7106		SECT	40	200			
71006	8106	1006		SECT	40	200			
	1006	7107		SECT	40	200			
71007	8107	1007		SECT	40	200			
	1007	7108		SECT	40	200			
71008	8108	1008		SECT	40	200			
	1008	7109		SECT	40	200			
71009	8109	1009		SECT	40	200			
	1009	7110		SECT	40	200			
71010	8110	1010		SECT	40	200			
	1010	7111		SECT	40	200			
71011	8111	1011		SECT	40	200			
	1011	7112		SECT	40	200			
71012	8112	1012		SECT	40	200			
	1012	7113		SECT	40	200			
80001	8101	1013		SECT	40	200			
	1013	9102		SECT	40	200			
80002	8102	1014		SECT	40	200			
	1014	9103		SECT	40	200			
80003	8103	1015		SECT	40	200			
	1015	9104		SECT	40	200			
80004	8104	1016		SECT	40	200			
	1016	9105		SECT	40	200			
80005	8105	1017		SECT	40	200			
	1017	9106		SECT	40	200			
80006	8106	1018		SECT	40	200			
	1018	9107		SECT	40	200			
80007	8107	1019		SECT	40	200			
	1019	9108		SECT	40	200			
80008	8108	1020		SECT	40	200			

Strukturlinien

Nummer	SPT-a	SPT-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
	1020	9109		SECT	40	200			
80009	8109	1021		SECT	40	200			
	1021	9110		SECT	40	200			
80010	8110	1022		SECT	40	200			
	1022	9111		SECT	40	200			
80011	8111	1023		SECT	40	200			
	1023	9112		SECT	40	200			
80012	8112	1024		SECT	40	200			
	1024	9113		SECT	40	200			
81001	9101	1013		SECT	40	200			
	1013	8102		SECT	40	200			
81002	9102	1014		SECT	40	200			
	1014	8103		SECT	40	200			
81003	9103	1015		SECT	40	200			
	1015	8104		SECT	40	200			
81004	9104	1016		SECT	40	200			
	1016	8105		SECT	40	200			
81005	9105	1017		SECT	40	200			
	1017	8106		SECT	40	200			
81006	9106	1018		SECT	40	200			
	1018	8107		SECT	40	200			
81007	9107	1019		SECT	40	200			
	1019	8108		SECT	40	200			
81008	9108	1020		SECT	40	200			
	1020	8109		SECT	40	200			
81009	9109	1021		SECT	40	200			
	1021	8110		SECT	40	200			
81010	9110	1022		SECT	40	200			
	1022	8111		SECT	40	200			
81011	9111	1023		SECT	40	200			
	1023	8112		SECT	40	200			
81012	9112	1024		SECT	40	200			
	1024	8113		SECT	40	200			
90001	9101	1025		SECT	40	200			
	1025	10102		SECT	40	200			
90002	9102	1026		SECT	40	200			
	1026	10103		SECT	40	200			
90003	9103	1027		SECT	40	200			
	1027	10104		SECT	40	200			
90004	9104	1028		SECT	40	200			
	1028	10105		SECT	40	200			
90005	9105	1029		SECT	40	200			
	1029	10106		SECT	40	200			
90006	9106	1030		SECT	40	200			
	1030	10107		SECT	40	200			
90007	9107	1031		SECT	40	200			
	1031	10108		SECT	40	200			
90008	9108	1032		SECT	40	200			
	1032	10109		SECT	40	200			
90009	9109	1033		SECT	40	200			
	1033	10110		SECT	40	200			
90010	9110	1034		SECT	40	200			
	1034	10111		SECT	40	200			
90011	9111	1035		SECT	40	200			
	1035	10112		SECT	40	200			
90012	9112	1036		SECT	40	200			
	1036	10113		SECT	40	200			
91001	10101	1025		SECT	40	200			
	1025	9102		SECT	40	200			

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHC - STRUKTUR ELEMENTE UND GEOMETRIE

Modelleingabe

Strukturlinien

Nummer	Spt-a	Spt-e	Ref	Typ	QNr	Grp	Gelenke-a	Gelenke-e	Bezeichnung
91002	10102	1026		SECT	40	200			
	1026	9103		SECT	40	200			
91003	10103	1027		SECT	40	200			
	1027	9104		SECT	40	200			
91004	10104	1028		SECT	40	200			
	1028	9105		SECT	40	200			
91005	10105	1029		SECT	40	200			
	1029	9106		SECT	40	200			
91006	10106	1030		SECT	40	200			
	1030	9107		SECT	40	200			
91007	10107	1031		SECT	40	200			
	1031	9108		SECT	40	200			
91008	10108	1032		SECT	40	200			
	1032	9109		SECT	40	200			
91009	10109	1033		SECT	40	200			
	1033	9110		SECT	40	200			
91010	10110	1034		SECT	40	200			
	1034	9111		SECT	40	200			
91011	10111	1035		SECT	40	200			
	1035	9112		SECT	40	200			
91012	10112	1036		SECT	40	200			
	1036	9113		SECT	40	200			

Spt-a, Spt-e Strukturpunkt Anfang / Ende QNr Querschnittsnummer
Ref Referenzlinie, -achse Grp primäre Gruppennummer
Typ Elementtyp

Gruppen

Grp	Anzahl	Typ	Min-Nr	Max-Nr	Bezeichnung
0	24	FEDE	6001	9103	
1	12	FEDE	10001	11103	
6	120	STAB	60001	60120	
7	120	STAB	70001	70120	
8	120	STAB	80001	80120	
9	120	STAB	90001	90120	
10	120	STAB	100001	100120	
11	120	STAB	110001	110120	
101	86	STAB	1010001	1010086	
102	86	STAB	1020001	1020086	
103	86	STAB	1030001	1030086	
104	86	STAB	1040001	1040086	
105	86	STAB	1050001	1050086	
106	86	STAB	1060001	1060086	
107	86	STAB	1070001	1070086	
108	86	STAB	1080001	1080086	
109	86	STAB	1090001	1090086	
110	86	STAB	1100001	1100086	
111	86	STAB	1110001	1110086	
112	86	STAB	1120001	1120086	
113	86	STAB	1130001	1130086	
200	1296	STAB	2000001	2001296	
Grp	primäre Gruppennummer		Typ	Elementtyp	
Anzahl	Elementanzahl in der Gruppe		Min-Nr,Max-Nr	minimale/maximale Elementnummer	

Sekundäre Gruppen

Grp	Eigenschaften
PFA	+STAB Grp.101,Grp.102,Grp.103,Grp.104,Grp.105,Grp.106,Grp.107,Grp.108 109,Grp.110,Grp.111,Grp.112,Grp.113 =STAB 1010001-1130086
PFN	+STAB Grp.101,Grp.102,Grp.103,Grp.104,Grp.105,Grp.106,Grp.107 =STAB 1010001-1070086
BIND	+STAB Grp.1,Grp.2,Grp.3,Grp.4,Grp.5,Grp.6,Grp.7,Grp.8,Grp.9,Grp.10,Gr =STAB 60001-110120
Grp	Bezeichnung der sekundären Gruppe

Federelemente

Grp	Nummer	Knoten	Knoten	dX[-] e-P[-]	dY[-] e-T[-]	dZ[-] e-M[-]	Cp[kN/m] DP[kNsec/m]	Ct[kN/m] DT[kNsec/m]	Cm[kNm] DM[kNmsec]
0	6001	6101		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	6002	6101		0.000	1.000	0.000	9.340E+02		
0	6003	6101		0.000	0.000	1.000	4.630E+05		
0	6101	6113		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	6102	6113		0.000	1.000	0.000	9.340E+02		
0	6103	6113		0.000	0.000	1.000	4.630E+05		
0	7001	7101		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	7002	7101		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	7003	7101		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	7101	7113		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	7102	7113		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	7103	7113		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	8001	8101		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	8002	8101		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	8003	8101		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	8101	8113		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	8102	8113		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	8103	8113		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	9001	9101		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	9002	9101		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	9003	9101		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
0	9101	9113		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
0	9102	9113		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
0	9103	9113		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
1	10001	10101		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
1	10002	10101		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
1	10003	10101		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
1	10101	10113		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
1	10102	10113		0.000	1.000	0.000	1.868E+03		
1	10103	10113		0.000	0.000	1.000	9.260E+05		
1	11001	11101		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		

Leonhardt, Andrä und Partner
SOFISTIK 2022-4.0 SOFIMSHA - FEM EXPORT & IMPORT & GENERATION

Modelleingabe

Federelemente

Grp	Nummer	Knoten	Knoten	dX[-] e-P[-]	dY[-] e-T[-]	dZ[-] e-M[-]	Cp[kN/m] DP[kNsec/m]	Ct[kN/m] DT[kNsec/m]	Cm[kNm] DM[kNmsec]
1	11002	11101		0.000	1.000	0.000	9.340E+02		
1	11003	11101		0.000	0.000	1.000	4.630E+05		
1	11101	11113		1.000	0.000	0.000	1.868E+03		
1	11102	11113		0.000	1.000	0.000	9.340E+02		
1	11103	11113		0.000	0.000	1.000	4.630E+05		

Alle Federn haben lineare Eigenschaften

Grp primäre Gruppennummer
dX[-], dY[-], dZ[-] Richtungskomponente
Cp[kN/m], Ct[kN/m] Axiale / laterale Federsteifigkeit
Cm[kNm] Drehfedersteifigkeit
e-P[-], e-T[-], e-M[-] Exponent der nichtlinearen Dämpfung
DP[kNsec/m], DT[kNsec/m], DM[kNmsec] Dämpfung

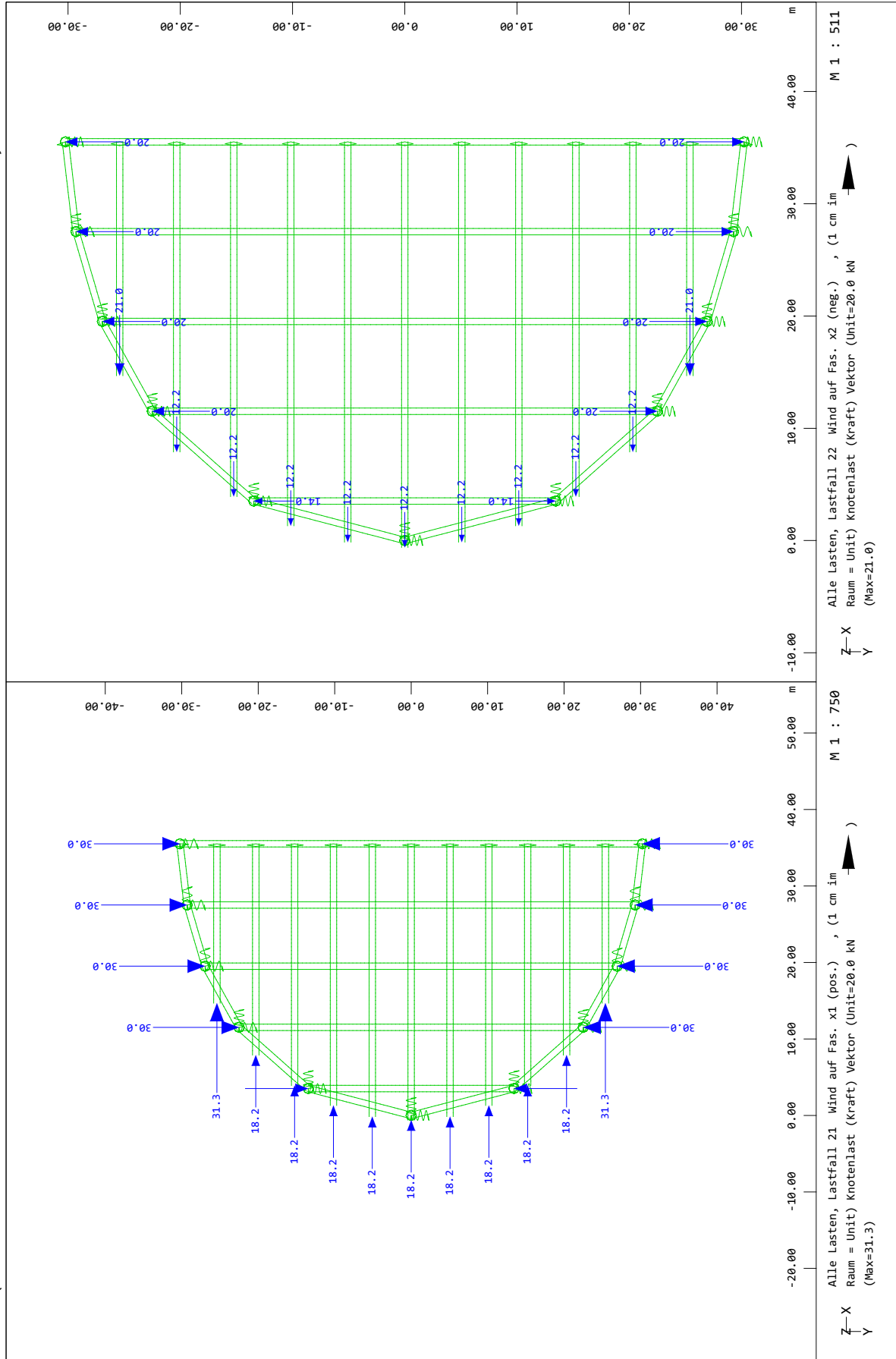
3.2 LASTAUFBRINGUNG

3.2.1 ALLGEMEINES

Auf den nachfolgenden Seiten wird die Lastaufbringung auf die Aussteifungsmodelle (System 1 und 2) dargestellt.

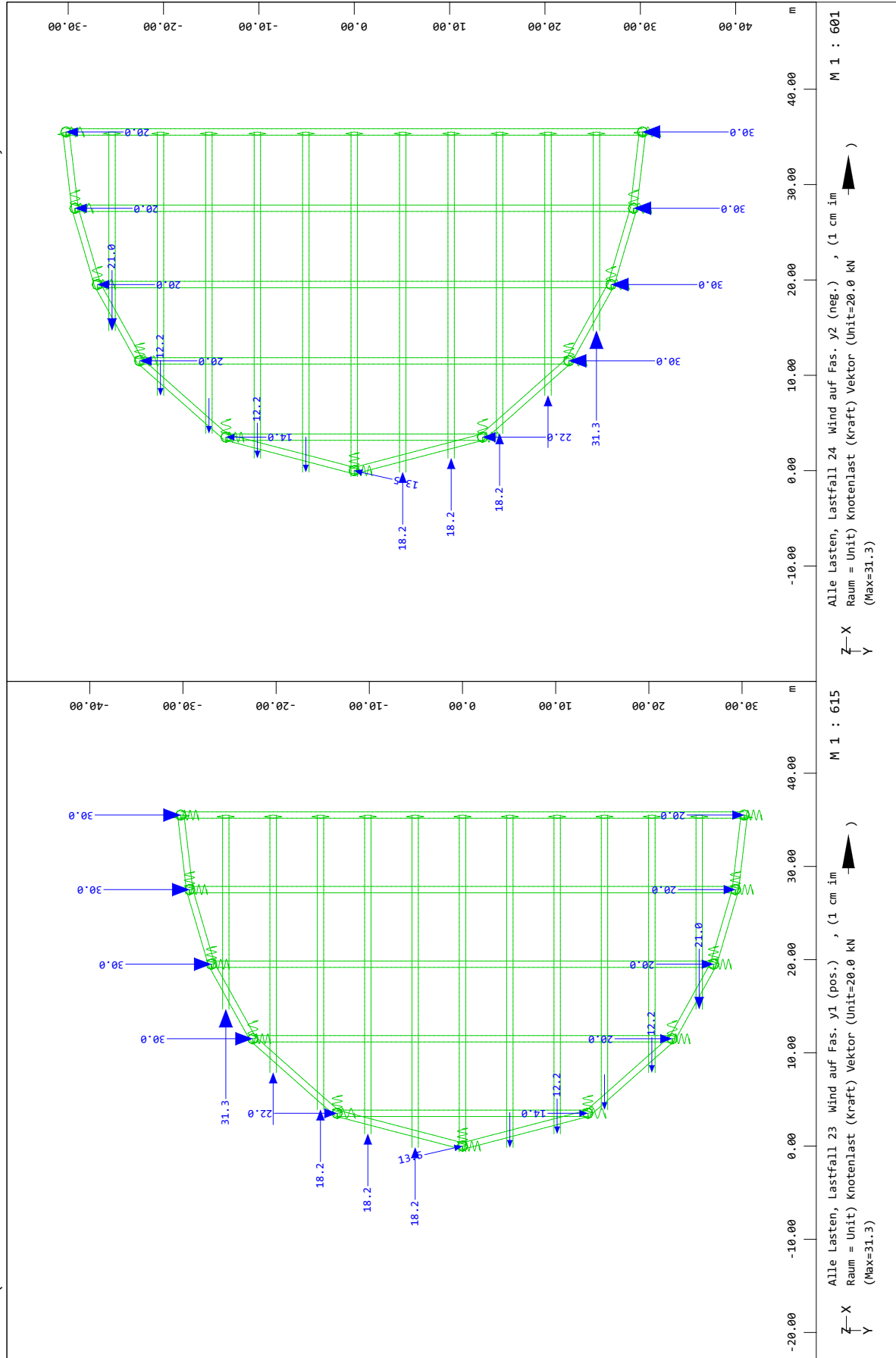
Folgende Lastfälle werden betrachtet:

LF 21	Wind auf Fassade in Längsrichtung (pos.)
LF 22	Wind auf Fassade in Längsrichtung (neg.)
LF 23	Wind auf Fassade in Querrichtung (pos.)
LF 24	Wind auf Fassade in Querrichtung (neg.)
LF 31	Wind auf Dachfläche in Längsrichtung (pos.)
LF 32	Wind auf Dachfläche in Längsrichtung (neg.)
LF 33	Wind auf Dachfläche in Querrichtung (pos.)
LF 34	Wind auf Dachfläche in Querrichtung (neg.)
LF 41	Wind in Längsrichtung (pos.) [LF 21 + LF 31]
LF 42	Wind in Längsrichtung (neg.) [LF 22 + LF 32]
LF 43	Wind in Querrichtung (pos.) [LF 23 + LF 33]
LF 44	Wind in Querrichtung (neg.) [LF 24 + LF 34]
LF 51	Abtriebskräfte aus Imperfektion der Binder-Obergurte (pos.)
LF 52	Abtriebskräfte aus Imperfektion der Binder-Obergurte (neg.)



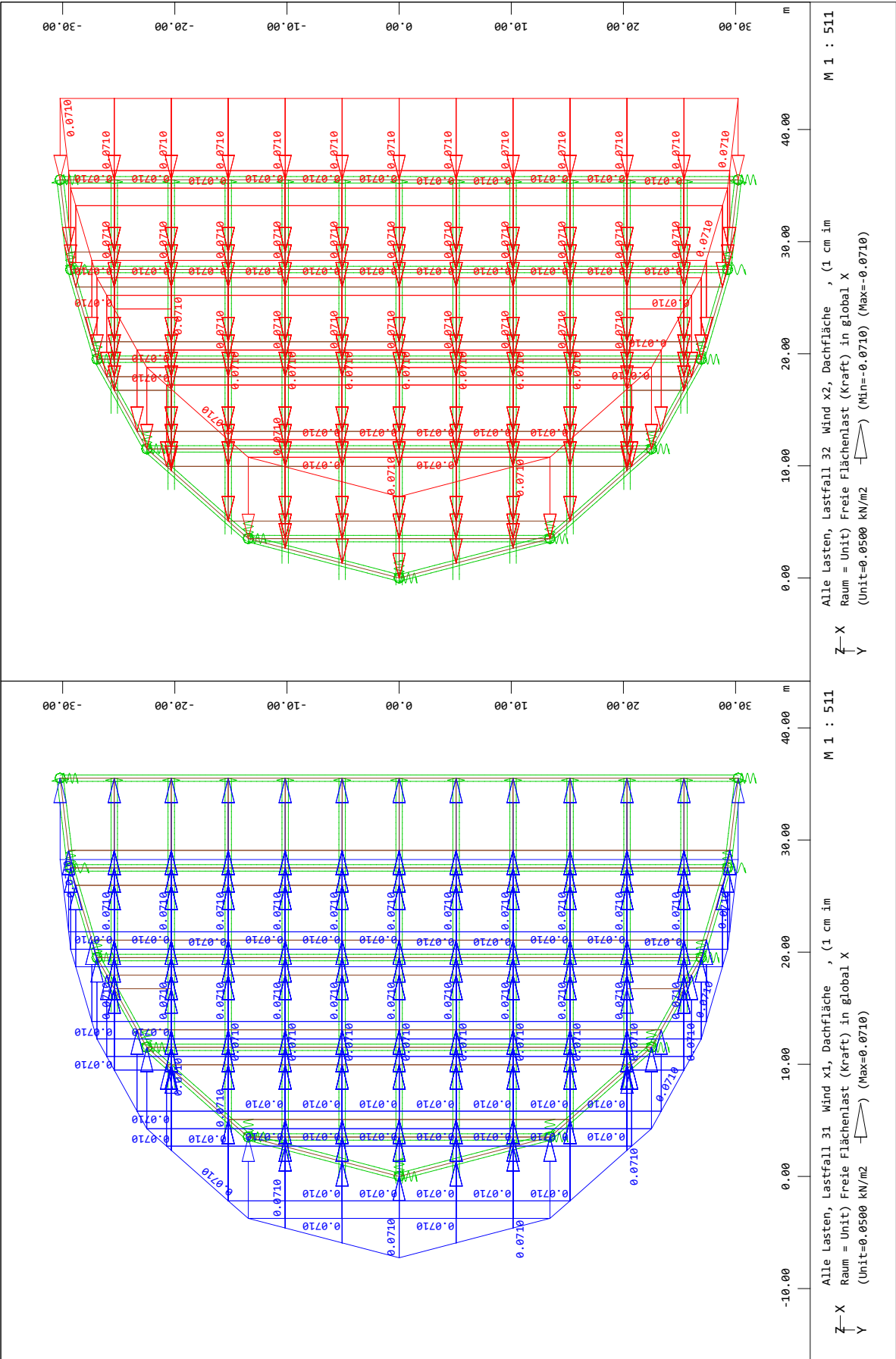
WinGraf (2022 -04.0 24.06.2024

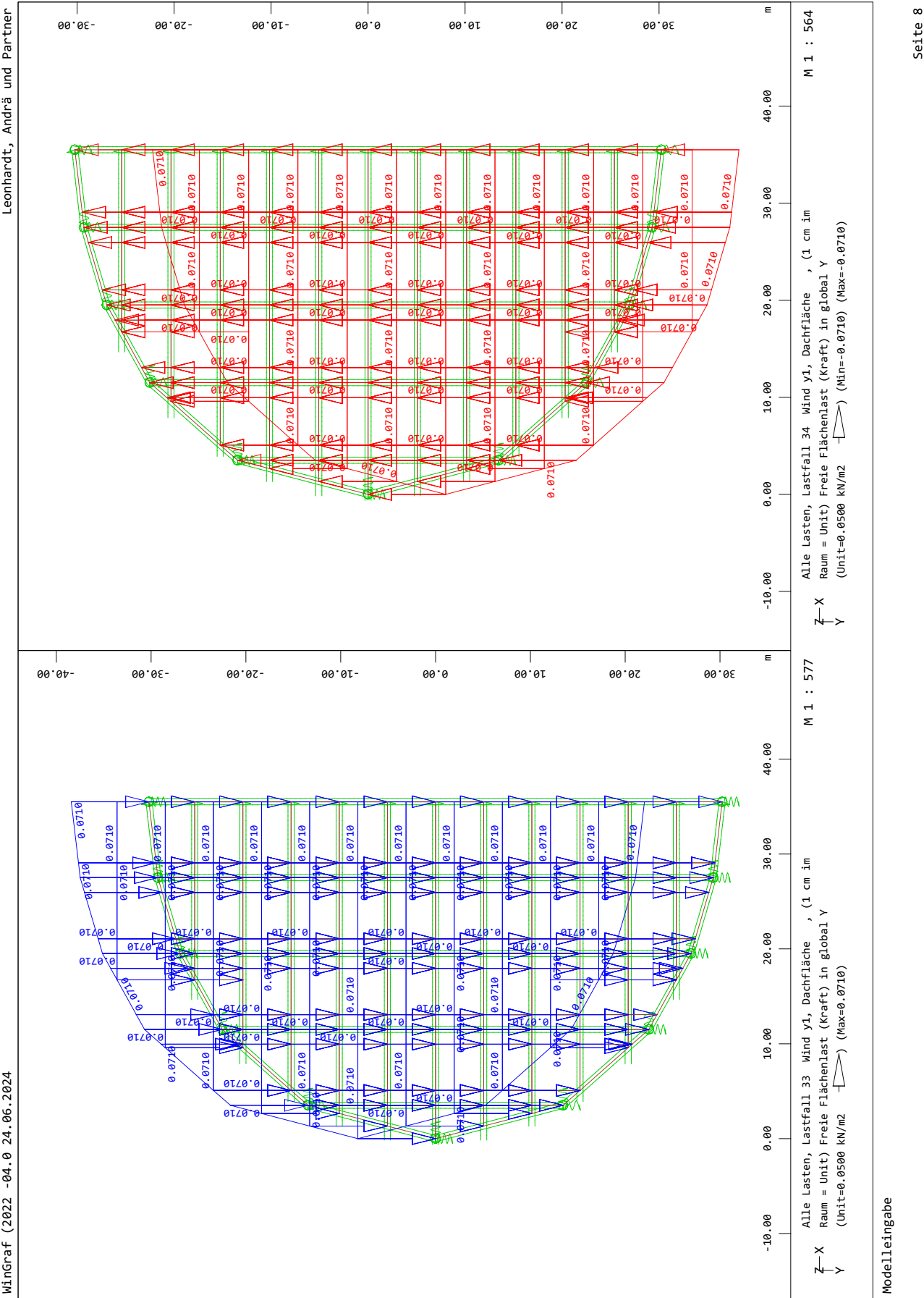
Leonhardt, Andrä und Partner



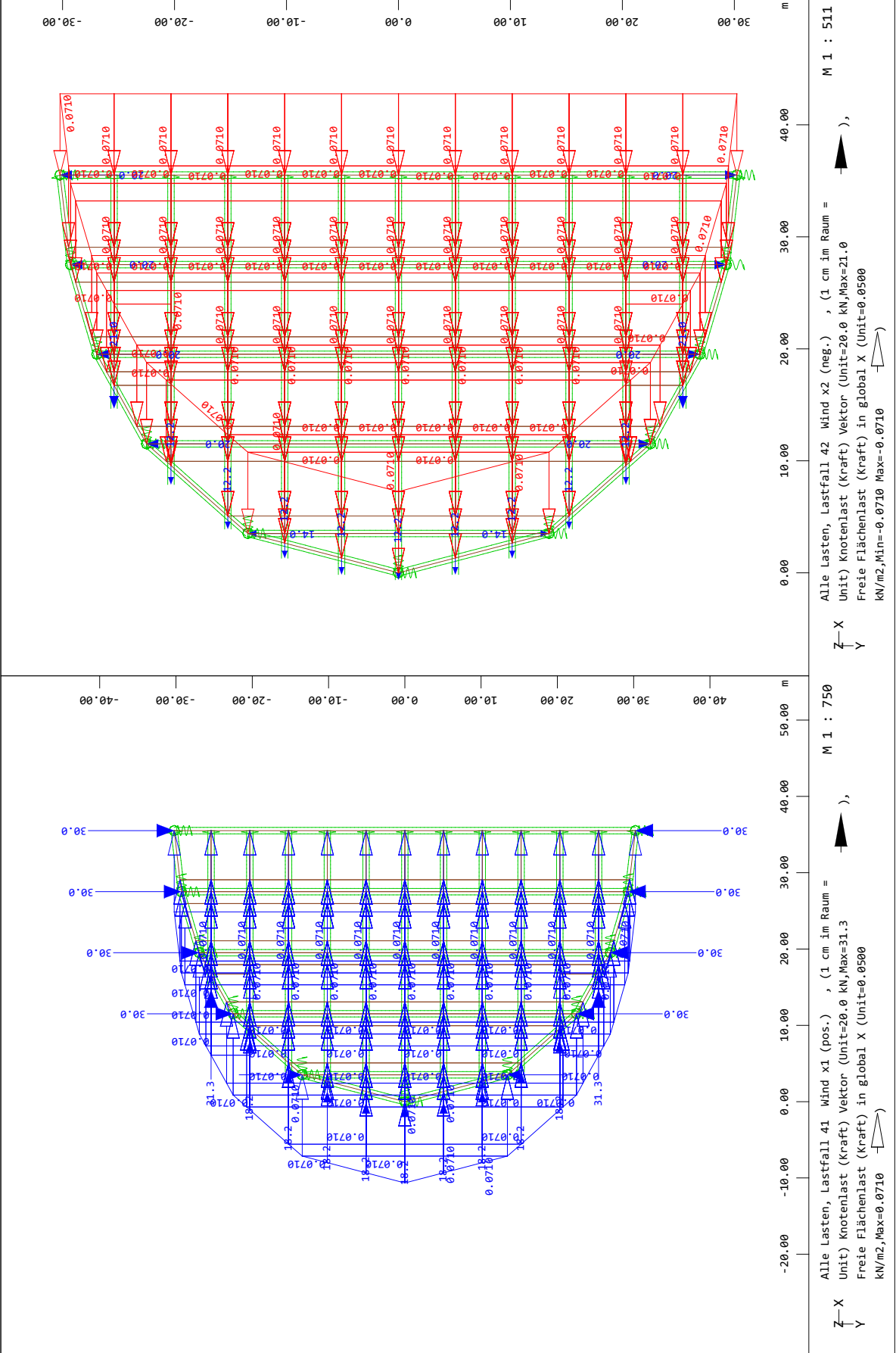
Modelleingabe

Seite 6





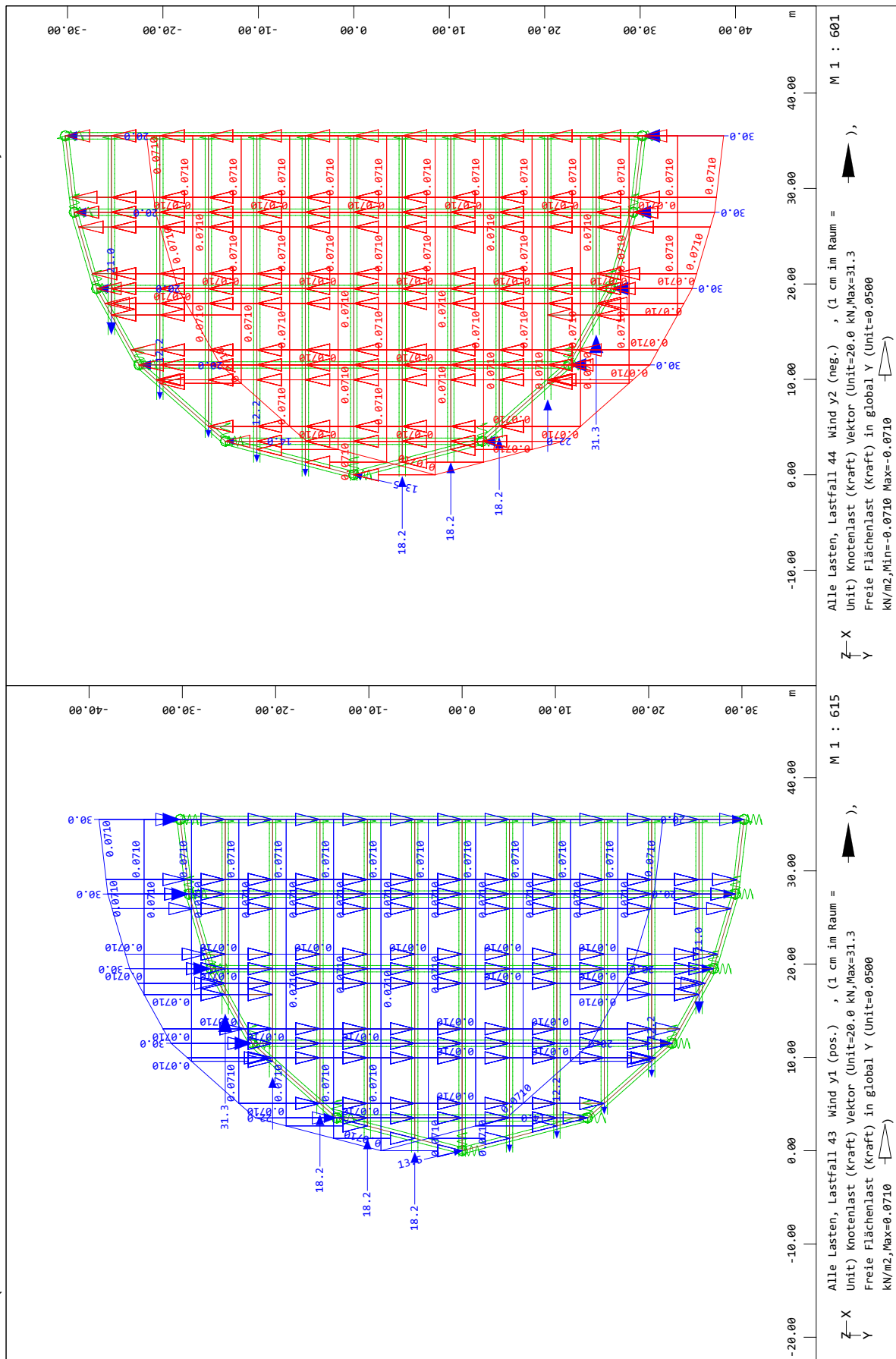
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe

WinGraf (2022 -04.0 24.06.2024

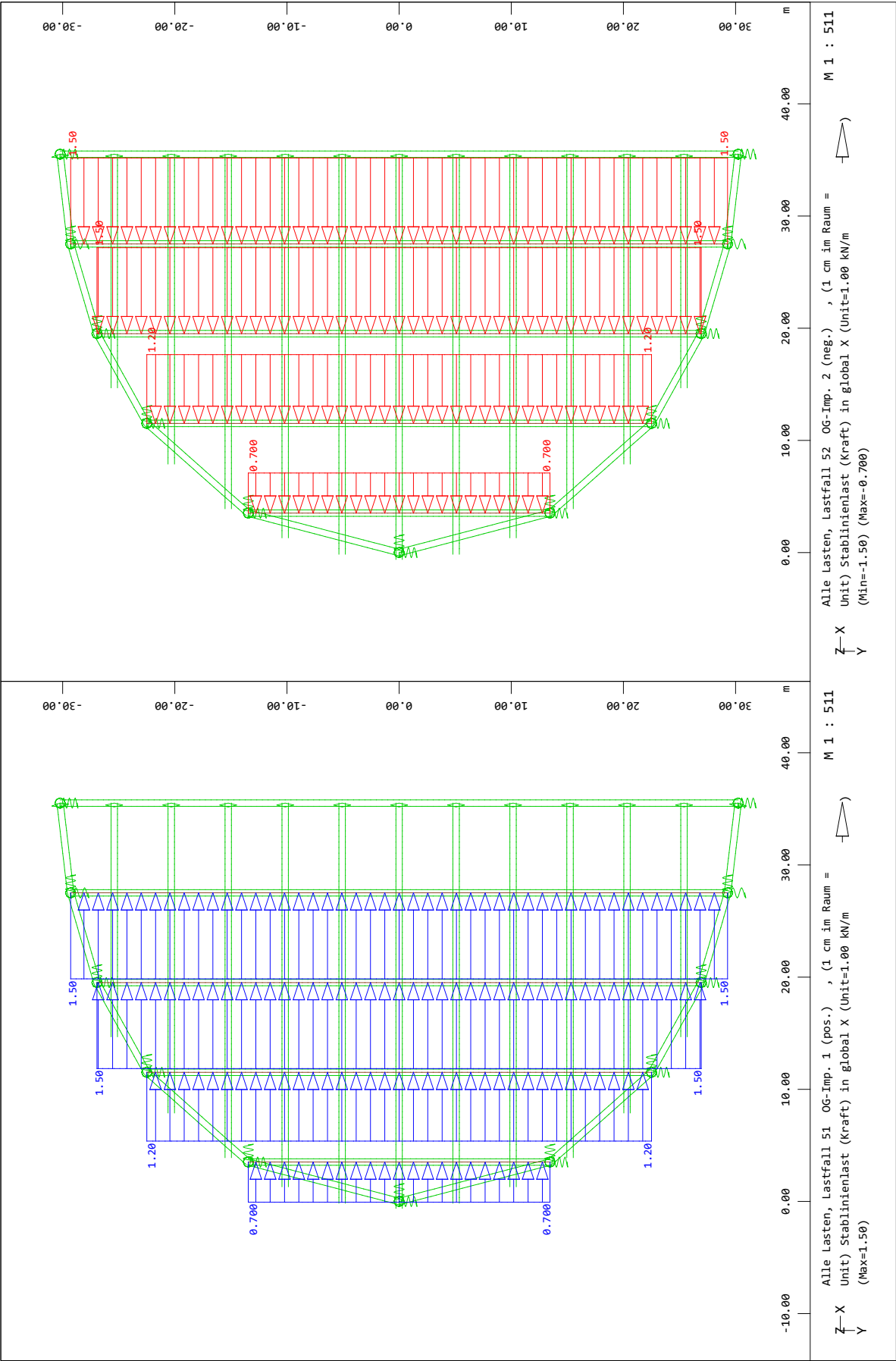
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe

Leonhardt, Andrä und Partner

WinGraf (2022 -04.0 24.06.2024

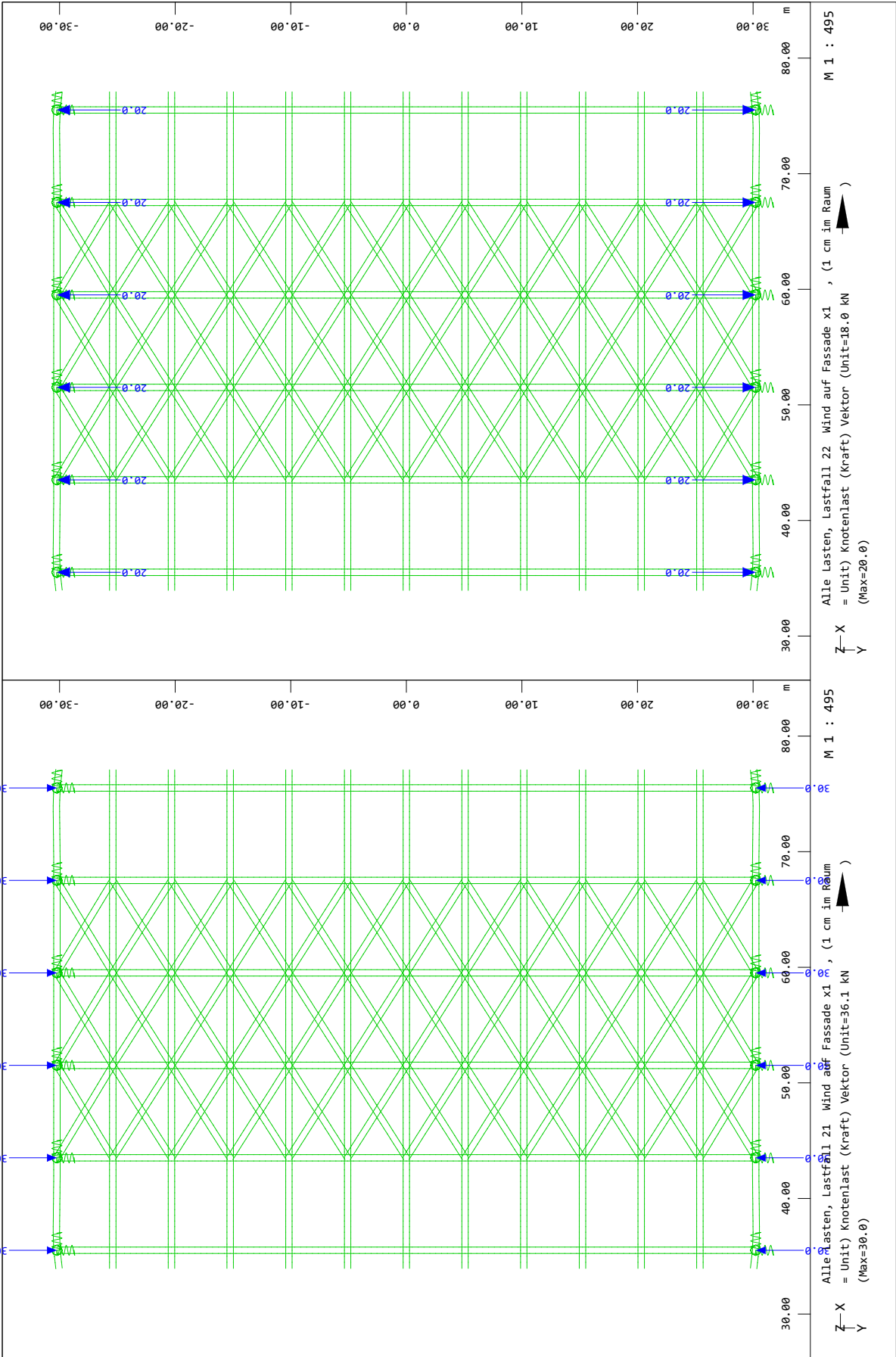


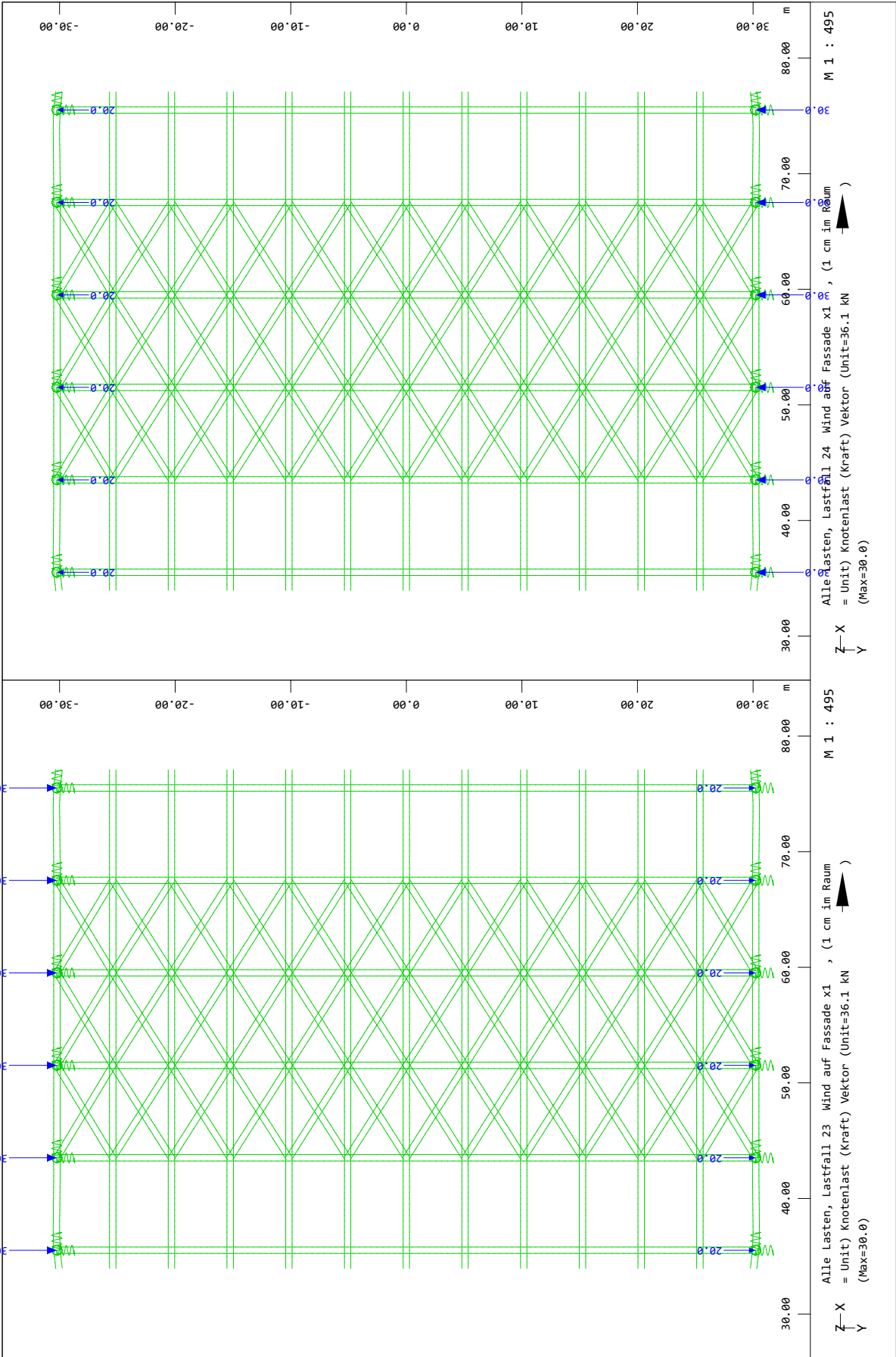
Modelleingabe

Seite 11

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 3.2.3

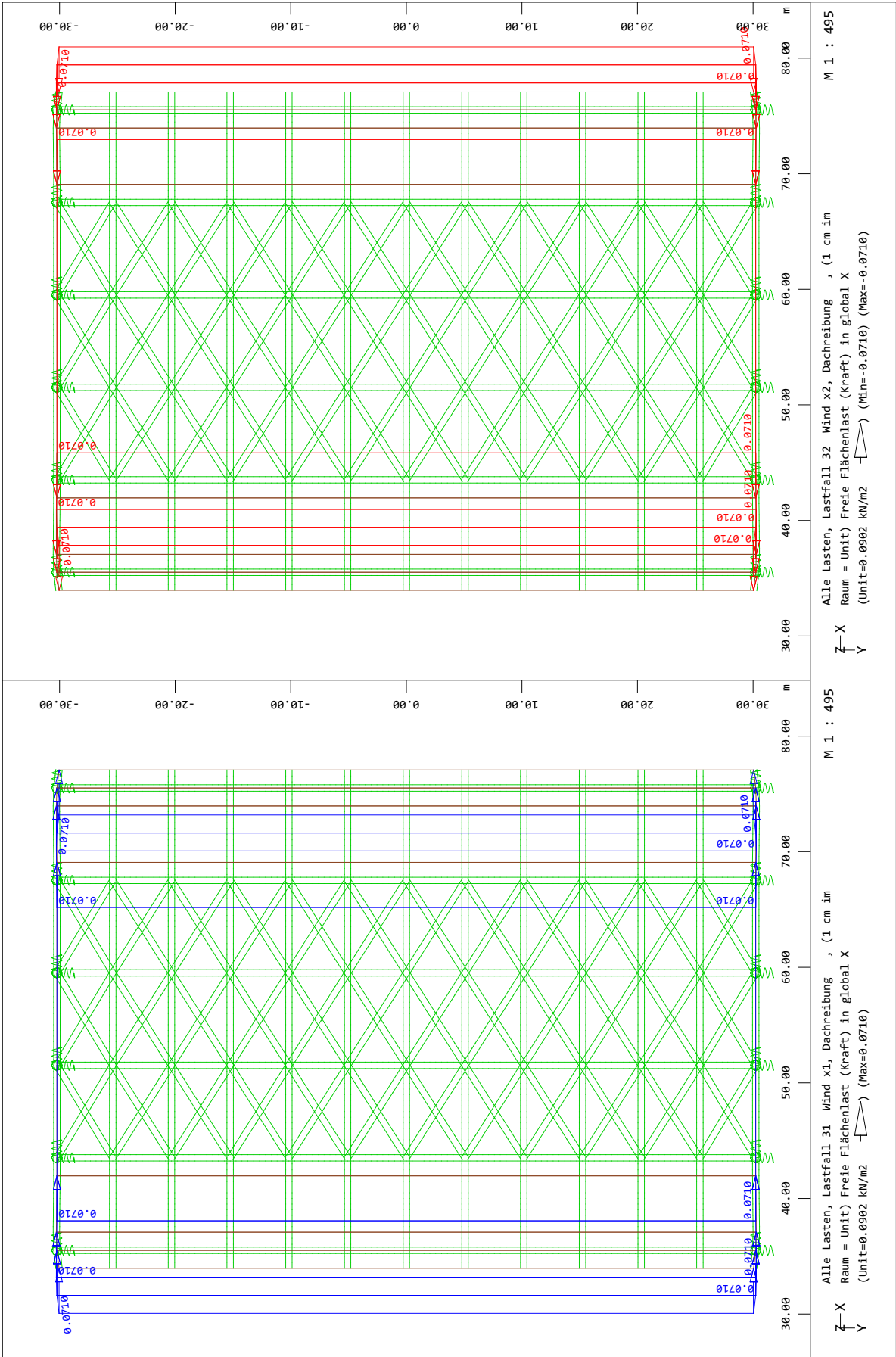
3.2.3 SYSTEM 2 (ACHSE 6-11)





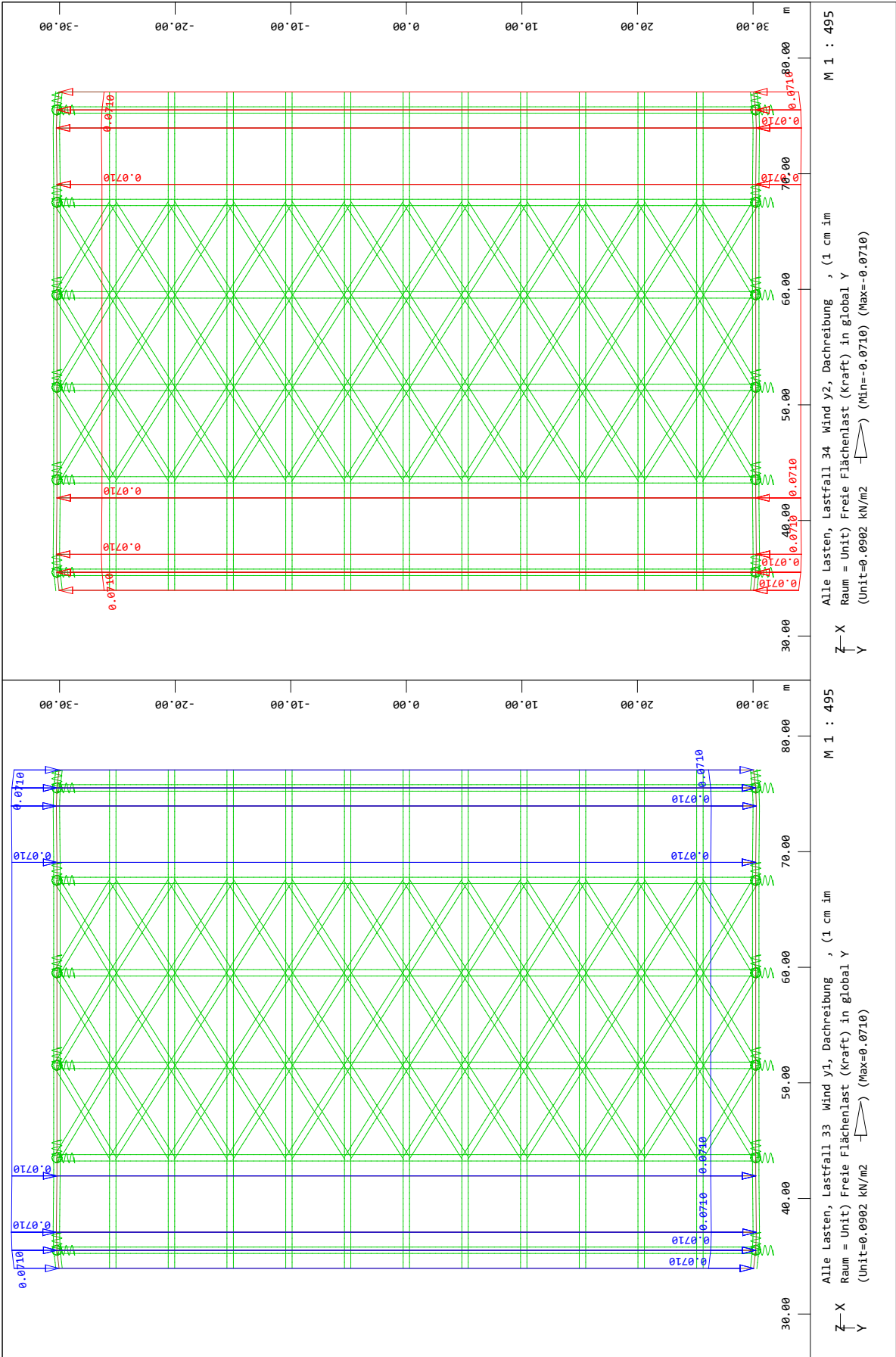
Leonhardt, Andrä und Partner

WinGraf (2022 -04.0 30.06.2024



Modelleingabe

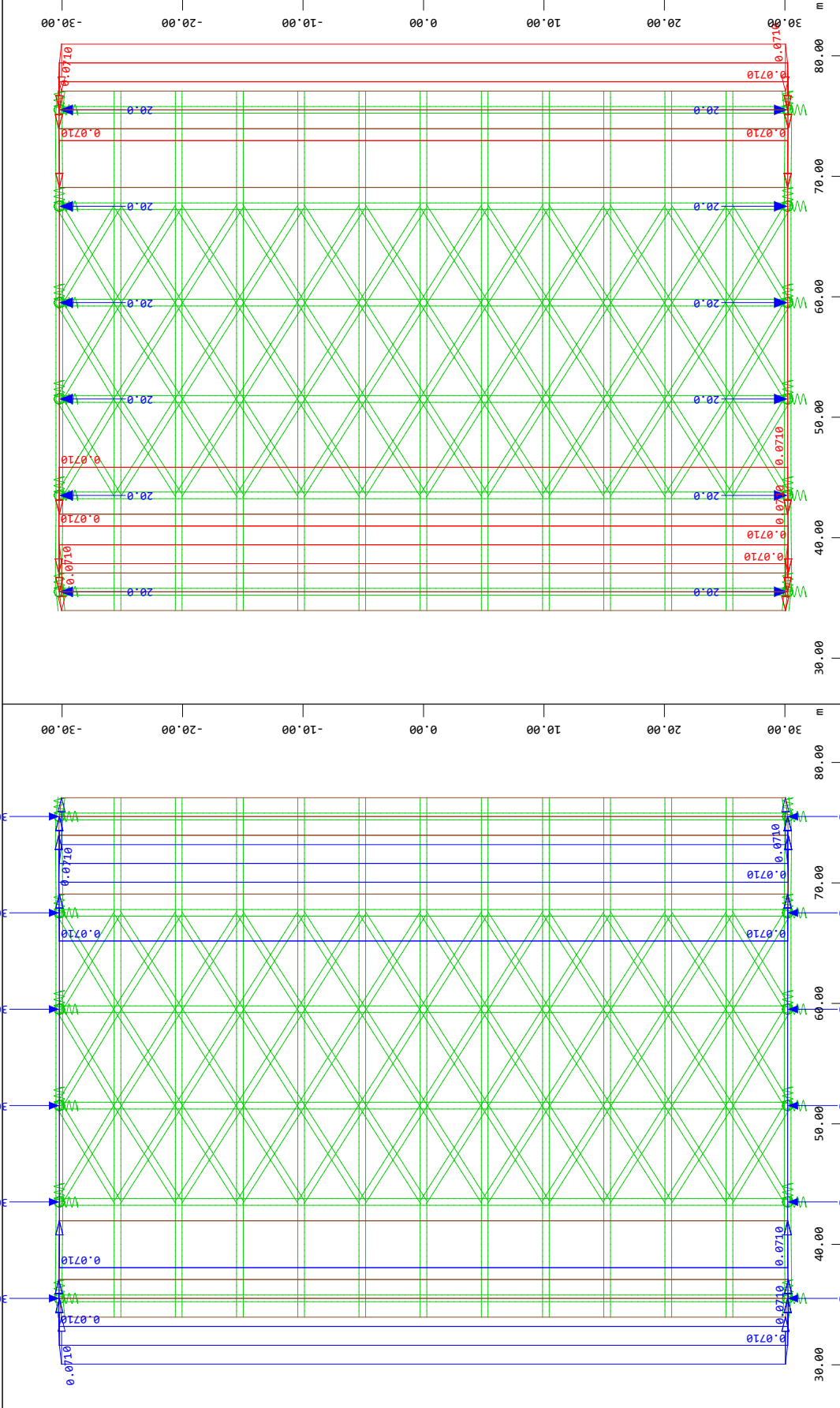
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe

Leonhardt, Andrä und Partner

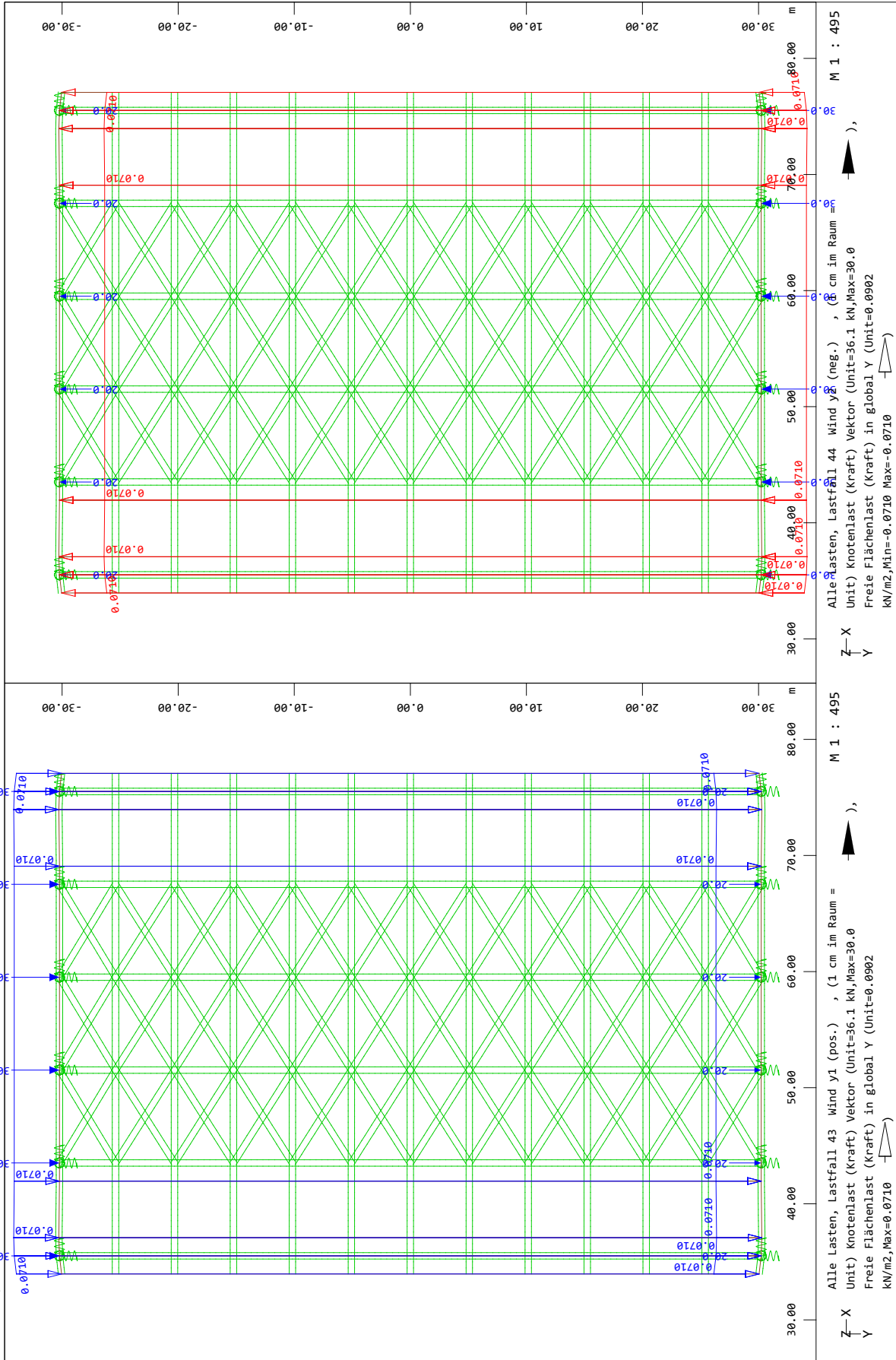
WinGraf (2022) -04.0 30.06.2024



Alle Lasten, Lastfall 41 Wind x2 (pos.), (1 cm im Raum = 30.0), (Unit=36.1 kN,Max=30.0)
Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=18.0 kN,Max=20.0)
Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=0.0902 kN/m2,Max=0.0710 Min=-0.0710)

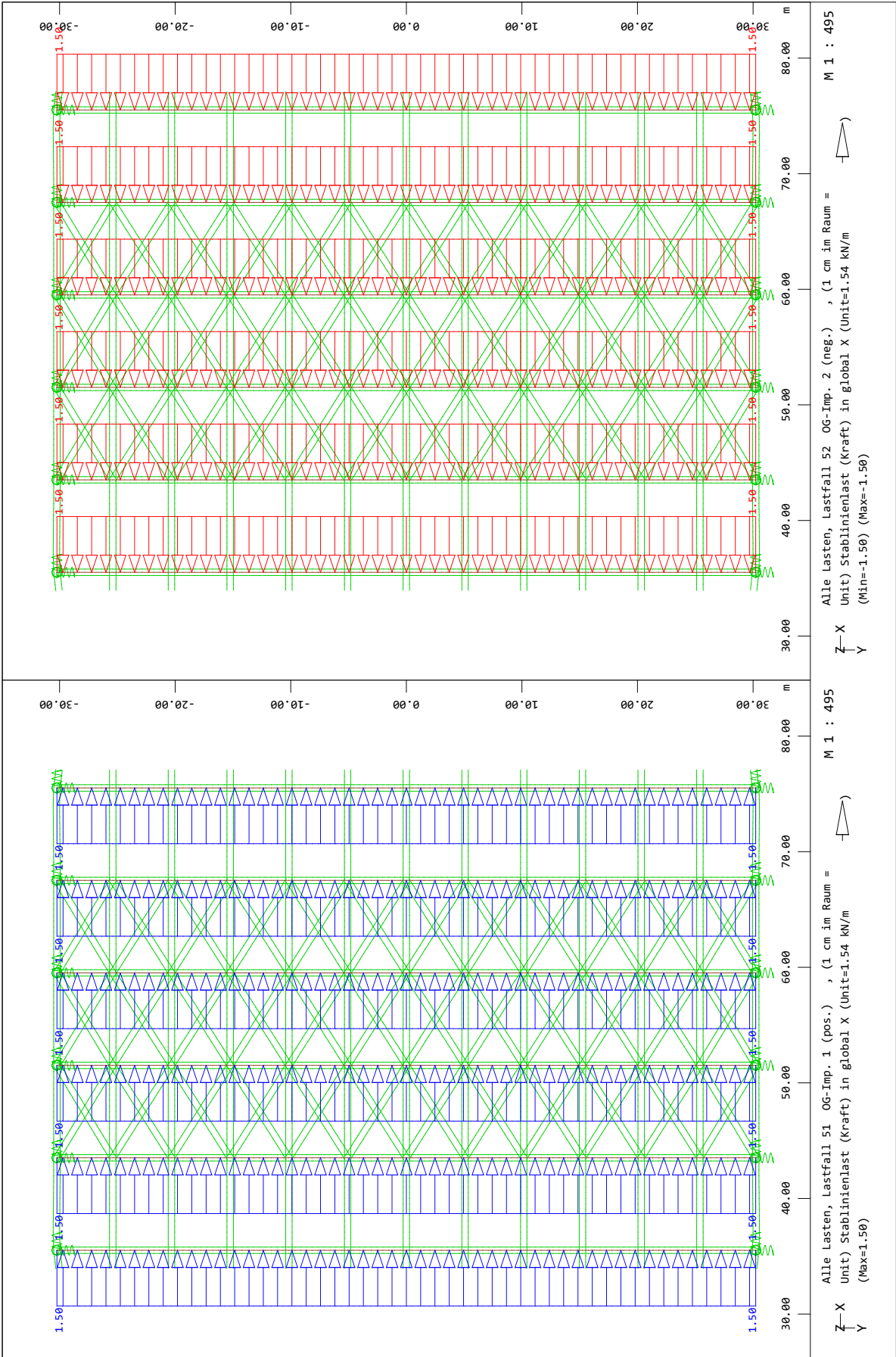
Alle Lasten, Lastfall 42 Wind x2 (neg.), (1 cm im Raum = 20.0), (Unit=18.0 kN,Max=20.0)
Unit) Knotenlast (Kraft) Vektor (Unit=18.0 kN,Max=20.0)
Freie Flächenlast (Kraft) in global X (Unit=0.0902 kN/m2,Min=-0.0710 Max=-0.0710)

Modelleingabe



Leonhardt, Andrä und Partner

WinGraf (2022 -04.0 30.06.2024



Modelleingabe

Seite 11

3.3 ERGEBNISSE

3.3.1 ALLGEMEINES

Folgende Lastfälle werden betrachtet:

LF 41	Wind in Längsrichtung (pos.) [LF 21 + LF 31]
LF 42	Wind in Längsrichtung (neg.) [LF 22 + LF 32]
LF 43	Wind in Querrichtung (pos.) [LF 23 + LF 33]
LF 44	Wind in Querrichtung (neg.) [LF 24 + LF 34]
LF 51	Abtriebskräfte aus Imperfektion der Binder-Obergurte (pos.)
LF 52	Abtriebskräfte aus Imperfektion der Binder-Obergurte (neg.)
LF 101 ff	MAX / MIN- Überlagerungen LF 41 bis LF 44 (sich gegenseitig ausschließende Überlagerung mit Alternativlastgruppen)
LF 201 ff	MAX / MIN-Überlagerungen LF 51 und LF 52 (sich gegenseitig ausschließende Überlagerung mit Alternativlastgruppen)

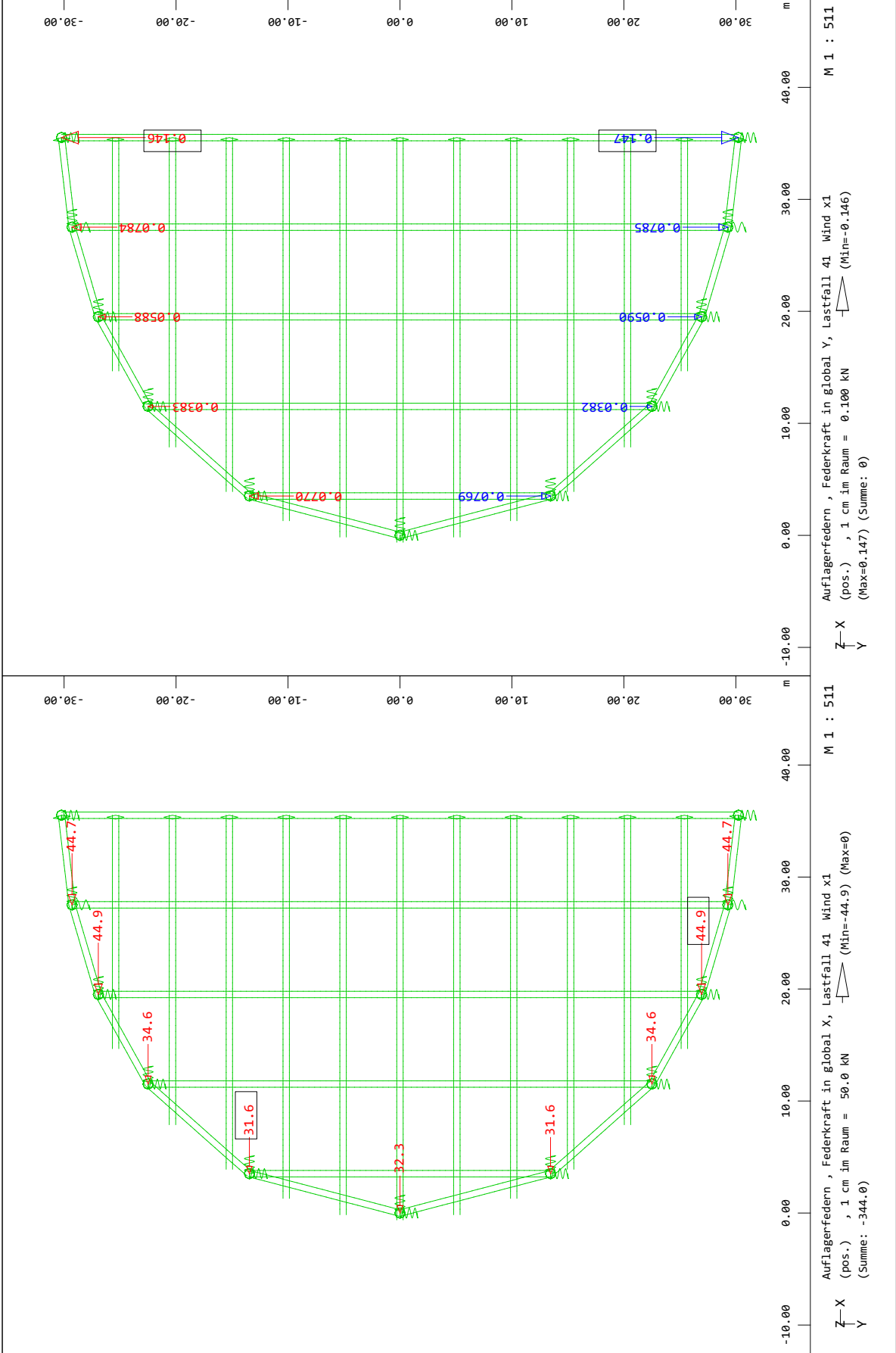
Die Ergebnisse der Überlagerungen für die Maximal- und Minimalwerte werden unter folgenden Lastfällen gespeichert und ausgegeben:

Aufbauend auf LF NR 100 bzw. 200

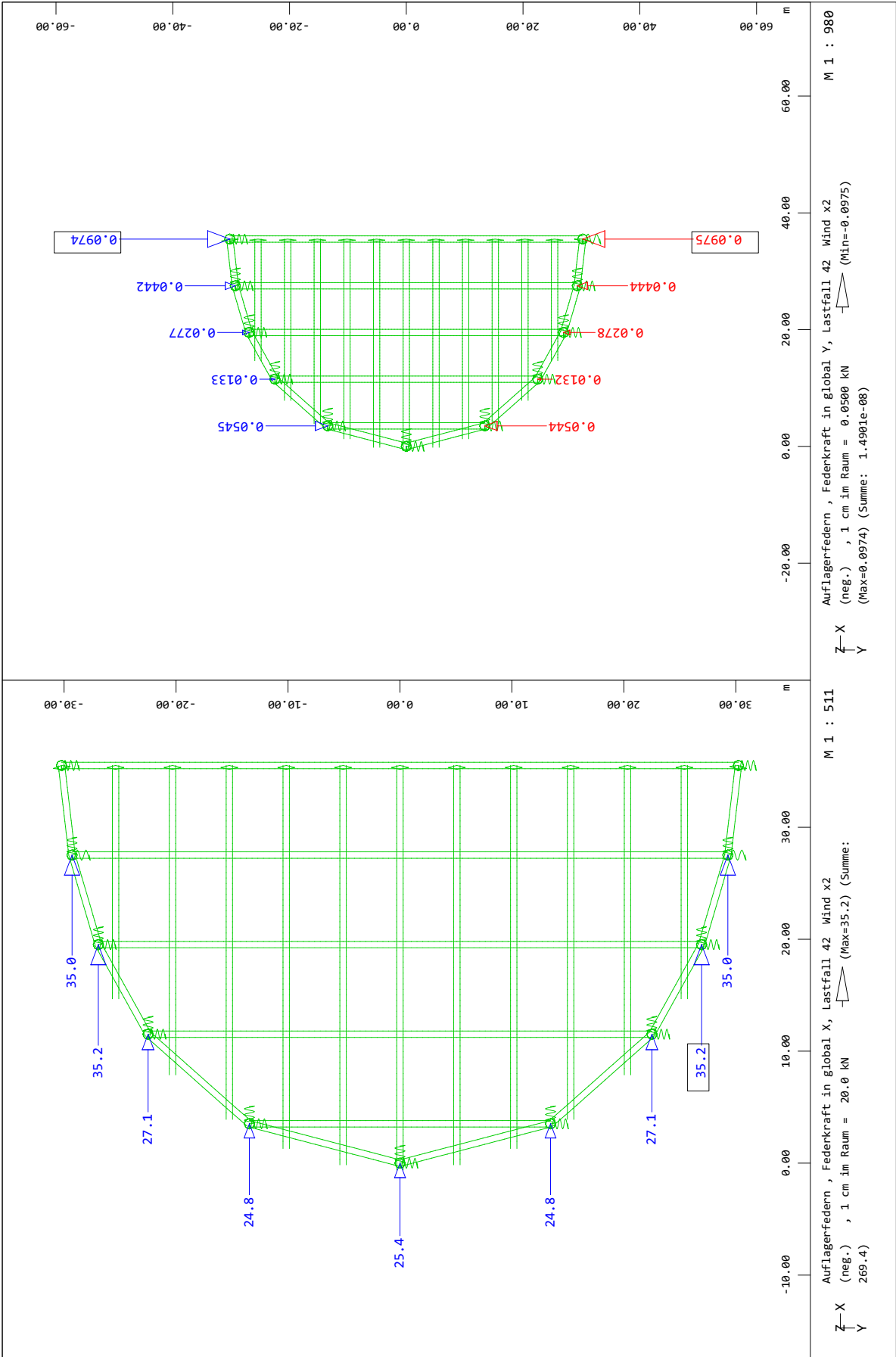
- +01 max Normalkraft und max Auflagerkräfte (Federkräfte)
- +02 min Normalkraft und min Auflagerkräfte (Federkräfte)
- +05 max Moment M_z
- +06 min Moment M_z
- +09 max Querkraft V_y
- +10 min Querkraft V_y
- +13 max Knotenverschiebung in x
- +14 min Knotenverschiebung in x

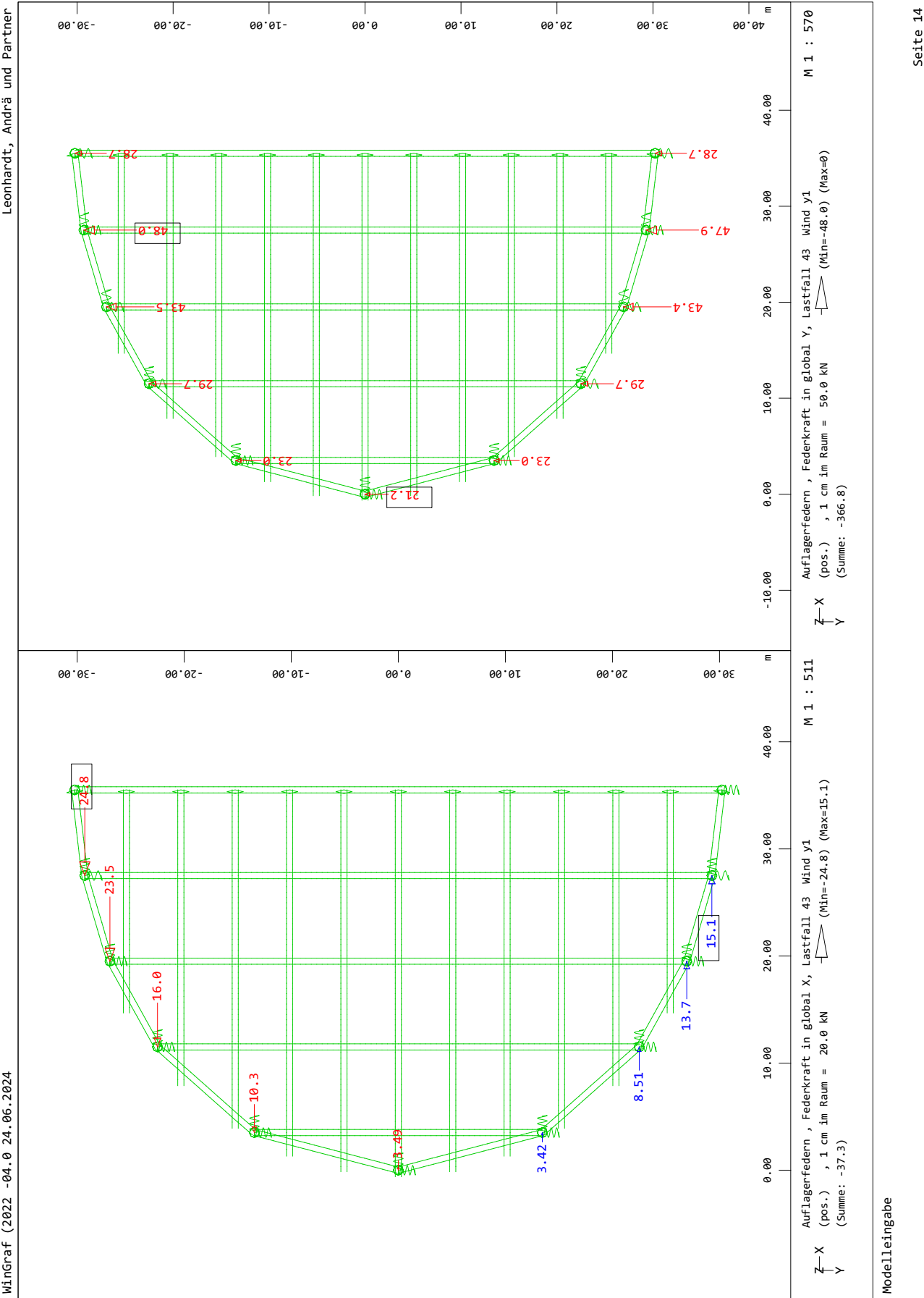
3.3.2 SYSTEM 1 (ACHSE 1-6 BZW. 11-16)

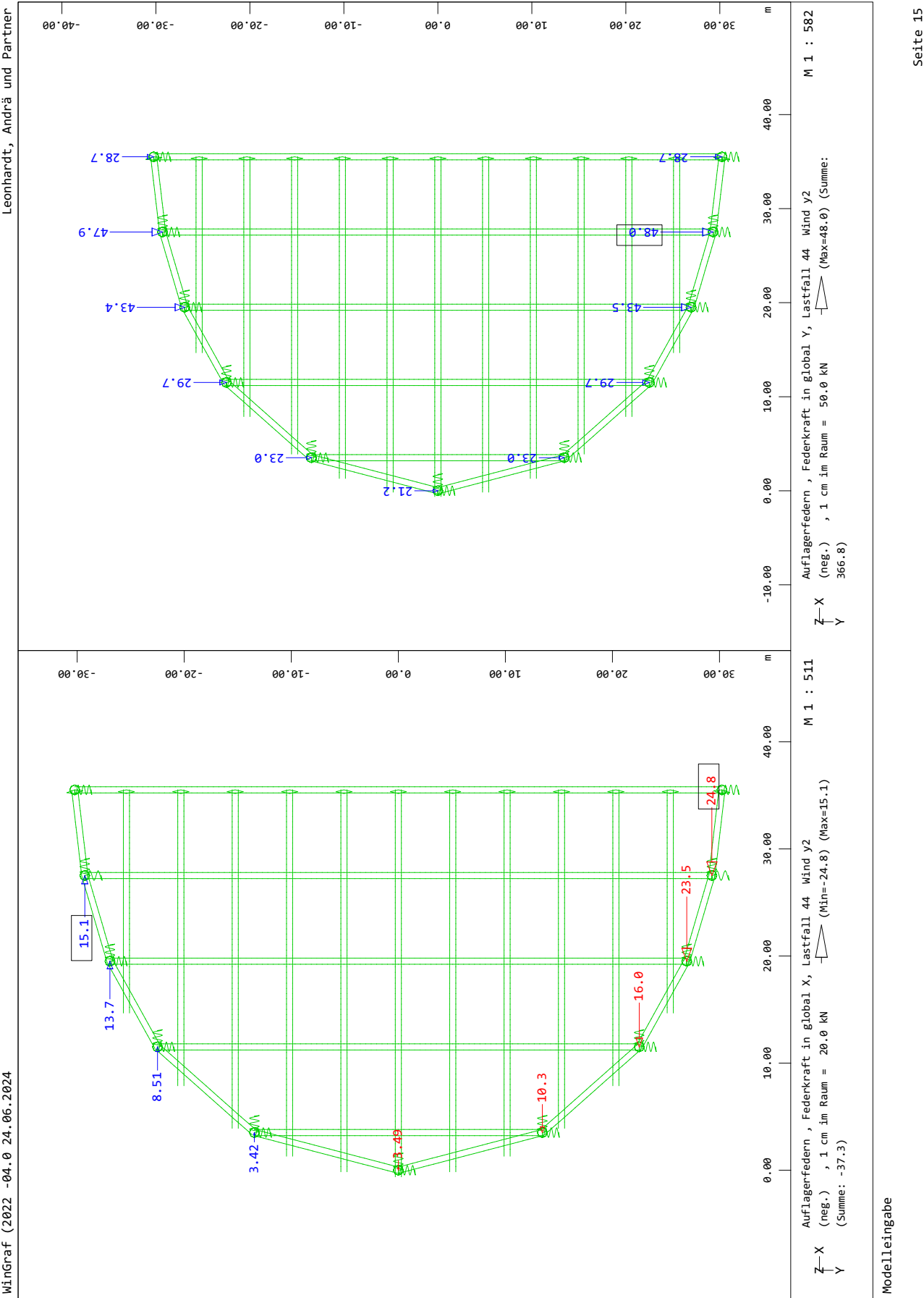
Leonhardt, Andrä und Partner

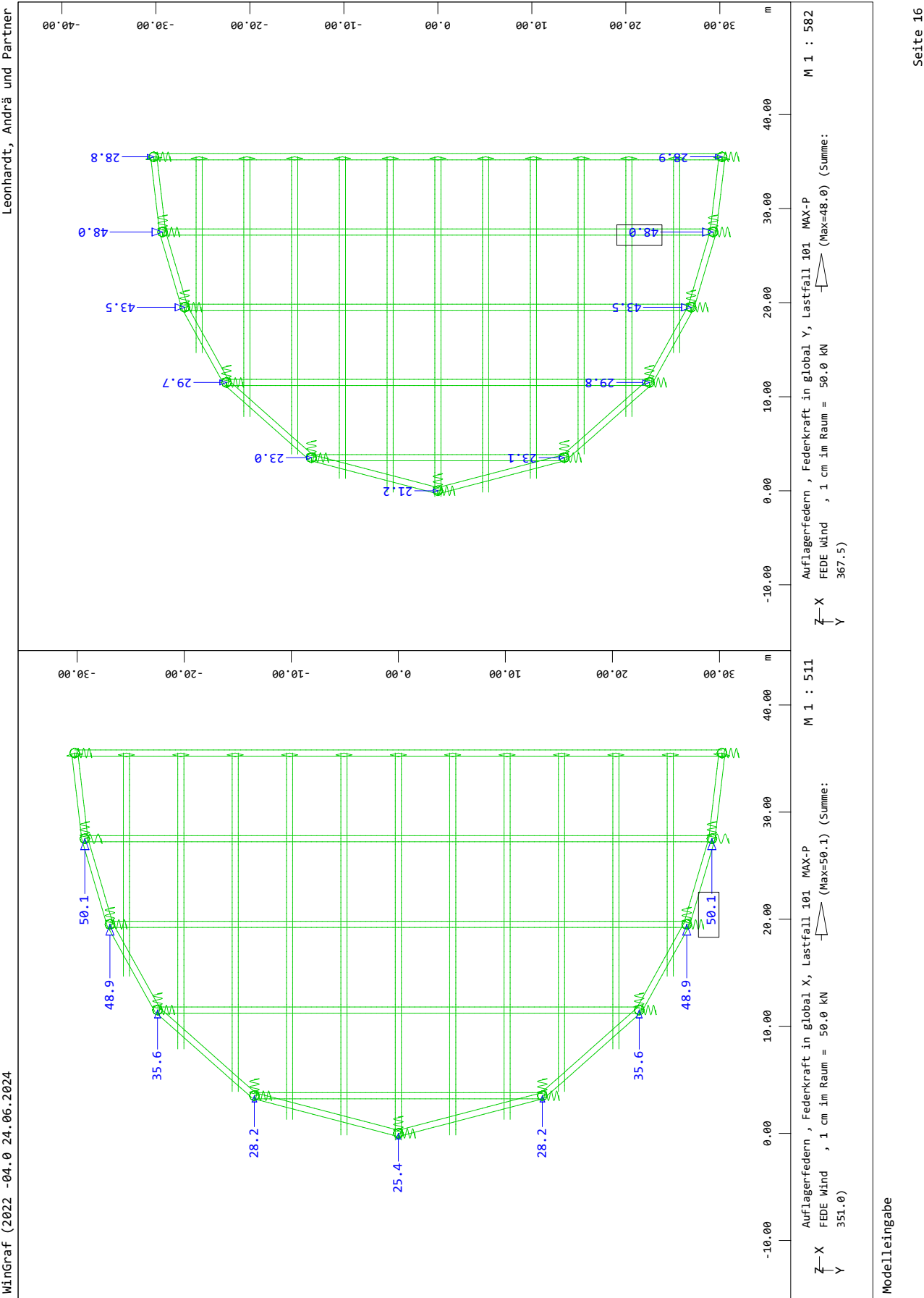


Modelleingabe



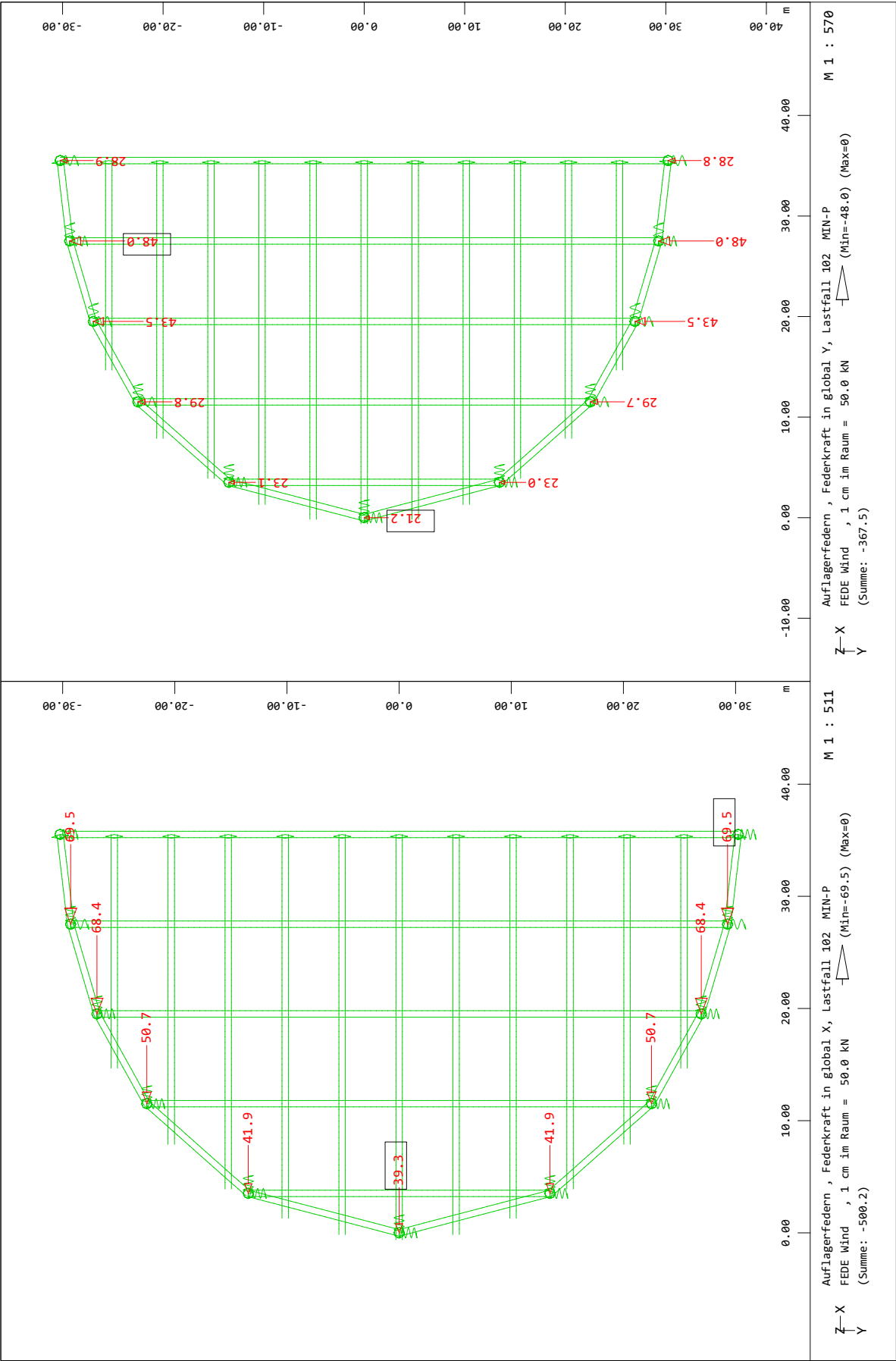






WinGraf (2022 -04.0 24.06.2024

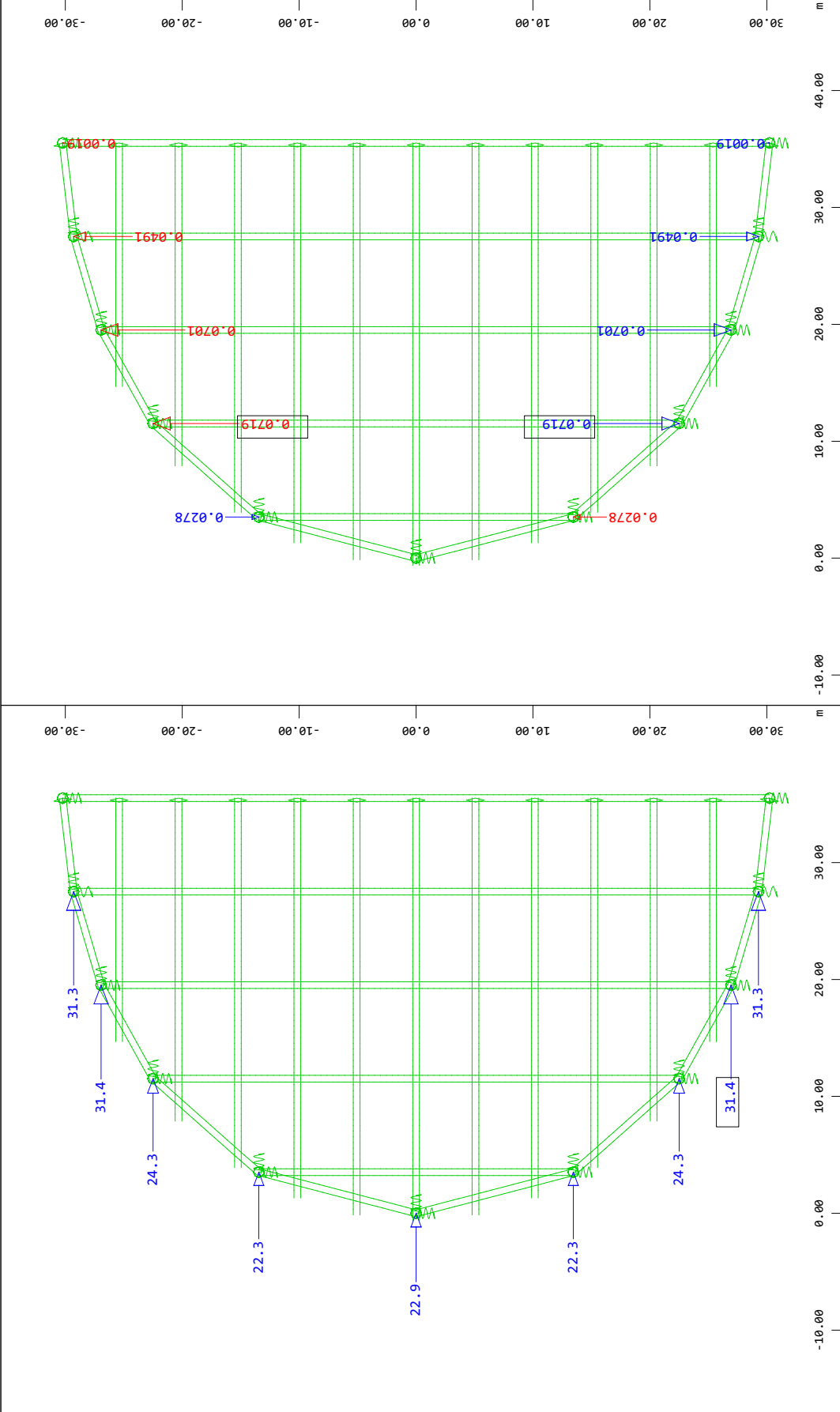
Leonhardt, Andrä und Partner



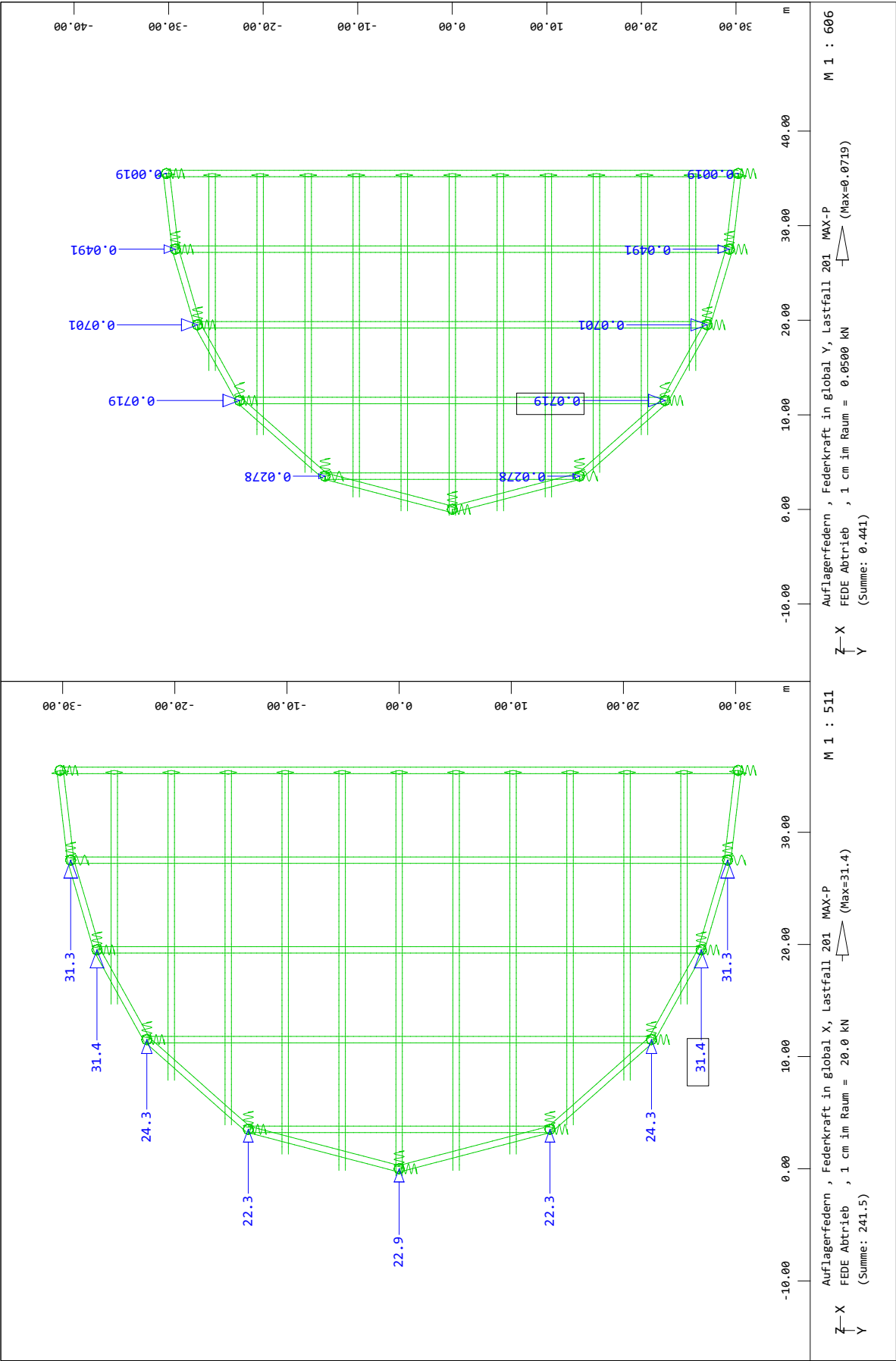
Modelleingabe

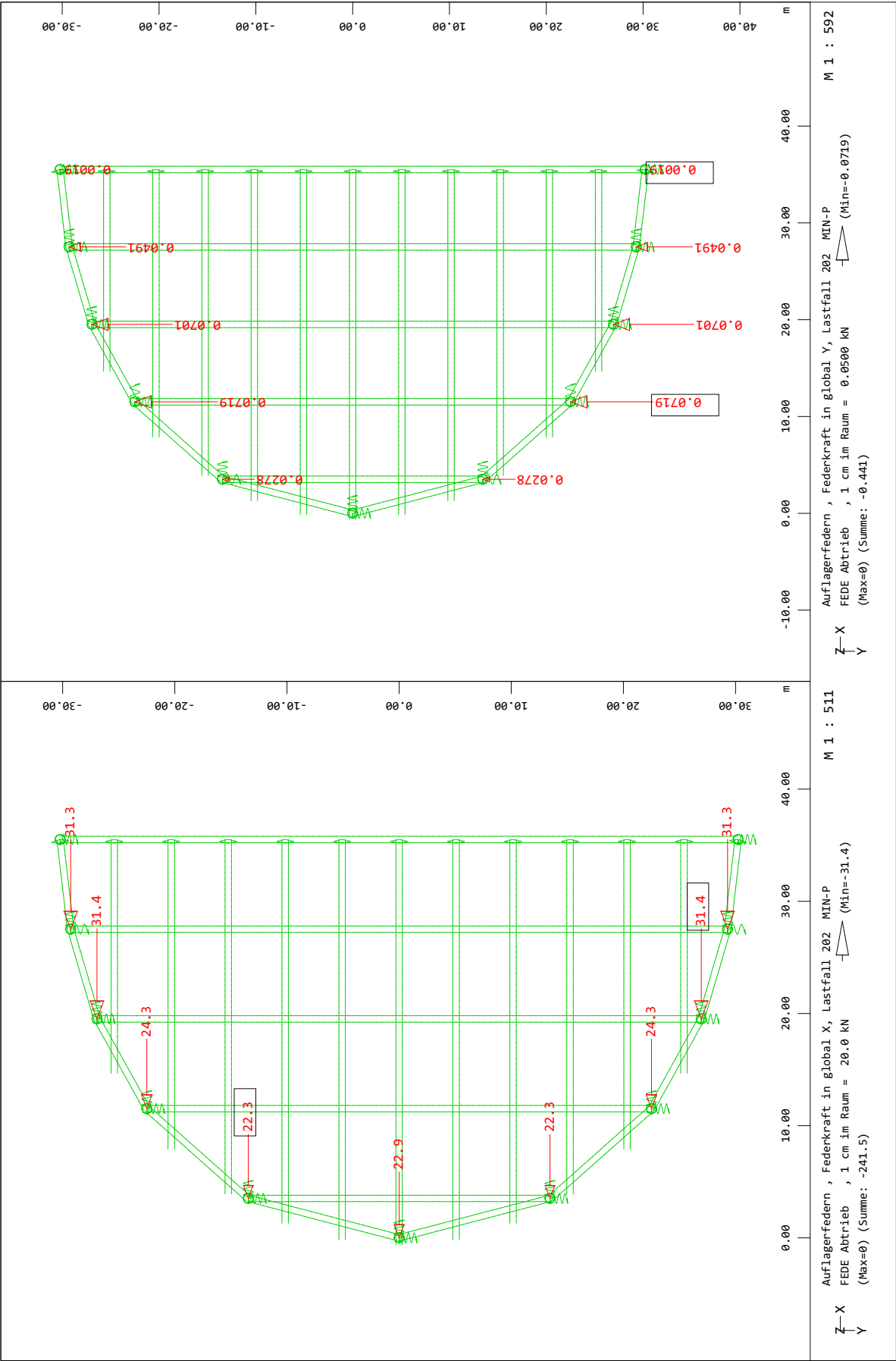


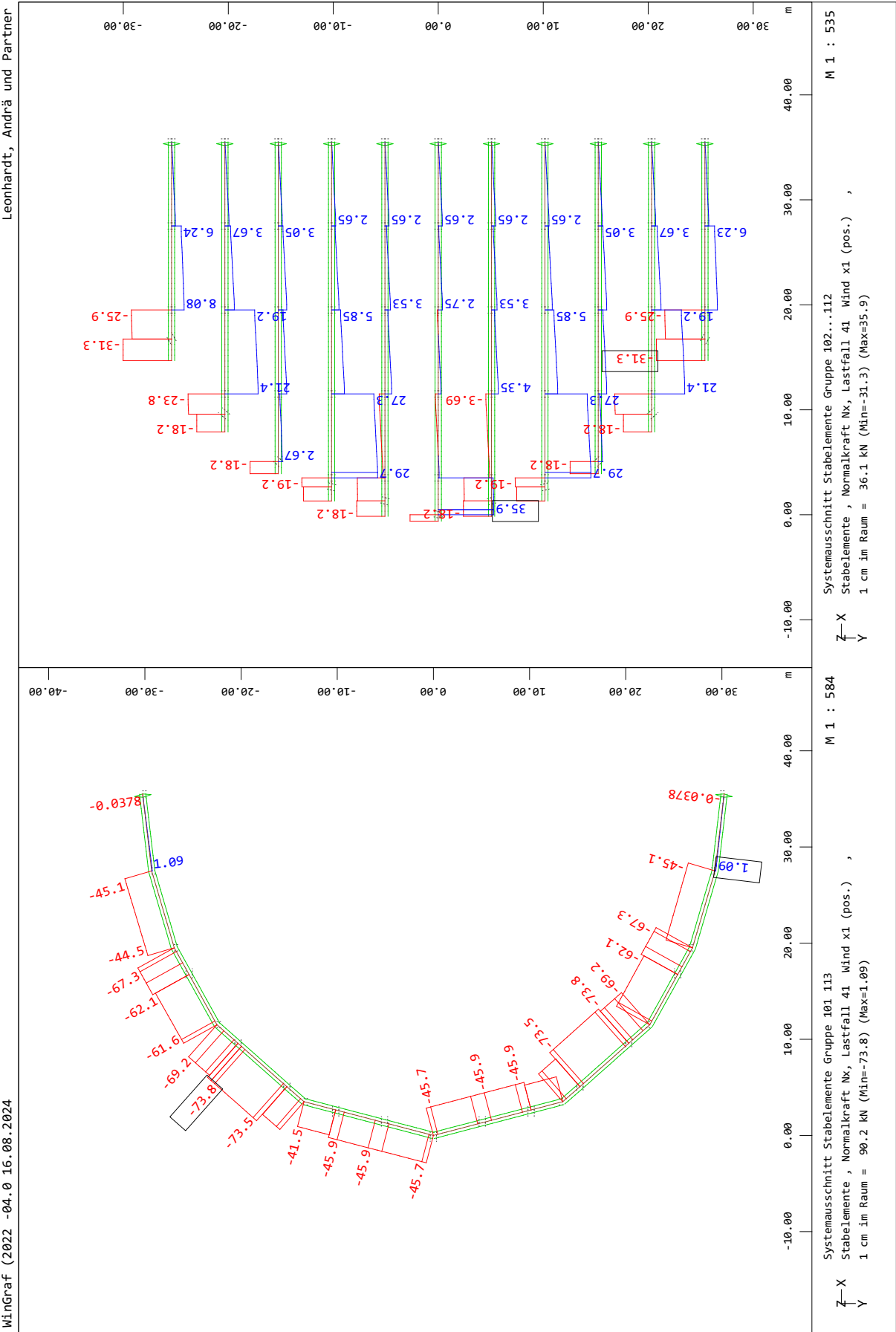
Leonhardt, Andrä und Partner



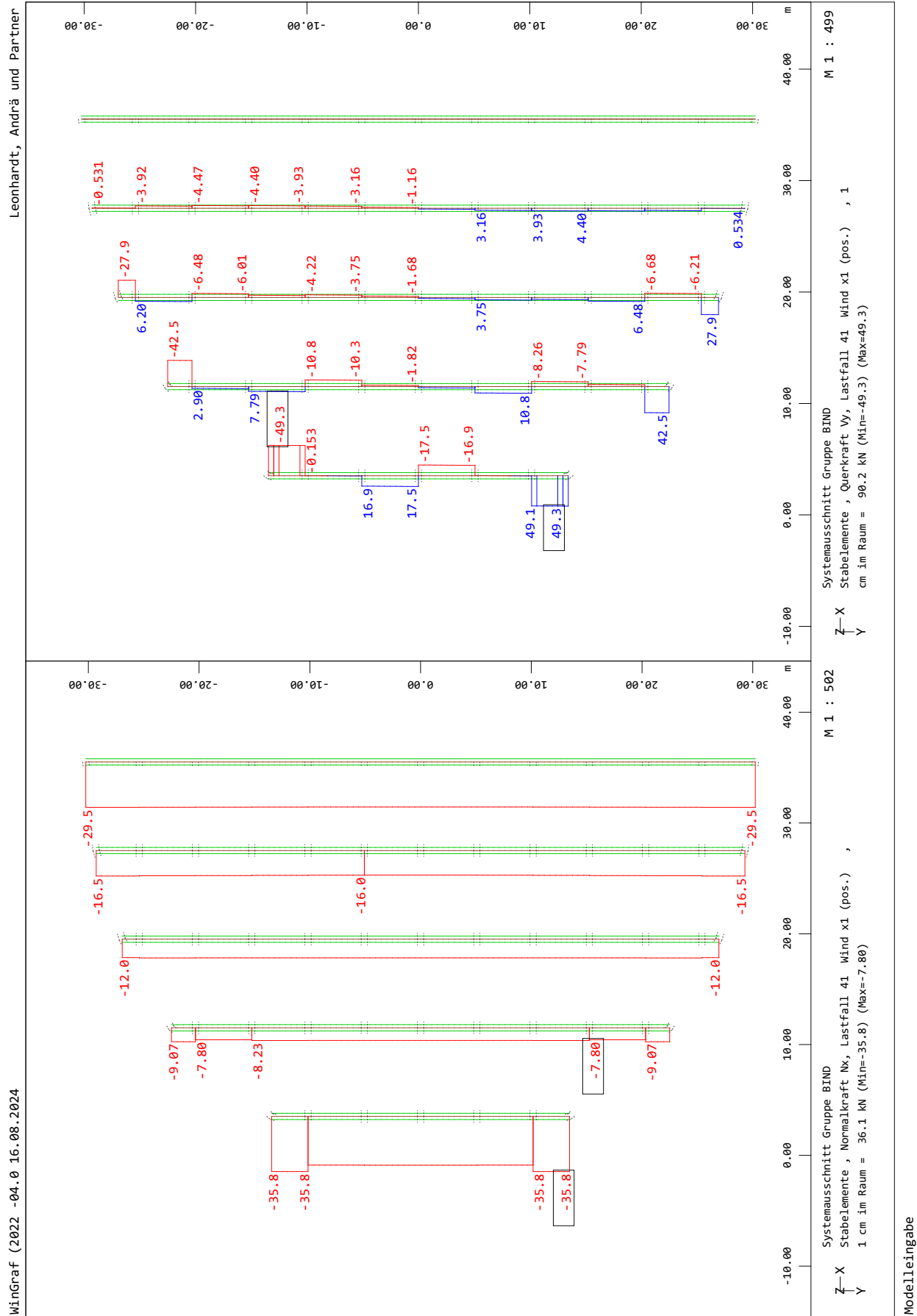
Modelleingabe



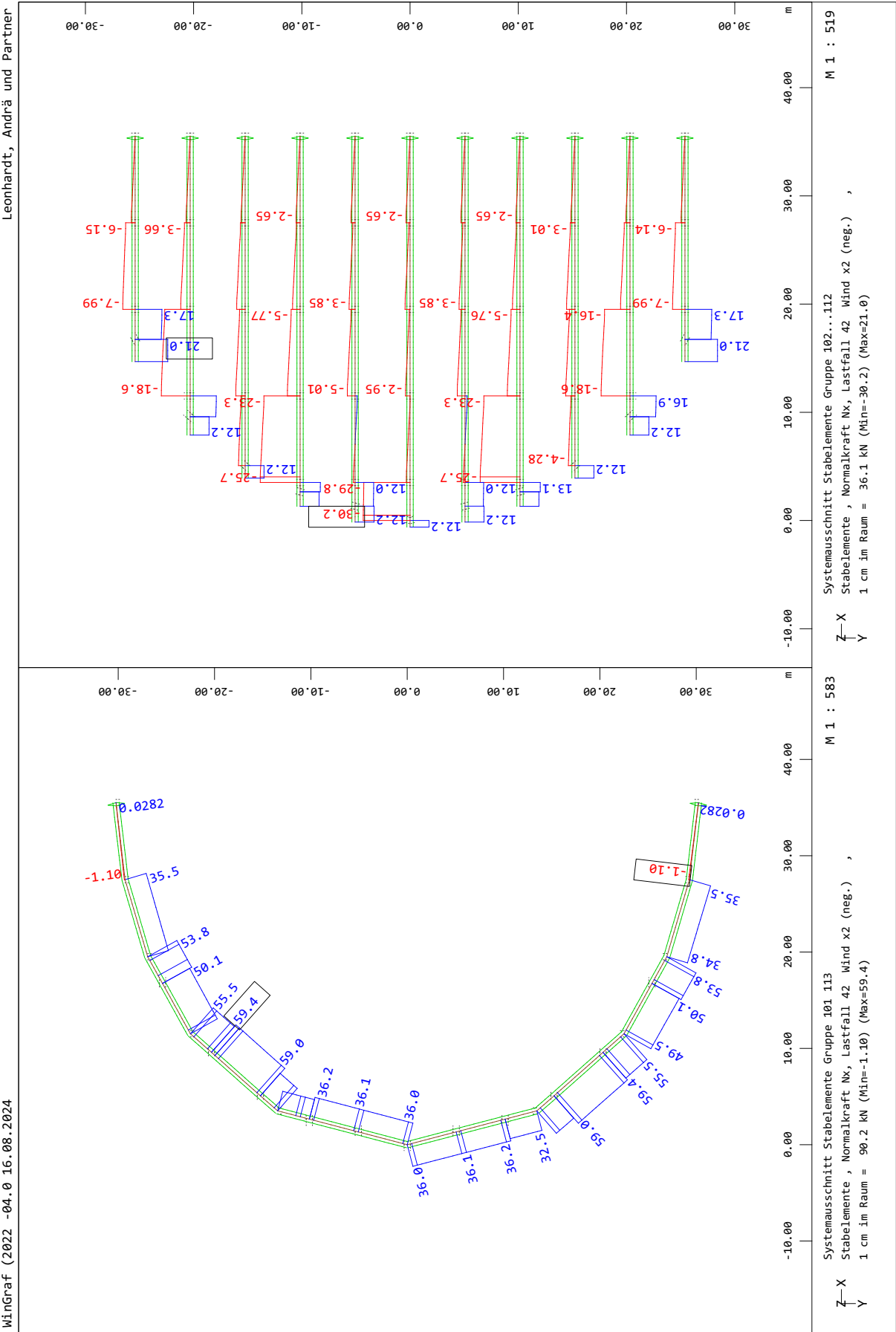


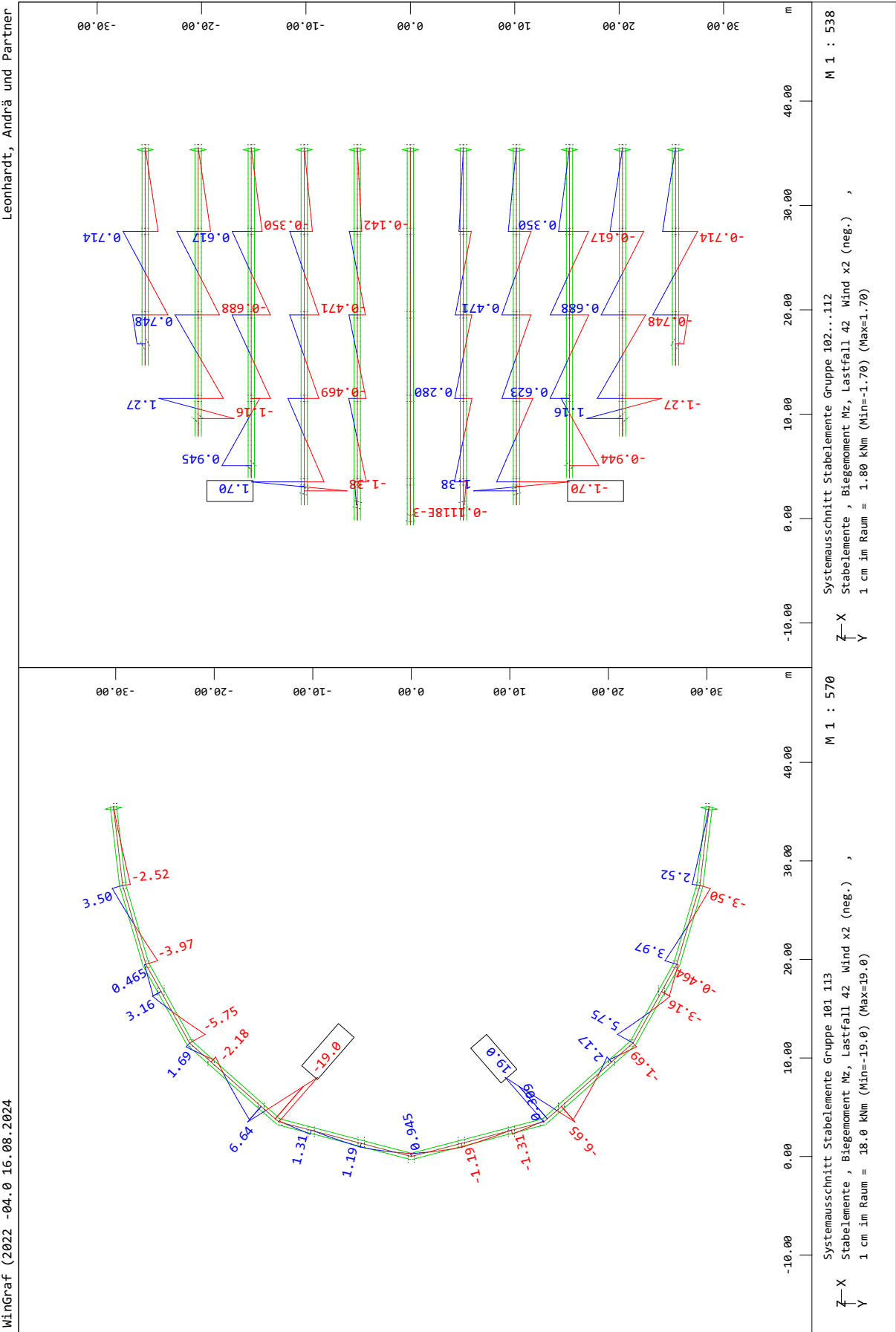


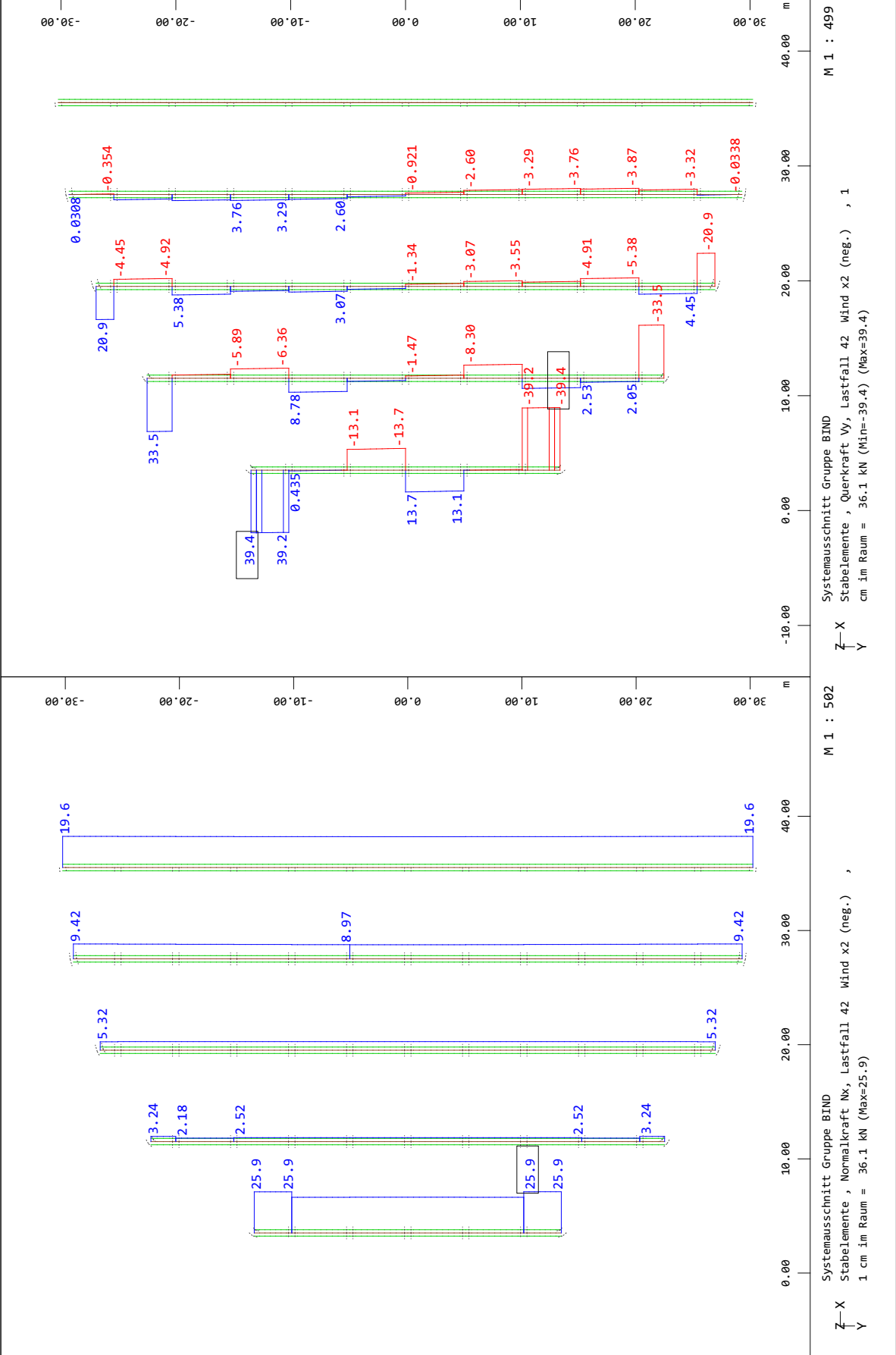


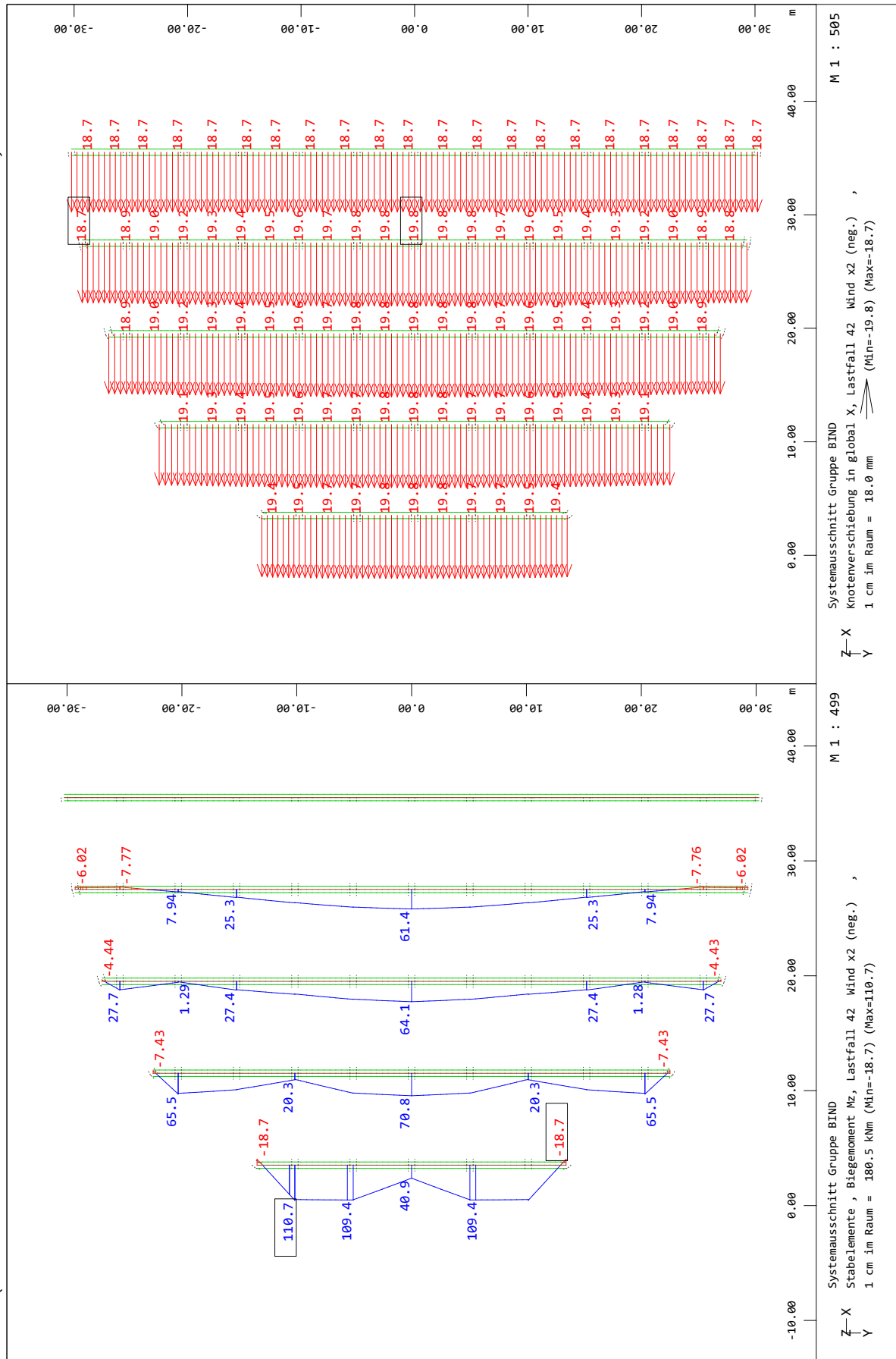


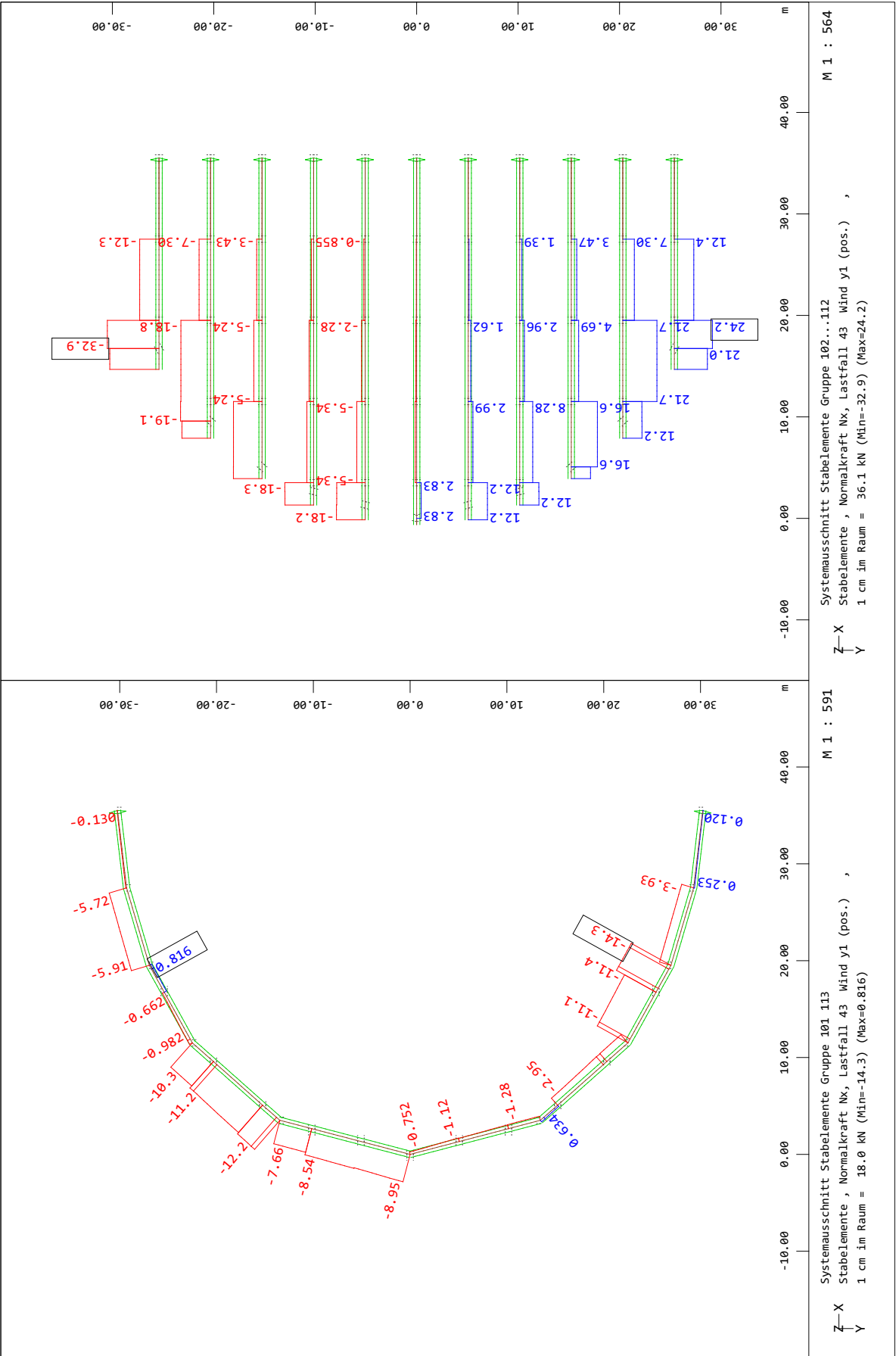


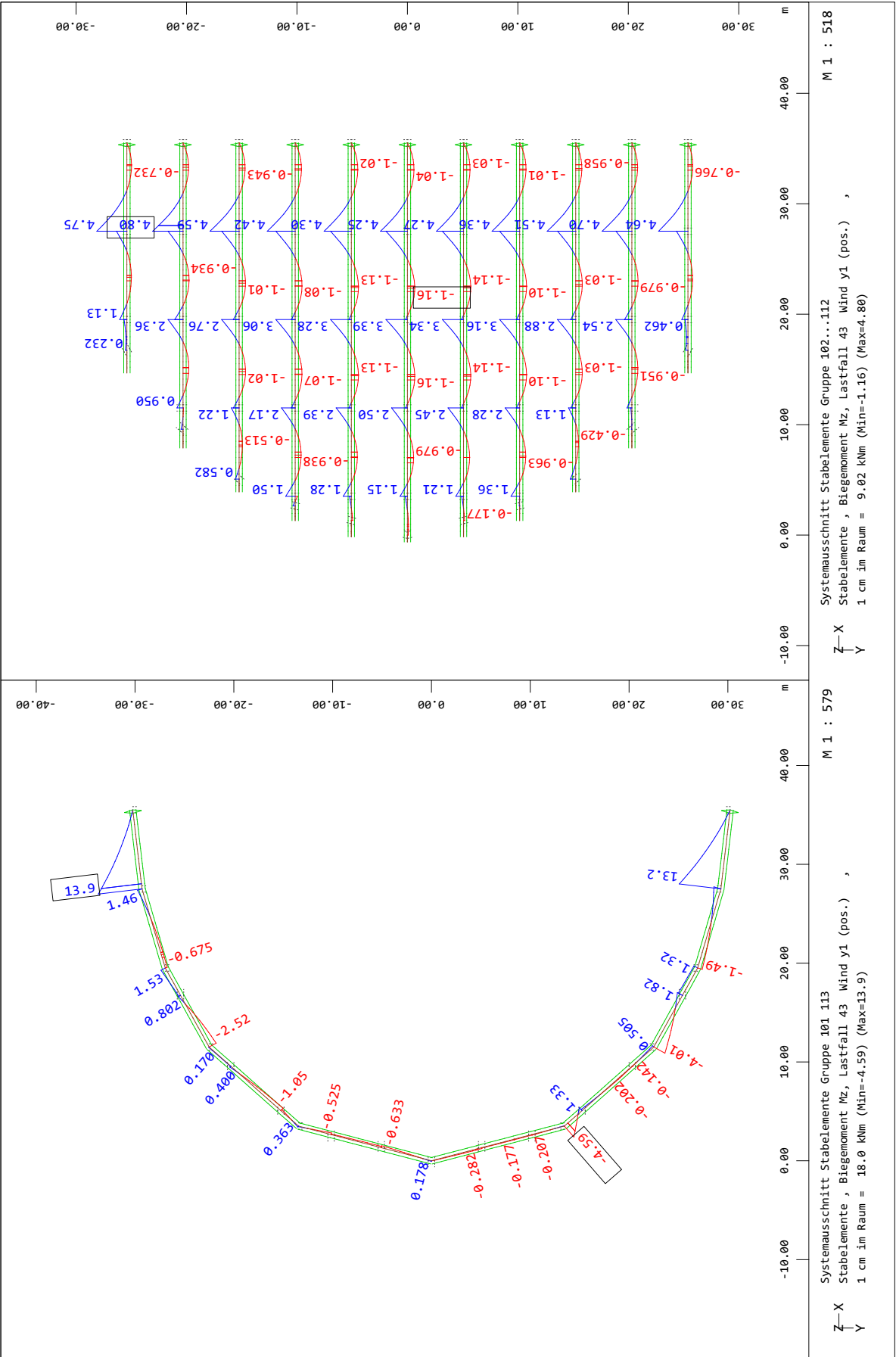






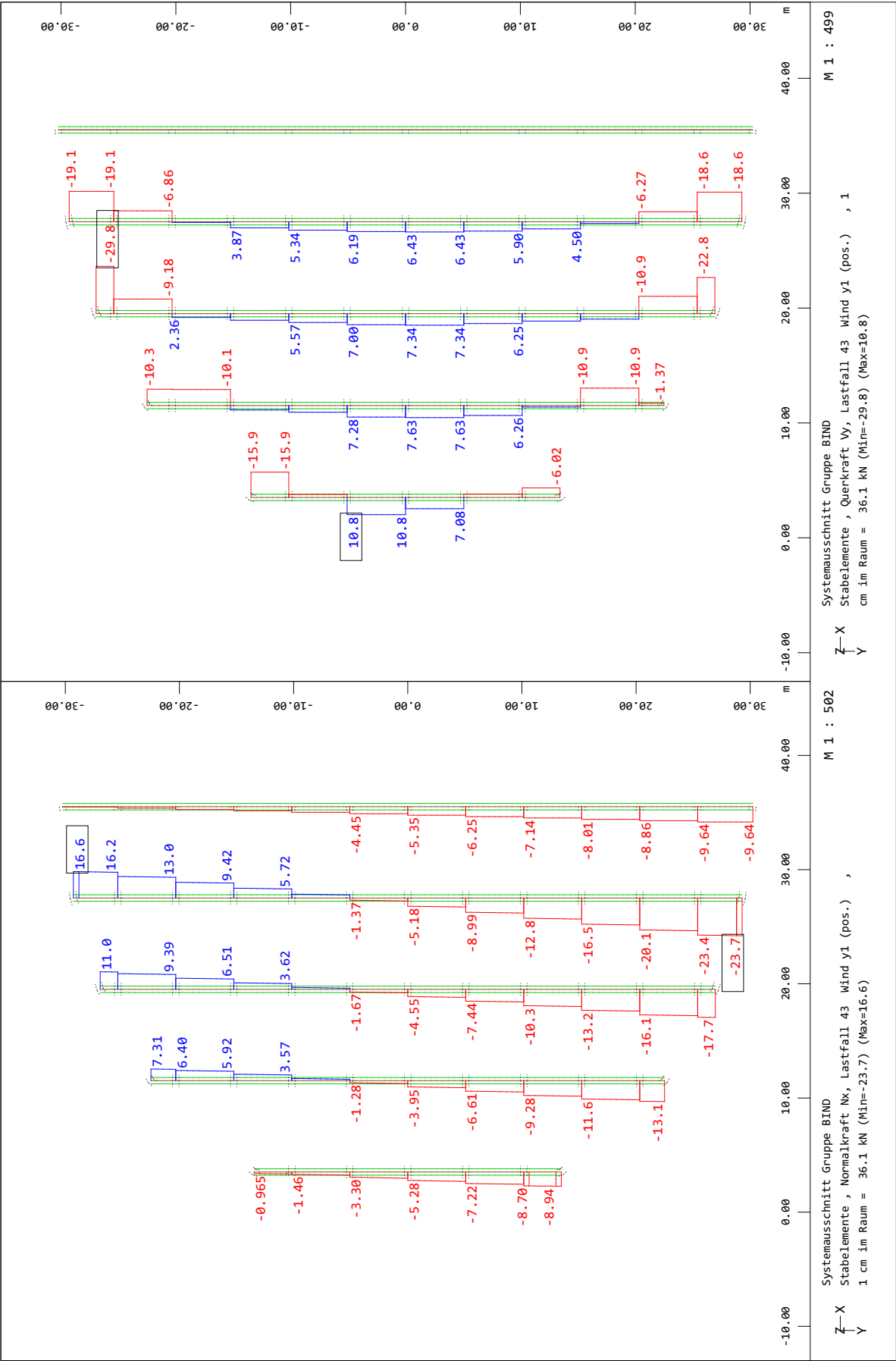




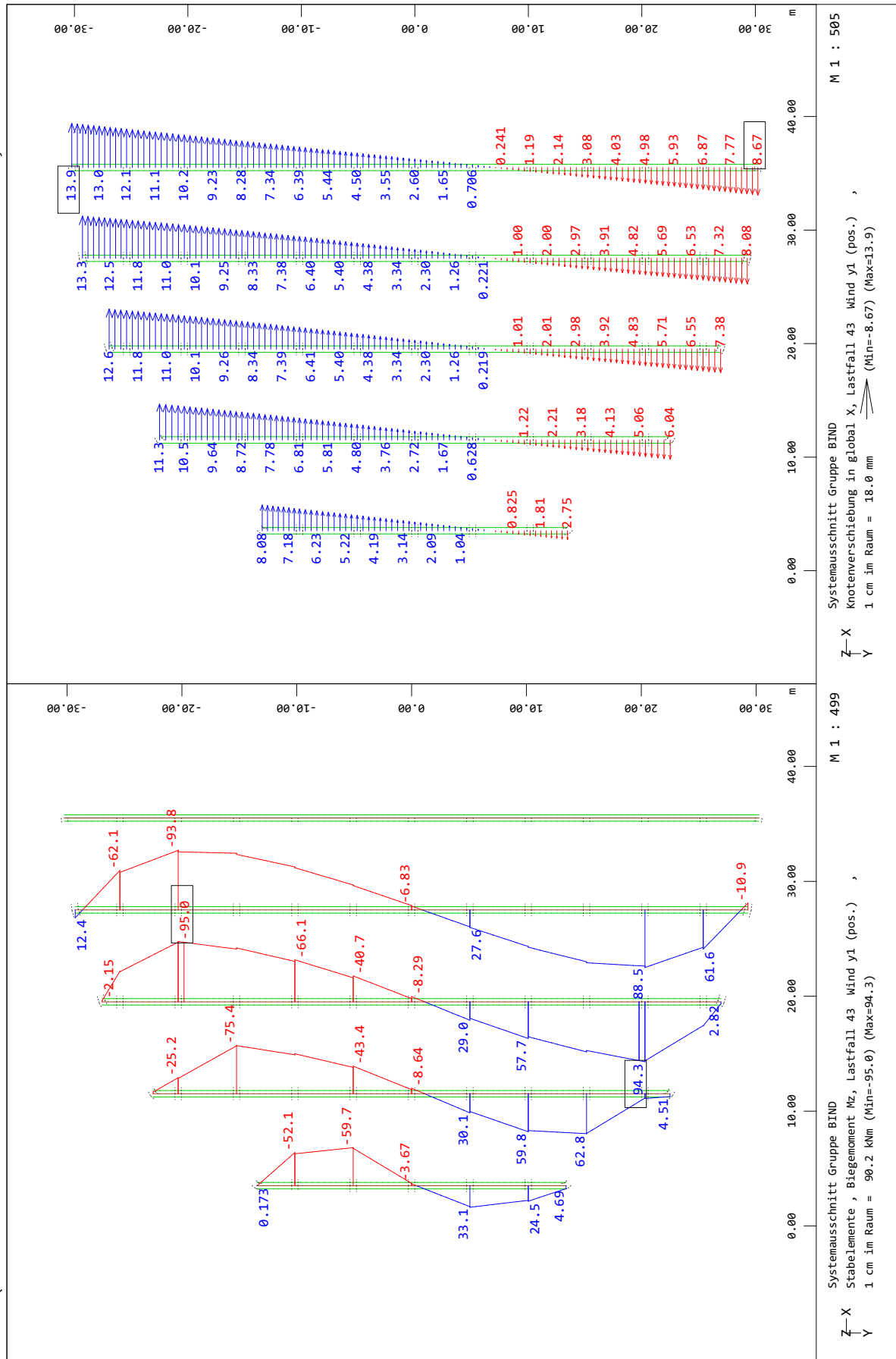


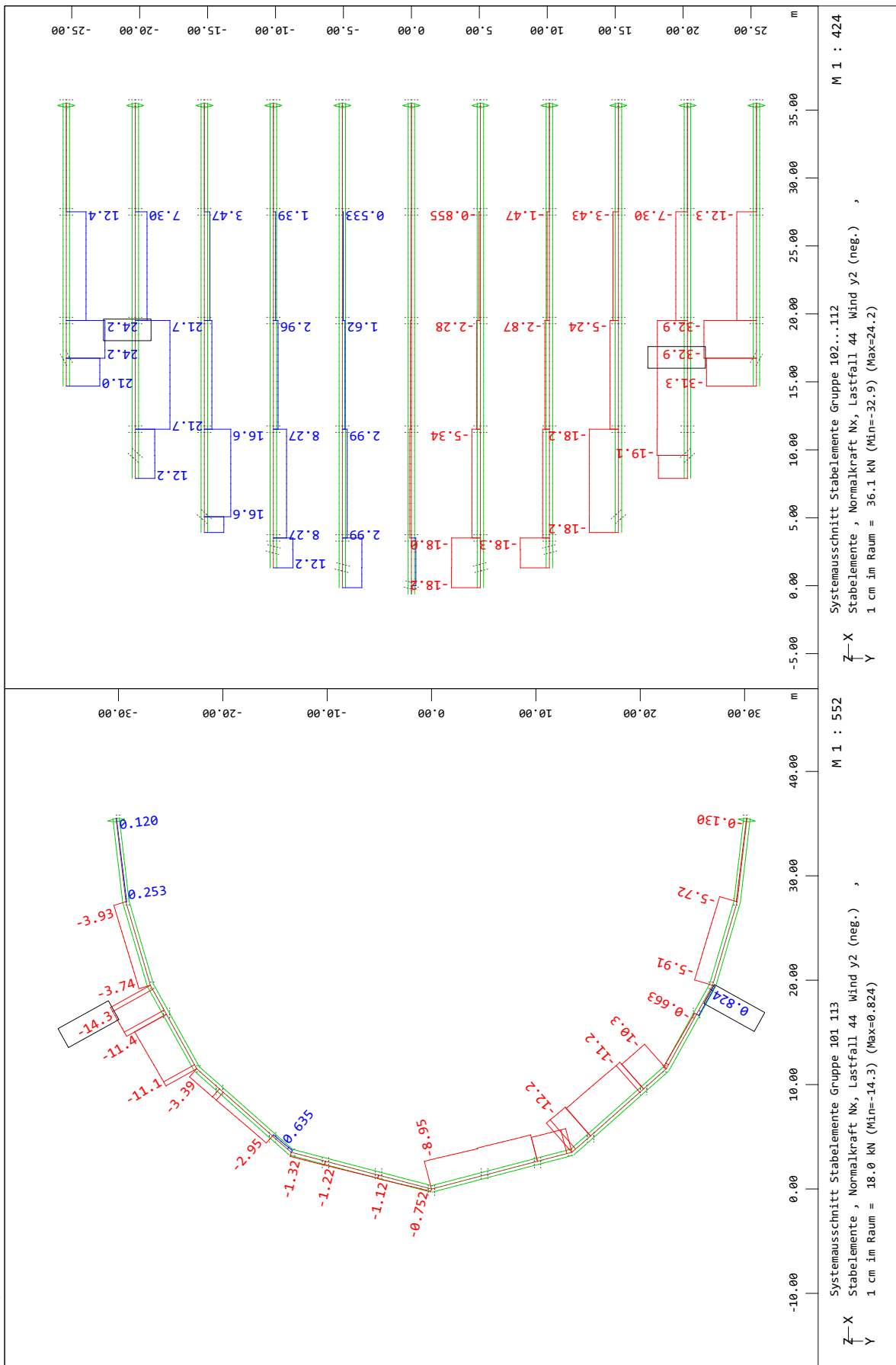
WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

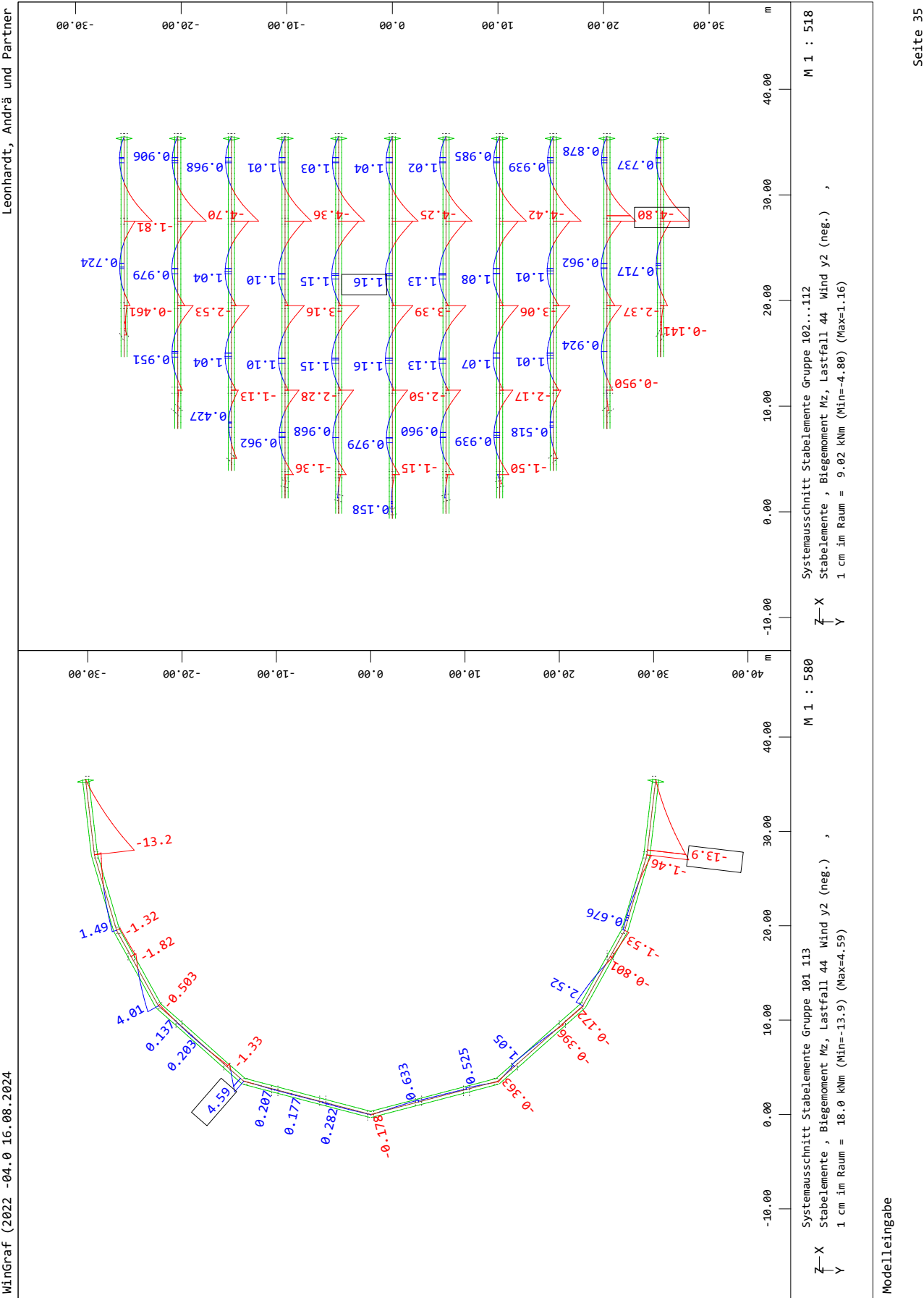
Leonhardt, Andrä und Partner

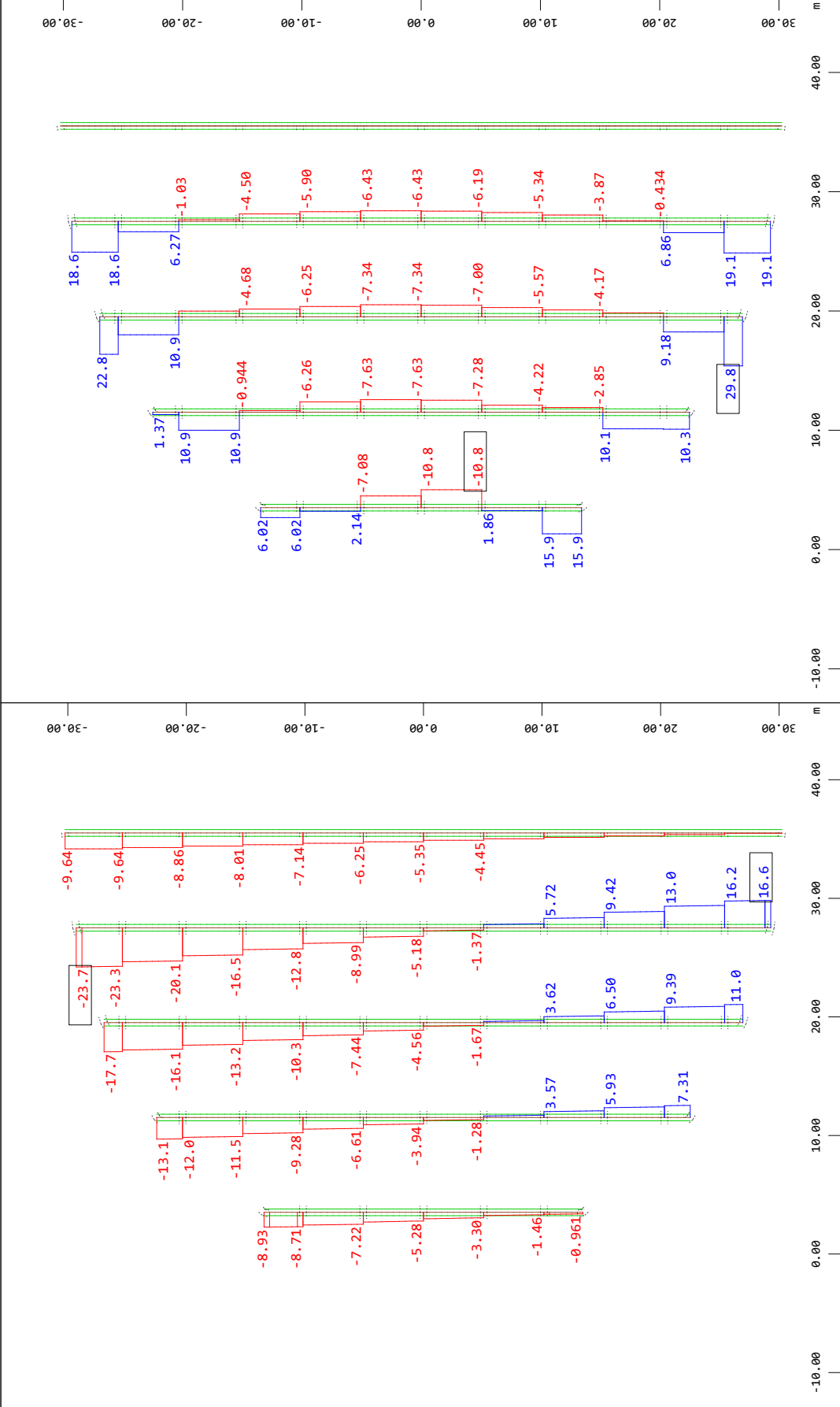


Modelleingabe





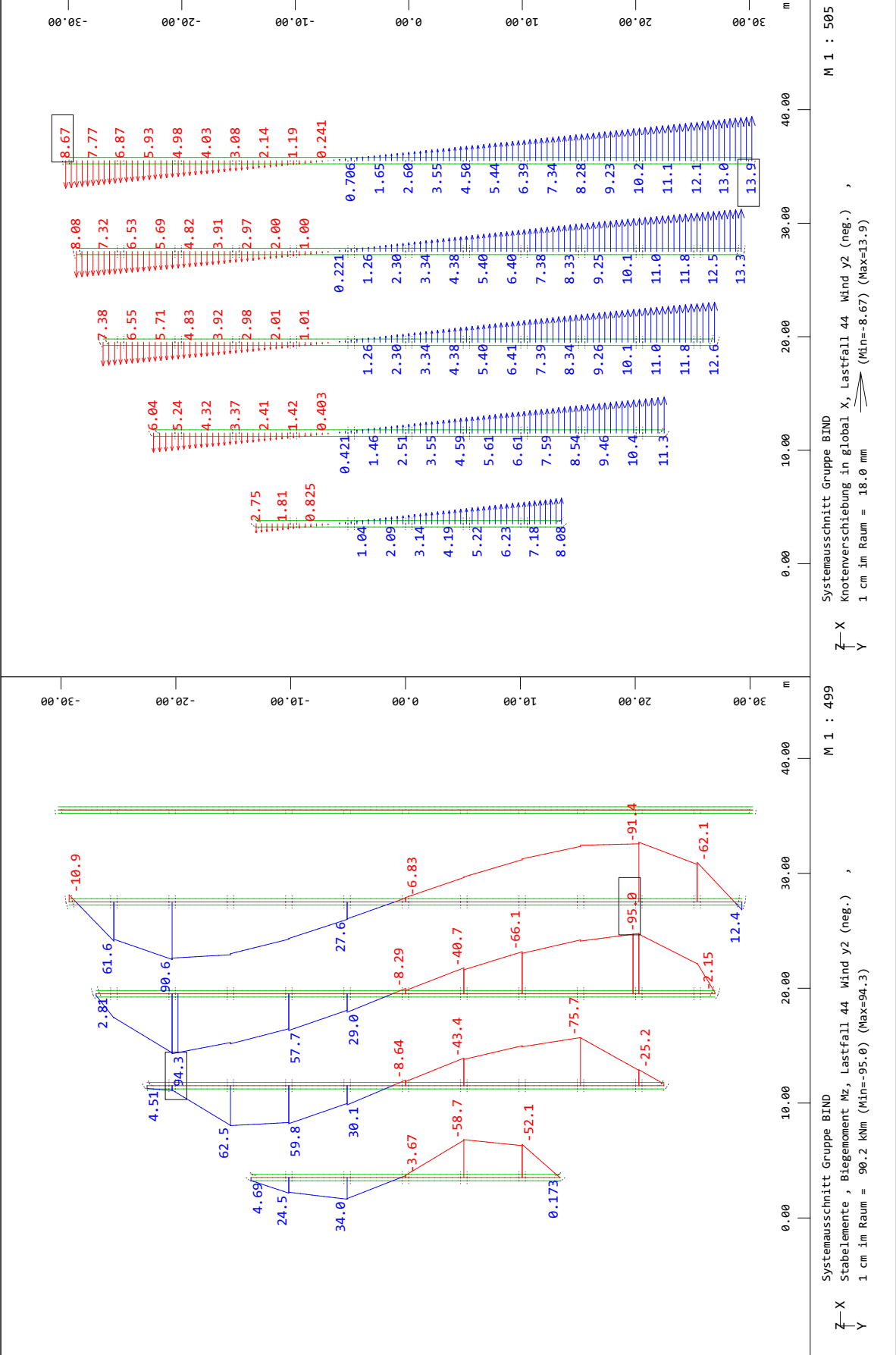




Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 44 Wind y2 (neg.) ,
1 cm im Raum = 36.1 kN (Min=-23.7) (Max=16.6)

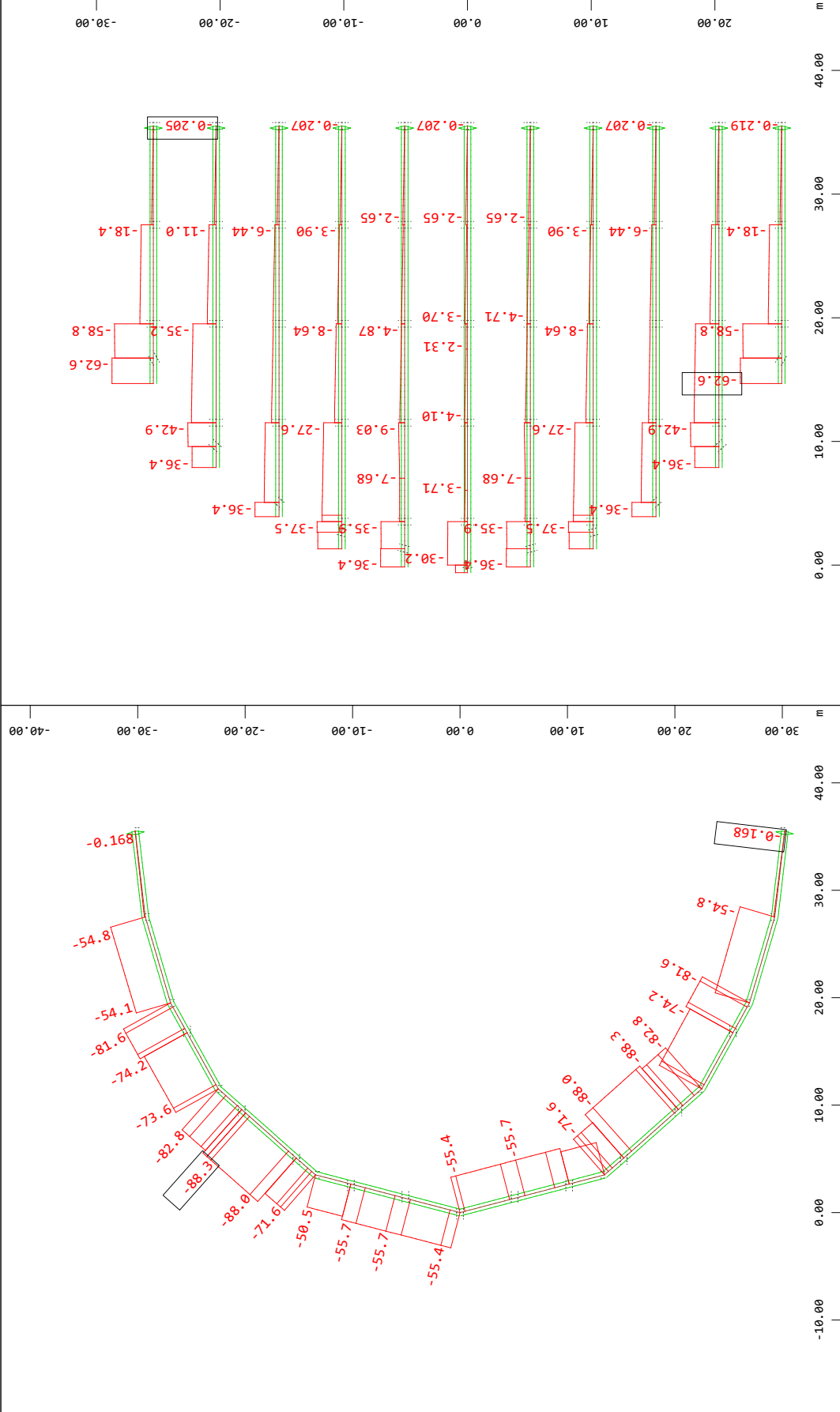
Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 44 Wind y2 (neg.) , 1
cm im Raum = 36.1 kN (Min=-10.8) (Max=29.8)

Leonhardt, Andrä und Partner

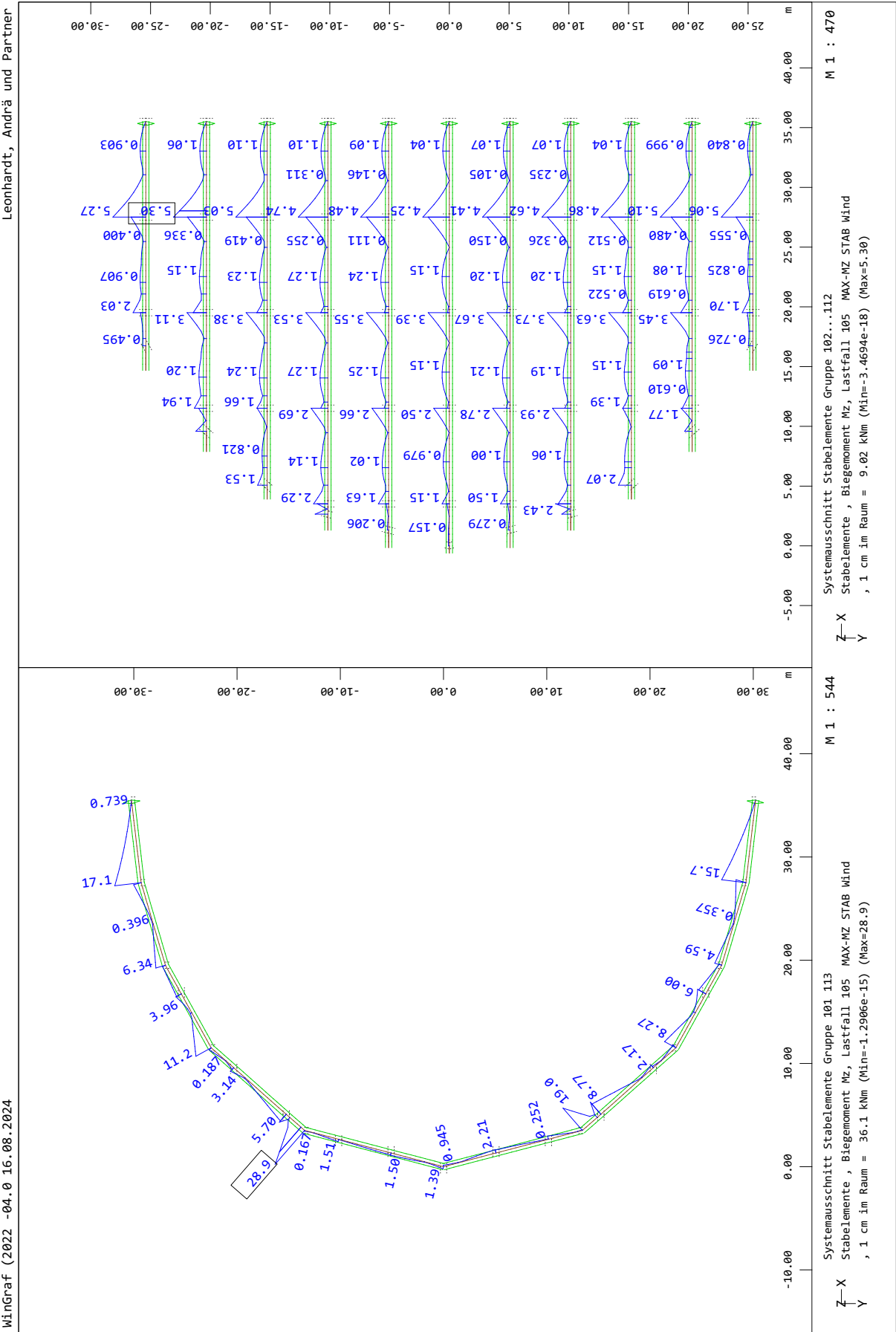




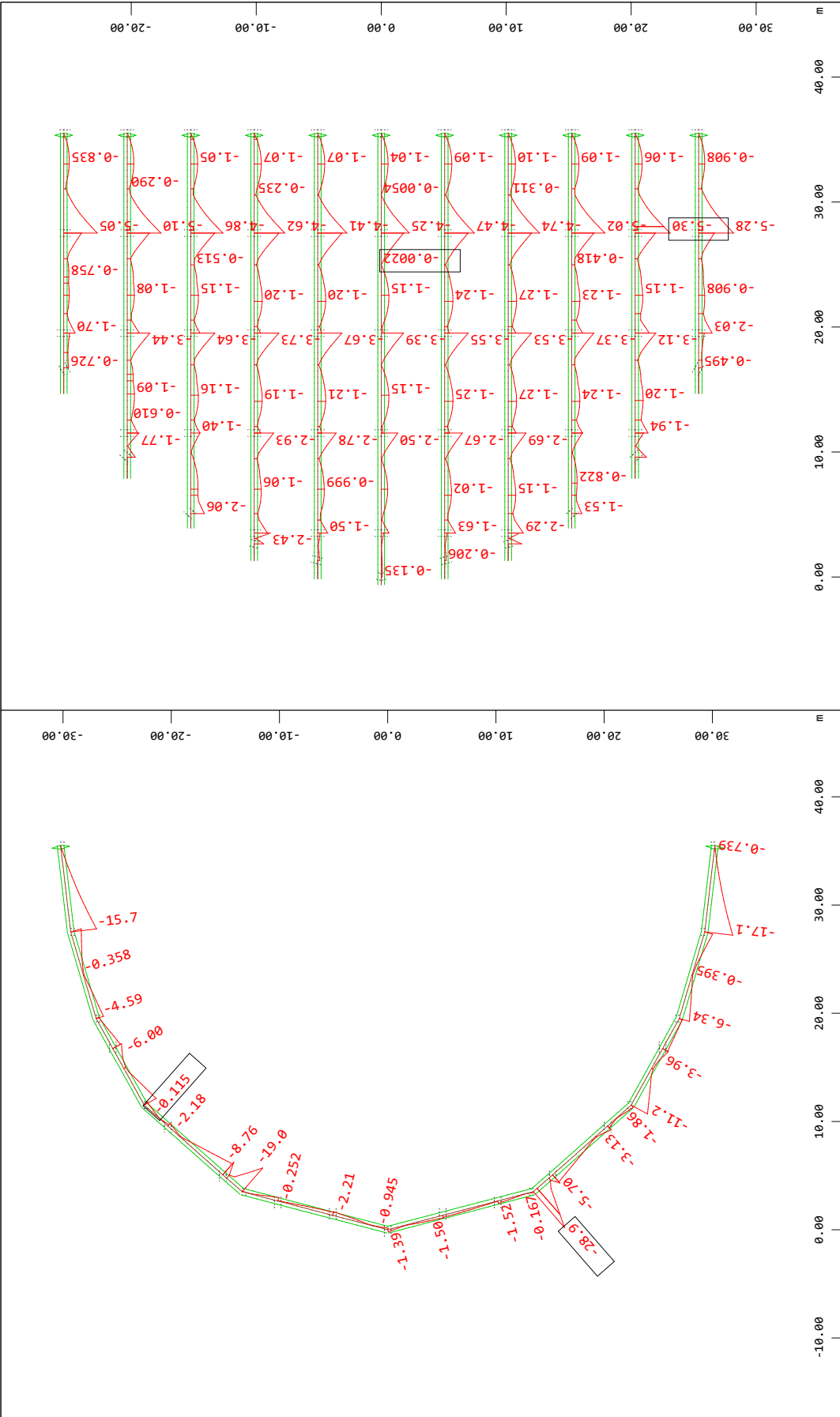
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe



Leonhardt, Andrä und Partner



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 102...112
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 106 MIN-MZ STAB Wind
, 1 cm im Raum = 9.02 kNm (Min=-5.30) (Max= 1.0408e-17)

Z-X
Y

M 1 : 552

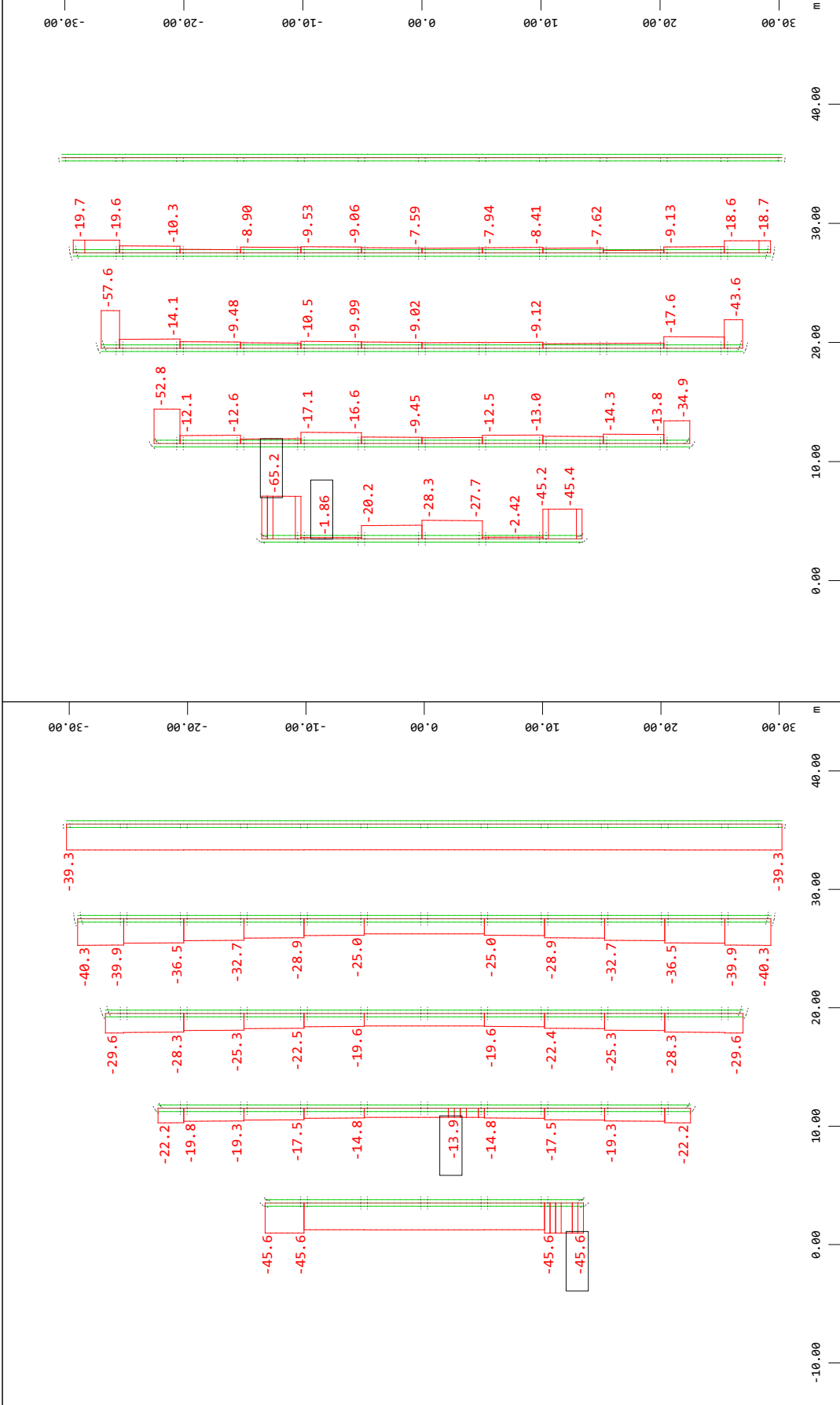
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 101 113
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 106 MIN-MZ STAB Wind
, 1 cm im Raum = 36.1 kNm (Min=-28.9) (Max=-1.2835e-15)

Z-X
Y

Modelleingabe



Leonhardt, Andrä und Partner



WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024)

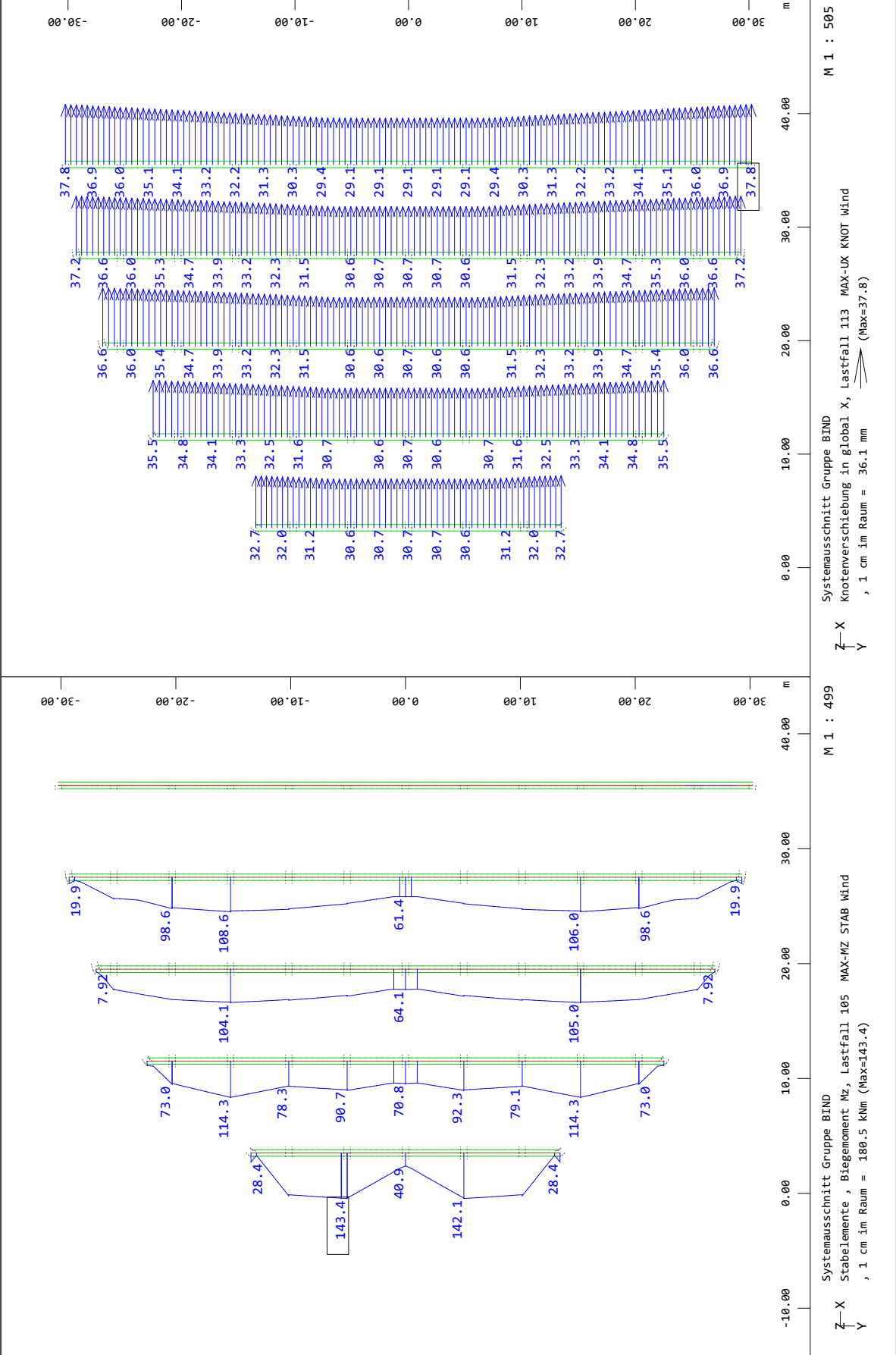
Systemausschnitt Gruppe BIND

M 1 : 502

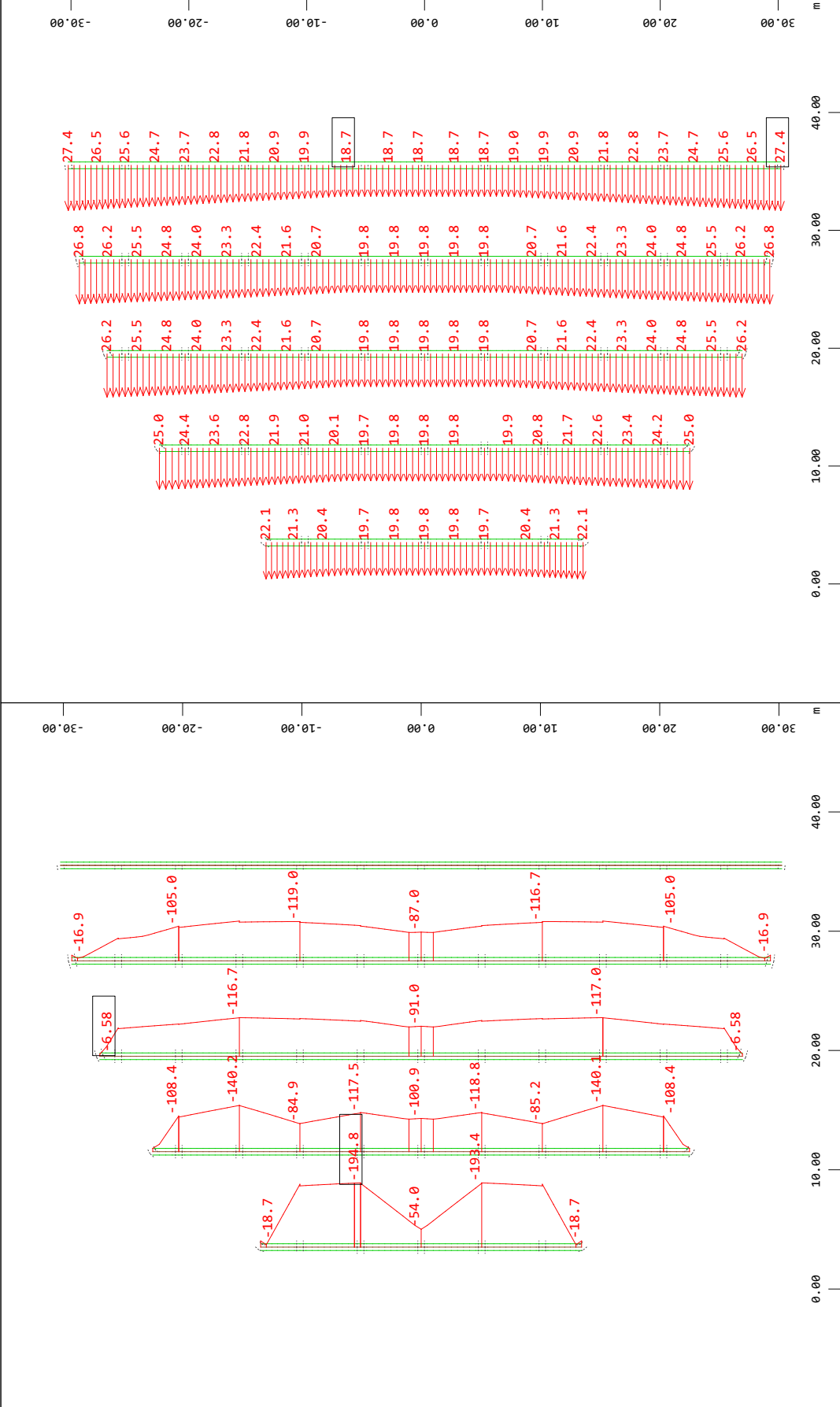
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 110 MIN-VV STAB Wind , 1 cm im Raum = 90.2 kN (Min=-65.2) (Max=-2.9356e-08)

M 1 : 499

Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 102 MIN-P FEDE Wind , 1 cm im Raum = 90.2 kN (Min=-45.6) (Max=-13.9)



Leonhardt, Andrä und Partner



WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024)

M 1 : 499

Systemausschnitt Gruppe BIND

Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 106 MIN-MZ STAB Wind

Y , 1 cm im Raum = 180.5 kNm (Min=-194.8) (Max=-5.9021e-08)

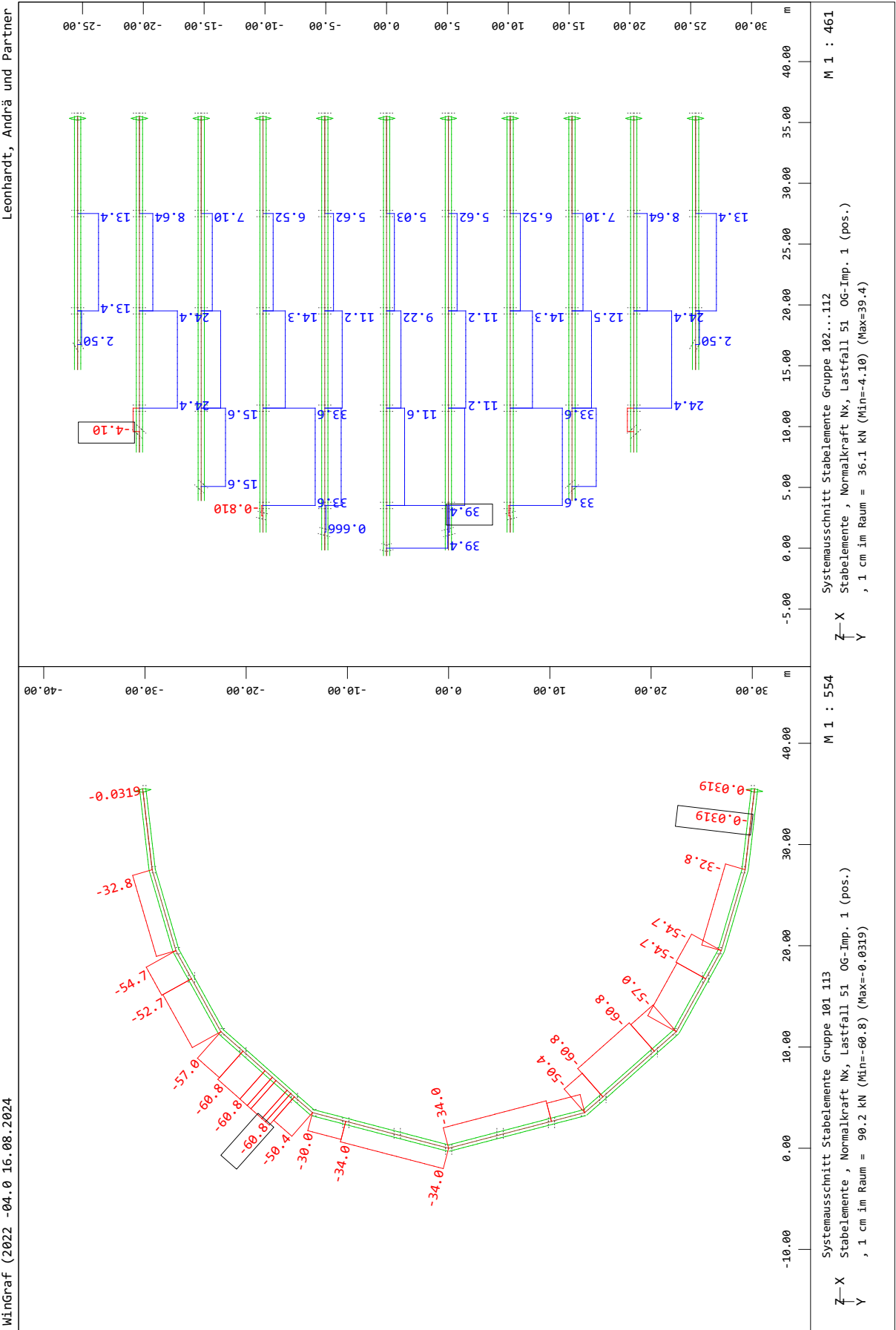
M 1 : 505

Systemausschnitt Gruppe BIND

Knotenverschiebung in global X, Lastfall 114 MIN-UX KNOT Wind

Y , 1 cm im Raum = 36.1 mm (Min=-27.4) (Max=18.7)

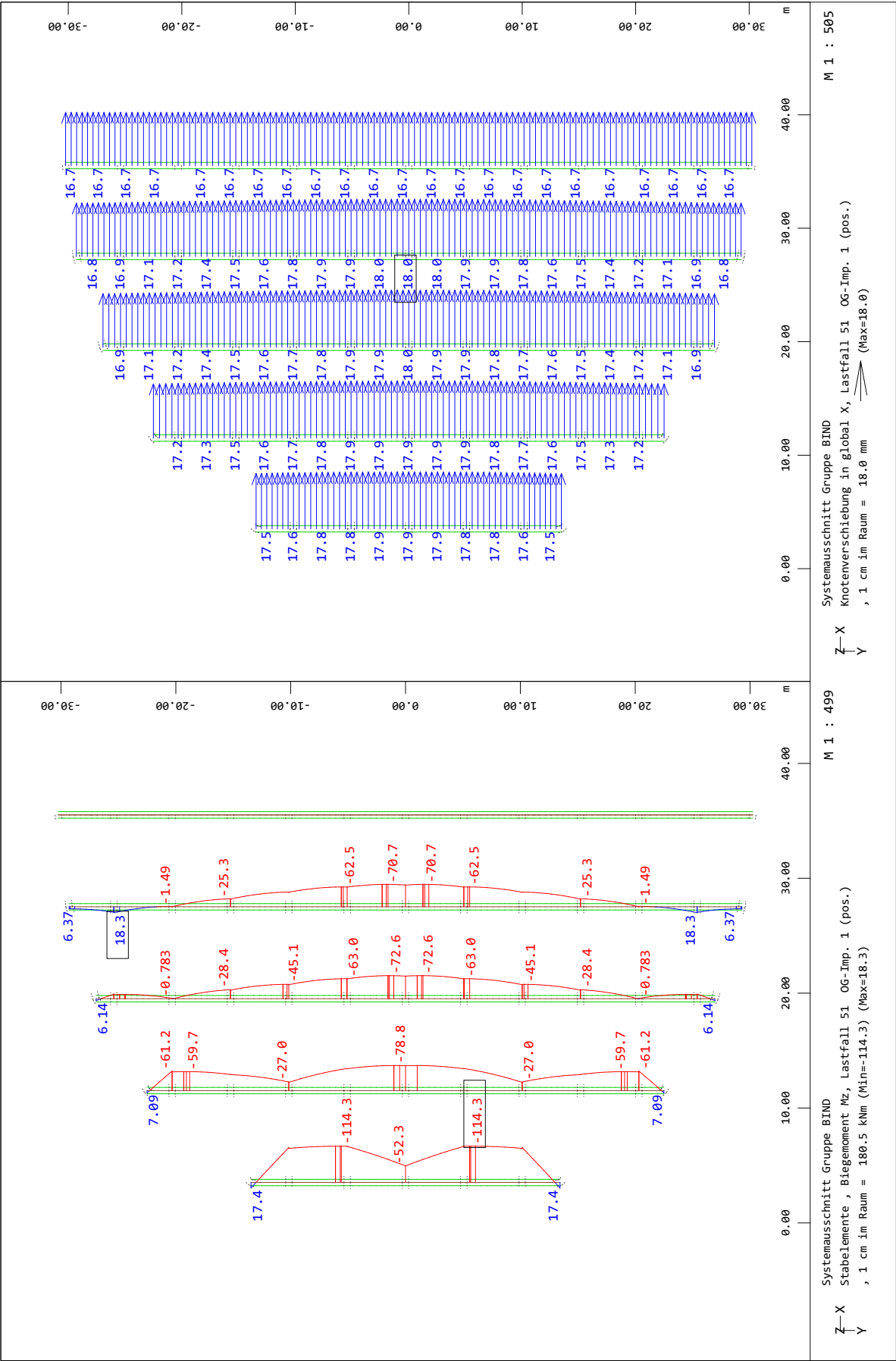
Modelleingabe



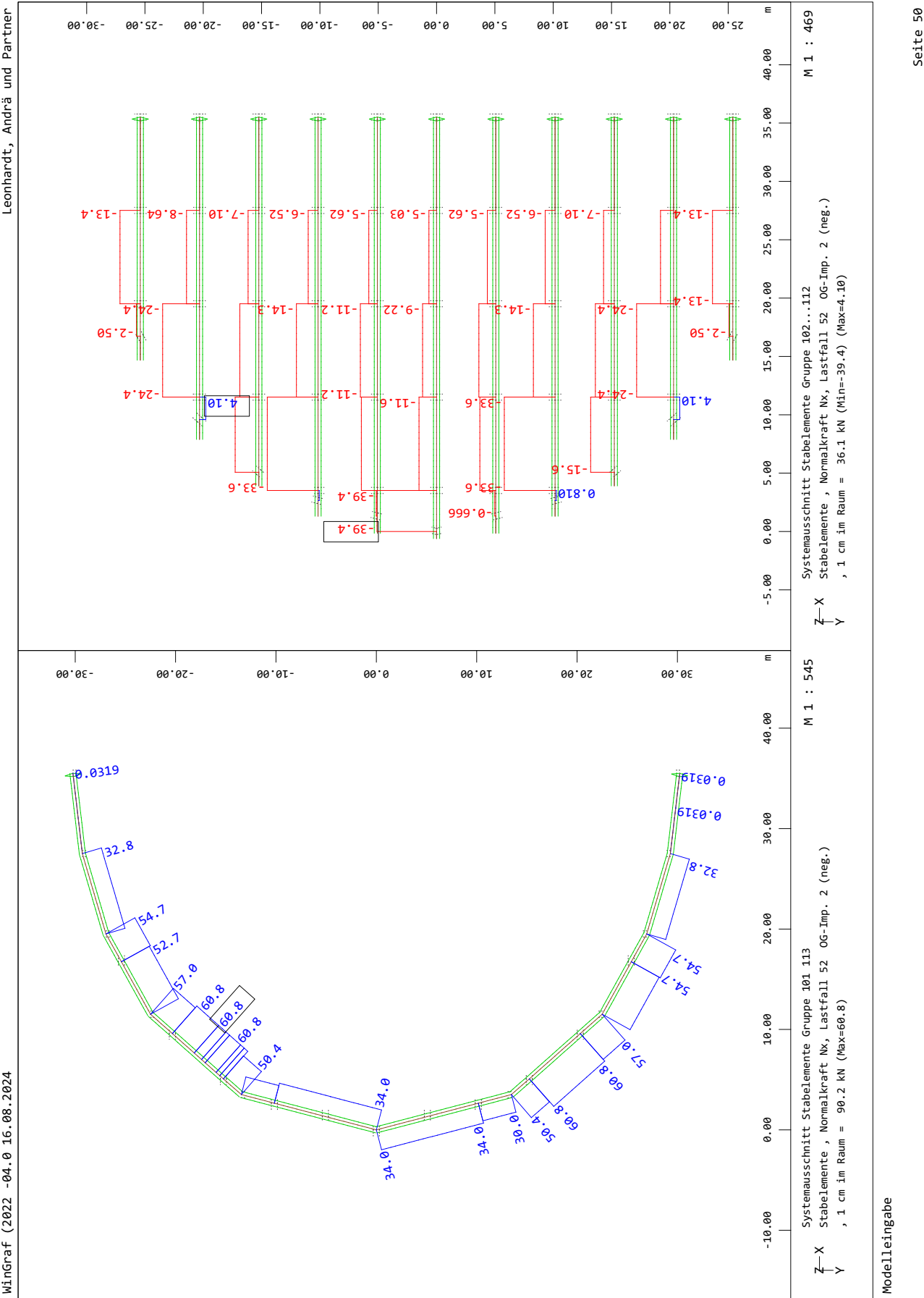


WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

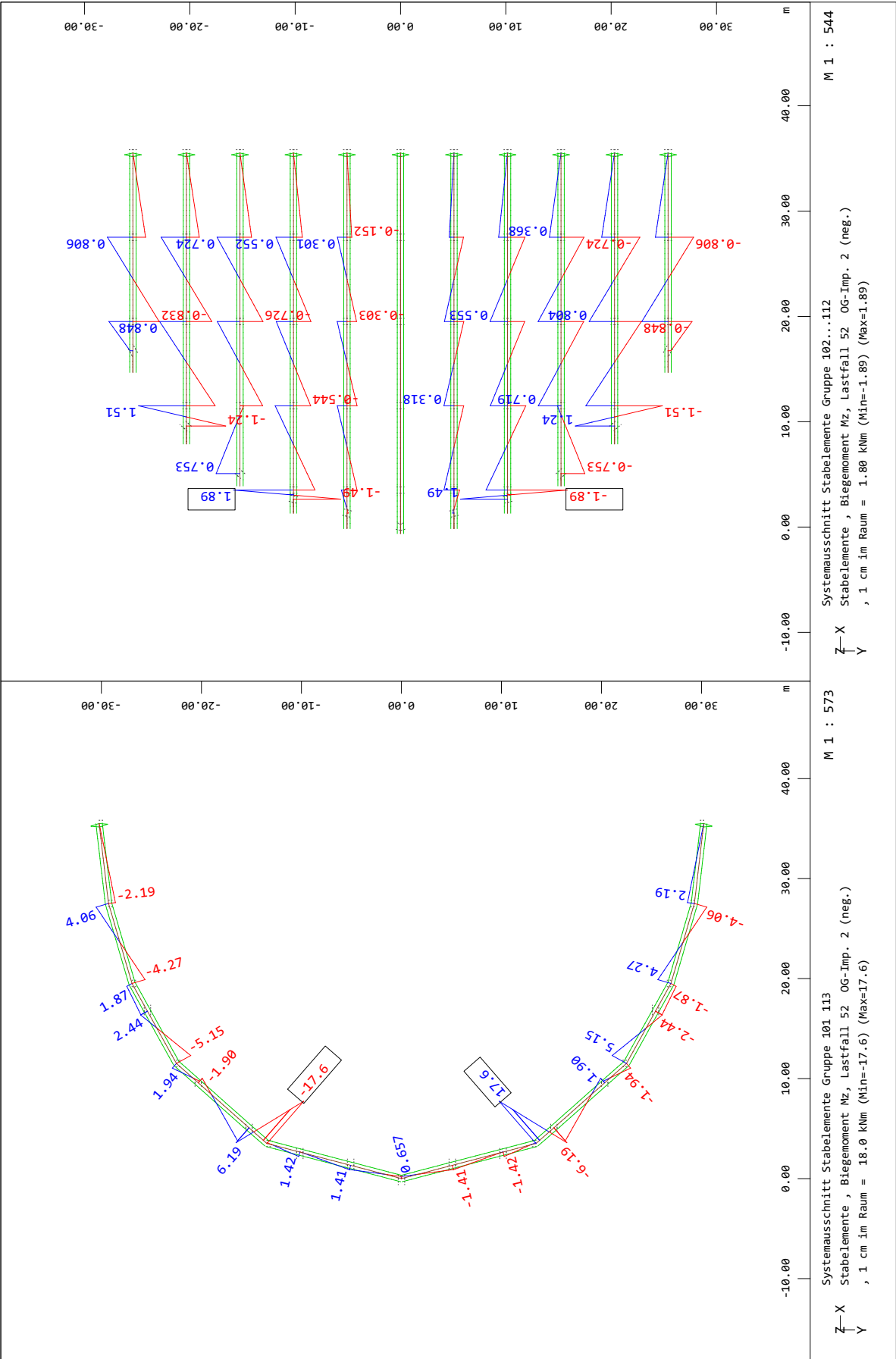
Leonhardt, Andrä und Partner

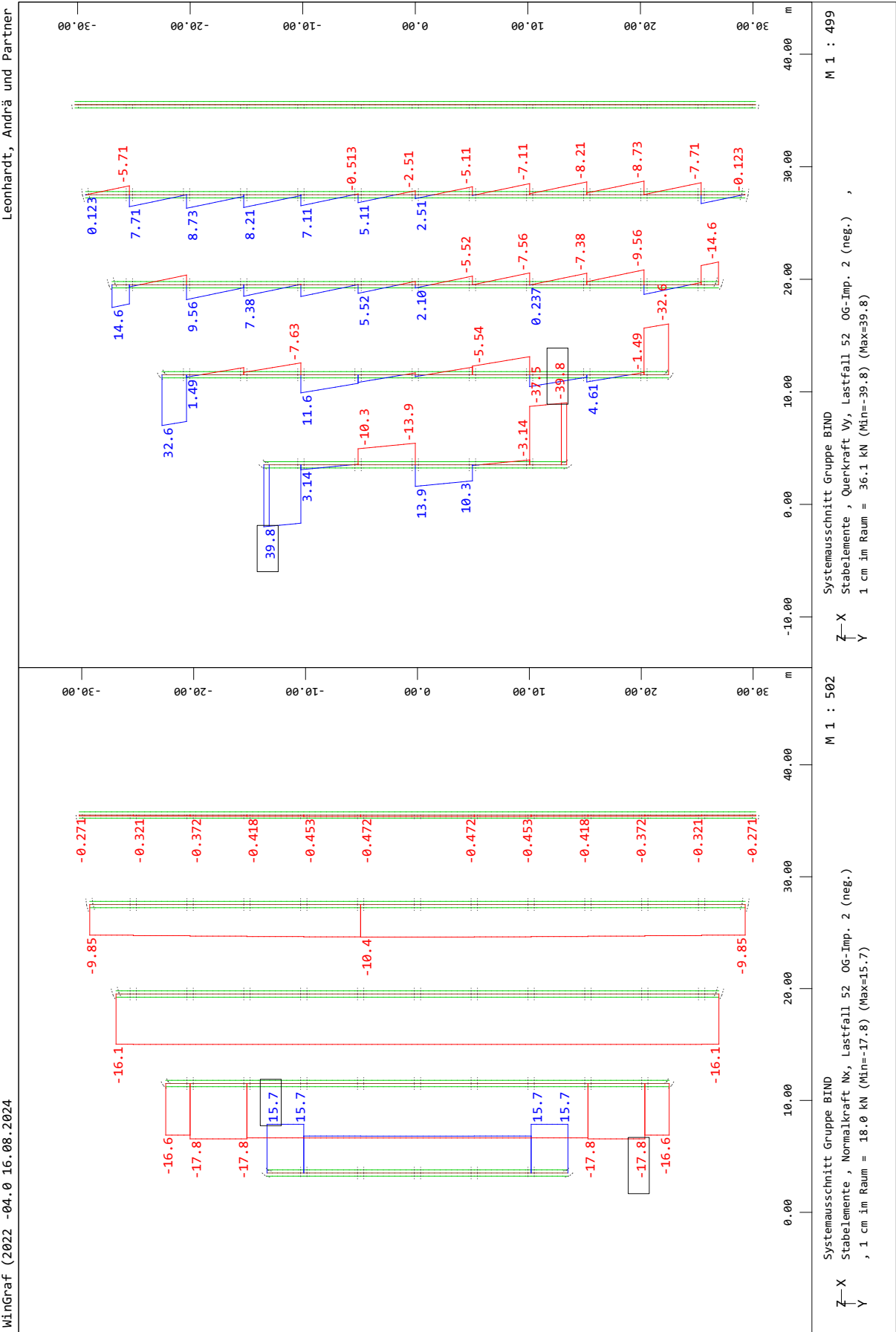


Modelleingabe



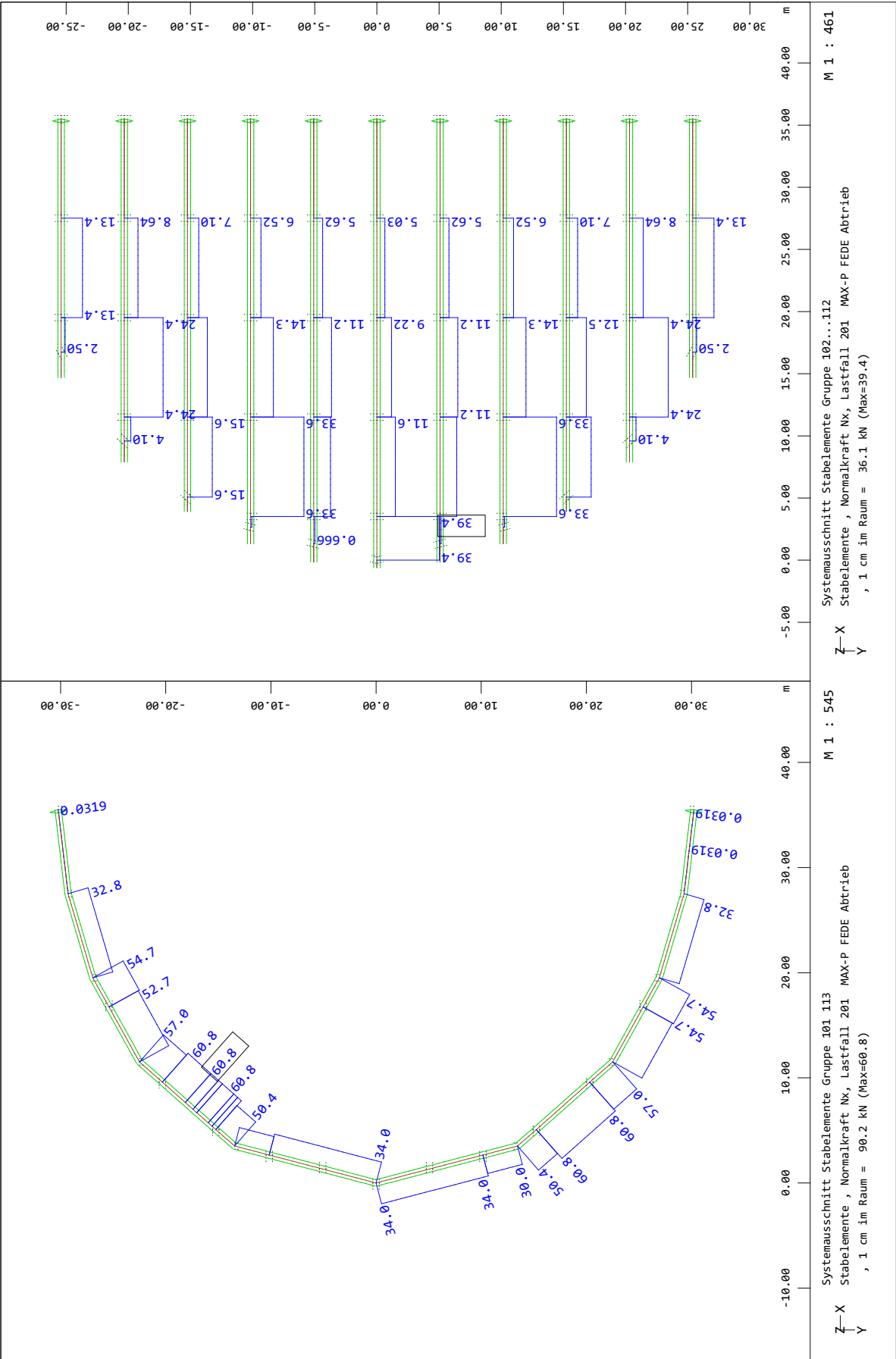
Leonhardt, Andrä und Partner

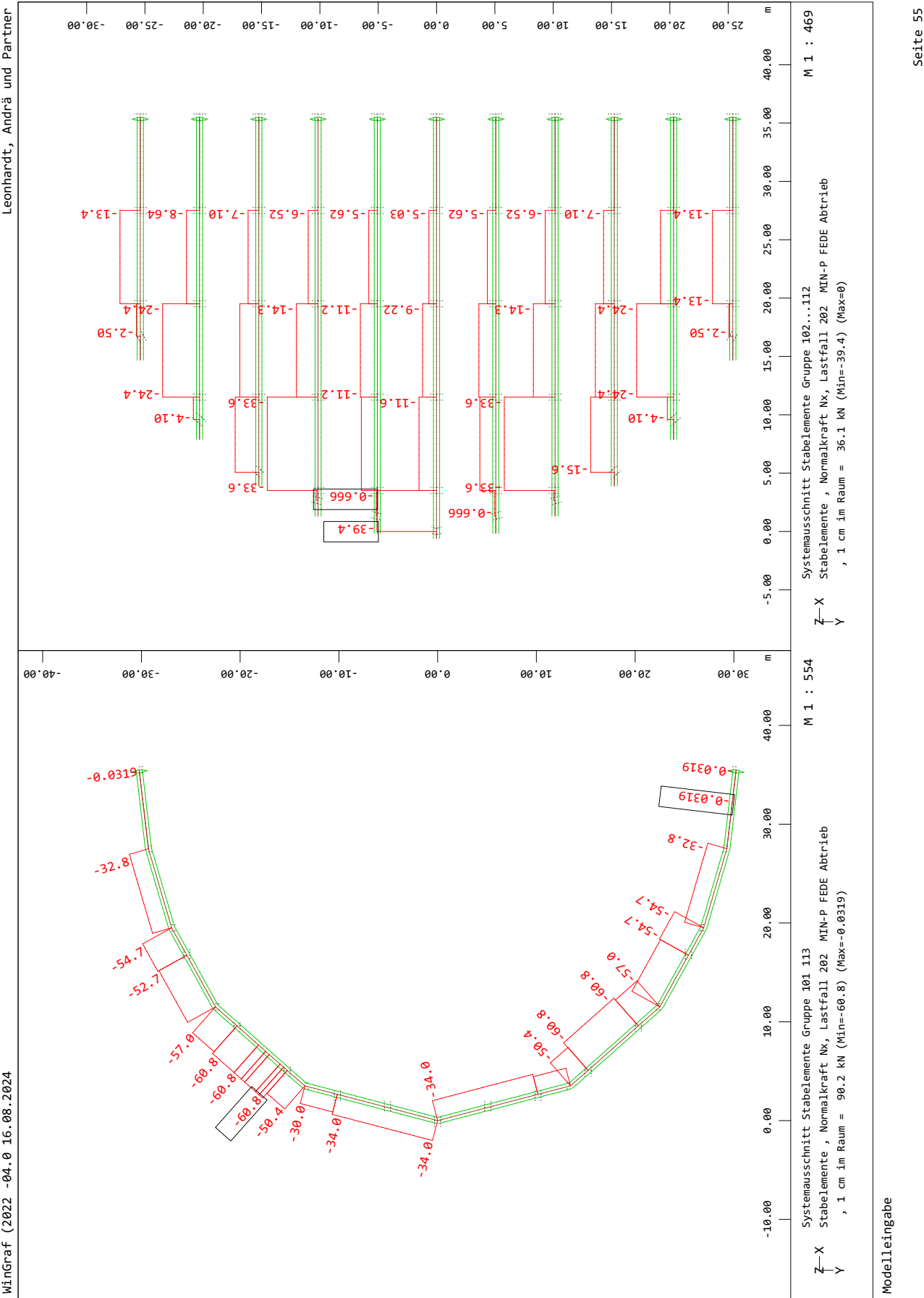






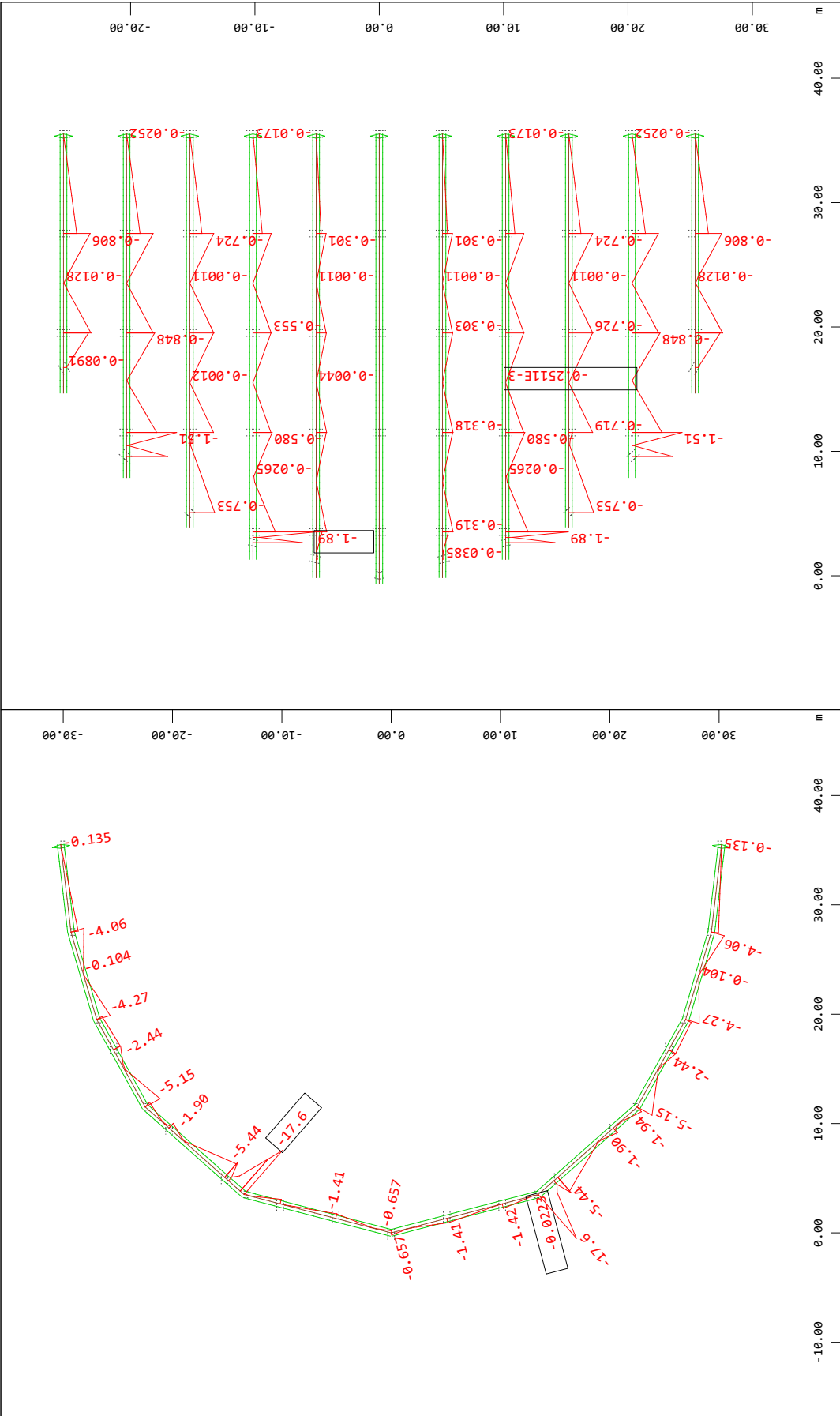
Leonhardt, Andrä und Partner



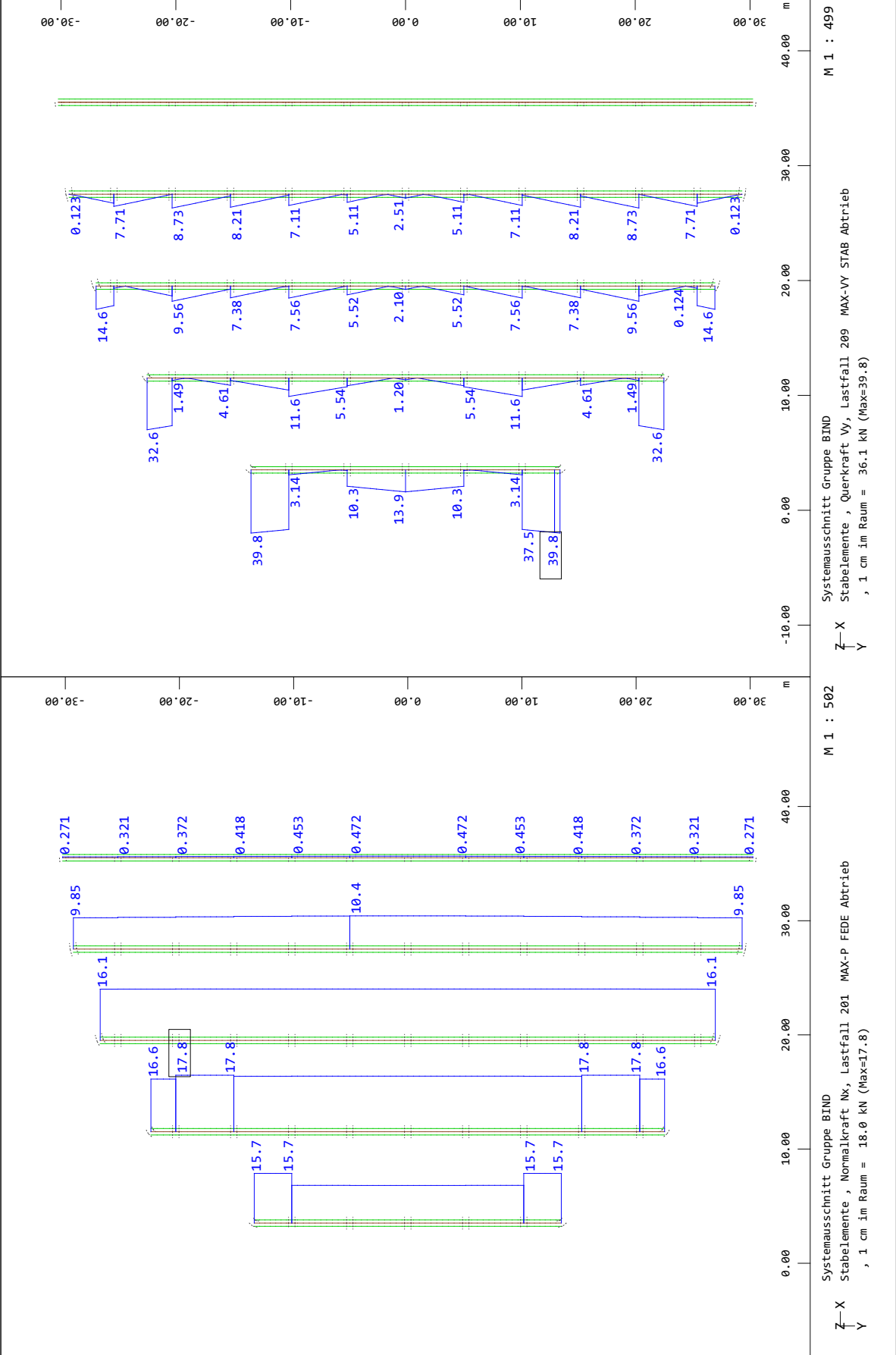




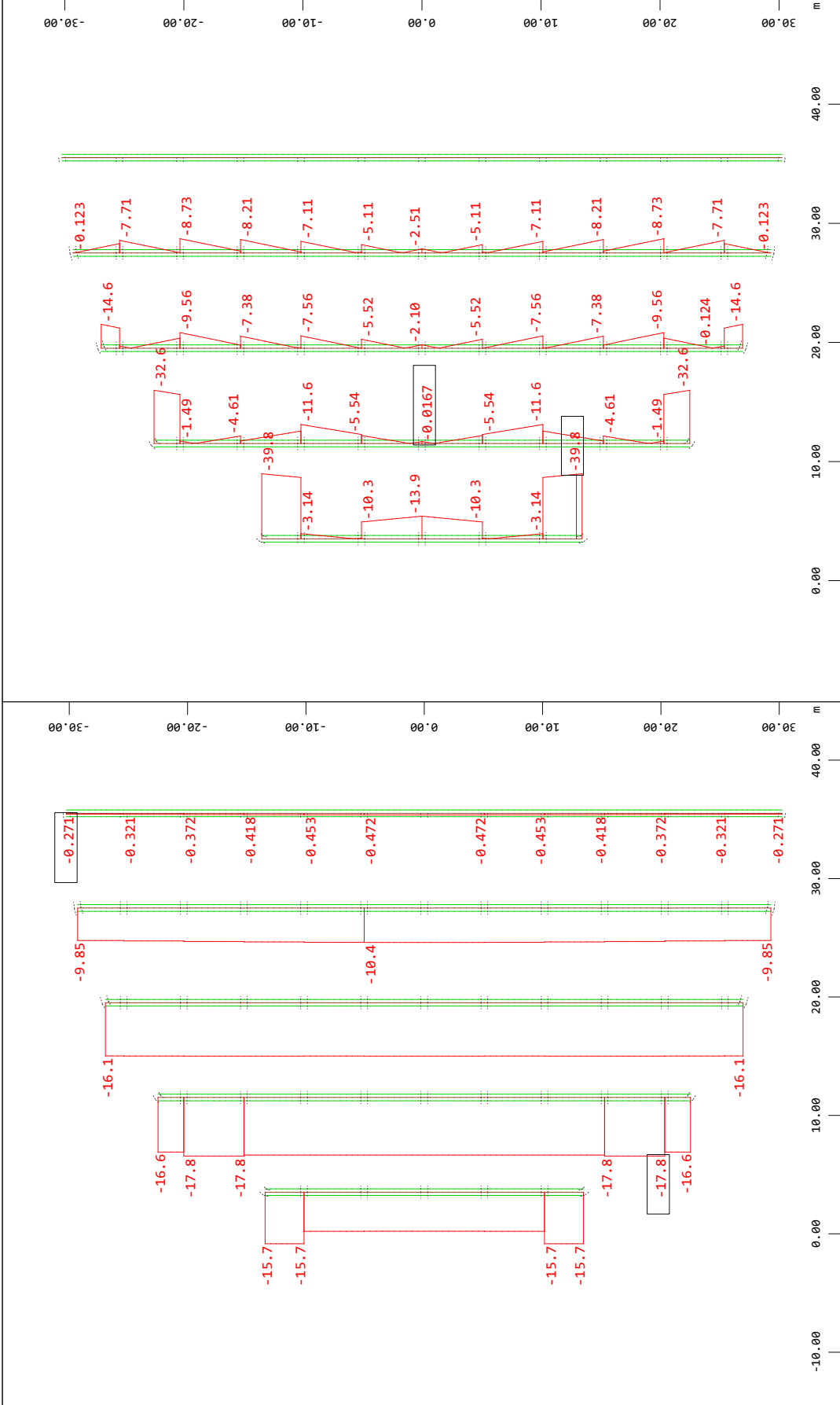
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe



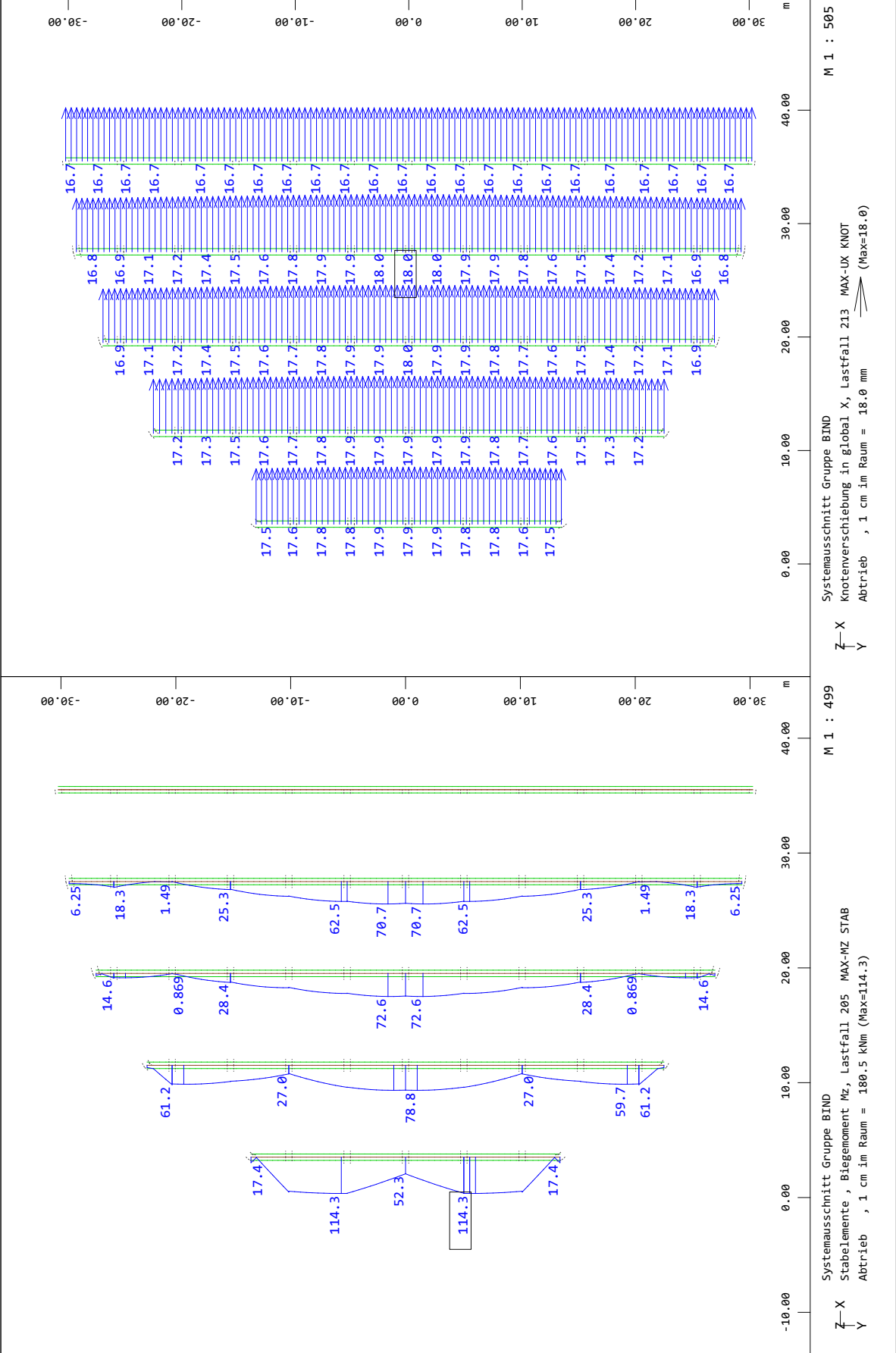
Leonhardt, Andrä und Partner

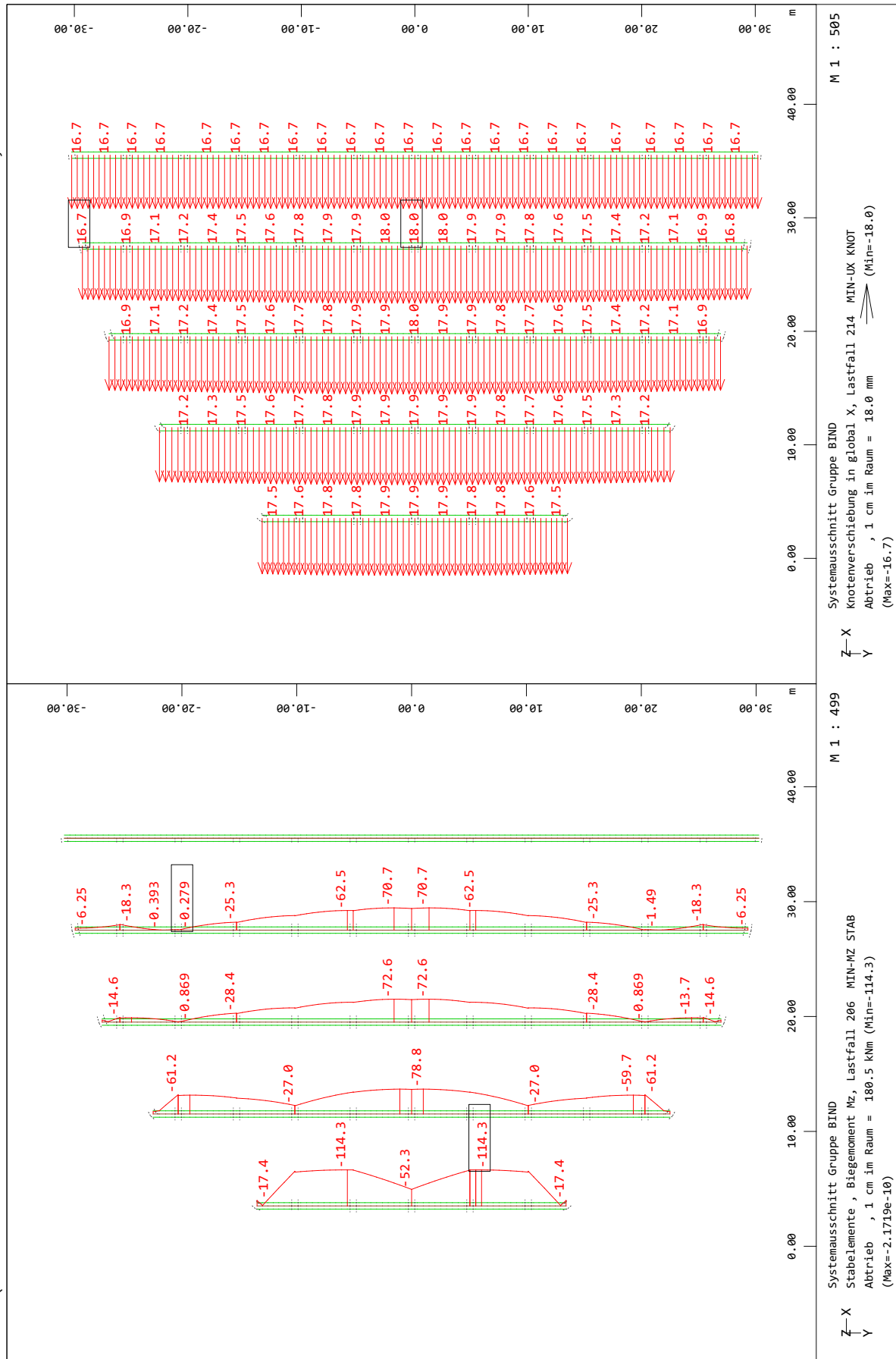


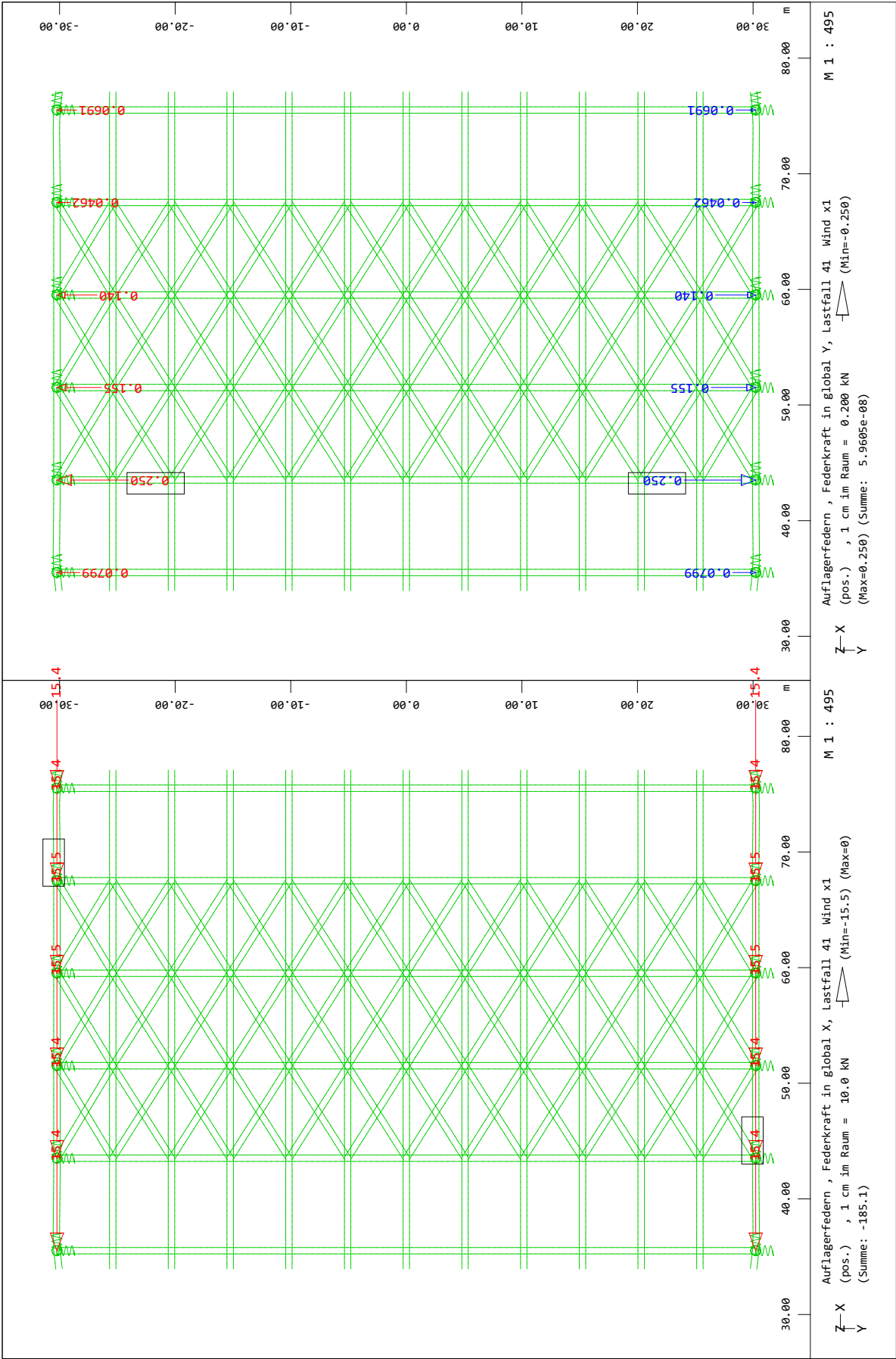
M 1 : 502
Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente, Normalkraft Nx, Lastfall 202 MIN-P FEDE Abtrieb
1 cm im Raum = 18.0 kN (Min=-17.8) (Max=-0.271)

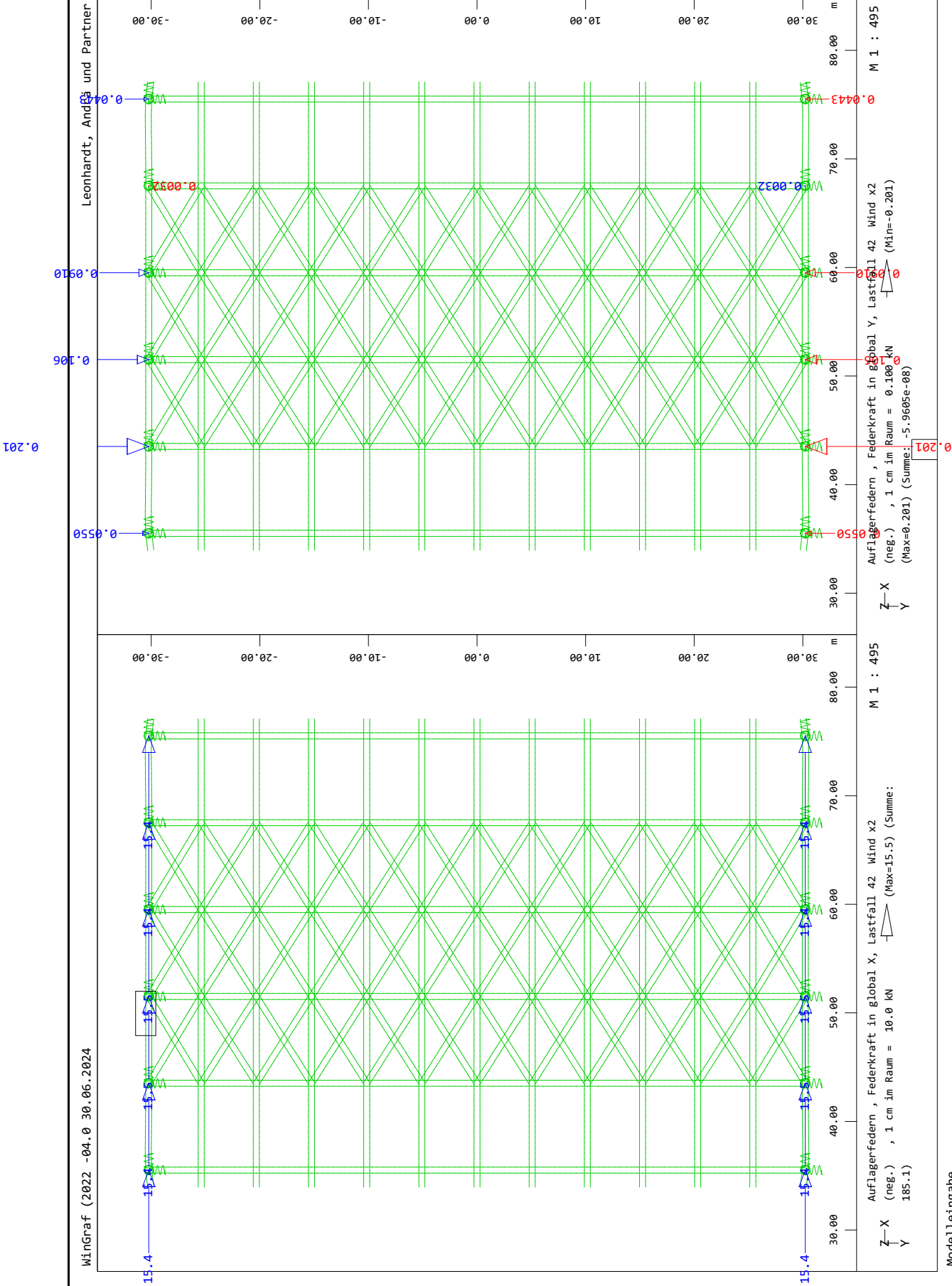
M 1 : 499
Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente, Querkraft Vy, Lastfall 210 MIN-VV STAB Abtrieb
1 cm im Raum = 36.1 kN (Min=-39.8) (Max=-3.8943e-10)

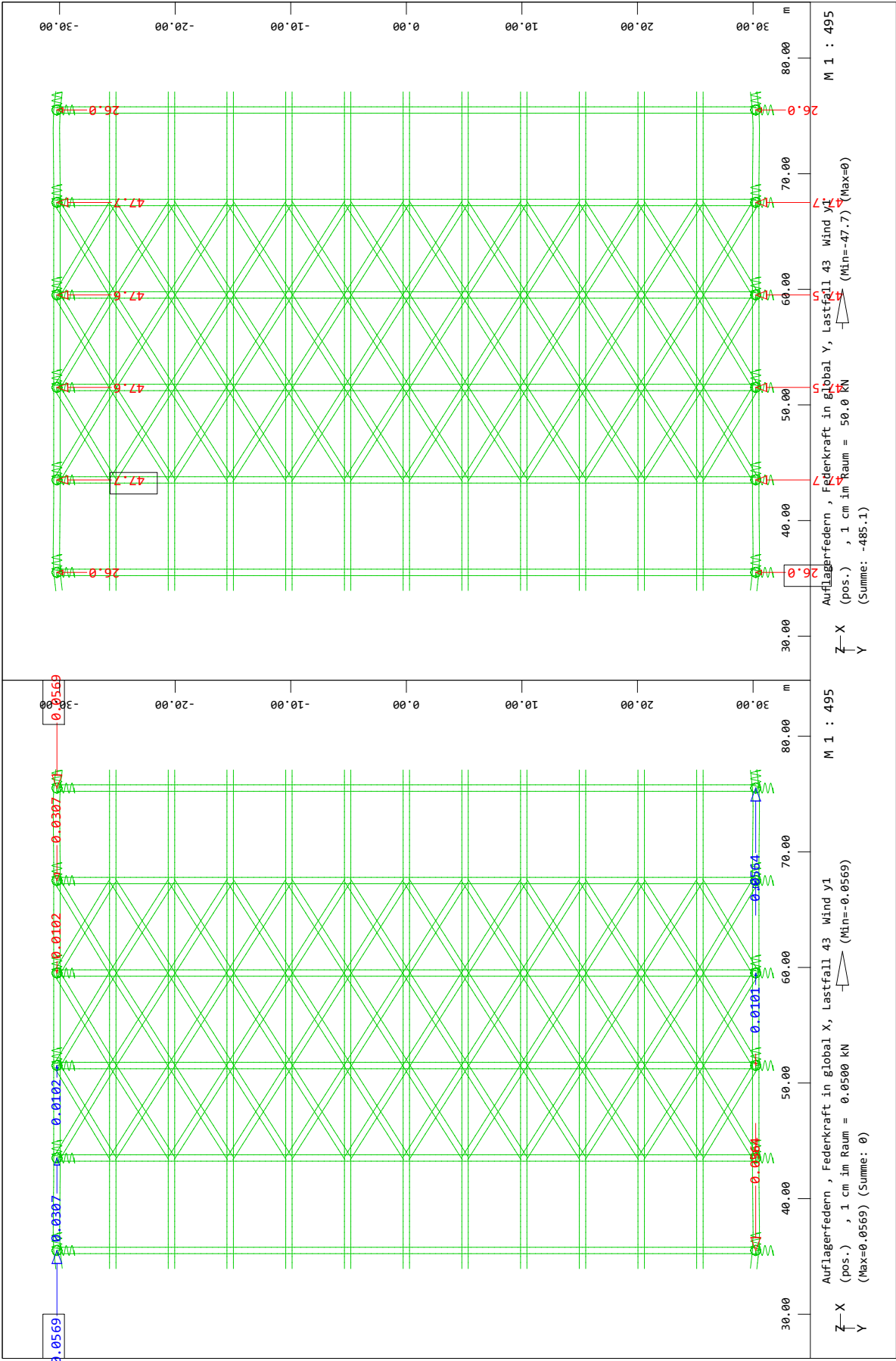
Modelleingabe







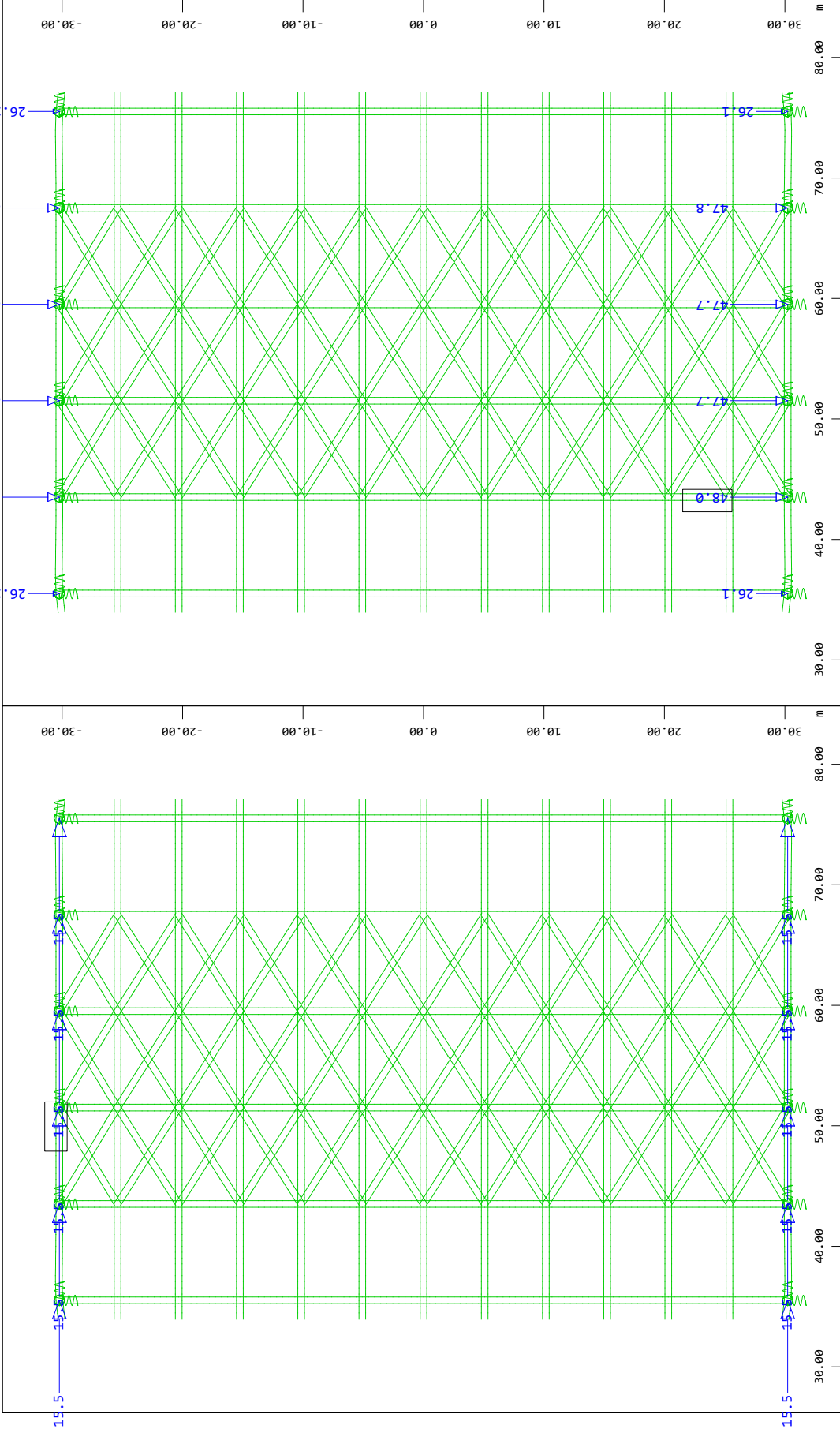






Leonhardt, Andrä und Partner

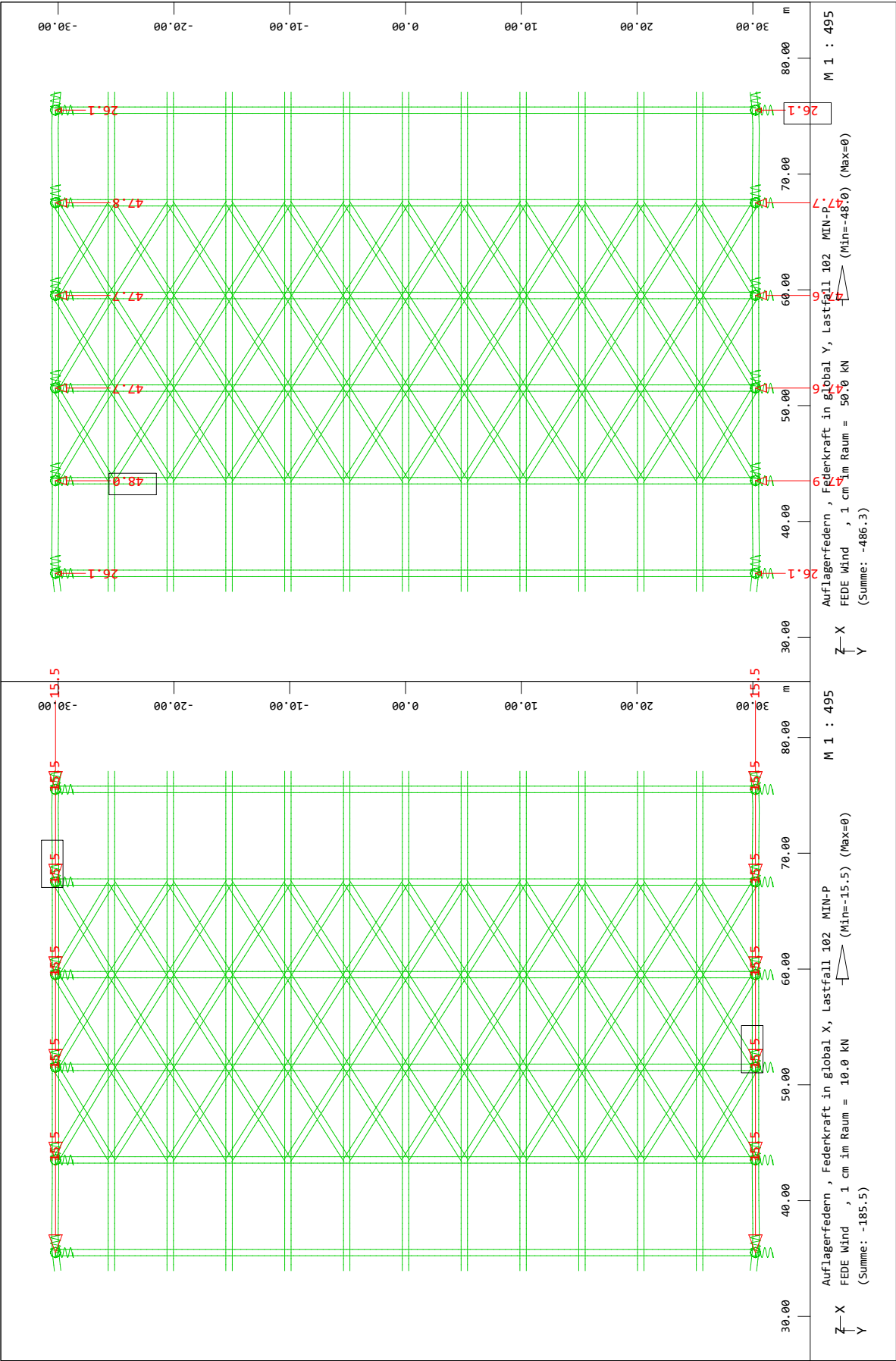
WinGraf (2022 -04.0 30.06.2024

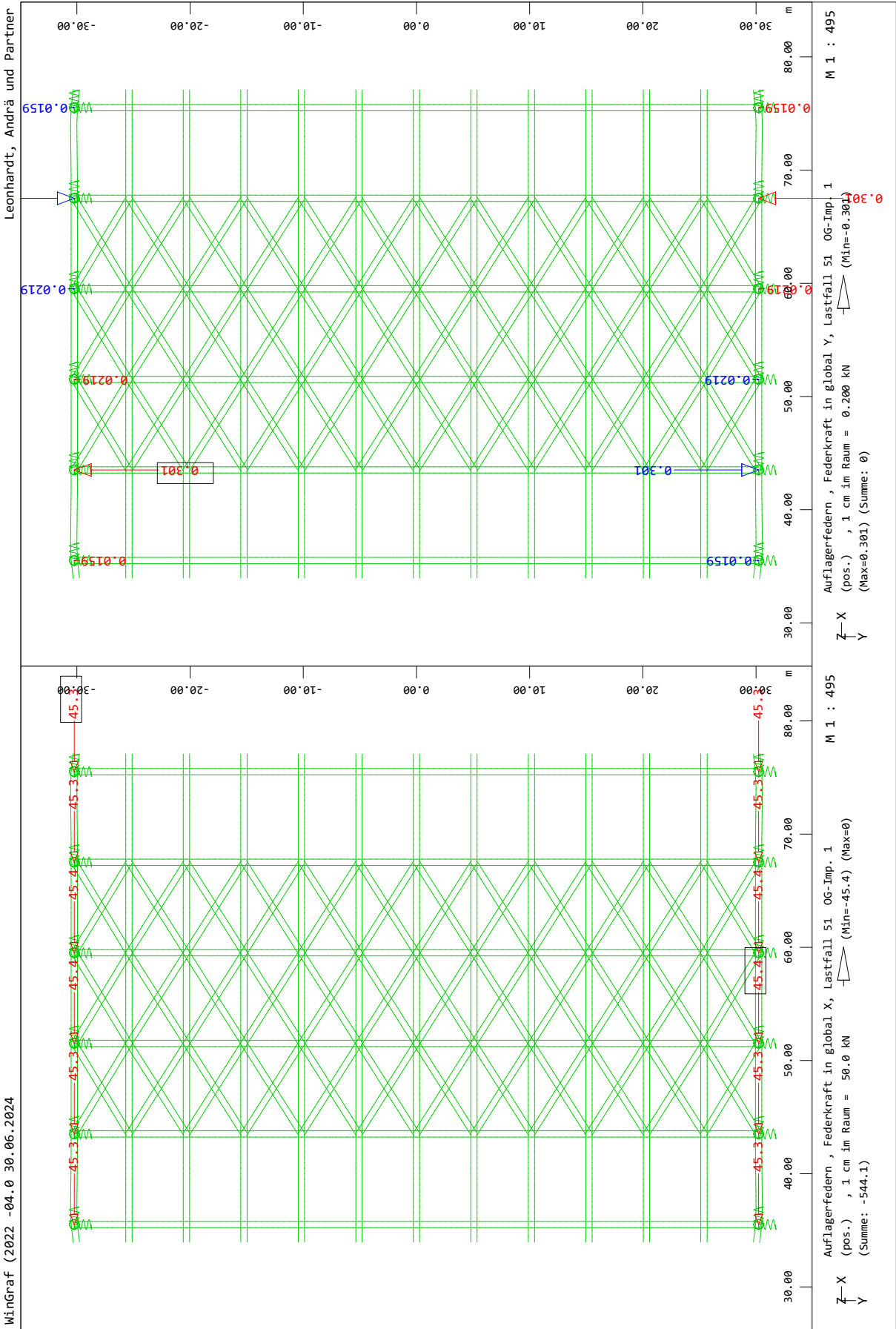


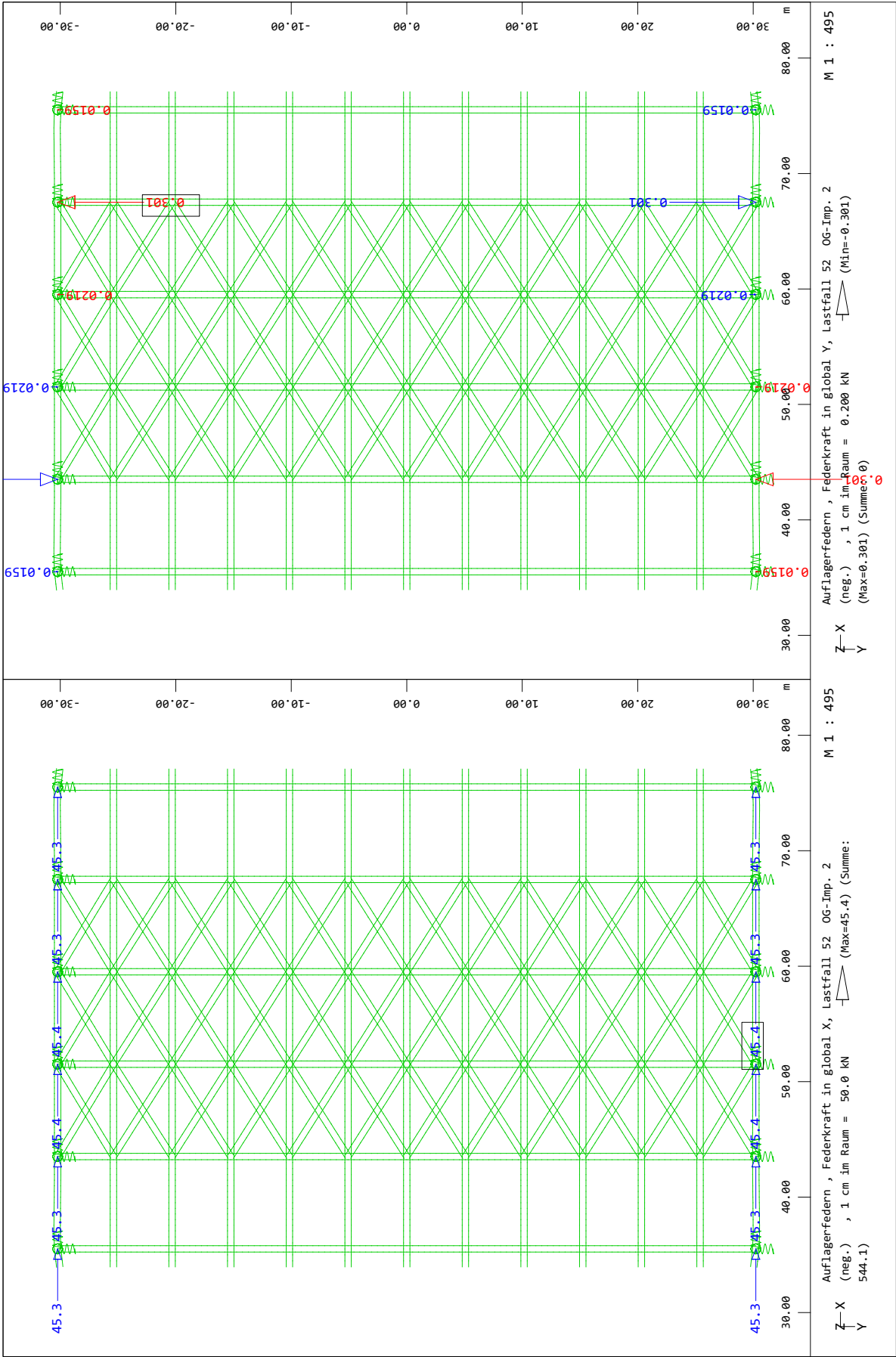
M 1 : 495
Auflagerfedern , Federkraft in global Y, Lastfall 101 MAX-P
FEDE Wind , 1 cm im Raum = 50.0 kN (Max=48.0) (Summe: 486.3)

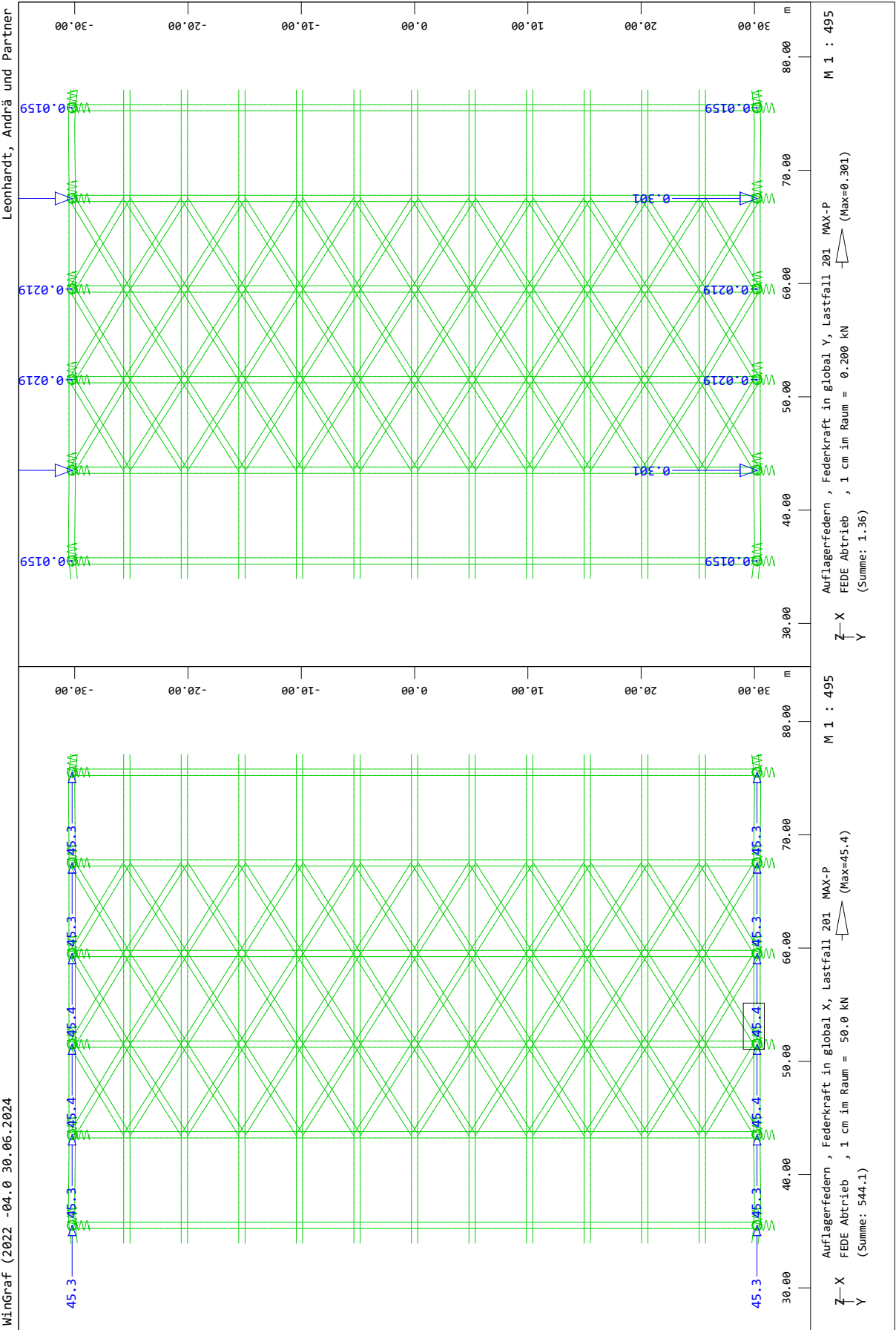
M 1 : 495
Auflagerfedern , Federkraft in global X, Lastfall 101 MAX-P
FEDE Wind , 1 cm im Raum = 10.0 kN (Max=15.5) (Summe: 185.5)

Modelleingabe

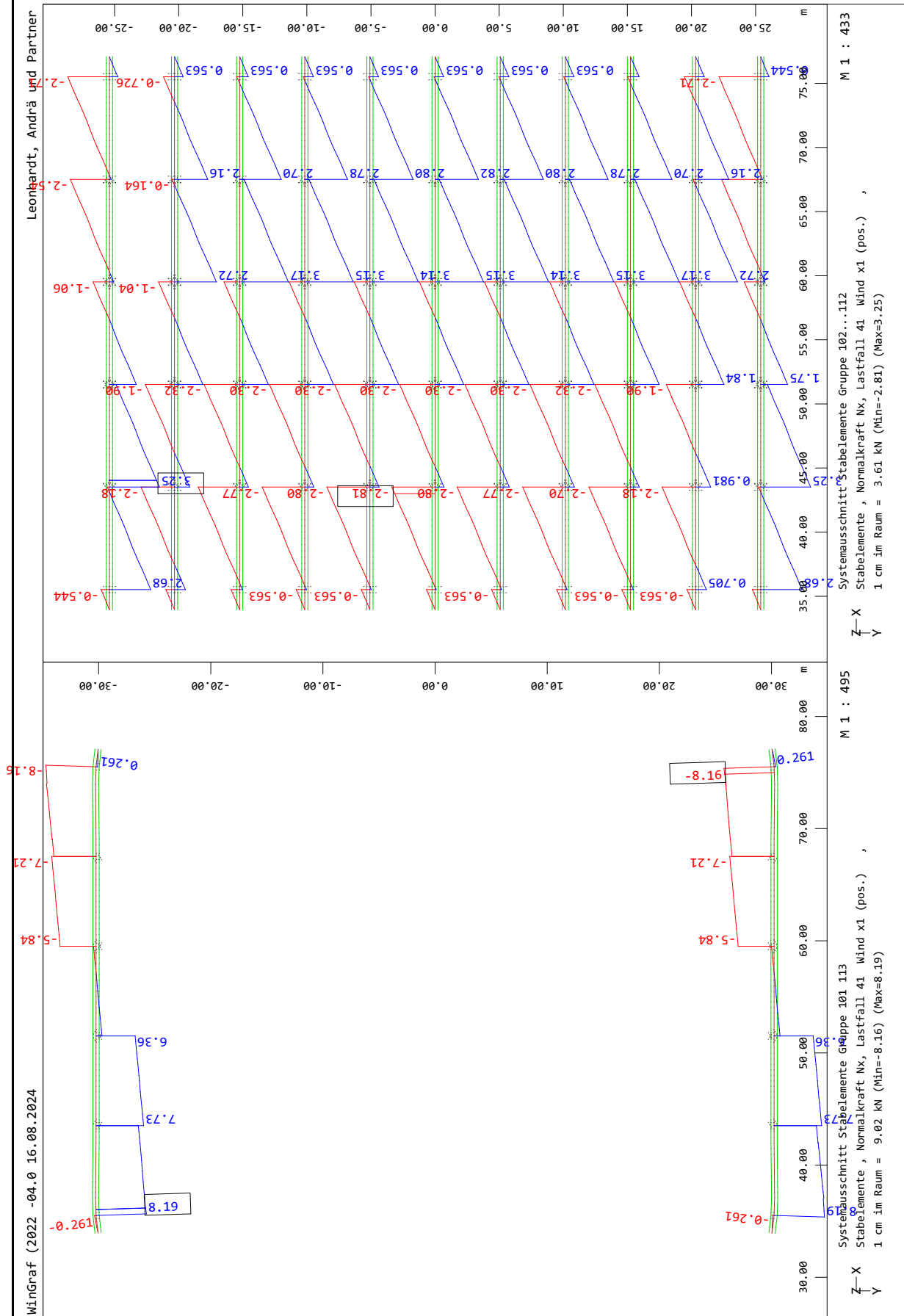




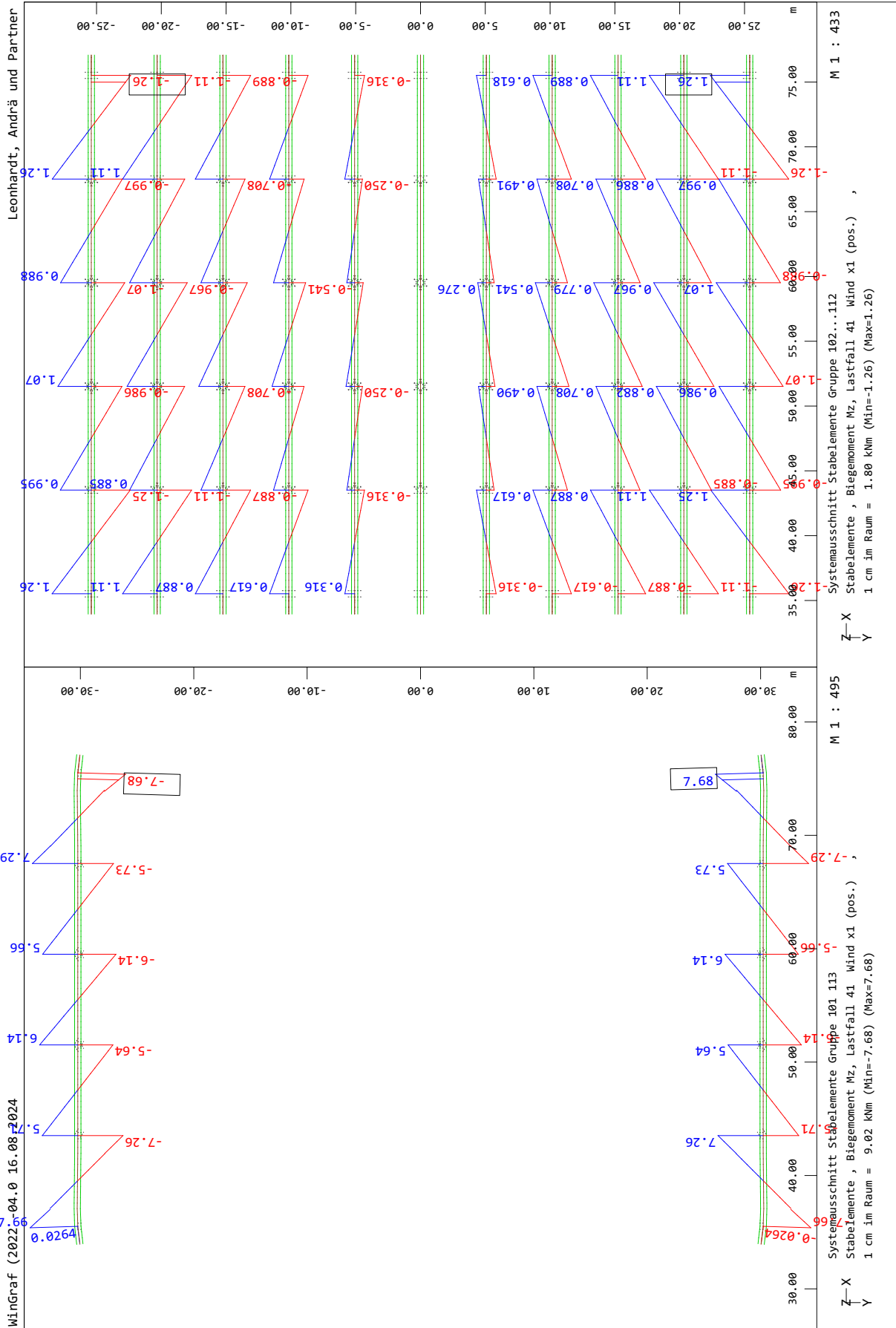




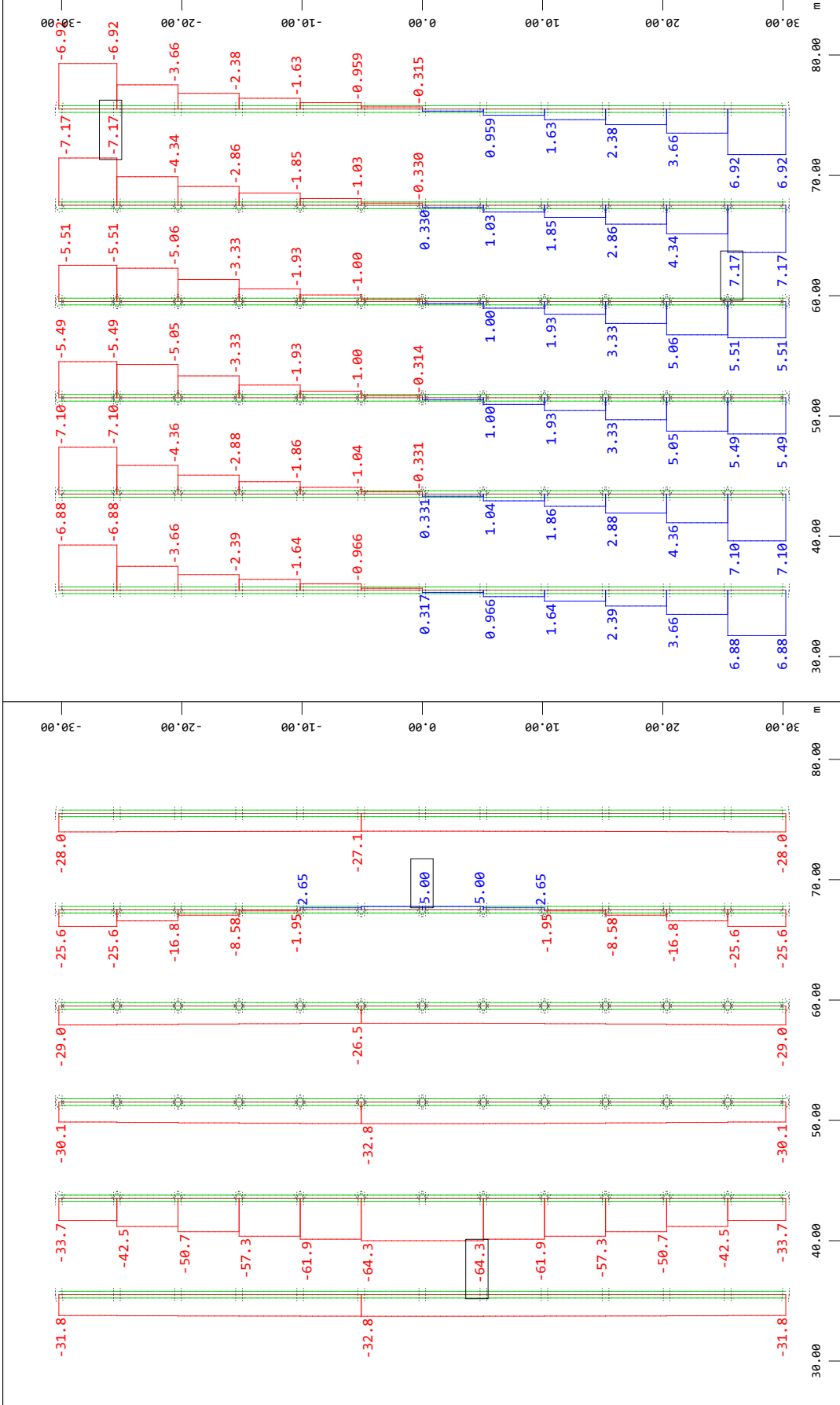




Modelleingabe



Leonhardt, Andrä und Partner

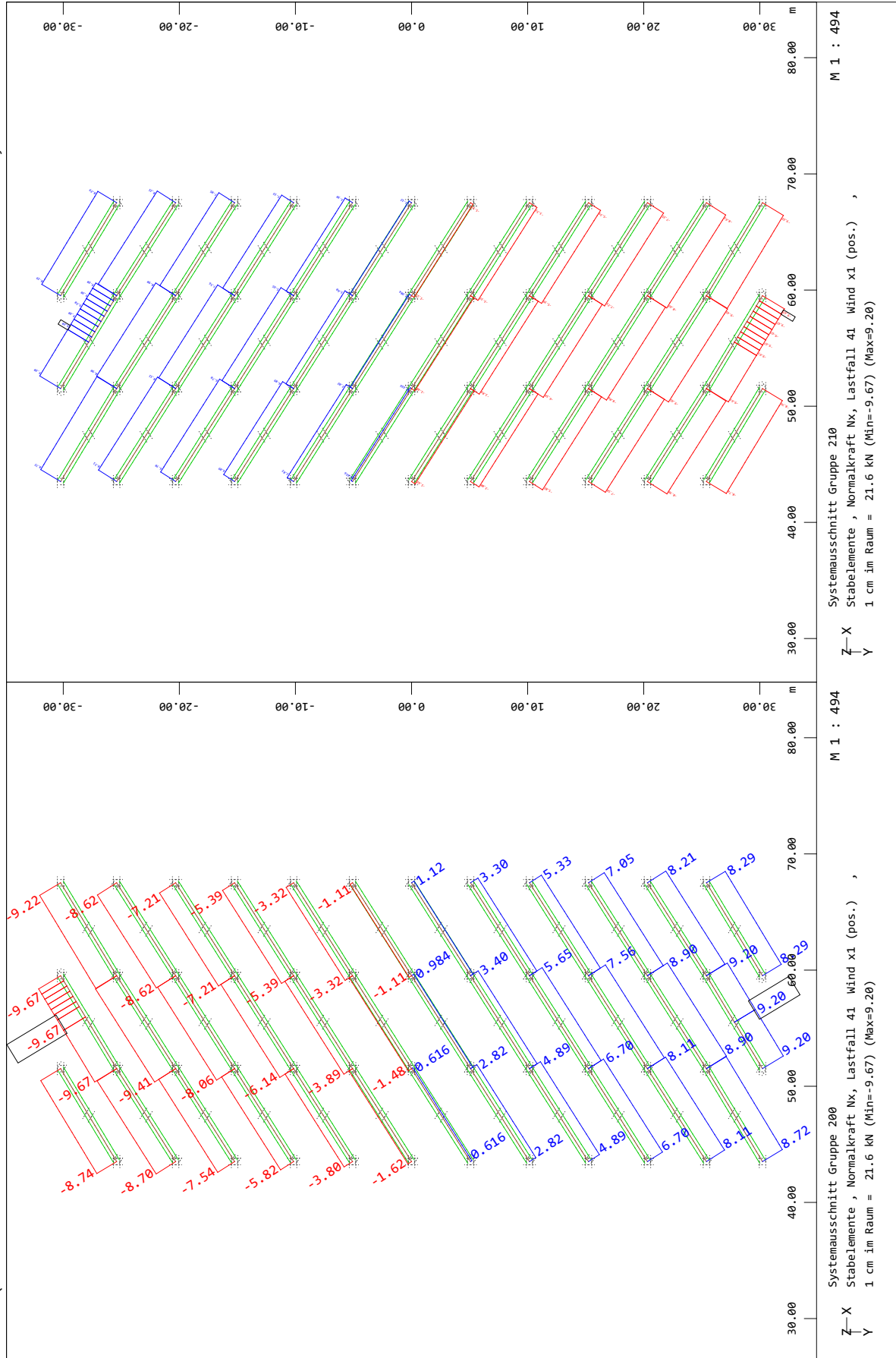


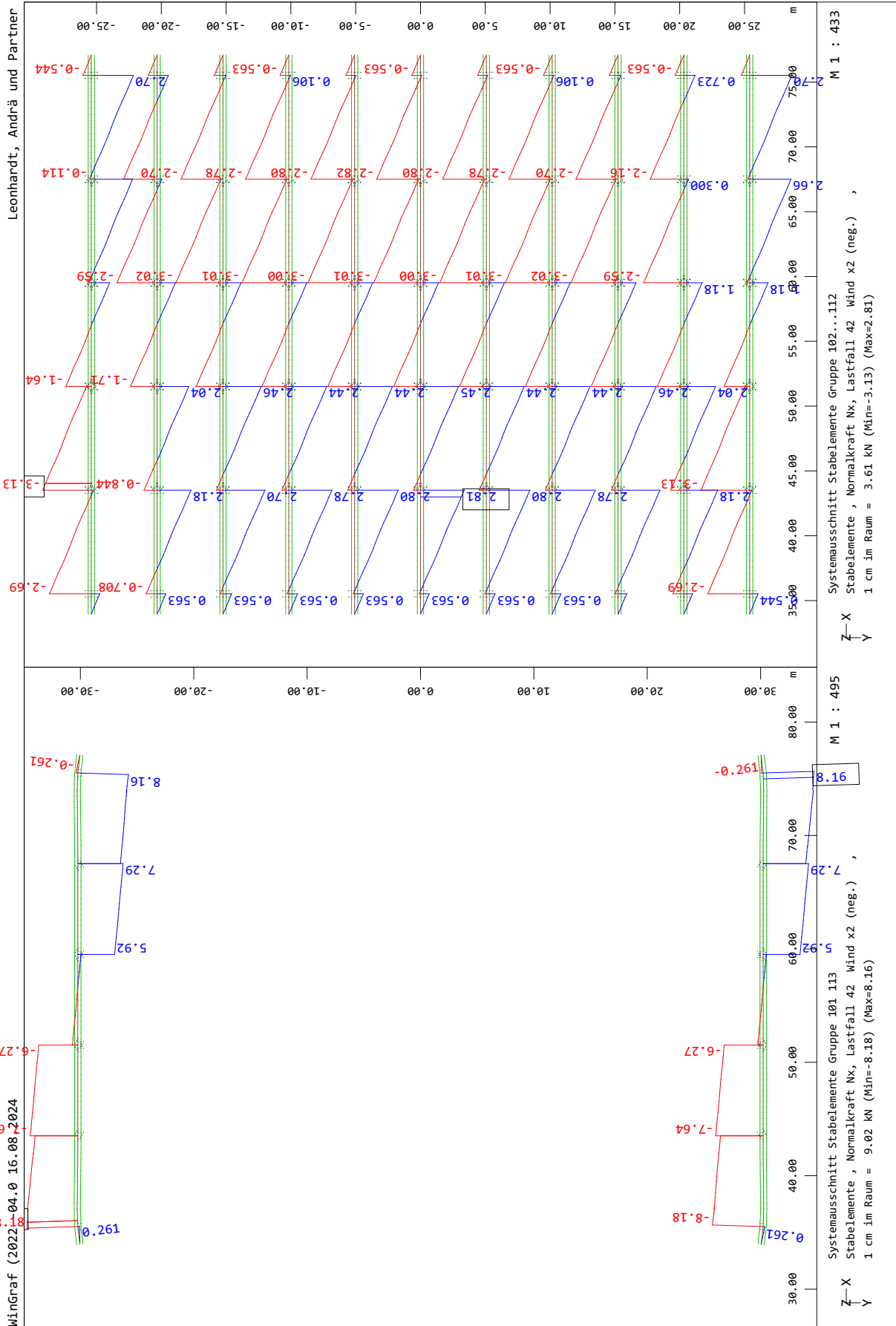
Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Normalkraft N_x , Lastfall 41 Wind x1 (pos.) ,
1 cm im Raum = 90.2 kN (Min=-64.3) (Max=5.00)

Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Querkraft V_y , Lastfall 41 Wind x1 (pos.) ,
1 cm im Raum = 9.02 kN (Min=-7.17) (Max=7.17)

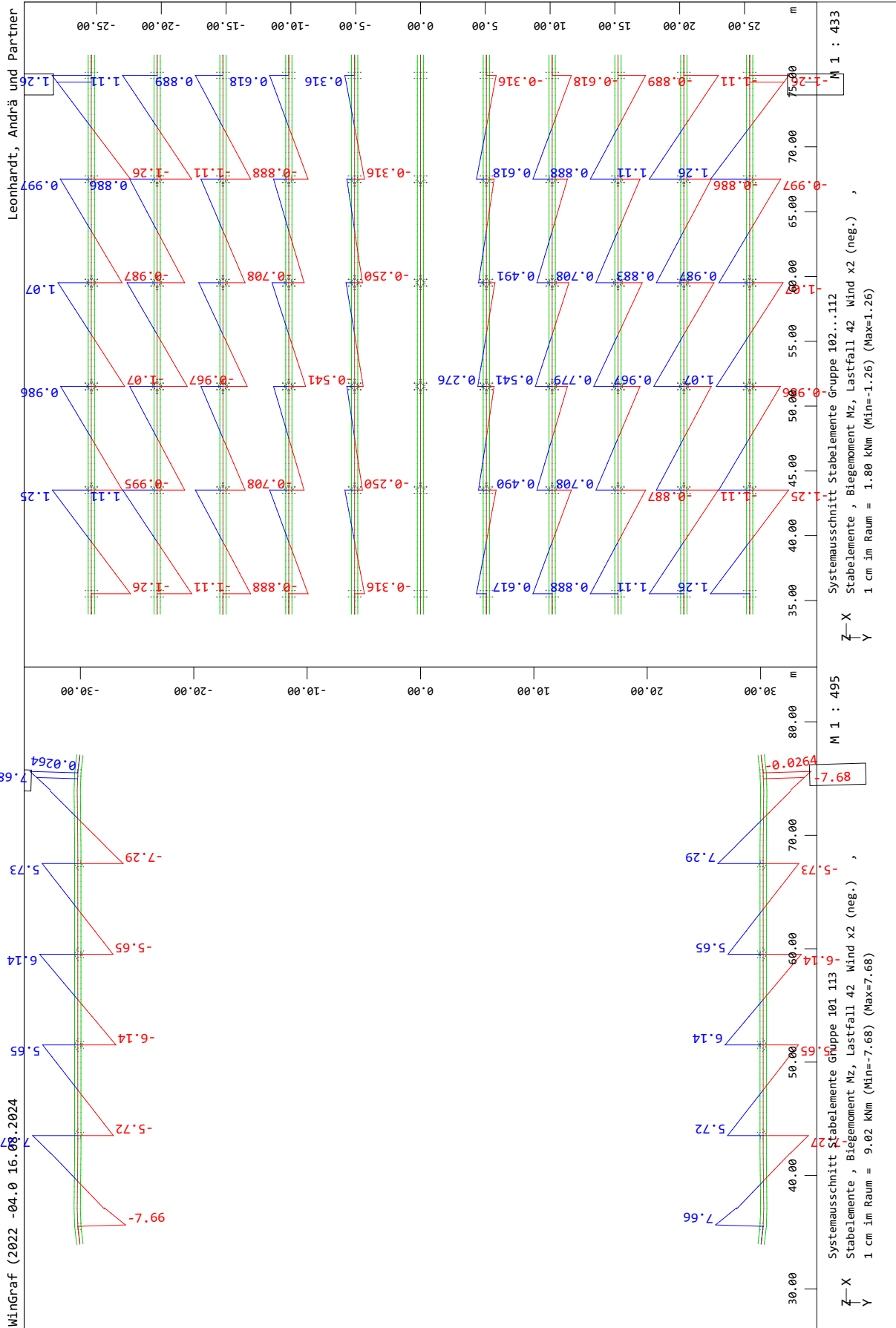
Modelleingabe





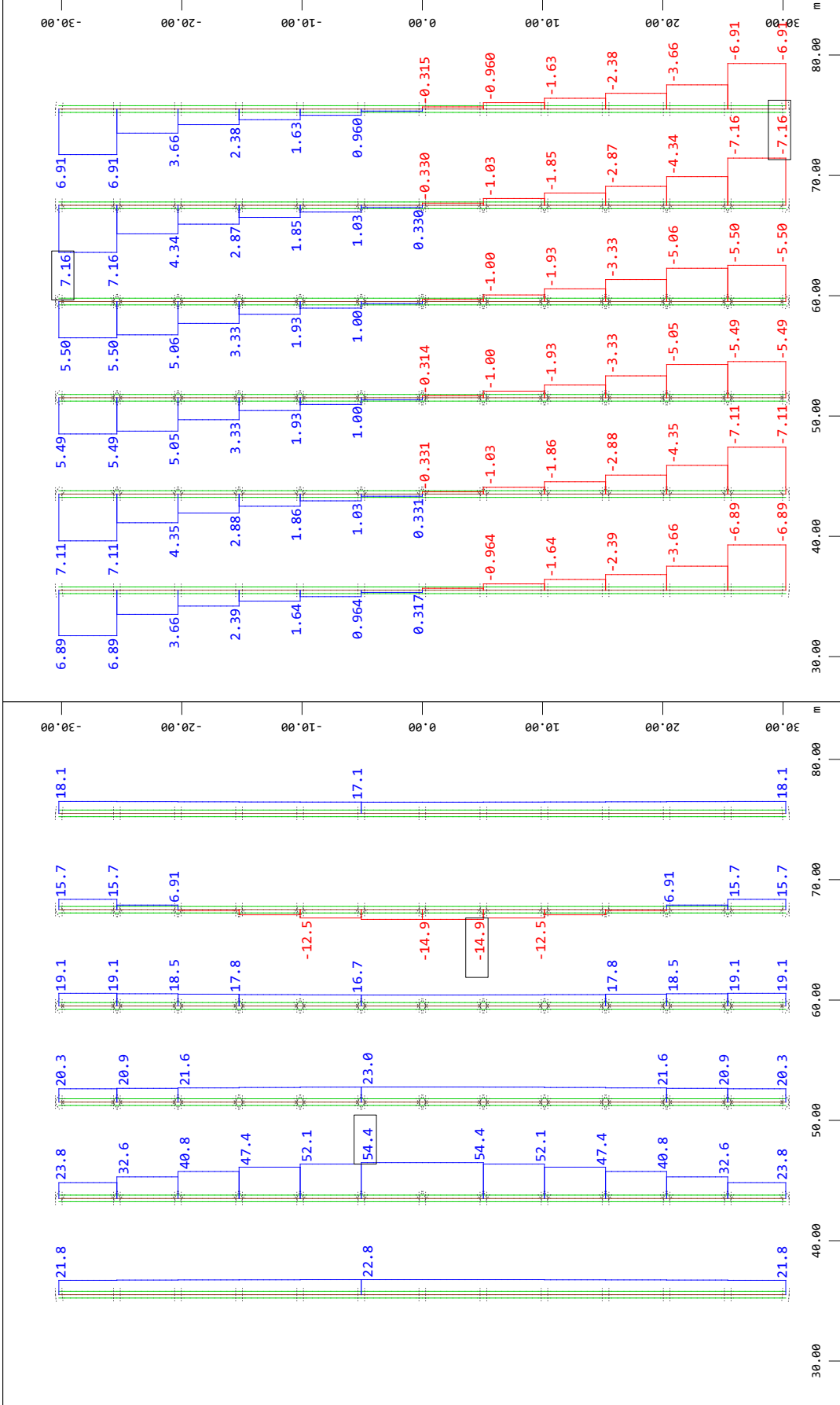


Modelleingabe



Modelleingabe

Leonhardt, Andrä und Partner



Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 42 Wind x2 (neg.) ,
1 cm im Raum = 90.2 kN (Min=-14.9) (Max=54.4)

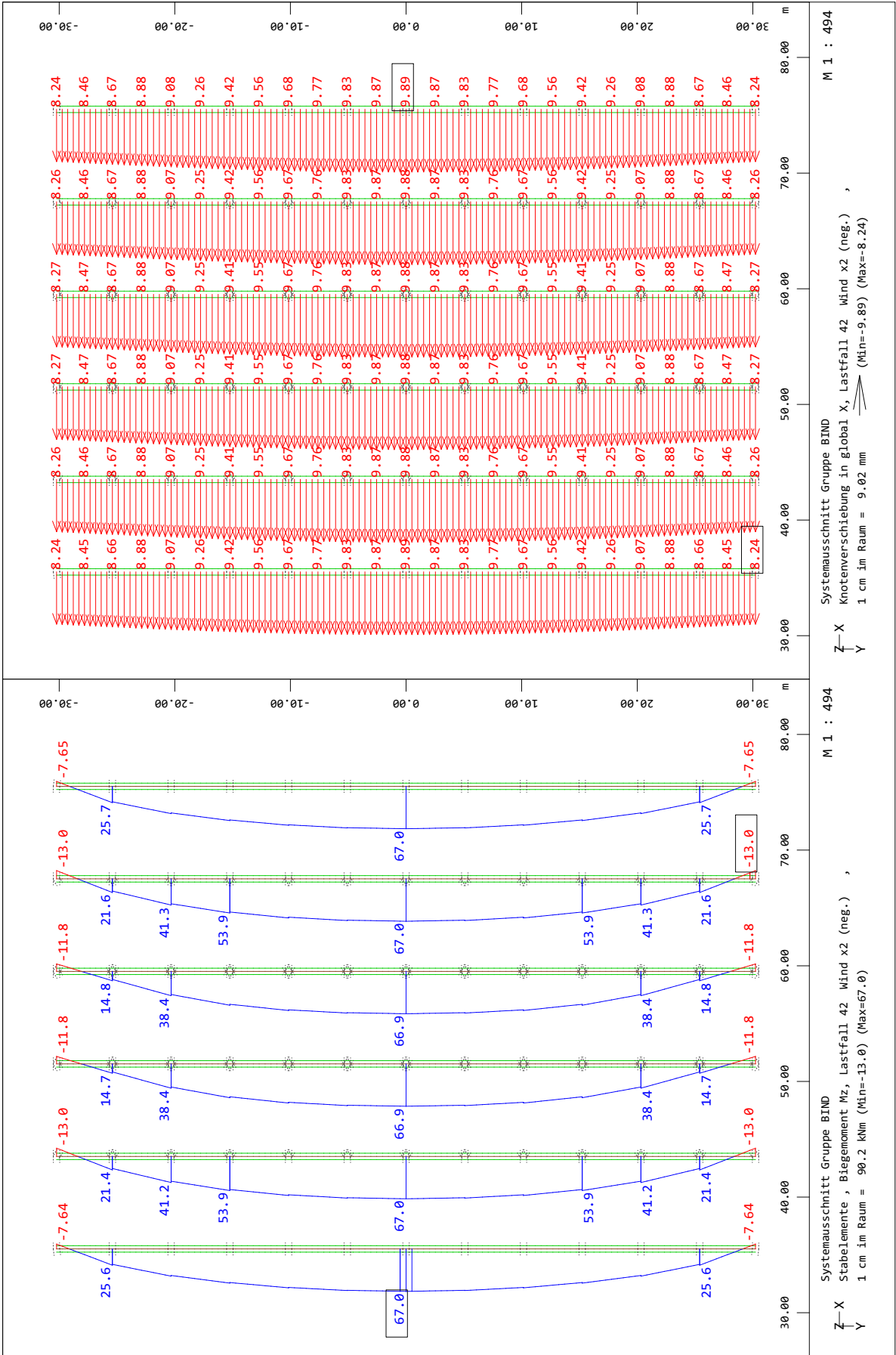
M 1 : 494

Z-X
Y

Modelleingabe

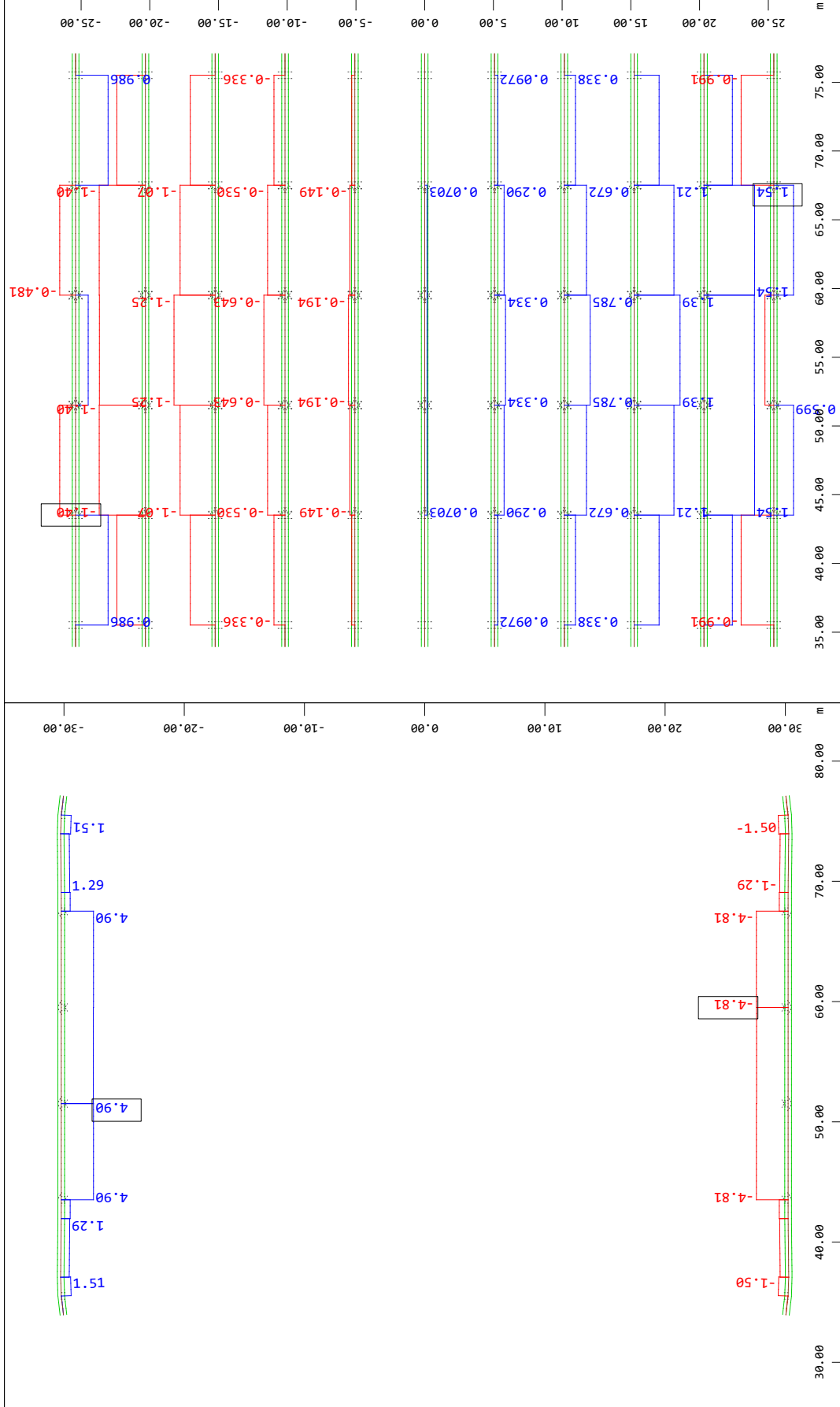
Leonhardt, Andrä und Partner

WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024



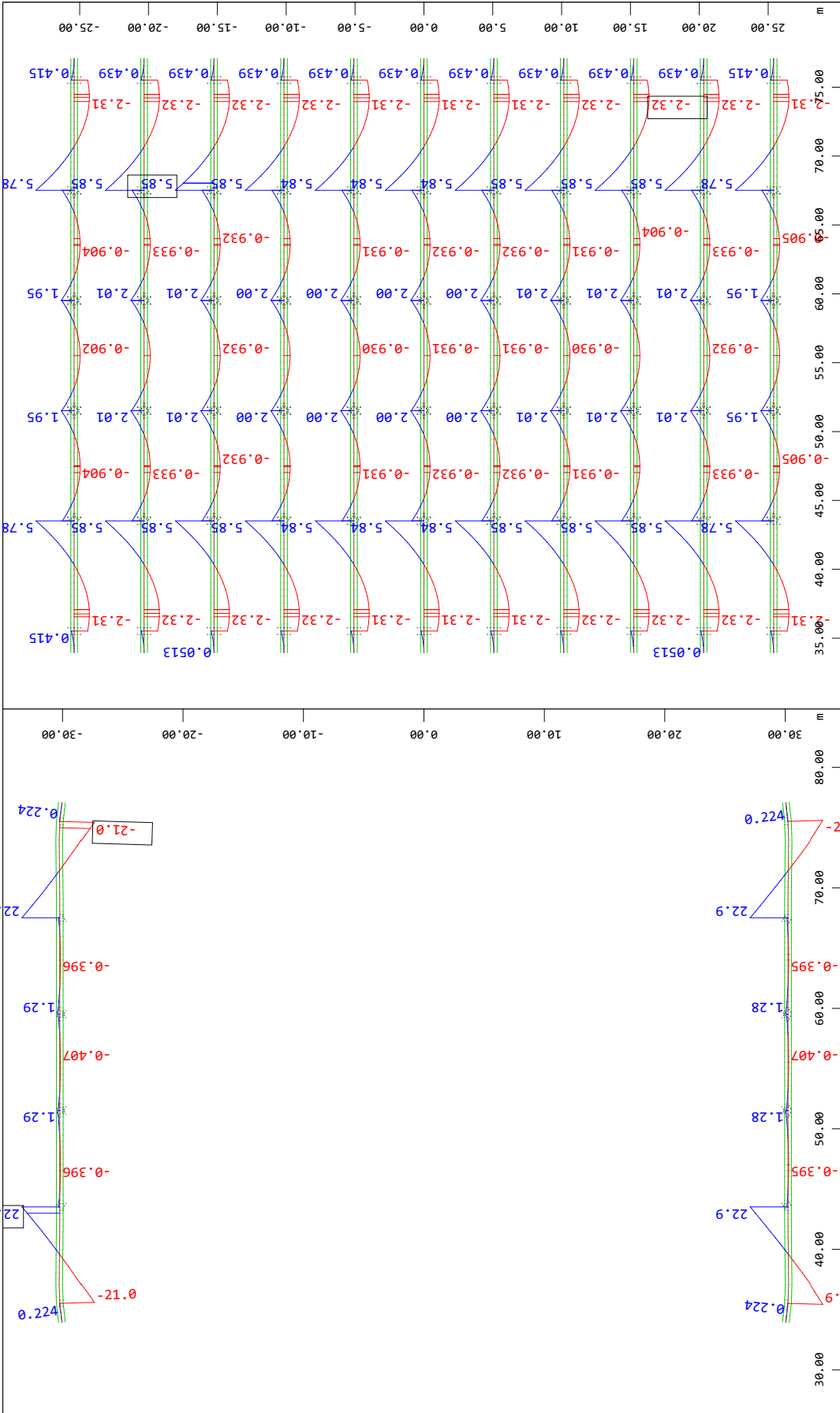
Modelleingabe





Leonhardt, Andrä und Partner

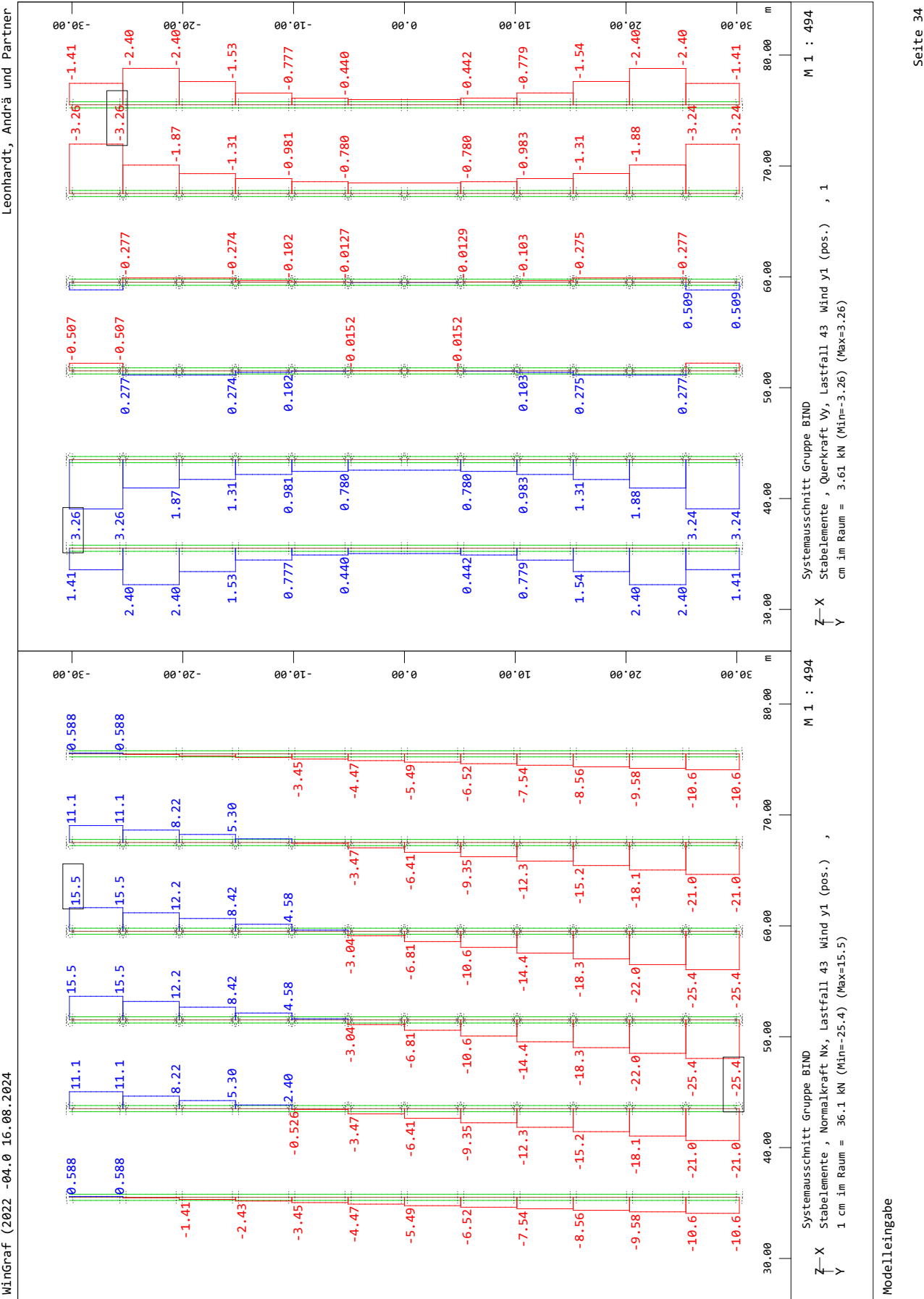
WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024



M 1 : 433
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 102...112
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 43 Wind y1 (pos.) ,
1 cm im Raum = 9.02 kNm (Min=-2.32) (Max=5.85)

M 1 : 495
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 101 113
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 43 Wind y1 (pos.) ,
1 cm im Raum = 36.1 kNm (Min=-21.0) (Max=22.9)

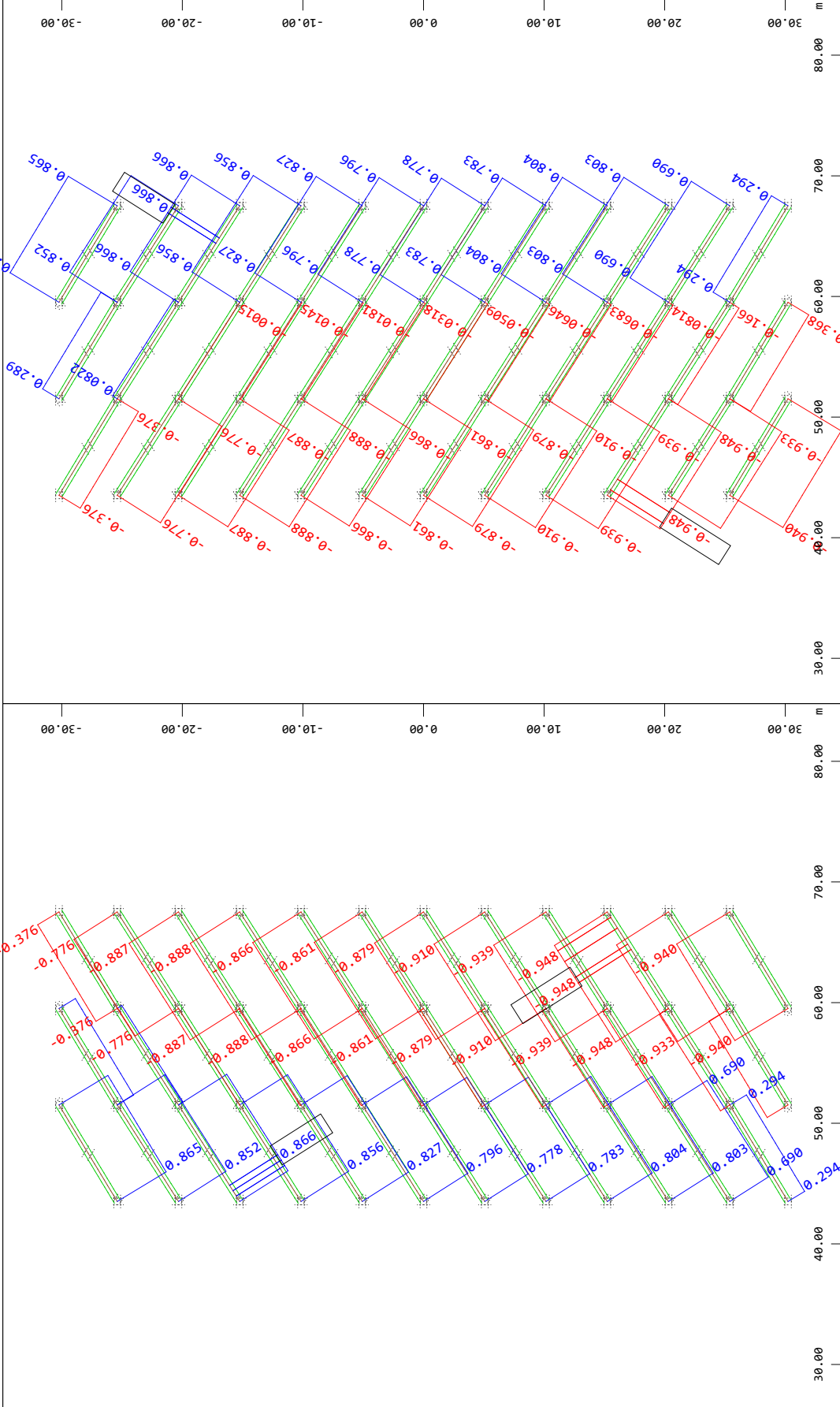
Modelleingabe





Leonhardt, Andrä und Partner

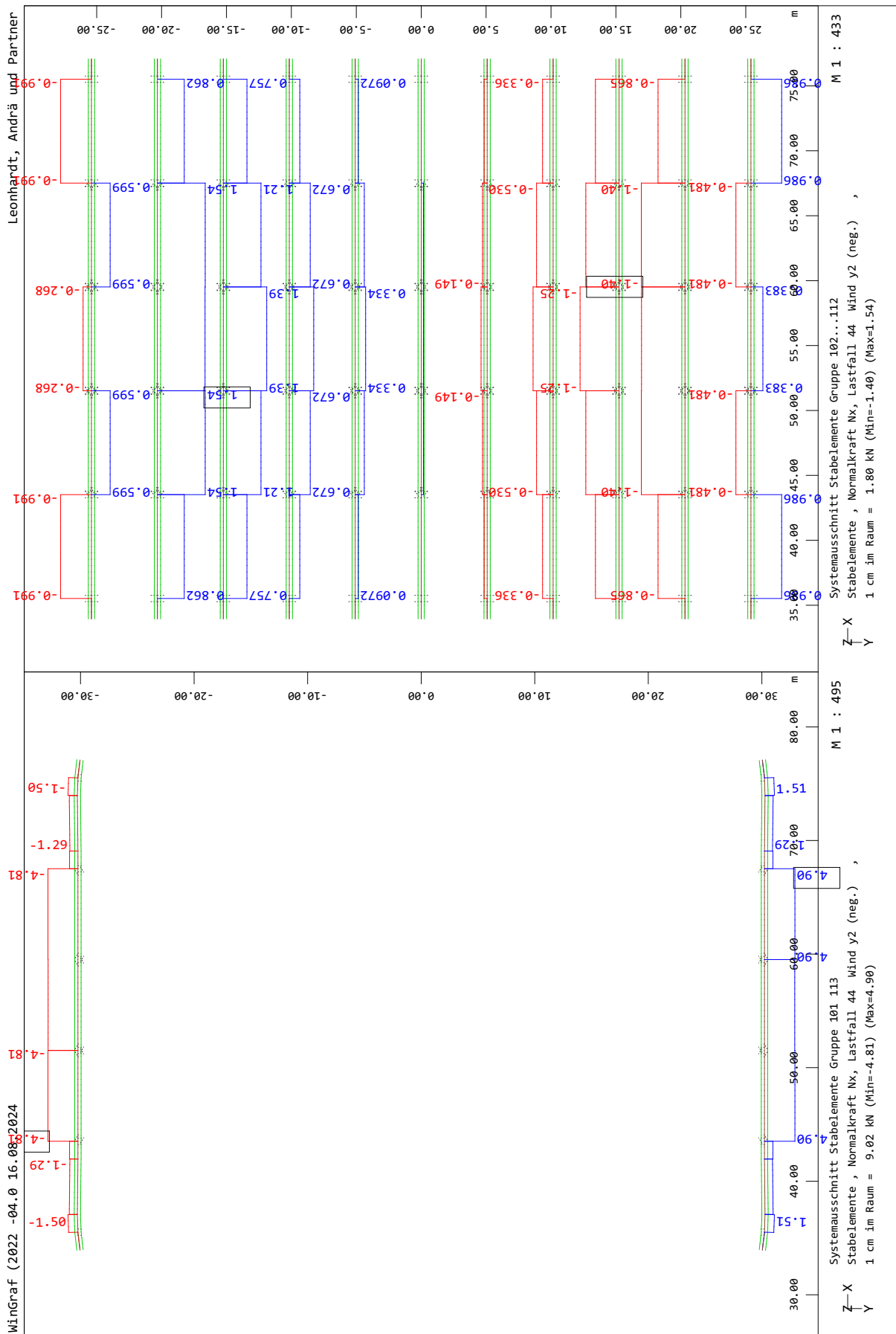
WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

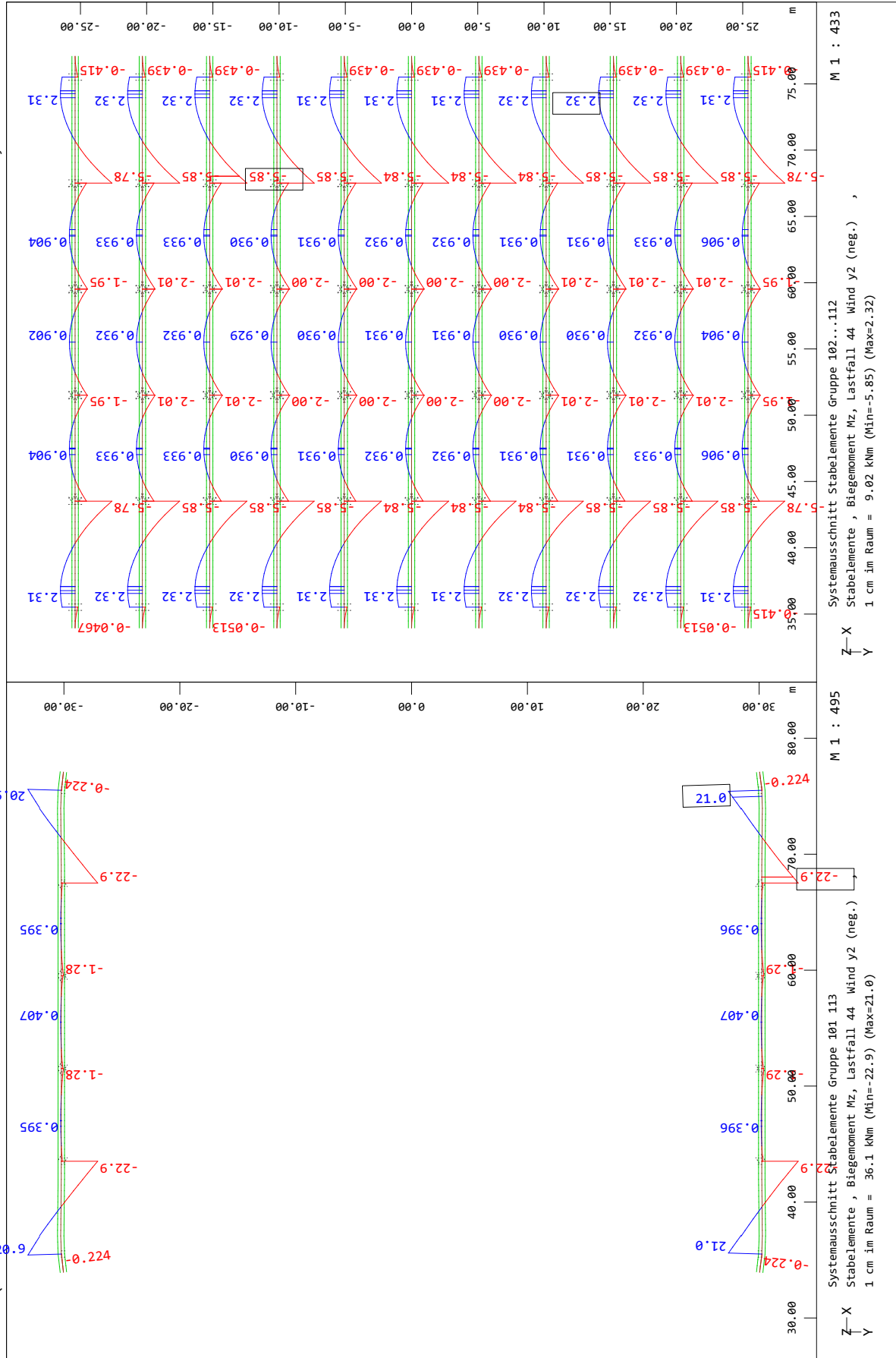


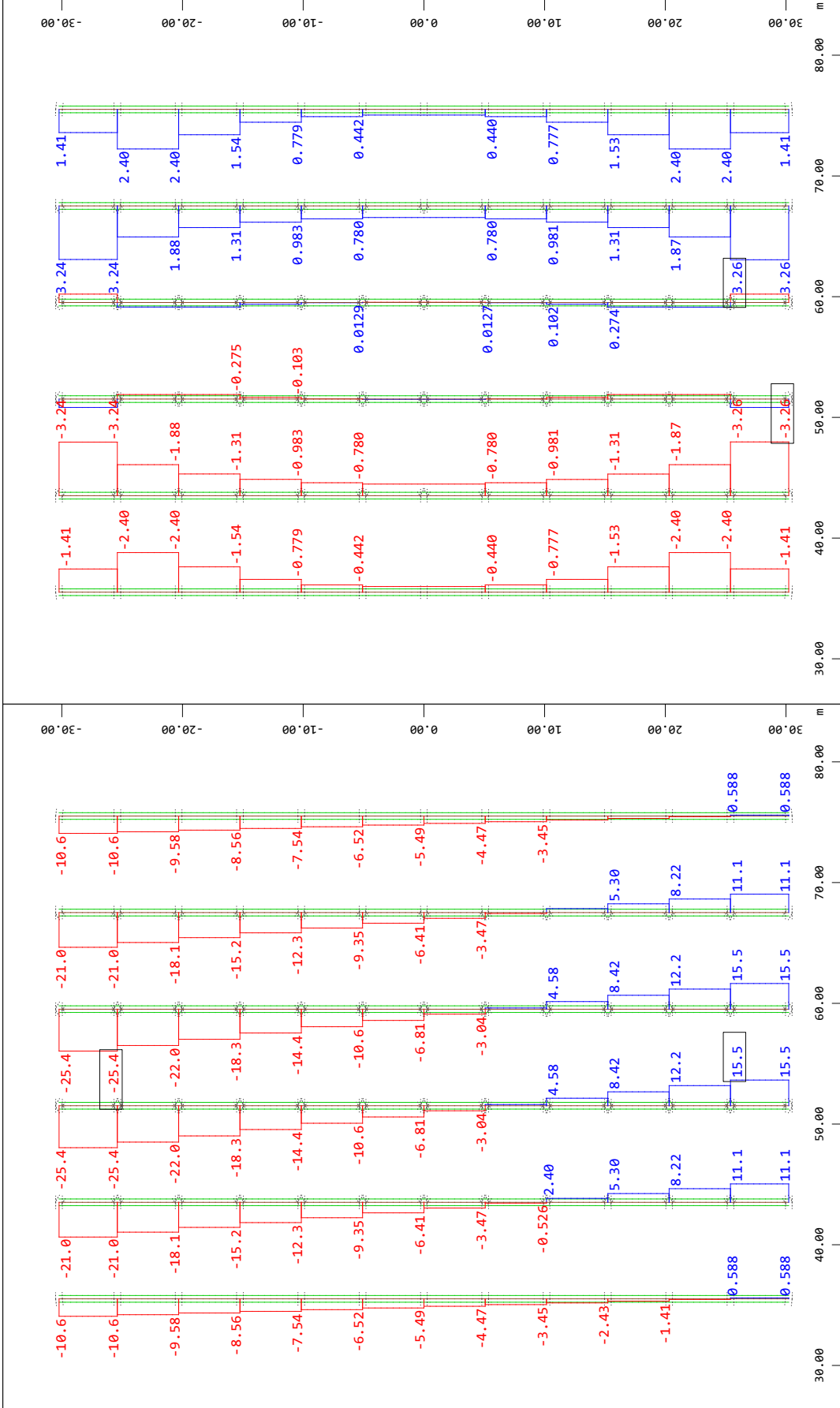
M 1 : 494
Systemausschnitt Gruppe 200
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 43 Wind y1 (pos.) ,
1 cm im Raum = 0.902 kN (Min=-0.948) (Max=0.866)
Z-X
Y

M 1 : 494
Systemausschnitt Gruppe 201
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 43 Wind y1 (pos.) ,
1 cm im Raum = 0.902 kN (Min=-0.948) (Max=0.866)
Z-X
Y

Modelleingabe





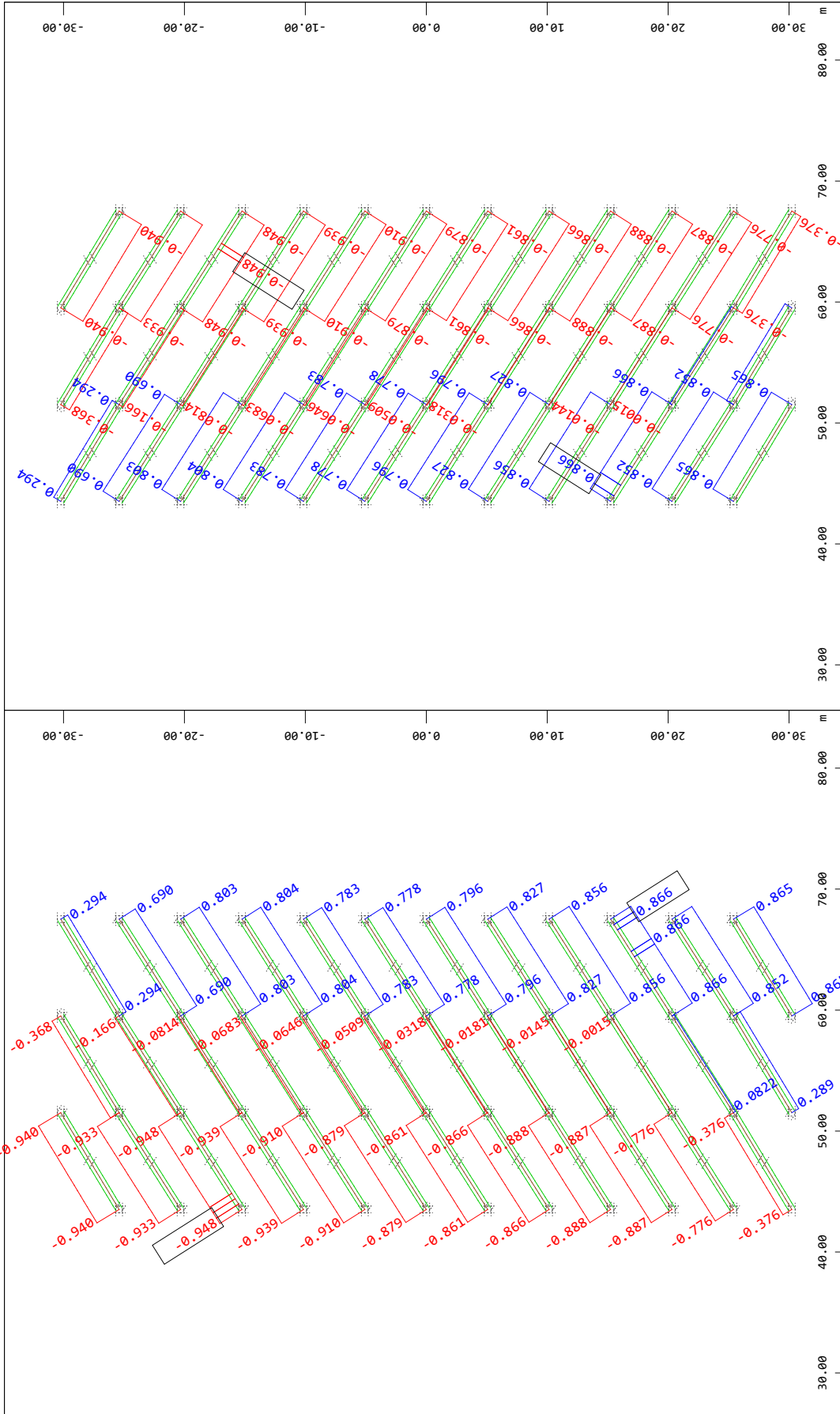


Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Querkraft V_y , Lastfall 44 Wind y2 (neg.) , 1
cm im Raum = 3.61 kN (Min=-3.26) (Max=3.26)

Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Normalkraft N_x , Lastfall 44 Wind y2 (neg.) ,
1 cm im Raum = 36.1 kN (Min=-25.4) (Max=15.5)



Leonhardt, Andrä und Partner



WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024)

Systemausschnitt Gruppe 200

Systemausschnitt Gruppe 210

M 1 : 494

M 1 : 494

Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 44 Wind y2 (neg.) ,

Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 44 Wind y2 (neg.) ,

1 cm im Raum = 2.16 kN (Min=-0.948) (Max=0.866)

1 cm im Raum = 2.16 kN (Min=-0.948) (Max=0.866)

Z-X

Z-X

Y

Y

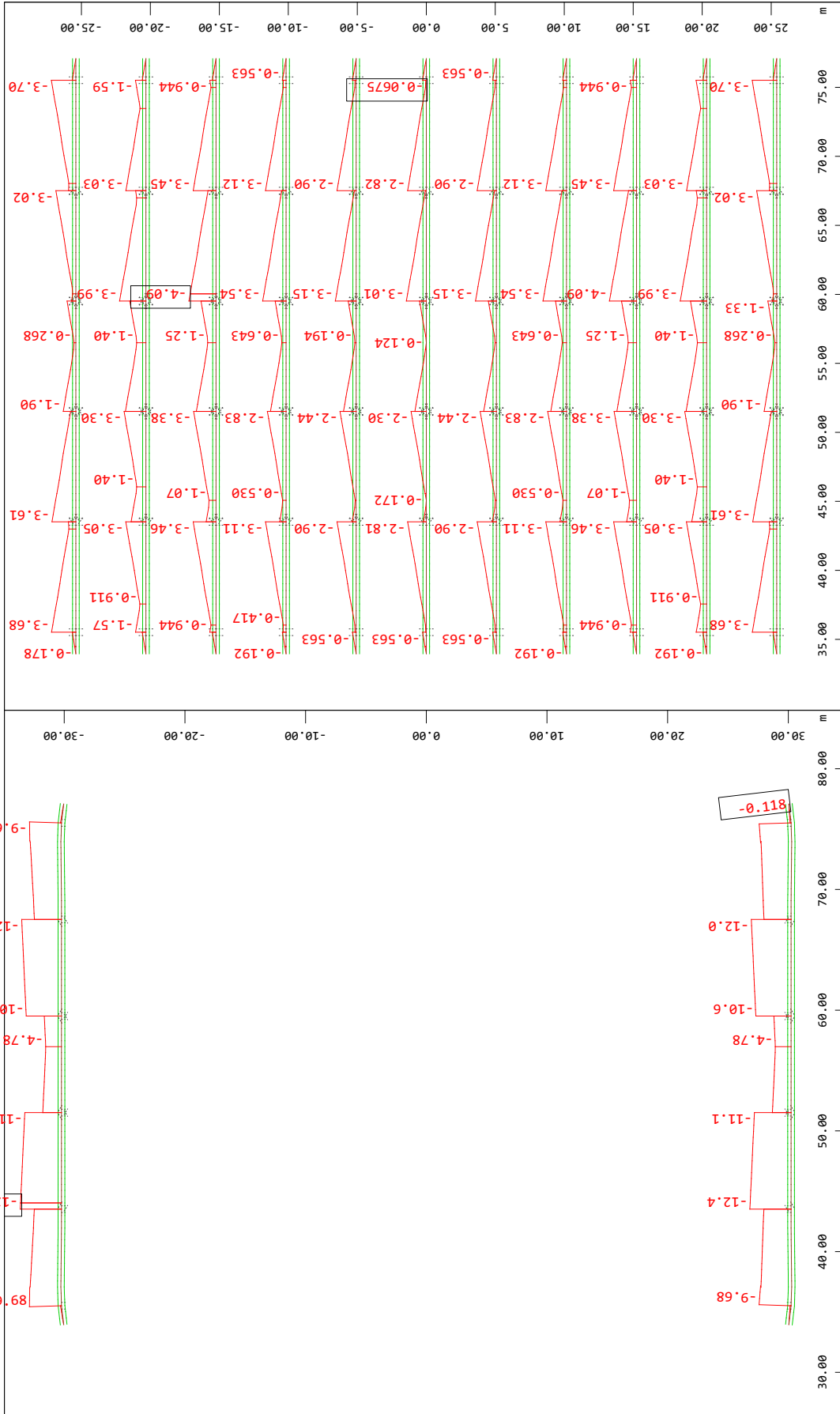
Modelleingabe

Seite 41



Leonhardt, Andrä und Partner

WinGraf (2022) 04.0 16.08.2024

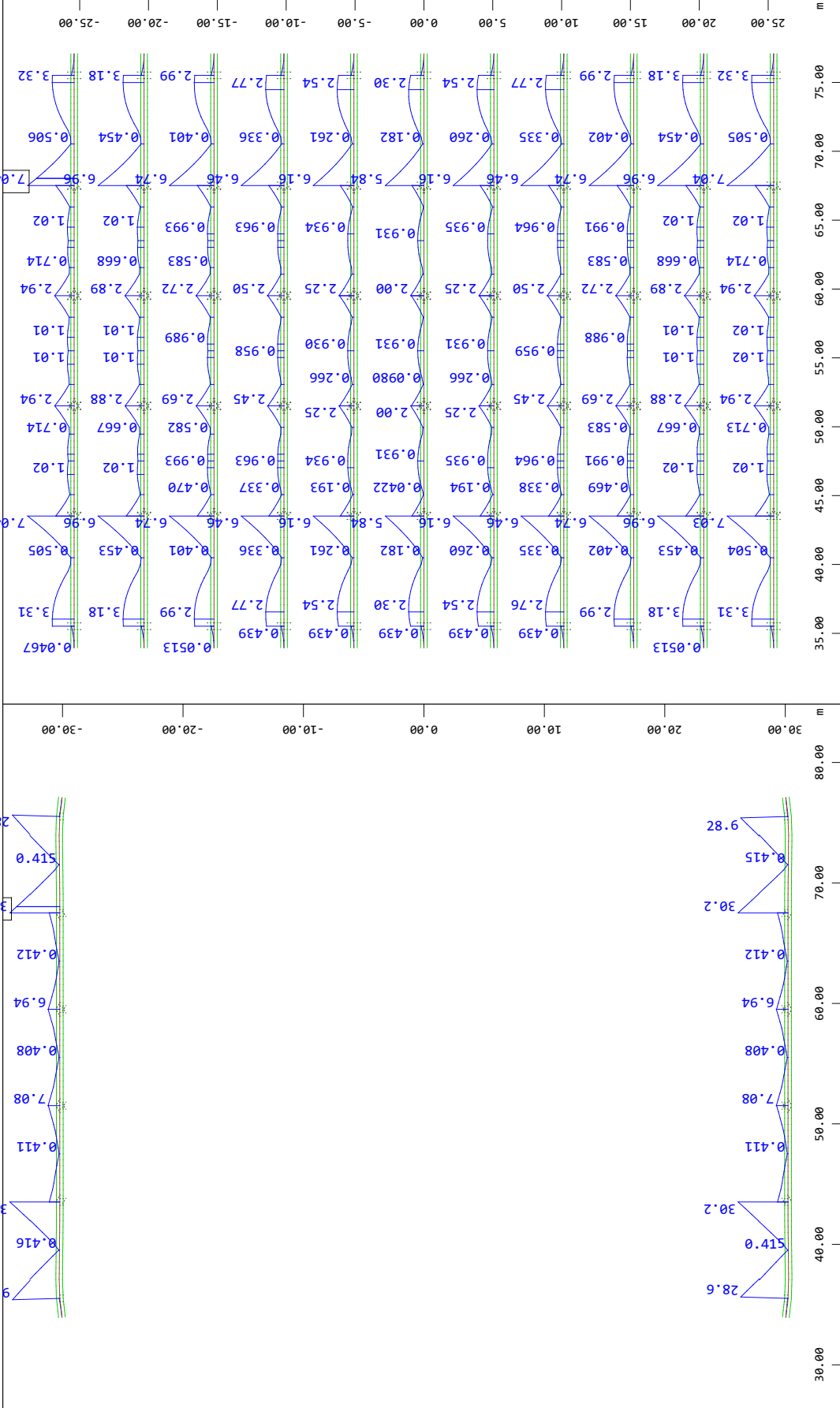


Modelleingabe

Seite 43

Leonhardt, Andrä und Partner

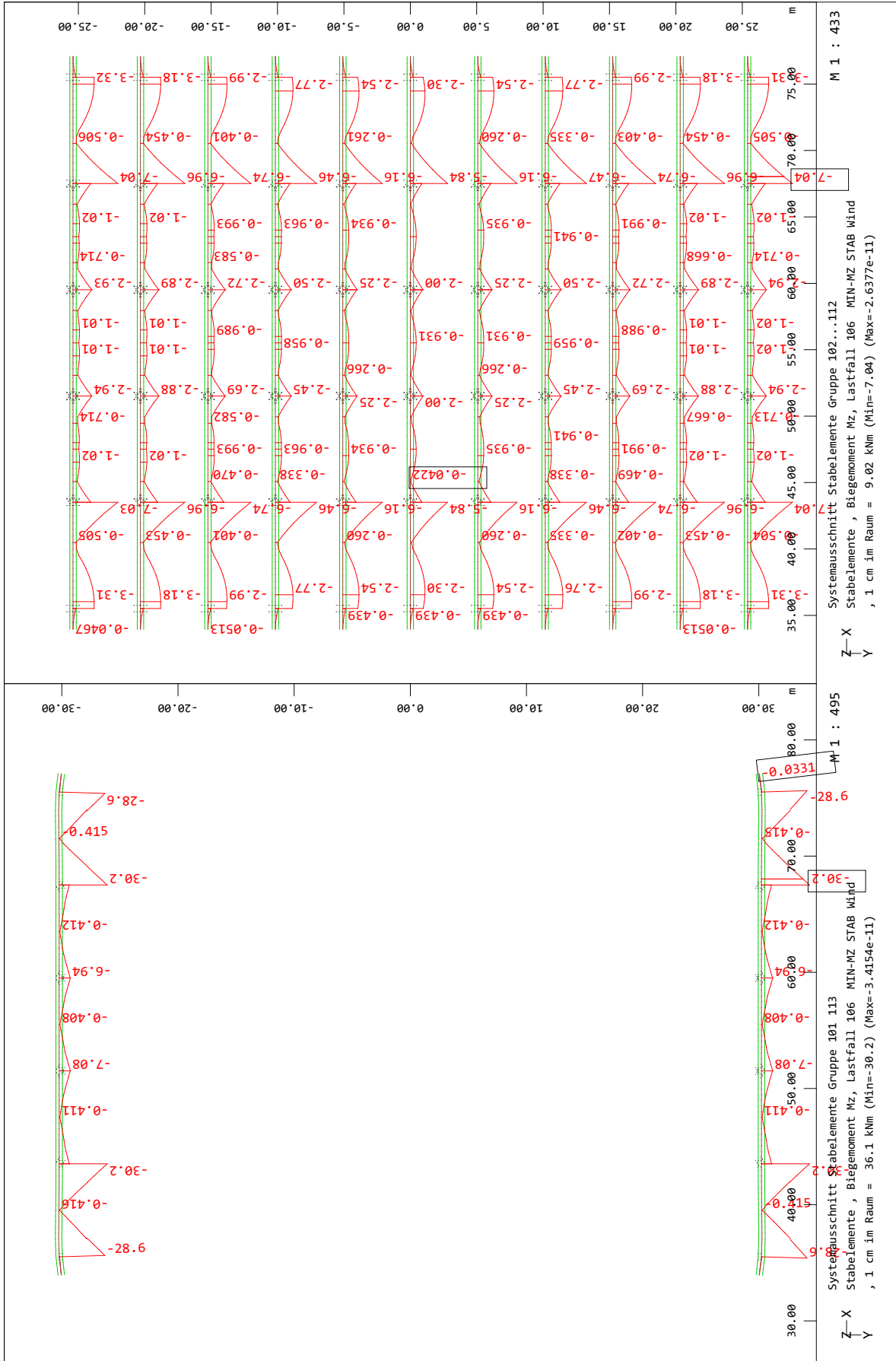
WinGraf (2022.04.0 16.08.2024)



Modelleingabe

Leonhardt, Andrä und Partner

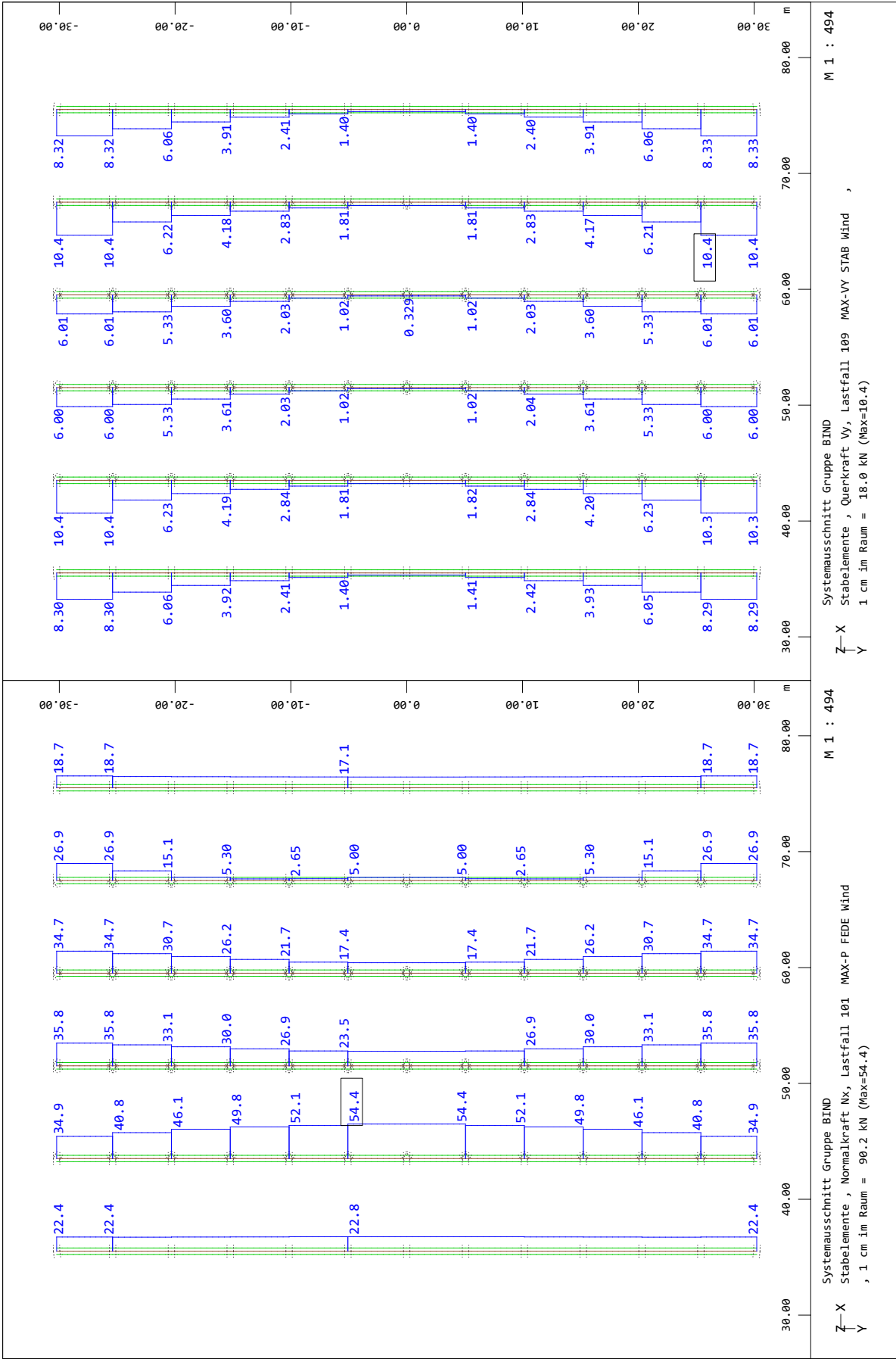
WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024



Modelleingabe

WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

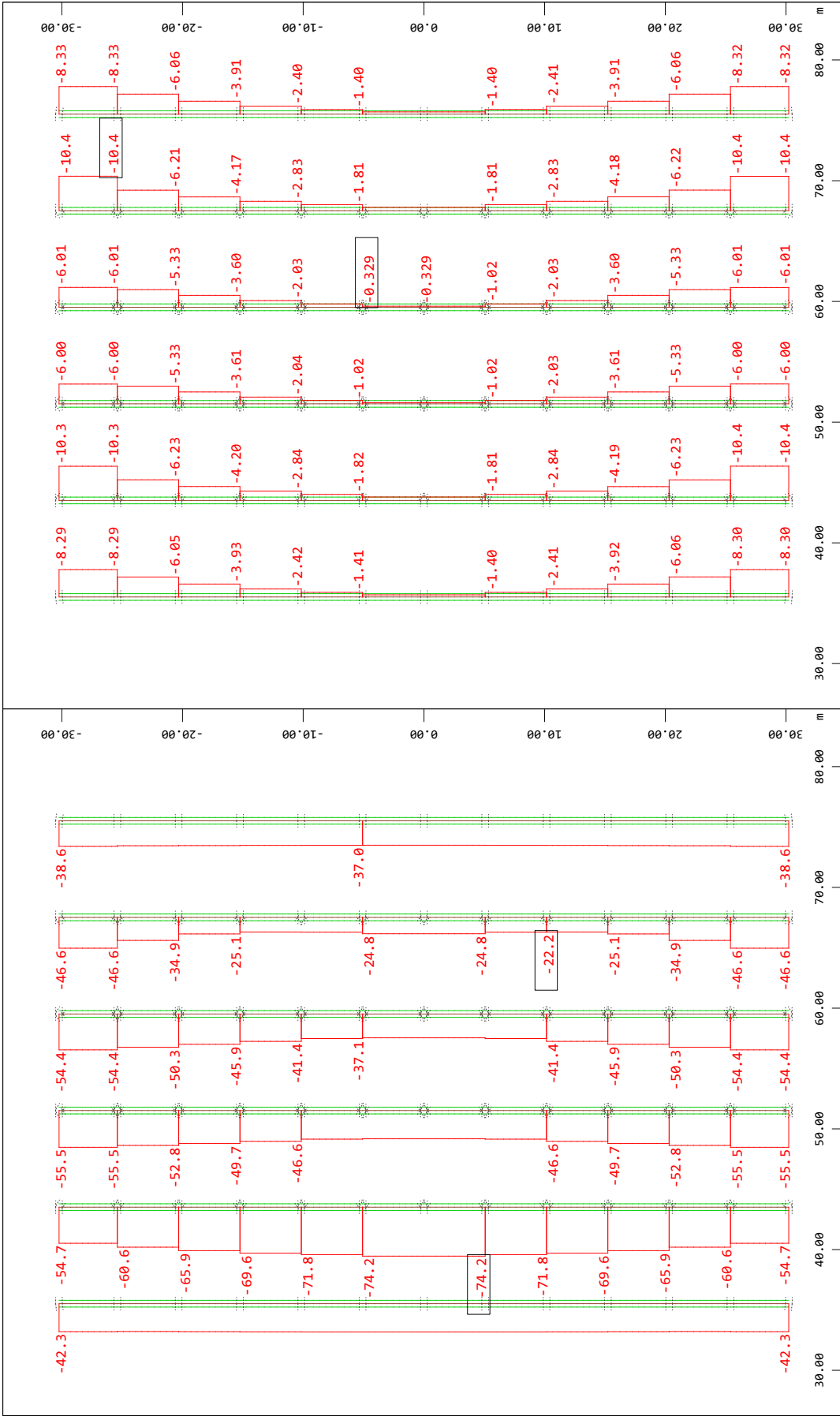
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe

WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

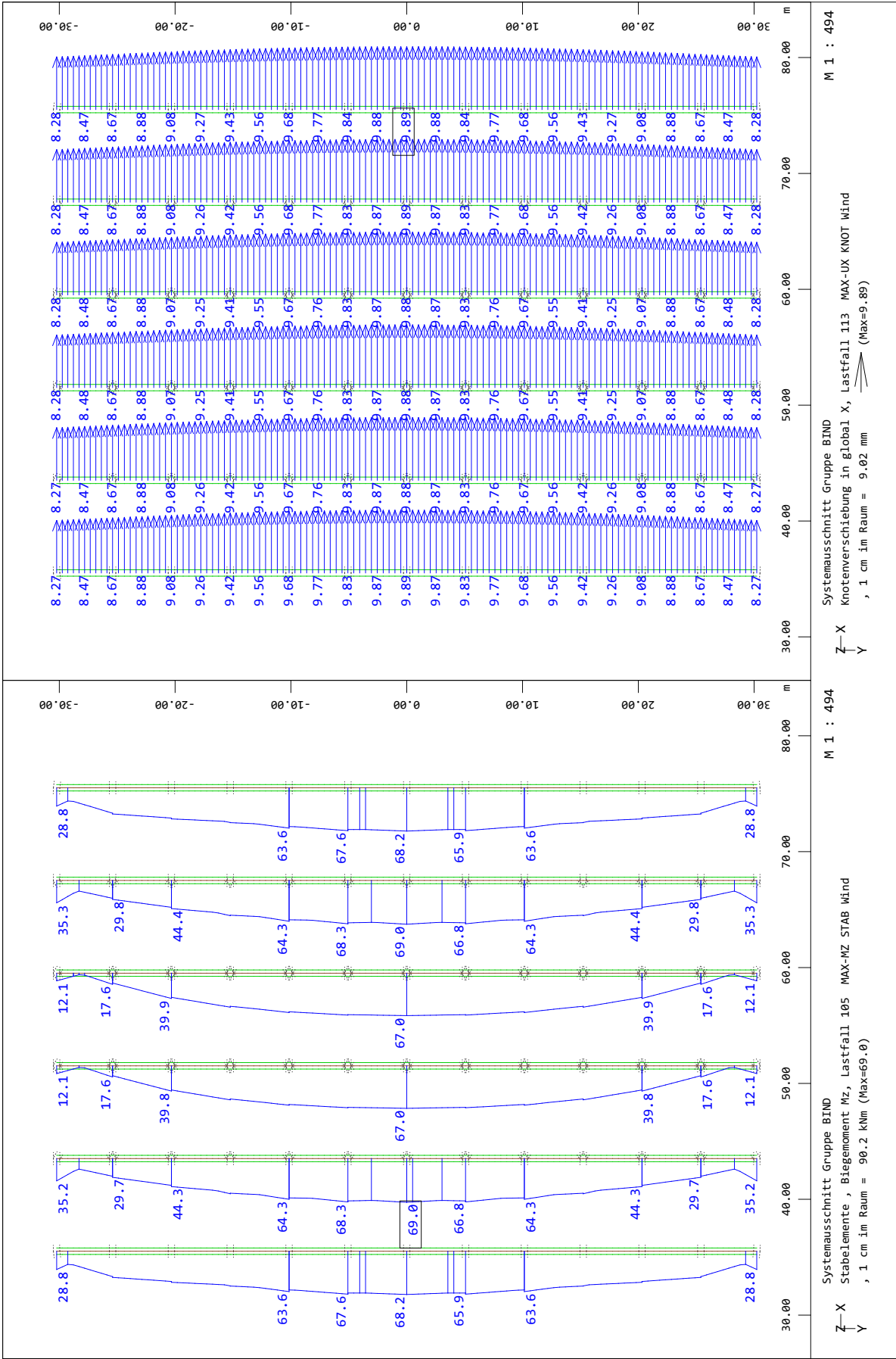
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe

WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

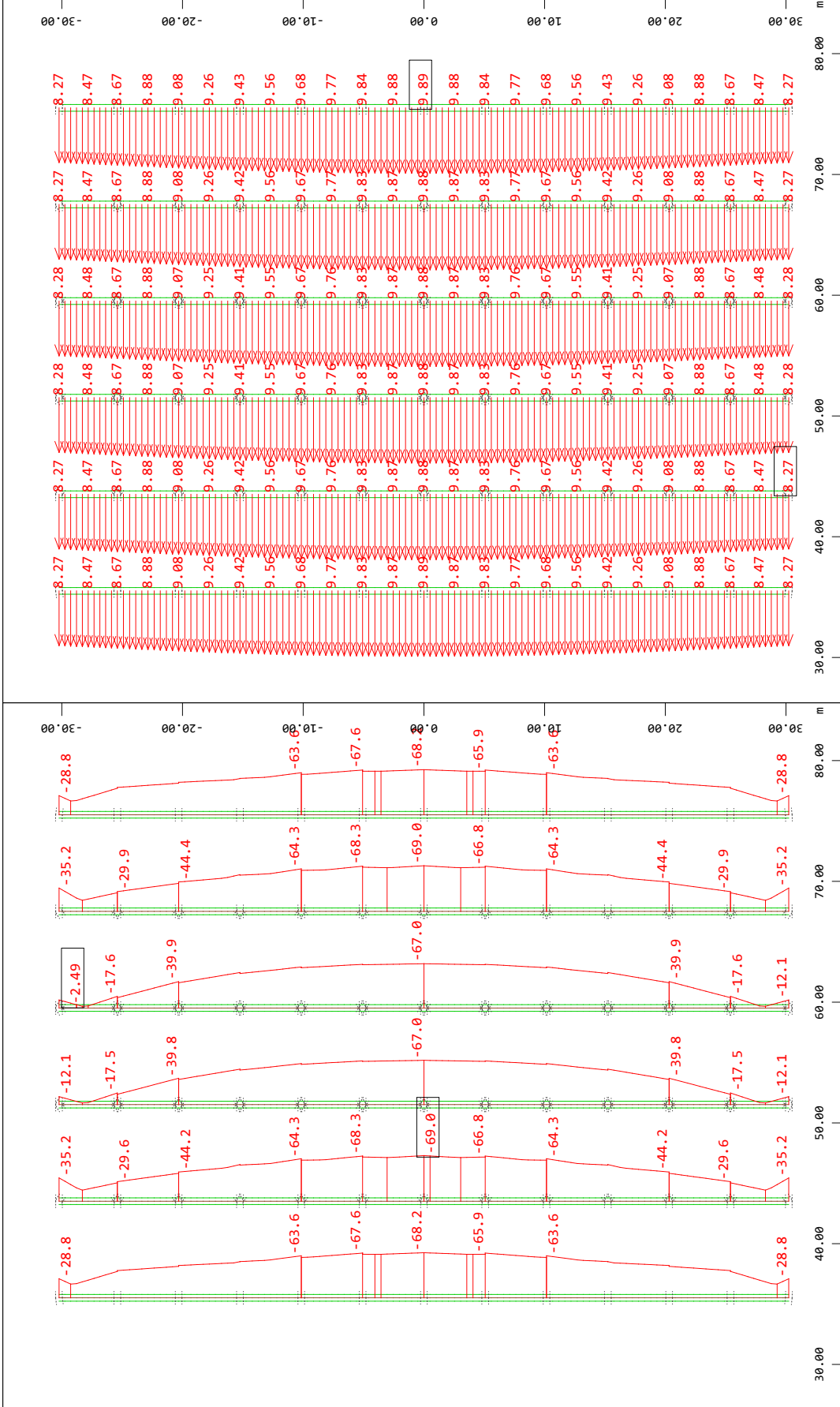
Leonhardt, Andrä und Partner



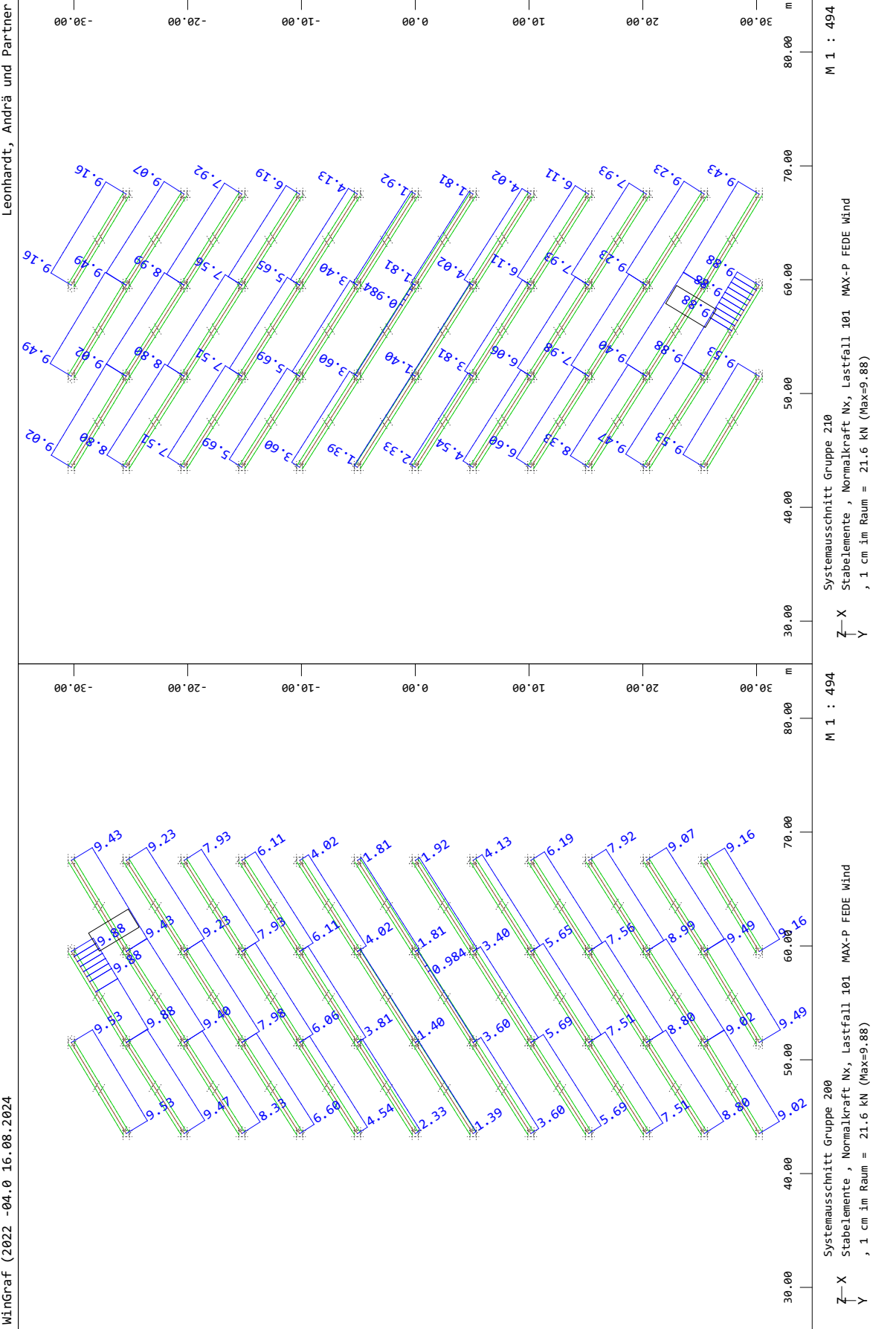
Modelleingabe

WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

Leonhardt, Andrä und Partner

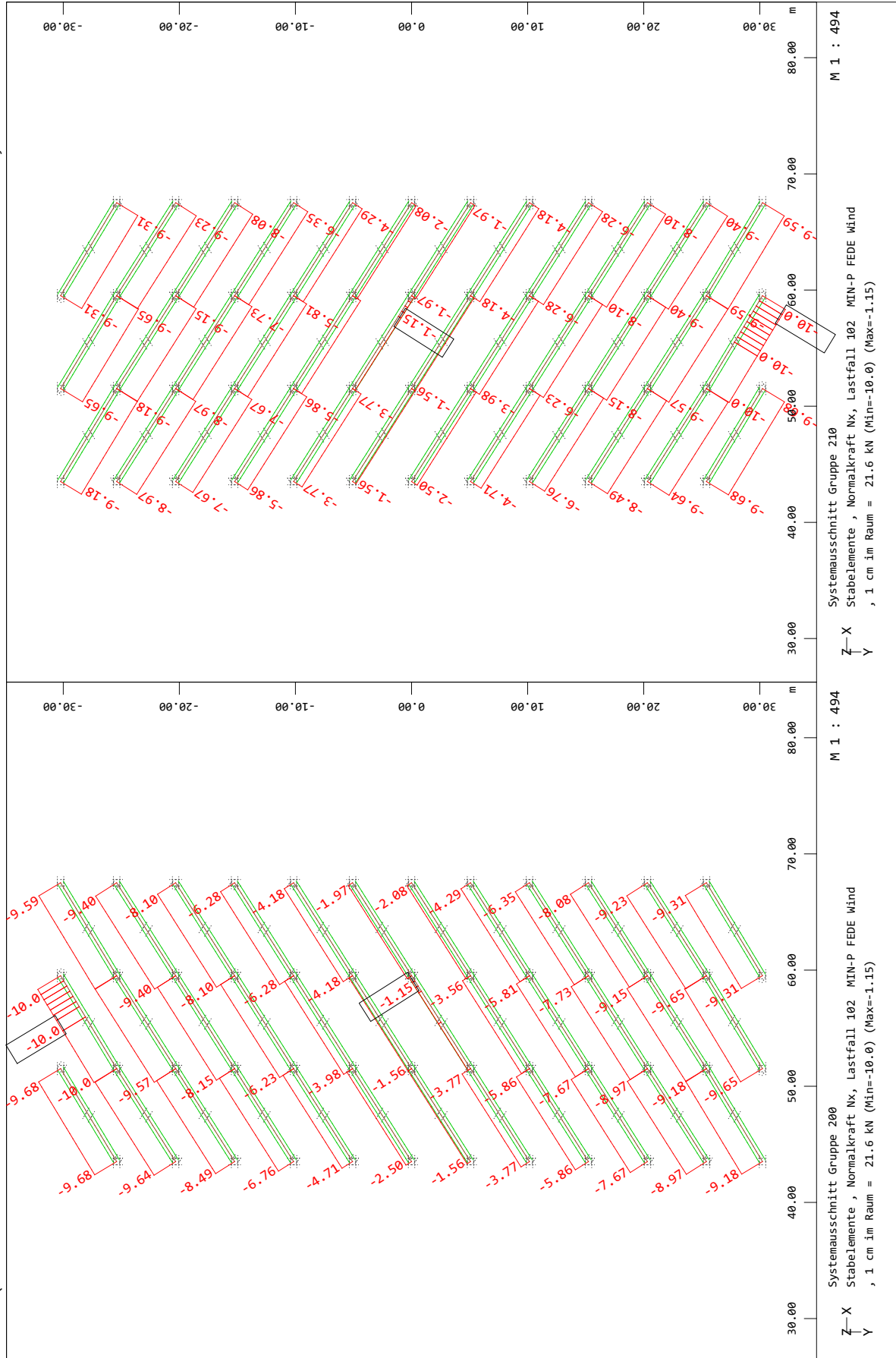


Modelleingabe



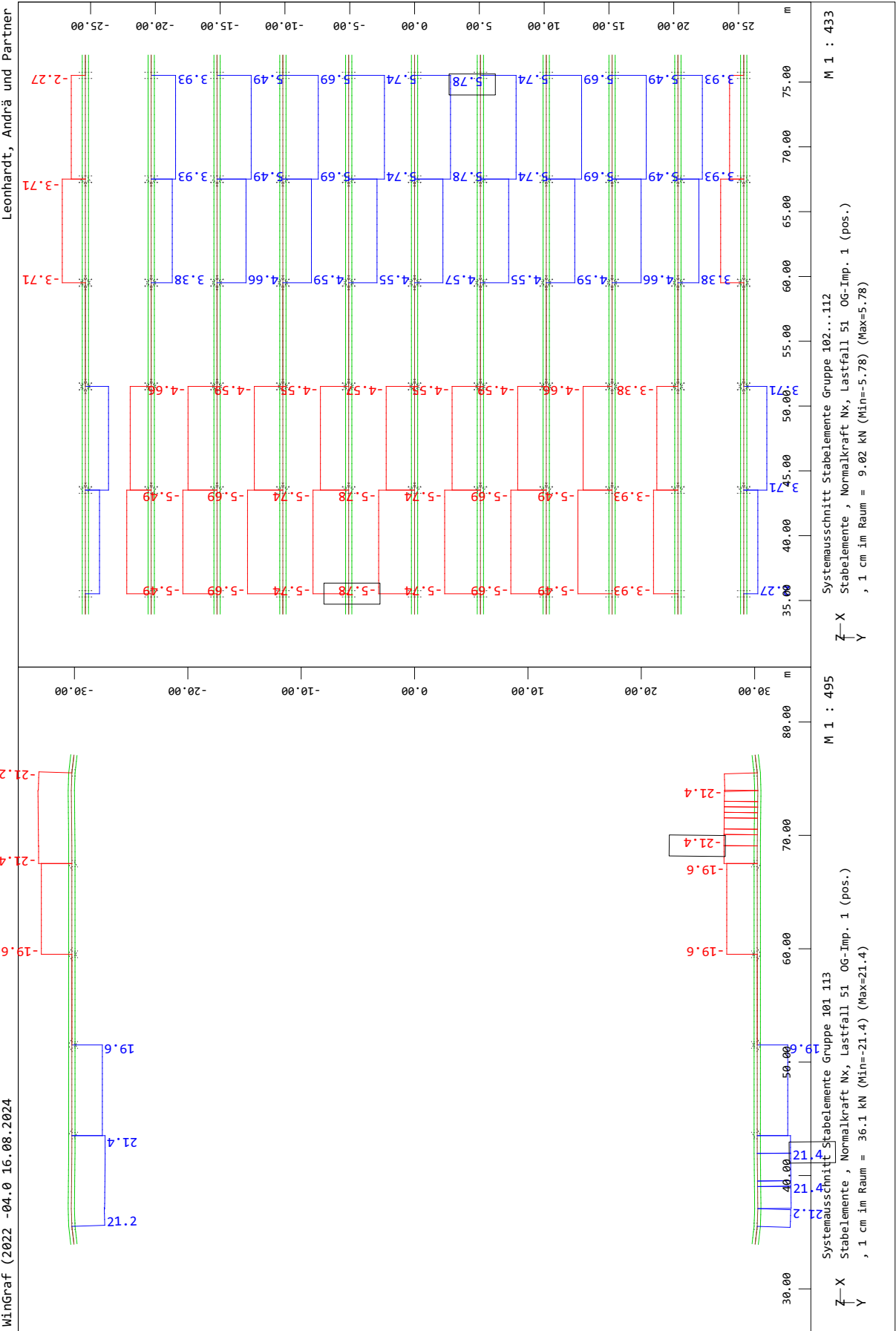
Leonhardt, Andrä und Partner

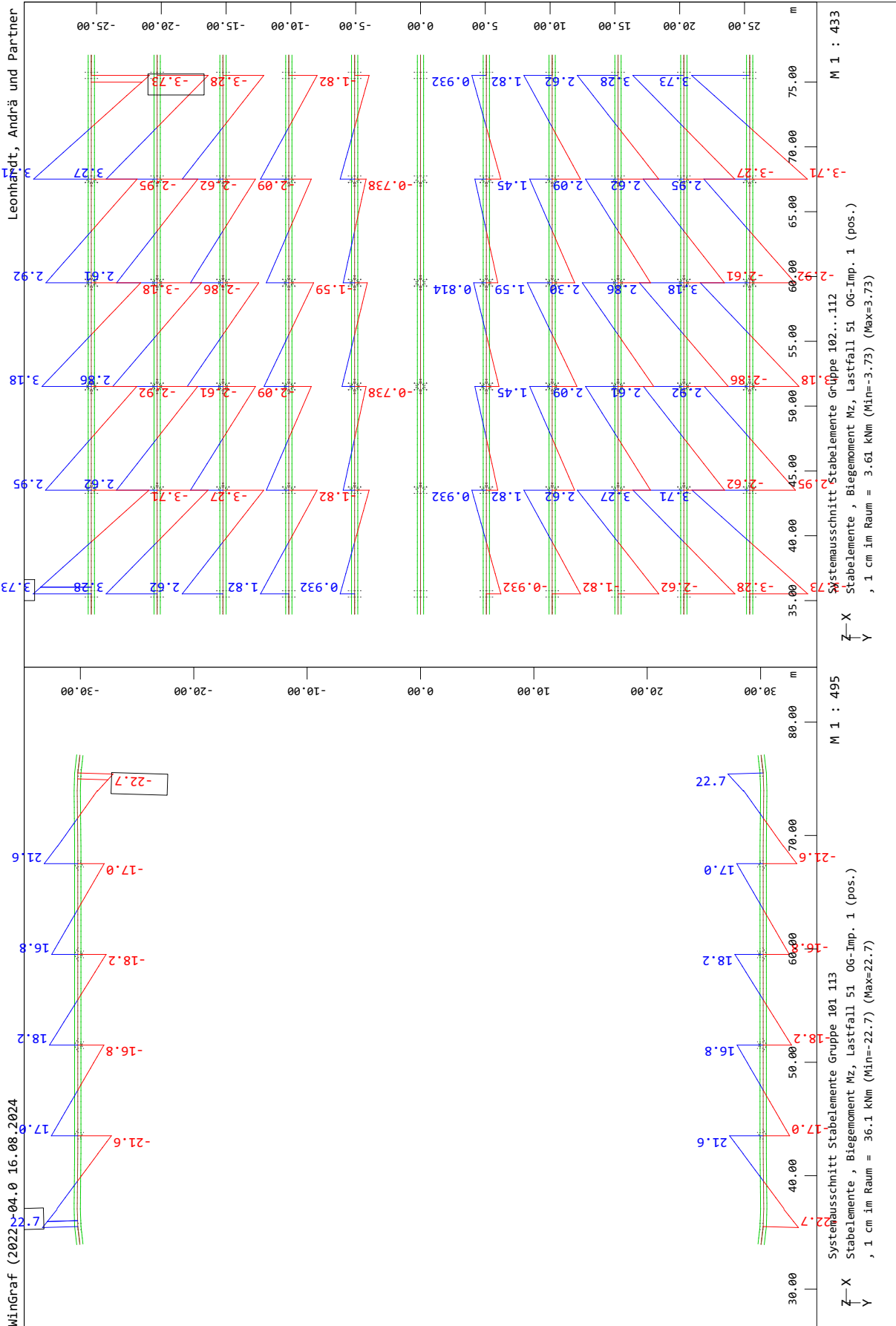
WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024



Modelleingabe

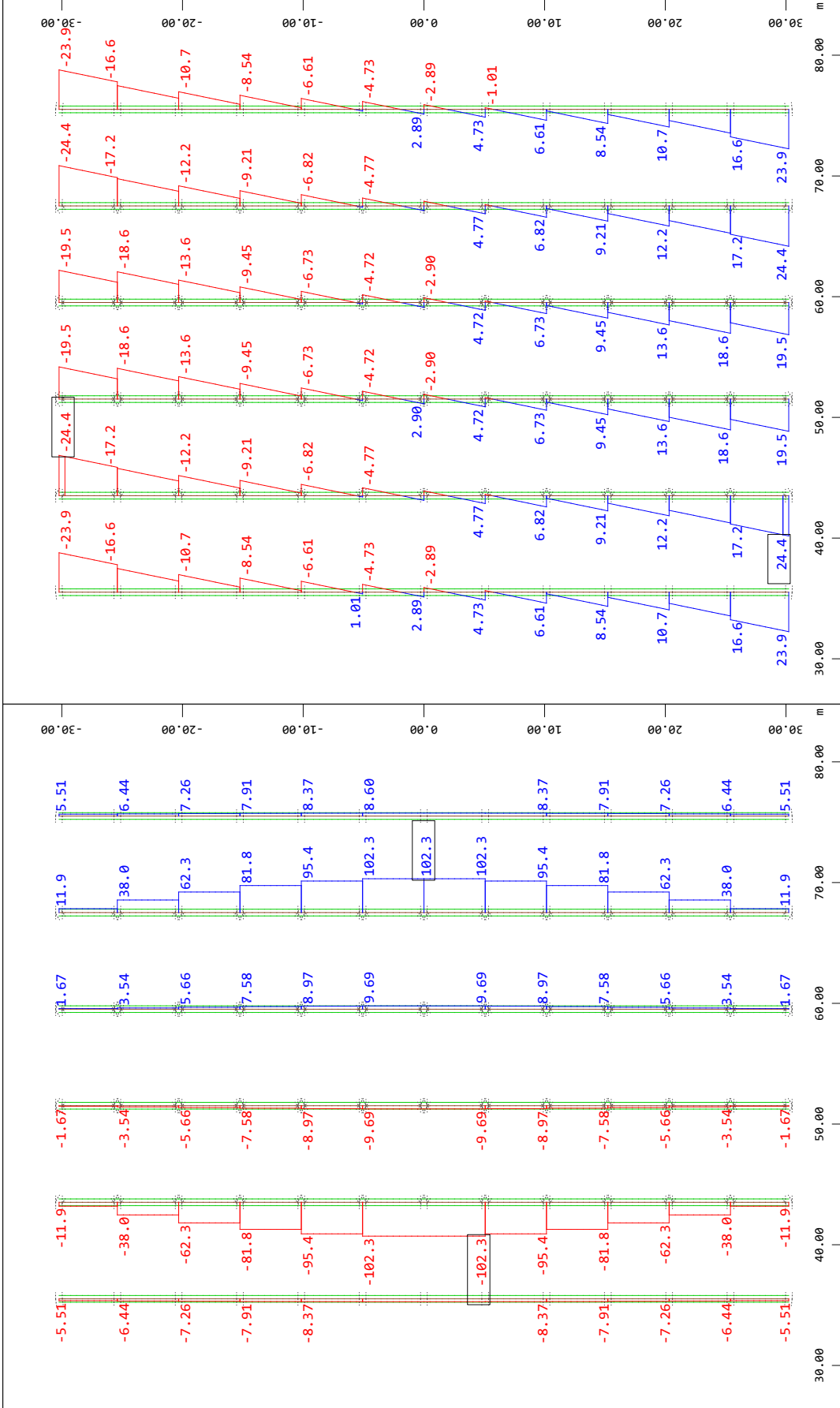
Seite 51





WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

Leonhardt, Andrä und Partner



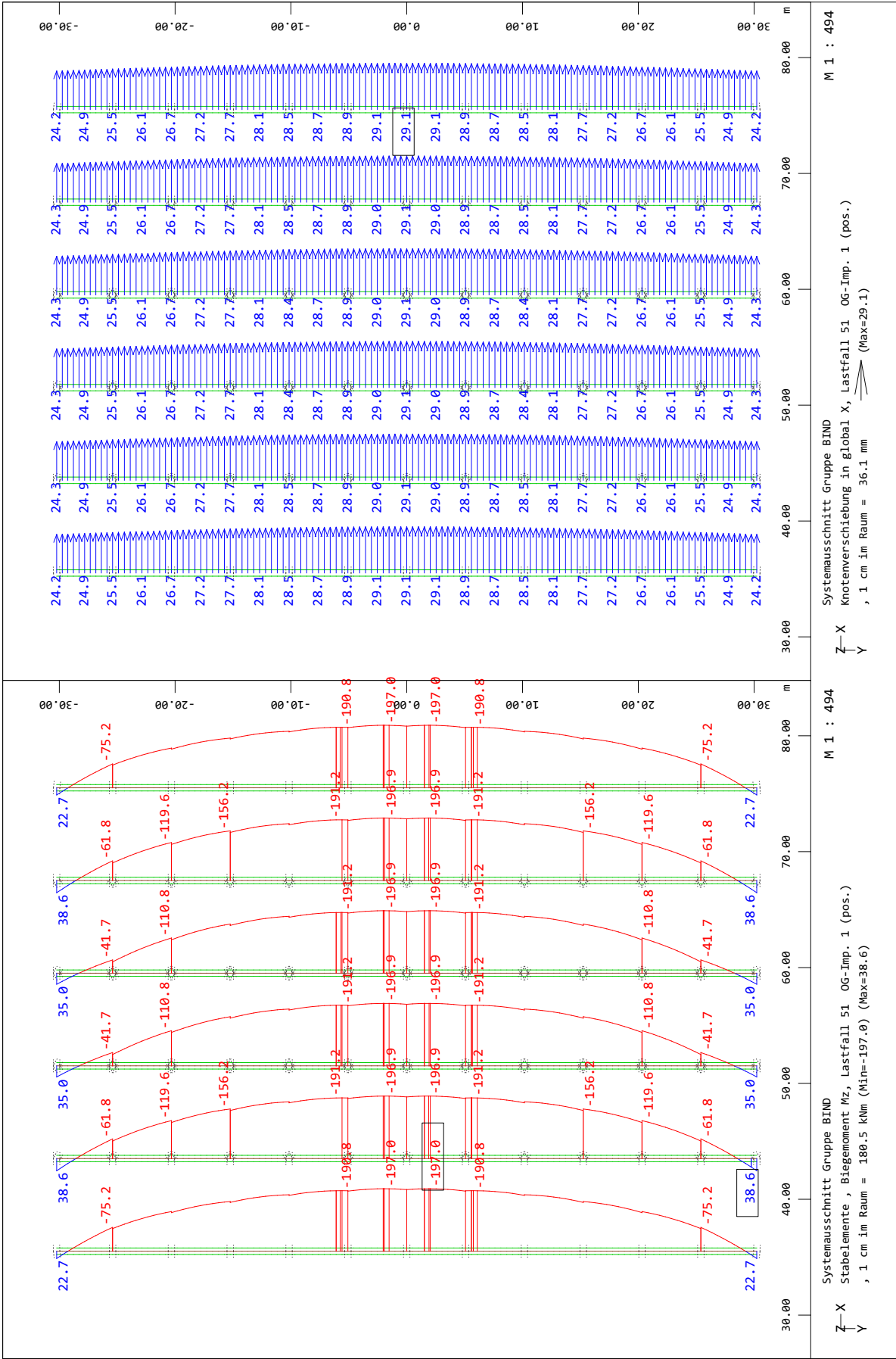
Systemausschnitt Gruppe BIND
M 1 : 494
Stabelemente , Normalkraft N_x , Lastfall 51 OG-Imp. 1 (pos.)
1 cm im Raum = 180.5 kN (Min=-102.3) (Max=102.3)

Systemausschnitt Gruppe BIND
M 1 : 494
Stabelemente , Querkraft V_y , Lastfall 51 OG-Imp. 1 (pos.)
1 cm im Raum = 36.1 kN (Min=-24.4) (Max=24.4)

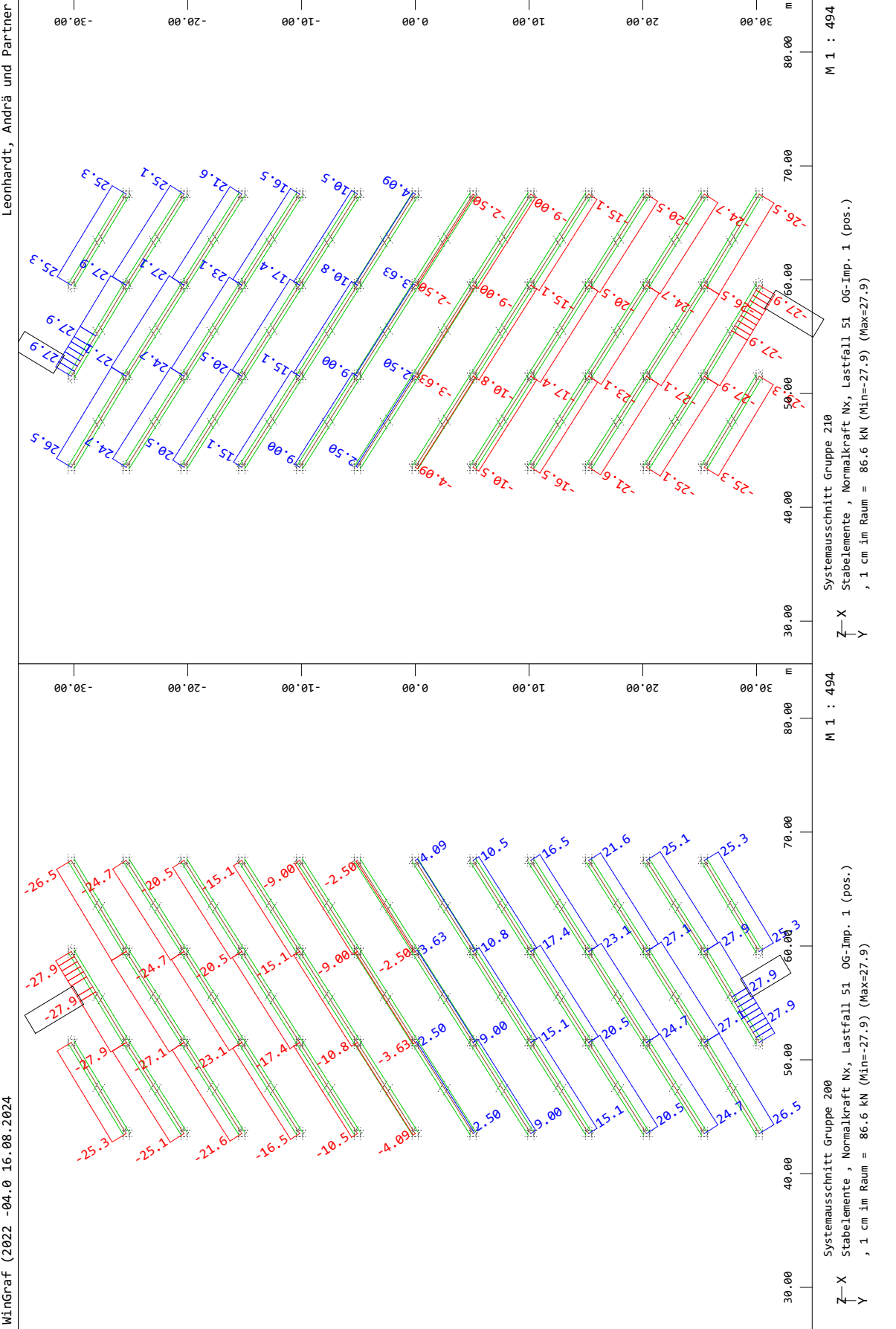
Modelleingabe

WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

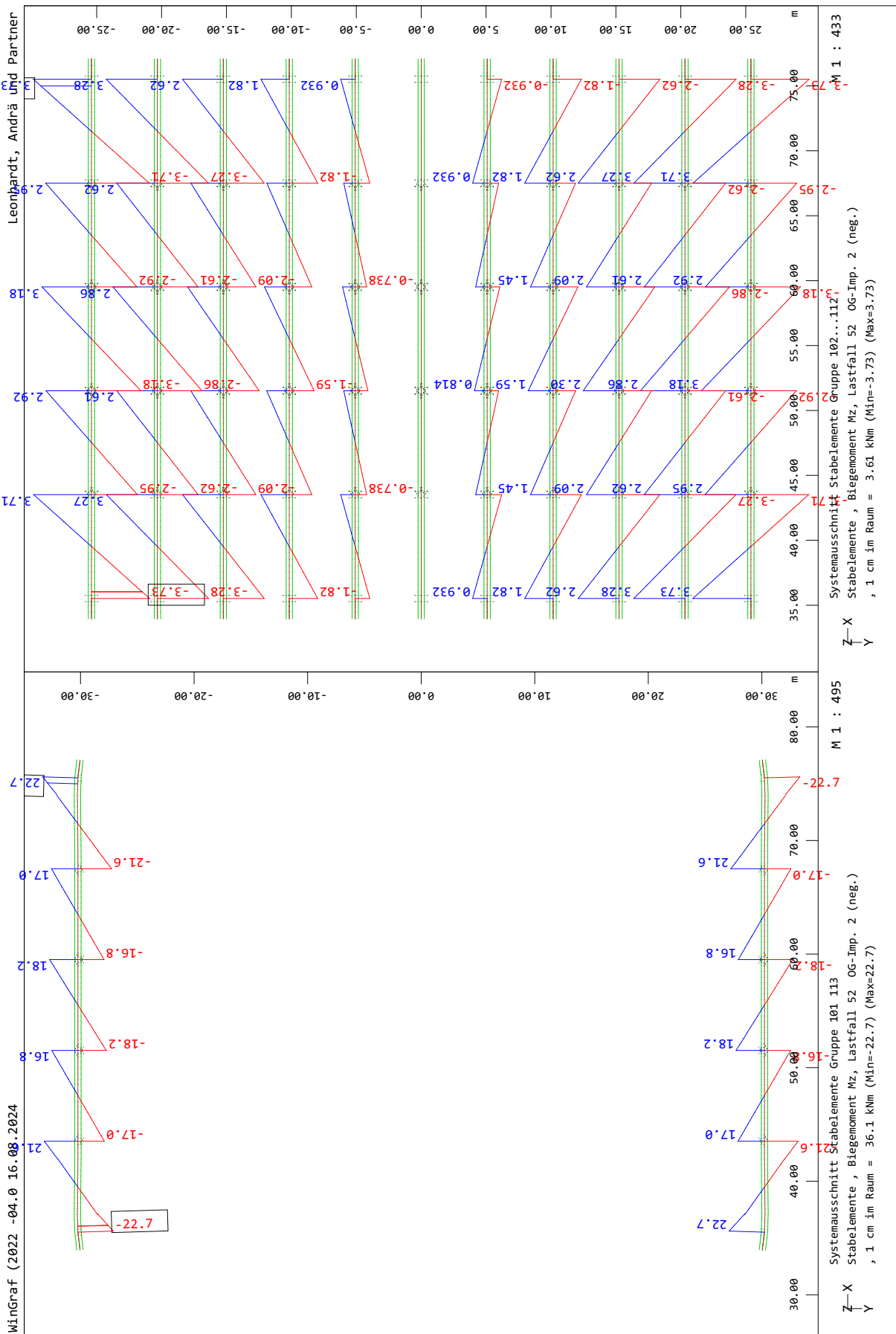
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe





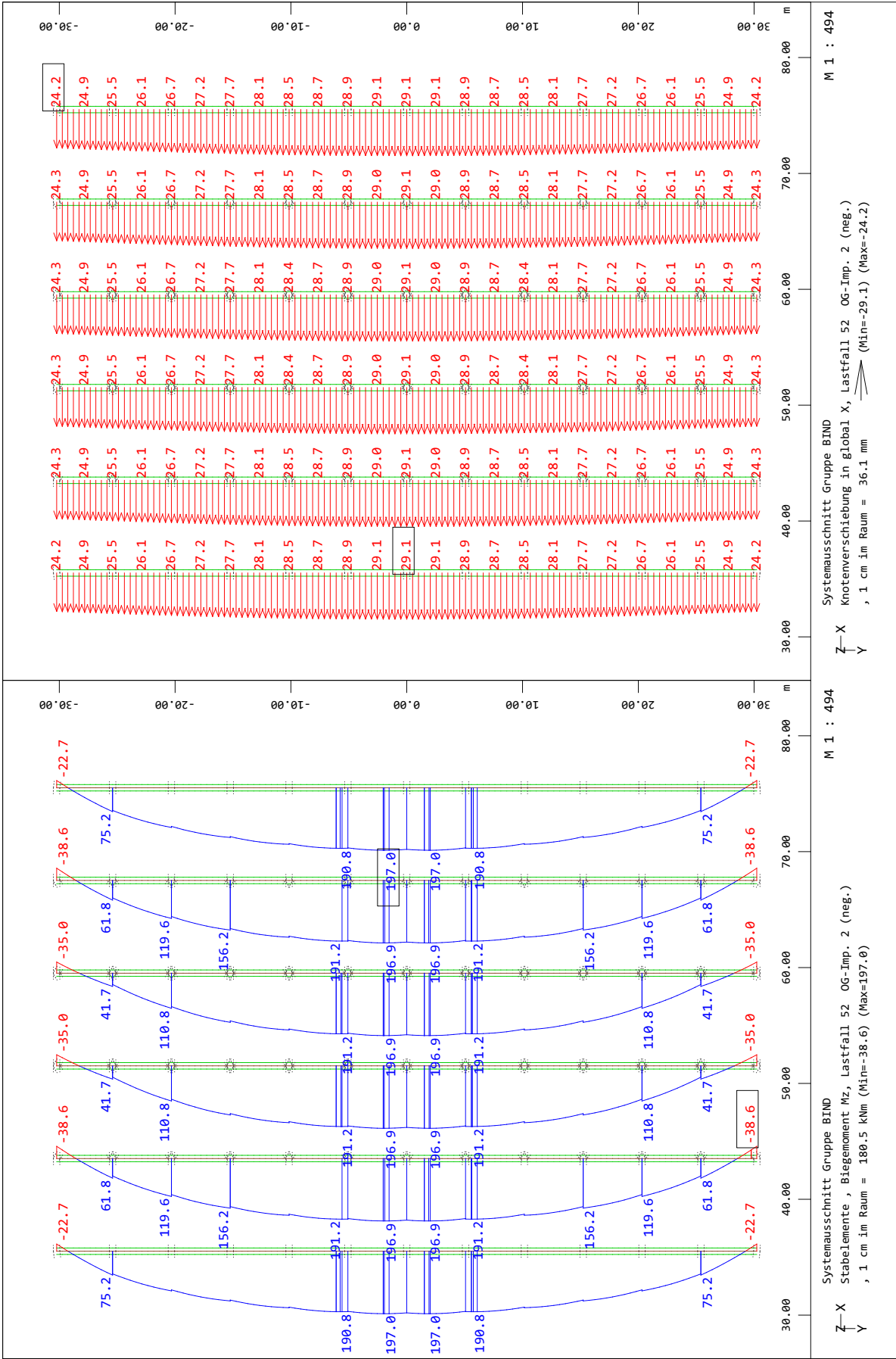


Modelleingabe



WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024)

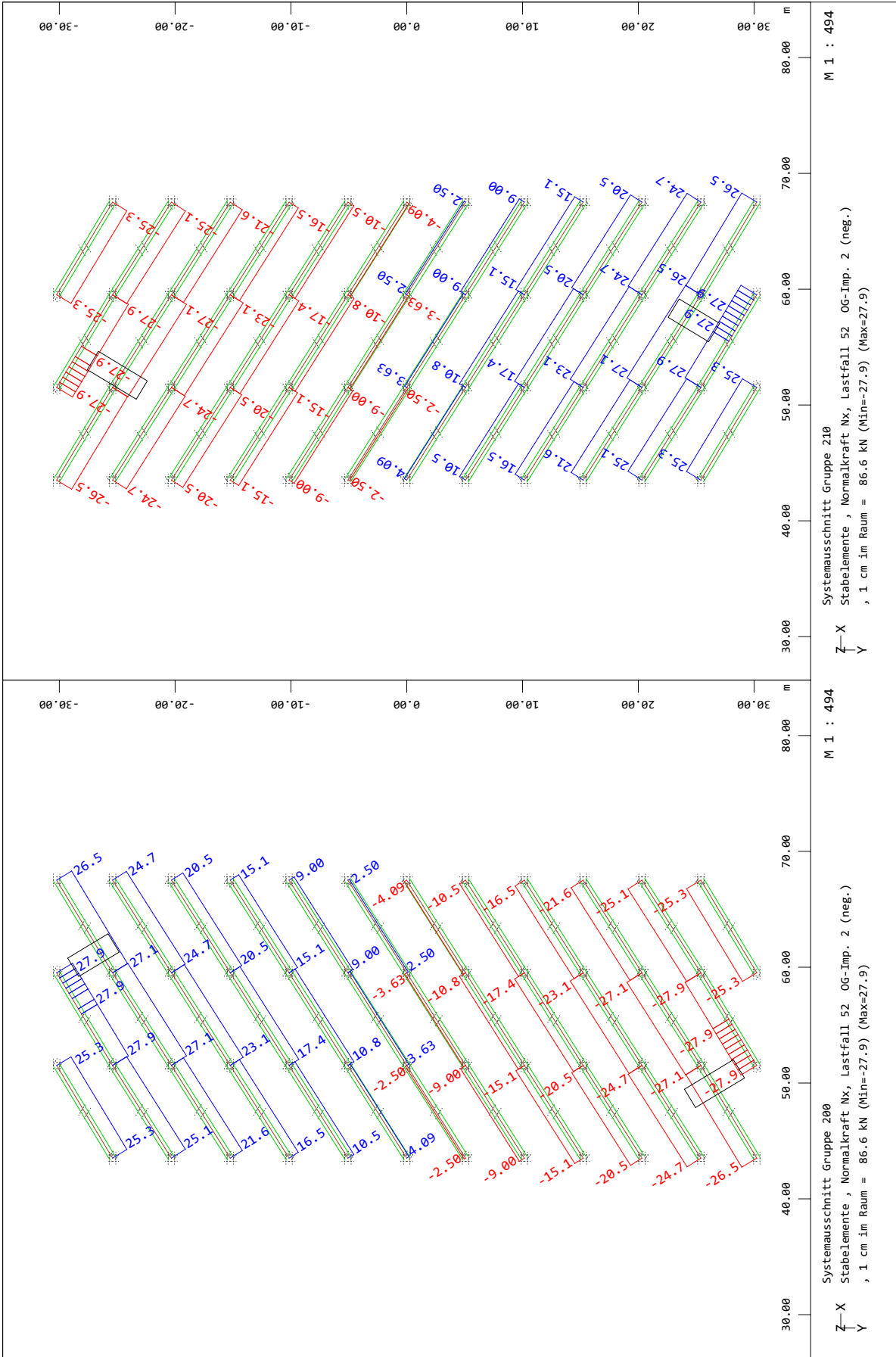
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe

Leonhardt, Andrä und Partner

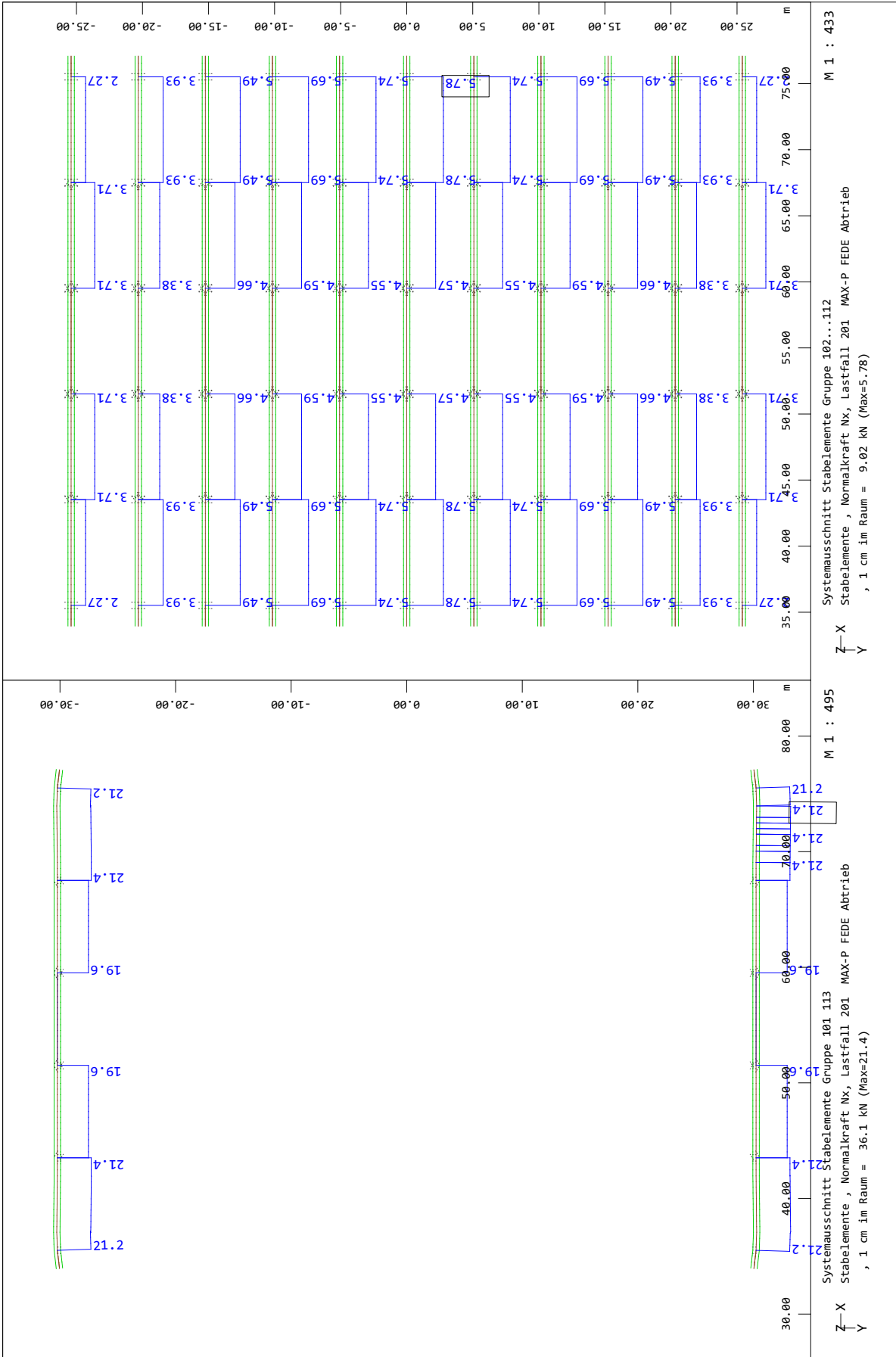
WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

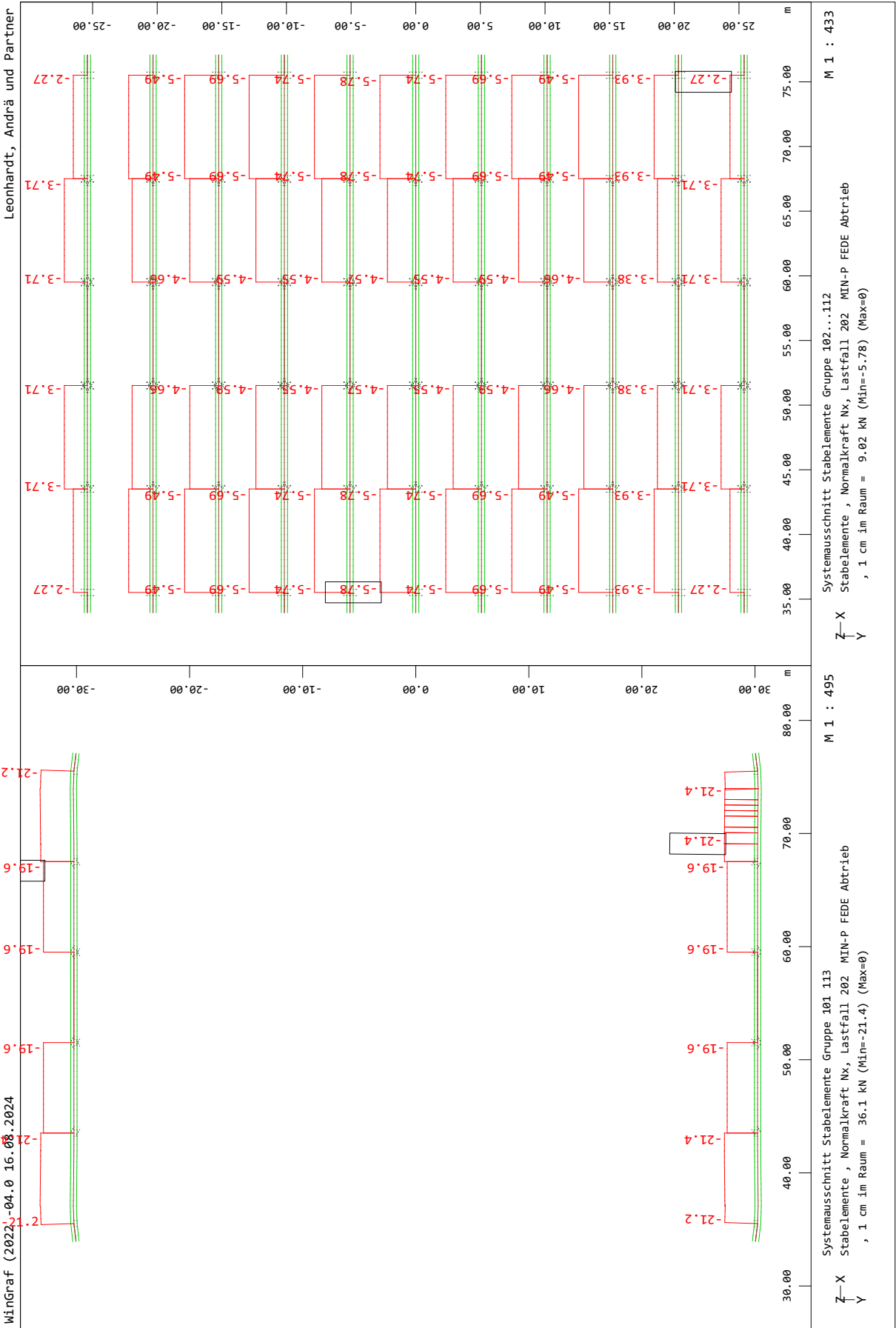


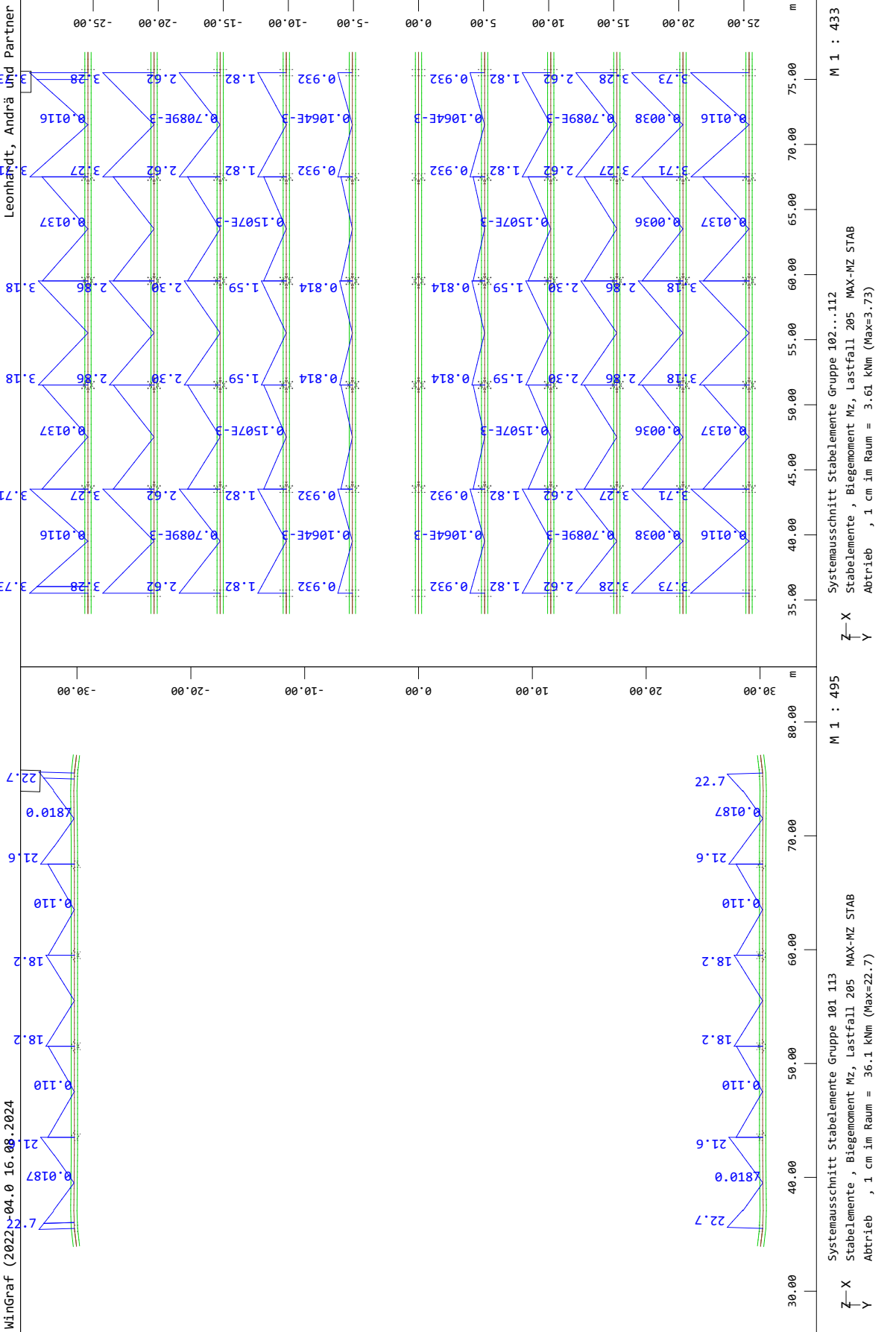
Modelleingabe

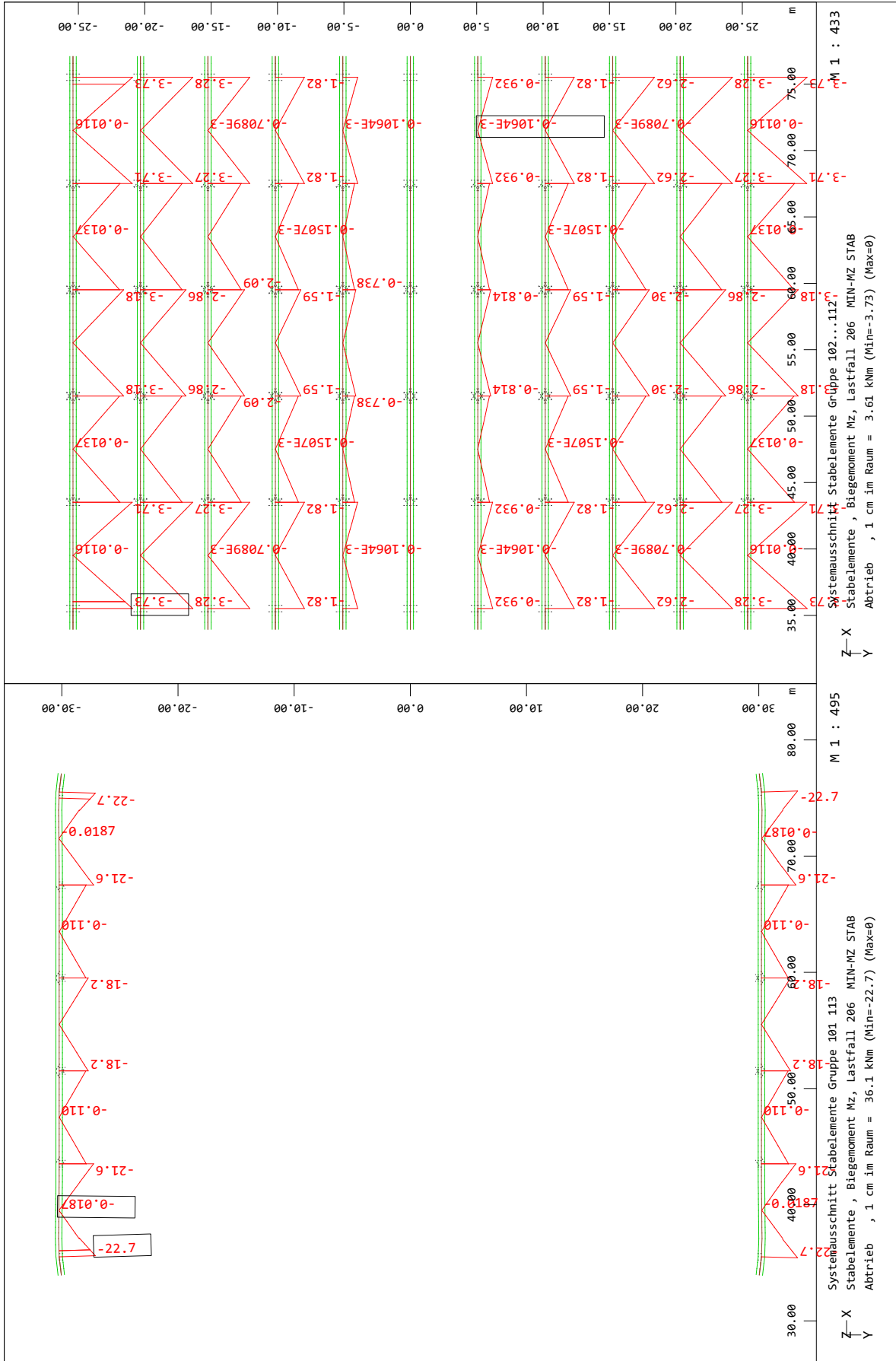
Seite 61

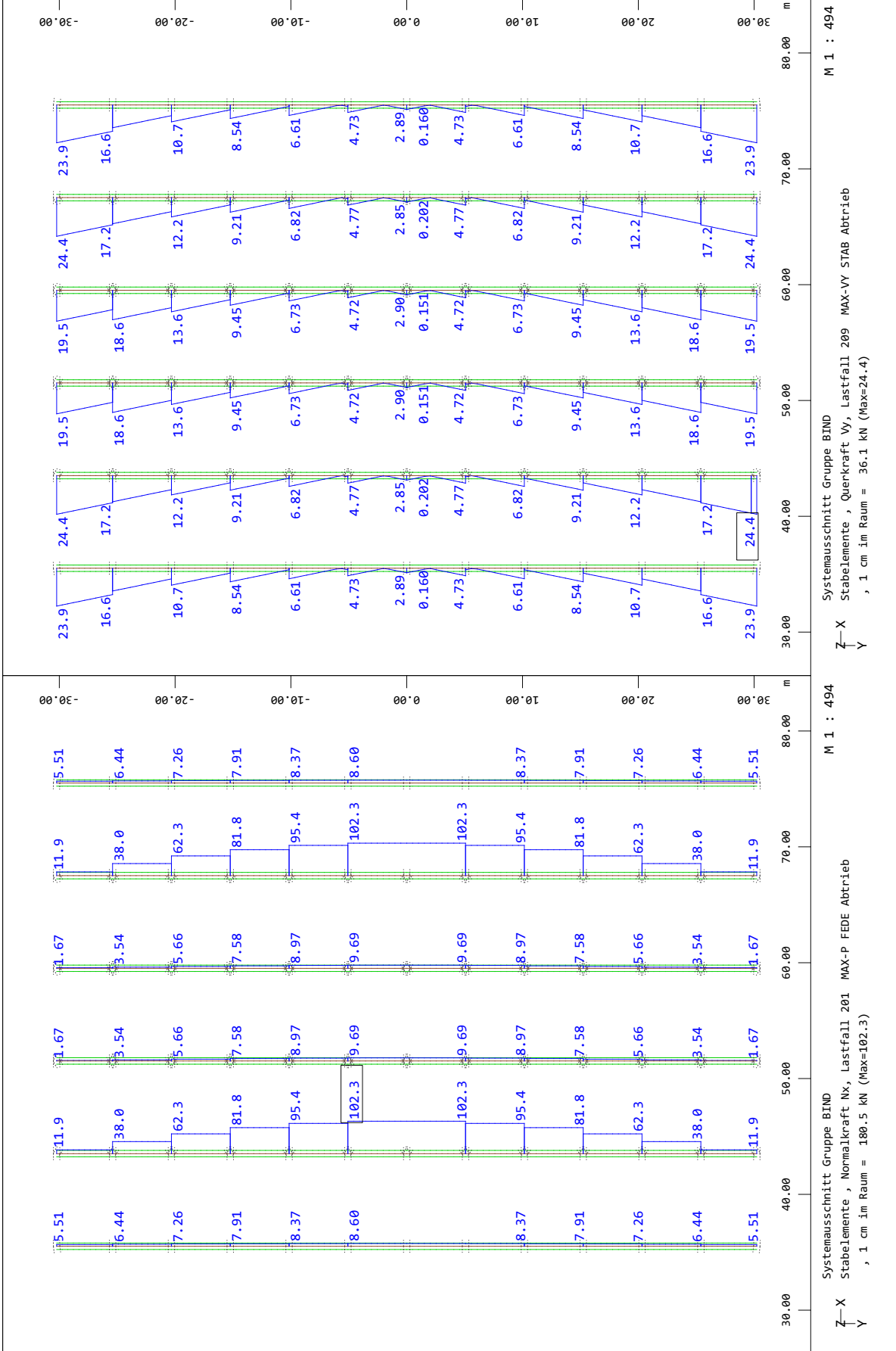
Leonhardt, Andrä und Partner





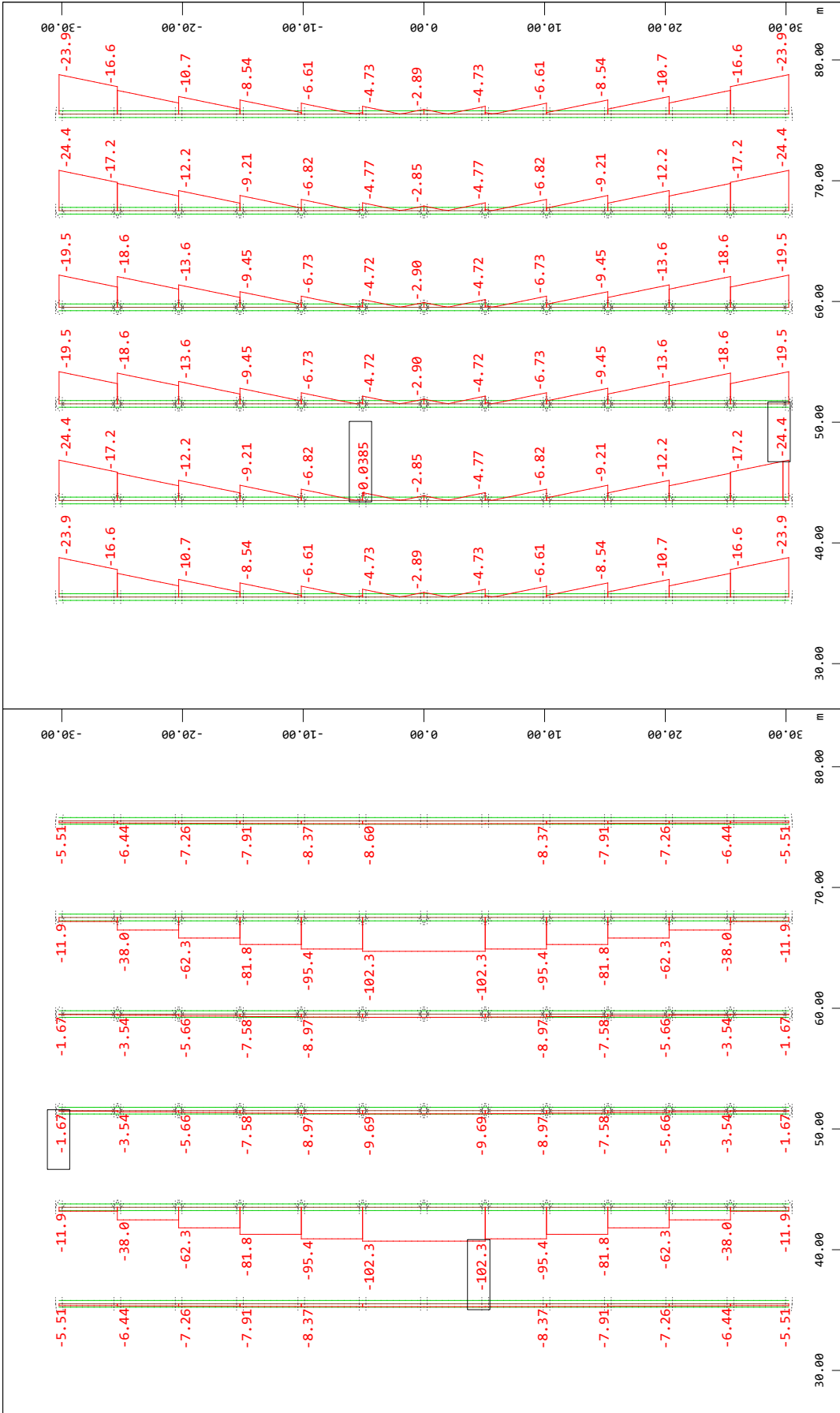






WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

Leonhardt, Andrä und Partner



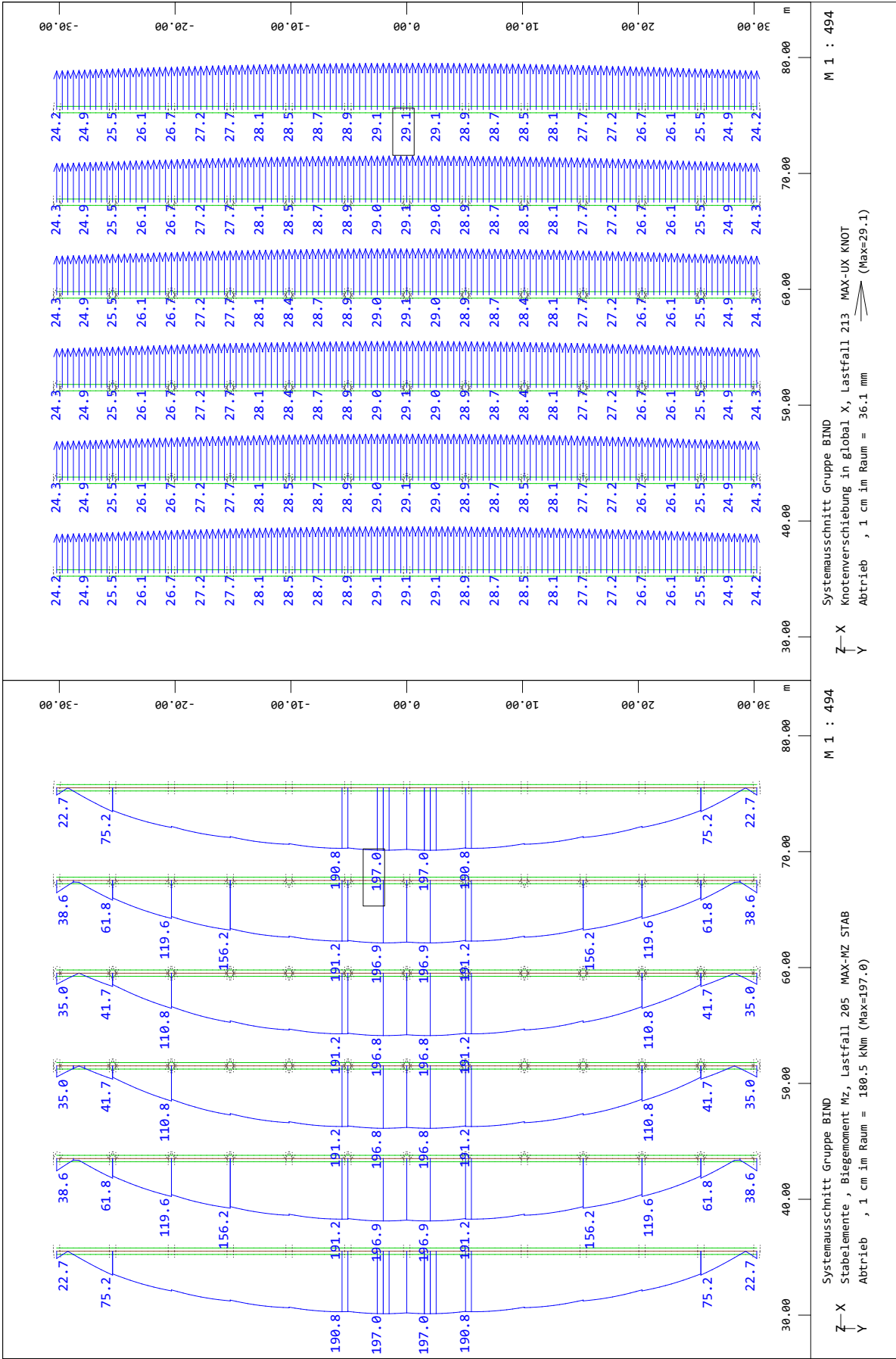
M 1 : 494
Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 210 MIN-VV STAB Abtrieb
, 1 cm im Raum = 36.1 kN (Min=-24.4) (Max=-0.0385)

M 1 : 494
Systemausschnitt Gruppe BIND
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 202 MIN-P FEDE Abtrieb
, 1 cm im Raum = 180.5 kN (Min=-102.3) (Max=-1.67)

Modelleingabe

WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

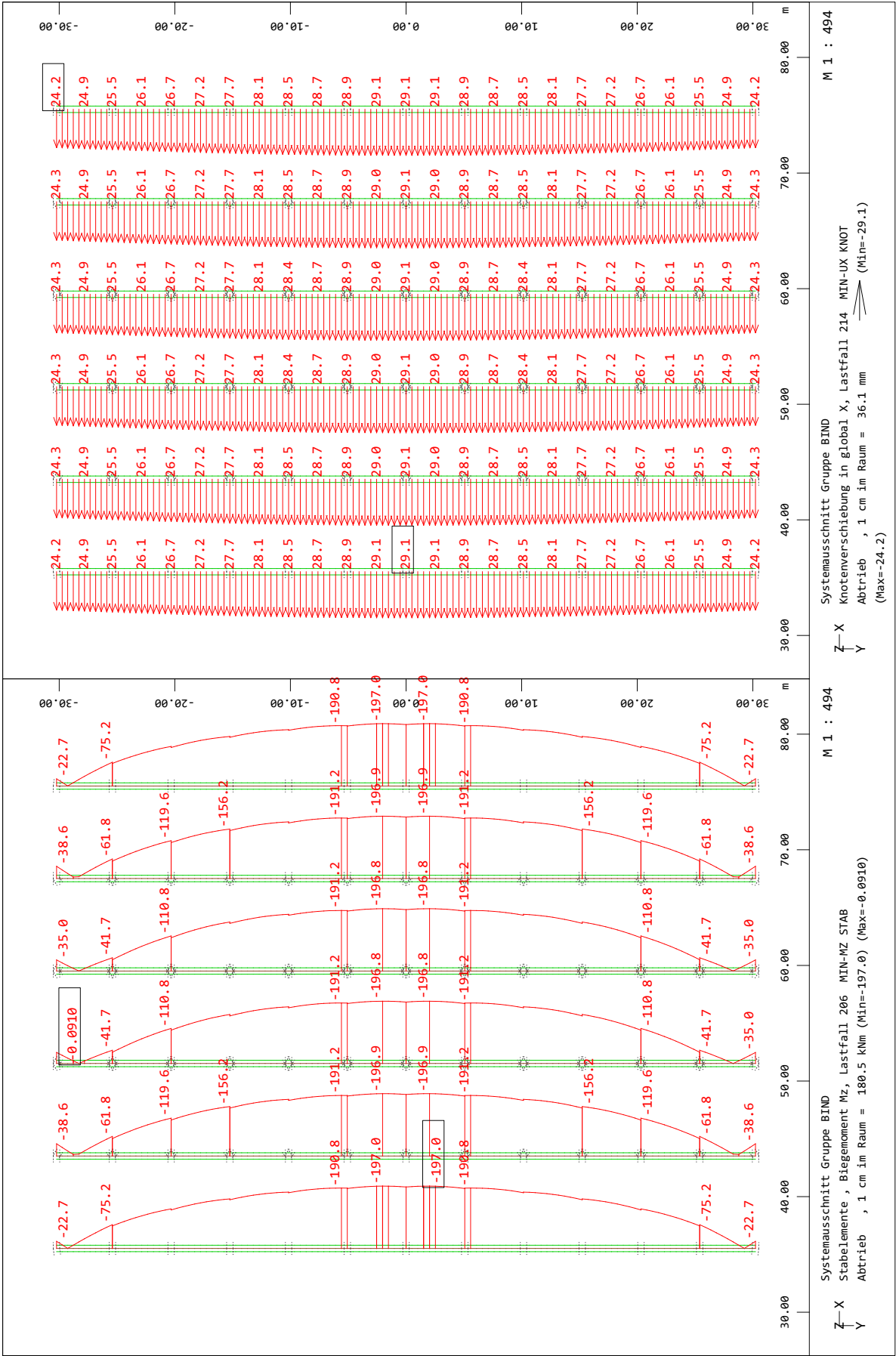
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe

WinGraf (2022 -04.0 16.08.2024

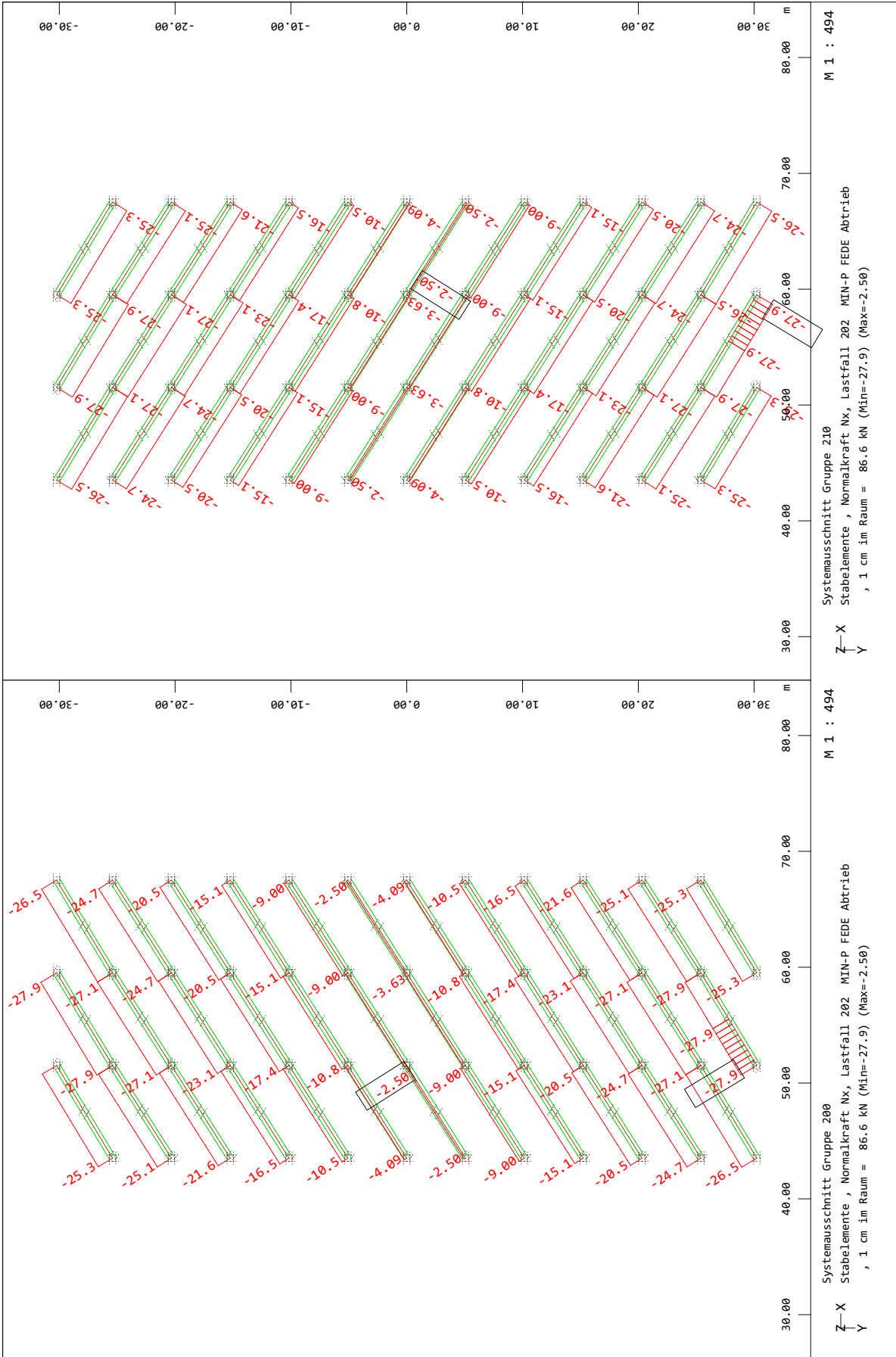
Leonhardt, Andrä und Partner



Modelleingabe



Leonhardt, Andrä und Partner

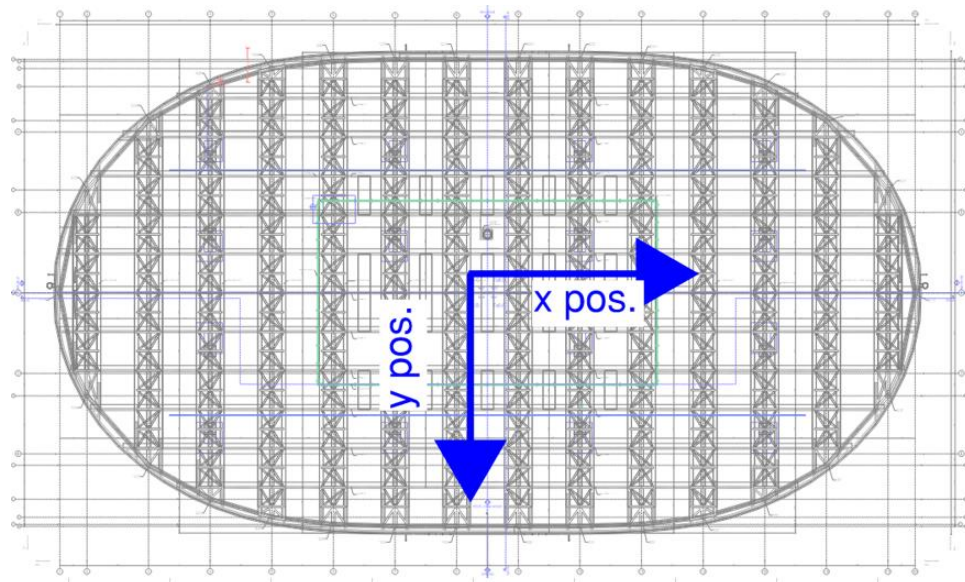



Modelleingabe

3.3.4 LASTWEITERGABE

Für die Bemessung der Stützen, der Deckenscheibe, der Kernwände und der Gründung werden folgende Lasten weitergegeben. Es handelt sich hierbei um die auf die Stützenköpfe drückenden Kräfte (Auflagerreaktionen der vorangegangenen Rechenmodelle x(-1)):

	Resultierende Auflagerkräfte										
	Stützen- Achse	Abtriebskräfte aus Imperfektion (als Q)		Wind 1 (in x pos.)		Wind 2 (in x neg.)		Wind 3 (in y pos.)		Wind 4 (in y neg.)	
		max. Hx [kN]	min. Hx [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]
Mitte / außen	1 C	25	-25	32	0	-26	0	3,5	21,5	3,5	-21,5
	16 C	25	-25	26	0	-32	0	-3,5	21,5	-3,5	-21,5
West	2 f	25	-25	32	0	-25	0	10,5	23	-4	-23
	3 e	25	-25	35	0	-27,1	0	16	30	-9	-30
	4 d	32	-32	45	0	-35	0	24	44	-14	-44
	5 c	32	-32	45	0	-35	0	25	48	-15,5	-48
	6 b	45	-45	16	0	-16	0	0	55	0	-55
	7 a	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	8 a	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	9 a	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	10 a	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	11 b	45	-45	16	0	-16	0	0	55	0	-55
	12 c	32	-32	35	0	-45	0	-25	48	15,5	-48
	13 d	32	-32	35	0	-45	0	-24	44	14	-44
	14 e	25	-25	27,1	0	-35	0	-16	30	9	-30
	15 f	25	-25	25	0	-32	0	-10,5	23	4	-23
Ost	2 h	25	-25	32	0	-25	0	-4	23	10,5	-23
	3 i	25	-25	35	0	-27,1	0	-9	30	16	-30
	4 j	32	-32	45	0	-35	0	-14	44	24	-44
	5 k	32	-32	45	0	-35	0	-15,5	48	25	-48
	6 l	45	-45	16	0	-16	0	0	55	0	-55
	7 m	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	8 m	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	9 m	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	19 m	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	11 l	45	-45	16	0	-16	0	0	55	0	-55
	12 k	32	-32	35	0	-45	0	15,5	48	-25	-48
	13 j	32	-32	35	0	-45	0	14	44	-24	-44
	14 i	25	-25	27,1	0	-35	0	9	30	-16	-30
	15 h	25	-25	25	0	-32	0	4	23	-10,5	-23



Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		Auftrag Nr.	H22 11219	Seite	2
		Datum	06/2024	Pos.	3.3.4
Die Bemessung des Stahlbaus erfolgt in Pos. 4. Die Schnittgrößen aus dieser Position (3) werden dafür herangezogen.					


STATISCHE BERECHNUNG

Radsportzentrum Schwerin Neubau

Genehmigungsplanung

Pos. 4 Dachtragwerk

Kap./Pos.	Bezeichnung	Seiten
4.1	Allgemeines	
4.1.1	Beschreibung	1 - 4
4.1.2	Berechnungsmodelle	1 - 1
4.1.3	Berücksichtigung der Aussteifungskräfte aus Pos. 3	1 - 11
4.1.4	Querschnittsklassen	1 - 1
4.2	Fachwerkbinder	
4.2.1	Erläuterung	1 - 3
4.2.2	Schnittgrößen und Spannungen aus Pos. 3	1 - 2
4.2.3	Zusammenfassung der Spannungsnachweise und Stabilität	1 - 2
4.3	Fachwerkbinder Achse 2 / 15	
4.3.1	Allgemeines	1 - 10
4.3.2	Lastaufbringung	1 - 8
4.3.3	Schnittgrößen	1 - 13
4.3.4	Spannungen und Durchbiegungen	1 - 10
4.3.5	Auflagerkräfte	1 - 4
4.4	Fachwerkbinder Achse 3 / 14	
4.4.1	Allgemeines	1 - 12
4.4.2	Lastaufbringung	1 - 5
4.4.3	Schnittgrößen	1 - 13
4.4.4	Spannungen und Durchbiegungen	1 - 10
4.4.5	Auflagerkräfte	1 - 4
4.5	Fachwerkbinder Achse 3 / 14	
4.5.1	Allgemeines	1 - 12
4.5.2	Lastaufbringung	1 - 6
4.5.3	Schnittgrößen	1 - 8
4.5.4	Spannungen und Durchbiegungen	1 - 8
4.5.5	Auflagerkräfte	1 - 4

Leonhardt , Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		 Leonhardt,Andrä und Partner		Auftr.Nr.: H22 11219	Seite: II
				Datum: 09/ 2024	Pos.: 4
4.6	Fachwerkbinder Achsen 4-5, 7-10, 12-15				
4.6.1	Allgemeines	1	-	11	
4.6.2	Lastaufbringung	1	-	6	
4.6.3	Schnittgrößen	1	-	8	
4.6.4	Spannungen und Durchbiegungen	1	-	8	
4.6.5	Auflagerkräfte	1	-	4	
4.7	Randfachwerk				
4.7.1	Allgemeines	1	-	1	
4.7.2	Randfachwerk zugeh. Zu Binder Achse 2 / 15	1	-	7	
4.7.3	Randfachwerk zugeh. Zu Binder Achse 3 / 14	1	-	6	
4.7.4	Randfachwerk zugeh. Zu Binder Achse 6 / 11	1	-	5	
4.7.5	Randfachwerk zugeh. Zu Binder Achse 4-5, 7-10, 12-13	1	-	6	
4.7.6	Schnittgrößen aus Pos. 3	1	-	5	
4.7.7	Stabilitäts- und Spannungsnachweise	1	-	7	
4.8	Auflagerkräfte aus Bindern und Randfachwerk / Stützenkräfte zur Weiterleitung				
4.8.1	Beschreibung	1	-	2	
4.8.2	Stützenkräfte aus Dachtragwerk	1	-	5	
4.8.3	In den weiteren Positionen verwendete Stützenkräfte	1	-	4	
4.8.4	Vergleich der Ergebnisse aus Pos. 4.8.2 und 4.8.3	1	-	3	
4.9	Pfetten				
4.9.1	Allgemeines	1	-	1	
4.9.2	Regelpfetten	1	-	9	
4.9.3	Randabschlusspfetten	1	-	5	
4.9.4	Anschluss Regelpfette an System	1	-	4	
4.10	Trapezprofile	1	-	2	
4.11	Aussteifungsverband	1	-	1	
4.12	Randsützen				
4.12.1	Allgemeines	1	-	1	
4.12.2	Einwirkungen	1	-	3	
4.12.3	Bemessung	1	-	21	
4.12.4	Fußpunkt	1	-	1	
4.12.5	Kopfpunkt	1	-	2	
4.12.6	Sonderbetrachtung Stützen in 1 C und 16 C	1	-	20	

4. DACHTRAGWERK

4.1 ALLGEMEINES

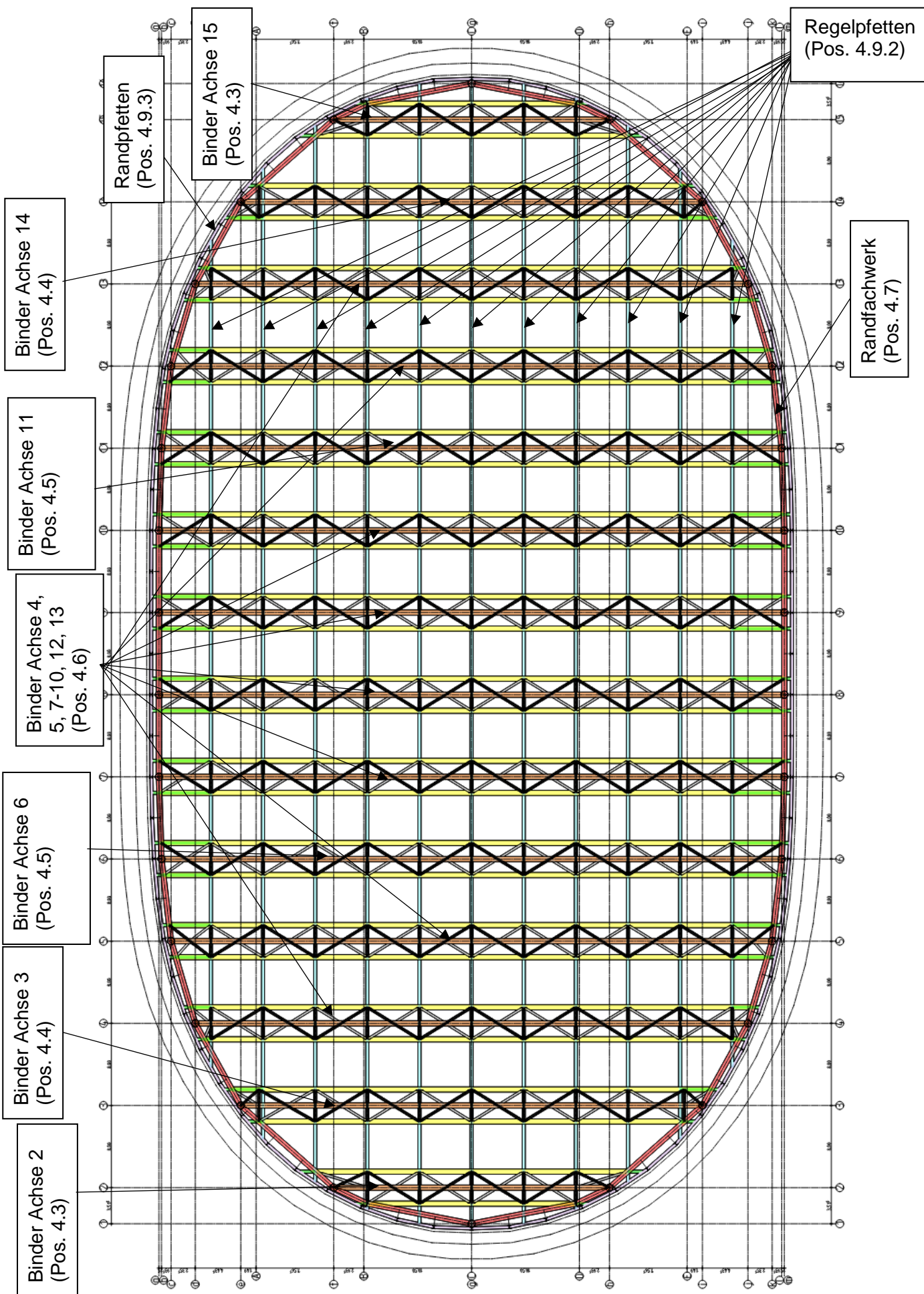
4.1.1 BESCHREIBUNG

Das Dachtragwerk besteht aus 14 dreiecksförmigen Fachwerkbindern mit einer statischen Nutzhöhe zwischen 1,69 m (Achse 2 und 15), und 2,69 m (Achse 4 bis 13) und einem Achsabstand von 8,0 m, den Randfachwerkträgern, die die „Torsionskräfte“ der Binder – ohne Zusatzmomente in die Stützen einzuleiten – auf die benachbarten Stützen aufteilen, den Randpfetten und Pfetten (HEA 280, Achsabstand ca. 5,08 m), sowie den Aussteifungsverbänden zwischen den Achsen 7 und 10 und der Dachhaut (Trapezprofile T160). Alle Fachwerkträger (sowohl Binder, als auch Randfachwerk) sind geometrisch so aufgebaut, dass sich in den Knotenpunkten die Schwerachsen der Diagonalen und der Gurte in einem Punkt treffen und somit keine Anschlussmomente aus Exzentrizität entstehen. Dies gilt auch für die Anschlussknoten zwischen Randfachwerk und Fachwerkbindern. Die Rohre sind warmgefertigte Hohlquerschnitte (MSH-KHP).

In den Positionen 4.2 bis 4.6 werden die in Hallenquerrichtung verlaufenden Fachwerkbinder bemessen. In Pos. 4.7 das Randfachwerk, in Pos. 4.9 die Pfetten, in Pos. 4.10 die Trapezprofile und in Pos. 4.11 der Aussteifungsverband. Anschließend folgen in den Positionen 4.12 und 4.13 die Randstützen für die Sandwichpanele und für den Anschluss der Screen-Fassade an den Rohbau.

Die in Pos. 3 ermittelten Aussteifungskräfte werden nicht explizit auf die lokalen Modelle der Binder aufgebracht. Aus der Aussteifung resultierende Querschnitts-Spannungen werden separat ermittelt und überlagert.

Die Bemessung der Anschlüsse / Details erfolgt durch den AN.



Fachwerkbinder

z = 2.69 m

z. B. Achse 5-12

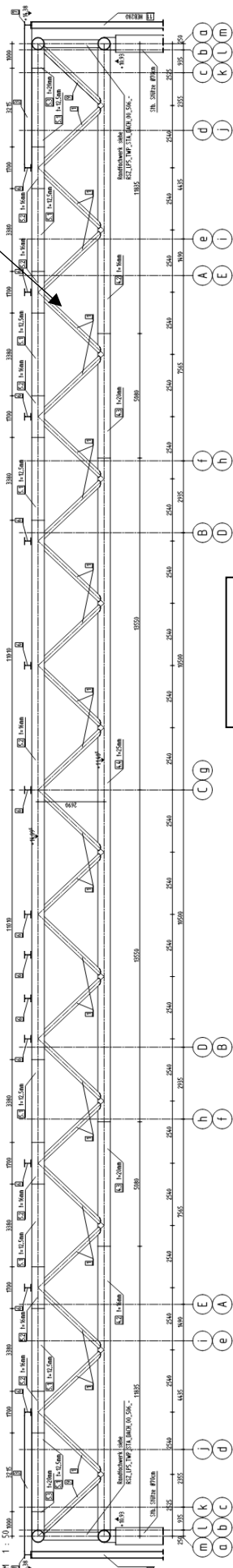
z = 1.69 m

Achse 2 und 15

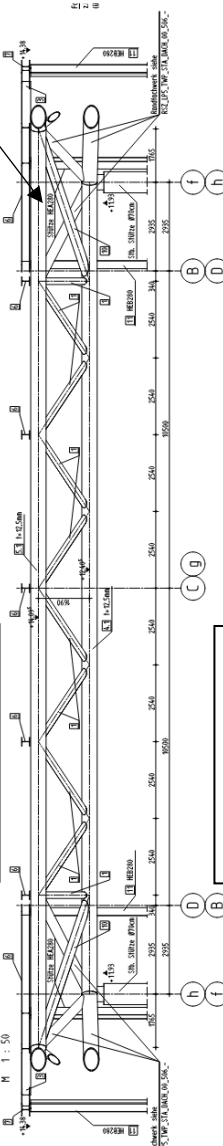
z = 1.94 m

Achse 3 und 14

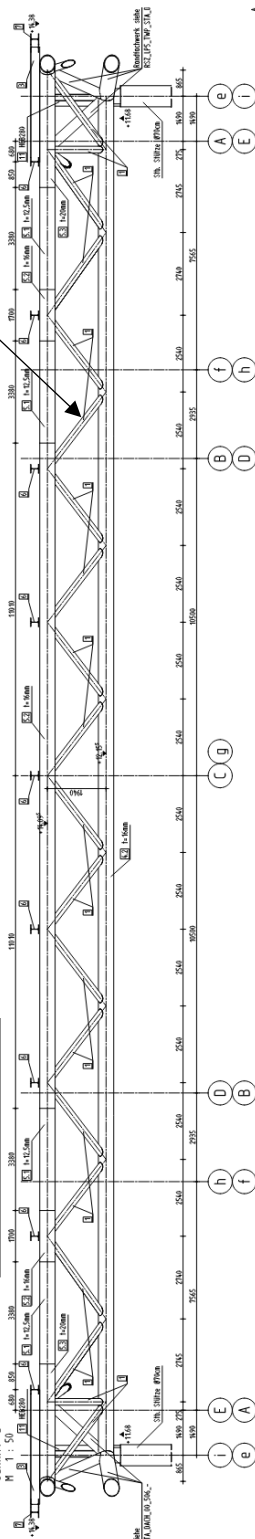
Schnitt 1



Schnitt 2



Schnitt 3



4.1.2 BERECHNUNGSMODELLE

Die Bemessung der Fachwerkbinder und des Randfachwerks für vertikale Lasten erfolgt mit der Software SOFISTIK. Die Nachweise werden auf Spannungsebene geführt. Für die Auswertung werden dabei die Schnittkräfte und Vergleichsspannungen nach linearer-elastischer Balkentheorie herangezogen. Die Bemessung der Knotenpunkte erfolgt durch den AN.

Die Ober- und Untergurte der Binder werden durchlaufend modelliert. Die Diagonalen werden über Momentengelenke (um y und z) an die Gurte angeschlossen. Die Querschnitte werden mit ihrem Querschnitt entsprechend der Übersichtspläne modelliert, wobei Querschnittsverstärkungen an den Knotenpunkten zur Lasteinleitung unberücksichtigt bleiben.

Das Randfachwerk wird abschnittsweise bis zu den benachbarten Stützen mit den jeweiligen Bindern zusammen modelliert und berechnet. Die Diagonalennschlüsse werden dabei analog zu den Bindern gelenkig eingegeben.

Die Pfetten werden als Durchlaufträger mit der Software FRILO DLT bemessen. Die Randabschlusspfetten als Einfeldträger.

Die Bemessung der Trapezprofile erfolgt mit Bemessungstabellen der Firma Polmetall. In den Randbereichen, in denen die Trapezprofile weiter, als 5,08 m spannen (zwischen den Bindern in Achse 5 und 12, sollten die Trapezprofile mit dem benachbarten Feld als Zweifeldträger tragen um die Durchbiegungen zu minimieren. Die weiteren Profile werden als Einfeldträger nachgewiesen.

Für die Aussteifungsverbände wird die Belastung aus der Auswertung aus Pos. 3 herangezogen. Die Bemessung erfolgt mit Belastungstabellen der Firma Halfen (Zugstabsystem DETAN-S).

Die Randstützen für die Fassade werden mit dem Stabwerkprogramm FRILO RSX bemessen. Die statischen Systeme werden in Abschnitt 4.12 genauer erläutert.

4.1.3 BERÜCKSICHTIGUNG DER AUSSTEIFUNGSKRÄFTE AUS POS. 3

In Pos. 3 wird das Aussteifungssystem des Dachtragwerks betrachtet. In den zugrunde gelegten Modellen werden einige Vereinfachungen getroffen. Die Binder werden als biegesteife Stäbe idealisiert, die Fachwerkebene zwischen den Obergurten der Binder wird nicht gesondert betrachtet, die Windverbände im System 2 werden vereinfacht in den Knoten der Binderachsen angeschlossen,... . Da die in den nachfolgenden Positionen betrachteten Systeme zur Binderbemessung losgelöst von den Aussteifungsmodellen sind, muss ein Umgang mit den aus ihnen resultierenden Schnittgrößen gefunden werden.

Nachfolgend wird der Vorgang zur Berücksichtigung der Aussteifungskräfte beschrieben für:

- a) Fachwerkbinder
- b) Randfachwerk
- c) Pfetten
- d) Auflagerkräfte (Stützenkräfte)

maximale Stabkräfte aus Pos. 3 (Betrag, Werte können auch negatives Vorzeichen haben)							
Bauteil	System-Modell aus Pos. 3 *	Wind			Abtriebskräfte (Verkehr)		
		N _{k1} [kN]	M _{zk1} [kNm]	V _{yk1} [kN]	N _{k2} [kN]	M _{zk2} [kNm]	V _{yk2} [kN]
Binder Achse 2 / 15	1	45,6	194,8	65,2	15,7	99,9	39,8
Binder Achse 3 / 14	1	22,2	140,2	52,8	17,8	68,3	32,6
Binder Achse 4 / 13	1	29,6	117	57,6	16,1	97,5	14,6
Binder Achse 5 / 12	1	40,3	119	19,7	10,4	94,5	8,73
Binder Achse 6 / 11	1	39,3	-	-	-	-	-
Binder Achse 6 / 11	2	42,3	68,2	8,3	8,6	197	23,9
Binder Achse 7 / 10	2	74,2	69	10,4	102,3	196,9	24,4
Binder Achse 8 / 9	2	55,5	67	6	9,69	196,8	19,5
Randfachwerk A 1-6	1	88,3	28,9	16,6	60,8	17,6	10
Randfachwerk A 6-11	2	12,6	30,2	8,04	21,4	22,7	6,2
Pfetten A 1-6	1	62,6	5,3	5,2	39,4	1,89	4
Pfetten A 6-11	2	4,37	7,04	2,7	5,78	3,73	1
Aussteifungsverbände	2	10	-	-	25,1	-	-

* System entsprechend Pos. 3.1.2 (System 1: Achsen 1-6 bzw. 11-16, System 2: Achsen 6 bis 11)

	Resultierende Auflagerkräfte										
	Stützen-Achse	Abtriebskräfte aus Imperfektion (als Q)		Wind 1 (in x pos.)		Wind 2 (in x neg.)		Wind 3 (in y pos.)		Wind 4 (in y neg.)	
		max. Hx [kN]	min. Hx [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]
Mitte / außen	1 C	25	-25	32	0	-26	0	3,5	21,5	3,5	-21,5
	16 C	25	-25	26	0	-32	0	-3,5	21,5	-3,5	-21,5
West	2 f	25	-25	32	0	-25	0	10,5	23	-4	-23
	3 e	25	-25	35	0	-27,1	0	16	30	-9	-30
	4 d	32	-32	45	0	-35	0	24	44	-14	-44
	5 c	32	-32	45	0	-35	0	25	48	-15,5	-48
	6 b	45	-45	16	0	-16	0	0	55	0	-55
	7 a	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	8 a	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	9 a	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	10 a	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	11 b	45	-45	16	0	-16	0	0	55	0	-55
	12 c	32	-32	35	0	-45	0	-25	48	15,5	-48
	13 d	32	-32	35	0	-45	0	-24	44	14	-44
	14 e	25	-25	27,1	0	-35	0	-16	30	9	-30
	15 f	25	-25	25	0	-32	0	-10,5	23	4	-23
Ost	2 h	25	-25	32	0	-25	0	-4	23	10,5	-23
	3 i	25	-25	35	0	-27,1	0	-9	30	16	-30
	4 j	32	-32	45	0	-35	0	-14	44	24	-44
	5 k	32	-32	45	0	-35	0	-15,5	48	25	-48
	6 l	45	-45	16	0	-16	0	0	55	0	-55
	7 m	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	8 m	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	9 m	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	19 m	45	-45	16	0	-16	0	0	48	0	-48
	11 l	45	-45	16	0	-16	0	0	55	0	-55
	12 k	32	-32	35	0	-45	0	15,5	48	-25	-48
	13 j	32	-32	35	0	-45	0	14	44	-24	-44
	14 i	25	-25	27,1	0	-35	0	9	30	-16	-30
	15 h	25	-25	25	0	-32	0	4	23	-10,5	-23

a) Fachwerkbinder

Für die Bemessung der Binder werden die in Pos. 3 ermittelten Schnittgrößen auf das Obergurtfachwerk (je 2 Obergurte + Diagonalen und Pfosten) umgerechnet. Die hieraus resultierenden Schnittkräfte und Spannungen werden in einer abschließenden Betrachtung auf die aus den vertikalen Lasten entstehenden Schnittkräfte und Spannungen addiert und gemeinsam nachgewiesen.

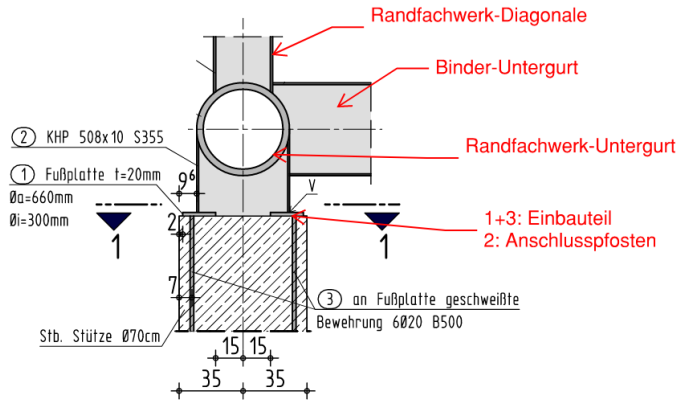
Horizontale Beanspruchungen auf die Binder müssen somit nicht zusätzlich in den jeweiligen Einzelmodellen betrachtet werden.

- Die Normalkräfte der Binderstäbe aus Pos. 3 werden mit ihrem vollen Betrag je Obergurt angesetzt.

Die Einleitung der horizontalen Auflagerkräfte in Hallenquerrichtung (kurze Hallenseite) erfolgt über ein Einbauteil auf den Stützen, an das der Binderuntergurt angeschlossen ist.

Prinzipdetail Fachwerkauflagerung

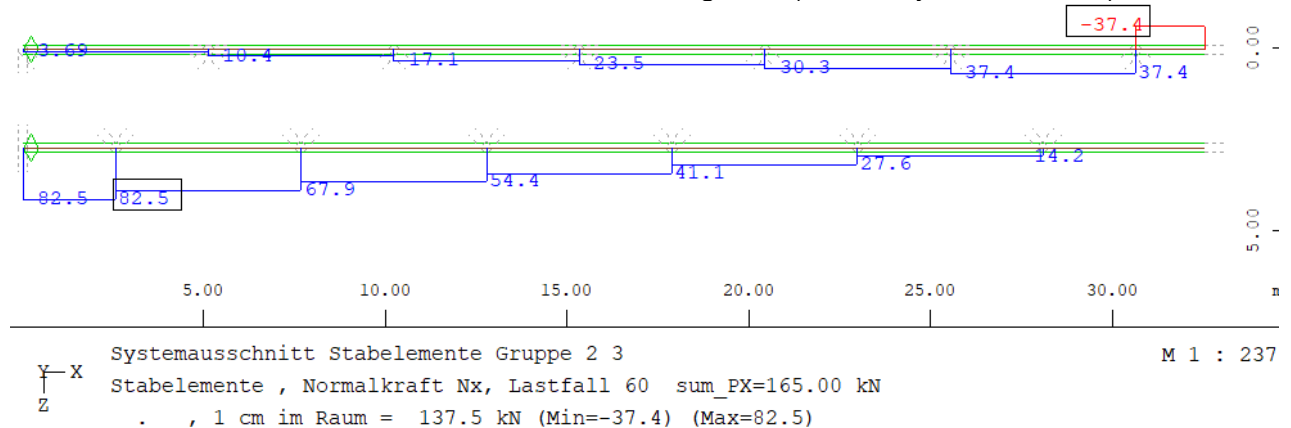
1 : 25



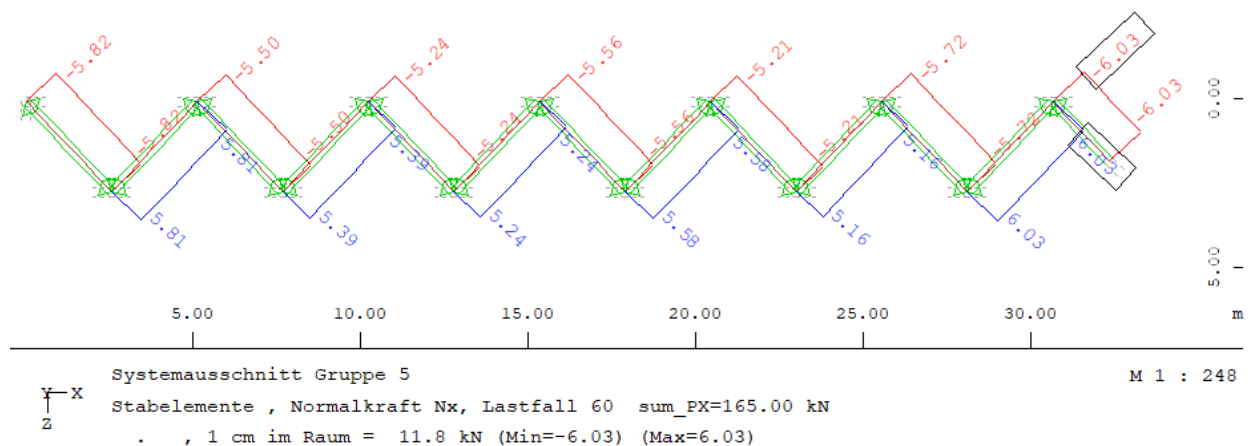
Die Lagerkräfte sind entsprechend durch die Untergurte der Binder über die Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt in die Obergurte zu führen. Die horizontalen Auflagerkräfte sind im Vergleich zu den in den Untergurten vorhandenen Normalkräfte so gering, dass diese Kräfte nur beim Nachweis der Einleitung in das Einbauteil berücksichtigt werden müssen. Auch die Zusatzbelastung der Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt ist vernachlässigbar klein, da die Lasteintragung über alle Diagonalen aufgeteilt wird.

Beispiel: Die maximale horizontale Auflagerkraft in Hallenquerrichtung aus Pos. 3 (Lastfall Wind 3) beträgt $1,5 \cdot 55 \text{ kN} = 82,5 \text{ kN}$ (in Achse 6):

Resultierender Normalkraftverlauf in Ober- und Untergurten (halbes System Achse 6):



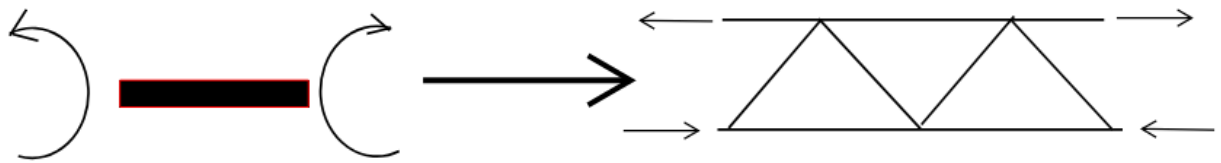
Resultierender Normalkraftverlauf der Diagonalen (halbes System Achse 6):



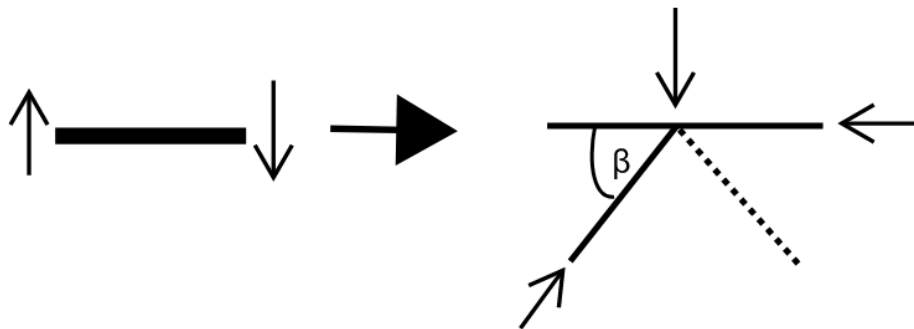
Die maximale Zugkraft im Binderuntergurt Achse 6 beträgt im GZT ca. 10000 kN (s. Pos. 4.6)
Die maximale Zugkraft in den Diagonalen beträgt ca. 1150 kN.

→ Der Lastanteil der Einleitung der horizontalen Auflagerkraft ist kleiner als 1 % der Maximalkräfte. Die Beanspruchungen aus der Aussteifung sind somit lediglich für die Obergurt-Pfetten-Ebene relevant. In der Untergurt / Stützenkopf-Ebene sind die Lasten nur für die Einleitung der Auflagerkraft in das Einbauteil relevant.

- b. Biegemomente der Binderstäbe werden als Kräftepaare zwischen den Obergurten der jeweiligen Binder betrachtet

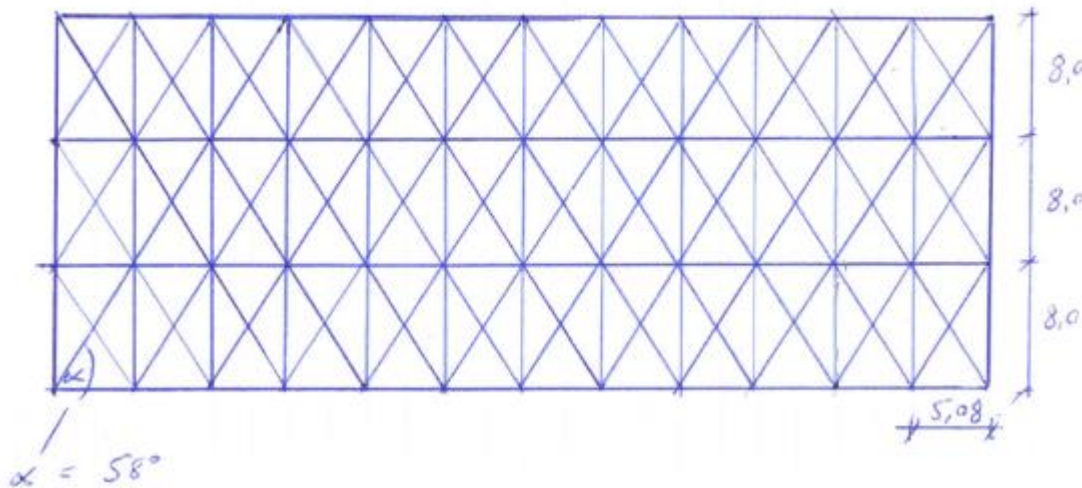


- c. Querkräfte werden auf die Obergurt-Diagonalen über ihren Neigungswinkel umgerechnet



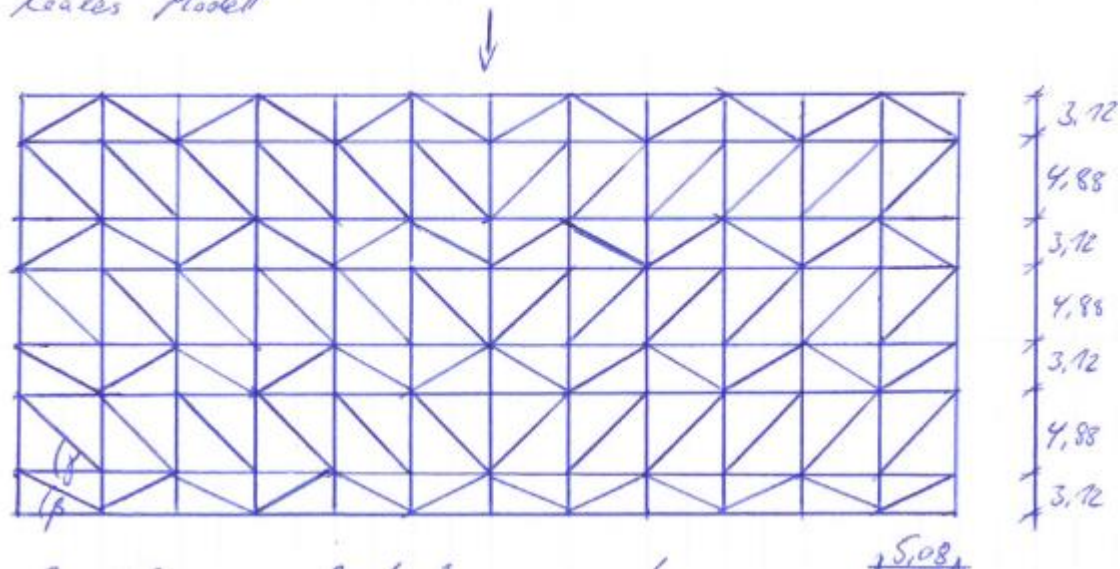
- d. Im mittleren Aussteifungsbereich wird der Windverband in Pos. 3 (System 2) vereinfacht abgebildet. Folgende Modellungenauigkeiten sind vorhanden:

Rechenmodell Pos. 3



- Diagonalen werden als Druck- und Zugstäbe berechnet.
- Binder werden als biege- und Schubsteife Stäbe im Schwerpunkt des Obergurtfachwerks idealisiert
 - Binderdiagonalen zwischen den Obergurten werden nicht berücksichtigt
 - Winkel der Windverbands-Streben werden steiler angesetzt, als sie eigentlich sind
 - Aus Fachwerk resultierende O-Gurt-Kräfte werden verschmiert

Reales Modell

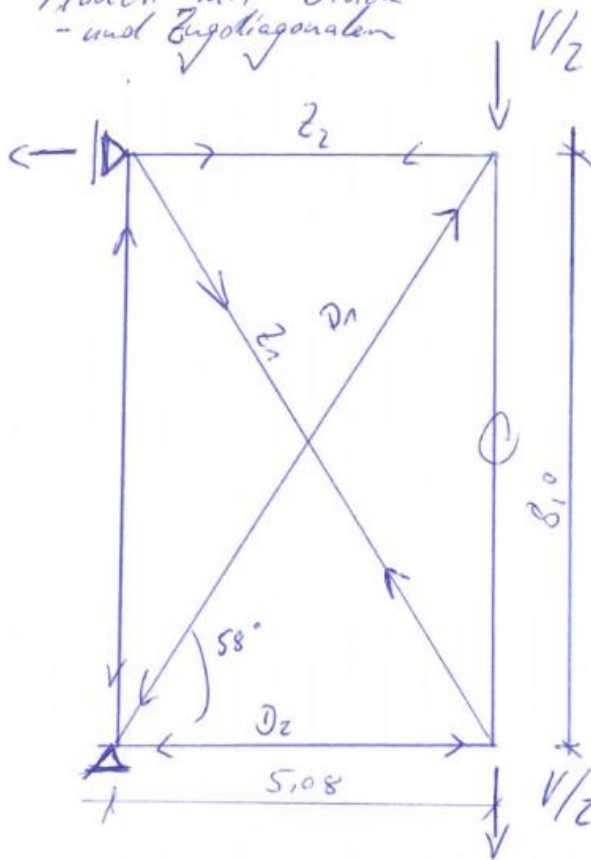


$\beta = 32^\circ$

$\gamma = 44^\circ$

- Ausfachungen (Windverbands-Streben mit Winkel γ) wirken nur auf Zug
- Obergurt-Ebene der Binder wird beansprucht (Diagonalen mit Winkel β und Gurte)
- Gurt-Normalkräfte verteilen sich auf mehrere Gurte

Modell mit Druck-
- und Zugdiagonalen



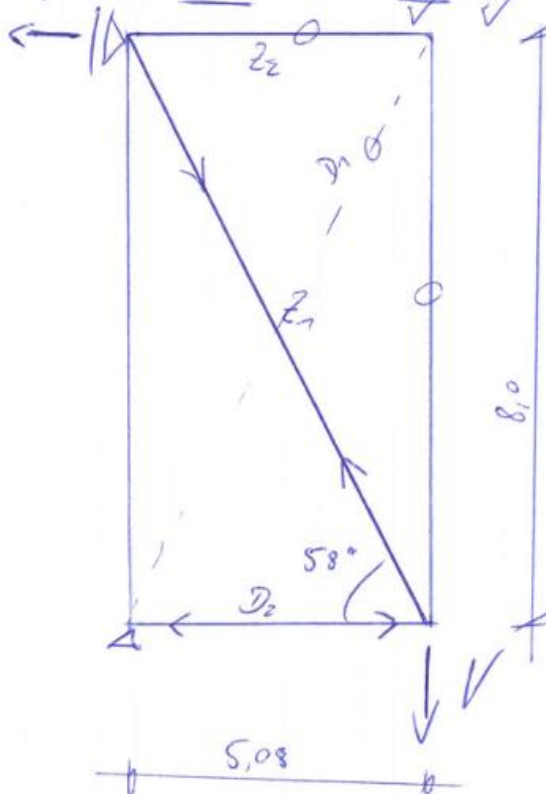
(Kräfte als Design-Werte)

$$Z_1 = -D_1 = 1.5 \cdot (27.9 + 10) = 57 \text{ kN}$$

$$Z_2 = -D_2 = \cos 58^\circ \cdot 57 \text{ kN} = 30 \text{ kN}$$

$$V/2 = \sin 58^\circ \cdot 57 = 48 \text{ kN}$$

Modell nur mit Zugdiagonalen



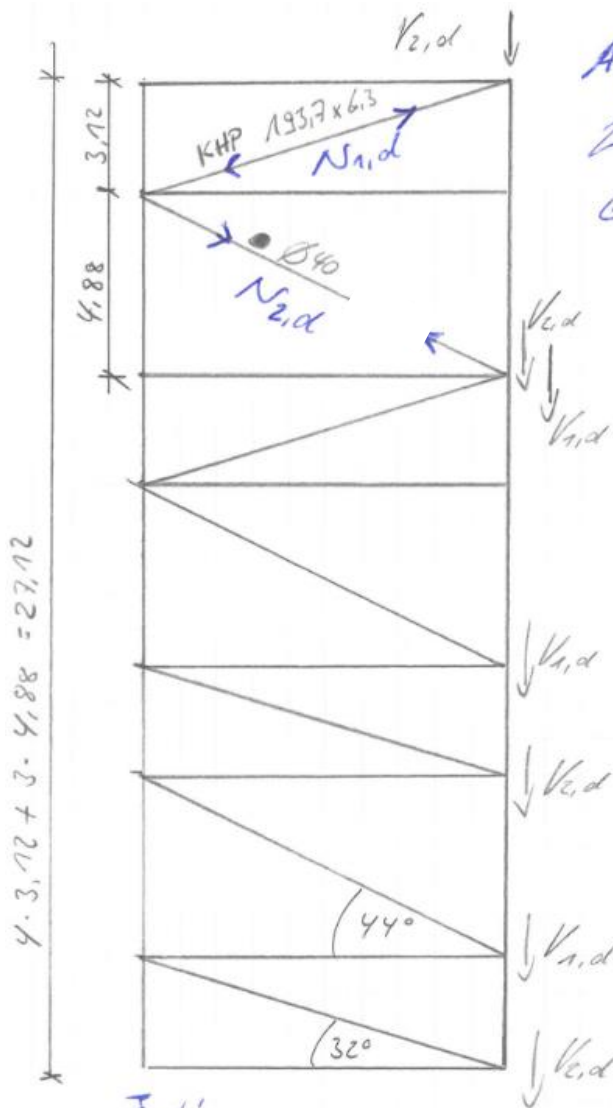
$$D_1 = 0$$

$$Z_2 = 0$$

$$Z_1 = 2 \cdot 57 \text{ kN} = 114 \text{ kN}$$

$$D_2 = 2 \cdot 30 \text{ kN} = 60 \text{ kN}$$

$$V = 96 \text{ kN}$$



Aufteilung der „Querkraft“ auf
Windverband und Binder-Obergurt-
Ebene)

$V_{1,d}$ - „Querkraftanteil“ aus Verbands-
diagonalen $V_{1,d} = 96 \text{ kN}$

$V_{2,d}$ - Querkraftanteil der idealisierten
Binder-Stäbe aus Modell Pos. 3

$$V_{2,d} = 1,5 \cdot (19,4 + 24,4) = 52 \text{ kN}$$

$$E V_{1,d} = 3 \cdot 96 = 288 \text{ kN}$$

$$E V_{2,d} = 4 \cdot 52 = 208 \text{ kN}$$

$$E V_{1,d} + E V_{2,d} = 288 + 208 = 496 \text{ kN}$$

Kraft in Diagonalen KHP 193,7x6,3

$$N'_{1,d} = \frac{496 \cdot 4 \cdot 3,12 / 27,12}{4 \cdot \sin 32^\circ} = 108 \text{ kN}$$

Kraft in Diagonalen $\varnothing 40 \text{ mm}$

$$N'_{2,d} = \frac{496 \cdot 3 \cdot 4,88 / 27,12}{3 \cdot \sin 44^\circ} = 128 \text{ kN}$$

Zur Berücksichtigung der Modellungenauig-
keiten sind die resultierenden Normalkräfte
um 20% zu erhöhen:

$$N_{1,d} = 1,2 \cdot 108 \text{ kN} = \pm 130 \text{ kN}$$

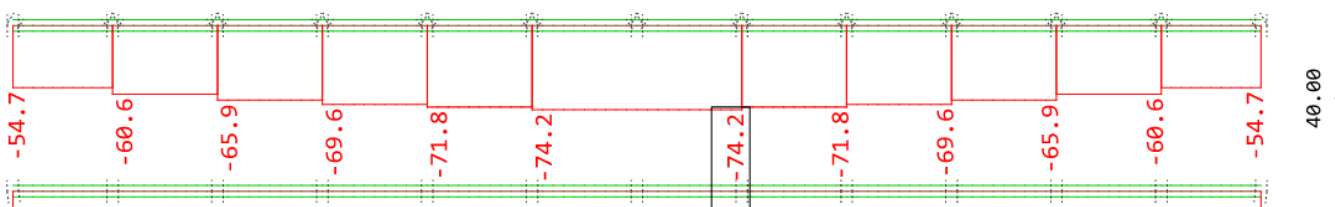
$$N_{2,d} = 1,2 \cdot 128 \text{ kN} = 154 \text{ kN}$$

k_2'
 $k_1' + k_2'$
 k_1'
 k_2'
 k_1'
 k_2'

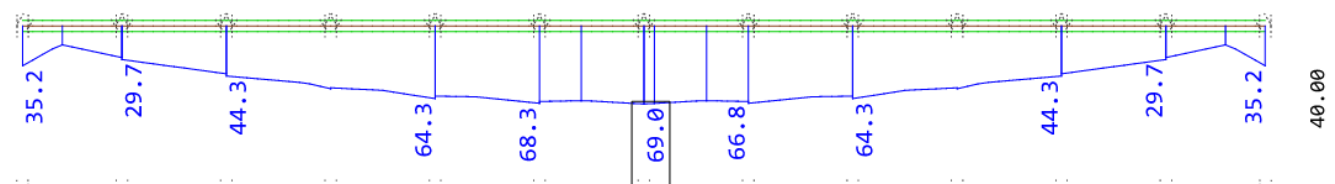
Beispiel Binder Achse 7:

Für Binderobergurte:

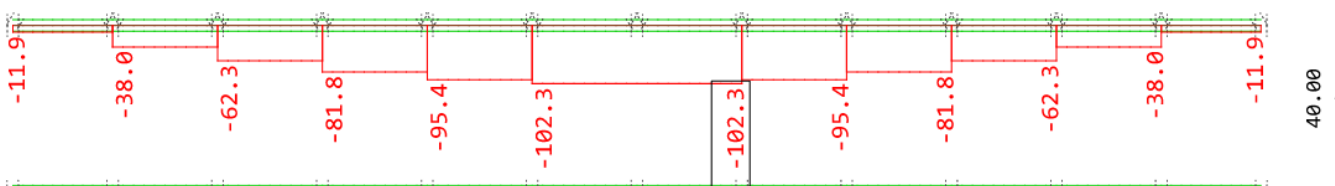
max |N| [kN] aus Wind (LF 102, Pos. 3.3.3, S. 37):



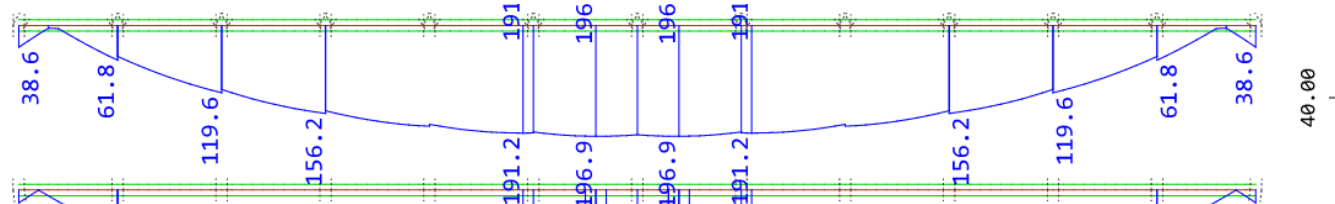
max |M| [kNm] aus Wind (LF 105, Pos. 3.3.3, S. 38):



max |N| [kN] aus Abtriebskräften (LF 202, Pos. 3.3.3, S. 57):



max |M| [kNm] aus Abtriebskräften (LF 205, Pos. 3.3.3, S. 58):



➔ Resultierende Obergurtnormalkraft (je Obergurt) $[N'_{Ed} = \gamma^* (\Sigma N_k + \Sigma (M/z))]$:

$$N'_{Ed} = 1,5 \cdot (74,2 + 102,3 + (69 + 196,9) / 3,12) = 392,6 \text{ kN}$$

$$\sigma'_{Ed} = N'_{Ed} / A$$

Diagonalen zwischen den Obergurten:

($N'_{Ed} = \pm 130 \text{ kN}$ wird für alle Binderdiagonalen im Bereich des Aussteifungsverbandes angesetzt (Achse 7 bis 10). Für die Diagonalen der weiteren Binder gilt: $N'_{Ed} = V_{Ed, \text{Pos.3}} / \sin \beta$

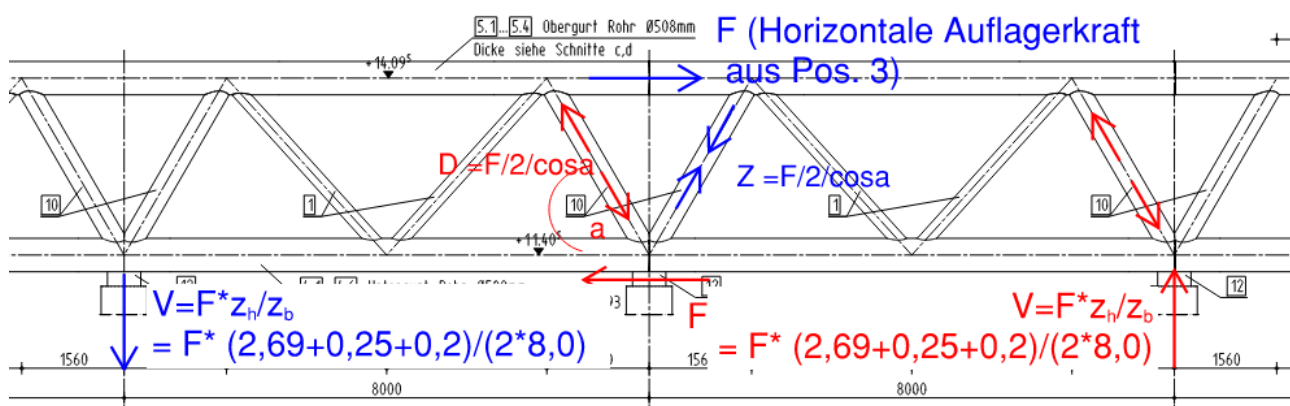
mit β = Öffnungswinkel der Diagonalen.

$$\sigma_{Ed} = N'_{Ed} / A$$

b) Randfachwerk

Die in Position 3 ermittelten Schnittgrößen für das Randfachwerk werden händisch mit den zugehörigen Schnittgrößen aus dem jeweiligen Binder-/Randfachwerkmodell überlagert. Die entsprechenden Spannungs- und Stabilitätsnachweise werden händisch geführt.

Für die Ermittlung des Einflusses des Versatzes zwischen Stützenkopf und Obergurt werden die maßgebenden Auflagerkräfte aus Wind- und Aussteifungs-Lastfällen aus Pos. 3 Stützenweise gedanklich am Obergurt über dem Stützenkopf angesetzt. Die Kräfte müssen über die Diagonalen in die Stützenköpfe geführt werden. Durch den Hebelarm entsteht ein Versatzmoment, dass über vertikale Auflagerkräfte der benachbarten Stützen abgetragen werden kann.



In den Achsen 5 bis 12 haben dabei nur die Auflagerkraft in Hallenlängsrichtung einen Einfluss auf das Randfachwerk. in den Achsen 1 bis 4 und 13 bis 16 auch die Auflagerkräfte in Hallenquer- richtung, da das Randfachwerk hier nicht mehr senkrecht zu den Binderachsen verläuft. Diese Be- trachtung liefert Ergebnisse, die auf der sicheren Seite liegen.

In den Achsen 6 und 11 kann wegen der Dehnungsfuge lediglich auf den Hebelarm z_b eines ein- zelnen Feldes zurückgegriffen werden.

Stütze Achse	Horizontale Auflagerkräfte aus Pos. 3					Umrechnungsparameter				
	H_x Wind	H_y Wind	$H_{res.}$ Wind	H_x Abtrieb	H_y Abtrieb	z_h	M_{Wind}	$M_{Abtrieb}$	z_b	α
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	$H \cdot z_h$ [kNm]	$H \cdot z_h$ [kNm]	[m]	[°]
1 / 16	32,00	21,50	38,55	25,00	0,00	2,14	82,50	53,50	16,00	50,00
2 / 15	32,00	23,00	39,41	25,00	0,00	2,14	84,33	53,50	16,00	50,00
3 / 14	35,00	30,00	46,10	25,00	0,00	2,39	110,17	59,75	16,00	60,00
4 / 13	45,00	44,00	62,94	32,00	0,00	3,14	197,62	100,48	16,00	60,00
5 / 12	45,00	-	45,00	32,00	0,00	3,14	141,30	100,48	16,00	60,00
6 / 11	16,00	-	16,00	45,00	0,00	3,14	50,24	141,30	8,00	60,00
7 / 10	16,00	-	16,00	45,00	0,00	3,14	50,24	141,30	16,00	60,00
8 / 9	16,00	-	16,00	45,00	0,00	3,14	50,24	141,30	16,00	60,00

In den Achsen 1-4 bzw. 13 - 16 läuft das Randfachwerk nicht mehr senkrecht zu den Bindern. Hier wird die Resultierende Windkraft

$H_{Wind} = (H_{Wind, Längsrichtung}^2 + H_{Wind, Querrichtung}^2)^{0,5}$ angesetzt.

maximale Normalkräfte in den Diagonalen aus Horizontalkraftbeanspruchung (Pos. 3)

Aus Stützenkraft in Achse	Lasttyp	Feld 1 / 2	Feld 2/3	Feld 3/4	Feld 4/5	Feld 5/6	Feld 6/7	Feld 7/8	Feld 8/9
		Feld 16/15	Feld 15/14	Feld 14/13	Feld 13/12	Feld 12/11	Feld 11/10	Feld 10/9	Feld 9/8
1 / 16	Wind	29,99							
	Abtrieb	19,45							
2 / 15	Wind	30,65	30,65						
	Abtrieb	19,45	19,45						
3 / 14	Wind		46,10	46,10					
	Abtrieb		25,00	25,00					
4 / 13	Wind			62,94	62,94				
	Abtrieb			32,00	32,00				
5 / 12	Wind				45,00	45,00			
	Abtrieb				32,00	32,00			
6 / 11	Wind					16,00	16,00		
	Abtrieb					45,00	45,00		
7 / 10	Wind						16,00	16,00	
	Abtrieb						45,00	45,00	
8 / 9	Wind							16,00	16,00
	Abtrieb							45,00	45,00

Vertikale Auflagerkräfte aus Horizontalkraftbeanspruchung (Pos. 3)

Aus Stützenkraft in Achse	Lasttyp	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	Achse 5	Achse 6	Achse 7	Achse 8
		Achse 16	Achse 15	Achse 14	Achse 13	Achse 12	Achse 11	Achse 10	Achse 9
1 / 16	Wind		5,16						
	Abtrieb		3,34						
2 / 15	Wind	5,27		5,27					
	Abtrieb	3,34		3,34					
3 / 14	Wind		6,89		6,89				
	Abtrieb		3,73		3,73				
4 / 13	Wind			12,35		12,35			
	Abtrieb			6,28		6,28			
5 / 12	Wind				8,83		8,83		
	Abtrieb				6,28		6,28		
6 / 11	Wind						6,28	6,28	
	Abtrieb						17,66	17,66	
7 / 10	Wind						3,14		3,14
	Abtrieb						8,83		8,83
8 / 9	Wind							3,14	
	Abtrieb							8,83	
Σ	Wind	10,54	12,04	17,62	15,72	12,35	18,25	9,42	6,28
	Abtrieb	6,69	7,08	9,62	10,01	6,28	32,77	26,49	17,66

c) Pfetten

Der Einfluss des Aussteifungsverhaltens auf die Pfetten ist zwar gering, dennoch werden die in Pos. 3 ermittelten Schnittkräfte bei der Bemessung herangezogen. Insbesondere ist sicherzustellen, dass die Normalkraftdifferenzen aus Pos. 3 an den Pfettenanschlusspunkten (an Randfachwerk und Bindern) eingeleitet werden können.

d) Auflagerkräfte

Die in Pos. 3 ermittelten horizontalen Auflagerkräfte werden direkt auf die Stb.-Randstützen aufgebracht. Der Versatz zwischen Randfachwerk-Obergurtebene zu Anschlusspunkt des Stahlbaus an die Stahlbetonstützen führt zu den unter b) beschriebenen Versatzmomenten, die durch das Randfachwerk auf die benachbarten Stützen als Vertikalkräfte aufgeteilt werden.

4.1.4 QUERSCHNITTSKLASSEN

Die Diagonalen der Binder und des Randfachwerks sollten der Querschnittsklasse 1 zugeordnet werden können, damit sie über ein ausgeprägtes Rotationsvermögen verfügen, sodass sich Fließgelenke einstellen können. Die Gurte der Binder werden in Anlehnung an die Gültigkeitsbereiche für geschweißte Querschnitte von KHP-Streben an KHP-Gurtstäbe nach DIN EN 1993-1-8 Abs. 7.4.1 (Tab. 7.1) den QKL 1/2 zugeordnet. Lokales Beulen ist damit ausgeschlossen. Wegen der geringen Auslastung der Randfachwerk-Gurte wird von einer Einstufung in die Querschnittsklassen 1 und 2 abgesehen. Das Plastizieren der Anschlussbereiche kann hier ausgeschlossen werden. Die Randfachwerk-Gurte werden in QKL 3 eingeordnet. Lediglich die Anschlussknoten zu den Bindern sind stärker (QKL 1 / 2) auszubilden.

Für QKL 1 gilt:

$$d/t \leq 50 \cdot \epsilon^2 = 33$$

Für QKL 2 gilt:

$$d/t \leq 70 \cdot \epsilon^2 = 46$$

Für QKL 3 gilt:

$$d/t \leq 90 \cdot \epsilon^2 = 59,4$$

$\varnothing_{\text{Rohr}}$	QKL	min t
508,0 mm	3	9 mm
508,0 mm	2	11 mm
323,9 mm	1	10 mm
219,8 mm	1	7 mm
193,7 mm	1	6 mm

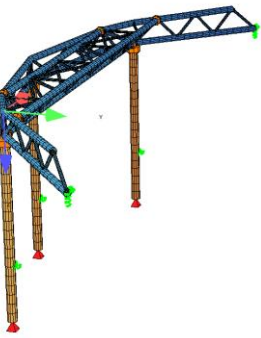
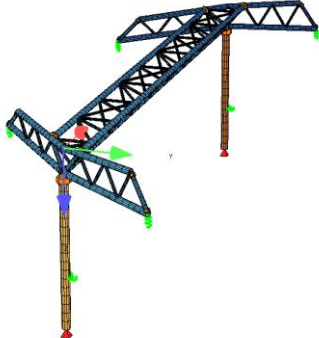
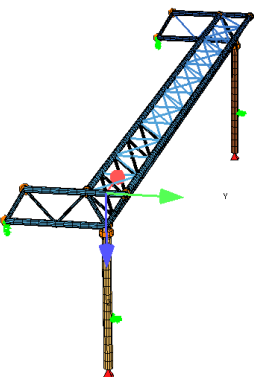
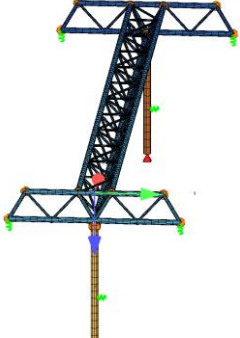
Die weiteren verwendeten Querschnitte sind Walzprofile der Querschnittsklassen 1 oder 2.

4.2 FACHWERKBINDER

4.2.1 ERLÄUTERUNG

Für die Bemessung der Fachwerkbinder werden Teilmodelle der jeweiligen Binder mit dem zugehörigen Randfachwerkbereich bis zu den benachbarten Stützen modelliert. Diese Teilmodelle dienen der Ermittlung des Tragwerksantwort auf vertikale Einwirkungen (Eigengewicht, Ausbaulast, Verkehr).

Folgende Teilmodelle werden betrachtet:

Binderachse 2 / 15	Binderachse 3 / 14	Binderachse 6 / 11	Binderachsen 4, 5, 7-10, 12, 13
Pos. 4.3	Pos. 4.4	Pos. 4.5	Pos. 4.6
			

In den Positionen 4.3 bis 4.6 wird jeweils zunächst das zugehörige Modell beschrieben (4.X.1). Anschließend werden die Lastaufbringung (4.X.2) und die resultierenden Schnittgrößen (4.X.3) für die jeweiligen Einzellasten und Kombinationen für den GZT dokumentiert. Danach werden die Normal- und Vergleichsspannungen im GZT sowie die Durchbiegung im GZG (4.X.4) ausgegeben. Abschließend werden die Auflagerkräfte dokumentiert (4.X.5). Da die Stützen in den Teilmodellen mitmodelliert wurden, sind als horizontale Auflagerkräfte der Dachkonstruktion die Querkräfte an den Stützenköpfen zu betrachten. Da die Stützen in einer separaten Position bemessen werden, wird die Wichte des Stahlbetons bei dieser Betrachtung auf 0 gesetzt. Zur Berücksichtigung der Rissbildung im GZT wird der Beton-E-Modul um 50 % reduziert ($E = 18500 \text{ N/mm}^2$). Für die vertikal wirkenden Federn wird eine Federsteifigkeit von $585.833,0 \text{ kN/m}$ angesetzt. Diese ergibt sich über den Stützendurchmesser (70 cm) eine Stützenlänge von ca. 12,0 m und den E-Modul 18500 N/mm^2 . Für die horizontalen Auflagerfedern wird eine Steifigkeit von $100.000,0 \text{ kN/m}$ angesetzt.

In Pos. 4.2.2 werden die aus Pos. 3 resultierenden Schnittgrößen und Spannungen zusammengefasst.

Einer besseren Übersicht dienend werden die für die Binder erforderlichen Spannungs- und Stabilitätsnachweise vor der EDV-Ausgabe in der Position 4.2.3 geführt.

Die Ober- und Untergurte der Binder werden durchlaufend modelliert. Die Diagonalen werden über Momentengelenke (um y und z) an die Gurte angeschlossen. Die Querschnitte werden mit ihrem Querschnitt entsprechend der Übersichtspläne modelliert, wobei Querschnittsverstärkungen an den Knotenpunkten zur Lasteinleitung unberücksichtigt bleiben.

Die **Lastfallkombinationen** für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und den Grenzzustand der Tragfähigkeit werden entsprechend der nach DIN EN 1990 + NA geltenden Kombinationsregeln erstellt.

Einwirkung	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Nutzlasten im Hochbau (Kategorien siehe EN 1991-1-1) ^a			
— Kategorie A: Wohn- und Aufenthaltsräume	0,7	0,5	0,3
— Kategorie B: Büros	0,7	0,5	0,3
— Kategorie C: Versammlungsräume	0,7	0,7	0,6
— Kategorie D: Verkaufsräume	0,7	0,7	0,6
— Kategorie E: Lagerräume	1,0	0,9	0,8
— Kategorie F: Verkehrsflächen, Fahrzeuglast ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
— Kategorie G: Verkehrsflächen, $30 \text{ kN} \leq \text{Fahrzeuglast} \leq 160 \text{ kN}$	0,7	0,5	0,3
— Kategorie H: Dächer	0	0	0
Schnee- und Eislasten, siehe DIN EN 1991-1-3			
— Orte bis zu NN + 1 000 m	0,5	0,2	0
— Orte über NN + 1 000 m	0,7	0,5	0,2
Windlasten, siehe DIN EN 1991-1-4	0,6	0,2	0
Temperatureinwirkungen (nicht Brand), siehe DIN EN 1991-1-5	0,6	0,5	0
Baugrundsetzungen, siehe DIN EN 1997	1,0	1,0	1,0
Sonstige Einwirkungen ^{b,c}	0,8	0,7	0,5
^a Abminderungsbeiwerte für Nutzlasten in mehrgeschossigen Hochbauten siehe DIN EN 1991-1-1. ^b Flüssigkeitsdruck ist im allgemeinen als eine veränderliche Einwirkung zu behandeln, für die die ψ -Beiwerte standortbedingt festzulegen sind. Flüssigkeitsdruck, dessen Größe durch geometrische Verhältnisse begrenzt ist, darf als eine ständige Einwirkung behandelt werden, wobei alle ψ -Beiwerte gleich 1,0 zu setzen sind. ^c ψ -Beiwerte für Maschinenlasten sind betriebsbedingt festzulegen.			

GZT: ständig / vorübergehend

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Einwirkung	Symbol	Situationen	
		P/T	A/E
unabhängige ständige Einwirkungen			
Auswirkung ungünstig ^{a, b}	$\gamma_{G,sup}$	1,35	1,00
Auswirkung günstig ^{a, b}	$\gamma_{G,inf}$	1,00	1,00
unabhängige veränderliche Einwirkungen			
Auswirkung ungünstig ^{b, c}	γ_Q	1,50	1,00
außergewöhnliche Einwirkungen	γ_A	—	1,00
^a Beim Nachweis des Grenzzustands für das Versagen des Tragwerks werden alle charakteristischen Werte einer unabhängigen ständigen Einwirkung (d. h. die charakteristischen Werte aller ständigen Einwirkungen aus dem gleichen Ursprung) mit dem Faktor $\gamma_{G,sup}$ multipliziert, wenn die insgesamt resultierende Auswirkung auf die betrachtete Beanspruchung ungünstig ist, jedoch mit dem Faktor $\gamma_{G,inf}$ wenn die insgesamt resultierende Auswirkung günstig ist. ^b Zur Wahl der Teilsicherheitsbeiwerte beim Nachweis von geotechnischen Grenzzuständen siehe DIN 1054-101:2009-02, Tabellen A 2-1, A 2-2 und A 2-3. ^c Bei günstiger Auswirkung ist $\gamma_Q = 0$. ^d Die Werte γ_G und γ_Q dürfen nur im Einzelfall und nur in Abstimmung mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde in Faktoren γ_g und γ_q für die Unsicherheiten der repräsentativen Werte der Einwirkungen und in einen Faktor γ_{Ed} für die Modellunsicherheit der Einwirkungen und Beanspruchungen aufgeteilt werden.			

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit:

Kombination	Ständige Einwirkungen G_d		Veränderliche Einwirkungen Q_d	
	Ungünstig	Günstig	Leiteinwirkung	Weitere
Charakteristisch	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Häufig	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Quasi-ständig	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Die Berechnung der Fachwerkbinder und des Randfachwerks (Pos. 4.3 bis 4.7) erfolgt mit dem Programm SOFISTIK. Folgende Lastfälle werden berechnet:

LF 1	Eigengewicht (programmintern aufgebracht)
LF 2	Ausbaulasten
LF 11	Verkehrslast, halbes System 1
LF 12	Verkehrslast, halbes System 2
LF 13	Ballfangnetz (Achse 6 bis Achse 11)

Die Überlagerungslastfälle werden entsprechend der Zustandsgröße unter folgenden Lastfallnummern gespeichert:

GZT: Grundlastfall 2100

GZG, charakteristisch: Grundlastfall 1100

häufig, ständig und quasi ständig werden in Pos. 4 nicht weiter betrachtet.

Elementtyp	Zustandsgröße	Grundlastfall + Nr.
Feder	P	45 / 46
	N	21 / 22
	VY	23 / 24
Stab	VZ	25 / 26
	MT	27 / 28
	MY	29 / 30
	MZ	31 / 32
	PX	51 / 52
	PY	53 / 54
	PZ	55 / 56
Knoten	MX	57 / 58
	MY	59 / 60
	MZ	61 / 62
	UX	71 / 72
	UY	73 / 74
	UZ	75 / 76

gerade Lastfallnummern: Minimum

ungerade Lastfallnummern: Maximum

Spannungen: Maximale Ergebnisse werden unter LF 2001 gespeichert, Minimale unter 2002

Achtung: Auch maximale Druckspannungen werden trotz negativen Vorzeichens unter LF 2001 gespeichert.

4.2.2 SCHNITTGRÖßEN UND SPANNUNGEN AUS POS. 3

Der Einfluss der Aussteifungskräfte aus Pos. 3 wird wie unter Pos. 4.1.3 beschrieben ermittelt.

maximale Stabkräfte aus Pos. 3 (Betrag, Werte können auch negatives Vorzeichen haben)							
Bauteil	System-Modell aus Pos. 3 *	Wind			Abtriebskräfte (Verkehr)		
		N_{k1} [kN]	M_{zk1} [kNm]	V_{yk1} [kN]	N_{k2} [kN]	M_{zk2} [kNm]	V_{yk2} [kN]
Binder Achse 2 / 15	1	45,6	194,8	65,2	15,7	99,9	39,8
Binder Achse 3 / 14	1	22,2	140,2	52,8	17,8	68,3	32,6
Binder Achse 4 / 13	1	29,6	117	57,6	16,1	97,5	14,6
Binder Achse 5 / 12	1	40,3	119	19,7	10,4	94,5	8,73
Binder Achse 6 / 11	1	39,3	-	-	-	-	-
Binder Achse 6 / 11	2	42,3	68,2	8,3	8,6	197	23,9
Binder Achse 7 / 10	2	74,2	69	10,4	102,3	196,9	24,4
Binder Achse 8 / 9	2	55,5	67	6	9,69	196,8	19,5
Randfachwerk A 1-6	1	88,3	28,9	16,6	60,8	17,6	10
Randfachwerk A 6-11	2	12,6	30,2	8,04	21,4	22,7	6,2
Pfetten A 1-6	1	62,6	5,3	5,2	39,4	1,89	4
Pfetten A 6-11	2	4,37	7,04	2,7	5,78	3,73	1
Aussteifungsverbände	2	10	-	-	27,9	-	-

* System entsprechend Pos. 3.1.2 (System 1: Achsen 1-6 bzw. 11-16, System 2: Achsen 6 bis 11)

Normalkräfte und Spannungen in den Diagonalen zwischen den Obergurten aus Pos. 3 (Kräfte können auf Druck- und Zug wirken) [$\emptyset = 193,7$ mm]							
	t [mm]	A_a [cm ²]	β [°]	$V_k = V_{yk1} + V_{yk2}$ [kN]	$V_{Ed} = 1,5 * V_k$ [kN]	$N_{Ed,Pos. 3} = V / \sin \beta$ [kN]	$\sigma_{Ed,Pos. 3}$ [N/mm ²]
Achse 2 / 15 .1	6,3	31,1	32	105	157,5	297,22	95,57
Achse 2 / 15 .2	63	31,1	26	105	157,5	359,28	115,53
Achse 3 / 14.1	63	31,1	32	85,4	128,1	241,73	77,73
Achse 3 / 14.2	63	31,1	41	85,4	128,1	195,26	62,78
Achse 4 / 13.1	63	31,1	32	72,2	108,3	204,37	65,71
Achse 4 / 13.2	63	31,1	46	72,2	108,3	150,55	48,41
Achse 5 / 12.1	63	31,1	32	28,43	42,645	80,47	25,88
Achse 5 / 12.2	63	31,1	39	28,43	42,645	67,76	21,79
Achse 6 / 11	63	31,1	32	32,2	48,3	130,00	41,80
Achse 7 / 10	63	31,1	32	34,8	52,2	130,00	41,80
Achse 8 / 9	63	31,1	32	25,5	38,25	130,00	41,80

Aus Pos. 4.1.3, S. 6

Obergurt-Spannungen aus Aussteifungskräften aus Pos. 3 [$\phi = 508 \text{ mm}$]

	t [mm]	A _a [cm ²]	z [m]	M _{zk1} + M _{zk2} [kNm]	N _{k3} = (M _{zk1} +M _{zk2})/z [kN]	N _k = N _{k1} +N _{k2} +N _{k3} [kN]	N _{Ed,Pos.3} = 1,5*N _k [kN]	σ _{Ed,Pos.3} [N/mm ²]
OG Achse 2 / 15	12,5	195	3,12	294,7	94,46	155,76	233,63	11,98
OG Achse 3 / 14	12,5	195	3,12	208,5	66,83	106,83	160,24	8,22
	16	247	3,12	208,5	66,83	106,83	160,24	6,49
OG Achse 4 / 13	12,5	195	3,12	214,5	68,75	114,45	171,68	8,80
	16	247	3,12	214,5	68,75	114,45	171,68	6,95
OG Achse 5 / 12	12,5	195	3,12	213,5	68,43	119,13	178,69	9,16
	16	247	3,12	213,5	68,43	119,13	178,69	7,23
OG Achse 6 / 11	12,5	195	3,12	265,2	85,00	175,20	262,80	13,48
	16	247	3,12	265,2	85,00	175,20	262,80	10,64
OG Achse 7 / 10	12,5	195	3,12	265,9	85,22	261,72	392,59	20,13
	16	247	3,12	265,9	85,22	261,72	392,59	15,89
OG Achse 8 / 9	12,5	195	3,12	263,8	84,55	149,74	224,61	11,52
	16	247	3,12	263,8	84,55	149,74	224,61	9,09

4.2.3 ZUSAMMENFASSUNG SPANNUNGSNACHWEISE UND STABILITÄT

In diesem Abschnitt werden die maßgebenden Schnittgrößen und Spannungen aus den Teilmodellen der Binder (für vertikale Lasten) mit denen, die aus der Aussteifung (Pos. 3, horizontale Lasten) resultieren überlagert. Es werden die Spannungs- und Stabilitätsnachweise geführt. Die aus den vertikalen Lasten resultierenden Schnittgrößen und Spannungen können im Detail in den nachfolgenden Positionen 4.3 bis 4.6 nachvollzogen werden.

Die Kippstabilität des Gesamtträgers (Knicken der Obergurte über die Gesamtlänge) ist gewährleistet, da die Pfetten und das gesamte Aussteifungssystem so bemessen werden, dass die Abtriebskräfte aufgenommen werden können und somit die Verdrehung behindert wird. Als Torsionssteife Profile sind die auf Biegung beanspruchten Ober- und Untergurte nicht drillaffin. Für die Obergurte ist daher nur die Interaktion aus Knicken + Biegung je Einzelfeld (von Diagonale zu Diagonale / von Pfette zu Pfette) nachzuweisen. Die Untergurte werden ausschließlich auf Zug beansprucht. Der Stabilitätsnachweis kann hier entfallen. Sowohl für die Obergurte, als auch für die Diagonalen werden keine Einspanneffekte berücksichtigt, wodurch der Eulerfall 2 ($\beta=1,0$) angenommen wird.

Für geschlossene Profile ist Drillknicken oder Biegedrillknicken unter zentrischer Last nicht maßgebend. $\chi_{LT} = 1,0$

Die relevante Knicklänge der **Binder-Obergurte** beträgt 5,08 m (Pfettenabstand).

Rohr- Ø= 508 mm

Min.-Profildicke $t = 12,5 \text{ mm} \rightarrow i = 175 \text{ mm}$

warmgefertigtes Hohlprofil \rightarrow Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{5080}{175 \cdot 76,4} = 0,38 \rightarrow \chi = 0,96$$

Max.-Profildicke $t = 16 \text{ mm} \rightarrow i = 174 \text{ mm}$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{5080}{174 \cdot 76,4} = 0,38 \rightarrow \chi = 0,96$$

Die **Binder-Untergurte** sind Zugbeansprucht und daher nicht Stabilitätsgefährdet

Die maximale Knicklänge für Druckbeanspruchte **Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt** beträgt $L_{cr} = \sqrt{2,54^2 + 1,56^2 + 2,69^2} = 4,02 \text{ m}$

Rohr- Ø= 219,1 mm

Min.-Profildicke $t = 8,0 \text{ mm} \rightarrow i = 74,7 \text{ mm}$

warmgefertigtes Hohlprofil \rightarrow Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{4020}{74,7 \cdot 76,4} = 0,7 \rightarrow \chi = 0,85$$

Diagonalen mit $t = 12,5 \text{ mm}$ werden nur auf Zug beansprucht.

Die maximale Knicklänge für **Druckstreben zwischen den Binder-Obergurten** beträgt

$$L_{cr} = \sqrt{3,12^2 + 5,08^2} = 5,96 \text{ m}$$

Rohr- Ø= 193,7 mm

Min.-Profildicke $t = 6,3 \text{ mm} \rightarrow i = 66,3 \text{ mm}$

warmgefertigtes Hohlprofil \rightarrow Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{5960}{66,3 \cdot 76,4} = 1,18 \rightarrow \chi = 0,59$$

Knicklänge für die **Anschlussdruckstreben zwischen Stb.-Stütze und Binder-Obergurten**

$$L_{cr} = \sqrt{2,69^2 + 1,56^2} = 3,11 \text{ m}$$

Rohr- Ø= 323,9 mm

Min.-Profildicke $t = 10 \text{ mm} \rightarrow i = 111 \text{ mm}$

warmgefertigtes Hohlprofil → Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{3110}{111 \cdot 76,4} = 0,37 \rightarrow \chi = 0,96$$


In den Interaktionsnachweisen für auf Biegung und Druck beanspruchte, gleichförmige Bauteile (Knicken + Biegung) wird c_{my} konservativ mit 0,9 angenommen.

k_{yy} / k_{zz} und k_{zy} ergeben sich in Analogie zu rechteckigen Hohlprofile zu:

$$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq 1,8$$

$$k_{zy} = \begin{cases} 0,6 \cdot k_{yy} & \text{für QK1 und QK2} \\ 0,8 \cdot k_{yy} & \text{für QK3 und QK4} \\ 0 & \text{für } M_{z,Ed} = 0 \end{cases}$$

		Querschnitte			Ergebnisse aus Teilmodellen (Pos. 4.3 ff.) / Betrag der Extremwerte										Anteil aus Pos. 3			Σ		η
		τ [mm]	A _s [cm ²]	W [cm ³]	N _{Ed,1} [kN]	M _{Ed,1} [kNm]	M _{Ed,1} [kNm]	V _{Ed,1} [kN]	T _{Ed,1} [N/mm ²]	σ _{Ed,1} [N/mm ²]	σ _{Ed,1} [N/mm ²]	N _{Ed,Pos.3} [kN]	σ _{Ed,Pos.3} [N/mm ²]	σ _{Ed,1} + σ _{Ed,Pos.3} [N/mm ²]	N _{Ed} = N _{Ed,1} + N _{Ed,Pos.3} [kN]	σ _{Ed,1} + σ _{Ed,Pos.3} [N/mm ²]	f _{yd}			
Obergurte	Achse 2 / 15 Ø 508 mm	12,5	195	2353	981,6	98,5	22,3	63,6	4,44	6,74	92,5	92,5	233,63	11,98	104,48	< 355 N/mm ²	0,29			
	Achse 3 / 14 Ø 508 mm	12,5	195	2353	1862	120,2	72,3	82,3	27,3	9,09	152,6	152,6	160,24	8,22	3065,24	160,82	< 355 N/mm ²	0,45		
		16	247	2949	2905	190,6	59	79,1	23,9	6,94	182,3	182,3	160,24	6,49	4057,24	188,79	< 355 N/mm ²	0,53		
	Achse 4 / 13 Ø 508 mm	12,5	195	2353	3897	139	109,3	78,9	40,6	9,65	261,1	261,2	171,68	8,80	4068,68	269,90	< 355 N/mm ²	0,76		
		16	247	2949	4712	173,6	117	88,8	45,3	8	252,4	252,5	171,68	6,95	4883,68	259,35	< 355 N/mm ²	0,73		
	Achse 5 / 12 Ø 508 mm	12,5	195	2353	3897	139	109,3	78,9	40,6	9,65	261,1	261,2	178,69	9,16	4075,69	270,26	< 355 N/mm ²	0,76		
		16	247	2949	4712	173,6	117	88,8	45,3	8	252,4	252,5	178,69	7,23	4890,69	259,63	< 355 N/mm ²	0,73		
	Achse 6 / 11 Ø 508 mm	12,5	195	2353	3658	129,2	102,8	71,2	38,2	8,35	245	245	262,80	13,48	3920,80	258,48	< 355 N/mm ²	0,73		
Untergurte	Achse 6 / 11 Ø 508 mm	16	247	2949	4431	162,3	110,2	80,7	42,7	7,32	237,6	237,7	262,80	10,64	4693,80	248,24	< 355 N/mm ²	0,70		
		12,5	195	2353	3897	139	109,3	78,9	40,6	9,65	261,1	261,2	392,59	20,13	4289,59	281,23	< 355 N/mm ²	0,79		
		16	247	2949	4712	173,6	117	88,8	45,3	8	252,4	252,5	392,59	15,89	5104,59	268,29	< 355 N/mm ²	0,76		
	Achse 8 / 9 Ø 508 mm	12,5	195	2353	3897	139	109,3	78,9	40,6	9,65	261,1	261,2	224,61	11,52	4121,61	272,62	< 355 N/mm ²	0,77		
		16	247	2949	4712	173,6	117	88,8	45,3	8	252,4	252,5	224,61	9,09	4936,61	261,49	< 355 N/mm ²	0,74		
	Achse 2 / 15 Ø 508 mm	12,5	195	2353	1924	74,5	63,2	26,4	19,3	3,4	126,3	126,3	-	-	1924	126,30	< 355 N/mm ²	0,36		
	Achse 3 / 14 Ø 508 mm	16	247	2949	6084	161,2	123,3	45,5	69,9	6,01	300,7	300,7	-	-	6084	300,70	< 355 N/mm ²	0,85		
	Achse 4,5, 7-10, 12, 13 Ø 508 mm	16	247	2949	5358	129,2	10	22,3	3,16	1,98	269,9	269,9	-	-	5358	269,90	< 355 N/mm ²	0,76		
Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt auf Druck		20	307	3600	7260	190	8,58	22	1,28	1,76	287	287	-	-	7260	287,00	< 355 N/mm ²	0,81		
		25	379	4367	9718	211,2	8,34	15,3	0,695	0,9	304,5	304,5	-	-	9718	304,50	< 355 N/mm ²	0,86		
		16	247	2949	5003	118	6,44	19,7	2,75	1,82	242,3	242,3	-	-	5003	242,30	< 355 N/mm ²	0,68		
	Achse 6 / 11 Ø 508 mm	20	307	3600	6800	165,4	7,3	26,2	0,79	1,82	267,7	267,7	-	-	6800	267,70	< 355 N/mm ²	0,75		
		25	379	4367	9133	201,4	7,05	20,8	0,615	1,09	286,9	286,9	-	-	9133	286,90	< 355 N/mm ²	0,81		
	Achse 2 / 15 Ø 219 mm	8	53,1	270	449,8	-	-	-	-	-	85,6	85,6	-	-	449,8	85,60	< 355 N/mm ²	0,24		
	Achse 2 / 15 Ø 323,9 mm	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Achse 3 / 14 Ø 219,1 mm	8	53,1	270	895,6	-	-	-	-	-	171,7	171,7	-	-	895,6	171,70	< 355 N/mm ²	0,48		
Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt auf Zug		8	53,1	270	1165	-	-	-	-	-	223,2	223,2	-	-	1165	223,20	< 355 N/mm ²	0,63		
		12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Achse 6 / 11 Ø 219,1 mm	8	53,1	270	1085	-	-	-	-	-	208,1	208,2	-	-	1085	208,10	< 355 N/mm ²	0,59		
		12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Achse 2 / 15 Ø 219,1 mm	8	53,1	270	412,9	-	-	-	-	-	77,8	77,8	-	-	412,9	77,80	< 355 N/mm ²	0,22		
	Achse 2 / 15 Ø 323,9 mm	10	98,6	751	980,5	-	-	-	-	-	104,9	104,9	-	-	980,5	104,90	< 355 N/mm ²	0,30		
	Achse 3 / 14 Ø 219,1 mm	8	53,1	270	1032	-	-	-	-	-	197,5	197,7	-	-	1032	197,50	< 355 N/mm ²	0,56		
	Achse 4,5, 7-10, 12, 13 Ø 219,1 mm	8	53,1	270	966,7	-	-	-	-	-	185,8	185,8	-	-	966,7	185,80	< 355 N/mm ²	0,52		
Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt (Druck und Zug)		12,5	81,1	397	1187	-	-	-	-	-	150	150	-	-	1187	150,00	< 355 N/mm ²	0,42		
	Achse 6 / 11 Ø 219,1 mm	8	53,1	270	907	-	-	-	-	-	174,5	174,5	-	-	907	174,50	< 355 N/mm ²	0,49		
		12,5	81,1	397	1104	-	-	-	-	-	139,8	139,8	-	-	1104	139,80	< 355 N/mm ²	0,39		
	Achse 2 / 15,1 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	240,6	-	-	-	-	-	76,1	76,1	297,22	95,57	537,82	171,67	< 355 N/mm ²	0,48		
	Achse 2 / 15,2 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	122	-	-	-	-	-	37	37	359,28	115,53	481,28	152,53	< 355 N/mm ²	0,43		
	Achse 3 / 14,1 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	354,2	-	-	-	-	-	108,2	108,2	241,73	77,73	595,93	185,93	< 355 N/mm ²	0,52		
	Achse 3 / 14,2 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	458,4	-	-	-	-	-	128,7	128,7	195,26	65,66	653,66	191,48	< 355 N/mm ²	0,51		
	Achse 4 / 13,1 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	380	-	-	-	-	-	111,8	114,8	204,37	65,71	584,37	177,51	< 355 N/mm ²	0,51		
Diagonalen zwischen Obergurten	Achse 4 / 13,2 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	380	-	-	-	-	-	111,8	114,8	150,55	48,41	530,55	160,21	< 355 N/mm ²	0,46		
	Achse 5 / 12,1 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	380	-	-	-	-	-	111,8	114,8	80,47	25,88	460,47	137,68	< 355 N/mm ²	0,40		
	Achse 5 / 12,2 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	380	-	-	-	-	-	111,8	114,8	67,76	21,79	447,76	133,59	< 355 N/mm ²	0,38		
	Achse 6 / 11 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	323,3	-	-	-	-	-	99,3	99,3	130,00	41,80	453,30	141,10	< 355 N/mm ²	0,40		
	Achse 7 / 10 Ø 193,7 mm	6,3	37,1	168	380	-	-	-	-	-	111,8	114,8	130,00	41,80	510,00	153,60	< 355 N/mm ²	0,44		
		6,3	37,1	168	380	-	-	-	-	-	111,8	114,8	130,00	41,80	510,00	153,60	< 355 N/mm ²	0,44		
		6,3	37,1	168	380	-	-	-	-	-	111,8	114,8	130,00	41,80	510,00	153,60	< 355 N/mm ²	0,44		
		6,3	37,1	168	380	-	-	-	-	-	111,8	114,8	130,00	41,80	510,00	153,60	< 355 N/mm ²	0,44		

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com						Auftrag Nr. H22 11219	Seite 2
						Datum 06/2024	Pos. 4.2.3

Obergurte: Stabilitätsnachweis für auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile									
Bauteil	Biegeklicken				Normalspannung			Interaktionsbeiwerte nach DIN EN 1993-1 Anhang B	
	ϕ / t [mm]	N_{Ed} / A [N/mm ²]	χ	γ_{M1}	f_y [N/mm]	$N_{Ed} \cdot \gamma_{M1} / (A \cdot f_y \cdot \chi)$	Normalkraftanteil an der Normalspannung $\Delta 1 = N_{Ed} / A / (\alpha_{0,1} + \alpha_{Ed,0,3})$	1- $\Delta 1$	Momentenbeanspruchung $\alpha_{Ed,M1}$ [N/mm ²]
OG Achse 2	12,5	62,32	0,96	1,1	355	0,20	0,60	0,40	42,16
OG Achse 3	12,5	157,19	0,96	1,1	355	0,51	0,98	0,02	3,63
OG Achse 4	16	164,26	0,96	1,1	355	0,53	0,87	0,13	24,53
OG Achse 5	12,5	208,65	0,96	1,1	355	0,67	0,77	0,23	61,25
OG Achse 6	16	197,72	0,96	1,1	355	0,64	0,76	0,24	61,63
OG Achse 7	12,5	209,01	0,96	1,1	355	0,67	0,77	0,23	61,25
OG Achse 8	16	198,00	0,96	1,1	355	0,64	0,76	0,24	61,63
OG Achse 9	12,5	201,07	0,96	1,1	355	0,65	0,78	0,22	57,41
OG Achse 10	16	190,03	0,96	1,1	355	0,61	0,77	0,23	58,21
OG Achse 11	12,5	219,98	0,96	1,1	355	0,71	0,78	0,22	61,25
OG Achse 12	16	206,66	0,96	1,1	355	0,67	0,77	0,23	61,63
OG Achse 13	12,5	211,36	0,96	1,1	355	0,68	0,78	0,22	61,25
OG Achse 14	16	199,86	0,96	1,1	355	0,65	0,76	0,24	61,63

Biegeklicken der Binderdiagonalen									
Bauteil	ϕ / t [mm]	L_{cr} [cm]*	i [cm]	λ'	χ	N_{Ed} / A [N/mm ²]	γ_{M1}	f_y [N/mm]	$N_{Ed} \cdot \gamma_{M1} / (A \cdot f_y \cdot \chi) < 1,0$
Achse 2 / 15 Ø 219 mm	8	4,02	7,47	0,7	0,85	84,71	1,1	355	0,31
Achse 2 / 15 Ø 323,9 mm	10	-	-	-	-	-	-	-	< 1,0
Achse 3 / 14 Ø 219,1 mm	8	4,02	7,47	0,7	0,85	168,66	1,1	355	0,61
Achse 4, 5, 7-10, 12, 13 Ø 219,1 mm	8	4,02	7,47	0,7	0,85	219,40	1,1	355	0,80
Achse 6 / 11 Ø 219,1 mm	12,5	-	-	-	-	-	-	-	< 1,0
Achse 2 / 15,1 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	144,96	1,1	355	0,76
Achse 2 / 15,2 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	129,73	1,1	355	0,68
Achse 3 / 14,1 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	160,63	1,1	355	0,84
Achse 3 / 14,2 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	176,19	1,1	355	0,93
Achse 4 / 13,1 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	157,51	1,1	355	0,83
Achse 4 / 13,2 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	143,01	1,1	355	0,75
Achse 5 / 12,1 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	124,12	1,1	355	0,65
Achse 5 / 12,2 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	120,69	1,1	355	0,63
Achse 6 / 11 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	122,18	1,1	355	0,64
Achse 7 / 10 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	137,47	1,1	355	0,72
Achse 8 / 9 Ø 193,7 mm	6,3	5,96	6,3	1,18	0,59	137,47	1,1	355	0,72

*Wegen der geringen Auslastung werden die maximalen Knicklängen und die entsprechenden Knickparameter angesetzt.

4.3 FACHWERKBINDER ACHSE 2 / 15

4.3.1 ALLGEMEINES

Auf den nachfolgenden Seiten wird die Schnittgrößen- und Spannungsermittlung aus den vertikalen Lasten auf den Binder in der Achse 2 bzw. 15 aus der EDV-Berechnung zusammengefasst. Das Randfachwerk wird dabei bis zu den Achsen 1 und 3 mitmodelliert und berechnet. Die Auswertung hierfür folgt unter Pos. 4.7.2..

Die Überlagerungen der maßgebenden Kräfte und Spannungen mit den aus Pos. 3 Resultierenden sowie die Stabilitätsnachweise erfolgen bereits in Pos. 4.2.3

Materialien und Querschnitte:

Die Querschnitte werden entsprechend der Konstruktionspläne modelliert. Querschnittsverstärkungen an den Knotenpunkten werden nicht berücksichtigt.

Querschnitte Achse 2 / 15						
Bauteil		QS-Nr.	Typ	Abmessungen [mm]	Material	Gruppennummer
Binder	Obergurte	1	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 12,5	S 355	1 bzw. 2
	Untergurt	2	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 12,5	S 355	3
	Obergurtdiagonalen und -Pfo	8	Rohr, warmgewalzt	Ø 193,7 x 6,3	S 355	6
	Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt	4	Rohr, warmgewalzt	Ø 323,9 x 10	S 355	4 (auf kurzer OG-Seite) bzw. 5 (auf langer OG-Seite)
		3	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 8,0	S 355	
Randfachwerk	Obergurt	21	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 10	S 355	31
	Utergurt	21	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 10	S 355	31
	Auflagerdiagonalen	4	Rohr, warmgewalzt	Ø 323,9 x 10	S 355	32
	sonstige Diagonalen	22	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 8,0	S 355	32
Stützen	Stützen	5 / 6	Kreis	Ø 700 mm	C 50/60	11

Materialien

Mat	Materialbezeichnung
1	S 355 (EN 1993)
2	C 50/60 (EN 1992)

Mat 1 S 355 (EN 1993)

Elastizitätsmodul	E	210000	[N/mm ²]	Materialsicherheit	1.10	[-]
Querdehnzahl	μ	0.30	[-]	Fließgrenze	fy	355.00 [MPa]
Schubmodul	G	80769	[N/mm ²]	Druckfließgrenze	fyc	355.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	175000	[N/mm ²]	Zugfestigkeit	ft	490.00 [MPa]
Nominelle Wichte	γ	86.3	[kN/m ³]	Druckfestigkeit	fc	490.00 [MPa]
Rohdichte	ρ	7850.0	[kg/m ³]	Bruchdehnung		100.00 [o/oo]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.20E-05	[1/K]	Verbundwert relativ		0.00 [-]
max. Erzeugnisdicke	t-max	40.00	[mm]	Verbundwert k1 (EN1992)k1		0.00 [-]
Sicherheit Querschnitt	γ-M0	1.00	[-]	Verfestigungsmodul	Eh	0.00 [MPa]
Sicherheit Stabilität	γ-M1	1.10	[-]	Proportionalitätsgrenzefp		355.00 [MPa]
Sicherheit Bruchversagen	γ-M2	1.25	[-]	Schwingbreite	σ-dyn	0.00 [MPa]

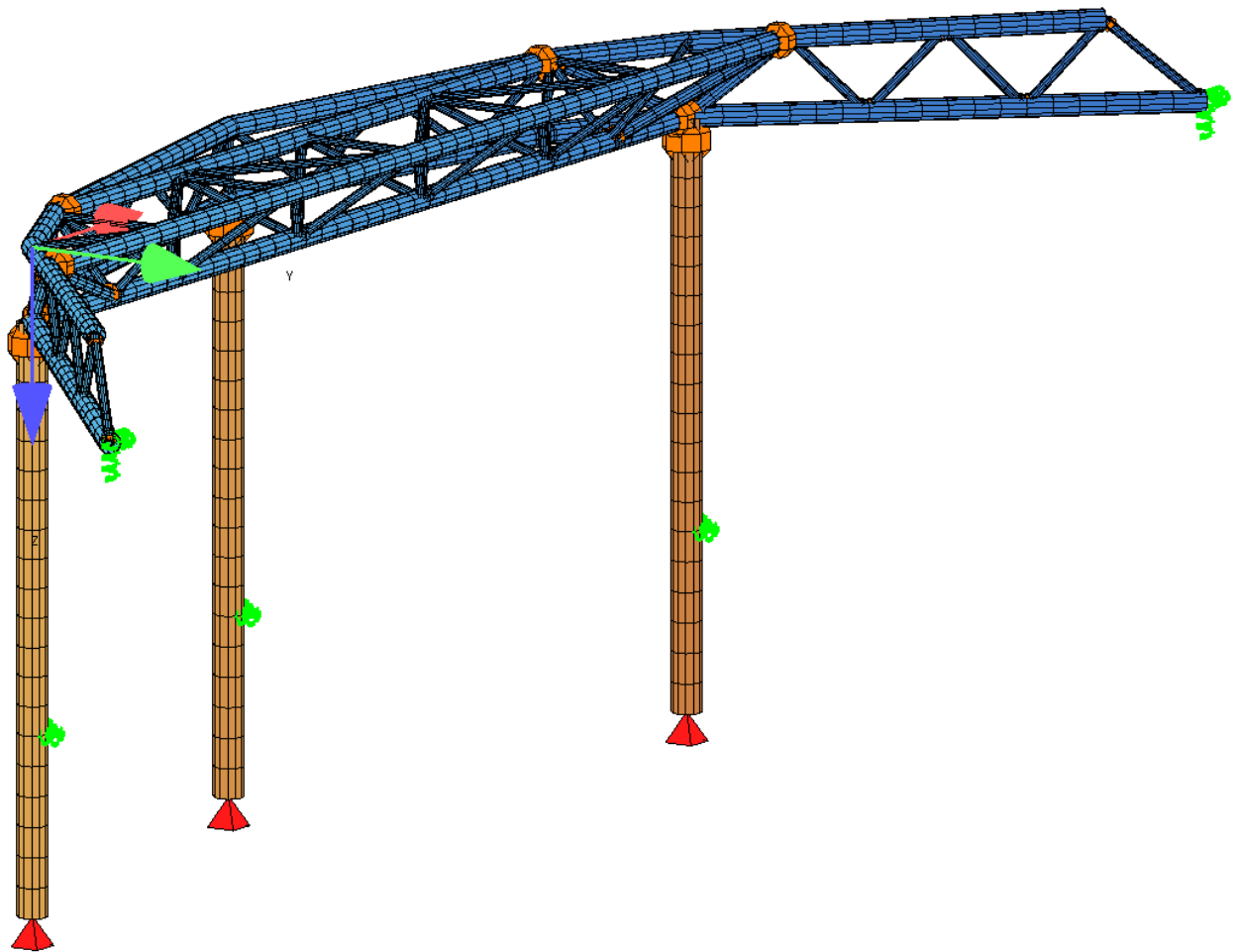
Mat 2 C 50/60 (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	18500	[N/mm ²]	Materialsicherheit	1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	fc	42.50 [MPa]
Schubmodul	G	7708	[N/mm ²]	Nennfestigkeit	fck	50.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	10278	[N/mm ²]	Zugfestigkeit	fctm	4.07 [MPa]
Nominelle Wichte	γ	0.0	[kN/m ³]	Zugfestigkeit	fctk,05	2.85 [MPa]
Rohdichte	ρ	0.0	[kg/m ³]	Zugfestigkeit	fctk,95	5.29 [MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	fbd	4.28 [MPa]
				Gebrauchsfestigkeit	fcm	58.00 [MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	fcd,fat	22.67 [MPa]
				Zugfestigkeit	fctd	1.62 [MPa]
				Zugbruchenergie	Gf	0.15 [N/mm]

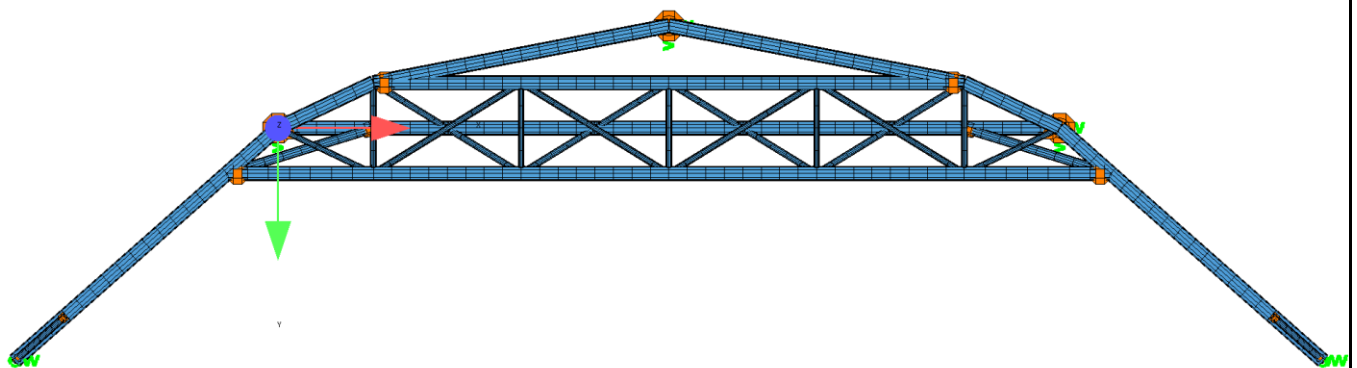
[illegible]

Modell:

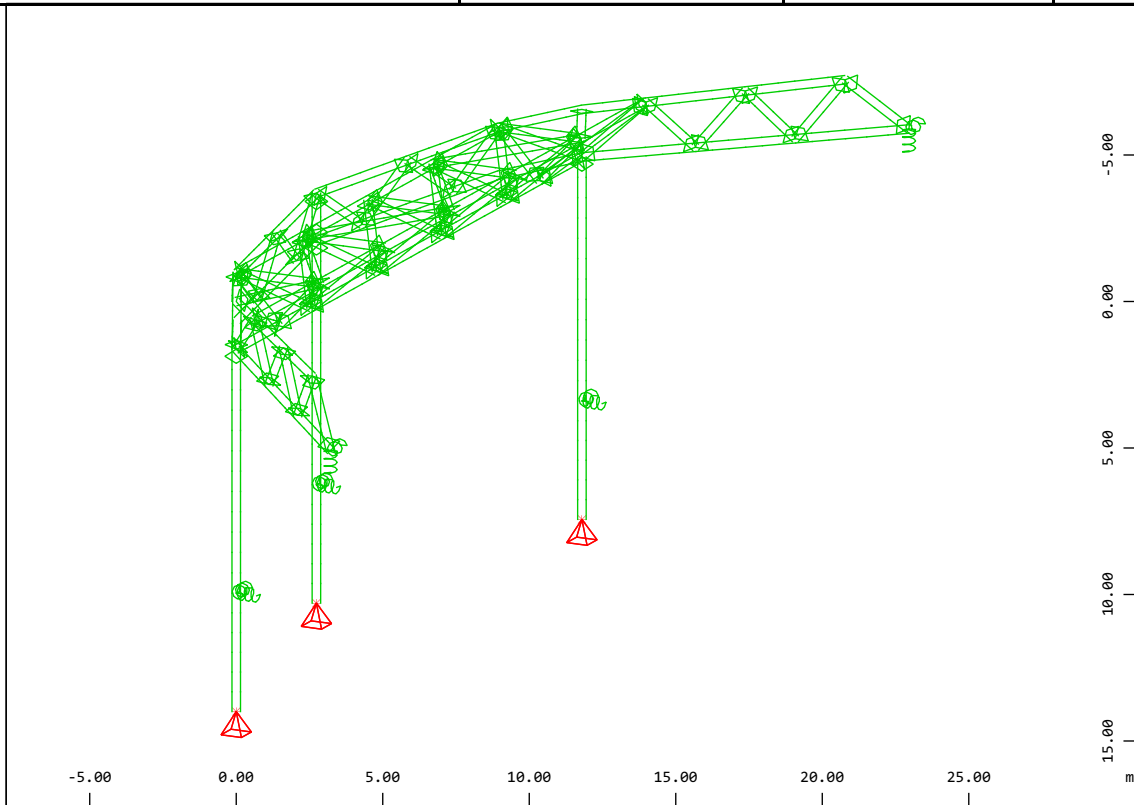
Ansicht



Draufsicht (X-Y-Ebene)

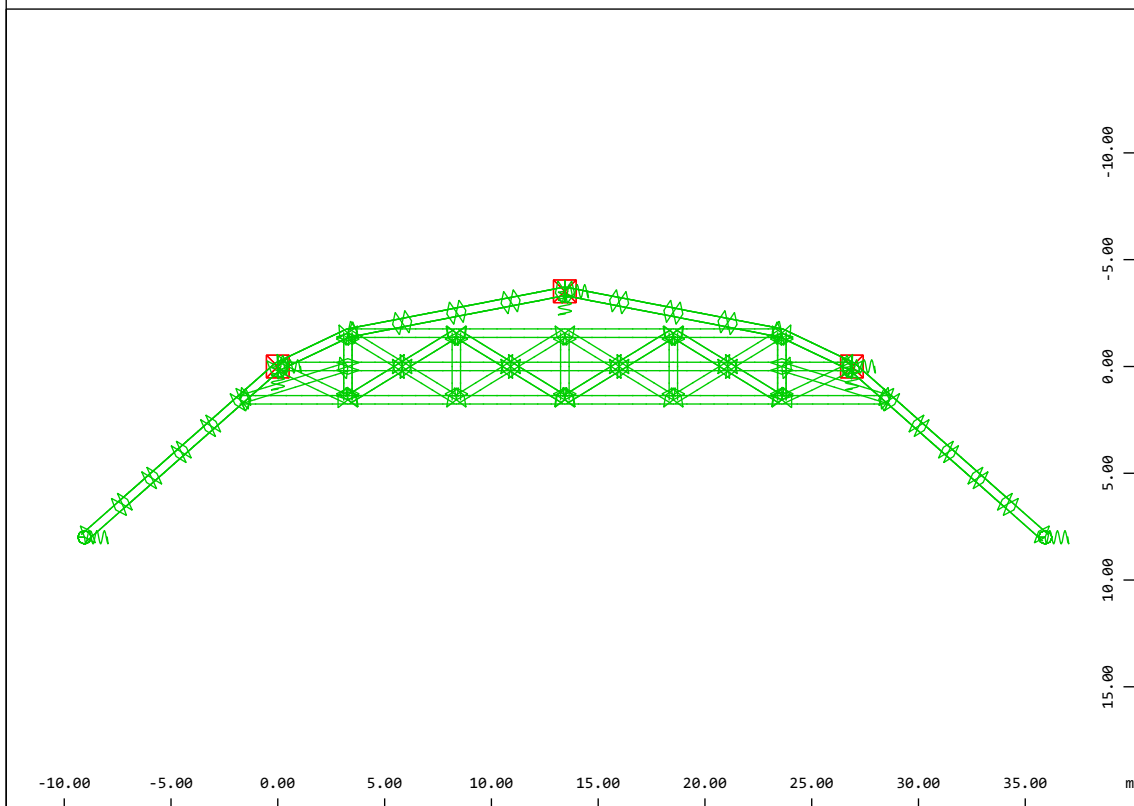


The diagram illustrates a continuous beam structure supported by three vertical columns. The beam is represented by a blue truss structure. A blue arrow points downwards at the first support, indicating a reaction force. Green arrows point upwards at the other two supports, indicating reaction forces. The columns are shown as vertical brown structures with green arrows pointing upwards at their bases, indicating reaction forces.



Struktur
X
Y
Z

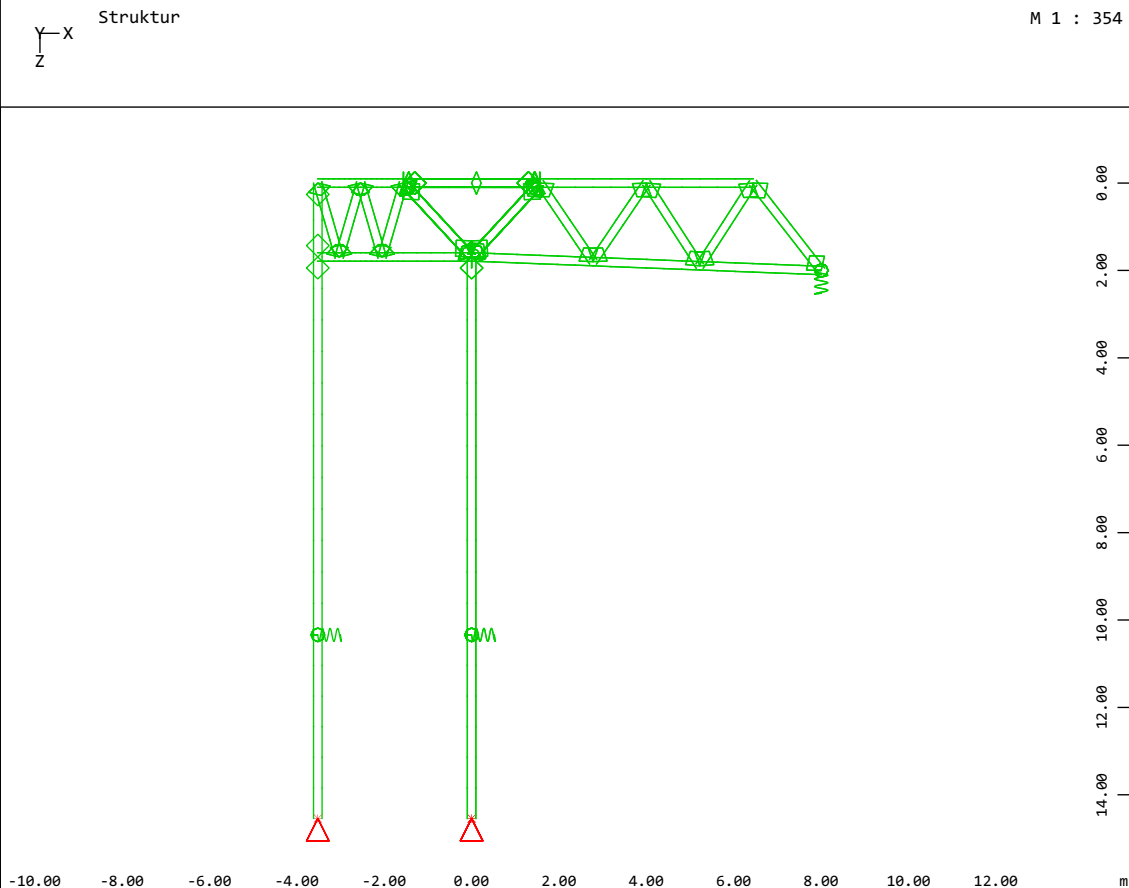
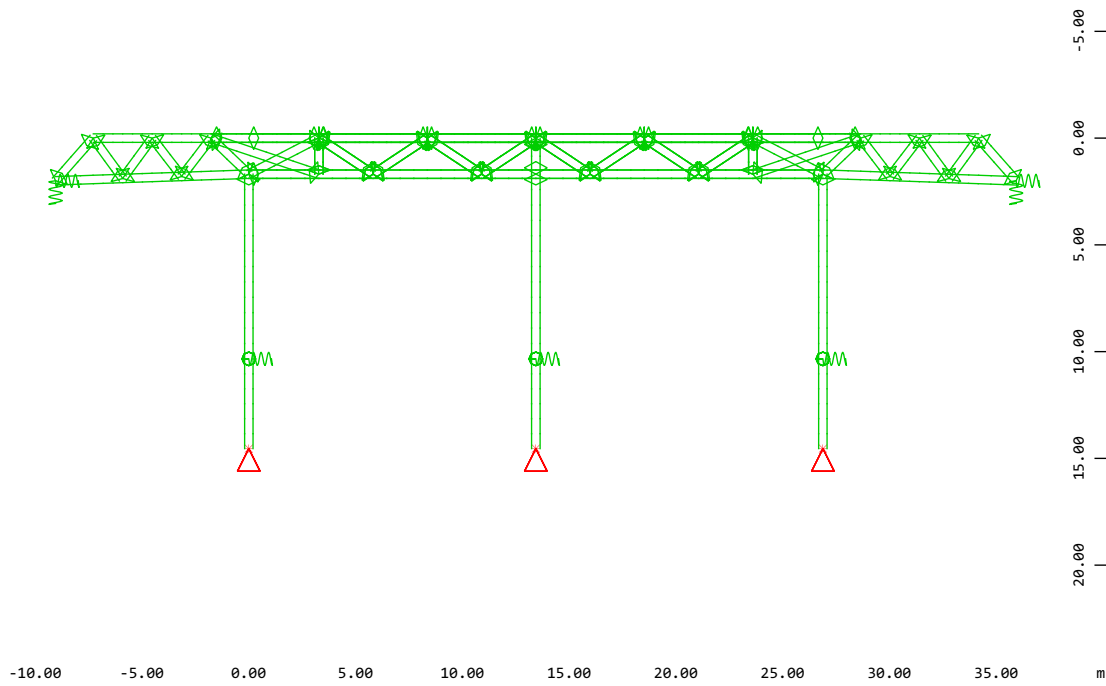
M 1 : 258
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



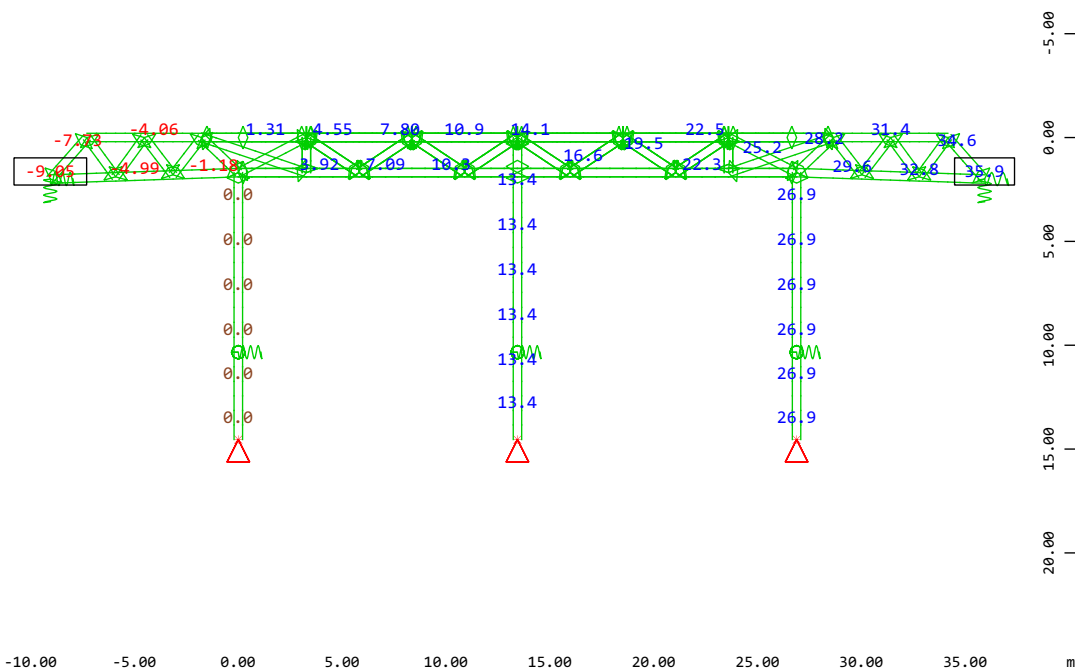
Struktur
X
Y
Z

M 1 : 354

Modelleingabe

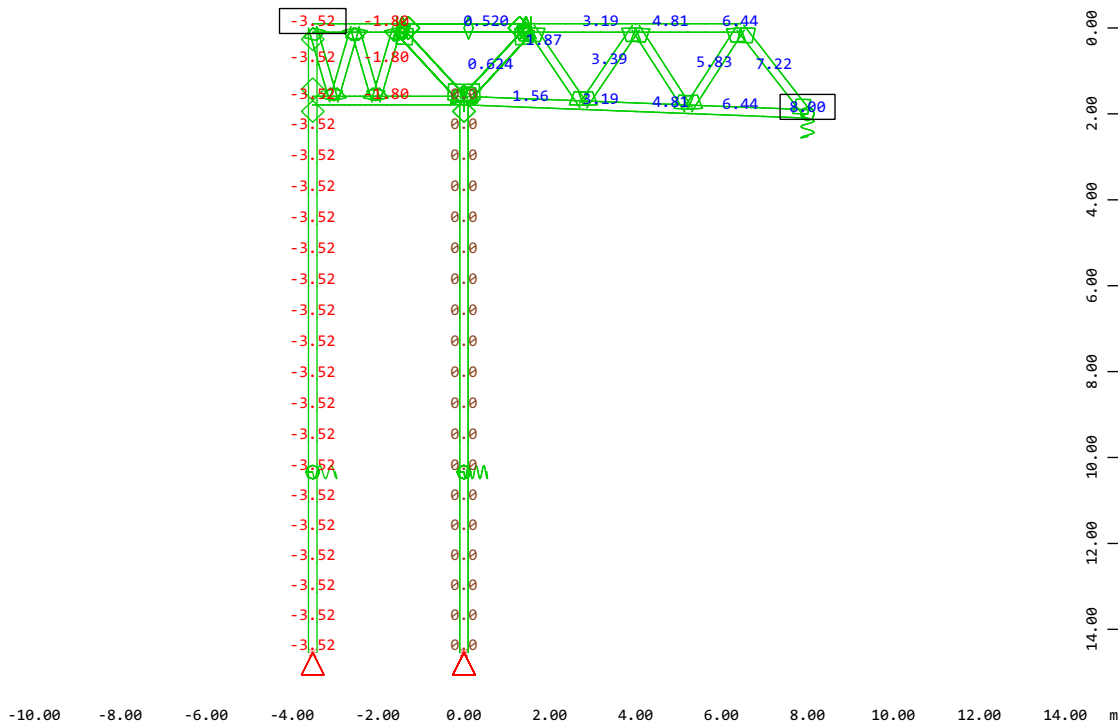






Knoten , X-Koordinate in m (Min=-9.05) (Max=35.9) M 1 : 364

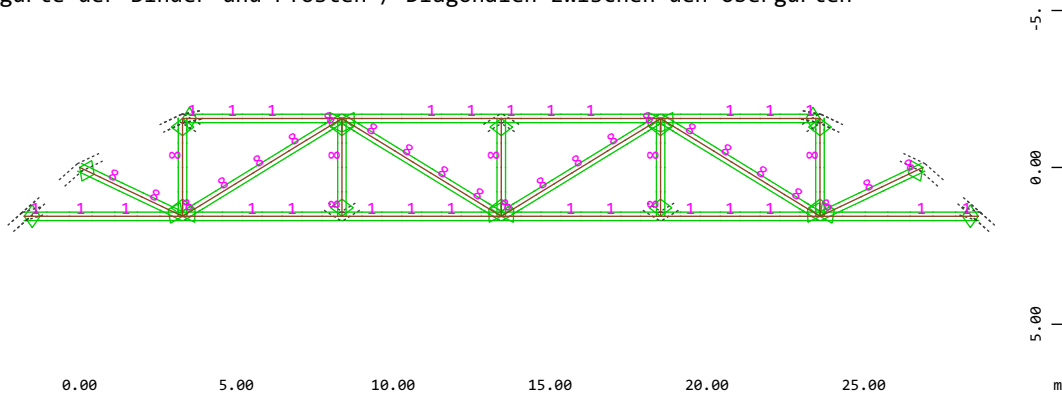
Y-X
Z



Knoten , Y-Koordinate in m (Min=-3.52) (Max=8.00) M 1 : 176

X-Y
Z

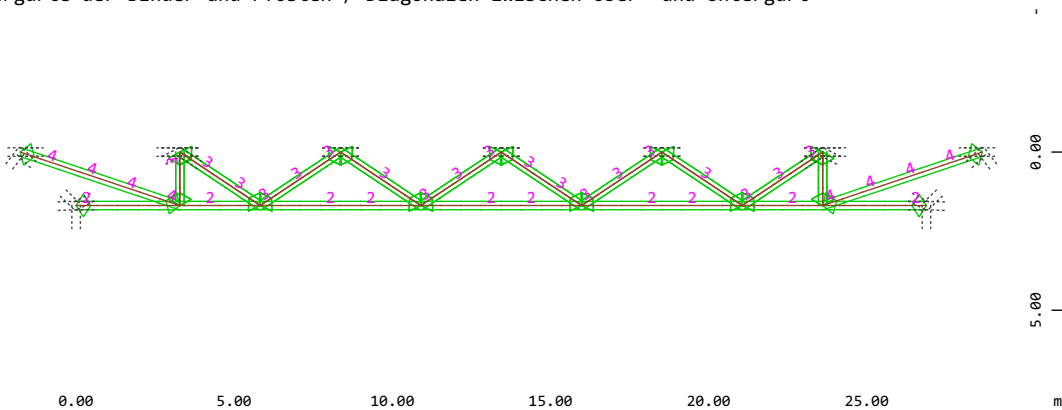
Querschnittsnummern Binde-Obergurtebene
Obergurte der Binder und Pfosten / Diagonalen zwischen den Obergurten



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 6 M 1 : 241
Querschnittsnummern, Stabelemente (Max=8)



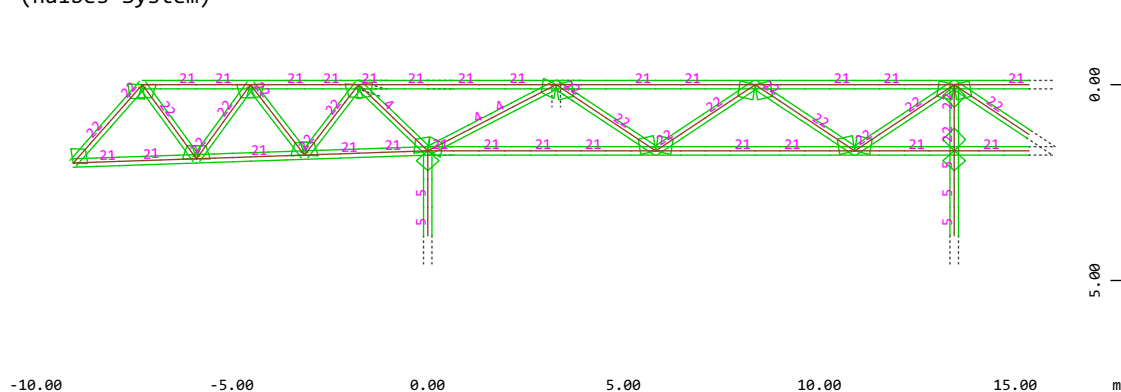
Querschnittsnummer Binder-Ebene
Untergurte der Binder und Pfosten / Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 3...5 M 1 : 239
Querschnittsnummern, Stabelemente (Max=4)

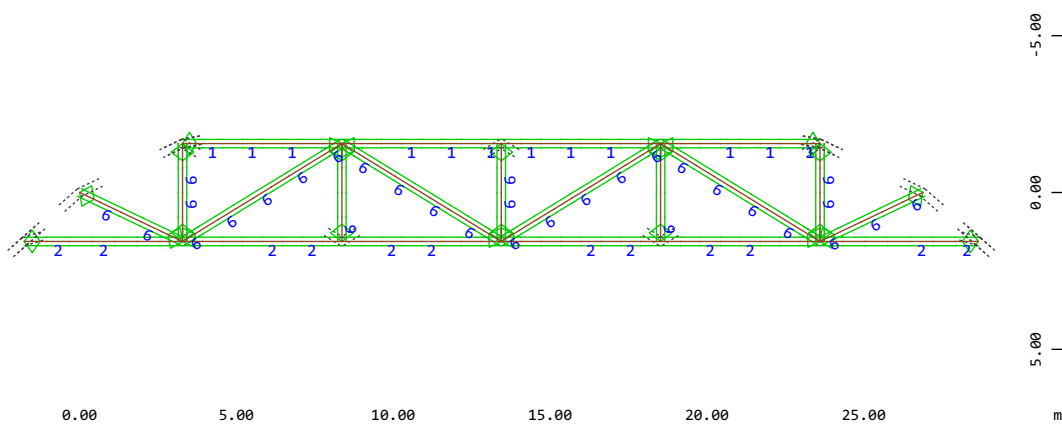


Querschnittsnummern Randfachwerk-Gurte und -Diagonalen sowie Stützen
(halbes System)



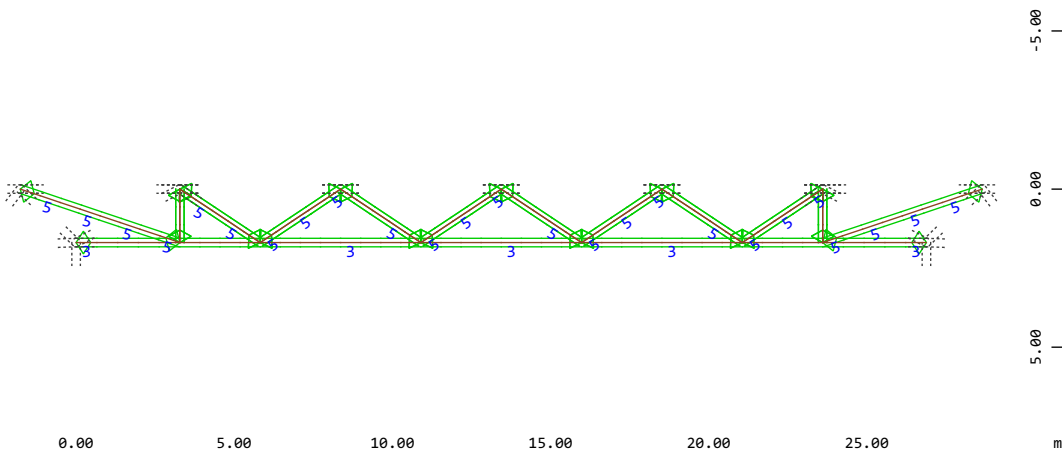
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 11 15 31 32 M 1 : 193
Querschnittsnummern, Stabelemente (Max=22)





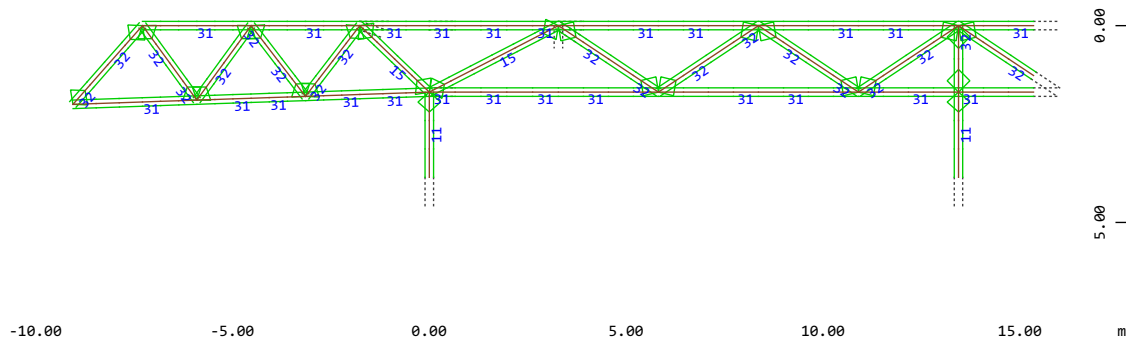
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 6
Gruppennummern, Stabelemente (Max=6)

M 1 : 241



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 3...5
Gruppennummern, Stabelemente (Max=5)

M 1 : 239



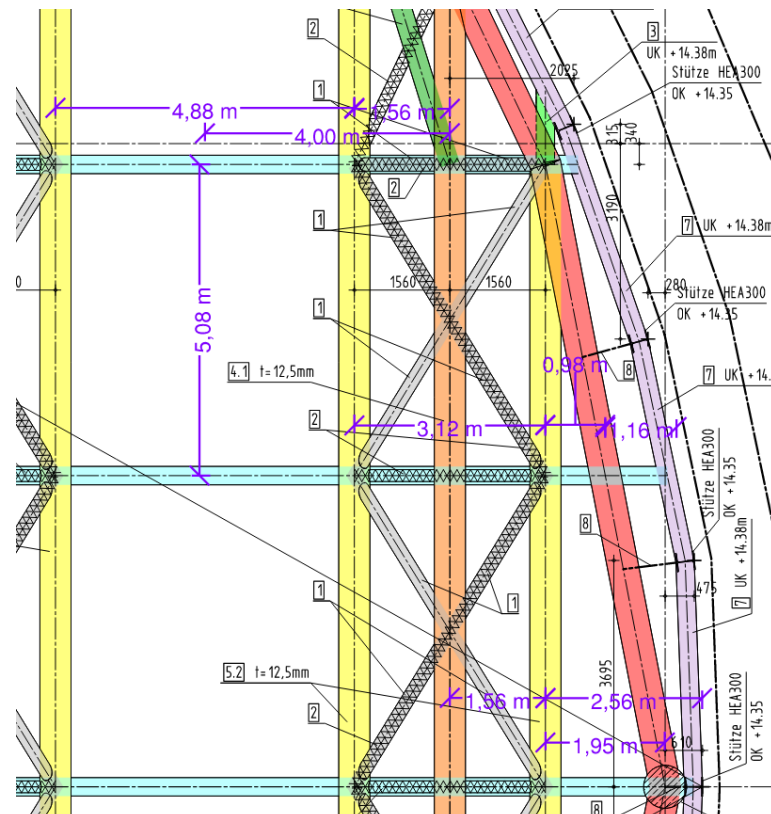
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 11 15 31 32
Gruppennummern, Stabelemente (Max=32)

M 1 : 192

Modelleingabe

4.3.2 LASTAUFBRINGUNG

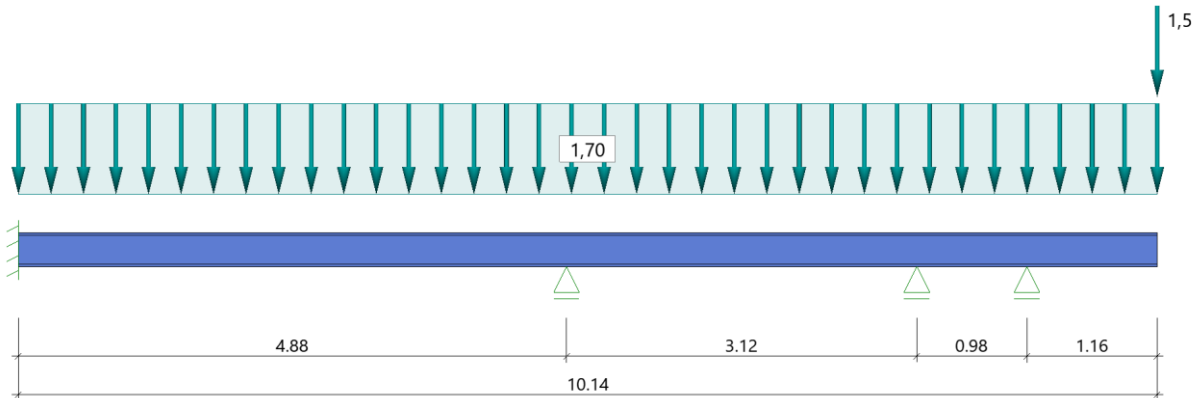
Die Lasten werden entsprechend Pos. 2 aufgebracht. Die vertikale Fassadenlast wird ausschließlich über die Unterzüge des EG abgetragen. Es hängen sich also keine Fassadenlasten in die Randunterzüge ein. Die Lastanteile der Randpfettenanschlüsse (rosa auf grün und rosa auf blau) müssen für die Ermittlung der maximalen Auflagerkräfte zusätzlich aufgebracht werden, da die Einflussbereiche, die über die Länge des Binders hinausgehen ansonsten unterschätzt / vernachlässigt werden.



Ausbaulasten: $g_{2,k} = 1,4 + 1,5/5,08 = 1,7 \text{ kN/m}^2$ ($1,5/5,08$ =Lastanteil Regelpfetten), Einzellast auf Kragarm aus Eigengewicht Randpfette: $1,5 \text{ kN/m}$

Verkehrslast: $q_k = 1,5 \text{ kN/m} + 2 \times 3 \text{ kN}$ Einzellast für Lüftungsanlage (wird in Modell auf Obergurte in Feldmitte angesetzt).

Pfette 1, Ausbaulast



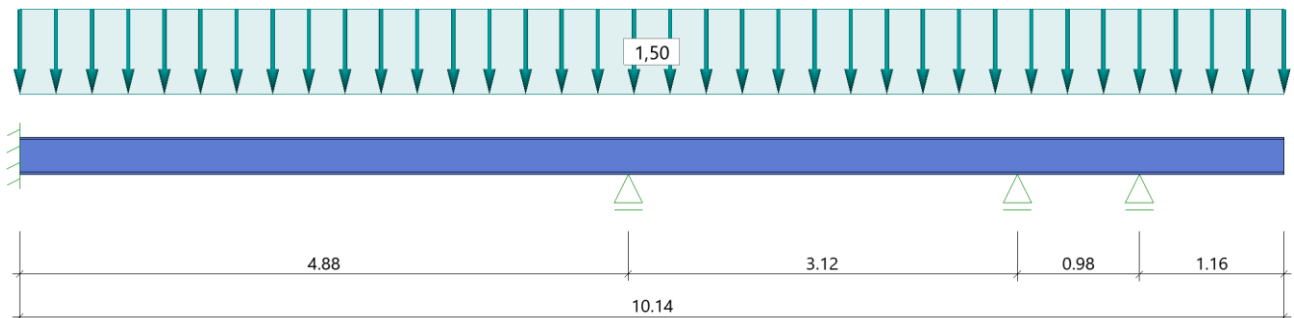
Auflager	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{v,min}$ [kNm]	$M_{v,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig		4.3		-3.70
2	4.88	ständig		7.4		
3	8.00	ständig		0.0		
4	8.98	ständig		7.0		

Ausbaulast auf langen Binder-Obergurt $g_{2,k} = 7,5 \text{ kN/m}$

Ausbaulast auf kurzen Binder-Obergurt $g_{2,k} = 0,5 \text{ kN/m}$

Ausbaulast auf Randfachwerk $g_{2,k} = 7,0 \text{ kN/m}$

Pfette 1, Verkehrslast:



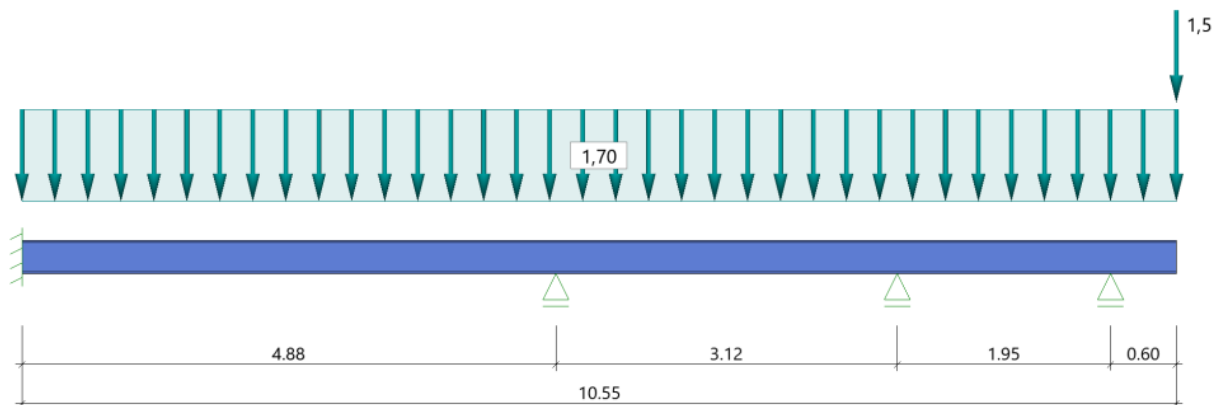
Auflager	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{v,min}$ [kNm]	$M_{v,max}$ [kNm]
1	0.00	veränderlich		3.9		-3.29
2	4.88	veränderlich		6.4		
3	8.00	veränderlich		1.9		
4	8.98	veränderlich		3.1		

Verkehrslast auf langen Binder-Obergurt $q_k = 6,75 \text{ kN/m}$

Verkehrslast auf kurzen Binder-Obergurt $q_k = 2,5 \text{ kN/m}$

Verkehrslast auf Randfachwerk: $q_k = 3,5 \text{ kN/m}$

Pfette 2, Ausbaulast:



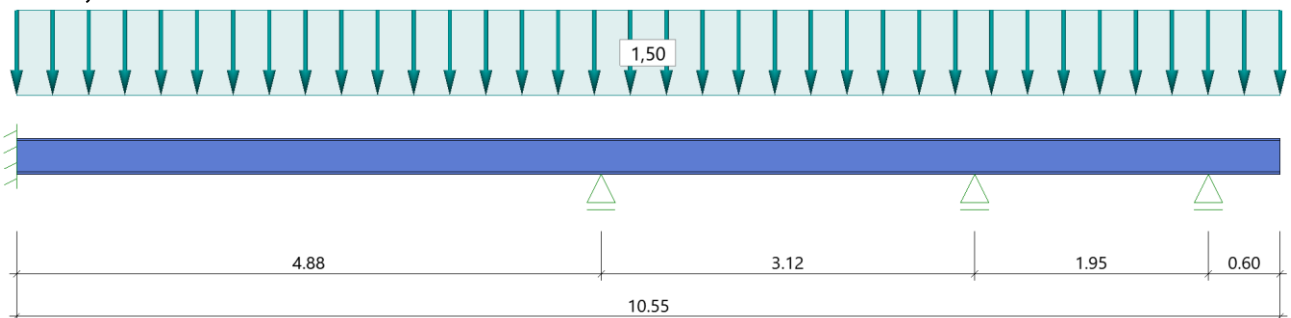
Auflager	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{v,min}$ [kNm]	$M_{v,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig		4.4		-3.74
2	4.88	ständig		7.3		
3	8.00	ständig		3.3		
4	9.95	ständig		4.5		

Ausbaulast auf langen Binder-Obergurt $g_{2,k} = 7,5 \text{ kN/m}$

Ausbaulast auf kurzen Binder-Obergurt $g_{2,k} = 3,5 \text{ kN/m}$

Ausbaulast auf Randfachwerk $g_{2,k} = 4,5 \text{ kN/m}$

Pfette 2, Verkehrslast:



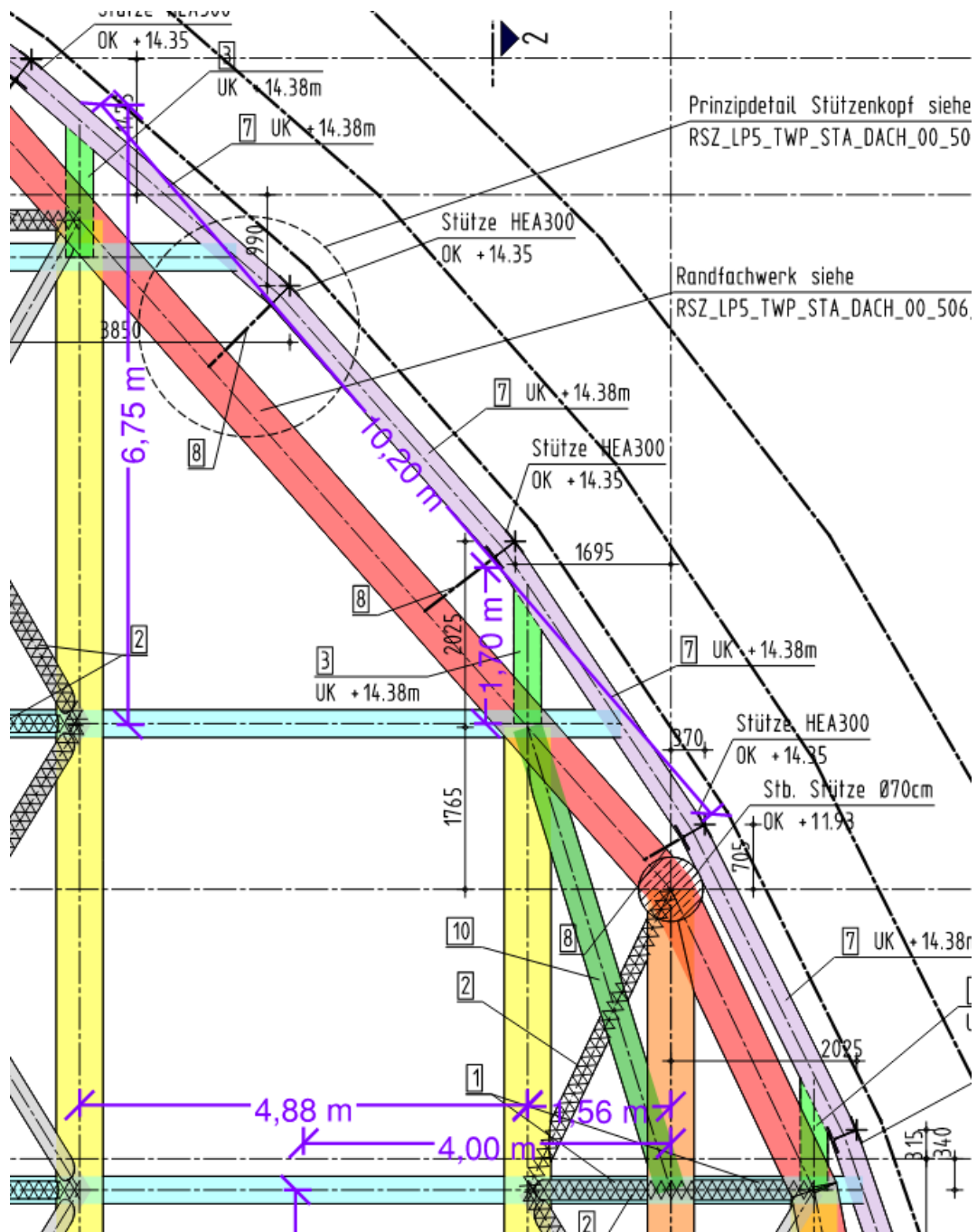
Auflager	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{v,min}$ [kNm]	$M_{v,max}$ [kNm]
1	0.00	veränderlich		3.9		-3.32
2	4.88	veränderlich		6.3		
3	8.00	veränderlich		3.5		
4	9.95	veränderlich		2.2		

Verkehrslast auf langen Binder-Obergurt $q_k = 6,75 \text{ kN/m}$

Verkehrslast auf kurzen Binder-Obergurt $q_k = 3,5 \text{ kN/m}$

Verkehrslast auf Randfachwerk: $q_k = 2,5 \text{ kN/m}$

Lasten aus Randpfetten Auflagerung (grün)



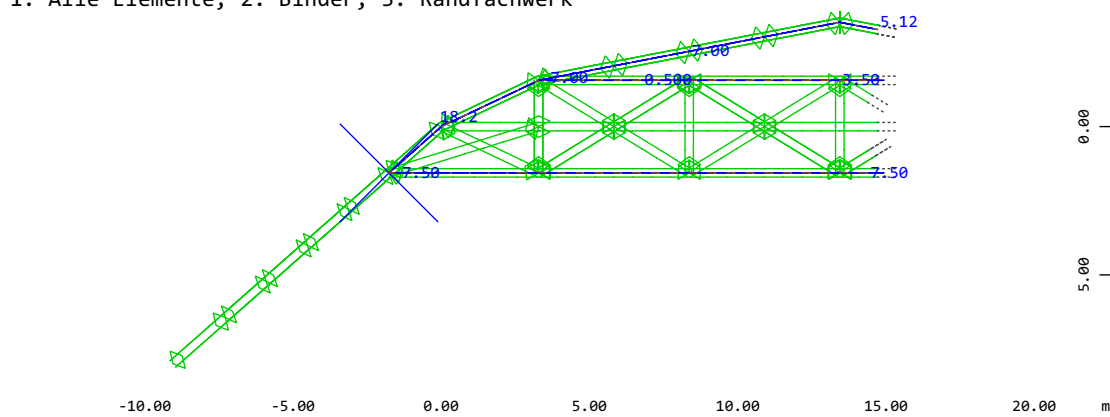
$$\begin{aligned} \text{Ausbaulasten auf Randpfette } g_{2,2,k} &= 1,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,7 \text{ m} / 2 + 1,2 = 2,4 \text{ kN/m (konst.)} \\ &= 1,4 \cdot 6,75 / 2 + 1,2 - 2,4 = 3,5 \text{ kN/m (dreiecksförmig)} \\ \text{Verkehrslasten auf Randpfette } q_{2,k} &= 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,7 / 2 = 1,3 \text{ kN/m (konst.)} \\ &= 1,5 \cdot 6,75 / 2 - 1,3 = 3,8 \text{ kN/m (dreiecksförmig)} \end{aligned}$$

➔ Auflagerkraft / Anschlusskraft Randpfette an Binder

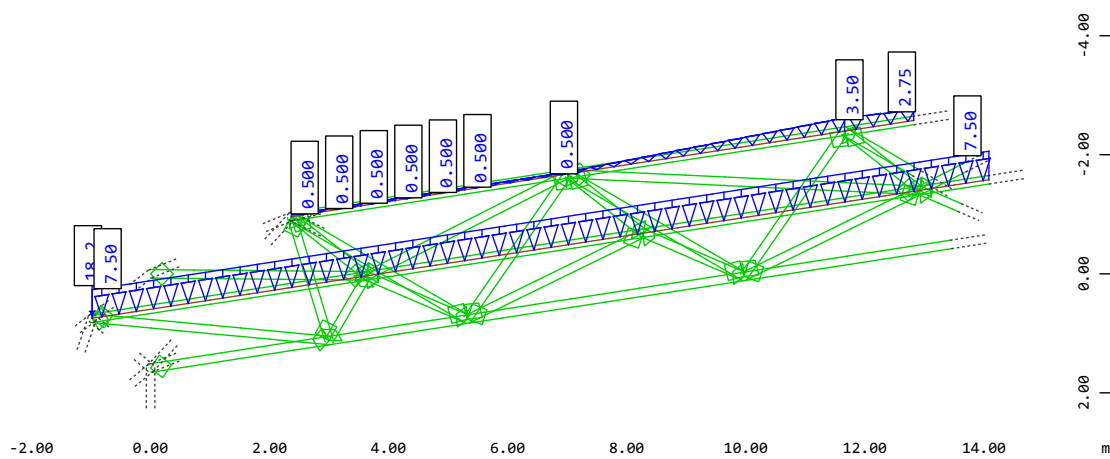
$$G_{2,k} = 2,4 \cdot 10,2 / 2 + 1/6 \cdot 3,5 \cdot 10,2 = 18,2 \text{ kN}$$

$$Q_{2,k} = 1,3 \cdot 10,2 / 2 + 1/6 \cdot 3,8 \cdot 10,2 = 13,1 \text{ kN}$$

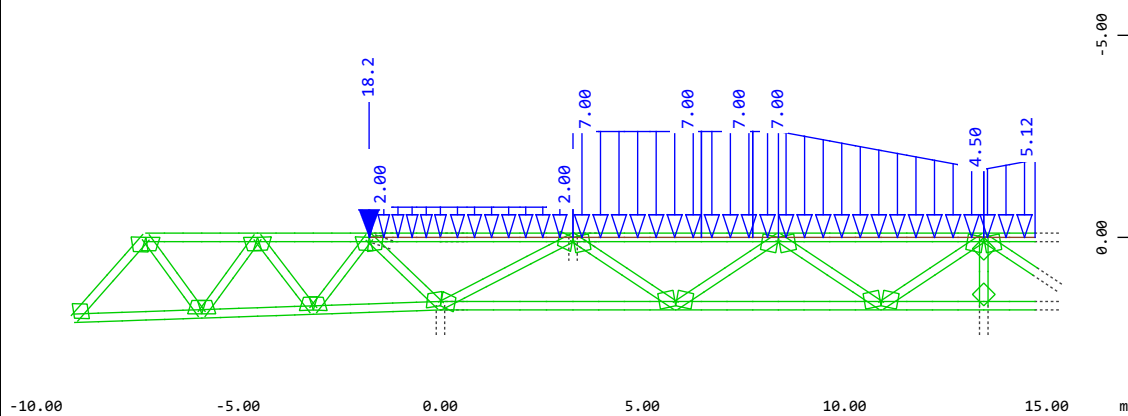
Betrachtung der aufgetragenen Lasten am halben System
1. Alle Elemente, 2. Binder, 3. Randfachwerk



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 15 31 32 M 1 : 255
Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast
(Kraft) Vektor (Unit=10.0 kN,Max=18.2 \rightarrow), Stablinienlast (Kraft) in

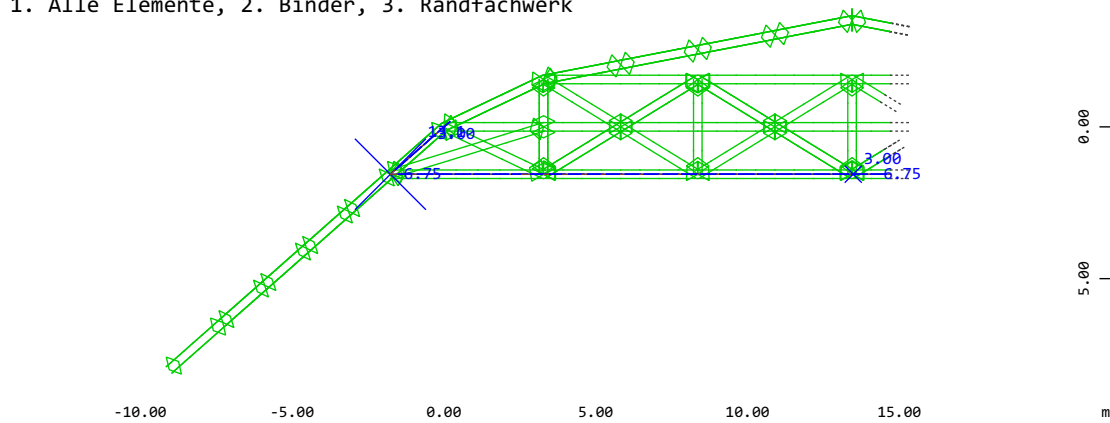



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 127
Alle Lasten (in Komponenten), Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum =
Unit) Knotenlast (Kraft) in global Z (Unit=37.3 kN,Max=18.2 \rightarrow),
X * 0.925
Y * 0.515
Z * 0.937

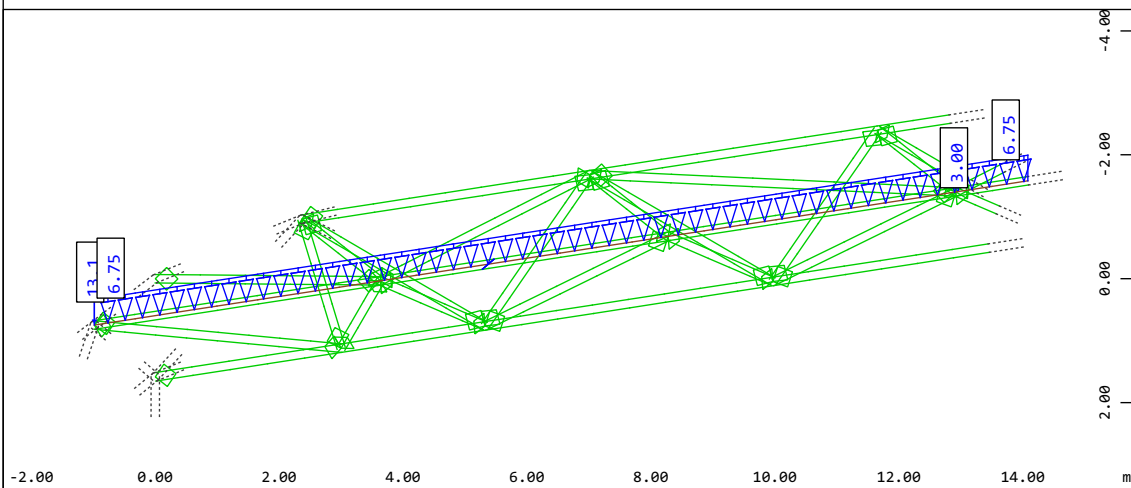



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 31 32 M 1 : 187
Alle Lasten (in Komponenten), Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum =
Unit) Knotenlast (Kraft) in global Z (Unit=10.0 kN,Max=18.2 \rightarrow),

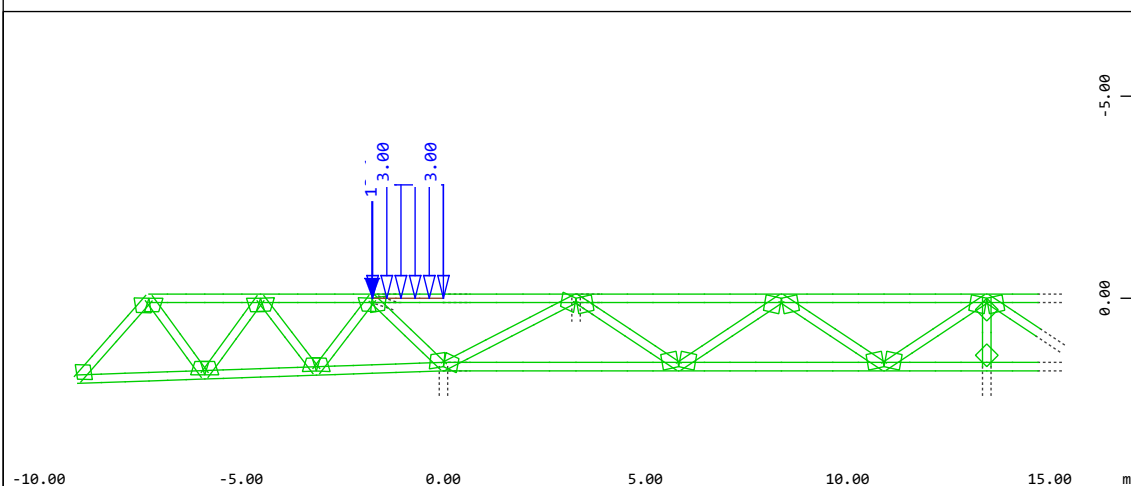
Betrachtung der aufgebrachten Lasten am halben System
1. Alle Elemente, 2. Binder, 3. Randfachwerk




Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 15 31 32 M 1 : 249
Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast
(Kraft) Vektor (Unit=10.0 kN,Max=13.1 ) , Stabeinzellast (Kraft)



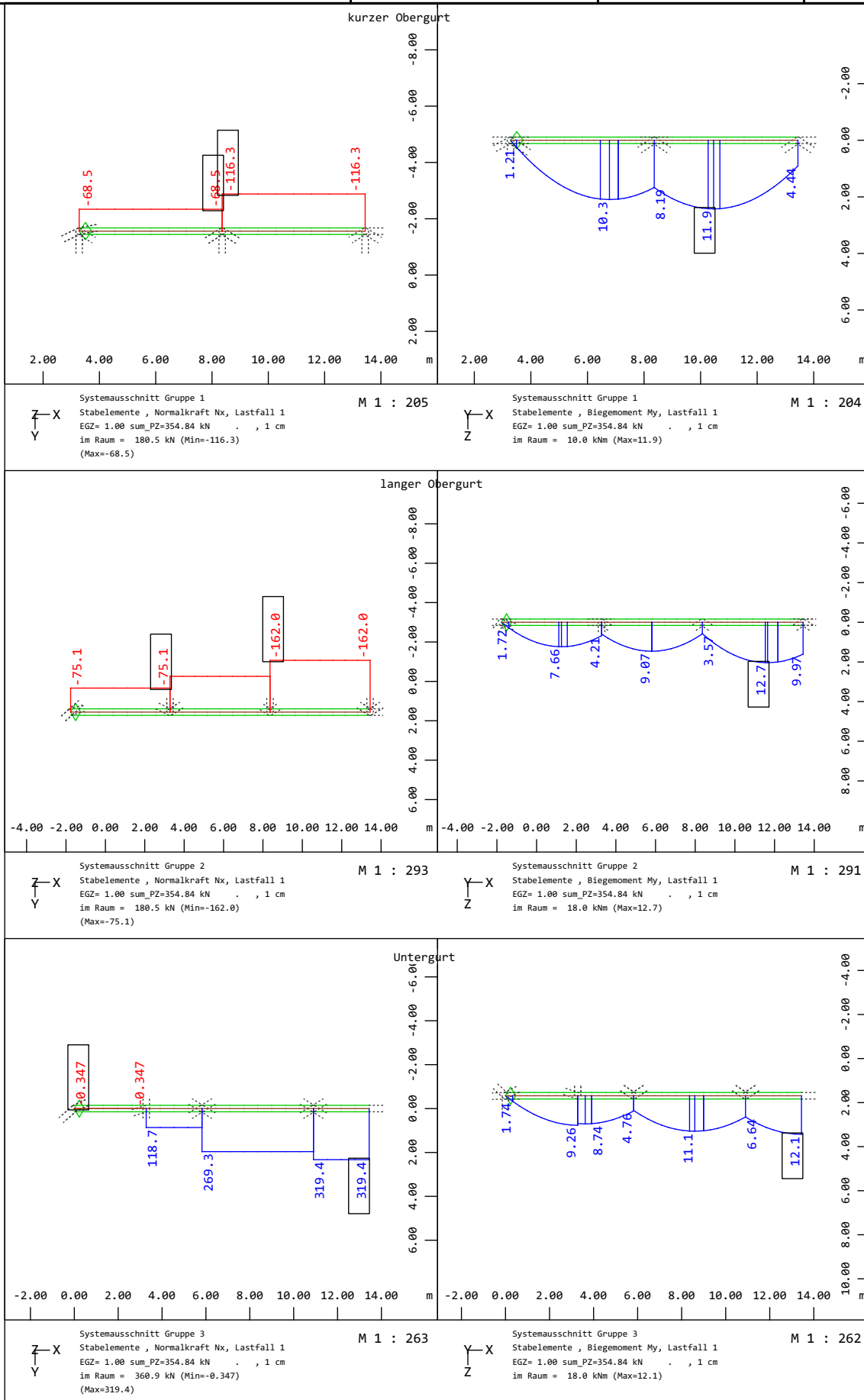
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 122
Alle Lasten (in Komponenten), Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum =
Unit) Knotenlast (Kraft) in global Z (Unit=37.3 kN,Max=13.1 ) ,
X * 0.925
Y * 0.515
Z * 0.937



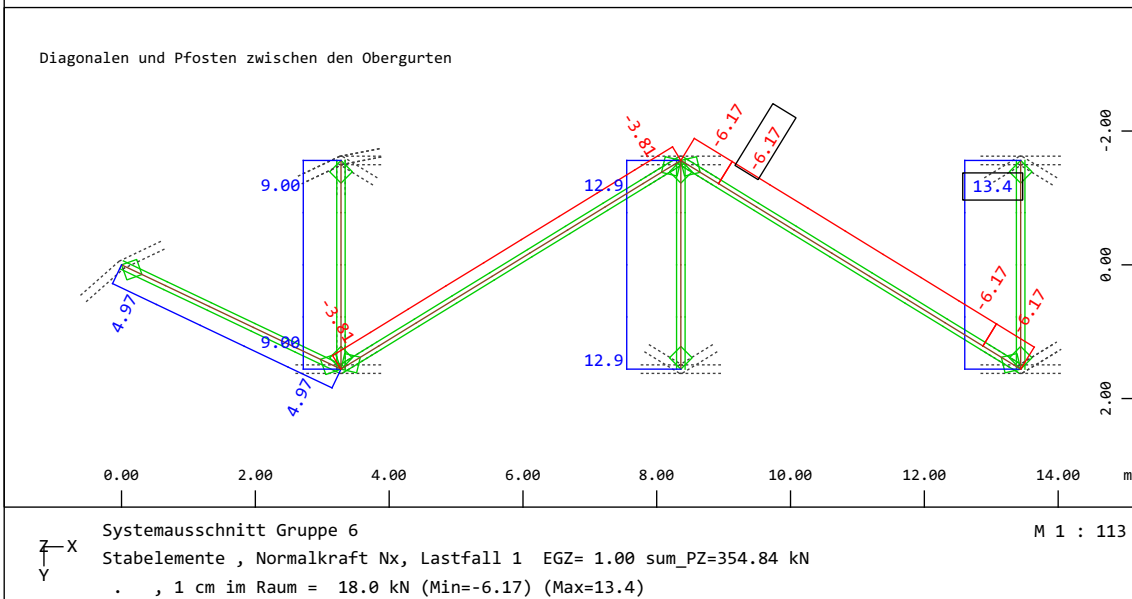
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 31 32 M 1 : 187
Alle Lasten (in Komponenten), Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum =
Unit) Knotenlast (Kraft) in global Z (Unit=10.0 kN,Max=13.1 ) ,

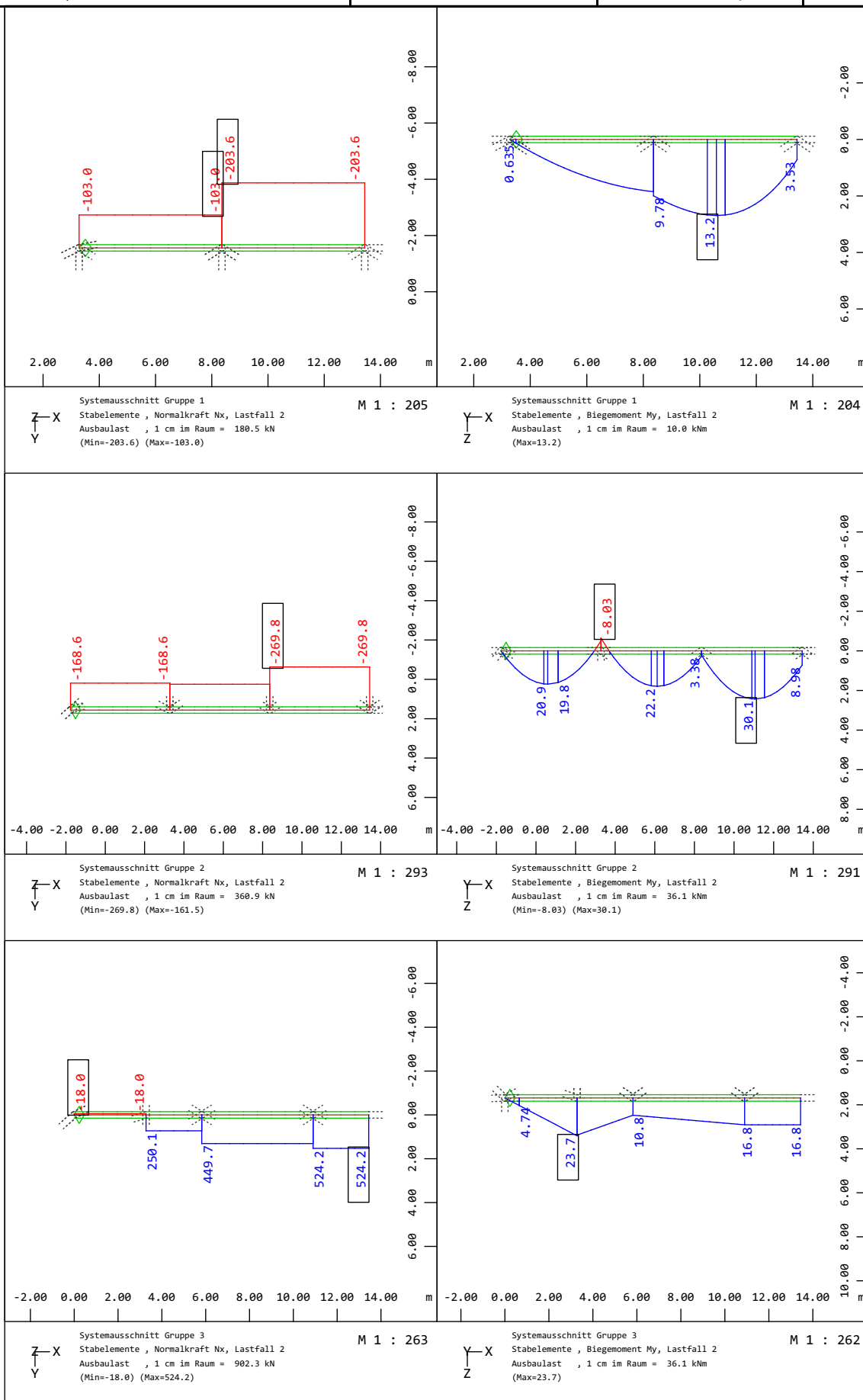
Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.3.3

4.3.3 SCHNITTGRÖßEN

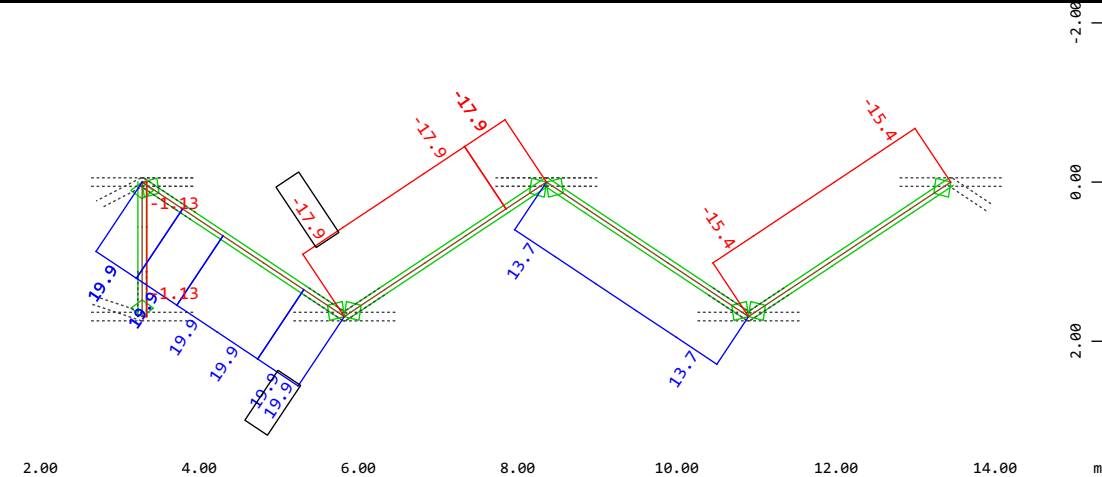


Modelleingabe

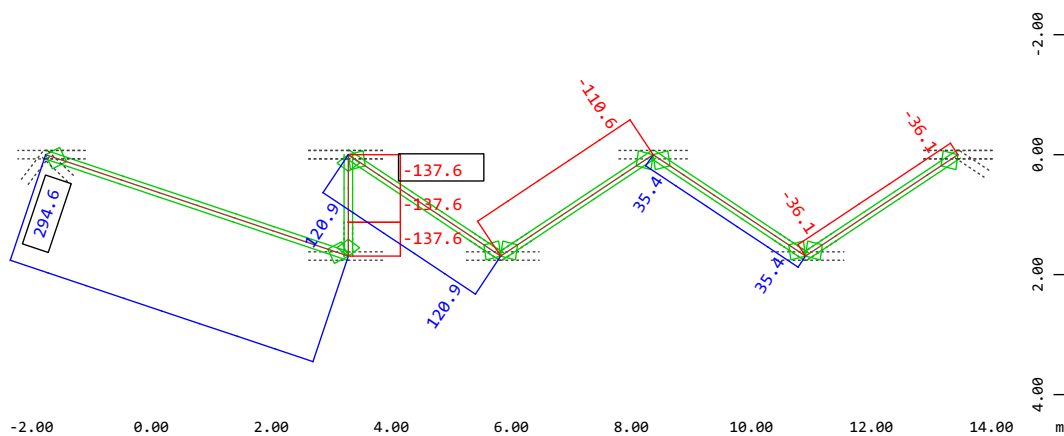




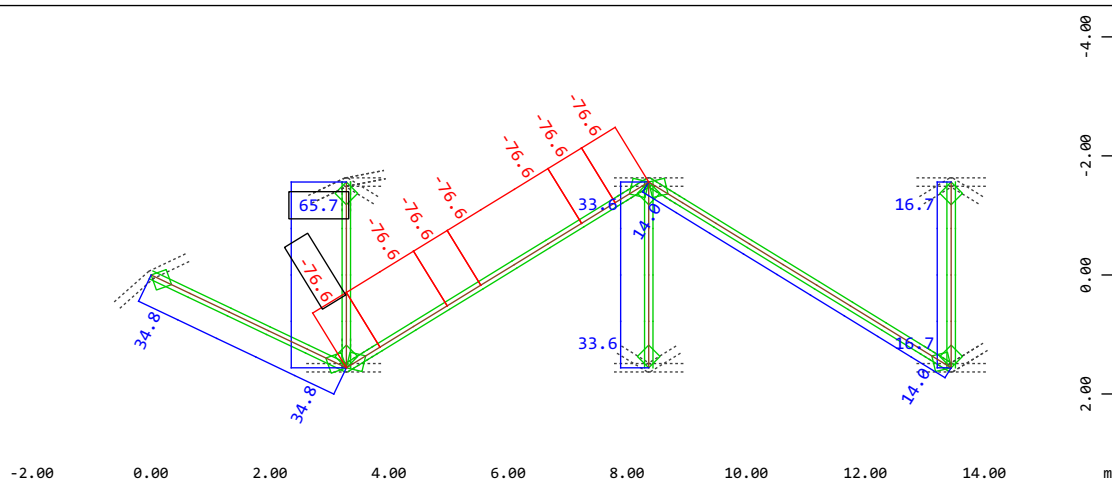
Modelleingabe



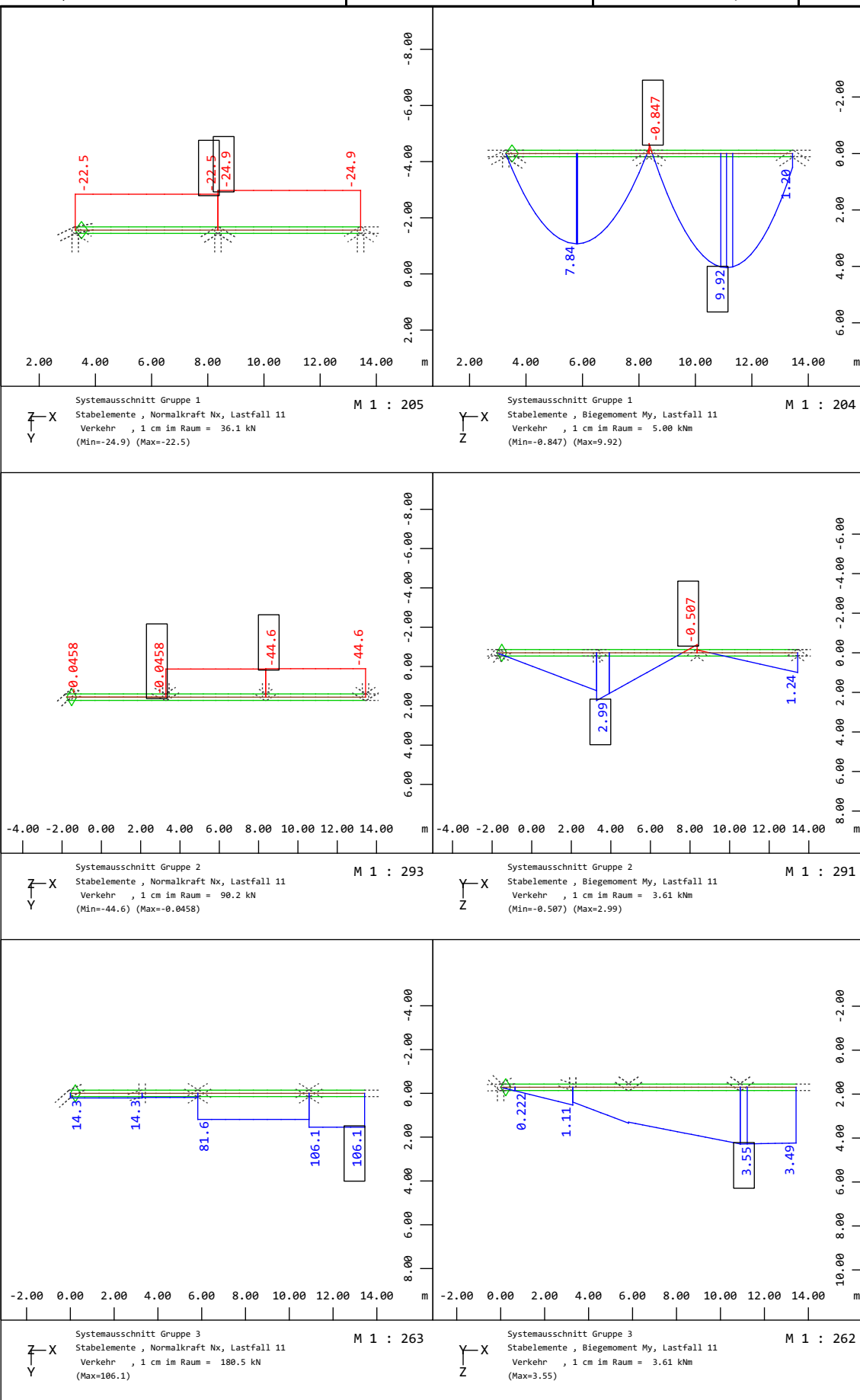
Systemausschnitt Gruppe 4 M 1 : 95
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
18.0 kN (Min=-17.9) (Max=19.9)



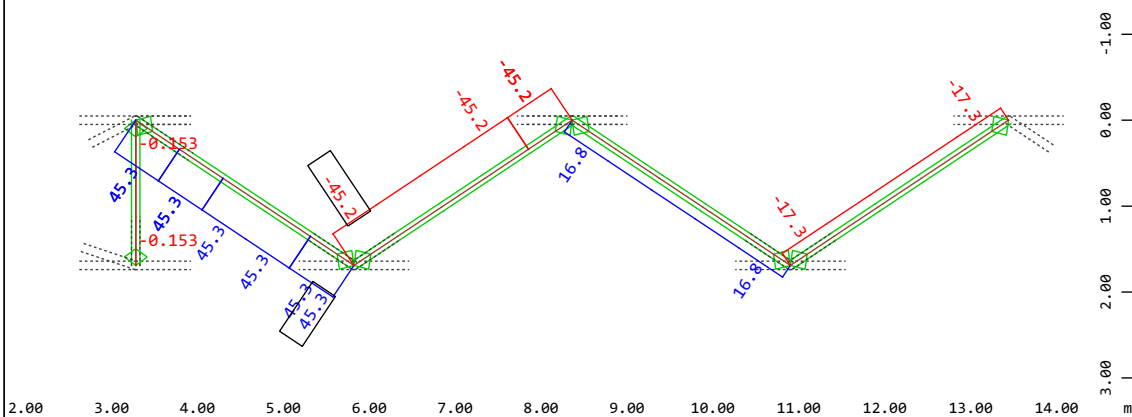
Systemausschnitt Gruppe 5 M 1 : 126
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
200.0 kN (Min=-137.6) (Max=294.6)



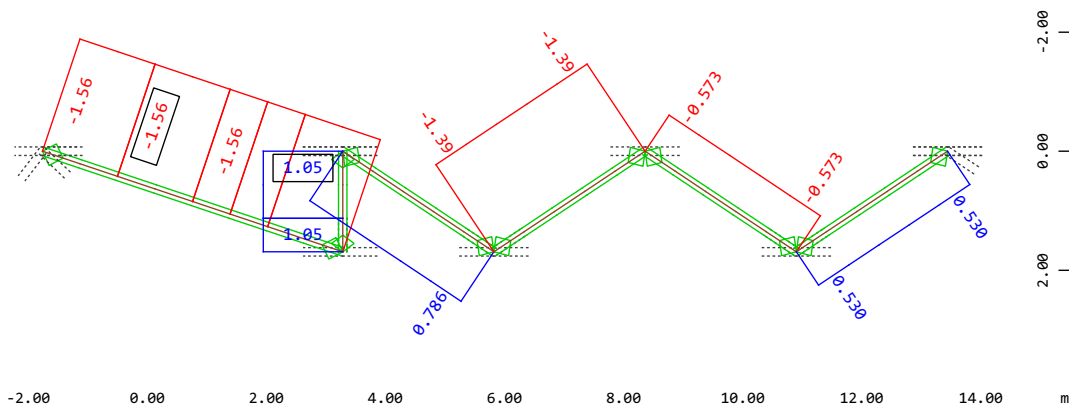
Systemausschnitt Gruppe 6 M 1 : 127
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
90.2 kN (Min=-76.6) (Max=65.7)



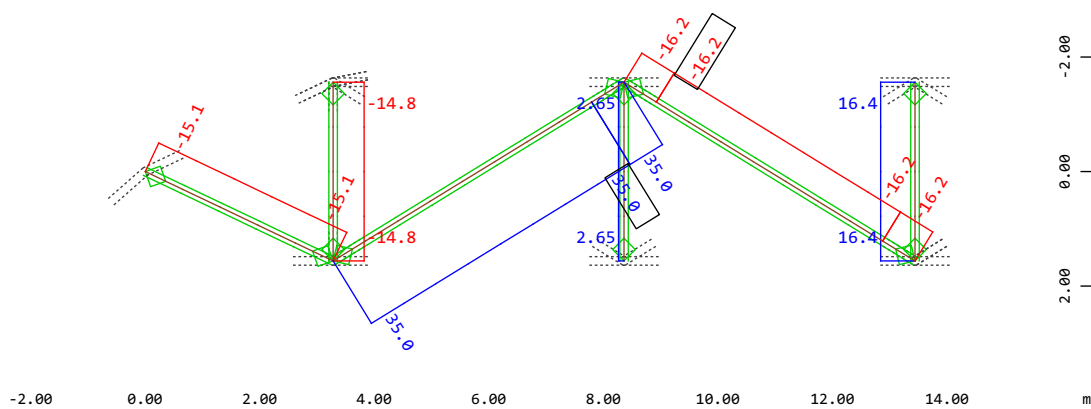
Modelleingabe



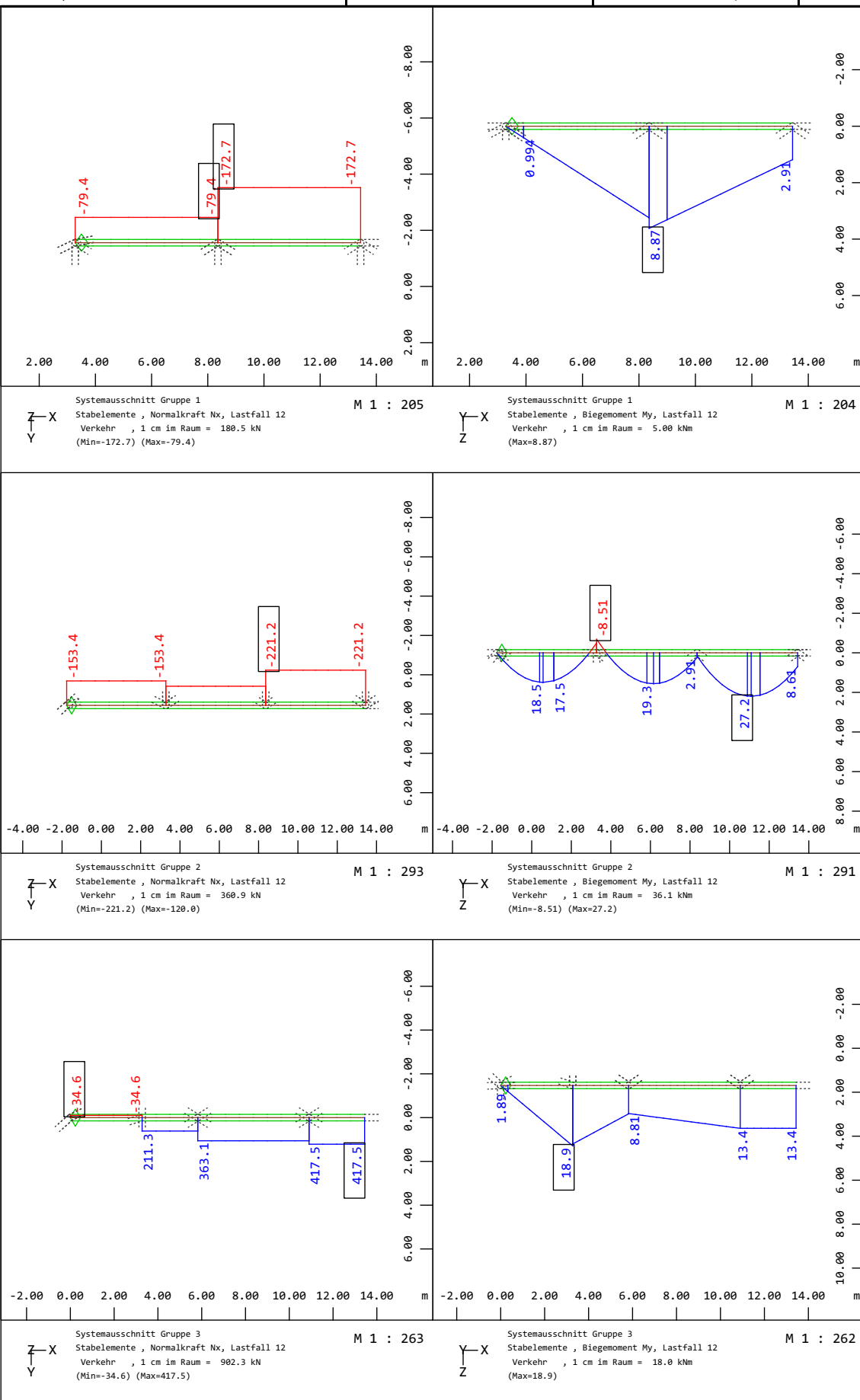
Systemausschnitt Gruppe 4
Stabelemente, Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr, 1 cm im Raum = 90.2 kN (Min=-45.2) (Max=45.3)
M 1 : 88



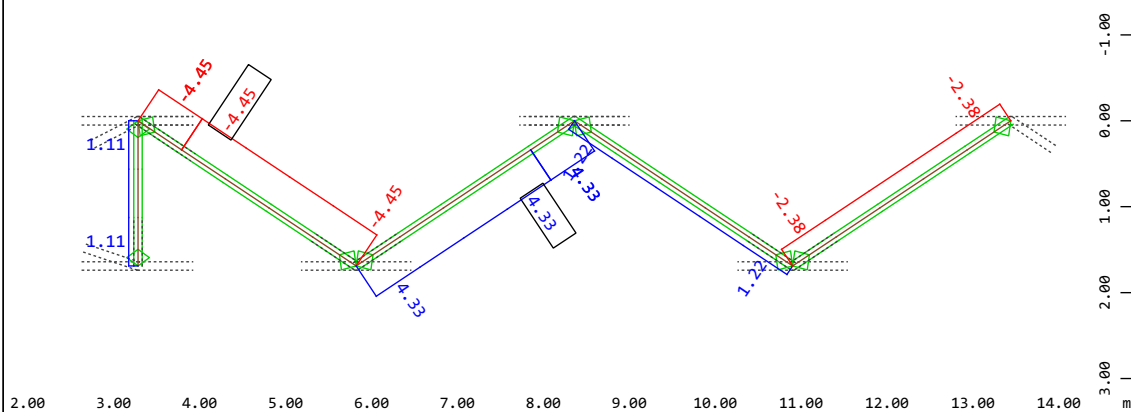
Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente, Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr, 1 cm im Raum = 1.00 kN (Min=-1.56) (Max=1.05)
M 1 : 127



Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente, Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr, 1 cm im Raum = 36.1 kN (Min=-16.2) (Max=35.0)
M 1 : 132

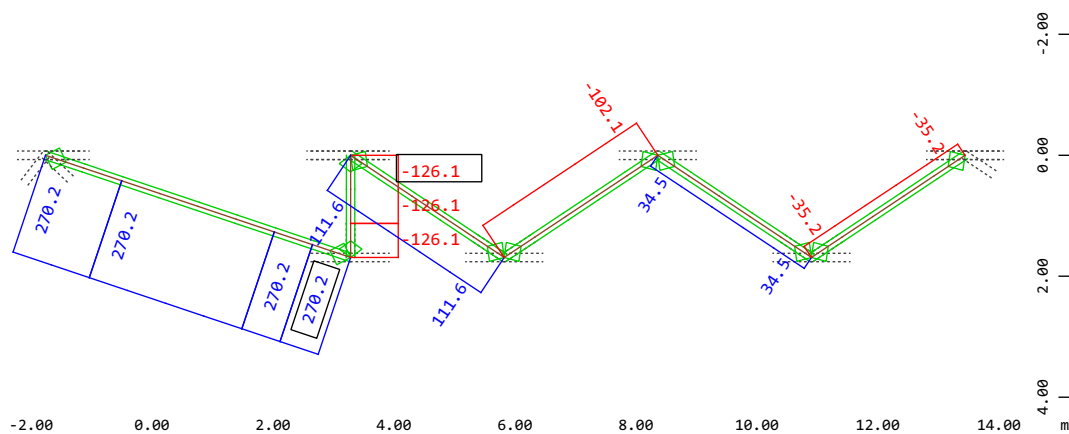


Modelleingabe



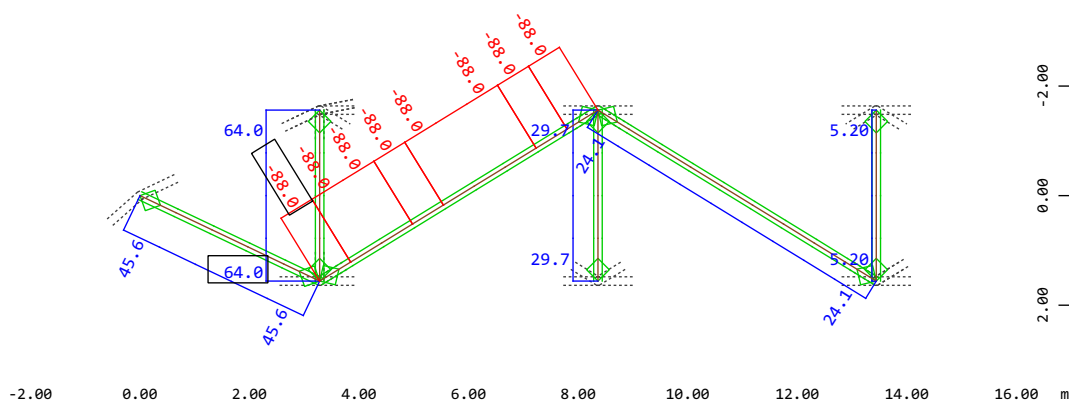
Systemausschnitt Gruppe 4
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum =
9.02 kN (Min=-4.45) (Max=4.33)

M 1 : 88



Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum =
200.0 kN (Min=-126.1) (Max=270.2)

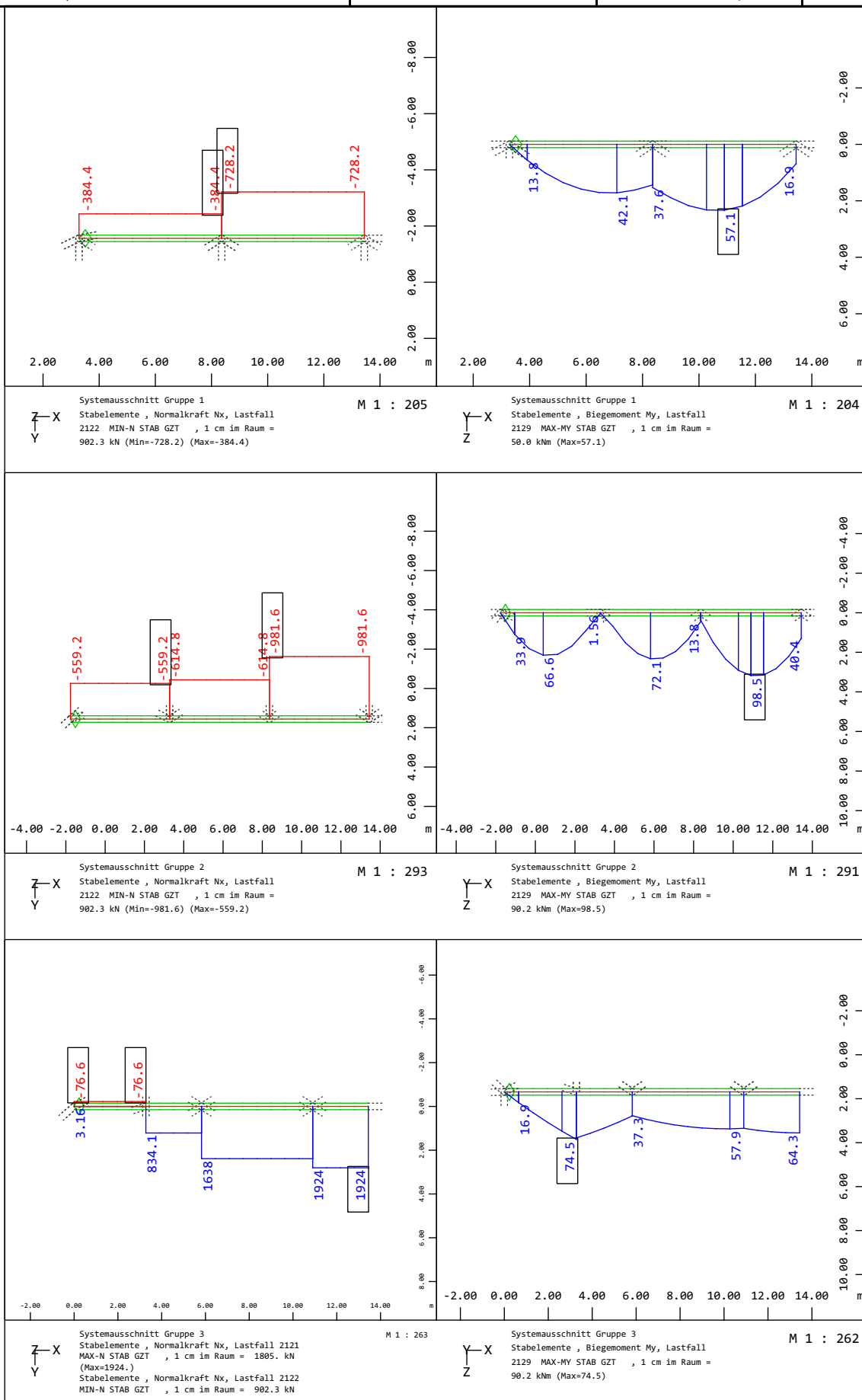
M 1 : 125



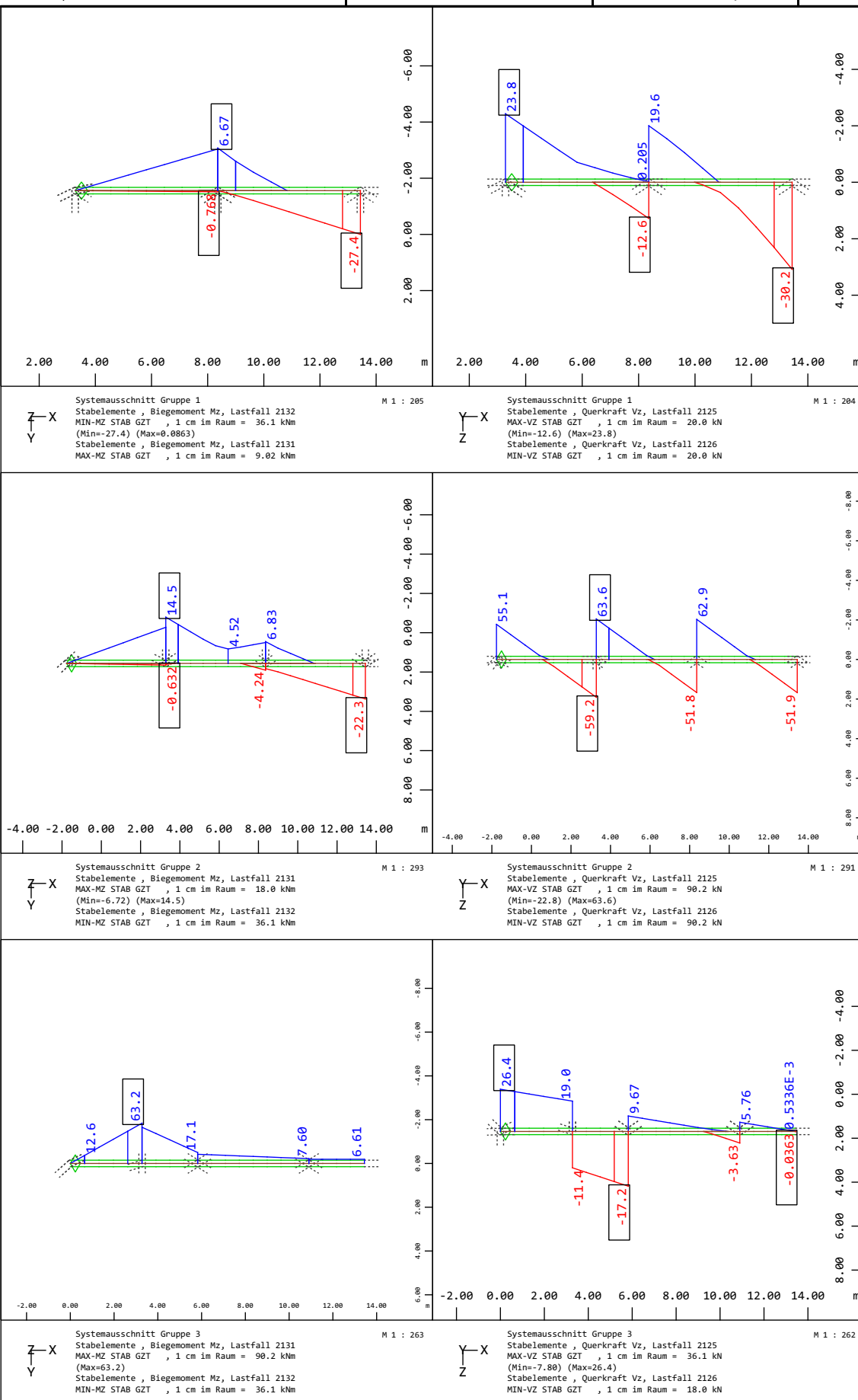
Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum =
90.2 kN (Min=-88.0) (Max=64.0)

M 1 : 138

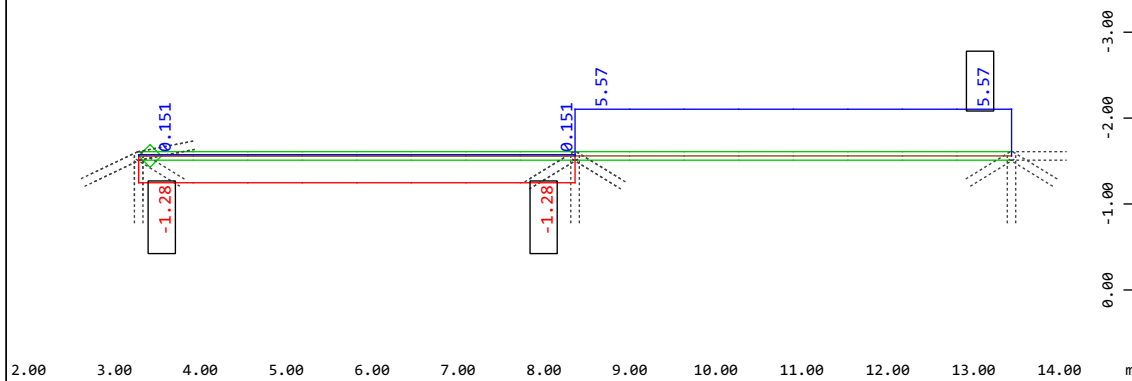
Modelleingabe



Modelleingabe

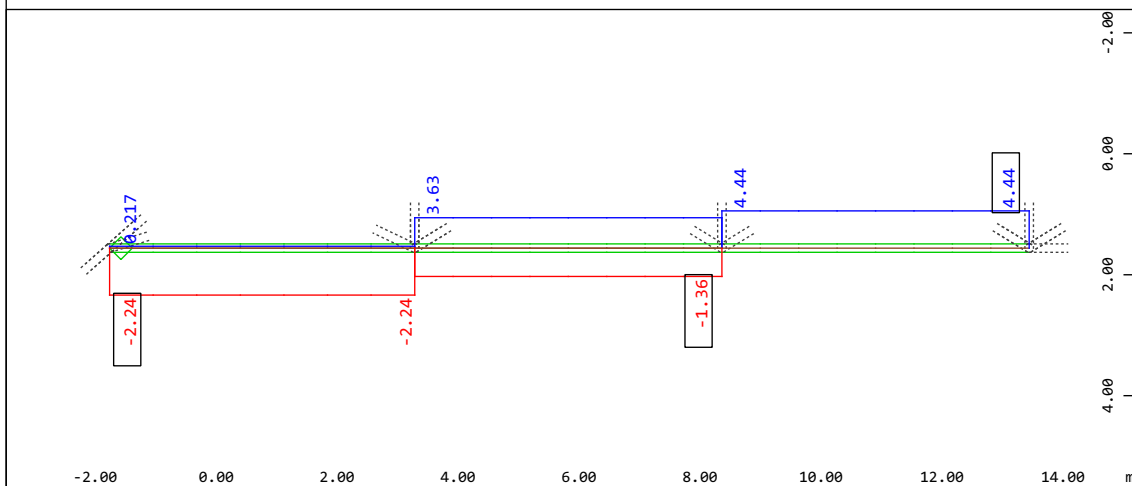


Modelleingabe



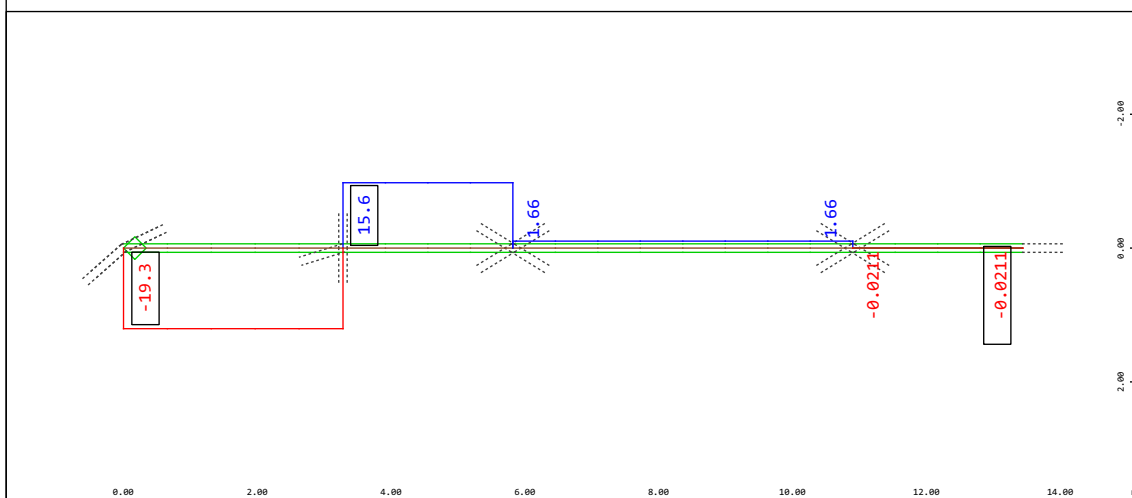
Systemausschnitt Gruppe 1
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2124 MIN-VY STAB GZT , 1 cm im
Raum = 3.61 kN (Min=-1.28) (Max=2.39)
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2123 MAX-VY STAB GZT , 1 cm im

M 1 : 88



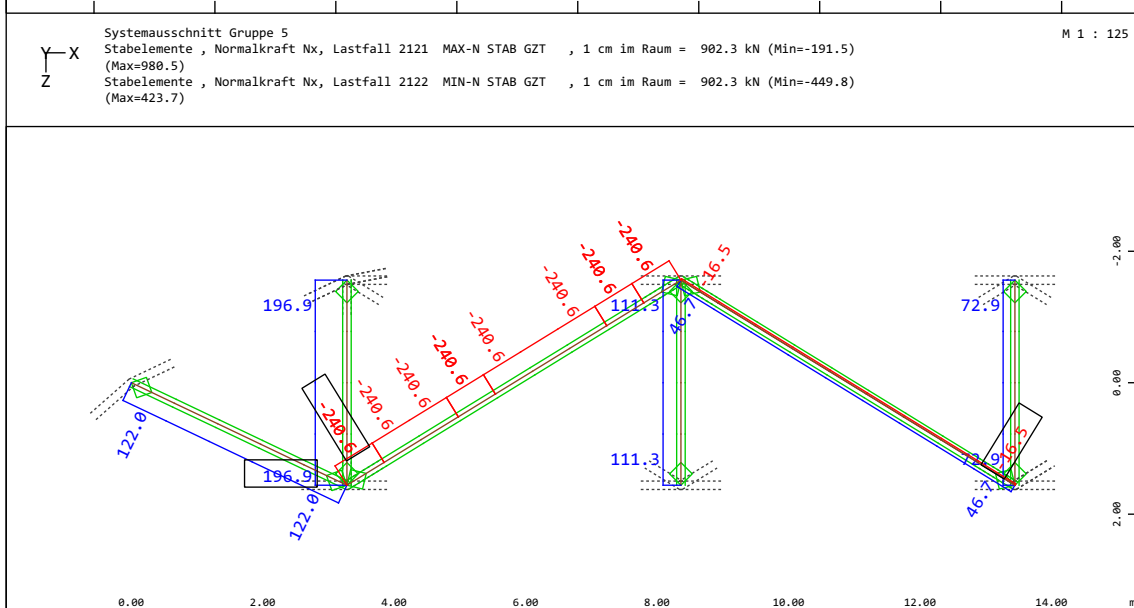
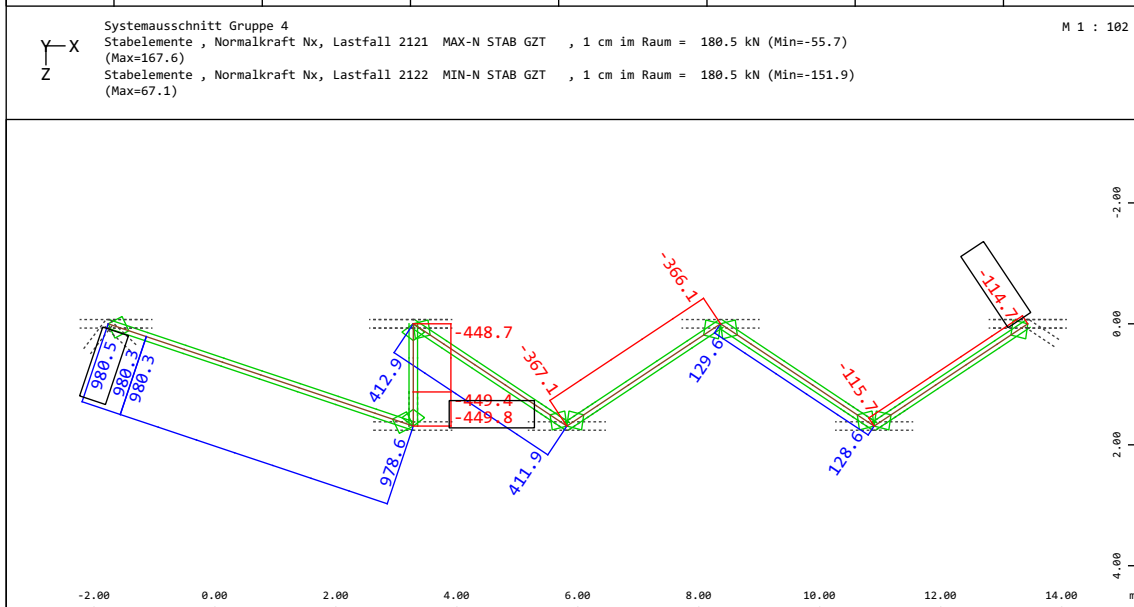
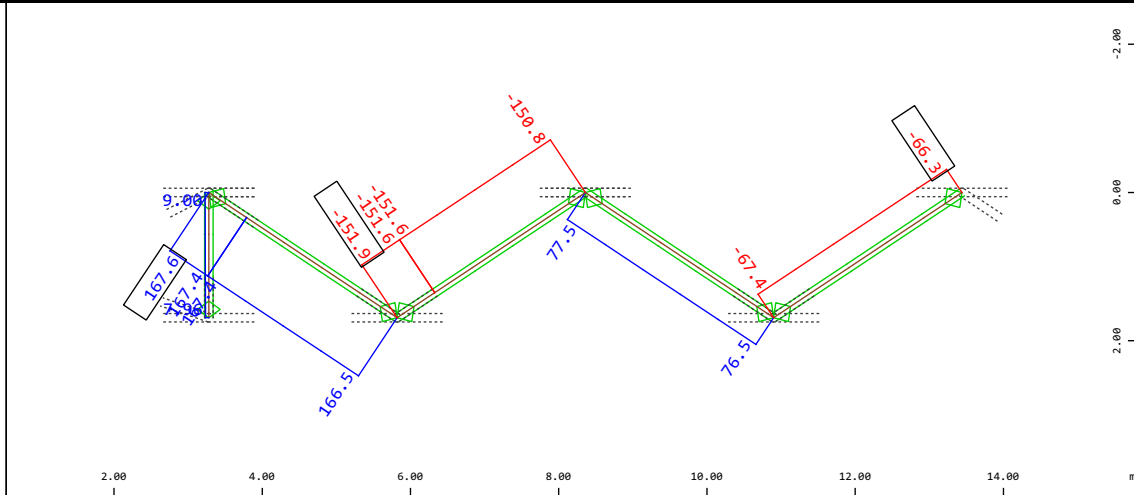
Systemausschnitt Gruppe 2
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2123 MAX-VY STAB GZT , 1 cm im
Raum = 9.02 kN (Max=4.44)
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2124 MIN-VY STAB GZT , 1 cm im

M 1 : 125



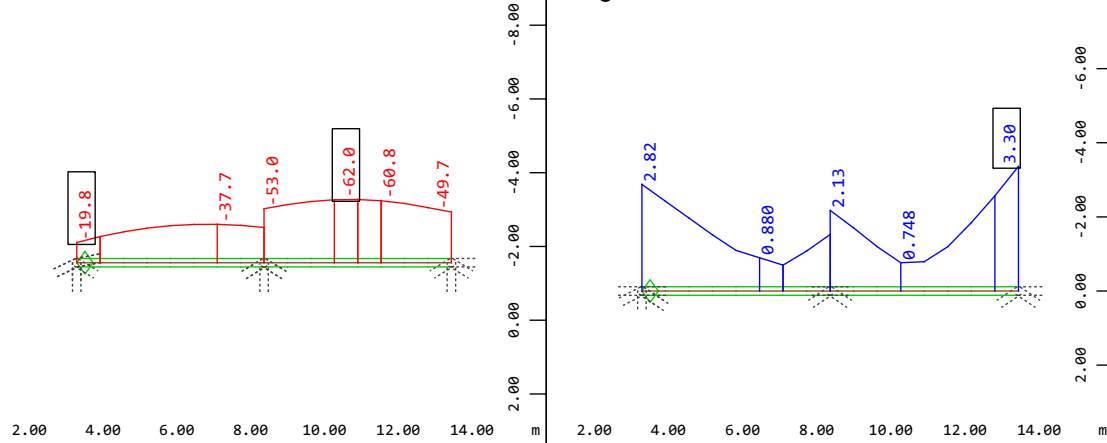
Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2123 MAX-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 18.0 kN (Min=-7.53) (Max=15.6)
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2124 MIN-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 18.0 kN (Min=-19.3) (Max=6.30)

M 1 : 113



4.3.4 SPANNUNGEN UND DURCHBIEGUNGEN

kurzer Obergurt



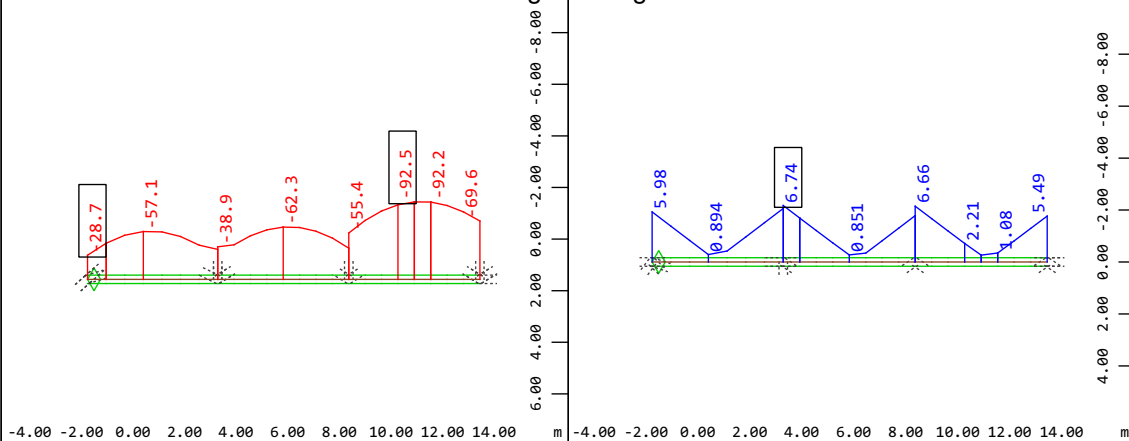
Systemausschnitt Gruppe 1
Stabelemente, Maximale Druckspannung,
Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993), 1 cm im
Raum = 74.2 MPa (Min=-62.0) (Max=-19.8)

M 1 : 205

Systemausschnitt Gruppe 1
Stabelemente, Schubspannung,
Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993), 1 cm im
Raum = 2.00 MPa (Max=3.30)

M 1 : 204

langer Obergurt



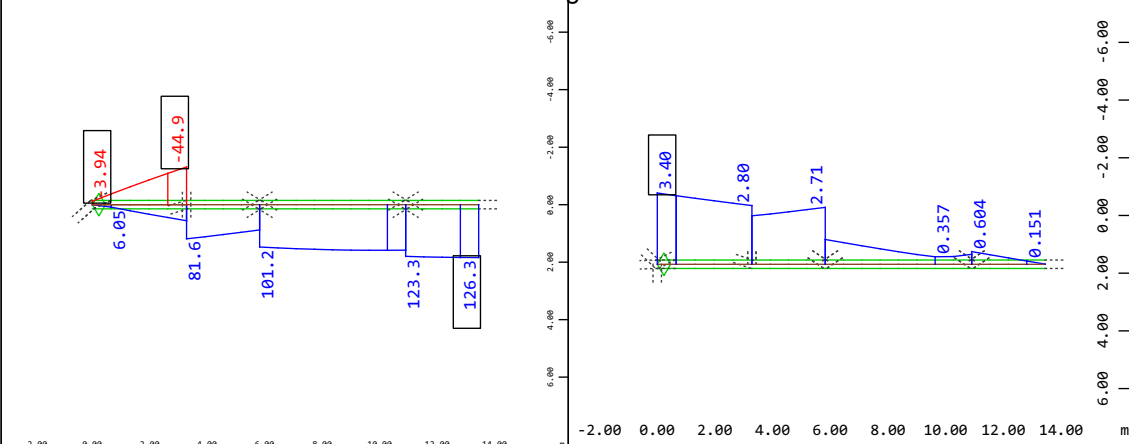
Systemausschnitt Gruppe 2
Stabelemente, Maximale Druckspannung,
Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993), 1 cm im
Raum = 90.2 MPa (Min=-92.5) (Max=-28.7)

M 1 : 293

Systemausschnitt Gruppe 2
Stabelemente, Schubspannung,
Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993), 1 cm im
Raum = 9.02 MPa (Max=6.74)

M 1 : 291

Untergurt



Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente, Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001
GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993), 1 cm im
Raum = 100.5 MPa (Max=126.3)
Stabelemente, Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001
GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993), 1 cm im
Raum = 90.2 MPa (Min=-44.9) (Max=33.3)

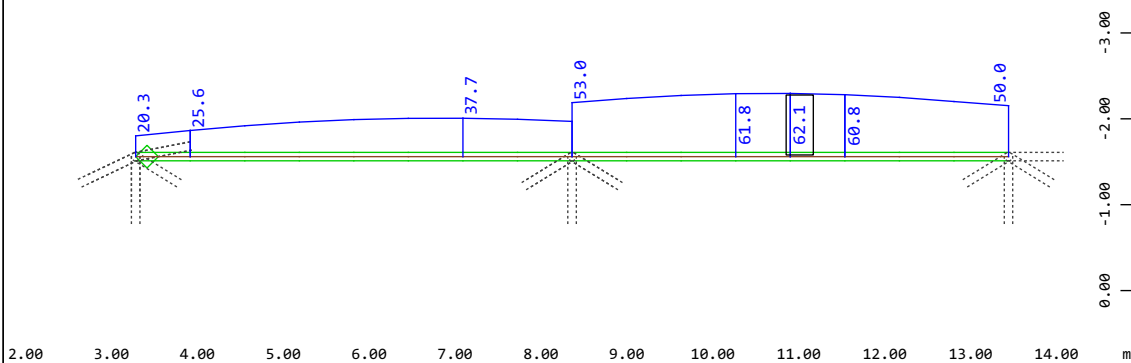
M 1 : 263

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente, Schubspannung,
Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993), 1 cm im
Raum = 3.61 MPa (Max=3.40)

M 1 : 262

Modelleingabe

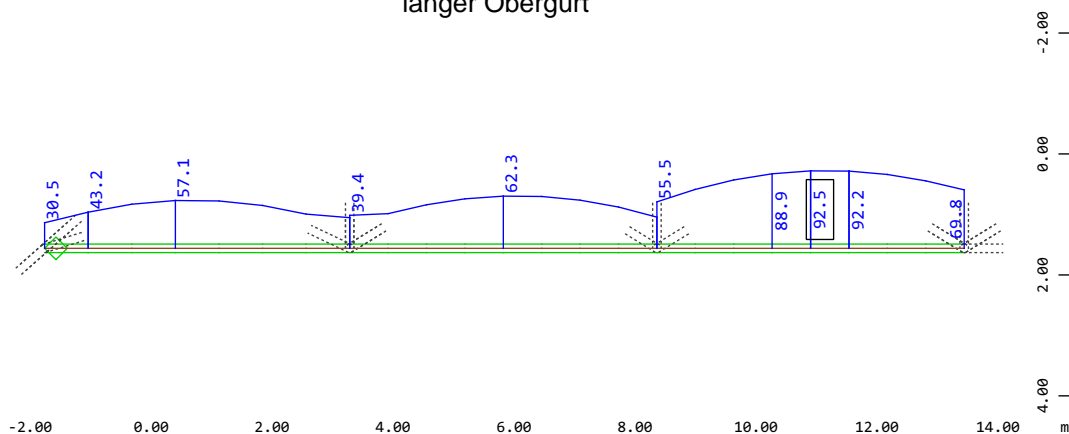
kurzer Obergurt



Systemausschnitt Gruppe 1
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 74.2 MPa (Max=62.1)

M 1 : 88

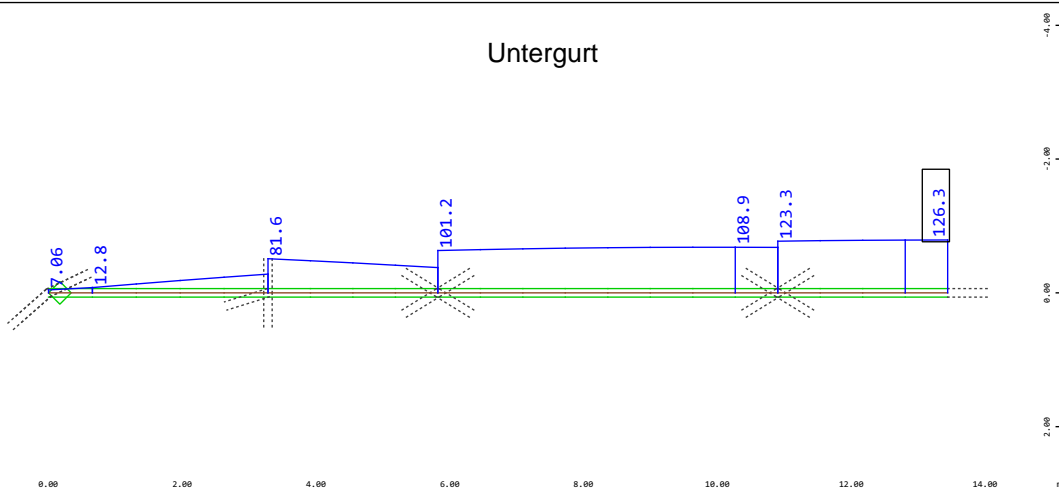
langer Obergurt



Systemausschnitt Gruppe 2
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 90.2 MPa (Max=92.5)

M 1 : 125

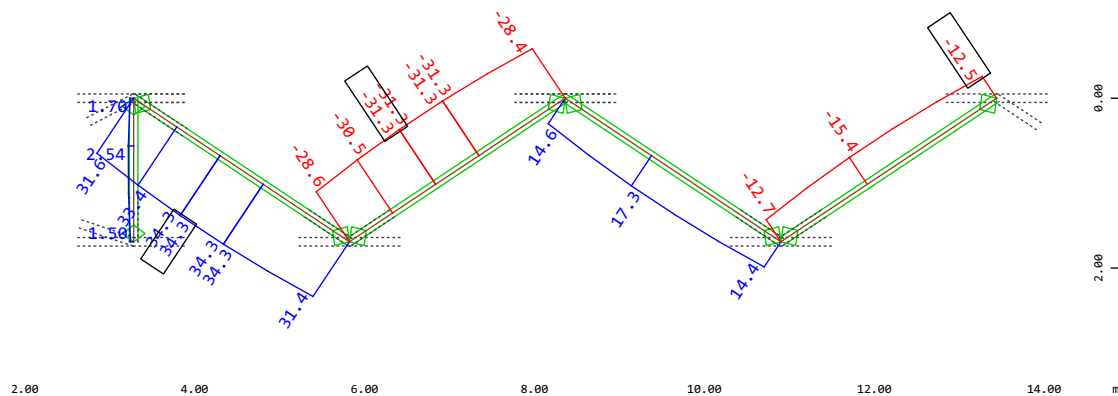
Untergurt



Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 180.5 MPa (Max=126.3)

M 1 : 113

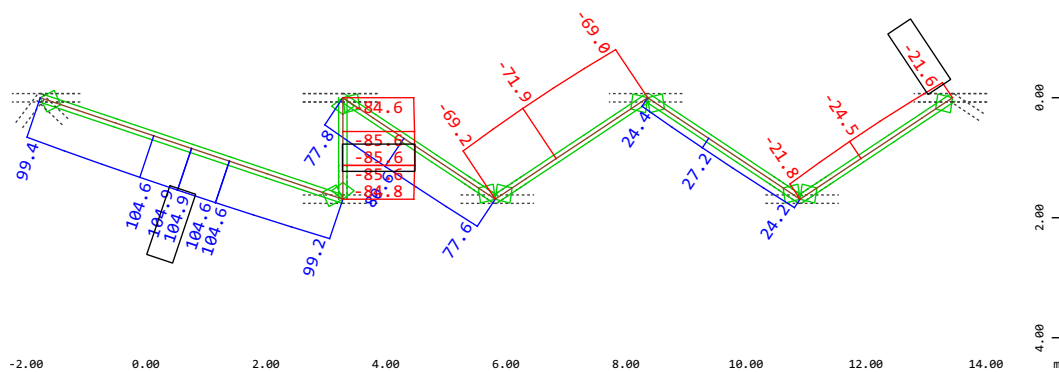
Diagonalen zwischen kurzem OG und UG



Systemausschnitt Gruppe 4
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 36.1 MPa (Min=-10.5) (Max=34.3)
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 36.1 MPa (Min=-31.3) (Max=12.6)

M 1 : 89

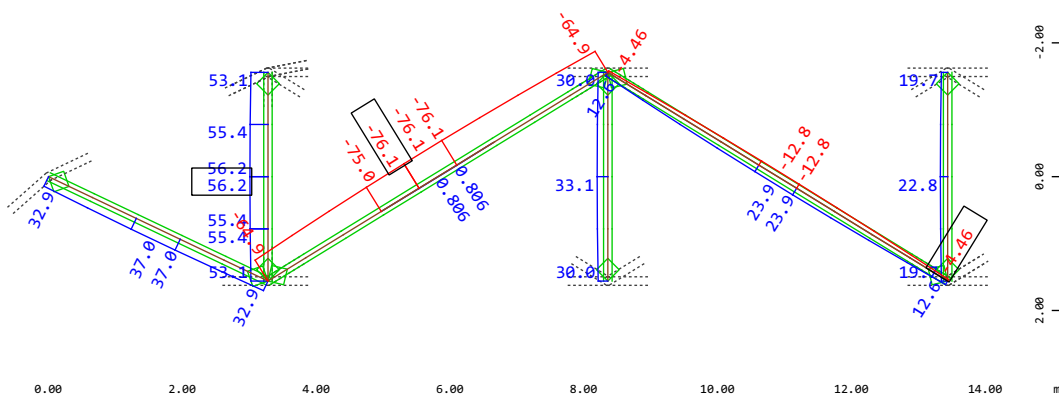
Diagonalen zwischen langem OG und UG



Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 180.5 MPa (Min=-36.1) (Max=104.9)
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 90.2 MPa (Min=-85.6) (Max=43.0)

M 1 : 126

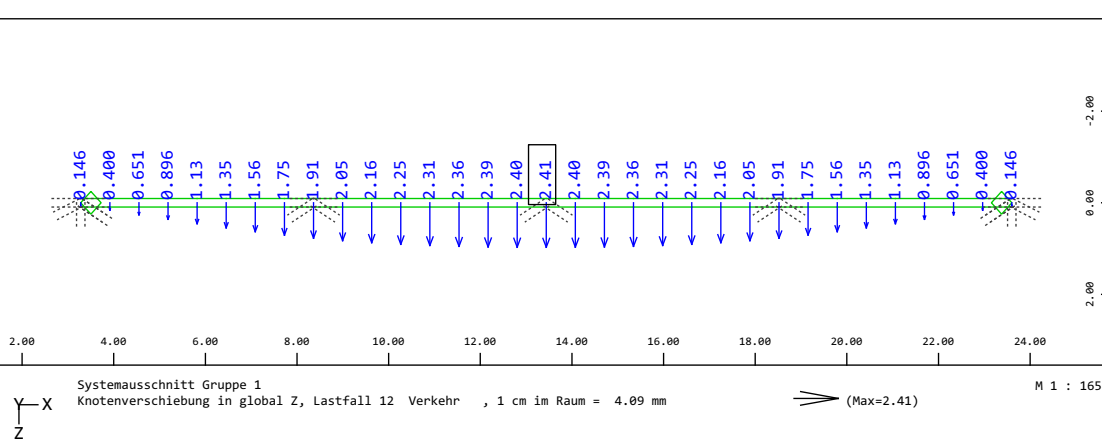
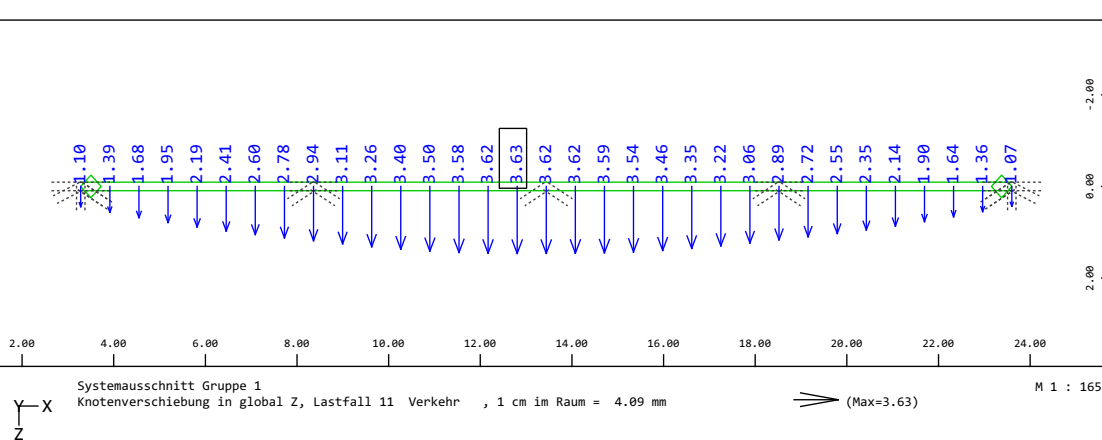
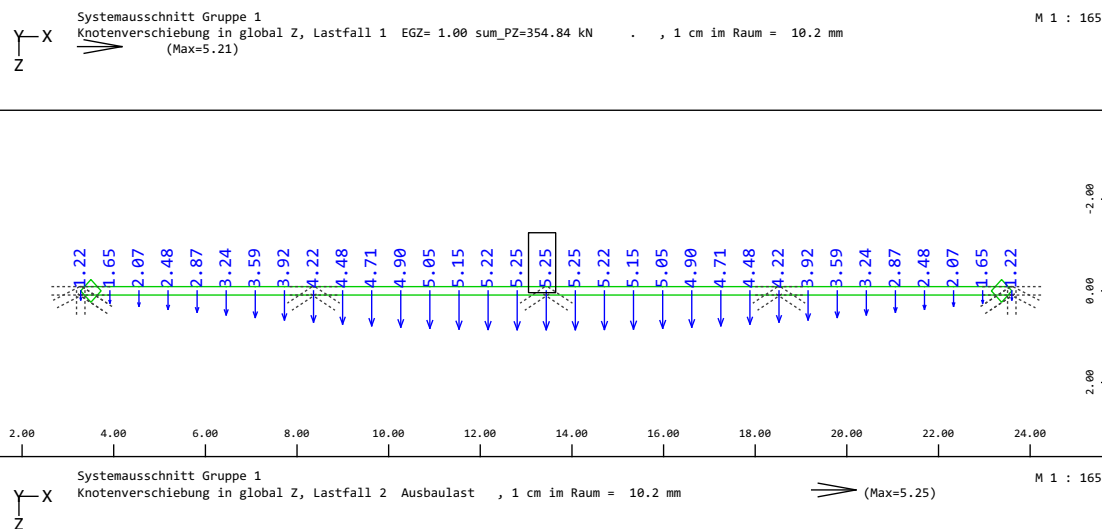
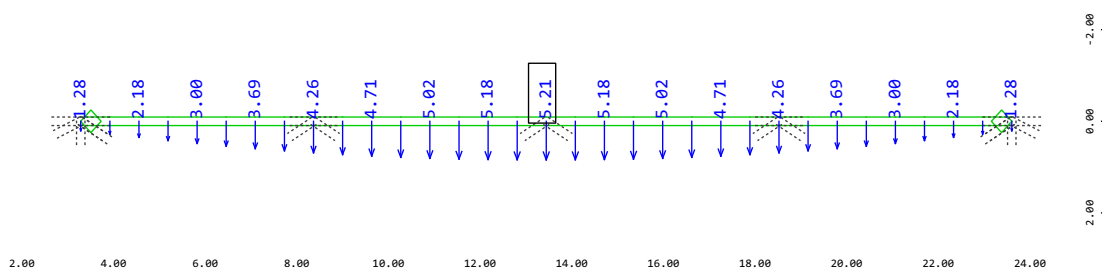
Diagonalen zwischen Obergurten



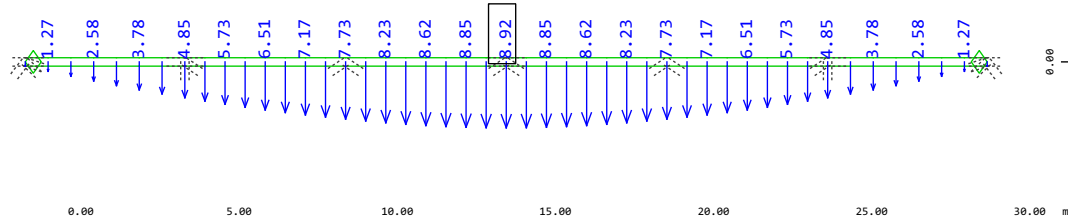
Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 235.2 MPa (Min=-7.54) (Max=56.2)
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 200.0 MPa (Min=-76.1) (Max=14.2)

M 1 : 113

Modelleingabe

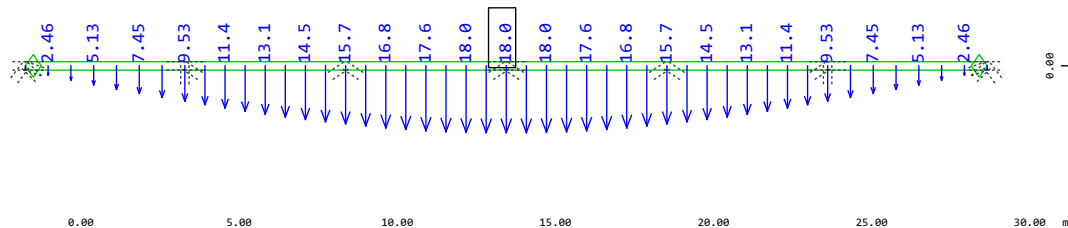


Modelleingabe



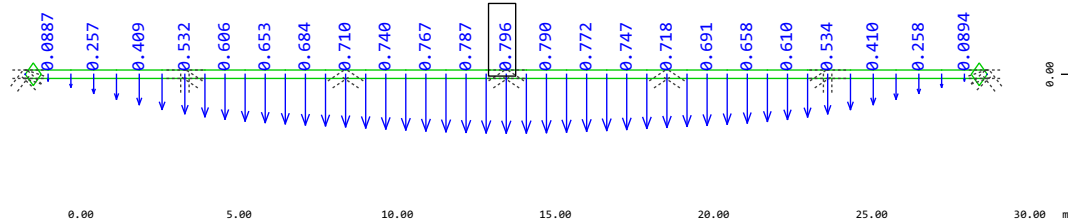
Systemausschnitt Gruppe 2
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN , 1 cm im Raum = 10.2 mm
(Max=8.92)

M 1 : 239



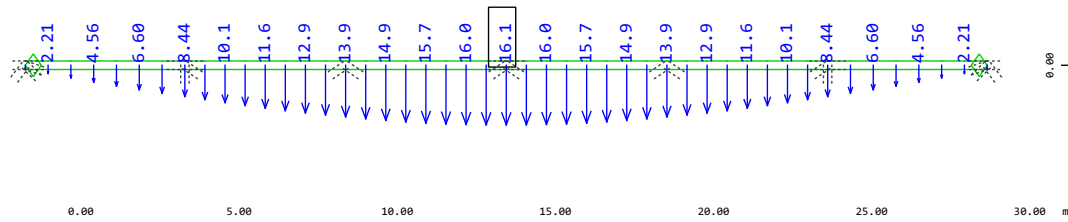
Systemausschnitt Gruppe 2
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum = 20.5 mm
(Max=18.0)

M 1 : 239



Systemausschnitt Gruppe 2
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum = 1.02 mm
(Max=0.796)

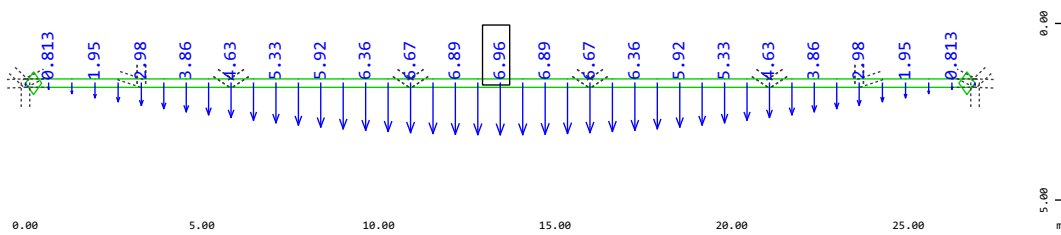
M 1 : 239



Systemausschnitt Gruppe 2
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 20.5 mm
(Max=16.1)

M 1 : 239

Modelleingabe



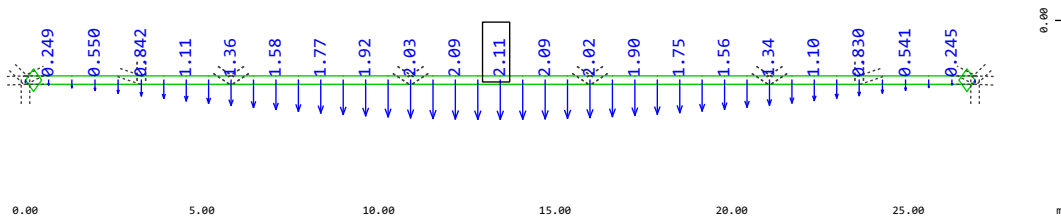
Systemausschnitt Gruppe 3
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN , 1 cm im Raum = 10.2 mm
(Max=6.96)

M 1 : 214



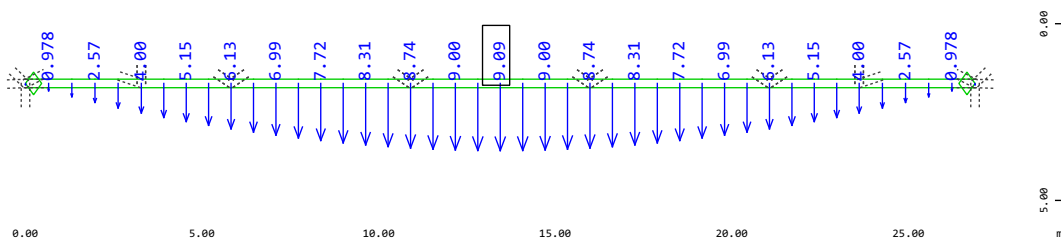
Systemausschnitt Gruppe 3
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum = 20.5 mm
(Max=11.4)

M 1 : 214



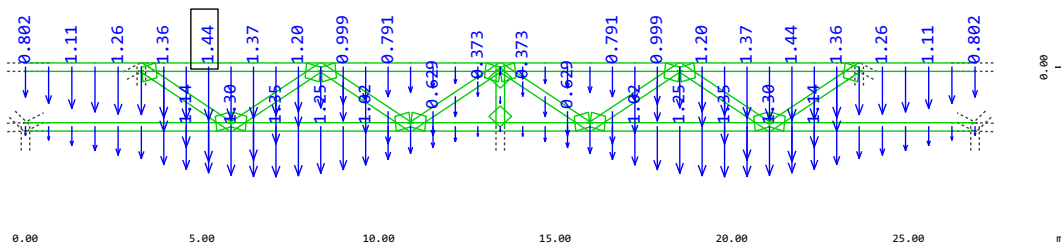
Systemausschnitt Gruppe 3
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum = 4.09 mm
(Max=2.11)

M 1 : 214

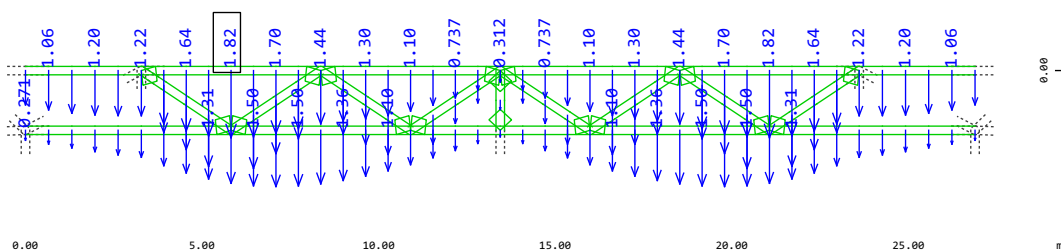


Systemausschnitt Gruppe 3
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 10.2 mm
(Max=9.09)

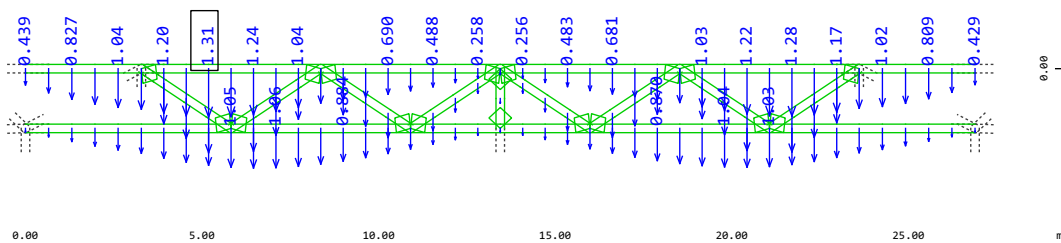
M 1 : 214



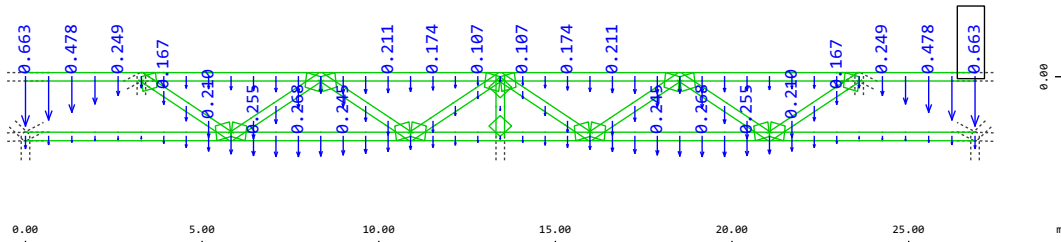
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN , 1 cm im Raum = 2.05 mm
(Max=1.44) M 1 : 214



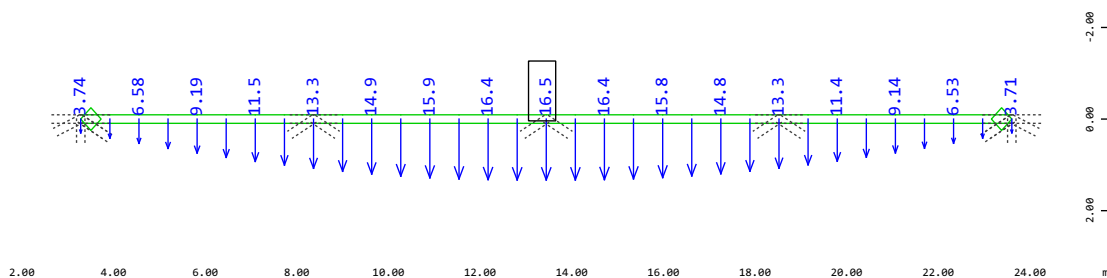
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum = 2.05 mm
(Max=1.82) M 1 : 214



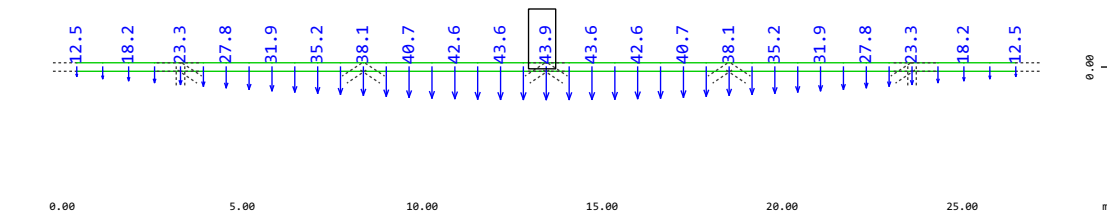
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum = 2.05 mm
(Max=1.31) M 1 : 214



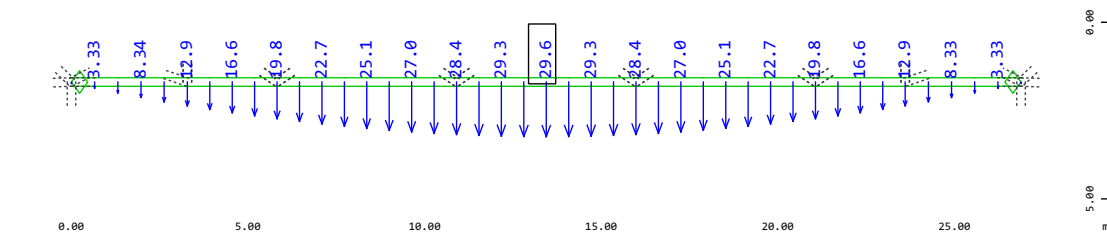
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 1.02 mm
(Max=0.663) M 1 : 214



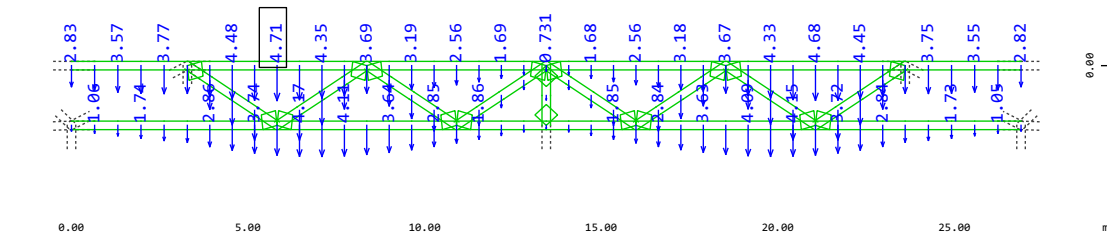
Systemausschnitt Gruppe 1
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare , 1 cm im Raum = 20.5 mm
(Max=16.5) M 1 : 165



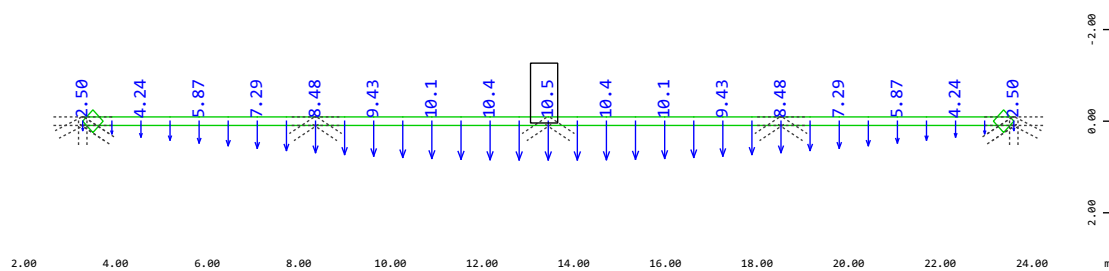
Systemausschnitt Gruppe 2
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare , 1 cm im Raum = 102.3 mm
(Max=43.9) M 1 : 210



Systemausschnitt Gruppe 3
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare , 1 cm im Raum = 40.9 mm
(Max=29.6) M 1 : 214



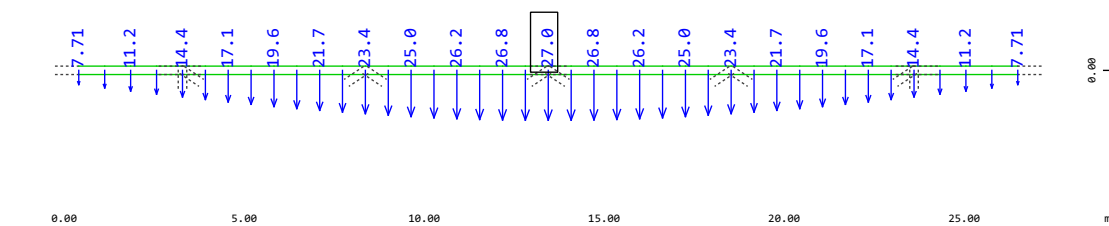
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare , 1 cm im Raum = 10.2 mm
(Max=4.71) M 1 : 214



Systemausschnitt Gruppe 1
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare , 1 cm im Raum = 20.5 mm
(Max=10.5)



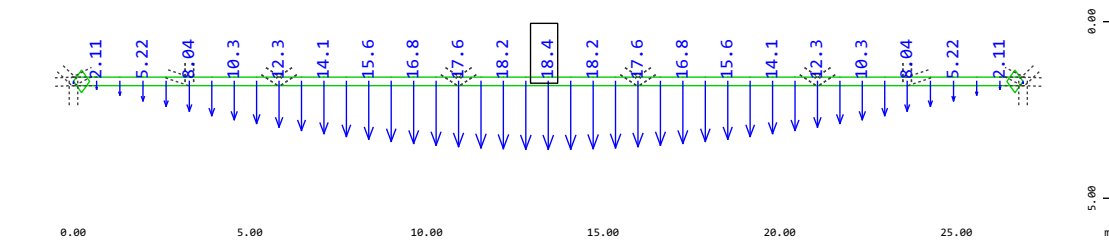
M 1 : 165



Systemausschnitt Gruppe 2
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare , 1 cm im Raum = 40.9 mm
(Max=27.0)



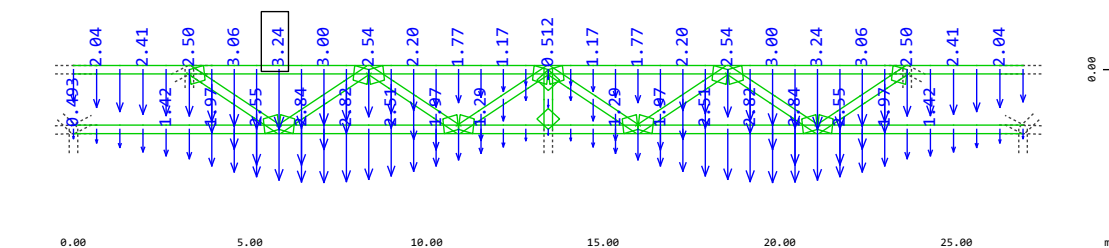
M 1 : 210



Systemausschnitt Gruppe 3
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare , 1 cm im Raum = 20.5 mm
(Max=18.4)



M 1 : 214



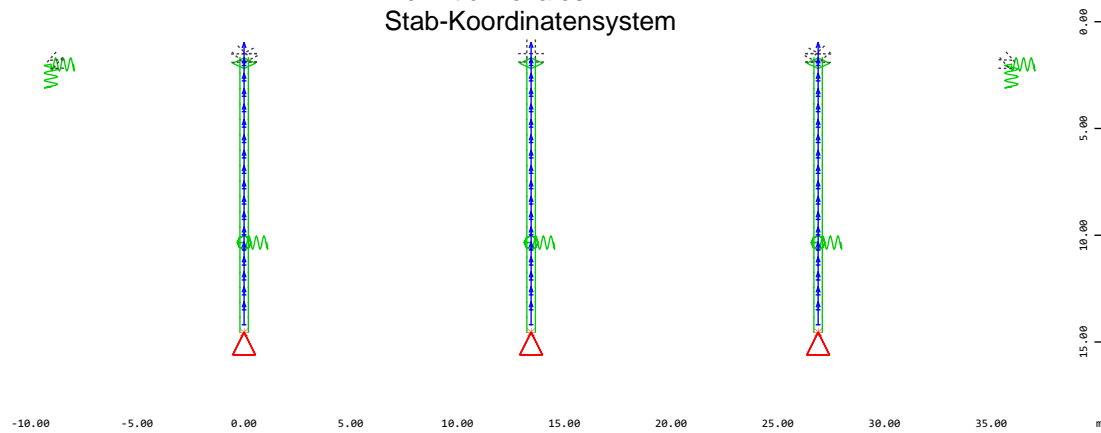
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare , 1 cm im Raum = 4.09 mm
(Max=3.24)



M 1 : 214

4.3.5 AUFLAGERKRÄFTE

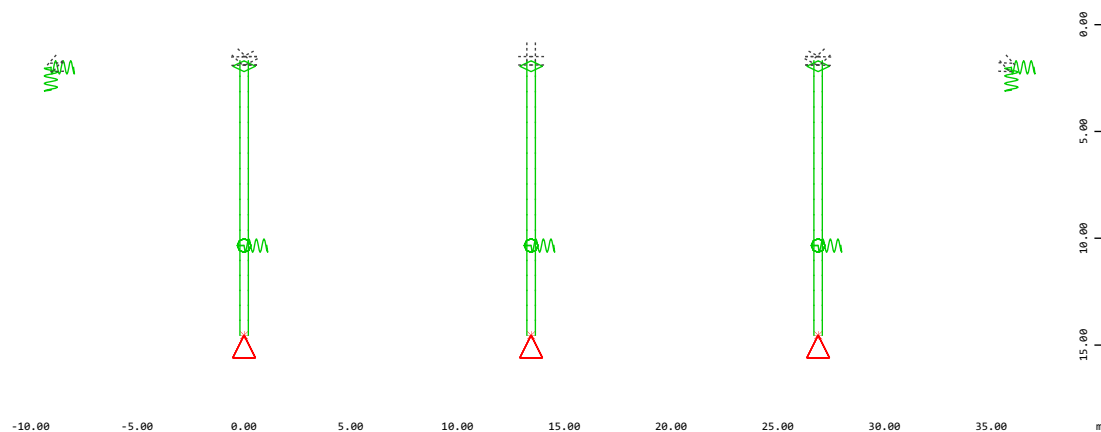
Definition lokales Stab-Koordinatensystem



Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Lokale Richtung X (\Rightarrow)

M 1 : 354

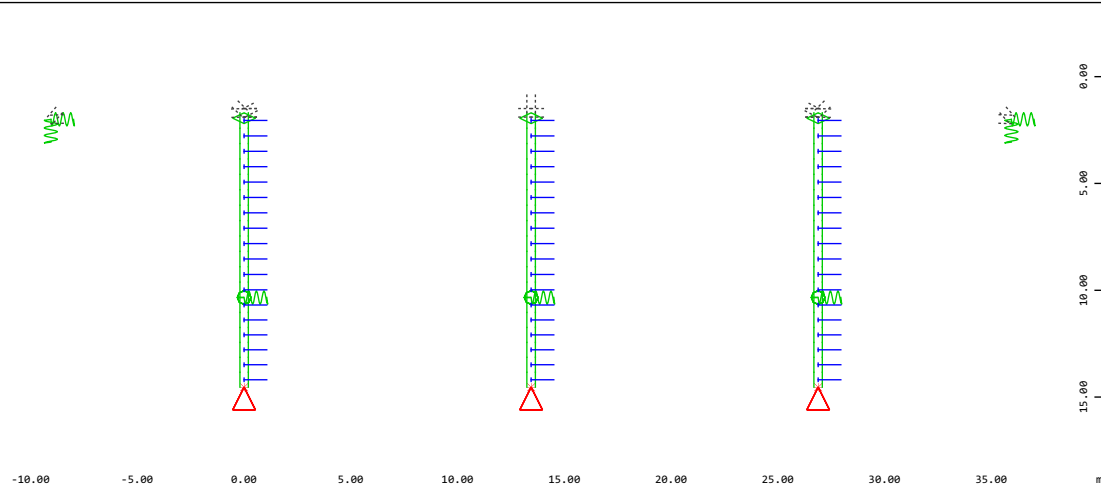
Y
X
Z



Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Lokale Richtung Y (\Rightarrow)

M 1 : 354

Y
X
Z

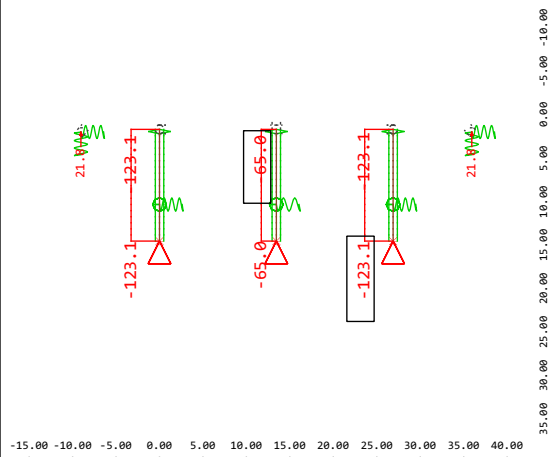


Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Lokale Richtung Z (\rightarrow)

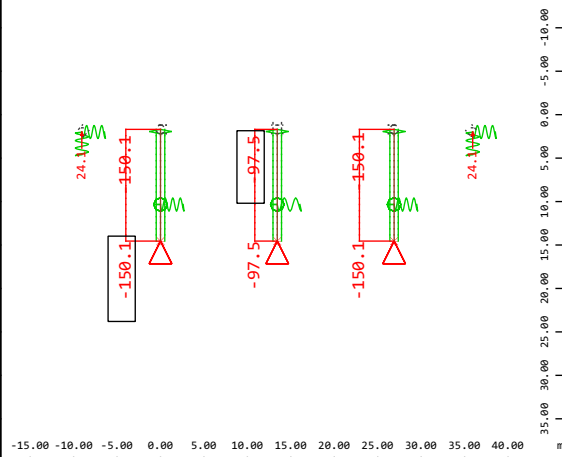
M 1 : 354

Y
X
Z

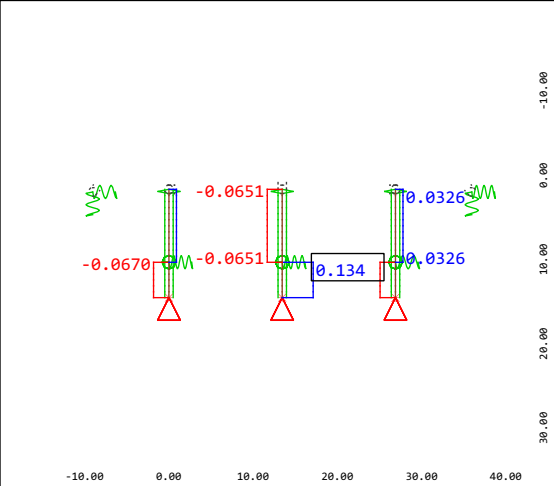
Modelleingabe



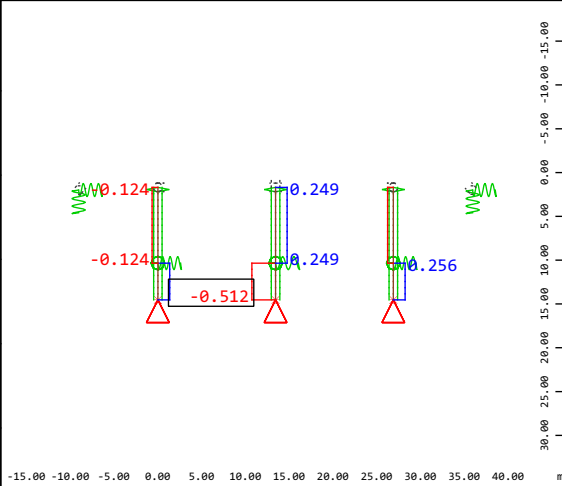
Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1
EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN , 1 cm im Raum = 327.3 kN (Min=-123.1) (Max=-65.0)
Auflagerfedern , Federkraft in global Z,
Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN



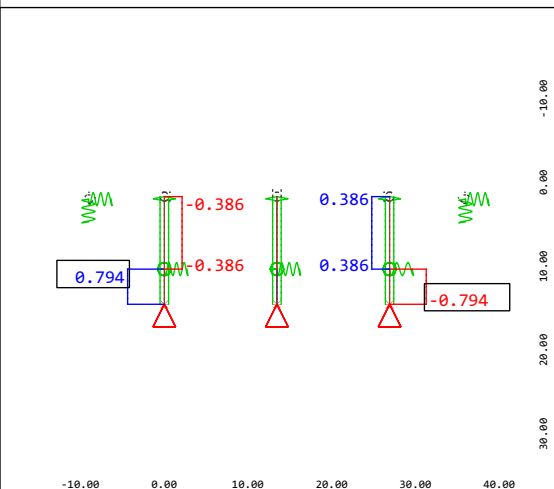
Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2
Ausbaulast , 1 cm im Raum = 327.3 kN (Min=-150.1) (Max=-97.5)
Auflagerfedern , Federkraft in global Z,
Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =



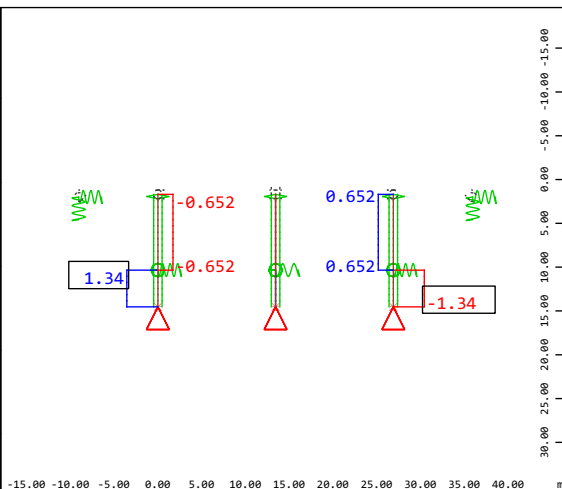
Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN , 1 cm im Raum = 0.327 kN (Min=-0.0670) (Max=0.134)



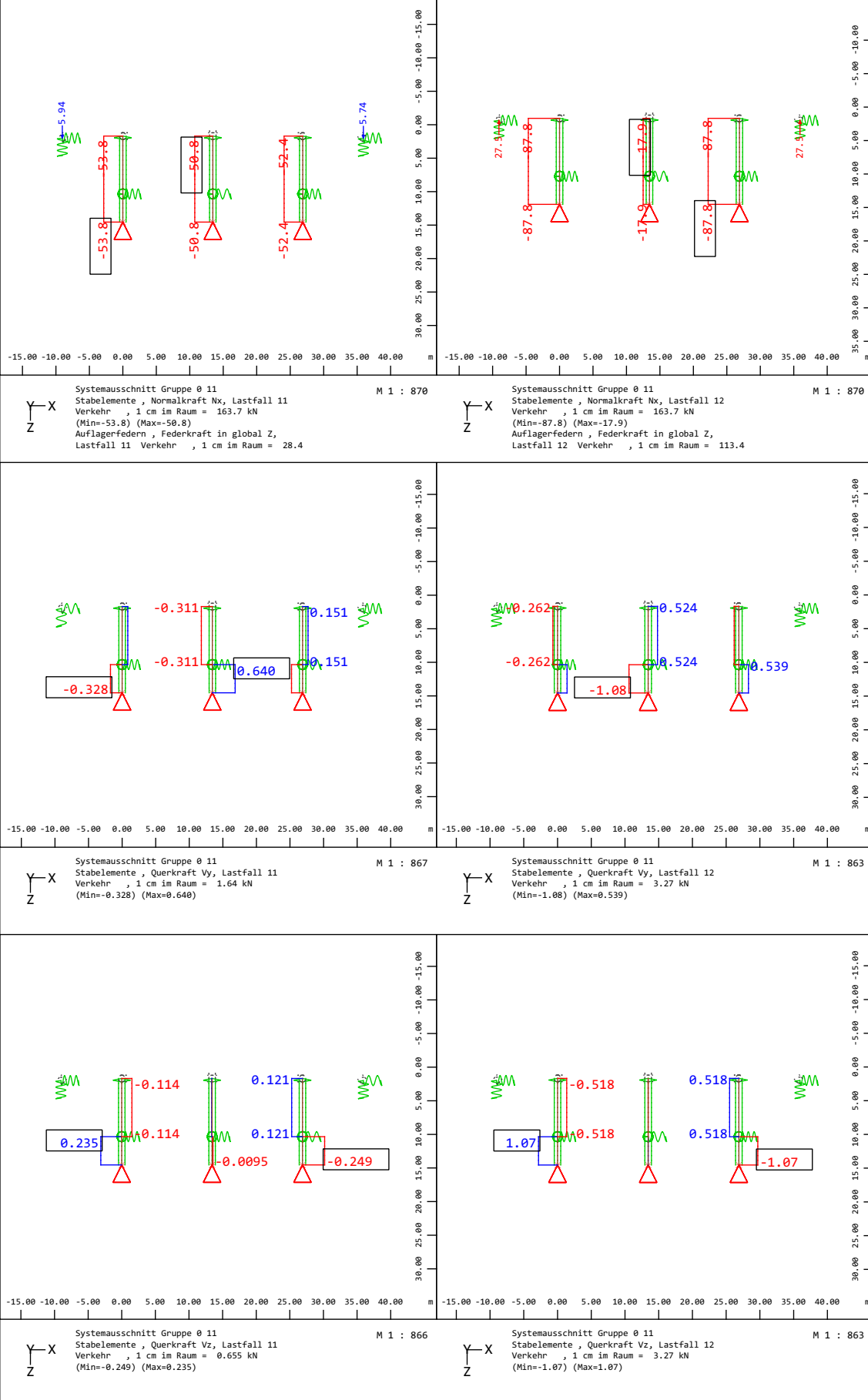
Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2
Ausbaulast , 1 cm im Raum = 1.64 kN (Min=-0.512) (Max=0.256)



Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN , 1 cm im Raum = 1.64 kN (Min=-0.794) (Max=0.794)



Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2
Ausbaulast , 1 cm im Raum = 3.27 kN (Min=-1.34) (Max=1.34)



Modelleingabe

4.4 FACHWERKBINDER ACHSE 3 / 14

4.4.1 ALLGEMEINES

Auf den nachfolgenden Seiten wird die Schnittgrößen- und Spannungsermittlung aus den vertikalen Lasten auf den Binder in der Achse 2 bzw. 15 aus der EDV-Berechnung zusammengefasst. Das Randfachwerk wird dabei bis zu den Achsen 1 und 3 mitmodelliert und berechnet. Die Auswertung hierfür folgt in Pos. 4.7.3..

Die Überlagerungen der maßgebenden Kräfte und Spannungen mit den aus Pos. 3 Resultierenden sowie die Stabilitätsnachweise erfolgen bereits in Pos. 4.2.3

Materialien und Querschnitte:

Die Querschnitte werden entsprechend der Konstruktionspläne modelliert. Querschnittsverstärkungen an den Knotenpunkten werden nicht berücksichtigt.

Querschnitte Achse 3 / 14						
Bauteil		QS-Nr.	Typ	Abmessungen [mm]	Material	Gruppennummer
Binder	Obergurte	1	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 12,5	S 355	1 bzw. 2
		2	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 16	S 355	
	Untergurt	2	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 16	S 355	3
	Obergurtdiagonalen und -Pfoster	8	Rohr, warmgewalzt	Ø 193,7 x 6,3	S 355	6
	Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt	3	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 8,0	S 355	4 (auf kurzer OG-Seite) bzw. 5 (auf langer OG-Seite)
Randfachwerk	Obergurt	21	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 10	S 355	31
	Untergurt	21	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 10	S 355	31
	Auflagerdiagonalen	4	Rohr, warmgewalzt	Ø 323,9 x 10	S 355	15
	sonstige Diagonalen	22	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 8,0	S 355	32
Stützen	Stützen	5 / 6	Kreis	Ø 700 mm	C 50/60	11

Materialien

Mat	Materialbezeichnung
1	S 355 (EN 1993)
2	C 50/60 (EN 1992)
3	B 500 B (EN 1992)

Mat 1 S 355 (EN 1993)

Elastizitätsmodul	E	210000	[N/mm ²]	Materialsicherheit	1.10	[-]
Querdehnzahl	μ	0.30	[-]	Fließgrenze	fy	355.00 [MPa]
Schubmodul	G	80769	[N/mm ²]	Druckfließgrenze	fyc	355.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	175000	[N/mm ²]	Zugfestigkeit	ft	490.00 [MPa]
Nominelle Wichte	γ	86.3	[kN/m ³]	Druckfestigkeit	fc	490.00 [MPa]
Rohdichte	ρ	7850.0	[kg/m ³]	Bruchdehnung		100.00 [o/oo]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.20E-05	[1/K]	Verbundwert relativ		0.00 [-]
max. Erzeugnisdicke	t-max	40.00	[mm]	Verbundwert k1 (EN1992)k1		0.00 [-]
Sicherheit Querschnitt	γ-M0	1.00	[-]	Verfestigungsmodul	Eh	0.00 [MPa]
Sicherheit Stabilität	γ-M1	1.10	[-]	Proportionalitätsgrenze fp		355.00 [MPa]
Sicherheit Bruchversagen	γ-M2	1.25	[-]	Schwingbreite	σ-dyn	0.00 [MPa]

Mat 2 C 50/60 (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	18500	[N/mm ²]	Materialsicherheit	1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	fc	42.50 [MPa]
Schubmodul	G	7708	[N/mm ²]	Nennfestigkeit	fck	50.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	10278	[N/mm ²]	Zugfestigkeit	fctm	4.07 [MPa]
Nominelle Wichte	γ	0.0	[kN/m ³]	Zugfestigkeit	fctk,05	2.85 [MPa]
Rohdichte	ρ	0.0	[kg/m ³]	Zugfestigkeit	fctk,95	5.29 [MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	fbd	4.28 [MPa]
				Gebrauchsfestigkeit	fc,m	58.00 [MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	fcd,fat	22.67 [MPa]
				Zugfestigkeit	fctd	1.62 [MPa]
				Zugbruchenergie	Gf	0.15 [N/mm]

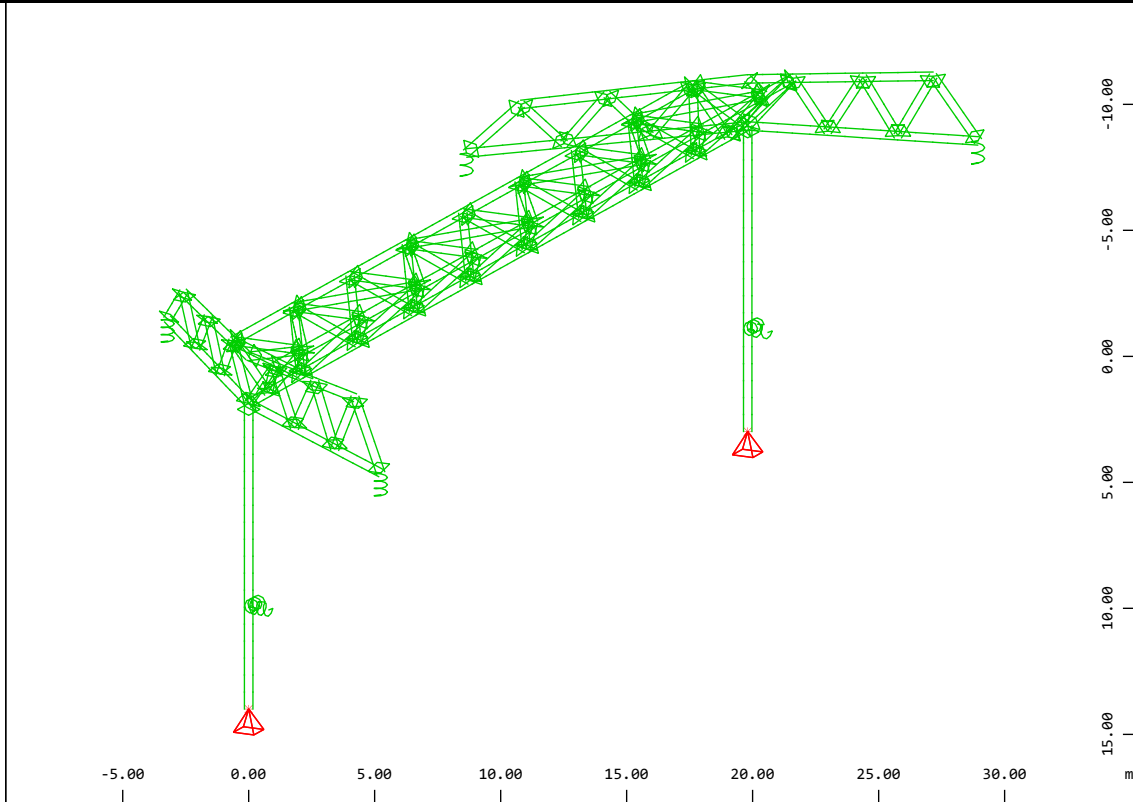
Querschnittswerte Übersicht

QNr	Mat	A[m ²]	Ay[m ²]	Iy[m ⁴]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm ²]	g[kg/m]	I-1[m ⁴]
	MBw	It[m ⁴]	Az[m ²]	Iz[m ⁴]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm ²]		I-2[m ⁴]
			Ayz[m ²]	Iyz[m ⁴]					α[°]
1	1	1.9458E-02	9.881E-03	5.976E-04	0.0	0.0	210000	168.0	
		1.185E-03	9.881E-03	5.976E-04	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= R0 508 x 12.5 (EN 10210-1)									
2	1	2.4731E-02	1.257E-02	7.491E-04	0.0	0.0	210000	213.5	
		1.486E-03	1.257E-02	7.491E-04	0.0	0.0	80769	(CENTR)	

[illegible]

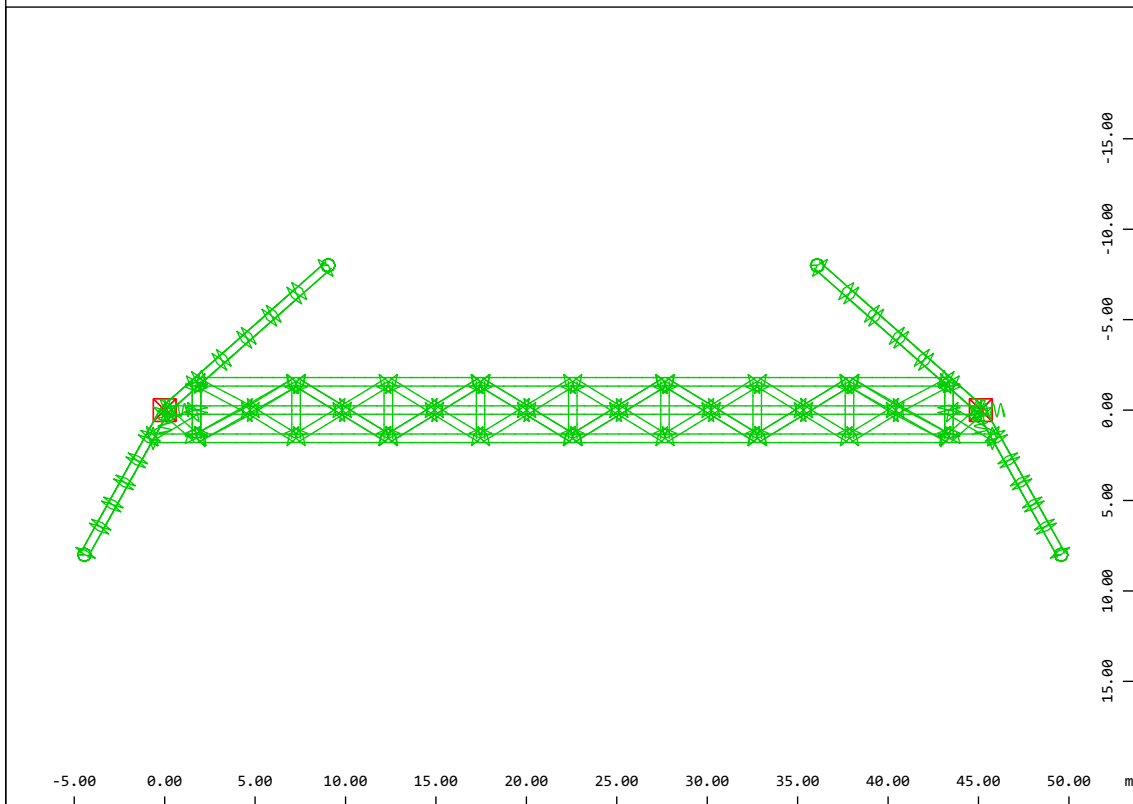
A 3D model of a truss structure, likely a crane or bridge component, supported by two vertical columns. The truss is composed of blue members and is supported by two brown columns. The left column is labeled '2' and has a blue downward arrow at its base. The right column has a red upward arrow at its base. Various force vectors are shown: a red arrow pointing right from a joint on the left, a green arrow pointing right from a joint below it, and several green arrows pointing down from the top joints of the truss. A coordinate system 'Y' is indicated in the center.

[illegible]



Struktur

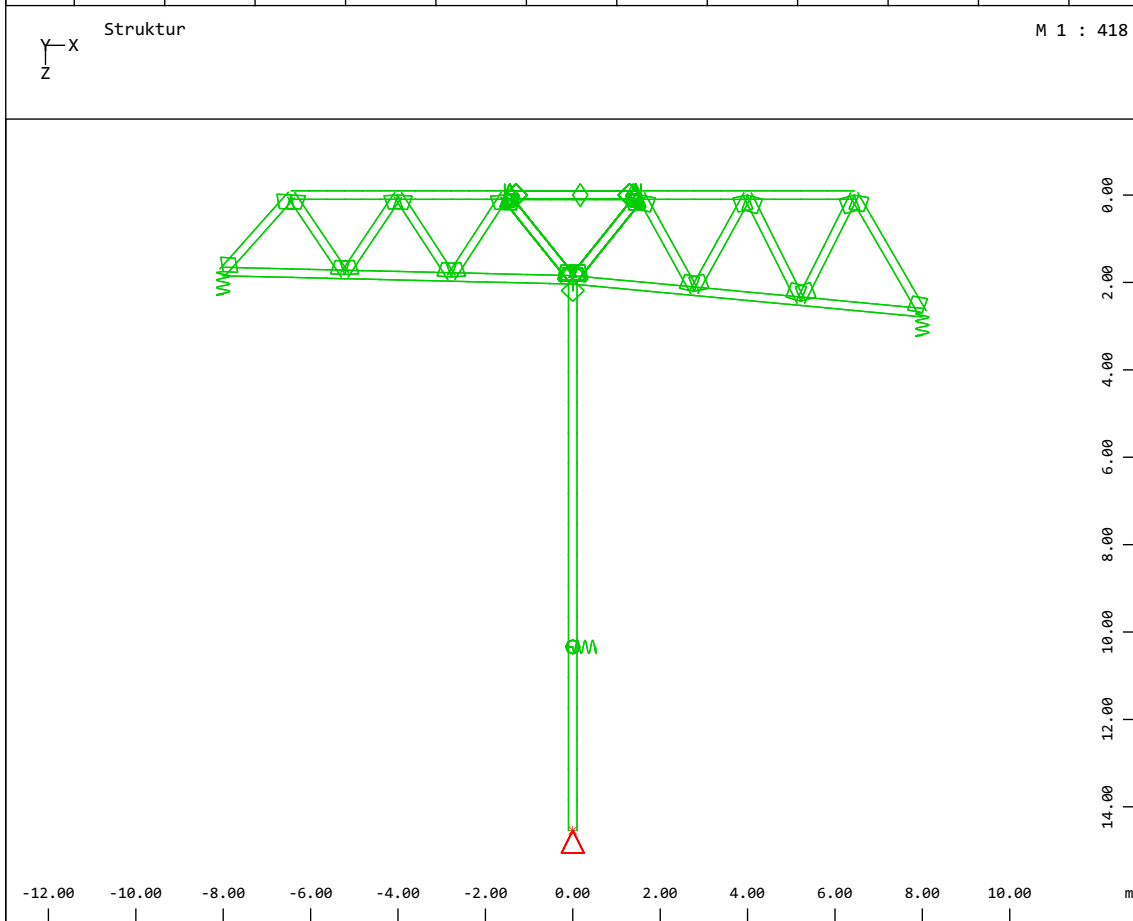
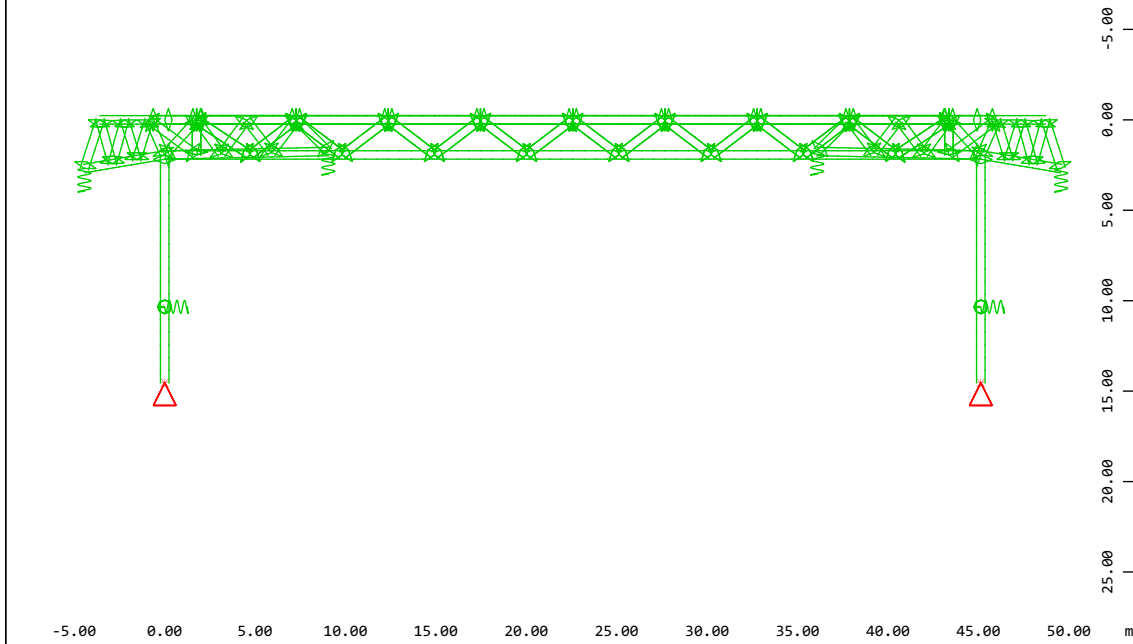
M 1 : 300
 X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.962



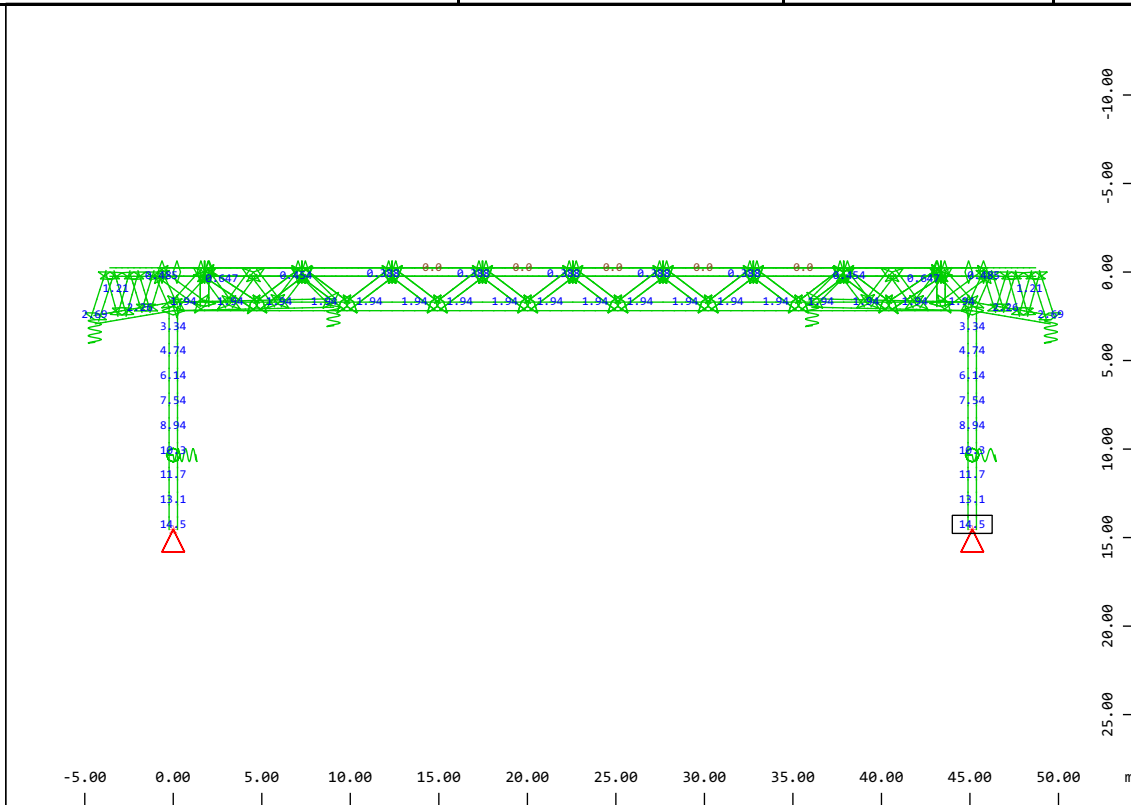
Struktur

M 1 : 418

Modelleingabe

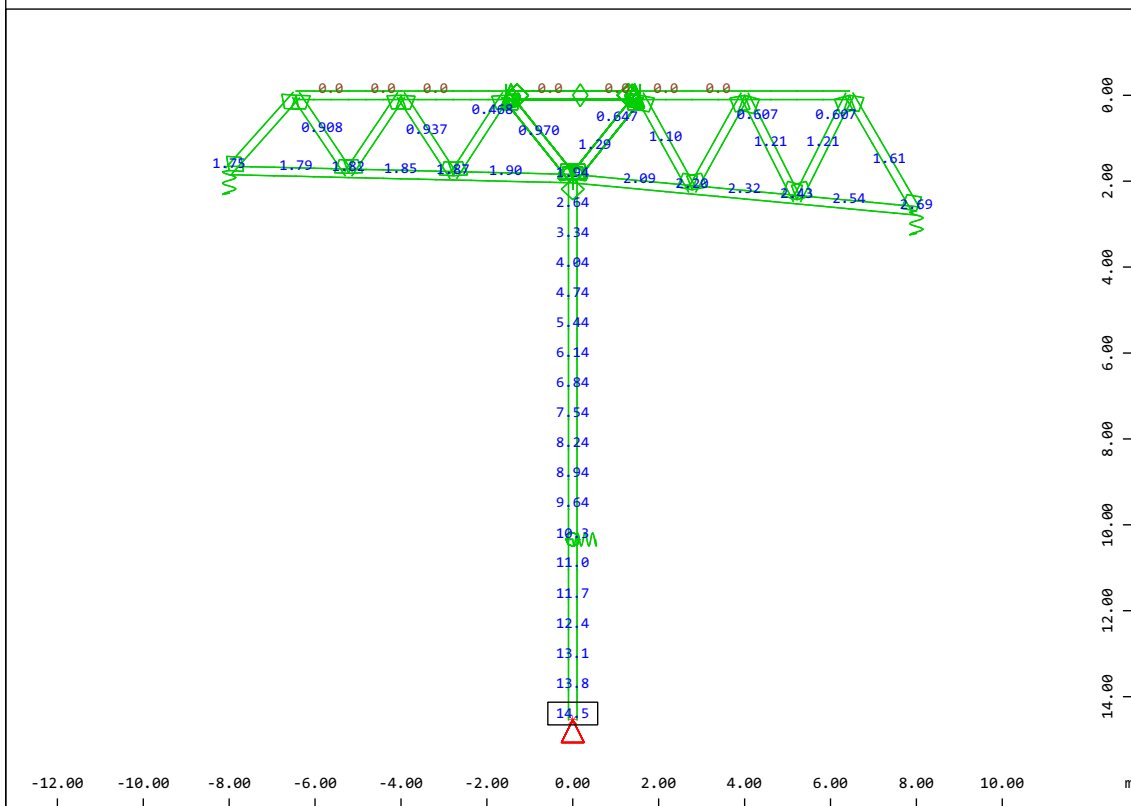


Modelleingabe



Knoten , Z-Koordinate in m (Max=14.5)

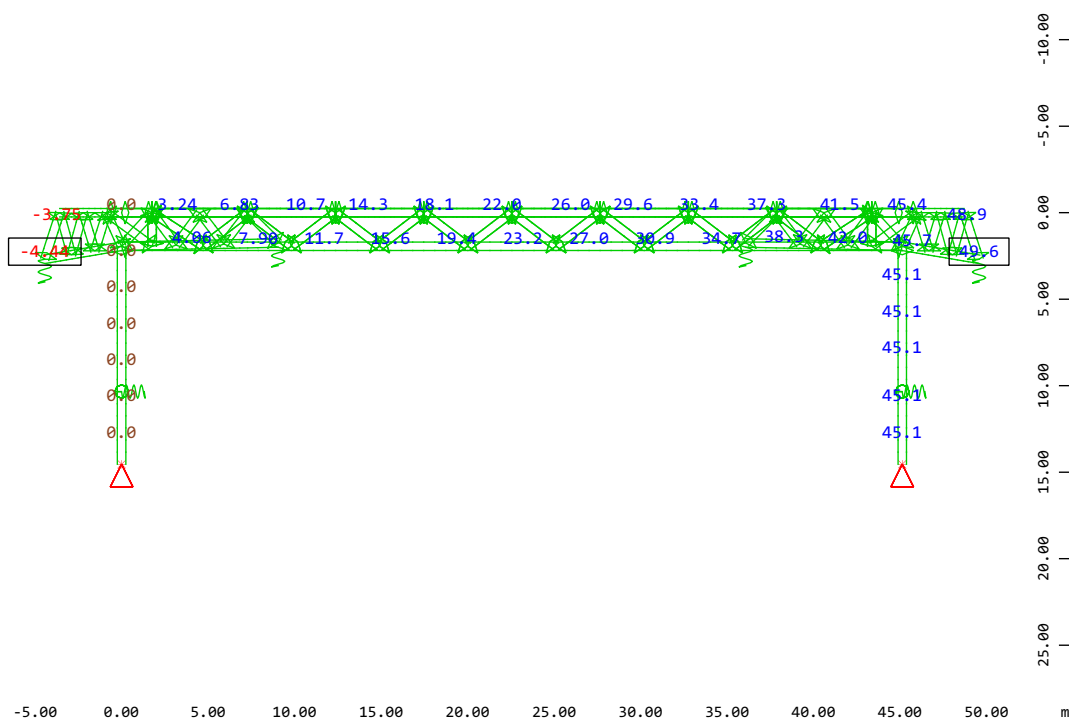
M 1 : 427



Knoten , Z-Koordinate in m (Max=14.5)

M 1 : 176

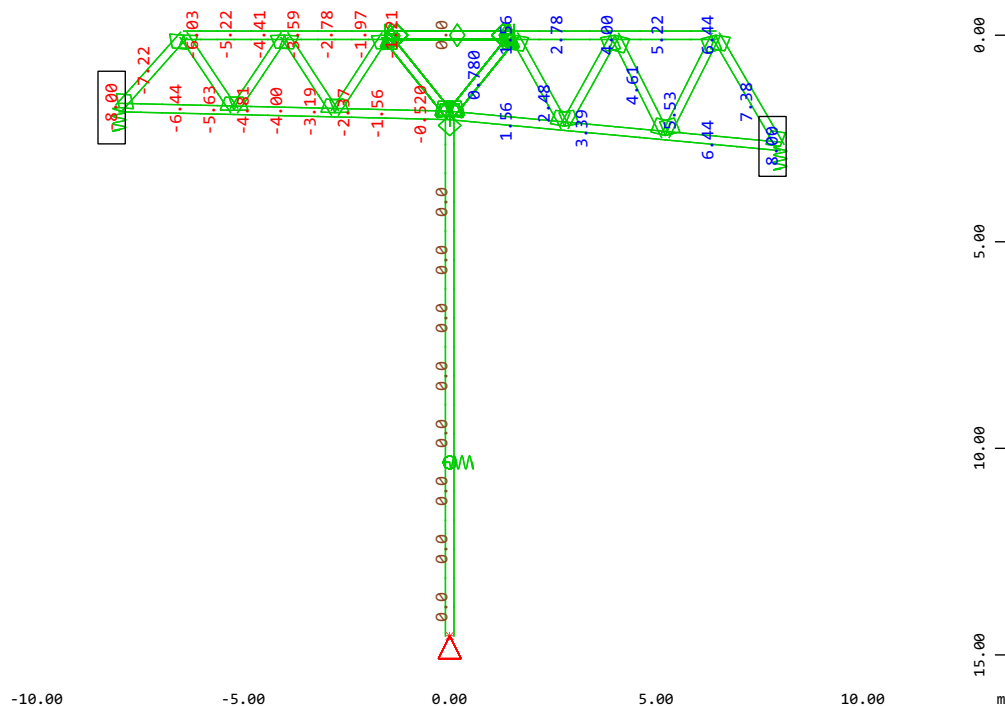
Modelleingabe



Y-X
Z

Knoten , X-Koordinate in m (Min=-4.44) (Max=49.6)

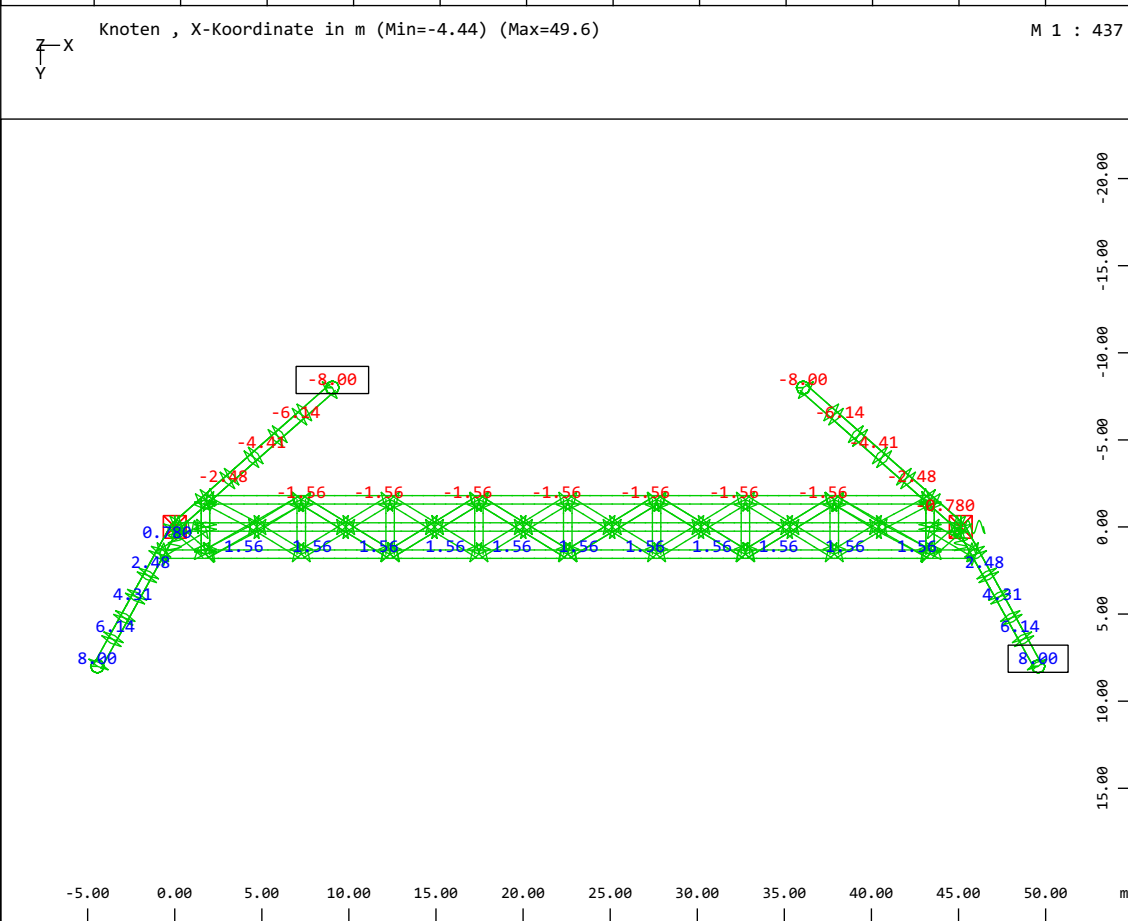
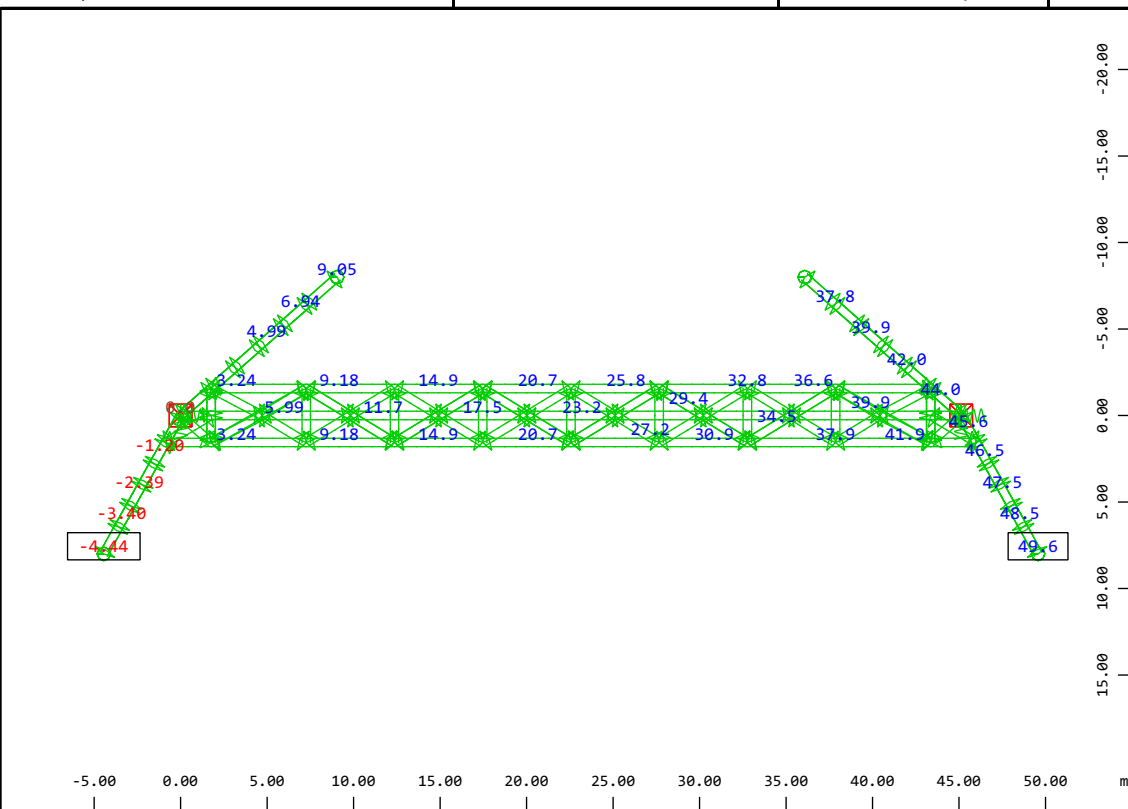
M 1 : 437

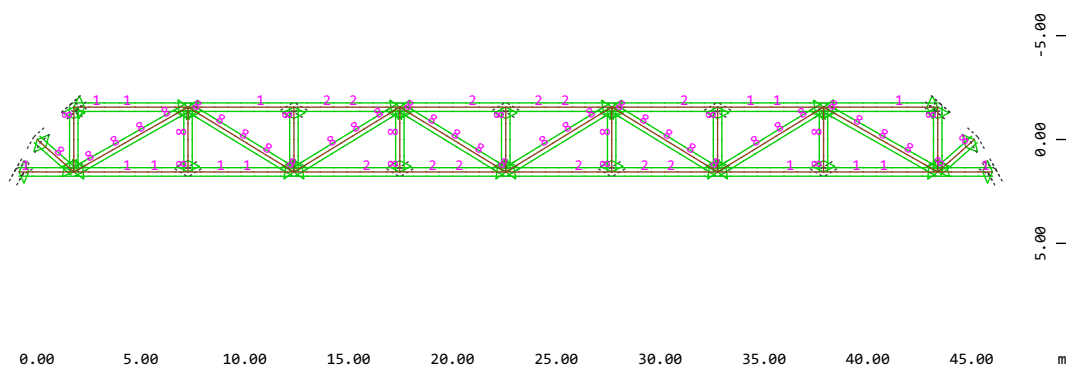


X-Y
Z

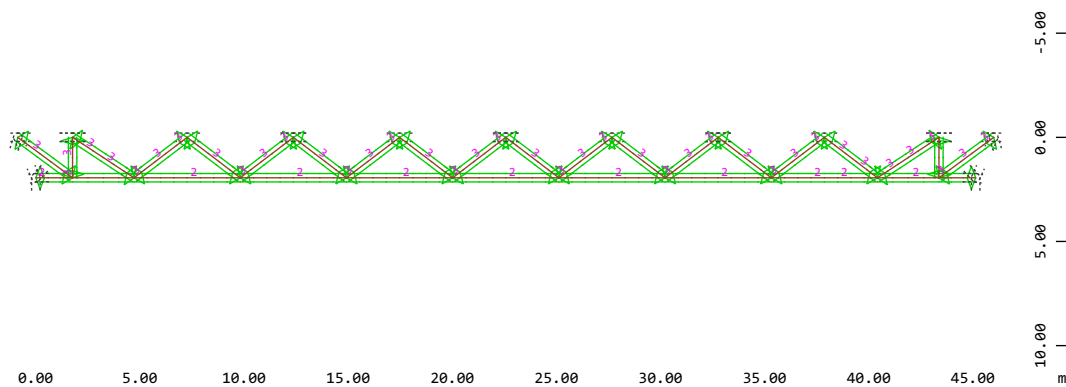
Knoten , Y-Koordinate in m (Min=-8.00) (Max=8.00)

M 1 : 183

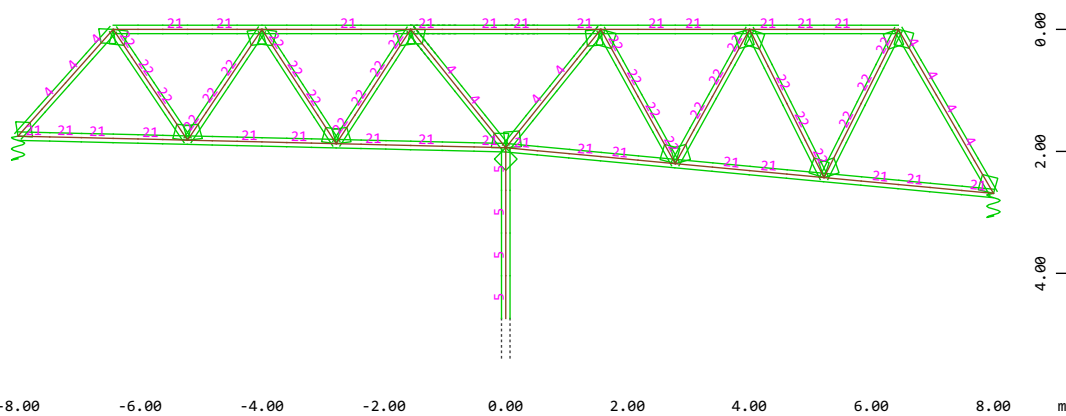




Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 6
Stabelemente, Querschnittsnummern (Max=8)
M 1 : 364

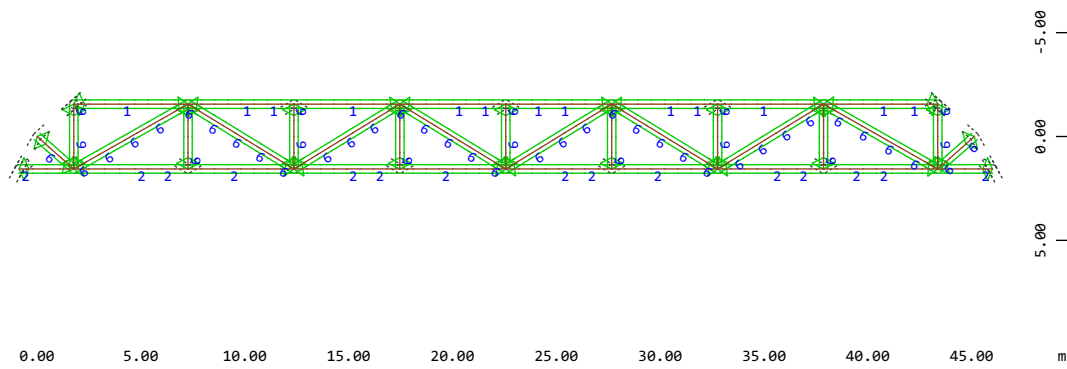


Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 3 5
Stabelemente, Querschnittsnummern (Max=3)
M 1 : 363

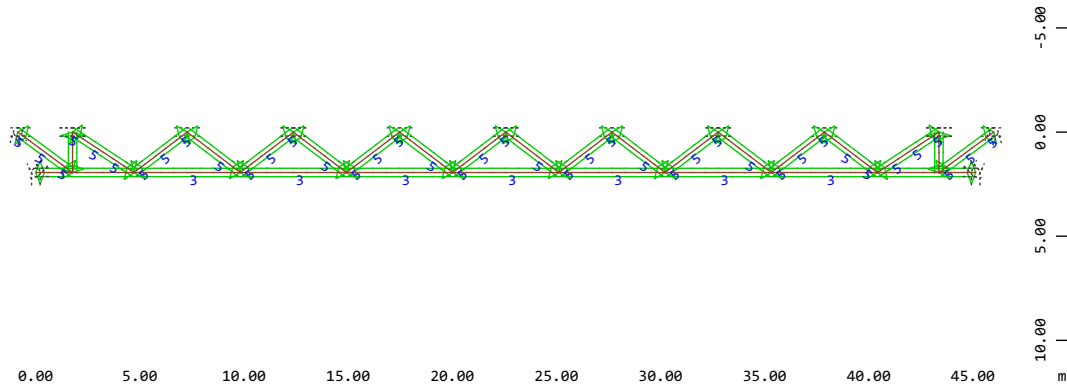


Systemausschnitt Gruppe 0 11 12 31 32
Stabelemente, Querschnittsnummern (Max=22)
M 1 : 124

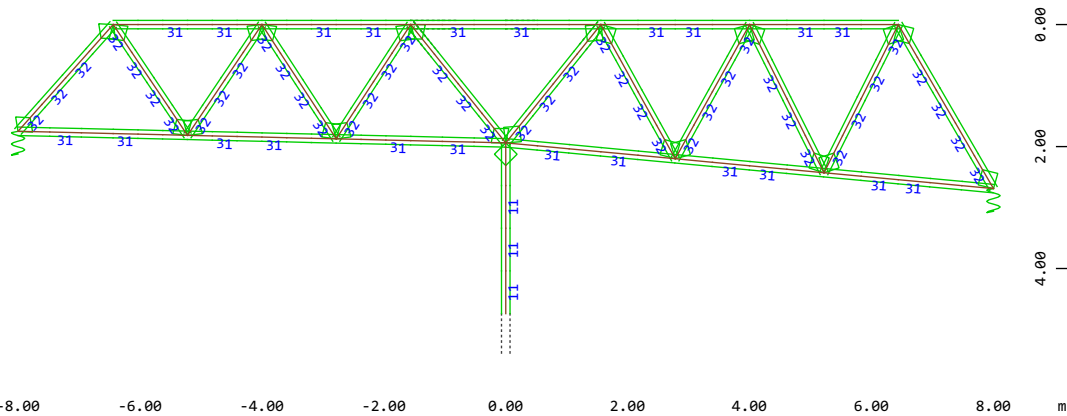
Modelleingabe



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 6 M 1 : 364
 Stabelemente , Gruppennummern (Max=6)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 3 5 M 1 : 363
 Stabelemente , Gruppennummern (Max=5)



Systemausschnitt Gruppe 0 11 12 31 32 M 1 : 124
 Stabelemente , Gruppennummern (Max=32)

Modelleingabe

4.4.2 LASTAUFBRINGUNG

Die Lasten werden entsprechend Pos. 2 aufgebracht. Die vertikale Fassadenlast wird ausschließlich über die Unterzüge des EG abgetragen. Es hängen sich also keine Fassadenlasten in die Randunterzüge ein. Die Lastanteile der Randpfettenanschlüsse (rosa auf grün) müssen für die Ermittlung der maximalen Auflagerkräfte zusätzlich aufgebracht werden, da die Einflussbereiche, die über die Länge des Binders hinausgehen ansonsten unterschätzt / vernachlässigt werden.

Ausbaulasten auf Binder-Obergurte $g_{2,k} = 1,15 \cdot 1,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,0 \text{ m} + 1,15 \text{ kN/m} = 7,59 \text{ kN/m}$

Verkehrslasten auf Binder-Obergurte $q_k = 1,25 \cdot 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,0 \text{ m} = 7,5 \text{ kN/m}$

Ausbaulasten auf Randpfette $g_{2,2,k} = 1,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 6,35 \text{ m} / 2 + 1,15 = 5,6 \text{ kN/m}$

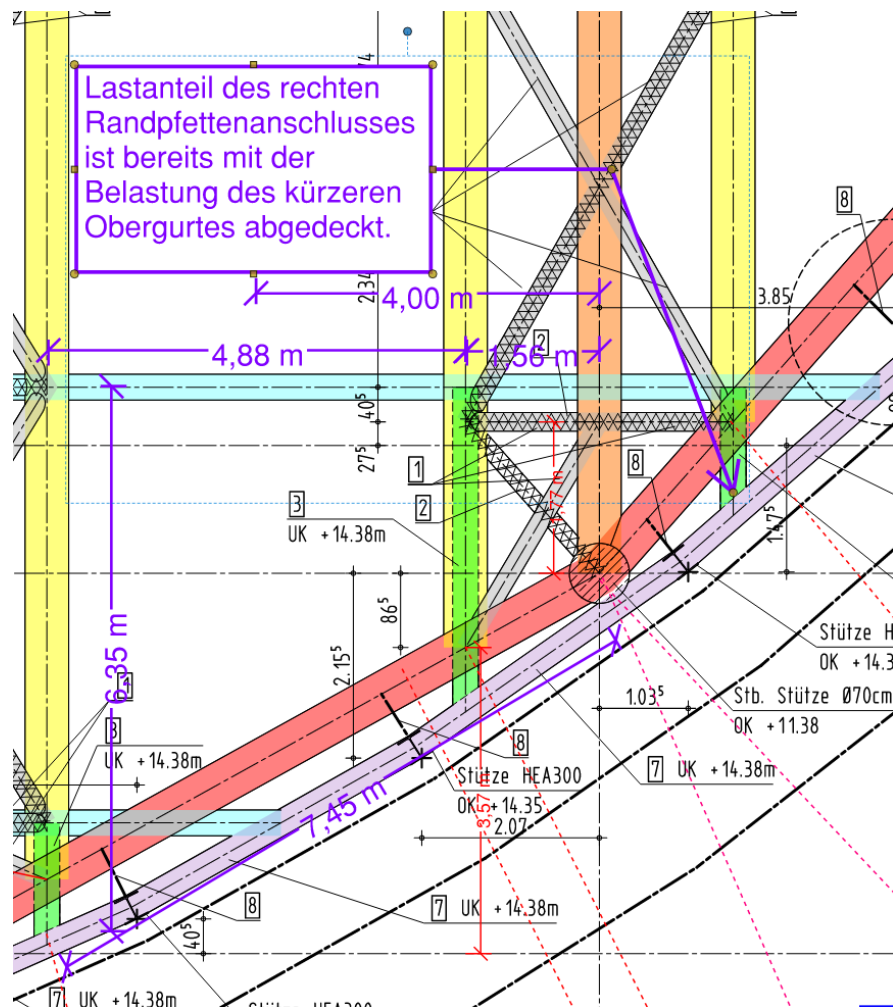
Verkehrslasten auf Randpfette $q_{2,k} = 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 6,35 \text{ m} / 2 = 4,8 \text{ kN/m}$

➔ Auflagerkraft / Anschlusskraft Randpfette an Binder

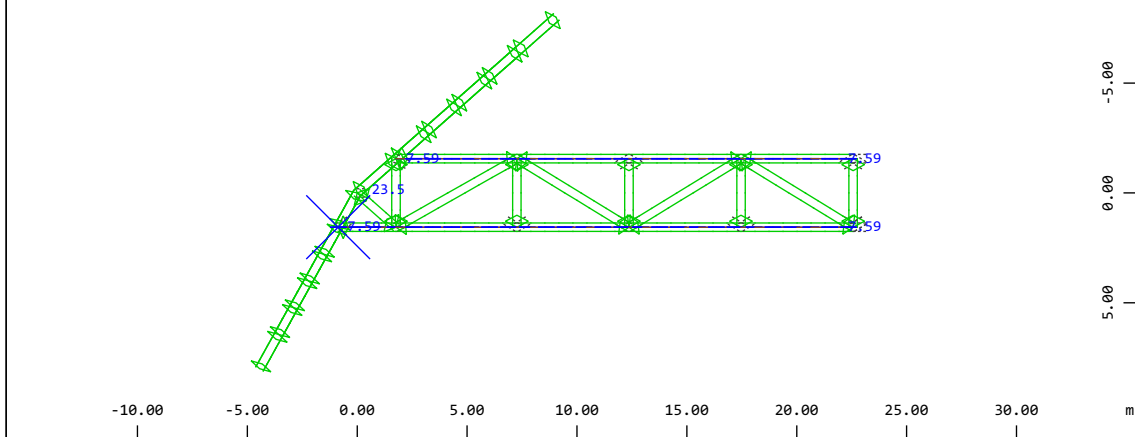
$$G_{2,k} = 5,6 \cdot 7,45 / 2 = 20,9 \text{ kN}$$


$$Q_{2,k} = 4,8 \cdot 7,45 / 2 = 17,9 \text{ kN}$$

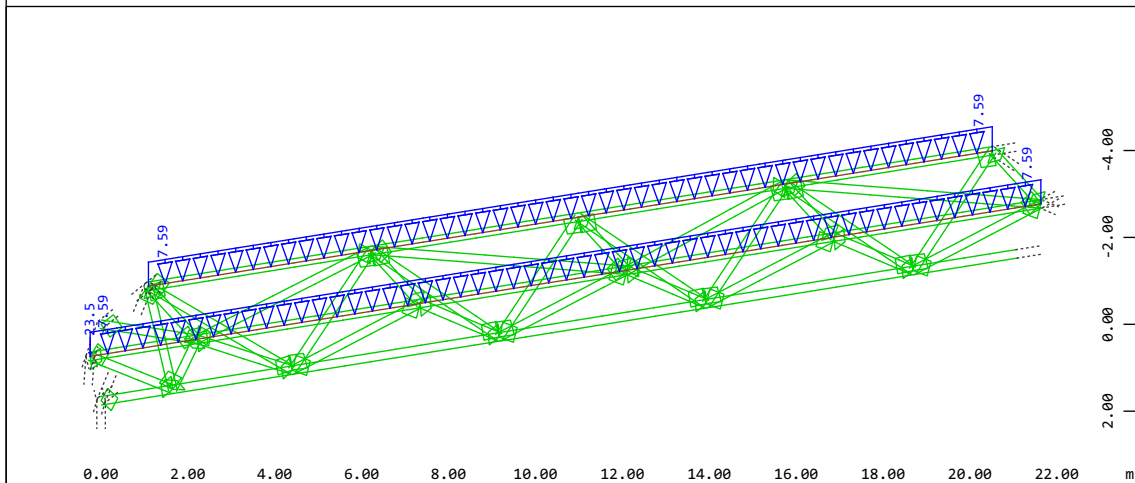
Die Gesamtlast wird durch diese Betrachtung etwas überschätzt.




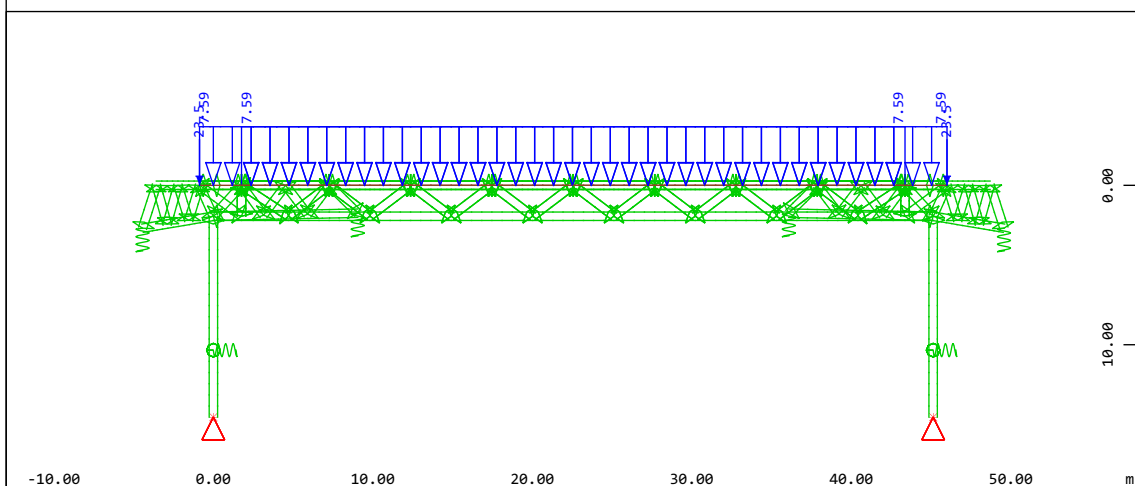
Weitere Lasten: Lüftungsgerätestlast je Obergurt $Q_k = 3,0 \text{ kN}$ in Feldmitte





Systemausschnitt Gruppe 1 2 6 31 32 M 1 : 344
Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast
(Kraft) Vektor (Unit=20.0 kN,Max=23.5 ) , Stablinienlast (Kraft) in

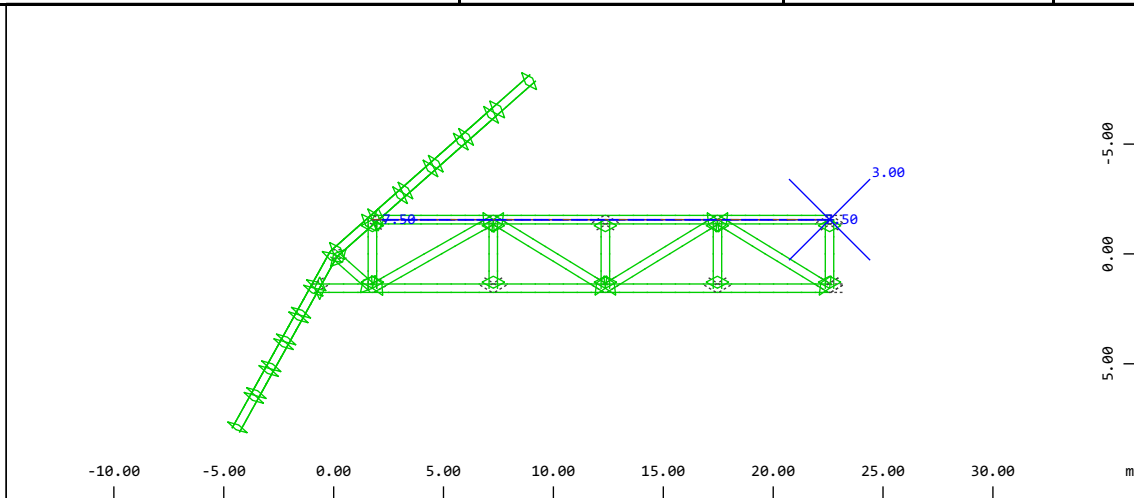


Systemausschnitt Gruppe 1...6 M 1 : 174
Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast
(Kraft) Vektor (Unit=86.6 kN,Max=23.5 ) , Stablinienlast (Kraft) in
X * 0.946
Y * 0.530
Z * 0.908



Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast M 1 : 474
(Kraft) Vektor (Unit=39.2 kN,Max=23.5 ) , Stablinienlast (Kraft) in
global Z (Unit=9.80 kN/m,Max=7.59 )

Modelleingabe

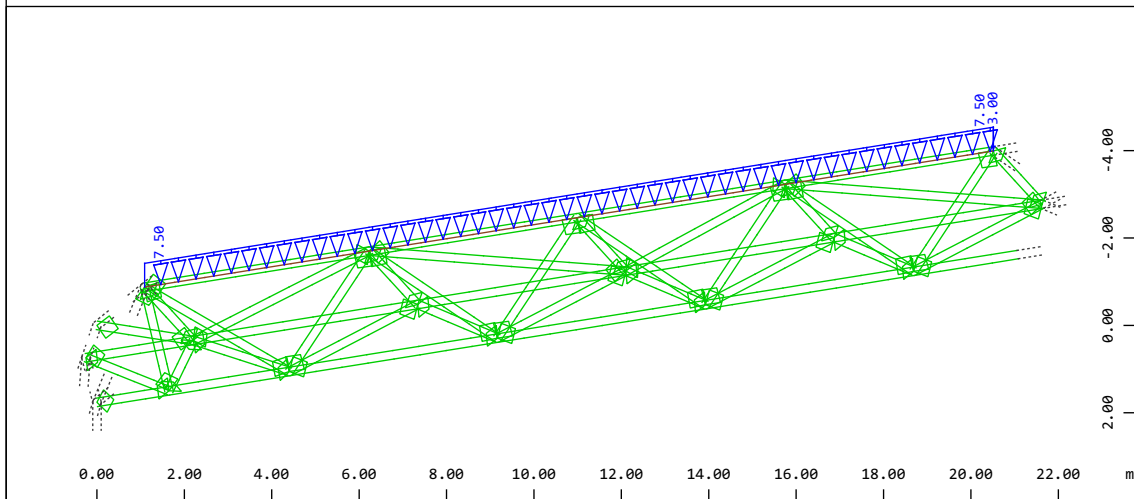


Z
Y
X

Systemausschnitt Gruppe 1 2 6 31 32
Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=5.00 kN/m,Max=7.50

M 1 : 344

), Freie



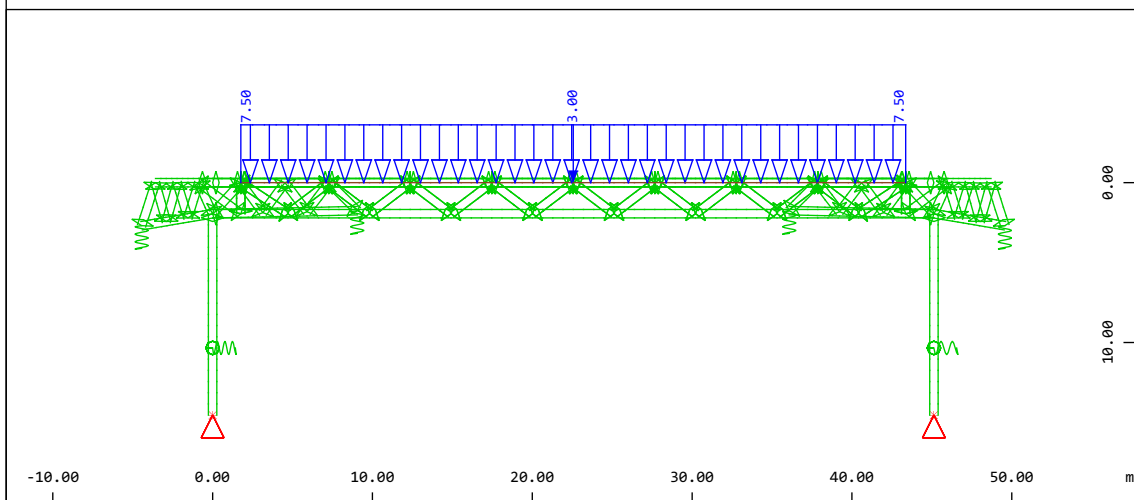
Z
Y
X

Systemausschnitt Gruppe 1...6
Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=21.6 kN/m,Max=7.50

M 1 : 173

X * 0.946
Y * 0.530
Z * 0.908

), Freie

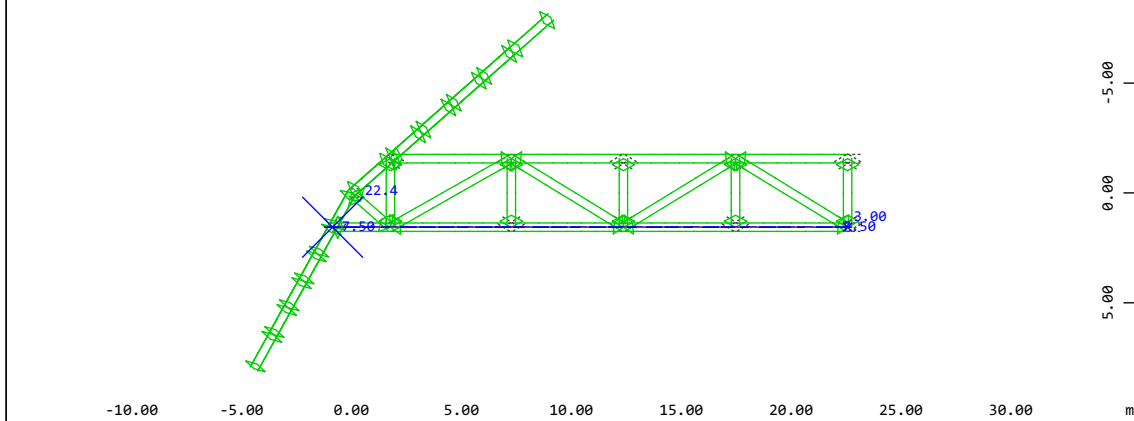



Z
Y
X

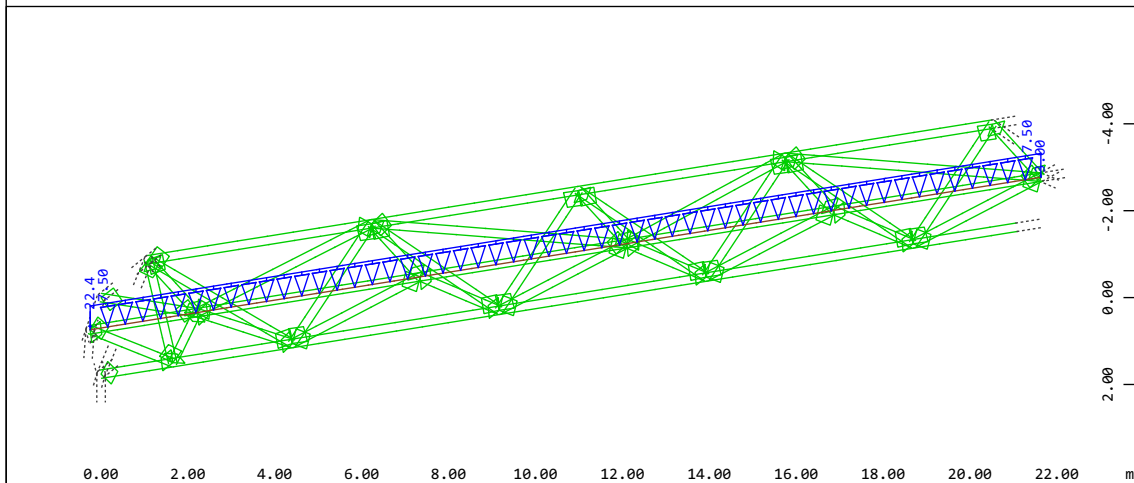
Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=9.80 kN/m,Max=7.50
Einzellast (Kraft) in global Z (Unit=3.92 kN,Max=3.00


M 1 : 473

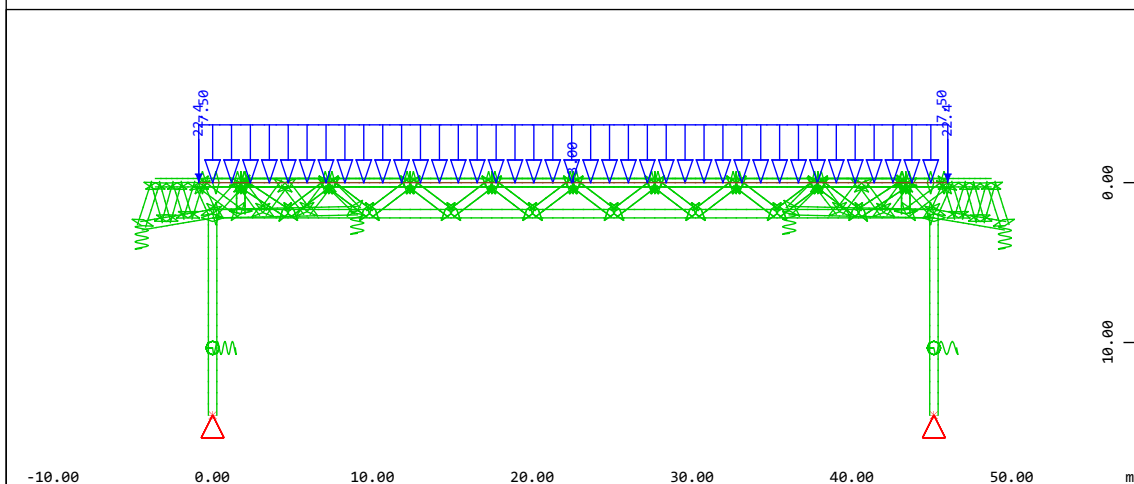
), Freie





Systemausschnitt Gruppe 1 2 6 31 32 M 1 : 344
Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast
(Kraft) Vektor (Unit=20.0 kN,Max=22.4 ) , Stablinienlast (Kraft) in



Systemausschnitt Gruppe 1...6 M 1 : 174
Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast
(Kraft) Vektor (Unit=86.6 kN,Max=22.4 ) , Stablinienlast (Kraft) in
X * 0.946
Y * 0.530
Z * 0.908

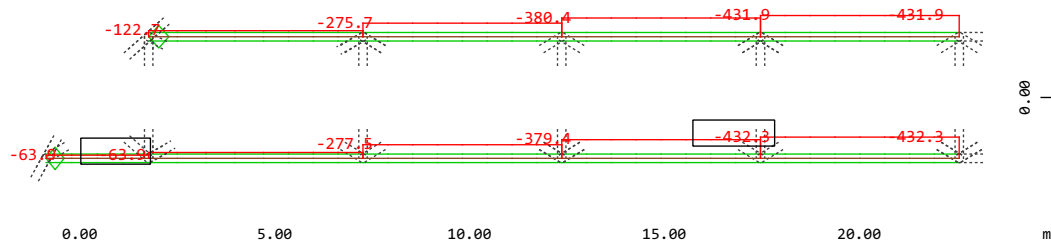


Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit) Knotenlast M 1 : 473
(Kraft) Vektor (Unit=39.2 kN,Max=22.4 ) , Stablinienlast (Kraft) in
global Z (Unit=9.80 kN/m,Max=7.50 ) , Freie Einzellast (Kraft) in

Modelleingabe

4.4.3 SCHNITTGRÖßEN

Obergurte

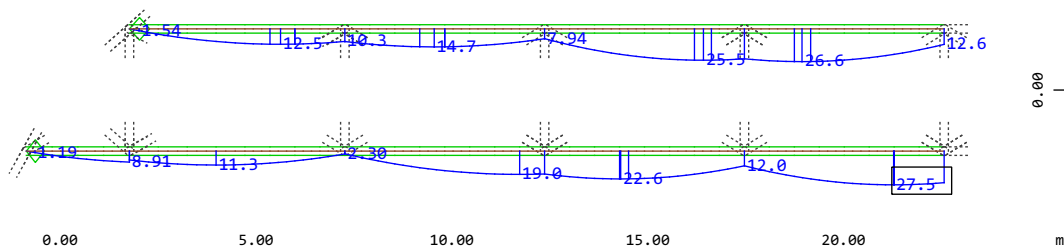


Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
. , 1 cm im Raum = 1539. kN (Min=-432.3) (Max=-63.9)

M 1 : 194

Obergurte

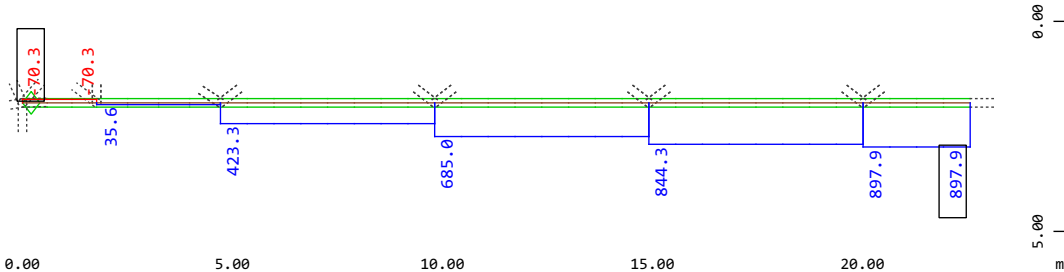


Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
. , 1 cm im Raum = 61.6 kNm (Max=27.5)

M 1 : 193

Untergurt

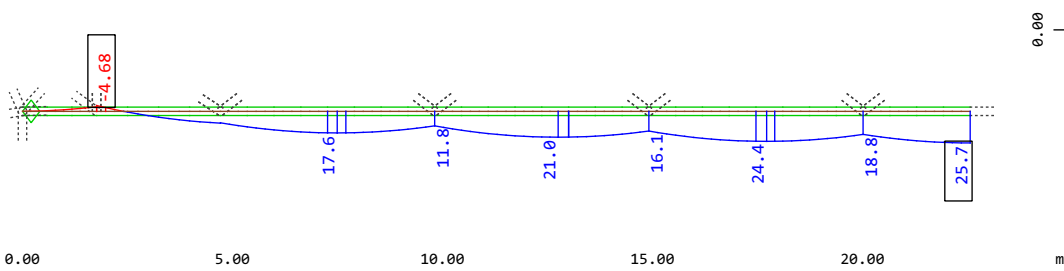


Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
. , 1 cm im Raum = 1539. kN (Min=-70.3) (Max=897.9)

M 1 : 180

Untergurt

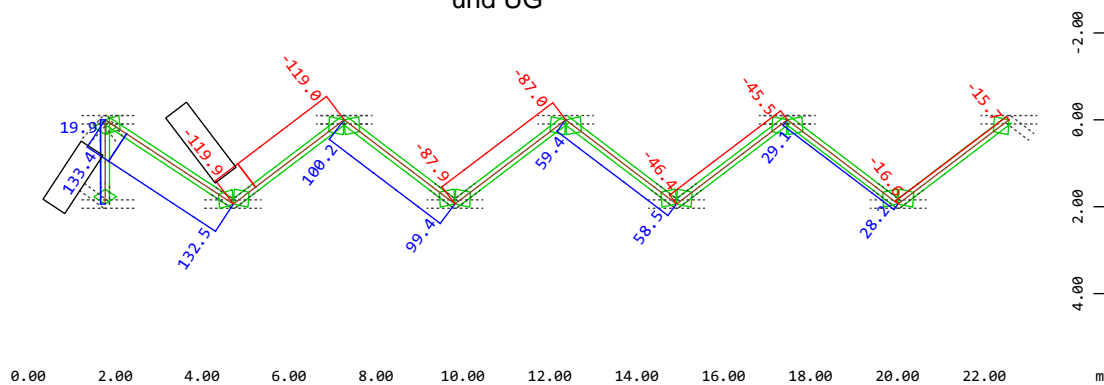


Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
. , 1 cm im Raum = 61.6 kNm (Min=-4.68) (Max=25.7)

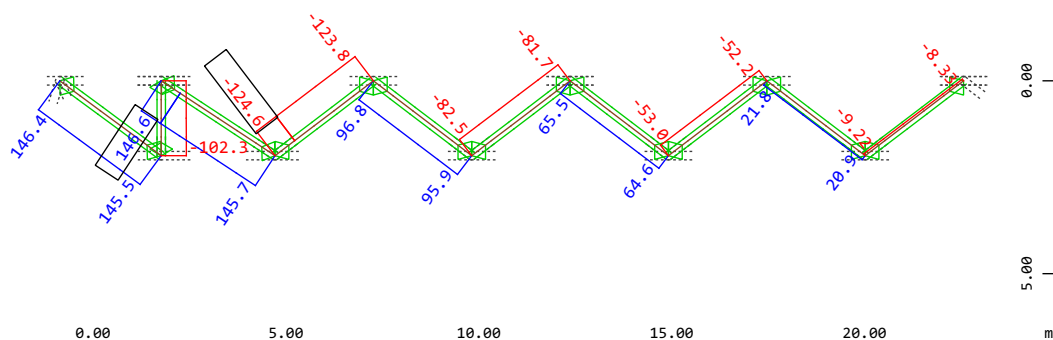
M 1 : 180

Diagonalen zwischen kurzem OG und UG



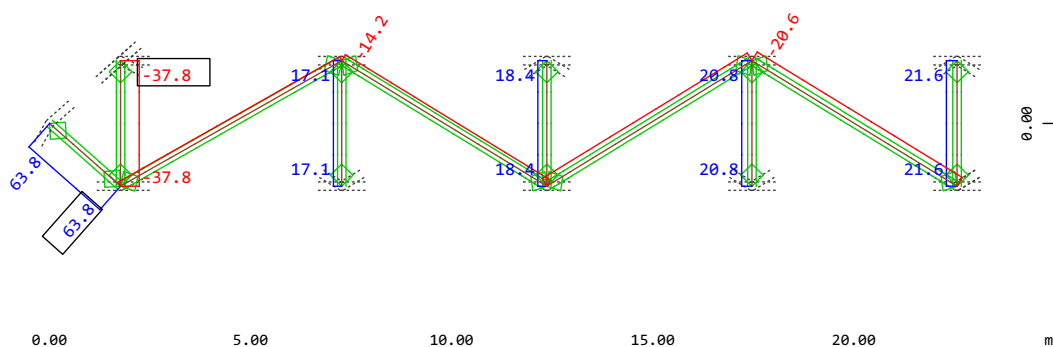
Systemausschnitt Gruppe 4
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
. , 1 cm im Raum = 307.8 kN (Min=-119.9) (Max=133.4)

Diagonalen zwischen langem OG und UG



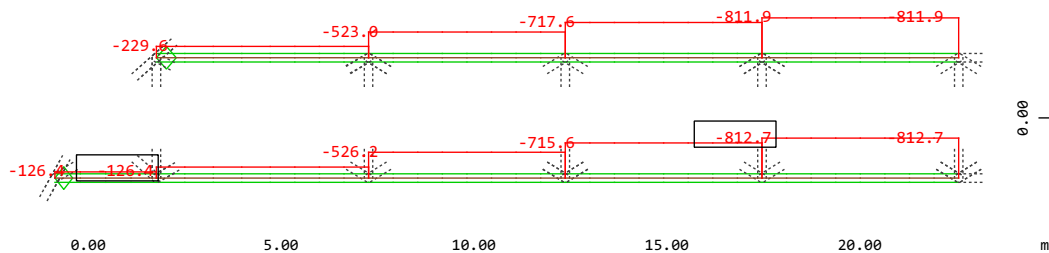
Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
. , 1 cm im Raum = 307.8 kN (Min=-124.6) (Max=146.6)

Diagonalen zwischen Obergurten



Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
. , 1 cm im Raum = 153.9 kN (Min=-37.8) (Max=63.8)

Obergurte



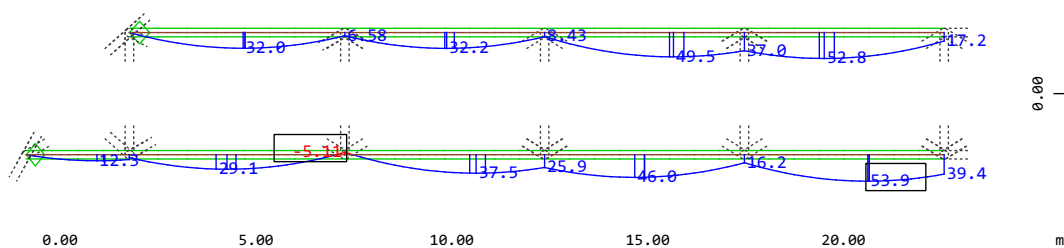
Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2

M 1 : 196

Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbauast , 1 cm im Raum =
1539. kN (Min=-812.7) (Max=-126.4)

Untergurt



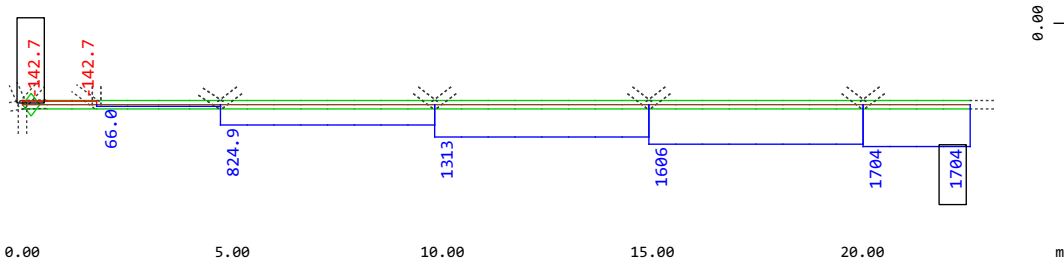
Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2

M 1 : 193

Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2 Ausbauast , 1 cm im Raum =
153.9 kNm (Min=-5.11) (Max=53.9)

Untergurt

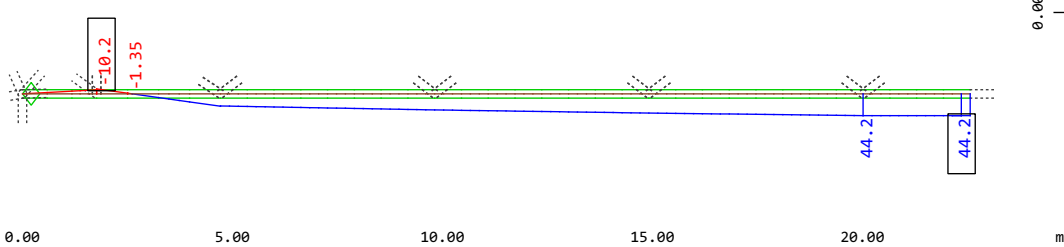


Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 180

Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbauast , 1 cm im Raum =
3078. kN (Min=-142.7) (Max=1704.)

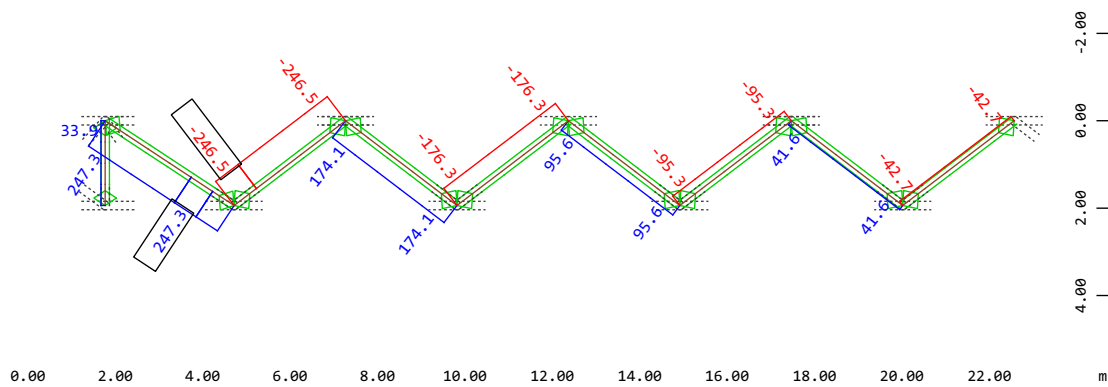


Y-X
Z

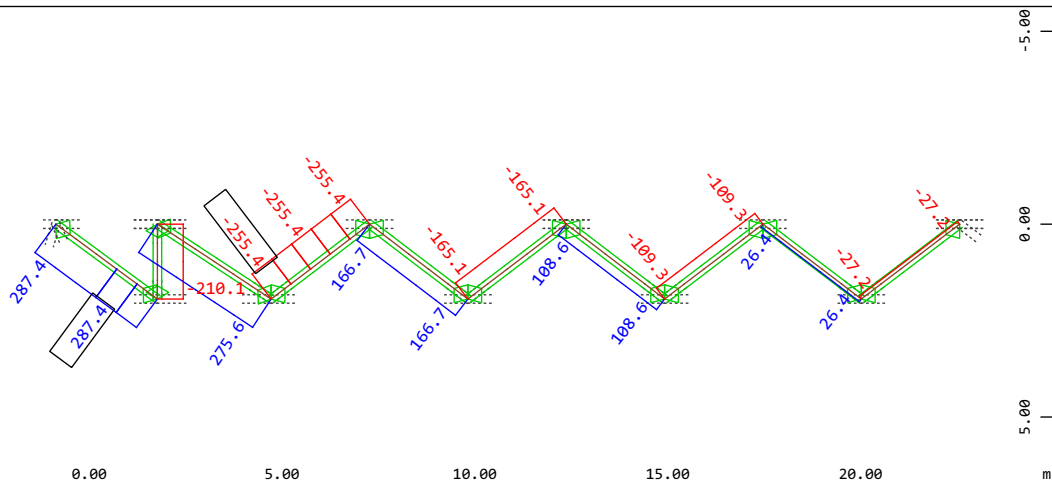
Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 180

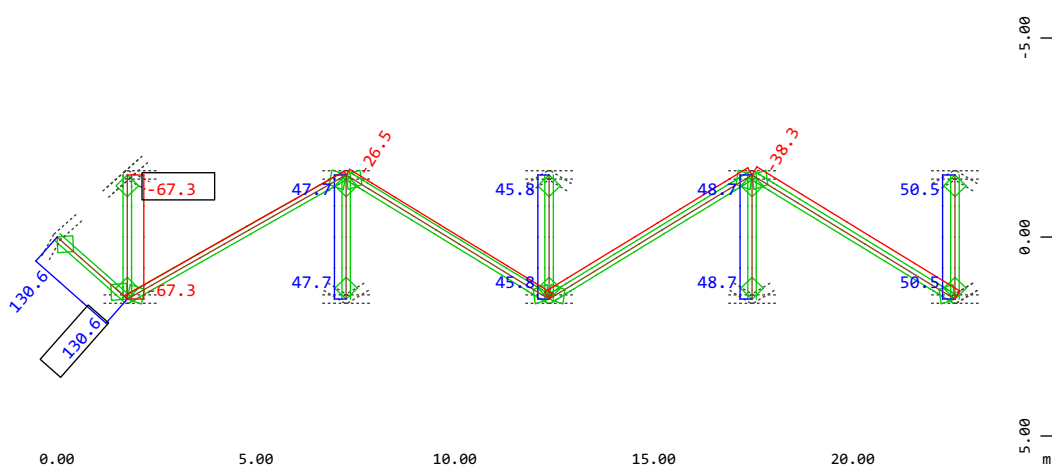
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2 Ausbauast , 1 cm im Raum =
153.9 kNm (Min=-10.2) (Max=44.2)



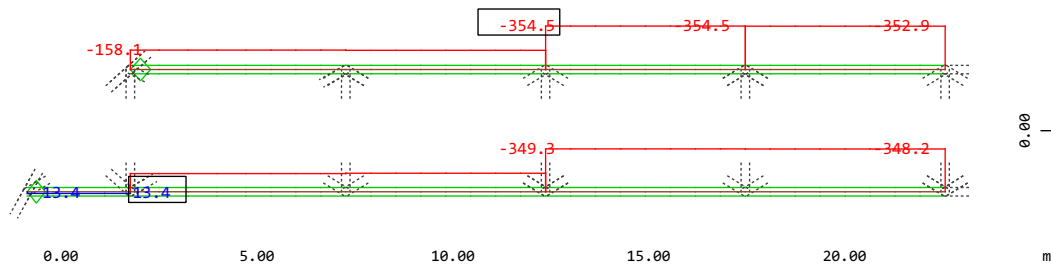
Systemausschnitt Gruppe 4 M 1 : 173
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
615.6 kN (Min=-246.5) (Max=247.3)



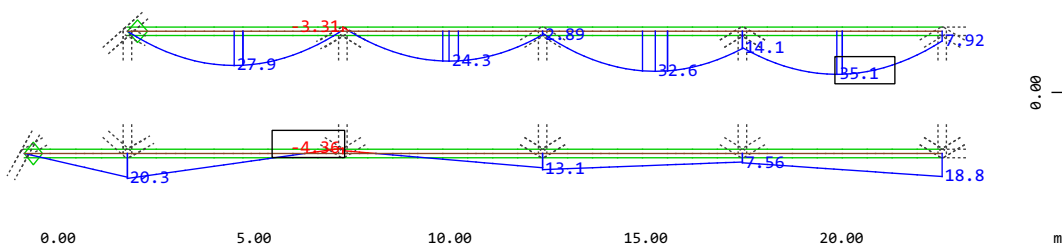
Systemausschnitt Gruppe 5 M 1 : 196
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
615.6 kN (Min=-255.4) (Max=287.4)



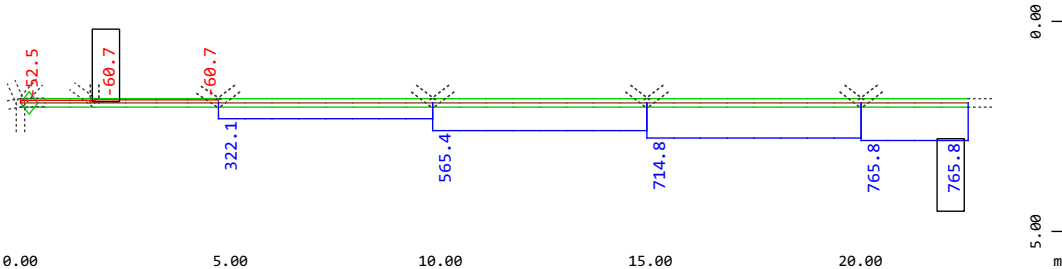
Systemausschnitt Gruppe 6 M 1 : 190
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
307.8 kN (Min=-67.3) (Max=130.6)



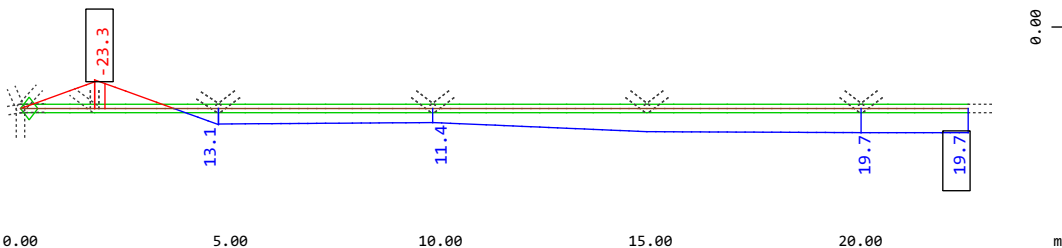
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 M 1 : 193
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
615.6 kN (Min=-354.5) (Max=13.4)



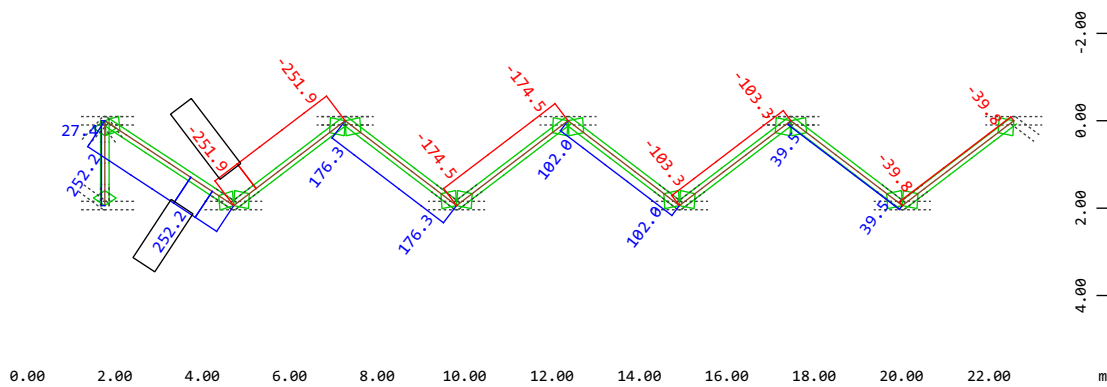
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 M 1 : 193
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
61.6 kNm (Min=-4.36) (Max=35.1)



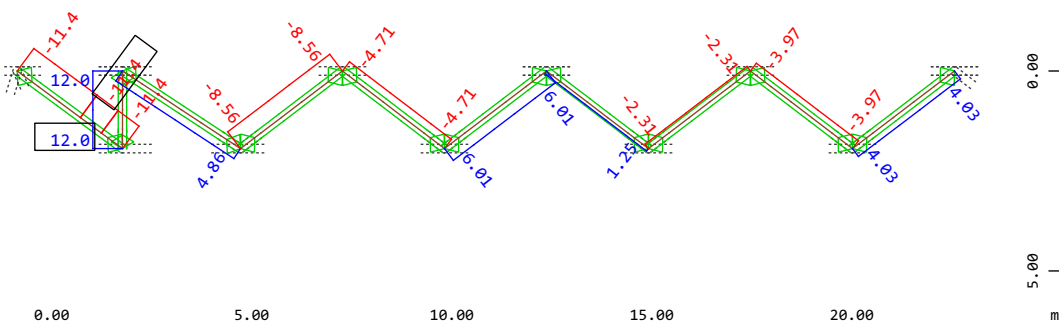
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 180
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
1539. kN (Min=-60.7) (Max=765.8)



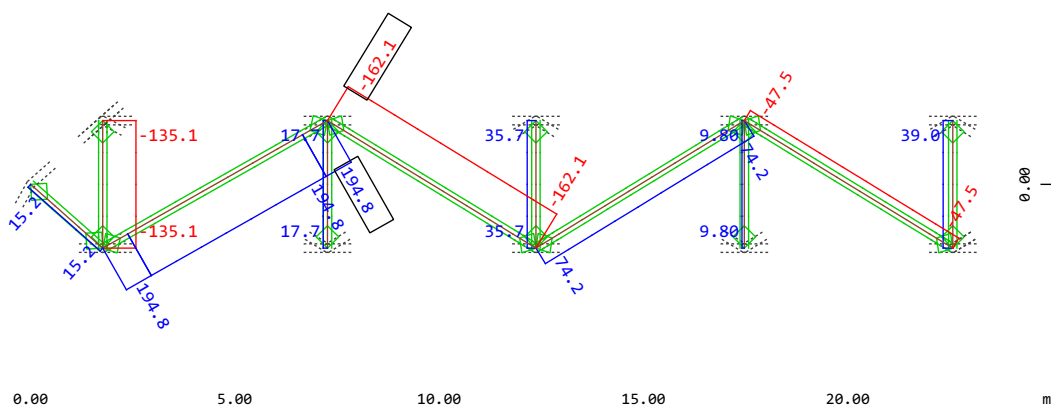
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 180
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
61.6 kNm (Min=-23.3) (Max=19.7)



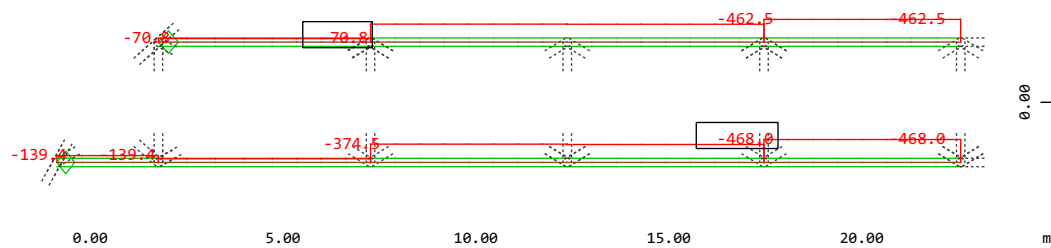
Systemausschnitt Gruppe 4
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
615.6 kN (Min=-251.9) (Max=252.2) M 1 : 173



Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
30.8 kN (Min=-11.4) (Max=12.0) M 1 : 189



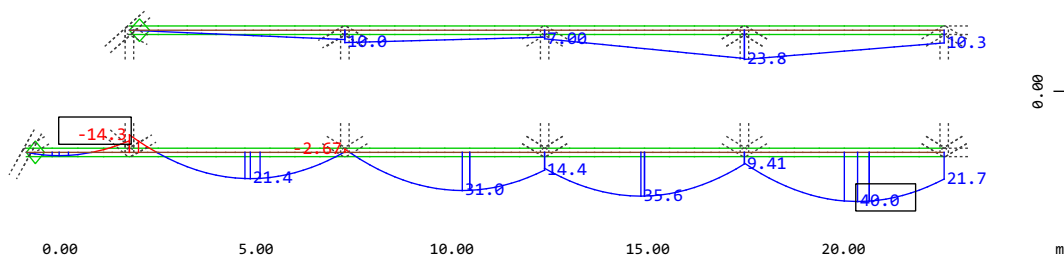
Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
307.8 kN (Min=-162.1) (Max=194.8) M 1 : 185



Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum =
1539. kN (Min=-468.0) (Max=-70.8)

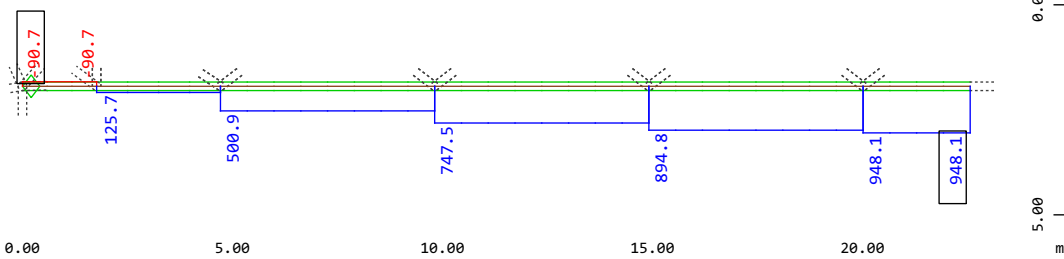
M 1 : 196



Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Biegemoment My (Maximalwerte kubisch interpoliert),
Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 61.6 kNm (Min=-14.3) (Max=40.0)

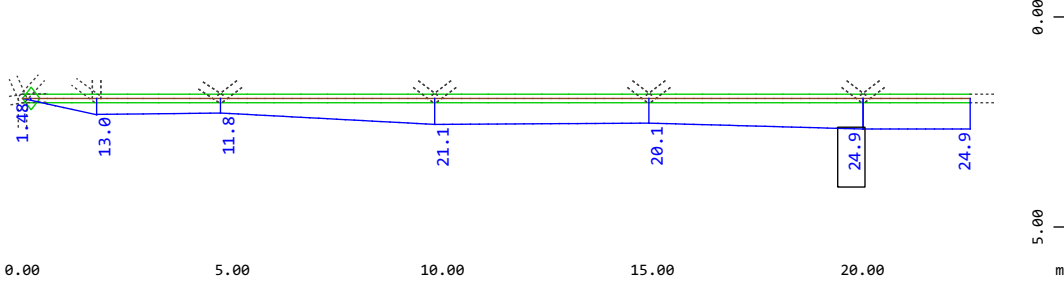
M 1 : 193



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum =
1539. kN (Min=-90.7) (Max=948.1)

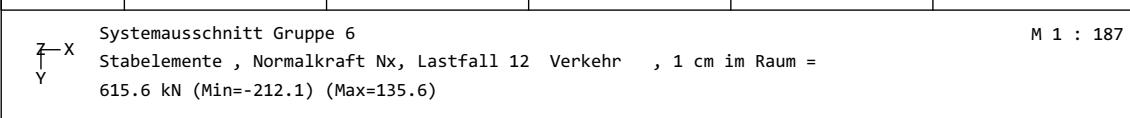
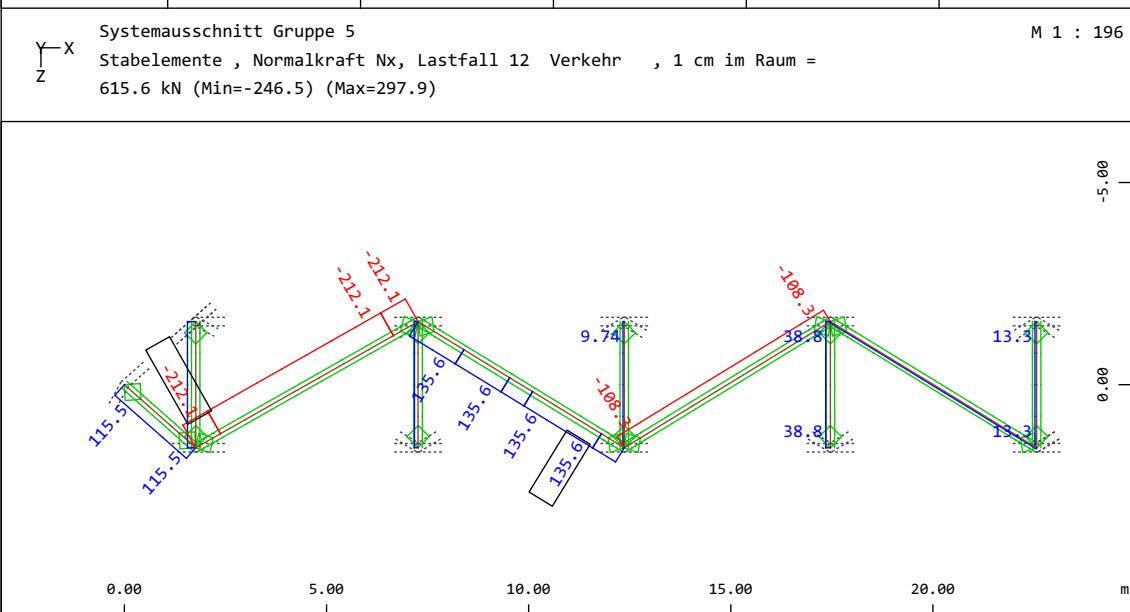
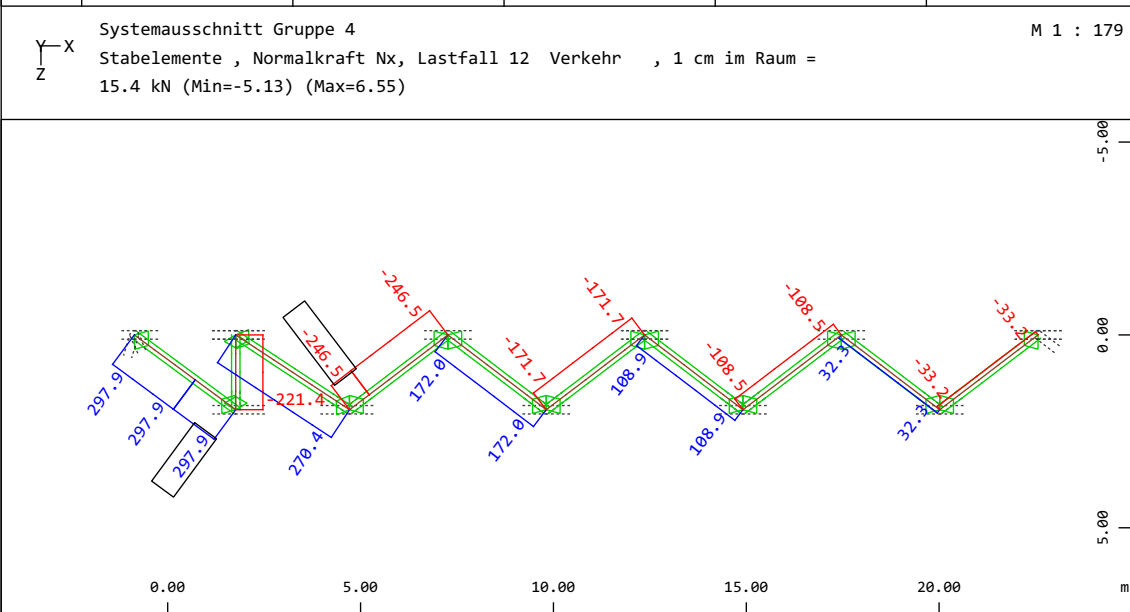
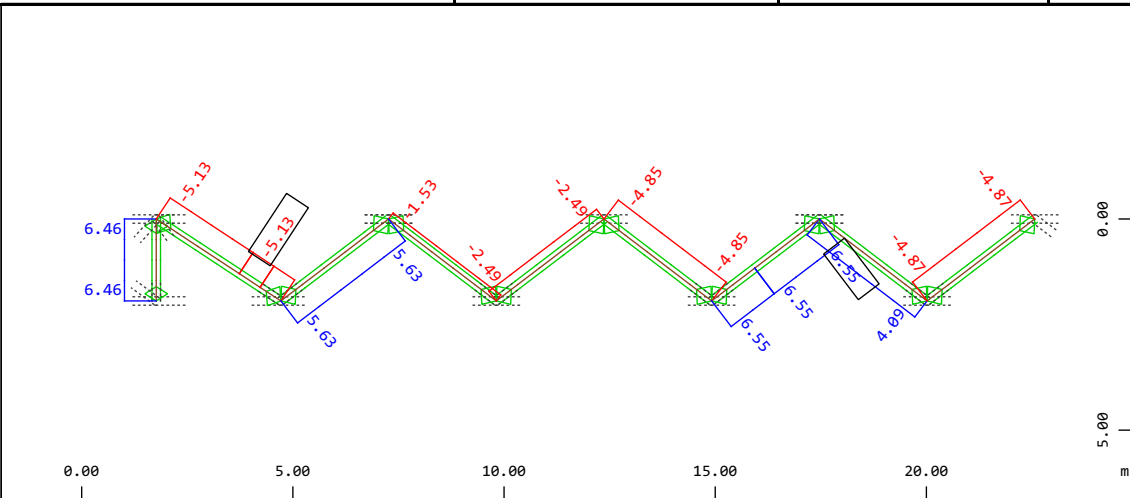
M 1 : 180

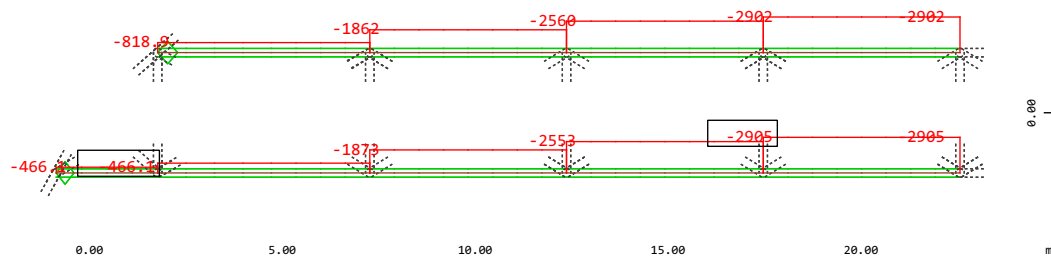


Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Biegemoment My (Maximalwerte kubisch interpoliert),
Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 61.6 kNm (Max=24.9)

M 1 : 180

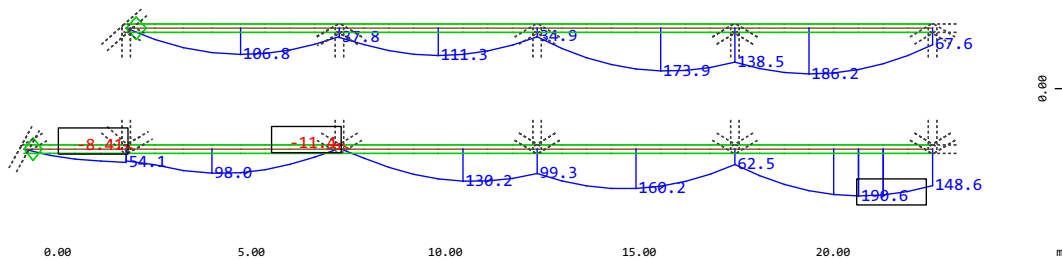




Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 3078. kN
(Min=-1245.) (Max=-170.2)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 6156. kN
(Min=-2905.) (Max=-466.1)

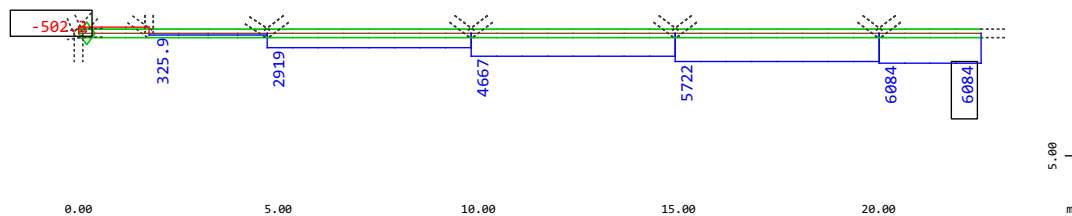
M 1 : 196



Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2129 MAX-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 307.8 kNm
(Min=-2.89) (Max=190.6)
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2130 MIN-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 153.9 kNm
(Min=-11.4) (Max=80.9)

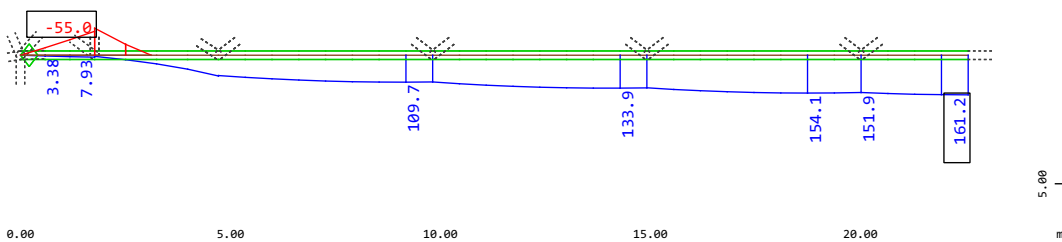
M 1 : 195



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 15391. kN
(Min=-213.0) (Max=6084.)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 6156. kN
(Min=-502.3) (Max=2602.)

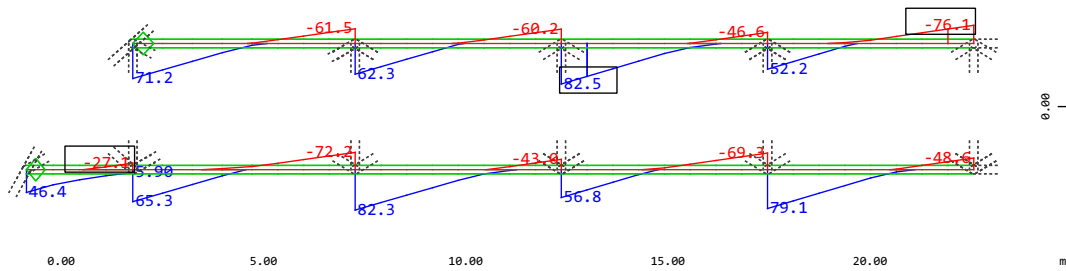
M 1 : 189



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2129 MAX-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 307.8 kNm
(Max=161.2)
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2130 MIN-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 153.9 kNm
(Min=-55.0) (Max=69.9)

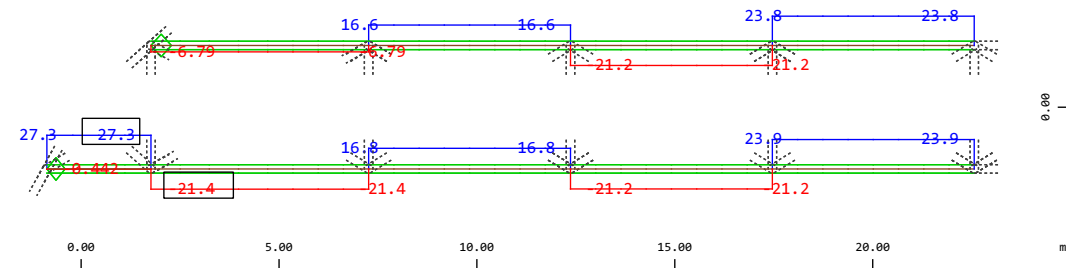
M 1 : 180



Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2125 MAX-VZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 153.9 kN
(Min=-31.0) (Max=82.5)
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2126 MIN-VZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 315.6 kN
(Min=-76.1) (Max=33.6)

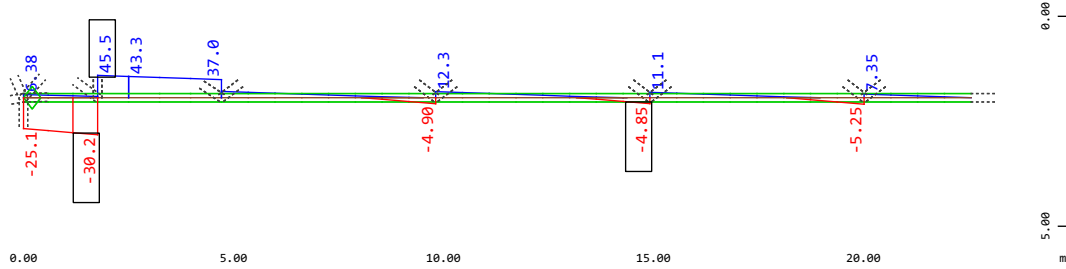
M 1 : 187



Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2123 MAX-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 61.6 kN
(Min=-9.20) (Max=27.3)
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2124 MIN-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 80.0 kN
(Min=-21.4) (Max=10.3)

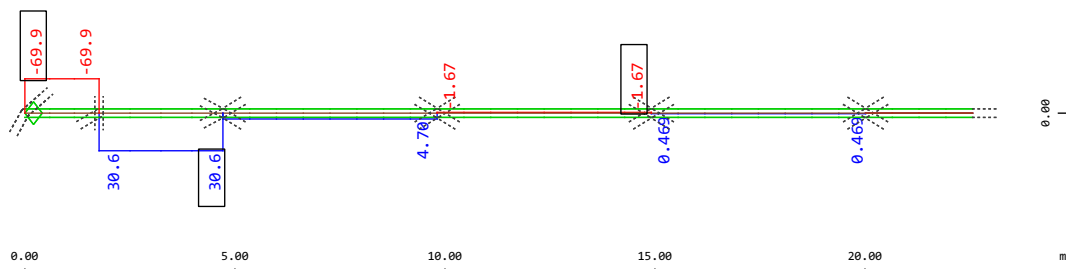
M 1 : 191



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2125 MAX-VZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 153.9 kN
(Min=-2.25) (Max=45.5)
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2126 MIN-VZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 61.6 kN
(Min=-30.2) (Max=19.4)

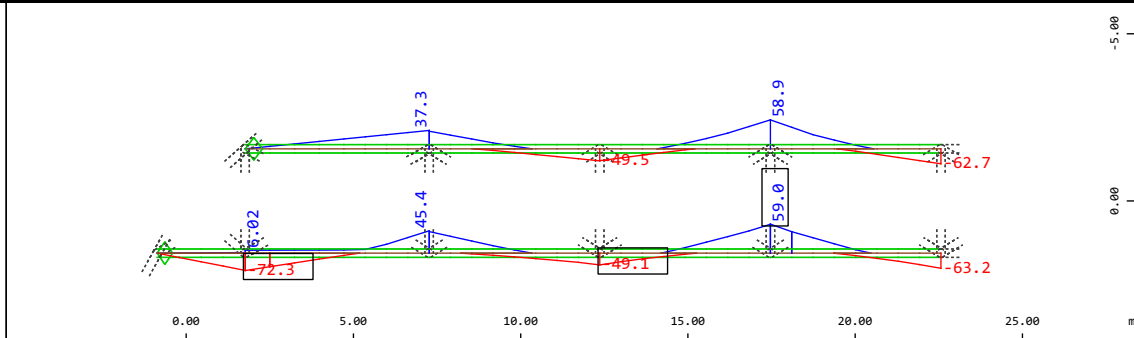
M 1 : 180



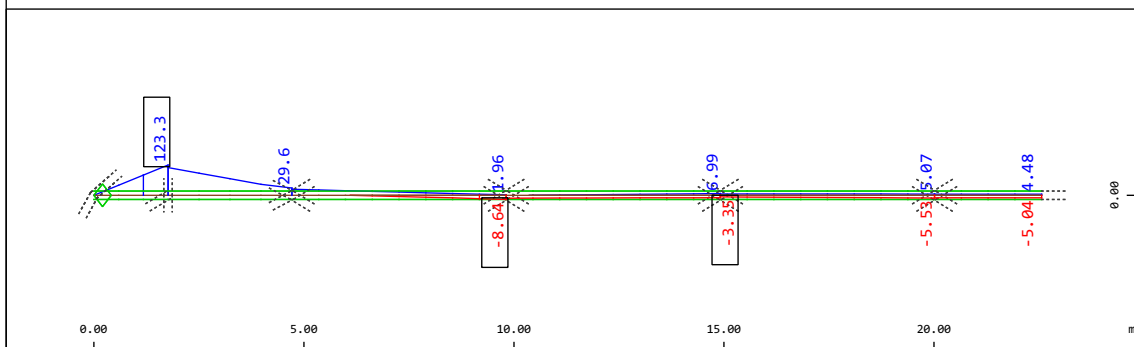
Z-X
Y

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2123 MAX-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 61.6 kN
(Min=-29.4) (Max=30.6)
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2124 MIN-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 153.9 kN
(Min=-69.9) (Max=12.8)

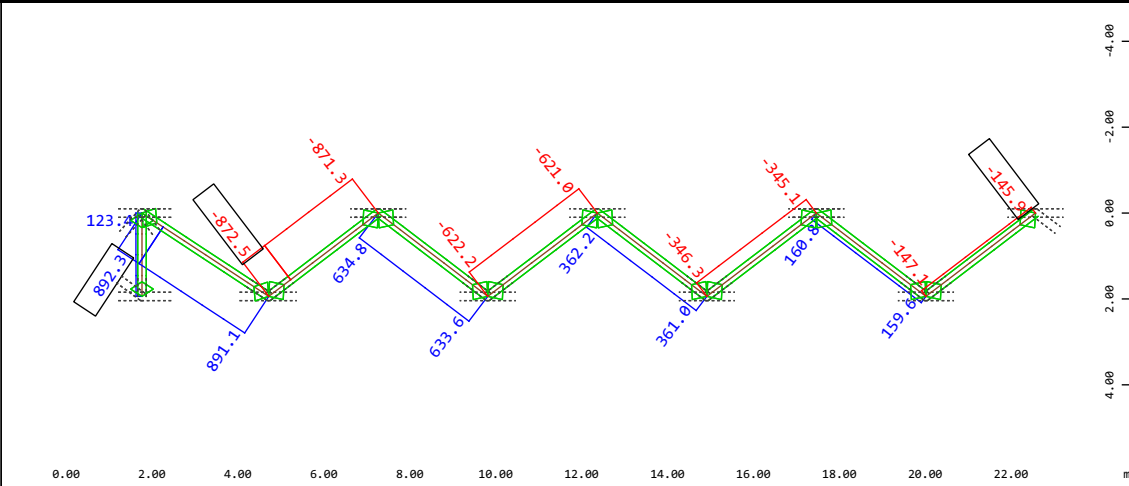
M 1 : 180



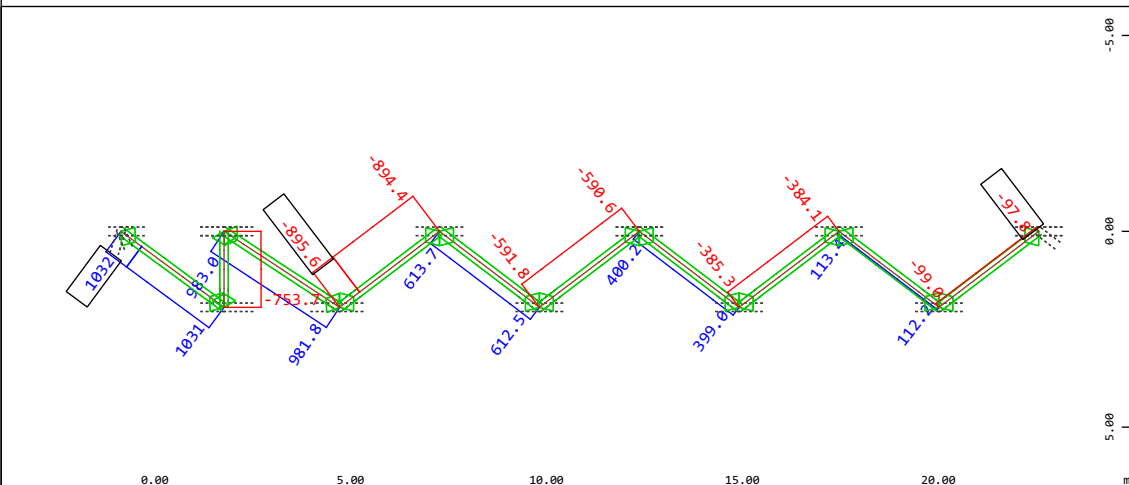
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 M 1 : 226
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2131 MAX-MZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 153.9 kNm
(Min=-27.3) (Max=59.0)
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2132 MIN-MZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 315.6 kNm
(Min=-72.3) (Max=25.5)



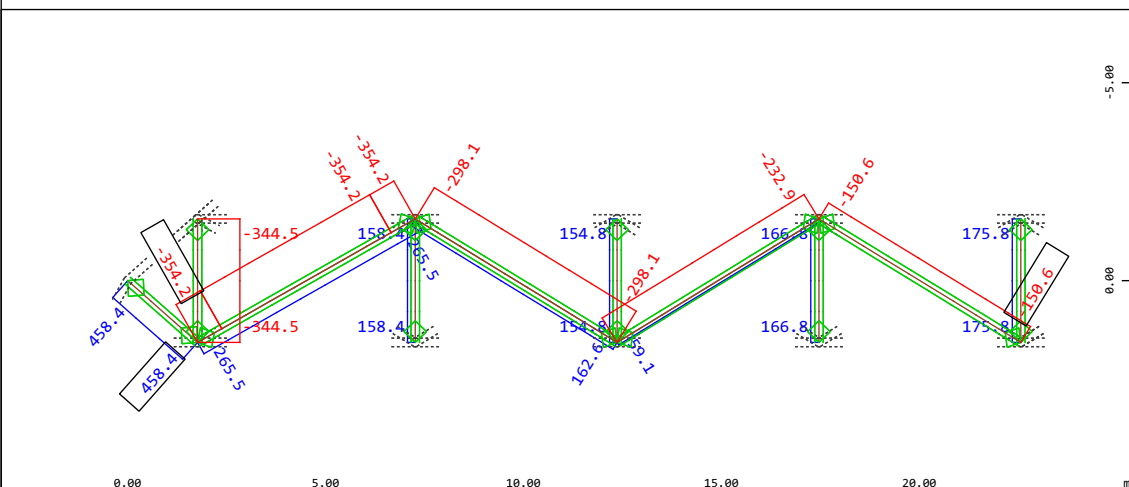
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 180
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2131 MAX-MZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 307.8 kNm
(Min=-0.826) (Max=123.3)
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2132 MIN-MZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 153.9 kNm
(Min=-8.64) (Max=51.9)



Systemausschnitt Gruppe 4
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 1539. kN
(Min=-358.0) (Max=892.3)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 1539. kN
(Min=-872.5) (Max=373.1)



Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 3078. kN
(Min=-380.0) (Max=1032.1)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 1539. kN
(Min=-895.6) (Max=422.2)

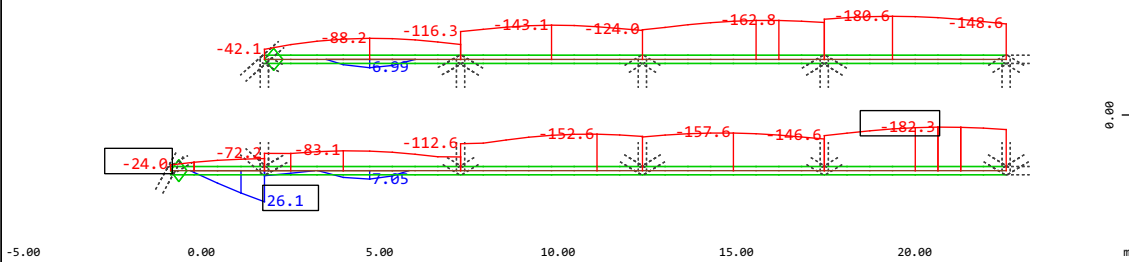


Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 1539. kN
(Min=-45.1) (Max=458.4)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 615.6 kN
(Min=-354.2) (Max=194.4)

Modelleingabe

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.4.4

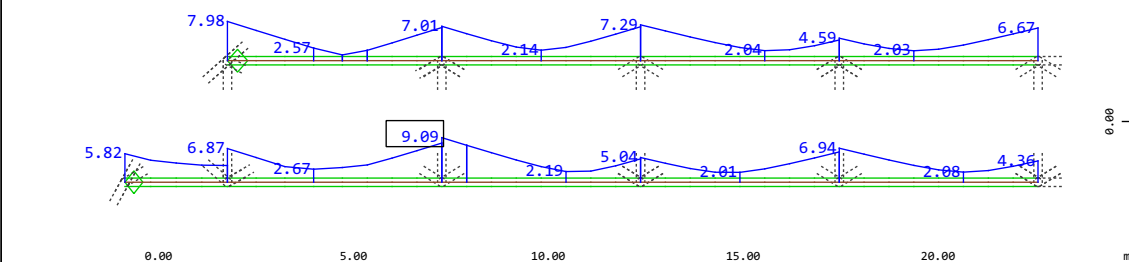
4.4.4 SPANNUNGEN UND DURCHBIEGUNGEN



Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355
(EN 1993) , 1 cm im Raum = 61.6 MPa (Min=-37.5) (Max=26.1)
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355
(EN 1993) , 1 cm im Raum = 307.8 MPa (Min=-182.3) (Max=-24.0)

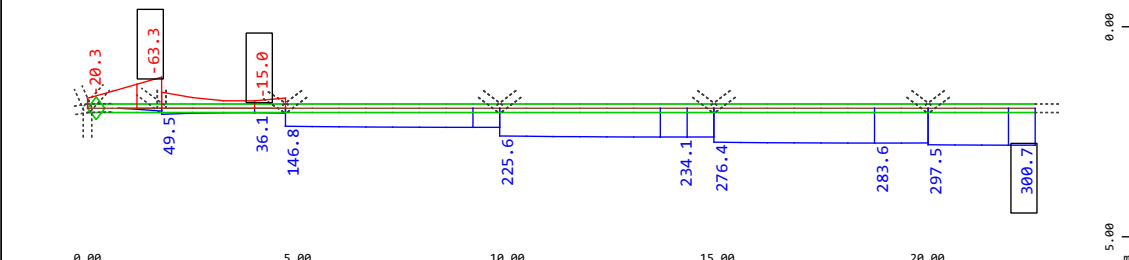
M 1 : 212



Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Schubspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993)
, 1 cm im Raum = 15.4 MPa (Max=9.09)

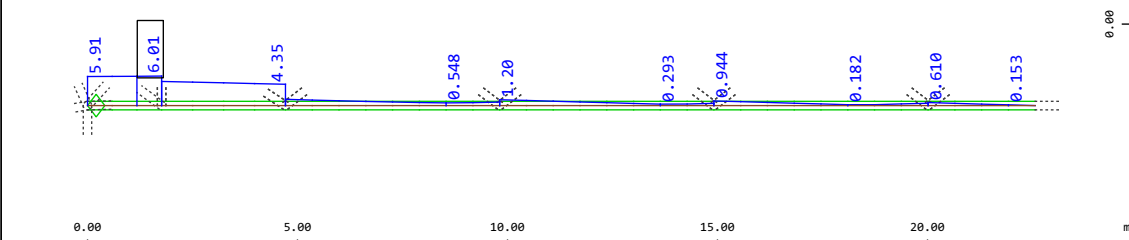
M 1 : 194



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355
(EN 1993) , 1 cm im Raum = 615.6 MPa (Min=-8.61) (Max=300.7)
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355
(EN 1993) , 1 cm im Raum = 153.9 MPa (Min=-63.3) (Max=83.9)

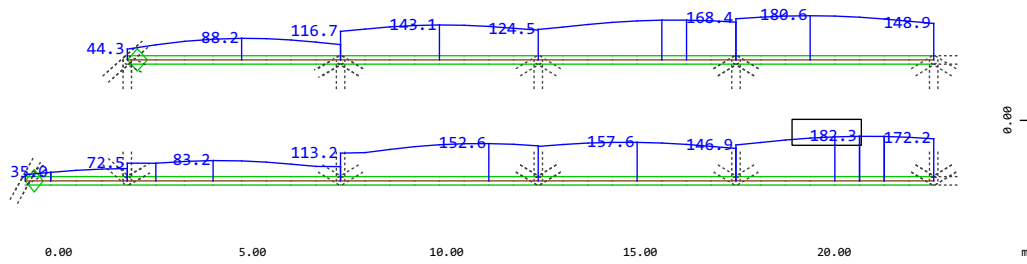
M 1 : 180



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Schubspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993)
, 1 cm im Raum = 15.4 MPa (Max=6.01)

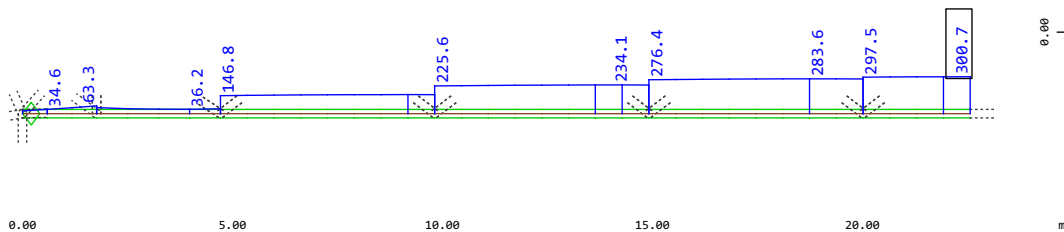
M 1 : 180



Z-X
Y

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 307.8 MPa (Max=182.3)

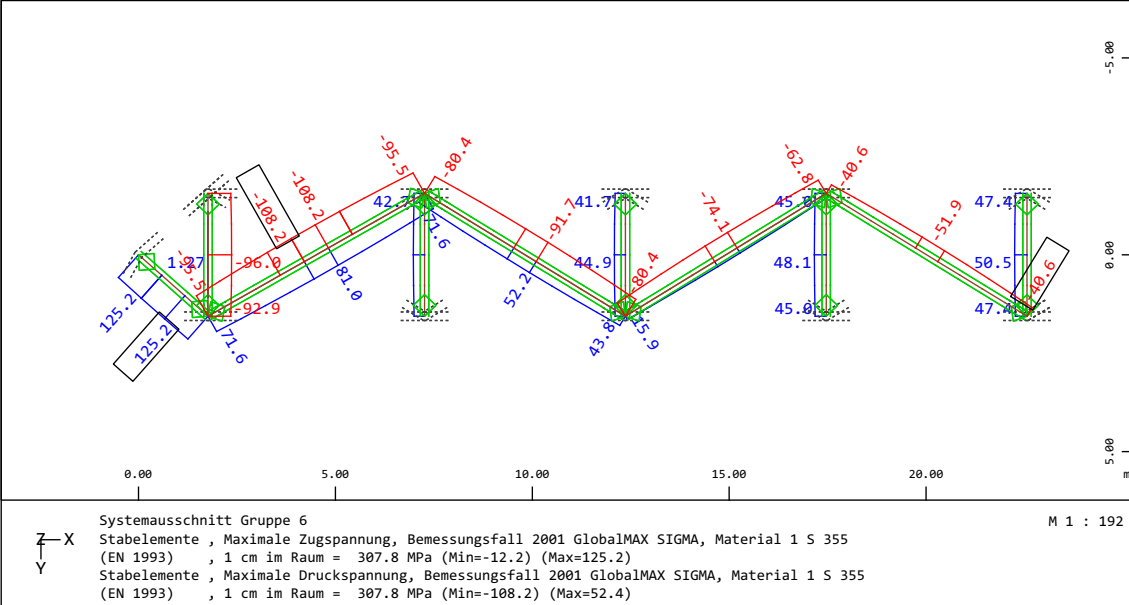
M 1 : 195

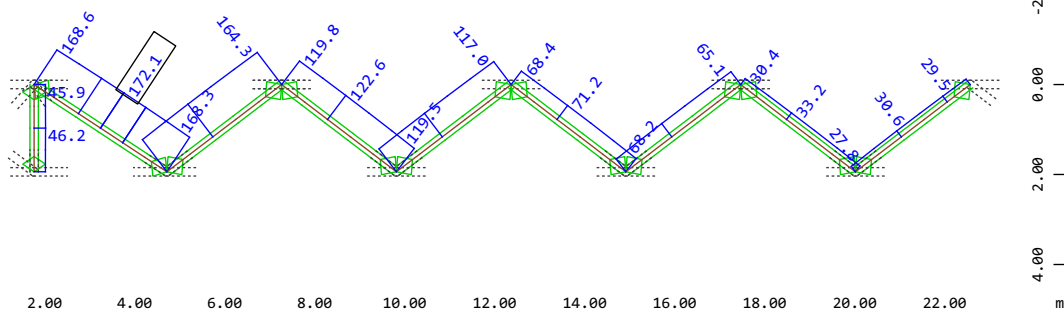


Y-X
Z

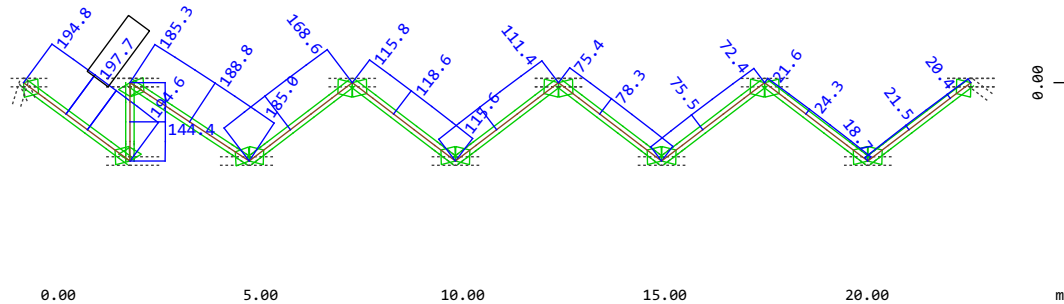
Systemausschnitt Gruppe 3
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 615.6 MPa (Max=300.7)

M 1 : 180

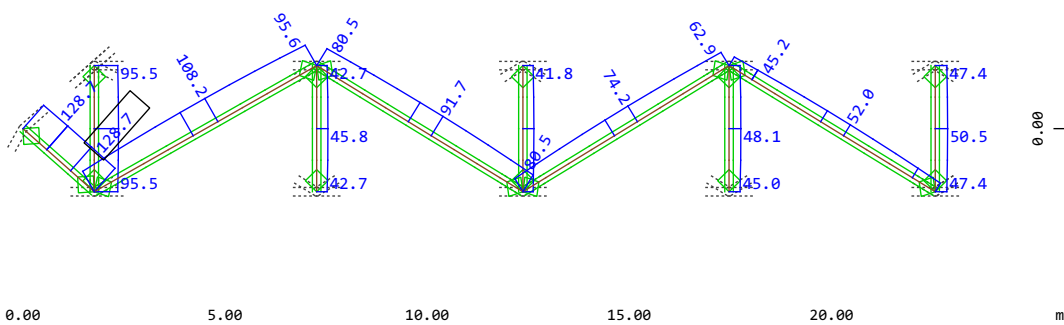




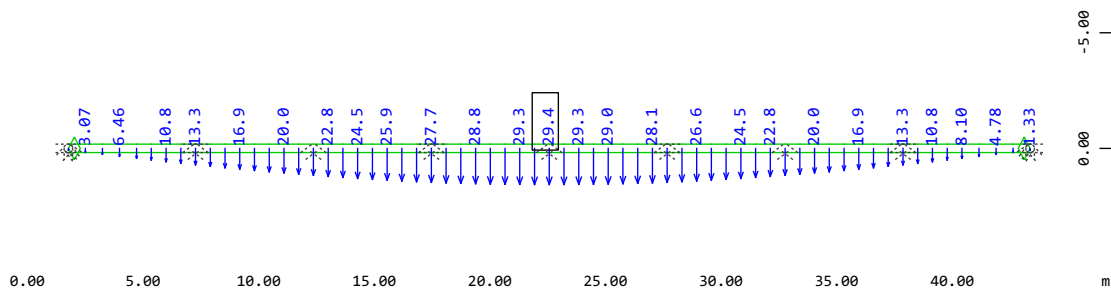
Systemausschnitt Gruppe 4 M 1 : 168
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 307.8 MPa (Max=172.1)



Systemausschnitt Gruppe 5 M 1 : 187
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 307.8 MPa (Max=197.7)

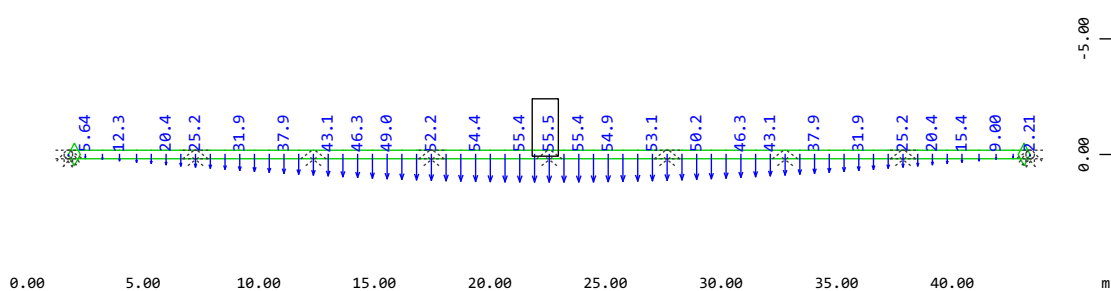


Systemausschnitt Gruppe 6 M 1 : 187
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 307.8 MPa (Max=128.7)



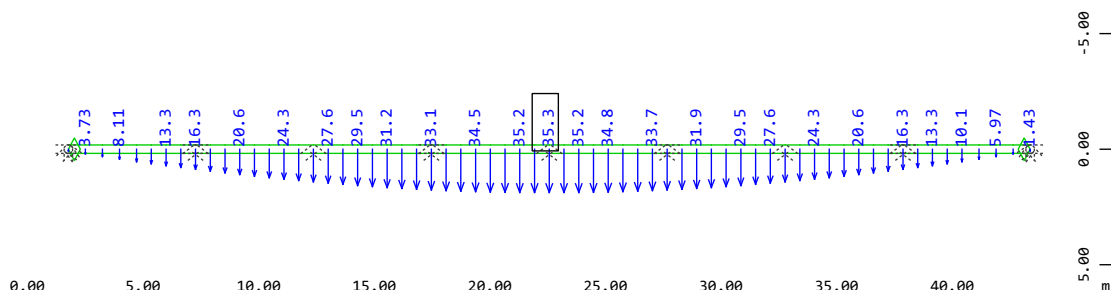
Systemausschnitt Gruppe 1
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
1 cm im Raum = 61.6 mm (Max=29.4)

M 1 : 327



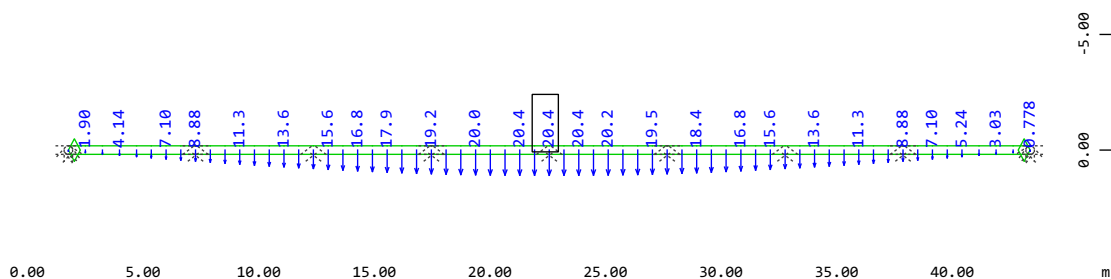
Systemausschnitt Gruppe 1
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast 1 cm im Raum
= 153.9 mm (Max=55.5)

M 1 : 327



Systemausschnitt Gruppe 1
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr 1 cm im Raum =
61.6 mm (Max=35.3)

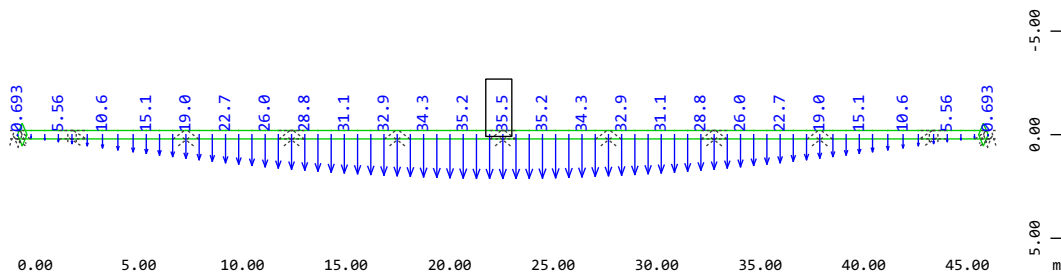
M 1 : 327



Systemausschnitt Gruppe 1
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr 1 cm im Raum =
61.6 mm (Max=20.4)

M 1 : 327

Modelleingabe

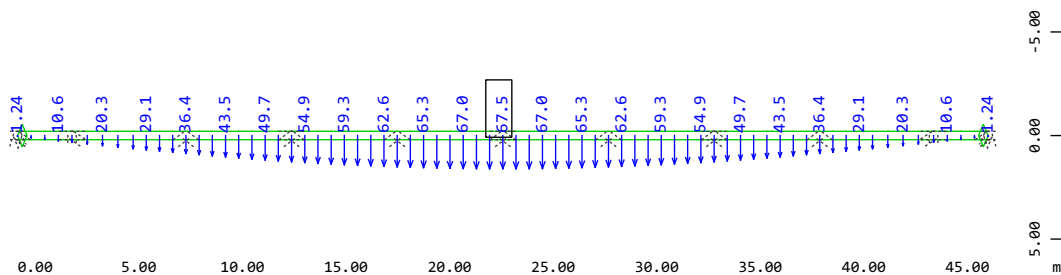


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 2

M 1 : 365

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
1 cm im Raum = 61.6 mm (Max=35.5)

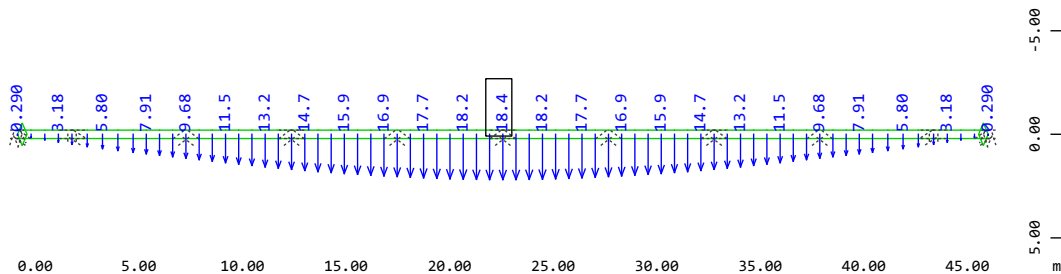


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 2

M 1 : 365

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast 1 cm im Raum
= 153.9 mm (Max=67.5)

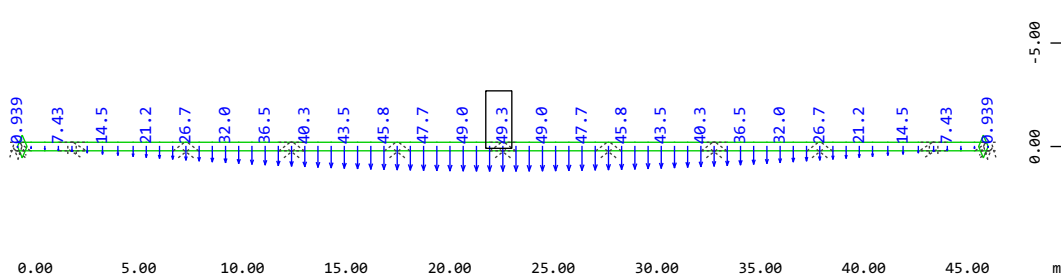


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 2

M 1 : 365

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr 1 cm im Raum =
30.8 mm (Max=18.4)

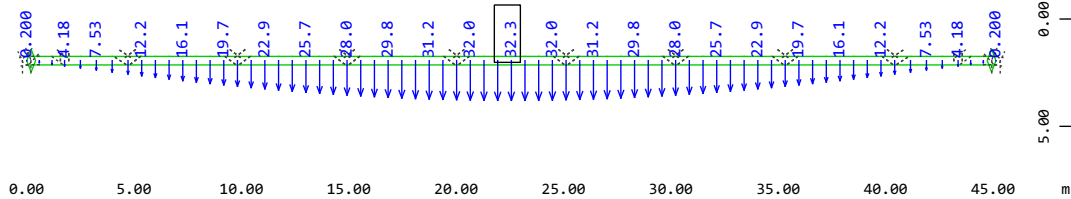


Y
X
Z

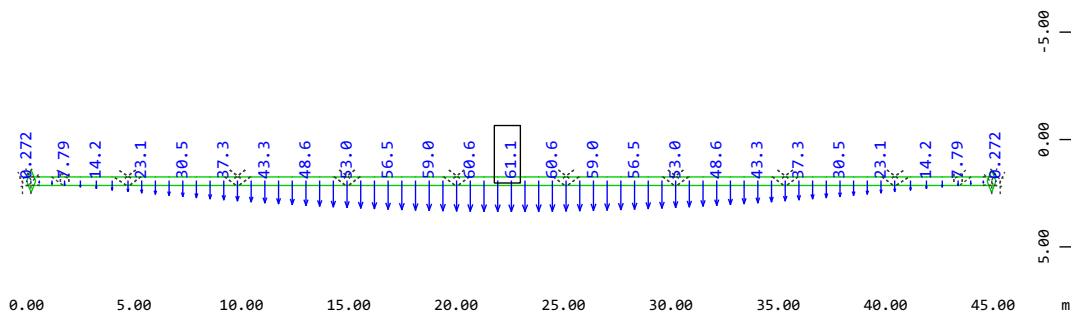
Systemausschnitt Gruppe 2

M 1 : 365

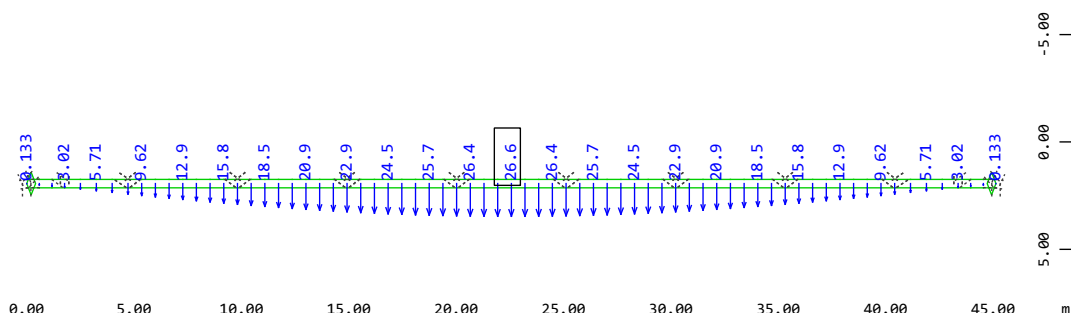
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr 1 cm im Raum =
153.9 mm (Max=49.3)



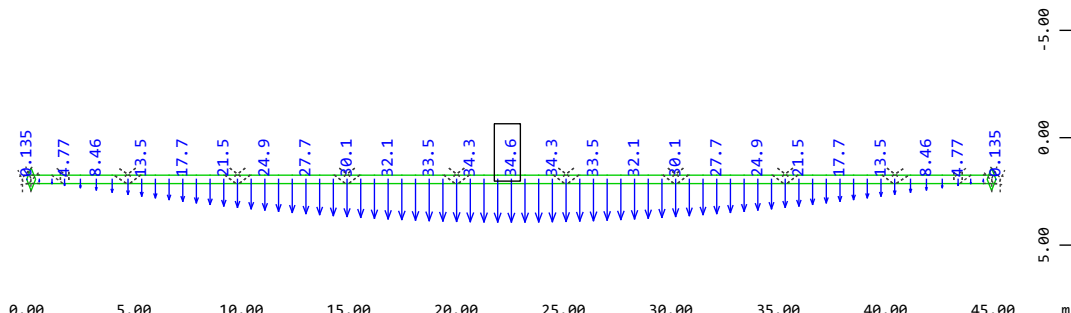
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 352
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
1 cm im Raum = 61.6 mm (Max=32.3)



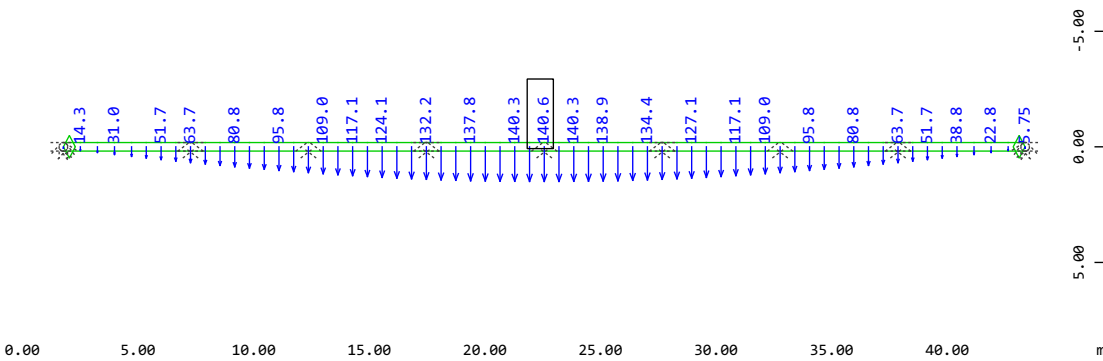
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 352
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast 1 cm im Raum
= 153.9 mm (Max=61.1)



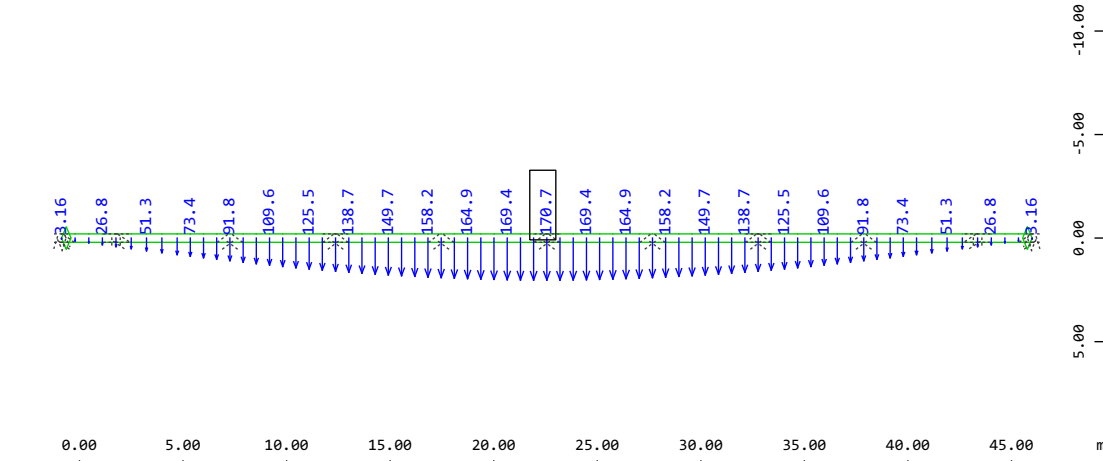
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 352
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr 1 cm im Raum =
61.6 mm (Max=26.6)



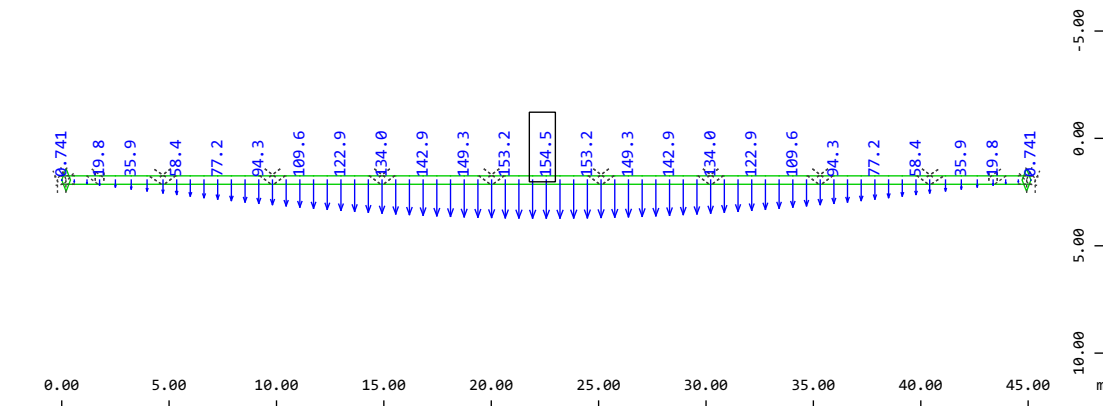
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 352
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr 1 cm im Raum =
61.6 mm (Max=34.6)



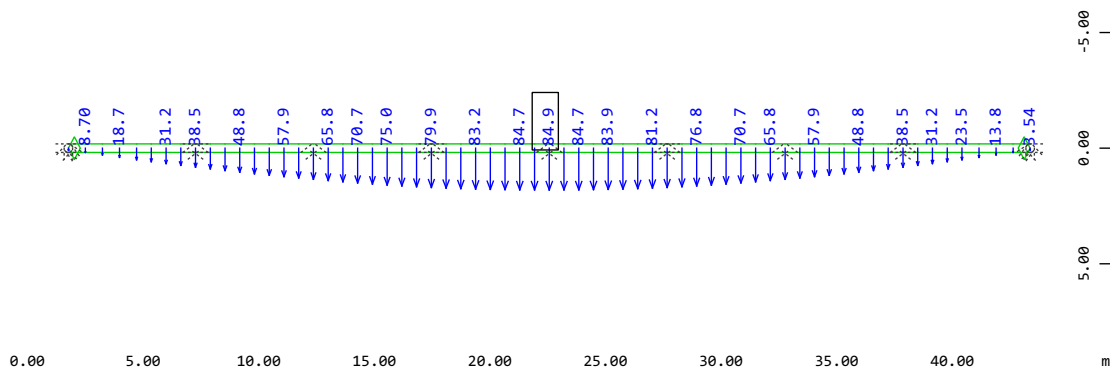
Systemausschnitt Gruppe 1 M 1 : 327
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 307.8 mm (Max=140.6)



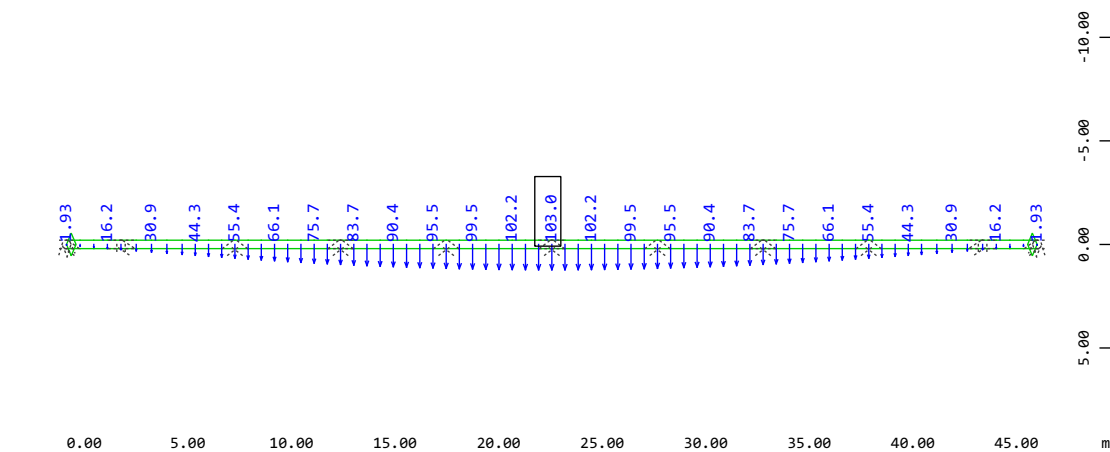
Systemausschnitt Gruppe 2 M 1 : 365
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 307.8 mm (Max=170.7)



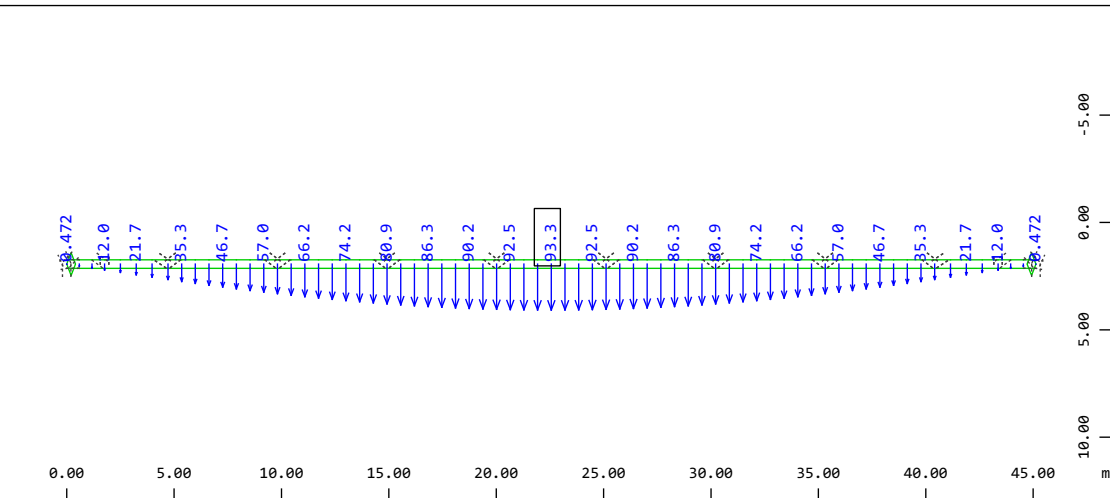
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 352
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 307.8 mm (Max=154.5)



Systemausschnitt Gruppe 1 M 1 : 327
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 153.9 mm (Max=84.9)

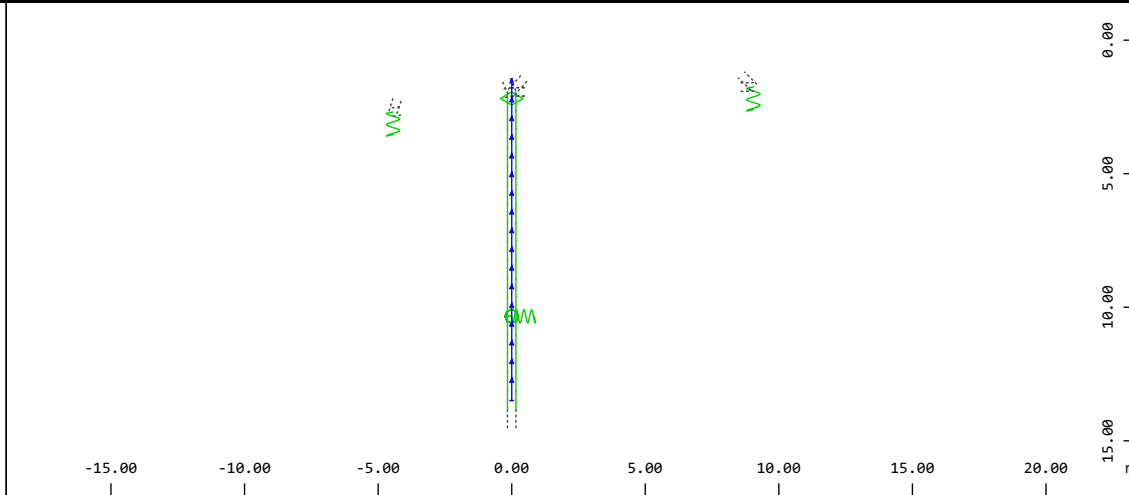


Systemausschnitt Gruppe 2 M 1 : 365
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 307.8 mm (Max=103.0)

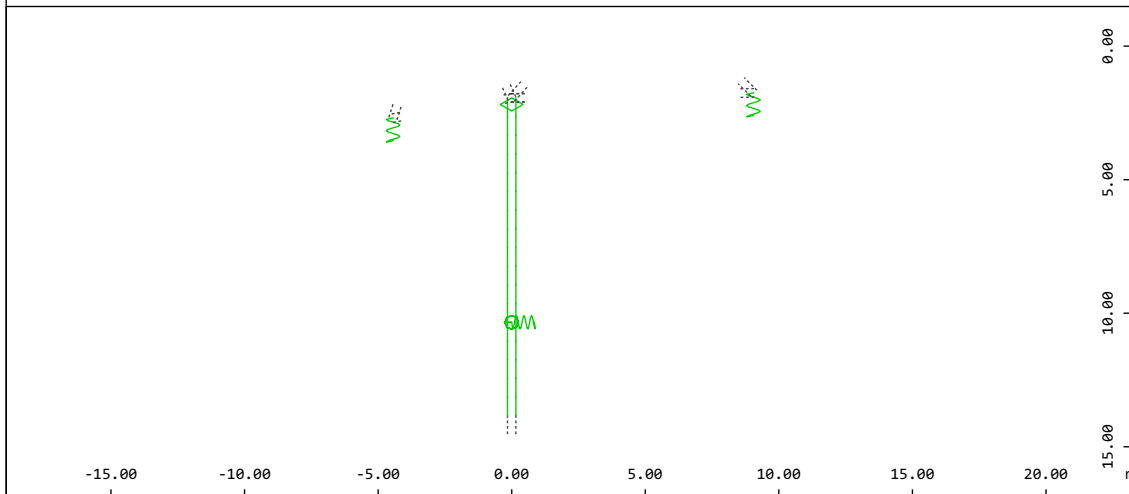


Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 352
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 153.9 mm (Max=93.3)

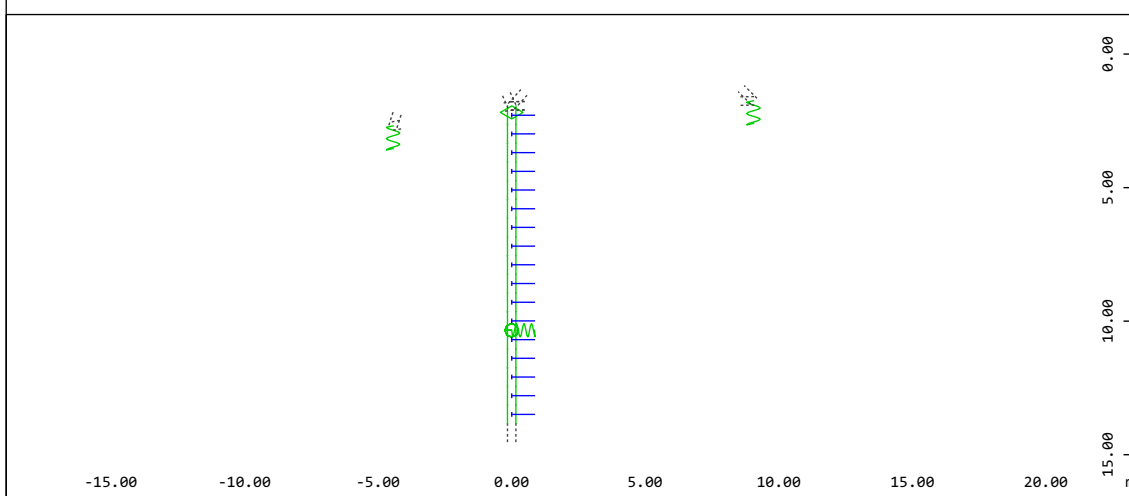
4.4.5 AUFLAGERKRÄFTE



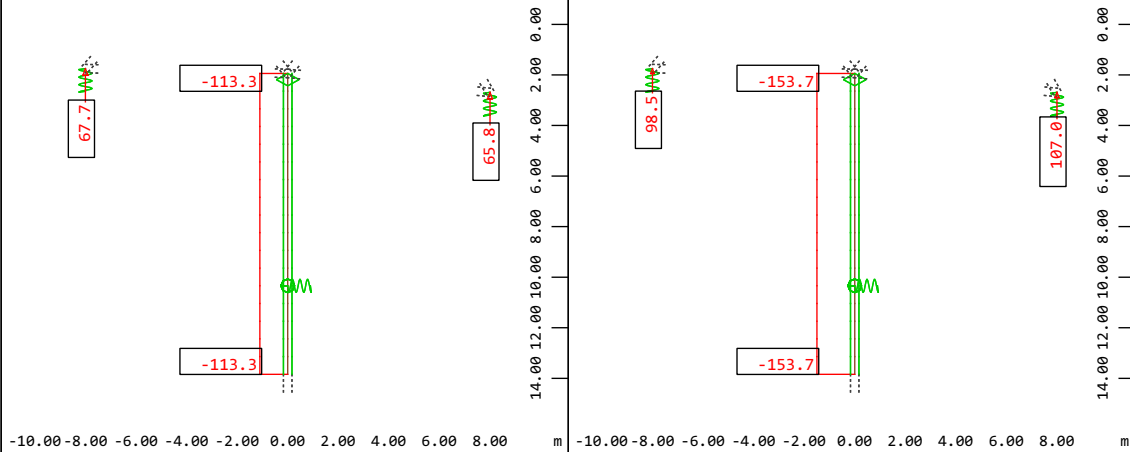
Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
 Stabelemente , Lokale Richtung X (M 1 : 283



Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
 Stabelemente , Lokale Richtung Y (M 1 : 283



Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
 Stabelemente , Lokale Richtung Z (M 1 : 283

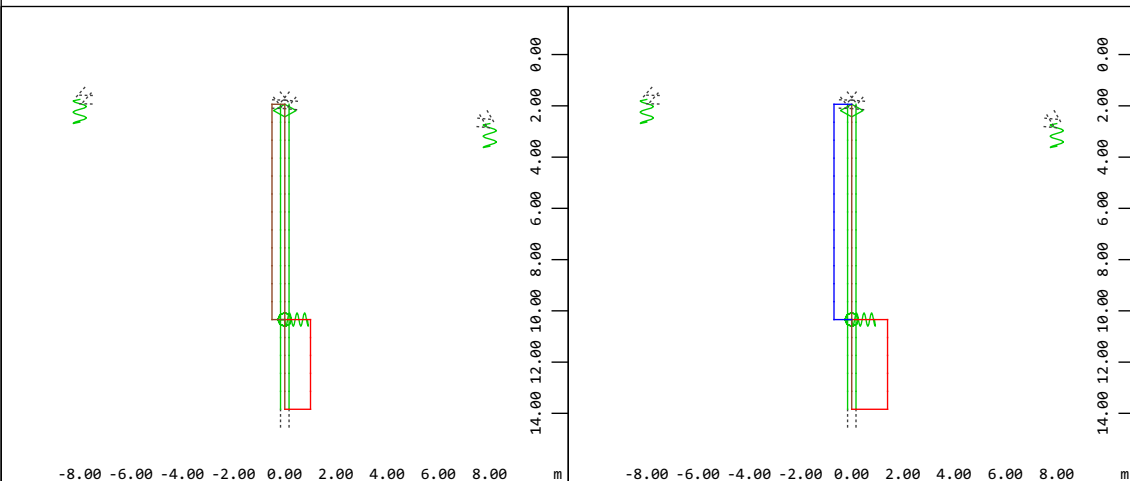


Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1
EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN , 1 cm
im Raum = 307.8 kN (Min=-113.3)
(Max=-113.3)

M 1 : 299

Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2
Ausbauast , 1 cm im Raum = 307.8 kN
(Min=-153.7) (Max=-153.7)
Auflagerfedern , Federkraft in global Z,

M 1 : 299

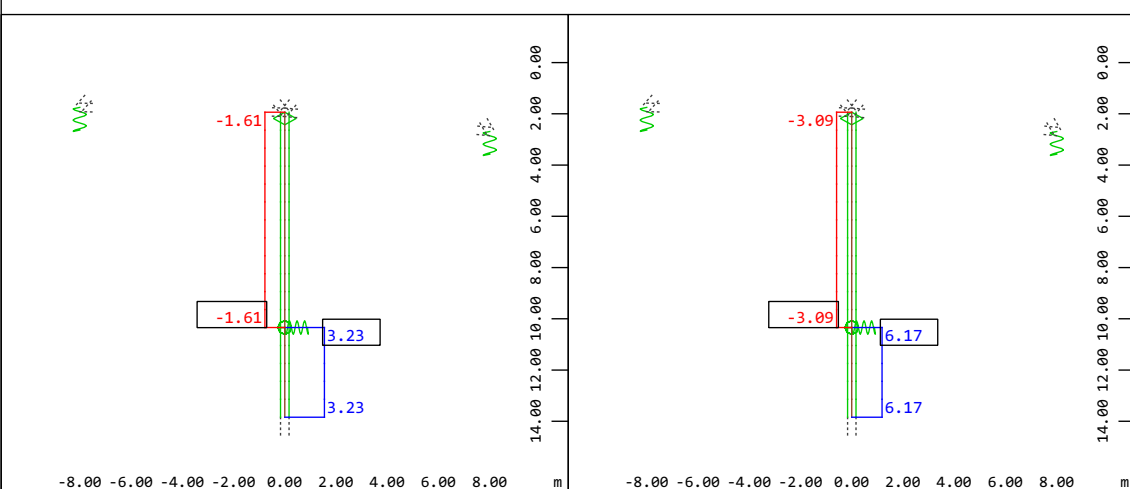


Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 1
EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN , 1 cm
im Raum = 6.1562e-06 kN
(Min=-2.0911e-06) (Max= 1.0419e-06)

M 1 : 295

Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2
Ausbauast , 1 cm im Raum = 6.1562e-06
kN (Min=-2.9141e-06) (Max= 1.4506e-06)

M 1 : 295

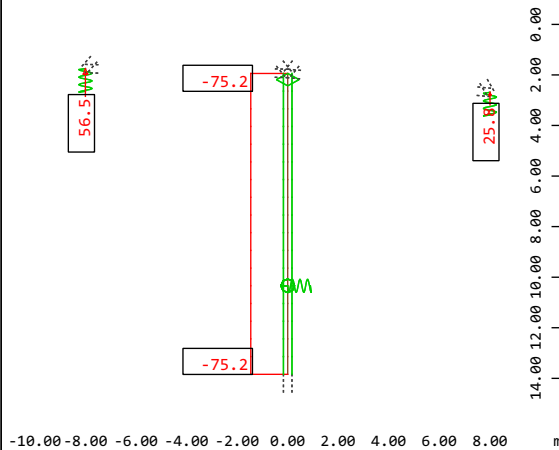


Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 1
EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN , 1 cm
im Raum = 6.16 kN (Min=-1.61) (Max=3.23)

M 1 : 295

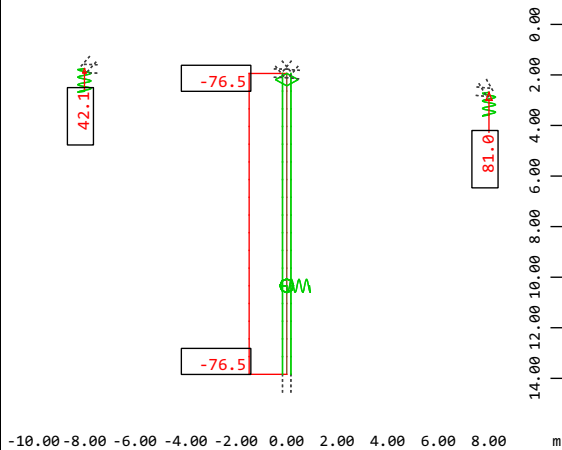
Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2
Ausbauast , 1 cm im Raum = 15.4 kN
(Min=-3.09) (Max=6.17)

M 1 : 295



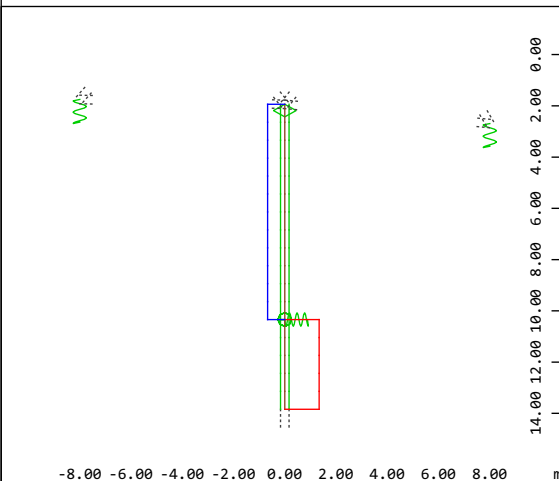
Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11
Verkehr , 1 cm im Raum = 153.9 kN
(Min=-75.2) (Max=-75.2)
Auflagerfedern , Federkraft in global Z,

M 1 : 299



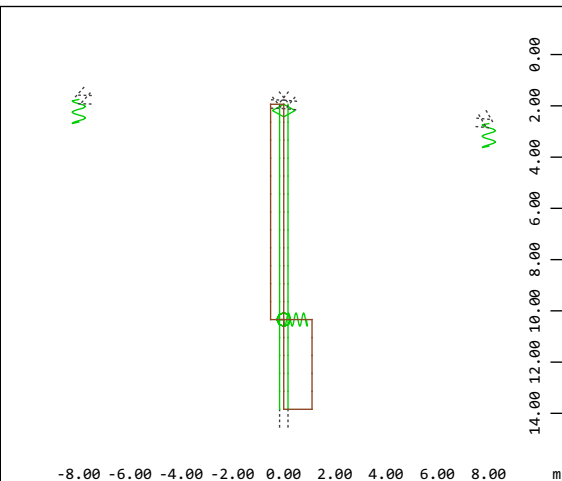
Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12
Verkehr , 1 cm im Raum = 153.9 kN
(Min=-76.5) (Max=-76.5)
Auflagerfedern , Federkraft in global Z,

M 1 : 299



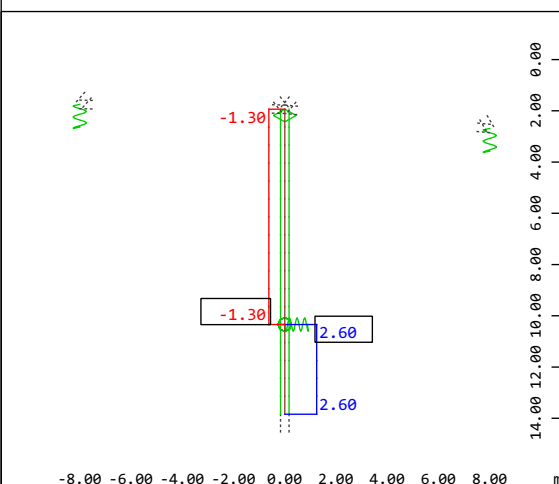
Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 11
Verkehr , 1 cm im Raum = 6.1562e-06 kN
(Min=-2.7959e-06) (Max= 1.3955e-06)

M 1 : 295



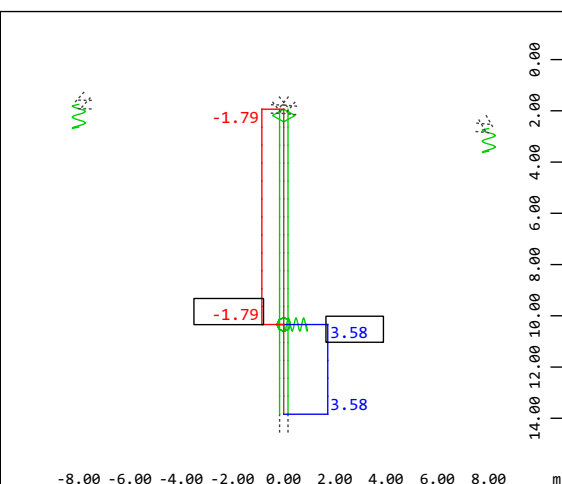
Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 12
Verkehr , 1 cm im Raum = 3.0781e-07 kN
(Min=-1.1518e-07) (Max= 5.3645e-08)

M 1 : 295



Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 11
Verkehr , 1 cm im Raum = 6.16 kN
(Min=-1.30) (Max=2.60)

M 1 : 295



Systemausschnitt Gruppe 0 11 12
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 12
Verkehr , 1 cm im Raum = 6.16 kN
(Min=-1.79) (Max=3.58)

M 1 : 295

4.5 FACHWERKBINDER ACHSE 6 / 11

4.5.1 ALLGEMEINES


Auf den nachfolgenden Seiten wird die Schnittgrößen- und Spannungsermittlung aus den vertikalen Lasten auf den Binder in der Achse 6 bzw. 11 aus der EDV-Berechnung zusammengefasst. Das Randfachwerk wird dabei bis zur Achse 7 bzw. 10 mitmodelliert und berechnet. Die Auswertung hierfür folgt in Pos. 4.7.4.. Das Randfachwerk zwischen Achse 5 und 6 bzw. 10 und 11 wird aus der vertikalen Belastung des Binders in Achse 6 nicht beansprucht, da sich am Übergang hierzu die Gebäudefuge und somit gelenkige und gleitende Anschlüsse der Randfachwerk-Gurte befinden.

Die Überlagerungen der maßgebenden Kräfte und Spannungen mit den aus Pos. 3 Resultierenden sowie die Stabilitätsnachweise erfolgen bereits in Pos. 4.2.3.

Materialien und Querschnitte:

Die Querschnitte werden entsprechend der Konstruktionspläne modelliert. Querschnittsverstärkungen an den Knotenpunkten werden nicht berücksichtigt.

Querschnitte Achse 4 - 13						
Bauteil		QS-Nr.	Typ	Abmessungen [mm]	Material	Gruppennummer
Binder	Obergurte	11	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 12,5	S 355	1 bzw. 2
		10	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 16	S 355	
	Untergurt	12	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 25	S 355	3
		13	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 16	S 355	
		14	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 20	S 355	
	Obergurtdiagonalen und -Pfoster	8	Rohr, warmgewalzt	Ø 193,7 x 6,3	S 355	6
	Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt	2	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 12,5	S 355	4 bzw. 5
		3	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 8,0	S 355	
Randfachwerk	Obergurt	21	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 10	S 355	31
	Untergurt	21	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 10	S 355	31
	Auflagerdiagonalen	4	Rohr, warmgewalzt	Ø 323,9 x 10	S 355	32
	sonstige Diagonalen	22	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 8,0	S 355	32
Stützen	Stützen	5 / 6	Kreis	Ø 700 mm	C 50/60	11

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com			 Leonhardt, Andrä und Partner		Auftrag Nr. H22 11219	Seite 2
					Datum 06/2024	Pos. 4.5.1

Materialien						
Mat	Materialbezeichnung					
1	S 355 (EN 1993)					
2	C 50/60 (EN 1992)					
3	B 500 B (EN 1992)					

Mat 1 S 355 (EN 1993)						
Elastizitätsmodul	E	210000	[N/mm2]	Materialsicherheit	1.10	[-]
Querdehnzahl	μ	0.30	[-]	Fließgrenze	fy	355.00 [MPa]
Schubmodul	G	80769	[N/mm2]	Druckfließgrenze	fyc	355.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	175000	[N/mm2]	Zugfestigkeit	ft	490.00 [MPa]
Nominelle Wichte	γ	94.2	[kN/m3]	Druckfestigkeit	fc	490.00 [MPa]
Rohdichte	ρ	7850.0	[kg/m3]	Bruchdehnung		100.00 [o/oo]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.20E-05	[1/K]	Verbundwert relativ		0.00 [-]
max. Erzeugnisdicke	t-max	40.00	[mm]	Verbundwert k1 (EN1992)k1		0.00 [-]
Sicherheit Querschnitt	γ-M0	1.00	[-]	Verfestigungsmodul	Eh	0.00 [MPa]
Sicherheit Stabilität	γ-M1	1.10	[-]	Proportionalitätsgrenze	f _p	355.00 [MPa]
Sicherheit Bruchversagen	γ-M2	1.25	[-]	Schwingbreite	σ-dyn	0.00 [MPa]

Mat 2 C 50/60 (EN 1992)						
Elastizitätsmodul	E	18500	[N/mm2]	Materialsicherheit	1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	fc	42.50 [MPa]
Schubmodul	G	7708	[N/mm2]	Nennfestigkeit	f _{ck}	50.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	10278	[N/mm2]	Zugfestigkeit	f _{ctm}	4.07 [MPa]
Nominelle Wichte	γ	0.0	[kN/m3]	Zugfestigkeit	f _{ctk,05}	2.85 [MPa]
Rohdichte	ρ	0.0	[kg/m3]	Zugfestigkeit	f _{ctk,95}	5.29 [MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	f _{bd}	4.28 [MPa]
				Gebrauchsfestigkeit	f _{cm}	58.00 [MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	f _{cd,fat}	22.67 [MPa]
				Zugfestigkeit	f _{ctd}	1.62 [MPa]
				Zugbruchenergie	G _f	0.15 [N/mm]

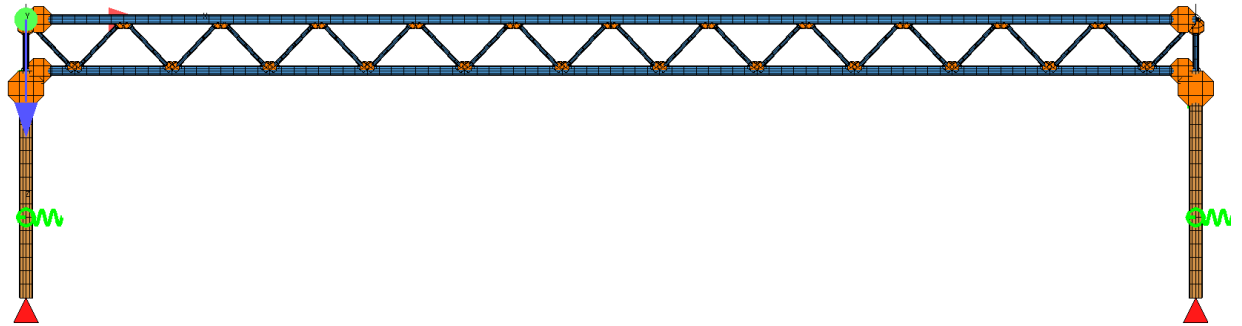
Querschnittswerte Übersicht									
QNr	Mat	A[m2]	Ay[m2]	Iy[m4]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm2]	g[kg/m]	I-1[m4]
	MBw	It[m4]	Az[m2]	Iz[m4]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm2]		I-2[m4]
			Ayz[m2]	Iyz[m4]					α[°]
2	1	8.1132E-03	4.140E-03	4.345E-05	0.0	0.0	210000	76.4	
		8.618E-05	4.140E-03	4.345E-05	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 219.1 x 12.5 (EN 10210-1)									
3	1	5.3055E-03	2.698E-03	2.960E-05	0.0	0.0	210000	50.0	
		5.871E-05	2.698E-03	2.960E-05	0.0	0.0	80769	(CENTR)	

QNr	Mat	A[m2] It[m4]	Ay[m2] Az[m2] Ayz[m2]	Iy[m4] Iz[m4] Iyz[m4]	yc[mm] zc[mm]	ysc[mm] zsc[mm]	E[N/mm2] G[N/mm2]	g[kg/m]	I-1[m4] I-2[m4] $\alpha[^\circ]$
3	=	RO 219.1 x 8 (EN 10210-1)							
4	1	9.8615E-03 2.412E-04	5.011E-03 5.011E-03	1.216E-04 1.216E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	92.9 (CENTR)	
	=	RO 323.9 x 10 (EN 10210-1)							
5	2 3 ¹	3.8485E-01 2.357E-02	3.464E-01 3.464E-01	1.179E-02 1.179E-02	0.0 0.0	0.0 0.0	18500 7708	0.0 (DRUCK)	
	=	D 700 mm							
	=	(R-As 280 mm)							
8	1	3.7090E-03 3.233E-05	1.885E-03 1.885E-03	1.630E-05 1.630E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	34.9 (CENTR)	
	=	RO 193.7 x 6.3 (EN 10210-1)							
10	1	2.4731E-02 1.486E-03	1.257E-02 1.257E-02	7.491E-04 7.491E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	233.0 (CENTR)	
	=	RO 508 x 16 (EN 10210-1)							
11	1	1.9458E-02 1.185E-03	9.881E-03 9.881E-03	5.976E-04 5.976E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	183.3 (CENTR)	
	=	RO 508 x 12.5 (EN 10210-1)							
12	1	3.7935E-02 2.200E-03	1.933E-02 1.933E-02	1.109E-03 1.109E-03	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	357.3 (CENTR)	
	=	RO 508 x 25 (EN 10210-1)							
13	1	2.4731E-02 1.486E-03	1.257E-02 1.257E-02	7.491E-04 7.491E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	233.0 (CENTR)	
	=	RO 508 x 16 (EN 10210-1)							
14	1	3.0662E-02 1.814E-03	1.560E-02 1.560E-02	9.143E-04 9.143E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	288.8 (CENTR)	
	=	RO 508 x 20 (EN 10210-1)							
15	1	1.4909E-02 1.880E-06	1.028E-02 3.227E-03	2.517E-04 8.563E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	140.4 (CENTR)	
	=	HE 300 B (EN 10365)							
21	1	1.5645E-02 9.625E-04	7.941E-03 7.941E-03	4.852E-04 4.852E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	147.4 (CENTR)	
	=	RO 508 x 10 (EN 10210-1)							
22	1	5.3055E-03 5.871E-05	2.698E-03 2.698E-03	2.960E-05 2.960E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	50.0 (CENTR)	
	=	RO 219.1 x 8 (EN 10210-1)							
23	1	3.3631E-03 3.824E-05	1.707E-03 1.707E-03	1.928E-05 1.928E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	31.7 (CENTR)	
	=	RO 219.1 x 5 (EN 10210-1)							
¹ Bewehrung ist in den Querschnittswerten nicht berücksichtigt									
QNr	Querschnittsnummer			yc[mm], zc[mm]		Ordinate des elastischen Zentrums			
Mat	Materialnummer			ysc[mm], zsc[mm]		Ordinate des Schubmittelpunkts			
A[m2]	Querschnittsfläche			E[N/mm2]		Elastizitätsmodul			
Ay[m2], Az[m2], Ayz[m2]	Schubverformungsfläche			g[kg/m]					

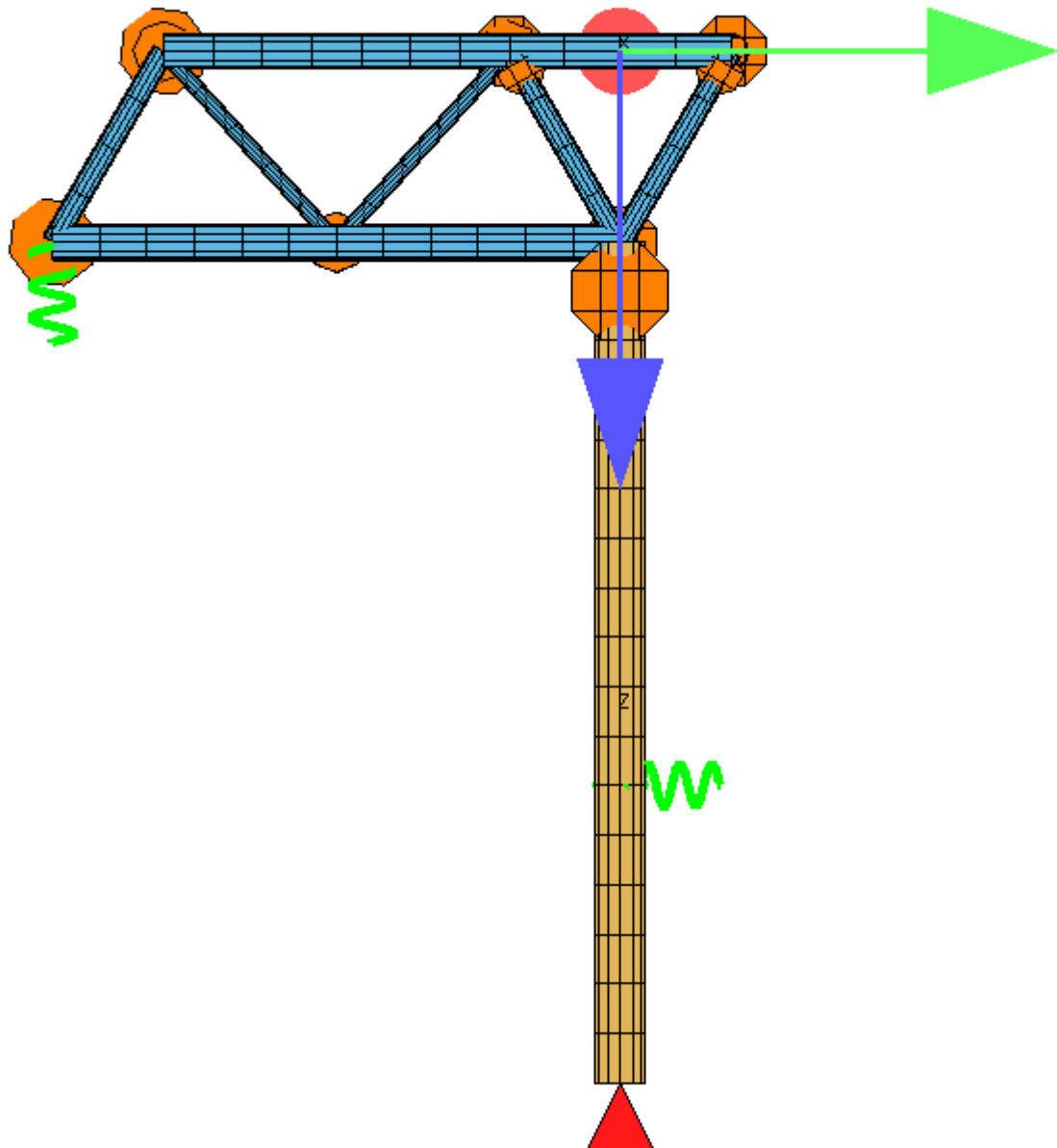
QNr	Mat MBw	A[m2] It[m4]	Ay[m2] Az[m2] Ayz[m2]	Iy[m4] Iz[m4] Iyz[m4]	yc[mm] zc[mm]	ysc[mm] zsc[mm]	E[N/mm2] G[N/mm2]	g[kg/m]	I-1[m4] I-2[m4] $\alpha[^\circ]$
3	=	RO 219.1 x 8 (EN 10210-1)							
4	1	9.8615E-03 2.412E-04	5.011E-03 5.011E-03	1.216E-04 1.216E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	92.9 (CENTR)	
	=	RO 323.9 x 10 (EN 10210-1)							
5	2 3 ¹	3.8485E-01 2.357E-02	3.464E-01 3.464E-01	1.179E-02 1.179E-02	0.0 0.0	0.0 0.0	37278 15532	0.0 (DRUCK)	
	=	D 700 mm							
	=	(R-As 280 mm)							
8	1	3.7090E-03 3.233E-05	1.885E-03 1.885E-03	1.630E-05 1.630E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	34.9 (CENTR)	
	=	RO 193.7 x 6.3 (EN 10210-1)							
10	1	2.4731E-02 1.486E-03	1.257E-02 1.257E-02	7.491E-04 7.491E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	233.0 (CENTR)	
	=	RO 508 x 16 (EN 10210-1)							
11	1	1.9458E-02 1.185E-03	9.881E-03 9.881E-03	5.976E-04 5.976E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	183.3 (CENTR)	
	=	RO 508 x 12.5 (EN 10210-1)							
12	1	3.7935E-02 2.200E-03	1.933E-02 1.933E-02	1.109E-03 1.109E-03	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	357.3 (CENTR)	
	=	RO 508 x 25 (EN 10210-1)							
13	1	2.4731E-02 1.486E-03	1.257E-02 1.257E-02	7.491E-04 7.491E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	233.0 (CENTR)	
	=	RO 508 x 16 (EN 10210-1)							
14	1	3.0662E-02 1.814E-03	1.560E-02 1.560E-02	9.143E-04 9.143E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	288.8 (CENTR)	
	=	RO 508 x 20 (EN 10210-1)							
15	1	1.4909E-02 1.880E-06	1.028E-02 3.227E-03	2.517E-04 8.563E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	140.4 (CENTR)	
	=	HE 300 B (EN 10365)							
21	1	1.5645E-02 9.625E-04	7.941E-03 7.941E-03	4.852E-04 4.852E-04	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	147.4 (CENTR)	
	=	RO 508 x 10 (EN 10210-1)							
22	1	5.3055E-03 5.871E-05	2.698E-03 2.698E-03	2.960E-05 2.960E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	50.0 (CENTR)	
	=	RO 219.1 x 8 (EN 10210-1)							
23	1	3.3631E-03 3.824E-05	1.707E-03 1.707E-03	1.928E-05 1.928E-05	0.0 0.0	0.0 0.0	210000 80769	31.7 (CENTR)	
	=	RO 219.1 x 5 (EN 10210-1)							
¹ Bewehrung ist in den Querschnittswerten nicht berücksichtigt									
QNr	Querschnittsnummer			yc[mm],zc[mm]		Ordinate des elastischen Zentrums			
Mat	Materialnummer			ysc[mm],zsc[mm]		Ordinate des Schubmittelpunkts			
A[m2]	Querschnittsfläche			E[N/mm2]		Elastizitätsmodul			
Ay[m2],Az[m2],Ayz[m2]	Schubverformungsfläche			g[kg/m]					

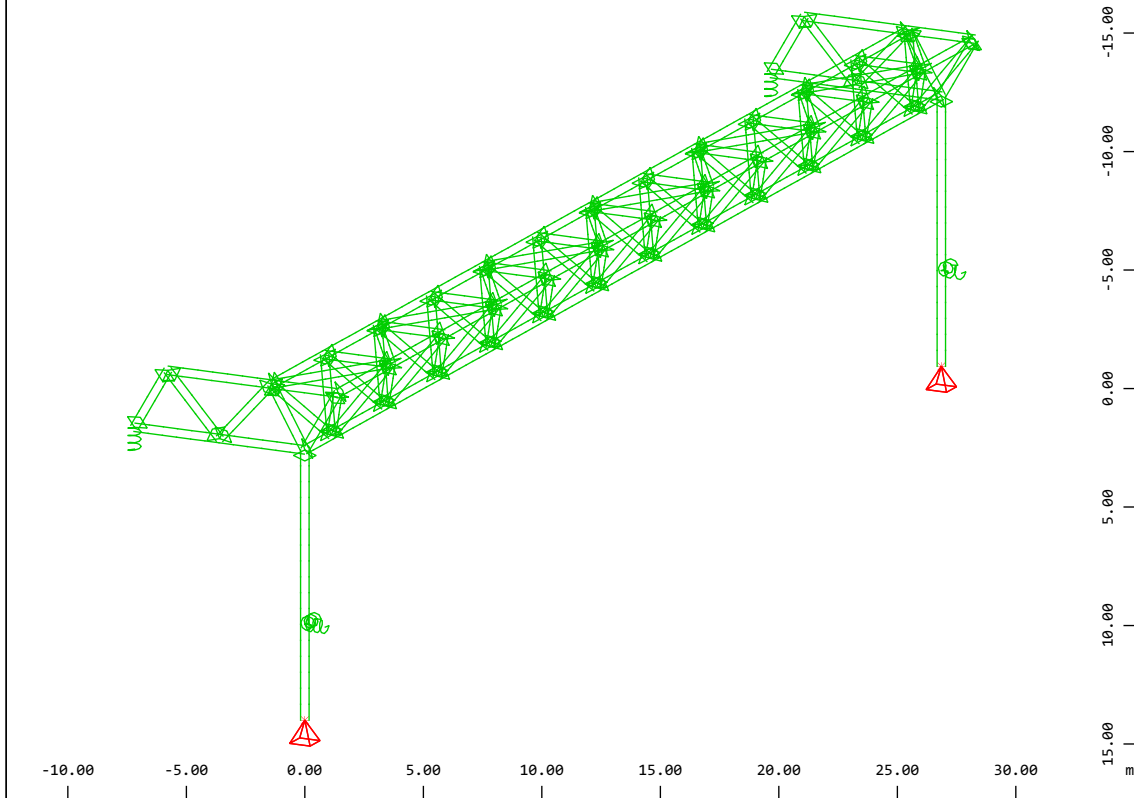
A diagram of a truss structure. The truss is supported by a pin support on the left and a roller support on the right. A vertical load of 5 is applied downwards at the left end of the truss. A horizontal reaction force is shown at the right end of the truss, pointing to the right. The truss consists of a top chord, a bottom chord, and diagonal members forming a series of triangles.

Seitenansicht (X-Z-Ebene)



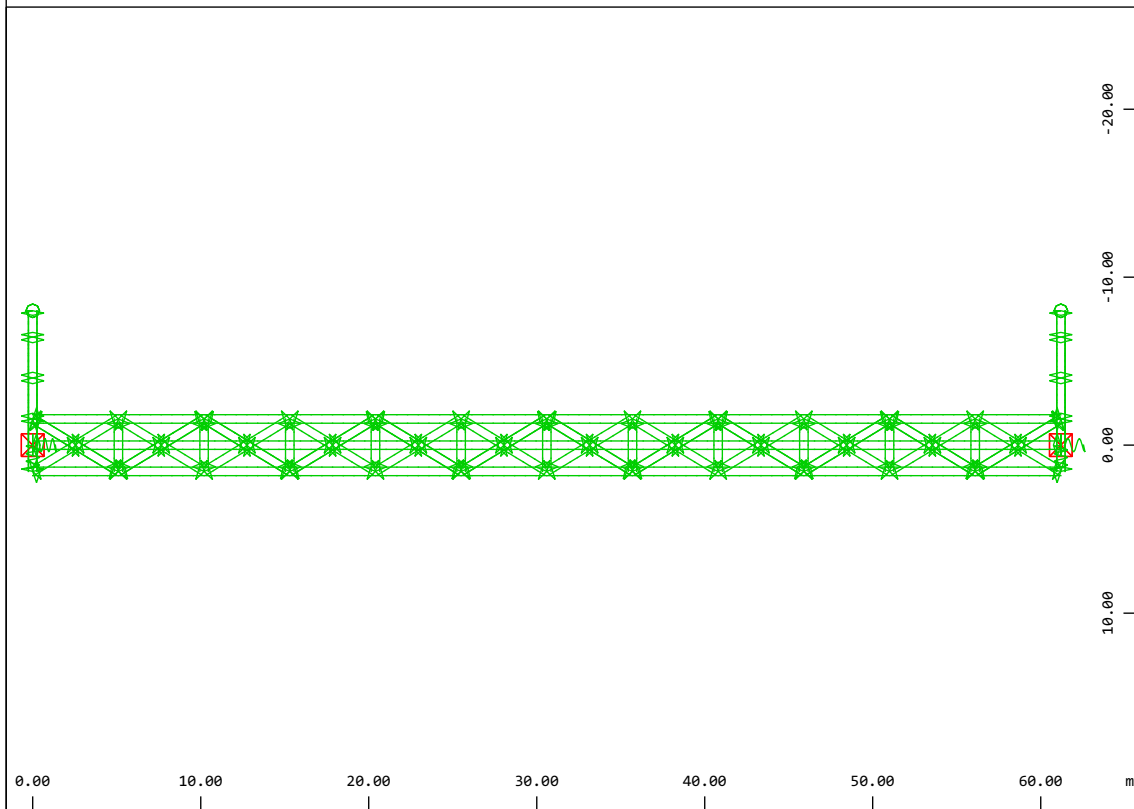
Seitenansicht (Y-Z-Ebene)





Struktur
X
Y
Z

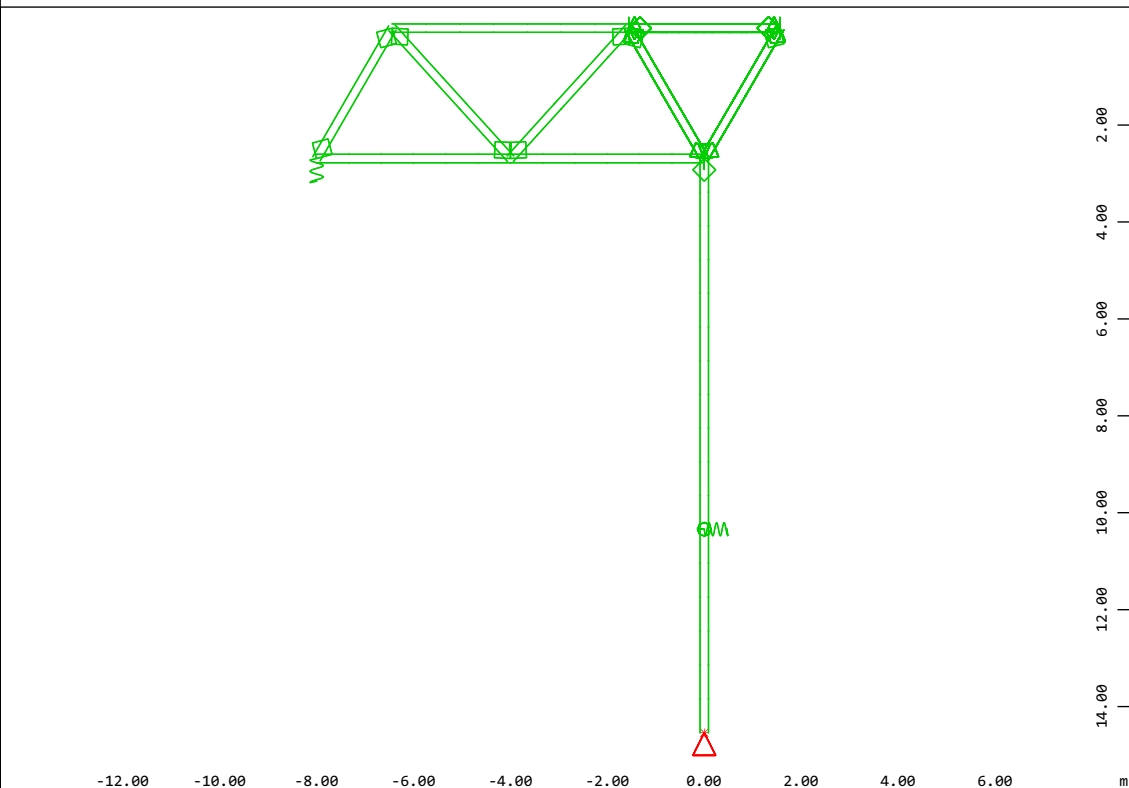
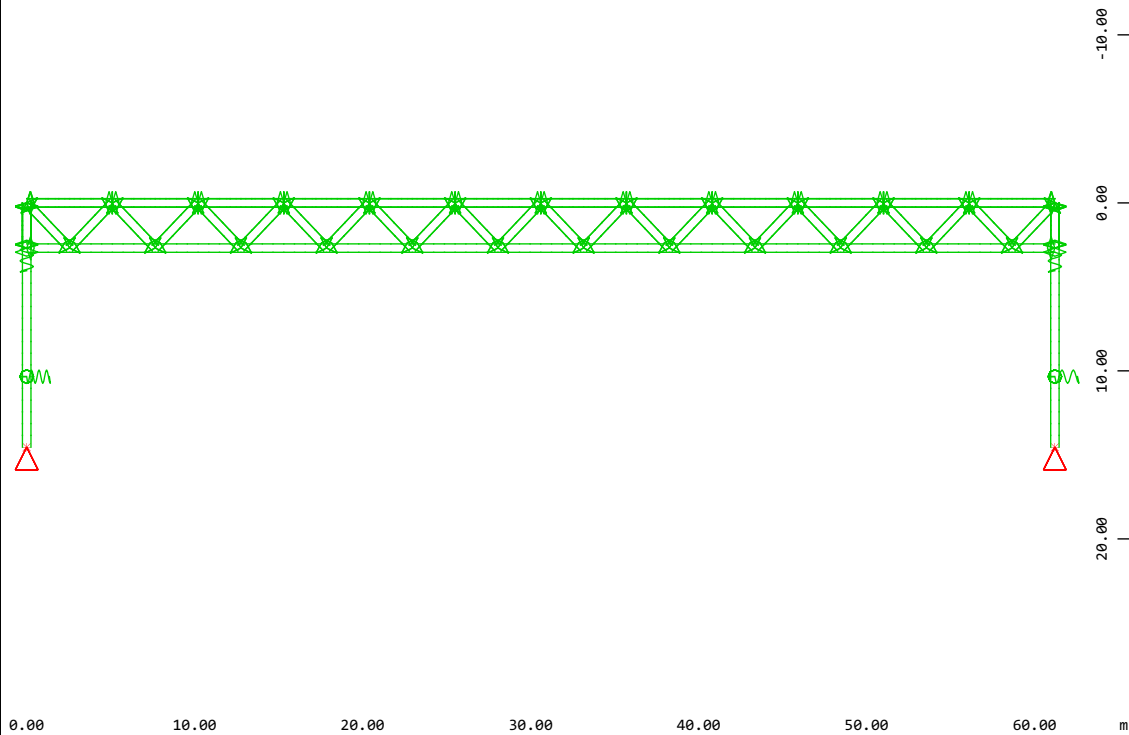
M 1 : 319
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



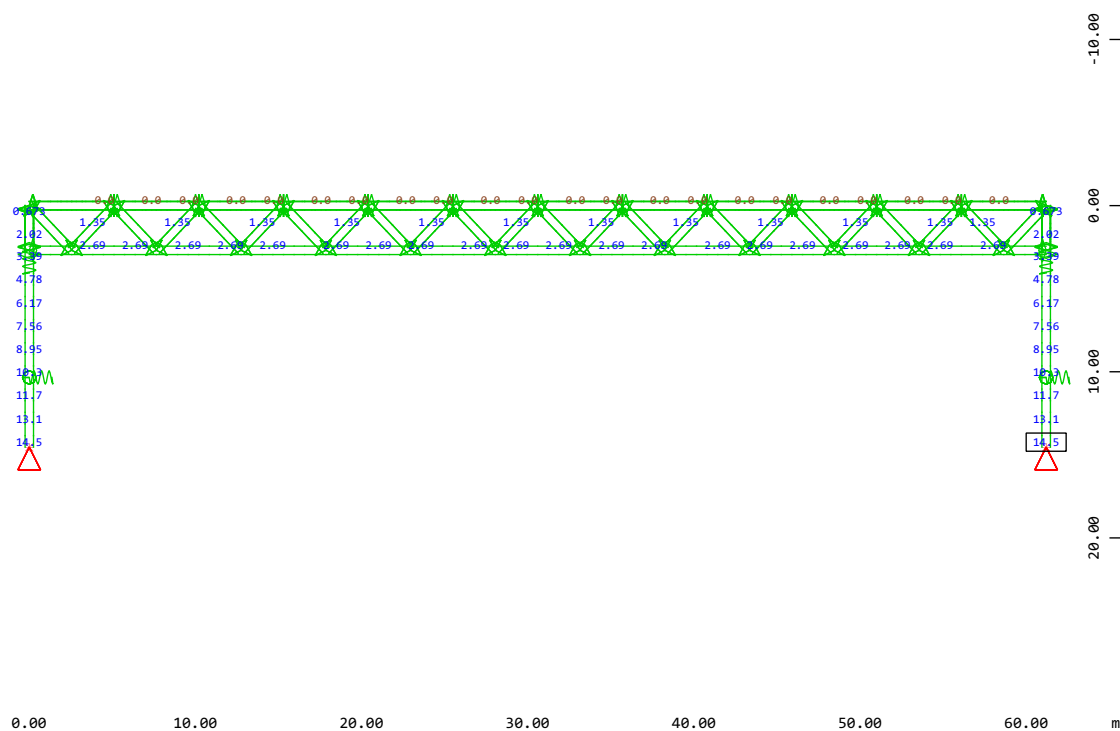
Struktur
Z
X
Y

M 1 : 450

Modelleingabe



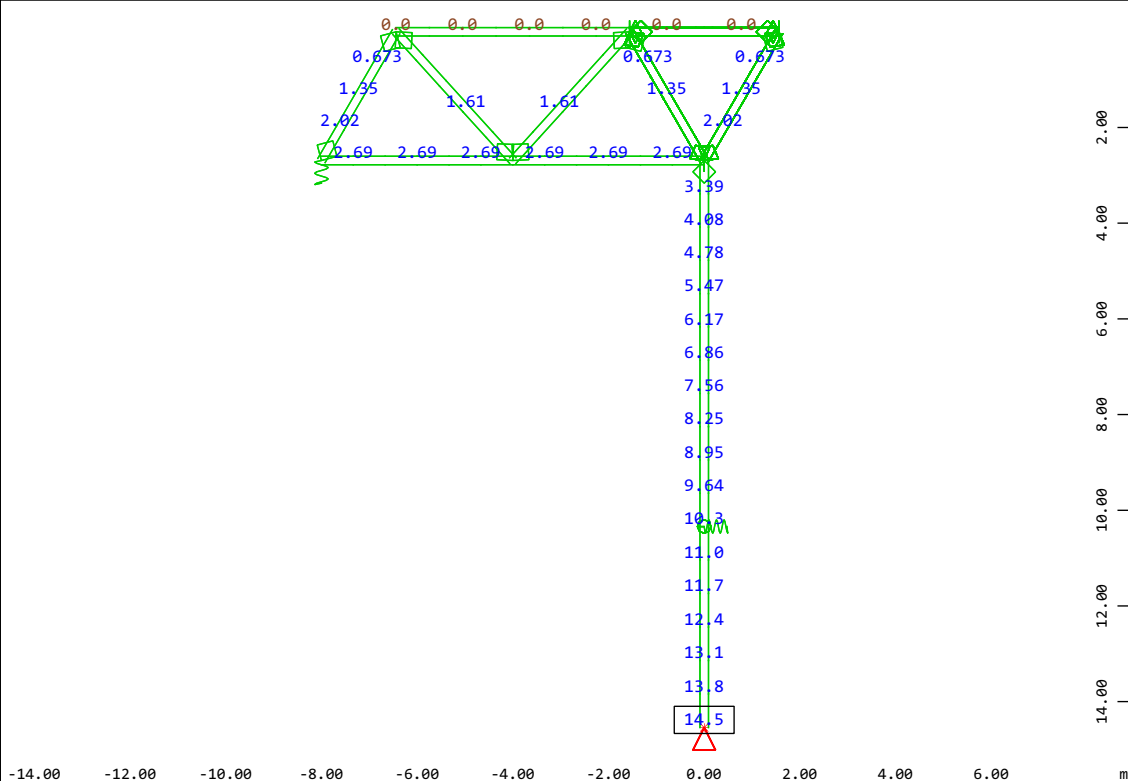
Modelleingabe



Y
X
Z

Knoten , Z-Koordinate in m (Max=14.5)

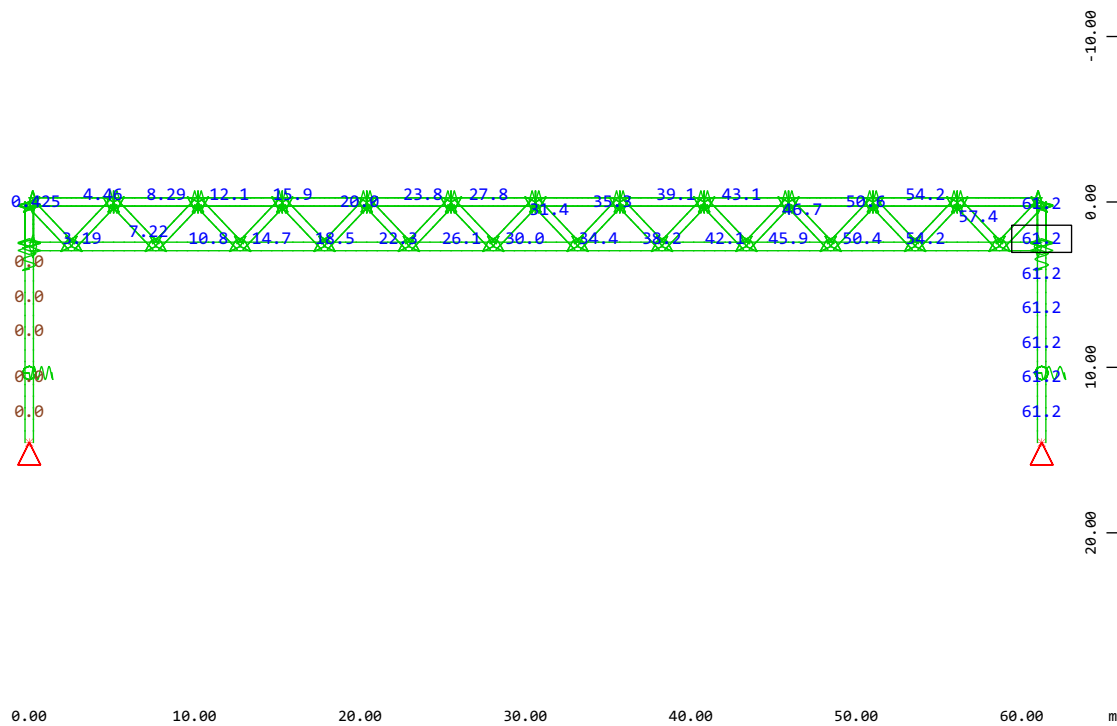
M 1 : 455



X
Y
Z

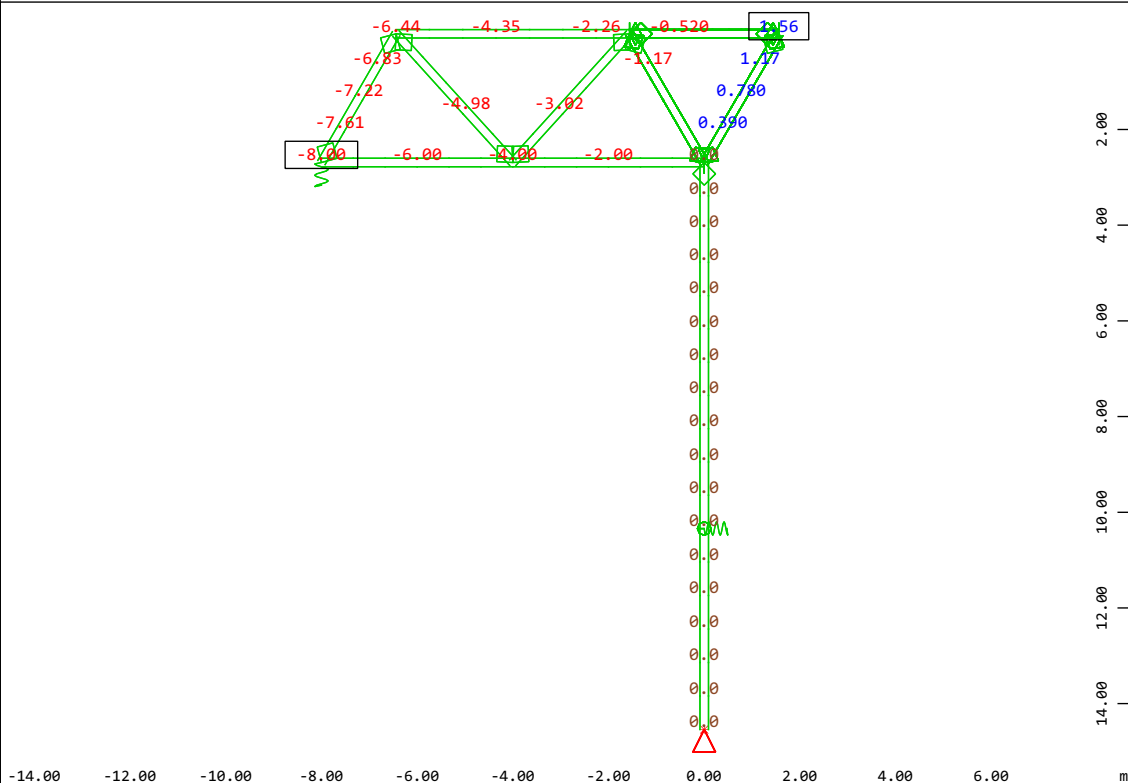
Knoten , Z-Koordinate in m (Max=14.5)

M 1 : 158



Knoten , X-Koordinate in m (Max=61.2)

M 1 : 457

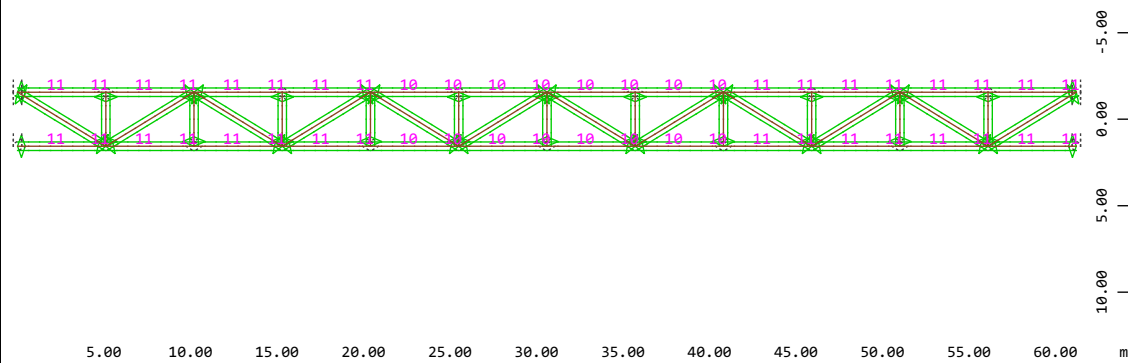


Knoten , Y-Koordinate in m (Min=-8.00) (Max=1.56)

M 1 : 158

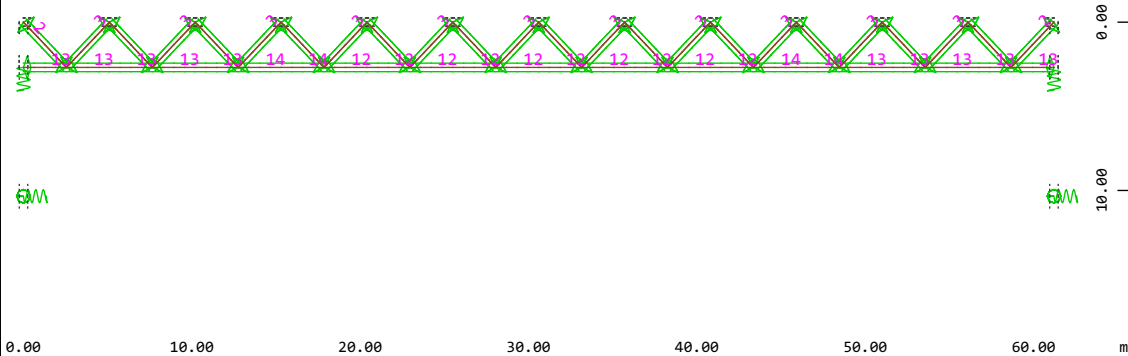
Modelleingabe

Obergurtebene



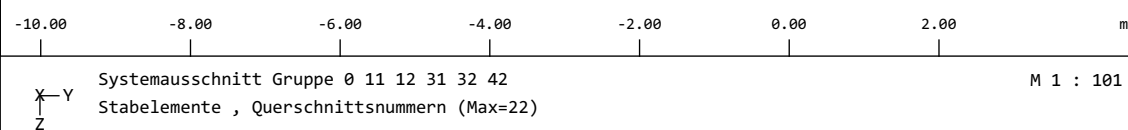
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 6 M 1 : 437
Stabelemente , Querschnittsnummern (Max=11)

Untergurt + Diagonalen zwischen OG und UG

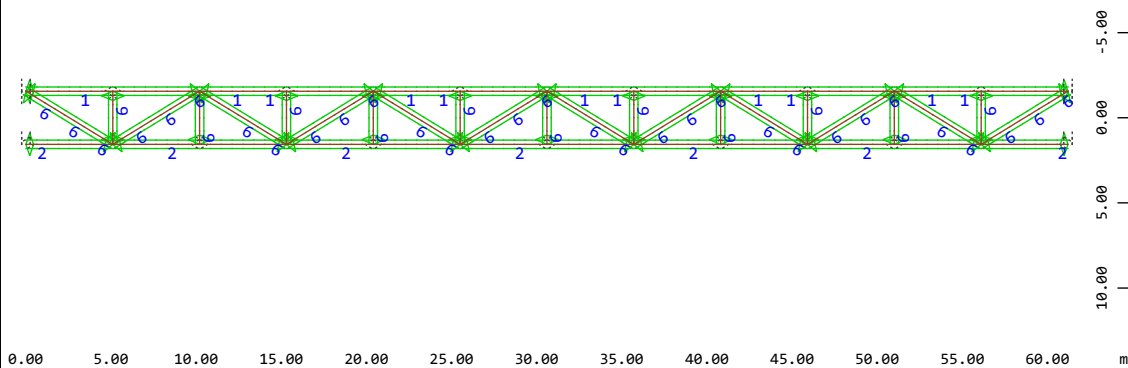


Systemausschnitt Gruppe 0 3...5 M 1 : 449
Stabelemente , Querschnittsnummern (Max=14)

Seitenansicht / Randfachwerk

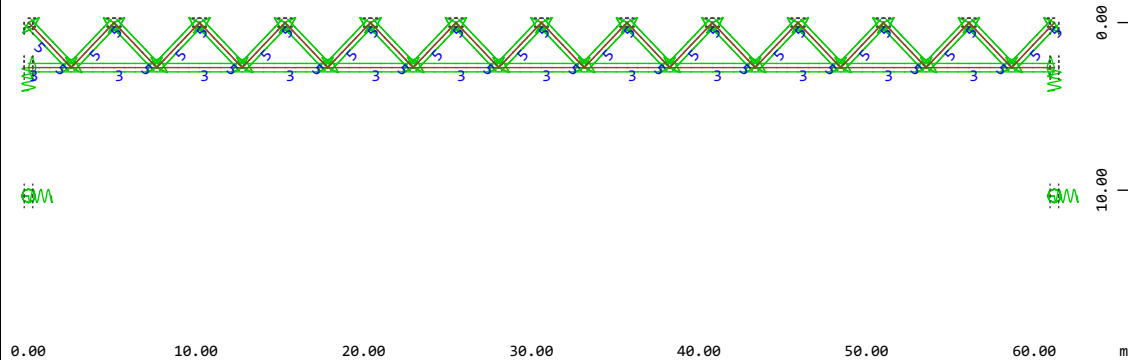


Systemausschnitt Gruppe 0 11 12 31 32 42 M 1 : 101
Stabelemente , Querschnittsnummern (Max=22)



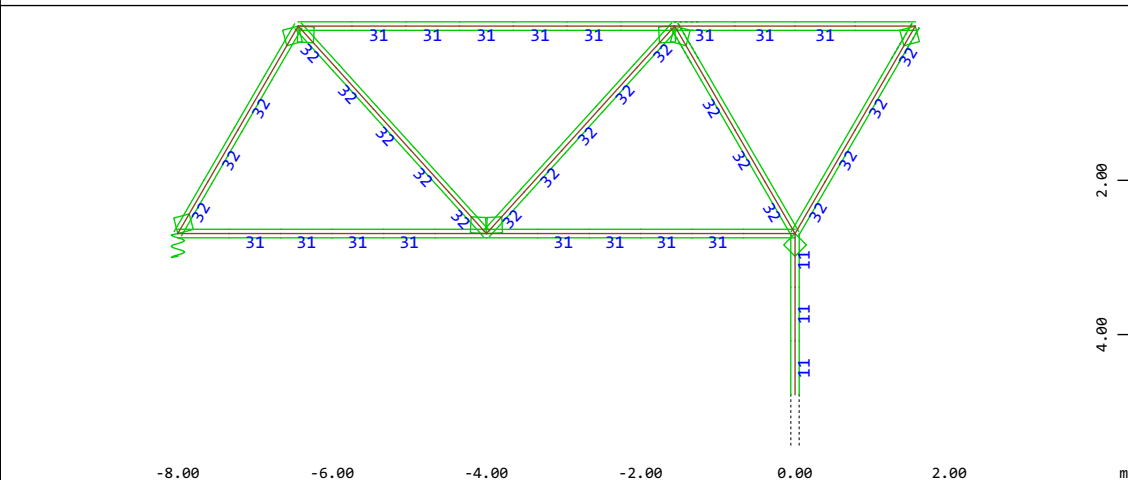
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 6
Stabelemente , Gruppennummern (Max=6)

M 1 : 444



Systemausschnitt Gruppe 0 3...5
Stabelemente , Gruppennummern (Max=5)

M 1 : 451



Systemausschnitt Gruppe 0 11 12 31 32 42
Stabelemente , Gruppennummern (Max=32)

M 1 : 98

Modelleingabe

4.5.2 LASTAUFBRINGUNG

Anders als in Pos. 2.2 beschrieben wird die programminterne Stahlwichte um 20 % (statt um 10 %) erhöht. Grund hierfür ist die erhöhte Menge an Querschnittsverstärkungen im Anschlussbereich der Binder-Diagonalen.

Die Lasten werden entsprechend Pos. 2 aufgebracht. Die vertikale Fassadenlast wird ausschließlich über die Unterzüge des EG abgetragen. Es hängen sich also keine Fassadenlasten in die Randunterzüge ein. Die Lastanteile der Randpfettenanschlüsse, die nicht schon in den Obergurt-Lasten enthalten sind, sind minimal und werden nicht weiter berücksichtigt.

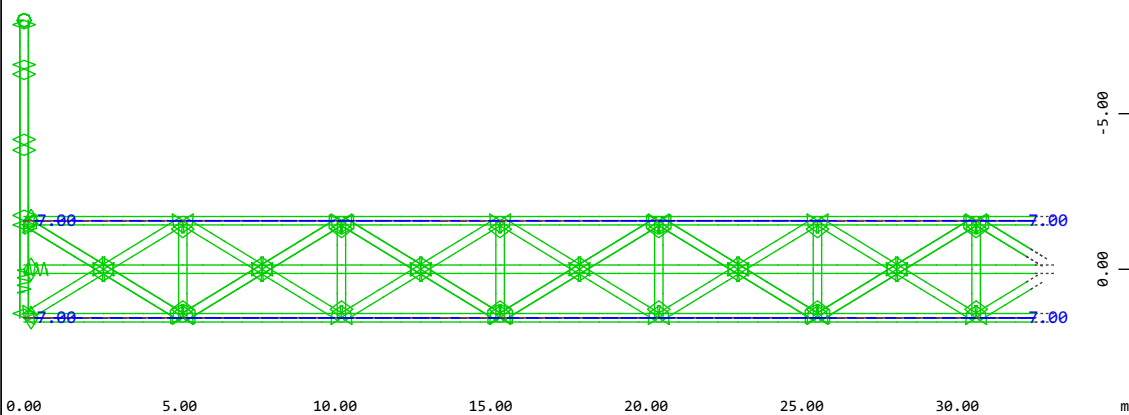
Da der Binder in Achse 6 /11 der Randbinder des mittleren Aussteifungsfeldes nach Pos. 3 ist, wird die Durchlaufwirkung nicht mit den Faktoren 1,15 für Ausbaulast und 1,25 für Verkehrslast berücksichtigt, sondern immer noch erhöht, jedoch nur mit jeweils 1,05 faktorisiert.

Ausbaulasten auf Binder-Obergurte $g_{2,k} = 1,05 * 1,4 \text{ kN/m}^2 * 4,0 \text{ m} + 1,15 \text{ kN/m} = 7,0 \text{ kN/m}$

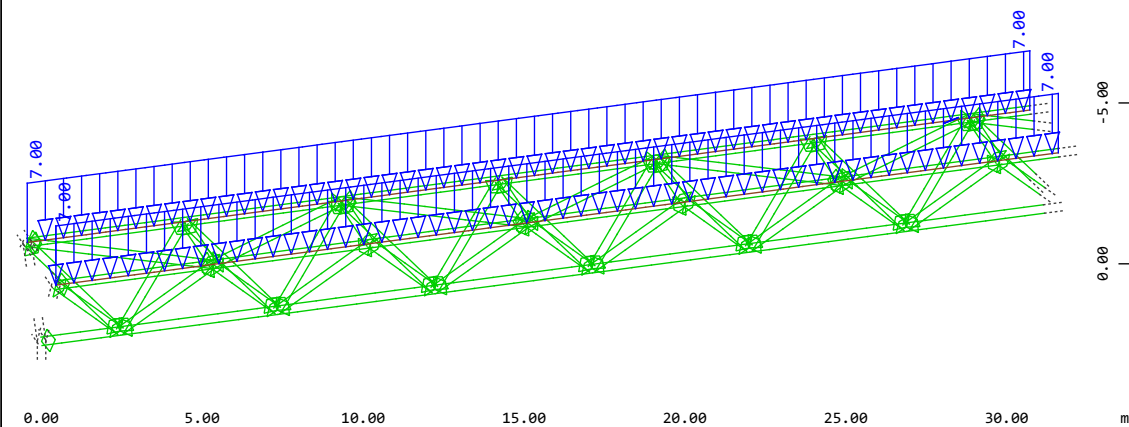
Verkehrslasten auf Binder-Obergurte $q_k = 1,05 * 1,5 \text{ kN/m}^2 * 4,0 \text{ m} = 6,3 \text{ kN/m}$

Weitere Lasten: Lüftungsgerätelast je Obergurt $Q_k = 3,0 \text{ kN}$ in Feldmitte (als Verkehrslast)

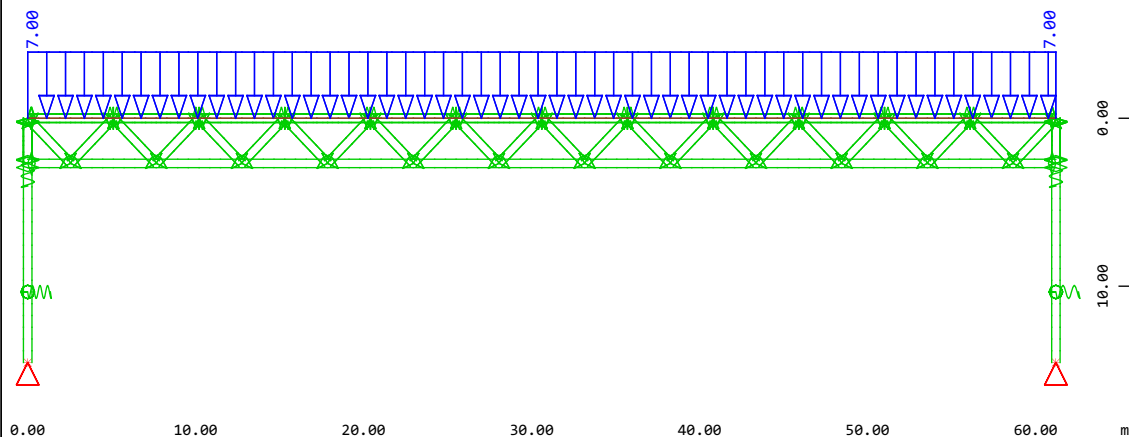
Ballfangnetz: $1,5 \text{ kN/m}$ über die mittleren $24 \text{ m} + 9 \text{ kN}$, 12 m vom Mittelpunkt aus in beide Richtungen (s. Pos. 2.4, S. 3)



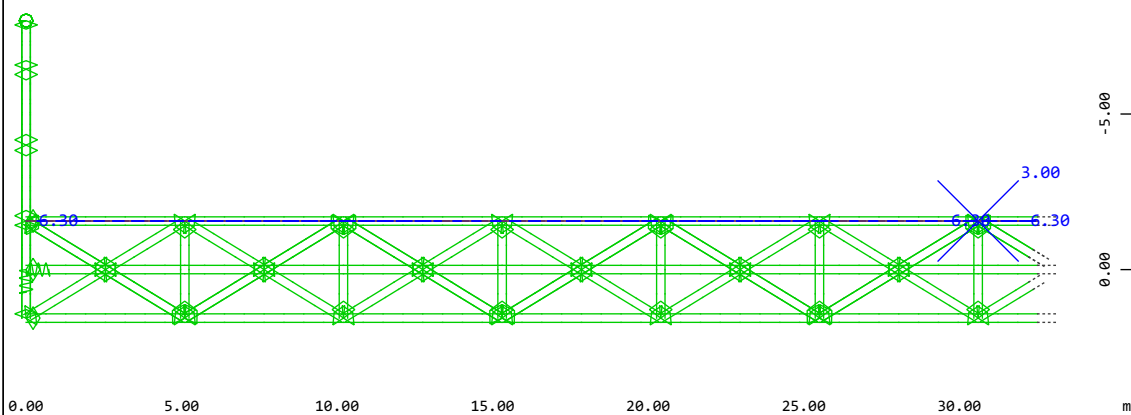
Systemausschnitt Gruppe 0...6 31 32 42 M 1 : 243
Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit)
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=5.00 kN/m) (Max=7.00)



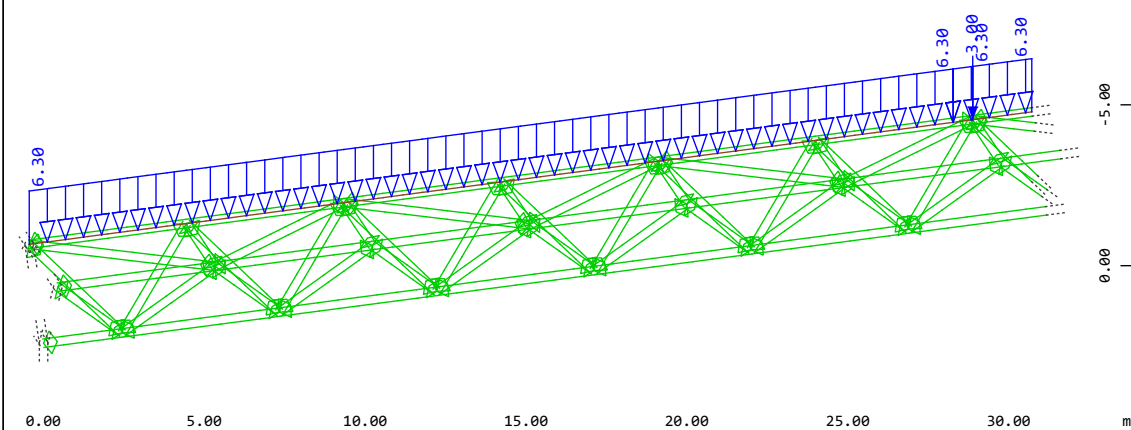
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 235
Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit)
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=8.01 kN/m) (Max=7.00)
X * 0.967
Y * 0.512
Z * 0.896



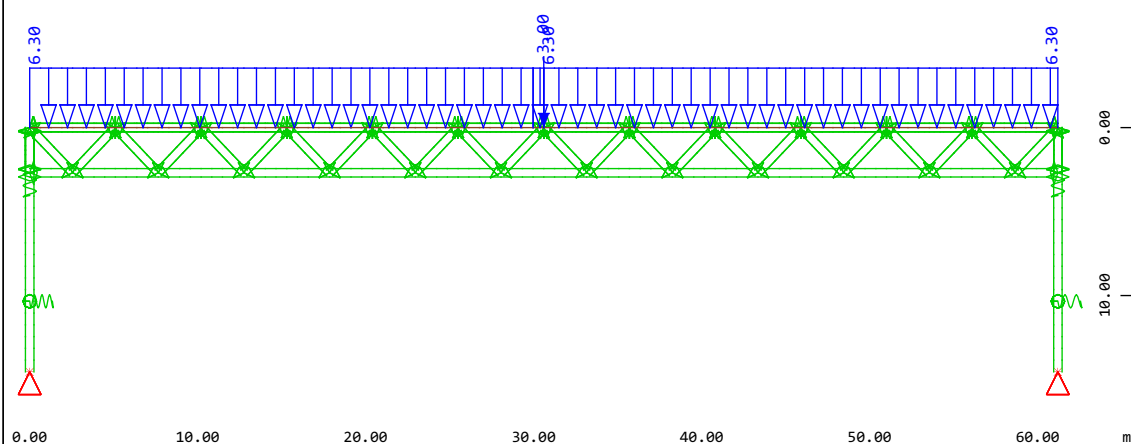
Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit) M 1 : 450
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=8.01 kN/m) (Max=7.00)



Systemausschnitt Gruppe 0...6 31 32 42 M 1 : 243
Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=2.00 kN,Max=3.00) ,

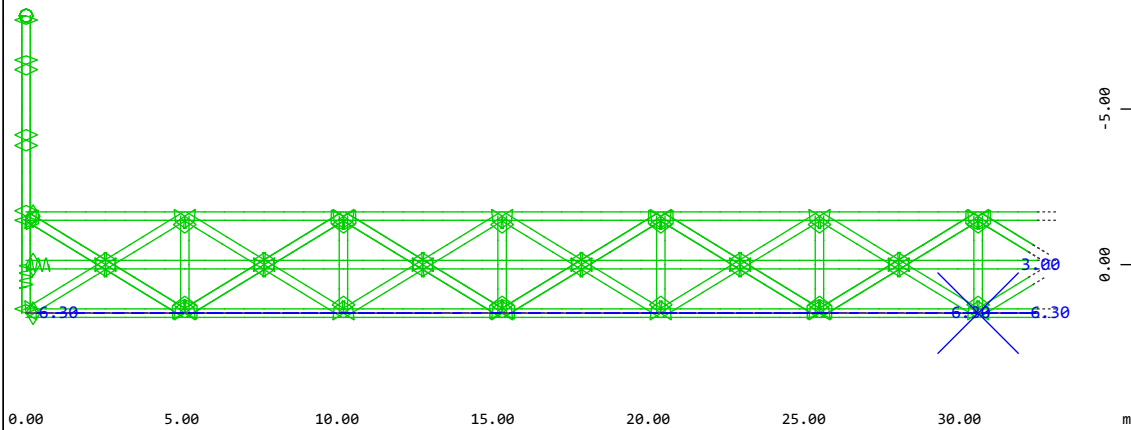


Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 235
Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=3.20 kN,Max=3.00) ,
X * 0.967
Y * 0.512
Z * 0.896

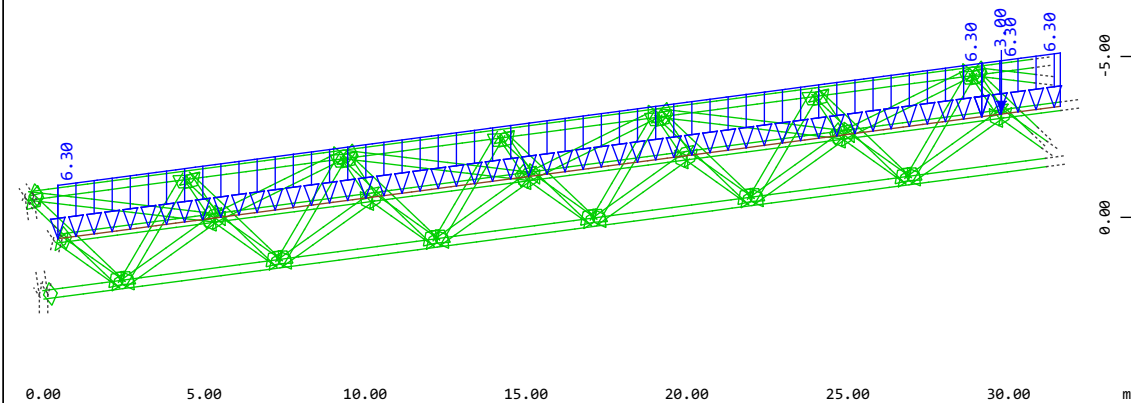


Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=3.20 kN,Max=3.00) ,
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=8.01 kN/m,Max=6.30) ,

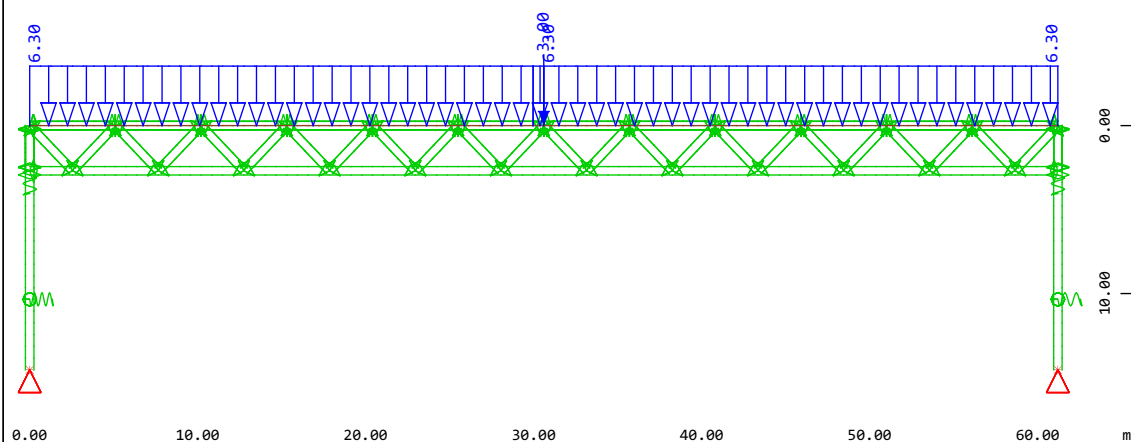
Modelleingabe



Systemausschnitt Gruppe 0...6 31 32 42 M 1 : 243
Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=2.00 kN,Max=3.00) ,

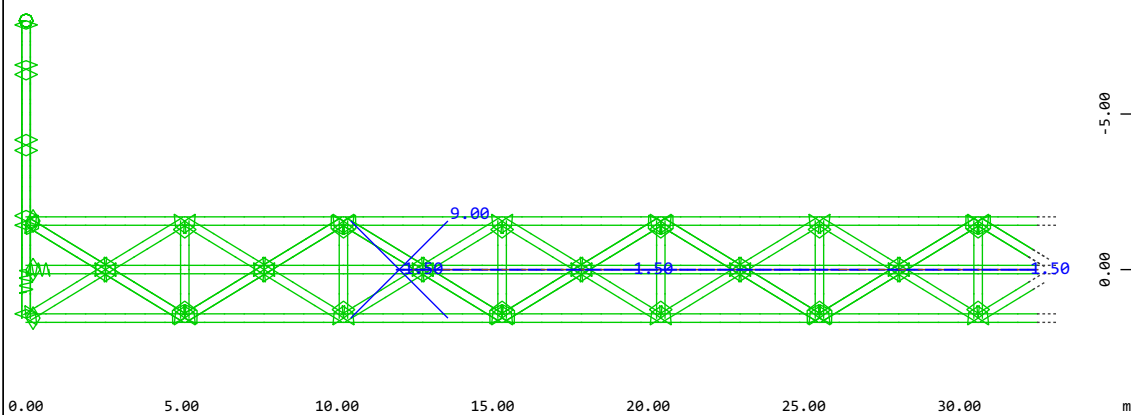


Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 235
Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=3.20 kN,Max=3.00) ,
X * 0.967
Y * 0.512
Z * 0.896

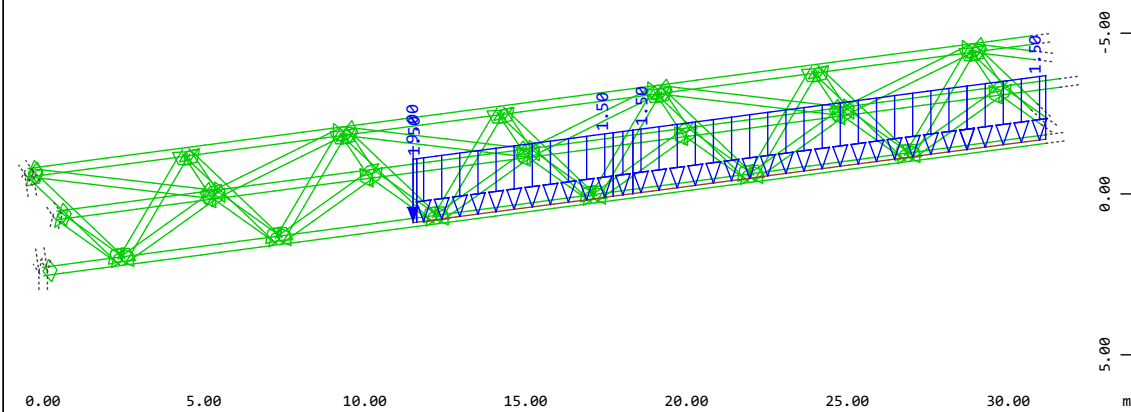


Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=3.20 kN,Max=3.00) ,
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=8.01 kN/m,Max=6.30) ,

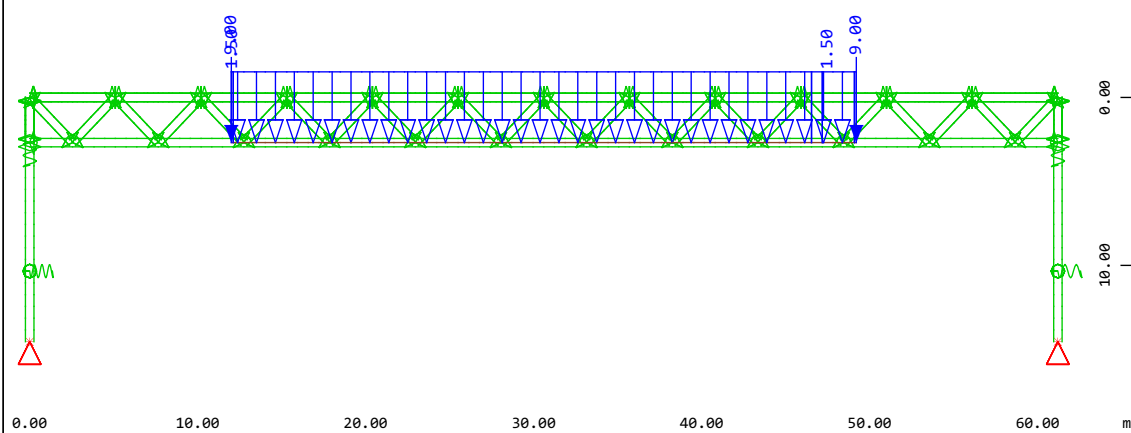
Modelleingabe



Systemausschnitt Gruppe 0...6 31 32 42 M 1 : 243
Alle Lasten, Lastfall 13 Ballfangnetz , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=5.00 kN,Max=9.00) ,




Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 235
Alle Lasten, Lastfall 13 Ballfangnetz , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=8.01 kN,Max=9.00) ,
X * 0.967
Y * 0.512
Z * 0.896



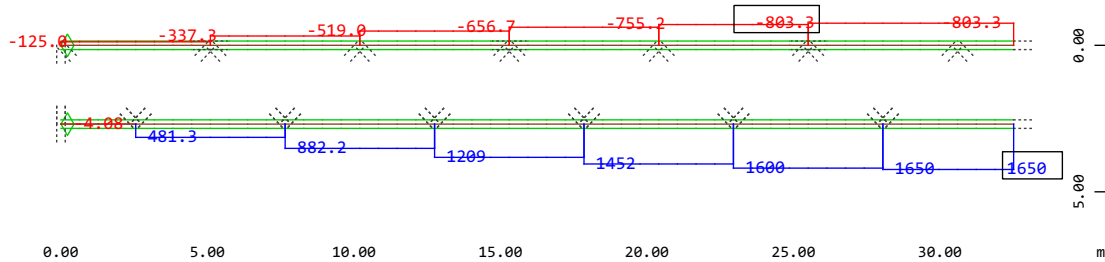
Alle Lasten, Lastfall 13 Ballfangnetz , (1 cm im Raum = Unit) M 1 : 450
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=8.01 kN,Max=9.00) ,
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=1.60 kN/m,Max=1.50)

Modelleingabe

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr.	H22 11219	Seite	1
		Datum	06/2024	Pos.	4.5.3
<div>4.5.3 SCHNITTGRÖßEN</div> <hr/>					

Es wird nur noch ein Obergurt und eine Diagonalebene zwischen OG und UG betrachtet, da die Ergebnisse minimal voneinander abweichen. Es werden die maßgebenden Elemente dargestellt.

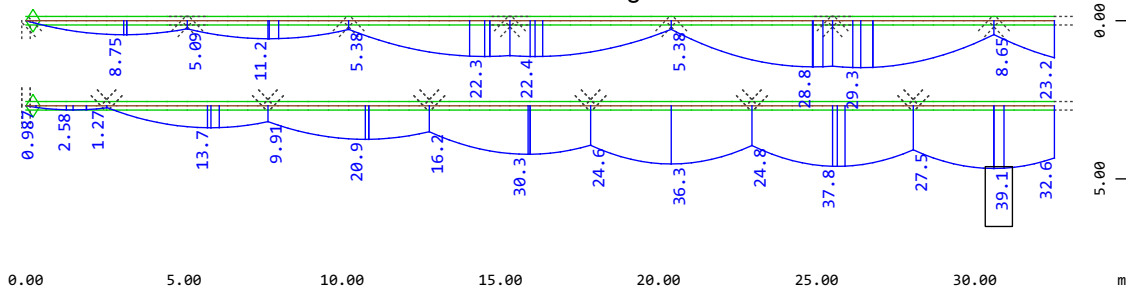
Ober- und Untergurt



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=634.15 kN
. , 1 cm im Raum = 2750. kN (Min=-803.3) (Max=1650.)

M 1 : 258

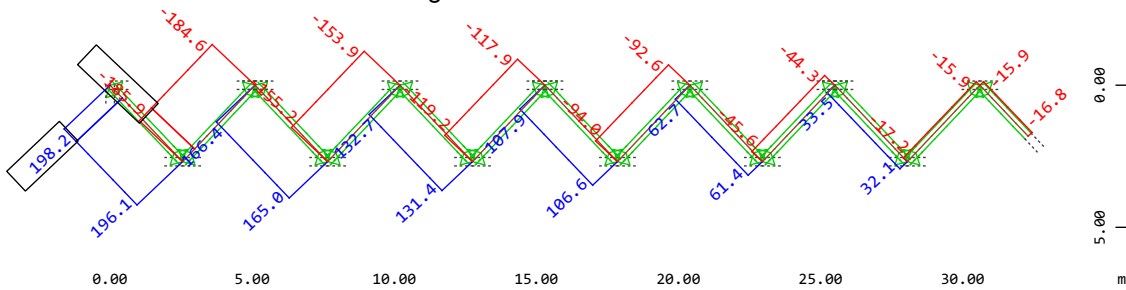
Ober- und Untergurt



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=634.15 kN
. , 1 cm im Raum = 47.2 kNm (Min=-2.9371e-14) (Max=39.1)

M 1 : 239

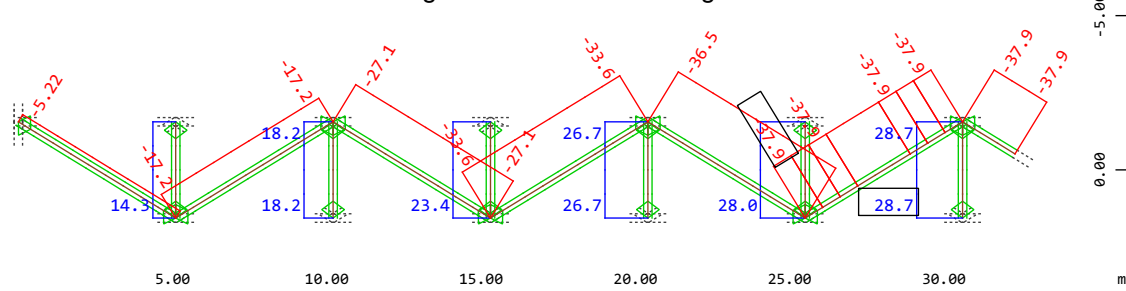
Diagonalen zwischen OG und UG



Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=634.15 kN
. , 1 cm im Raum = 235.9 kN (Min=-185.9) (Max=198.2)

M 1 : 266

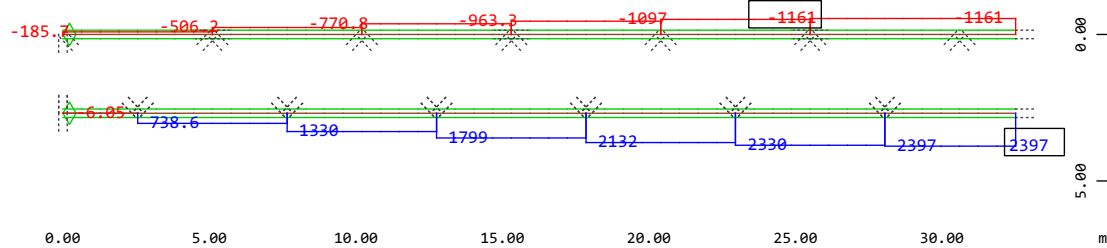
Diagonalen zwischen Obergurten



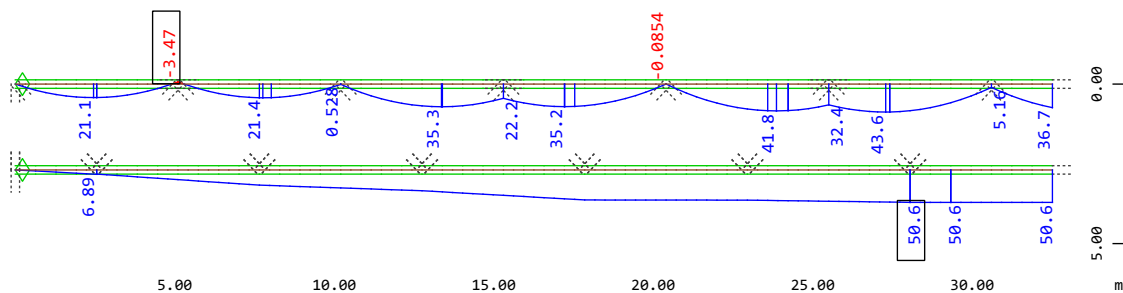
Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=634.15 kN
. , 1 cm im Raum = 47.2 kN (Min=-37.9) (Max=28.7)

M 1 : 245

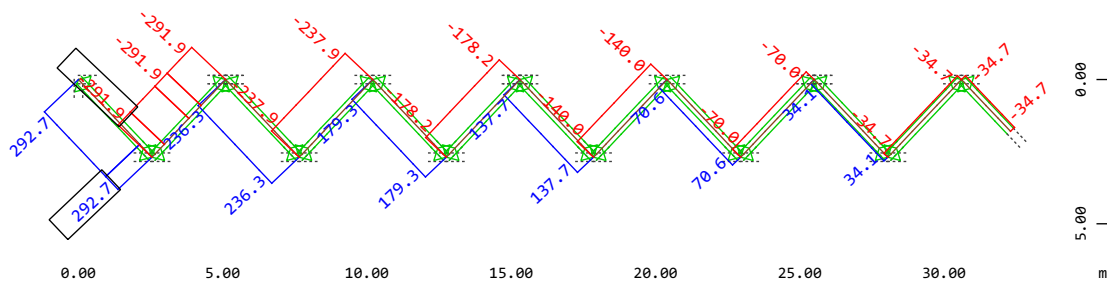
Modelleingabe



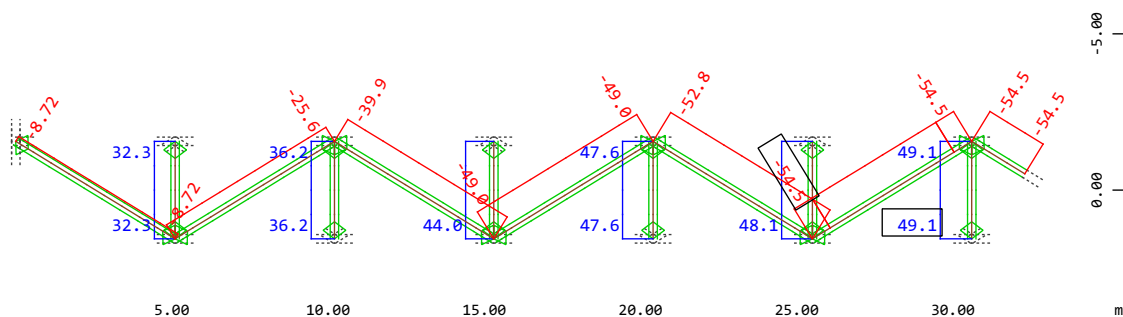
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
5500. kN (Min=-1161.) (Max=2397.)



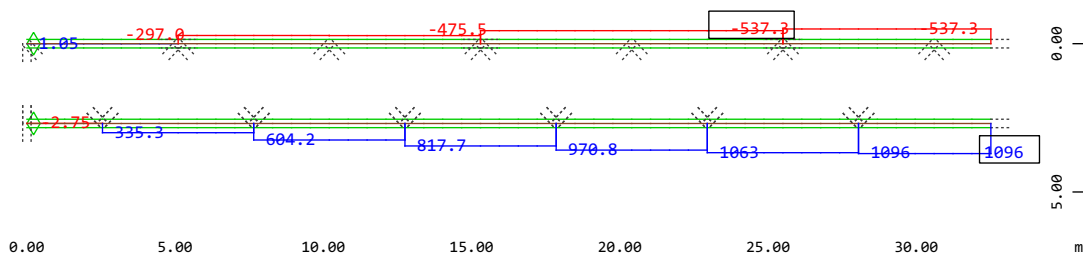
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
118.0 kNm (Min=-3.47) (Max=50.6)



Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
471.9 kN (Min=-291.9) (Max=292.7)



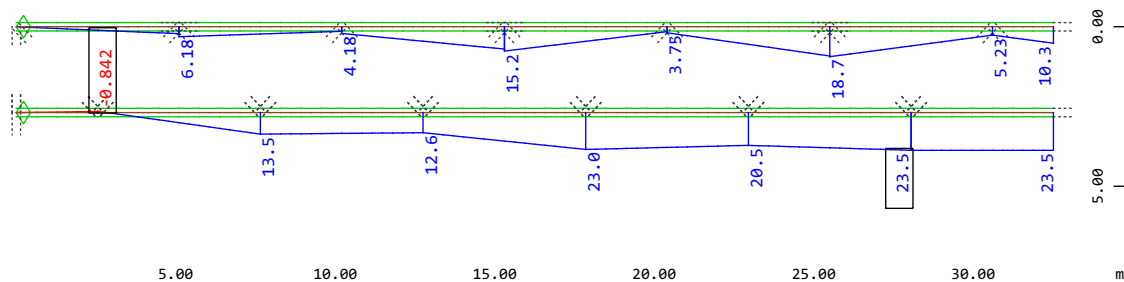
Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
118.0 kN (Min=-54.5) (Max=49.1)



Y-X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
2750. kN (Min=-537.3) (Max=1096.)

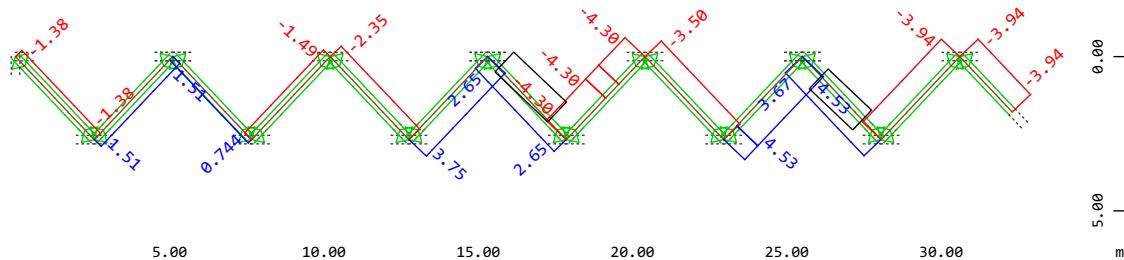
M 1 : 255



Y-X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
47.2 kNm (Min=-0.842) (Max=23.5)

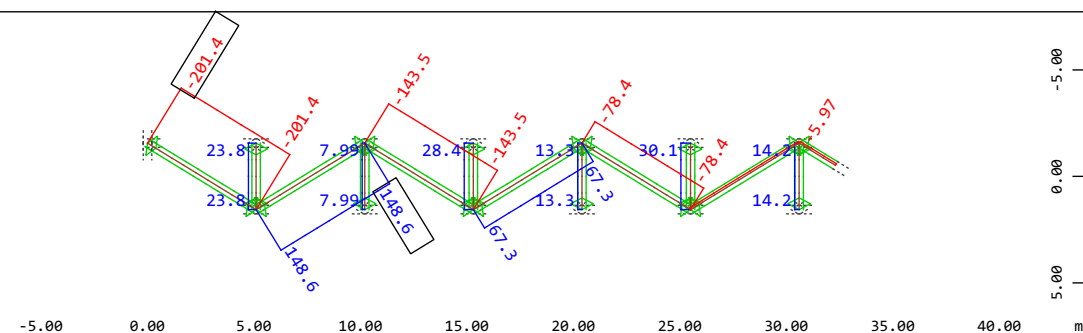
M 1 : 237



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
11.8 kN (Min=-4.30) (Max=4.53)

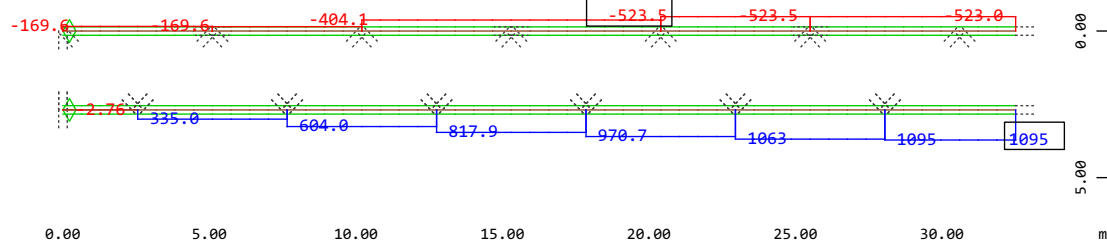
M 1 : 245



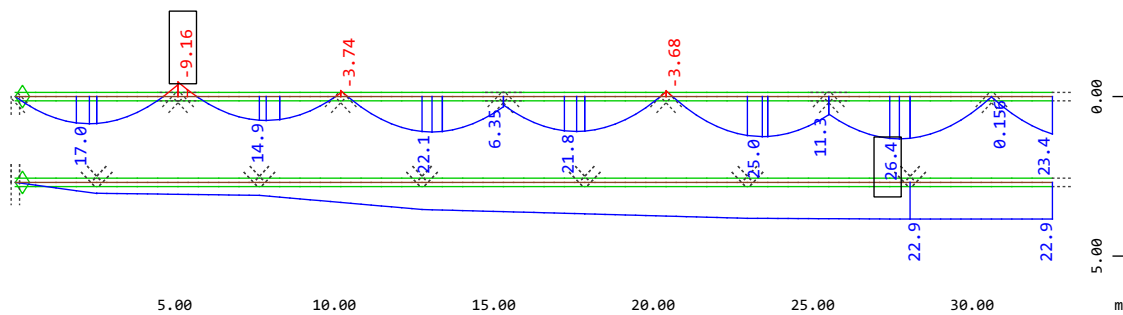
Z-X
Y

Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
235.9 kN (Min=-201.4) (Max=148.6)

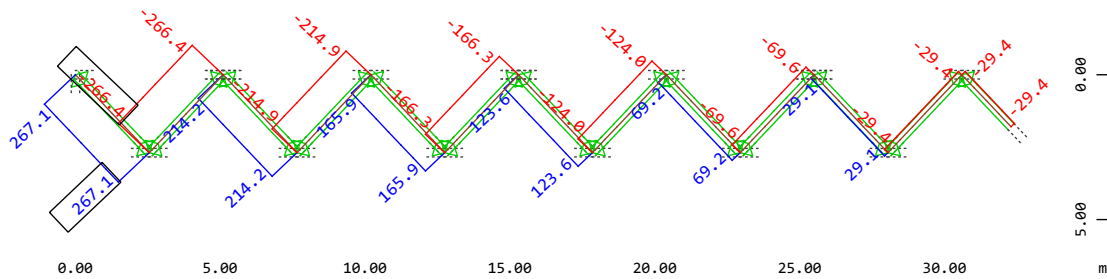
M 1 : 355



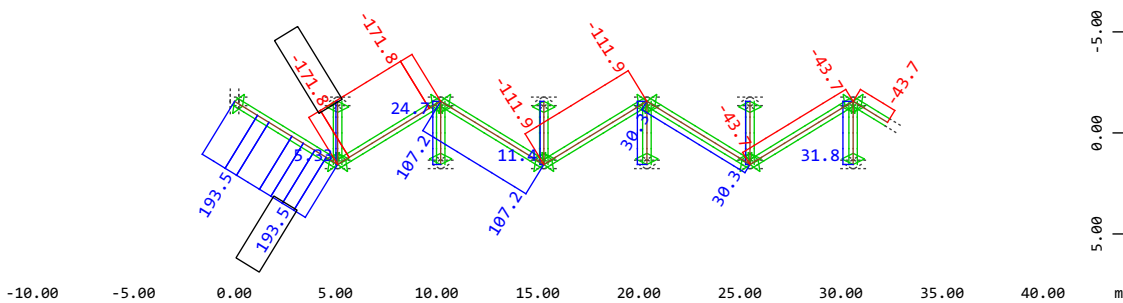
M 1 : 258



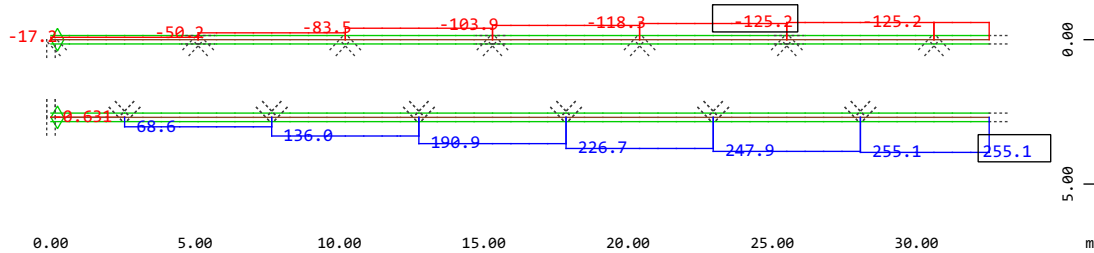
M 1 : 237



M 1 : 261

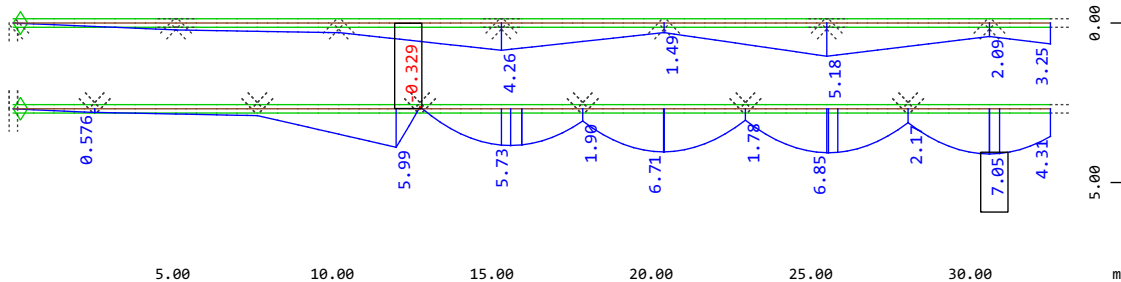


M 1 : 374



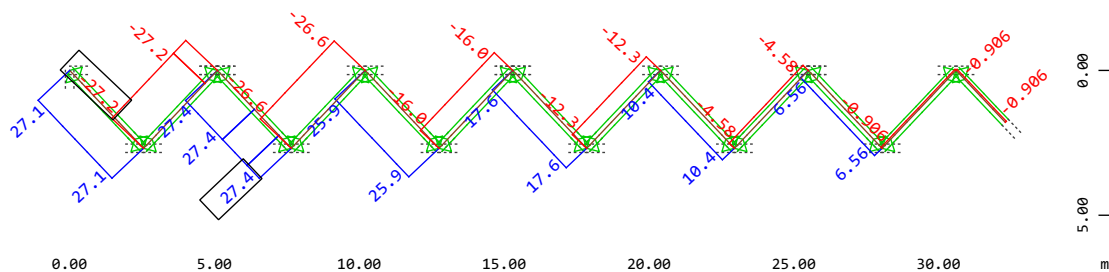
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 550.0 kN (Min=-125.2) (Max=255.1)

M 1 : 262



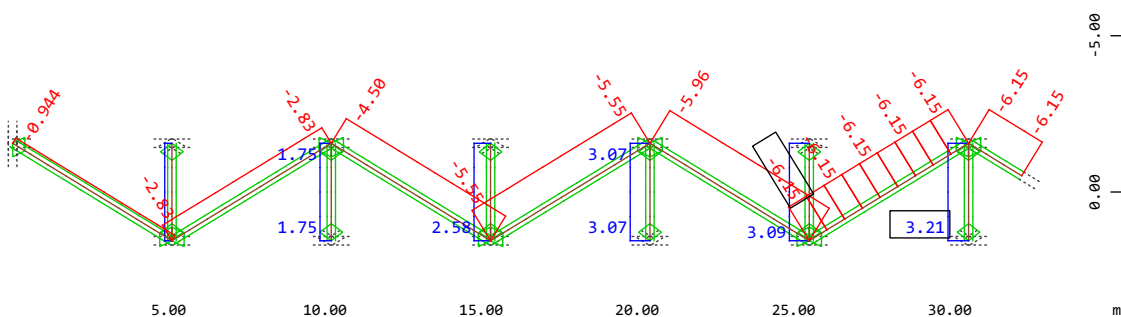
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 11.8 kNm (Min=-0.329) (Max=7.05)

M 1 : 237



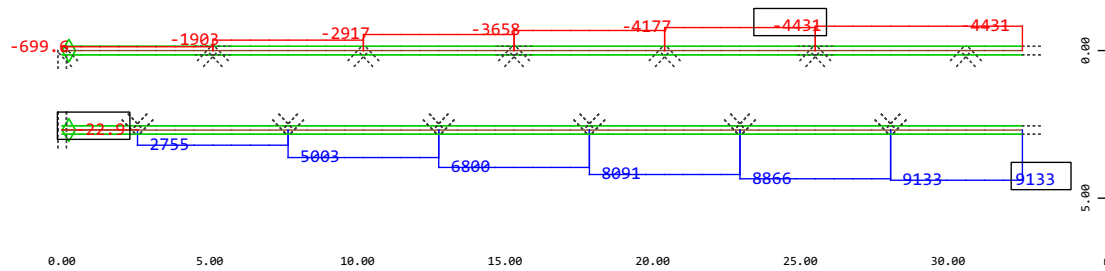
Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 47.2 kN (Min=-27.2) (Max=27.4)

M 1 : 261

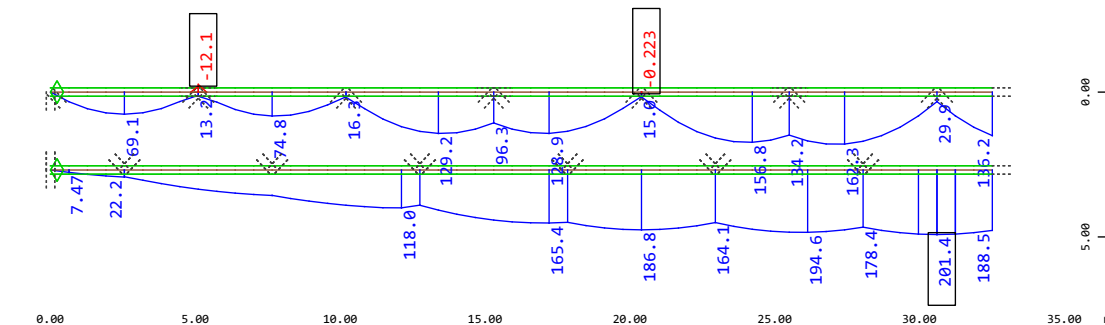


Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 11.8 kN (Min=-6.15) (Max=3.21)

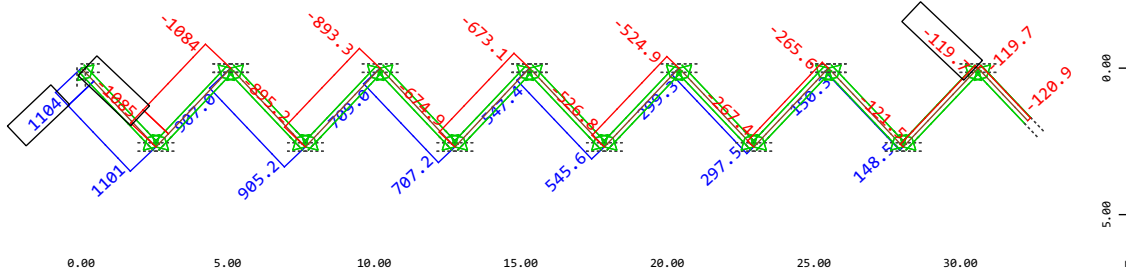
M 1 : 242



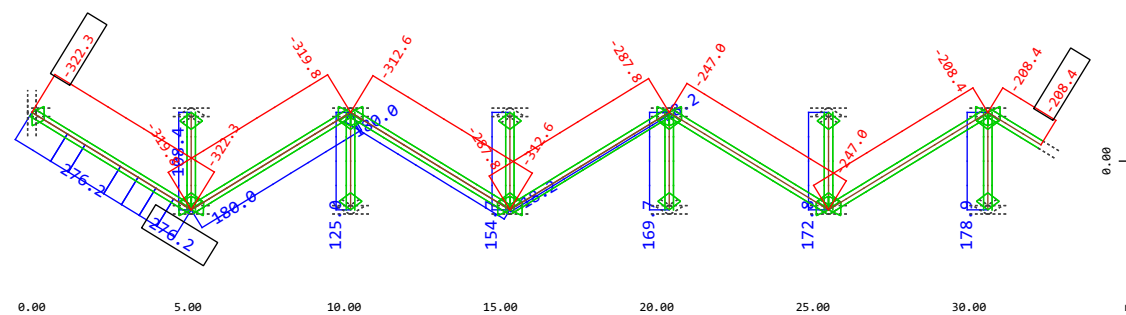
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 13750. kN (Min=-1965.) (Max=9133.)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 13750. kN (Min=-4431.) (Max=4047.)



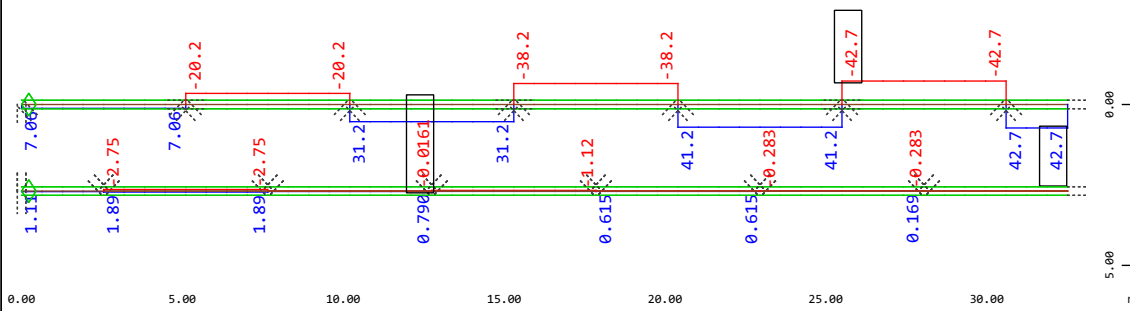
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2129 MAX-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 235.9 kNm (Min=-7.0875e-14) (Max=201.4)
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2130 MIN-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 118.0 kNm (Min=-12.1) (Max=89.8)



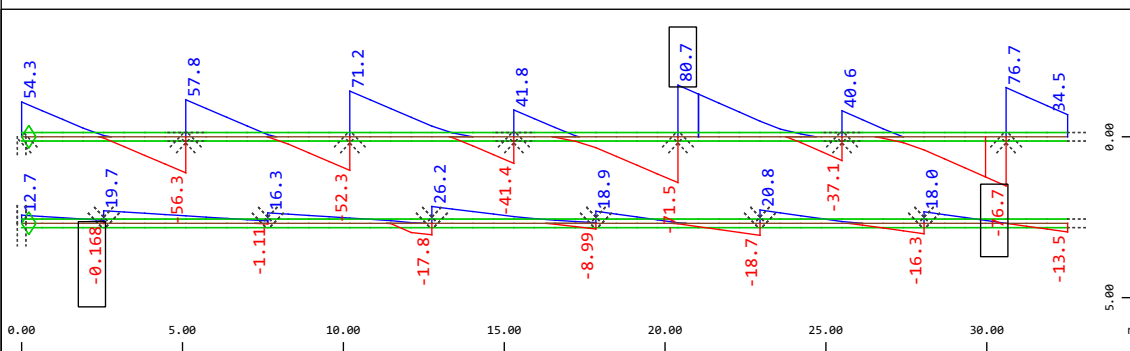
Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 2359. kN (Min=-475.5) (Max=1104.)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 2359. kN (Min=-1085.) (Max=488.8)



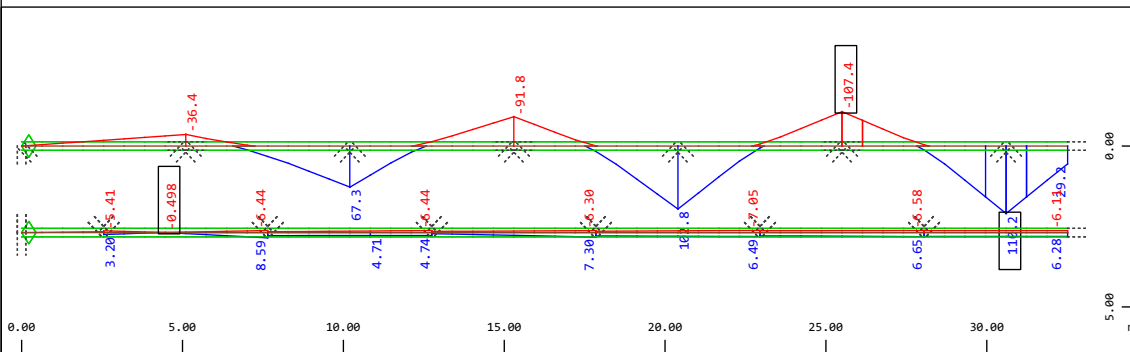
Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 654.7 kN (Min=-92.3) (Max=276.2)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 550.0 kN (Min=-322.3) (Max=77.8)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2123 MAX-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 137.5 kN (Min=-19.0) (Max=42.7)
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2124 MIN-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 137.5 kN (Min=-42.7) (Max=19.0)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2125 MAX-VZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 118.0 kN (Min=-33.0) (Max=80.7)
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2126 MIN-VZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 118.0 kN (Min=-76.7) (Max=34.7)

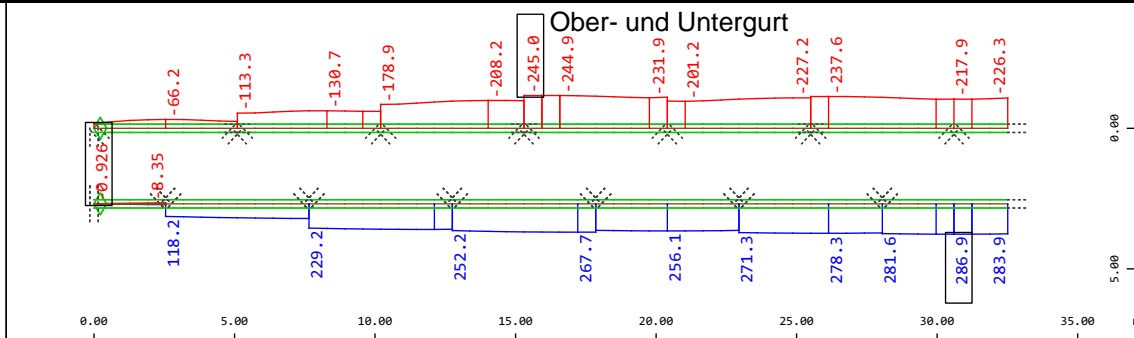


Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2131 MAX-MZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 123.4 kNm (Min=-47.8) (Max=110.2)
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2132 MIN-MZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 235.9 kNm (Min=-107.4) (Max=49.1)

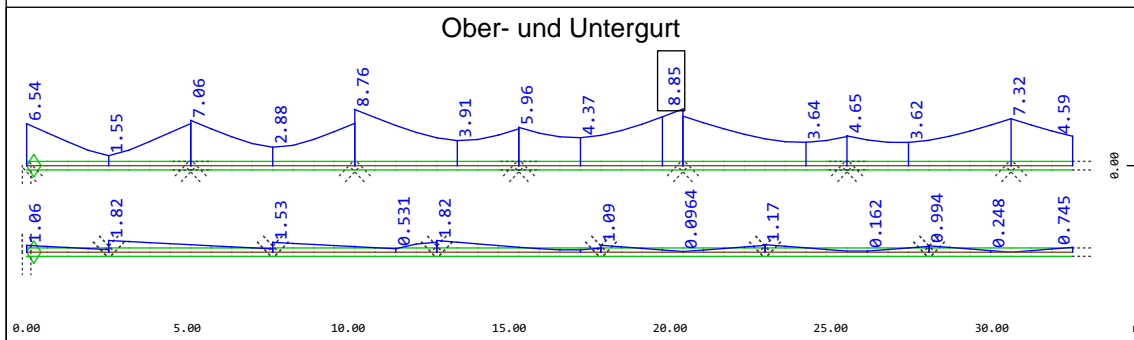
Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.5.4

4.5.4 SPANNUNGEN UND DURCHBIEGUNGEN

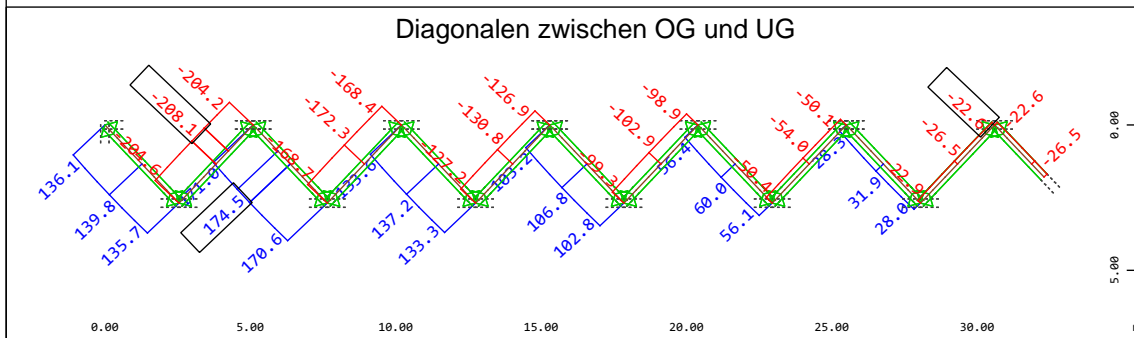
Es wird nur noch ein Obergurt und eine Diagonalebene zwischen OG und UG betrachtet, da die Ergebnisse minimal voneinander abweichen. Es werden die maßgebenden Elemente dargestellt.



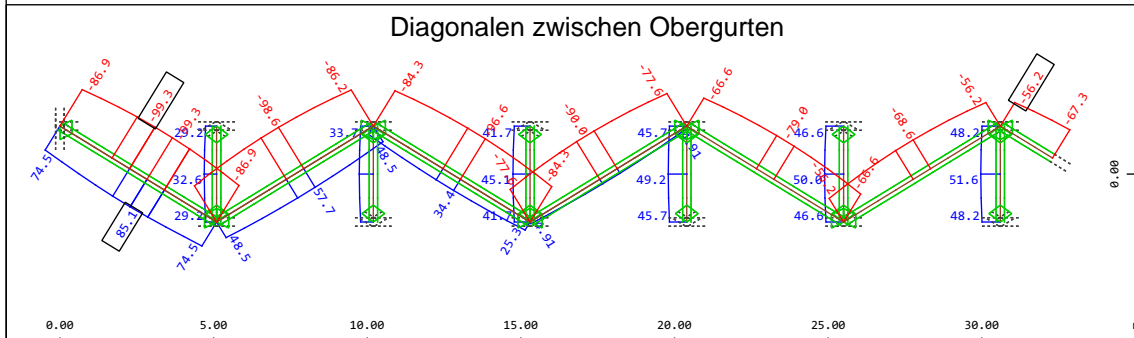
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3 M 1 : 269
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen , 1 cm im Raum = 696.9 MPa (Min=-63.6) (M
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen , 1 cm im Raum = 550.0 MPa (Min=-245.0)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3 M 1 : 235
Stabelemente , Schubspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen , 1 cm im Raum = 11.8 MPa (Max=8.85)

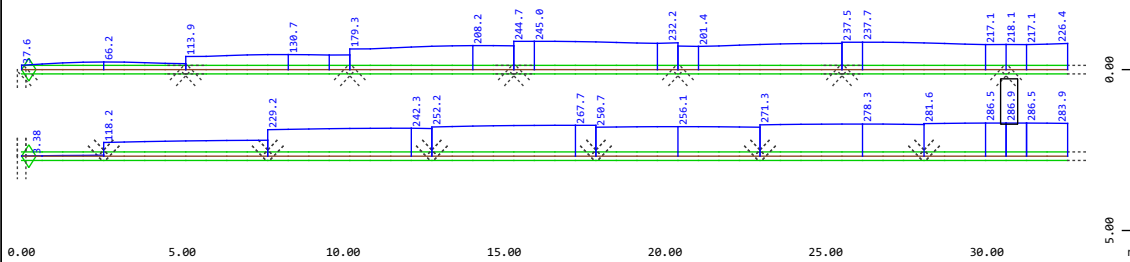


Systemausschnitt Gruppe 5 M 1 : 260
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen , 1 cm im Raum = 235.9 MPa (Min=-89.6) (M
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen , 1 cm im Raum = 471.9 MPa (Min=-208.1)



Systemausschnitt Gruppe 6 M 1 : 246
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen , 1 cm im Raum = 200.0 MPa (Min=-24.9) (M
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen , 1 cm im Raum = 153.9 MPa (Min=-99.3)

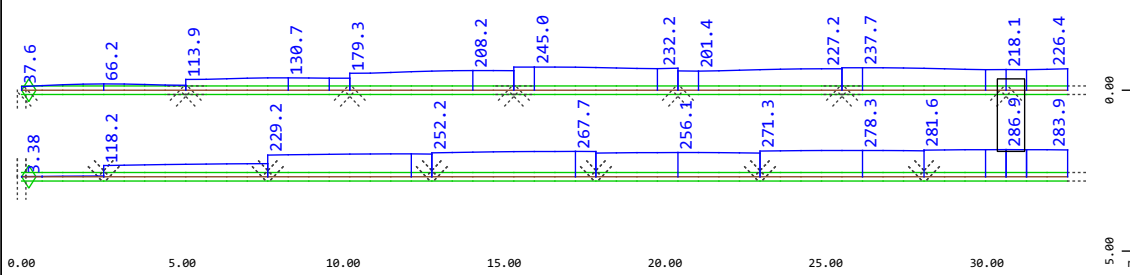
Modelleingabe



Y-X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen , 1 cm im Raum =

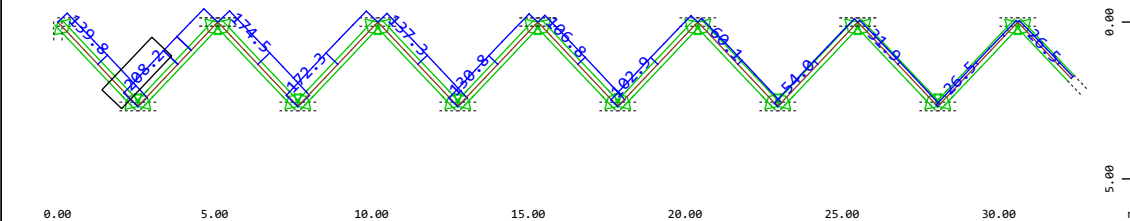
654.7 MPa (Max=286.9)



Y-X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen , 1 cm im Raum =

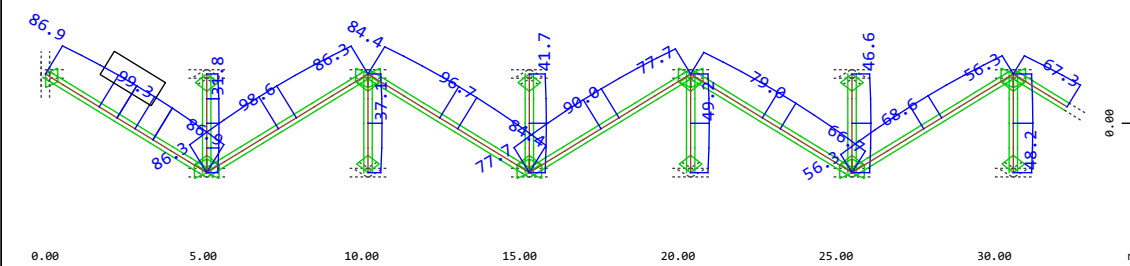
800.0 MPa (Max=286.9)



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen , 1 cm im Raum =

800.0 MPa (Max=208.2)

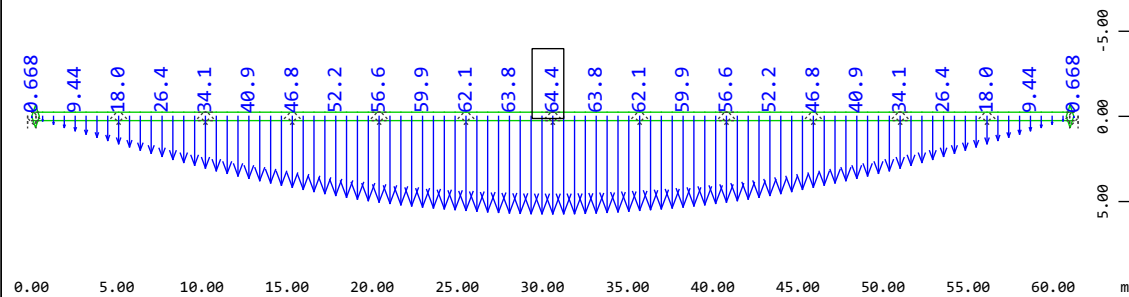


Z-X
Y

Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen , 1 cm im Raum =

200.0 MPa (Max=99.3)

Modelleingabe

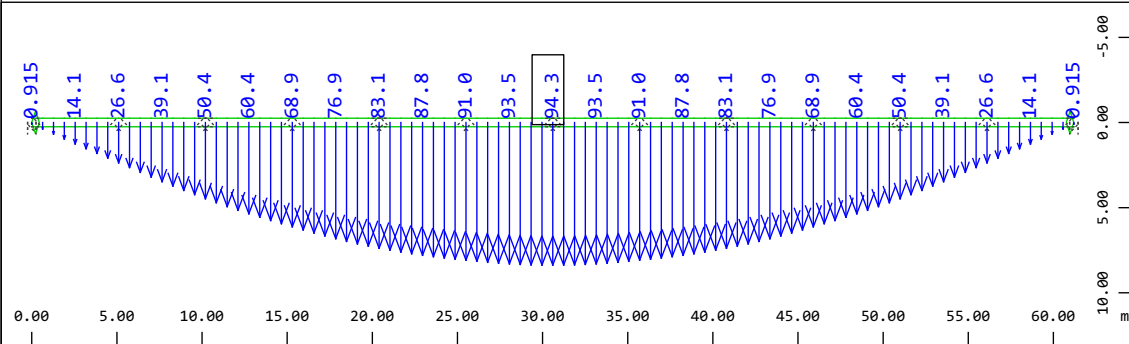


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=634.15 kN
1 cm im Raum = 50.0 mm (Max=64.4)

M 1 : 444

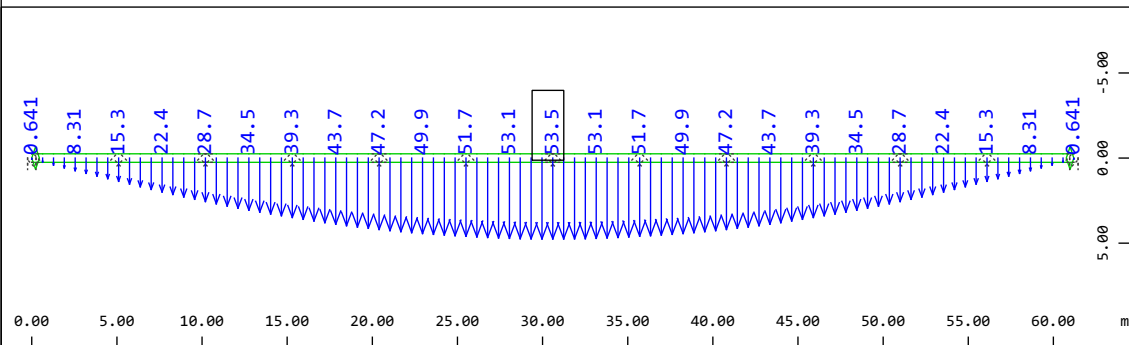


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast 1 cm im Raum
= 50.0 mm (Max=94.3)

M 1 : 444

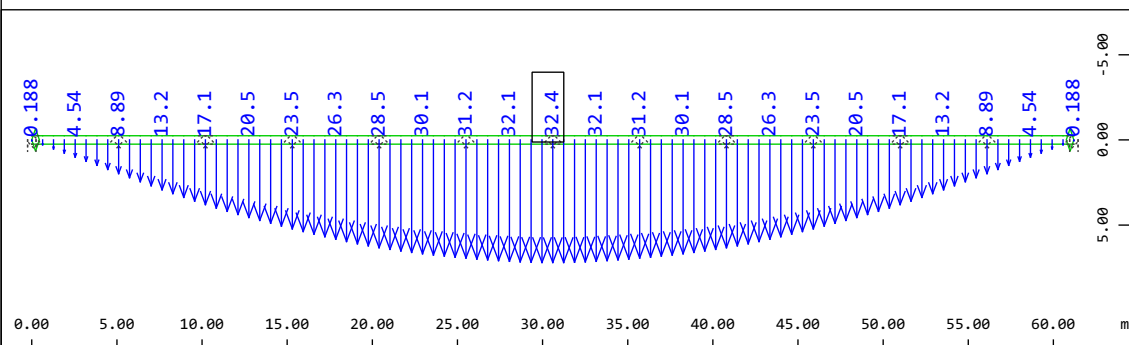


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr 1 cm im Raum =
50.0 mm (Max=53.5)

M 1 : 444



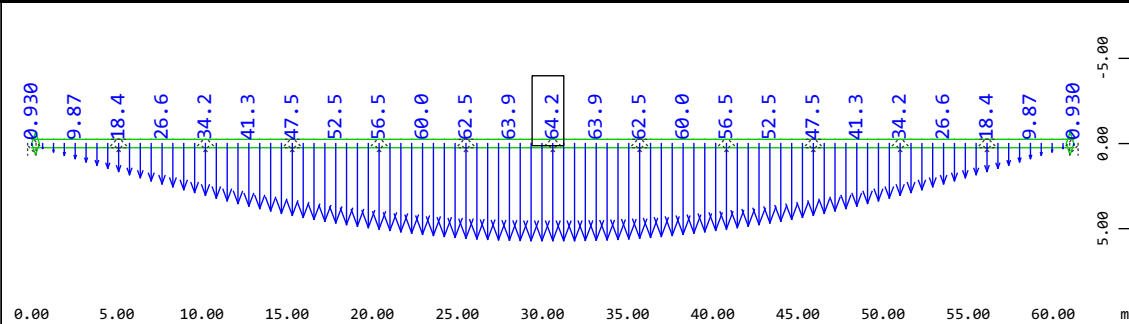
Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1

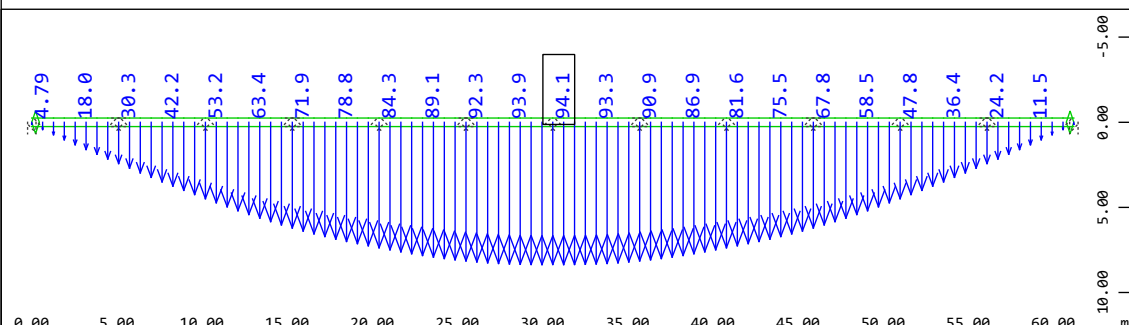
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr 1 cm im Raum =
20.0 mm (Max=32.4)

M 1 : 444

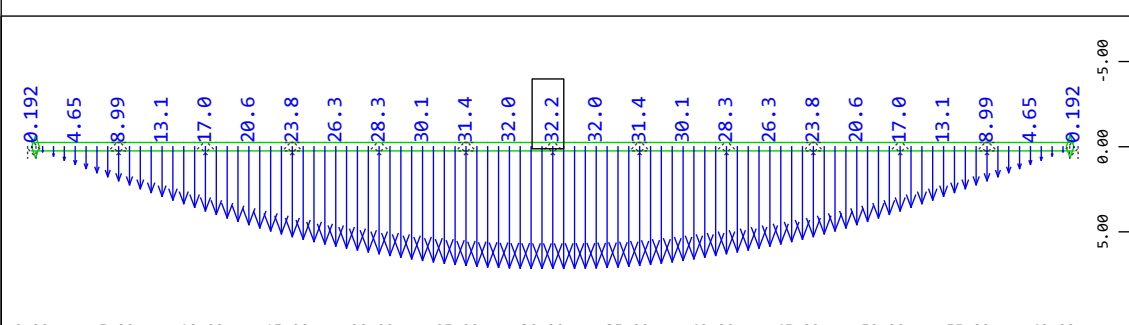
Modelleingabe



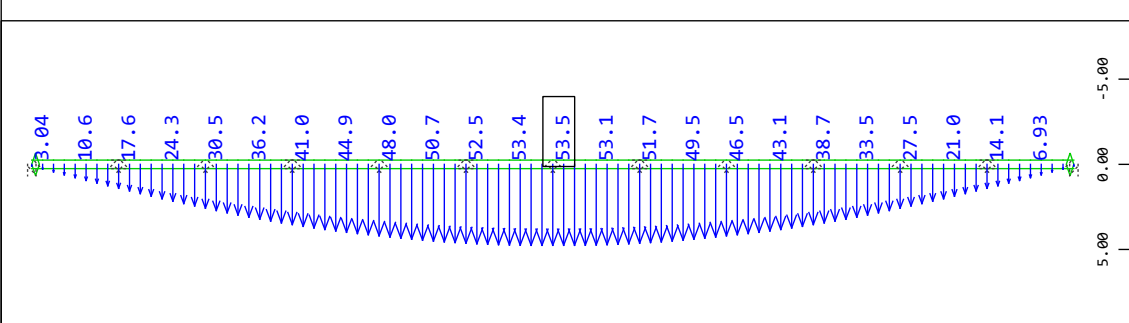
M 1 : 444



M 1 : 444

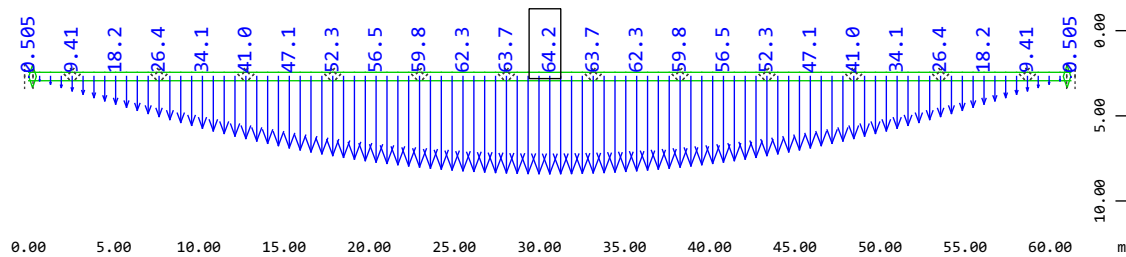


M 1 : 444



M 1 : 444

Modelleingabe

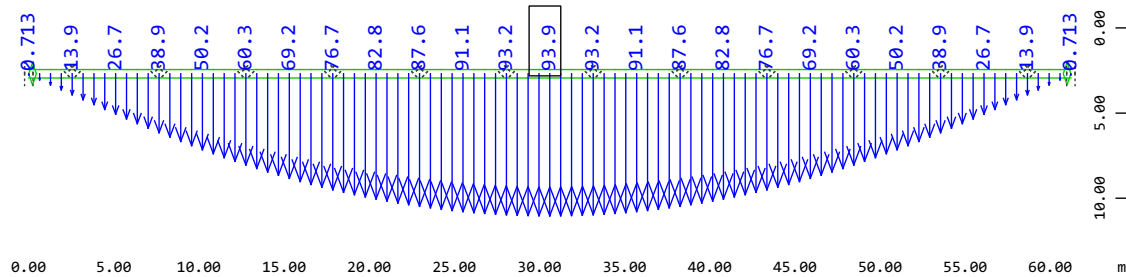


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 444

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=634.15 kN
1 cm im Raum = 50.0 mm (Max=64.2)

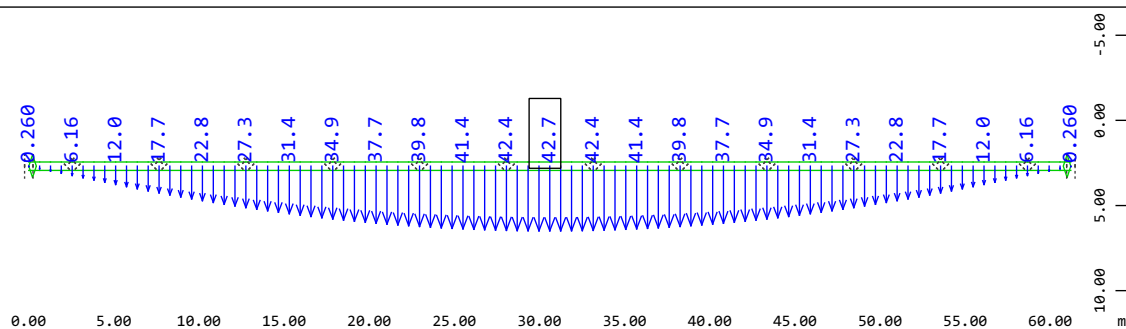


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 444

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast 1 cm im Raum
= 50.0 mm (Max=93.9)

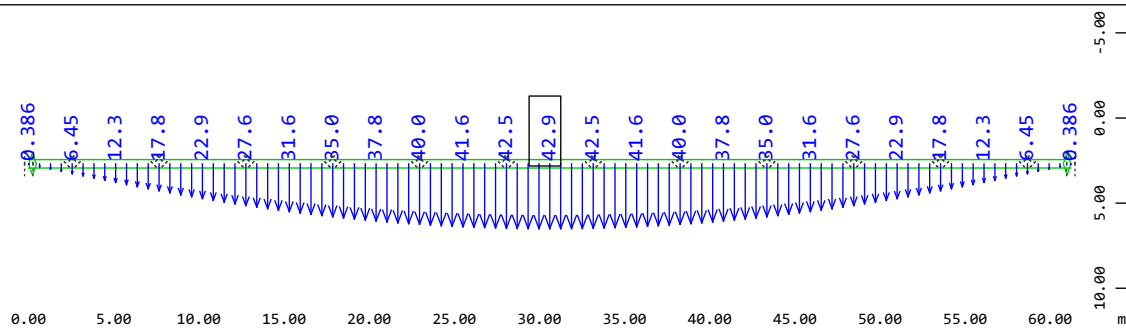


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 444

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr 1 cm im Raum =
50.0 mm (Max=42.7)



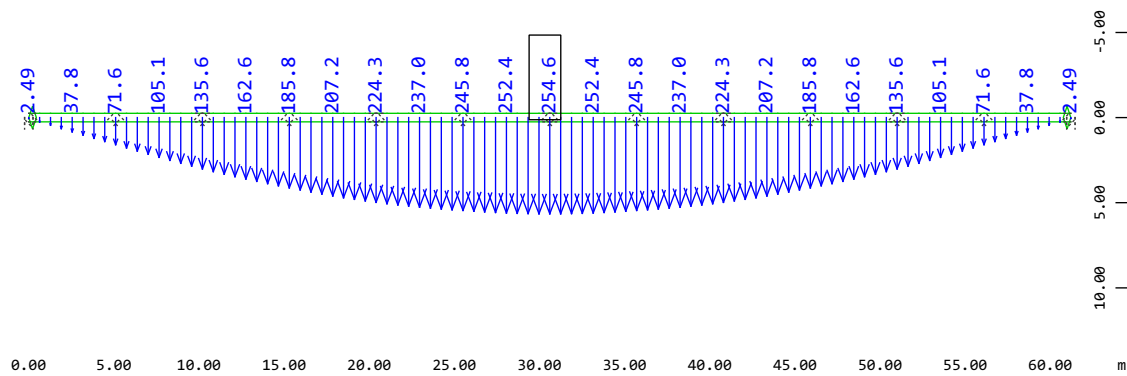
Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3

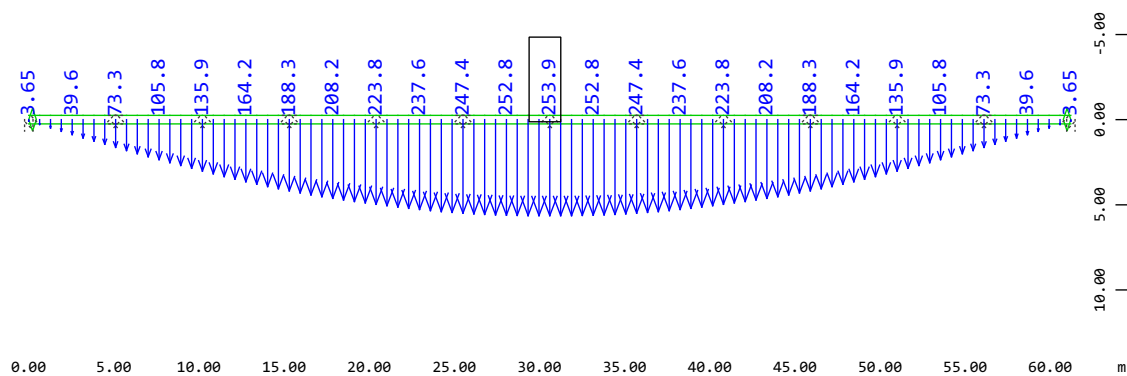
M 1 : 444

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr 1 cm im Raum =
50.0 mm (Max=42.9)

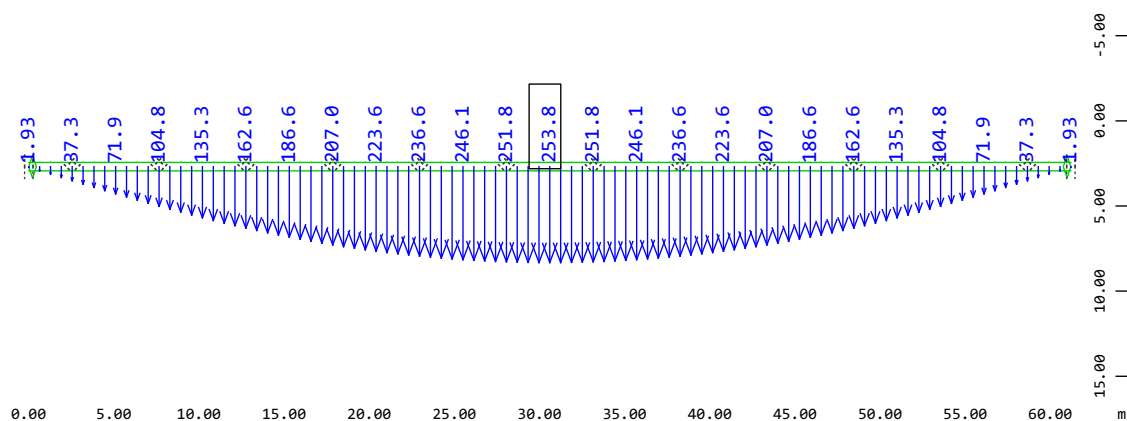
Modelleingabe



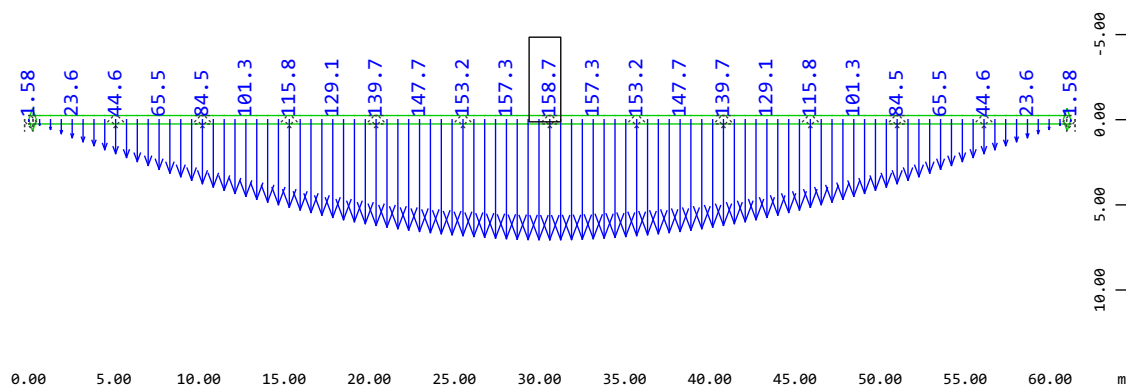
Systemausschnitt Gruppe 1 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 200.0 mm (Max=254.6)



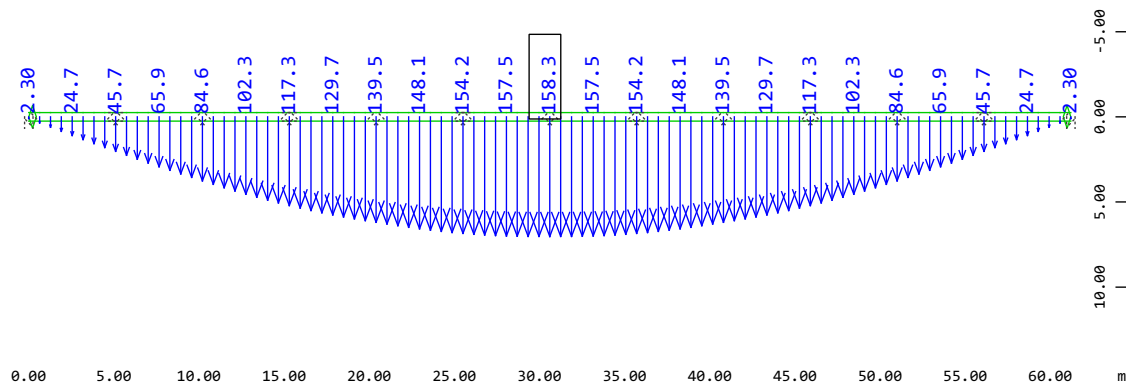
Systemausschnitt Gruppe 2 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 200.0 mm (Max=253.9)



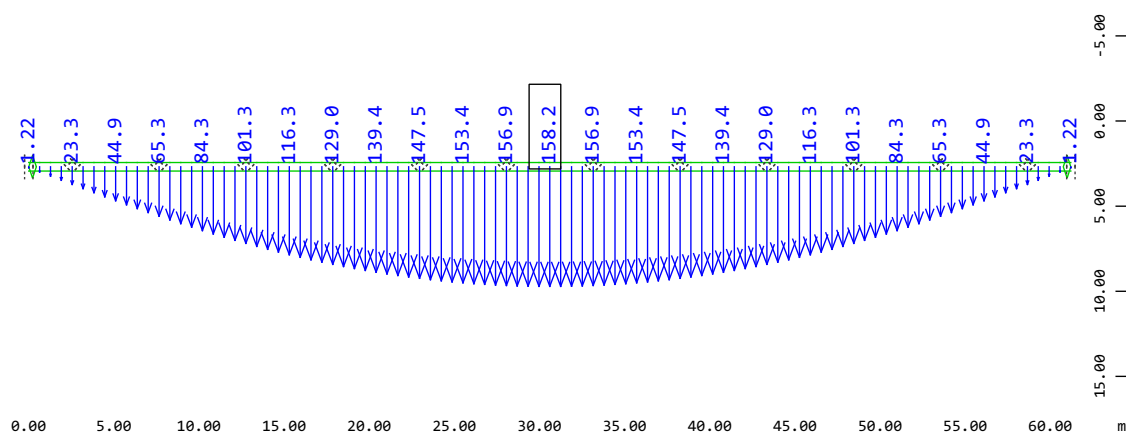
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 200.0 mm (Max=253.8)



Systemausschnitt Gruppe 1 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 100.0 mm (Max=158.7)



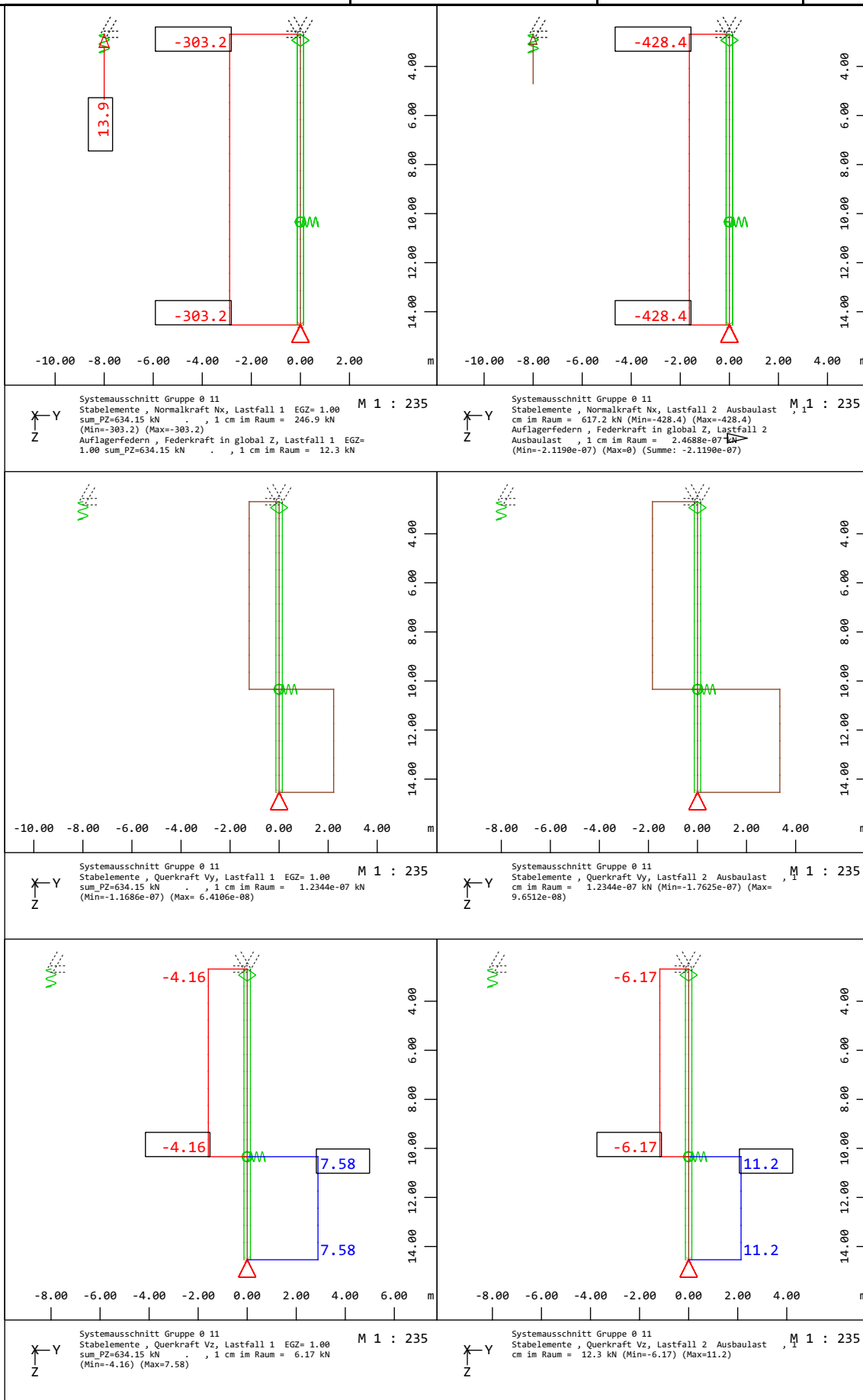
Systemausschnitt Gruppe 2 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 100.0 mm (Max=158.3)



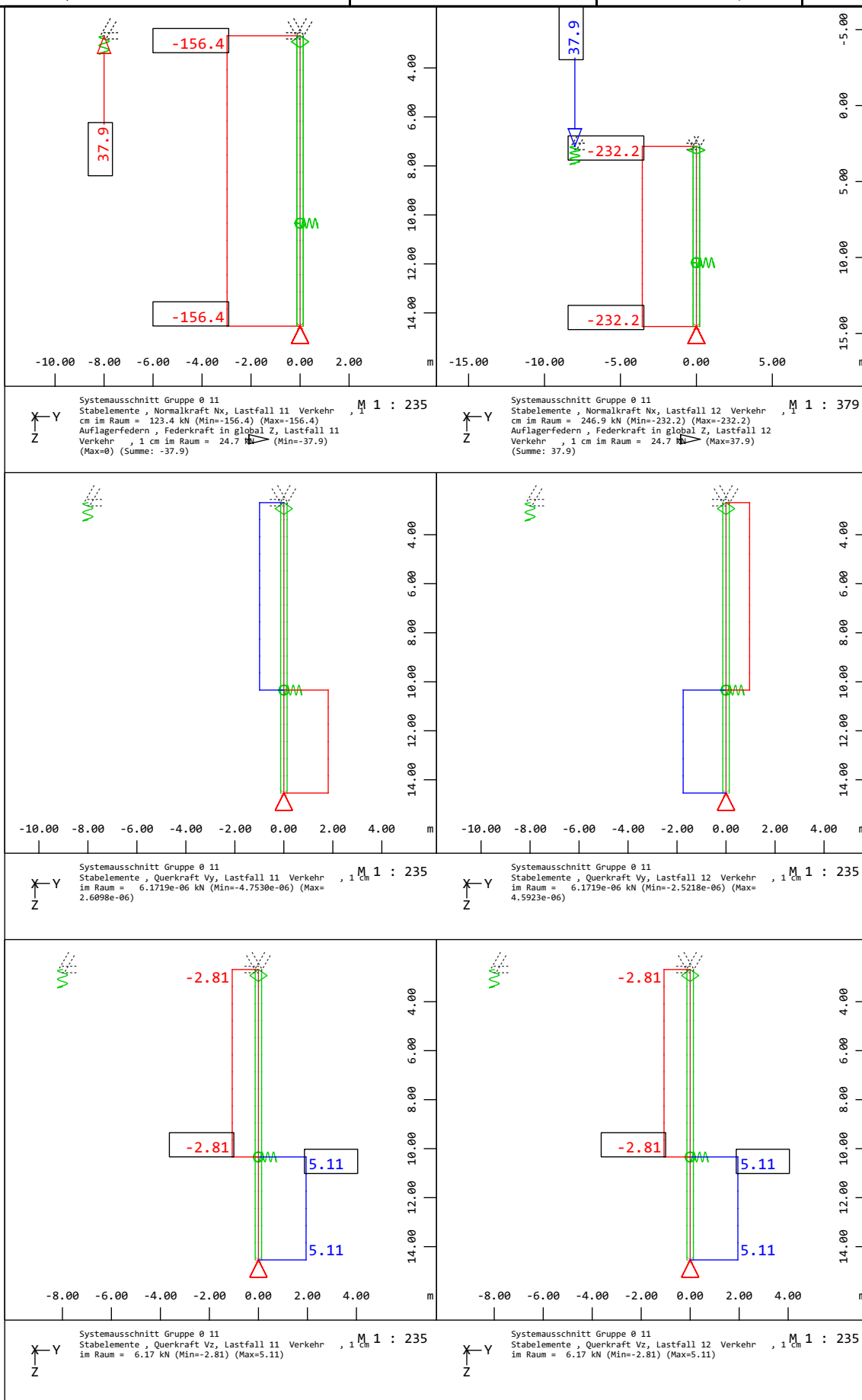
Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 100.0 mm (Max=158.2)

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.5.5

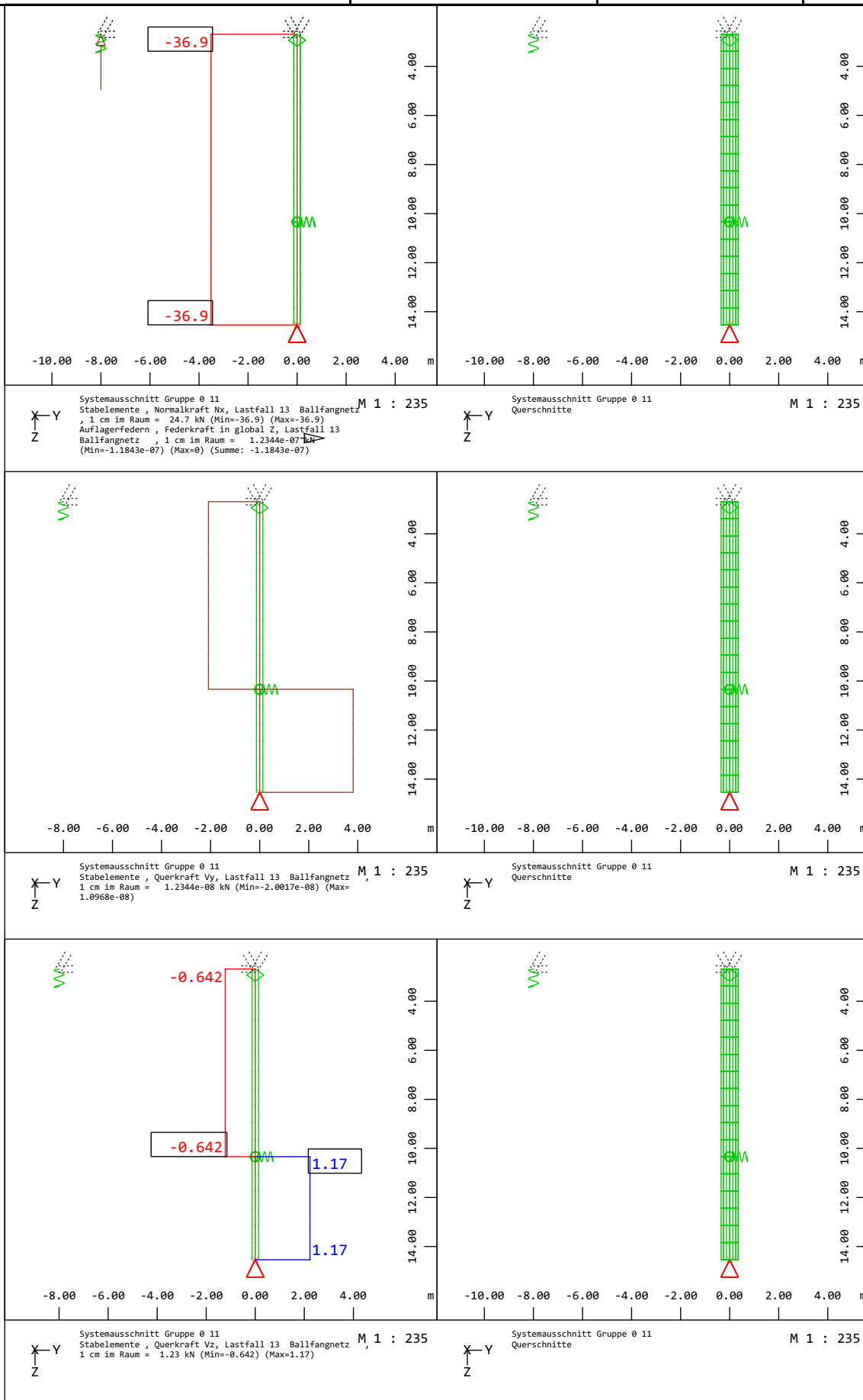
4.5.5 AUFLAGERKRÄFTE



Modelleingabe



Modelleingabe



Modelleingabe

4.6 FACHWERKBINDER ACHSEN 4,5, 7-10, 12, 13

4.6.1 ALLGEMEINES

Die Binder in den Achsen 4, 5, 7-10, 12 und 13 sind geometrisch identisch zu den Bindern in den Achsen 6 und 11 (Pos. 4.5). Zum einen trägt jedoch das Randfachwerk beidseitig die Lasten aus der Binderverdrehung zu beiden Seiten ab und zum anderen weichen die vertikalen Lasten ein wenig voneinander ab. Das Ballfangnetz verläuft nicht längs zum Binder, sondern nur quer was die Belastung des Ballfangnetzes reduziert. Auf der anderen Seite ist die Durchlaufwirkung der Pfetten wieder erhöht zu berücksichtigen.

Das Modell wird jedoch für die Bemessung des Randfachwerks in Pos. 4.7.5 und für die Ermittlung der vertikalen Auflagerkräfte (an Stütze weiterzuleitende Kräfte) genutzt.


Auf den nachfolgenden Seiten wird die Schnittgrößen- und Spannungsermittlung aus den vertikalen Lasten auf den Binder in der Achse 8 (und analog dazu in den Achsen 4, 5, 7, 9, 10, 12 und 13) aus der EDV-Berechnung zusammengefasst. Das Randfachwerk wird dabei bis zu den benachbarten Stützenachsen (7 und 9) mitmodelliert und berechnet. Die Auswertung hierfür folgt in Pos. 4.7.5.

Die Überlagerungen der maßgebenden Kräfte und Spannungen mit den aus Pos. 3 Resultierenden sowie die Stabilitätsnachweise erfolgen bereits in Pos. 4.2.3.

Materialien und Querschnitte:

Die Querschnitte werden entsprechend der Konstruktionspläne modelliert. Querschnittsverstärkungen an den Knotenpunkten werden nicht berücksichtigt.

Querschnitte Achse 4 - 13						
Bauteil		QS-Nr.	Typ	Abmessungen [mm]	Material	Gruppennummer
Binder	Obergurte	11	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 12,5	S 355	1 bzw. 2
		10	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 16	S 355	
	Untergurt	12	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 25	S 355	3
		13	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 16	S 355	
		14	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 20	S 355	
	Obergurtdiagonalen und -Pfoster	8	Rohr, warmgewalzt	Ø 193,7 x 6,3	S 355	6
	Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt	2	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 12,5	S 355	4 bzw. 5
		3	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 8,0	S 355	
Randfachwerk	Obergurt	21	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 10	S 355	31
	Utergurt	21	Rohr, warmgewalzt	Ø 508 x 10	S 355	31
	Auflagerdiagonalen	4	Rohr, warmgewalzt	Ø 323,9 x 10	S 355	32
	sonstige Diagonalen	22	Rohr, warmgewalzt	Ø 219,1 x 8,0	S 355	32
Stützen	Stützen	5 / 6	Kreis	Ø 700 mm	C 50/60	11

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		 Leonhardt, Andrä und Partner		Auftrag Nr. H22 11219		Seite 2	
				Datum 06/2024		Pos. 4.6.1	

Materialien

Mat	Materialbezeichnung						
1	S 355 (EN 1993)						
2	C 50/60 (EN 1992)						
3	B 500 B (EN 1992)						

Mat 1 S 355 (EN 1993)


Elastizitätsmodul	E	210000	[N/mm2]	Materialsicherheit		1.10	[-]
Querdehnzahl	μ	0.30	[-]	Fließgrenze	fy	355.00	[MPa]
Schubmodul	G	80769	[N/mm2]	Druckfließgrenze	fyc	355.00	[MPa]
Kompressionsmodul	K	175000	[N/mm2]	Zugfestigkeit	ft	490.00	[MPa]
Nominelle Wichte	γ	94.2	[kN/m3]	Druckfestigkeit	fc	490.00	[MPa]
Rohdichte	ρ	7850.0	[kg/m3]	Bruchdehnung		100.00	[o/oo]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.20E-05	[1/K]	Verbundwert relativ		0.00	[-]
max. Erzeugnisdicke	t-max	40.00	[mm]	Verbundwert k1 (EN1992)	k1	0.00	[-]
Sicherheit Querschnitt	γ-M0	1.00	[-]	Verfestigungsmodul	Eh	0.00	[MPa]
Sicherheit Stabilität	γ-M1	1.10	[-]	Proportionalitätsgrenze	f _p	355.00	[MPa]
Sicherheit Bruchversagen	γ-M2	1.25	[-]	Schwingbreite	σ-dyn	0.00	[MPa]

Mat 2 C 50/60 (EN 1992)

Elastizitätsmodul	E	18500	[N/mm2]	Materialsicherheit		1.50	[-]
Querdehnzahl	μ	0.20	[-]	Rechenfestigkeit	fc	42.50	[MPa]
Schubmodul	G	7708	[N/mm2]	Nennfestigkeit	fck	50.00	[MPa]
Kompressionsmodul	K	10278	[N/mm2]	Zugfestigkeit	fctm	4.07	[MPa]
Nominelle Wichte	γ	0.0	[kN/m3]	Zugfestigkeit	fctk,05	2.85	[MPa]
Rohdichte	ρ	0.0	[kg/m3]	Zugfestigkeit	fctk,95	5.29	[MPa]
Ausdehnungskoeffizient	α	1.00E-05	[1/K]	Verbundspannung	fbd	4.28	[MPa]
				Gebrauchsfestigkeit	fcm	58.00	[MPa]
				Ermüdungsfestigkeit	fcd,fat	22.67	[MPa]
				Zugfestigkeit	fctd	1.62	[MPa]
				Zugbruchenergie	Gf	0.15	[N/mm]

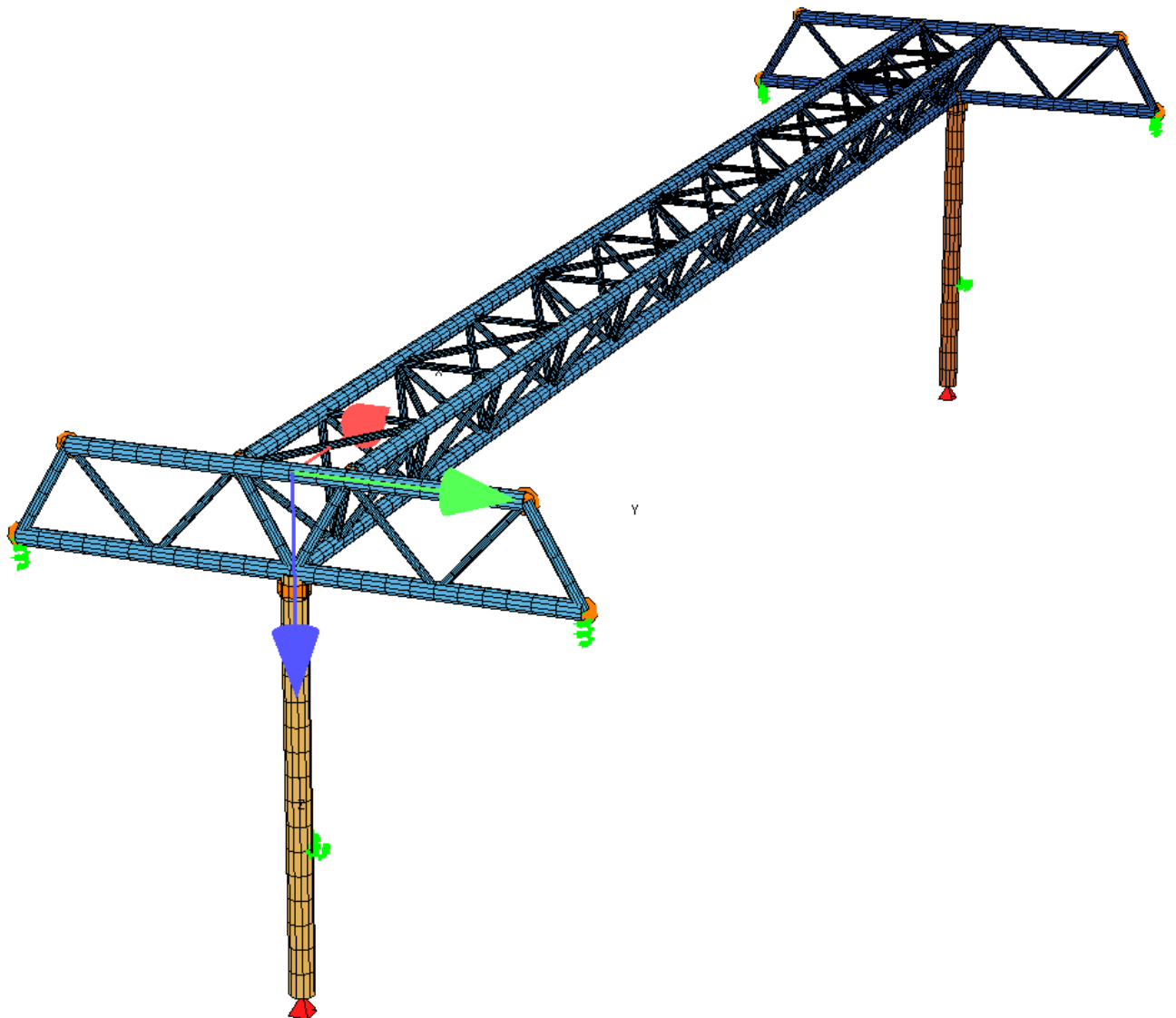
Querschnittswerte Übersicht

QNr	Mat	A[m2]	Ay[m2]	Iy[m4]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm2]	g[kg/m]	I-1[m4]
		It[m4]	Az[m2]	Iz[m4]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm2]		I-2[m4]
2	1	8.1132E-03	4.140E-03	4.345E-05	0.0	0.0	210000	76.4	
		8.618E-05	4.140E-03	4.345E-05	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 219.1 x 12.5 (EN 10210-1)									
3	1	5.3055E-03	2.698E-03	2.960E-05	0.0	0.0	210000	50.0	
		5.871E-05	2.698E-03	2.960E-05	0.0	0.0	80769	(CENTR)	

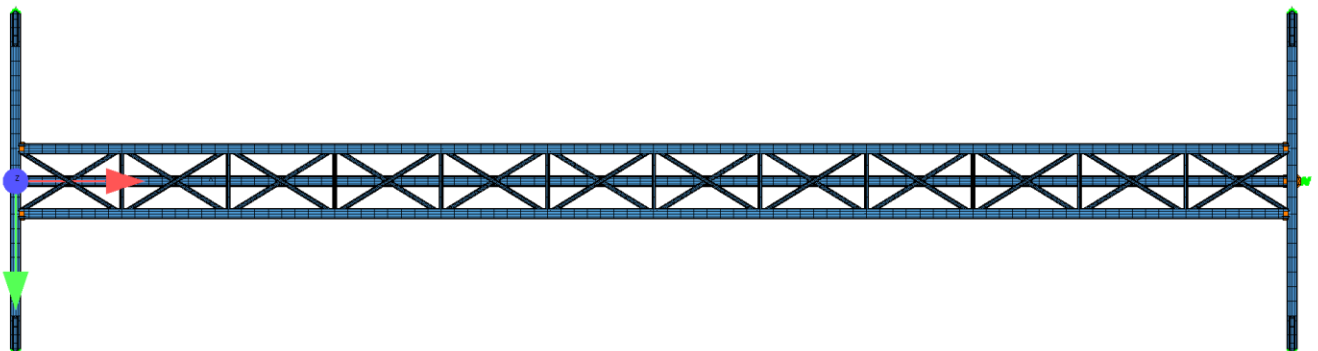
Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com			 Leonhardt, Andrä und Partner			Auftrag Nr. H22 11219		Seite 3	
						Datum 06/2024		Pos. 4.6.1	
Querschnittswerte Übersicht									
QNr	Mat	A[m2]	Ay[m2]	Iy[m4]	yc[mm]	ysc[mm]	E[N/mm2]	g[kg/m]	I-1[m4]
	MBw	It[m4]	Az[m2]	Iz[m4]	zc[mm]	zsc[mm]	G[N/mm2]		I-2[m4]
			Ayz[m2]	Iyz[m4]					α[°]
3 = RO 219.1 x 8 (EN 10210-1)									
4	1	9.8615E-03	5.011E-03	1.216E-04	0.0	0.0	210000	92.9	
		2.412E-04	5.011E-03	1.216E-04	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 323.9 x 10 (EN 10210-1)									
5	2	3.8485E-01	3.464E-01	1.179E-02	0.0	0.0	18500	0.0	
	3 ¹	2.357E-02	3.464E-01	1.179E-02	0.0	0.0	7708	(DRUCK)	
= D 700 mm									
= (R-As 280 mm)									
8	1	3.7090E-03	1.885E-03	1.630E-05	0.0	0.0	210000	34.9	
		3.233E-05	1.885E-03	1.630E-05	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 193.7 x 6.3 (EN 10210-1)									
10	1	2.4731E-02	1.257E-02	7.491E-04	0.0	0.0	210000	233.0	
		1.486E-03	1.257E-02	7.491E-04	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 508 x 16 (EN 10210-1)									
11	1	1.9458E-02	9.881E-03	5.976E-04	0.0	0.0	210000	183.3	
		1.185E-03	9.881E-03	5.976E-04	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 508 x 12.5 (EN 10210-1)									
12	1	3.7935E-02	1.933E-02	1.109E-03	0.0	0.0	210000	357.3	
		2.200E-03	1.933E-02	1.109E-03	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 508 x 25 (EN 10210-1)									
13	1	2.4731E-02	1.257E-02	7.491E-04	0.0	0.0	210000	233.0	
		1.486E-03	1.257E-02	7.491E-04	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 508 x 16 (EN 10210-1)									
14	1	3.0662E-02	1.560E-02	9.143E-04	0.0	0.0	210000	288.8	
		1.814E-03	1.560E-02	9.143E-04	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 508 x 20 (EN 10210-1)									
15	1	1.4909E-02	1.028E-02	2.517E-04	0.0	0.0	210000	140.4	
		1.880E-06	3.227E-03	8.563E-05	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= HE 300 B (EN 10365)									
21	1	1.5645E-02	7.941E-03	4.852E-04	0.0	0.0	210000	147.4	
		9.625E-04	7.941E-03	4.852E-04	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 508 x 10 (EN 10210-1)									
22	1	5.3055E-03	2.698E-03	2.960E-05	0.0	0.0	210000	50.0	
		5.871E-05	2.698E-03	2.960E-05	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 219.1 x 8 (EN 10210-1)									
23	1	3.3631E-03	1.707E-03	1.928E-05	0.0	0.0	210000	31.7	
		3.824E-05	1.707E-03	1.928E-05	0.0	0.0	80769	(CENTR)	
= RO 219.1 x 5 (EN 10210-1)									
¹ Bewehrung ist in den Querschnittswerten nicht berücksichtigt									
QNr	Querschnittsnummer			yc[mm],zc[mm]		Ordinate des elastischen Zentrums			
Mat	Materialnummer			ysc[mm],zsc[mm]		Ordinate des Schubmittelpunkts			
A[m2]	Querschnittsfläche			E[N/mm2]		Elastizitätsmodul			
Ay[m2],Az[m2],Ayz[m2]	Schubverformungsfläche			g[kg/m]		längenbezogene Masse			
Iy[m4],Iz[m4],Iyz[m4]	Flächenträgheitsmoment								
I-1[m4],I-2[m4],α[°]	Hauptträgheitsmomente und Winkel der Hauptachsen								
MBw	Bewehrungsmaterialnummer								
It[m4]	Torsionsträgheitsmoment								
G[N/mm2]	Schubmodul								

Modell:

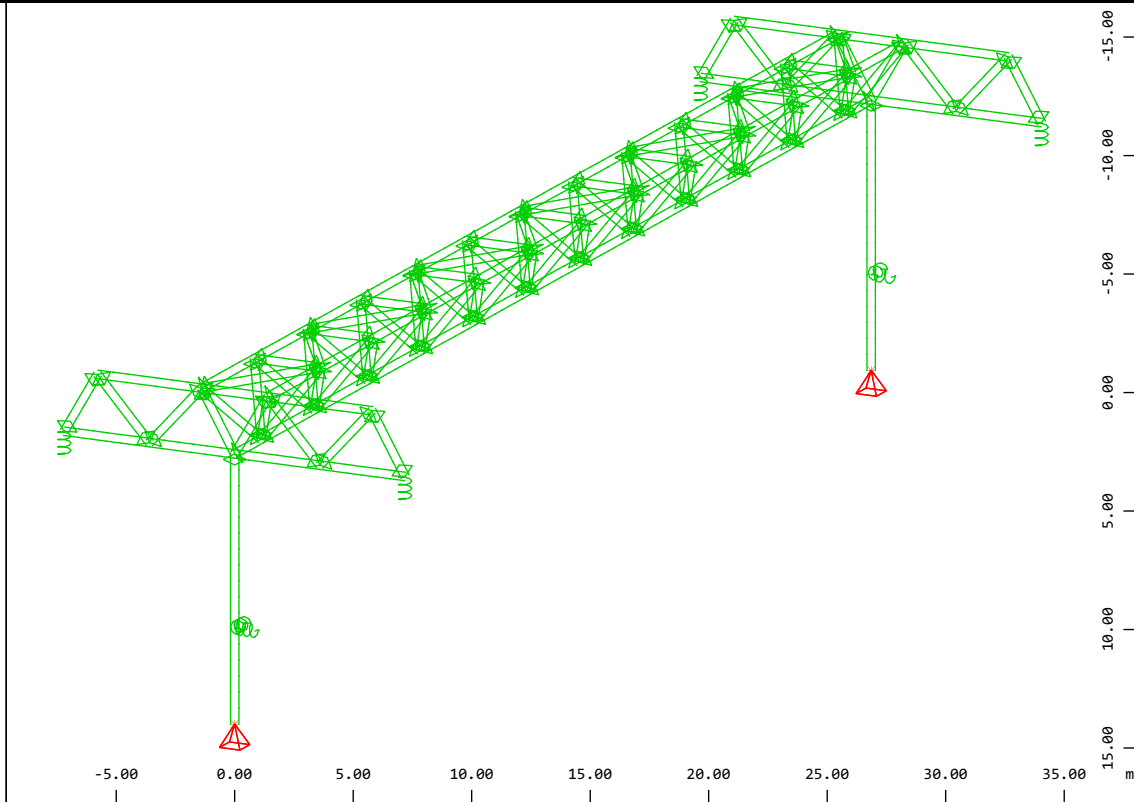
Ansicht



Draufsicht (X-Y-Ebene)

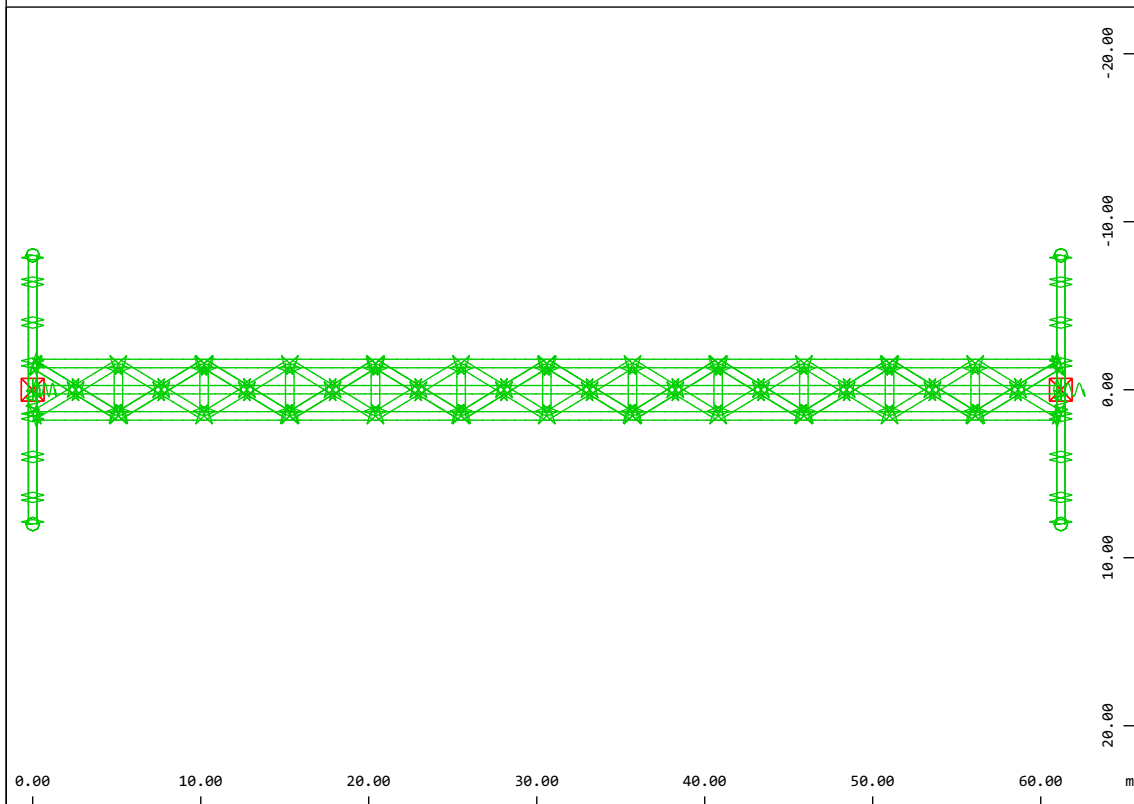


The diagram shows a truss structure with a horizontal top chord and a vertical column. The truss is supported by two green springs at the bottom corners. A green arrow points to the left at the top left corner. A red circle is at the top center. A blue arrow points down from the top center to the column. The column is labeled 'z' and has a green arrow pointing to the right. A red arrow points up from the bottom of the column.



Struktur
X
Y
Z

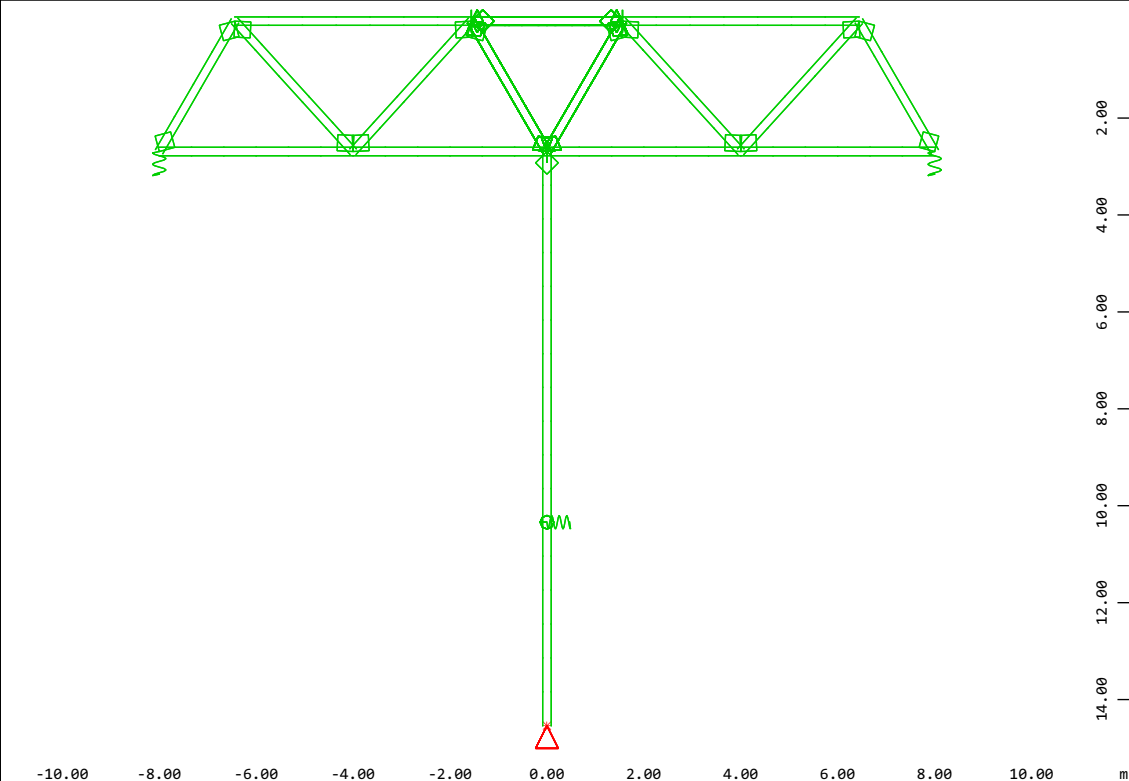
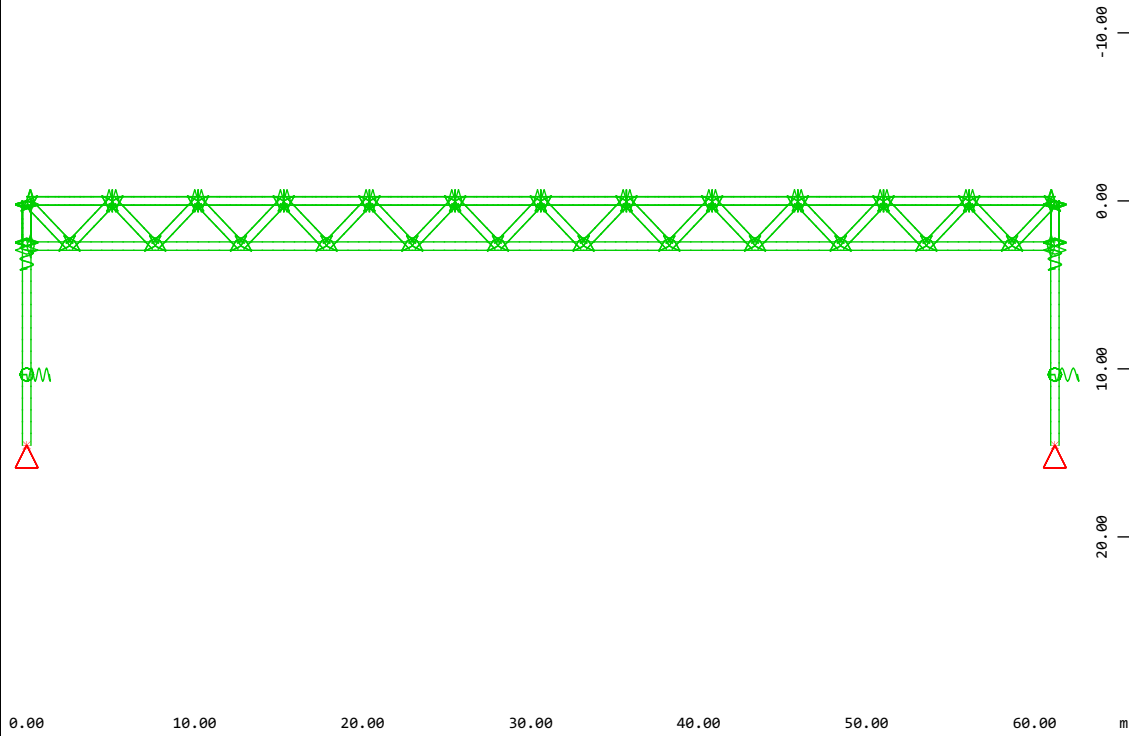
M 1 : 319
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962



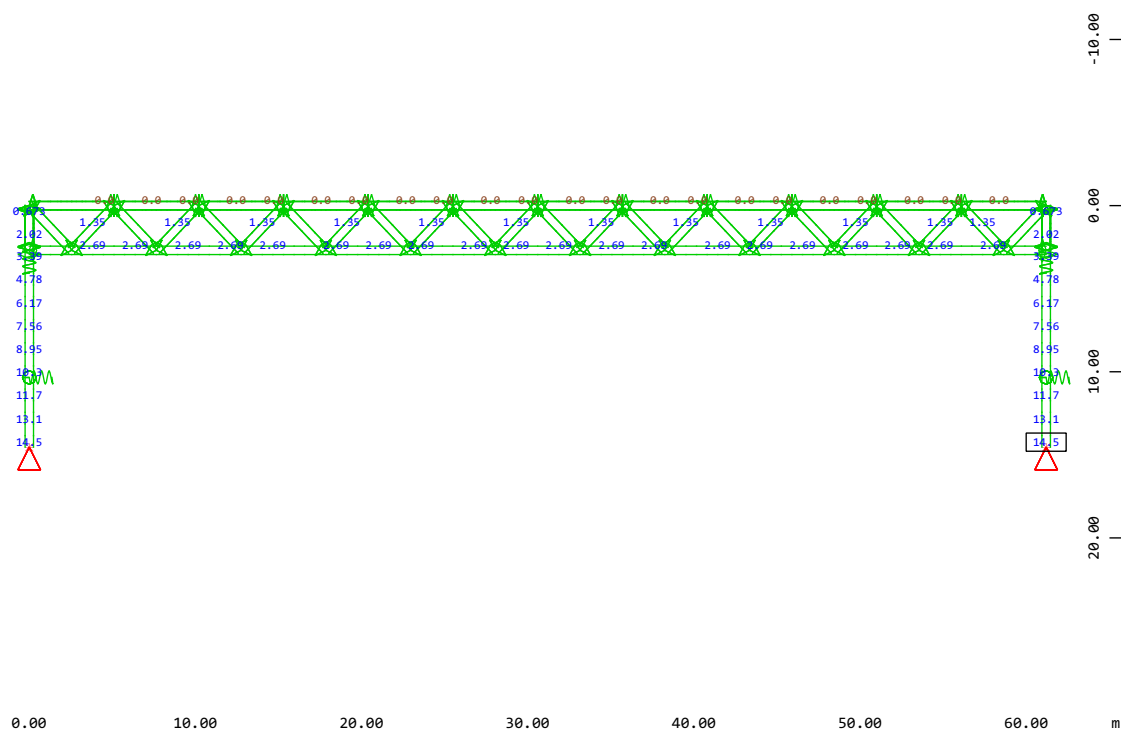
Struktur
Z
X
Y

M 1 : 450

Modelleingabe



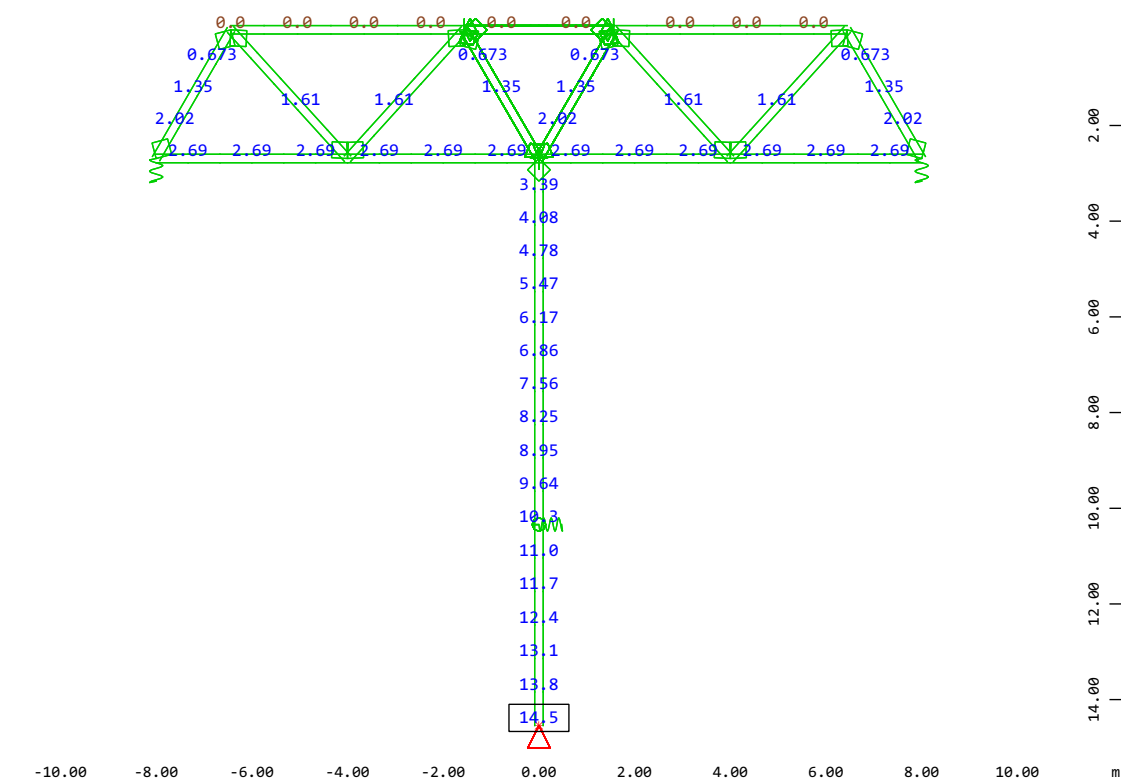
Modelleingabe



Y-X
Z

Knoten , Z-Koordinate in m (Max=14.5)

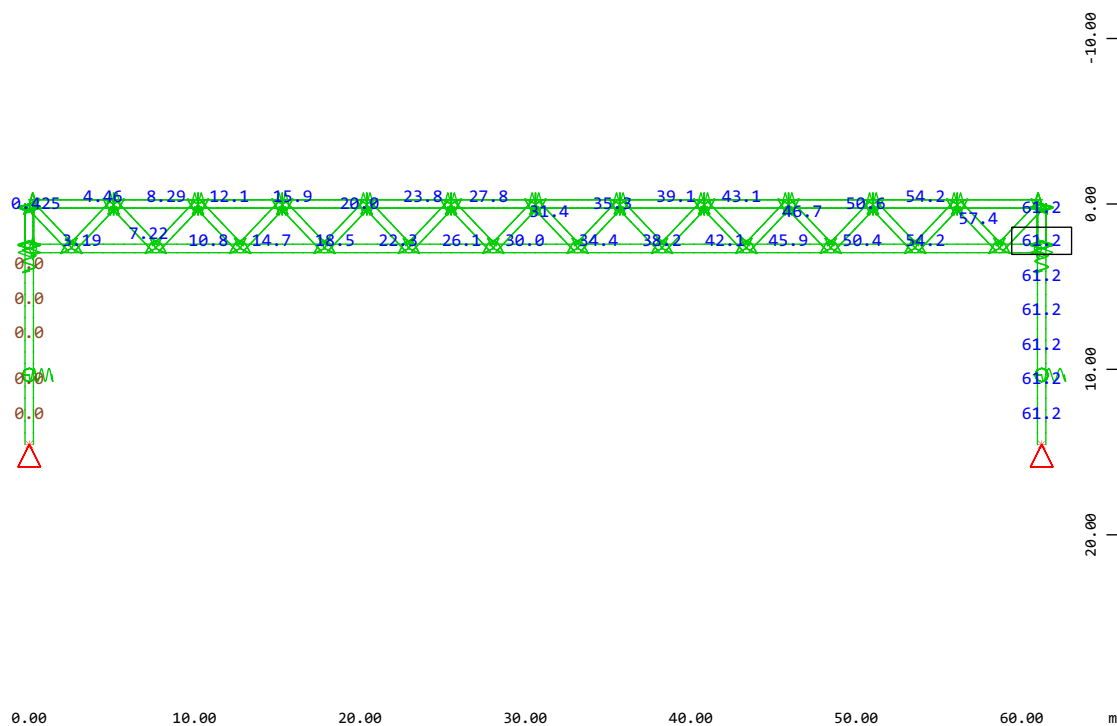
M 1 : 455



X-Y
Z

Knoten , Z-Koordinate in m (Max=14.5)

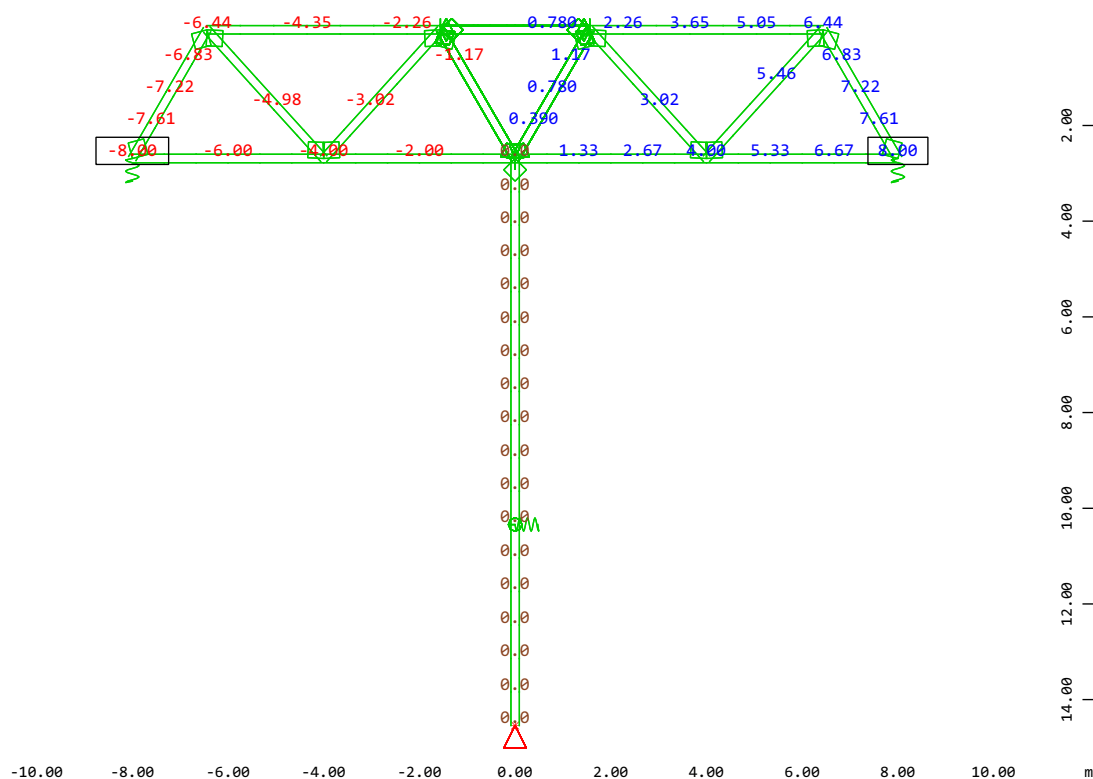
M 1 : 158



Y-X
Z

Knoten , X-Koordinate in m (Max=61.2)

M 1 : 457



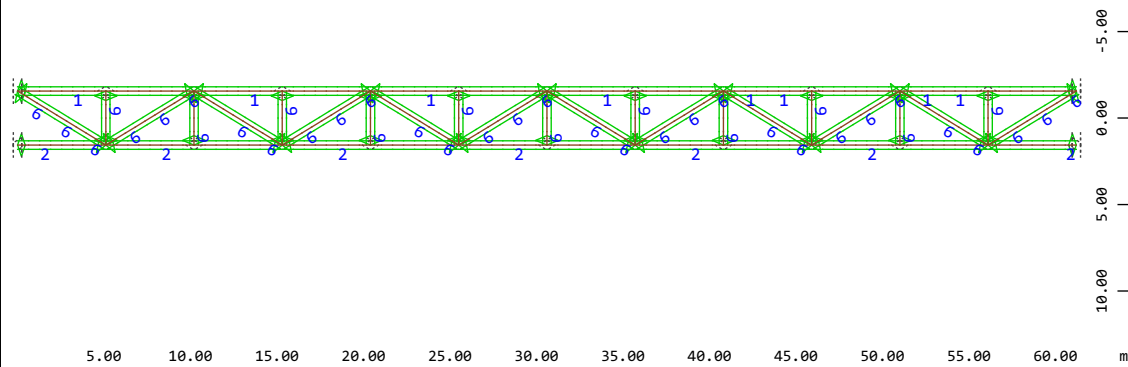
X-Y
Z

Knoten , Y-Koordinate in m (Min=-8.00) (Max=8.00)

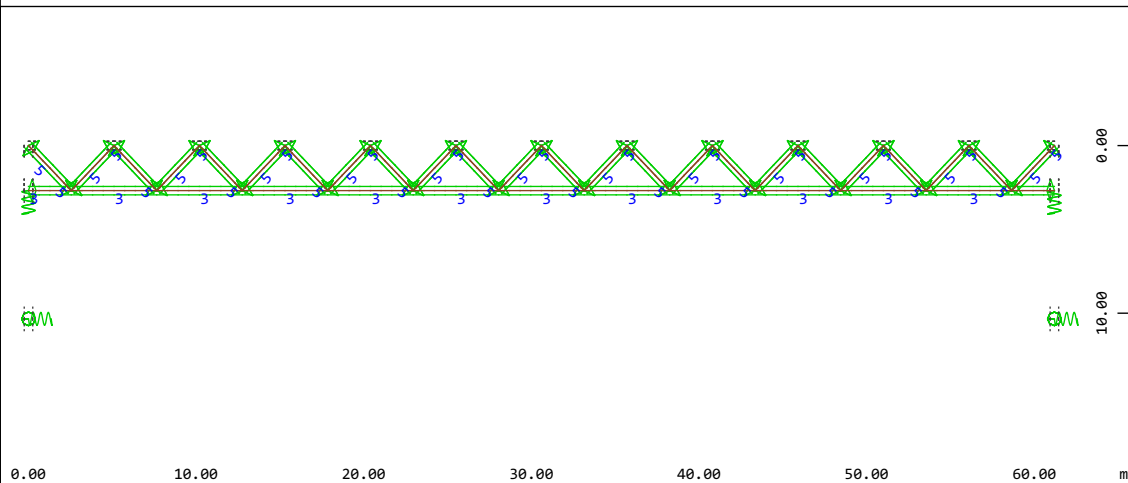
M 1 : 158



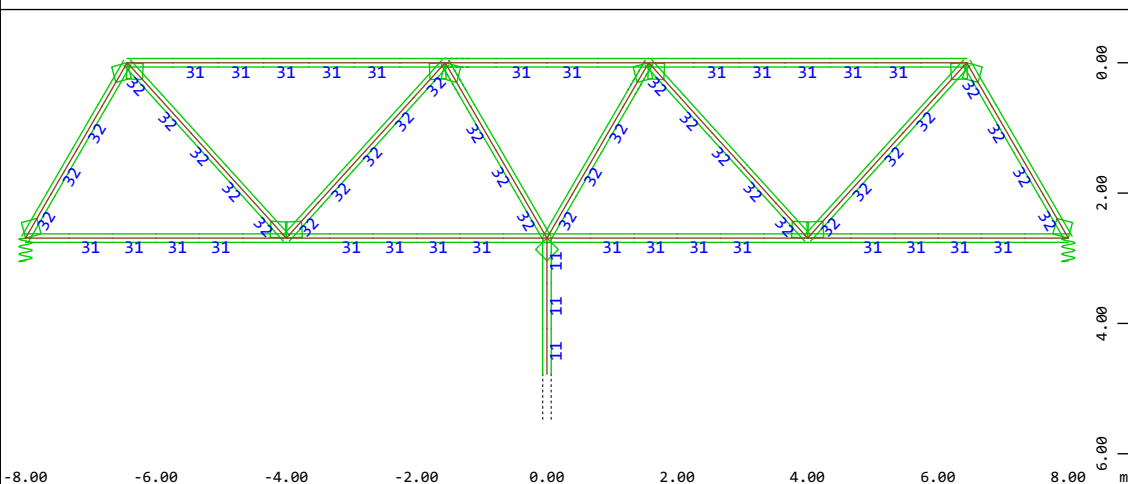
Seite 5



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1 2 6 M 1 : 437
Stabelemente , Gruppennummern (Max=6)



Systemausschnitt Gruppe 0 3...5 M 1 : 451
Stabelemente , Gruppennummern (Max=5)



Systemausschnitt Gruppe 0 11 12 31 32 42 M 1 : 116
Stabelemente , Gruppennummern (Max=32)

4.6.2 LASTAUFBRINGUNG

Anders als in Pos. 2.2 beschrieben wird die programminterne Stahlwichte um 20 % (statt um 10 %) erhöht. Grund hierfür ist die erhöhte Menge an Querschnittsverstärkungen im Anschlussbereich der Binder-Diagonalen.

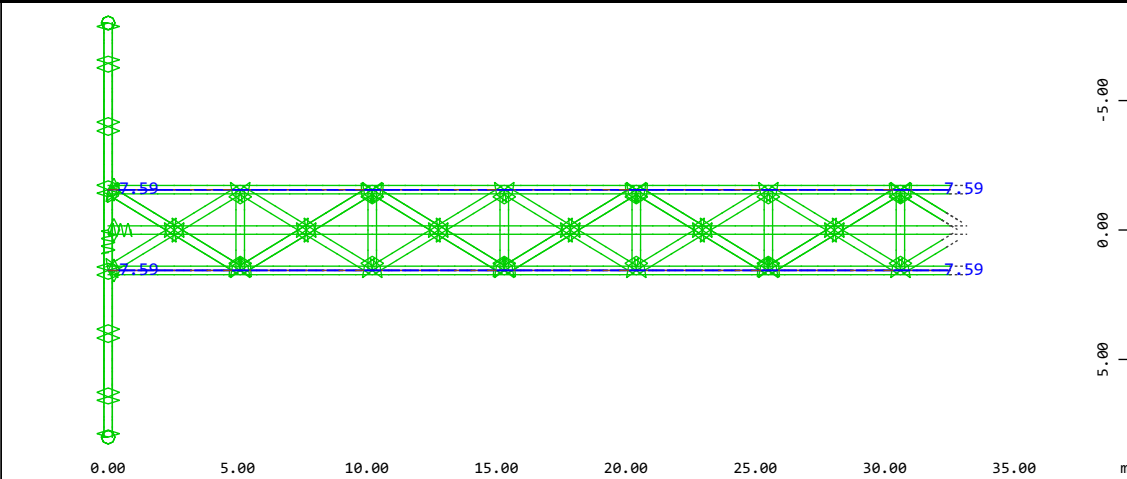
Die Lasten werden entsprechend Pos. 2 aufgebracht. Die vertikale Fassadenlast wird ausschließlich über die Unterzüge des EG abgetragen. Es hängen sich also keine Fassadenlasten in die Randunterzüge ein. Die Lastanteile der Randpfettenanschlüsse, die nicht schon in den Obergurt-Lasten enthalten sind, sind minimal und werden nicht weiter berücksichtigt.

Ausbaulasten auf Binder-Obergurte $g_{2,k} = 1,15 \cdot 1,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,0 \text{ m} + 1,15 \text{ kN/m} = 7,59 \text{ kN/m}$

Verkehrslasten auf Binder-Obergurte $q_k = 1,25 \cdot 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,0 \text{ m} = 7,5 \text{ kN/m}$

Weitere Lasten: Lüftungsgeräteleast je Obergurt $Q_k = 3,0 \text{ kN}$ in Feldmitte

Ballfangnetz 12 kN, 12 m vom Mittelpunkt aus in beide Richtungen (s. Pos. 2.4, S. 3)



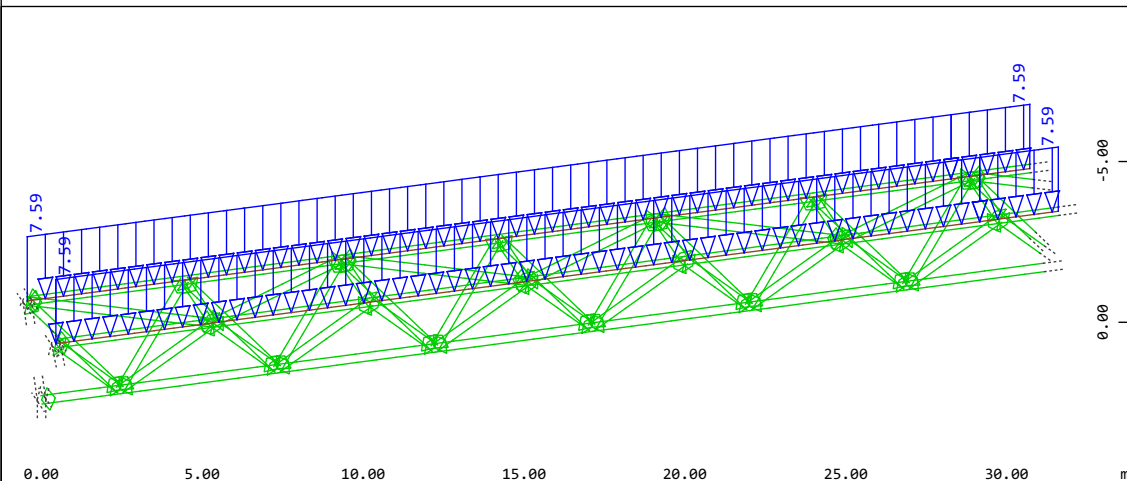
Systemausschnitt Gruppe 0...6 31 32 42

M 1 : 292

Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit)

Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=5.00 kN/m

(Max=7.59)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6

M 1 : 235

Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit)

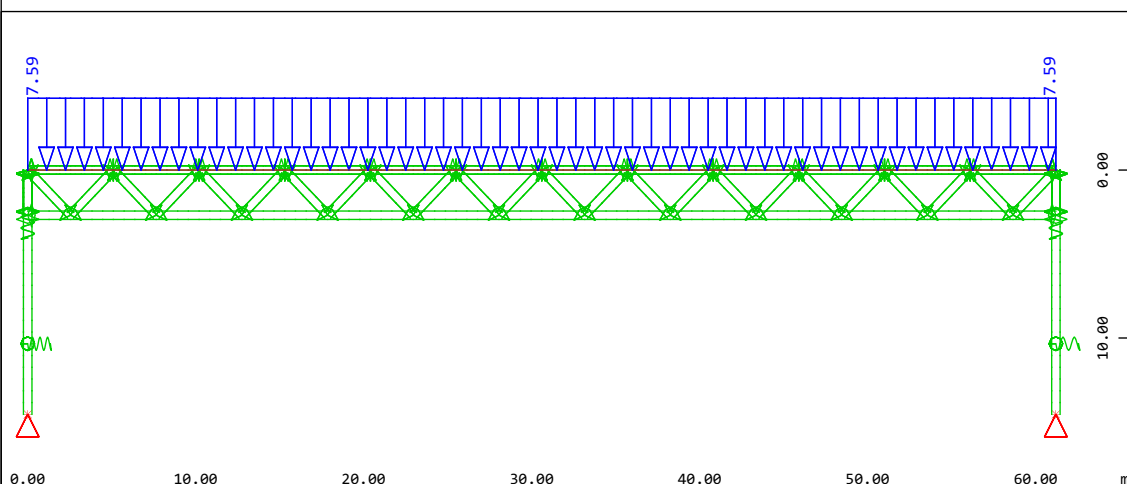
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=8.01 kN/m

(Max=7.59)

X * 0.967

Y * 0.512

Z * 0.896

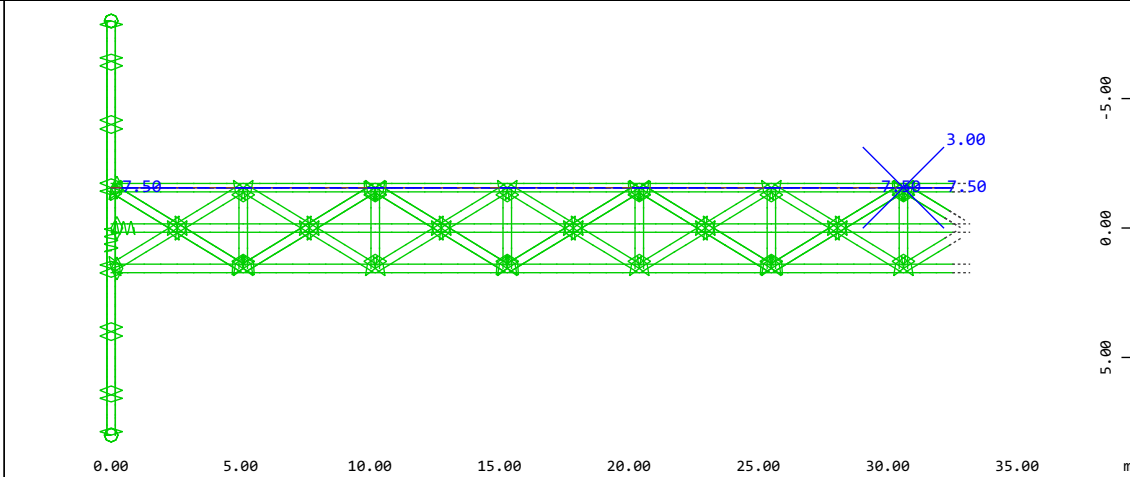


Alle Lasten, Lastfall 2 Ausbaulast , (1 cm im Raum = Unit)

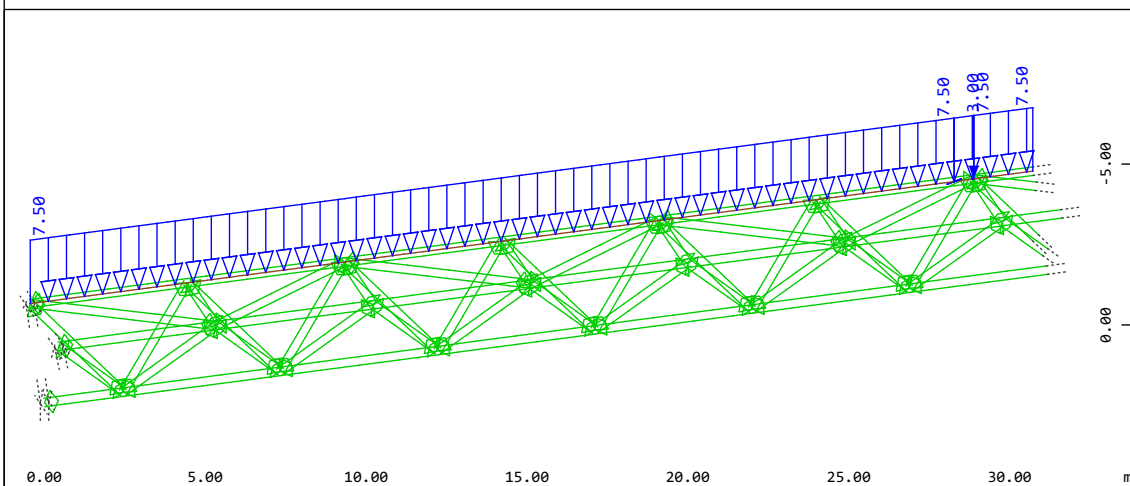
M 1 : 450

Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=8.01 kN/m

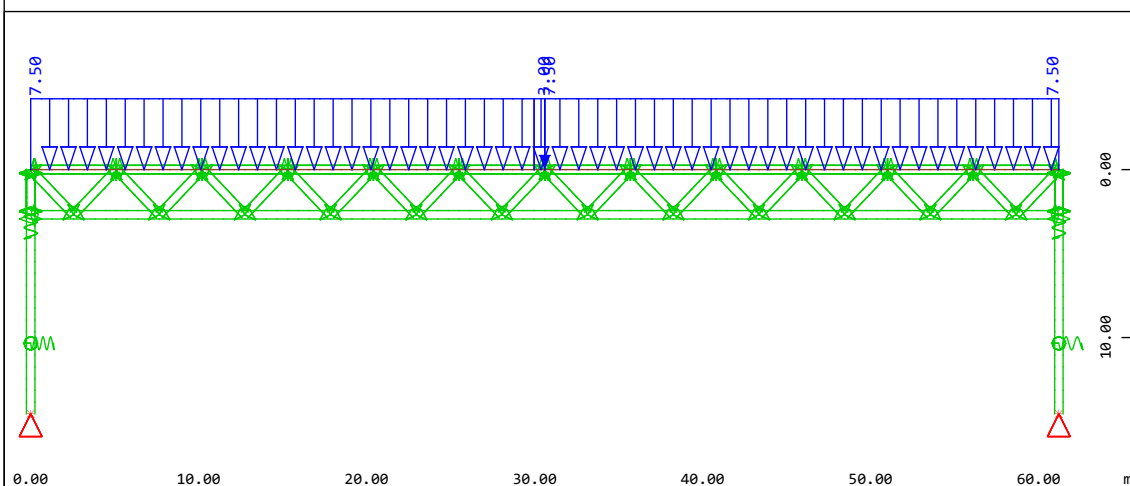
(Max=7.59)



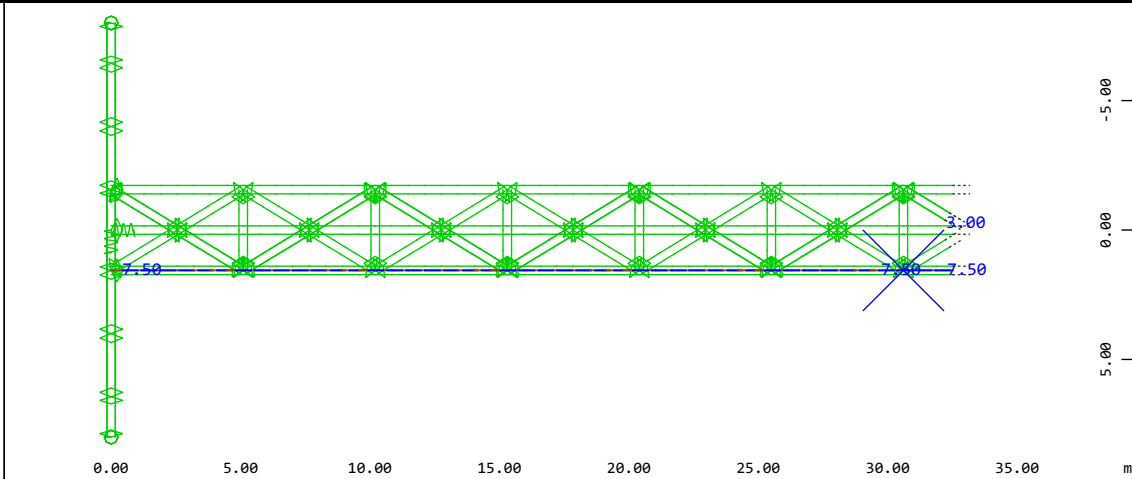
Systemausschnitt Gruppe 0...6 31 32 42 M 1 : 292
Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=2.00 kN,Max=3.00) ,



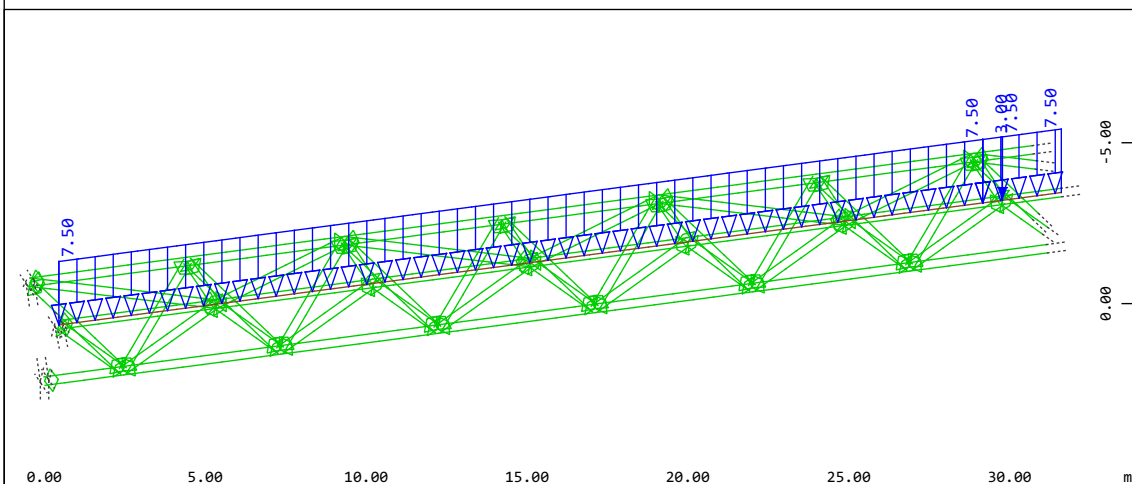
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 235
Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=3.20 kN,Max=3.00) ,
X * 0.967
Y * 0.512
Z * 0.896



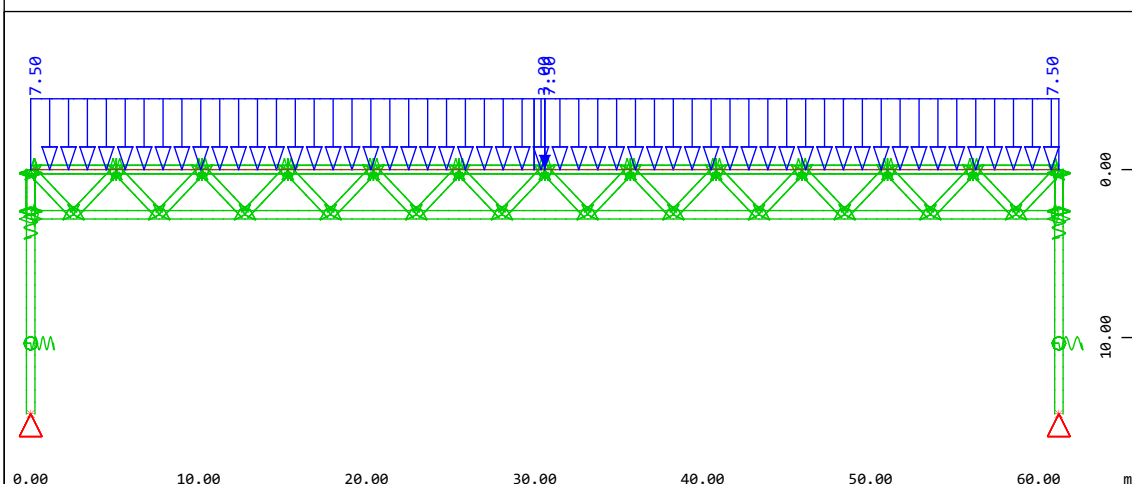
Alle Lasten, Lastfall 11 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit) M 1 : 450
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=3.20 kN,Max=3.00) ,
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=8.01 kN/m,Max=7.50) ,



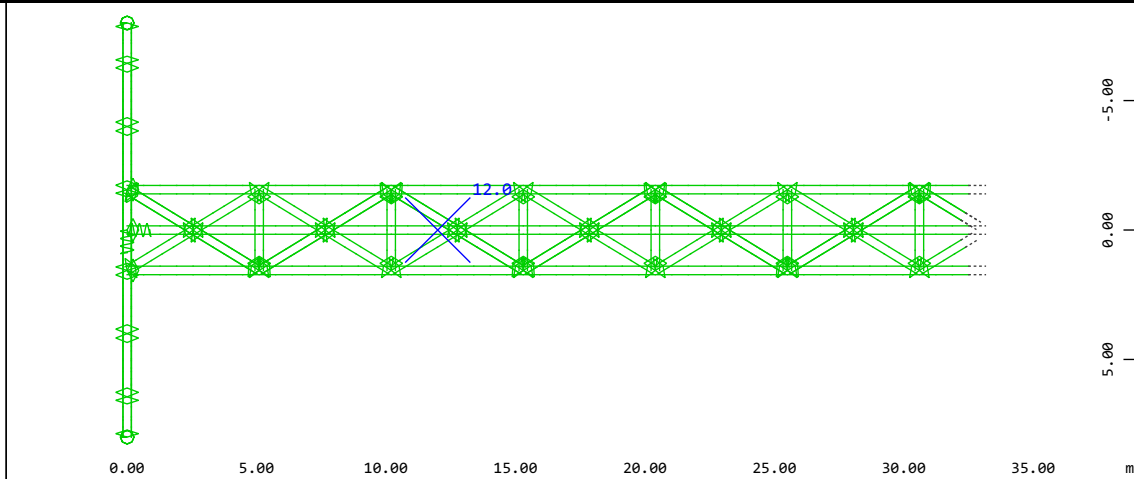
Systemausschnitt Gruppe 0...6 31 32 42 M 1 : 292
Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=2.00 kN,Max=3.00) ,



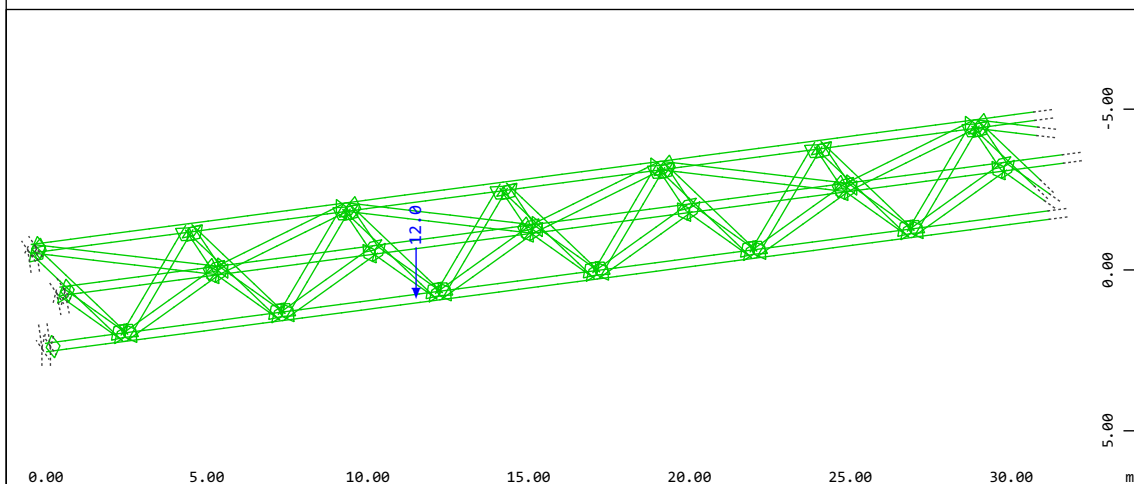
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 235
Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=3.20 kN,Max=3.00) ,
X * 0.967
Y * 0.512
Z * 0.896



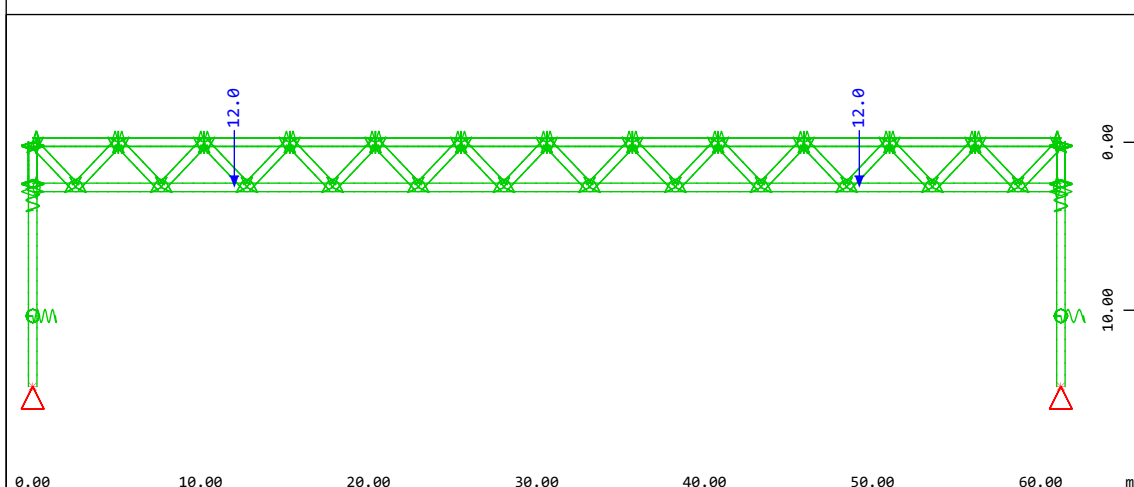
Alle Lasten, Lastfall 12 Verkehr , (1 cm im Raum = Unit) M 1 : 450
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=3.20 kN,Max=3.00) ,
Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=8.01 kN/m,Max=7.50) ,



Systemausschnitt Gruppe 0...6 31 32 42 M 1 : 292
Alle Lasten, Lastfall 13 Ballfangnetz , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=10.0 kN \rightarrow) (Max=12.0)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 1...6 M 1 : 235
Alle Lasten, Lastfall 13 Ballfangnetz , (1 cm im Raum = Unit)
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=16.0 kN \rightarrow) (Max=12.0)
X * 0.967
Y * 0.512
Z * 0.896



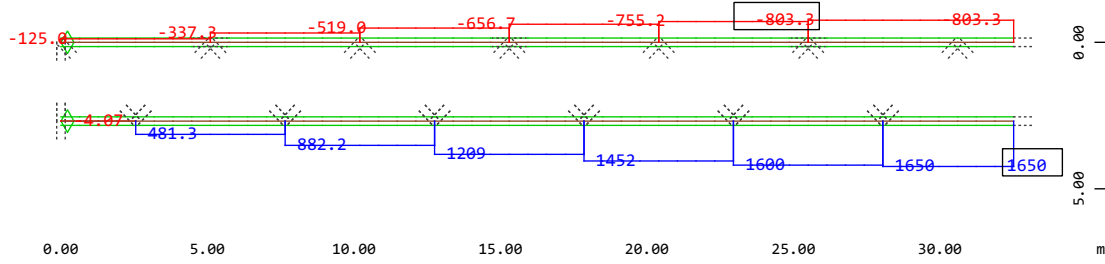
Alle Lasten, Lastfall 13 Ballfangnetz , (1 cm im Raum = Unit) M 1 : 450
Stabeinzellast (Kraft) Vektor (Unit=16.0 kN \rightarrow) (Max=12.0)

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.6.3

4.6.3 SCHNITTGRÖßEN

Es wird nur noch ein Obergurt und eine Diagonalebene zwischen OG und UG betrachtet, da die Ergebnisse minimal voneinander abweichen. Es werden die maßgebenden Elemente dargestellt.

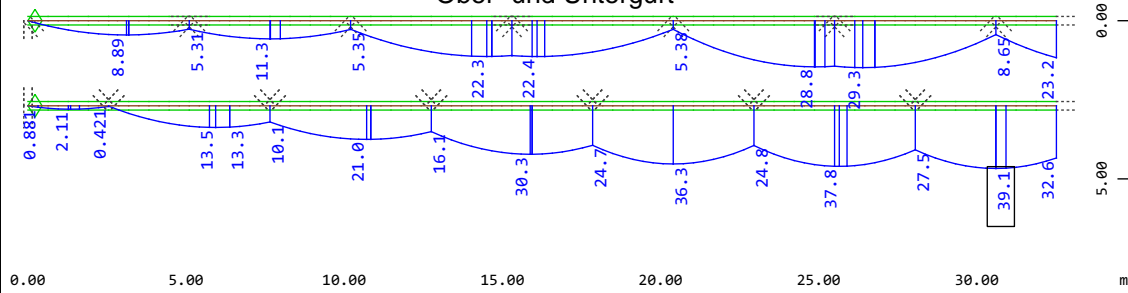
Ober- und Untergurt



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=685.15 kN
 , 1 cm im Raum = 2750. kN (Min=-803.3) (Max=1650.)

M 1 : 258

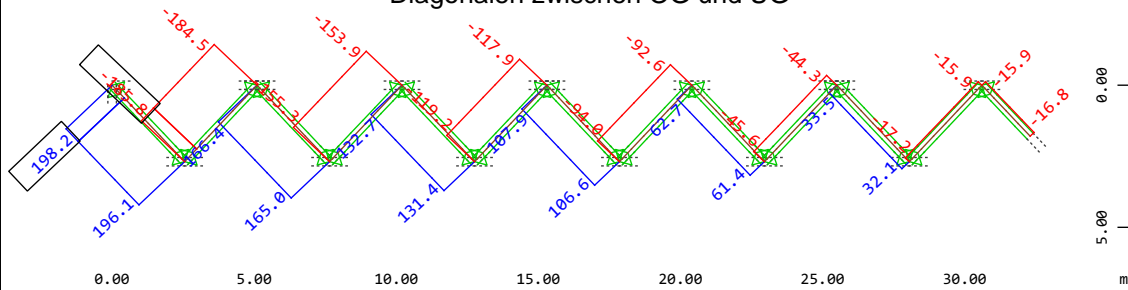
Ober- und Untergurt



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=685.15 kN
 , 1 cm im Raum = 47.2 kNm (Min=-2.6442e-14) (Max=39.1)

M 1 : 239

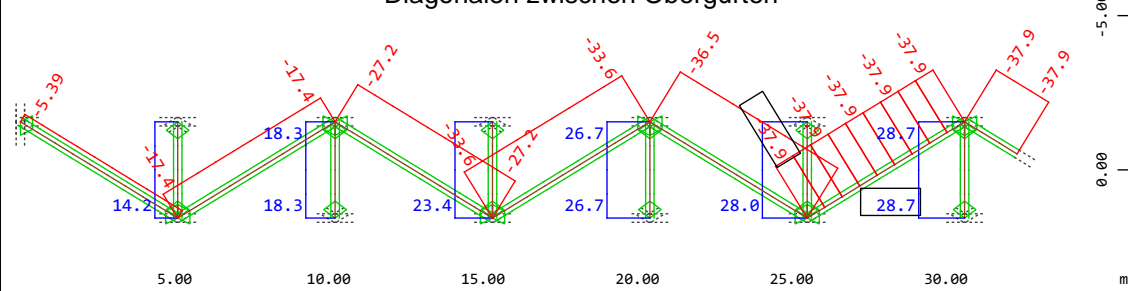
Diagonalen zwischen OG und UG



Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=685.15 kN
 , 1 cm im Raum = 235.9 kN (Min=-185.8) (Max=198.2)

M 1 : 266

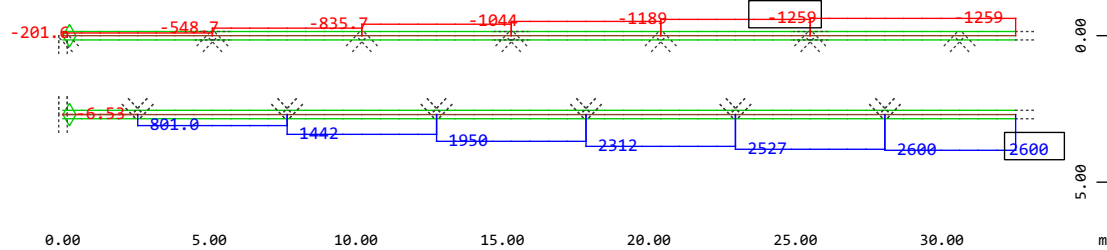
Diagonalen zwischen Obergurten



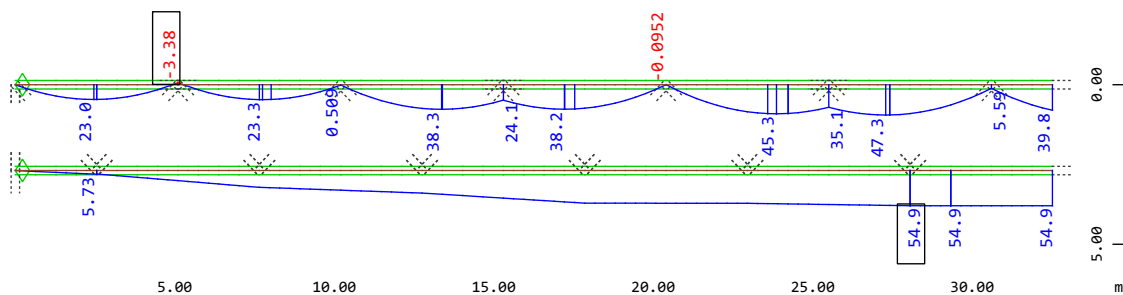
Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=685.15 kN
 , 1 cm im Raum = 47.2 kN (Min=-37.9) (Max=28.7)

M 1 : 245

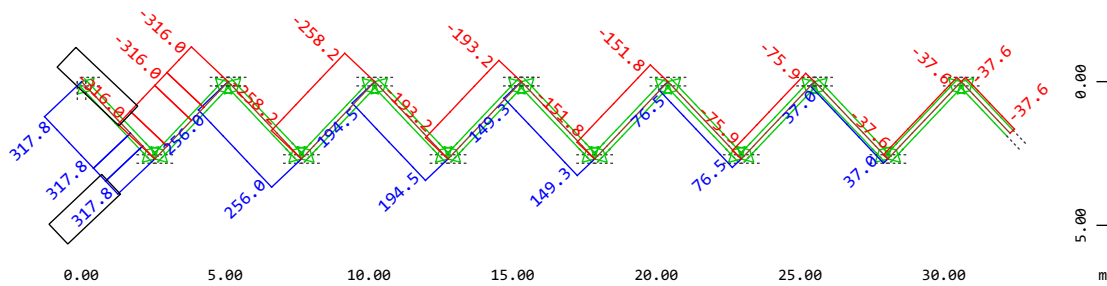
Modelleingabe



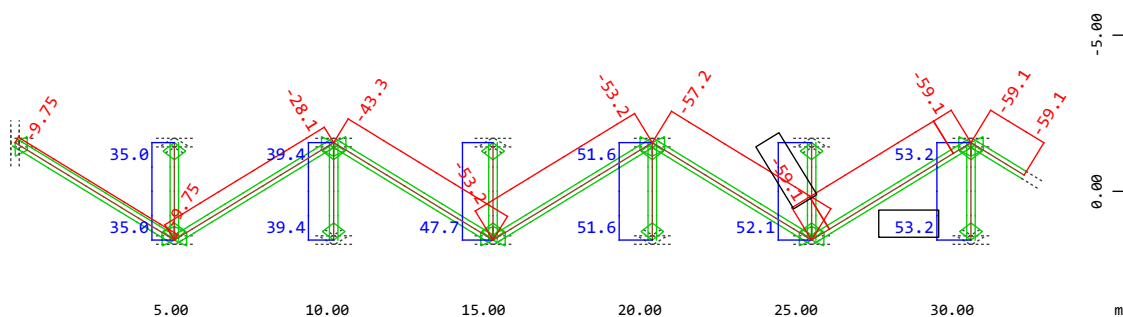
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbauast , 1 cm im Raum =
5500. kN (Min=-1259.) (Max=2600.)



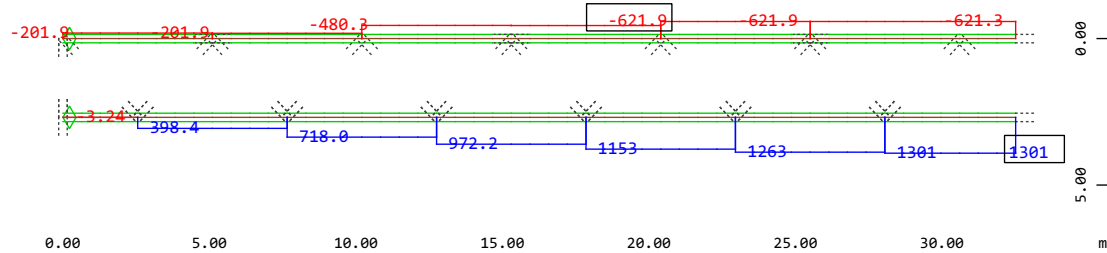
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2 Ausbauast , 1 cm im Raum =
118.0 kNm (Min=-3.38) (Max=54.9)



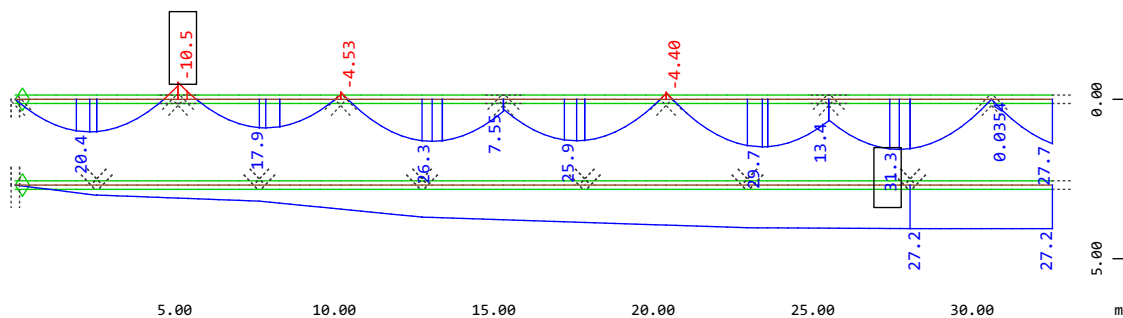
Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbauast , 1 cm im Raum =
471.9 kN (Min=-316.0) (Max=317.8)



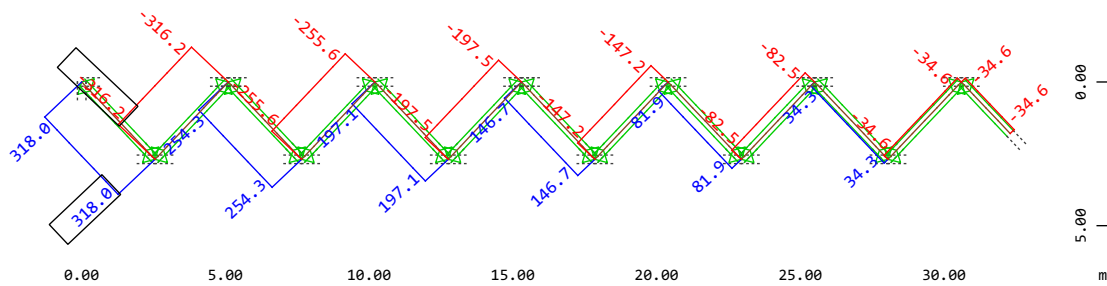
Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbauast , 1 cm im Raum =
118.0 kN (Min=-59.1) (Max=53.2)



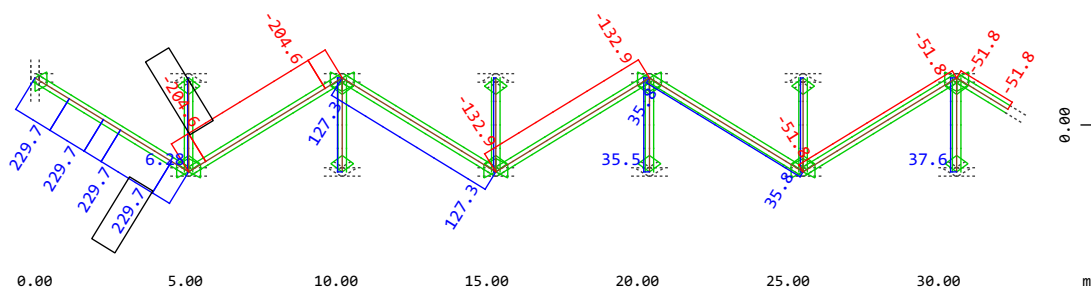
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 2750. kN (Min=-621.9) (Max=1301.)



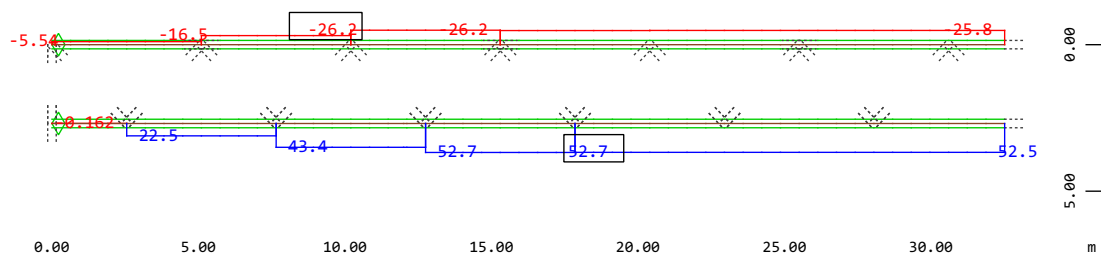
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 47.2 kNm (Min=-10.5) (Max=31.3)



Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 471.9 kN (Min=-316.2) (Max=318.0)

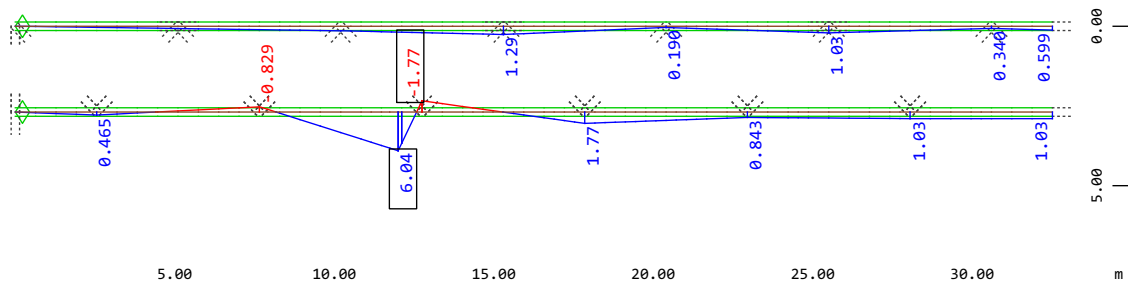


Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 471.9 kN (Min=-204.6) (Max=229.7)



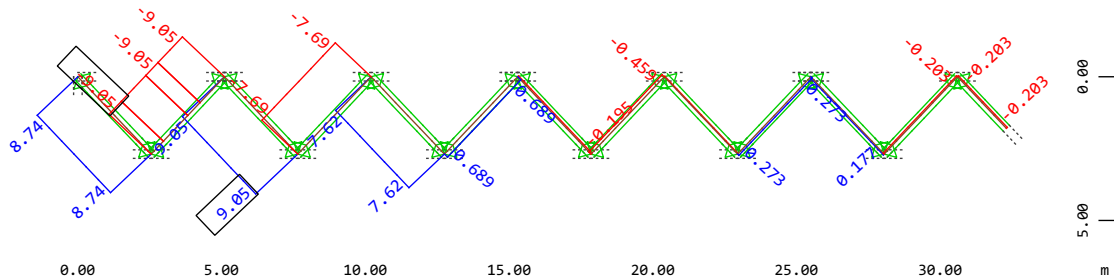
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 137.5 kN (Min=-26.2) (Max=52.7)

M 1 : 258



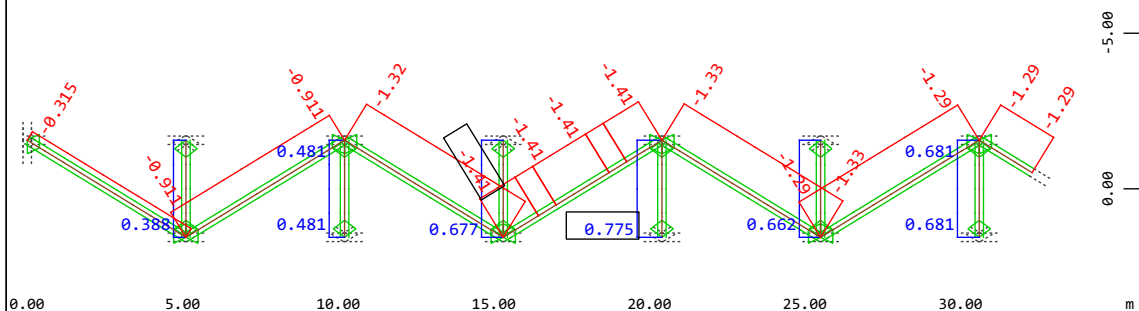
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 11.8 kNm (Min=-1.77) (Max=6.04)

M 1 : 237



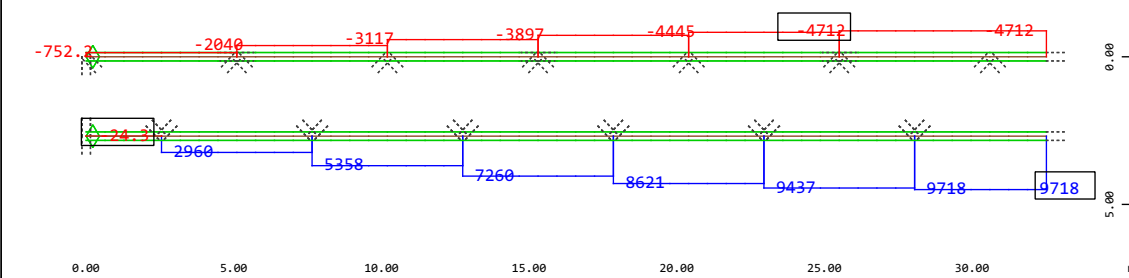
Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 11.8 kN (Min=-9.05) (Max=9.05)

M 1 : 263

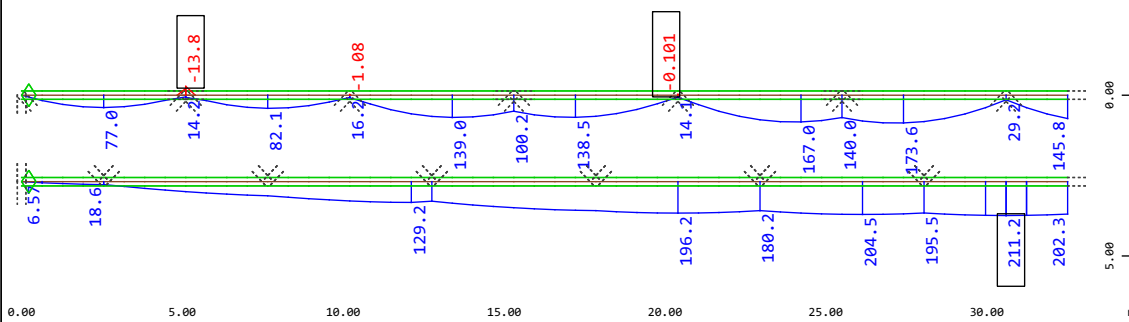


Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 2.36 kN (Min=-1.41) (Max=0.775)

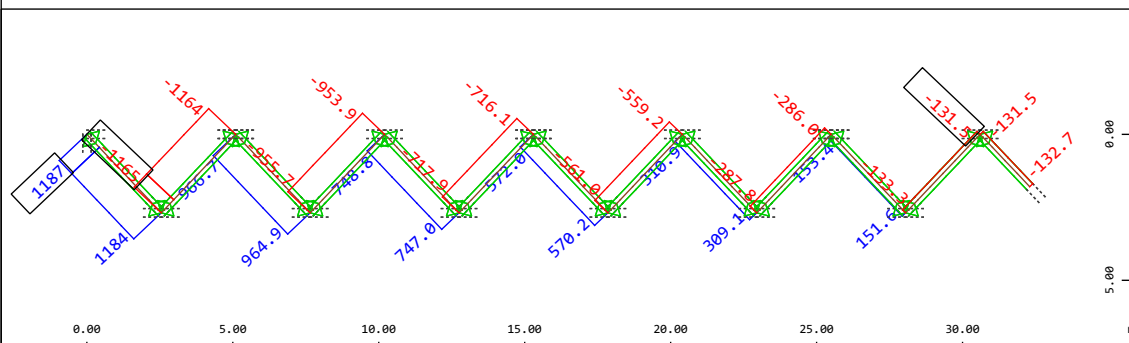
M 1 : 243



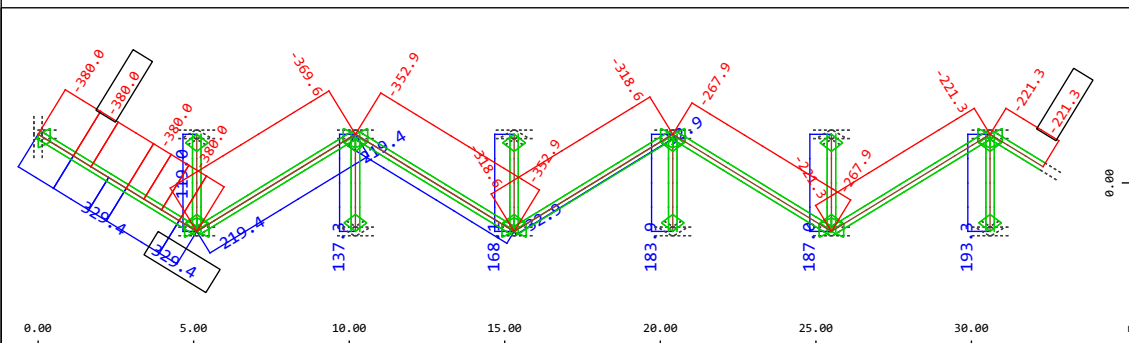
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 13750. kN (Min=-2063.) (Max=9718.)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 13750. kN (Min=-4712.) (Max=4249.)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2129 MAX-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 471.9 kNm (Min=-6.4553e-14) (Max=211.2)
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2130 MIN-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 118.0 kNm (Min=-13.8) (Max=94.0)

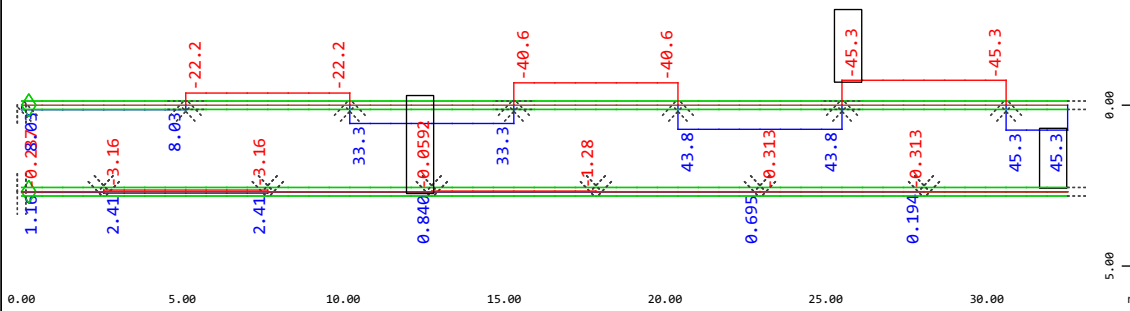


Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 2359. kN (Min=-499.2) (Max=1187.)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 2359. kN (Min=-1165.) (Max=513.4)

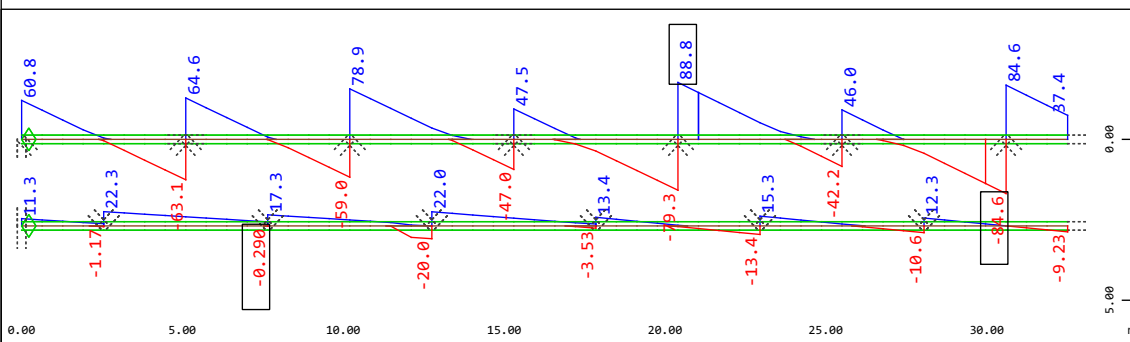


Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 654.7 kN (Min=-96.9) (Max=329.4)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 550.0 kN (Min=-380.0) (Max=81.9)

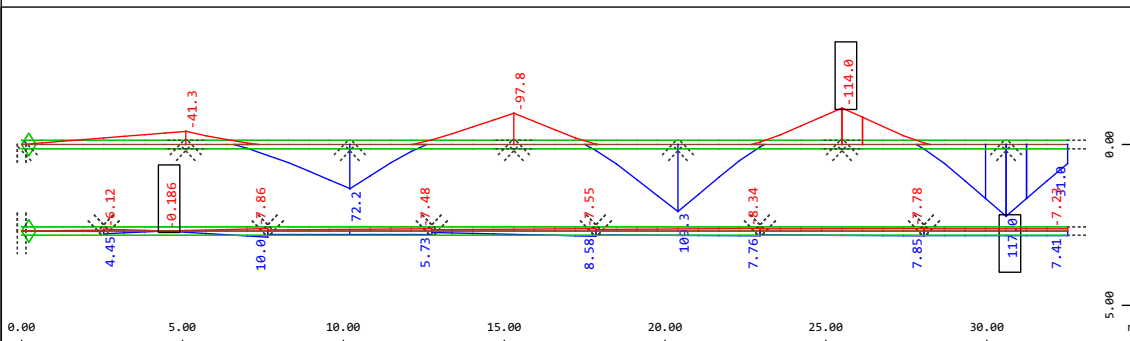
Modelleingabe



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente, Querkraft Vy, Lastfall 2123 MAX-VY STAB GZT, 1 cm im Raum = 137.5 kN (Min=-19.9) (Max=45.3)
Stabelemente, Querkraft Vy, Lastfall 2124 MIN-VY STAB GZT, 1 cm im Raum = 137.5 kN (Min=-45.3) (Max=19.9)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente, Querkraft Vz, Lastfall 2125 MAX-VZ STAB GZT, 1 cm im Raum = 118.0 kN (Min=-35.0) (Max=88.8)
Stabelemente, Querkraft Vz, Lastfall 2126 MIN-VZ STAB GZT, 1 cm im Raum = 118.0 kN (Min=-84.6) (Max=36.7)



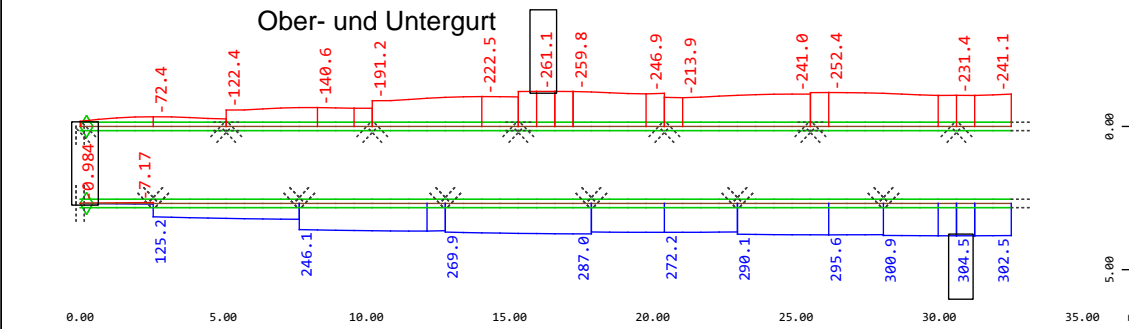
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente, Biegemoment Mz, Lastfall 2131 MAX-MZ STAB GZT, 1 cm im Raum = 123.4 kNm (Min=-50.2) (Max=117.0)
Stabelemente, Biegemoment Mz, Lastfall 2132 MIN-MZ STAB GZT, 1 cm im Raum = 235.9 kNm (Min=-114.0) (Max=51.5)

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.6.4

4.6.4 SPANNUNGEN UND DURCHBIEGUNGEN

Es wird nur noch ein Obergurt und eine Diagonalebene zwischen OG und UG betrachtet, da die Ergebnisse minimal voneinander abweichen. Es werden die maßgebenden Elemente dargestellt.

Ober- und Untergurt



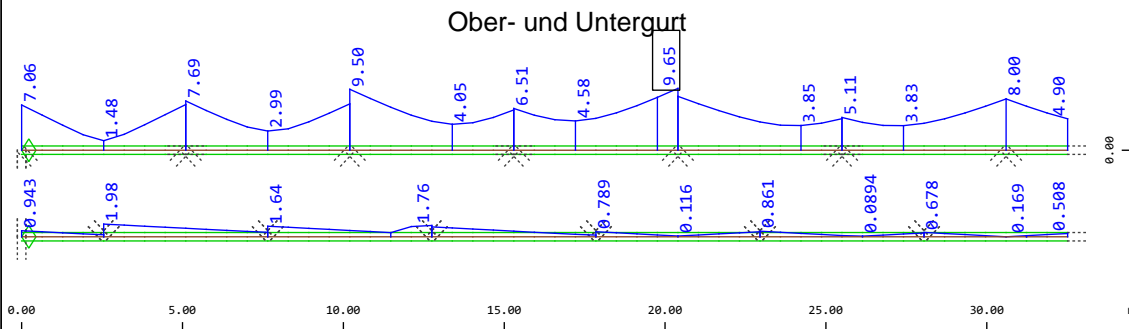
Y-X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen

M 1 : 264

, 1 cm im Raum = 696.9 MPa (Min=-68.9) (M
1 cm im Raum = 550.0 MPa (Min=-261.1)

Ober- und Untergurt



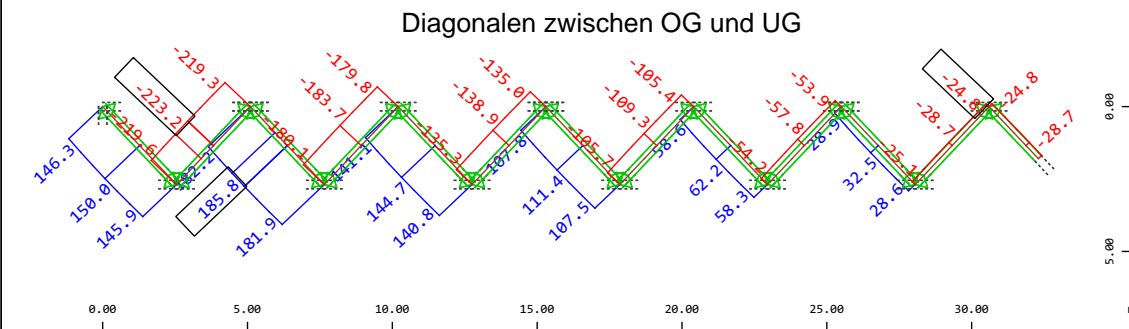
Y-X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente , Schubspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen

M 1 : 235

, 1 cm im Raum = 11.8 MPa (Max=9.65)

Diagonalen zwischen OG und UG



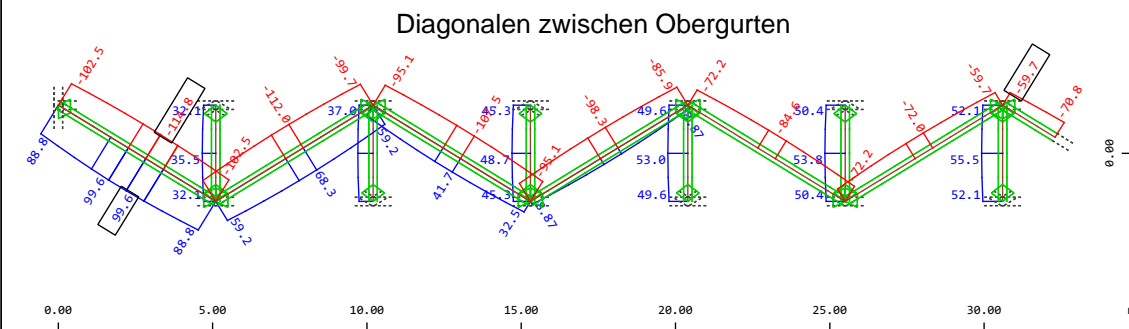
Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen

M 1 : 261

, 1 cm im Raum = 235.9 MPa (Min=-94.1) (M
1 cm im Raum = 471.9 MPa (Min=-223.2)

Diagonalen zwischen Obergurten



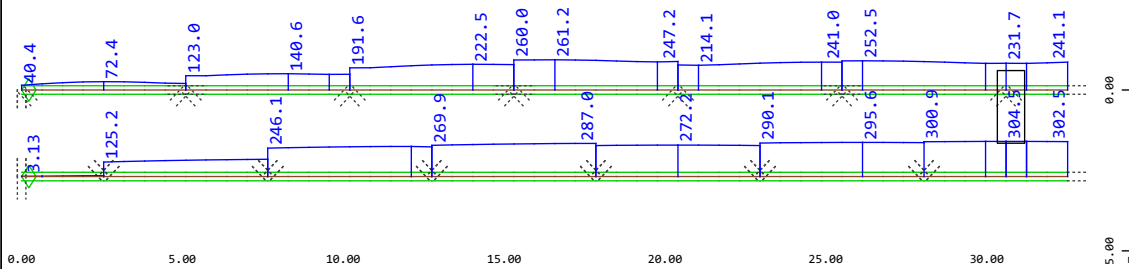
Z-X
Y

Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Maximalwert aus allen
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen

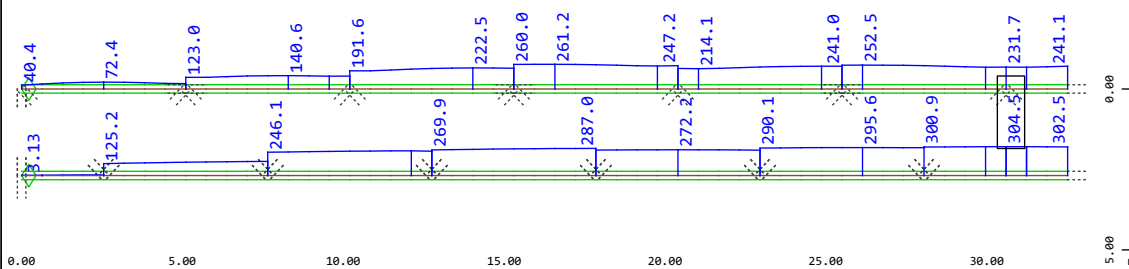
M 1 : 245

, 1 cm im Raum = 200.0 MPa (Min=-26.1) (M
1 cm im Raum = 307.8 MPa (Min=-114.8)

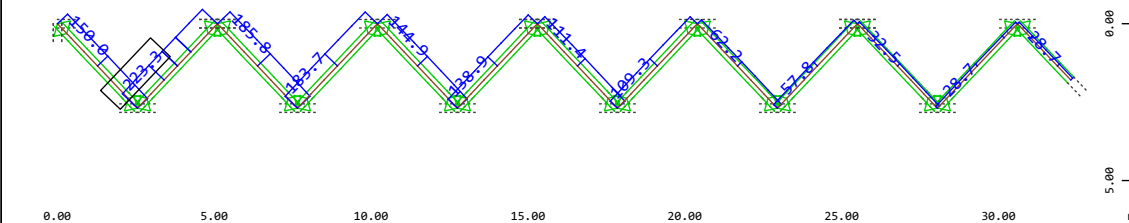
Modelleingabe



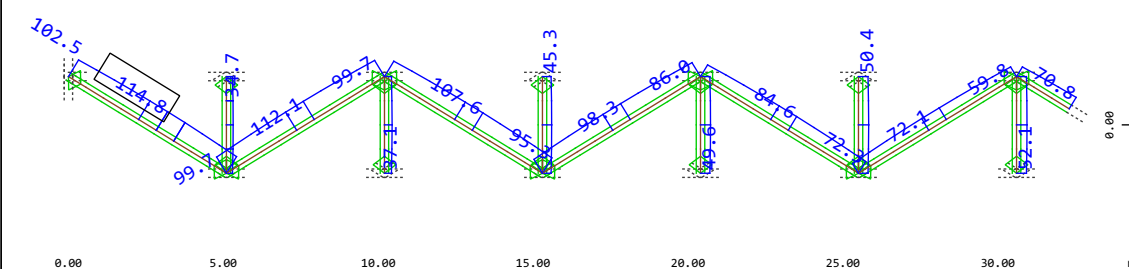
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente, Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material: Maximalwert aus allen, 1 cm im Raum = 654.7 MPa (Max=304.5)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 2 3
Stabelemente, Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material: Maximalwert aus allen, 1 cm im Raum = 800.0 MPa (Max=304.5)

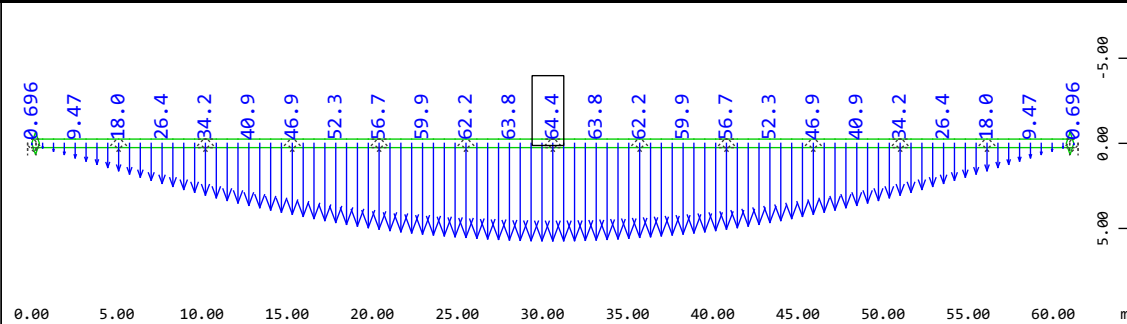


Systemausschnitt Gruppe 5
Stabelemente, Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material: Minimalwert aus allen, 1 cm im Raum = 800.0 MPa (Max=223.3)



Systemausschnitt Gruppe 6
Stabelemente, Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material: Minimalwert aus allen, 1 cm im Raum = 400.0 MPa (Max=114.8)

Modelleingabe

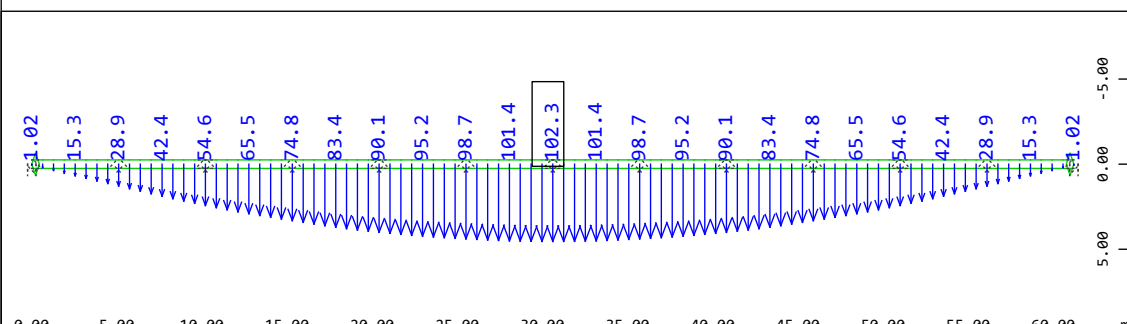


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=685.15 kN
1 cm im Raum = 50.0 mm (Max=64.4)

M 1 : 444

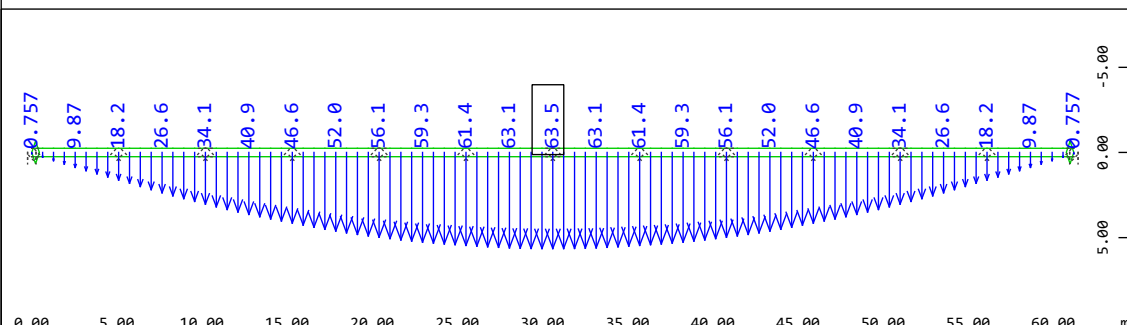


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast 1 cm im Raum
= 100.0 mm (Max=102.3)

M 1 : 444

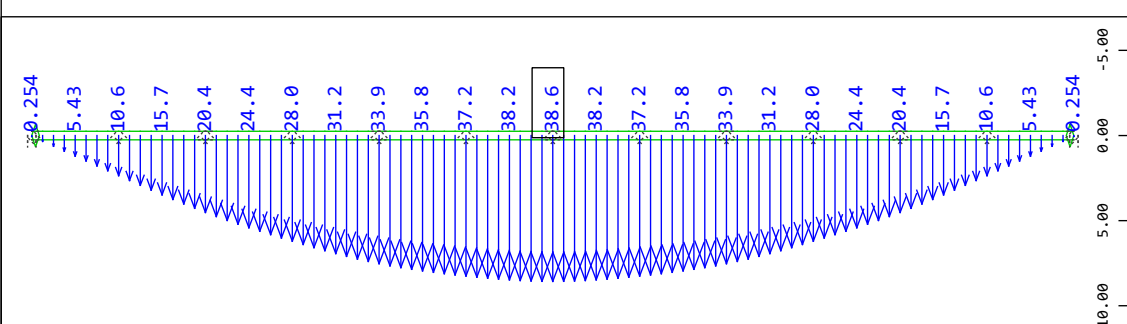


Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr 1 cm im Raum =
50.0 mm (Max=63.5)

M 1 : 444



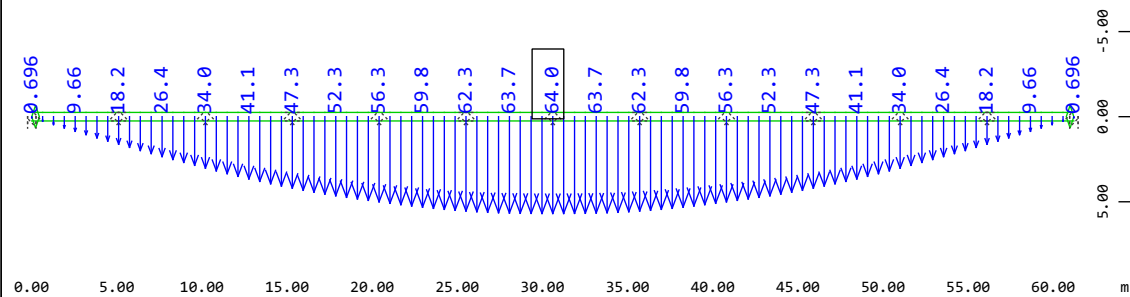
Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1

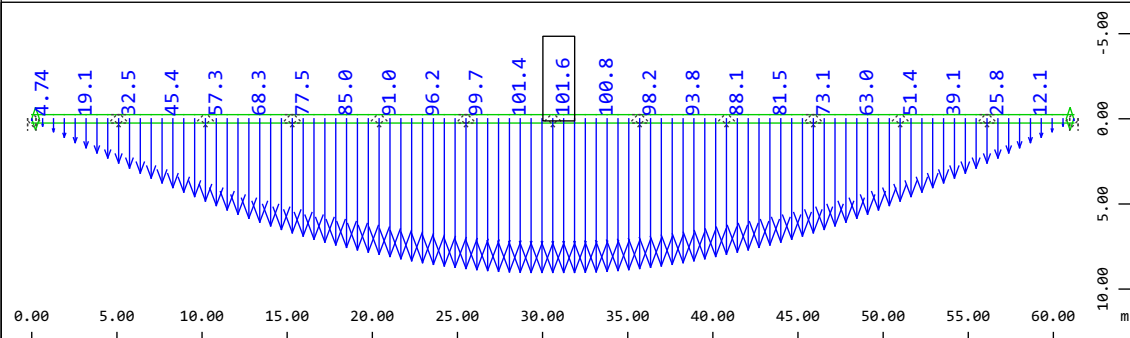
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr 1 cm im Raum =
20.0 mm (Max=38.6)

M 1 : 444

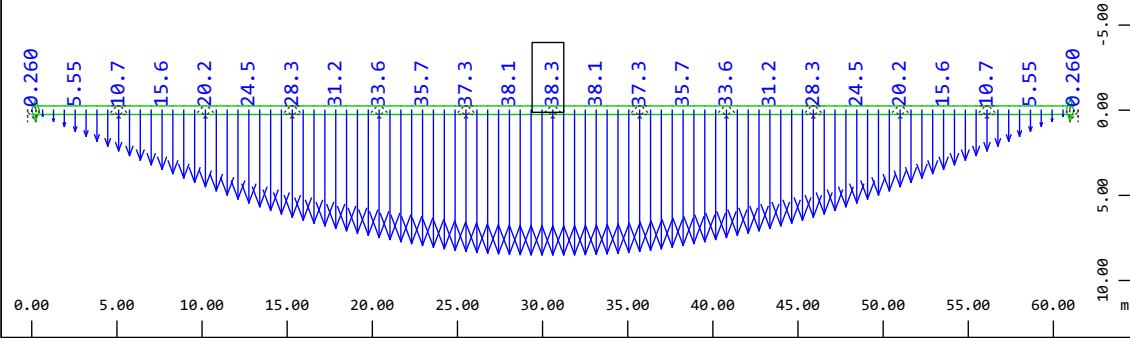
Modelleingabe



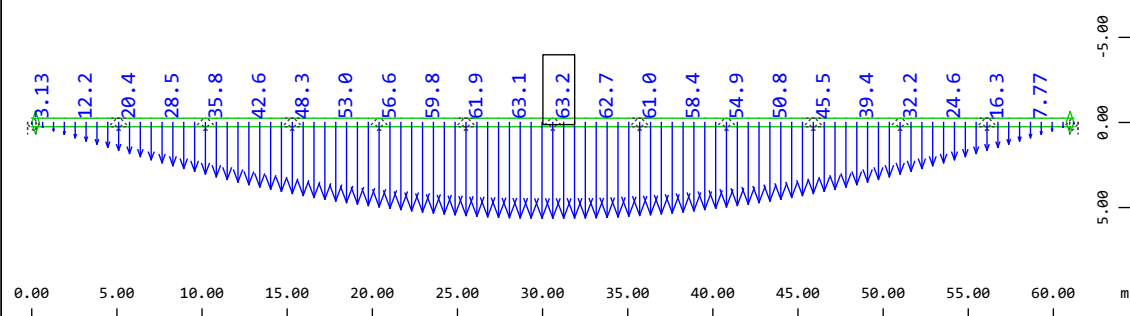
M 1 : 444



M 1 : 444

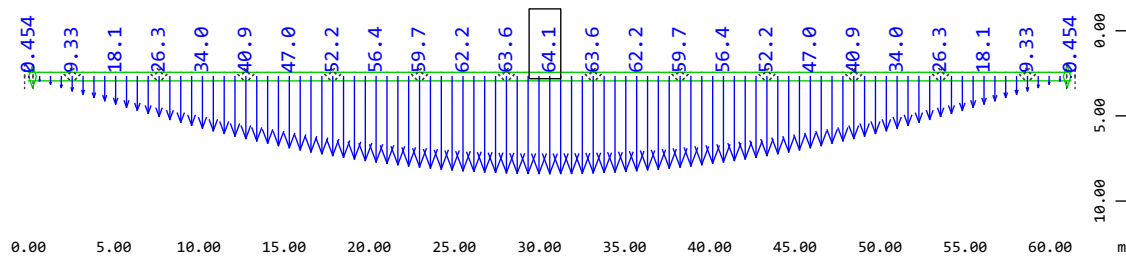


M 1 : 444



M 1 : 444

Modelleingabe

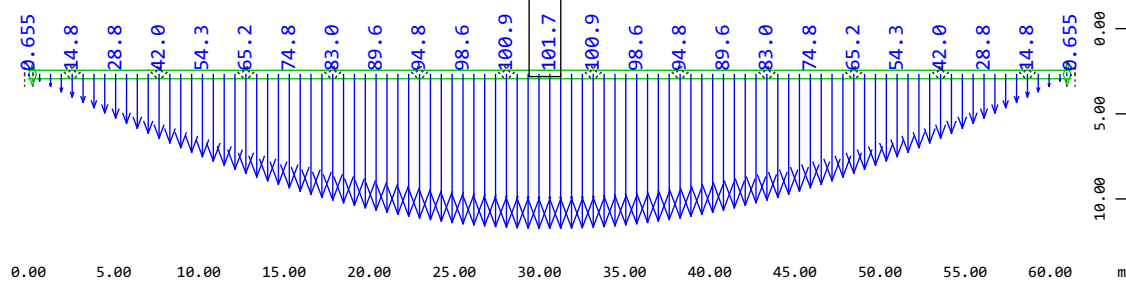


Y X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 444

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=685.15 kN
1 cm im Raum = 50.0 mm (Max=64.1)

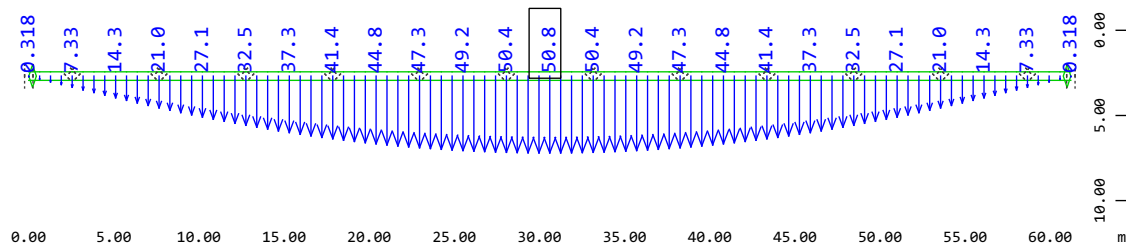


Y X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 444

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 2 Ausbaulast 1 cm im Raum
= 50.0 mm (Max=101.7)

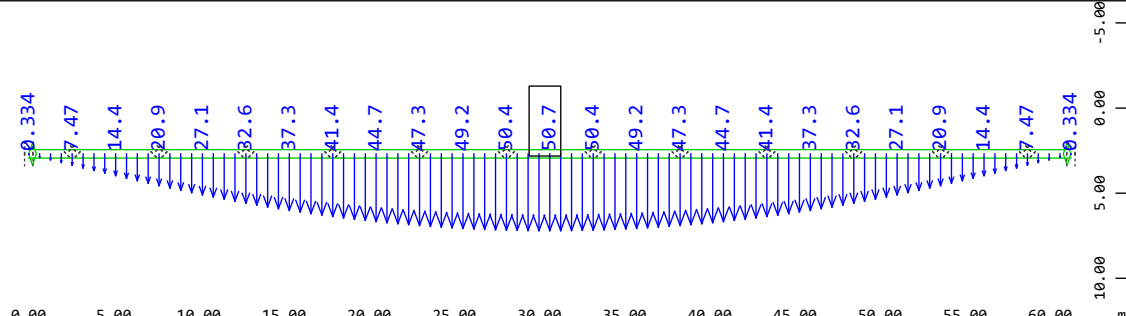


Y X
Z

Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 444

Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 11 Verkehr 1 cm im Raum =
50.0 mm (Max=50.8)

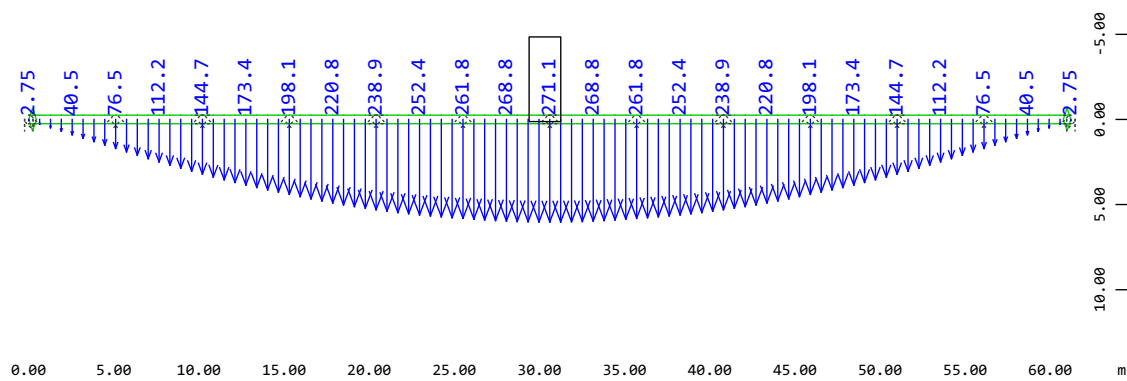


Y X
Z

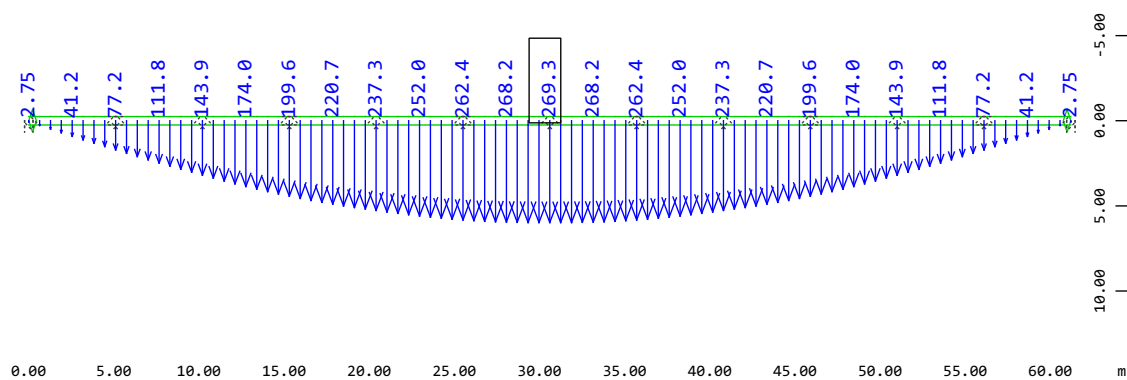
Systemausschnitt Gruppe 3

M 1 : 444

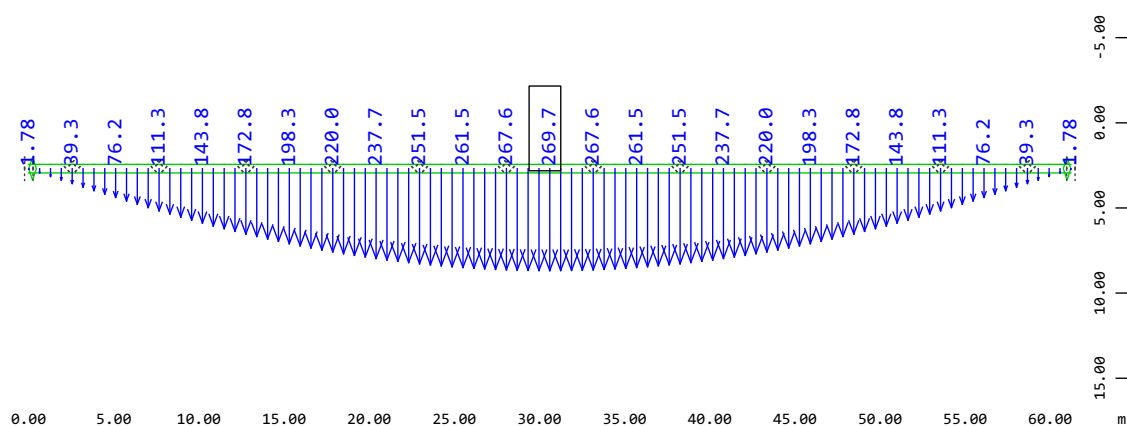
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 12 Verkehr 1 cm im Raum =
50.0 mm (Max=50.7)



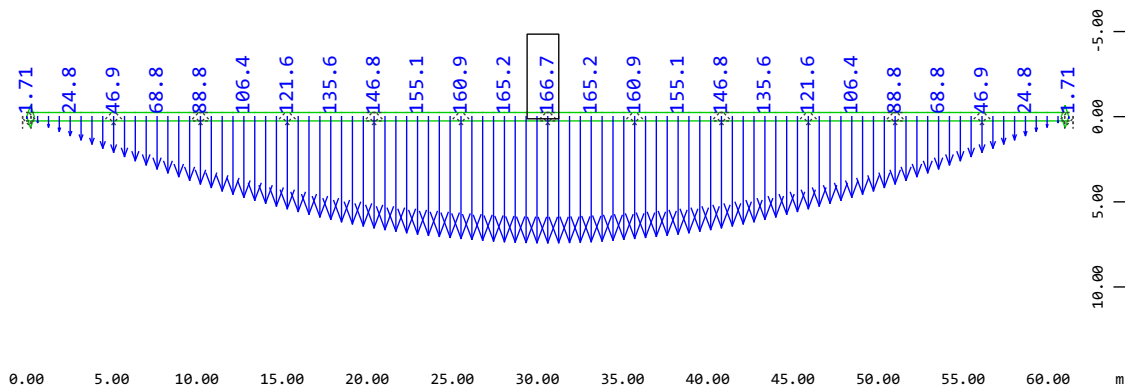
Systemausschnitt Gruppe 1
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 200.0 mm (Max=271.1)



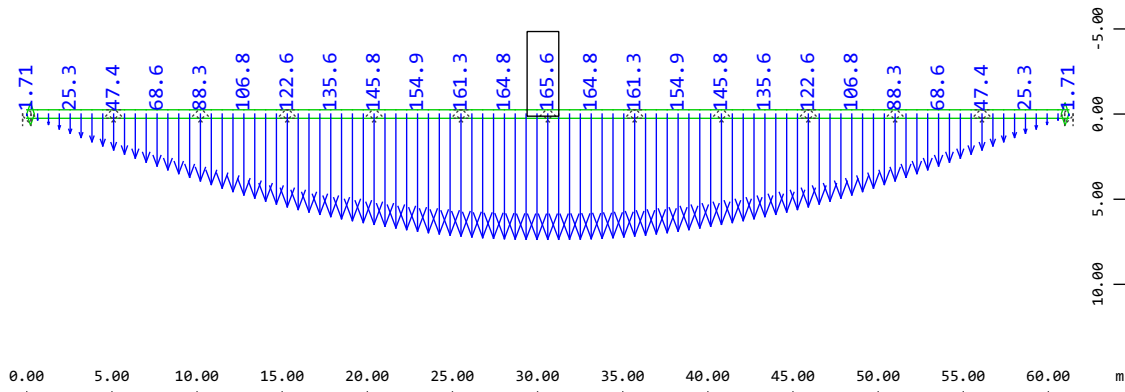
Systemausschnitt Gruppe 2
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 200.0 mm (Max=269.3)



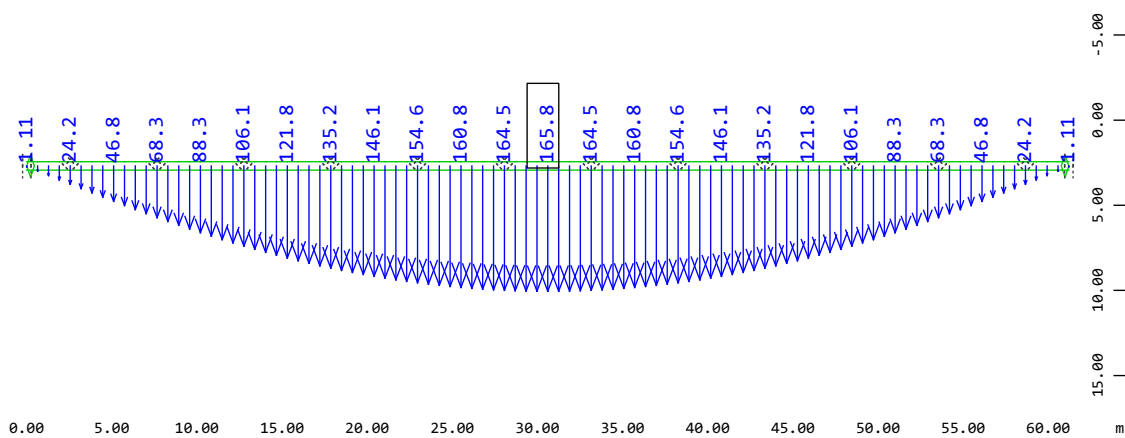
Systemausschnitt Gruppe 3
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1175 MAXR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 200.0 mm (Max=269.7)



Systemausschnitt Gruppe 1 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 100.0 mm (Max=166.7)

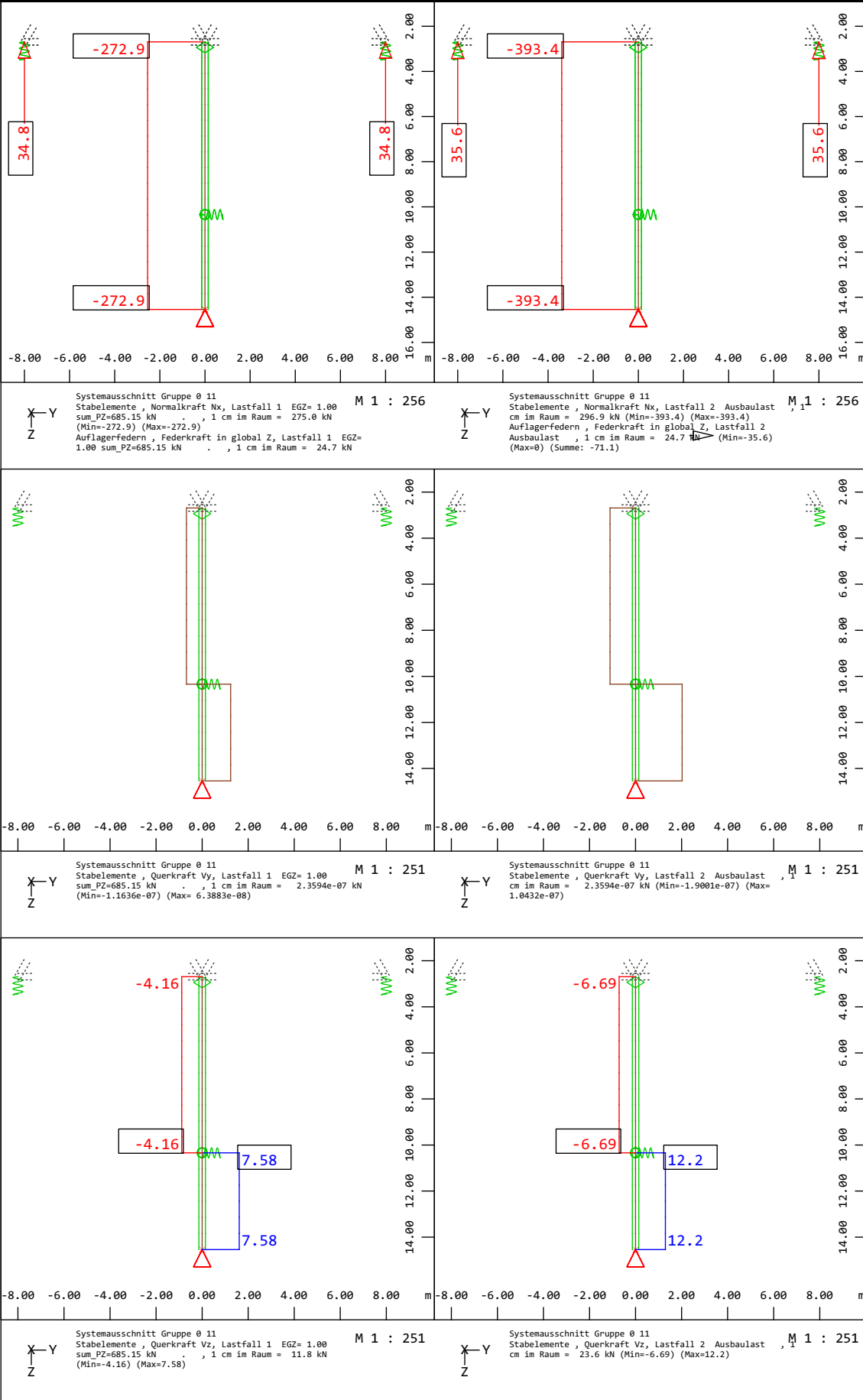


Systemausschnitt Gruppe 2 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 100.0 mm (Max=165.6)

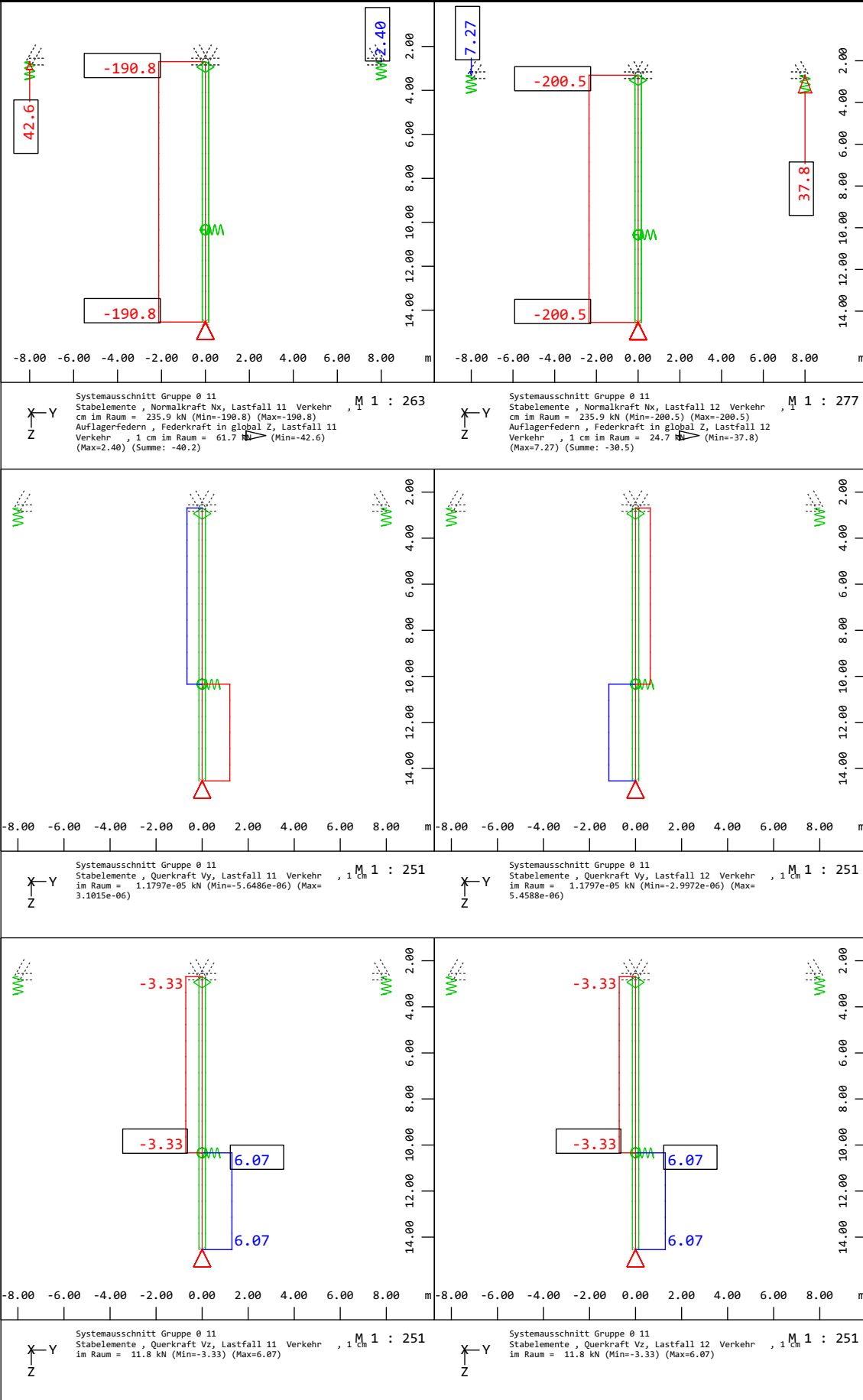


Systemausschnitt Gruppe 3 M 1 : 444
Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1176 MINR-UZ KNOT GZG_rare ,
1 cm im Raum = 100.0 mm (Max=165.8)

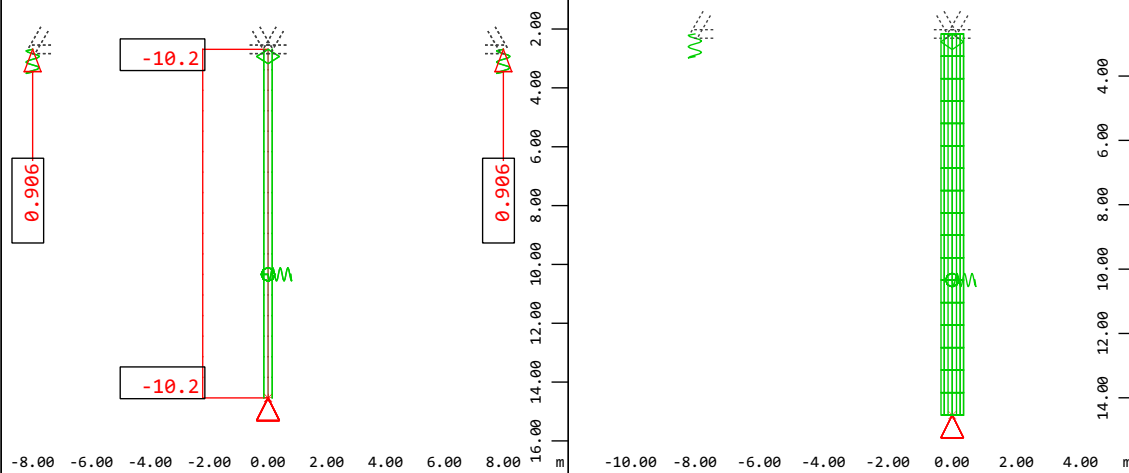
4.6.5 AUFLAGERKRÄFTE



Modelleingabe

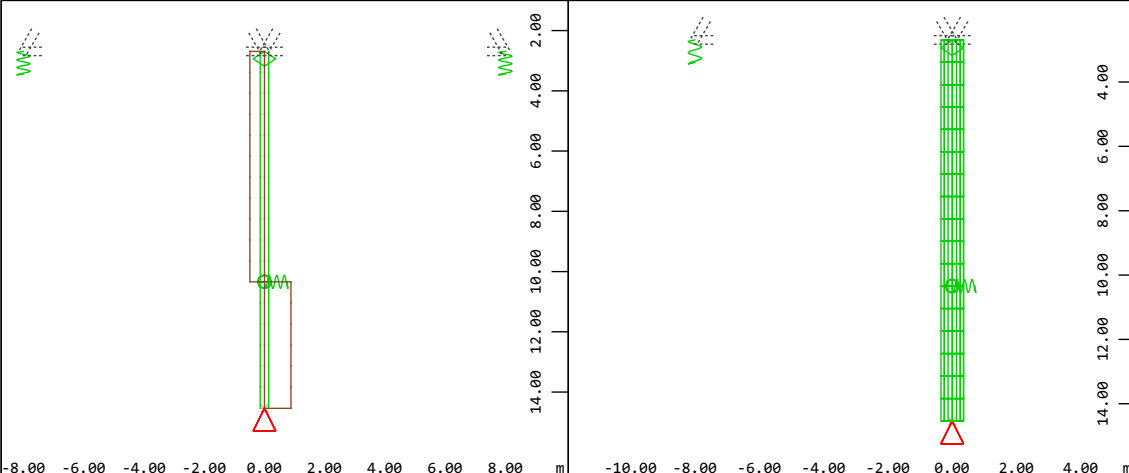


Modelleingabe



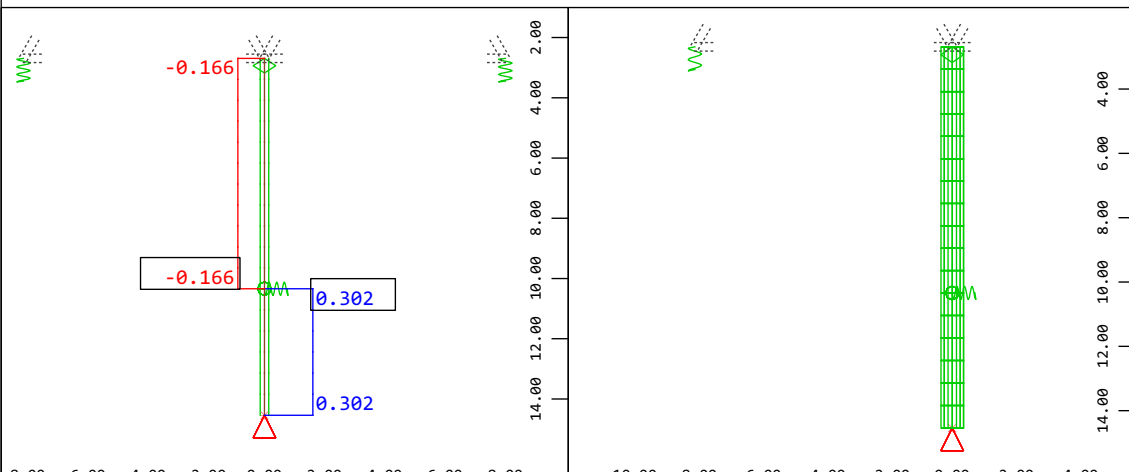
Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz
1 cm im Raum = 11.8 kN (Min=-10.2) (Max=-10.2)
Auflagerfedern , Federkraft in global Z, Lastfall 13
Ballfangnetz , 1 cm im Raum = 0.617 kN
(Min=-0.906) (Max=0) (Summe: -1.81)

Systemausschnitt Gruppe 0 11
Querschnitte
M 1 : 235



Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 13 Ballfangnetz
1 cm im Raum = 1.1797e-08 kN (Min=-4.1381e-09) (Max=2.2719e-09)

Systemausschnitt Gruppe 0 11
Querschnitte
M 1 : 235



Systemausschnitt Gruppe 0 11
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 13 Ballfangnetz
1 cm im Raum = 0.472 kN (Min=-0.166) (Max=0.302)

Systemausschnitt Gruppe 0 11
Querschnitte
M 1 : 235

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.7.1

4.7 RANDFACHWERK

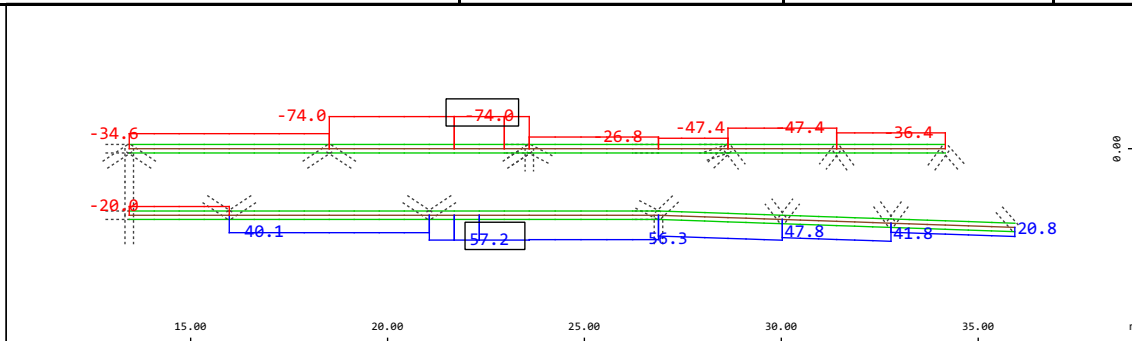
4.7.1 ALLGEMEINES

Nachfolgend werden die maßgebenden Randfachwerk-Nachweise geführt. Dafür werden die Schnittgrößen und Spannungen der zu den Pos. 4.3 bis 4.6 in den Positionen 4.7.2 bis 4.7.5 ermittelt und mit den aus Pos. 3 resultierend Kräften in Pos. 4.7.6 und 4.7.7 überlagert.

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		Auftrag Nr.	H22 11219	Seite	1
		Datum	06/2024	Pos.	4.7.2

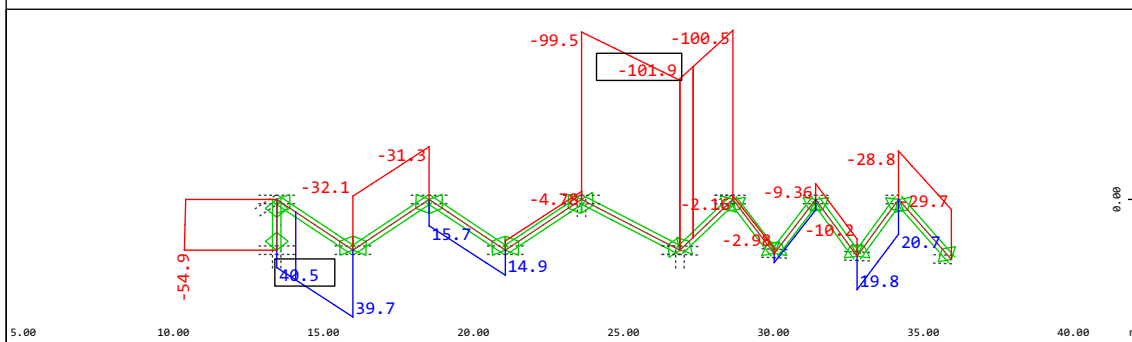
4.7.2 RANDFACHWERK ZUGEH. ZU BINDER ACHSE 2 / 15

Zu Pos. 4.3 gehörendes Randfachwerk



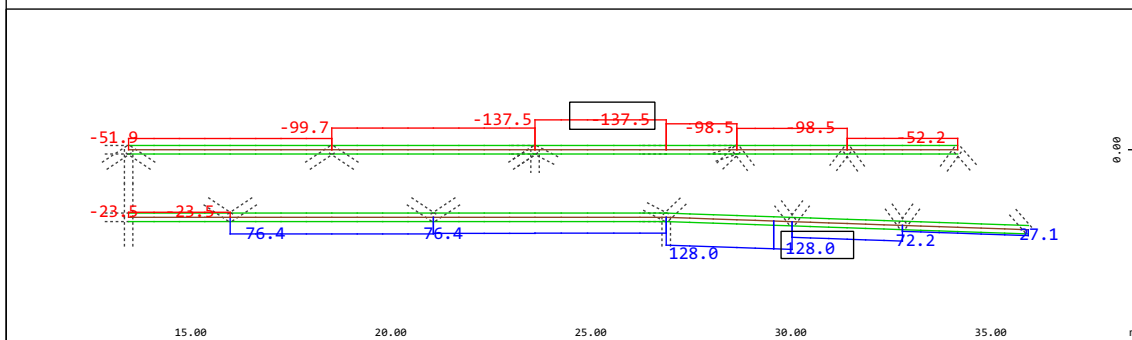
Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN , 1 cm im Raum = 174.2 kN
(Min=-74.0) (Max=57.2)

M 1 : 192



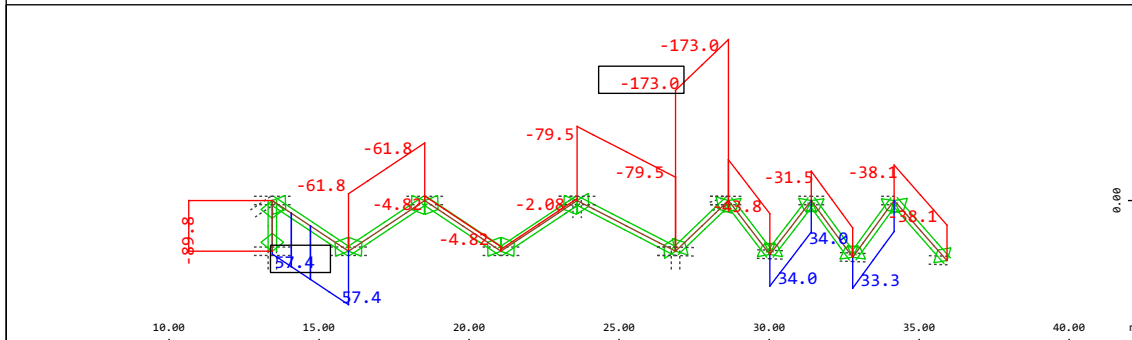
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=354.84 kN , 1 cm im Raum = 44.9 kN
(Min=-101.9) (Max=40.5)

M 1 : 252



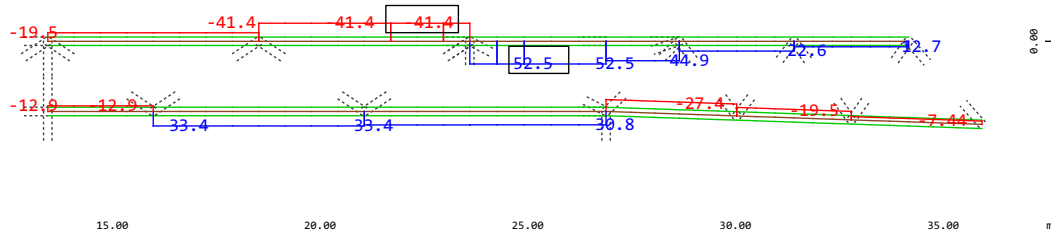
Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum = 348.4 kN (Min=-137.5)
(Max=128.0)

M 1 : 189

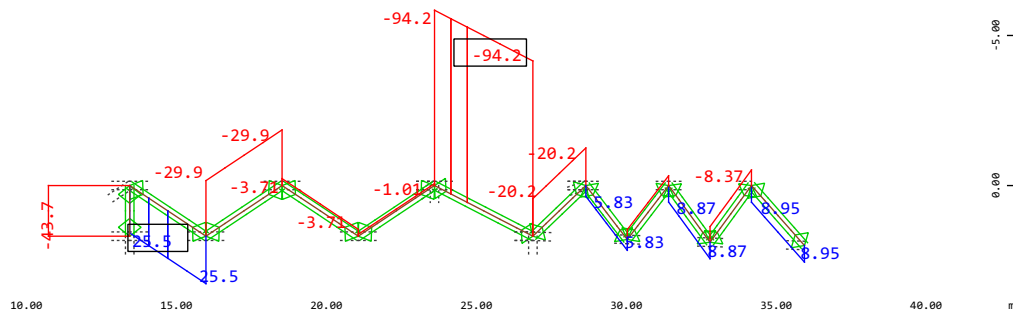


Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum = 81.2 kN (Min=-173.0) (Max=57.4)

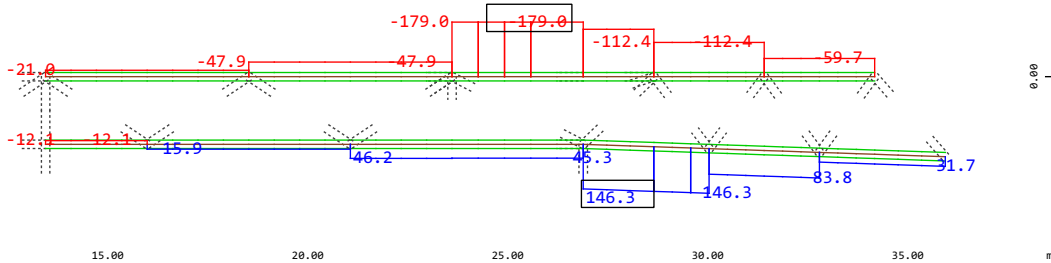
M 1 : 252



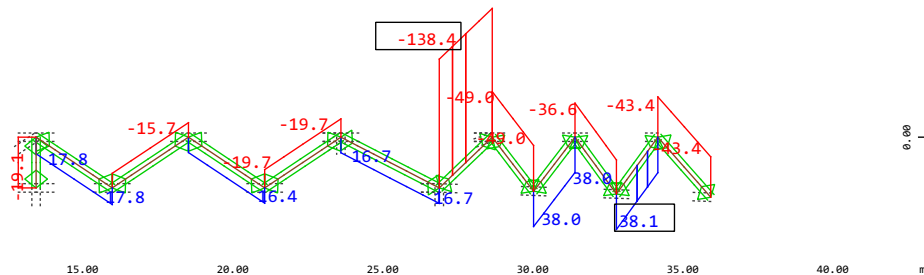
Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum = 174.2 kN (Min=-41.4) (Max=52.5)
M 1 : 182



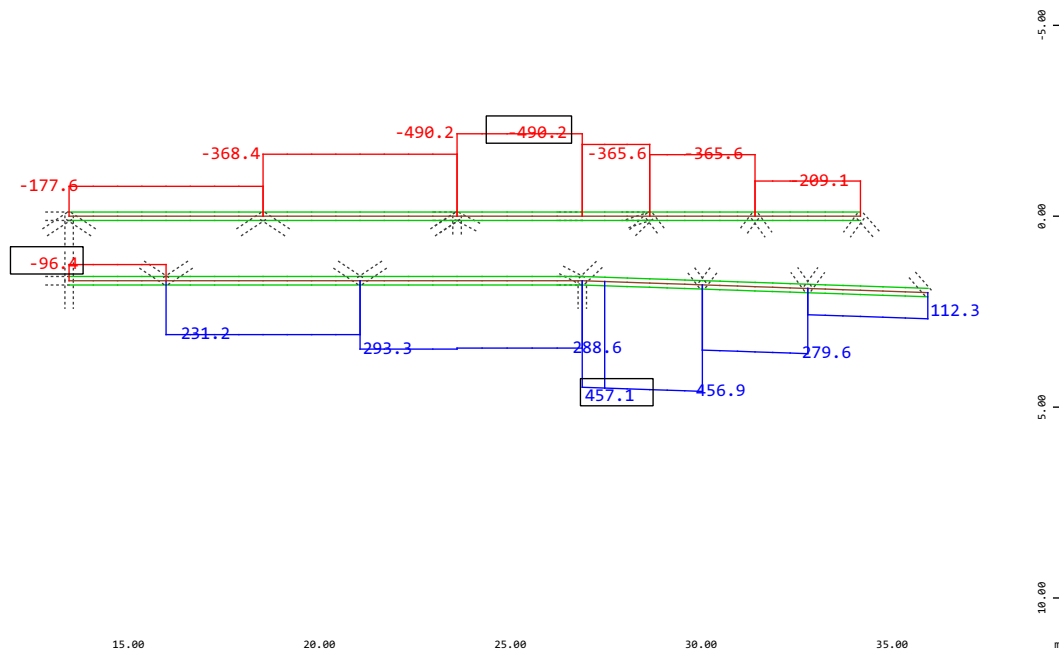
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum = 40.6 kN (Min=-94.2) (Max=25.5)
M 1 : 252



Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 247.7 kN (Min=-179.0) (Max=146.3)
M 1 : 189



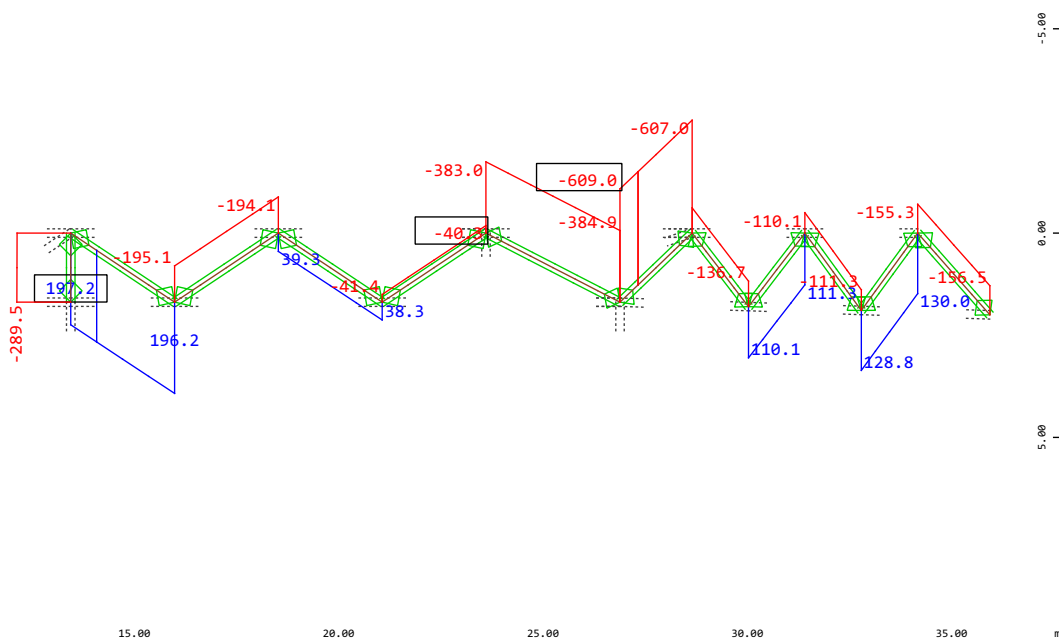
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum = 81.2 kN (Min=-138.4) (Max=38.1)
M 1 : 252



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 324.2 kN (Min=-173.6)
(Max=457.1)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 449.2 kN (Min=-490.2)
(Max=134.9)

M 1 : 198

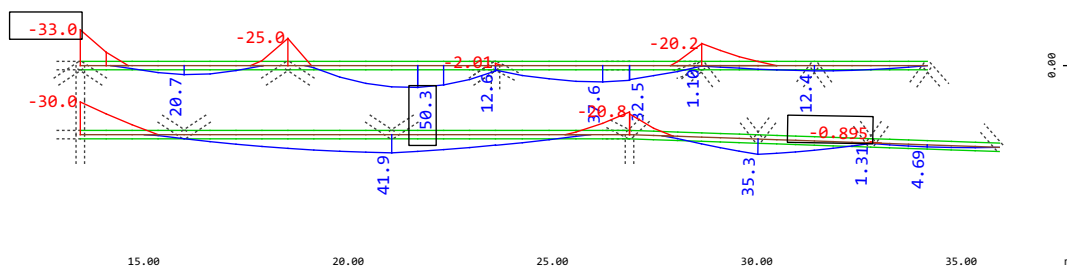


Y-X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 162.5 kN (Min=-274.9)
(Max=197.2)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 406.2 kN (Min=-609.0)
(Max=97.9)

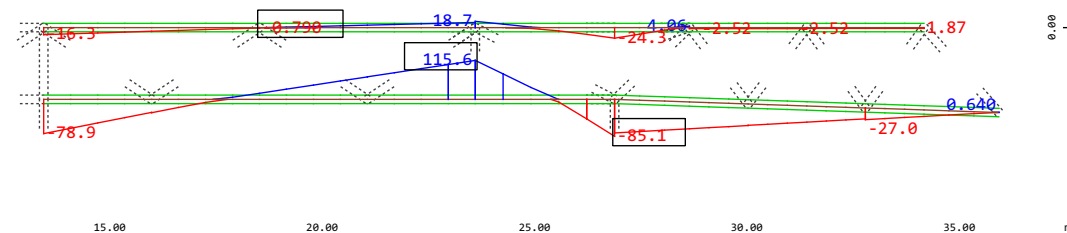
M 1 : 185

Modelleingabe



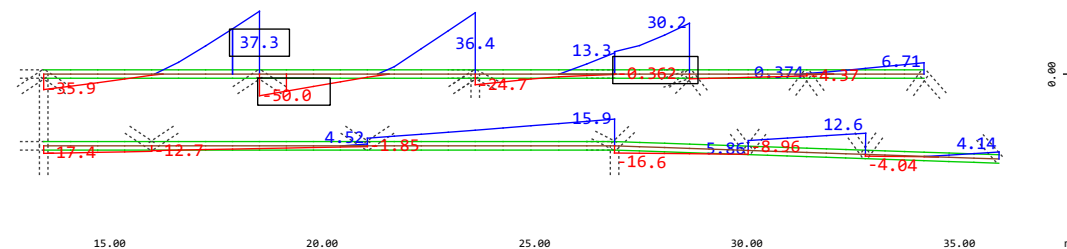
Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2129 MAX-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 174.2 kNm (Min=-11.7)
(Max=50.3)
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2130 MIN-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 69.7 kNm (Min=-33.0)
(Max=24.7)

M 1 : 185



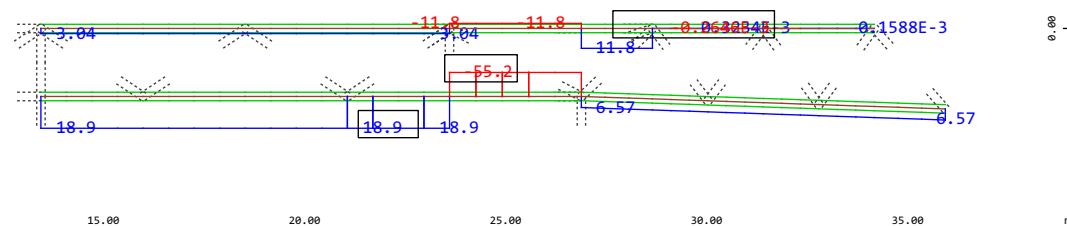
Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2131 MAX-MZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 224.2 kNm (Min=-37.9)
(Max=115.6)
Stabelemente , Biegemoment Mz, Lastfall 2132 MIN-MZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 174.2 kNm (Min=-85.1)
(Max=51.8)

M 1 : 178



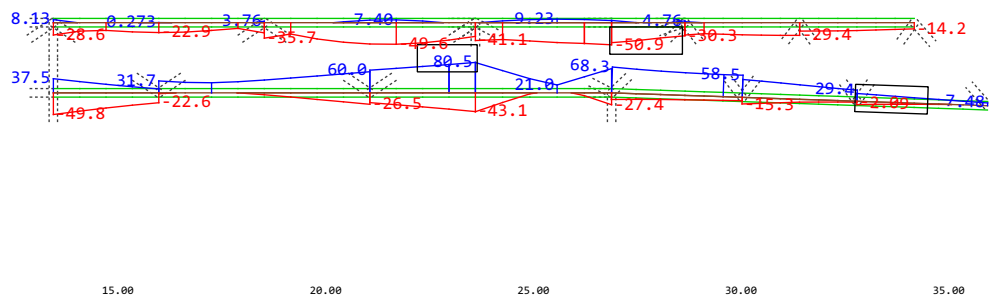
Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2125 MAX-VZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 44.8 kN (Min=-24.3)
(Max=37.3)
Stabelemente , Querkraft Vz, Lastfall 2126 MIN-VZ STAB GZT , 1 cm im Raum = 174.2 kN (Min=-50.0)
(Max=18.9)

M 1 : 178



Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2123 MAX-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 44.8 kN (Min=-24.7)
(Max=18.9)
Stabelemente , Querkraft Vy, Lastfall 2124 MIN-VY STAB GZT , 1 cm im Raum = 174.2 kN (Min=-55.2)
(Max=8.49)

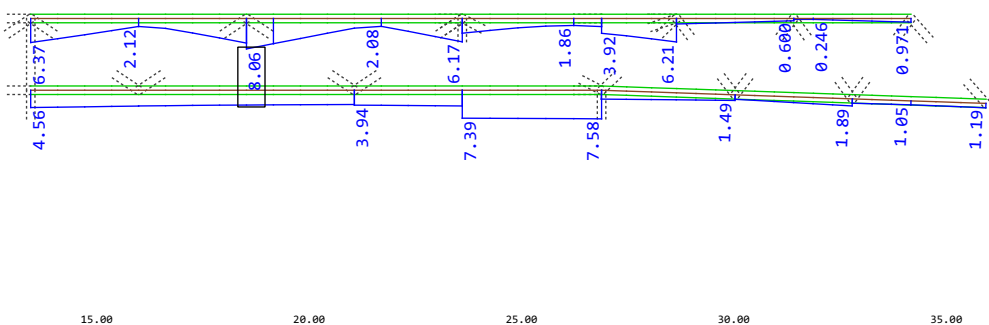
M 1 : 188



Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) ,
1 cm im Raum = 200.0 MPa (Min=-9.73) (Max=80.5)
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993)
, 1 cm im Raum = 174.2 MPa (Min=-50.9) (Max=7.00)

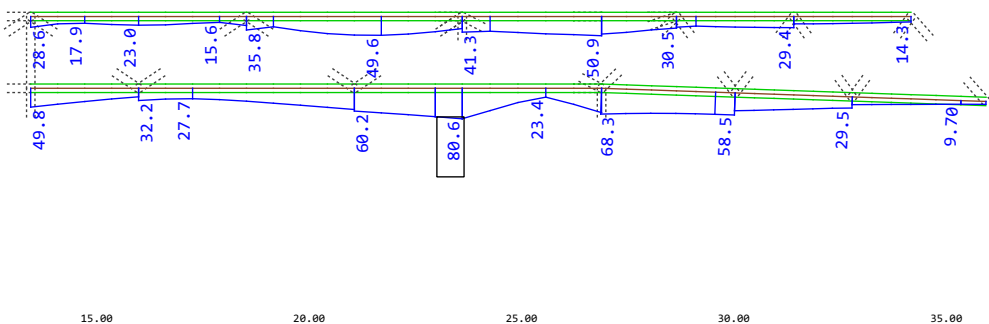
M 1 : 182



Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Schubspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm
im Raum = 20.0 MPa (Max=8.06)

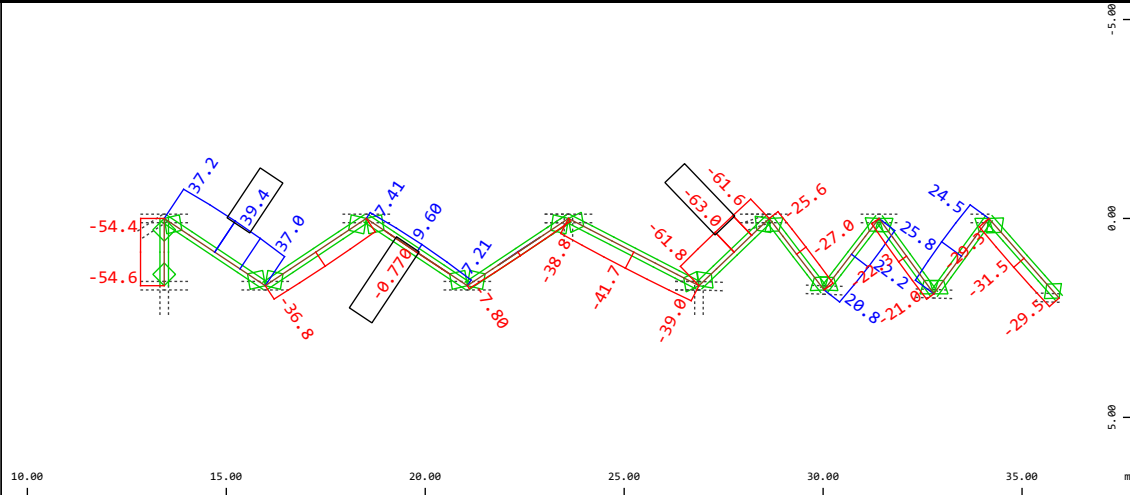
M 1 : 178



Y
X
Z

Systemausschnitt Gruppe 31
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1
cm im Raum = 200.0 MPa (Max=80.6)

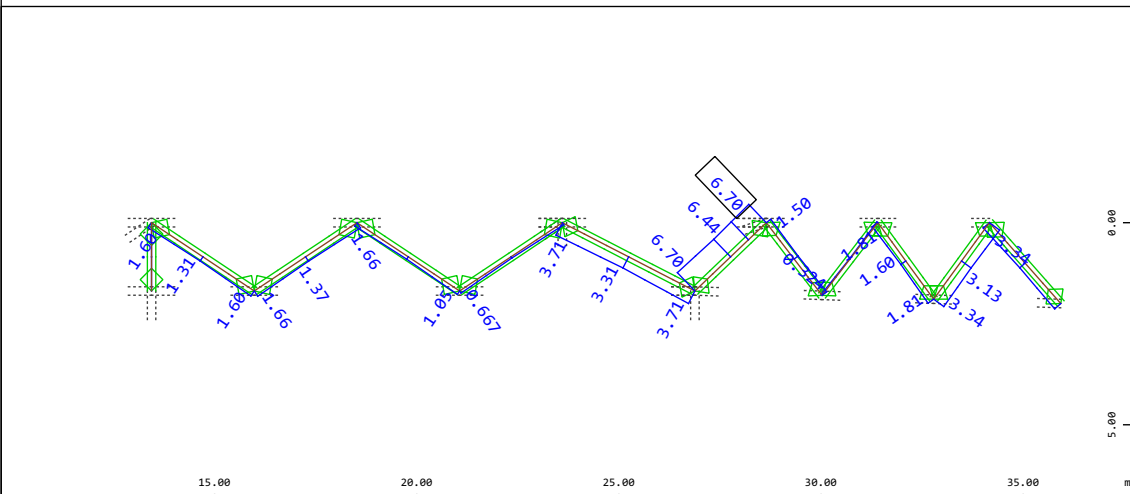
M 1 : 178



Y X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 32
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) ,
1 cm im Raum = 80.0 MPa (Min=-27.9) (Max=39.4)
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993)
, 1 cm im Raum = 174.2 MPa (Min=-63.0) (Max=18.5)

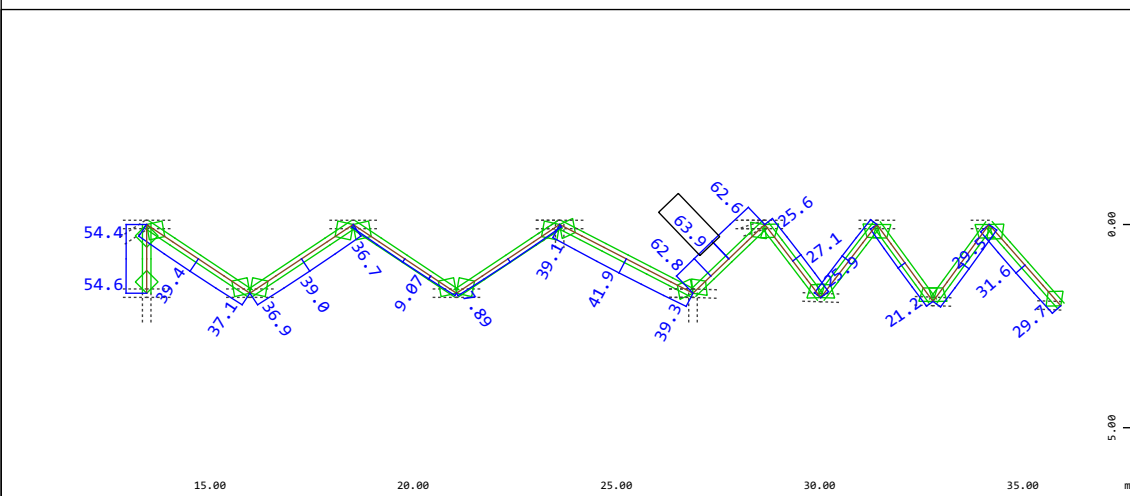
M 1 : 190



Y X
Z

Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 32
Stabelemente , Schubspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm
im Raum = 20.0 MPa (Max=6.70)


M 1 : 187



Y X
Z

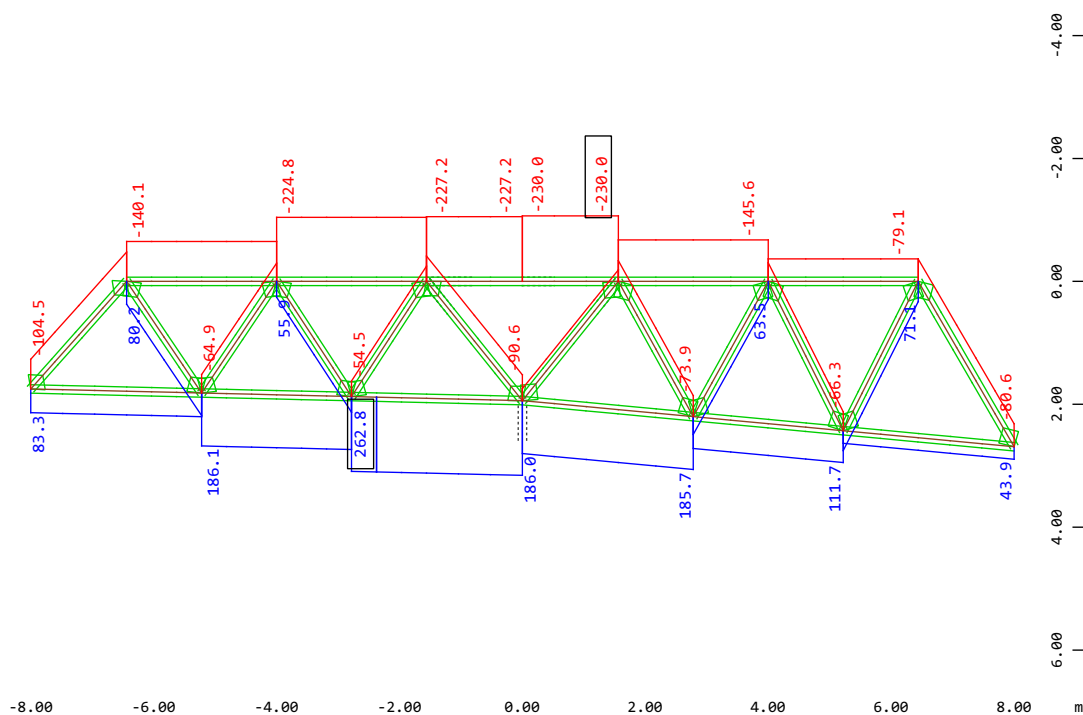
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 15 32
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355 (EN 1993) , 1
cm im Raum = 200.0 MPa (Max=63.9)

M 1 : 186

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr.	H22 11219	Seite	1
		Datum	06/2024	Pos.	4.7.3

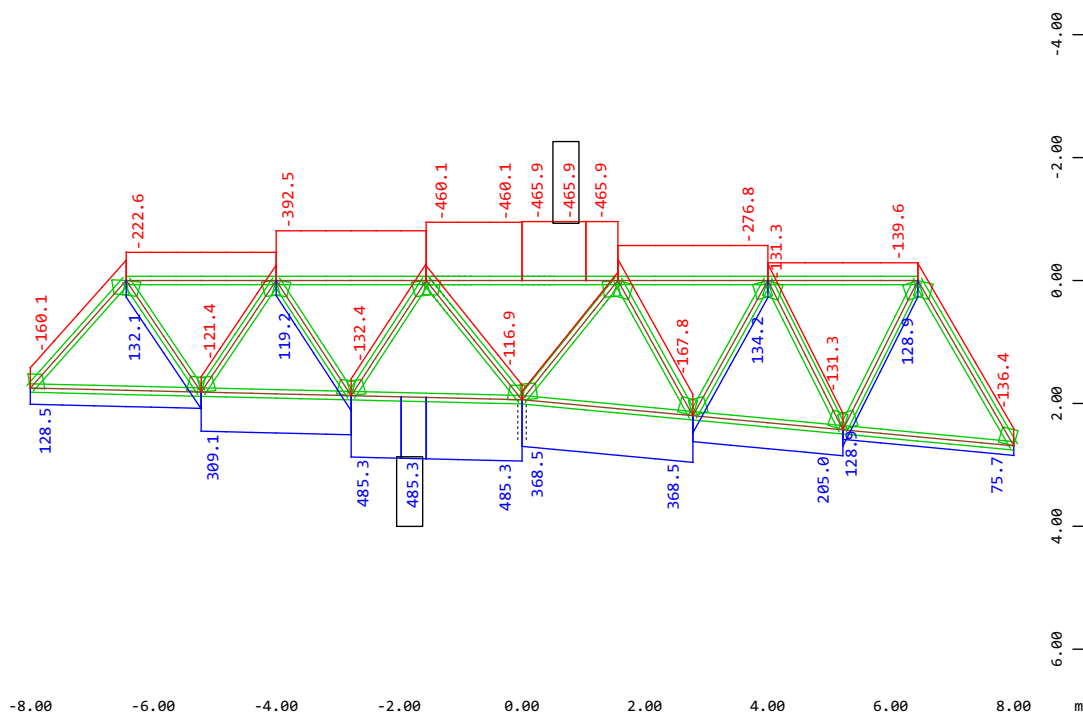
4.7.3 RANDFACHWERK ZUGEH. ZU BINDER ACHSE 3 /14

Zu Pos. 4.4 gehörendes Randfachwerk



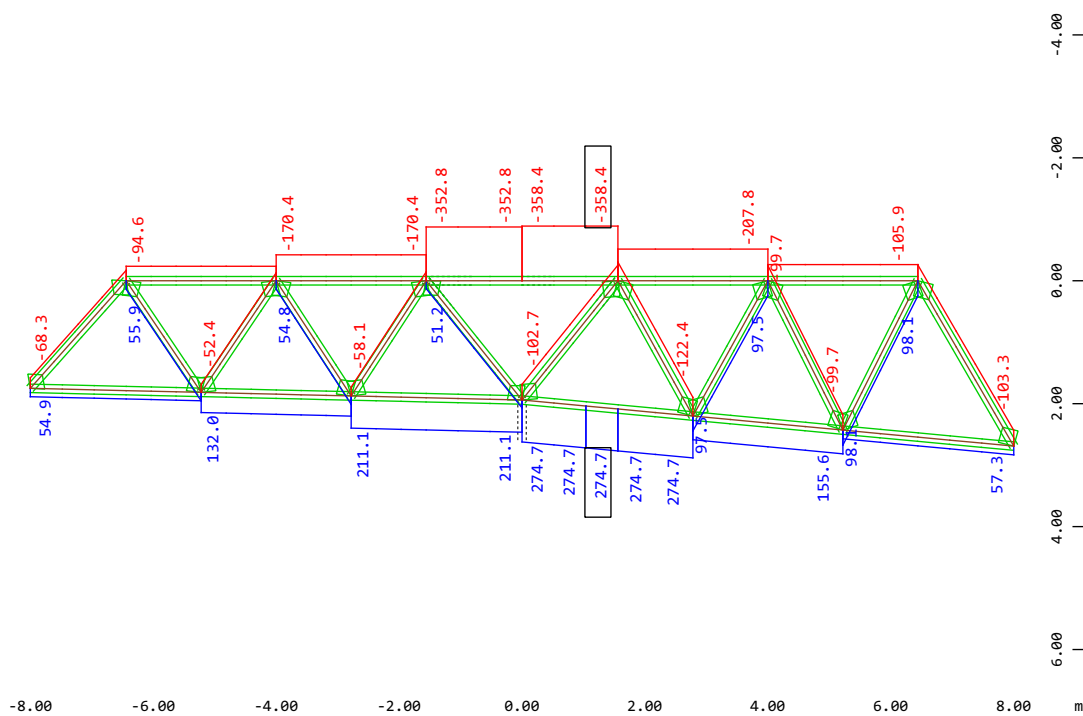
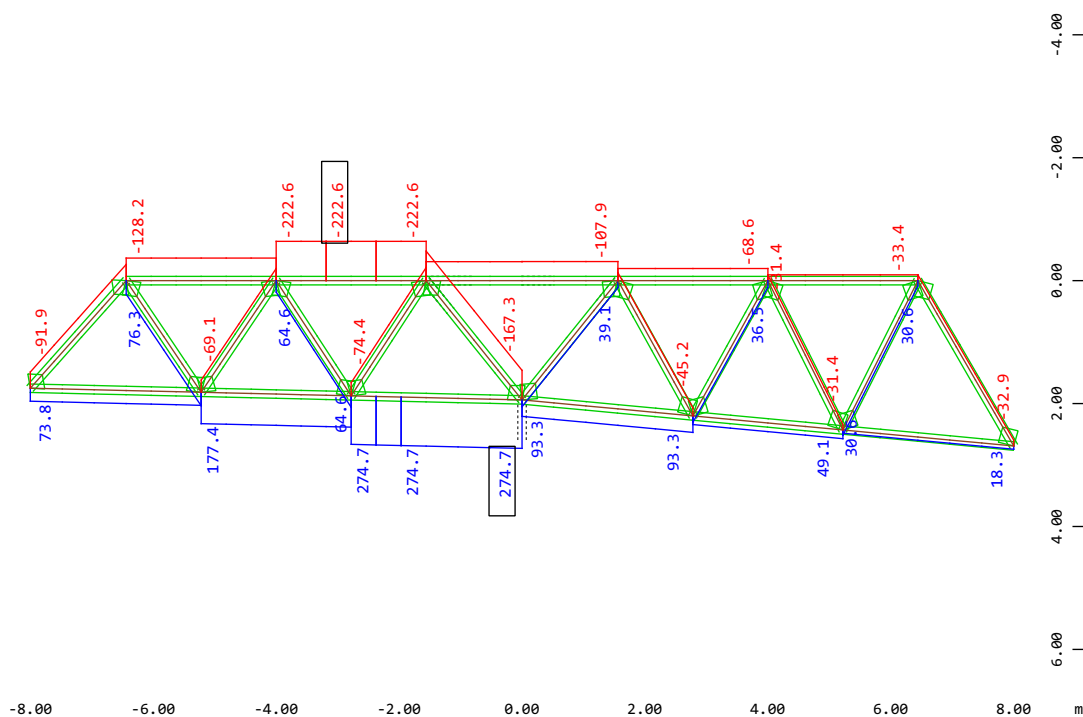
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=493.55 kN
1 cm im Raum = 265.6 kN (Min=-230.0) (Max=262.8)

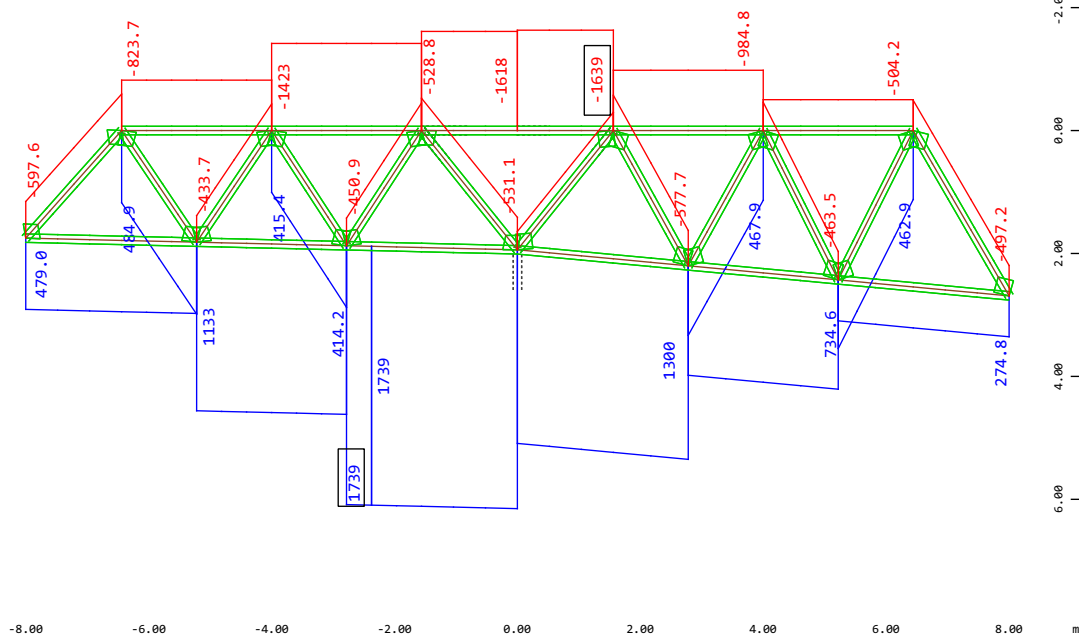
M 1 : 123



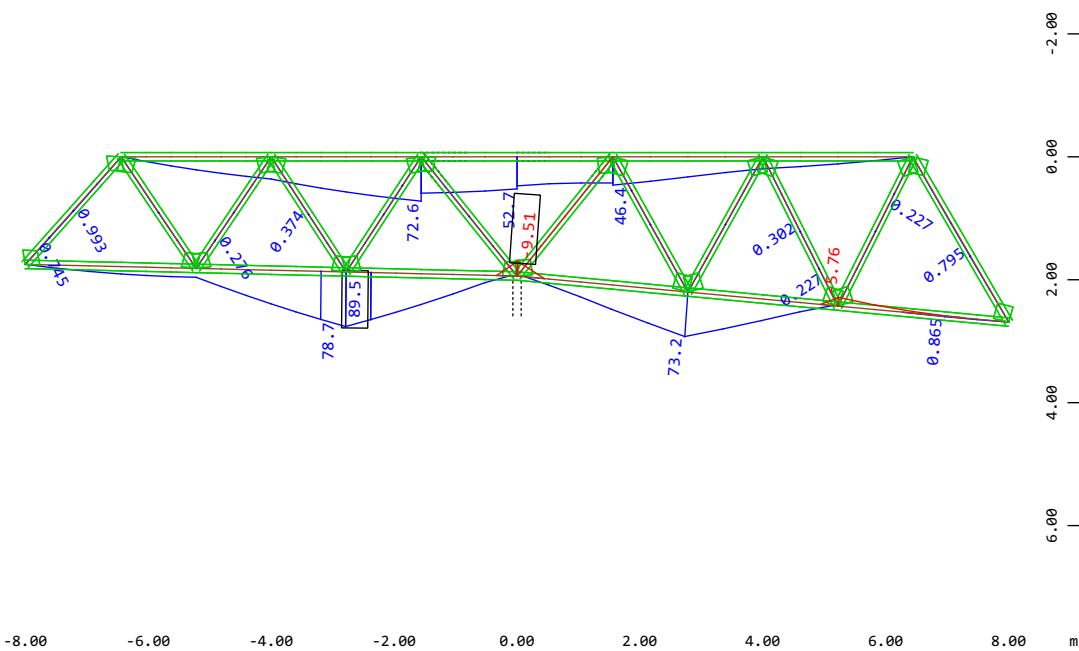
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
597.7 kN (Min=-465.9) (Max=485.3)

M 1 : 123

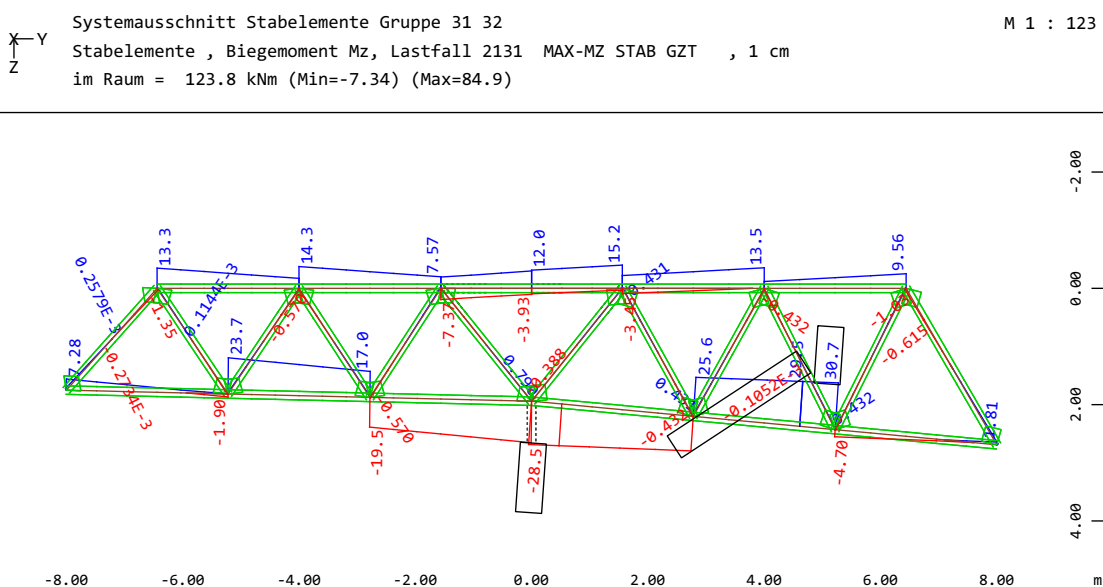
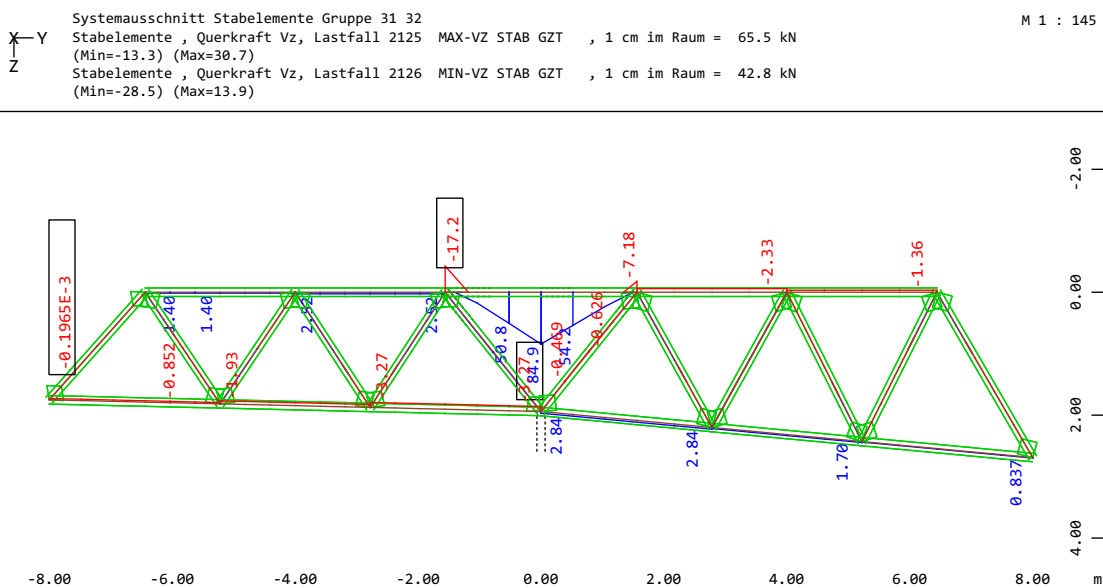
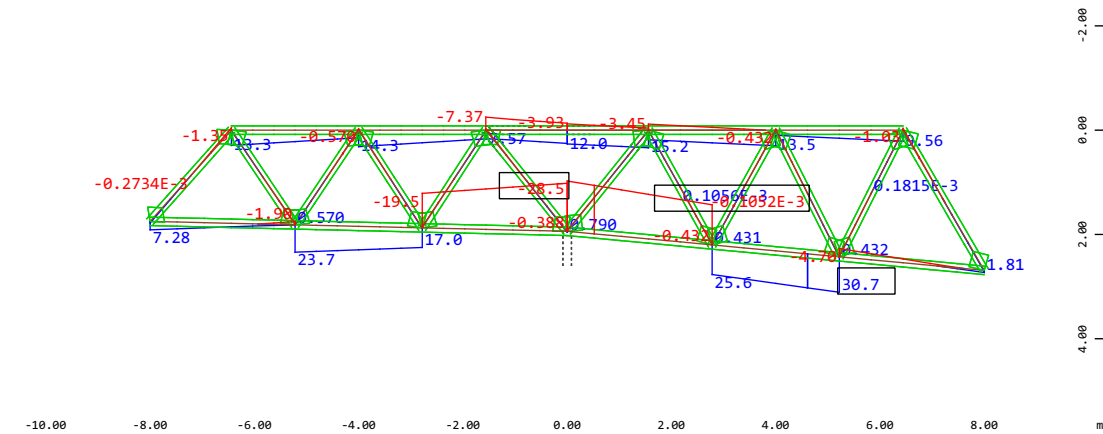


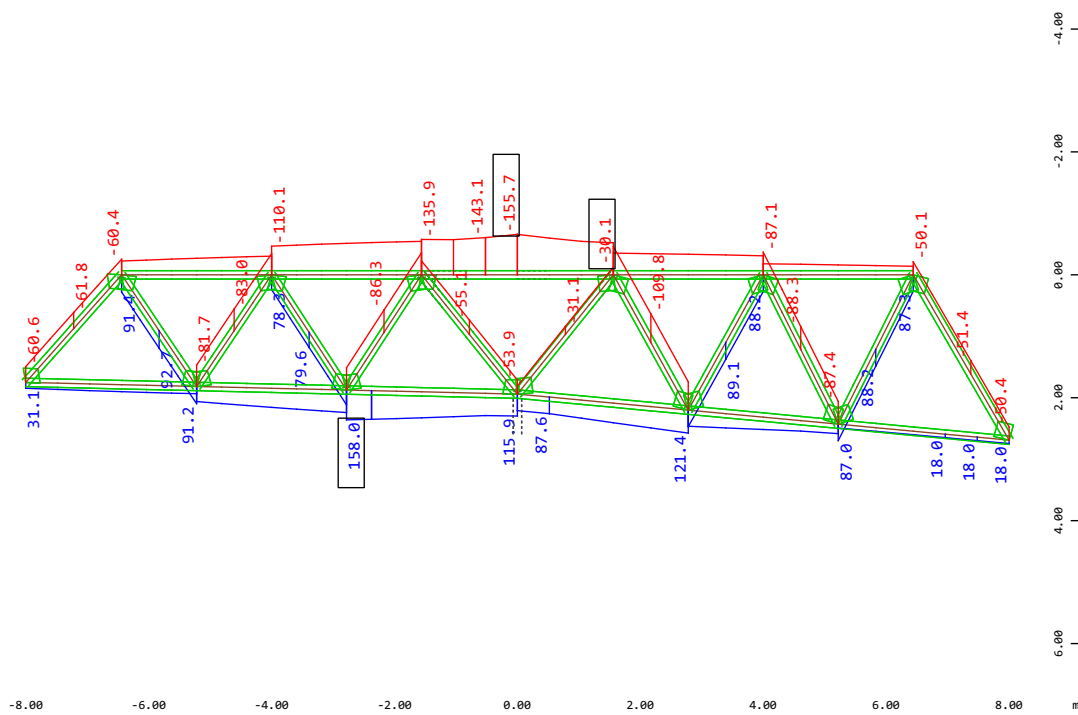


Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32 M 1 : 123
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 507.8 kN
(Min=-695.9) (Max=1739.)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 1234. kN
(Min=-1639.) (Max=748.0)



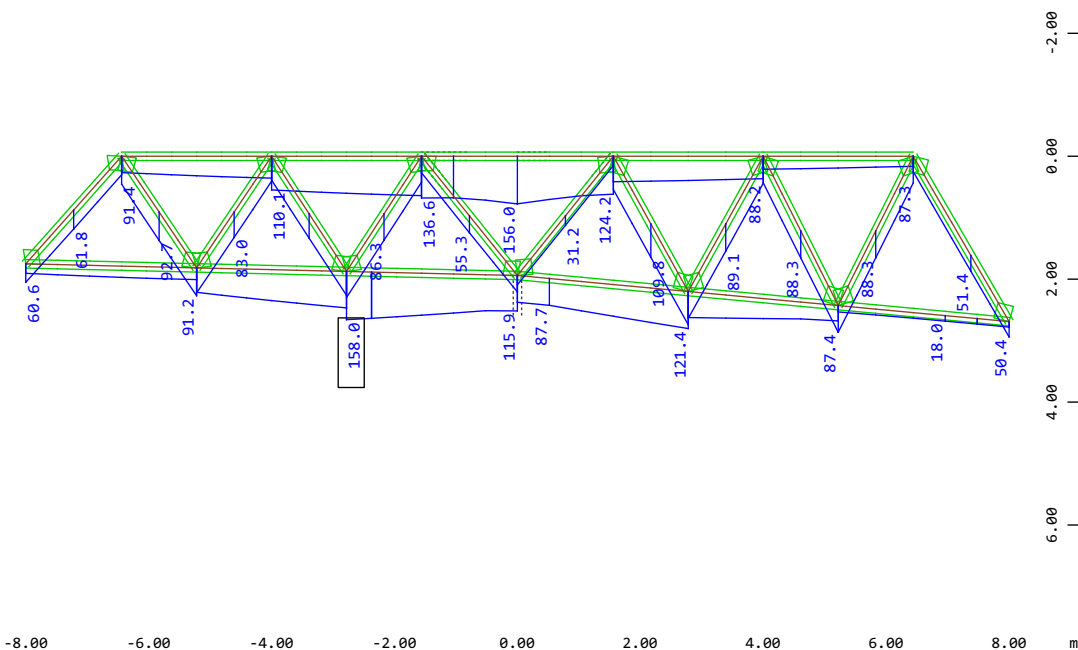
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32 M 1 : 123
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2129 MAX-MY STAB GZT , 1 cm
im Raum = 123.8 kNm (Min=-3.51) (Max=89.5)






Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355
(EN 1993) , 1 cm im Raum = 400.0 MPa (Min=-45.6) (Max=158.0)
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material 1 S 355
(EN 1993) , 1 cm im Raum = 290.6 MPa (Min=-155.7) (Max=45.4)

M 1 : 123



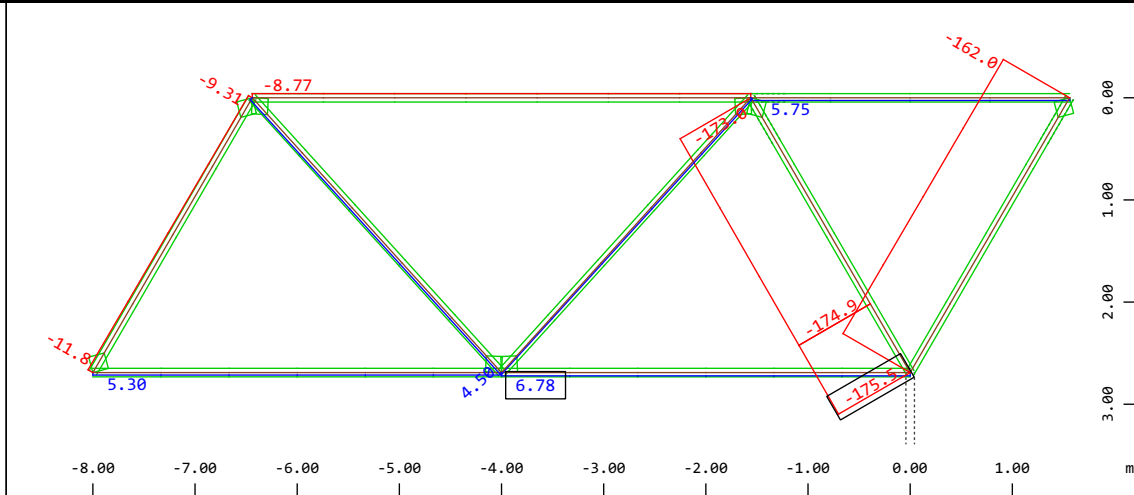
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material 1 S 355 (EN 1993) , 1 cm im Raum = 247.7 MPa (Max=158.0)

M 1 : 123

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr.	H22 11219	Seite	1
		Datum	06/2024	Pos.	4.7.4

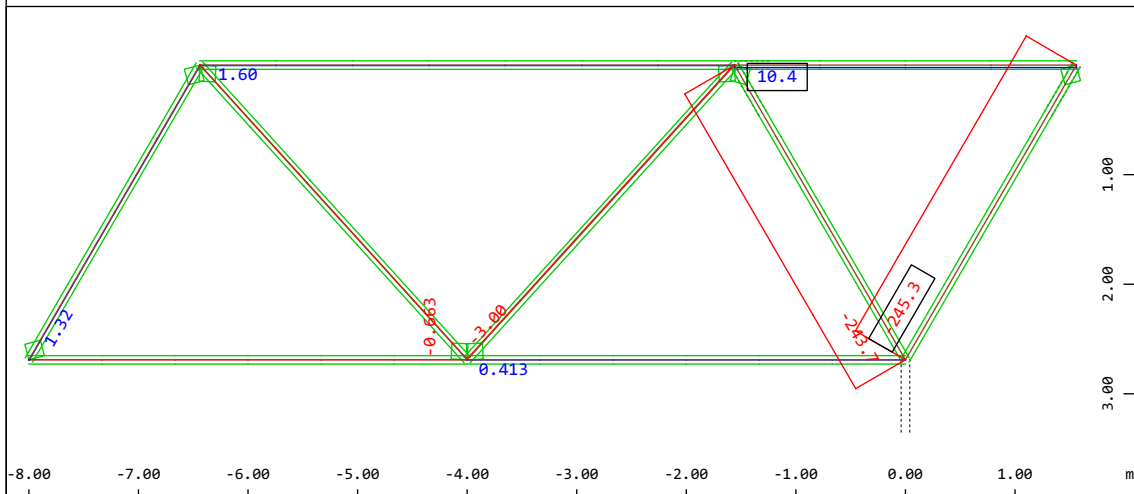
4.7.4 RANDFACHWERK ZUGEH. ZU BINDER ACHSE 6 / 11

Zu Pos. 4.5 gehörendes Randfachwerk



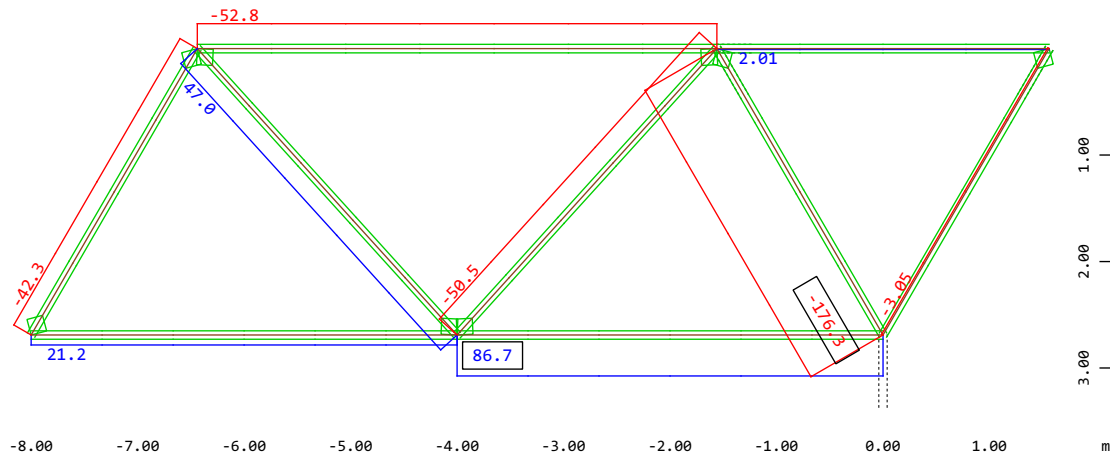
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=634.15 kN
. , 1 cm im Raum = 160.2 kN (Min=-175.5) (Max=6.78)

M 1 : 74



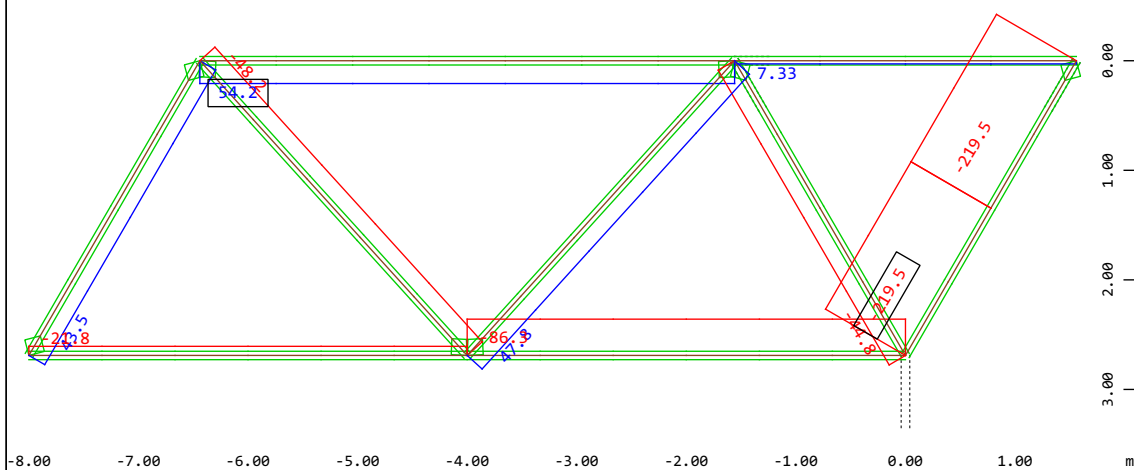
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
320.3 kN (Min=-245.3) (Max=10.4)

M 1 : 69



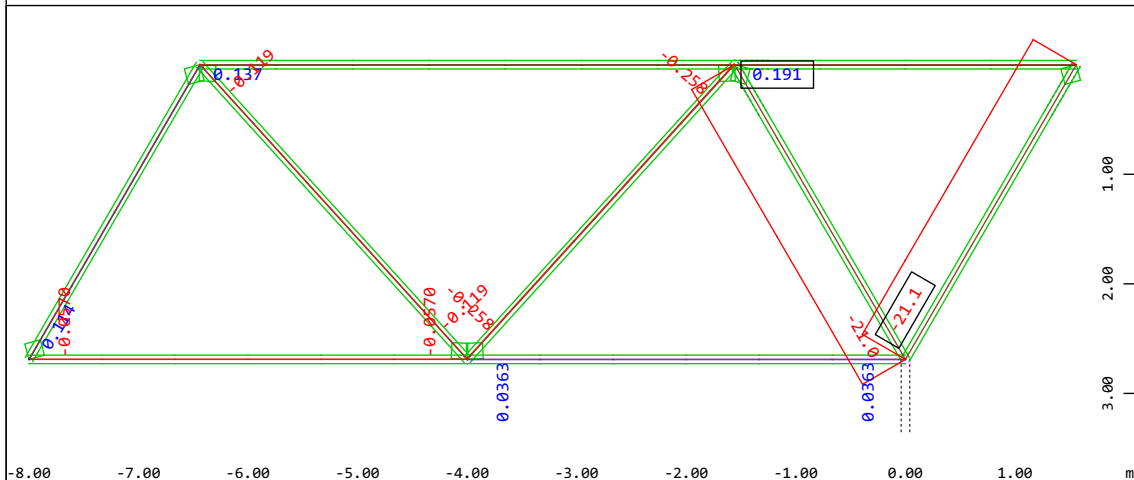
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
160.2 kN (Min=-176.3) (Max=86.7)

M 1 : 71



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum =
179.7 kN (Min=-219.5) (Max=54.2)

M 1 : 69

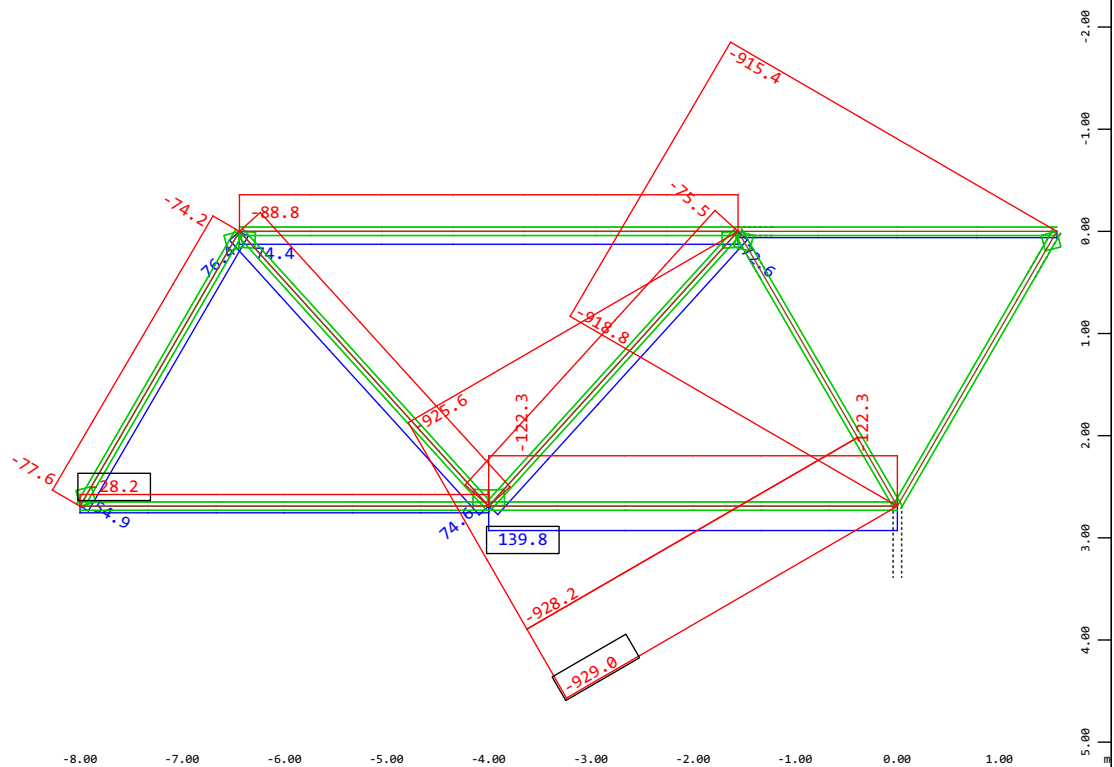


Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im Raum
= 32.0 kN (Min=-21.1) (Max=0.191)

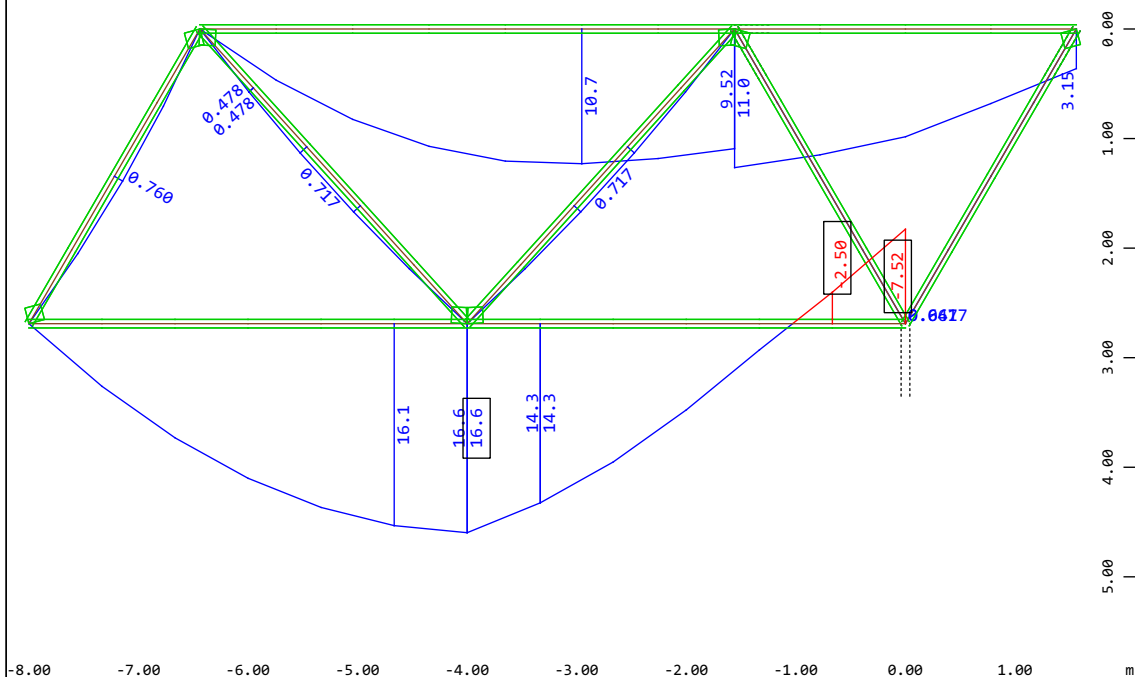
M 1 : 69

Modelleingabe

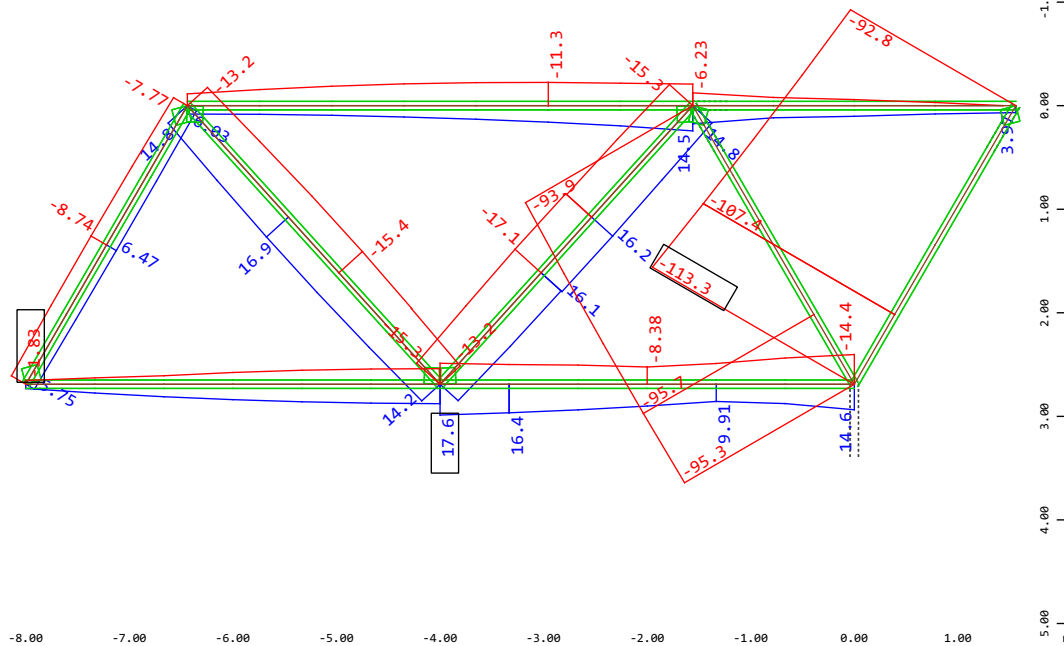
Seite 30



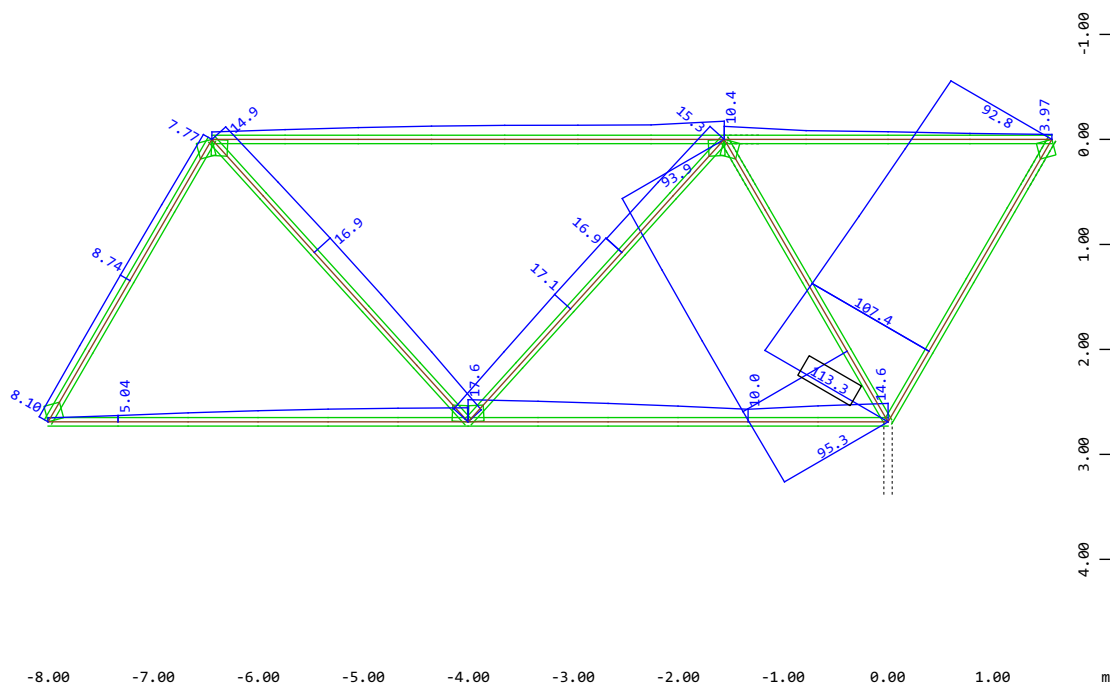
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32 M 1 : 74
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 433.6 kN (Min=-419.2) (Max=139.8)
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB GZT , 1 cm im Raum = 183.6 kN (Min=-929.0) (Max=16.1)




Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32 M 1 : 69
Stabelemente , Biegemoment My, Lastfall 2129 MAX-MY STAB GZT , 1 cm im Raum = 6.02 kNm (Min=-7.52) (Max=16.6)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32 M 1 : 73
Stabelemente , Maximale Zugspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen , 1 cm im Raum = 43.4 MPa (Min=-42.3) (Ma
Stabelemente , Maximale Druckspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA, Material : Minimalwert aus allen , 1 cm im Raum = 36.7 MPa (Min=-113.3)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32 M 1 : 72
Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 2001 GlobalMAX SIGMA,
Material : Maximalwert aus allen , 1 cm im Raum = 60.2 MPa (Max=113.3)

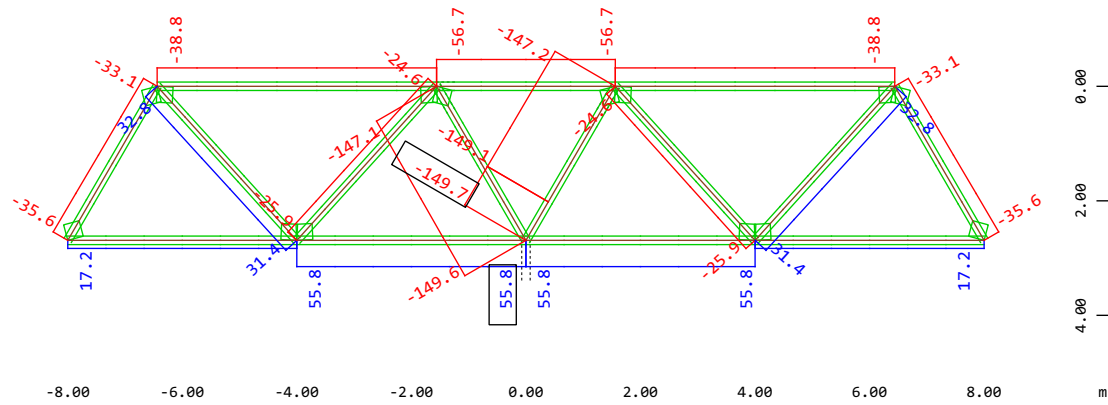
Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.7.5

4.7.5

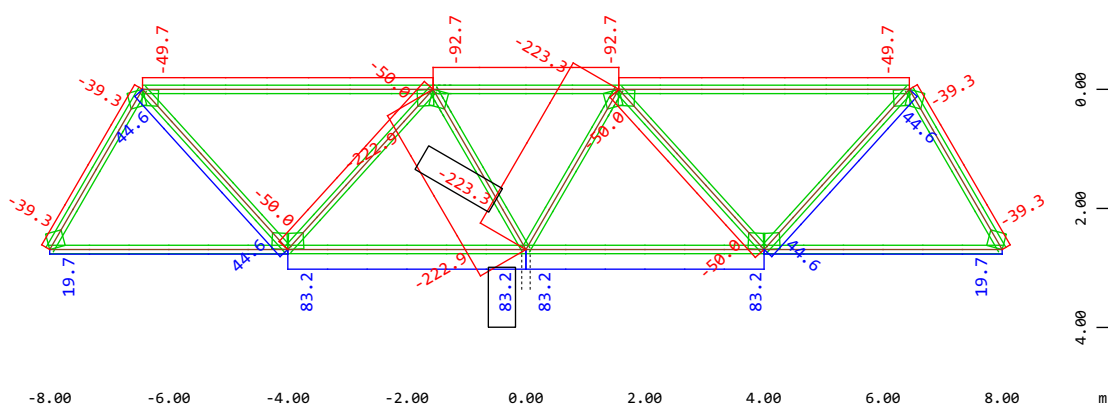
RANDFACHWERK ZUGEH. ZU BINDER

ACHSE 4 -5, 7-10, 12-13

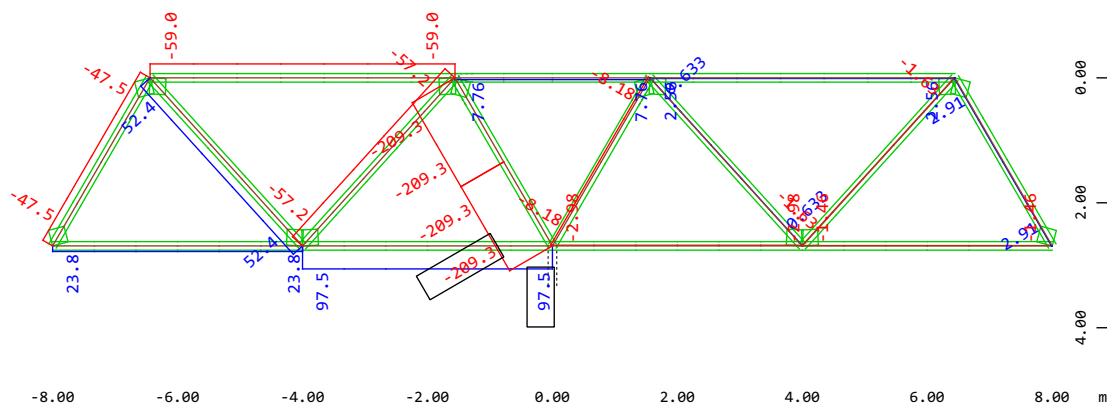
Zu Pos. 4.6 gehörendes Randfachwerk



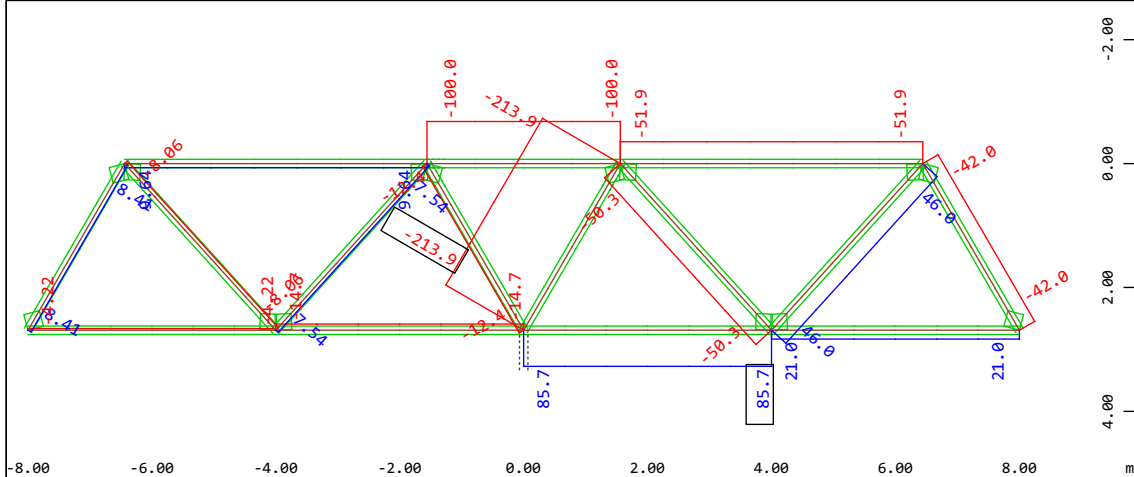
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32 M 1 : 132
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 1 EGZ= 1.00 sum_PZ=685.15 kN
. , 1 cm im Raum = 160.2 kN (Min=-149.7) (Max=55.8)



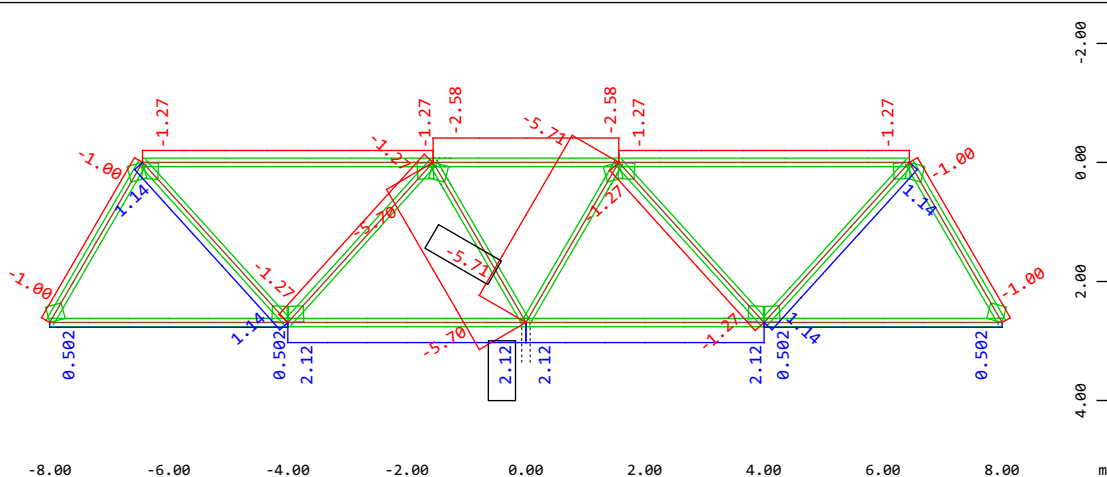
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32 M 1 : 127
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2 Ausbaulast , 1 cm im Raum =
320.3 kN (Min=-223.3) (Max=83.2)



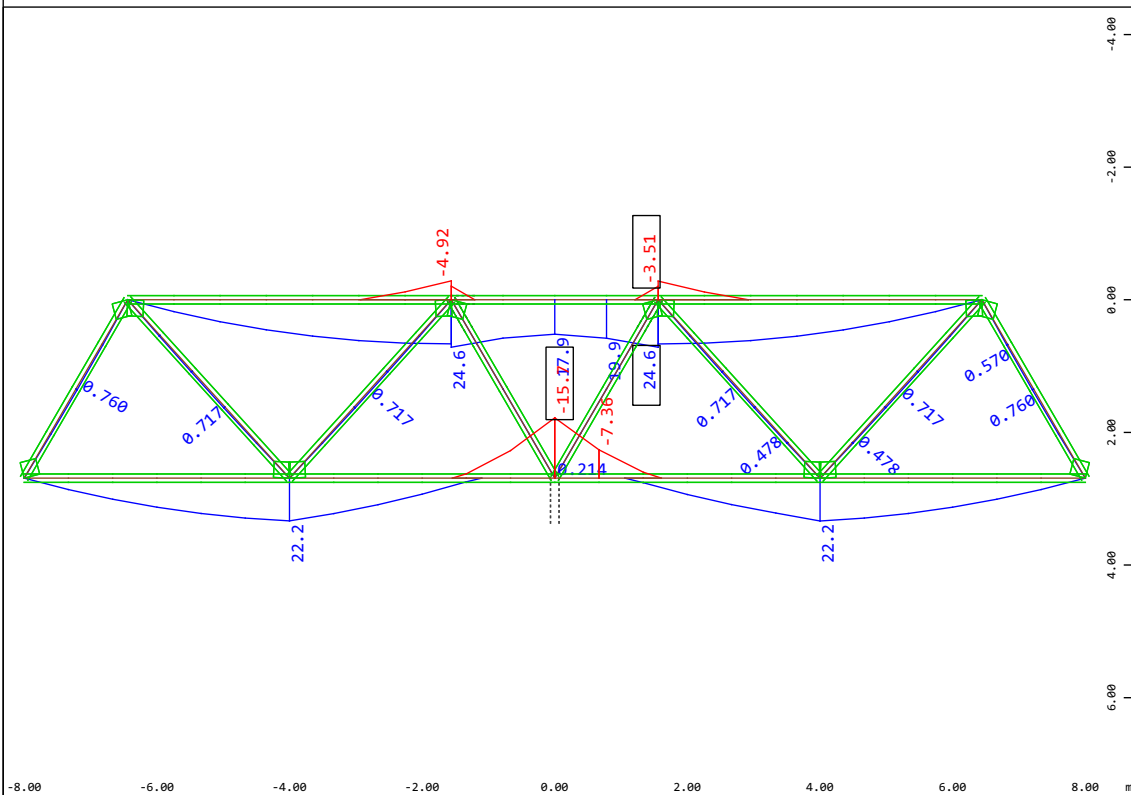
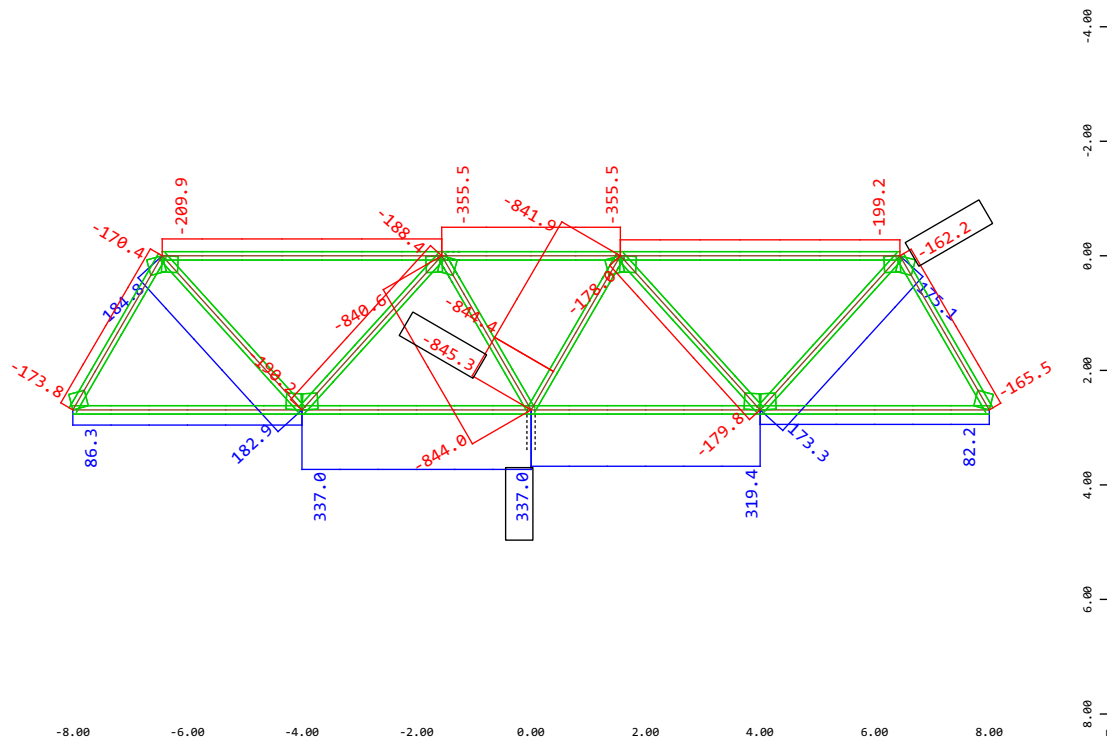
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 11 Verkehr , 1 cm im Raum =
320.3 kN (Min=-209.3) (Max=97.5)



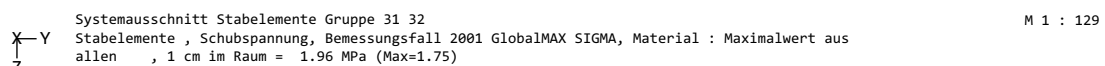
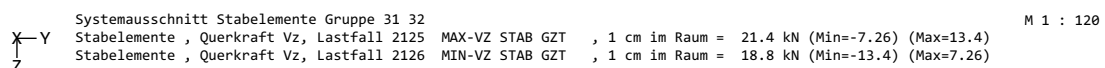
Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 12 Verkehr , 1 cm im Raum =
179.7 kN (Min=-213.9) (Max=85.7)



Systemausschnitt Stabelemente Gruppe 31 32
Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 13 Ballfangnetz , 1 cm im
Raum = 8.01 kN (Min=-5.71) (Max=2.12)



Modelleingabe



Seite 32

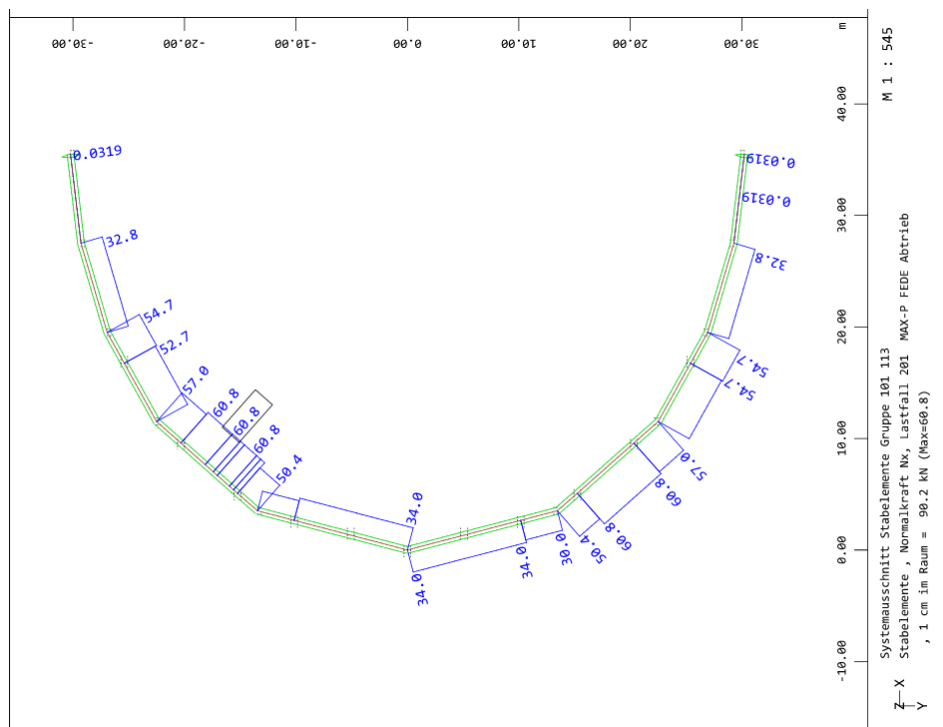
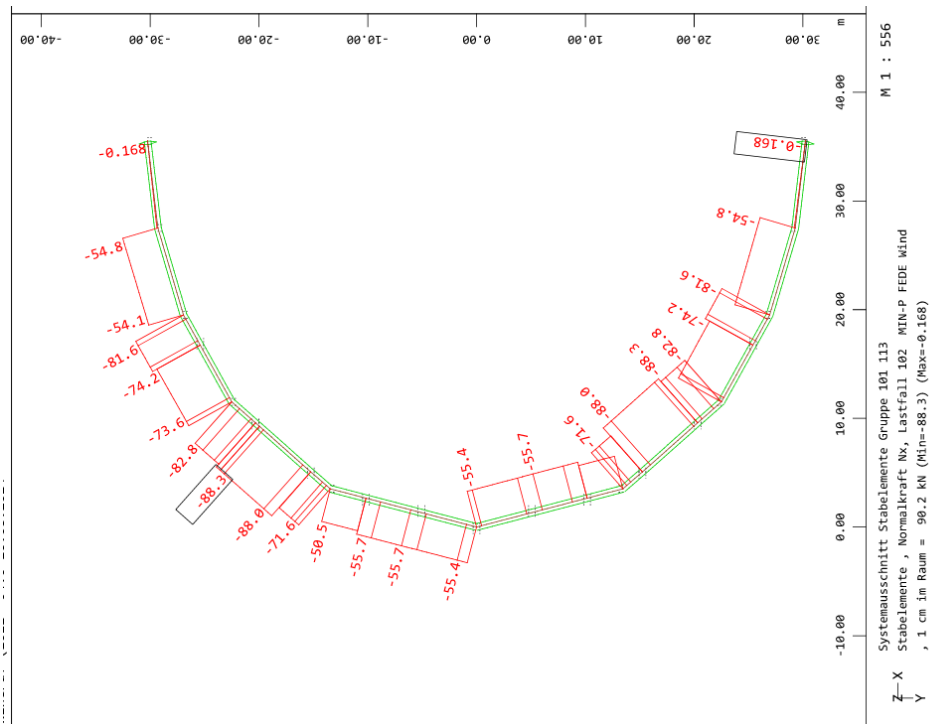
4.7.6 SCHNITTGRÖßEN AUS POS. 3

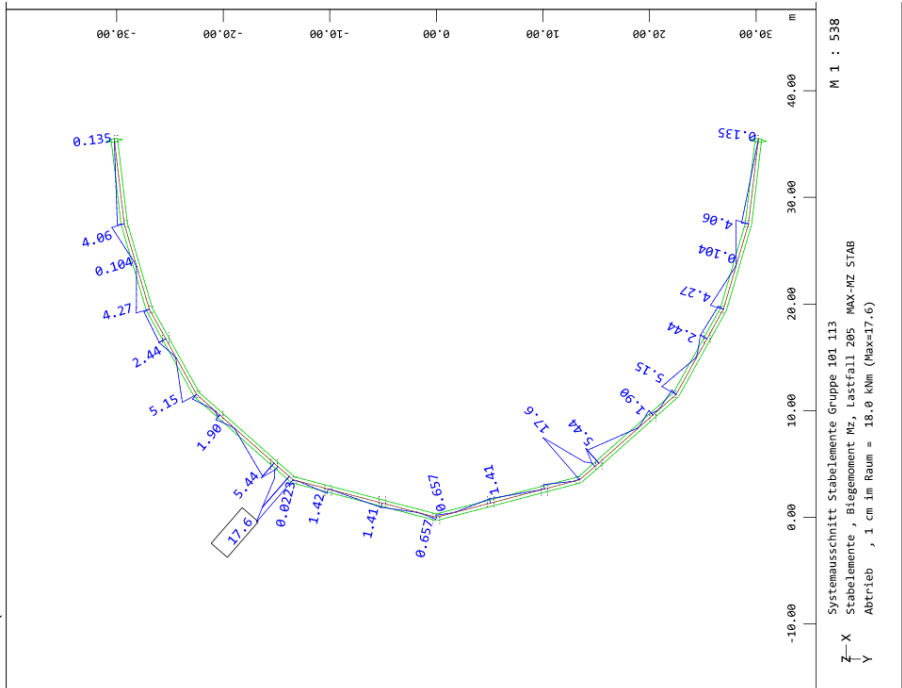
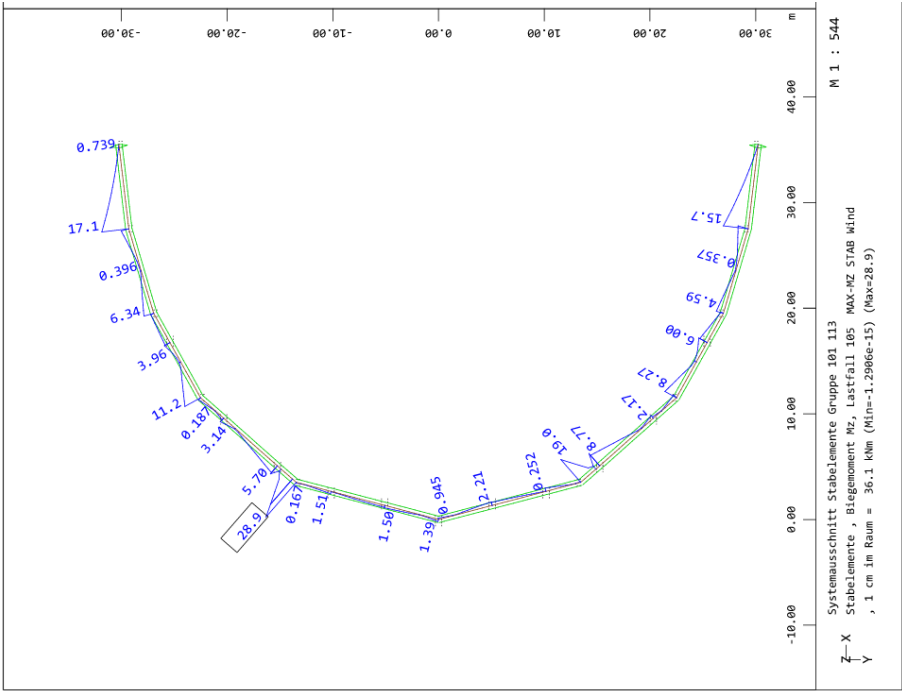
Für die Gurte werden die maximalen Normalkräfte aus Pos. 3 angesetzt, wobei im Untergurt als Normalkraft eigentlich nur die horizontale Auflagerkraft wirkt. Diese Methode liefert etwas erhöhte Ergebnisse.

Für alle Ober- und Untergurte im Aussteifungsbereich 1 (Achse 1-6 bzw. 11-16. Pos. 3.3.) wird angesetzt:

$$N'_{Ed} = 1,5 \cdot (88,3 + 60,8) = 224 \text{ kN}$$

$$M'_{Z,Ed} = 1,5 \cdot (28,9 + 17,6) = 70 \text{ kN}$$

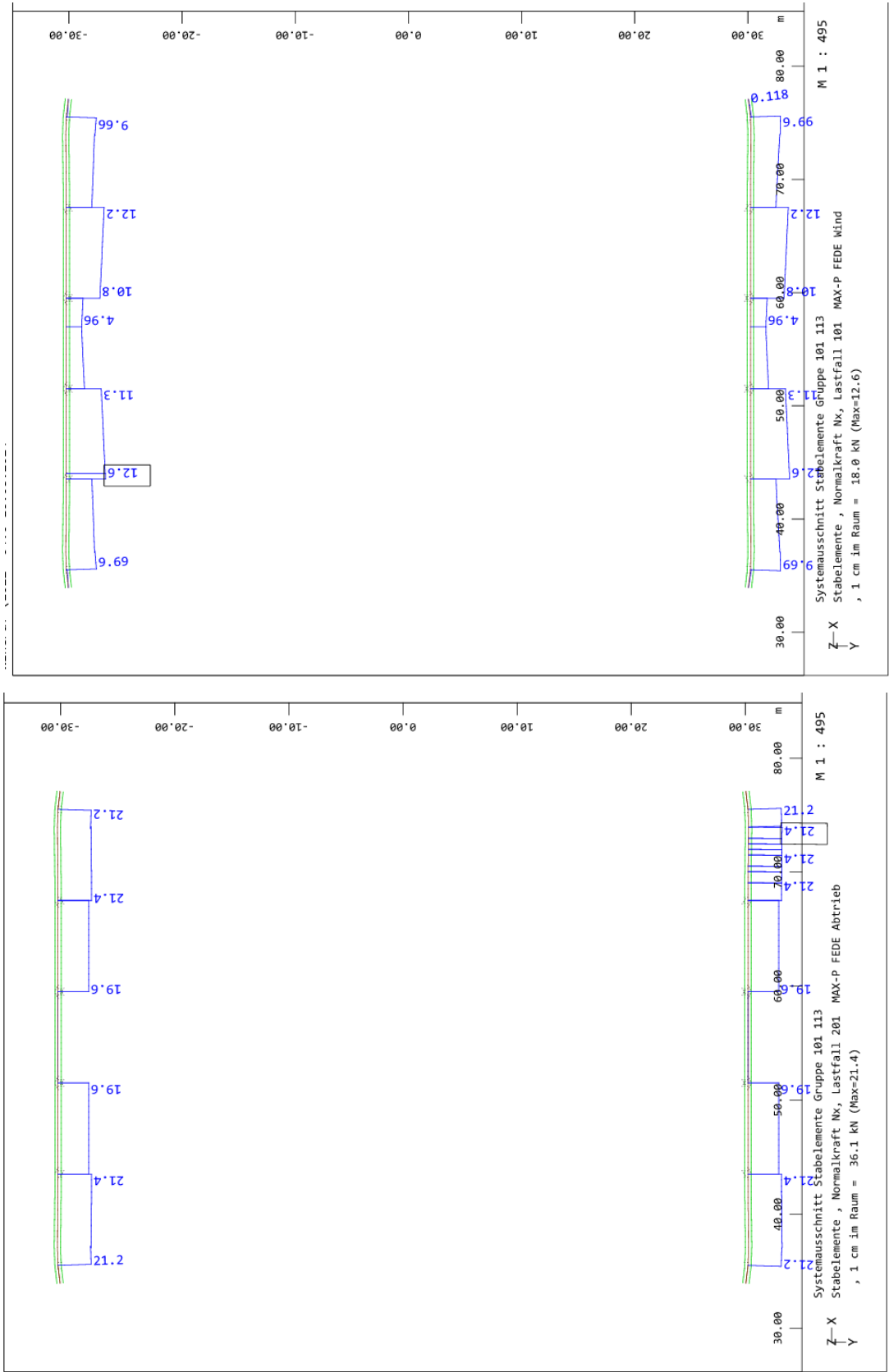


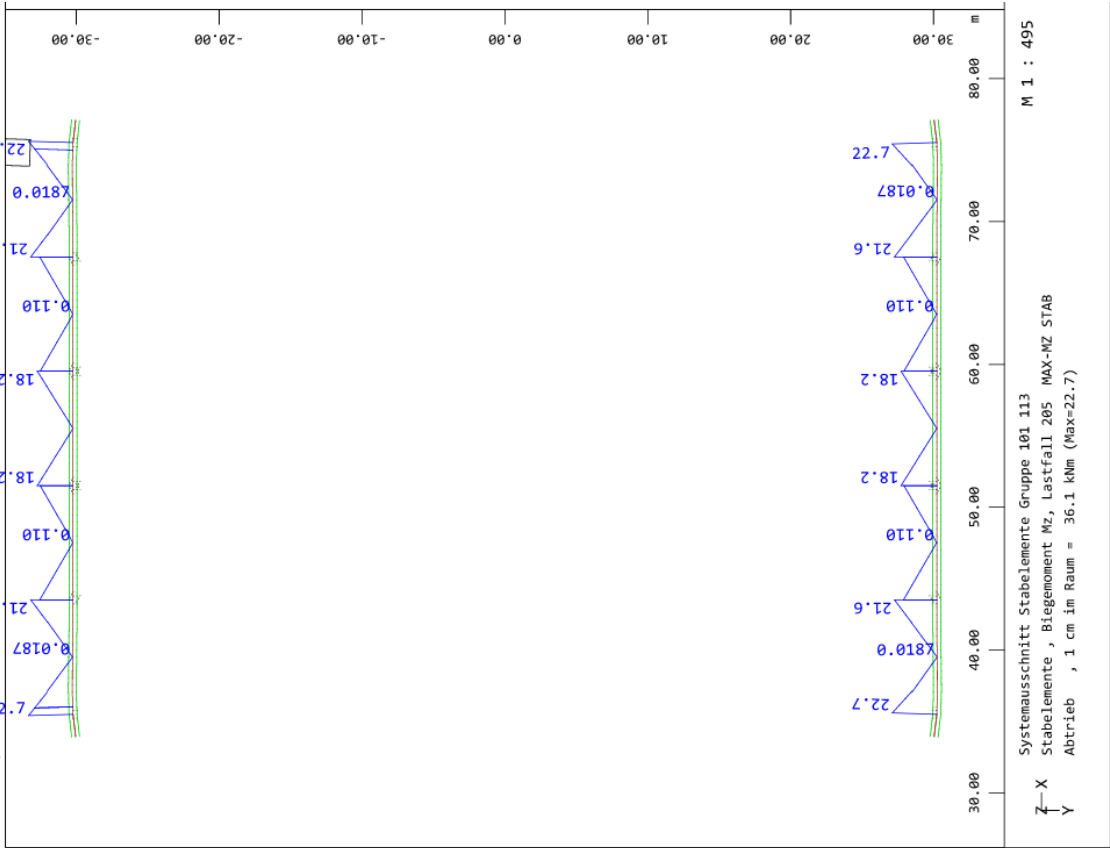
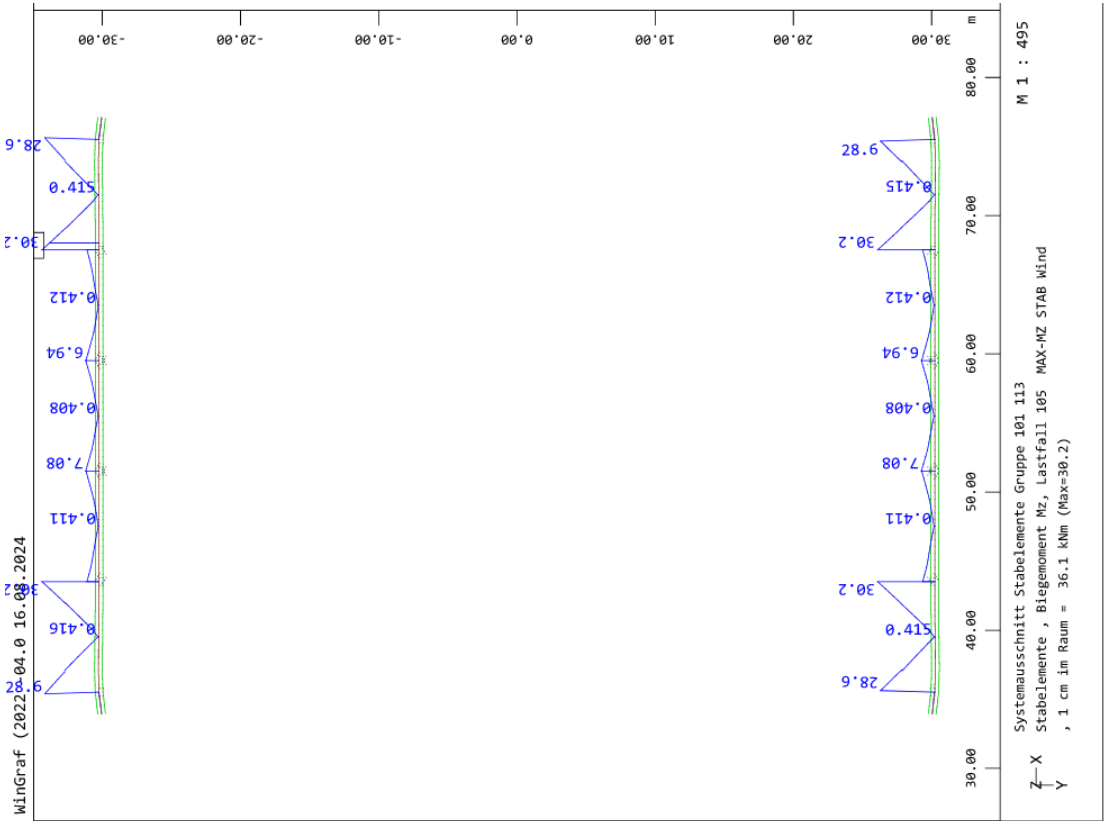


Für alle Ober- und Untergurte im Aussteifungsbereich 2 (Achse 6 – 11, Pos. 3.3.) wird angesetzt:

$$N'_{Ed} = 1,5 \cdot (12,6 + 21,4) = 51 \text{ kN}$$

$$M'_{Z,Ed} = 1,5 \cdot (30,2 + 22,7) = 80 \text{ kN}$$





Für die Diagonalen werden die Kräfte entsprechend ihrer Herleitung in Pos. 4.1.3 angesetzt:

Stütze Achse	Horizontale Auflagerkräfte aus Pos. 3					Umrechnungsparameter				
	H _x Wind	H _y Wind	H _{res.} Wind	H _x Abtrieb	H _y Abtrieb	z _h	M _{Wind}	M _{Abtrieb}	z _b	a
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	H*z _h [kNm]	H*z _h [kNm]	[m]	[°]
1 / 16	32,00	21,50	38,55	25,00	0,00	2,14	82,50	53,50	16,00	50,00
2 / 15	32,00	23,00	39,41	25,00	0,00	2,14	84,33	53,50	16,00	50,00
3 / 14	35,00	30,00	46,10	25,00	0,00	2,39	110,17	59,75	16,00	60,00
4 / 13	45,00	44,00	62,94	32,00	0,00	3,14	197,62	100,48	16,00	60,00
5 / 12	45,00	-	45,00	32,00	0,00	3,14	141,30	100,48	16,00	60,00
6 / 11	16,00	-	16,00	45,00	0,00	3,14	50,24	141,30	8,00	60,00
7 / 10	16,00	-	16,00	45,00	0,00	3,14	50,24	141,30	16,00	60,00
8 / 9	16,00	-	16,00	45,00	0,00	3,14	50,24	141,30	16,00	60,00

In den Achsen 1-4 bzw. 13 - 16 läuft das Randfachwerk nicht mehr senkrecht zu den Bindern. Hier wird die Resultierende Windkraft

$H_{Wind} = (H_{wind, Längsrichtung}^2 + H_{wind, Querrichtung}^2)^{0,5}$ angesetzt.

maximale Normalkräfte in den Diagonalen aus Horizontalkraftbeanspruchung (Pos. 3)									
Aus Stützenkraft in Achse	Lasttyp	Feld 1 / 2	Feld 2/3	Feld 3/4	Feld 4/5	Feld 5/6	Feld 6/7	Feld 7/8	Feld 8/9
		Feld 16/15	Feld 15/14	Feld 14/13	Feld 13/12	Feld 12/11	Feld 11/10	Feld 10/9	Feld 9/8
1 / 16	Wind	29,99							
	Abtrieb	19,45							
2 / 15	Wind	30,65	30,65						
	Abtrieb	19,45	19,45						
3 / 14	Wind		46,10	46,10					
	Abtrieb		25,00	25,00					
4 / 13	Wind			62,94	62,94				
	Abtrieb			32,00	32,00				
5 / 12	Wind				45,00	45,00			
	Abtrieb				32,00	32,00			
6 / 11	Wind					16,00	16,00		
	Abtrieb					45,00	45,00		
7 / 10	Wind						16,00	16,00	
	Abtrieb						45,00	45,00	
8 / 9	Wind							16,00	16,00
	Abtrieb							45,00	45,00

z. B. wird für die Diagonalen im Feld zwischen den Achsen 3 und 4 angesetzt:

$$N'_{Ed} = 1,5 * (46,1+25+62,94+32) = 249,05 \text{ kN}$$

Feld	Querschnitte				Aus Pos. 3	
	Typ	t [mm]	A [cm²]	W [cm³]	N _{Ed,hor.} [kN]	M _{z,Ed,hor.} [kNm]
					1,5 * N _{k, Wind + Abtrieb}	1,5 * M _{k,z, Wind + Abtrieb}
1-2 bzw. 16-15	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	149	0
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
2-3 bzw. 15-14	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	182	0
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
3-4 bzw. 14-13	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	249	0
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
4-5 bzw. 13-12	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	258	0
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
5-6 bzw. 12-11	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	207	0
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	224	70
6-7 bzw. 11-10	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	183	0
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	51	80
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	51	80
7-8 bzw. 10-9 und 8-9	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	183	0
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	51	80
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	51	80

4.7.7 STABILITÄTS- UND SPANNUNGSNACHWEISE

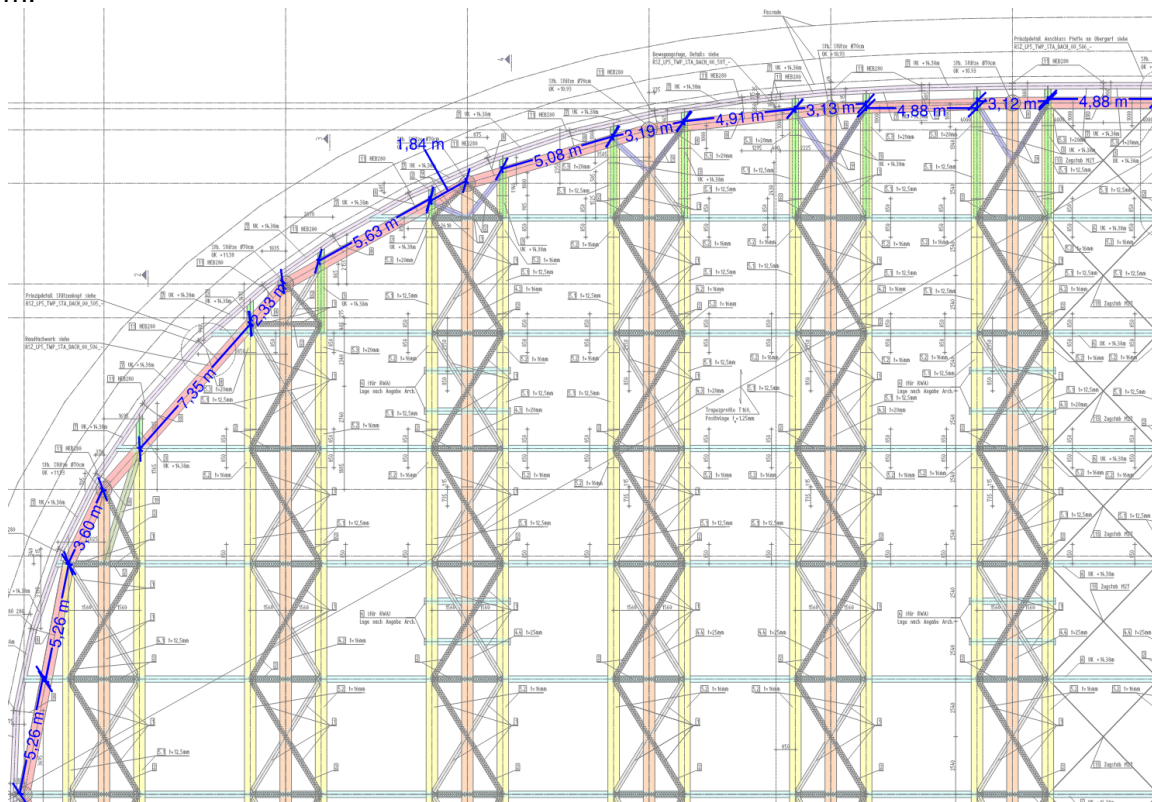
Nachfolgend werden die aus den Pos. 4.7.2 bis 4.7.6 und Pos. 3 resultierenden Kräfte überlagert und Spannungs- und Stabilitätsnachweise durchgeführt. Die Kippstabilität des Randfachwerks ist durch den Anschluss der Binder-Gurte sichergestellt.

Als Torsionssteife Profile sind die auf Biegung beanspruchten Ober- und Untergurte nicht drillaffin. Für die Gurte ist daher nur die Interaktion aus Knicken + Biegung je Einzelfeld (jeweils von Anschlusspunkt Binder zu Anschlusspunkt Binder (keine horizontale Halterung z. B. durch Pfetten)) nachzuweisen. Die Untergurte werden planmäßig ausschließlich auf Zug + Biegung beansprucht. Der Stabilitätsnachweis kann hier entfallen. Sowohl für die Obergurte, als auch für die Diagonalen werden keine Einspanneffekte berücksichtigt, wodurch der Eulerfall 2 ($\beta=1,0$) angenommen wird.

Für geschlossene Profile ist Drillknicken oder Biegedrillknicken unter zentrischer Last nicht maßgebend. $\chi_{LT} = 1,0$

Zunächst erfolgt die Bemessung der Profile zwischen zwei Bindern (Ober- und Untergurte $\emptyset 508 \times 10$, Diagonalen $\emptyset 219,1 \times 8$). Anschließend werden die Auflagerdiagonalen ($\emptyset 323,9 \times 10$) und die die Obergurte zwischen den Anschlusspunkten Obergurte eines Binders (reduzierte Knicklänge, dickeres Profil $\emptyset 508 \times 12,5$ bzw. $\emptyset 508 \times 20$) nachgewiesen. Die Belastung der Nachbarbinder hat modellbedingt keinen Einfluss auf die letztgenannten Obergurtprofile.

Die maßgebende Knicklänge der Randfachwerk-**Obergurte** beträgt 7,35 m für die Felder zwischen den Achsen 1 und 4. in den weiteren Feldern beträgt die maßgebende Knicklänge 5,08 m. Zwischen den Obergurten der Binder beträgt die Knicklänge der Randfachwerk-Obergurte maximal 3,20 m.



Obergurte zwischen Achse 1 und 4 bzw. 13 und 16:

Rohr- Ø= 508 mm

Profildicke t = 10 mm → i= 176 mm

warmgefertigtes Hohlprofil → Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{7350}{176 \cdot 76,4} = 0,55 \rightarrow \chi = 0,91$$

Obergurte zwischen Achse 4 und 13:

Rohr- Ø= 508 mm

Profildicke t = 10 mm → i= 176 mm

warmgefertigtes Hohlprofil → Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{5080}{176 \cdot 76,4} = 0,38 \rightarrow \chi = 0,96$$

Randfachwerk-Obergurte zwischen den Obergurten eines Binders: Achse 2 und 16:

Rohr- Ø= 508 mm

Profildicke t = 12,5 mm → i= 175 mm

warmgefertigtes Hohlprofil → Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{3060}{175 \cdot 76,4} = 0,22 \rightarrow \chi = 1,0$$

Achse 3-15:

Rohr- Ø= 508 mm

Profildicke t = 20 mm → i= 173 mm

warmgefertigtes Hohlprofil → Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{3020}{173 \cdot 76,4} = 0,23 \rightarrow \chi = 0,99$$

Die **Randfachwerk-Untergurte** sind Zugbeansprucht und daher nicht Stabilitätsgefährdet

Die maximale Knicklänge für druckbeanspruchte **Diagonalen zwischen Ober- und Untergurt** beträgt $L_{cr} = \sqrt{2,44^2 + 2,69^2} = 3,63 \text{ m}$

Rohr- Ø= 219,1 mm

Profildicke t = 8,0 mm → i = 74,7 mm

warmgefertigtes Hohlprofil → Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{3630}{74,7 \cdot 76,4} = 0,63 \rightarrow \chi = 0,88$$

Diagonalen mit t = 12,5 mm werden nur auf Zug beansprucht.

Knicklänge für die **Anschlussdruckstreben zwischen Stb.-Stütze und Binder-Obergurten**
Achse 5-12

$$L_{cr} = \sqrt{2,69^2 + 1,56^2} = 3,11 \text{ m}$$

Rohr- Ø= 323,9 mm

Min.-Profildicke t = 10 mm → i = 111 mm

warmgefertigtes Hohlprofil → Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{3110}{111 \cdot 76,4} = 0,37 \rightarrow \chi = 0,96$$

Achse 2 - 4 und 13 – 15:

$$L_{cr} = \max \begin{cases} \sqrt{1,69^2 + 3,65^2} = 4,02 \text{ m} \\ \sqrt{1,94^2 + 2,40^2} = 3,08 \text{ m} \\ \sqrt{2,69^2 + 1,78^2} = 3,22 \text{ m} \end{cases}$$

Rohr- Ø= 323,9 mm

Min.-Profildicke t = 10 mm → i = 111 mm

warmgefertigtes Hohlprofil → Knicklinie a

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{4020}{111 \cdot 76,4} = 0,47 \rightarrow \chi = 0,93$$

In den Interaktionsnachweisen für auf Biegung und Druck beanspruchte, gleichförmige Bauteile (Knicken + Biegung) wird c_{my} konservativ mit 0,9 angenommen.

k_{yy} / k_{zz} und k_{zy} ergeben sich in Analogie zu rechteckigen Hohlprofilen zu:

$$k_{zz} = C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq C_{mz} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq 1,8$$

$$k_{zy} = \begin{cases} 0,6 \cdot k_{yy} & \text{für QK1 und QK2} \\ 0,8 \cdot k_{yy} & \text{für QK3 und QK4} \\ 0 & \text{für } M_{z,Ed} = 0 \end{cases}$$

Zusammenstellung der Schnittkräfte (2/2)																	
Feld	Querschnitte					Aus Pos. 4.7.5 aus Binder Achse 5			Aus Pos. 4.7.4 aus Achse Binder Achse 6			Aus Pos. 4.7.5 aus Achse Binder Achse 7			Aus Pos. 4.7.5 aus Achse Binder Achse 8		
	Typ	t [mm]	A [cm²]	W [cm³]	N _{Ed,vert} [kN]	M _{Ed,vert} [kNm]	N _{Ed,vert} [kNm]	M _{Ed,vert} [kNm]	N _{Ed,vert} [kN]	M _{Ed,vert} [kNm]	N _{Ed,vert} [kN]	M _{Ed,vert} [kNm]	N _{Ed,vert} [kN]	M _{Ed,vert} [kNm]	N _{Ed,vert} [kN]	M _{Ed,vert} [kNm]	
1-2 bzw. 16 15	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2-3 bzw. 15 14	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3-4 bzw. 14 13	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4-5 bzw. 13 12	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	174	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	210	0	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	337	0	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5-6 bzw. 12 11	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	174	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	210	0	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	337	0	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6-7 bzw. 11 10	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	-	-	-	0	0	0	174	0	0	0	0	-	
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	89	0	11	210	0	25	-	-	-	
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	140	0	17	337	0	22	-	-	-	
7-8 bzw. 10 9 und 8-9	Diagonalen Ø 219,1	8	53,1	270	-	-	-	-	-	-	174	0	0	0	174	0	
	Obergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	-	-	-	210	0	25	0	210	0	
	Untergurt Ø 508	10	156	1910	-	-	-	-	-	-	337	0	22	0	337	0	

Randfachwerk-Obergurte zwischen den Obergurten eines Binder: Stabilitätsnachweis für auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile												
Querschnitte				Biegeknicken					Anhang B		Nachweis	
Typ	t [mm]	A [cm²]	W [cm³]	λ	χ	Y _{M1}	f _y [N/mm]	N _{ed} * V _{M1} / (A * f _y * χ)	c _{my}	k _{ty} = k _{yz} = 0,6 * k _{ty}	N _{ed} * V _{M1} / (A * f _y * χ) + k _{ty} * σ _{Ed,M1} * V _{M1} / f _y + k _{ty} * σ _{Ed,M2} * V _{M1} / f _y < 1,0	
Achse 2 Ø 508	12,5	195	2353	0,22	1,00	1,10	355,00	0,11	0,90	0,54	0,25	<1,0
Achse 3 Ø 508	20	307	3600	0,23	0,99	1,10	355,00	0,19	0,90	0,91	0,54	<1,0
Achse 4 Ø 508	20	307	3600	0,23	0,99	1,10	355,00	0,19	0,90	0,91	0,34	<1,0
Achse 5 Ø 508	20	307	3600	0,23	0,99	1,10	355,00	0,06	0,90	0,90	0,12	<1,0
Achse 6 Ø 508	20	307	3600	0,23	0,99	1,10	355,00	0,02	0,90	0,90	0,08	<1,0
Achse 7 Ø 508	20	307	3600	0,23	0,99	1,10	355,00	0,04	0,90	0,90	0,11	<1,0
Achse 8 Ø 508	20	307	3600	0,23	0,99	1,10	355,00	0,04	0,90	0,90	0,11	<1,0

4.8 AUFLAGERKRÄFTE AUS BINDERN UND RANDFACHWERK / STÜTZENKRÄFTE ZUR WEITERLEITUNG

4.8.1 BESCHREIBUNG

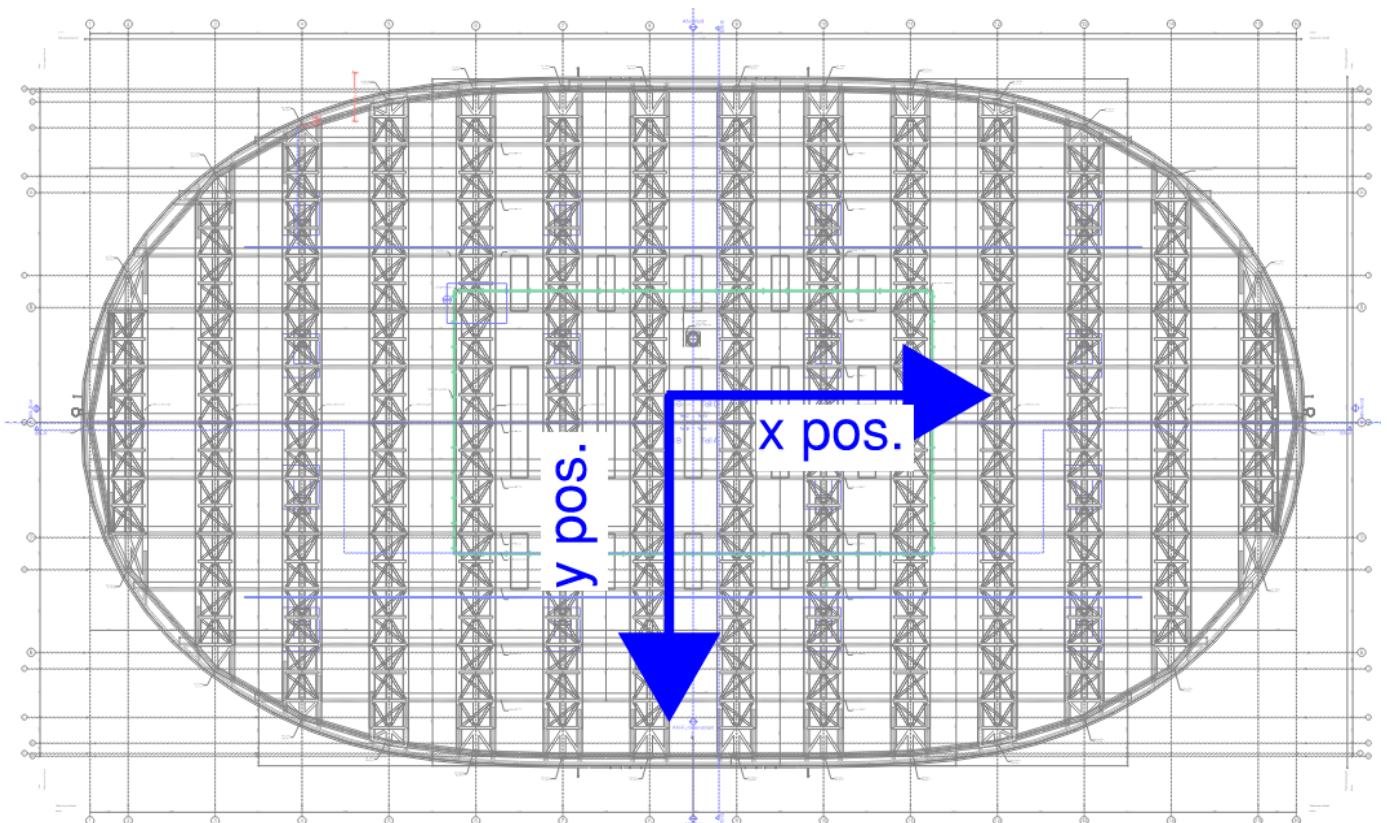
In den Positionen 4.3.5 bis 4.6.5 werden die Auflagerkräfte aus der vertikalen Beanspruchung ermittelt. Sie werden nachfolgend zusammen mit den Auflagerkräften aus der Pos. 3 zusammengefasst. Diese Kräfte sind in den weiteren Positionen als auf die Stützenköpfe wirkende Kräfte anzusehen und bei der Bemessung der Stützen, der Gründung, der Kernwände und der Deckenscheibe anzusetzen. Aus der Asymmetrie einiger Binder und einseitiger Verkehrsbelastung werden die Nachbarstützen in den Bindermodellen (Pos. 4.3 – 4.6) mitbeansprucht. Diese Kräfte werden auf die direkten Stützenkräfte aufaddiert. Die Eigenlasten der Randfachwerkträger werden so zum Teil doppelt berücksichtigt.

Da die Stützen in den Teilmodellen mitmodelliert wurden, sind als horizontale Auflagerkräfte der Dachkonstruktion die Querkräfte an den Stützenköpfen zu betrachten.

Da Teile der Statik vorgezogen wurden, weichen die weitergeleiteten Kräfte von den hier berechneten ab. Die horizontalen Lasten aus Wind und Abtriebskräften sind nahezu identisch, die vertikalen Bemessungslasten wurden i. d. R. etwas größer angenommen, als sie eigentlich sind.

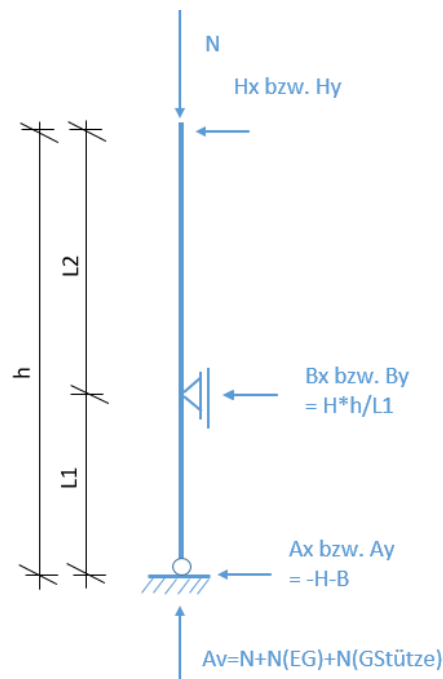
In Position 4.8.2 werden die ermittelten Kräfte auf die Stützen aus den Dachlasten dokumentiert. In Position 4.8.3 die, mit denen die weiteren Positionen bemessen wurden wurde. In Position 4.8.4 wird ein Vergleich durchgeführt. Die Gegenüberstellung zeigt, dass die Abweichungen moderat sind und die Einwirkungen aus Pos. 4.8.3 weiterhin verwendet werden können.

Die Kraftrichtungen sind folgendermaßen definiert:



In den Kombinationen werden veränderliche Lasten nur angesetzt, wenn sie ungünstig wirken. Ständige Lasten wurden im ungünstigen Fall mit 1,35 multipliziert und im günstigen Fall mit 1,0 (bzw. falls horizontale Zwangskräfte aus vertikaler Belastung, dann gar nicht).

Es werden die Stützenkräfte N , H_x / H_y , B_x / B_y und A_x / A_y ausgegeben.



4.8.2 STÜTZENKRÄFTE AUS DACHTRAGWERK

Zusammenfassung der Stützen-Normalkräfte und vertikalen Federkräfte aus den Positionen 4.3.5 bis 4.6.5:

Achse	Binder Achse 2 / 15 (Modell Pos. 4.3)					
	Eigengewicht	Ausbaulast	Verkehr 1	Verkehr 2	Eigengewicht	Verkehr
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hy [kN]	Hy [kN]
1 / 16	65	97,5	50,8	17,9	0	0
2 / 15	123,1	150,1	53	87,8	1	0,7
3 / 14	21,8	24,1	-5,94	27,5	0	0

Achse	Binder Achse 3 / 14 (Modell Pos. 4.4)					
	Eigengewicht	Ausbaulast	Verkehr 1	Verkehr 2	Eigengewicht	Verkehr
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hy [kN]	Hy [kN]
2 / 15	67,7	98,5	56,5	42,1		
3 / 14	113,3	153,7	75,2	76,5	4,7	3,09
4 / 13	65,8	107	25,8	81		

Achse	Binder Achse 4 / 13 (Max-Werte aus Modellen Pos. 4.4 und 4.6)					
	Eigengewicht	Ausbaulast	Verkehr 1	Verkehr 2	Eigengewicht	Verkehr
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hy [kN]	Hy [kN]
3 / 14	67,7	98,5	56,5	42,1	0	0
4 / 13	272,9	393,4	190,8	200,5	10,85	10,85
5 / 12	65,8	107	25,8	81	0	0

Achse	Binder Achse 5 / 12 (Modell Pos. 4.6 Ballabfangnetz)					
	Eigengewicht	Ausbaulast	Verkehr 1	Verkehr 2	Eigengewicht	Verkehr
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hy [kN]	Hy [kN]
4 / 13	34,8	35,6	42,6	-7,27	0	0
5 / 12	272,9	393,4	190,8	200,5	10,85	6,83
6 / 11	34,8	35,6	-2,4	37,8	0	0

Achse	Binder Achse 6 / 11 (Modell Achse 4.5)						
	Eigengewicht	Ausbaulast	Verkehr 1	Verkehr 2	Verkehr 3	Eigengewicht	Verkehr
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hy [kN]	Hy [kN]
6 / 11	303,2	428,4	156,4	232,2	36,9	10,85	6,26
7 / 10	13,9	0	37,9	-37,9	0	0	0

Achse	Binde Achse 7 / 10 (Modell Pos. 4.6)						
	Eigengewicht	Ausbaulast	Verkehr 1	Verkehr 2	Verkehr 3	Eigengewicht	Verkehr
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hy [kN]	Hy [kN]
6 / 11	34,8	35,6	42,6	-7,27	0	0	0
7 / 10	272,9	393,4	190,8	200,5	11	10,85	6,83
8 / 9	34,8	35,6	-2,4	37,8	0	0	0

Achse	Binde Achse 8 / 9 (Modell Pos. 4.6)						
	Eigengewicht	Ausbaulast	Verkehr 1	Verkehr 2	Verkehr 3	Eigengewicht	Verkehr
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hy [kN]	Hy [kN]
7 / 10	34,8	35,6	42,6	-7,27	0	0	0
8 / 9	272,9	393,4	190,8	200,5	11	10,85	6,83
9 / 8	34,8	35,6	-2,4	37,8	0	0	0

Überlagerung der Stützenkräfte aus den Modellen

Stützen- achse	Eigengewicht	Ausbaulast	Verkehr Summe	Verkehr 1	Verkehr 2	Verkehr 3	Eigengewicht	Verkehr
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hy [kN]	Hy [kN]
1 / 16	65	97,5	68,7	50,8	17,9	0	0	0
2 / 15	190,8	248,6	239,4	109,5	129,9	0	1	0,7
3 / 14	202,8	276,3	271,86	125,76	146,1	0	4,7	3,09
4 / 13	373,5	536	533,43	259,2	274,23	0	10,85	10,85
5 / 12	338,7	500,4	498,1	216,6	281,5	0	10,85	6,83
6 / 11	372,8	499,6	496,23	196,6	262,73	36,9	10,85	6,26
7 / 10	321,6	429	437,63	271,3	155,33	11	10,85	6,83
8 / 9	342,5	464,6	473,03	231	231,03	11	10,85	6,83

Einfluss aus Verdrehung des Randfachwerks (Erläuterung und Herleitung s. Pos. 4.1.3)

Vertikale Auflagerkräfte aus Horizontalkraftbeanspruchung (Pos. 3)

Aus Stützenkraft in Achse	Lasttyp	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	Achse 5	Achse 6	Achse 7	Achse 8
		Achse 16	Achse 15	Achse 14	Achse 13	Achse 12	Achse 11	Achse 10	Achse 9
1 / 16	Wind		5,16						
	Abtrieb		3,34						
2 / 15	Wind	5,27		5,27					
	Abtrieb	3,34		3,34					
3 / 14	Wind		6,89		6,89				
	Abtrieb		3,73		3,73				
4 / 13	Wind			12,35		12,35			
	Abtrieb			6,28		6,28			
5 / 12	Wind				8,83		8,83		
	Abtrieb				6,28		6,28		
6 / 11	Wind						6,28	6,28	
	Abtrieb						17,66	17,66	
7 / 10	Wind						3,14		3,14
	Abtrieb						8,83		8,83
8 / 9	Wind							3,14	
	Abtrieb							8,83	
Σ	Wind	10,54	12,04	17,62	15,72	12,35	18,25	9,42	6,28
	Abtrieb	6,69	7,08	9,62	10,01	6,28	32,77	26,49	17,66

	Auf Stützkörper wirkende Kräfte										Abtriebskräfte aus Imperfektion (als Q)										Wind 2 (in x neg.)				Wind 3 (in y pos.)				Wind 4 (in y neg.)				Normalkraft aus Wind	
	Stütze Achse	h [m]	L1 [m]	L2 [m]	Eigengewicht	Auslast	N [kN]	N [kN]	Verkehr	Eigengewicht*	Verkehr	max. Hx [kN]	min. Hx [kN]	max. N [kN]	min N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	max N [kN]	min N [kN]					
Mitte / außen	1 C	12,85	4,19	8,66	65	97,5	68,7	0	0	0	0	25	-25	6,69	-6,69	32	0	-26	0	3,5	21,5	3,5	21,5	10,54	-10,54									
	16 C	13,35	4,69	8,66	65	97,5	68,7	0	0	0	0	25	-25	6,69	-6,69	26	0	-32	0	-3,5	21,5	-3,5	21,5	10,54	-10,54									
	2 f	12,85	4,19	8,66	190,8	248,6	239,4	1	0,7	190,8	1	0,7	25	-25	7,08	-7,08	32	0	-25	0	10,5	23	10,5	23	12,04	-12,04								
	3 e	12,6	4,19	8,41	202,8	276,3	271,86	4,7	3,09	202,8	4,7	3,09	25	-25	9,62	-9,62	35	0	-27,1	0	16	30	16	30	17,62	-17,62								
	4 d	11,85	4,19	7,66	373,5	536	533,43	10,85	10,85	373,5	10,85	10,85	32	-32	10,01	-10,01	45	0	-35	0	24	44	24	44	15,72	-15,72								
	5 c	11,85	4,19	7,66	338,7	500,4	498,1	10,85	6,83	338,7	10,85	6,83	32	-32	6,28	-6,28	45	0	-35	0	25	48	25	48	12,35	-12,35								
	6 b	11,85	4,19	7,66	372,8	499,6	496,23	10,85	6,26	372,8	10,85	6,26	45	-45	32,77	-32,77	16	0	-16	0	0	55	0	55	18,25	-18,25								
	7 a	11,85	4,19	7,66	321,6	429	437,63	10,85	6,83	321,6	10,85	6,83	45	-45	26,49	-26,49	16	0	-16	0	0	48	0	48	9,42	-9,42								
	8 a	11,85	4,19	7,66	342,5	464,6	473,03	10,85	6,83	342,5	10,85	6,83	45	-45	17,66	-17,66	16	0	-16	0	0	48	0	48	6,28	-6,28								
	9 a	12,35	4,69	7,66	342,5	464,6	473,03	10,85	6,83	342,5	10,85	6,83	45	-45	17,66	-17,66	16	0	-16	0	0	48	0	48	6,28	-6,28								
	10 a	12,35	4,69	7,66	321,6	429	437,63	10,85	6,83	321,6	10,85	6,83	45	-45	26,49	-26,49	16	0	-16	0	0	48	0	48	9,42	-9,42								
	11 b	12,35	4,69	7,66	372,8	499,6	496,23	10,85	6,26	372,8	10,85	6,26	45	-45	32,77	-32,77	16	0	-16	0	0	55	0	55	18,25	-18,25								
	12 c	12,35	4,69	7,66	338,7	500,4	498,1	10,85	6,83	338,7	10,85	6,83	32	-32	6,28	-6,28	35	0	-45	0	-25	48	-25	48	12,35	-12,35								
	13 d	12,35	4,69	7,66	373,5	536	533,43	10,85	10,85	373,5	10,85	10,85	32	-32	10,01	-10,01	35	0	-45	0	-16	44	-16	44	15,72	-15,72								
	14 e	13,1	4,69	8,41	202,8	276,3	271,86	4,7	3,09	202,8	4,7	3,09	25	-25	9,62	-9,62	27,1	0	-32	0	-16	30	-16	30	17,62	-17,62								
15 f	13,35	4,69	8,66	190,8	248,6	239,4	1	0,7	190,8	1	0,7	25	-25	7,08	-7,08	25	0	-32	0	-10,5	23	-10,5	23	12,04	-12,04									
Ost	2 h	12,85	4,19	8,66	190,8	248,6	239,4	-1	-0,7	190,8	-1	-0,7	25	-25	7,08	-7,08	32	0	-25	0	-4	23	-4	23	12,04	-12,04								
	3 i	12,6	4,19	8,41	202,8	276,3	271,86	-4,7	-3,09	202,8	-4,7	-3,09	25	-25	9,62	-9,62	35	0	-27,1	0	-9	30	-9	30	17,62	-17,62								
	4 j	11,85	4,19	7,66	373,5	536	533,43	-10,85	-6,83	373,5	-10,85	-6,83	32	-32	10,01	-10,01	45	0	-35	0	-14	44	-14	44	15,72	-15,72								
	5 k	11,85	4,19	7,66	338,7	500,4	498,1	-10,85	-6,83	338,7	-10,85	-6,83	32	-32	6,28	-6,28	45	0	-35	0	-15,5	48	-15,5	48	12,35	-12,35								
	6 l	11,85	4,19	7,66	372,8	499,6	496,23	-10,85	-6,26	372,8	-10,85	-6,26	45	-45	32,77	-32,77	16	0	-16	0	0	55	0	55	18,25	-18,25								
	7 m	11,85	4,19	7,66	321,6	429	437,63	-10,85	-6,83	321,6	-10,85	-6,83	45	-45	26,49	-26,49	16	0	-16	0	0	48	0	48	9,42	-9,42								
	8 m	11,85	4,19	7,66	342,5	464,6	473,03	-10,85	-6,83	342,5	-10,85	-6,83	45	-45	17,66	-17,66	16	0	-16	0	0	48	0	48	6,28	-6,28								
	9 m	11,85	4,19	7,66	342,5	464,6	473,03	-10,85	-6,83	342,5	-10,85	-6,83	45	-45	17,66	-17,66	16	0	-16	0	0	48	0	48	6,28	-6,28								
	19 m	11,85	4,19	7,66	321,6	429	437,63	-10,85	-6,83	321,6	-10,85	-6,83	45	-45	26,49	-26,49	16	0	-16	0	0	48	0	48	9,42	-9,42								
	11 l	11,85	4,19	7,66	372,8	499,6	496,23	-10,85	-6,26	372,8	-10,85	-6,26	45	-45	32,77	-32,77	16	0	-16	0	0	55	0	55	18,25	-18,25								
	12 k	11,85	4,19	7,66	338,7	500,4	498,1	-10,85	-6,83	338,7	-10,85	-6,83	32	-32	6,28	-6,28	35	0	-45	0	15,5	48	-15,5	48	12,35	-12,35								
	13 j	11,85	4,19	7,66	373,5	536	533,43	-10,85	-10,85	373,5	-10,85	-10,85	32	-32	10,01	-10,01	35	0	-45	0	14	44	-14	44	15,72	-15,72								
	14 i	12,6	4,19	8,41	202,8	276,3	271,86	-4,7	-3,09	202,8	-4,7	-3,09	25	-25	9,62	-9,62	27,1	0	-35	0	9	30	-9	30	17,62	-17,62								
	15 h	12,85	4,19	8,66	190,8	248,6	239,4	-1	-0,7	190,8	-1	-0,7	25	-25	7,08	-7,08	25	0	-32	0	-10,5	23	-10,5	23	12,04	-12,04								

* Zwangskräfte aus Eigenantrieb und Verkehr werden in weiteren Kombinationen nur angesetzt, wenn maßgebend

* Zwangskräfte aus Eigengewicht und Verkehr werden in weiteren Kombinationen nur angesetzt, wenn ungünstig!

GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35*gt+1,5*0,7*qt+1,5*wt)				GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*gt+1,5*qt+1,5*wt)			
max N [kN]	min N [kN]	max N [kN]	min N [kN]	max N [kN]	min N [kN]	max N [kN]	min N [kN]
314	140	314	140	342	143	342	143
314	140	314	140	342	143	342	143
870	414	870	414	974	418	974	418
969	443	969	443	1085	449	1085	449
1822	875	1822	875	2057	880	2057	880
1681	814	1681	814	1900	819	1900	819
1761	811	1761	811	1988	807	1988	807
1681	814	1681	814	1900	819	1900	819
1822	875	1822	875	2057	880	2057	880
969	443	969	443	1085	449	1085	449
870	414	870	414	974	418	974	418
969	443	969	443	1085	449	1085	449
1822	875	1822	875	2057	880	2057	880
1681	814	1681	814	1900	819	1900	819
1761	811	1761	811	1988	807	1988	807
1515	709	1515	709	1718	702	1718	702
1614	779	1614	779	1831	775	1831	775
1614	779	1614	779	1831	775	1831	775
1515	709	1515	709	1718	702	1718	702
1761	811	1761	811	1988	807	1988	807
1681	814	1681	814	1900	819	1900	819
1822	875	1822	875	2057	880	2057	880
969	443	969	443	1085	449	1085	449
870	414	870	414	974	418	974	418
969	443	969	443	1085	449	1085	449
1822	875	1822	875	2057	880	2057	880
1681	814	1681	814	1900	819	1900	819
1761	811	1761	811	1988	807	1988	807
1515	709	1515	709	1718	702	1718	702
1614	779	1614	779	1831	775	1831	775
1614	779	1614	779	1831	775	1831	775
1515	709	1515	709	1718	702	1718	702
1761	811	1761	811	1988	807	1988	807
1681	814	1681	814	1900	819	1900	819
1822	875	1822	875	2057	880	2057	880
969	443	969	443	1085	449	1085	449
870	414	870	414	974	418	974	418

	In Deckenscheibe einzuleitende Horizontalkräfte				Eigengewicht* By [kN]	Verkehr* By [kN]	Abtriebskräfte aus Imperfektion (als Q)		Wind 1		Wind 2		Wind 3		Wind 4		GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35* $g_{1,5}+0,7*q_{1,5}+5,0^*w$)				GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35* $g_{1,5}+0,7*q_{1,5}+5,0^*w$)				
	Stütze/achse	h [m]	l1 [m]	l2 [m]			min Bx [kN]	max Bx [kN]	Bx [kN]	By [kN]	Bx [kN]	By [kN]	Bx [kN]	By [kN]	Bx [kN]	By [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	
Mitte/außen	1 C	12,85	4,19	8,66	0	0	-77	77	-98	0	80	0	-11	-66	66	0	200	-228	187	-203	99	-99	-99	-99	
	16 C	13,35	4,69	8,66	0	0	-71	71	-74	0	91	0	10	-61	61	0	211	-186	189	-173	92	-92	-92	-92	
	2 f	12,85	4,19	8,66	-3	-2	-77	77	-98	0	77	0	12	-71	71	0	196	-228	184	-203	106	-106	-106	-106	
	3 e	12,6	4,19	8,41	-14	-9	-75	75	-105	0	81	0	-48	-90	90	0	201	-237	186	-207	135	-135	-135	-135	
	4 d	11,85	4,19	7,66	-31	-31	-91	91	-127	0	99	0	-68	-124	124	0	244	-286	225	-250	187	-187	-187	-187	
	5 c	11,85	4,19	7,66	-31	-19	-91	91	-127	0	99	0	-71	-136	136	0	244	-286	225	-250	204	-204	-204	-204	
	6 b	11,85	4,19	7,66	-31	-18	-127	127	-45	0	45	0	0	-156	156	0	202	-202	232	-232	233	-233	-233	-233	
	7 a	11,85	4,19	7,66	-31	-19	-127	127	-45	0	45	0	0	-136	136	0	202	-202	232	-232	204	-204	-204	-204	
	8 a	11,85	4,19	7,66	-31	-19	-127	127	-45	0	45	0	0	-136	136	0	202	-202	232	-232	204	-204	-204	-204	
	9 a	12,35	4,69	7,66	-29	-18	-118	118	-42	0	42	0	0	-126	126	0	188	-188	216	-216	190	-190	-190	-190	
	10 a	12,35	4,69	7,66	-29	-18	-118	118	-42	0	42	0	0	-126	126	0	188	-188	216	-216	190	-190	-190	-190	
	11 b	12,35	4,69	7,66	-29	-16	-118	118	-42	0	42	0	0	-145	145	0	188	-188	216	-216	217	-217	-217	-217	
	12 c	12,35	4,69	7,66	-29	-18	-84	84	-92	0	118	0	66	-126	126	0	256	-227	233	-209	190	-190	-190	-190	
	13 d	12,35	4,69	7,66	-29	-29	-84	84	-92	0	118	0	63	-116	116	0	266	-227	233	-209	174	-174	-174	-174	
	14 e	13,1	4,69	8,41	-13	-9	-70	70	-76	0	98	0	45	-84	84	0	220	-187	193	-173	126	-126	-126	-126	
West	15 f	13,35	4,69	8,66	-3	-2	-71	71	-71	0	91	0	30	-65	65	0	211	-181	189	-171	98	-98	-98	-98	
	2 h	12,85	4,19	8,66	3	2	-77	77	-98	0	77	0	12	-71	71	0	196	-228	184	-203	112	-112	-112	-112	
	3 i	12,6	4,19	8,41	14	9	-75	75	-105	0	81	0	27	-90	90	0	201	-237	186	-207	164	-164	-164	-164	
	4 j	11,85	4,19	7,66	31	31	-91	91	-127	0	99	0	40	-124	124	0	244	-286	225	-250	260	-260	-260	-260	
	5 k	11,85	4,19	7,66	31	19	-91	91	-127	0	99	0	44	-136	136	0	244	-286	225	-250	265	-265	-265	-265	
	6 l	11,85	4,19	7,66	31	18	-127	127	-45	0	45	0	0	-156	156	0	202	-202	232	-232	233	-233	-233	-233	
	7 m	11,85	4,19	7,66	31	19	-127	127	-45	0	45	0	0	-136	136	0	202	-202	232	-232	265	-265	-265	-265	
	8 n	11,85	4,19	7,66	31	19	-127	127	-45	0	45	0	0	-136	136	0	202	-202	232	-232	265	-265	-265	-265	
	9 m	11,85	4,19	7,66	31	19	-127	127	-45	0	45	0	0	-136	136	0	202	-202	232	-232	265	-265	-265	-265	
	19 m	11,85	4,19	7,66	31	19	-127	127	-45	0	45	0	0	-136	136	0	202	-202	232	-232	265	-265	-265	-265	
	11 l	11,85	4,19	7,66	31	18	-127	127	-45	0	45	0	0	-156	156	0	202	-202	232	-232	293	-293	-293	-293	
	12 k	11,85	4,19	7,66	31	19	-91	91	-99	0	127	0	-44	-136	136	0	286	-244	250	-225	265	-265	-265	-265	
	13 j	11,85	4,19	7,66	31	31	-91	91	-99	0	127	0	-40	-124	124	0	286	-244	250	-225	260	-260	-260	-260	
	14 i	12,6	4,19	8,41	14	9	-75	75	-105	0	105	0	-27	-90	90	0	237	-201	207	-186	164	-164	-164	-164	
	15 h	12,85	4,19	8,66	3	2	-77	77	-77	0	98	0	-12	-71	71	0	228	-196	203	-184	112	-112	-112	-112	

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		Auftrag Nr.	H22 11219	Seite	1
		Datum	06/2024	Pos.	4.8.3

4.8.3 IN DEN WEITEREN POSITIONEN VERWENDETE STÜTZENKRÄFTE

Die Nachfolgenden Lasten werden die für die weiteren Positionen herangezogenen Stützenkräfte dokumentiert.

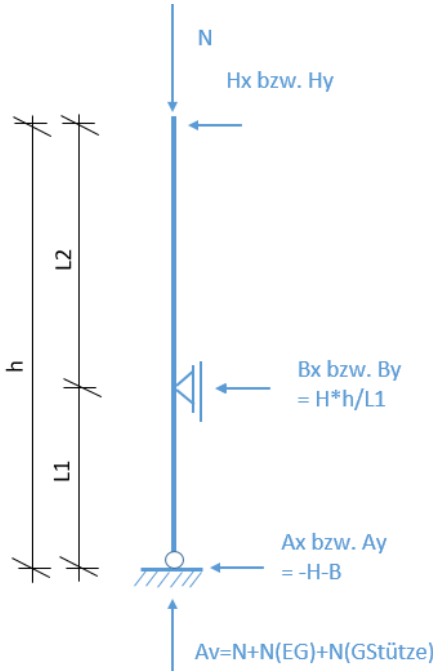
Auf Stützköpfe wirkende Kräfte		Eigengewicht		Ausbaukasten		Verkehr		Eigengewicht*		Verkehr		Abtriebskräfte aus Imperfektion (als Q)**		Wind 1 (in x pos.)		Wind 2 (in x neg.)		Wind 3 (in y pos.)		Wind 4 (in y neg.)		Normalkraft aus Wind	
Stütze	Achse	h [m]	L1 [m]	L2 [m]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	max. Hx [kN]	min. Hx [kN]	max. N [kN]	min. N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	max N [kN]	min N [kN]
Mitte / außen	1 C	12,85	4,19	8,66	66	70	72	0	0	0	0	25	-25	10	-10	-26	0	3,5	21,5	3,5	-21,5	40	-40
	16 C	13,35	4,69	8,66	66	70	72	0	0	0	0	25	-25	10	-10	-32	0	-3,5	21,5	-3,5	-21,5	40	-40
	2 f	12,85	4,19	8,66	170	230	225	10	10	10	10	25	-25	20	-20	-25	0	10,5	23	-4	-23	40	-40
	3 e	12,6	4,19	8,41	200	370	365	10	10	10	10	25	-25	20	-20	-27,1	0	16	30	-9	-30	40	-40
	4 d	11,85	4,19	7,66	400	620	620	10	10	10	10	32	-32	20	-20	-35	0	24	44	-14	-44	40	-40
	5 c	11,85	4,19	7,66	400	620	620	10	10	10	10	32	-32	20	-20	-35	0	25	48	-15,5	-48	40	-40
	6 b	11,85	4,19	7,66	365	465	500	10	10	10	10	45	-45	35	-35	-16	0	0	55	0	-55	40	-40
	7 a	11,85	4,19	7,66	365	465	475	10	10	10	10	45	-45	20	-20	-16	0	0	48	0	-48	40	-40
	8 a	11,85	4,19	7,66	365	465	475	10	10	10	10	45	-45	20	-20	-16	0	0	48	0	-48	40	-40
	9 a	12,35	4,69	7,66	365	465	475	10	10	10	10	45	-45	20	-20	-16	0	0	48	0	-48	40	-40
West	10 a	12,35	4,69	7,66	365	465	475	10	10	10	10	45	-45	20	-20	-16	0	0	48	0	-48	40	-40
	11 b	12,35	4,69	7,66	365	465	500	10	10	10	10	45	-45	35	-35	-16	0	0	55	0	-55	40	-40
	12 c	12,35	4,69	7,66	400	620	620	10	10	10	10	32	-32	20	-20	-35	0	-25	48	15,5	-48	40	-40
	13 d	12,35	4,69	7,66	400	620	620	10	10	10	10	32	-32	20	-20	-35	0	-24	44	14	-44	40	-40
	14 e	13,1	4,69	8,41	200	370	365	10	10	10	10	25	-25	20	-20	-35	0	-16	30	9	-30	40	-40
	15 f	13,35	4,69	8,66	170	230	225	10	10	10	10	25	-25	20	-20	-32	0	-10,5	23	4	-23	40	-40
	2 h	12,85	4,19	8,66	170	230	225	-10	-10	-10	-10	25	-25	20	-20	-25	0	-4	23	10,5	-23	40	-40
	3 i	12,6	4,19	8,41	200	370	365	-10	-10	-10	-10	25	-25	20	-20	-27,1	0	-9	30	16	-30	40	-40
	4 j	11,85	4,19	7,66	400	620	620	-10	-10	-10	-10	32	-32	20	-20	-35	0	-14	44	24	-44	40	-40
	5 k	11,85	4,19	7,66	400	620	620	-10	-10	-10	-10	32	-32	20	-20	-35	0	-15,5	48	25	-48	40	-40
Ost	6 l	11,85	4,19	7,66	365	465	500	-10	-10	-10	-10	45	-45	35	-35	-16	0	0	55	0	-55	40	-40
	7 m	11,85	4,19	7,66	365	465	475	-10	-10	-10	-10	45	-45	20	-20	-16	0	0	48	0	-48	40	-40
	8 n	11,85	4,19	7,66	365	465	475	-10	-10	-10	-10	45	-45	20	-20	-16	0	0	48	0	-48	40	-40
	9 m	11,85	4,19	7,66	365	465	475	-10	-10	-10	-10	45	-45	20	-20	-16	0	0	48	0	-48	40	-40
	10 n	11,85	4,19	7,66	365	465	475	-10	-10	-10	-10	45	-45	20	-20	-16	0	0	48	0	-48	40	-40
	11 i	11,85	4,19	7,66	365	465	500	-10	-10	-10	-10	45	-45	35	-35	-16	0	0	55	0	-55	40	-40
	12 k	11,85	4,19	7,66	400	620	620	-10	-10	-10	-10	32	-32	20	-20	-35	0	15,5	48	-25	-48	40	-40
	13 j	11,85	4,19	7,66	400	620	620	-10	-10	-10	-10	32	-32	20	-20	-35	0	14	44	-24	-44	40	-40
	14 i	12,6	4,19	8,41	200	370	365	-10	-10	-10	-10	25	-25	20	-20	-35	0	9	30	-16	-30	40	-40
	15 h	12,85	4,19	8,66	170	230	225	-10	-10	-10	-10	25	-25	20	-20	-32	0	4	23	-10,5	-23	40	-40

* Zwangskräfte aus Eigengewicht und Verkehr (wild in Kombination nur angesetzt, wenn ungünstig)

** in die minimalen Stützennormalkräfte wurden zusätzliche Effekte aus einseitiger Verkehrsbelastung eingezeichnet. Daher sind die Lasten bis zu 50 kN kleiner.

*** in den Normalkräften aus Wind werden die Effekte aus der Lastverteilung durch das Randfachwerk berücksichtigt. Zwar gleichen sich die Normalkräfte in den Stützen der Achsen 2-4, 7-10 und 13-14 durch die nahezu gleiche Verdrehung des Randfachwerks über den Stützen ansatzweise aus, auf der sicheren Seite wird in allen Stützen jedoch eine Normalkraft von +/- 40 kN berücksichtigt.

GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35* σ +1,5* σ +1,5* σ)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35* σ +1,5* σ +1,5* σ)	
max N [kN]	min N [kN]	max N [kN]	min N [kN]
330	66	343	85
330	66	343	85
857	319	944	334
1234	484	1383	497
2109	923	2373	932
2125	871	2396	857
1742	681	1959	667
1700	733	1899	742
1700	733	1899	742
1700	733	1899	742
1700	733	1899	742
1742	681	1959	667
2125	871	2396	857
2109	923	2373	932
1234	484	1383	497
857	319	944	334
857	319	944	334
2109	923	2373	932
2125	871	2396	857
1742	681	1959	667
1700	733	1899	742
1700	733	1899	742
1700	733	1899	742
1700	733	1899	742
1742	681	1959	667
2125	871	2396	857
2109	923	2373	932
1234	484	1383	497
857	319	944	334



	In Deckenschleife einzuleitende Horizontalkräfte										Verkehr*		Abtriebskräfte aus Imperfektion (als Q)		Wind 1		Wind 2		Wind 3		Wind 4		GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35·g+1,5·0,7·q+1,5·w)				GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35·g+1,5·q+1,5·0,6·w)			
	Stütze Achse	b [m]	L1 [m]	L2 [m]	By [kN]	Eigengewicht* By [kN]	Verkehr* By [kN]	min	max	Bx [kN]	By [kN]	Bx [kN]	By [kN]	Bx [kN]	By [kN]	Bx [kN]	By [kN]	Bx [kN]	By [kN]	Bx [kN]	By [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max By [kN]	min By [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max By [kN]	min By [kN]	
Mitte / außen	1 C	12,85	4,19	8,66	0	0	0	-77	77	-98	0	80	0	0	0	-66	66	200	-228	99	-99	187	-203	99	-59	-59				
	16 C	12,35	✓ 4,69	8,66	0	0	0	-71	71	-74	0	91	0	0	0	-61	61	211	-186	92	-92	189	-172	55	-55					
	2 f	12,85	4,19	8,66	-31	-31	-31	-77	77	-98	0	77	0	0	0	-32	71	196	-228	106	-179	184	-203	63	-151					
	3 e	12,6	4,19	8,41	-30	-30	-30	-75	75	-105	0	81	0	0	0	-48	90	201	-237	135	-207	186	-207	81	-167					
	4 d	11,85	4,19	7,66	-28	-28	-28	-91	91	-127	0	99	0	0	0	-68	124	244	-286	187	-255	225	-250	112	-193					
	5 c	11,85	4,19	7,66	-28	-28	-28	-91	91	-127	0	99	0	0	0	-71	136	244	-286	204	-272	225	-350	122	-203					
	6 b	11,85	4,19	7,66	-28	-28	-28	-127	127	-45	0	45	0	0	0	-156	0	202	-202	233	-301	232	-232	140	-221					
	7 a	11,85	4,19	7,66	-28	-28	-28	-127	127	-45	0	45	0	0	0	-136	0	202	-202	264	-272	232	-232	122	-203					
	8 a	11,85	4,19	7,66	-28	-28	-28	-136	127	-45	0	45	0	0	0	-136	0	202	-202	204	-272	232	-232	122	-203					
	9 a	12,35	4,69	7,66	-26	-26	-26	-118	118	-42	0	42	0	0	0	-126	0	188	-188	190	-253	216	-216	114	-189					
	10 a	12,35	4,69	7,66	-26	-26	-26	-118	118	-42	0	42	0	0	0	-126	0	188	-188	190	-253	216	-216	114	-189					
	11 b	12,35	4,69	7,66	-26	-26	-26	-118	118	-42	0	42	0	0	0	-126	0	188	-188	217	-280	216	-216	130	-205					
West	12 c	12,35	4,69	7,66	-26	-26	-26	-84	84	-92	0	118	0	0	0	-66	-41	266	-227	190	-253	233	-209	114	-189					
	13 d	12,35	4,69	7,66	-26	-26	-26	-84	84	-92	0	118	0	0	0	-63	-116	266	-227	174	-237	233	-209	104	-179					
	14 e	13,1	4,69	8,41	-28	-28	-28	-70	70	-71	0	98	0	0	0	-84	-25	220	-187	126	-193	193	-171	75	-155					
	15 f	12,35	4,69	8,66	-28	-28	-28	-71	71	-65	0	91	0	0	0	-80	-55	211	-181	98	-167	189	-171	59	-140					
	2 h	12,35	4,19	8,66	31	31	31	-77	77	-98	0	77	0	0	0	-71	-32	196	-228	179	-106	184	-203	151	-63					
	3 i	12,6	4,19	8,41	30	30	30	-75	75	-105	0	81	0	0	0	-48	90	201	-237	207	-135	186	-207	167	-81					
	4 j	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-91	91	-127	0	99	0	0	0	-40	-124	244	-286	255	-187	225	-250	193	-112					
	5 k	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-91	91	-127	0	99	0	0	0	-44	-136	244	-286	272	-204	232	-232	203	-122					
	6 l	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-127	127	-45	0	45	0	0	0	-156	0	202	-202	301	-233	232	-232	221	-140					
	7 m	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-127	127	-45	0	45	0	0	0	-136	0	202	-202	272	-204	232	-232	203	-122					
	8 m	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-127	127	-45	0	45	0	0	0	-136	0	202	-202	272	-204	232	-232	203	-122					
	9 m	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-127	127	-45	0	45	0	0	0	-136	0	202	-202	272	-204	232	-232	203	-122					
	19 m	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-127	127	-45	0	45	0	0	0	-136	0	202	-202	272	-204	232	-232	203	-122					
	11 l	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-127	127	-45	0	45	0	0	0	-156	0	202	-202	301	-233	232	-232	221	-140					
	12 k	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-91	91	-99	0	127	0	0	0	-44	-136	266	-244	272	-204	250	-225	203	-122					
Ost	13 j	11,85	4,19	7,66	28	28	28	-91	91	-99	0	127	0	0	0	-40	-124	286	-244	255	-187	250	-225	193	-112					
	14 i	12,6	4,19	8,41	30	30	30	-75	75	-81	0	105	0	0	0	-90	68	237	-201	207	-135	207	-186	167	-135					
	15 h	12,85	4,19	8,66	31	31	31	-77	77	-77	0	98	0	0	0	-71	32	228	-196	179	-106	203	-184	151	-63					
	Lasten aus Schieflastung der Stützen sind noch nicht mit eingezeichnet und sind zu addieren																													

Mitte / außen	In Gründung einzuleitende Horizontalkräfte				Eigengewicht*		Verkehr*	Abtriebskräfte aus Imperfektion (als Q)		Wind 1		Wind 2		Wind 3		Wind 4		GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35·g+1,5·0,7·q+1,5·w)				GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35·g+1,5·q+1,5·0,6·w)			
	Stütze Achse	h [m]	L1 [m]	L2 [m]	Av [kN]	Ay [kN]		max Ax [kN]	min Ax [kN]	Ax [kN]	Ay [kN]	Ax [kN]	Ay [kN]	Ax [kN]	Ay [kN]	Ax [kN]	Ay [kN]	max Ax [kN]	min Ax [kN]	max Ay [kN]	min Ay [kN]	max Ax [kN]	min Ax [kN]	max Ay [kN]	min Ay [kN]
West	1 C	12,85	4,19	8,66	0	0	0	52	-52	66	0	-54	0	7	44	7	-44	153	-135	67	-67	137	-126	40	-40
	16 C	13,35	4,69	8,66	0	0	0	46	-46	48	0	-59	0	-6	40	-6	-40	120	-137	60	-60	112	-122	36	-36
	2 f	12,85	4,19	8,66	21	21	21	52	-52	66	0	-52	0	22	48	-8	-48	153	-132	121	-71	137	-124	102	-43
	3 e	12,6	4,19	8,41	20	20	20	50	-50	70	0	-54	0	32	60	-18	-60	158	-134	138	-90	138	-124	111	-54
	4 d	11,85	4,19	7,66	18	18	18	59	-59	82	0	-64	0	44	80	-26	-80	185	-157	165	-121	162	-145	124	-72
	5 c	11,85	4,19	7,66	18	18	18	59	-59	82	0	-64	0	46	88	-28	-88	185	-157	176	-132	162	-145	131	-79
	6 b	11,85	4,19	7,66	18	18	18	82	-82	29	0	-29	0	0	101	0	-101	130	-130	195	-151	150	-150	143	-80
	7 a	11,85	4,19	7,66	18	18	18	82	-82	29	0	-29	0	0	88	0	-88	130	-130	176	-132	150	-150	131	-79
	8 a	11,85	4,19	7,66	18	18	18	82	-82	29	0	-29	0	0	88	0	-88	130	-130	176	-132	150	-150	131	-79
	9 a	12,35	4,69	7,66	16	16	16	73	-73	26	0	-26	0	0	78	0	-78	116	-116	157	-118	134	-134	117	-71
	10 a	12,35	4,69	7,66	16	16	16	73	-73	26	0	-26	0	0	78	0	-78	116	-116	157	-118	134	-134	117	-71
	11 b	12,35	4,69	7,66	16	16	16	73	-73	26	0	-26	0	0	90	0	-90	116	-116	174	-135	134	-134	127	-81
	12 c	12,35	4,69	7,66	16	16	16	52	-52	57	0	-73	0	-41	78	25	-78	141	-165	157	-118	130	-145	117	-71
	13 d	12,35	4,69	7,66	16	16	16	52	-52	57	0	-73	0	-39	72	23	-72	141	-165	147	-108	130	-145	111	-65
	14 e	13,1	4,69	8,41	18	18	18	45	-45	49	0	-63	0	-29	54	16	-54	120	-141	124	-81	111	-124	100	-48
Ort	15 f	13,35	4,69	8,66	18	18	18	46	-46	46	0	-59	0	-19	42	7	-42	118	-137	108	-64	111	-122	91	-38
	2 h	12,85	4,19	8,66	-21	-21	-21	52	-52	66	0	-52	0	-8	48	22	-48	153	-132	71	-121	137	-124	43	-102
	3 i	12,6	4,19	8,41	-20	-20	-20	50	-50	70	0	-54	0	-18	60	32	-60	158	-134	90	-138	138	-124	54	-111
	4 j	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	59	-59	82	0	-64	0	-26	80	44	-80	185	-157	121	-165	162	-145	72	-124
	5 k	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	59	-59	82	0	-64	0	-28	88	46	-88	185	-157	132	-176	162	-145	79	-131
	6 l	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	82	-82	29	0	-29	0	0	101	0	-101	130	-130	151	-195	150	-150	90	-143
	7 m	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	82	-82	29	0	-29	0	0	88	0	-88	130	-130	132	-176	150	-150	79	-131
	8 m	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	82	-82	29	0	-29	0	0	88	0	-88	130	-130	132	-176	150	-150	79	-131
	9 m	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	82	-82	29	0	-29	0	0	88	0	-88	130	-130	132	-176	150	-150	79	-131
	19 m	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	82	-82	29	0	-29	0	0	88	0	-88	130	-130	132	-176	150	-150	79	-131
	11 l	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	82	-82	29	0	-29	0	0	101	0	-101	130	-130	151	-195	150	-150	90	-143
	12 k	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	59	-59	64	0	-82	0	28	88	-46	-88	157	-185	132	-176	145	-162	79	-131
	13 j	11,85	4,19	7,66	-18	-18	-18	59	-59	64	0	-82	0	26	80	-44	-80	157	-185	121	-165	145	-162	72	-124
	14 i	12,6	4,19	8,41	-20	-20	-20	50	-50	54	0	-70	0	18	60	-32	-60	134	-158	90	-138	124	-138	54	-111
	15 h	12,85	4,19	8,66	-21	-21	-21	52	-52	52	0	-66	0	8	48	-22	-48	132	-153	71	-121	124	-137	43	-102

Lasten aus Schiefstellung der Stützen sind noch nicht mit eingerechnet und sind zu addieren.

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com		Auftrag Nr. H22 11219	Seite 1
		Datum 06/2024	Pos. 4.8.4

4.8.4 VERGLEICH DER ERGEBNISSE AUS POS. 4.8.2 UND 4.8.3

Nachfolgend werden die Lasten aus 4.8.2 und 4.8.3 gegenübergestellt. Die maßgebenden Lastkombinationen werden gelb markiert.

Kräfte aus 4.8.2 zusammengefasst

Kräfte aus 4.8.3 zusammengefasst

Stütze Achse	Normalkraft am Stützenkopf				In Deckenebene einwirkende Horizontalkräfte				In Gründung einwirkende Horizontalkräfte			
	GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35*q _s +1,5*0,7*q _t +1,5* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*q _s +1,5* ^w +1,5*0,6* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*q _s +1,5* ^w +1,5*0,6* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35*q _s +1,5*0,7*q _t +1,5* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*q _s +1,5* ^w +1,5*0,6* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*q _s +1,5* ^w +1,5*0,6* ^w)	
	max N [kN]	min N [kN]	max N [kN]	min N [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max By [kN]	min By [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max Ay [kN]	min Ay [kN]
1 C	330	314	342	143	200	-228	99	-99	187	-203	59	-59
16 C	330	314	342	143	211	-186	92	-92	189	-173	55	-55
2 f	857	871	885	418	196	-228	106	-112	184	-207	63	-71
3 e	969	969	1085	449	201	-237	135	-164	186	-207	81	-114
4 d	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
5 c	1681	814	1900	819	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
6 b	1761	811	1988	807	266	-273	217	-273	232	-232	140	-208
7 a	1515	709	1718	775	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
8 a	1614	779	1831	811	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
9 a	1614	779	1831	811	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
10 a	1515	709	1718	775	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
11 b	1761	811	1988	807	266	-273	217	-273	232	-232	140	-208
12 c	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
13 d	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
14 e	969	969	1085	449	201	-237	135	-164	186	-207	81	-114
15 f	870	414	974	418	211	-186	92	-92	184	-207	63	-71
2 h	870	414	974	418	211	-186	92	-92	184	-207	63	-71
3 i	969	969	1085	449	201	-237	135	-164	186	-207	81	-114
4 j	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
5 k	1681	814	1900	819	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
6 l	1761	811	1988	807	266	-273	217	-273	232	-232	140	-208
7 m	1515	709	1718	775	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
8 n	1614	779	1831	811	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
9 m	1614	779	1831	811	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
10 m	1515	709	1718	775	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
11 l	1761	811	1988	807	266	-273	217	-273	232	-232	140	-208
12 k	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
13 j	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
14 i	969	969	1085	449	201	-237	135	-164	186	-207	81	-114
15 h	870	414	974	418	211	-186	92	-92	184	-207	63	-71

Stütze Achse	Normalkraft am Stützenkopf				In Deckenebene einwirkende Horizontalkräfte				In Gründung einwirkende Horizontalkräfte			
	GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35*q _s +1,5*0,7*q _t +1,5* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*q _s +1,5* ^w +1,5*0,6* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*q _s +1,5* ^w +1,5*0,6* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35*q _s +1,5*0,7*q _t +1,5* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*q _s +1,5* ^w +1,5*0,6* ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35*q _s +1,5* ^w +1,5*0,6* ^w)	
	max N [kN]	min N [kN]	max N [kN]	min N [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max By [kN]	min By [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max Ay [kN]	min Ay [kN]
1 C	330	314	342	143	200	-228	99	-99	187	-203	59	-59
16 C	330	314	342	143	211	-186	92	-92	189	-173	55	-55
2 f	857	871	885	418	196	-228	106	-112	184	-207	63	-71
3 e	969	969	1085	449	201	-237	135	-164	186	-207	81	-114
4 d	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
5 c	1681	814	1900	819	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
6 b	1761	811	1988	807	266	-273	217	-273	232	-232	140	-208
7 a	1515	709	1718	775	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
8 a	1614	779	1831	811	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
9 a	1614	779	1831	811	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
10 a	1515	709	1718	775	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
11 b	1761	811	1988	807	266	-273	217	-273	232	-232	140	-208
12 c	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
13 d	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
14 e	969	969	1085	449	201	-237	135	-164	186	-207	81	-114
15 f	870	414	974	418	211	-186	92	-92	184	-207	63	-71
2 h	870	414	974	418	211	-186	92	-92	184	-207	63	-71
3 i	969	969	1085	449	201	-237	135	-164	186	-207	81	-114
4 j	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
5 k	1681	814	1900	819	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
6 l	1761	811	1988	807	266	-273	217	-273	232	-232	140	-208
7 m	1515	709	1718	775	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
8 n	1614	779	1831	811	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
9 m	1614	779	1831	811	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
10 m	1515	709	1718	775	202	-202	204	-265	232	-232	122	-193
11 l	1761	811	1988	807	266	-273	217	-273	232	-232	140	-208
12 k	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
13 j	1822	875	2057	880	244	-286	187	-260	225	-250	112	-199
14 i	969	969	1085	449	201	-237	135	-164	186	-207	81	-114
15 h	870	414	974	418	211	-186	92	-92	184	-207	63	-71

Verhältnis der Überlagerungswerte aus Pos. 4.8.3 zu den Werten aus 4.8.2

Stütze Achse	Normalkraft am Stützenkopf				In Deckenebene einwirkende Horizontalkräfte				In Gründung einwirkende Horizontalkräfte			
	GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35 ^g +1,5 ^q +0,7 ^q +1,5 ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35 ^g +1,5 ^q +1,5 ^q +1,5 ^w)		GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35 ^g +1,5 ^q +1,5 ^q +1,5 ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35 ^g +1,5 ^q +1,5 ^q +1,5 ^w)		GZT, Leiteinwirkung Wind (1,35 ^g +1,5 ^q +1,5 ^q +1,5 ^w)		GZT, Leiteinwirkung Verkehr (1,35 ^g +1,5 ^q +1,5 ^q +1,5 ^w)	
	max N [kN]	min N [kN]	max N [kN]	min N [kN]	max Bx [kN]	min Bx [kN]	max By [kN]	min By [kN]	max Ax [kN]	min Ax [kN]	max Ay [kN]	min Ay [kN]
1 C	1,05	0,47	1,00	0,59	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
16 C	1,05	0,47	1,00	0,59	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2 f	0,99	0,77	0,97	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3 e	1,27	1,09	1,27	1,11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4 d	1,16	1,05	1,15	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5 c	1,26	1,07	1,26	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6 b	0,99	0,84	0,99	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7 a	1,12	1,03	1,11	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8 a	1,05	0,94	1,04	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9 a	1,05	0,94	1,04	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 a	1,12	1,03	1,11	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11 b	0,99	0,84	0,99	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12 c	1,26	1,07	1,26	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
13 d	1,16	1,05	1,15	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
14 e	1,27	1,09	1,27	1,11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15 f	0,99	0,77	0,97	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2 h	0,99	0,77	0,97	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3 i	1,27	1,09	1,27	1,11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4 j	1,16	1,05	1,15	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5 k	1,26	1,07	1,26	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6 l	0,99	0,84	0,99	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7 m	1,12	1,03	1,11	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8 m	1,05	0,94	1,04	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9 m	1,05	0,94	1,04	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19 m	1,12	1,03	1,11	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11 l	0,99	0,84	0,99	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12 k	1,26	1,07	1,26	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
13 j	1,16	1,05	1,15	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
14 i	1,27	1,09	1,27	1,11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15 h	0,99	0,77	0,97	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Das Verhältnis der relevanten, gelb markierten Bemessungswerte (4.8.3 / 4.8.2) zeigt, dass die in der weiteren Bemessung angenommenen Kräfte in der Regel auf der sicheren Seite liegen.

Für die minimalen Stützen-Normalkräfte gilt: Ist der Wert < 1,0, so sind die angenommenen Minimalwerte kleiner, als die Errechneten (es gibt keine negativen Stützen-Normalkräfte im GZT).

Bei allen anderen Werten gilt: Ist der Wert > 1,0 so wurde die Belastung überschätzt. Stellenweise sind die berechneten minimalen Stützen-Normalkräfte um bis zu 9 % kleiner, als die angenommenen. In der weiteren statischen Berechnung werden die minimalen Stützenkräfte nur bei der Berechnung der erforderlichen Pfahlbewehrung (horizontale Belastung der Pfähle) herangezogen, sind dort jedoch nicht maßgebend und werden auch nochmals reduziert (es werden nur 80 % des Eigengewichts und der Ausbaulasten angesetzt; Vgl. Pos. 5.2.7, S. 1).

Die Bemessungswerte der maximalen Stützendruckkräfte in den Achsen 2/15 und 6/11 werden um 1 - 3 % unterschätzt. Im Vergleich zur Gesamtlast fallen die Abweichungen in den nachfolgenden Berechnungen (Stützenbemessung und Vorbemessung der Teilverdränungsbohrpfähle) nicht ins Gewicht. Die 3 % Abweichung resultieren schon alleine daraus, dass das Eigengewicht des Randfachwerks bei der Lastermittlung stellenweise doppelt angesetzt wird.

Abweichungen bei den Horizontallasten gibt es lediglich in y-Richtung. Sie kommen durch die Anpassung der Zwangskräfte infolge von Verkehrs- und Eigenlasten zustande. Abgesehen von Achse 4 / 13 sind die angenommenen Werte größer, als die Errechneten. In den Achsen 4 / 13 beträgt die Abweichung 2 % und ist somit vernachlässigbar.

Fazit: Die Abweichungen sind moderat. Die Bemessung kann mit den Werten gem. Pos. 4.8.3 fortgeführt werden. Ein Anpassung der nachfolgenden Positionen (Bemessung der Stützen und der Gründung ist nicht erforderlich).

4.9 PFETTEN

4.9.1 ALLGEMEINES

Die Pfetten (HEA 280, S 355) werden entsprechend ihrer Belastung und Abmessung bemessen. Hierfür werden zum einen die Schnittkräfte aus Pos. 3 herangezogen, zum anderen die vertikale Belastung über ihre Durchlaufwirkung ermittelt. Es wird unterschieden zwischen Regelpfetten und Randpfetten. An den Übergängen der Aussteifungsbereiche werden die Pfetten vertikal und in Querrichtung unverschieblich gelagert. In Längsrichtung werden Normalkraftgelenke konstruiert um den Einfluss aus möglichen Temperaturdehnungen zu minimieren.

Ca. die Hälfte der auf die Fassade wirkenden Windlasten wird in die Decke über dem EG eingeleitet. Die andere Hälfte über die Stützenköpfe (Pos. 4.12.5) die die Last direkt auf die Randfachwerkträger weitergeben. Die In Pos. 3 außen umlaufenden Träger sind entsprechend die Obergurte der Randfachwerkträger. Die Randpfetten werden nicht quer auf Biegung beansprucht.

4.9.2 REGELPFETTEN

Einfluss der Aussteifungskräfte:

maximale Stabkräfte aus Pos. 3 (Betrag, Werte können auch negatives Vorzeichen haben)							
Bauteil	System-Modell aus Pos. 3 *	Wind			Abtriebskräfte (Verkehr)		
		N _{k1} [kN]	M _{zk1} [kNm]	V _{yk1} [kN]	N _{k2} [kN]	M _{zk2} [kNm]	V _{yk2} [kN]
Binder Achse 2 / 15	1	45,6	194,8	65,2	15,7	99,9	39,8
Binder Achse 3 / 14	1	22,2	140,2	52,8	17,8	68,3	32,6
Binder Achse 4 / 13	1	29,6	117	57,6	16,1	97,5	14,6
Binder Achse 5 / 12	1	40,3	119	19,7	10,4	94,5	8,73
Binder Achse 6 / 11	1	39,3	-	-	-	-	-
Binder Achse 6 / 11	2	42,3	68,2	8,3	8,6	197	23,9
Binder Achse 7 / 10	2	74,2	69	10,4	102,3	196,9	24,4
Binder Achse 8 / 9	2	55,5	67	6	9,69	196,8	19,5
Randfachwerk A 1-6	1	88,3	28,9	16,6	60,8	17,6	10
Randfachwerk A 6-11	2	12,6	30,2	8,04	21,4	22,7	6,2
Pfetten A 1-6	1	62,6	5,3	5,2	39,4	1,89	4
Pfetten A 6-11	2	4,37	7,04	2,7	5,78	3,73	1
Aussteifungsverbände	2	10	-	-	27,9	-	-

* System entsprechend Pos. 3.1.2 (System 1: Achsen 1-6 bzw. 11-16, System 2: Achsen 6 bis 11)

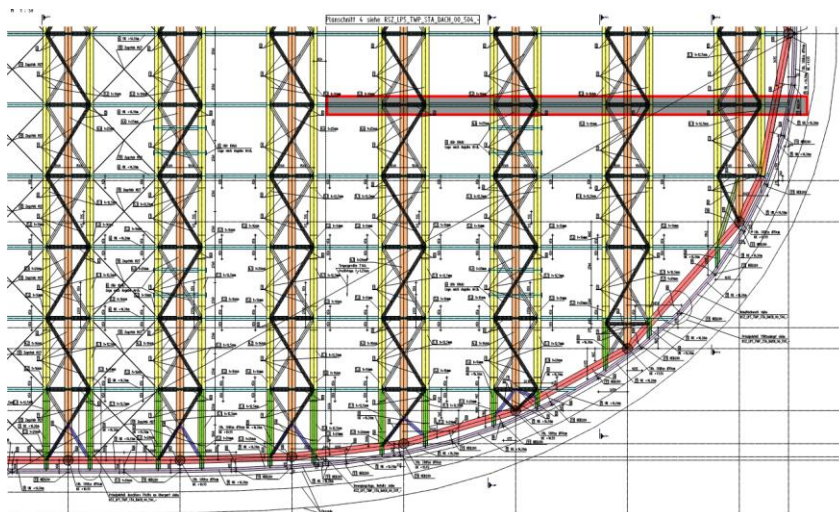
$$N_{Ed} = 1,5 * (62,6 + 39,4) = 155 \text{ kN} < N_{Ed} = 2286,6 * 355 / 235 = 3454 \text{ kN} \rightarrow \eta = 5 \%$$

$$M_{z,Ed} = 1,5 * (7,04 + 3,73) = 16,2 \text{ kNm} < M_{z,Rd} = 121,8 * 355 / 235 = 184 \text{ kNm} \rightarrow \eta = 9 \%$$

$$V_{y,Ed} = 1,5 * (5,2 + 3,73) = 13,4 \text{ kN} < V_{y,Rd} = 988 * 355 / 235 = 1492,5 \text{ kN} \rightarrow \eta = 0,9 \%$$

Vertikale Lasten:

Beispielhaft wird eine Pfette aus dem äußeren Aussteifungsbereich bemessen (nachfolgend grau markiert):



Die Feldabmessungen der anderen Pfetten sind ähnlich und werden wegen der geringen Auslastung nicht weiter betrachtet.

$$\text{Ausbauast: } g_k = 1,15 * 1,4 \text{ kN/m} * 5,10 \text{ m} = 8,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{Verkehrslast } q_k = 1,25 * 1,5 * 5,1 = 9,6 \text{ kN/m}$$

Last an Kragarmspitze

An der Kragamspitze wird lediglich die Eigenlast der Randpfette angehängt. Die Last wird bei dieser Betrachtung verdoppelt und als Verkehrslast betrachtet.

$$Q_k = 2 \cdot 0,8 \text{ kN/m} \cdot 5,1 \cdot 1,15 = 9,5 \text{ kN}$$

- ➔ Wie die nachfolgende Bemessung zeigt, sind die Auslastungen aus Quer- und Vertikalbeanspruchung sehr gering. Eine Überlagerung ist nicht erforderlich. Die Kräfte müssen jedoch bei den Detailnachweisen berücksichtigt werden.

Position: Pfette 1

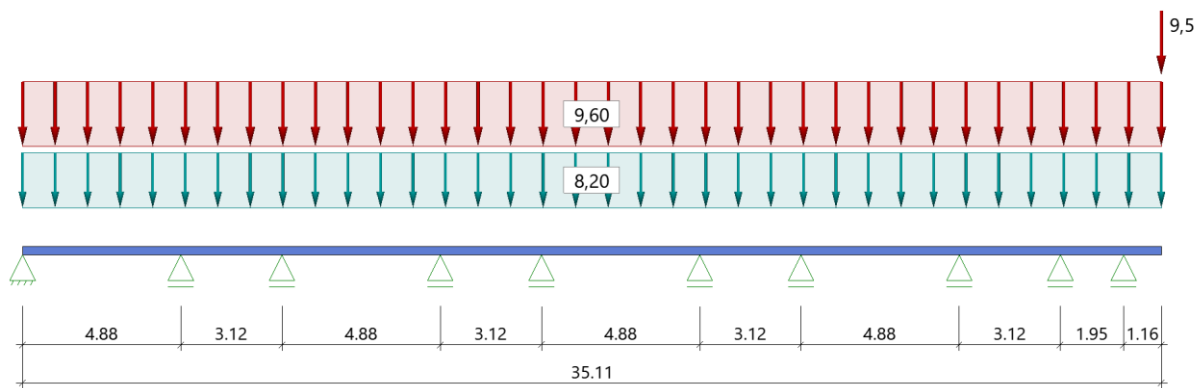
Durchlaufträger (neu) DLT+ 01/21E (FRILO R-2021-1/P09)

System

Stahlträger über 9 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S355

Systembild



Material

Material S355

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 355.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 490.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie


Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 280	13700	4760	1013	340	97.3

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	4.88	HEA 280
2	3.12	HEA 280
3	4.88	HEA 280
4	3.12	HEA 280
5	4.88	HEA 280
6	3.12	HEA 280
7	4.88	HEA 280
8	3.12	HEA 280
9	1.95	HEA 280
Kra Rechts	1.16	HEA 280

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 4
		Datum 06/2024	Pos. 4.9.2

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.88	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	8.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	12.88	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	16.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
6	20.88	-1	-1	0.0	0.0	0.0
7	24.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
8	28.88	-1	-1	0.0	0.0	0.0
9	32.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
10	33.95	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
Kragarm rechts	1	kraft	1.16	9.5 kN	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
W : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	EG	Zus	Alt
System	2	GL		35.11		8.20		ständig Kat. C		
	3	GL		35.11		9.60				

Last Nr. 3 wirkt feldweise.
Last Nr. 2 wirkt zusammenhängend.
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht
Gesamtgewicht = 2682 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_F(\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf})$
Querschnittsbemessung	:	plastisch

Stabilitätsnachweis nach : 6.3.3 - Anhang B
 Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit : charakteristisch
 Nachweis Absolutverformung mit $\delta_{lim} = 5.0$ cm
 Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit $\delta_{lim} =$ Kragarm $l_{eff}/150$
 $\delta_{lim} =$ Felder $l_{eff}/300$

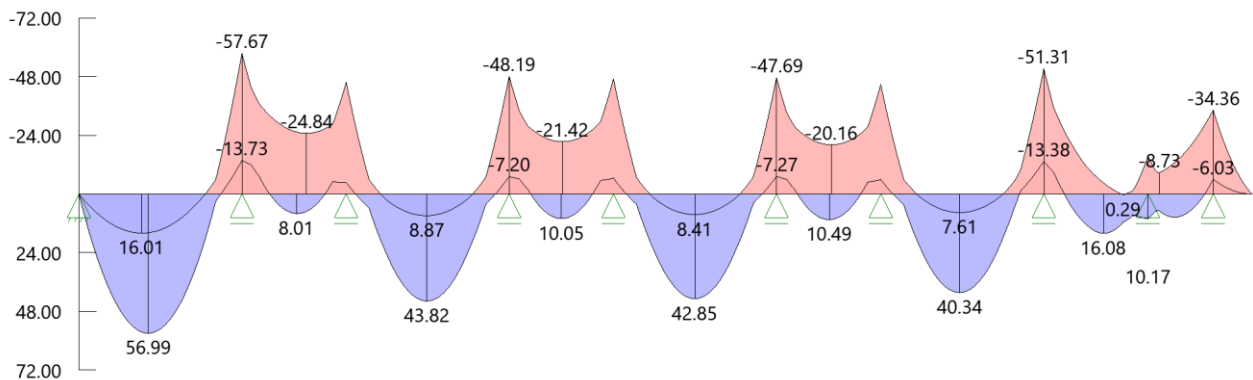
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.16	0.20	0.19

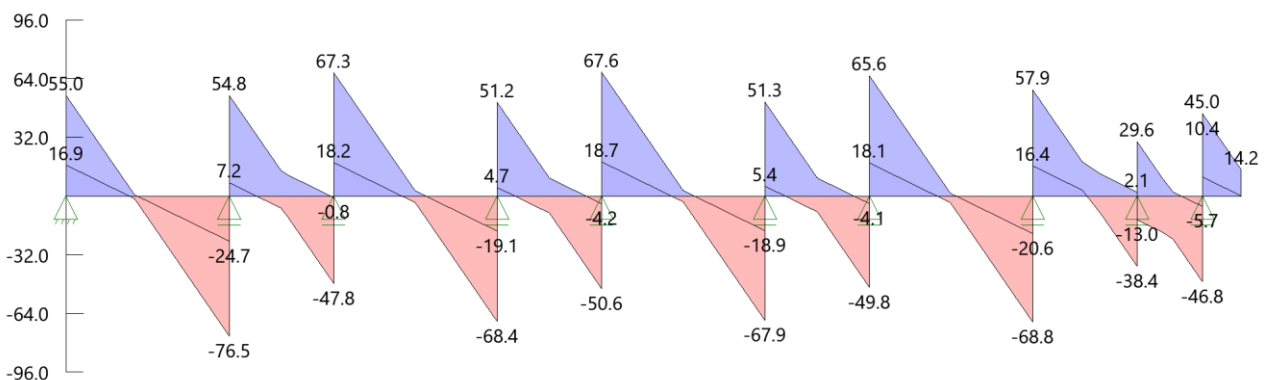
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Mv}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	55.0	0.08	0.00	0.00	0.08	1
	1.80	3	7.3	0.01	55.98	0.16	0.16	1
	2.05	3	0.5	0.00	56.99	0.16	0.16	1
	4.88	3	-76.5	0.12	-57.67	0.16	0.16	4
Feld 2	4.88	3	54.8	0.08	-57.67	0.16	0.16	4
	6.85	3	-0.5	0.00	-24.85	0.07	0.07	1
	6.95	3	0.0	0.00	-0.92	0.00	0.00	4
	8.00	3	-47.8	0.07	-45.68	0.13	0.13	6

Feld	x [m]	Qkl	V _{z,Ed} [kN]	η _{Vz}	M _{y,Ed} [kNm]	η _{My}	η	Lk
Feld 3	8.00	3	67.3	0.10	-45.68	0.13	0.13	6
	10.05	3	9.5	0.01	42.10	0.12	0.12	1
	10.31	3	2.7	0.00	43.68	0.12	0.12	1
	10.44	3	-0.7	0.00	43.81	0.12	0.12	1
	12.88	3	-68.4	0.11	-48.19	0.13	0.13	8
Feld 4	12.88	3	51.2	0.08	-48.19	0.13	0.13	8
	14.69	3	-2.6	0.00	-21.70	0.06	0.06	1
	14.81	3	0.0	0.00	1.21	0.00	0.00	8
	16.00	3	-50.6	0.08	-47.11	0.13	0.13	10
Feld 5	16.00	3	67.6	0.10	-47.11	0.13	0.13	10
	18.31	3	3.2	0.00	42.66	0.12	0.12	1
	18.44	3	-0.2	0.00	42.85	0.12	0.12	1
	20.88	3	-67.9	0.10	-47.69	0.13	0.13	12
Feld 6	20.88	3	51.3	0.08	-47.69	0.13	0.13	12
	22.69	3	-2.0	0.00	-20.32	0.06	0.06	1
	22.82	3	0.0	0.00	1.93	0.01	0.01	12
	24.00	3	-49.8	0.08	-44.86	0.12	0.12	14
Feld 7	24.00	3	65.6	0.10	-44.86	0.12	0.12	14
	26.05	3	8.0	0.01	39.12	0.11	0.11	1
	26.31	3	1.2	0.00	40.31	0.11	0.11	1
	28.88	3	-68.8	0.11	-51.31	0.14	0.14	16
Feld 8	28.88	3	57.9	0.09	-51.31	0.14	0.14	16
	29.87	3	31.8	0.05	-7.13	0.02	0.05	16
	30.69	3	-0.4	0.00	16.08	0.04	0.04	17
	31.01	3	-9.1	0.01	14.52	0.04	0.04	17
	31.06	3	0.0	0.00	11.93	0.03	0.03	16
	31.18	3	-13.5	0.02	12.66	0.04	0.04	17
	32.00	3	-38.4	0.06	-15.54	0.04	0.06	19
Feld 9	32.00	3	29.6	0.05	-15.54	0.04	0.05	19
	33.95	3	-25.7	0.04	-34.36	0.10	0.10	4
Kragarm rechts	33.95	3	45.0	0.07	-34.36	0.10	0.10	4
	35.11	1	14.2	0.02	0.00	0.00	0.02	22

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	Gl	η	Lfk
4.88	3	0.0	57.67	6.54	0.20	4

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{it} * M_{y,Rd}) = 0.20$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 57.67 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 733.67 \text{ kNm} \\ \lambda_{it} &= 0.70 \\ \chi_{it} &= 0.87 \\ M_{y,Rd} &= 360.26 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 4 bei x = 4.88 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Auflager	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
1	0.00	ständig		18.2		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-0.8	20.3		
2	4.88	ständig		41.3		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-6.2	50.4		
3	8.00	ständig		33.9		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-9.9	46.2		
4	12.88	ständig		36.3		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-8.3	47.1		
5	16.00	ständig		35.7		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-8.5	46.7		
6	20.88	ständig		36.2		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-8.0	46.8		
7	24.00	ständig		34.9		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-8.4	45.6		
8	28.88	ständig		41.0		

Auflager	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-2.7	47.6		
9	32.00	ständig		16.3		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-20.9	30.7		
10	33.95	ständig		21.1		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-3.3	42.2		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _v [kNm]	R _v [kN]	M _z [kNm]
1	0.00	Lk 1	55.0			
		Lk 2	16.9			
2	4.88	Lk 4	131.3			
		Lk 3	31.9			
3	8.00	Lk 6	115.1			
		Lk 5	19.1			
4	12.88	Lk 8	119.6			
		Lk 7	23.8			
5	16.00	Lk 10	118.2			
		Lk 9	22.9			
6	20.88	Lk 12	119.2			
		Lk 11	24.3			
7	24.00	Lk 14	115.5			
		Lk 13	22.2			
8	28.88	Lk 16	126.7			
		Lk 15	37.0			
9	32.00	Lk 19	68.1			
		Lk 18	-15.1			
10	33.95	Lk 21	91.8			
		Lk 20	16.1			

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	2	8.20	8.20	0.00	35.11
L 2	10	Kat. C	1	9.50	*	1.16	*
			3	9.60	9.60	0.00	1.16
L 3	1	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	4.88
L 4	2	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	3.12
L 5	3	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	4.88
L 6	4	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	3.12
L 7	5	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	4.88
L 8	6	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	3.12
L 9	7	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	4.88
L 10	8	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	3.12
L 11	9	Kat. C	3	9.60	9.60	0.00	1.95

Teil 1/3 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8
L 1	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35
L 2		1.50		1.50	1.50			1.50
L 3	1.50			1.50	1.50			1.50
L 4		1.50		1.50		1.50	1.50	
L 5	1.50		1.50			1.50		1.50
L 6		1.50		1.50	1.50			1.50

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8
L 7	1.50		1.50			1.50	1.50	
L 8		1.50		1.50	1.50			1.50
L 9	1.50		1.50			1.50	1.50	
L 10		1.50		1.50	1.50			1.50
L 11	1.50		1.50			1.50	1.50	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35

Teil 2/3 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 9	Lk 10	Lk 11	Lk 12	Lk 13	Lk 14	Lk 15	Lk 16
L 1	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35
L 2	1.50			1.50	1.50			1.50
L 3	1.50			1.50	1.50			1.50
L 4		1.50	1.50			1.50	1.50	
L 5	1.50			1.50	1.50			1.50
L 6		1.50	1.50			1.50	1.50	
L 7		1.50		1.50	1.50			1.50
L 8	1.50			1.50		1.50	1.50	
L 9		1.50	1.50			1.50		1.50
L 10	1.50			1.50	1.50			1.50
L 11		1.50	1.50			1.50	1.50	
Eigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35

Teil 3/3 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 17	Lk 18	Lk 19	Lk 20	Lk 21	Lk 22	Lk 23	Lk 24
L 1	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00
L 2	1.50	1.50			1.50	1.50		1.00
L 3		1.50			1.50		1.00	
L 4	1.50		1.50	1.50		1.50		1.00
L 5		1.50			1.50		1.00	
L 6	1.50		1.50	1.50		1.50		1.00
L 7		1.50			1.50		1.00	
L 8	1.50		1.50	1.50				1.00
L 9		1.50			1.50		1.00	
L 10	1.50		1.50	1.50		1.50		1.00
L 11			1.50		1.50	1.50	1.00	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00

4.9.3 RANDABSCHLUSSPFETTEN

Wie beschrieben wird die Randabschlusspfette nicht in Querrichtung und nicht planmäßig auf Normalkraft beansprucht.

Der maximale Abstand von zwei Auflagerpunkten ist kleiner, als 7,0 m. Die maximalen Abstände befinden sich im Kurvenbereich.



Die Belastung ist hier zwar geringer, da die benachbarten Felder kleiner sind, als auf der Geraden, auf der sicheren Seite wird jedoch eine Lasteinzugsbreite von $6,0 \text{ m} / 2 = 3,0 \text{ m}$ angesetzt und die Randpfette als Einfeldträger bemessen.

Ausbaulast: $g_k = 1,4 \text{ kN/m} \cdot 3,0 \text{ m} = 4,2 \text{ kN/m}$

Verkehrslast $q_k = 1,5 \cdot 3,0 = 4,5 \text{ kN/m}$

Position: Randpfette

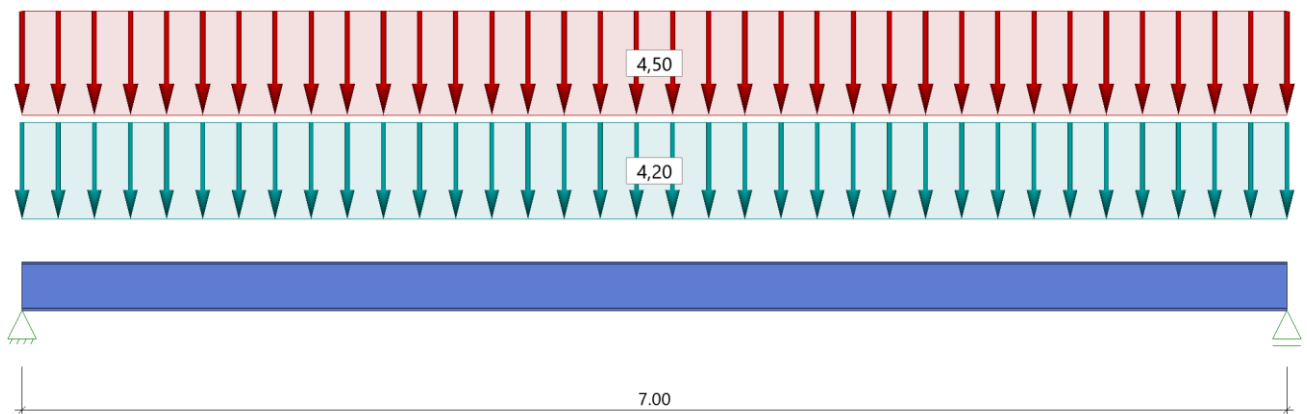
Durchlaufträger (neu) DLT+ 01/21E (FRILO R-2021-1/P09)

System

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S355

Systembild



Material

Material S355

	$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
	$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
Streckgrenze	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 355.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 490.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 280	13700	4760	1013	340	97.3

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.00		4.20		ständig Schnee		
	2	GL		7.00		4.50				

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	EG	Zus	Alt
-------	----	-----	----------	-----------	-----------	--------------	--------------	----	-----	-----

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 535 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

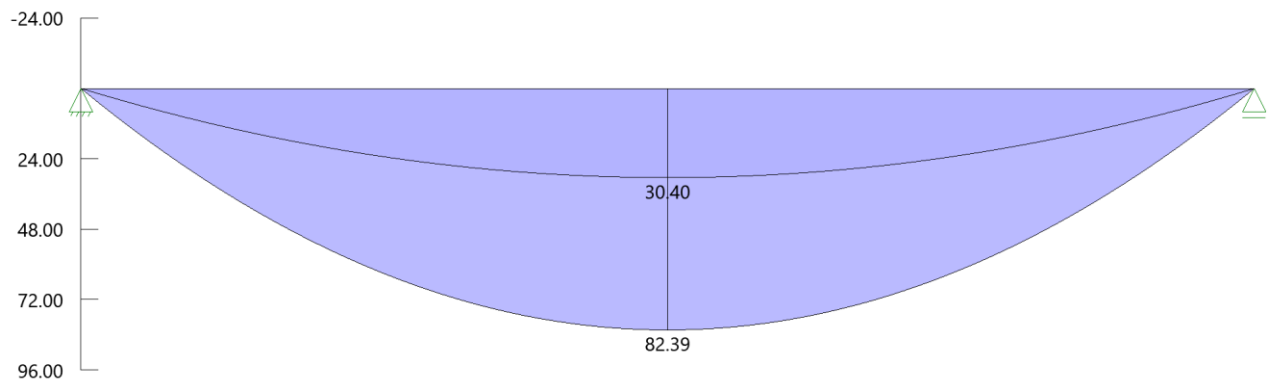
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.23	0.35	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.44

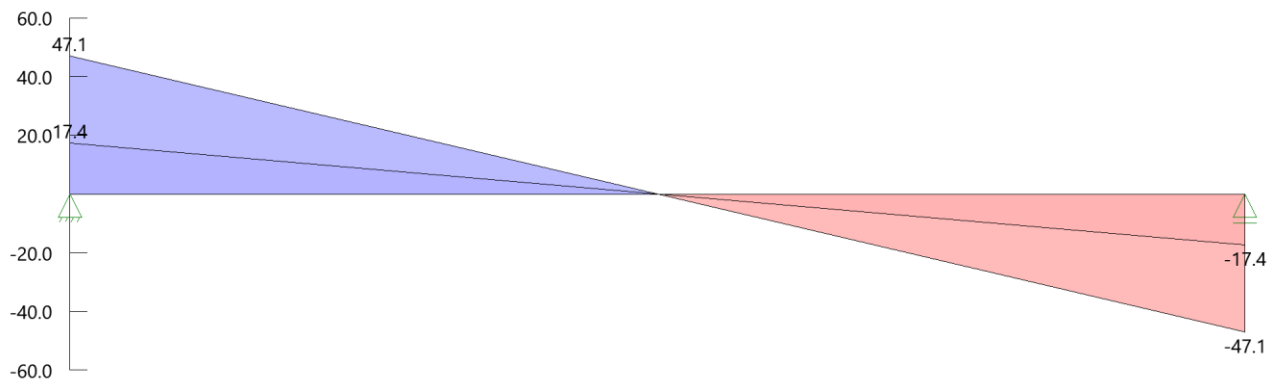
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff

Feld	x [m]	Qkl	V _{z,Ed} [kN]	η _{Vz}	M _{y,Ed} [kNm]	η _{Mv}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	47.1	0.07	0.00	0.00	0.07	1
	3.50	3	0.0	0.00	82.39	0.23	0.23	1
	7.00	1	-47.1	0.07	0.00	0.00	0.07	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	GI	η	Lfk
3.50	3	0.0	82.39	6.54	0.35	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

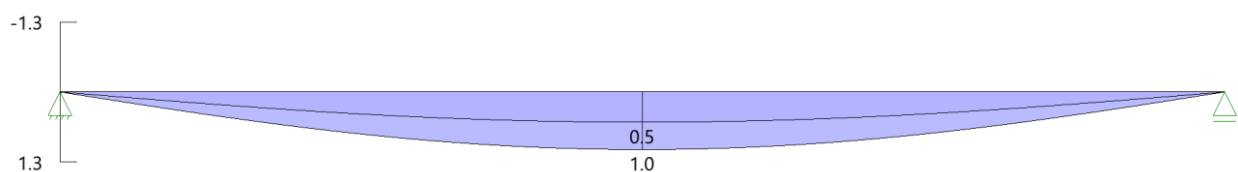
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.35$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 82.39 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 351.44 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 1.01 \\ \chi_{lt} &= 0.71 \\ M_{y,Rd} &= 360.26 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.50 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{Cd} = 5.0\text{ cm}$

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
3.50	0.0	0.0	-1.0	1.0	0.21	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
3.50	7.00	0.00	7.00	1.0	2.3	0.44	3

x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Auflager	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{v,min}$ [kNm]	$M_{v,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Schnee H < 1000 m		17.4 15.8		
2	7.00	ständig Schnee H < 1000 m		17.4 15.8		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

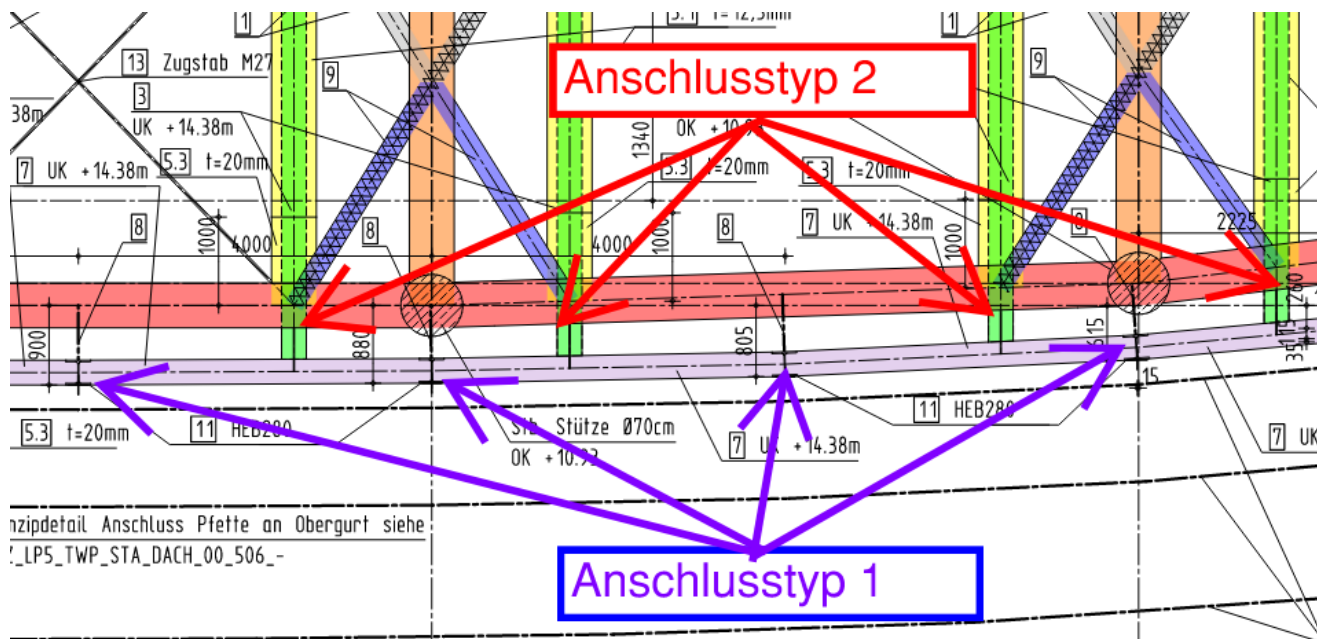
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_v [kNm]	R_v [kN]	M_z [kNm]
1	0.00	Lk 1	47.1			
		Lk 2	17.4			
2	7.00	Lk 1	47.1			
		Lk 2	17.4			

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.							
generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	4.20	4.20	0.00	7.00
L 2	1	Schnee	2	4.50	4.50	0.00	7.00
gen. Last			Lk 1	Lk 2		Lk 3	
L 1			1.35	1.00		1.00	
L 2			1.50			1.00	
Eigengewicht			1.35	1.00		1.00	

4.9.4 ANSCHLUSS RANDPFETTE AN SYSTEM

Es sind zwei Anschlusstypen zur Anbindung der Randpfetten an das System vorgesehen.

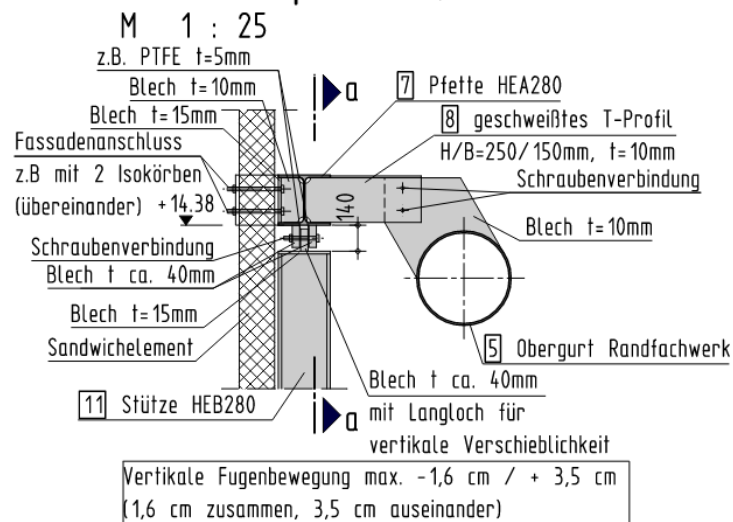


Anschlussstyp 1:

Anbindung der horizontalen Kopfkkräfte der Fassadenstützen:

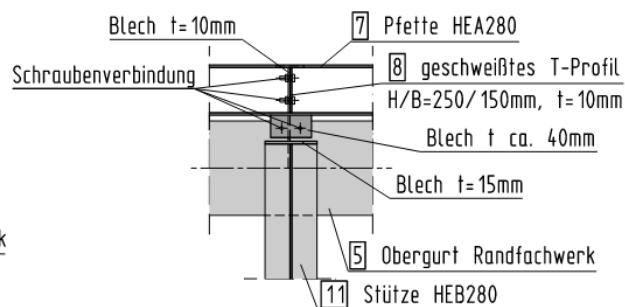
Prinzipdetail Stützenkopf

(Stützenkopf vertikal verschieblich)



Schnitt a

M 1 : 25

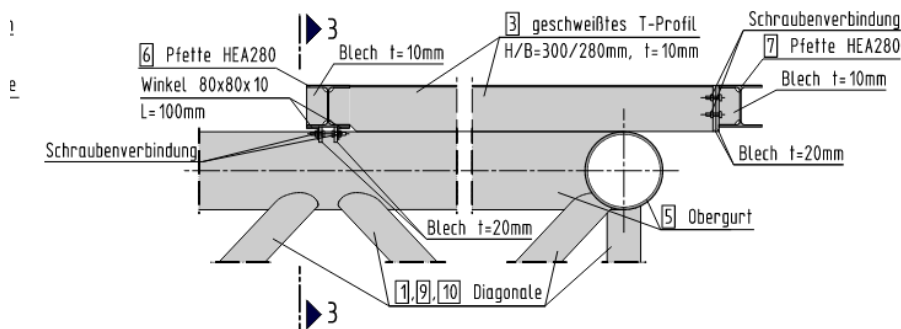


Horizontale Windlasten, die auf die Fassade drücken werden durch die Randpfette direkt an das Randfachwerk weitergeleitet. Der Nachweis des T-Profiles erfolgt in Pos. 4.12.5.

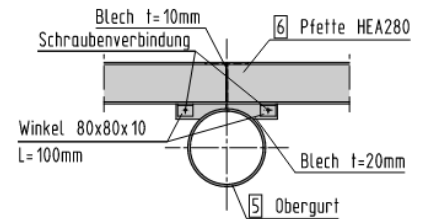
Anschlussstyp 2:

Anbindung der vertikalen Auflagerkräfte der Randpfette an die Binder:

Prinzipdetail Anschluss Pfette an Obergurt M 1 : 25



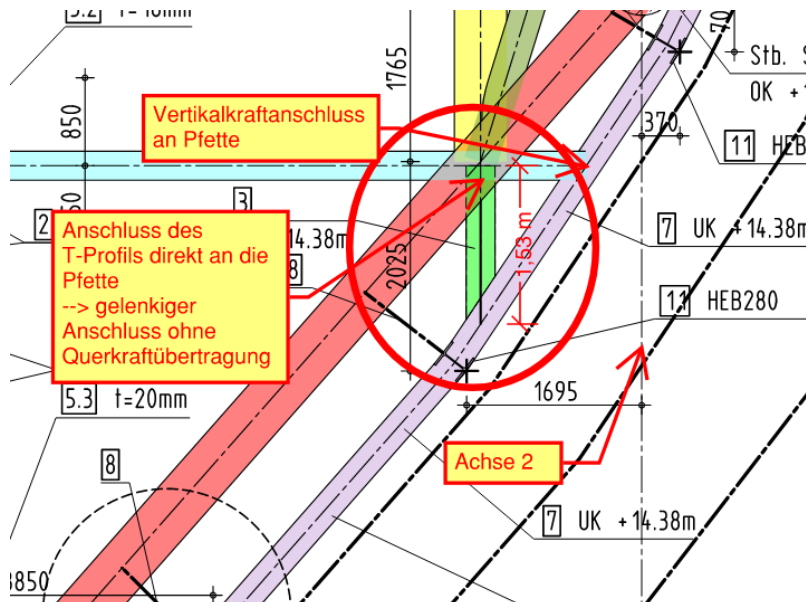
Schnitt 3 M 1 : 25



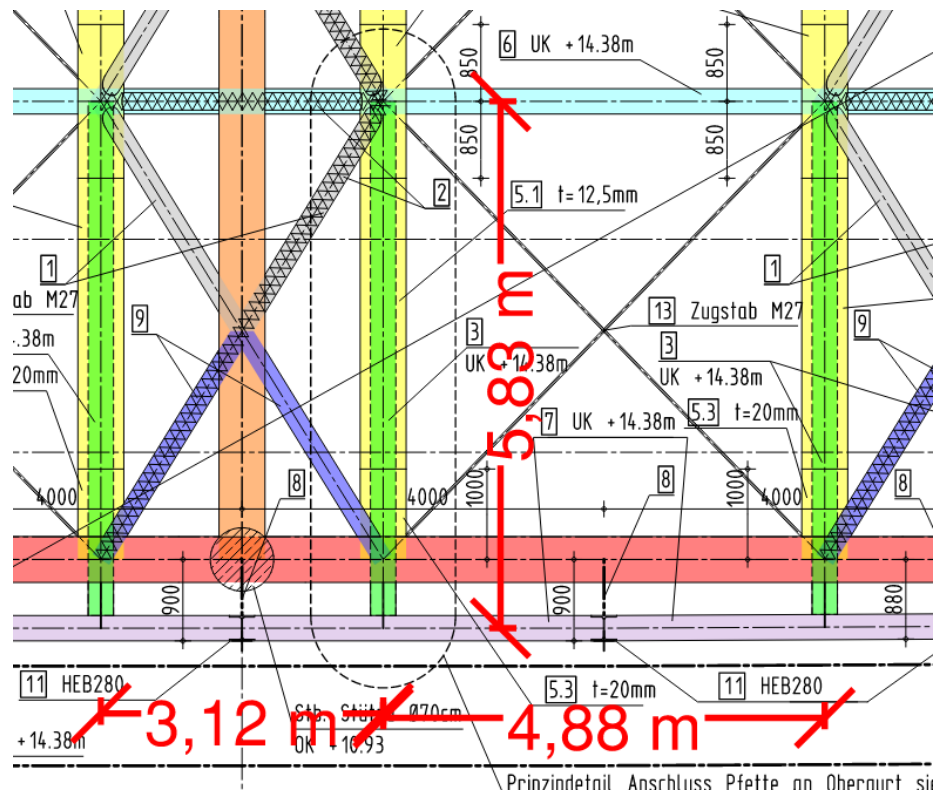
Auf den Binder-Obergurten werden geschweißte T-Profile $H/B/t = 300 / 280 / 10$ vorgesehen, die zum einen Binden den Obergurten, zum anderen aber auch mit der benachbarten Pfette verbunden sind. Die T-Profile kragen aus und werden am Ende mit den Randpfetten z. B. mit einem Stirnplattenstoß verbunden.

Die maximale Auskrugung (von Achse OG-Randunterzug zu Achse Randpfette beträgt ca. 1,60 m an den Achsen 2 und 16. In den weiteren Bereichen < 85 cm.

In den Achsen 2 und 16 wird jedoch auch keine vertikale Kraft an das T- Profil angeschlossen, da es nur gelenkig an die benachbarte Pfette anschließt. Die vertikale Last wird direkt an die Pfette abgegeben.



Anschlussnachweis:



$$g_k = 1,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,83 \text{ m}/2 + 0,8 \text{ kN/m} = 5 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 1,5 \cdot 5,83/2 = 4,5 \text{ kN/m}$$

T-Profil H/B/t = 300 / 280 / 10

$$\rightarrow \max V_{Ed} = (1,35 \cdot 5 + 1,5 \cdot 4,5) \cdot (3,12 + 4,88) / 2 \cdot 1,2 = 65 \text{ kN}$$

$$\rightarrow M_{Ed} = 65 \text{ kN} \cdot 0,85 \text{ m} = 56 \text{ kNm}$$

$$V_{Rd} = 30 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} / (1,5 \cdot 3^{0,5}) \times 35,5 \text{ kN/cm}^2 = 410 \text{ kN} > V_{Ed}$$

Flächenmomente

$$I_y = 5,240\text{E}+03 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 1,832\text{E}+03 \text{ cm}^4$$

Widerstandsmomente

$$W_{y_o} = 6,444\text{E}+02 \text{ cm}^3$$

$$W_{y_u} = 239,61552 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 1,308\text{E}+02 \text{ cm}^3$$

Schwerpunktlage

$$e = 8,132 \text{ cm}$$

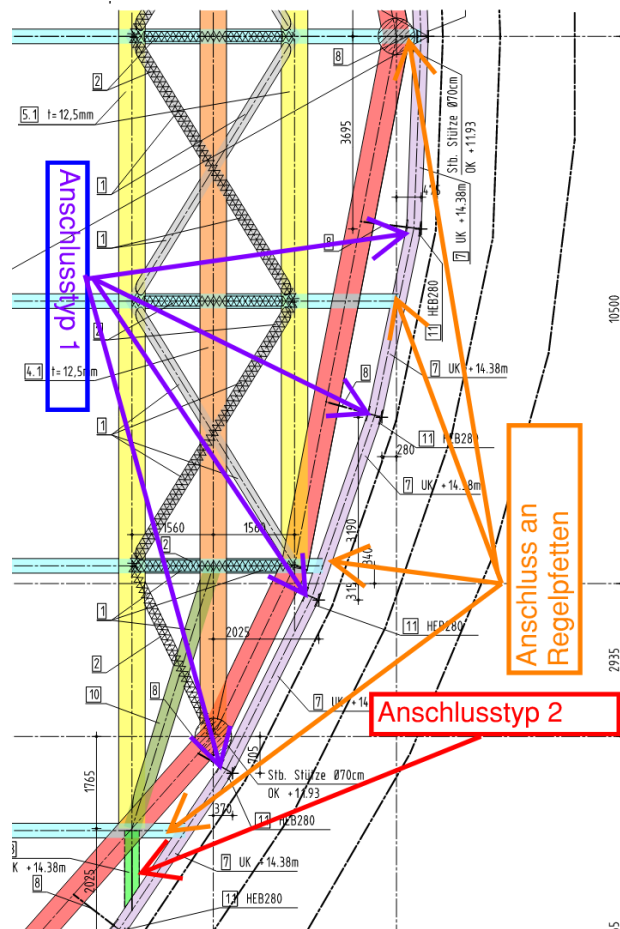
Fläche

$$A = 57 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{y,oben,Ed} = 65 \cdot 100 / (6,44 \cdot 10^2) = 10,1 \text{ kN/cm}^2 < 35,5 \text{ kN/cm}^2 = f_{yd}$$

$$\sigma_{y,unten,Ed} = -65 \cdot 100 / (239,6) = -27,1 \text{ kN/cm}^2 < 35,5 \text{ kN/cm}^2 = f_{yd} \text{ Nachweise erfüllt}$$

In den Kurvenbereichen werden die Randpfetten direkt an die Regelpfetten angeschlossen.

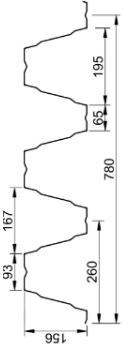


→ Hier ist kein weiterer Profelnachweis erforderlich.

4.10 TRAPEZPROFILE

Die Trapezprofile spannen von Pfette zu Pfette. Rechnerisch wird den Trapezprofilen keine aussteifende Scheibenwirkung zugeteilt. Der Achsabstand der Pfetten beträgt i. d. R. $\leq 5,10$ m.

Stahltrapezprofil T160		Positivlage																									
Belastungstabellen nach DIN EN 1993-1-3 für andrückende Belastung																											
Einfeldträger																											
Blech- dicke t_b [mm]	Eigen- gewicht g [kN/m ²]	Grenz- stützweite L_{gr} [m]	Zelle	Zulässige Belastung q [kN/m ²] einschl. Bleicheigengewicht bei einer Stützweite L [m]																							
				3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00	
0,75	0,115	8,05	1	3,51	3,28	3,07	2,89	2,73	2,59	2,46	2,34	2,23	2,14	2,01	1,85	1,71	1,59	1,48	1,38	1,29	1,20	1,13	1,06	1,00	0,94	0,89	
			2	3,51	3,28	3,07	2,89	2,73	2,59	2,46	2,34	2,23	2,14	2,01	1,85	1,65	1,48	1,32	1,19	1,08	0,97	0,89	0,81	0,74	0,68	0,62	
			3	3,51	3,28	3,07	2,89	2,73	2,59	2,46	2,34	2,05	1,79	1,58	1,39	1,24	1,11	0,99	0,89	0,81	0,73	0,66	0,61	0,55	0,51	0,47	
			4	3,51	3,28	3,07	2,89	2,49	2,12	1,81	1,57	1,36	1,19	1,05	0,93	0,83	0,74	0,66	0,60	0,54	0,49	0,44	0,40	0,37	0,34	0,31	
0,88	0,135	9,55	1	4,95	4,62	4,33	4,07	3,85	3,65	3,46	3,30	3,00	2,75	2,52	2,33	2,15	1,99	1,85	1,73	1,62	1,51	1,42	1,34	1,26	1,19	1,12	
			2	4,95	4,62	4,33	4,07	3,85	3,65	3,46	3,30	3,00	2,75	2,52	2,33	2,15	1,96	1,75	1,57	1,41	1,28	1,16	1,05	0,96	0,88	0,80	0,74
			3	4,95	4,62	4,33	4,07	3,85	3,65	3,23	2,79	2,43	2,13	1,87	1,66	1,47	1,31	1,18	1,06	0,96	0,87	0,79	0,72	0,66	0,60	0,55	0,50
			4	4,95	4,62	4,21	3,51	2,96	2,51	2,16	1,86	1,62	1,42	1,25	1,10	0,98	0,88	0,79	0,71	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44	0,40	0,37	
1,00	0,154	10,70	1	6,44	6,01	5,64	5,31	5,01	4,75	4,50	4,30	3,90	3,56	3,25	2,99	2,75	2,55	2,36	2,19	2,05	1,91	1,79	1,68	1,58	1,49	1,40	1,33
			2	6,44	6,01	5,64	5,31	5,01	4,75	4,50	4,30	3,90	3,56	3,25	2,99	2,75	2,55	2,36	2,19	2,05	1,91	1,79	1,68	1,58	1,49	1,40	1,33
			3	6,44	6,01	5,64	5,31	5,01	4,75	4,50	4,30	3,90	3,56	3,25	2,99	2,75	2,55	2,36	2,19	2,05	1,91	1,79	1,68	1,58	1,49	1,40	1,33
			4	6,44	5,86	4,83	4,02	3,39	2,88	2,47	2,13	1,86	1,62	1,43	1,27	1,12	1,00	0,90	0,81	0,73	0,66	0,60	0,55	0,50	0,46	0,42	
1,25	0,192	12,20	1	9,62	8,98	8,42	7,54	6,73	6,04	5,45	4,94	4,51	4,12	3,79	3,49	3,23	2,99	2,78	2,59	2,42	2,27	2,13	2,00	1,89	1,78	1,68	
			2	9,62	8,98	8,42	7,54	6,73	6,04	5,45	4,94	4,51	4,12	3,79	3,49	3,23	2,99	2,78	2,59	2,42	2,27	2,13	2,00	1,89	1,78	1,68	
			3	9,62	8,98	8,42	7,45	6,27	5,33	4,57	3,95	3,44	3,01	2,65	2,34	2,08	1,86	1,67	1,50	1,35	1,23	1,12	1,02	0,93	0,85	0,78	
			4	8,89	7,23	5,95	4,96	4,18	3,56	3,05	2,63	2,29	2,00	1,76	1,56	1,39	1,24	1,11	1,00	0,90	0,82	0,74	0,68	0,62	0,57	0,52	
1,50	0,231	12,95	1	13,81	12,03	10,57	9,36	8,35	7,50	6,77	6,14	5,59	5,12	4,70	4,33	4,00	3,71	3,45	3,22	3,01	2,82	2,64	2,49	2,34	2,21	2,09	
			2	13,81	12,03	10,57	9,36	8,35	7,50	6,77	6,14	5,56	4,87	4,29	3,79	3,37	3,01	2,70	2,43	2,19	1,99	1,81	1,65	1,51	1,38	1,27	
			3	13,81	12,03	10,57	9,05	7,62	6,48	5,55	4,80	4,17	3,65	3,21	2,84	2,53	2,26	2,02	1,82	1,65	1,49	1,36	1,24	1,13	1,04	0,95	
			4	10,80	8,78	7,23	6,03	5,08	4,32	3,70	3,20	2,78	2,43	2,14	1,90	1,69	1,51	1,35	1,21	1,10	0,99	0,90	0,82	0,75	0,69	0,63	




Endauflagerbreite: $a \geq 40$ mm

Zelle 1 = Zulässige Belastung einschließlich Sicherheitsbeiwerte
Zelle 2 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegung von $f \leq L/150$
Zelle 3 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegung von $f \leq L/200$
Zelle 4 = Zulässige Belastung bei einer Durchbiegung von $f \leq L/300$

Ablesebeispiel: Blechdicke $t_N = 0,75$ mm, $L_{gr} = 6,75$ m Stützweite, Durchbiegungsbeschränkung $\leq L/150$: zul $q = 1,48$ kN/m²
 L_{gr} = Grenzstützweite, bis zu der das Trapezprofil ohne lastverteilende Maßnahmen begangen werden darf.

Auszug aus Belastungstabellen T160 positiv von Polmetall

<https://www.polmetall.de/produkt/konstruktionsprofil-t160/>

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr. H22 11219	Seite 2
		Datum 06/2024	Pos. 4.10
<p>Die Randfelder in den Bereichen zwischen Achse 5 und 12 sollten jeweils mit dem benachbarten Feld als Zweifeldträger ausgebildet werden, um die Durchbiegungen gering zu halten. Hier beträgt der Achsabstand der Randabschlusspfette zur benachbarten Pfette bis zu 5,80 m.</p>			

4.11 AUSSTEIFUNGSVERBAND

Für die Aussteifungsverbände sind kreisrunde Zugstäbe vorgesehen. Die Zugstäbe werden dadurch nachgewiesen, dass alle Normalkräfte im Grenzzustand der Tragfähigkeit unter den zulässigen für einen M27 Zugstab der Firma Halfen (S460, Zugstabsystem DETAN-S, Zulassung: ETA-05/0207, $F_{t,Rd} = 206,7 \text{ kN}$) liegen.

Die Maximalen Stabkräfte werden in Pos. 4.1.3 ermittelt.

$\text{Max } N_{Ed} = 154 \text{ kN} < N_{Rd} = 206,7 \text{ kN}$

Seite 19 der Europäischen Technischen Bewertung
ETA-05/0207 vom 20. April 2018

Deutsches
Institut
für
Bautechnik


System- größe	Bemessungswert der Zugstabtragfähigkeit des Zugstabsystems $F_{t,Rd} [\text{kN}]$			
	S520	S470	S460	S355
M6	-	-	9,05	7,39
M8	-	-	16,47	13,44
M10	-	-	26,10	21,30
M12	-	-	37,92	30,94
M16	81,22	78,96	70,50	-
M20	126,9	123,4	110,2	-
M24	182,7	177,7	158,6	-
M27	238,1	231,5	206,7	-
M30	290,6	282,5	252,3	-
M36	423,4	411,6	367,5	-
M42	581,1	564,9	504,4	-
M48	763,7	742,5	662,9	-
M52	911,3	885,9	791,0	-
M56	1052,4	1023,1	913,5	-
M60	1224,5	1190,5	1062,9	-
M64	1387,2	1348,7	1204,2	-
M76	2016,2	1960,2	1750,2	-
M85	2564,9	2493,7	2226,5	-
M95	3252,0	3161,6	2822,9	-

($\gamma_{M0} = 1,0$ und $\gamma_{M2} = 1,25$ siehe Anhang A)

HALFEN Zugstabsystem DETAN-S

Bemessungswert Zugstabtragfähigkeit des Zugstabsystems

Anhang B11

4.12 RANDSTÜTZEN (FASSADE) UND ANSCHLUSS SCREEN-FASSADE

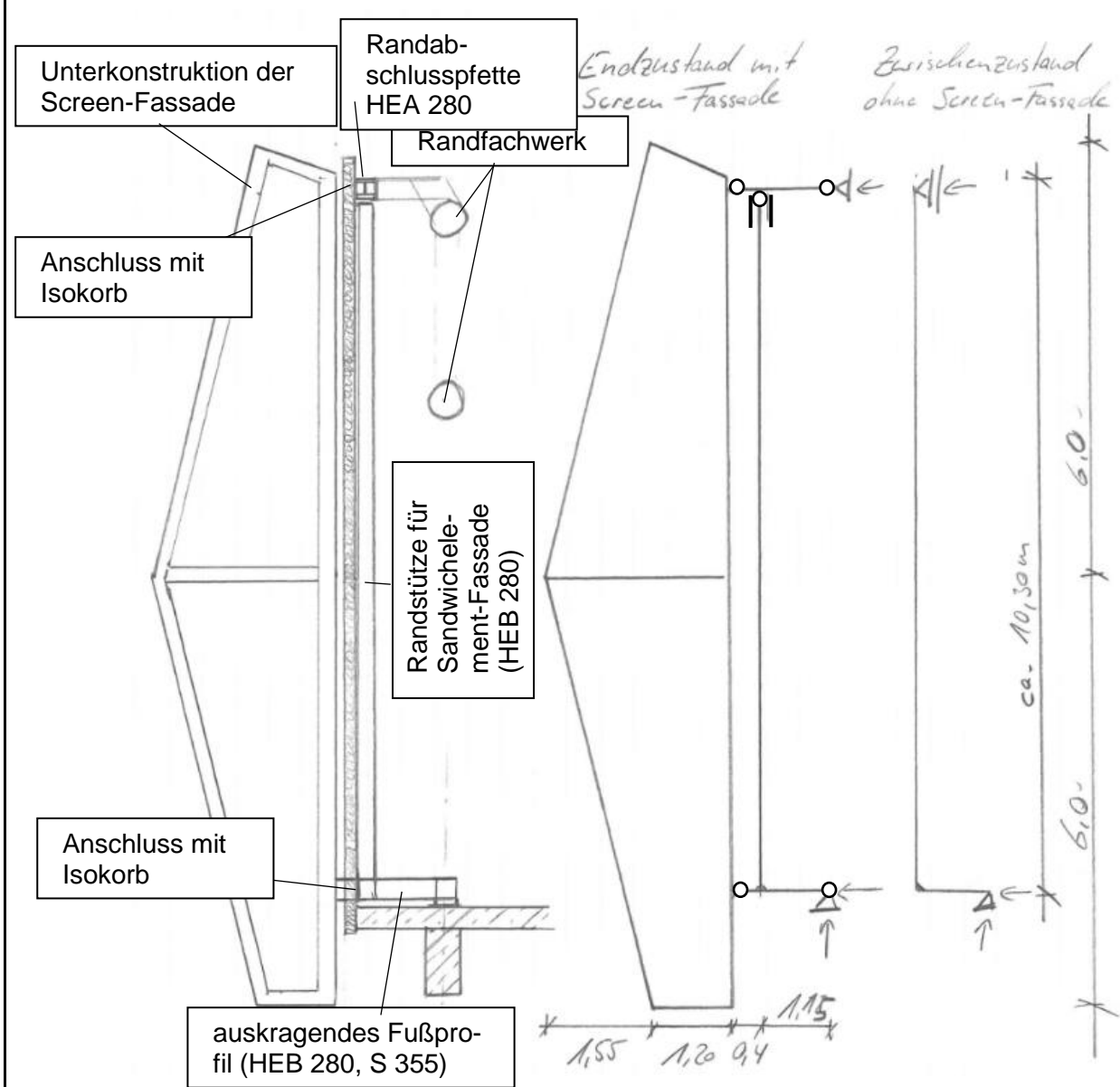
4.12.1 ALLGEMEINES

Die vorgesetzte Screen-Fassade wird losgelöst vom Hallentragwerk betrachtet. Da die Konstruktion jedoch nicht auf dem Boden aufstehen kann, müssen ihre Lasten durch das Hallentragwerk weitergeleitet werden. Die vertikalen Auflagerlasten werden ausschließlich über den Fußpunkt übertragen. Der horizontale Anschluss am Kopfpunkt funktioniert über einen Pendelstab. Um Torsionsmomente in den Stahlbeton-Unterzügen zu vermeiden, kragen die Fußpunkte aus und lagern auf der Schwerachse der Unterzüge. Horizontallasten werden sowohl über den Kopfpunkt, als auch über den Fußpunkt übertragen. Die Randstützen, die die Sandwichelement-Fassade tragen werden ebenfalls auf den auskragenden Fußprofilen abgestellt.

Das Fußprofil muss biegesteif mit der Randstütze verbunden sein. Der Fassadenanschluss wird gelenkig umgesetzt.

Um Wärmebrücken zu reduzieren wird die Screen-Fassade an den Fuß- und Kopfpunkten über Isokörbe mit dem Stahlbau verbunden.

Die Bemessung der Konstruktion erfolgt mit dem Programm RSX von FRILLO. Die Bemessung der Isokörbe mit dem Bemessungstool für Stahl-Stahl-Verbindungen der Firma Schöck.



4.12.2 EINWIRKUNGEN

Eigengewicht der Fassade ca. 18 kN/m (inkl. Unterkonstruktion)

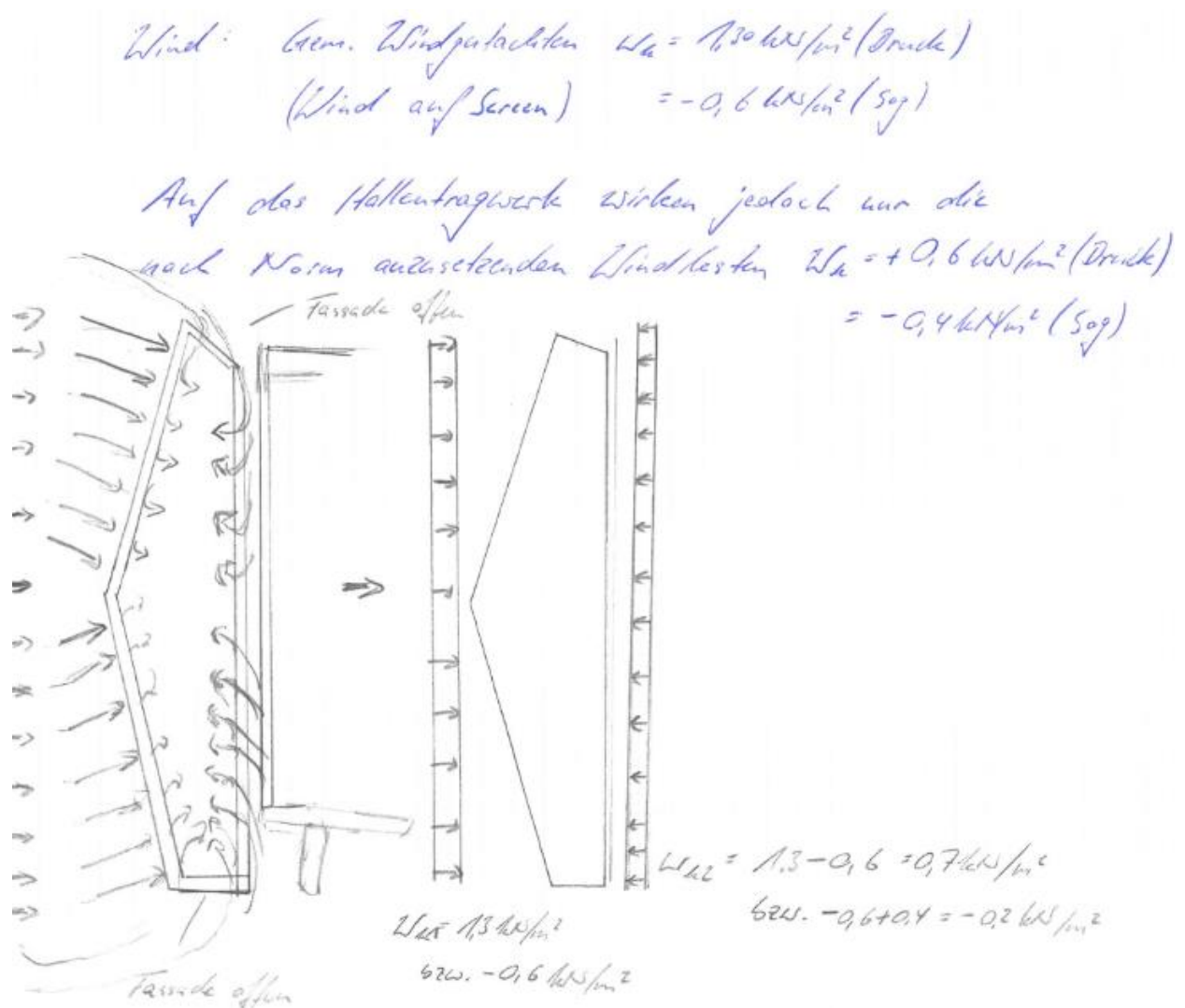
Eigengewicht der Sandwichelemente ca. 4,5 kN/m

Eigengewicht der Stützen für die Sandwichelemente: ca. $1,2 \text{ kN/m} \cdot 13 \text{ m} = 16 \text{ kN}$

Abstand der Stützen < 4,50 m

$$G_{k, \text{Screen}} = 18 \cdot 4,5 = 81 \text{ kN}$$

$$G_{k, \text{Sandwichelemente} + \text{Stütze}} = 4,5 \cdot 4,5 + 16 = 36,5 \text{ kN}$$

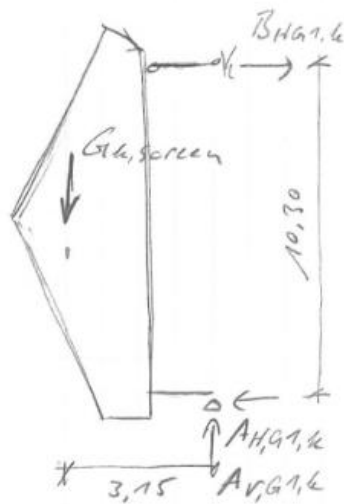


Der Abstand des Schwerpunktes der Screen-Fassade zum Auflagerpunkt am Fuß beträgt max. ca.

$$1,15 + 0,4 + 1,2 + \frac{1}{4} \cdot 1,55 = 3,15 \text{ m}$$

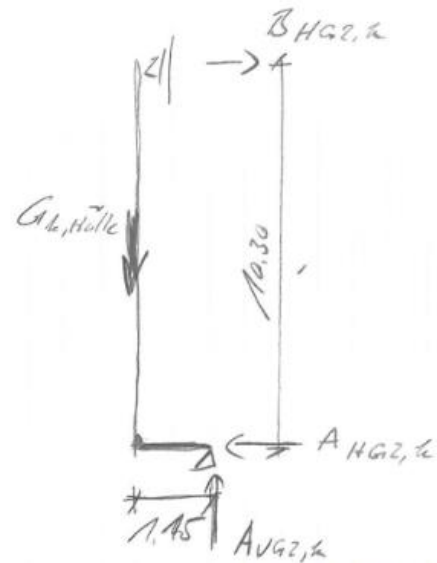
Der Abstand des Schwerpunktes der Stützen für die Sandwichelemente zum Auflagerpunkt beträgt max. ca.

$$1,15 \text{ m}$$



$$M_{G1} = 81 \cdot 3,15 = 255 \text{ kNm}$$

$$A_{H,G1,k} = B_{H,G1,k} = \frac{255}{10,3} = 25 \text{ kN}$$



$$M_{G2} = 35 \cdot 1,15 = 40,2 \text{ kNm}$$

$$A_{H,G2,k} = B_{H,G2,k} = \frac{40,2}{10,3} = 4 \text{ kN}$$

$$w_{k1}^D = 1,3 \text{ kN/m}^2$$



$$\begin{aligned} B_{H,L1,1}^D &= 1 \\ &= 1,3 \cdot 4,5 \cdot 10 / 2 = 40 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{H,L,1}^D &= 1,3 \cdot 4,5 \cdot 10 / 2 = 40 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$w_{k1}^S = 0,6 \text{ kN/m}^2$$



$$\begin{aligned} B_{H,L,1}^S &= 0,6 \cdot 4,5 \cdot 10 / 2 = 20 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{H,L,1}^S &= 0,6 \cdot 4,5 \cdot 10 / 2 = 20 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$w_{k,2}^D = 0,7 \text{ kN/m}^2$$



$$\begin{aligned} B_{H,L,2}^D &= 0,7 \cdot 4,5 \cdot 10 / 2 = 20,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{H,L,2}^D &= 0,7 \cdot 4,5 \cdot 10 / 2 = 20,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$w_{k,2}^S = 0,2 \text{ kN/m}^2$$



$$\begin{aligned} B_{H,L,2}^S &= 0,2 \cdot 4,5 \cdot 10 / 2 = 6,0 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{H,L,2}^S &= 0,2 \cdot 4,5 \cdot 10 / 2 = 6,0 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.12.3 BEMESSUNG

Position: Außenstützen Stahl

RSX Stabwerk RSX 01/21 (FRILO R-2021-1/P09)

Kurzbeschreibung

System

Das System hat 5 Knoten, 4 Stäbe, 3 gelagerte Knoten
Die Abmessungen des Systems in [m] sind DX=1.65, DY=0.00, DZ=10.55
4 Stäbe mit dem Querschnitt HEB 280 und dem Material S355

Lastfälle

N	Name	Aktiv	Einwirkung	EG kN	LL	PL	SumX kN	SumY kN	SumZ kN
1	Eigengewicht + Ausbau	JA	ständig	*	0	4	0.0	0.0	-116.0
2	Wind 1	JA	Windlasten	*	1	2	38.8	0.0	0.0
3	Wind 2	JA	Windlasten	*	1	2	-27.6	0.0	0.0
4	Wind 3	JA	Windlasten	*	1	0	41.2	0.0	0.0

Hinweis: Das Eigengewicht ist in keinem Lastfall aktiviert!

N : Nummer
EG : EG=Eigengewicht in Richtung [-Z]
LL : Anzahl der Linienlasten
PL : Anzahl der Punklasten

Details zu den Lasteinwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00

Einstellungen zur Überlagerung und zum Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen : DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
: DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
: DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04
: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
entlastende Wirkung ständiger Lasten : berücksichtigt
 ψ_2 für Kranlasten : 0.90
 $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE) : nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten : untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
KLED bei Wind : sehr kurz

Protokoll der Systemdaten

Querschnitte

Nr	Name	Kurzname Alias	A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _z (cm ³)
3	HEB 280	HEB 280	131.4	19270	6595	1376	471

Material

Nr	Name	Kurzname Alias	NKL	E-Modul kN/m ²	ν	G-Modul kN/m ²	Wichte kN/m ³
2	S355	S235	-	2.1E8	0,3	8.077E7	78.50

NKL : Nutzungsklasse
 ν : Querdehnzahl

Stahlmaterial - Details für S355

	$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
Streckgrenze	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 355.00 \text{ N/mm}^2$
	$t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yk} = 335.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 490.00 \text{ N/mm}^2$
	$t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{uk} = 470.00 \text{ N/mm}^2$

Knoten

Knoten	X	Y	Z	Anzahl Stäbe	Lager						
Nummer	(m)	(m)	(m)	am Knoten	DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
1	0.00	0.00	-0.25	1	S	S	S	-	-	-	-
2	0.00	0.00	0.00	2	-	-	-	-	-	-	-
3	-1.15	0.00	0.00	3	-	S	-	-	-	-	-
4	-1.65	0.00	0.00	1	-	-	-	-	-	-	-
5	-1.15	0.00	10.30	1	S	S	-	-	-	-	-

Lagerbedingungen Starr=S, Elastisch=E, Frei -

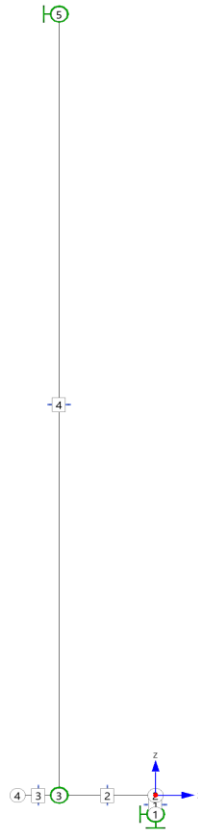
Stäbe

Stab	T	N ₁	N ₂	L _x m	L _y m	L _z m	EG kN	Q ₁	Mat	RL	N
1	B	1	2	0.00	0.00	0.25	0.3	3	S355	180	1
2	B	2	3	-1.15	0.00	0.00	1.2	3	S355	180	1
3	B	3	4	-0.50	0.00	0.00	0.5	3	S355	180	1
4	B	3	5	0.00	0.00	10.30	10.6	3	S355	180	1

T : Stabtyp (B=Biegestab, F=Fachwerkstab)
L_x : L_x, L_y, L_z- projizierte Länge auf die Richtungen des globalen Koordinatensystems
EG : Eigengewicht berechnet aus Wichte des Materials und dem Stabquerschnitt
Q₁ : Querschnitt Stab oder Stabanfang falls Voute
RL : Drehung des lokalen Koordinatensystem bezüglich der Standardlage
N : Stabteilung

Systembilder

Systemübersicht



Lasten

Linienlasten

Lastfall	Stab	Richtung	Wirkung	Projiziert	WL m	Gleichlast	Start m	Wert kN/m	Ende m	Wert kN/m
2	4	X	Global	Nein	10.30 m	Ja	0.00	-4.00	10.30	-4.00
3	4	X	Global	Nein	10.30 m	Ja	0.00	1.20	10.30	1.20
4	4	X	Global	Nein	10.30 m	Ja	0.00	4.00	10.30	4.00

Lastfall : Lastfallnummer
 Wirkung : Wirkungsrichtung der Last kann auf das globale oder auf das stabbezogene Koordinatensystem bezogen sein
 Projiziert : Projizierte Lasten wirken über die entsprechende Projektionslänge des Stabes in der angegebenen Richtung
 WL : Wirksame Lastlänge
 Start : Anfangspunkt der Last im Stab/Stabzug
 Ende : Endpunkt der Last im Stab/Stabzug

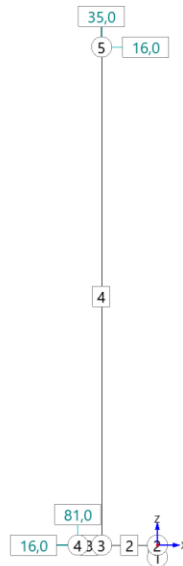
Knotenlasten

Lastfall	NR	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm	Referenz
1	4	0.0	0.0	-81.0	0.00	0.00	0.00	
1	5	0.0	0.0	-35.0	0.00	0.00	0.00	
1	4	16.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
1	5	-16.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	4	40.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	5	40.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
3	4	-20.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
3	5	-20.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	

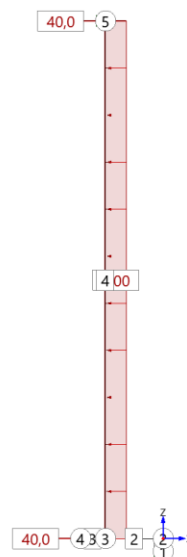
Lastfall	NR	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm	Referenz
Lastfall : Lastfallnummer								

Lastbilder

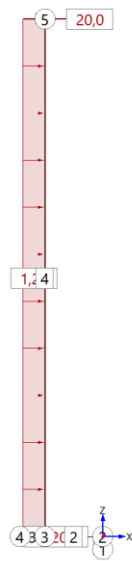
Lastfall : Eigengewicht + Ausbau | Eigengewicht Ausbualast



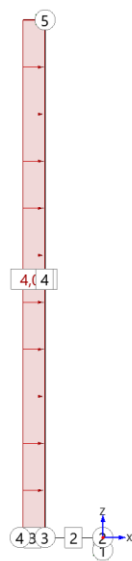
Lastfall : Wind 1 | Wind 1



Lastfall : Wind 2 | Wind 2



Lastfall : Wind 3 | Wind 3



Benutzerdefinierte Überlagerungen

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
9	B-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
10	B-2	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
19	B-3	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
 Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Bemessung : ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Maximale Ausnutzung je Querschnitt Theorie I.Ordnung

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	9	HEB 280	10.30	0.00	η _{max}	-216.83	0.00	0.0	-9.8	-47.3	0.00	3.1	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	1.64	M _y	-224.91	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00	5.0	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	10.30	Q _z	0.00	0.00	0.0	52.0	-47.3	0.00	3.0	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	0.00	N	-216.83	0.00	0.0	-9.8	-47.3	0.00	3.1	η _{ki}	0.91

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab
Ref : Referenz für die führende Größe
η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Maßgebende Überlagerungen

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
9	B-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Stabilität Details über alle maßgebenden Querschnitte

Stabilität | Stab 4 | ständig/vorübergehend | TH1

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.61)

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.82$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 47.3 \text{ kN} & N_{Rk} &= 4664.7 \text{ kN} \\ N_{cr,y} &= 3764.7 \text{ kN} \\ S_{ky} &= 10.30 \text{ m} \\ \lambda_y &= 1.11 \\ \chi_y &= 0.53 \\ k_{yy} &= 0.92 & k_{yz} &= 0.00 \\ M_{y,Ed} &= 224.91 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 321.59 \text{ kNm} \\ \chi_{it} &= 0.52 \\ M_{y,Rk} &= 545.91 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 254.89 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Kombination 9 bei x = 1.65 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.62)

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.91$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 47.3 \text{ kN} & N_{Rk} &= 4664.7 \text{ kN} \\ N_{cr,z} &= 1288.4 \text{ kN} \\ S_{kz} &= 10.30 \text{ m} \\ \lambda_z &= 1.90 \\ \chi_z &= 0.21 \\ k_{zy} &= 0.99 & k_{zz} &= 0.00 \\ M_{y,Ed} &= 224.91 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 321.59 \text{ kNm} \\ \chi_{it} &= 0.52 \\ M_{y,Rk} &= 545.91 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 254.89 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Kombination 9 bei x = 1.65 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

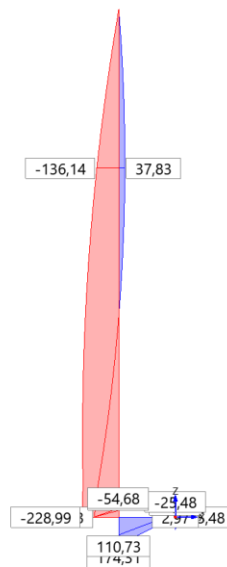
Details zur Bemessung für die maßgebenden Stäbe

Elastischer Nachweis für Querschnitt HEB 280 am Stab 4 aus Kombination 10

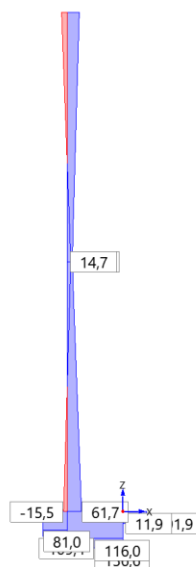
x m	Qkl	σ_d N/mm ²	τ_d N/mm ²	$\sigma_{d,v}$ N/mm ²	η
0.00	1	-170.0	-11.7	170.0	0.48
10.30	1	-3.6	-4.8	9.1	0.03

Bilder

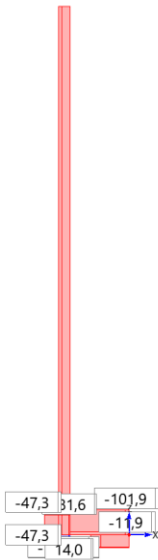
Biegemoment M_y , ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



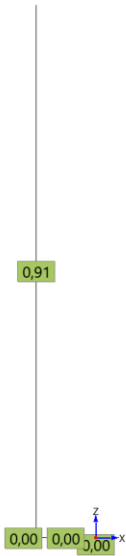
Querkraft Q_z , ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



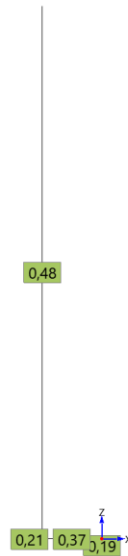
Normalkraft Nx,ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



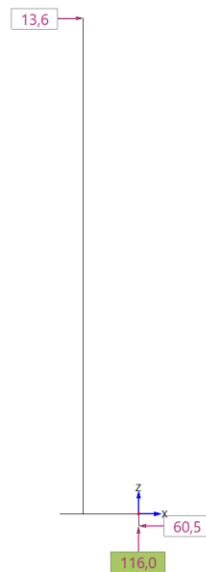
Stabilität Stahl,ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



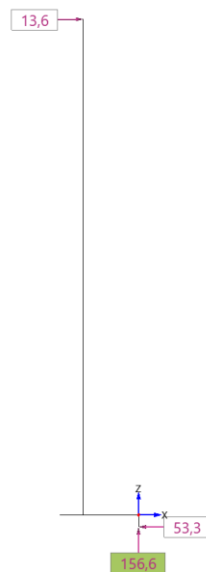
Eta Stahl, elastisch, ständig vorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



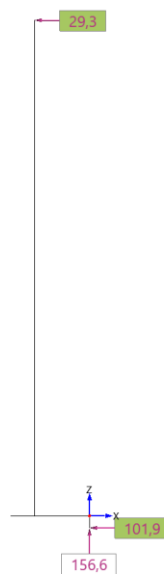
Min Fz, ständig vorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



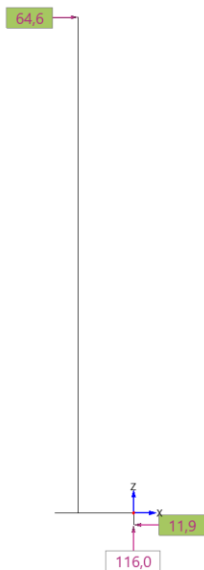
Max Fz,ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



Min Fx,ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



Max Fx,ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



Nachweis der Verformungen

Einstellungen

Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit : charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit $\delta_{lim} = 5.0 \text{ cm}$

Nachweise Theorie I.Ordnung - charakteristische Bemessungssituation

Typ	Stab	LFK	Position m	VX cm	VY cm	VZ cm	Eta
Absolut	1	26	0.25	-0.5	0.0	0.0	0.10
Absolut	2	26	1.15	-0.5	0.0	-2.2	0.44
Absolut	3	26	0.50	-0.5	0.0	-3.1	0.62
Absolut	4	26	3.43	-4.2	0.0	-2.2	0.94

Ergebnisse aus primären Lastfällen (Alle Lastfälle)

Ergebnisse LF-01

Verformungen am Knoten

Lastfall	Knoten	DX cm	DY cm	DZ cm	Total cm	RX rad*1000	RY rad*1000	RZ rad*1000
1	2	-0.4	0.0	0.0	0.4	0.0000	-15.3693	0.0000
1	3	-0.4	0.0	-1.7	1.8	0.0000	-13.7019	0.0000
1	4	-0.4	0.0	-2.4	2.4	0.0000	-13.9521	0.0000
1	5	0.0	0.0	-1.7	1.7	0.0000	7.4079	0.0000

Schnittkräfte am Stab

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _v kNm	M _z kNm	Q _v kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	1	HEB 280	0.25	0.00	0.00	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.0
1	1	HEB 280	0.25	0.03	1.00	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.05
1	1	HEB 280	0.25	0.06	2.01	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.1
1	1	HEB 280	0.25	0.09	3.01	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.1
1	1	HEB 280	0.25	0.13	4.01	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.2
1	1	HEB 280	0.25	0.16	5.02	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.2
1	1	HEB 280	0.25	0.19	6.02	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.3
1	1	HEB 280	0.25	0.22	7.02	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.3

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	1	HEB 280	0.25	0.25	8.03	0.00	0.0	32.1	-116.0	0.00	0.4
2	1	HEB 280	1.15	0.00	-8.03	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	0.4
2	1	HEB 280	1.15	0.14	8.65	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	0.4
2	1	HEB 280	1.15	0.29	25.32	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	0.6
2	1	HEB 280	1.15	0.43	42.00	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	0.8
2	1	HEB 280	1.15	0.58	58.67	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	1.0
2	1	HEB 280	1.15	0.72	75.35	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	1.2
2	1	HEB 280	1.15	0.86	92.02	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	1.4
2	1	HEB 280	1.15	1.01	108.70	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	1.6
2	1	HEB 280	1.15	1.15	125.37	0.00	0.0	116.0	-32.1	0.00	1.8
3	1	HEB 280	0.50	0.00	-40.50	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	1.8
3	1	HEB 280	0.50	0.06	-35.44	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	1.8
3	1	HEB 280	0.50	0.13	-30.38	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	1.9
3	1	HEB 280	0.50	0.19	-25.31	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	2.0
3	1	HEB 280	0.50	0.25	-20.25	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	2.1
3	1	HEB 280	0.50	0.31	-15.19	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	2.2
3	1	HEB 280	0.50	0.38	-10.12	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	2.3
3	1	HEB 280	0.50	0.44	-5.06	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	2.3
3	1	HEB 280	0.50	0.50	0.00	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	2.4
4	1	HEB 280	10.30	0.00	-165.87	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	1.8
4	1	HEB 280	10.30	1.29	-145.14	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	2.5
4	1	HEB 280	10.30	2.58	-124.41	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	3.2
4	1	HEB 280	10.30	3.86	-103.67	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	3.5
4	1	HEB 280	10.30	5.15	-82.94	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	3.4
4	1	HEB 280	10.30	6.44	-62.20	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	3.0
4	1	HEB 280	10.30	7.73	-41.47	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	2.5
4	1	HEB 280	10.30	9.01	-20.73	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	2.0
4	1	HEB 280	10.30	10.30	0.00	0.00	0.0	16.1	-35.0	0.00	1.7

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab

Ergebnisse LF-02

Verformungen am Knoten

Lastfall	Knoten	DX cm	DY cm	DZ cm	Total cm	RX rad*1000	RY rad*1000	RZ rad*1000
2	2	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0000	-3.8712	0.0000
2	3	-0.1	0.0	-0.5	0.5	0.0000	-4.0058	0.0000
2	4	-0.1	0.0	-0.7	0.7	0.0000	-4.0058	0.0000
2	5	0.0	0.0	-0.5	0.5	0.0000	4.3926	0.0000

Schnittkräfte am Stab

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	2	HEB 280	0.25	0.00	0.00	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 280	0.25	0.03	0.59	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.01
1	2	HEB 280	0.25	0.06	1.18	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.02
1	2	HEB 280	0.25	0.09	1.78	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.04
1	2	HEB 280	0.25	0.13	2.37	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.05
1	2	HEB 280	0.25	0.16	2.96	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.1
1	2	HEB 280	0.25	0.19	3.55	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.1
1	2	HEB 280	0.25	0.22	4.14	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.1
1	2	HEB 280	0.25	0.25	4.74	0.00	0.0	18.9	0.0	0.00	0.1
2	2	HEB 280	1.15	0.00	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.1
2	2	HEB 280	1.15	0.14	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.1
2	2	HEB 280	1.15	0.29	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.1
2	2	HEB 280	1.15	0.43	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.2
2	2	HEB 280	1.15	0.58	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.2
2	2	HEB 280	1.15	0.72	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.3

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
2	2	HEB 280	1.15	0.86	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.4
2	2	HEB 280	1.15	1.01	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.4
2	2	HEB 280	1.15	1.15	-4.74	0.00	0.0	0.0	-18.9	0.00	0.5
3	2	HEB 280	0.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.5
3	2	HEB 280	0.50	0.06	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.5
3	2	HEB 280	0.50	0.13	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.5
3	2	HEB 280	0.50	0.19	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.5
3	2	HEB 280	0.50	0.25	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.6
3	2	HEB 280	0.50	0.31	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.6
3	2	HEB 280	0.50	0.38	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.6
3	2	HEB 280	0.50	0.44	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.6
3	2	HEB 280	0.50	0.50	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.7
4	2	HEB 280	10.30	0.00	4.74	0.00	0.0	-21.1	0.0	0.00	0.5
4	2	HEB 280	10.30	1.29	-19.06	0.00	0.0	-15.9	0.0	0.00	0.8
4	2	HEB 280	10.30	2.58	-36.23	0.00	0.0	-10.8	0.0	0.00	1.1
4	2	HEB 280	10.30	3.86	-46.77	0.00	0.0	-5.6	0.0	0.00	1.4
4	2	HEB 280	10.30	5.15	-50.68	0.00	0.0	-0.5	0.0	0.00	1.5
4	2	HEB 280	10.30	5.26	-50.70	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	1.5
4	2	HEB 280	10.30	6.44	-47.95	0.00	0.0	4.7	0.0	0.00	1.4
4	2	HEB 280	10.30	7.73	-38.60	0.00	0.0	9.8	0.0	0.00	1.1
4	2	HEB 280	10.30	9.01	-22.62	0.00	0.0	15.0	0.0	0.00	0.7
4	2	HEB 280	10.30	10.30	0.00	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.5

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab


Ergebnisse LF-03

Verformungen am Knoten

Lastfall	Knoten	DX cm	DY cm	DZ cm	Total cm	RX rad*1000	RY rad*1000	RZ rad*1000
3	2	0.02	0.0	0.0	0.02	0.0000	0.9459	0.0000
3	3	0.02	0.0	0.1	0.1	0.0000	1.0417	0.0000
3	4	0.02	0.0	0.2	0.2	0.0000	1.0417	0.0000
3	5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0000	-1.2293	0.0000

Schnittkräfte am Stab

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	3	HEB 280	0.25	0.00	0.00	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 280	0.25	0.03	-0.42	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 280	0.25	0.06	-0.84	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.01
1	3	HEB 280	0.25	0.09	-1.26	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.01
1	3	HEB 280	0.25	0.13	-1.69	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.01
1	3	HEB 280	0.25	0.16	-2.11	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.01
1	3	HEB 280	0.25	0.19	-2.53	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.02
1	3	HEB 280	0.25	0.22	-2.95	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.02
1	3	HEB 280	0.25	0.25	-3.37	0.00	0.0	-13.5	0.0	0.00	0.02
2	3	HEB 280	1.15	0.00	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.02
2	3	HEB 280	1.15	0.14	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.03
2	3	HEB 280	1.15	0.29	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.04
2	3	HEB 280	1.15	0.43	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.05
2	3	HEB 280	1.15	0.58	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.1
2	3	HEB 280	1.15	0.72	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.1
2	3	HEB 280	1.15	0.86	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.1
2	3	HEB 280	1.15	1.01	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.1
2	3	HEB 280	1.15	1.15	3.37	0.00	0.0	0.0	13.5	0.00	0.1
3	3	HEB 280	0.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.1
3	3	HEB 280	0.50	0.06	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.1
3	3	HEB 280	0.50	0.13	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.1

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com					 Leonhardt, Andrä und Partner			Auftrag Nr. H22 11219		Seite 14	
								Datum 06/2024		Pos. 4.12.3	

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
3	3	HEB 280	0.50	0.19	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.1
3	3	HEB 280	0.50	0.25	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.1
3	3	HEB 280	0.50	0.31	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.1
3	3	HEB 280	0.50	0.38	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.2
3	3	HEB 280	0.50	0.44	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.2
3	3	HEB 280	0.50	0.50	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.2
4	3	HEB 280	10.30	0.00	-3.37	0.00	0.0	6.5	0.0	0.00	0.1
4	3	HEB 280	10.30	1.29	4.01	0.00	0.0	5.0	0.0	0.00	0.2
4	3	HEB 280	10.30	2.58	9.41	0.00	0.0	3.4	0.0	0.00	0.3
4	3	HEB 280	10.30	3.86	12.81	0.00	0.0	1.9	0.0	0.00	0.4
4	3	HEB 280	10.30	5.15	14.23	0.00	0.0	0.3	0.0	0.00	0.4
4	3	HEB 280	10.30	5.42	14.27	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.4
4	3	HEB 280	10.30	6.44	13.65	0.00	0.0	-1.2	0.0	0.00	0.4
4	3	HEB 280	10.30	7.73	11.09	0.00	0.0	-2.8	0.0	0.00	0.3
4	3	HEB 280	10.30	9.01	6.54	0.00	0.0	-4.3	0.0	0.00	0.2
4	3	HEB 280	10.30	10.30	0.00	0.00	0.0	-5.9	0.0	0.00	0.1

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab


Ergebnisse LF-04

Verformungen am Knoten

Lastfall	Knoten	DX cm	DY cm	DZ cm	Total cm	RX rad*1000	RY rad*1000	RZ rad*1000
4	2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0000	4.9488	0.0000
4	3	0.1	0.0	0.6	0.6	0.0000	4.8059	0.0000
4	4	0.1	0.0	0.8	0.8	0.0000	4.8059	0.0000
4	5	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0000	-4.8350	0.0000

Schnittkräfte am Stab

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	4	HEB 280	0.25	0.00	0.00	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.0
1	4	HEB 280	0.25	0.03	0.63	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.02
1	4	HEB 280	0.25	0.06	1.26	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.03
1	4	HEB 280	0.25	0.09	1.89	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.05
1	4	HEB 280	0.25	0.13	2.51	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.1
1	4	HEB 280	0.25	0.16	3.14	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.1
1	4	HEB 280	0.25	0.19	3.77	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.1
1	4	HEB 280	0.25	0.22	4.40	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.1
1	4	HEB 280	0.25	0.25	5.03	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.1
2	4	HEB 280	1.15	0.00	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.1
2	4	HEB 280	1.15	0.14	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.1
2	4	HEB 280	1.15	0.29	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.2
2	4	HEB 280	1.15	0.43	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.2
2	4	HEB 280	1.15	0.58	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.3
2	4	HEB 280	1.15	0.72	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.4
2	4	HEB 280	1.15	0.86	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.4
2	4	HEB 280	1.15	1.01	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.5
2	4	HEB 280	1.15	1.15	-5.03	0.00	0.0	0.0	-20.1	0.00	0.6
3	4	HEB 280	0.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.6
3	4	HEB 280	0.50	0.06	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.6
3	4	HEB 280	0.50	0.13	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.6
3	4	HEB 280	0.50	0.19	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.7
3	4	HEB 280	0.50	0.25	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.7
3	4	HEB 280	0.50	0.31	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.7
3	4	HEB 280	0.50	0.38	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.8
3	4	HEB 280	0.50	0.44	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.8
3	4	HEB 280	0.50	0.50	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.8

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com					 Leonhardt, Andrä und Partner				Auftrag Nr. H22 11219		Seite 15	
									Datum 06/2024		Pos. 4.12.3	

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
4	4	HEB 280	10.30	0.00	5.03	0.00	0.0	20.1	0.0	0.00	0.6
4	4	HEB 280	10.30	1.29	27.61	0.00	0.0	15.0	0.0	0.00	0.9
4	4	HEB 280	10.30	2.58	43.55	0.00	0.0	9.8	0.0	0.00	1.3
4	4	HEB 280	10.30	3.86	52.87	0.00	0.0	4.7	0.0	0.00	1.6
4	4	HEB 280	10.30	5.03	55.59	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	1.7
4	4	HEB 280	10.30	5.15	55.56	0.00	0.0	-0.5	0.0	0.00	1.7
4	4	HEB 280	10.30	6.44	51.62	0.00	0.0	-5.6	0.0	0.00	1.6
4	4	HEB 280	10.30	7.73	41.04	0.00	0.0	-10.8	0.0	0.00	1.2
4	4	HEB 280	10.30	9.01	23.84	0.00	0.0	-15.9	0.0	0.00	0.8
4	4	HEB 280	10.30	10.30	0.00	0.00	0.0	-21.1	0.0	0.00	0.6

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab

Ergebnisse aus Überlagerungen (Theorie I.Ordnung)

Lastkombination B-1 (Theorie I.Ordnung)

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
9	B-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert


Auflagerkräfte

Kombination	Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
9	B-1	1	-71.8	0.0	156.6	0.00	0.00	0.00
9	B-1	5	13.6	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
9	B-1	3	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Knoten : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

Ergebnisse am Stab

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	9	HEB 280	10.30	0.00		-216.83	0.00	0.0	-9.8	-47.3	0.00	3.1	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	1.29		-224.53	0.00	0.0	-2.1	-47.3	0.00	4.5	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	1.64		-224.91	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00	5.0	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	2.58		-222.30	0.00	0.0	5.6	-47.3	0.00	6.0	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	3.86		-210.11	0.00	0.0	13.3	-47.3	0.00	6.7	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	5.15		-187.98	0.00	0.0	21.1	-47.3	0.00	6.8	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	6.44		-155.90	0.00	0.0	28.8	-47.3	0.00	6.1	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	7.73		-113.88	0.00	0.0	36.5	-47.3	0.00	4.9	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	9.01		-61.91	0.00	0.0	44.2	-47.3	0.00	3.7	η _{ki}	0.91
4	9	HEB 280	10.30	10.30		0.00	0.00	0.0	52.0	-47.3	0.00	3.0	η _{ki}	0.91
2	9	HEB 280	1.15	0.00		-17.94	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	0.7	η _{el}	0.28
2	9	HEB 280	1.15	0.14		4.57	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	0.8	η _{el}	0.28
2	9	HEB 280	1.15	0.29		27.08	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	1.0	η _{el}	0.28
2	9	HEB 280	1.15	0.43		49.60	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	1.3	η _{el}	0.29
2	9	HEB 280	1.15	0.58		72.11	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	1.7	η _{el}	0.30
2	9	HEB 280	1.15	0.72		94.62	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	2.0	η _{el}	0.31
2	9	HEB 280	1.15	0.86		117.13	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	2.4	η _{el}	0.32
2	9	HEB 280	1.15	1.01		139.64	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	2.7	η _{el}	0.34
2	9	HEB 280	1.15	1.15		162.15	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00	3.1	η _{el}	0.36
3	9	HEB 280	0.50	0.00		-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	3.1	η _{el}	0.21
3	9	HEB 280	0.50	0.06		-47.84	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	3.2	η _{el}	0.20
3	9	HEB 280	0.50	0.13		-41.01	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	3.4	η _{el}	0.20
3	9	HEB 280	0.50	0.19		-34.17	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	3.5	η _{el}	0.20
3	9	HEB 280	0.50	0.25		-27.34	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	3.7	η _{el}	0.20

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com						 Leonhardt, Andrä und Partner				Auftrag Nr. H22 11219		Seite 16	
										Datum 06/2024		Pos. 4.12.3	

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
3	9	HEB 280	0.50	0.31		-20.50	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	3.8	η _{el}	0.20
3	9	HEB 280	0.50	0.38		-13.67	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	4.0	η _{el}	0.20
3	9	HEB 280	0.50	0.44		-6.83	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	4.1	η _{el}	0.20
3	9	HEB 280	0.50	0.50		0.00	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	4.3	η _{el}	0.20
1	9	HEB 280	0.25	0.00		0.00	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.0	η _{el}	0.13
1	9	HEB 280	0.25	0.03		2.24	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.13
1	9	HEB 280	0.25	0.06		4.48	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.13
1	9	HEB 280	0.25	0.09		6.73	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.13
1	9	HEB 280	0.25	0.13		8.97	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.3	η _{el}	0.13
1	9	HEB 280	0.25	0.16		11.21	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.4	η _{el}	0.13
1	9	HEB 280	0.25	0.19		13.45	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.5	η _{el}	0.13
1	9	HEB 280	0.25	0.22		15.70	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.6	η _{el}	0.13
1	9	HEB 280	0.25	0.25		17.94	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00	0.7	η _{el}	0.13

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab
Ref : Referenz für die führende Größe
η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Lastkombination B-2 (Theorie I.Ordnung)

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
10	B-2	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert


Auflagerkräfte

Kombination	Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
10	B-2	1	-23.1	0.0	156.6	0.00	0.00	0.00
10	B-2	5	64.6	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
10	B-2	3	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Knoten : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

Ergebnisse am Stab

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	10	HEB 280	10.30	0.00		-228.99	0.00	0.0	31.5	-47.3	0.00	2.2	η _{ki}	0.64
4	10	HEB 280	10.30	1.29		-189.92	0.00	0.0	29.2	-47.3	0.00	3.1	η _{ki}	0.64
4	10	HEB 280	10.30	2.58		-153.84	0.00	0.0	26.9	-47.3	0.00	3.8	η _{ki}	0.64
4	10	HEB 280	10.30	3.86		-120.74	0.00	0.0	24.5	-47.3	0.00	4.1	η _{ki}	0.64
4	10	HEB 280	10.30	5.15		-90.62	0.00	0.0	22.2	-47.3	0.00	4.0	η _{ki}	0.64
4	10	HEB 280	10.30	6.44		-63.49	0.00	0.0	19.9	-47.3	0.00	3.5	η _{ki}	0.64
4	10	HEB 280	10.30	7.73		-39.34	0.00	0.0	17.6	-47.3	0.00	2.9	η _{ki}	0.64
4	10	HEB 280	10.30	9.01		-18.18	0.00	0.0	15.3	-47.3	0.00	2.4	η _{ki}	0.64
4	10	HEB 280	10.30	10.30		0.00	0.00	0.0	13.0	-47.3	0.00	2.2	η _{ki}	0.64
2	10	HEB 280	1.15	0.00		-5.78	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	0.5	η _{el}	0.28
2	10	HEB 280	1.15	0.14		16.74	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	0.6	η _{el}	0.28
2	10	HEB 280	1.15	0.29		39.25	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	0.7	η _{el}	0.28
2	10	HEB 280	1.15	0.43		61.76	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	1.0	η _{el}	0.29
2	10	HEB 280	1.15	0.58		84.27	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	1.2	η _{el}	0.30
2	10	HEB 280	1.15	0.72		106.78	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	1.5	η _{el}	0.31
2	10	HEB 280	1.15	0.86		129.29	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	1.7	η _{el}	0.33
2	10	HEB 280	1.15	1.01		151.80	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	1.9	η _{el}	0.35
2	10	HEB 280	1.15	1.15		174.31	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00	2.2	η _{el}	0.37
3	10	HEB 280	0.50	0.00		-54.68	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	2.2	η _{el}	0.20
3	10	HEB 280	0.50	0.06		-47.84	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	2.3	η _{el}	0.20
3	10	HEB 280	0.50	0.13		-41.01	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	2.4	η _{el}	0.20

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com						 Leonhardt, Andrä und Partner				Auftrag Nr. H22 11219		Seite 17	
										Datum 06/2024		Pos. 4.12.3	

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
3	10	HEB 280	0.50	0.19		-34.17	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	2.5	η _{el}	0.20
3	10	HEB 280	0.50	0.25		-27.34	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	2.6	η _{el}	0.20
3	10	HEB 280	0.50	0.31		-20.50	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	2.7	η _{el}	0.20
3	10	HEB 280	0.50	0.38		-13.67	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	2.8	η _{el}	0.20
3	10	HEB 280	0.50	0.44		-6.83	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	2.9	η _{el}	0.20
3	10	HEB 280	0.50	0.50		0.00	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	3.0	η _{el}	0.20
1	10	HEB 280	0.25	0.00		0.00	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.0	η _{el}	0.05
1	10	HEB 280	0.25	0.03		0.72	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.05
1	10	HEB 280	0.25	0.06		1.44	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.05
1	10	HEB 280	0.25	0.09		2.17	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.05
1	10	HEB 280	0.25	0.13		2.89	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.05
1	10	HEB 280	0.25	0.16		3.61	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.3	η _{el}	0.06
1	10	HEB 280	0.25	0.19		4.33	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.4	η _{el}	0.06
1	10	HEB 280	0.25	0.22		5.05	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.4	η _{el}	0.06
1	10	HEB 280	0.25	0.25		5.78	0.00	0.0	23.1	-156.6	0.00	0.5	η _{el}	0.06

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab
Ref : Referenz für die führende Größe
η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Lastkombination B-3 (Theorie I.Ordnung)

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
19	B-3	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Auflagerkräfte

Kombination	Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
19	B-3	1	-73.5	0.0	156.6	0.00	0.00	0.00
19	B-3	5	11.7	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
19	B-3	3	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Knoten : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

Ergebnisse am Stab

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	19	HEB 280	10.30	0.00		-216.39	0.00	0.0	51.9	-47.3	0.00	1.5	η _{el}	0.45
4	19	HEB 280	10.30	1.29		-154.53	0.00	0.0	44.2	-47.3	0.00	2.0	η _{el}	0.34
4	19	HEB 280	10.30	2.58		-102.62	0.00	0.0	36.5	-47.3	0.00	2.3	η _{el}	0.23
4	19	HEB 280	10.30	3.86		-60.65	0.00	0.0	28.7	-47.3	0.00	2.3	η _{el}	0.14
4	19	HEB 280	10.30	5.15		-28.63	0.00	0.0	21.0	-47.3	0.00	2.1	η _{el}	0.09
4	19	HEB 280	10.30	6.44		-6.55	0.00	0.0	13.3	-47.3	0.00	1.9	η _{el}	0.04
4	19	HEB 280	10.30	7.73		5.58	0.00	0.0	5.6	-47.3	0.00	1.7	η _{el}	0.02
4	19	HEB 280	10.30	8.65		8.15	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00	1.6	η _{el}	0.03
4	19	HEB 280	10.30	9.01		7.76	0.00	0.0	-2.2	-47.3	0.00	1.5	η _{el}	0.03
4	19	HEB 280	10.30	10.30		0.00	0.00	0.0	-9.9	-47.3	0.00	1.5	η _{el}	0.02
2	19	HEB 280	1.15	0.00		-18.38	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	0.3	η _{el}	0.28
2	19	HEB 280	1.15	0.14		4.13	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	0.4	η _{el}	0.28
2	19	HEB 280	1.15	0.29		26.65	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	0.5	η _{el}	0.28
2	19	HEB 280	1.15	0.43		49.16	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	0.7	η _{el}	0.29
2	19	HEB 280	1.15	0.58		71.67	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	0.8	η _{el}	0.30
2	19	HEB 280	1.15	0.72		94.18	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	1.0	η _{el}	0.31
2	19	HEB 280	1.15	0.86		116.69	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	1.2	η _{el}	0.32
2	19	HEB 280	1.15	1.01		139.20	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	1.3	η _{el}	0.34
2	19	HEB 280	1.15	1.15		161.71	0.00	0.0	156.6	-73.5	0.00	1.5	η _{el}	0.36

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
3	19	HEB 280	0.50	0.00		-54.68	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	1.5	η _{el}	0.20
3	19	HEB 280	0.50	0.06		-47.84	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	1.6	η _{el}	0.20
3	19	HEB 280	0.50	0.13		-41.01	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	1.6	η _{el}	0.20
3	19	HEB 280	0.50	0.19		-34.17	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	1.7	η _{el}	0.20
3	19	HEB 280	0.50	0.25		-27.34	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	1.8	η _{el}	0.20
3	19	HEB 280	0.50	0.31		-20.50	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	1.9	η _{el}	0.20
3	19	HEB 280	0.50	0.38		-13.67	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	1.9	η _{el}	0.20
3	19	HEB 280	0.50	0.44		-6.83	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	2.0	η _{el}	0.20
3	19	HEB 280	0.50	0.50		0.00	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	2.1	η _{el}	0.20
1	19	HEB 280	0.25	0.00		0.00	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.0	η _{el}	0.14
1	19	HEB 280	0.25	0.03		2.30	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.04	η _{el}	0.14
1	19	HEB 280	0.25	0.06		4.59	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.14
1	19	HEB 280	0.25	0.09		6.89	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.14
1	19	HEB 280	0.25	0.13		9.19	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.14
1	19	HEB 280	0.25	0.16		11.49	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.14
1	19	HEB 280	0.25	0.19		13.78	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.14
1	19	HEB 280	0.25	0.22		16.08	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.3	η _{el}	0.14
1	19	HEB 280	0.25	0.25		18.38	0.00	0.0	73.5	-156.6	0.00	0.3	η _{el}	0.14

QS : Name/Alias des Querschnitts
 Pos : Position im Stab
 Ref : Referenz für die führende Größe
 η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
 η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Lastkombination A-1 (Theorie I.Ordnung)

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
4	A-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
 Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Auflagerkräfte

Kombination	Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
4	A-1	1	-81.7	0.0	156.6	0.00	0.00	0.00
4	A-1	5	3.1	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
4	A-1	3	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Knoten : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

Ergebnisse am Stab

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	4	HEB 280	10.30	0.00		-214.34	0.00	0.0	30.1	-47.3	0.00	2.0	η _{ki}	0.62
4	4	HEB 280	10.30	1.29		-177.11	0.00	0.0	27.8	-47.3	0.00	2.8	η _{ki}	0.62
4	4	HEB 280	10.30	2.58		-142.86	0.00	0.0	25.4	-47.3	0.00	3.5	η _{ki}	0.62
4	4	HEB 280	10.30	3.86		-111.59	0.00	0.0	23.1	-47.3	0.00	3.8	η _{ki}	0.62
4	4	HEB 280	10.30	5.15		-83.30	0.00	0.0	20.8	-47.3	0.00	3.7	η _{ki}	0.62
4	4	HEB 280	10.30	6.44		-58.00	0.00	0.0	18.5	-47.3	0.00	3.3	η _{ki}	0.62
4	4	HEB 280	10.30	7.73		-35.68	0.00	0.0	16.2	-47.3	0.00	2.7	η _{ki}	0.62
4	4	HEB 280	10.30	9.01		-16.35	0.00	0.0	13.9	-47.3	0.00	2.2	η _{ki}	0.62
4	4	HEB 280	10.30	10.30		0.00	0.00	0.0	11.5	-47.3	0.00	2.0	η _{ki}	0.62
2	4	HEB 280	1.15	0.00		-20.42	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	0.4	η _{el}	0.28
2	4	HEB 280	1.15	0.14		2.09	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	0.5	η _{el}	0.28
2	4	HEB 280	1.15	0.29		24.60	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	0.7	η _{el}	0.28
2	4	HEB 280	1.15	0.43		47.11	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	0.9	η _{el}	0.29
2	4	HEB 280	1.15	0.58		69.62	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	1.1	η _{el}	0.30

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
2	4	HEB 280	1.15	0.72		92.14	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	1.3	η _{el}	0.31
2	4	HEB 280	1.15	0.86		114.65	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	1.6	η _{el}	0.32
2	4	HEB 280	1.15	1.01		137.16	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	1.8	η _{el}	0.34
2	4	HEB 280	1.15	1.15		159.67	0.00	0.0	156.6	-81.7	0.00	2.0	η _{el}	0.36
3	4	HEB 280	0.50	0.00		-54.68	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.0	η _{el}	0.21
3	4	HEB 280	0.50	0.06		-47.84	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.1	η _{el}	0.20
3	4	HEB 280	0.50	0.13		-41.01	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.2	η _{el}	0.20
3	4	HEB 280	0.50	0.19		-34.17	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.3	η _{el}	0.20
3	4	HEB 280	0.50	0.25		-27.34	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.4	η _{el}	0.20
3	4	HEB 280	0.50	0.31		-20.50	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.5	η _{el}	0.20
3	4	HEB 280	0.50	0.38		-13.67	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.6	η _{el}	0.20
3	4	HEB 280	0.50	0.44		-6.83	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.7	η _{el}	0.20
3	4	HEB 280	0.50	0.50		0.00	0.00	0.0	109.4	-51.6	0.00	2.8	η _{el}	0.20
1	4	HEB 280	0.25	0.00		0.00	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.0	η _{el}	0.15
1	4	HEB 280	0.25	0.03		2.55	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.15
1	4	HEB 280	0.25	0.06		5.11	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.15
1	4	HEB 280	0.25	0.09		7.66	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.15
1	4	HEB 280	0.25	0.13		10.21	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.2	η _{el}	0.15
1	4	HEB 280	0.25	0.16		12.76	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.3	η _{el}	0.15
1	4	HEB 280	0.25	0.19		15.32	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.3	η _{el}	0.15
1	4	HEB 280	0.25	0.22		17.87	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.4	η _{el}	0.15
1	4	HEB 280	0.25	0.25		20.42	0.00	0.0	81.7	-156.6	0.00	0.4	η _{el}	0.15

QS : Name/Alias des Querschnitts
 Pos : Position im Stab
 Ref : Referenz für die führende Größe
 η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
 η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Min/Max Werte für Stäbe | ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Maximale Schnittkräfte im Stab für die Berechnung nach Theorie I.Ordnung

Stab	QS	Länge m	Position m	LFK	Führend	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm
1	HEB 280	0.25	0.00	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
1	HEB 280	0.25	0.00	5	Min N	0.00	0.00	0.0	53.3	-156.6	0.00
1	HEB 280	0.25	0.25	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
1	HEB 280	0.25	0.25	5	Min N	13.32	0.00	0.0	53.3	-156.6	0.00
1	HEB 280	0.25	0.00	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00
1	HEB 280	0.25	0.00	12	Min MY	0.00	0.00	0.0	70.4	-116.0	0.00
1	HEB 280	0.25	0.25	6	Max MY	25.48	0.00	0.0	101.9	-156.6	0.00
1	HEB 280	0.25	0.25	9	Min MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
1	HEB 280	0.25	0.00	6	Max QZ	0.00	0.00	0.0	101.9	-156.6	0.00
1	HEB 280	0.25	0.00	9	Min QZ	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
1	HEB 280	0.25	0.25	6	Max QZ	25.48	0.00	0.0	101.9	-156.6	0.00
1	HEB 280	0.25	0.25	9	Min QZ	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	HEB 280	1.15	0.00	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	HEB 280	1.15	0.00	6	Min N	-25.48	0.00	0.0	156.6	-101.9	0.00
2	HEB 280	1.15	1.15	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	HEB 280	1.15	1.15	6	Min N	154.61	0.00	0.0	156.6	-101.9	0.00
2	HEB 280	1.15	0.00	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	HEB 280	1.15	0.00	6	Min MY	-25.48	0.00	0.0	156.6	-101.9	0.00
2	HEB 280	1.15	1.15	10	Max MY	174.31	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00
2	HEB 280	1.15	1.15	9	Min MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	HEB 280	1.15	0.00	5	Max QZ	-13.32	0.00	0.0	156.6	-53.3	0.00
2	HEB 280	1.15	0.00	9	Min QZ	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2	HEB 280	1.15	1.15	5	Max QZ	166.77	0.00	0.0	156.6	-53.3	0.00
2	HEB 280	1.15	1.15	9	Min QZ	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
3	HEB 280	0.50	0.00	13	Max N	-40.50	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00
3	HEB 280	0.50	0.00	9	Min N	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	HEB 280	0.50	0.17	9	Min N	-36.45	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	HEB 280	0.50	0.50	13	Max N	0.00	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00

Stab	QS	Länge m	Position m	LFK	Führend	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm
3	HEB 280	0.50	0.50	9	Min N	0.00	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	HEB 280	0.50	0.00	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
3	HEB 280	0.50	0.00	9	Min MY	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	HEB 280	0.50	0.50	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
3	HEB 280	0.50	0.50	10	Min MY	0.00	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
3	HEB 280	0.50	0.00	6	Max QZ	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	HEB 280	0.50	0.00	9	Min QZ	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
3	HEB 280	0.50	0.50	6	Max QZ	0.00	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	HEB 280	0.50	0.50	9	Min QZ	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
4	HEB 280	10.30	0.00	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
4	HEB 280	10.30	0.00	9	Min N	-216.83	0.00	0.0	-9.8	-47.3	0.00
4	HEB 280	10.30	1.64	9	Min N	-224.91	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00
4	HEB 280	10.30	10.30	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
4	HEB 280	10.30	10.30	9	Min N	0.00	0.00	0.0	52.0	-47.3	0.00
4	HEB 280	10.30	0.00	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
4	HEB 280	10.30	0.00	10	Min MY	-228.99	0.00	0.0	31.5	-47.3	0.00
4	HEB 280	10.30	7.18	13	Max MY	37.87	0.00	0.0	0.0	-35.0	0.00
4	HEB 280	10.30	10.30	4	Max MY	0.00	0.00	0.0	11.5	-47.3	0.00
4	HEB 280	10.30	10.30	9	Min MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
4	HEB 280	10.30	0.00	5	Max QZ	-221.45	0.00	0.0	61.7	-47.3	0.00
4	HEB 280	10.30	0.00	18	Min QZ	-158.77	0.00	0.0	-15.5	-35.0	0.00
4	HEB 280	10.30	10.30	13	Min QZ	0.00	0.00	0.0	-24.3	-35.0	0.00
4	HEB 280	10.30	10.30	9	Max QZ	0.00	0.00	0.0	52.0	-47.3	0.00

QS : Querschnitt

LFK : Lastfallkombination

Beteiligte Überlagerungen | ständig/vorübergehend | Theorie I.Ordnung

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
9	B-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
10	B-2	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
4	A-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50
5	A-2	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50
6	A-3	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50
12	A-9	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.00
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50
13	A-10	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.00
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50
18	A-15	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.00
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls

Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Min/Max Werte am Knoten | Theorie I.Ordnung

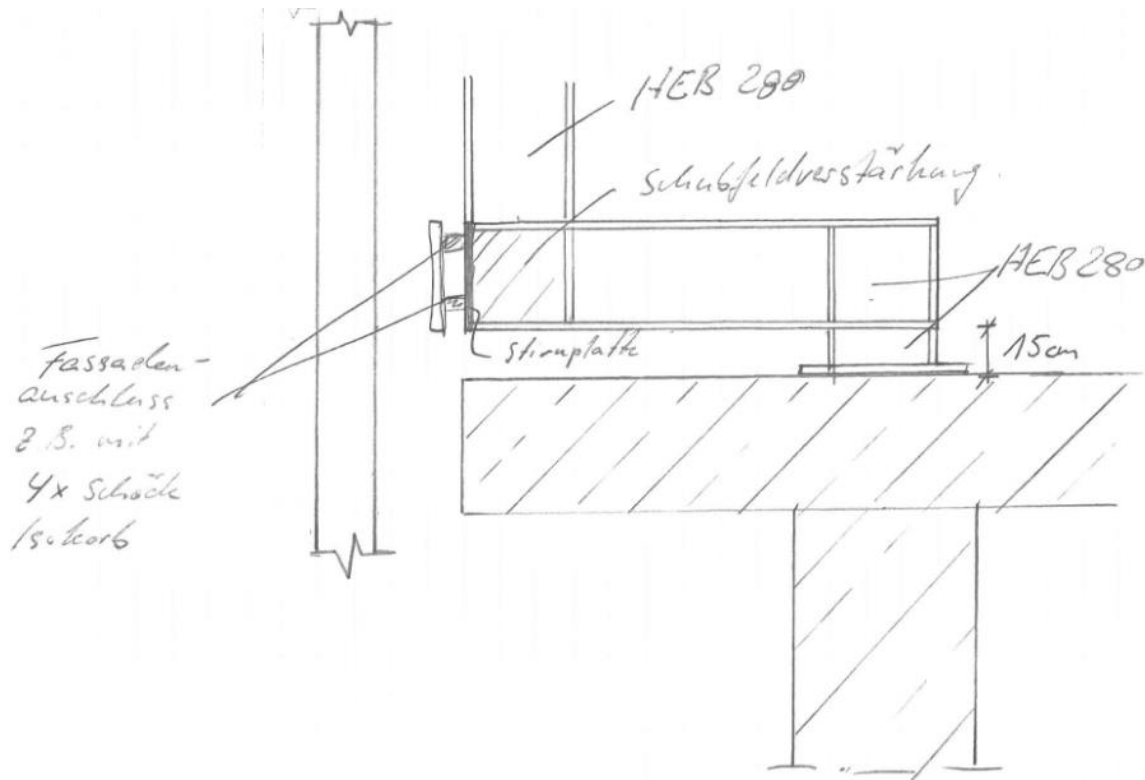
Maximale Anschlusswerte am Knoten aus den beteiligten Stäben Theorie I.Ordnung

Knoten	LFK	Stab	Querschnitt	Führend	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm
1	5	1	HEB 280	Min N	0.00	0.00	0.0	53.3	-156.6	0.00
1	6	1	HEB 280	Max QZ	0.00	0.00	0.0	101.9	-156.6	0.00
1	9	1	HEB 280	Max MY	0.00	0.00	0.0	71.8	-156.6	0.00
1	12	1	HEB 280	Min MY	0.00	0.00	0.0	70.4	-116.0	0.00
2	5	1	HEB 280	Min N	13.32	0.00	0.0	53.3	-156.6	0.00
2	5	2	HEB 280	Max QZ	-13.32	0.00	0.0	156.6	-53.3	0.00
2	6	1	HEB 280	Max MY Max QZ	25.48	0.00	0.0	101.9	-156.6	0.00
2	6	2	HEB 280	Min N Min MY	-25.48	0.00	0.0	156.6	-101.9	0.00
3	5	2	HEB 280	Max QZ	166.77	0.00	0.0	156.6	-53.3	0.00
3	5	3	HEB 280	aus Kombination 5	-54.68	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
3	5	4	HEB 280	Max QZ	-221.45	0.00	0.0	61.7	-47.3	0.00
3	6	2	HEB 280	Min N	154.61	0.00	0.0	156.6	-101.9	0.00
3	6	3	HEB 280	Max QZ	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	6	4	HEB 280	aus Kombination 6	-209.29	0.00	0.0	20.3	-47.3	0.00
3	9	2	HEB 280	aus Kombination 9	162.00	0.00	0.0	156.6	-71.8	0.00
3	9	3	HEB 280	Min N Min MY	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	9	4	HEB 280	Min N	-216.83	0.00	0.0	-9.8	-47.3	0.00
3	10	2	HEB 280	Max MY	174.31	0.00	0.0	156.6	-23.1	0.00
3	10	3	HEB 280	aus Kombination 10	-54.68	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
3	10	4	HEB 280	Min MY	-228.99	0.00	0.0	31.5	-47.3	0.00
3	13	2	HEB 280	aus Kombination 13	122.78	0.00	0.0	116.0	-42.0	0.00
3	13	3	HEB 280	Max N	-40.50	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00
3	13	4	HEB 280	aus Kombination 13	-163.39	0.00	0.0	56.0	-35.0	0.00
3	18	2	HEB 280	aus Kombination 18	118.16	0.00	0.0	116.0	-60.5	0.00
3	18	3	HEB 280	aus Kombination 18	-40.50	0.00	0.0	81.0	-76.0	0.00
3	18	4	HEB 280	Min QZ	-158.77	0.00	0.0	-15.5	-35.0	0.00
4	6	3	HEB 280	Max QZ	0.00	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
4	9	3	HEB 280	Min N	0.00	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
4	10	3	HEB 280	Min MY	0.00	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
4	13	3	HEB 280	Max N	0.00	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00
5	4	4	HEB 280	Max MY	0.00	0.00	0.0	11.5	-47.3	0.00
5	9	4	HEB 280	Min N Max QZ	0.00	0.00	0.0	52.0	-47.3	0.00
5	13	4	HEB 280	Min QZ	0.00	0.00	0.0	-24.3	-35.0	0.00

LFK : Lastfallkombination

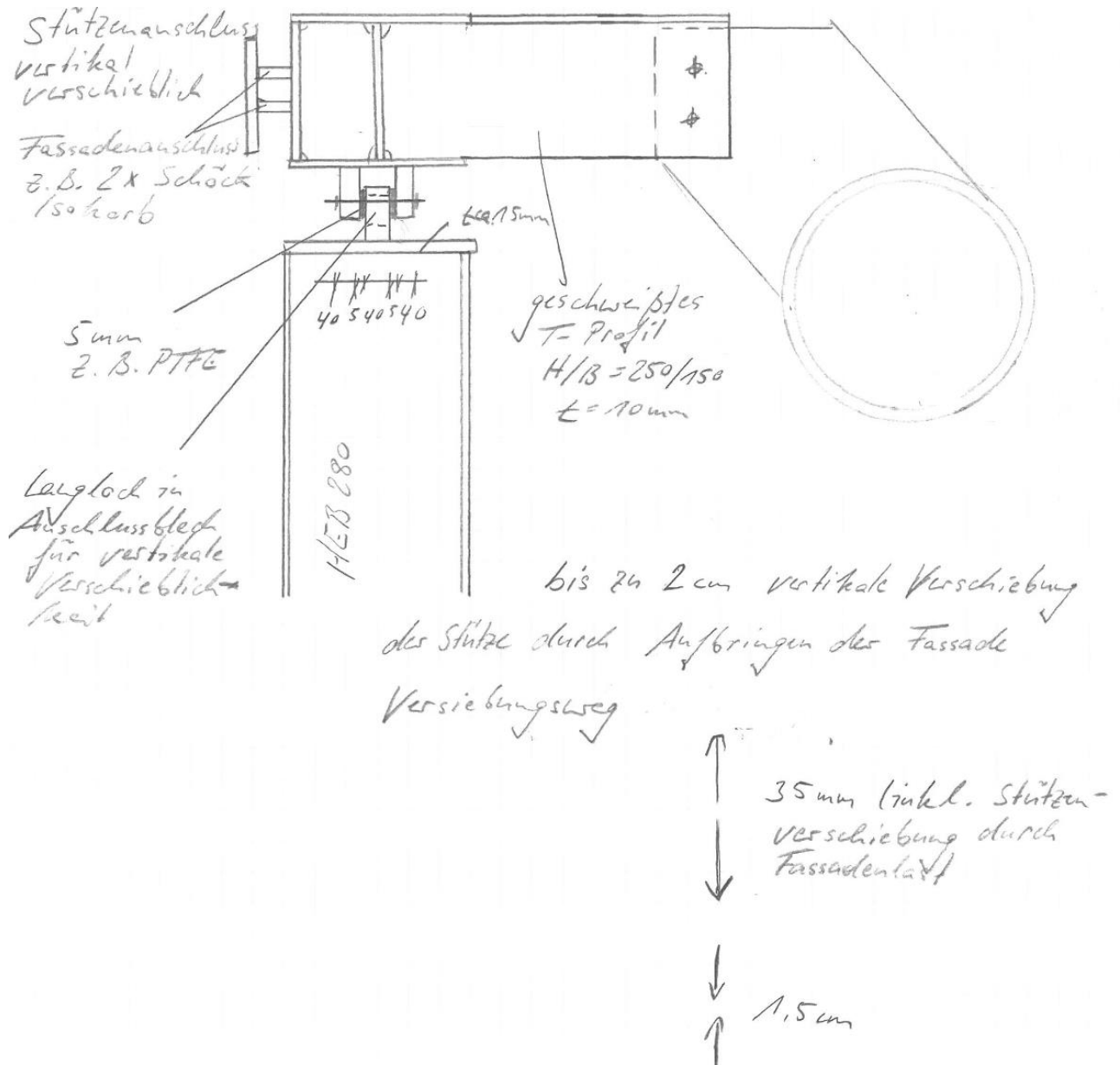
4.12.4 FUßPUNKT

Anschluss der Fassade z. B. mit 4 Schöck Isokörben TYP S-V-D22 o. glw..



4.12.5 KOPFPUNKT

Anschluss der Fassaden-UK z. B. mit 2 Schöck Isokörben




Nachweis T Profil: Flansch dient lediglich als
Kantesteife

$$t = 10\text{mm} \rightarrow \sigma_{Ed} = 70\text{ kN} / 25.1\text{cm}^2 = 2.8\text{ kN/cm}^2 \text{ all. Typ} \\ = 35.5\text{ kN/cm}^2$$

↳ Tragfähig o.w. N.

✓

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com	 Leonhardt, Andrä und Partner	Auftrag Nr.	H22 11219	Seite	2
		Datum	06/2024	Pos.	4.12.5

4.12.6 SONDERBETRACHTUNG STÜTZEN IN 1 C UND 16 C

Erläuterung: Aus Platzgründen können die Stahlstützen in den Achsen 1C und 16C nicht als HEB 280 ausgeführt werden. Es wird ein HEB 220 gewählt. Die vertikalen Stützenkräfte werden nicht über ein Fußprofil auf die Schwerachse der Unterzüge geführt. Auf der halben Stützhöhe wird eine horizontale Anbindung an die Stahlbetonstütze eingeführt. Der Kopfpunkt wird analog zu Pos. 4.12.5 ausgeführt.

Bemessung:

Position: Außenstützen Stahl2

RSX Stabwerk RSX 01/21 (FRILO R-2021-1/P09)

Kurzbeschreibung

System

Das System hat 5 Knoten, 4 Stäbe, 4 gelagerte Knoten
Die Abmessungen des Systems in [m] sind DX=0.50, DY=0.00, DZ=10.25
4 Stäbe mit dem Querschnitt HEB 220 und dem Material S355

Lastfälle

N	Name	Aktiv	Einwirkung	EG kN	LL	PL	SumX kN	SumY kN	SumZ kN
1	Eigengewicht + Ausbau	JA	ständig	*	0	4	0.0	0.0	-116.0
2	Wind 1	JA	Windlasten	*	2	2	40.0	0.0	0.0
3	Wind 2	JA	Windlasten	*	2	2	-28.0	0.0	0.0
4	Wind 3	JA	Windlasten	*	2	0	40.0	0.0	0.0

Hinweis: Das Eigengewicht ist in keinem Lastfall aktiviert!

N : Nummer
EG : EG=Eigengewicht in Richtung [-Z]
LL : Anzahl der Linienlasten
PL : Anzahl der Punklasten

Details zu den Lasteinwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00

Einstellungen zur Überlagerung und zum Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen : DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
: DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
: DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04
: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
entlastende Wirkung ständiger Lasten : berücksichtigt
 ψ_2 für Kranlasten : 0.90
 $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE) : nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten : untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
KLED bei Wind : sehr kurz

Protokoll der Systemdaten

Querschnitte

Nr	Name	Kurzname Alias	A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _z (cm ³)
4	HEB 220	HEB 220	91.0	8091	2843	736	258

Leonhardt, Andrä und Partner
Beratende Ingenieure VBI AG
www.lap-consult.com

Leonhardt, Andrä und Partner

Auftrag Nr.
H22 11219

Datum
06/2024

Seite
2

Pos.
4.12.6

Material

Nr	Name	Kurzname Alias	NKL	E-Modul kN/m²	v	G-Modul kN/m²	Wichte kN/m³
2	S355	S235	-	2.1E8	0,3	8.077E7	78.50

NKL : Nutzungsklasse
v : Querdehnzahl

Stahlmaterial - Details für S355

E_k = 210000 N/mm²

G_k = 80769 N/mm²

Streckgrenze

t ≤ 40 mm

f_{yk} = 355.00 N/mm²

t ≤ 80 mm

f_{yk} = 335.00 N/mm²

Zugfestigkeit

t ≤ 40 mm

f_{uk} = 490.00 N/mm²

t ≤ 80 mm

f_{uk} = 470.00 N/mm²

Knoten

Knoten	X	Y	Z	Anzahl Stäbe	Lager						
Nummer	(m)	(m)	(m)	am Knoten	DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
1	-1.15	0.00	-0.25	1	S	S	S	-	-	S	-
3	-1.15	0.00	0.00	3	-	S	-	-	-	-	-
4	-1.65	0.00	0.00	1	-	-	-	-	-	-	-
5	-1.15	0.00	5.00	2	S	-	-	-	-	-	-
6	-1.15	0.00	10.00	1	S	S	-	-	-	-	-

Lagerbedingungen Starr=S, Elastisch=E, Frei -

Stäbe

Stab	T	N ₁	N ₂	L _x m	L _y m	L _z m	EG kN	Q ₁	Mat	RL	N
1	B	1	3	0.00	0.00	0.25	0.2	4	S355	180	1
4	B	3	4	-0.50	0.00	0.00	0.4	4	S355	180	1
5	B	3	5	0.00	0.00	5.00	3.6	4	S355	180	1
6	B	5	6	0.00	0.00	5.00	3.6	4	S355	180	1

T : Stabtyp (B=Biegestab, F=Fachwerkstab)
L_x : L_x,L_y,L_z- projizierte Länge auf die Richtungen des globalen Koordinatensystems
EG : Eigengewicht berechnet aus Wichte des Materials und dem Stabquerschnitt
Q₁ : Querschnitt Stab oder Stabanfang falls Voute
RL : Drehung des lokalen Koordinatensystem bezüglich der Standardlage
N : Stabteilung

Systembilder

Systemübersicht



Lasten

Linienlasten

Lastfall	Stab	Richtung	Wirkung	Projiziert	WL m	Gleichlast	Start m	Wert kN/m	Ende m	Wert kN/m
2	5	X	Global	Nein	5.00 m	Ja	0.00	-4.00	5.00	-4.00
2	6	X	Global	Nein	5.00 m	Ja	0.00	-4.00	5.00	-4.00
3	5	X	Global	Nein	5.00 m	Ja	0.00	1.20	5.00	1.20
3	6	X	Global	Nein	5.00 m	Ja	0.00	1.20	5.00	1.20
4	5	X	Global	Nein	5.00 m	Ja	0.00	4.00	5.00	4.00
4	6	X	Global	Nein	5.00 m	Ja	0.00	4.00	5.00	4.00

Lastfall : Lastfallnummer
Wirkung : Wirkungsrichtung der Last kann auf das globale oder auf das stabbezogene Koordinatensystem bezogen sein
Projiziert : Projizierte Lasten wirken über die entsprechende Projektionslänge des Stabes in der angegebenen Richtung
WL : Wirksame Lastlänge
Start : Anfangspunkt der Last im Stab/Stabzug
Ende : Endpunkt der Last im Stab/Stabzug

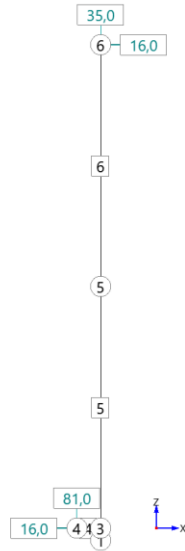
Knotenlasten

Lastfall	NR	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm	Referenz
1	4	0.0	0.0	-81.0	0.00	0.00	0.00	
1	6	0.0	0.0	-35.0	0.00	0.00	0.00	
1	4	16.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
1	6	-16.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	4	40.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	6	40.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
3	4	-20.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	
3	6	-20.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	

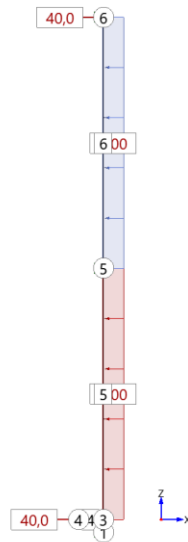
Lastfall : Lastfallnummer

Lastbilder

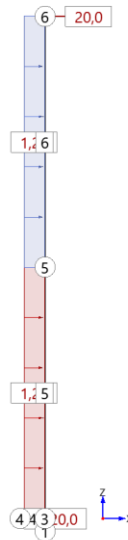
Lastfall : Eigengewicht + Ausbau | Eigengewicht Ausbualast



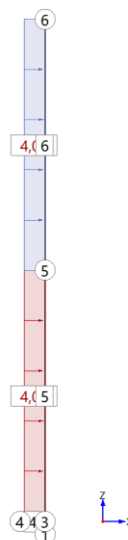
Lastfall : Wind 1 | Wind 1



Lastfall : Wind 2 | Wind 2



Lastfall : Wind 3 | Wind 3



Benutzerdefinierte Überlagerungen

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
9	B-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
10	B-2	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
19	B-3	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls

Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Bemessung : ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Maximale Ausnutzung je Querschnitt Theorie I.Ordnung

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	9	HEB 220	0.50	0.00	η _{max}	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.31
4	9	HEB 220	0.50	0.00	M _y	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.31
4	9	HEB 220	0.50	0.00	Q _z	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.31
4	9	HEB 220	0.50	0.00	N	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.31

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab
Ref : Referenz für die führende Größe
η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Maßgebende Überlagerungen

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
9	B-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Stabilität Details über alle maßgebenden Querschnitte

Stabilität | Stab 5 | ständig/vorübergehend | TH1

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.61)

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.12$$

N _{Ed}	=	47.3 kN	N _{Rk}	=	3231.9 kN
N _{cr,y}	=	6707.8 kN			
S _{ky}	=	5.00 m			
λ _y	=	0.69			
χ _y	=	0.79			
k _{yy}	=	0.45	k _{yz}	=	0.00
M _{y,Ed}	=	52.59 kNm	M _{z,Ed}	=	0.00 kNm
M _{cr}	=	606.62 kNm			
χ _{it}	=	0.92			
M _{y,Rk}	=	294.12 kNm	M _{z,Rk}	=	139.89 kNm
γ _{M1}	=	1.10			

Nachweis für Kombination 10 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.62)

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.25$$

N _{Ed}	=	47.3 kN	N _{Rk}	=	3231.9 kN
N _{cr,z}	=	2357.0 kN			
S _{kz}	=	5.00 m			
λ _z	=	1.17			
χ _z	=	0.45			
k _{zy}	=	0.98	k _{zz}	=	0.00
M _{y,Ed}	=	52.59 kNm	M _{z,Ed}	=	0.00 kNm
M _{cr}	=	606.62 kNm			
χ _{it}	=	0.92			
M _{y,Rk}	=	294.12 kNm	M _{z,Rk}	=	139.89 kNm
γ _{M1}	=	1.10			

Nachweis für Kombination 10 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

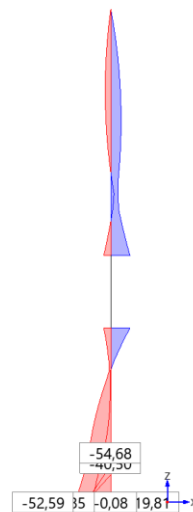
Details zur Bemessung für die maßgebenden Stäbe

Elastischer Nachweis für Querschnitt HEB 220 am Stab 4 aus Kombination 9

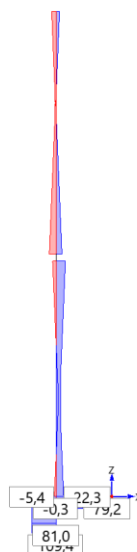
x m	Q _{kl}	σ_d N/mm ²	τ_d N/mm ²	$\sigma_{d,V}$ N/mm ²	η
0.00	1	-83.3	-58.1	111.6	0.31
0.50	1	-9.0	-58.1	101.0	0.28

Bilder

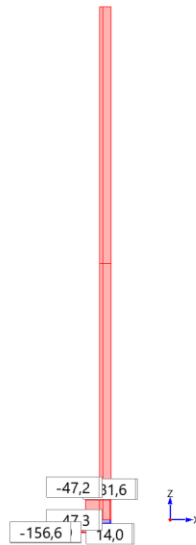
Biegemoment M_y , ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



Querkraft Q_z , ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



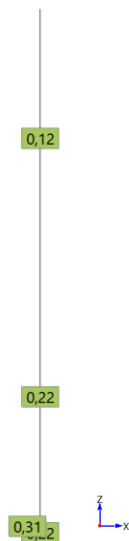
Normalkraft N_x , ständig vorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



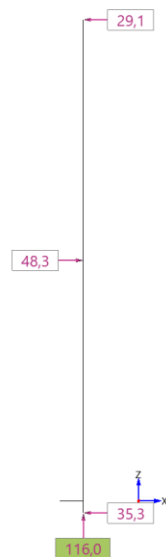
Stabilität Stahl, ständig vorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



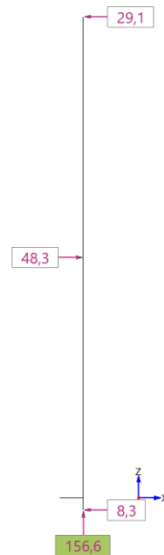
Eta Stahl, elastisch, ständig vorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



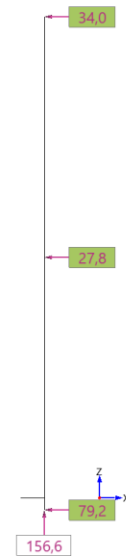
Min Fz, ständig vorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



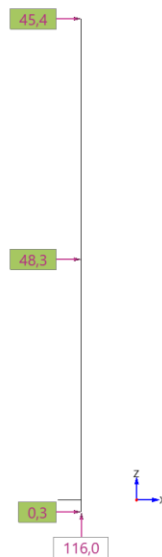
Max Fz,ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



Min Fx,ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



Max Fx, ständigvorübergehend, Max-Werte, Th. 1. Ord.



Nachweis der Verformungen

Einstellungen

Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit : charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit $\delta_{lim} = 5.0 \text{ cm}$

Nachweise Theorie I.Ordnung - charakteristische Bemessungssituation

Typ	Stab	LFK	Position m	VX cm	VY cm	VZ cm	Eta
Absolut	1	14	0.25	-0.1	0.0	0.0	0.01
Absolut	4	14	0.50	-0.1	0.0	-0.2	0.04
Absolut	5	13	1.67	-0.3	0.0	0.0	0.06
Absolut	6	15	2.69	0.2	0.0	-0.02	0.03

Ergebnisse aus primären Lastfällen (Alle Lastfälle)

Ergebnisse LF-01

Verformungen am Knoten

Lastfall	Knoten	DX cm	DY cm	DZ cm	Total cm	RX rad*1000	RY rad*1000	RZ rad*1000
1	3	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0000	-2.7742	0.0000
1	4	-0.1	0.0	-0.2	0.2	0.0000	-3.3701	0.0000
1	5	0.0	0.0	-0.01	0.01	0.0000	0.9102	0.0000
1	6	0.0	0.0	-0.02	0.02	0.0000	-0.4551	0.0000

Schnittkräfte am Stab

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	1	HEB 220	0.25	0.00	0.00	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.0
1	1	HEB 220	0.25	0.03	0.77	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.01
1	1	HEB 220	0.25	0.06	1.54	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.02
1	1	HEB 220	0.25	0.09	2.32	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.03
1	1	HEB 220	0.25	0.13	3.09	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.03
1	1	HEB 220	0.25	0.16	3.86	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.04
1	1	HEB 220	0.25	0.19	4.63	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.1
1	1	HEB 220	0.25	0.22	5.41	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.1

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	1	HEB 220	0.25	0.25	6.18	0.00	0.0	24.7	-116.0	0.00	0.1
4	1	HEB 220	0.50	0.00	-40.50	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.1
4	1	HEB 220	0.50	0.06	-35.44	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.1
4	1	HEB 220	0.50	0.13	-30.38	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.1
4	1	HEB 220	0.50	0.19	-25.31	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.1
4	1	HEB 220	0.50	0.25	-20.25	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.1
4	1	HEB 220	0.50	0.31	-15.19	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.1
4	1	HEB 220	0.50	0.38	-10.13	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.1
4	1	HEB 220	0.50	0.44	-5.06	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.2
4	1	HEB 220	0.50	0.50	0.00	0.00	0.0	81.0	-16.0	0.00	0.2
5	1	HEB 220	5.00	0.00	-34.32	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.1
5	1	HEB 220	5.00	0.63	-28.87	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.2
5	1	HEB 220	5.00	1.25	-23.42	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.3
5	1	HEB 220	5.00	1.88	-17.97	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.3
5	1	HEB 220	5.00	2.50	-12.52	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.3
5	1	HEB 220	5.00	3.13	-7.07	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.2
5	1	HEB 220	5.00	3.75	-1.62	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.1
5	1	HEB 220	5.00	4.38	3.83	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.1
5	1	HEB 220	5.00	5.00	9.28	0.00	0.0	8.7	-35.0	0.00	0.01
6	1	HEB 220	5.00	0.00	9.28	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.01
6	1	HEB 220	5.00	0.63	8.12	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.05
6	1	HEB 220	5.00	1.25	6.96	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.1
6	1	HEB 220	5.00	1.88	5.80	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.1
6	1	HEB 220	5.00	2.50	4.64	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.1
6	1	HEB 220	5.00	3.13	3.48	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.1
6	1	HEB 220	5.00	3.75	2.32	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.1
6	1	HEB 220	5.00	4.38	1.16	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.03
6	1	HEB 220	5.00	5.00	0.00	0.00	0.0	-1.9	-35.0	0.00	0.02

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab

Ergebnisse LF-02

Verformungen am Knoten

Lastfall	Knoten	DX cm	DY cm	DZ cm	Total cm	RX rad*1000	RY rad*1000	RZ rad*1000
2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0385	0.0000
2	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	0.0385	0.0000

Schnittkräfte am Stab

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	2	HEB 220	0.25	0.00	0.00	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 220	0.25	0.03	0.96	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 220	0.25	0.06	1.91	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 220	0.25	0.09	2.87	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 220	0.25	0.13	3.82	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 220	0.25	0.16	4.78	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 220	0.25	0.19	5.73	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 220	0.25	0.22	6.69	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
1	2	HEB 220	0.25	0.25	7.65	0.00	0.0	30.6	0.0	0.00	0.0
4	2	HEB 220	0.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0
4	2	HEB 220	0.50	0.06	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0
4	2	HEB 220	0.50	0.13	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0
4	2	HEB 220	0.50	0.19	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0
4	2	HEB 220	0.50	0.25	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0
4	2	HEB 220	0.50	0.31	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0
4	2	HEB 220	0.50	0.38	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0
4	2	HEB 220	0.50	0.44	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
4	2	HEB 220	0.50	0.50	0.00	0.00	0.0	0.0	-40.0	0.00	0.0
5	2	HEB 220	5.00	0.00	7.65	0.00	0.0	-9.4	0.0	0.00	0.0
5	2	HEB 220	5.00	0.63	2.54	0.00	0.0	-6.9	0.0	0.00	0.0
5	2	HEB 220	5.00	1.25	-1.00	0.00	0.0	-4.4	0.0	0.00	0.01
5	2	HEB 220	5.00	1.88	-2.98	0.00	0.0	-1.9	0.0	0.00	0.02
5	2	HEB 220	5.00	2.35	-3.44	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.02
5	2	HEB 220	5.00	2.50	-3.39	0.00	0.0	0.6	0.0	0.00	0.02
5	2	HEB 220	5.00	3.13	-2.25	0.00	0.0	3.1	0.0	0.00	0.02
5	2	HEB 220	5.00	3.75	0.46	0.00	0.0	5.6	0.0	0.00	0.01
5	2	HEB 220	5.00	4.38	4.73	0.00	0.0	8.1	0.0	0.00	0.0
5	2	HEB 220	5.00	5.00	10.57	0.00	0.0	10.6	0.0	0.00	0.0
6	2	HEB 220	5.00	0.00	10.57	0.00	0.0	-12.1	0.0	0.00	0.0
6	2	HEB 220	5.00	0.63	3.78	0.00	0.0	-9.6	0.0	0.00	0.02
6	2	HEB 220	5.00	1.25	-1.45	0.00	0.0	-7.1	0.0	0.00	0.1
6	2	HEB 220	5.00	1.88	-5.11	0.00	0.0	-4.6	0.0	0.00	0.1
6	2	HEB 220	5.00	2.50	-7.22	0.00	0.0	-2.1	0.0	0.00	0.1
6	2	HEB 220	5.00	3.03	-7.77	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.1
6	2	HEB 220	5.00	3.13	-7.76	0.00	0.0	0.4	0.0	0.00	0.1
6	2	HEB 220	5.00	3.75	-6.73	0.00	0.0	2.9	0.0	0.00	0.1
6	2	HEB 220	5.00	4.38	-4.15	0.00	0.0	5.4	0.0	0.00	0.04
6	2	HEB 220	5.00	5.00	0.00	0.00	0.0	7.9	0.0	0.00	0.0

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab


Ergebnisse LF-03

Verformungen am Knoten

Lastfall	Knoten	DX cm	DY cm	DZ cm	Total cm	RX rad*1000	RY rad*1000	RZ rad*1000
3	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000	-0.1629	0.0000
3	4	-0.01	0.0	-0.01	0.01	0.0000	-0.1629	0.0000

Schnittkräfte am Stab

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	3	HEB 220	0.25	0.00	0.00	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 220	0.25	0.03	-0.52	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 220	0.25	0.06	-1.04	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 220	0.25	0.09	-1.57	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 220	0.25	0.13	-2.09	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 220	0.25	0.16	-2.61	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 220	0.25	0.19	-3.13	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 220	0.25	0.22	-3.65	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
1	3	HEB 220	0.25	0.25	-4.17	0.00	0.0	-16.7	0.0	0.00	0.0
4	3	HEB 220	0.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.0
4	3	HEB 220	0.50	0.06	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.0
4	3	HEB 220	0.50	0.13	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.01
4	3	HEB 220	0.50	0.19	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.01
4	3	HEB 220	0.50	0.25	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.01
4	3	HEB 220	0.50	0.31	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.01
4	3	HEB 220	0.50	0.38	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.01
4	3	HEB 220	0.50	0.44	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.01
4	3	HEB 220	0.50	0.50	0.00	0.00	0.0	0.0	20.0	0.00	0.01
5	3	HEB 220	5.00	0.00	-4.17	0.00	0.0	3.3	0.0	0.00	0.0
5	3	HEB 220	5.00	0.63	-2.34	0.00	0.0	2.6	0.0	0.00	0.01
5	3	HEB 220	5.00	1.25	-0.98	0.00	0.0	1.8	0.0	0.00	0.01
5	3	HEB 220	5.00	1.88	-0.09	0.00	0.0	1.1	0.0	0.00	0.01
5	3	HEB 220	5.00	2.50	0.33	0.00	0.0	0.3	0.0	0.00	0.01
5	3	HEB 220	5.00	2.75	0.37	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.01

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com					 Leonhardt, Andrä und Partner			Auftrag Nr. H22 11219		Seite 14	
								Datum 06/2024		Pos. 4.12.6	

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
5	3	HEB 220	5.00	3.13	0.29	0.00	0.0	-0.4	0.0	0.00	0.01
5	3	HEB 220	5.00	3.75	-0.23	0.00	0.0	-1.2	0.0	0.00	0.01
5	3	HEB 220	5.00	4.38	-1.21	0.00	0.0	-1.9	0.0	0.00	0.0
5	3	HEB 220	5.00	5.00	-2.66	0.00	0.0	-2.7	0.0	0.00	0.0
6	3	HEB 220	5.00	0.00	-2.66	0.00	0.0	3.5	0.0	0.00	0.0
6	3	HEB 220	5.00	0.63	-0.69	0.00	0.0	2.8	0.0	0.00	0.01
6	3	HEB 220	5.00	1.25	0.82	0.00	0.0	2.0	0.0	0.00	0.02
6	3	HEB 220	5.00	1.88	1.85	0.00	0.0	1.3	0.0	0.00	0.03
6	3	HEB 220	5.00	2.50	2.42	0.00	0.0	0.5	0.0	0.00	0.03
6	3	HEB 220	5.00	2.94	2.54	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.03
6	3	HEB 220	5.00	3.13	2.52	0.00	0.0	-0.2	0.0	0.00	0.03
6	3	HEB 220	5.00	3.75	2.15	0.00	0.0	-1.0	0.0	0.00	0.03
6	3	HEB 220	5.00	4.38	1.31	0.00	0.0	-1.7	0.0	0.00	0.01
6	3	HEB 220	5.00	5.00	0.00	0.00	0.0	-2.5	0.0	0.00	0.0

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab

Ergebnisse LF-04

Verformungen am Knoten

Lastfall	Knoten	DX cm	DY cm	DZ cm	Total cm	RX rad*1000	RY rad*1000	RZ rad*1000
4	3	0.02	0.0	0.0	0.02	0.0000	0.7183	0.0000
4	4	0.02	0.0	0.04	0.04	0.0000	0.7183	0.0000

Schnittkräfte am Stab

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
1	4	HEB 220	0.25	0.00	0.00	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.0
1	4	HEB 220	0.25	0.03	0.22	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.0
1	4	HEB 220	0.25	0.06	0.44	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.0
1	4	HEB 220	0.25	0.09	0.66	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.01
1	4	HEB 220	0.25	0.13	0.88	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.01
1	4	HEB 220	0.25	0.16	1.10	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.01
1	4	HEB 220	0.25	0.19	1.32	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.01
1	4	HEB 220	0.25	0.22	1.54	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.02
1	4	HEB 220	0.25	0.25	1.76	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.02
4	4	HEB 220	0.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.02
4	4	HEB 220	0.50	0.06	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.02
4	4	HEB 220	0.50	0.13	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.02
4	4	HEB 220	0.50	0.19	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.02
4	4	HEB 220	0.50	0.25	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.03
4	4	HEB 220	0.50	0.31	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.03
4	4	HEB 220	0.50	0.38	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.03
4	4	HEB 220	0.50	0.44	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.04
4	4	HEB 220	0.50	0.50	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.04
5	4	HEB 220	5.00	0.00	1.76	0.00	0.0	7.0	0.0	0.00	0.02
5	4	HEB 220	5.00	0.63	5.36	0.00	0.0	4.5	0.0	0.00	0.1
5	4	HEB 220	5.00	1.25	7.41	0.00	0.0	2.0	0.0	0.00	0.1
5	4	HEB 220	5.00	1.76	7.92	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.1
5	4	HEB 220	5.00	1.88	7.89	0.00	0.0	-0.5	0.0	0.00	0.1
5	4	HEB 220	5.00	2.50	6.82	0.00	0.0	-3.0	0.0	0.00	0.1
5	4	HEB 220	5.00	3.13	4.17	0.00	0.0	-5.5	0.0	0.00	0.1
5	4	HEB 220	5.00	3.75	-0.03	0.00	0.0	-8.0	0.0	0.00	0.05
5	4	HEB 220	5.00	4.38	-5.80	0.00	0.0	-10.5	0.0	0.00	0.02
5	4	HEB 220	5.00	5.00	-13.12	0.00	0.0	-13.0	0.0	0.00	0.0
6	4	HEB 220	5.00	0.00	-13.12	0.00	0.0	12.6	0.0	0.00	0.0
6	4	HEB 220	5.00	0.63	-6.01	0.00	0.0	10.1	0.0	0.00	0.01
6	4	HEB 220	5.00	1.25	-0.47	0.00	0.0	7.6	0.0	0.00	0.03

Stab	LF	QS	Länge m	Pos m	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm
6	4	HEB 220	5.00	1.88	3.52	0.00	0.0	5.1	0.0	0.00	0.1
6	4	HEB 220	5.00	2.50	5.94	0.00	0.0	2.6	0.0	0.00	0.1
6	4	HEB 220	5.00	3.13	6.80	0.00	0.0	0.1	0.0	0.00	0.1
6	4	HEB 220	5.00	3.16	6.80	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.1
6	4	HEB 220	5.00	3.75	6.09	0.00	0.0	-2.4	0.0	0.00	0.1
6	4	HEB 220	5.00	4.38	3.83	0.00	0.0	-4.9	0.0	0.00	0.03
6	4	HEB 220	5.00	5.00	0.00	0.00	0.0	-7.4	0.0	0.00	0.0

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab

Ergebnisse aus Überlagerungen (Theorie I.Ordnung)

Lastkombination B-1 (Theorie I.Ordnung)

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
9	B-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert


Auflagerkräfte

Kombination	Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
9	B-1	1	-79.2	0.0	156.6	0.00	0.00	0.00
9	B-1	6	-29.1	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
9	B-1	3	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
9	B-1	5	48.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Knoten : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

Ergebnisse am Stab

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	9	HEB 220	0.50	0.00		-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.31
4	9	HEB 220	0.50	0.06		-47.84	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.31
4	9	HEB 220	0.50	0.13		-41.01	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.30
4	9	HEB 220	0.50	0.19		-34.17	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.29
4	9	HEB 220	0.50	0.25		-27.34	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.1	η _{el}	0.29
4	9	HEB 220	0.50	0.31		-20.50	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.2	η _{el}	0.29
4	9	HEB 220	0.50	0.38		-13.67	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.2	η _{el}	0.28
4	9	HEB 220	0.50	0.44		-6.83	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.2	η _{el}	0.28
4	9	HEB 220	0.50	0.50		0.00	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00	0.2	η _{el}	0.28
1	9	HEB 220	0.25	0.00		0.00	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.0	η _{el}	0.21
1	9	HEB 220	0.25	0.03		2.48	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.01	η _{el}	0.21
1	9	HEB 220	0.25	0.06		4.95	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.02	η _{el}	0.21
1	9	HEB 220	0.25	0.09		7.43	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.03	η _{el}	0.21
1	9	HEB 220	0.25	0.13		9.91	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.04	η _{el}	0.21
1	9	HEB 220	0.25	0.16		12.38	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.21
1	9	HEB 220	0.25	0.19		14.86	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.21
1	9	HEB 220	0.25	0.22		17.34	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.21
1	9	HEB 220	0.25	0.25		19.81	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.22
5	9	HEB 220	5.00	0.00		-34.86	0.00	0.0	-2.4	-47.3	0.00	0.1	η _{ki}	0.24
5	9	HEB 220	5.00	0.39		-35.32	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00	0.2	η _{ki}	0.24
5	9	HEB 220	5.00	0.63		-35.16	0.00	0.0	1.4	-47.3	0.00	0.3	η _{ki}	0.24
5	9	HEB 220	5.00	1.25		-33.11	0.00	0.0	5.1	-47.3	0.00	0.4	η _{ki}	0.24
5	9	HEB 220	5.00	1.88		-28.72	0.00	0.0	8.9	-47.3	0.00	0.4	η _{ki}	0.24
5	9	HEB 220	5.00	2.50		-21.99	0.00	0.0	12.6	-47.3	0.00	0.4	η _{ki}	0.24
5	9	HEB 220	5.00	3.13		-12.91	0.00	0.0	16.4	-47.3	0.00	0.3	η _{ki}	0.24
5	9	HEB 220	5.00	3.75		-1.49	0.00	0.0	20.1	-47.3	0.00	0.2	η _{ki}	0.24
5	9	HEB 220	5.00	4.38		12.27	0.00	0.0	23.9	-47.3	0.00	0.1	η _{ki}	0.24

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com						 Leonhardt, Andrä und Partner				Auftrag Nr. H22 11219		Seite 16	
										Datum 06/2024		Pos. 4.12.6	

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
5	9	HEB 220	5.00	5.00		28.38	0.00	0.0	27.6	-47.3	0.00	0.01	η _{ki}	0.24
6	9	HEB 220	5.00	0.00		28.38	0.00	0.0	-20.7	-47.3	0.00	0.01	η _{el}	0.12
6	9	HEB 220	5.00	0.63		16.63	0.00	0.0	-16.9	-47.3	0.00	0.03	η _{el}	0.09
6	9	HEB 220	5.00	1.25		7.22	0.00	0.0	-13.2	-47.3	0.00	0.03	η _{el}	0.06
6	9	HEB 220	5.00	1.88		0.16	0.00	0.0	-9.4	-47.3	0.00	0.02	η _{el}	0.03
6	9	HEB 220	5.00	2.50		-4.56	0.00	0.0	-5.7	-47.3	0.00	0.03	η _{el}	0.04
6	9	HEB 220	5.00	3.13		-6.94	0.00	0.0	-1.9	-47.3	0.00	0.05	η _{el}	0.04
6	9	HEB 220	5.00	3.45		-7.24	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00	0.05	η _{el}	0.04
6	9	HEB 220	5.00	3.75		-6.97	0.00	0.0	1.8	-47.3	0.00	0.05	η _{el}	0.04
6	9	HEB 220	5.00	4.38		-4.66	0.00	0.0	5.6	-47.3	0.00	0.04	η _{el}	0.03
6	9	HEB 220	5.00	5.00		0.00	0.00	0.0	9.3	-47.3	0.00	0.03	η _{el}	0.03

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab
Ref : Referenz für die führende Größe
η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Lastkombination B-2 (Theorie I.Ordnung)

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
10	B-2	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert


Auflagerkräfte

Kombination	Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
10	B-2	1	-8.3	0.0	156.6	0.00	0.00	0.00
10	B-2	6	45.4	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
10	B-2	3	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
10	B-2	5	4.9	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Knoten : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

Ergebnisse am Stab

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	10	HEB 220	0.50	0.00		-54.68	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.1	η _{el}	0.30
4	10	HEB 220	0.50	0.06		-47.84	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.1	η _{el}	0.30
4	10	HEB 220	0.50	0.13		-41.01	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.1	η _{el}	0.29
4	10	HEB 220	0.50	0.19		-34.17	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.1	η _{el}	0.28
4	10	HEB 220	0.50	0.25		-27.34	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.1	η _{el}	0.28
4	10	HEB 220	0.50	0.31		-20.50	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.2	η _{el}	0.28
4	10	HEB 220	0.50	0.38		-13.67	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.2	η _{el}	0.28
4	10	HEB 220	0.50	0.44		-6.83	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.2	η _{el}	0.28
4	10	HEB 220	0.50	0.50		0.00	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00	0.2	η _{el}	0.28
5	10	HEB 220	5.00	0.00		-52.59	0.00	0.0	16.7	-47.3	0.00	0.1	η _{ki}	0.25
5	10	HEB 220	5.00	0.63		-42.49	0.00	0.0	15.6	-47.3	0.00	0.3	η _{ki}	0.25
5	10	HEB 220	5.00	1.25		-33.09	0.00	0.0	14.5	-47.3	0.00	0.4	η _{ki}	0.25
5	10	HEB 220	5.00	1.88		-24.40	0.00	0.0	13.4	-47.3	0.00	0.4	η _{ki}	0.25
5	10	HEB 220	5.00	2.50		-16.40	0.00	0.0	12.2	-47.3	0.00	0.4	η _{ki}	0.25
5	10	HEB 220	5.00	3.13		-9.11	0.00	0.0	11.1	-47.3	0.00	0.3	η _{ki}	0.25
5	10	HEB 220	5.00	3.75		-2.53	0.00	0.0	10.0	-47.3	0.00	0.2	η _{ki}	0.25
5	10	HEB 220	5.00	4.38		3.36	0.00	0.0	8.9	-47.3	0.00	0.1	η _{ki}	0.25
5	10	HEB 220	5.00	5.00		8.54	0.00	0.0	7.7	-47.3	0.00	0.01	η _{ki}	0.25
1	10	HEB 220	0.25	0.00		0.00	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.0	η _{el}	0.05
1	10	HEB 220	0.25	0.03		0.26	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.01	η _{el}	0.05
1	10	HEB 220	0.25	0.06		0.52	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.02	η _{el}	0.05
1	10	HEB 220	0.25	0.09		0.78	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.04	η _{el}	0.05

Leonhardt, Andrä und Partner Beratende Ingenieure VBI AG www.lap-consult.com						 Leonhardt, Andrä und Partner				Auftrag Nr. H22 11219		Seite 17	
										Datum 06/2024		Pos. 4.12.6	

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
1	10	HEB 220	0.25	0.13		1.04	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.05	η _{el}	0.06
1	10	HEB 220	0.25	0.16		1.30	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.06
1	10	HEB 220	0.25	0.19		1.56	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.06
1	10	HEB 220	0.25	0.22		1.82	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.06
1	10	HEB 220	0.25	0.25		2.08	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.06
6	10	HEB 220	5.00	0.00		8.54	0.00	0.0	2.8	-47.3	0.00	0.01	η _{el}	0.05
6	10	HEB 220	5.00	0.63		9.93	0.00	0.0	1.7	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.05
6	10	HEB 220	5.00	1.25		10.62	0.00	0.0	0.5	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.05
6	10	HEB 220	5.00	1.55		10.70	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.06
6	10	HEB 220	5.00	1.88		10.61	0.00	0.0	-0.6	-47.3	0.00	0.2	η _{el}	0.05
6	10	HEB 220	5.00	2.50		9.89	0.00	0.0	-1.7	-47.3	0.00	0.2	η _{el}	0.05
6	10	HEB 220	5.00	3.13		8.48	0.00	0.0	-2.8	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.05
6	10	HEB 220	5.00	3.75		6.35	0.00	0.0	-4.0	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.04
6	10	HEB 220	5.00	4.38		3.53	0.00	0.0	-5.1	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.03
6	10	HEB 220	5.00	5.00		0.00	0.00	0.0	-6.2	-47.3	0.00	0.03	η _{el}	0.02

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab
Ref : Referenz für die führende Größe
η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Lastkombination B-3 (Theorie I.Ordnung)

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
19	B-3	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Auflagerkräfte

Kombination	Name	Knoten	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
19	B-3	1	-43.9	0.0	156.6	0.00	0.00	0.00
19	B-3	6	8.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
19	B-3	3	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
19	B-3	5	-24.1	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00

Knoten : Falls gedrehte Lager vorhanden sind, wird die Zeile mit G (Global) und L (Lokal) gekennzeichnet.

Ergebnisse am Stab

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
4	19	HEB 220	0.50	0.00		-54.68	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.1	η _{el}	0.30
4	19	HEB 220	0.50	0.06		-47.84	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.1	η _{el}	0.30
4	19	HEB 220	0.50	0.13		-41.01	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.1	η _{el}	0.29
4	19	HEB 220	0.50	0.19		-34.17	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.1	η _{el}	0.28
4	19	HEB 220	0.50	0.25		-27.34	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.1	η _{el}	0.28
4	19	HEB 220	0.50	0.31		-20.50	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.1	η _{el}	0.28
4	19	HEB 220	0.50	0.38		-13.67	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.1	η _{el}	0.28
4	19	HEB 220	0.50	0.44		-6.83	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.2	η _{el}	0.28
4	19	HEB 220	0.50	0.50		0.00	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00	0.2	η _{el}	0.28
5	19	HEB 220	5.00	0.00		-43.70	0.00	0.0	22.3	-47.3	0.00	0.1	η _{ki}	0.20
5	19	HEB 220	5.00	0.63		-30.93	0.00	0.0	18.6	-47.3	0.00	0.2	η _{ki}	0.20
5	19	HEB 220	5.00	1.25		-20.50	0.00	0.0	14.8	-47.3	0.00	0.2	η _{ki}	0.20
5	19	HEB 220	5.00	1.88		-12.42	0.00	0.0	11.1	-47.3	0.00	0.2	η _{ki}	0.20
5	19	HEB 220	5.00	2.50		-6.68	0.00	0.0	7.3	-47.3	0.00	0.2	η _{ki}	0.20
5	19	HEB 220	5.00	3.13		-3.28	0.00	0.0	3.6	-47.3	0.00	0.2	η _{ki}	0.20
5	19	HEB 220	5.00	3.72		-2.23	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00	0.1	η _{ki}	0.20
5	19	HEB 220	5.00	3.75		-2.23	0.00	0.0	-0.2	-47.3	0.00	0.1	η _{ki}	0.20
5	19	HEB 220	5.00	4.38		-3.52	0.00	0.0	-3.9	-47.3	0.00	0.1	η _{ki}	0.20

Stab	LK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm	f cm	η	η _{max}
5	19	HEB 220	5.00	5.00		-7.16	0.00	0.0	-7.7	-47.3	0.00	0.01	η _{ki}	0.20
1	19	HEB 220	0.25	0.00		0.00	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.0	η _{el}	0.12
1	19	HEB 220	0.25	0.03		1.37	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.01	η _{el}	0.12
1	19	HEB 220	0.25	0.06		2.74	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.02	η _{el}	0.12
1	19	HEB 220	0.25	0.09		4.12	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.02	η _{el}	0.12
1	19	HEB 220	0.25	0.13		5.49	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.03	η _{el}	0.12
1	19	HEB 220	0.25	0.16		6.86	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.04	η _{el}	0.13
1	19	HEB 220	0.25	0.19		8.23	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.05	η _{el}	0.13
1	19	HEB 220	0.25	0.22		9.60	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.13
1	19	HEB 220	0.25	0.25		10.98	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00	0.1	η _{el}	0.13
6	19	HEB 220	5.00	0.00		-7.16	0.00	0.0	16.4	-47.3	0.00	0.01	η _{el}	0.05
6	19	HEB 220	5.00	0.63		1.94	0.00	0.0	12.7	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.06
6	19	HEB 220	5.00	1.25		8.69	0.00	0.0	8.9	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.06
6	19	HEB 220	5.00	1.88		13.10	0.00	0.0	5.2	-47.3	0.00	0.2	η _{el}	0.06
6	19	HEB 220	5.00	2.50		15.17	0.00	0.0	1.4	-47.3	0.00	0.2	η _{el}	0.07
6	19	HEB 220	5.00	2.74		15.34	0.00	0.0	0.0	-47.3	0.00	0.2	η _{el}	0.07
6	19	HEB 220	5.00	3.13		14.89	0.00	0.0	-2.3	-47.3	0.00	0.2	η _{el}	0.07
6	19	HEB 220	5.00	3.75		12.27	0.00	0.0	-6.1	-47.3	0.00	0.2	η _{el}	0.06
6	19	HEB 220	5.00	4.38		7.31	0.00	0.0	-9.8	-47.3	0.00	0.1	η _{el}	0.05
6	19	HEB 220	5.00	5.00		0.00	0.00	0.0	-13.6	-47.3	0.00	0.03	η _{el}	0.04

QS : Name/Alias des Querschnitts
 Pos : Position im Stab
 Ref : Referenz für die führende Größe
 η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
 η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Min/Max Werte für Stäbe | ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Maximale Schnittkräfte im Stab für die Berechnung nach Theorie I.Ordnung

Stab	QS	Länge m	Position m	LFK	Führend	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm
1	HEB 220	0.25	0.00	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
1	HEB 220	0.25	0.00	10	Min N	0.00	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00
1	HEB 220	0.25	0.25	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
1	HEB 220	0.25	0.25	10	Min N	2.08	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00
1	HEB 220	0.25	0.00	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
1	HEB 220	0.25	0.00	9	Min MY	0.00	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00
1	HEB 220	0.25	0.25	9	Max MY	19.81	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00
1	HEB 220	0.25	0.25	10	Min MY	-0.08	0.00	0.0	-0.3	-116.0	0.00
1	HEB 220	0.25	0.00	9	Max QZ	0.00	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00
1	HEB 220	0.25	0.00	10	Min QZ	0.00	0.00	0.0	-0.3	-116.0	0.00
1	HEB 220	0.25	0.25	9	Max QZ	19.81	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00
1	HEB 220	0.25	0.25	10	Min QZ	-0.08	0.00	0.0	-0.3	-116.0	0.00
4	HEB 220	0.50	0.00	10	Max N	-40.50	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00
4	HEB 220	0.50	0.00	9	Min N	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
4	HEB 220	0.50	0.17	10	Max N	-27.00	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00
4	HEB 220	0.50	0.50	10	Max N	0.00	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00
4	HEB 220	0.50	0.50	9	Min N	0.00	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
4	HEB 220	0.50	0.00	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
4	HEB 220	0.50	0.00	10	Min MY	-54.68	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
4	HEB 220	0.50	0.50	10	Max MY	0.00	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
4	HEB 220	0.50	0.50	19	Min MY	0.00	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00
4	HEB 220	0.50	0.00	10	Max QZ	-54.68	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
4	HEB 220	0.50	0.00	9	Min QZ	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
4	HEB 220	0.50	0.50	10	Max QZ	0.00	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
4	HEB 220	0.50	0.50	9	Min QZ	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
5	HEB 220	5.00	0.00	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
5	HEB 220	5.00	0.00	9	Min N	-34.86	0.00	0.0	-2.4	-47.3	0.00
5	HEB 220	5.00	5.00	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
5	HEB 220	5.00	5.00	9	Min N	28.38	0.00	0.0	27.6	-47.3	0.00
5	HEB 220	5.00	0.00	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00

Stab	QS	Länge m	Position m	LFK	Führend	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm
5	HEB 220	5.00	0.00	10	Min MY	-52.59	0.00	0.0	16.7	-47.3	0.00
5	HEB 220	5.00	5.00	9	Max MY	28.38	0.00	0.0	27.6	-47.3	0.00
5	HEB 220	5.00	5.00	11	Min MY	-10.41	0.00	0.0	-10.7	-35.0	0.00
5	HEB 220	5.00	0.00	19	Max QZ	-43.70	0.00	0.0	22.3	-47.3	0.00
5	HEB 220	5.00	0.00	9	Min QZ	-22.85	0.00	0.0	-5.4	-35.0	0.00
5	HEB 220	5.00	5.00	9	Max QZ	28.38	0.00	0.0	27.6	-47.3	0.00
5	HEB 220	5.00	5.00	11	Min QZ	-10.41	0.00	0.0	-10.7	-35.0	0.00
6	HEB 220	5.00	0.00	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
6	HEB 220	5.00	0.00	9	Min N	28.38	0.00	0.0	-20.7	-47.3	0.00
6	HEB 220	5.00	5.00	9	Max N	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
6	HEB 220	5.00	5.00	9	Min N	0.00	0.00	0.0	9.3	-47.3	0.00
6	HEB 220	5.00	0.00	9	Max MY	28.38	0.00	0.0	-20.7	-47.3	0.00
6	HEB 220	5.00	0.00	11	Min MY	-10.41	0.00	0.0	17.1	-35.0	0.00
6	HEB 220	5.00	5.00	9	Max MY	0.00	0.00	0.0	9.3	-47.3	0.00
6	HEB 220	5.00	5.00	9	Min MY	0.00	0.00	0.0	9.3	-47.3	0.00
6	HEB 220	5.00	0.00	11	Max QZ	-10.41	0.00	0.0	17.1	-35.0	0.00
6	HEB 220	5.00	0.00	9	Min QZ	28.38	0.00	0.0	-20.7	-47.3	0.00
6	HEB 220	5.00	5.00	9	Max QZ	0.00	0.00	0.0	10.0	-35.0	0.00
6	HEB 220	5.00	5.00	19	Min QZ	0.00	0.00	0.0	-13.6	-47.3	0.00

QS : Querschnitt
LFK : Lastfallkombination

Beteiligte Überlagerungen | ständig/vorübergehend | Theorie I.Ordnung

Nr	Name der Überlagerung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
9	B-1	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
10	B-2	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
19	B-3	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.35
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50
9	A-6	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.00
		2	Wind 1	Windlasten	-> 1.50
10	A-7	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.00
		3	Wind 2	Windlasten	-> 1.50
11	A-8	1	Eigengewicht + Ausbau	ständig	1.00
		4	Wind 3	Windlasten	-> 1.50

LF : Nummer des Lastfalls
Faktor : Leiteinwirkungen sind mit -> markiert

Min/Max Werte am Knoten | Theorie I.Ordnung

Maximale Anschlusswerte am Knoten aus den beteiligten Stäben Theorie I.Ordnung

Knoten	LFK	Stab	Querschnitt	Führend	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm
1	9	1	HEB 220	Min MY Max QZ	0.00	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00
1	10	1	HEB 220	Min N	0.00	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00
1	10	1	HEB 220	Min QZ	0.00	0.00	0.0	-0.3	-116.0	0.00
3	9	1	HEB 220	Max MY Max QZ	19.81	0.00	0.0	79.2	-156.6	0.00
3	9	4	HEB 220	Min N	-54.68	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
3	9	5	HEB 220	Min N	-34.86	0.00	0.0	-2.4	-47.3	0.00
3	9	5	HEB 220	Min QZ	-22.85	0.00	0.0	-5.4	-35.0	0.00
3	10	1	HEB 220	Min N	2.08	0.00	0.0	8.3	-156.6	0.00
3	10	1	HEB 220	Min MY Min QZ	-0.08	0.00	0.0	-0.3	-116.0	0.00
3	10	4	HEB 220	Max N	-40.50	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00
3	10	4	HEB 220	Min MY Max QZ	-54.68	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
3	10	5	HEB 220	Min MY	-52.59	0.00	0.0	16.7	-47.3	0.00
3	19	1	HEB 220	aus Kombination 19	10.93	0.00	0.0	43.9	-156.6	0.00
3	19	4	HEB 220	aus Kombination 19	-54.68	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00

Knoten	LFK	Stab	Querschnitt	Führend	M _y kNm	M _z kNm	Q _y kN	Q _z kN	N kN	M _t kNm
3	19	5	HEB 220	Max QZ	-43.70	0.00	0.0	22.3	-47.3	0.00
4	9	4	HEB 220	Min N	0.00	0.00	0.0	109.4	-81.6	0.00
4	10	4	HEB 220	Max N	0.00	0.00	0.0	81.0	14.0	0.00
4	10	4	HEB 220	Max MY Max QZ	0.00	0.00	0.0	109.4	8.4	0.00
4	19	4	HEB 220	Min MY	0.00	0.00	0.0	109.4	-21.6	0.00
5	9	5	HEB 220	Min N Max MY Max QZ	28.38	0.00	0.0	27.6	-47.3	0.00
5	9	6	HEB 220	Min N Max MY Min QZ	28.38	0.00	0.0	-20.7	-47.3	0.00
5	11	5	HEB 220	Min MY Min QZ	-10.41	0.00	0.0	-10.7	-35.0	0.00
5	11	6	HEB 220	Min MY Max QZ	-10.41	0.00	0.0	17.1	-35.0	0.00
6	9	6	HEB 220	Min N Max MY Min MY	0.00	0.00	0.0	9.3	-47.3	0.00
6	9	6	HEB 220	Max QZ	0.00	0.00	0.0	10.0	-35.0	0.00
6	19	6	HEB 220	Min QZ	0.00	0.00	0.0	-13.6	-47.3	0.00

LFK : Lastfallkombination

Fußpunkt:

