

Straßenbauverwaltung: Stadt Bad Nenndorf, Stadt- und Regionalplanung
(Fachbereich 3 Bauen & Umwelt)
Straßenklasse und Nr.: Geh- und Radweg über B65
Streckenbezeichnung: --
Baumaßnahme/Bauwerk: Neubau Geh- und Radwegebrücke Erlengrund / B65

Träger der Baumaßnahme: Stadt Nenndorf

Entwurfsplanung

- Erläuterungsbericht -

Aufgestellt: KRP Architektur GmbH

Berlin, den 24.01.24

Geprüft: Stadt Bad Nenndorf, Stadt- und
Regionalplanung

Bad Nenndorf, den

Geprüft: Stadt Bad Nenndorf, Stadt- und
Regionalplanung

Bad Nenndorf, den

Inhalt

1. Allgemeines.....	2
1.1 Notwendigkeit der Maßnahme, Verkehrswege, örtliche Randbedingungen	2
1.2 Lastannahmen	3
1.3 Trassierungsvarianten.....	3
1.4 Bauwerksgestaltung.....	3
2 Bodenverhältnisse, Gründung	4
2.1 Bodenverhältnisse.....	4
2.2 Grundwasser, Wasserhaltung.....	5
2.3 Gründung	5
2.4 Altlasten, Kampfmittel	6
3 Unterbauten	7
3.1 Widerlager.....	7
3.2 Stützen	7
3.3 Sichtflächen.....	7
4 Überbau	7
4.1 Tragkonstruktion	7
4.2 Lager, Gelenke.....	8
4.3 Fahrbahnübergangskonstruktionen	8
4.4 Abdichtung, Belag	8
4.5 Korrosionsschutz, Schutz gegen Umwelteinflüsse.....	8
4.6 Sichtflächen.....	8
5 Entwässerung	9
5.1 Überbauten.....	9
5.2 Widerlager.....	9
6 Rückhaltesysteme, Schutzeinrichtungen	9
7 Zugänglichkeit der Konstruktionsteile	9
8 Sonstige Ausstattung und Einrichtungen	9
8.1 Leitungsbestand.....	10
8.2 Beleuchtung	10
9 Herstellung und Bauzeit	10
9.1 Zuwegung zum Bauwerk	10
9.2 Bauablauf, Bauzeit.....	10
9.3 Sperrungen, Umverlegungen.....	12
9.4 Schutzmaßnahmen	12
10 Kosten	12
11 Baurechtsverfahren	12

1. Allgemeines

1.1 Notwendigkeit der Maßnahme, Verkehrswege, örtliche Randbedingungen

1.1.1 Notwendigkeit der Maßnahme

Als städtebauliches Begleitprojekt der niedersächsischen Landesgartenschau 2026 in Bad Nenndorf soll eine Geh- und Radwegbrücke über die Bundesstraße B65 bei Bad Nenndorf gebaut werden. Das Bauwerk liegt im Bereich der öffentlichen Grünfläche „Erlengrund“ als Teil der Bad Nenndorfer Kurparkanlage. Die Hauptfunktion der Brücke entspricht der Verbesserung der örtlichen Verkehrssituation. Durch die Brücke soll die lokale Lichtsignalanlage (Dunkelampel) an der B65 ersetzt- und alltägliche Fuß- und Radverkehrsrouten Bad Nenndorfs komfortabler vernetzt werden. Im Kontext der Gebietskulisse der Grünanlage soll die Geh- und Radverkehrsbrücke darüber hinaus als verbindendes Element der Naherholungsräume im Landschaftsschutzgebiet dienen.

1.1.2 Verkehrsplanung

Die B65 soll um eine Spur verbreitert ausgebaut werden, aktuell ruht die Projektbearbeitung hierzu seitens des Landkreises Schaumburg jedoch. Die Planung liegt daher aktuell nur im Vorentwurfsstand vor. Trotzdem wird sie für das Brückenbauwerk die Erweiterung der B65 berücksichtigt, da im Rahmen der Ausbauplanungen ebenfalls eine Ampel ersetzendes Brückenbauwerk mit gedacht wird. Straßenquerschnitte im Bereich der Brücke wurden durch das Planungsbüro IB-Kirchner zur Verfügung gestellt. Im weiteren Planungsprozess sollte jedoch die angenommene Straßengradiente, Querschnitte und das Lichtraumprofil im Bereich der Brücke durch die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStbV) nochmals bestätigt werden.

1.1.3 Lichtraumprofile

Seitens der NLStbV ist gemäß Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL 2012) zu planen, welche ein Lichtraumprofil von 4,70m oberhalb der Neuplanung der B65 fordert. Für die Erlengrundstraße ist von der Gemeinde Bad Nenndorf ein Lichtraumprofil >4,50m gefordert. Für Geh- und Radwege ist gem. RAS 06 der Lichtraum mit 2,50m festgelegt.

1.1.4 Schutzgüter Natur und Landschaft

Für die gesamte Planung ist der Landschaftspflegerische Begleitplan vom Mai 2022 von ILE-X, Ingenieur- & Planungsbüro für Lebensräume, der für die Betroffenen Bereiche bereits erstellt wurde zu beachten. Die Trassierung hat großen Einfluss auf die betroffenen Schutzgüter und muss bei der Abwägung der Varianten Berücksichtigung finden

Das Bauwerk liegt im Heilquellenschutzgebiet III und in der denkmalgeschützten Kurparkanlage. Die Planung ist kontinuierlich mit der Unteren Naturschutzbehörde (UNB) und Denkmalpflege vom LK SHG abzustimmen!

1.2 Lastannahmen

Das Brückenbauwerk ist nach DIN EN 1991-2 für eine Fußgängerbelastung von 5 kN/m² zu bemessen. Ein Dienstfahrzeug gemäß DIN EN 1991-2, Abschn. 5.3.2.3 mit 48 kN als Sonderlast sowie ein Anprall unter der Brücke ist bei der Bemessung des Bauwerkes zu berücksichtigen. Auf der Brücke sind keine Maßnahmen gegen Anprall vorzusehen.

1.3 Trassierungsvarianten

Im Rahmen der vorliegenden Vorplanung wurden mehrere Varianten zur Trassierung des Bauwerks untersucht und vorgestellt. Die trassierungsvariante C wurde von der Stadt Bad Nenndorf gewählt und der Entwurfsplanung zugrunde gelegt.

Die Variante C weist zwar die größte Entwicklungslänge auf, bietet aber optimale Anschlüsse an das von Norden und Süden kommende Wegenetz, ohne eine Querung der Erlengrundstraße zu benötigen. Sie stärkt die Zusammengehörigkeit der nördlichen und südlichen Bubikopfallee und bietet eine sehr gute Einbindung des die B 65 begleitenden Radwegs. Der Eingriff in die Natur ist minimal mit nur drei notwendigen Baumfällungen, was sich positiv auf die denkmalgeschützte Parkanlage auswirkt. Allerdings sind die Rondellrampen etwas ungewohnt im Bewegungsablauf und könnten daher zu Verwirrung bei den Nutzern führen.

1.4 Bauwerksgestaltung

Für die Vorzugsvariante der Trassierung wurden in der Vorplanung 4 grundsätzliche Tragwerksüberlegungen weiter ausgearbeitet und in einer Varianten und Bewertungs-Matrix dargestellt. Hierbei wurden die Kriterien Herstellungsaufwand, Wirtschaftlichkeit, Unterhaltungsaufwendungen, Dauerhaftigkeit, Gestaltung und Verkehrssicherheit untersucht und bewertet mit dem Ergebnis, dass die Variante 2 mit einem Hohlkasten als Sprengwerk und Durchlaufträger und betonter Mittelstützweite sich als die beste herausstellte. Sie wurde von der Stadt Bad Nenndorf bestätigt und liegt der Entwurfsplanung zugrunde.

Die Brücke fungiert als Landmarke mit Fernwirkung und dient als Durchfahrtstor von Nord nach Süd. Ihr markantes Tragwerk schafft eine starke Identität für die B65 und ist maßstäblich in Bezug auf die Umgebung integriert. Die Brücke wird als neues untergeordnetes landschaftliches Element eingefügt und agiert zugleich als dezente Landmarke und Durchfahrtstor von Nord nach Süd. Durch das markante Tragwerk erhält die B65 eine zusätzliche Identität. Sie ist thematisch als Baumwipfelpfad interpretierbar und erreicht durch ihre besondere Gestaltung und ihre Torwirkung eine hohe Wahrzeichenhaftigkeit.

Die einzigartige Bogengestaltung, die ungewöhnliche Integration der Treppenanlage und die ausgeprägte Torwirkung zur B65 machen die Brücke zu einem eigenständigen Wahrzeichen. Das klassische Tragsystem ist hier eigenständig interpretiert und schafft eine skulpturale, elegante und schlanke Erscheinung, die in Bezug auf Konstruktionshöhen, statisches System und Stützungen ausoptimiert ist.

Der Entwurf der Brücke eine mutige und moderne Designoption, die sowohl ästhetisch anspruchsvoll ist als auch hohe technische und funktionale Standards erfüllt. Sie ist als eingespanntes Hohlkastenbauwerk, dass sowohl als Sprengwerk als auch Durchlaufträger ausgeführt wird, konzipiert. Dieses klassische Tragsystem ist elegant, schlank und ausoptimiert in Bezug auf Konstruktionshöhen, statischem System und Stützungen. Die notwendigen Treppenanlagen werden in die Stützen des Sprengwerkes integriert und damit gestalterisch in die Brücke integriert. Die Lagerung auf unterschiedlichen Einzelstützen und die Kranmontage der Segmente auf Hilfsstützen ermöglichen eine relativ kurze Bauzeit und minimieren den Eingriff in die Natur.

2 Bodenverhältnisse, Gründung

2.1 Bodenverhältnisse

Die Bodenverhältnisse sind sehr heterogen und auf der Südseite der B65 etwas schlechter einzustufen. Es liegen oberflächennah Lösslehmschichten, darunter Geschiebelehme/ Mergel sowie Beckensedimente vor. In größeren Tiefen wurde eine Unterkreideschicht angetroffen, welche dem sogenannten Serpultit zuzuordnen ist und ein zweites, artesisch gespannt anstehendes Grundwasserstockwerk bildet. Insgesamt sind die Böden eher setzungsempfindlich. Mögliche Gründungshorizonte für eine Gründung mit begrenzten Bodenwiderständen finden sich in etwa zwischen 2,00 4,50m unter Gelände.

Im Zuge der Entwurfsplanung wurden die relevanten mechanischen Kennwerte der Böden ausgewiesen und auf dieser Grundlage verschiedene Gründungsvarianten dimensioniert. In Abwägung der naturschutzrelevanten Randbedingungen und vor allem für die Minimierung

einer eventuellen Gefährdung der Heilquellen wurde in der Entwurfsplanung eine Gründung als Flachgründung in gedichteten Spundwandkästen festgelegt.

2.2 Grundwasser, Wasserhaltung

Es liegt sowohl auf der Nord- als auf der Südseite oberflächennahes Grundwasser vor. Auf der Südseite wurde ca. 0,90 m unterhalb GOK-Grundwasser erbohrt, auf der Nordseite erst ab ca. 1,70m. Ab ca. 8m Tiefe ist mit einem zweiten Grundwasserstockwerk zu rechnen, dem sogenannten Serpulit, welches schützenswertes Quellwasser führt. Das Gebiet ist ein Heilquellenschutzgebiet III, Eingriffe in den Boden sind somit kritisch und müssen mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden. Aufgrund des oberflächennahen Grundwassers und den teils durchlässigen sandigen Böden (besonders Südseite) wird nach mündlicher Aussage ISM eine geschlossene Wasserhaltung mittels bspw. Spülfiltern/ Lanzen ggf. nötig. Schalarbeiten sind bis ca. 2,0m unter GOK zu erwarten, es werden somit eventuell Absenkungen von bis zu 1,5m nötig.

2.3 Gründung

Die Gründung der Brücke erfolgt über Punktfundamente (Einzelfundamente) unter den Stützen und über zwei Blockfundamente an den Rahmenfüßen des Sprengwerks. Die beiden Widerlager an den Enden der Überbauten werden als massive Rampenköpfe in Stahlbeton erstellt. Der Lastabtrag muss aufgrund der örtlichen Baugrundverhältnisse in den tieferen Bodenschichten erfolgen.

Dies wird über gedichtete Spundwandkästen mit Unterwasserbeton vorgeschlagen. Dabei werden Spundwände möglichst erschütterungsarm in den Boden eingebracht (ein vibriert). Anschließend wird eine auftriebssichere Schicht Unterwasserbeton eingebracht. Nach dem Abpumpen des Restwassers kann die Stahlbeton-Fundamentplatte dann im Trockenen hergestellt werden. Dabei wird die Dichtlage Unterwasserbeton bei den Regelgründungen unbewehrt ausgeführt. Bei den Blockfundamenten der Rahmenfüße muss diese Schicht allerdings konstruktiv über eingelegte Bewehrung mit der Stahlbetonplatte tragfähig gekoppelt werden.

Die tragenden Gründungshorizonte auf dem Nordufer liegen zwischen Höhen von ca. 2,50 ... 3,50m unter OK Gelände. Am Südufer betragen die Schwankungsbreiten zwischen 1,50 ... 4,50m unter OK Gelände. Die Fundamentgrößen der Regelfundamente haben Abmessungen von rund 3,50 x 3,50m. Die Rahmenfüße erhalten im Grundriss trapezförmige Blockfundamente mit bis zu 9m Kantenlänge.

Die Spundwände der gedichteten Baugrubenumschließung soll gemäß Angaben Baugrund ca. 2,50m tiefer als die UK Gründungsebene geführt werden. Damit bleiben die Einbindetiefen der Spundwände deutlich über dem Horizont der Serpulitschicht.

Die anschließenden Rampenbereiche werden „schwimmend“ flächig auf dem locker gelagerten Boden in Frosttiefe gegründet. Die Gründungssohle ist zuvor nachzuverdichten. Ggf. ist eine egalisierende Schotterlage als Unterbau vorzusehen. Direkt am Einspannpunkt des Überbaus im Widerlager wird analog zu den Regelstützen ein Einzelfundament in Tiefenlage im Spundwandkasten hergestellt.

2.4 Altlasten, Kampfmittel

Gemäß Bericht KSU - Kampfmittelsondierung GmbH & Co. KG Januar 2023. In der Luftbildauswertung wurde ein Splittergraben im Baubereich (Spl. Graben 16) festgestellt. Nach weiterer Untersuchung wurden keine Kampfmittel an der Verdachtsstelle gefunden.

3 Unterbauten

3.1 Widerlager

Um den naturräumlichen Eingriff zu reduzieren, werden auf beiden Brückenseiten möglichst durch Böschungen verdeckte kurze, minimalistisches Widerlager ohne Neigung und ohne Flügelwände angedacht, die sich in die Landschaft integrieren.

Die Widerlager werden als „Block“-Widerlager ausgebildet in den Dimensionen (L/B/H) 4,35 / 2,50 / (1,15/1,68) m WL-Nord bzw. (L/B/H) 4,35 / 2,50 / (2,16/1,90) m WL-Süd, um die erforderliche Einspannung des Überbaus zu gewährleisten.

In Fortführung der Stahlkonstruktion wird der obere Bereich des Widerlagers als Brückentafel mit beidseitigen Auskragungen ausgebildet.

Der massive Widerlagerblock geht hinter einer quer verlaufenden Entwässerungsrinne, in einen Trog bzw. Winkelstützwände zur Stützung der Anrampung über.

3.2 Stützen

Die schrägen Stützen des Sprengwerks nehmen die Steigung der notwendigen Treppen auf.

Die Treppe wird als Element an die Sprengwerkdiagonale angehängen, kann jedoch durch eine geschickte Verblendung als eine zusammenhängende Form gelesen werden.

Die nötigen Stützen im Bereich der Wendel werden als aufgelöste Stützenwälder geplant, um die Formsprache des Baumwipfelpfads aufzugreifen und den Überbau visuell abzusetzen. Sie münden in quer zum Überbau verlaufenden Schotten.

Alle Stützen, einschließlich der Sprengwerkdiagonalen, werden in den Gründungsbauteilen mit Gewindeankern im Erdreich verankert.

3.3 Sichtflächen

Die Sichtflächen der Widerlager werden weitestgehend angebösch, nur geringe Flächen bleiben sichtbar und werden als Sichtbeton in der Qualität SB2 ausgeführt.

4 Überbau

4.1 Tragkonstruktion

Für die Minimierung der Gradienten und damit für die Minimierung der Rampenlängen wurde eine maximale Reduktion der Bauhöhe des Überbaus angestrebt. Geplant ist eine Brücke in Stahlbauweise. Vorteilhaft sind hierbei der hohe Vorfertigungsgrad, kurze Montagezeiten und ein geringes Gesamtgewicht, was hinsichtlich der schlechten Baugrundverhältnisse zu

begrüßen ist. Die Breite des Überbaus ergibt sich aus der lichten Nutzbreite zzgl. der Konstruktionsbreite der Geländerkonstruktion. Die Nutzbreite zwischen den Handläufen wurde seitens des Bauherrn mit 3,00m vorgegeben.

Als Regelquerschnitt für die Vorzugsvariante wurde ein dicht geschweißter Hohlkasten aus Stahl gewählt. Die Fahrbahn wird als orthotrope Platte mit Trapezrippen umgesetzt. Die maximale Bauhöhe, inkl. Quergefälle wird mit 45cm festgelegt. Die Oberfläche ist mit einem Dünnschichtbelag versehen. Zur Einhaltung des Lichtraumprofils ist in der Werk- & Montageplanung eine Überhöhung einzuplanen.

Das Geländer ist mit unregelmäßigen, Schrägstäben geplant, welche ein organisches Bild erzeugen. Es soll elementweise auf den Überbau aufgeschweißt werden.

4.2 Lager, Gelenke

Die Konstruktionen aller Varianten sind integrale Bauwerke, d.h. ohne Lager hergestellt. Das Bauwerk ist damit wartungsarm. Durch die Krümmung der Trassierung können Zwangskräfte in Längsrichtung durch ein „Atmen“ der Konstruktion in Querrichtung aufgenommen werden.

4.3 Fahrbahnübergangskonstruktionen

Aufgrund der Volleinspannung des Stahlbaus in das Widerlager ist eine Fahrbahn-Übergangskonstruktion entbehrlich.

4.4 Abdichtung, Belag

Die Gehbahn im Bereich der Rampen ist mit einer wassergebundenen Decke vorgesehen. Im Widerlager- und Brückenbereich wird ein Reaktionsharzgebundener Dünnbelag (RHD) zum Einsatz kommen.

4.5 Korrosionsschutz, Schutz gegen Umwelteinflüsse

Die Stahlbetonbauteile werden anhand der Expositionsklassen maximal mit XC4, XF1, XD1 WF nach DIN EN 1992-1-1 ausgeführt.

Das Geländer erhält einen Korrosionsschutz in Anlehnung an die ZTV-Ing Teil 4, Abschnitt 3.

4.6 Sichtflächen

Die Farbgebung der Brücke ist noch nicht final abgestimmt. Der aktuelle Vorschlag der Planer ist eine Deckbeschichtung für den Brückenkörper in RAL 9010 Reinweiß und für die Stützen in Anlehnung an die umgebende Baumstruktur, eine Beschichtung mit RAL 8000 Grünbraun.

Das Geländer erhält eine Feuerverzinkung als Deckbeschichtung.

5 Entwässerung

5.1 Überbauten

Der Nachweis der Entwässerung kann nach ZTV-ING Teil mit einem beidseitigem Längsgefälle (Hochpunkt etwa in Brückenmitte) von ca. 6 % und einem Dachgefälle von 1,5 % derart erbracht werden, dass es bei der Brückenlänge ausreicht, das Wasser vor und hinter der Brücke abzuleiten. Hierzu wäre sich eine Querrinne am Übergang zwischen Widerlager und Überbau anzuordnen. Zusätzlich erforderliche Einläufe können in den Bereichen der Stützen angebracht werden und in einem

5.2 Widerlager

Die Entwässerung der Widerlagerhinterfüllung erfolgt gemäß RIZ-ING Was 7 über eine geotextile Drainmatte, Grundrohr und einem Keil aus schwerdurchlässigem Material.

6 Rückhaltesysteme, Schutzeinrichtungen

Das Geländer wird nach RAS 06 mit einer Höhe von 1,30m ausgebildet.

Eine Seilnetzsisicherung im Handlauf ist nicht erforderlich. Die Stützen werden so ausgebildet, dass die vorhandenen Zwängungskräfte sowie sämtliche äußeren Belastungen (auch Anprallschutz an Überbau) von diesen aufgenommen werden können, somit entfallen entsprechende Schutzeinrichtungen.

7 Zugänglichkeit der Konstruktionsteile

Die Besichtigung der Unterseite des Überbaus ist auf Straßenniveau mit z.B. Hubsteigern an jeder Stelle gegeben, alternativ ist der Einsatz eines kleinen Brückenuntersichtgerätes möglich, entsprechenden lasten sind berücksichtigt.

Eine Teilspernung der B65 für die Brückenprüfung im Bereich der Straße ist erforderlich.

8 Sonstige Ausstattung und Einrichtungen

Feste Besichtigungseinrichtungen sind nicht erforderlich.

Alle Betonsichtflächen erhalten eine transparente und permanente Anti-Graffiti-Beschichtung gemäß dem Merkblatt WTA Merkblatt 2-5-97/D für Anti-Graffiti-Systeme (AGS) der wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.

Die Unterbauten und der Überbau werden mit Messbolzen zur Verfolgung des Setzungsverhaltens ausgestattet.

8.1 Leitungsbestand

Im Bereich der Trasse der Brücke verläuft eine Schwefelwasserleitung zur Versorgung der Kureinrichtung mit Sohle. Die genaue Lage der Leitung ist unklar. Die Leitung gehört dem Staatsbad und wird aktuell genutzt. Im Havarie-Fall ist aber eine einfache Umleitung des Wassers über eine andere Leitung möglich. Wenn beim Bau auf die Leitung gestoßen wird, soll diese dann in der Baugrube entsprechend umverlegt werden. Es handelt sich bei der Leitung entsprechend der Staatsbad-Angaben auch „nur“ um ein DN 100 Rohr, das ohne Probleme zur Reparatur bzw. Umverlegung nachbestellt werden kann.

8.2 Beleuchtung

Für die Brücke und angrenzende Platzbereiche ist gem. Abstimmungsstand keine Beleuchtung erforderlich.

9 Herstellung und Bauzeit

9.1 Zuwegung zum Bauwerk

9.2 Bauablauf, Bauzeit

Als Bauzeit ist gem. dem beiliegendem Terminplan das Zeitfenster von **Anfang 06/2024 – Ende 02/2026** (insgesamt **14 Monate**) vorgesehen.

Die Nutzung der Grundstücke für die Baustelleneinrichtung für die Gesamtbauzeit ist mit den Eigentümern (Stadt Bad Nenndorf) geklärt. Die Bundesstraße 65 ist eine wichtige Straßenverbindung (Siehe Punkt 9.3). Die Zufahrt mit schweren Baufahrzeugen erfolgt durch die Erlengrundstraße im Norden und eine neu zu Errichtende Baustraße von der Straße Geckswinkel im Süden.

Die Montage der Brücke erfolgt durch den Einbau von Stahl-Fertigungseinheiten. Die einzelnen Stahlsegmente werden schrittweise mit Hilfe von Kränen eingehoben und miteinander verschweißt. Die vertikalen Lasten der Stahlsegmente werden von Stützen, Widerlager sowie Hilfsstützen aufgenommen. Es müssen für die Montage 5 Hilfsstützen gesetzt werden.

BAUPHASE 00:

- A) Baufeld und BE-Flächen freimachen, Baustelle erstellen, Bäume fällen und schützen
- B) BE einzäunen, Graben verrohren, Baustraße herstellen
- C) Baustelle einrichten mit Baucontainern und Stellplätzen
- D) Kranstandorte und Montageflächen befestigen

BAUPHASE 01:

- A) Herstellung Spundwandkästen
- B) Erdaushub und Baugruben herstellen, Betonage Fundament + WL A und J
- C) Hilfsstützen herstellen, Einbau Winkelstützwand WL J und Teil-Winkelstützwand WL A

BAUPHASE 02:

- A) Aufbau Mobilkran LTM 1300-6.2
- B) Einbau Stützen Achsen B | C | D | G | I
- C) Einbau Überbau Segmente 1 und 2 über Stützen

BAUPHASE 03:

- A) Sperrung B65
- B) Einbau Überbau Segmente 3 und 4
- C) Abbau Hilfsstützen

BAUPHASE 04:

- A) Mobilkran LTM 1300-6.2 umsetzen
- B) Einbau Stützen Achse H
- C) Einbau Überbau Segmente 5 und 6

BAUPHASE 05:

- A) Einbau Segment 7
- B) Abbau Mobilkran LTM 1300-6.2
- C) Einbau Teil-Winkelstützwand Achse A

BAUPHASE 06:

- A) Einbau Brückenausrüstung (Absturzsicherung, Belag, Treppenstufen, ...)
- B) Landschaftliche Anpassung (Böschung, Wege, ...)
- C) Rückbau Baustraße
- D) Renaturierung

9.3 Sperrungen, Umverlegungen

Für die Montage des Stahlbausegmentes des neuen Überbaus über der B65 sind kurzzeitige Vollsperrungen der B65 unumgänglich. Diese wird nötig, wenn das Brückensegment über der Straße eingehoben, und anschließend verschweißt wird. Eine finale Abstimmung zu Sperrungen und Bauablauf muss mit der NLStBV im Rahmen der Genehmigungsplanung erfolgen.

9.4 Schutzmaßnahmen

Das geplante Brückenbauwerk befindet sich im Heilquellenschutzgebiet III und einer denkmalgeschützten Parkanlage. Sämtliche Eingriffe sind mit der Unteren Naturschutzbehörde und der Unteren Denkmalschutzbehörde abzustimmen. Auflagen aus den Umweltgutachten und dem landschaftspflegerischen Begleitplan sind umzusetzen.

10 Kosten

Die Stadt Bad Nenndorf berücksichtigt die Planungs- sowie Baukosten für die Brücke in ihrer Haushaltsplanung. Die kommunale Politik hat hierbei jedoch beschlossen, dass für die bauliche Realisierung des Projektes Kofinanzierungsmittel gefunden werden müssen. Diesbezüglich wird eine Aufnahme in das Jahresbauprogramm 2024 des Niedersächsischen Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (NGVFG) angestrebt. Der Antrag samt notwendiger Anlagen soll der zuständigen Förderstelle im August übergeben werden. Mit einem Zuwendungsbescheid kann erst Anfang 2024 gerechnet werden, derzeit wird sich jedoch um eine vorzeitige Mitteilung zur Aufnahme in das Förderprogramm bemüht, um Planungssicherheit zu erlangen. Sofern die Baumaßnahme der Geh- u. Radwegbrücke B65/Erlengrund in eben genannter Förderung platziert werden kann, ist mit einer Kostenübernahme durch das Land Niedersachsen in Höhe von 75% zu rechnen.

Die Baukosten wurden mit **3,56 Mio. € netto** ermittelt.

11 Baurechtsverfahren

Das Plangebiet mit einer Größe von ca. 4,95 ha liegt im Außenbereich. Demnach richtet sich die Zulässigkeit von neuen Bauvorhaben derzeit nach § 35 BauGB. Mit der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 107 „Geh- und Radwegbrücke B 65 / Erlengrund“ sollen die planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Errichtung der geplanten Geh- und Radwegbrücke und für die Umwandlung landwirtschaftlicher Flächen in Kompensationsflächen geschaffen werden. Ein Planungserfordernis im Sinne des § 1(3) BauGB ist zur Sicherung der samtgemeindlichen Planungsziele somit gegeben, um eine wichtige Wegeverbindung für

Fußgänger und Radfahrer gemäß den kommunalen Zielsetzungen aufzuwerten und langfristig zu sichern.

Bei dem Bebauungsplan Nr. 107 handelt es sich um einen planfeststellungsersetzenden Bebauungsplan nach § 17b(2) Bundesfernstraßengesetz (FStrG) und § 38(3) Niedersächsisches Straßengesetz (NStrG) zur Schaffung des Baurechts für die Errichtung des Brückenbauwerks. Der vorliegende Bebauungsplan ersetzt die für die Errichtung der geplanten Brücke ansonsten erforderliche Planfeststellung. Im Zuge des Weiteren Verfahrens und der Projektentwicklung erfolgen fortlaufende Abstimmungen mit der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr.

Der Prozess zur Verabschiedung des Bebauungsplans ist folgendermaßen terminiert: Der Entwurf des Beschlusses wird voraussichtlich am 14. November 2023 präsentiert. Anschließend sind Beteiligungsschritte gemäß den § 3 (2) und §4 (2) des BauGB für den Zeitraum vom 22.11.2023 bis zum 22.12.2023 vorgesehen. Der Satzungsbeschluss, also die endgültige Verabschiedung des Plans durch den Rat, ist für den 28. Februar 2024 angesetzt. Mit der Bekanntmachung, die Anfang März erfolgen soll, tritt der Bebauungsplan schließlich in Rechtskraft.

Entwurfsplanung

Tragwerksplanung gemäß HOAI 2021, §51, Lph 3

Bauvorhaben

NEN – Geh- u. Radwegbrücke B65/ Erlengrund Bad Nenndorf
Erlengrund / Bubikopf-Allee
D- 31542 Bad Nenndorf

Bauherr

Samtgemeinde Nenndorf / Stadt Bad Nenndorf
Rodenberger Allee 13
D- 31542 Bad Nenndorf

Architekt/Generalplaner

KRP Architektur GmbH
Erkelenzdamm 59/61
D- 10999 Berlin

aufgestellt:



November 2023

EiSat GmbH
Erkelenzdamm 59/61
D - 10999 Berlin
EiSat@EiSat.de · www.EiSat.de
T +49 (0) 30 319 85 50-30
F +49 (0) 30 319 85 50-50

Geschäftsführer · Managing Partners
Prof. Karen Eisenloffel, M.Sc.
Dipl.-Ing. Achim Sattler
Prof. Dipl.-Ing. Volker Dick, M.Sc.
Dipl.-Ing. Jan Mommert
Gerd Dochan, M.Eng.

NEN | Geh- u. Radwegbrücke B65/Erlengrund Bad Nenndorf



„Baufeld“ aus googlemaps 2023



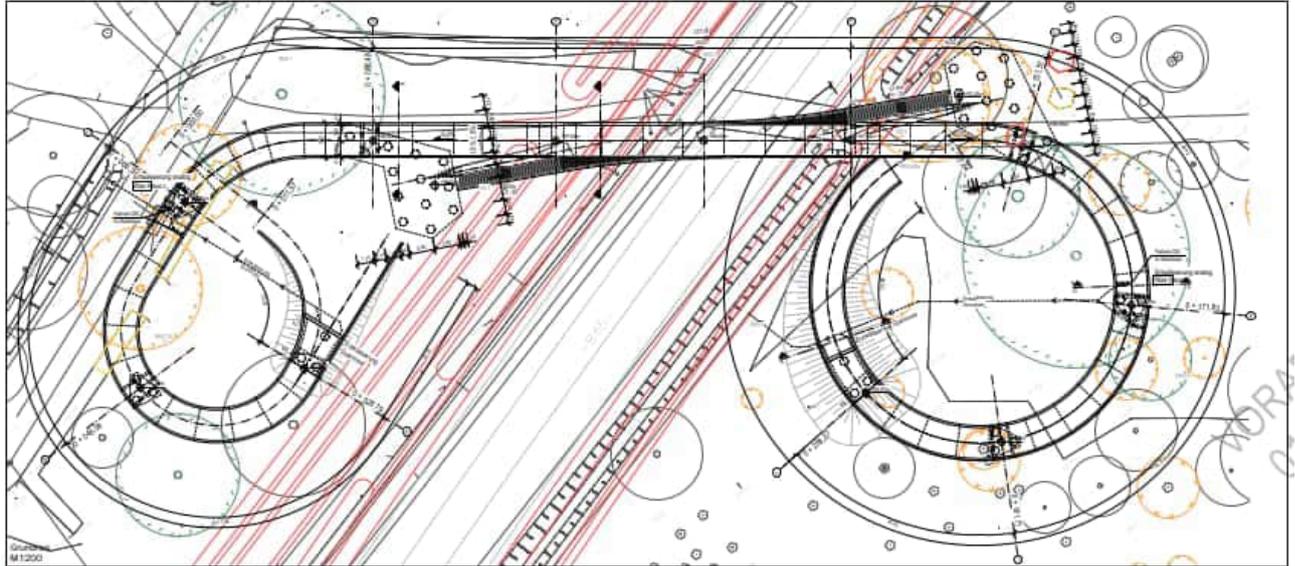
Anschluss Nord, Bubikopf-Allee
(Drohnenbilder AG)



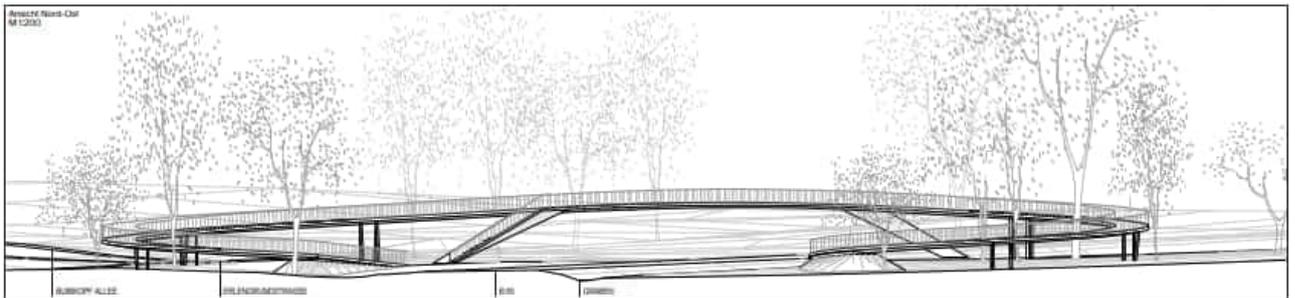
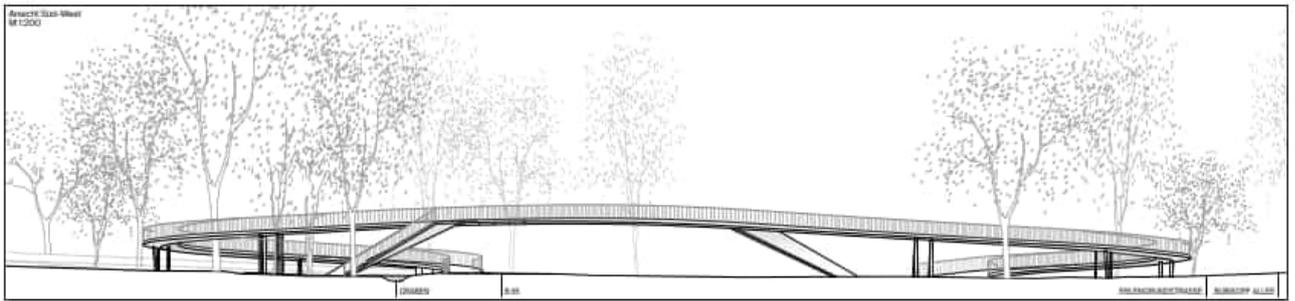
Anschluss Süd, B65/Erlengrund



NEN | Geh- u. Radwegbrücke B65/Erlengrund Bad Nenndorf



Lageplan



Ansichten

Inhalt

1.	Grundlagen	5
1.1	Projektvorgaben	5
1.2	Ausführungsvorschriften der Obersten Bauaufsicht.....	5
1.3	Fachliteratur - Regelwerke.....	5
2.	Baubeschreibung	6
2.1	Situation - Notwendigkeit der Maßnahme	6
2.2	Tragkonstruktion - Bauwerksgestaltung.....	6
2.3	Überbau	7
2.4	Unterbauten.....	8
2.5	Lager	9
2.6	Treppen.....	9
2.7	Geländer.....	10
2.8	Baugrund.....	11
2.9	Gründung	14
3.	Baustoffe.....	15
4.	Lastannahmen	16
4.1	Eigenlasten.....	16
4.2	Ausbaulasten.....	16
4.3	Verkehrslasten.....	16
4.3.1	Fußgänger und Radverkehr	16
4.3.2	Fahrzeugverkehr	17
4.4	Windeinwirkungen	18
4.4.1	Überbau.....	18
4.4.2	Stützen.....	20
4.4.3	Sprengwerk.....	20
4.5	Temperatureinwirkungen	21
4.5.1	Überbau.....	21
4.5.2	Sprengwerk.....	24
4.6	Imperfektionen.....	24
4.7	Außergewöhnliche Einwirkungen	25

4.8	Anpralllasten am Überbau	25
4.9	Anpralllasten am Unterbau.....	25
5.	Kombinatorik	26
6.	Dynamik.....	27
7.	Statische Berechnung.....	29
7.1	Tragwerksdimensionen und Querschnittsabmessungen	31
7.2	Gründung	39
7.3	Detailbetrachtungen.....	59
7.4	Auszug statische Berechnung	65

1. Grundlagen

1.1 Projektvorgaben

- Objektplanung Vorentwurfsplanung, Stand 03.11.2023
- Digitale Grundrisse *. dwg / *.pdf mit Stand 03.11. 2023
- mündliche Angaben Architekt
- Vorentwurf B65, Algesdorf - Bad Nenndorf, Ausbau 2+1, Kirchner, Stand 06/2018
- Arbeitskarte FNP, 2017
- Arbeitskarte Zielplanung, Stand 11.01.2023
- Erster Geotechnischer Bericht, Stand 29.06.23 durch Ing.büro Schütte und Dr. Moll
- Zweiter Geotechnischer Bericht, Stand 06.10.23 durch Ing.büro Schütte und Dr. Moll
- Erste Stellungnahme Heilquellenschutz durch Geo Dienste GmbH, Stand 02.05.23
- Zweite Stellungnahme Heilquellenschutz durch Geo Dienste GmbH, Stand 13.07.23
- Baumkataster und Vermessungspläne Örtlichkeit, BW Vermessungsingenieure
- Rahmenkonzept Vom Erlengrund zur Kraterquelle, HNW Landschaftsarchitektur, Stand 06/2020
- Faunistische Erfassungen Erlengrund zur Kraterquelle, Stand 05.03.2021
- Hinweise aus Protokollen, Emails und Telefonaten

1.2 Ausführungsvorschriften der Obersten Bauaufsicht

Liste der Technischen Baubestimmungen (AV LTB) 9. Juli 2015

insbesondere hier Eurocode und DIN-Normen in den derzeit gültigen Fassungen:

- DIN EN 1990 – EC 0 Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1991 – EC 1 Einwirkung auf Tragwerke
- DIN EN 1992 – EC 2 Stahlbeton- und Spannbetontragwerke
- DIN EN 1993 – EC 3 Stahlbauten
- DIN 4102, 4108, 4109, 4123
- und andere

1.3 Fachliteratur - Regelwerke

- Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung u. Ausstattung v. Ingenieurbauten - RE-ING
- Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten - RAB-ING
- Regelungen u. Richtlinien für die Berechnung und Bemessung von Ingenieurbauten - BEM-ING
- Schneider Bautabellen für Ingenieure, 23. Auflage
- Empfehlungen des Arbeitskreis - EA „Pfähle“, 2012
- Handbuch Brückenbau, Geißler, 2014

2. Baubeschreibung

2.1 Situation - Notwendigkeit der Maßnahme

Bad Nenndorf ist Ausrichter der Landesgartenschau Niedersachsen 2026. Hierzu wurde ein Gestaltungswettbewerb ausgelobt, der sich insbesondere mit dem Stadtzentrum und dem Kurpark auseinandersetzt. Den Wettbewerb konnte das Berlin Büro hutterreimann Landschaftsarchitektur GmbH aus Berlin für sich entscheiden.

Südöstlich von Bad Nenndorf stößt der Kurpark über einen schmalen Grünzug mit der sogenannten, denkmalgeschützten Bubikopf-Allee auf die Bundesstraße B65. Hier besteht aktuell eine Wegekreuzung zum anschließenden Park Erlengrund (nicht Bestandteil der Landesgartenschau) über eine Lichtsignalanlage. Eine eventuelle Erweiterung durch eine dritte Fahrspur wurde in der Planung berücksichtigt. Für die komfortable Anbindung des Laga-Geländes mit dem Erlengrund und für die langfristige Attraktivierung der touristischen Infrastruktur, soll eine Fußgängerbrücke entwickelt werden, die die Bundesstraße barrierearm überspannt, die Verkehrssicherheit erhöht und den Ort insgesamt aufwertet.

Dabei ist dem behutsamen Umgang mit dem Naturdenkmal und der in der Tiefe liegenden Heilquelle besondere Rechnung zu tragen. Die Planung des Brückenbauwerks erfolgt unabhängig von der Landesgartenschau selbst, muss sich aber den Belangen und Terminen der Landesgartenschau unterordnen.

Das Architekturbüro KRP Architektur mbH hat beim ausgeschriebenen Vergabeverfahren, zusammen mit FUGMANN JANOTTA und PARTNER mbB und EiSat GmbH den Zuschlag erhalten.

Die EiSat GmbH wurde dann im März 2023 mit den Leistungen der Tragwerksplanung beauftragt.

2.2 Tragkonstruktion - Bauwerksgestaltung

Die Brücke ist als integrales Bauwerk geplant. Die in der Vorplanung festgelegte Trassierung hat im Zuge der LP3 weiterhin Bestand, lediglich eine geringfügige Anpassung der nördlichen Auffahrt wurde eingearbeitet, um einen Bestandsbaum zu erhalten. Dies ist sowohl im Sinne der Gestaltung als eine Art „Baumwipfelpfad“ sowie hinsichtlich der Erhaltung der umgebenden Flora zu begrüßen. Der Querschnitt des Überbaus ist weiterhin als flacher Hohlkasten geplant, welcher in regelmäßigen Abständen durch baumartig anmutende „Stützengruppen“ gestützt wird. Die B65 wird durch ein Rahmensprengwerk, mit annähernd 29m Spannweite zwischen den Stützpunkten am Überbau, überbrückt. Der Abstand der Fußpunkte, bzw. Kämpfer beträgt rund 52m. Die Spannweiten der Felder sind so gewählt, dass sich ein möglichst gleichmäßiges Verformungsbild sowie eine gleichmäßige Auslastung der Gesamtkonstruktion ergeben. Aufgrund der gekrümmten Trassierung können die nicht unerheblichen Zwangskräfte, insbesondere infolge Temperatur, durch ein „Atmen“ der Konstruktion in Querrichtung zur Trasse, gut aufgenommen werden.

Das im Grundriss schräg zum Überbau angeordnete Rahmensprengwerk überkreuzt jeweils einhüftig in spitzem Winkel die Fahrbahn. Die Treppen liegen an dem Sprengwerk an und werden abseitig durch einen

flankierenden Träger getragen, welcher wiederum am Podest und am Fusspunkt durch Querträger am Rahmenstiel biegesteif aufgelagert ist. Der Überbau nimmt den dreieckigen Querschnitt des Rahmenstiels über die halbe Breite auf und wird glatt an Kiel und Außenkante verschliffen. Am Rahmeneck verbreitert sich der Überbau durch auskragende Kastenschweißprofile, mit aufgelegten Gitterrosten. Der Überbau tailliert sich bis zur Brückenmitte hin wieder auf die Regelbreite.

2.3 Überbau

Für die Minimierung der Gradiente und damit für die Minimierung der Rampenlängen, wurde eine maximale Reduktion der Bauhöhe des Überbaus angestrebt. Aufgrund der einhäufigen Stützung, sowie der ausladenden bzw. gekrümmten Trassierung wurde ein vierzelliger, dichtgeschweißter Hohlkasten konzipiert, um eine große Bredt'sche Fläche und somit eine hohe Torsionssteifigkeit zu erzielen. Die Fahrbahn wird als orthotrope Platte mit Trapezrippen umgesetzt. Der Einfluss von Schubverzerrungen kann nach überschlägiger Berechnung im Feld und Auflager vernachlässigt werden, während im Stützbereich die effektiven Breiten annähernd ermittelt und für die Bemessung über Regelstützen berücksichtigt wurden. Die maximale Bauhöhe, inkl. Quergefälle wird mit 45cm vorbemessen. Die Oberfläche ist mit einem Dünnschichtbelag versehen (siehe Objektplanung).

Die Breite des Überbaus ergibt sich aus der lichten Nutzbreite zzgl. der Konstruktionsbreite der Geländerkonstruktion mit annähernd 3,35m. Die Nutzbreite zwischen den Handläufen wurde seitens des Bauherrn mit 3,00m vorgegeben.

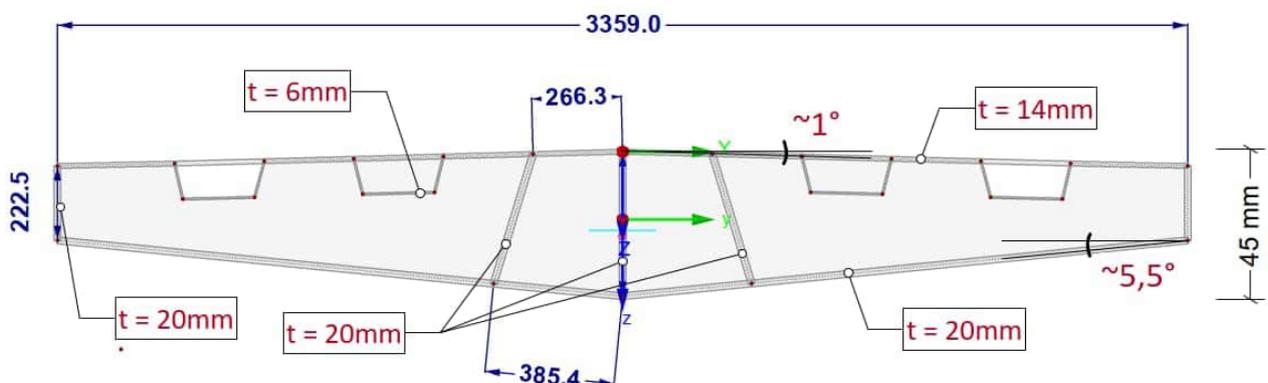


Abbildung: Querschnitt Überbau

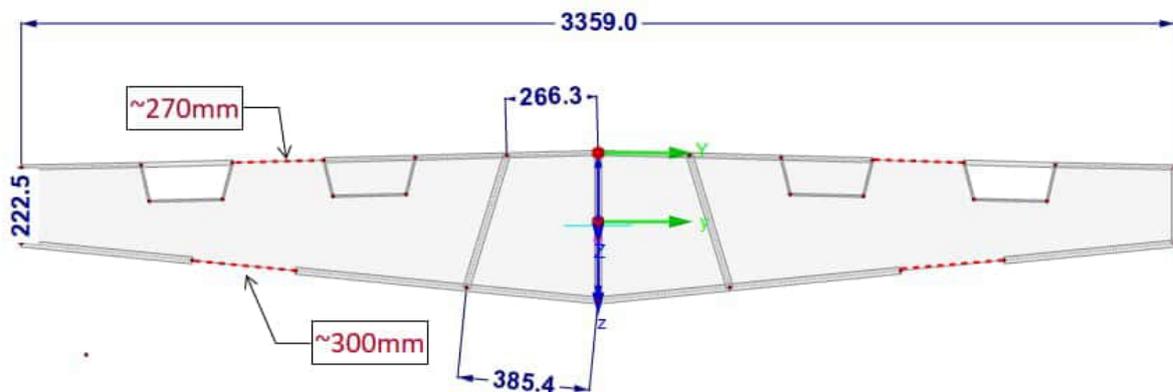


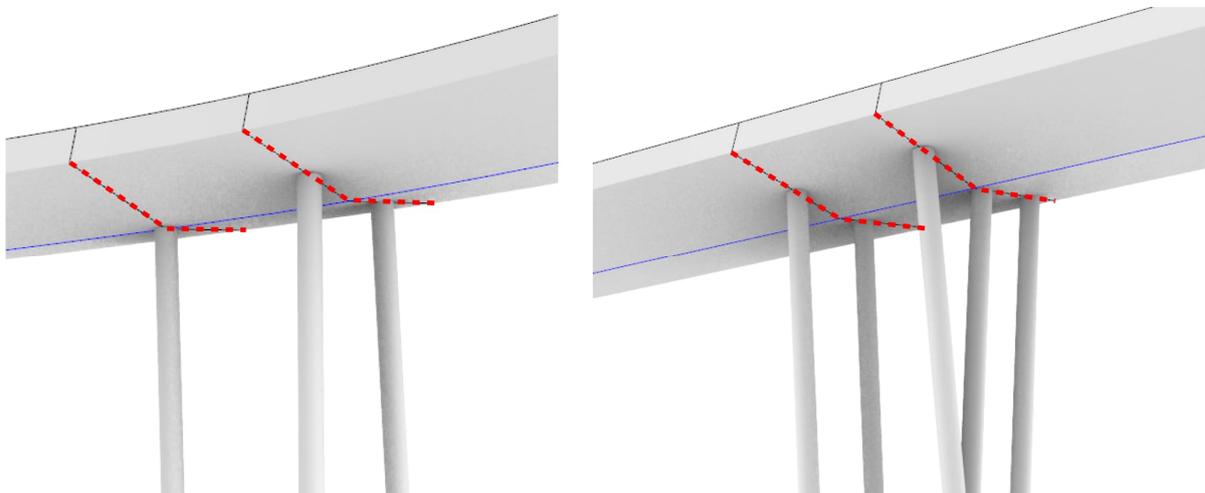
Abbildung: Querschnitt Überbau mit effektiven Restblechen infolge Schubverzerrungen

Die maximale Steigung der Gradiente wurde mit bis zu 6% ohne Zwischenpodeste, gemäß Bauherrenentscheid vom 04.09.2023, festgelegt. Damit ist die Brücke barrierearm aber nicht barrierefrei gemäß Norm. Dies wird aber dahingehend akzeptiert, dass die nicht befestigte Zuwegung beidseits der Brücke ebenfalls nicht barrierefrei ist.

Der Überbau ist für Dauerlasten und 20% der veränderlichen Lasten im Bereich des Lichtraumprofils zu überhöhen. Vgl. Anhang, für genauere Untersuchungen der vertikalen Verformungen.

2.4 Unterbauten

Aufgrund der integralen Bauweise sind alle Anschlüsse zwischen Unter- und Überbau voll biegesteif auszubilden. Die ursprünglich als massivere Einzel-Rundstützen angenommenen Regelstützen sind zugunsten aufgelöster, schlanker „Stützengruppen“ aus gestalterischen Gründen überarbeitet worden, welche sich harmonisch in die Naturlandschaft einfügen sollen. Die Angriffspunkte der Stützen liegen hierbei auf zwei orthogonal zur Trassierung verlaufenden Linien, etwa 1,5m voneinander entfernt. Die Lastverteilung innerhalb des Querschnitts erfolgt über Querschotte.



Aufgrund der geringen Biegesteifigkeit der schlanken Hohlprofile, sowie der geringen Neigungen der Stäbe, wird trotz biegesteifem Anschluss das „Atmen“ des Überbaus nicht nennenswert behindert, was konstruktiv zu begrüßen ist. Zudem ergibt sich durch die gestaffelte Auflagerung eine Ausrundung der Biegemomente und eine Verringerung der effektiven Stützweite. Bei feldweisen und unregelmäßigen Lasten entstehen ungünstige Einspanneffekte, weshalb insbesondere infolge Temperatureinwirkungen Zugkräfte in den Stützen auftreten können.

Die Rampenbereiche unterhalb der „Kopfhöhe“ sind in Stahlbeton geplant. Die direkten Widerlager enden etwa ~ 5-6m hinter dem Ende des Stahlüberbaus. Im Übergang zur restlichen Böschungsrampe wird in der Bauteilfuge eine Entwässerungsrinne angeordnet. Der restliche Teil der Anrampung ist von Fertigteil-Winkelstützwänden flankiert. Die Widerlager sollen sich visuell unterordnen und werden oberseitig der Kubatur des Überbaus nachempfunden. Die Volleinspannung des Stahlbaus in die Betonrampe soll über eine kräftige, aufgeschweißte Kopfplatte mit angeschweißten Bewehrungsstäben sowie einer Schubknagge gebracht werden. Damit wäre eine Fahrbahn-Übergangskonstruktion entbehrlich.

2.5 Lager

Aufgrund der integralen Bauweise sind alle Lagerpunkte als Volleinspannung auszubilden. Hinsichtlich der Stützengruppen, sind hier nur geringe Biegemomente, jedoch infolge asymmetrischer Laststellungen aus Verkehr auch hohe Wechsellasten zu verankern. Dies kann über Einbauteile, profilierte Gusstaschen oder Ankerstäbe geschehen. Der Anschluss soll in jedem Fall die Möglichkeit zum Ausgleich etwaiger Toleranzen ermöglichen. Die Gründung des Rahmensprengwerks ist hinsichtlich der einzuleitenden Momentenbeanspruchungen, sowohl in Haupt- als auch in Querrichtung (vornehmlich inf. Anprall) genauer untersucht worden. Zugkräfte aus den Einspannmomenten, können über eine kräftige Fußplatte sowie durchgesteckte Bewehrungsstäben mit aufgewalztem Grobgewinde (z.B. System Gewi – Dywidag, o. Ä.) in die Pfahlkopfplatte eingeleitet werden. Die Verankerung der Stäbe kann durch aufgeschraubte Ankerplatten gewährleistet werden, der Verankerungsbereich ist hinsichtlich der Pfahlkopfplattendicke auf ~135cm beschränkt. Der Anschlussbereich des Sprengwerkfuß überschneidet sich nicht mit den Bohrpfählen, um Überschneidungspunkte von Pfahlkopfbewehrung und Einbauteilen zu vermeiden.

2.6 Treppen

Die Treppenaufgänge verlaufen zwischen den Sprengwerkdiagonalen und einer tragenden Kastenträgerwange. Diese wird an den Kopf- und Fußpunkten sowie im Bereich des Podests, durch in das Sprengwerk eingespannte Kragträger aus Schweißprofilen, gehalten. Die äußere Treppenwange kann sich so annähernd zwängungsfrei mit dem Sprengwerk verformen und erzeugt keine ungewollten sekundäre Trageffekte, wie bspw. eine Einspannwirkung in Querrichtung des Sprengwerks. Die Stufen sind als Gitterroste vorgesehen und setzen sich so von der Haupttrasse visuell ab.

2.7 Geländer

Das Geländer soll das Thema der Regelstützung aufgreifen und ist mit willkürlich anmutenden Schrägstäben geplant, welche mit variierender Neigung ein organisches Bild erzeugen. Die horizontale Holmlast am Kopf des Geländers wird über das resultierende Kräftepaar abgetragen, der außenliegende Geländerstab auf Knicken bemessen. Es ist geplant, das Geländer elementweise auf einem geschweißten Winkelstahl vorzufertigen und anschließend auf dem Überbau über die gesamte Länge anzuschweißen. So entsteht zwischen Deckblech und Geländerelement kein wasserführender Schlitz.

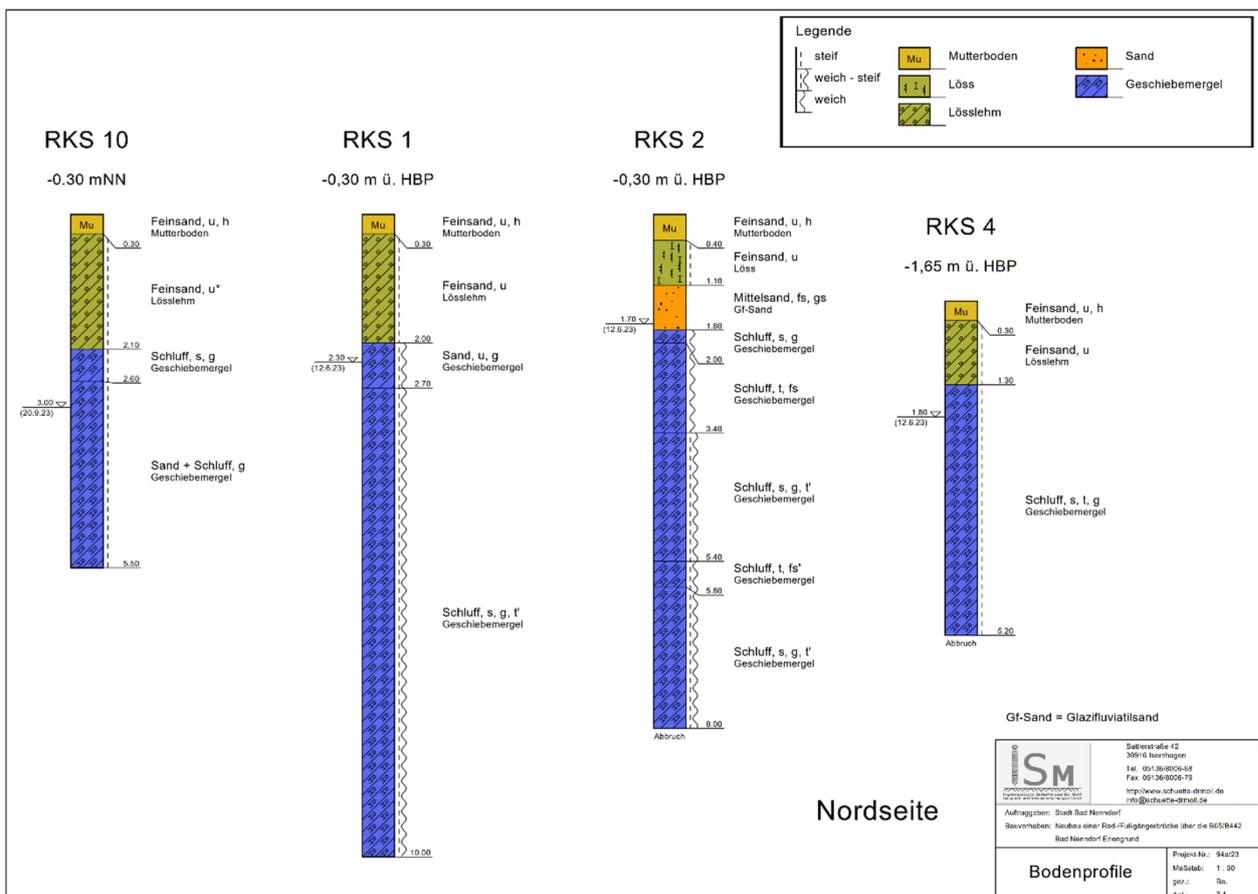
2.8 Baugrund

Ein Baugrundgutachten lag zum Zeitpunkt der Erstellung der Vorplanung nicht vor. Im Zuge der Entwurfsplanung wurden durch das Ingenieurbüro Schütte und Dr. Moll zwei Gutachten erstellt, welche die folgenden Gründungsvarianten untersuchten

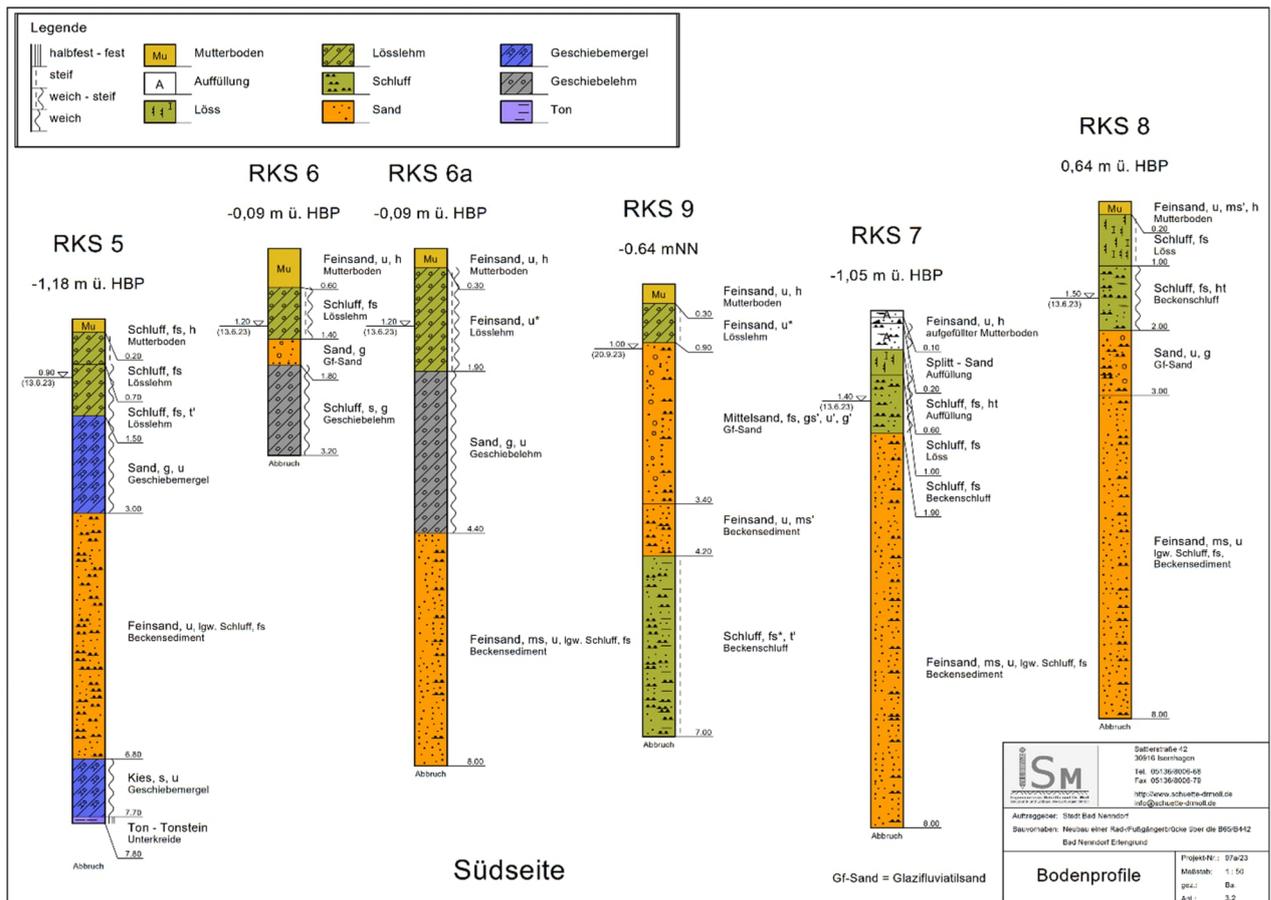
1. Tiefgründung mittels Bohr-Pfählen / Mikropfählen
2. Flachgründung mittels Brunnenringen

Neben Rammkernsondierungen verteilt über das gesamte Baufeld, wurden im Bereich der Sprengwerkkämpfer Drucksondierungen durchgeführt. Neben den einschlägigen Bodenkennwerten wurden für Flachgründungen setzungsbeschränkte Pressungen sowie vertikale Bettungsmoduli ausgewiesen, im zweiten Gutachten zusätzlich horizontale Bettungsmoduli. Ergänzend ist außerdem unbedingt die Stellungnahme durch Geodienste zu beachten, in welcher die hydrologischen Verhältnisse erläutert werden.

Zusammenfassend lässt sich die Baugrundsituation wie folgt beschreiben. Nördlich und südlich der B65 liegen sehr unterschiedliche Bodenverhältnisse vor. Das Nordufer ist deutlich homogener, ab etwa -2m unter GOK werden hauptsächlich Geschiebemergel angetroffen, darüberliegende Lösslehm Schichten mit Sandlinsen, Konsistenzen zwischen steif und weich-steif. Grundwasser steht etwa ab 1,70 – 3,0m unter GOK an. Vgl. hierzu die folgende Abbildung.



Das Südufer ist deutlich inhomogener, nach Mutterboden und Auffüllungen liegt eine Geschiebemergel/Lehm Schicht vor, darunter Beckensedimente, in RKS 5 wurde die Unterkreidetonschicht erreicht, das sogenannte Serpulit. Konsistenzen der Böden sind vornehmlich weich bis weich-steif. Grundwasser steht etwa ab 0,9 – 1,5m unter GOK an. Vgl. hierzu die folgende Abbildung.



Das Brückenbauwerk liegt im Heilquellenschutzgebiet Bad Nenndorf bzw. in der weiteren Schutzzone derselben. Die Heilquellen speisen sich aus dem nahegelegenen Deister, einer Erhebung südöstlich Bad Nenndorfs, von welchem aus Sickerwasser nach unten sickert und Richtung Erlengrund bzw. Esplanade Quellen fließt. Die wasserführende Schicht ist hierbei das Serpulit und bildet ein unteres mineralhaltiges, bzw. schützenswertes Grundwasserstockwerk, darüberliegend befindet sich ein oberflächennahes oberes Grundwasserstockwerk.

Nach mündlicher Aussage durch Geo-Dienste wurde bei den Rammkernsondierungen kein gespanntes oder artesisch gespanntes Grundwasser angetroffen. Die Serpulitschicht wurde nur in RKS5 erreicht, bei Perforierung dieser Schicht, ist laut mündlicher Aussage sowie gemäß Stellungnahme durch Geo Dienste mit artesisch gespanntem Grundwasser zu rechnen!

Das untere Grundwasserstockwerk ist demnach unbedingt zu schützen, eine Perforierung des Serpulits kann zu einem Verlust der staatlichen Anerkennung der Heilquellen führen. Da das Serpulit nicht, bzw. erst ab Tiefen von über 7,5m angetroffen wurde, wurden als Gründungsmaßnahmen die eingangs erwähnten Gründungsvarianten erarbeitet.

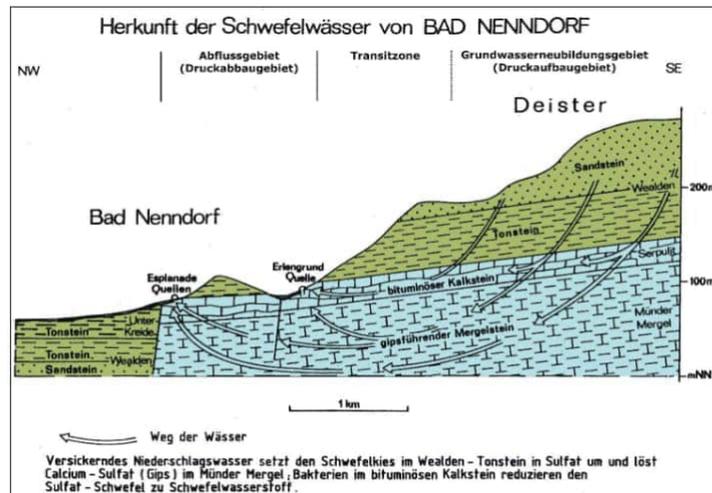


Abb. 3: Schematischer geologischer Profilschnitt nach Scherler (1996, stark überhöht, geändert)

Die ausgewiesenen Mantelreibungen auf der Nordseite bewegen sich um 55kN/m² in der oberen Lösslehmschicht, und um 65-100kN/m² in den tieferen Schichten. Auf der Südseite ist mit ca. 80-100kN/m² in den oberen und ca. 50kN/m² in den unteren Schichten zu rechnen. Ein Risiko chemischen Betonangriffs wurde durch ISM nicht ausgewiesen.

2.9 Gründung

Variante 1: Tiefgründung mittels Pfählen - Vorzug

Eine Gründung mittels Mikropfählen wurde hinsichtlich der nötigen Pfahllängen frühzeitig verworfen. Aufgrund der leichten Stahlbauweise ist eine Gründung auf kurzen ($\leq 7,0\text{m}$) Groß-Bohrpfählen jedoch möglich, die erwartbaren Setzungen infolge Pfahlbemessung, bewegen sich um $\sim 1\text{cm}$ ggf. $\sim 1,5\text{cm}$. Die Absetztiefen der Bohrpfähle werden zwischen $5,0 - 8,0\text{ m}$ unter GOK, also vermutlich oberhalb der Serpulitschicht angenommen.

Im Zuge der Entwurfsplanung wurde die zulässige, horizontale Pfahlpressung auf der sicheren Seite mit etwa 20% des maximal mobilisierbarem passiven Erddruck begrenzt. Eine Abminderung infolge Gruppenwirkung wurde aufgrund der sehr konservativen Begrenzung der zulässigen, horizontalen Pfahlpressungen sowie der günstigen, versetzten Anordnung zunächst vernachlässigt, wird im Zuge der Genehmigungsplanung jedoch eingearbeitet.

➔ Die gewählte Gründungsvariante ist von allen Fachbeteiligten in der Genehmigungsplanung abschließend zu bestätigen!

Variante 2: Flachgründung mittels Brunnenringen

Eine Gründung mittels Brunnenringen ist materialintensiv und führt damit zu hohen Zusatz-Vertikallasten aus Eigengewicht sowie zu einem hohen Flächenverbrauch der Gründung. Aufgrund der geringen, zulässigen Pressungen von charakteristisch $\sigma_{v,k} = 150\text{kN/m}^2$ (abzüglich Aushub), ergeben sich große Brunnendurchmesser. Das Wurzelwerk des Baumbestands wird hierbei erheblich stärker berührt als bei einer Pfahlgründung. Absetztiefen der Brunnen sind mit mind. $\sim 2,0\text{m} - 4,5\text{m}$ unter GOK vorgegeben und liegen damit deutlich über dem Serpulit.

Eine Wasserhaltung im nördlich der Bundesstraße gelegenen Brückenbereich erscheint nicht erforderlich, da der Abstand des HGW ausreichend ist für eine Umsetzung der Pfahlkopfplatten (-balken) im Trockenen. Für eventuelle Niederschlagsereignisse ist eine optionale, offene Wasserhaltung vorzuhalten.

Im südlichen Bereich kann ja nach genauem Gründungsort und temporärem Wasserstand eine Wasserhaltung notwendig werden. Hier kann in begrenztem Umfang mit wenigen Lanzen eine lokale, geschlossene Wasserhaltung zum Einsatz kommen.

3. Baustoffe

Stahlbeton Widerlager, Fundamente	C 35/45, XC2, XD1, WF
Stahlbeton Rampe	C35/45, XC4, XD1, XF1
Stahlbeton Pfähle	C 35/45, XC2, XD1, WF
Massenbeton – Gründung	C 12/15, XC2, WF
Betonstahl	B500 B
Stahlbau	S235, S335 (örtlich), Z-Güten in Anschlussbereichen Korrosionsschutz nach ZTV-ING 4-3 bzw. feuerverzinkt nach Angabe Objektplanung
Geländer	Stahl nach Angabe Objektplanung

4. Lastannahmen

4.1 Eigenlasten

Die Eigenlasten des Bauwerks werden programmintern berücksichtigt. Ein Zuschlag von 10% im Überbau wird zunächst für Querschotte, Steifen, Schweißnähte usw. vorgesehen.

$$g_k = g_{k,\text{System}} * 1,10$$

4.2 Ausbaulasten

Die Geländer und etwaige, sonstige anfallende Ausbaulasten werden mit 1,5kN/m je Seite, in Summe 3,0kN/m, vorgesehen. Ein rutschfester Belag und ggf. hinzukommende Ausbauten werden pauschal mit 1kN/m² sowie einem Sicherheitsaufschlag von 1kN/m² für ein eventuelles, alternative Belagsystem berücksichtigt.

$$\Delta g_{k,\text{Brüstung}} = 3,0\text{kN/m}$$

$$\Delta g_{k,\text{Belag}} = (1\text{kN/m}^2 + 1\text{kN/m}^2) * 3\text{m} = 6,0\text{kN/m}$$

Masse zur Schwingungsdämpfung berücksichtigt, siehe Kapitel Dynamik.

$$G_{k,\text{Dyn}} = 20\text{kN}$$

4.3 Verkehrslasten

4.3.1 Fußgänger und Radverkehr

Die vertikalen Verkehrslasten sind gemäß DIN EN 1991-2, Abschnitt 5.3 wie folgt anzunehmen:

$$q_k = 5,0\text{kN/m}^2$$

Diese wird im Zuge der Entwurfsplanung voll angesetzt. Aufgrund der im ländlichen Umfeld untergeordneten Verkehrssituation, ist eine längenbezogene Abminderung der Verkehrslast sinnvoll und wirtschaftlich und wird in der Genehmigungsplanung voraussichtlich berücksichtigt. Einzelstützweite \geq im Mittel ~ 18m.

$$q_k = 2,0 + 120/(L+30) = 4,5\text{kN/m}^2$$

Die Last wurde im Modell abgemindert eingegeben und wird in der Entwurfsplanung durch entsprechende Faktoren in den EWKs und LKs um 11% beaufschlagt.

Eine horizontale und vertikale Einwirkung am Geländerkopf wird gemäß DIN EN 1991-2, Abschnitt 4.8 in 1,3m Höhe folgendermaßen gewählt.

$$q_{k,H} = 1\text{kN/m}$$

$$q_{k,H} = 1\text{kN/m}$$

Eine einseitige Belastung durch Verkehr wird ebenfalls angesetzt, ist jedoch hinsichtlich des äußerst torsionssteifen Kastens ohne großen Einfluss auf den Überbau.

Zusätzlich ist eine Last in Längsrichtung, in Höhe von 10% der Gesamtlast aus Fußgängerverkehr zu berücksichtigen (Dienstfahrzeug wird offensichtlich nicht maßgebend, vgl. Abschnitt 5.4). Hierdurch wird eine ausreichende Steifigkeit in Längsrichtung sichergestellt. Die Gesamtlänge der Brücke, einschließlich der Treppenaufgänge seitlich des Sprengwerks beträgt annähernd 210m. Die Last wird in zwei Lastfällen mit jeweilig entgegengesetzter Richtung als Linienlast aufgetragen.

$$Q_{k,h} = 210\text{m} * 5\text{kN/m}^2 * 3\text{m} * 0,1 = 315\text{kN}$$

$$\rightarrow q_{k,h} = 315\text{kN}/210\text{m} = \pm 1,5\text{kN/m}$$

4.3.2 Fahrzeugverkehr

Es wurde mit dem Bauherren die Berücksichtigung eines Fahrzeuges vereinbart. Die maximale Gesamtlast wird mit 4,8T festgelegt.

$$Q_k = 48\text{kN}$$

Ein seitlicher Anprall gegen die Brüstung infolge Fahrzeug wurde vom Bauherr ausgeschlossen, das Geländer wird hierfür nicht bemessen!

4.4 Windeinwirkungen

Das Brückenbauwerk liegt südlich der Stadt Bad Nenndorf, welche sich im Osten des Landkreises Schaumburg befindet. Insofern ist das Bauwerk der Windzone 2 zuzuordnen. Der Standort wird von städtischen Gebieten sowie südöstlich durch einen Wald flankiert, um das Brückenbauwerk herum liegen jedoch zunächst einige hundert Meter landwirtschaftliche Flächen mit kleineren Baumparzellen und Hecken. Die vorliegenden topographischen Verhältnisse legen die Kategorisierung im Übergangsbereich von Geländekategorie II und III nahe, es wird für die folgenden Windlastannahmen von dem Mischprofil „Binnenland“ ausgegangen.

Die Festlegung der Windeinwirkung w erfolgt für den Überbau sowie für den Unterbau anhand der Tabelle NA.N.5 der DIN EN 1991-1-4/ NA (im Folgenden nur NA bezeichnet). Siehe ff.



4.4.1 Überbau

Der Brückenüberbau ist als flacher Hohlkasten geplant, die Geländer zunächst als geschlossen angenommen, somit als Brüstung zu betrachten. Die Windangriffsfläche $A_{ref,x}$ setzt sich aus d_{tot} und somit aus der Höhe des Überbaus d sowie zweimal der Höhe der geschlossenen Brüstung d_1 zusammen.

Tabelle 8.1 — \square Anzusetzende Querschnittshöhen d_{tot} für $A_{ref,x}$ \square

Fahrbahnschutzeinrichtung	an einer Seite	an beiden Seiten
offenes Geländer oder offene Schutzplanken	$d + 0,3 \text{ m}$	$d + 0,6 \text{ m}$
geschlossenes Geländer oder geschlossene Schutzwände	$d + d_1$	$d + 2d_1$
offenes Geländer und offene Schutzplanken	$d + 0,6 \text{ m}$	$d + 1,2 \text{ m}$

Ein Verkehrsband im herkömmlichen Sinne (Ansammlung von Fahrzeugen) ist bei dieser Fußgängerbrücke nicht denkbar, für den Fall vermehrter Fußgänger/ Fahrradfahrer wird die rechnerisch anzusetzende Höhe von 2,0m angesetzt, wenn auch normativ nicht gefordert.

Eine dynamische Anregung der Brücke durch Wind wird zunächst ausgeschlossen.

Eine Windlast in Längsrichtung der Brücke kann gemäß NA – NDP zu 8.3.3 (1) entfallen.

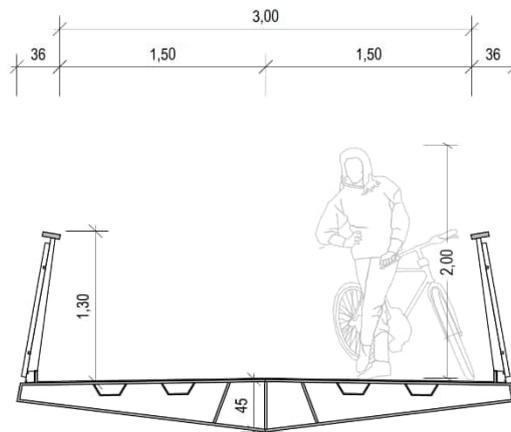
Das Verhältnis d/b ergibt sich bei Abschätzung des Überbaus mit:

$$d = 0,45\text{m} \leq 0,50\text{m}$$

$$b = 3,72\text{m} \leq 3,80\text{m}$$

$$z_e \ll 20,0\text{m}$$

Die folgende Berechnung zeigt, die Windlast mit Verkehrsband ist geringer als ohne Verkehrsband. Bei der Systemberechnung werden die verschiedenen Lastszenarien über zwei Lastfälle abgebildet.



Windeinwirkung ohne Verkehr	Windeinwirkung mit Verkehr
$d_{tot} = d + 2 \cdot d_1$ $= 0,5\text{m} + 2 \cdot 1,3\text{m} = 3,1\text{m}$	$d_{tot} = d + d_{\text{Verkehr}}$ $= 0,5\text{m} + 2,0\text{m} = 2,5\text{m}$
$b = 3,8\text{m}$	$b = 3,8\text{m}$
$b/d = 3,8\text{m} / 3,1\text{m} = \sim 1,23$	$b/d = 3,8\text{m} / 2,5\text{m} = \sim 1,52$
$w = (0,95 - 1,75) / (4 - 0,5) \cdot (1,23 - 0,5) + 1,75$ $= 1,58\text{kN/m}^2$	$w = (0,8 - 1,45) / (4 - 0,5) \cdot (1,52 - 0,5) + 1,45$ $= 1,26\text{kN/m}^2$
$w = 1,58\text{kN/m}^2 \cdot 3,1\text{m} = \underline{4,9\text{kN/m}}$	$w = 1,26\text{kN/m}^2 \cdot 2,5\text{m} = \underline{3,2\text{kN/m}}$

Tabelle NA.N.5 — Windeinwirkungen w in kN/m^2 auf Brücken für Windzone 1 und 2 (Binnenland)

1	2	3	4	5	6	7
Ohne Verkehr und ohne Lärmschutzwand			Mit Verkehr ^a oder mit Lärmschutzwand			
auf Überbauten						
b/a^b	$z_e \leq 20\text{ m}$	$20\text{ m} < z_e \leq 50\text{ m}$	$50\text{ m} < z_e \leq 100\text{ m}$	$z_e \leq 20\text{ m}$	$20\text{ m} < z_e \leq 50\text{ m}$	$50\text{ m} < z_e \leq 100\text{ m}$
$\leq 0,5$	1,75	2,45	2,90	1,45	2,05	2,40
$= 4$	0,95	1,35	1,60	0,80	1,10	1,30
≥ 5	0,95	1,35	1,60	0,60	0,85	1,00
auf Stützen und Pfeilern ^c						
d/b^b	$z_e \leq 20\text{ m}$		$20\text{ m} < z_e \leq 50\text{ m}$		$50\text{ m} < z_e \leq 100\text{ m}$	
$\leq 0,5$	1,70		2,35		2,80	
≥ 5	0,75		1,05		1,25	
^a Es gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,4$ (Windzone 3+4) und $\psi_0 = 0,55$ (Windzone 1+2). Für Eisenbahnbrücken gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,6$. ^b Bei Zwischenwerten kann linear interpoliert werden. ^c Bei quadratischen Stützen- oder Pfeilerquerschnitten mit abgerundeten Ecken, bei denen das Verhältnis $r/d \geq 0,20$ beträgt, können die Windeinwirkungen auf Pfeiler und Stützen um 50 % reduziert werden. Für $0 < r/d < 0,2$ darf linear interpoliert werden. Hierbei ist r = Radius der Ausrundung.						

4.4.2 Stützen

Die Rundstützen werden zunächst auf der sicheren Seite liegend wie Quadratstützen betrachtet. Eine Abminderung wird aufgrund des geringen Einflusses auf die Gesamtkonstruktion nicht ermittelt.

$$d / b = \sim 1,0$$

$$z_e \ll 20,0\text{m}$$

Windeinwirkung Stützen

$$\begin{aligned} w &= (0,75-1,70)/(5-0,5) * (1,0-0,5) + 1,70 \\ &= 1,58\text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$w = 1,58\text{kN/m}^2 * 0,6\text{m} = 1,0\text{kN/m}$$

4.4.3 Sprengwerk

Es wird zunächst von quadratischen Stützen ausgegangen. Das Verhältnis von Pfeilerlänge zu -breite ist somit zunächst wie folgt:

$$d / b = \sim 1,0$$

$$z_e \ll 20,0\text{m}$$

Windeinwirkung Sprengwerk

$$\begin{aligned} w &= (0,75-1,70)/(5-0,5) * (1,0-0,5) + 1,70 \\ &= 1,59\text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$w = 1,58\text{kN/m}^2 * \sim 1,1\text{m} = 1,7\text{kN/m}$$

4.5 Temperatureinwirkungen

Die Festlegung der Temperatureinwirkungen erfolgt gemäß DIN EN 1991-1-5 sowie des NA (im Folgenden nur NA bezeichnet). Die Brücke ist ein Stahl-Hohlkastenträger und somit dem Typ 1 zuzuordnen.

4.5.1 Überbau

Konstanter Anteil:

Die minimale und maximale Außenlufttemperatur betragen laut NA:

$$T_{min} = -24^{\circ}\text{C} ; T_{max} = +37^{\circ}\text{C}$$

Der minimale und maximale konstante Temperaturanteil der Brücke beträgt laut folgender Abbildung bzw. Formel für Typ 1:

$$T_{e,min} = -24^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C} = -27^{\circ}\text{C}$$

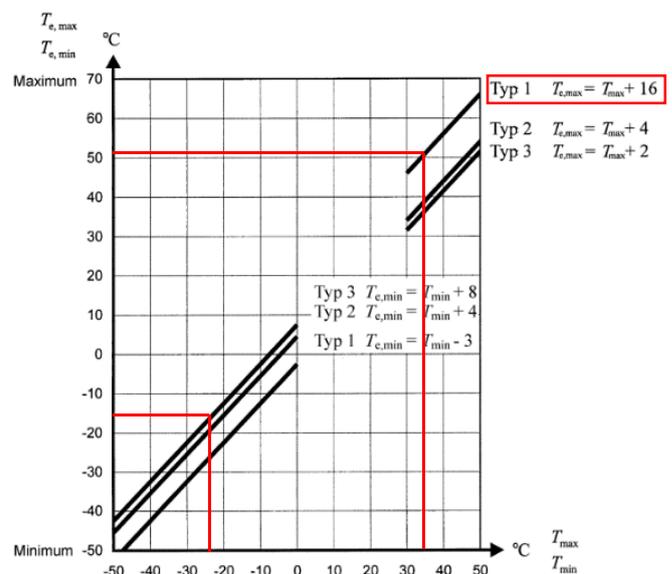
$$T_{e,max} = +37^{\circ}\text{C} + 16^{\circ}\text{C} = +53^{\circ}\text{C}$$

Die Aufstelltemperatur wird gemäß Anhang A mit $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$ angenommen.

Die maximalen positiven / negativen Änderungen des konstanten Temperaturanteils betragen somit:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = -10^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C} = -37\text{K}$$

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 53^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C} = 43\text{K}$$



Der gesamte Schwankungsbereich des konstanten Temperaturanteils beträgt somit:

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min} = +53^{\circ}\text{C} - (-27^{\circ}\text{C}) = 80\text{K}$$

Linear veränderlicher Anteil - vertikal:

Der linear veränderliche Anteil in vertikaler Richtung wird gemäß den Tabellen 6.1 und 6.2 ermittelt, vgl. folgende Seite für Typ 1:

$$\Delta T_{M,heat} = \Delta T_{M,heat,50mm} * k_{sur} = 18^{\circ}\text{C} * 1,6 = 28,8 \sim 29\text{K} \quad (\text{oben wärmer als unten})$$

$$\Delta T_{M,cool} = \Delta T_{M,cool,50mm} * k_{sur} = -13^{\circ}\text{C} * 0,6 = 7,8 \sim 8\text{K} \quad (\text{unten wärmer als oben})$$

Tabelle 6.1 — Empfehlung von linear veränderlichen Temperaturanteilen für unterschiedliche Überbauarten von Straßen-, Fußgänger- und Eisenbahnbrücken

Überbautyp	Oberseite wärmer als Unterseite	Unterseite wärmer als Oberseite
	$\Delta T_{M,heat}$ (°C)	$\Delta T_{M,cool}$ (°C)
Typ 1: Stahlkonstruktion	18	13
Typ 2: Verbundkonstruktion	15	18
Typ 3: Betonkonstruktion: – Hohlkasten – Träger – Platte	10 15 15	5 8 8

ANMERKUNG 1 Für repräsentative Beispiele der Brückengeometrie stellen die in der Tabelle angegebenen Werte obere Grenzwerte für den linear veränderlichen Temperaturanteil dar.

ANMERKUNG 2 Die in der Tabelle angegebenen Werte basieren auf einer Dicke des oberen Belags von 50 mm für Straßen- und Eisenbahnbrücken. Für andere Dicken von Belägen sollten diese Werte mit dem Faktor k_{sur} multipliziert werden. Empfehlungen für die Werte des Faktors k_{sur} enthält Tabelle 6.2.

Tabelle 6.2 — Empfehlungen für die Werte von k_{sur} zur Berücksichtigung unterschiedlicher Oberbelagsdicken

Straßen-, Fußgänger- und Eisenbahnbrücken						
Dicke des Oberbelags [mm]	Typ 1		Typ 2		Typ 3	
	Oben wärmer als unten	Unten wärmer als oben	Oben wärmer als unten	Unten wärmer als oben	Oben wärmer als unten	Unten wärmer als oben
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
ohne Belag	0,7	0,9	0,9	1,0	0,8	1,1
wassergeschützt ¹⁾	1,6	0,6	1,1	0,9	1,5	1,0
50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	1,0
150	0,7	1,2	1,0	1,0	0,5	1,0
Schotter (750 mm)	0,6	1,4	0,8	1,2	0,6	1,0

¹⁾ Diese Werte stellen den oberen Grenzwert für dunkle Farben dar.

Linear veränderlicher Anteil - horizontal:

Der veränderliche Temperaturanteil in Querrichtung kann im Allgemeinen vernachlässigt werden, sofern das Bauteil einheitlich der Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Bei dem vorliegenden, flachen und kompakten Überbau ohne wesentliche verschattende Elemente ist diese Voraussetzung erfüllt.

Gleichzeitigkeit von konstantem und veränderlichem Temperaturanteil:

Für die Überlagerung der beiden Temperaturanteile sind folgende Kombinationsbeiwerte vorgegeben:

$$\omega_N = 0,35$$

$$\omega_M = 0,75$$

Die folgenden Situationen sind prinzipiell zu berücksichtigen. Vorab wird eine vergleichende Berechnung durchgeführt, um nicht maßgebende Kombinationen vorweg auszuschließen. Diese erhalten keine EDV bezogene Lastfallnummerierung und werden im Weiteren nicht berücksichtigt:

Anmerkung: „±“ bedeutet hierbei – linearer Anteil (oben warm) „∓“ – linearer Anteil (oben kalt), Temperaturen werden zur sicheren Seite hin auf-/ abgerundet.

	Anteile	Beschreibung	Einwirkung
I.	$\Delta T_{N,con}$	Konstante Abkühlung	-37K
II.	$\Delta T_{N,exp}$	Konstante Erwärmung	+43K
III.	$\Delta T_{M,heat}$	Lineare Erwärmung oben	±29K
IV.	$\Delta T_{M,cool}$	Lineare Abkühlung oben	∓8K
V.	$\Delta T_{M,heat} + \omega_N * \Delta T_{N,con}$	Lineare Erw. oben + kons. Abk.	±29K - 13K
VI.	$\Delta T_{M,heat} + \omega_N * \Delta T_{N,exp}$	Lineare Erw. oben + kons. Erw.	±29K + 16K
VII.	$\Delta T_{M,cool} + \omega_N * \Delta T_{N,con}$	Lineare Abk. oben + kons. Abk.	∓8K - 13K
VIII.	$\Delta T_{M,cool} + \omega_N * \Delta T_{N,exp}$	Lineare Abk. oben + kons. Erw.	∓8K + 16K
IX.	$\Delta T_{N,exp} + \omega_M * \Delta T_{M,cool}$	kons. Erw. + lineare Abk. oben	+43K ∓ 6K
X.	$\Delta T_{N,exp} + \omega_M * \Delta T_{M,heat}$	kons. Erw. + lineare Erw. oben	+43K ± 22K
XI.	$\Delta T_{N,con} + \omega_M * \Delta T_{M,cool}$	kons. Abk. + lineare Abk. oben	-37K ∓ 6K
XII.	$\Delta T_{N,con} + \omega_M * \Delta T_{M,heat}$	kons. Abk. + lineare Erw. oben	-37K ± 22K

4.5.2 Sprengwerk

Das Sprengwerk ist hinsichtlich der Temperatureinwirkungen wie ein Pfeiler zu betrachten, wird jedoch, hinsichtlich der meist nur einseitig exponierten Lage, zusätzlich mit horizontalem Temperaturgefälle belegt. Horizontale Temperaturgefälle sind gemäß NA nicht geregelt und werden wie folgt abgeschätzt und mit allen Temperaturlastfällen addiert.

$$\Delta T = 30^\circ\text{C}$$

Der Einfluss ist vernachlässigbar, wird nur in einer Richtung mitgeführt.

4.6 Imperfektionen

Für die einzelnen Bauteile der Brücke werden die gemäß DIN EN 1993-1-1 vorgesehenen Vorverdrehungen und Vorkrümmungen angesetzt. Die Richtung ergibt sich hierbei aus den ungünstigsten Eigenformen des Gesamtsystems.

Schiefstellung:

Die Schiefstellung der einzelnen Bauteile ergibt sich gemäß Abschnitt 5.3.2 zu:

$$\phi = \phi_0 * \alpha_h * \alpha_m$$

$$\rightarrow \phi = 1/200 * 1,0 * 0,76 \cong 1/263 \sim 1/250$$

$$\phi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = 2/3 \leq 2/\sqrt{h} \leq 1,0$$

$$\rightarrow \alpha_h = 1,0$$

mit $h \leq 4\text{m}$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 * (1 + (1/m))}$$

$$\rightarrow \alpha_m = 0,76$$

mit $m = 7$

Vorkrümmung:

Die Vorkrümmung der einzelnen Bauteile ergibt sich gemäß Abschnitt 5.3.2 Tabelle 5.1 zu:

Zunächst wird von einem geschweißten Hohlprofil der Knicklinie c ausgegangen.

$$\rightarrow e_0 / L = 1/250$$

Tabelle NA.1 — Vorkrümmung e_0/L von Bauteilen

Knicklinie nach DIN EN 1993-1-1:2010-12, Tabelle 6.1	elastische Querschnitts- ausnutzung	plastische Querschnitts- ausnutzung
	e_0 / L	e_0 / L
a ₀	1 / 900	wie bei elastischer Querschnitts- ausnutzung, jedoch $\frac{M_{pl,k}}{M_{el,k}}$ -fach
a	1 / 550	
b	1 / 350	
c	1 / 250	
d	1 / 150	

4.7 Außergewöhnliche Einwirkungen

Die im Folgenden angenommenen, statisch äquivalenten Anpralllasten sind der DIN EN 1991-1-7 sowie dem zugehörigen NA entnommen. Die Richtungen sind mit $x \triangleq$ quer zum Überbau, $y \triangleq$ längs zum Überbau festgelegt.

4.8 Anpralllasten am Überbau

Über der B65 ist eine Anpralllast von 500kN am ungünstigsten Punkt des Überbaus anzusetzen. Gemäß „Handbuch Brückenbau“ ist die Anpralllast etwa 20cm oberhalb der UK des Überbaus anzusetzen. Dies entspricht in etwa dem Schwerpunkt des Hohlkastens, ein geringfügiger Versatz ist hinsichtlich der hohen Torsionssteifigkeit des Querschnitts irrelevant. Die Kraft wird im Schwerpunkt des Überbaus angesetzt.

$$F_{d,x} = 500\text{kN}$$

Tabelle 4.2 — Anhaltswerte für äquivalente statische Anprallkräfte auf Überbauten

Kategorie	Äquivalente statische Ersatzkraft F_{dx} ^a kN
Autobahnen und Bundesstraßen	500

4.9 Anpralllasten am Unterbau

Aufgrund der Nähe zu der B65 ist ein Anprall infolge Fahrzeugverkehr zu berücksichtigen. Laut NA gilt die Empfehlung, die komponentenweise Belastung nicht gleichzeitig anzusetzen. Die Anpralllasten betragen gemäß Tabelle NA.2 für Straßen außerorts:

$$F_{d,x} = 1500\text{kN}$$

$$F_{d,y} = 750\text{kN}$$

Tabelle NA.2 — Statisch äquivalente Anprallkräfte aus Kraftfahrzeugen

	1	2	3
Kategorie	Statisch äquivalente Anprallkraft in kN		
	F_{dx} in Fahrtrichtung	F_{dy} rechtwinklig zur Fahrtrichtung	
1	Straßen außerorts	1 500	750

Die Belastung ist zunächst auf etwa halber Höhe des Sprengwerks, somit also auf der sicheren Seite infolge starker Querbiegung angesetzt.

5. Kombinatorik

Die Systemberechnung des Tragwerks wird zunächst lin. el. mit Imperfektionen durchgeführt. Dies erleichtert die Eingabe wesentlich, da veränderliche Lasten mit vielen Lastszenarien/ Stellungen (insb. Verkehr, Wind, Temp.) in Ergebniskombinationen zusammengefasst werden können.

Das Sprengwerk sowie die Stützen werden in separaten Einzelbetrachtungen auf Stabilitätsversagen geprüft. Hierfür werden relevante Lastkombinationen, insbesondere antimetrische Lastkonstellationen mit korrespondierenden Imperfektionen gebildet und nach TH.II.O. berechnet.

Normativ gelten für Fußgängerbrücken gemäß DIN EN 1990, Abschnitt A2.2.3 folgende Besonderheiten.

- Dienstfahrzeug ist ohne andere veränderliche Einwirkungen anzusetzen.
- Temperatur- und Windeinwirkungen müssen nicht gleichzeitig angesetzt werden.
- Bei Ansatz außergewöhnlicher Lasten sind keine Windlasten anzusetzen.
- Schneelasten sind nicht bemessungsrelevant und werden nicht ausgewiesen.

Anmerkung: Der Teilsicherheitsbeiwert für Fußgängerbrücken ist gemäß Anlage 2 zum ARS 22/2012 mit $\gamma_{Q,sup} = 1,5$ anstatt 1,35 anzusetzen!

Teilsicherheitsbeiwerte EC 0, NA/A1, Tab. NA.A2.1

Einwirkung	Bezeichnung	γ -Werte für die Einwirkungen in den entsprechenden Bemessungssituationen nach			
		Tabelle A.2.4 (A) EQU		Tabelle A.2.4 (B) STR/GEO	Tabelle A.2.5 Außer-gewöhnlich
		S/V	B	S/V	A
Ständige Einwirkungen					
Ungünstig	$\gamma_{G,sup}$	1,05	1,05	1,35 ^b	1,0
Günstig	$\gamma_{G,inf}$	0,95 ^a	0,95 ^a	1,0	1,0
Vorspannung^h					
Ungünstig	$\gamma_{P,sup}$	1,0/1,2 ^j	1,0/1,2 ^j	1,0/1,2 ^j	1,0
Günstig	$\gamma_{P,inf}$	1,0/0,8 ^j	1,0/0,8 ^j	1,0/0,8 ^j	1,0
Setzungen^e	$\gamma_{G,set}$	--	--	1,2 ^g /1,35 ^h	--
Einwirkungen aus Straßen- und Fußgängerverkehr					
Ungünstig	$\gamma_{Q,sup}$	1,35 ¹	--	1,35 ¹	1,0
Günstig	$\gamma_{Q,inf}$	0	--	0	0
Einwirkungen aus Schienenverkehr					
Ungünstig	$\gamma_{Q,sup}$	1,45	--	1,45 ^c /1,2 ^d	1,0
Günstig	$\gamma_{Q,inf}$	0	--	0	0
Lasten aus der Bauausführung					
Ungünstig	$\gamma_{Q,sup}$	--	1,35	--	1,0
Günstig	$\gamma_{Q,inf}$	--	0	--	0
Temperatur					
Ungünstig	$\gamma_{Q,sup}$	1,35	1,35	1,35	1,0
Günstig	$\gamma_{Q,inf}$	0	0	0	0

Einwirkung	Bezeichnung	Bemessungssituation			
		Tabelle A.2.4 (A) EQU		Tabelle A.2.4 (B) STR/GEO	Tabelle A.2.5 Außergewöhnlich
		S/V	B	S/V	A
Alle anderen veränderlichen Einwirkungen					
Ungünstig	$\gamma_{Q,sup}$	1,5	1,5	1,5	1,0
Günstig	$\gamma_{Q,inf}$	0	0	0	0
Außergewöhnliche Einwirkungen	γ_A	--	--	--	1,0
<p>EQU Verlust der Lagesicherheit des Tragwerks oder eines seiner Teile betrachtet als starrer Körper</p> <p>STR Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks oder seiner Teile einschließlich der Fundamente, Fundamentkörper, Pfähle, wobei die Tragfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen entscheidend ist</p> <p>GEO Versagen oder übermäßige Verformungen des Baugrundes, bei der die Festigkeit von Boden oder Fels wesentlich an der Tragsicherheit beteiligt sind</p> <p>S/V Ständige und vorübergehende Bemessungssituation</p> <p>B Bauausführung, wenn die Ausführung ausreichend im Hinblick auf die Verteilung der ständigen Lasten kontrolliert wird</p> <p>A Außergewöhnliche Bemessungssituation</p>					
<p>^a Beim Verwenden von Gegengewichten zur Sicherstellung der Lagesicherheit können eine oder beide der folgenden Empfehlungen verwendet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendung eines Faktors $\gamma_{Q,inf} = 0,8$, wenn das Gegengewicht nicht besonders genau definiert ist (z. B. bei Containern); - Berücksichtigung der Streuung der für das Projekt festgelegten Position durch einen geometrischen Wert, der proportional zur Abmessung der Brücke festgelegt wird, wenn die Größe des Gegengewichtes genau definiert ist. Bei der Bauausführung von Stahlbrücken wird häufig der Streubereich der Position des Gegengewichtes mit ± 1 m angenommen. <p>^b Dieser Wert gilt für Eigengewicht von tragenden und nicht tragenden Bauteilen, Schotterbett, Boden, Grundwasser und frei fließendes Wasser, bewegliche Lasten usw.</p> <p>^c Infolge Schienenverkehr in Form der Lastgruppen 11 bis 31 (außer 16, 17, 26^k) und 27^k), Lastmodellen LM71, SW/0 und HSLM und wirklichen Zügen, wenn diese als einzelne Leiteinwirkung aus Verkehr berücksichtigt werden.</p> <p>^d Infolge Schienenverkehr in Form der Lastgruppen 16 und 17 und SW/2.</p> <p>^e In Bemessungssituationen mit ungünstiger Wirkung der Einwirkungen aus ungleichmäßigen Setzungen. In Bemessungssituationen, in denen Einwirkungen aus ungleichmäßigen Setzungen günstige Wirkung erzeugen, sind diese Einwirkungen nicht zu berücksichtigen. Siehe auch DIN EN 1991 bis DIN EN 1999 zu γ-Faktoren, die für eingeprägte Verformungen zu berücksichtigen sind.</p> <p>^f im Falle von linearen elastischen Berechnungen.</p> <p>^g im Falle von nicht linearen elastischen Berechnungen.</p> <p>^h Faktor, der in den Eurocodes für die Bemessung empfohlen wird, hier aus DIN EN 1992-1-1 mit DIN EN 1992-1-1/NA.</p> <p>ⁱ lineares Verfahren mit ungerissenen Querschnitten</p> <p>^j nichtlineares Verfahren</p> <p>^k Bei Schienenverkehrseinwirkungen in Form der Lastgruppen 26 und 27 darf $\gamma_Q = 1,20$ auf einzelne Komponenten der Einwirkungen aus SW/2 und $\gamma_Q = 1,45$ auf einzelne Komponenten der Einwirkungen aus den Lastmodellen LM 71, SW/0 und HSLM usw. angewendet werden.</p>					

Tabelle A2.2 — Empfehlung für die Zahlenwerte der ψ -Faktoren für Fußgängerbrücken

Einwirkung	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Verkehrslasten	gr1	0,40	0,40	0
	Q_{fwk}	0	0	0
	gr2	0	0	0
Windkräfte	F_{Wk}	0,3	0,2	0
Temperatur	T_k	0,6 ^a	0,6	0,5
Schneelasten	$Q_{Sn,k}$ (während der Bauausführung)	0,8	—	0
Lasten aus Bauausführung	Q_c	1,0		1,0

^a Der empfohlene Zahlenwert für ψ_0 für thermische Einwirkungen kann für die Grenzzustände der Tragfähigkeit EQU, STR und GEO in den meisten Fällen auf 0 abgemindert werden. Siehe auch Eurocodes für die Bemessung.

6. Dynamik

Im Rahmen der Entwurfsplanung wurden erste, dynamische Berechnungen durchgeführt. Die ersten drei der berechneten, relevanten Eigenfrequenzen liegen erwartungsgemäß in dem durch Menschen erregbaren Bereich zwischen ~1,8 und 3,5 Hz. Vertiefende Untersuchungen sind in den weiterführenden Phasen zu führen. Der schwingungsgefährdete Bereich ist hier das Rahmenfeld über der Straße. Der punktuelle Einsatz von Schwingungs-Tilgern sollte in Folge dabei Berücksichtigung finden. Es wurden dafür im Rahmen der Vorbemessung zwei Ersatzmassen von ca. 5% der Überbaumasse jeweils in den Drittelpunkten angesetzt. Diese könnten im Ausführungsfall so eingestellt werden, dass die erste und die zweite Eigenform mit einem Tilgerpaar bedämpft werden könnten.

Eine dynamische Analyse und Tilgerbemessung durch einen Fachplaner wird im Rahmen der Genehmigungsplanung empfohlen. Alternativ wäre diese Leistung einem AN Stahlbau nach Messung des Bauwerks in Situ als Eventualposition im LV vorzugeben.

7. Statische Berechnung

Die im Anhang aufgeführte, auszugsweise statische Berechnung enthält die relevanten Hauptschnittgrößen, Verformungen, auszugsweise Lasteingaben sowie eine Spannungsanalyse des Stahlbaus und eine Bemessung der als Trägerrost idealisierten Pfahlkopfplatte.

Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Gründung, hinsichtlich des Sprengwerkschubs, sowie der Verformungskonformität von Überbau und Lichtraumprofil.

7.1 Tragwerksdimensionen und Querschnittsabmessungen

Datum: 06.11.2023

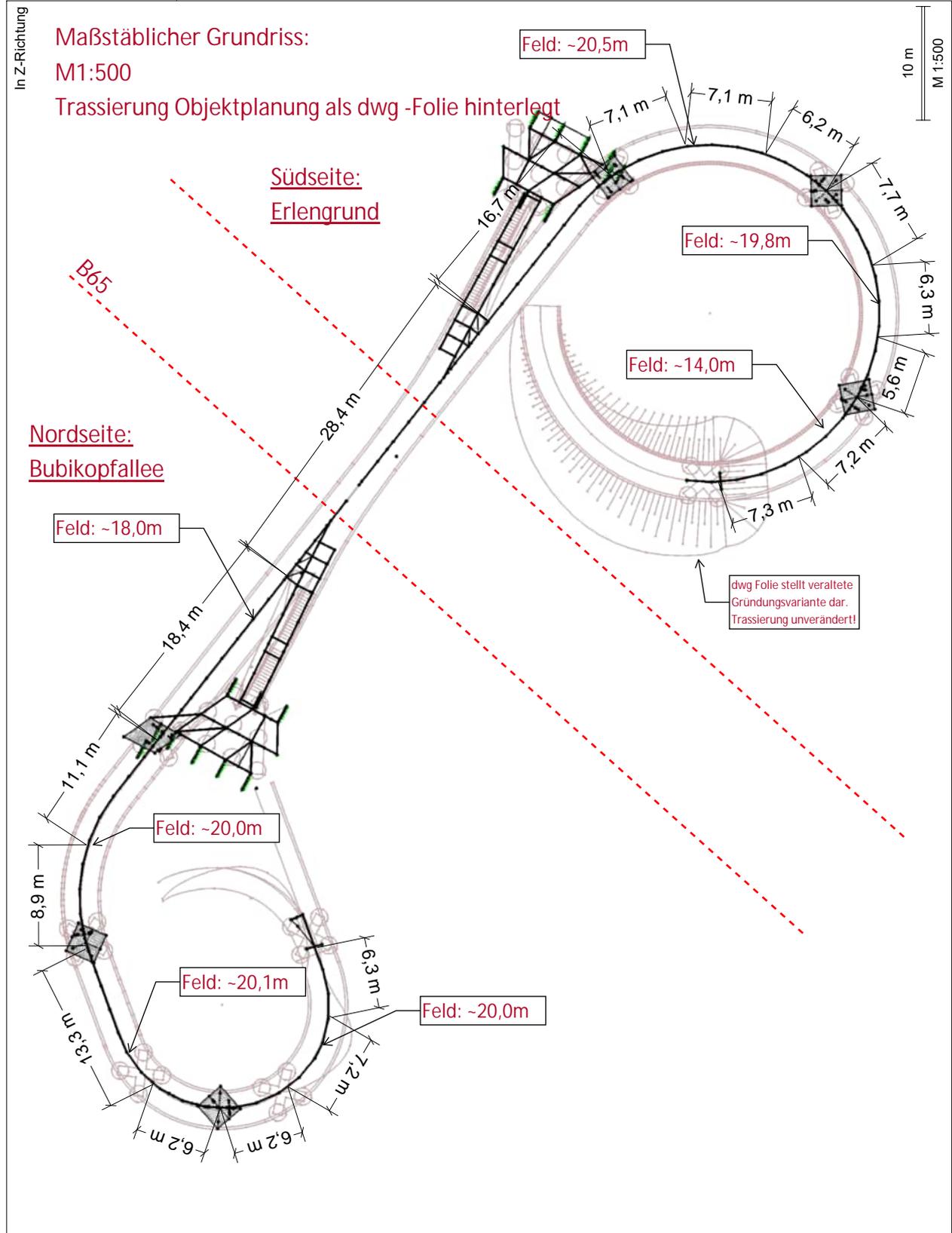
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

MODELL



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

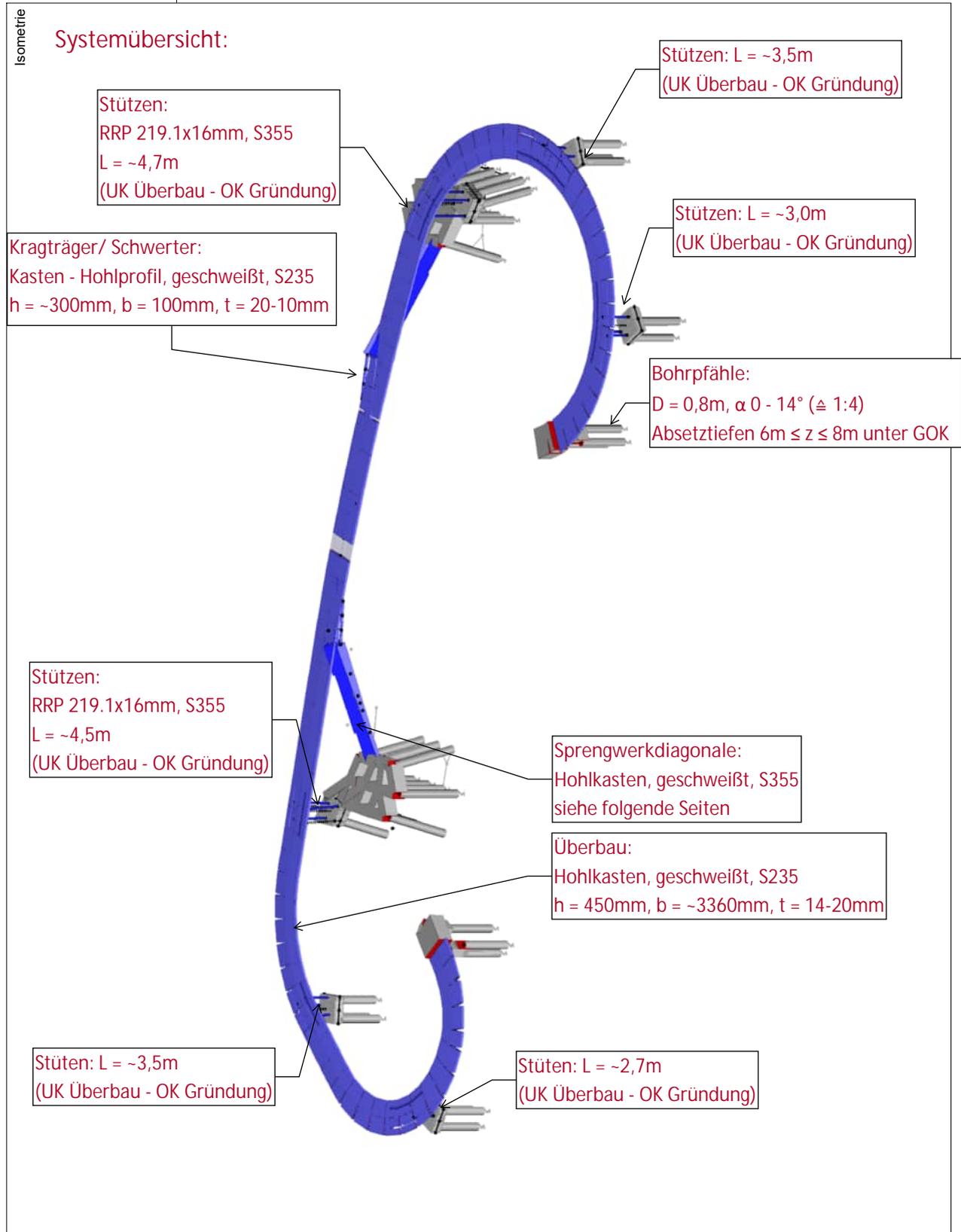
Blatt:

1

MODELL

isometrie

Systemübersicht:



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Seite: 1

Blatt: 1

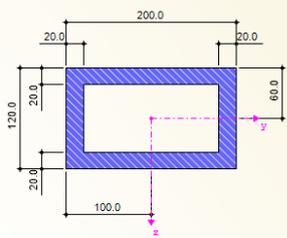
MODELL - ANSCHNITT SPRENGWERK

Systemübersicht: Sprengwerk und Treppe

Isometrie

Anschlussträger:
Simulation des Anschlussbereiches.
Detailierung im Zuge der LP4

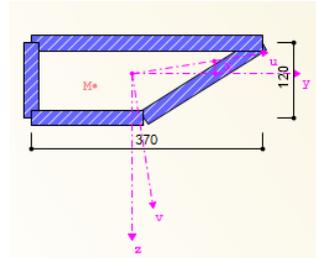
Kragträger: Kasten
Schweißprofil, S235
h = ~120mm, b = ~370mm, t = 20mm



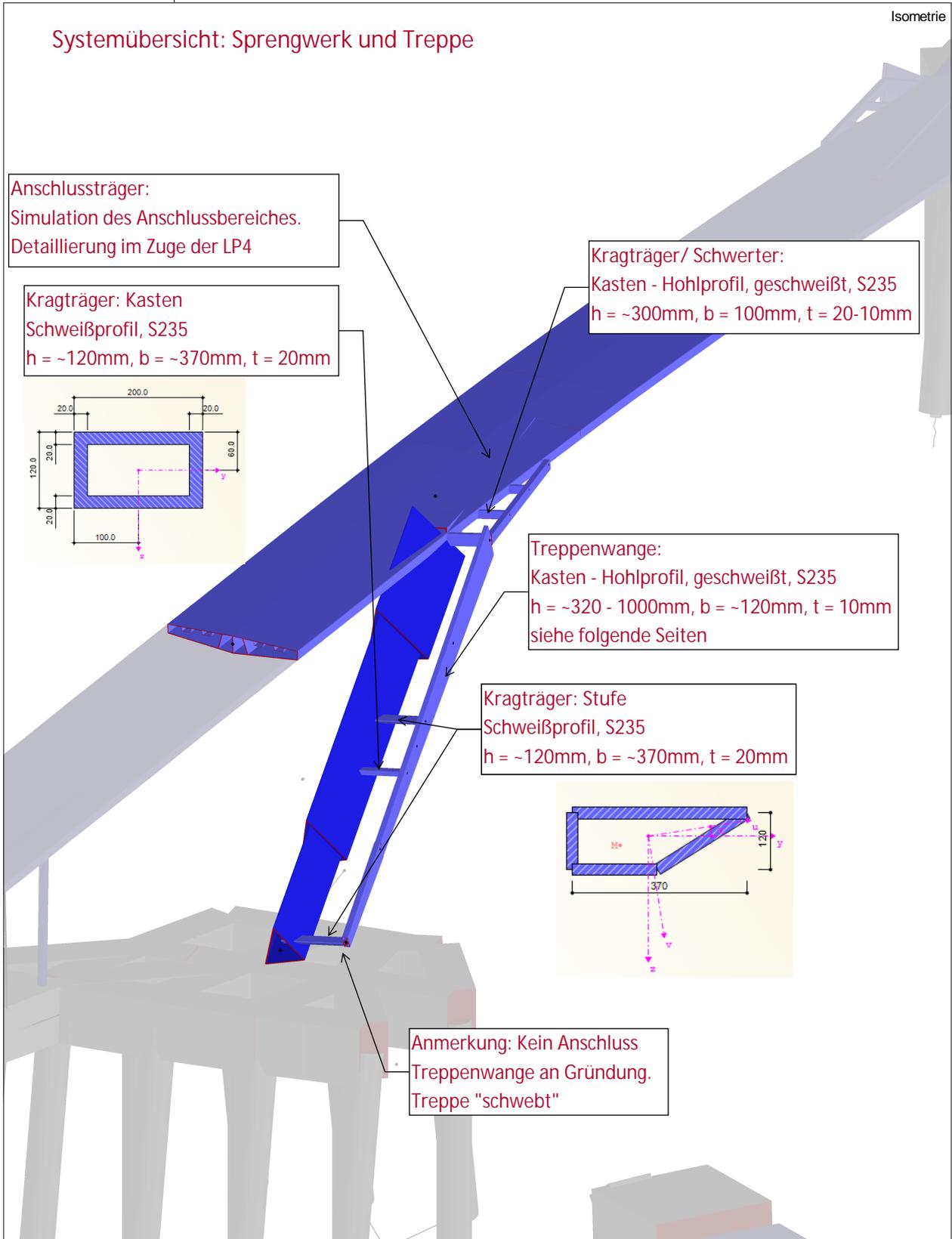
Kragträger/ Schwerter:
Kasten - Hohlprofil, geschweißt, S235
h = ~300mm, b = 100mm, t = 20-10mm

Treppenwange:
Kasten - Hohlprofil, geschweißt, S235
h = ~320 - 1000mm, b = ~120mm, t = 10mm
siehe folgende Seiten

Kragträger: Stufe
Schweißprofil, S235
h = ~120mm, b = ~370mm, t = 20mm



Anmerkung: Kein Anschluss
Treppenwange an Gründung.
Treppe "schwebt"



Datum: 02.11.2023

Projekt:

Modell: NEN_01_ST1_Abgleich KRP

Blatt:

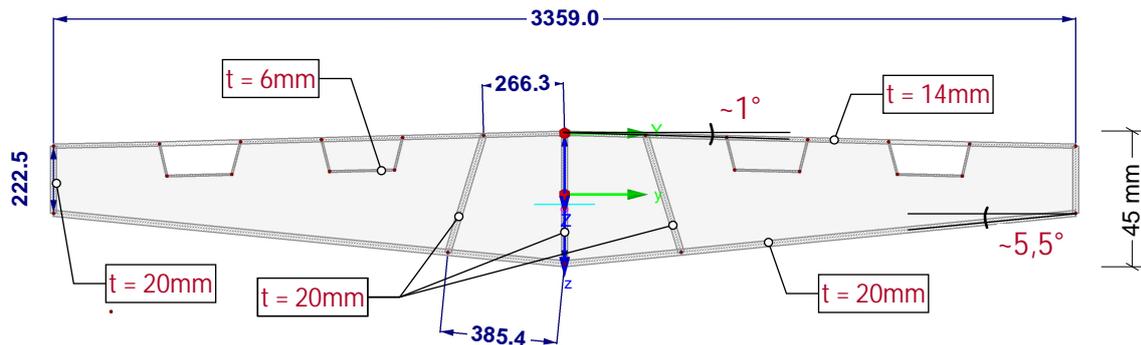
1

Anfangsquerschnitt

■ **MODELL**

Querschnitt - Überbau

M: 1:25



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit		Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	1568.22	cm ²	Torsionsträgheitsmoment	I _t	862263.00	cm ⁴
Schubfläche	A _u	735.60	cm ²	Torsionsträgheitsmoment, Anteil St. Venar	I _{t,StVen}	1665.25	cm ⁴
Schubfläche	A _v	144.24	cm ²	Torsionsträgheitsmoment, Anteil Bredt	I _{t,Bredt}	860597.00	cm ⁴
Lage des Schwerpunktes	y _S	0.0	mm	Torsionswiderstand	W _t	25399.30	cm ³
Lage des Schwerpunktes	z _S	202.7	mm	Schubmittelpunkt-Lage bezogen auf S	y _M	-95.2	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grad)	I _y	359037.00	cm ⁴	Schubmittelpunkt-Lage bezogen auf S	z _M	-54.8	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grad)	I _z	1.431E+07	cm ⁴	Wölbwiderstand bezogen auf M	I _ω	2.566E+09	cm ⁶
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grad)	I _{yz}	-1060.21	cm ⁴	Abklingsfaktor	λ	0.001137	1/mm
Hauptachsenwinkel	α	0.00	°	Widerstandsmoment	W _{y,max}	15009.50	cm ³
Hauptachsenträgheitsmoment	I _u	359037.00	cm ⁴	Widerstandsmoment	W _{y,min}	-17118.00	cm ³
Hauptachsenträgheitsmoment	I _v	1.431E+07	cm ⁴	Widerstandsmoment	W _{z,max}	84701.40	cm ³
Polares Trägheitsmoment	I _p	1.467E+07	cm ⁴	Widerstandsmoment	W _{z,min}	-84705.90	cm ³
Polares Trägheitsmoment	I _{p,M}	1.486E+07	cm ⁴	Wölbwiderstandsmoment	W _{ω,max}	952600.00	cm ⁴
Trägheitsradius	i _y	151.3	mm	Wölbwiderstandsmoment	W _{ω,min}	-1.18E+06	cm ⁴
Trägheitsradius	i _z	955.3	mm	Statisches Moment	S _{u,max}	3180.41	cm ³
Trägheitsradius	i _{yz}	8.2	mm	Statisches Moment	S _{v,max}	62493.40	cm ³
Hauptachsenträgheitsradius	i _u	151.3	mm				
Hauptachsenträgheitsradius	i _v	955.3	mm				
Polarer Trägheitsradius	i _p	967.2	mm				
Polarer Trägheitsradius	i _{p,M}	973.4	mm				
Wölbträgheitsradius	i _{ω,M}	131.4	mm				
Querschnittsgewicht	G	1354.9	kg/m				
Mantelfläche	A _{Mantel}	14.480	m ² /m				
Torsionsträgheitsmoment	I _t	862263.00	cm ⁴				

500 mm

M 1:25



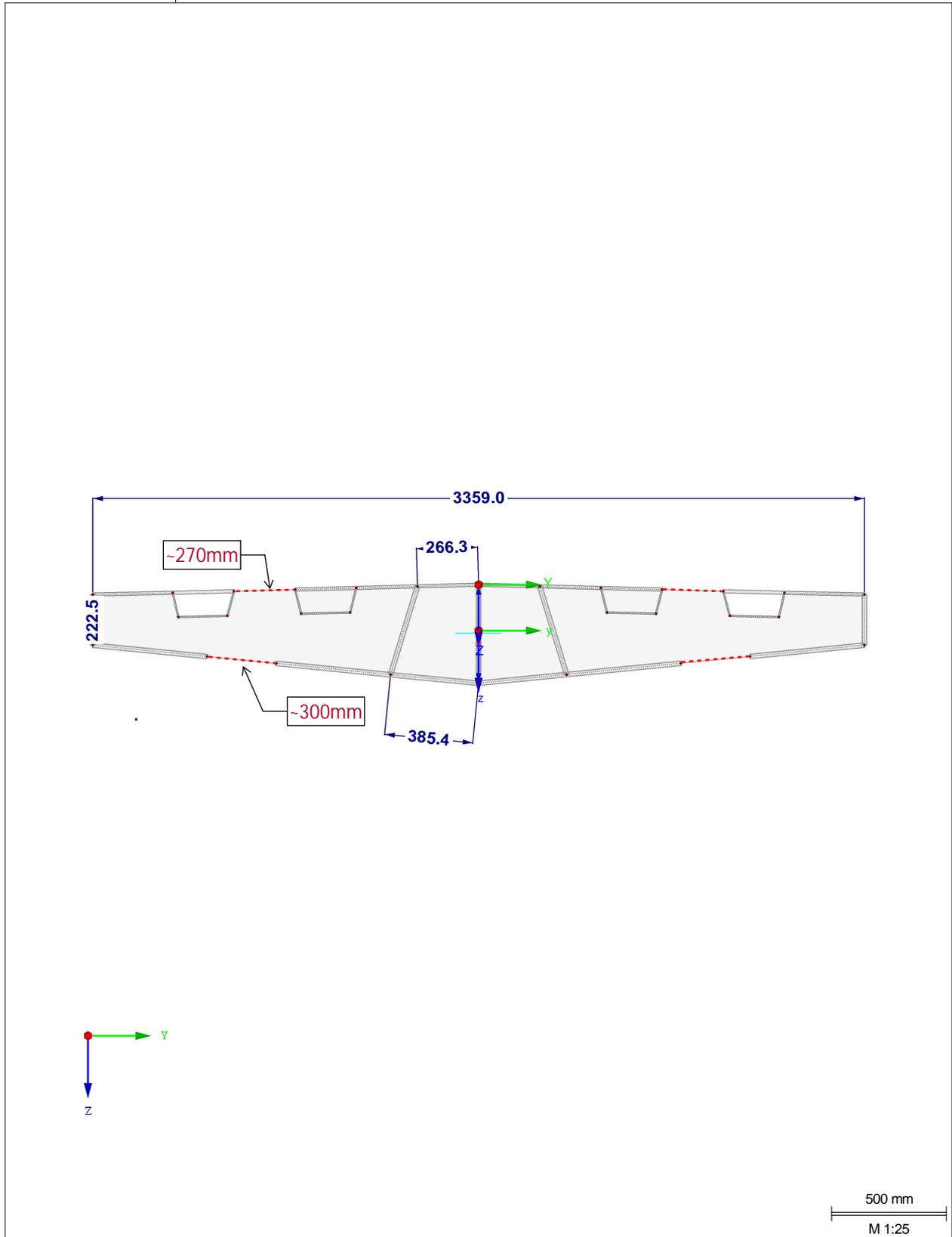
Datum: 02.11.2023

Projekt:

Modell: NEN_01_ST1_Abgleich KRP_Schubverzerrungen

Blatt: 1

MODELL

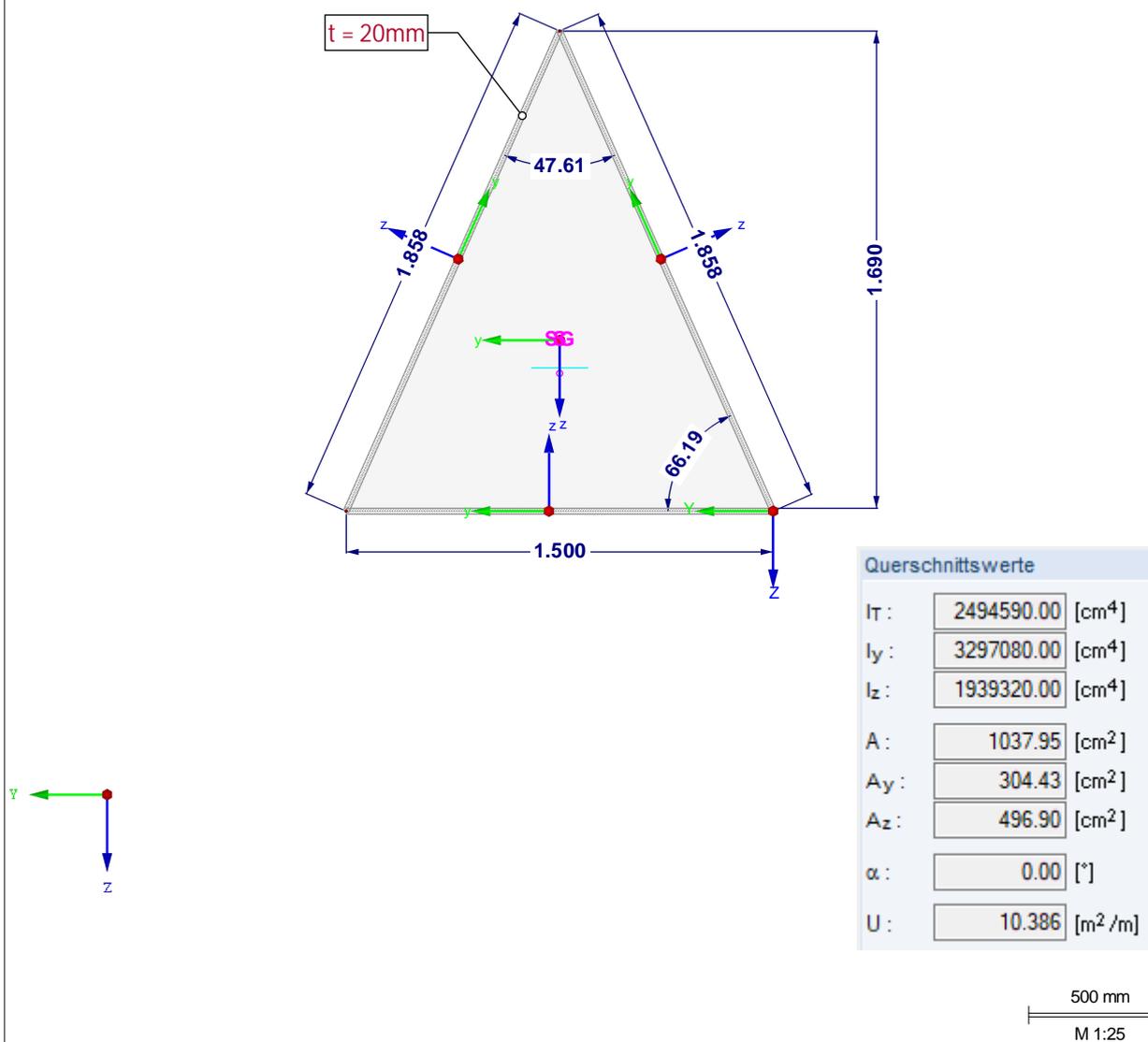


■ **MODELL**

SW - Querschnitt - Kopf

M: 1:25

Anmerkung: Definierung Beulsteifen im Zuge der Genehmigungsplanung.

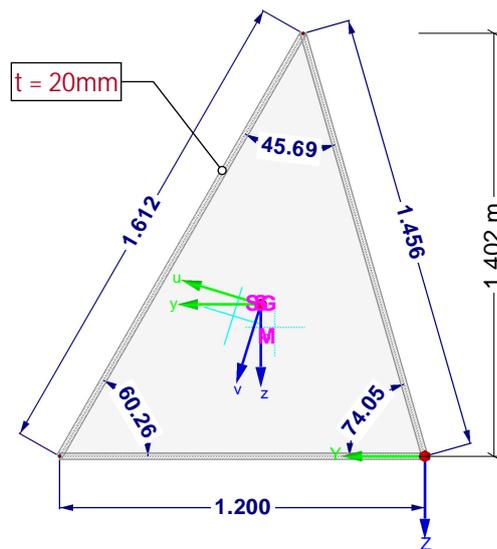


■ **MODELL**

SW - Querschnitt - Mitte

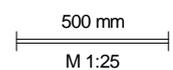
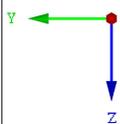
M: 1:25

Anmerkung: Definierung Beulsteifen im Zuge der Genehmigungsplanung.



Querschnittswerte

It :	1323580.00	[cm ⁴]
Iy :	1902500.00	[cm ⁴]
Iz :	969708.00	[cm ⁴]
A :	848.25	[cm ²]
Ay :	228.96	[cm ²]
Az :	427.45	[cm ²]
α :	-17.10	[°]
U :	8.488	[m ² /m]

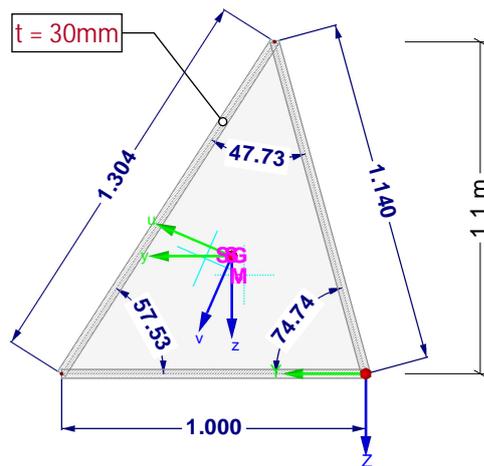


■ **MODELL**

SW - Querschnitt - Fuß

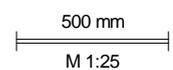
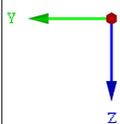
M: 1:25

Anmerkung: Definierung Beulsteifen im Zuge der Genehmigungsplanung.



Querschnittswerte

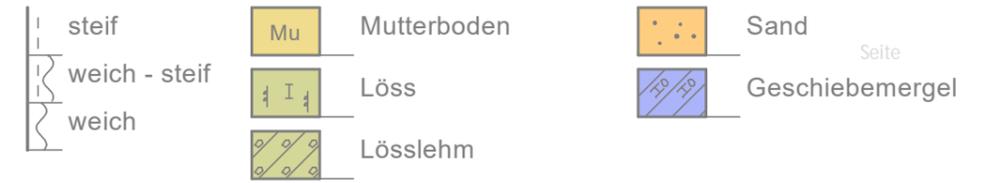
It :	1057100.00	[cm ⁴]
Iy :	1455060.00	[cm ⁴]
Iz :	781374.00	[cm ⁴]
A :	1021.01	[cm ²]
Ay :	283.62	[cm ²]
Az :	505.99	[cm ²]
α :	-23.39	[°]
U :	6.816	[m ² /m]



7.2 Gründung

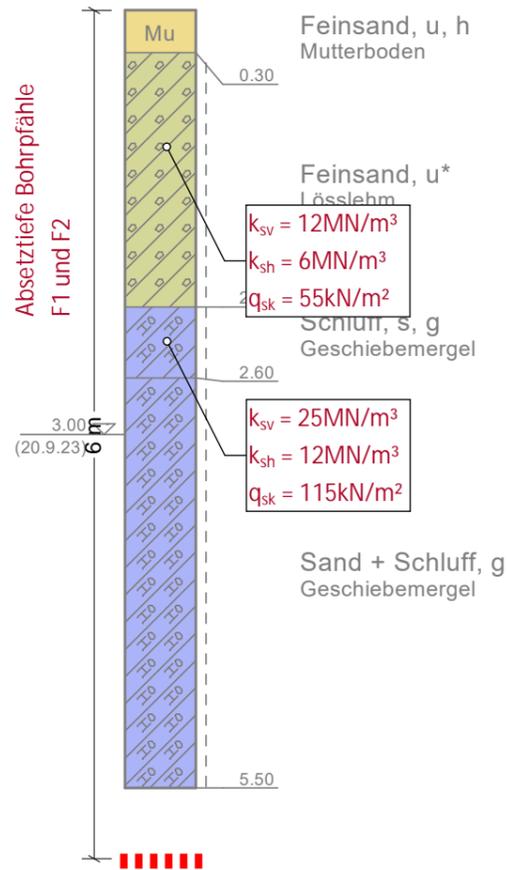
Kommentierter Auszug - Bodenprofile
Nordseite

Legende



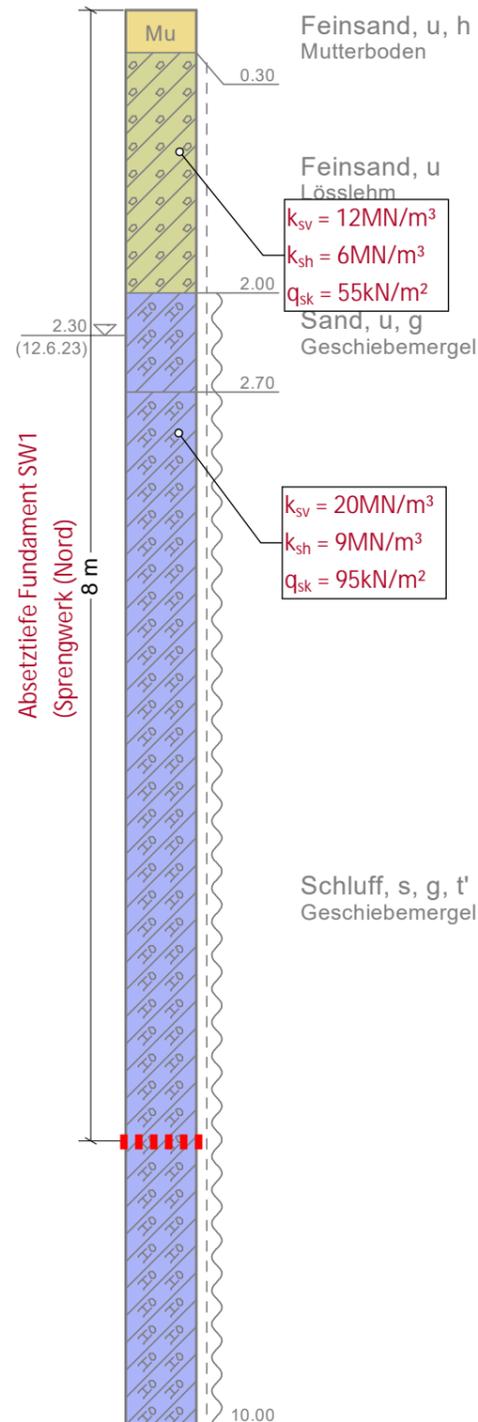
RKS 10

-0.30 mNN



RKS 1

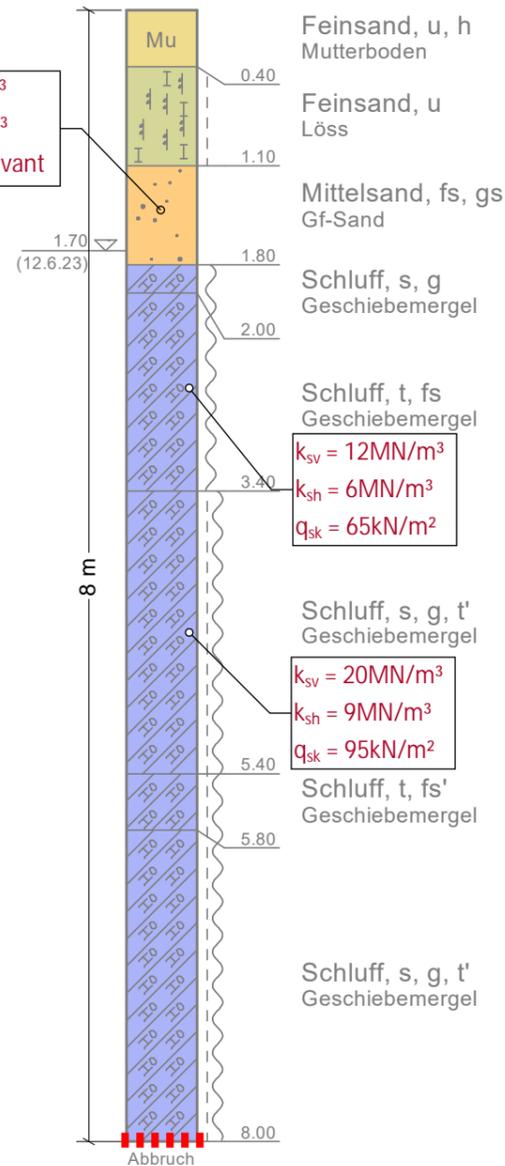
-0,30 m ü. HBP



$k_{sv} = ?\text{MN/m}^3$
 $k_{sh} = ?\text{MN/m}^3$
unklar, irrelevant

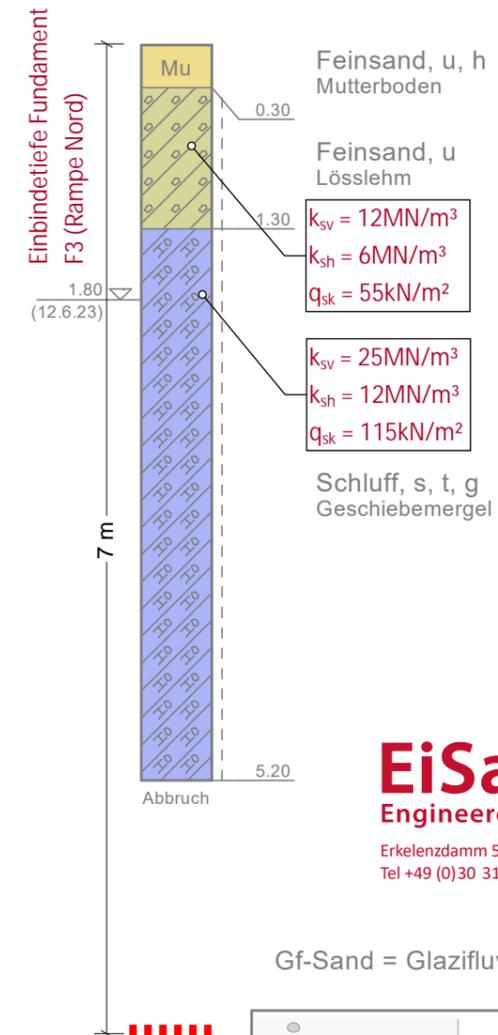
RKS 2

-0,30 m ü. HBP



RKS 4

-1,65 m ü. HBP



Gf-Sand = Glazifluviatilsand

Nordseite

EiSat GmbH
Engineered Structures

Erkelenzdam 59/61 · D-10999 Berlin · www.EiSat.de
Tel +49 (0)30 319 85 50-30 / Fax -50 · EiSat@EiSat.de

	Sattlerstraße 42 30916 Isernhagen Tel. 05136/8006-68 Fax 05136/8006-79 http://www.schuette-drmoll.de info@schuette-drmoll.de
	Auftraggeber: Stadt Bad Nenndorf Bauvorhaben: Neubau einer Rad-/Fußgängerbrücke über die B65/B442 Bad Nenndorf Erlengrund
Bodenprofile	Projekt-Nr.: 94a/23 Maßstab: 1 : 50 gez.: Ba. Anl.: 3.1

Legende

	halbfest - fest		Mutterboden		Lösslehm		Geschiebemergel
	steif		Auffüllung		Schluff		Geschiebelehm
	weich - steif		Löss		Sand		Ton
	weich						

Kommentierter Auszug - Bodenprofile Südseite

RKS 8

0,64 m ü. HBP

RKS 6

-0,09 m ü. HBP

RKS 6a

-0,09 m ü. HBP

RKS 9

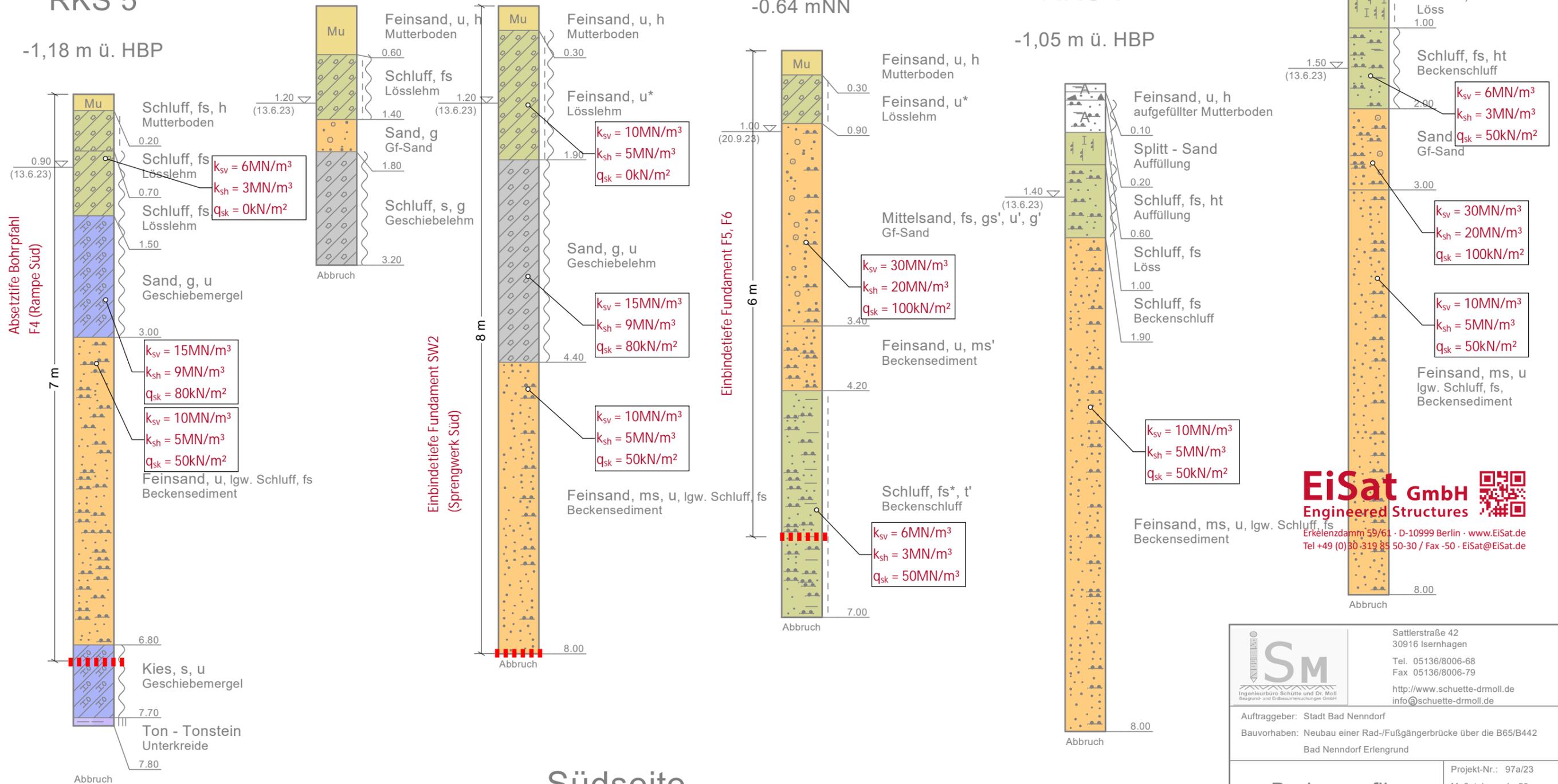
-0,64 mNN

RKS 7

-1,05 m ü. HBP

RKS 5

-1,18 m ü. HBP



EiSat GmbH
 Engineered Structures
 Erkelenzdam 59/61 · D-10999 Berlin · www.EiSat.de
 Tel +49 (0)30 319 85 50-30 / Fax -50 · EiSat@EiSat.de

	Sattlerstraße 42 30916 Isernhagen Tel. 05136/8006-68 Fax 05136/8006-79 http://www.schuette-drmoll.de info@schuette-drmoll.de
	Auftraggeber: Stadt Bad Nenndorf Bauvorhaben: Neubau einer Rad-/Fußgängerbrücke über die B65/B442 Bad Nenndorf Erlengrund
Bodenprofile	Projekt-Nr.: 97a/23 Maßstab: 1 : 50 gez.: Ba. Anl.: 3.2

Südseite

Gf-Sand = Glazifluviatilsand



Übersicht Aufschlusspunkte:
Bezeichnung Gründungspunkte werden der Einfachheit halber übernommen



- Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen
- Ansatzpunkte der Drucksondierungen



Sattlerstraße 42
30916 Isernhagen
Tel. 05136/8006-68
Fax 05136/8006-79

<http://www.ISM-Ingenieure.de>
info@ISM-Ingenieure.de

Auftraggeber: Stadt Bad Nenndorf
Bauvorhaben: Neubau Rad-/Fußgängerbrücke über die B65/B442
Bad Nenndorf Erlengrund

Baugrunderkundungsplan	Bef.- Nr.:	97a/23
	Maßstab:	1 : 1.000
	gez.:	Ba
	Anl.:	1.2



MODELL

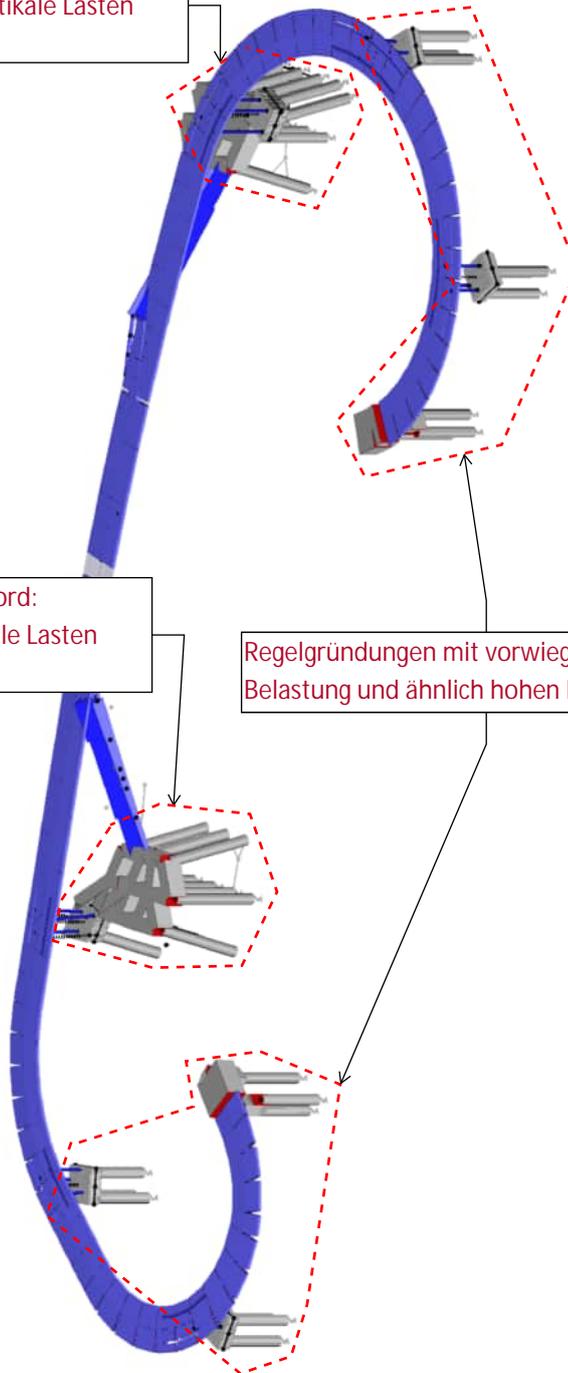
isometrie

Übersicht - Gründungssituationen

Sprengwerkgründung SW2 - Süd:
hoher Horizontalschub, vertikale Lasten
kaum bemessungsrelevant.

Sprengwerkgründung SW1 - Nord:
hoher Horizontalschub, vertikale Lasten
kaum bemessungsrelevant.

Regelgründungen mit vorwiegend vertikaler
Belastung und ähnlich hohen Lasten.



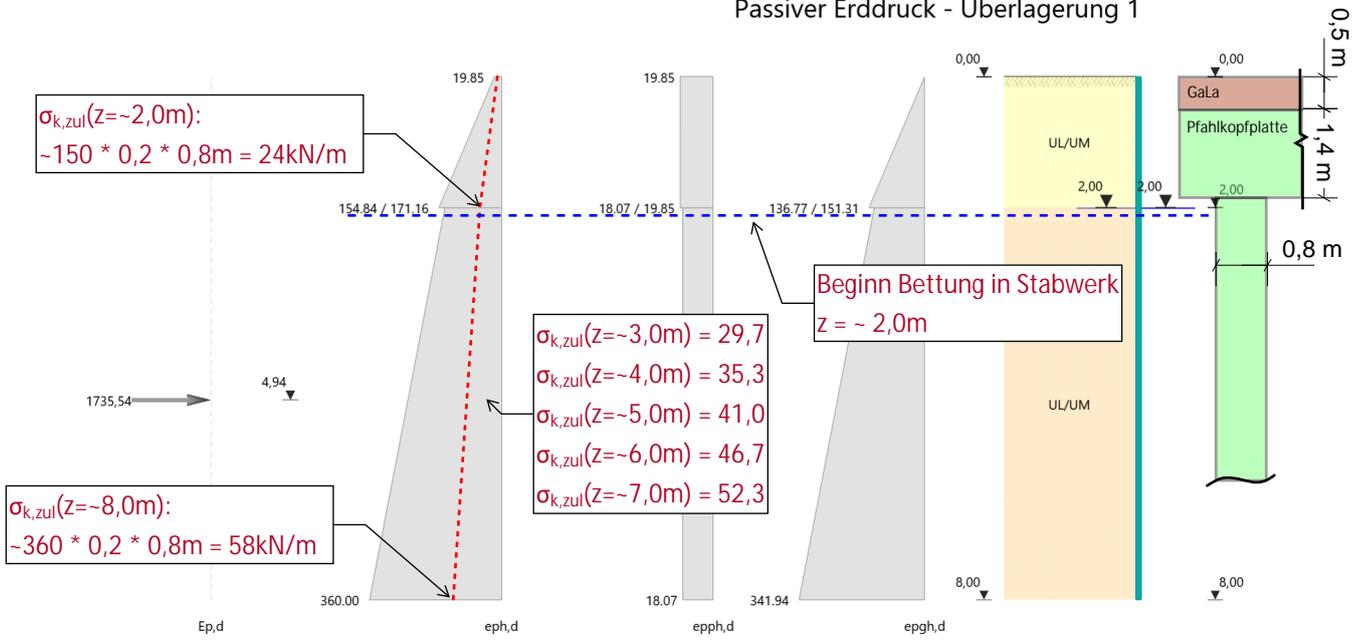
Passiver Erddruck - Nordseite SW1

Erddruckgrafik für passiven Erddruck

Maßstab 1 : 117.7

Maximal aufnehmbare, horizontale Pfahlpressungen bezogen auf eine Pfahlbreite von 0,8m in kN/m infolge Teilmobilisierung 20% des passiven Erddrucks. Erddruck infolge Neigung von ~15° auf ergibt günstigere Ergebnisse, sichere Seite!
Betrachtung ebener Fall -> räumliche Betrachtung bietet Reserven.

Passiver Erddruck - Überlagerung 1

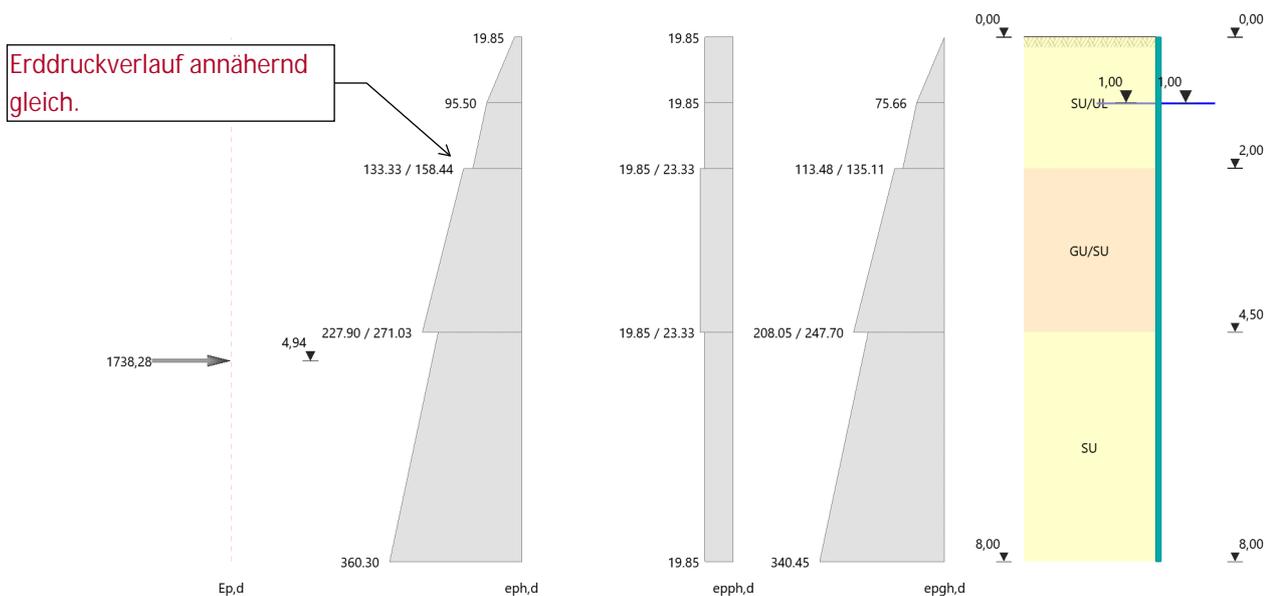


Passiver Erddruck - Südseite SW2

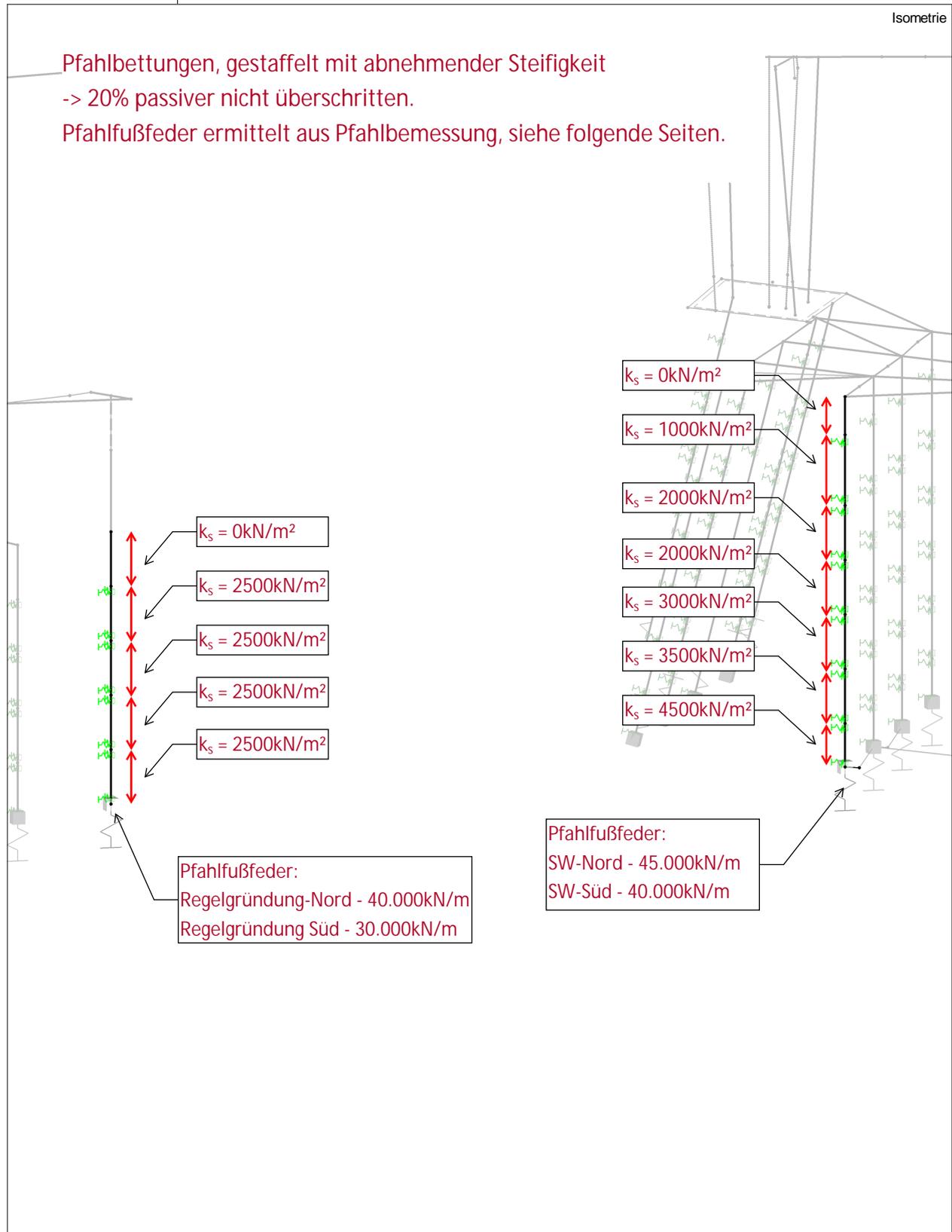
Erddruckgrafik für passiven Erddruck

Maßstab 1 : 117.7

Passiver Erddruck - Überlagerung 1



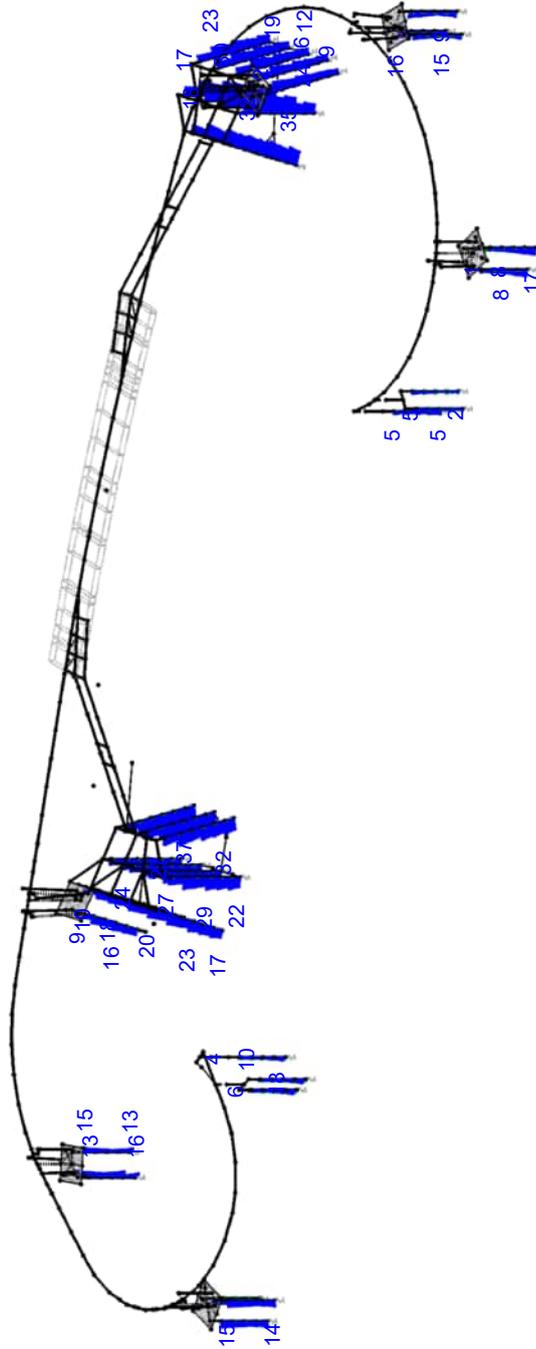
■ **MODELL**



■ **KONTAKTKRÄFTE p_z/p_v**

Isometrie

horizont. Pfahlpressungen - charakt.
(Detailausschnitt, ff.)



EK41 : GZG_super
Stäbe Kontaktkräfte p-z/p-v
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Stäbe Max p-z/p-v: 37, Min p-z/p-v: 0 [kN/m]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

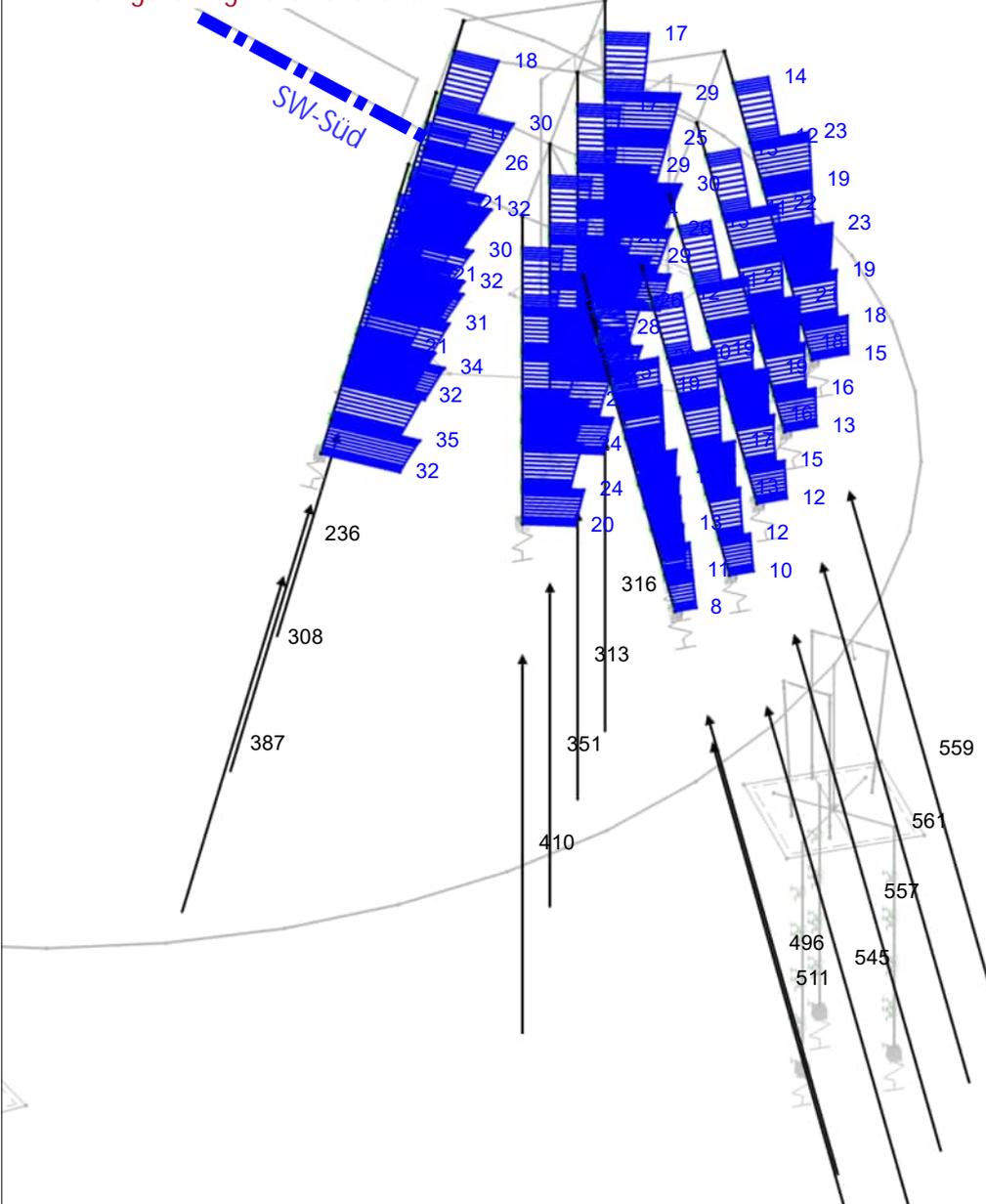
■ **KONTAKTKRÄFTE p_z/p_v , LAGERREAKTIONEN**

EK41 : GZG super
Stäbe Kontaktkräfte p-z/p-v
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie

horizont. Pfahlpressungen - charakt.

Pfahlgesamtgkraft - charakt.



Stäbe Max p-z/p-v: 35, Min p-z/p-v: 0 [kN/m]
Max P-X': 561, Min P-X': 0 kN
Max P-Y': 0, Min P-Y': 0 kN
Max P-Z': 410, Min P-Z': 0 kN

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

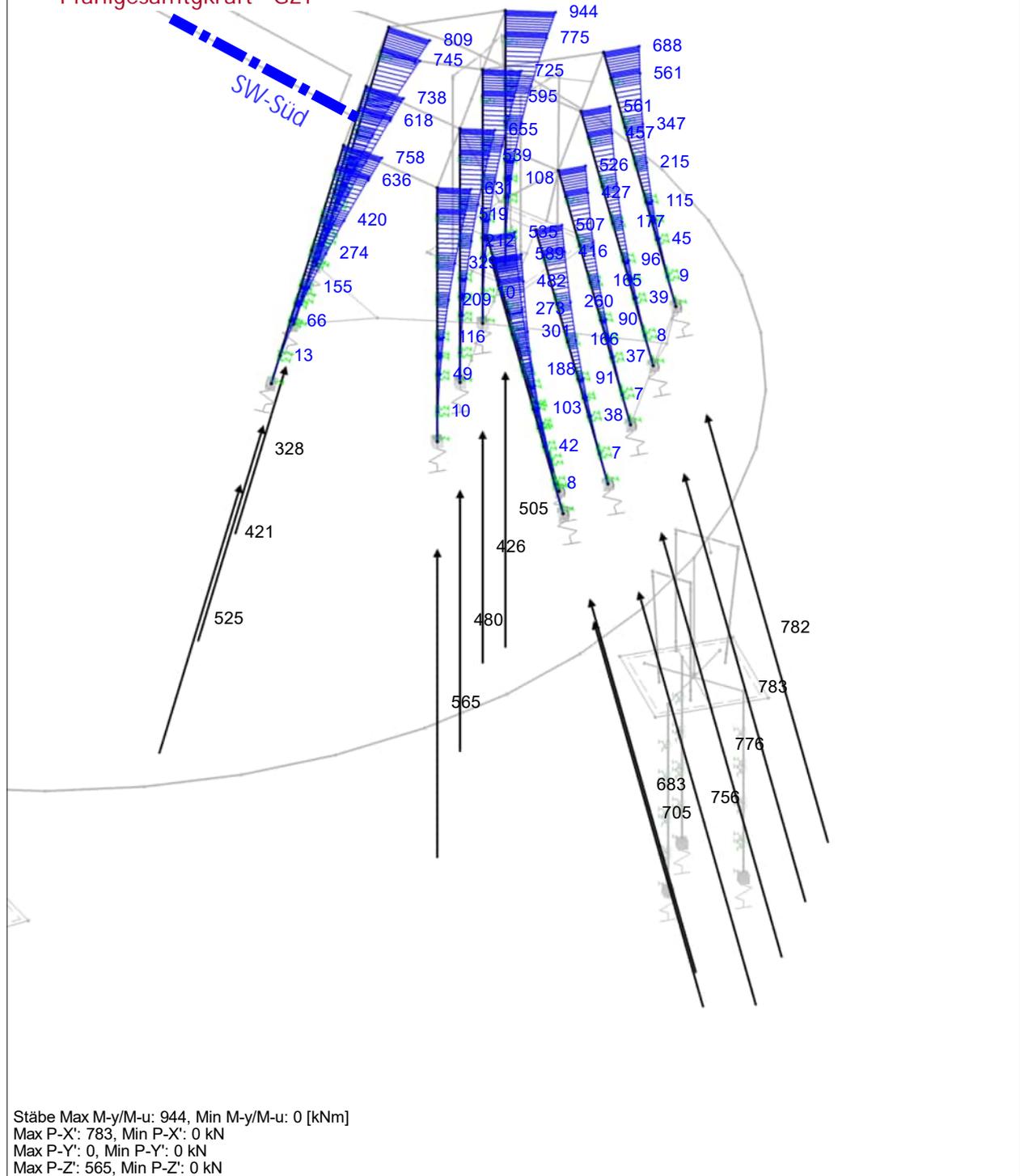
■ **SCHNITTGRÖSSEN M_y/M_u , LAGERREAKTIONEN**

EK40 : GZT_super
Stäbe Schnittgrößen M_y/M_u
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie

Pfahleinspannmoment - GZT

Pfahlgesamtgkraft - GZT



Datum: 03.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

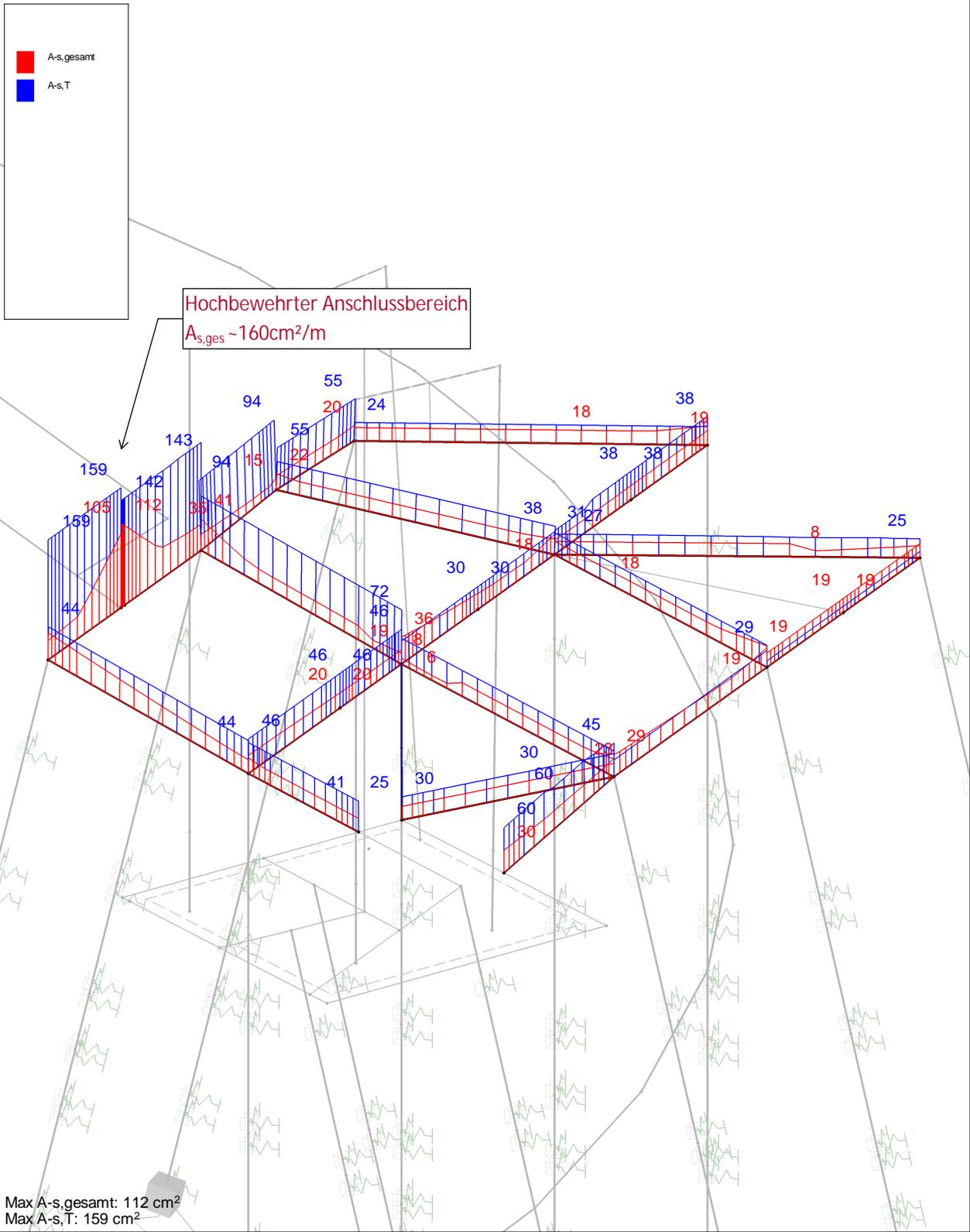
Blatt:

1

ERGEBNISSE

RF-BETON Stäbe FA1
Stahlbetonbemessung von Stäben

Isometrie





Sprengwerkgründung SW1, Nord

UK_{Bodenplatte} bzw. UK_{Pfahlrost} Ordinate [müNHN] = 0

Pfahlgeometrie

Durchmesser d [m] = 0,8
 Fläche A [m²] = 0,503
 Umfang U [m] = 2,51
 Länge L [m] = 8,00
 OK_{Pfahl} Ordinate [müNHN] = 0,00
 UK_{Pfahl} Ordinate [müNHN] = -8,00

1. Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d}$

Schicht 1 von Ordinate [müNHN] = 0,00
 Schicht 1 bis Ordinate [müNHN] = -1,50
 Schichthöhe h_{s1} [m] = 1,50
 Mantelfläche A_{s1} [m²] = 3,77
 Pfahlmantelreibung $q_{s,d,1}$ [kN/m²] = 0 0 (aus Bodengutachten)
 Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d,1}$ [kN] = 0

Schicht 2 von Ordinate [müNHN] = -1,50
 Schicht 2 bis Ordinate [müNHN] = -8,00
 Schichthöhe h_{s1} [m] = 6,50
 Mantelfläche A_{s1} [m²] = 16,34
 Pfahlmantelreibung $q_{s,d,1}$ [kN/m²] = 65/1,5 43 (aus Bodengutachten)
 Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d,1}$ [kN] = 702

Schicht 3 von Ordinate [müNHN] = -8,00
 Schicht 3 bis Ordinate [müNHN] = -8,00
 Schichthöhe h_{s2} [m] = 0,00
 Mantelfläche A_{s2} [m²] = 0,00
 Pfahlmantelreibung $q_{s,d,2}$ [kN/m²] = 0 0 (aus Bodengutachten)
 Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d,2}$ [kN] = 0

charakt. Pfahlmantelwiderstand $R_{s,k}$ [kN] = 983,44
 Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d}$ [kN] = 702
 zugehörige Pfahlkopfsetzung s_{sg} [cm] = 0,99
 max. zulässige Pfahlkopfsetzung η [l] = 0,33 < 1,0 Nachweis erbracht

2. Pfahlfußwiderstand $R_{b,d}$ (s)

Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,02
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1000/1,4$	714 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	359,0
Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,03
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1300/1,4$	929 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	466,8
Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,1
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1700/1,4$	1214,3 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	610,4

3. Zusammenfassung

Bezogene Setzung s/D_s	Pfahlkopfsetzung [cm]	Mantelwiderstand		Gesamtwiderstand
		$R_{s,d}$ [kN]	$R_{b,d}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]
	$S_{sg} = 0,99$	702		
0,02	1,6	702	359,0	1061
0,03	2,4	702	466,8	1169
0,1	$S_g = 8$	702	610,4	1313

Federsteifigkeit Fuß

k_x [kN/m]
47400
34800
11700

$V_d < 1000\text{kN}$

Feder im GZG:
 $1061\text{kN} / 0,016\text{m} / 1,4 = -45000\text{kN/m}$

2. Pfahlfußwiderstand $R_{b,d}$ (s)

Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,02
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1000/1,4$	714 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	359,0
Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,03
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1300/1,4$	929 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	466,8
Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,1
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1700/1,4$	1214,3 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	610,4

3. Zusammenfassung

Bezogene Setzung s/D_s	Pfahlkopfsetzung [cm]	Mantelwiderstand		Gesamtwiderstand
		$R_{s,d}$ [kN]	$R_{b,d}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]
	$S_{sg} = 0,8$	432		
0,02	1,6	432	359,0	791
0,03	2,4	432	466,8	899
0,1	$S_g = 8$	432	610,4	1043

$V_d < 700\text{kN}$

Federsteifigkeit Fuß

k_x [kN/m]
35300
26800
9300

Annahme: 35000kN/m



Sprengwerkgründung SW2, Süd

UK_{Bodenplatte} bzw. UK_{Pfahlrost} Ordinate [müNHN] = 0

Pfahlgeometrie

Durchmesser d [m] = 0,8
 Fläche A [m²] = 0,503
 Umfang U [m] = 2,51
 Länge L [m] = 8,00
 OK_{Pfahl} Ordinate [müNHN] = 0,00
 UK_{Pfahl} Ordinate [müNHN] = -8,00

1. Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d}$

Schicht 1 von Ordinate [müNHN] = 0,00
 Schicht 1 bis Ordinate [müNHN] = -2,00
 Schichthöhe h_{s1} [m] = 2,00
 Mantelfläche A_{s1} [m²] = 5,03
 Pfahlmantelreibung $q_{s,d,1}$ [kN/m²] = 0 0 (aus Bodengutachten)
 Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d,1}$ [kN] = 0

Schicht 2 von Ordinate [müNHN] = -2,00
 Schicht 2 bis Ordinate [müNHN] = -8,00
 Schichthöhe h_{s1} [m] = 6,00
 Mantelfläche A_{s1} [m²] = 15,08
 Pfahlmantelreibung $q_{s,d,1}$ [kN/m²] = 50/1,4 35,7 (aus Bodengutachten)
 Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d,1}$ [kN] = 539

Schicht 3 von Ordinate [müNHN] = -8,00
 Schicht 3 bis Ordinate [müNHN] = -8,00
 Schichthöhe h_{s2} [m] = 0,00
 Mantelfläche A_{s2} [m²] = 0,00
 Pfahlmantelreibung $q_{s,d,2}$ [kN/m²] = 0 0 (aus Bodengutachten)
 Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d,2}$ [kN] = 0

charakt. Pfahlmantelwiderstand $R_{s,k}$ [kN] = 753,98
 Pfahlmantelwiderstand $R_{s,d}$ [kN] = 539
 zugehörige Pfahlkopfsetzung s_{sg} [cm] = 0,88
 max. zulässige Pfahlkopfsetzung η [l] = 0,29 < 1,0 Nachweis erbracht

2. Pfahlfußwiderstand $R_{b,d}$ (s)

Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,02
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1000/1,4$	714 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	359,0
Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,03
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1300/1,4$	929 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	466,8
Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,1
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	= $1700/1,4$	1214,3 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	610,4

3. Zusammenfassung

Bezogene Setzung s/D_s	Pfahlkopfsetzung [cm]	Mantelwiderstand		Gesamtwiderstand
		$R_{s,d}$ [kN]	$R_{b,d}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]
	$S_{sg} = 0,88$	539		
0,02	1,6	539	359,0	898
0,03	2,4	539	466,8	1005
0,1	$S_g = 8$	539	610,4	1149

Federsteifigkeit Fuß

k_x [kN/m]
40100
29900
10300

$V_d < 900\text{kN}$

Annahme: 40000kN/m

2. Pfahlfußwiderstand $R_{b,d}$ (s)

Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,02
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	=	1000/1,4 = 714 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	359,0

Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,03
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	=	1300/1,4 = 929 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	466,8

Bezogene Setzung	s/D_s	[/]	=	0,1
Pfahlspitzendruck	$q_{b,d}$	[kN/m ²]	=	1700/1,4 = 1214,3 (aus Bodengutachten)
Pfahlfußwiderstand	$R_{b,d}$	[kN]	=	610,4

3. Zusammenfassung

Bezogene Setzung s/D_s	Pfahlkopfsetzung [cm]	Mantelwiderstand		Gesamtwiderstand
		$R_{s,d}$ [kN]	$R_{b,d}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]
	$S_{sg} = 0,75$	359		
0,02	1,6	359	359,0	718
0,03	2,4	359	466,8	826
0,1	$S_g = 8$	359	610,4	969

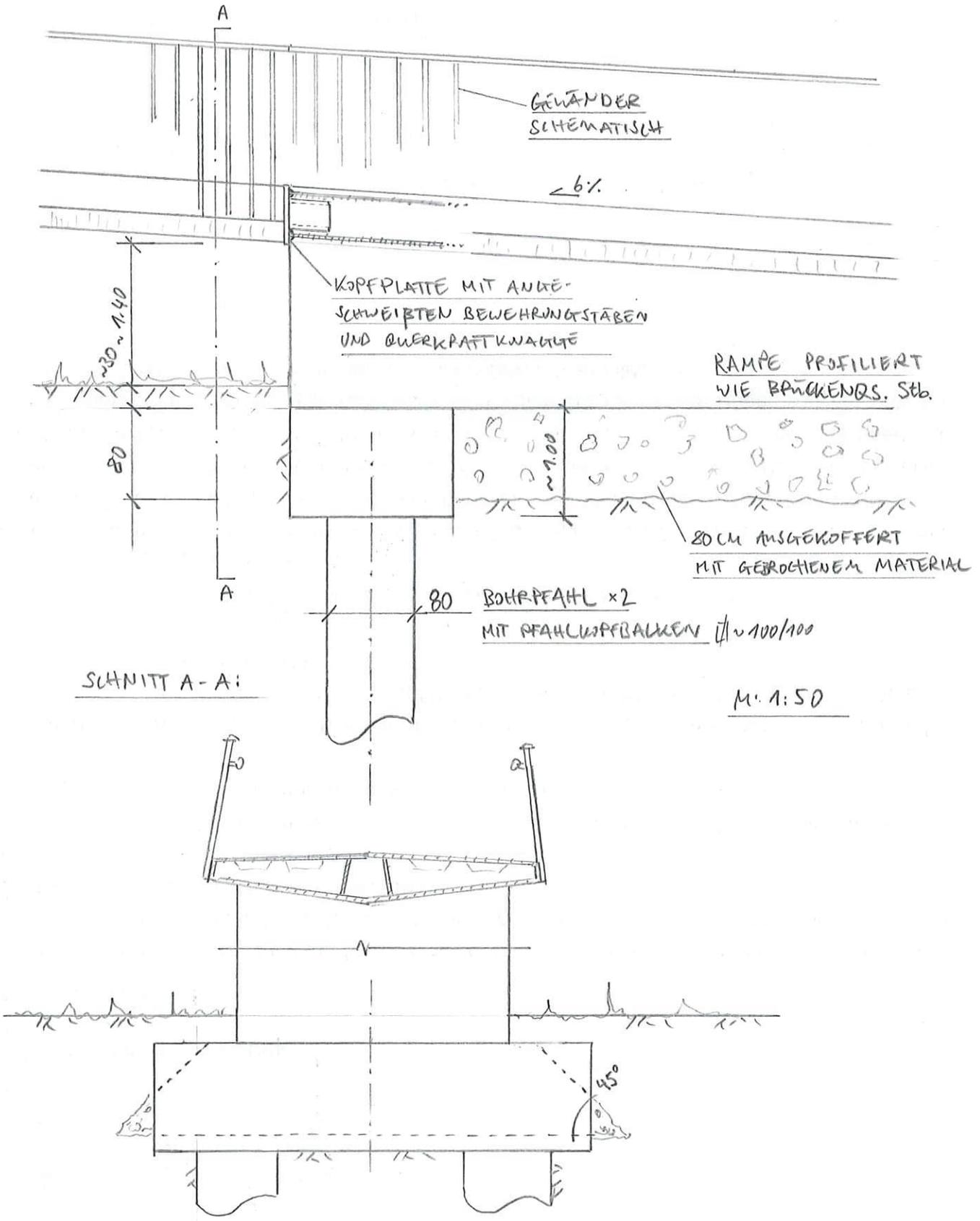
Federsteifigkeit Fuß

k_x [kN/m]
32100
24600
8700

Annahme: 30000kN/m

$V_d < 650kN$

7.3 Detailbetrachtungen





SCHUBKNAGEL

$H_A \hat{=} 3050 \text{ kN}$, DRUCKFLÄCHE MIT $f_{cd} = \frac{31,5}{1,5} \cdot 0,85 = 1,983 \text{ kN/cm}^2$

$F_{Hd} \hat{=} 35 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm} \cdot 1,983 \text{ kN/cm}^2 = 3,47 \text{ MN}$

$M_y = 2700 \text{ kNm}$

Hauptsächlich infolge Anprall

$M_z \hat{=} 3050 \text{ kNm}$

$M_T \hat{=} 290 \text{ kNm}$

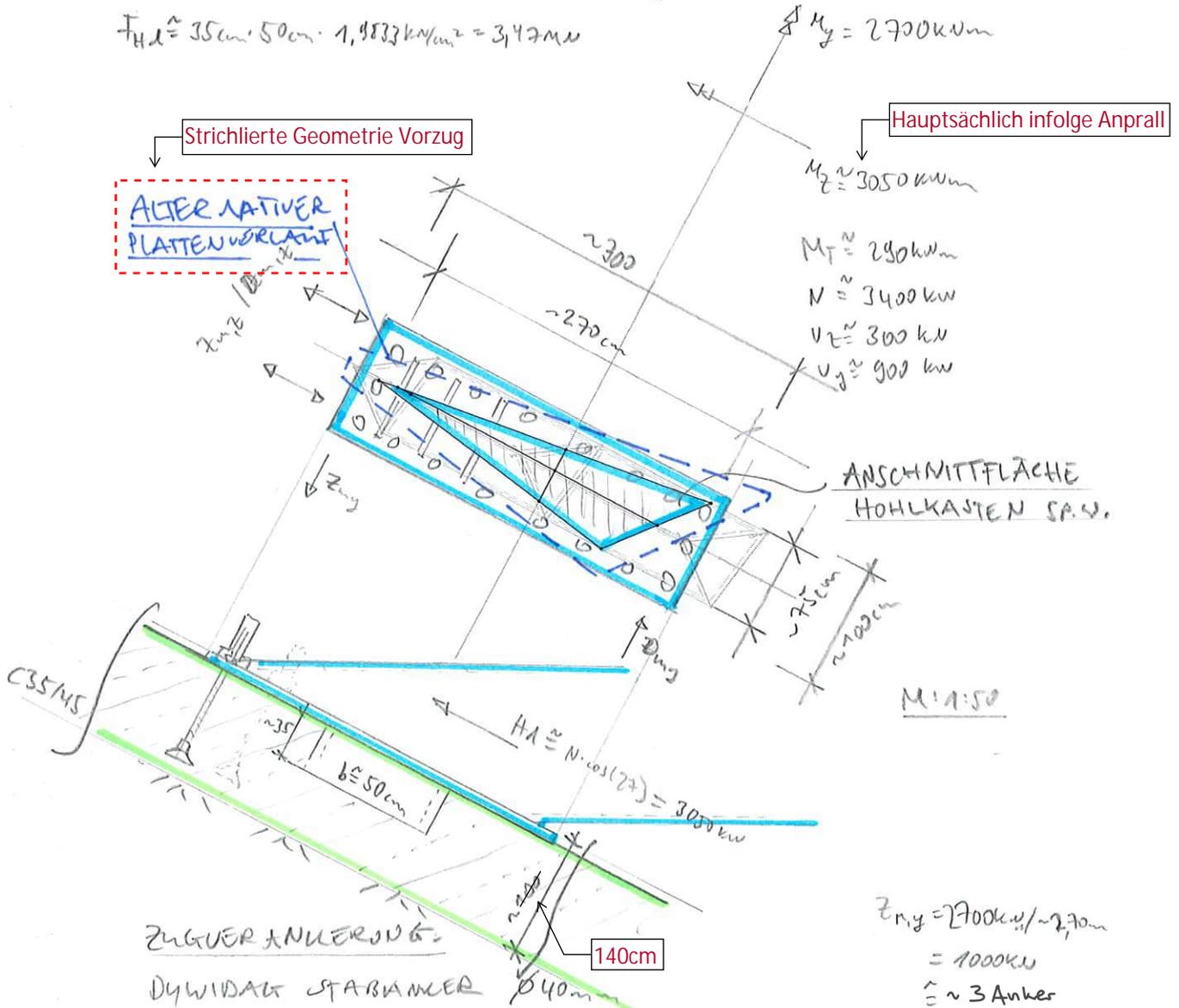
$N \hat{=} 3400 \text{ kN}$

$V_z \hat{=} 300 \text{ kN}$

$V_y \hat{=} 900 \text{ kN}$

Strichlierte Geometrie Vorzug

ALTERNATIVER
 PLATTENVERLAUF



ANSCHNITTFLÄCHE
 HOHLKASTEN SA.V.

M: 1:50

$H_A \hat{=} N \cdot \cos(27) = 3050 \text{ kN}$

ZUGVERANKERUNG:

DYWIDAG STABANKER
 GEWINDETAHL B500D, $F_{yk} = 628 \text{ kN}$
 MIT ANKERPLATTE
 $\gamma_M = 1,15$

Z-32.1-2

$\Rightarrow F_{yd} \hat{=} 540 \text{ kN/stab}$

$Z_{ny} = 2700 \text{ kNm} / 2,70 \text{ m}$

$= 1000 \text{ kN}$

$\hat{=} \sim 3 \text{ Anker}$

$Z_{nz} = 3050 \text{ kNm} / 0,75 \text{ m}$

$= 4070 \text{ kN}$

$\hat{=} \sim 8 \text{ Anker}$

VERANKERUNGSLÄNGE:

$l_{s,90} = \frac{628000 \text{ N}}{\pi \cdot 10 \cdot 3,4 \cdot 0,92} = 1591,7 \text{ cm} \hat{=} 160 \text{ cm}$

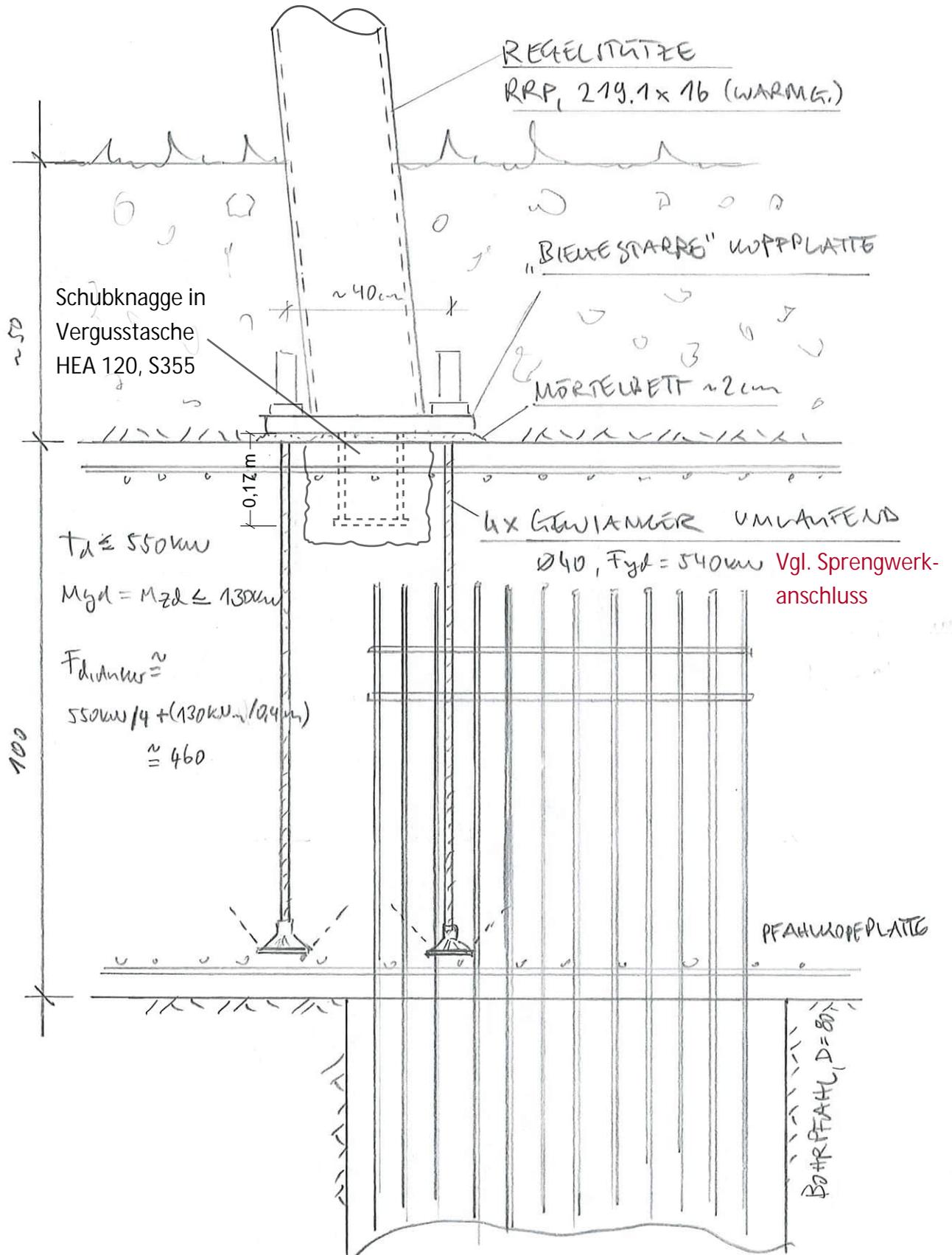
Verankerungsplatte

$\alpha_n = 0,4$

$d = 40 \geq 32 \text{ mm}$

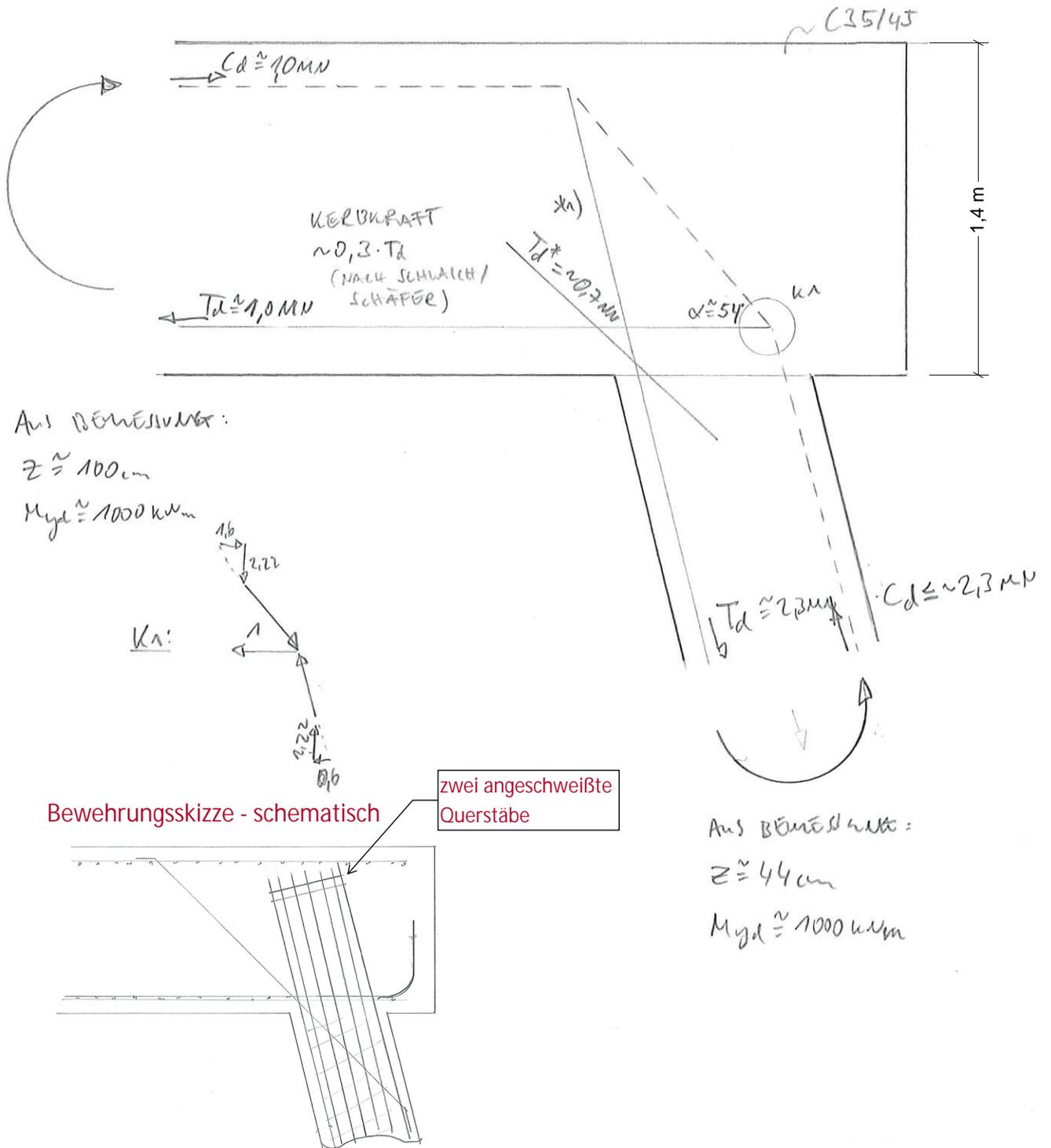
$(172 - d_1) / 100 = 0,92$

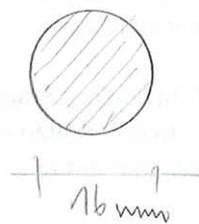
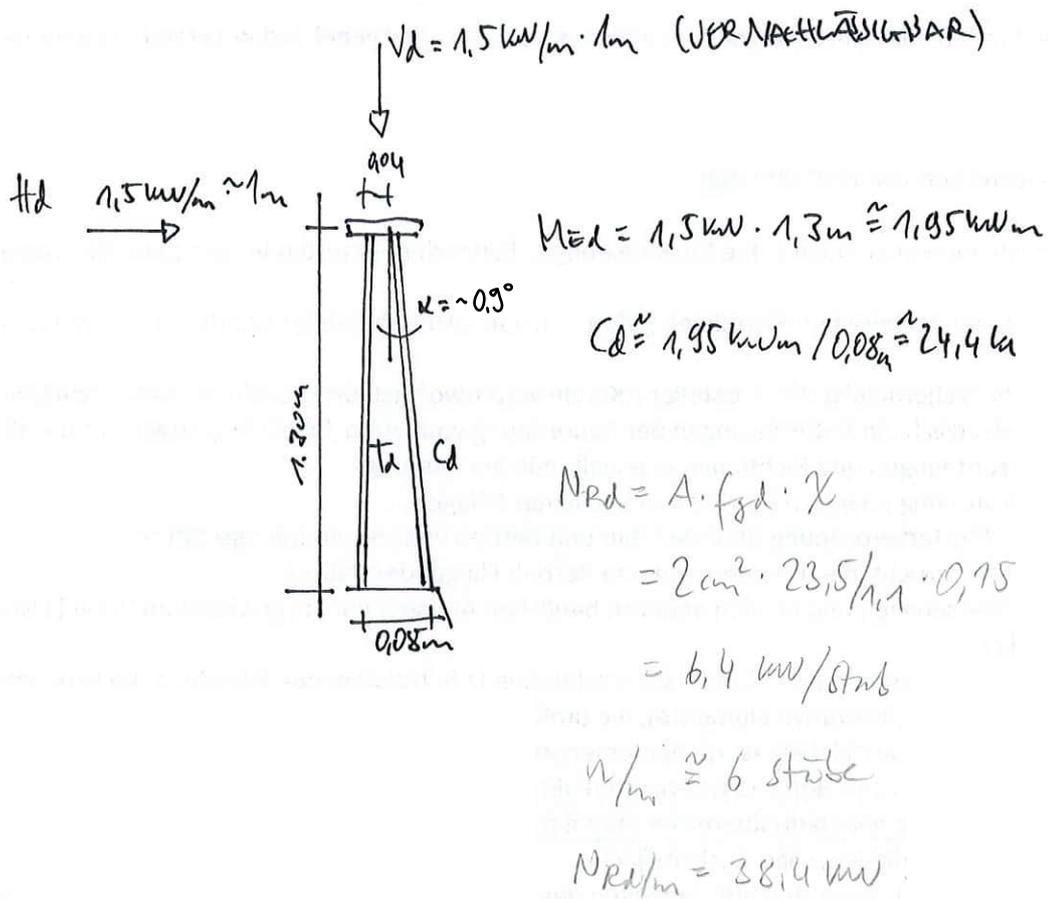
$160 \cdot 0,4 = 64 \text{ cm} \sim 100 \checkmark$





1*) BEWEHRUNGSKORB MIT ZWEI ANGESCHWEIßTEN
 RINGBÜHLEN $l_{brgd} = 90\text{cm}$, $l_{bd} \approx 0,5 \cdot 90 \approx 45\text{cm}$





$$I = \frac{\pi}{4} r^4 = 0,322 \text{ cm}^4$$

$$A = 2,0 \text{ cm}^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = 0,4 \text{ cm}$$

$$\beta \approx 0,7$$

$$\lambda = \frac{130 \text{ cm} \cdot 0,7}{0,4 \text{ cm}}$$

$$= 228$$

Unidirektional C:

$$\chi = 0,15$$

7.4 Auszug statische Berechnung

Datum: 06.11.2023 Projekt: Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp Blatt: 1

MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	: aktuell_NEN_3_BR01_Temp
	Modelltyp	: 3D
Optionen	Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	<input type="checkbox"/> RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen	
	<input type="checkbox"/> RF-ZUSCHNITT	
	<input type="checkbox"/> Rohrleitungsanalyse	
	<input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden	
	<input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen	
	Erdbeschleunigung	g : 10.00 m/s ²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	: 0.200 m
	Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ	: 0.001 m
	Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		: 500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik	
	<input checked="" type="checkbox"/> Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen		
	<input checked="" type="checkbox"/> Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt		
Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	: 1.800
	Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	: 0.50 °
	Form der Finiten Elemente:		: Drei- und Vierecke <input checked="" type="checkbox"/> Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehn. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 235 * 1,1 21000.00	8076.92	0.300	86.40	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
2	Beton C35/45 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 3400.00	1416.67	0.200	25.00	1.00E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
3	Gründung Beton C30/37 abgemindert um ? = 18kN/m ³ 3300.00	1375.00	0.200	7.00	1.00E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
	Beton C30/37						
4	Baustahl S 355 N DIN EN 1993-1-1:2010-12 21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
5	Baustahl S 355 EN 10025-2:2004-11 21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
6	Baustahl S 235 * 1,1 21000.00	8076.92	0.300	86.40	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp		Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Fläche A [m ²]	Gewicht G [kg]
	Geometrie	Steifigkeit						
1	Eben	Standard	695,696,399,697,698,400	2	Konstant	1000.0	7.007	17516.80
2	Eben	Standard	699,402,700,701,403,702	2	Konstant	1000.0	7.007	17516.90
3	Eben	Standard	703,409,704,705,410,706	2	Konstant	1000.0	7.007	17516.90
4	Eben	Standard	707,708,406,709,710,407	2	Konstant	1000.0	7.007	17516.90
6	Eben	Standard	715,716,120,717,356-358,718,122,83,361	2	Konstant	1400.0	7.007	24523.50



Datum: 06.11.2023

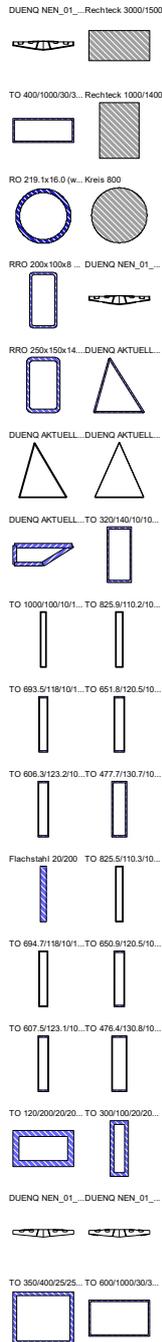
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

1.13 QUERSCHNITTE



Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_r [cm ⁴]		$I_{y/lu}$ [cm ⁴]		$I_{z/v}$ [cm ⁴]		Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm ²]	$I_{y/lu}$ [cm ²]	$I_{z/v}$ [cm ²]	$A_{y/lu}$ [cm ²]	$A_{z/v}$ [cm ²]	Breite b			Höhe h	
1	DUENQ NEN_01_ST1 1	1137339.75 1571.16	371446.44 1008.19	12690531.12 167.95		0.00	0.00			3215.0	479.4
2	Rechteck 3000/1500 2	231735936.00 45000.00	84375008.00 37500.00	337500019.10 37500.00		0.00	0.00			3000.0	1500.0
3	TO 400/1000/30/30/30/30 1	579169.69 804.00	225452.00 540.04	980012.00 132.20		0.00	0.00			1000.0	400.0
4	Rechteck 1000/1400 2	26117868.00 14000.00	22866666.00 11666.67	11666666.29 11666.67		0.00	0.00			1000.0	1400.0
5	RO 219.1x16.0 (warmgefertigt) 4	10590.00 102.00	5297.00 51.06	5297.00 51.06		0.00	0.00			219.1	219.1
6	Kreis 800 2	4021238.50 5026.55	2010619.25 4259.79	2010619.30 4259.79		0.00	0.00			800.0	800.0
7	RRO 200x100x8 (warmgefertigt) 1	1804.00 44.80	2234.00 9.87	739.00 28.32		0.00	0.00			100.0	200.0
8	DUENQ NEN_01_ST1_SCHUBVERZERRUNGEN 1	1137333.00 1396.43	334601.00 1035.12	11060853.15 184.71		0.00	0.00			3215.0	479.4
9	RRO 250x150x14.2 (warmgefertigt) 6	8102.00 103.00	8141.00 27.97	3576.00 61.12		0.00	0.00			150.0	250.0
10	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK UNTEN 5	1057101.50 1021.01	1455055.13 283.62	781374.46 505.99		-23.39	0.00			1027.1	1123.1
11	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK MITTE 5	1323578.38 848.25	1902504.13 228.96	969707.72 427.45		-17.10	0.00			1218.3	1415.0
12	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK OBEN 5	2494593.75 1037.95	3297079.00 304.43	1939322.88 496.90		0.00	0.00			1518.3	1714.0
13	DUENQ AKTUELL_NEN_3_TREPPENFUß 1	12637.38 215.17	4913.94 154.88	29341.94 27.22		-8.95	0.00			389.2	145.0
14	TO 320/140/10/10/10/10 1	7411.56 88.00	11229.33 16.20	2997.33 57.38		0.00	0.00			140.0	320.0
15	TO 1000/100/10/10/10/10 1	14773.50 216.00	205872.00 4.08	4152.00 176.07		0.00	0.00			100.0	1000.0
16	TO 825.9/110.2/10/10/10/10 1	14663.71 183.23	123935.09 5.77	4285.65 147.11		0.00	0.00			110.2	825.9
17	TO 693.5/118/10/10/10/10 1	13829.33 158.31	78503.05 7.49	4215.35 124.64		0.00	0.00			118.0	693.5
18	TO 651.8/120.5/10/10/10/10 1	13417.44 150.46	66854.86 8.14	4158.05 117.45		0.00	0.00			120.5	651.8
19	TO 606.3/123.2/10/10/10/10 1	12883.24 141.90	55496.70 8.92	4074.98 109.54		0.00	0.00			123.2	606.3
20	TO 477.7/130.7/10/10/10/10 1	10875.57 117.69	30285.86 11.59	3715.34 86.71		0.00	0.00			130.7	477.7
21	Flachstahl 20/200 1	49.97 40.00	1333.33 33.33	13.33 33.33		0.00	0.00			20.0	200.0
22	TO 825.5/110.3/10/10/10/10 1	14662.24 183.15	123758.80 5.77	4285.74 147.03		0.00	0.00			110.3	825.5
23	TO 694.7/118/10/10/10/10 1	13839.24 158.53	78834.10 7.48	4216.59 124.83		0.00	0.00			118.0	694.7
24	TO 650.9/120.5/10/10/10/10 1	13407.70 150.29	66618.57 8.16	4156.58 117.29		0.00	0.00			120.5	650.9
25	TO 607.5/123.1/10/10/10/10 1	12898.13 142.12	55772.41 8.90	4077.40 109.75		0.00	0.00			123.1	607.5



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

1.13 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm ⁴]	$I_{y/u}$ [cm ⁴]	$I_{z/v}$ [cm ⁴]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm ²]	$A_{y/u}$ [cm ²]	$A_{z/v}$ [cm ²]			Breite b	Höhe h
26	1	TO 476.4/130.8/10/10/10/10	30072.67	3710.59	0.00	0.00	130.8	476.4
		10850.76 117.44	11.62	86.47				
Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)								
27	1	TO 120/200/20/20/20/20	2197.33	5269.33	0.00	0.00	200.0	120.0
		4777.90 112.00	66.80	29.19				
28	1	TO 300/100/20/20/20/20	13712.00	2032.00	0.00	0.00	100.0	300.0
		5767.11 144.00	17.16	105.02				
29	1	DUENQ NEN_01_ST1_ABGLEICH KRP	359037.44	14310683.44	0.00	0.00	3379.0	448.9
		862262.56 1568.22	735.60	144.24				
30	1	DUENQ NEN_01_ST1_ABGLEICH KRP_SCHUBVERZERRUNGEN	316265.59	12367226.47	0.00	0.00	3379.0	449.0
		1146604.50 1374.10	1041.46	169.74				
31	1	TO 350/400/25/25/25/25	64166.67	79479.17	0.00	0.00	400.0	350.0
		106825.70 350.00	161.82	131.89				
32	1	TO 600/1000/30/30/30/30	566532.00	1262372.00	0.00	0.00	1000.0	600.0
		1193804.88 924.00	527.08	244.70				



1.19 STABBETTUNGEN

Bettung Nr.	Stab Nr.	$C_{1,x}$ [kN/m ²]	$C_{1,y}$ [kN/m ²]	$C_{1,z}$ [kN/m ²]	$C_{2,x}$ [kN]	$C_{2,y}$ [kN]	$C_{2,z}$ [kN]	C_ϕ [kNm/rad/m]
16	608,612,617,620,642-644,647,648,650,655-657,675,873-877,893-898,920 1-2m SW	0.000	1000.000	1000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	795-799,801,802,804-818,824,899,900,921 2-3m SW	0.000	2000.000	2000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	929-933,935-952,958,1001,1003 3-4m SW	0.000	2000.000	2000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	905-916,922,953-957,959-976,1002,1004,1005 4-5m SW	0.000	3000.000	3000.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	819-823,825-832,977-988,1006 5-6m SW	0.000	3500.000	3500.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	989-1000,1007,1013-1017,1019-1021,1024,1067,1068 6-7m SW	0.000	4500.000	4500.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	664,666,670,678,680,682,690,692,694,700,702,704,787,789,792,881,882 1-2m	0.000	2500.000	2500.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	878-880,883-886,1025-1036 2-3m	0.000	2500.000	2500.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	793,794,868,1037-1050,1063 3-4m	0.000	2500.000	2500.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	887-892,1051-1061,1064 4-5m	0.000	3000.000	3000.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

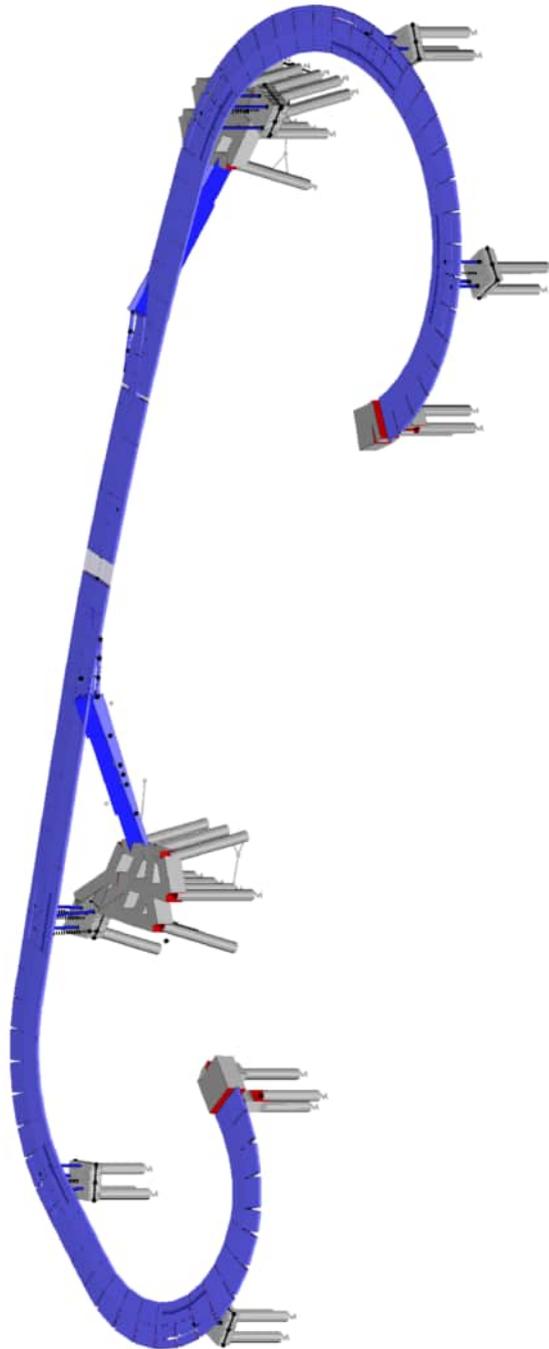
Blatt:

1

MODELL

isometrie

Modellübersicht



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

MODELL

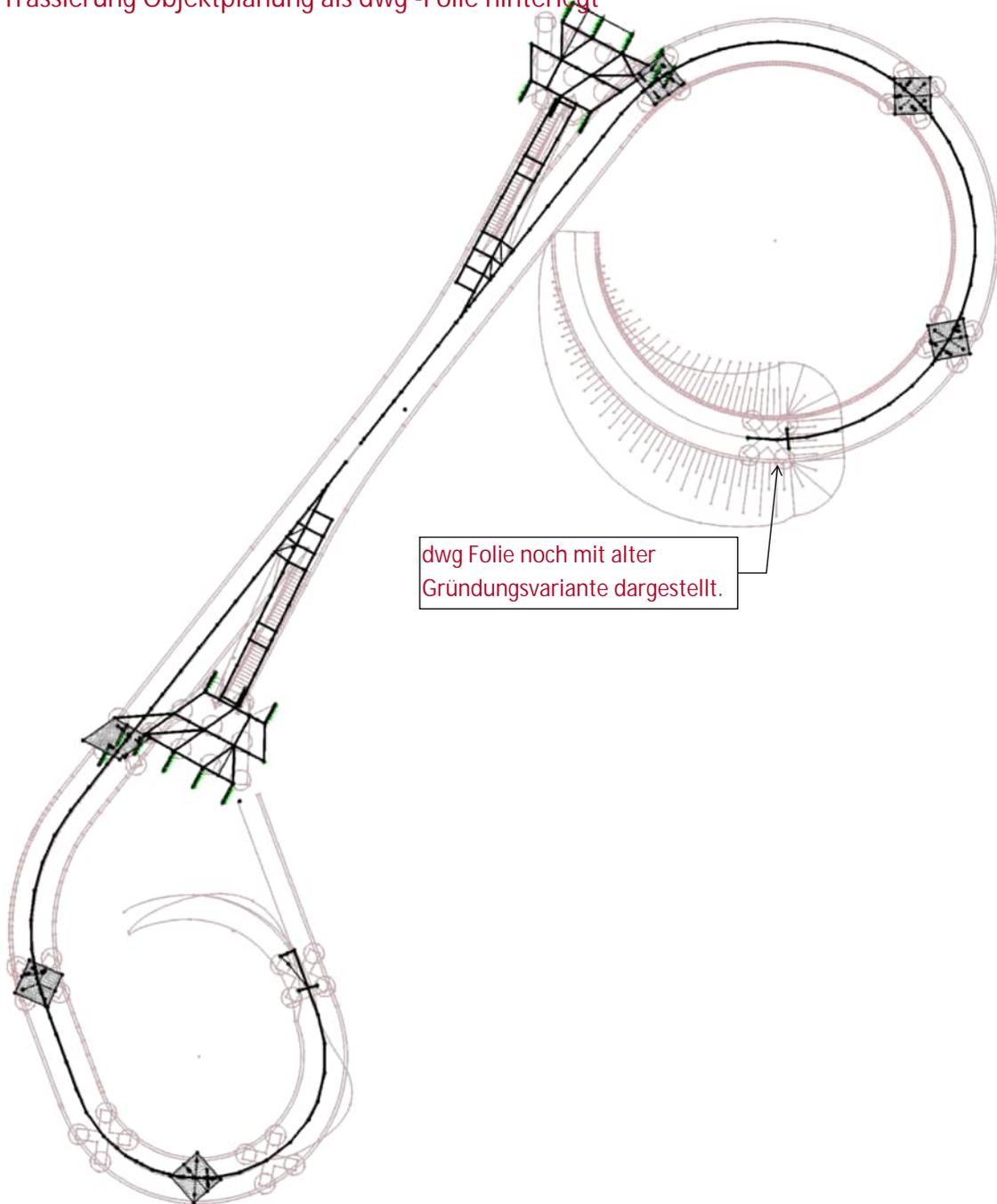
In Z-Richtung

Maßstäblicher Grundriss:

M1:500

Trassierung Objektplanung als dwg -Folie hinterlegt

10 m
M 1:500



dwg Folie noch mit alter
Gründungsvariante dargestellt.

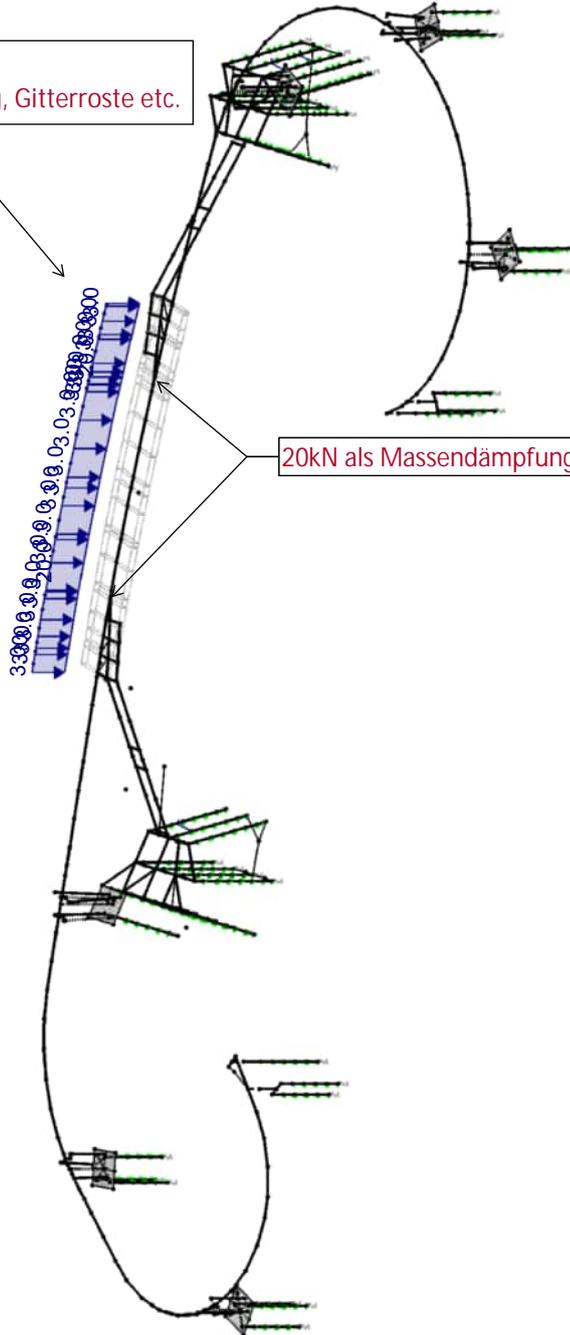
LF1: GK_1

Isometrie

Eigenlast - gk1

Pauschale Erhöhung:
Querschnittsaufbreiterung, Gitterroste etc.

20kN als Massendämpfung



LF1 : gk_1
Belastung [kN/m], [kN]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

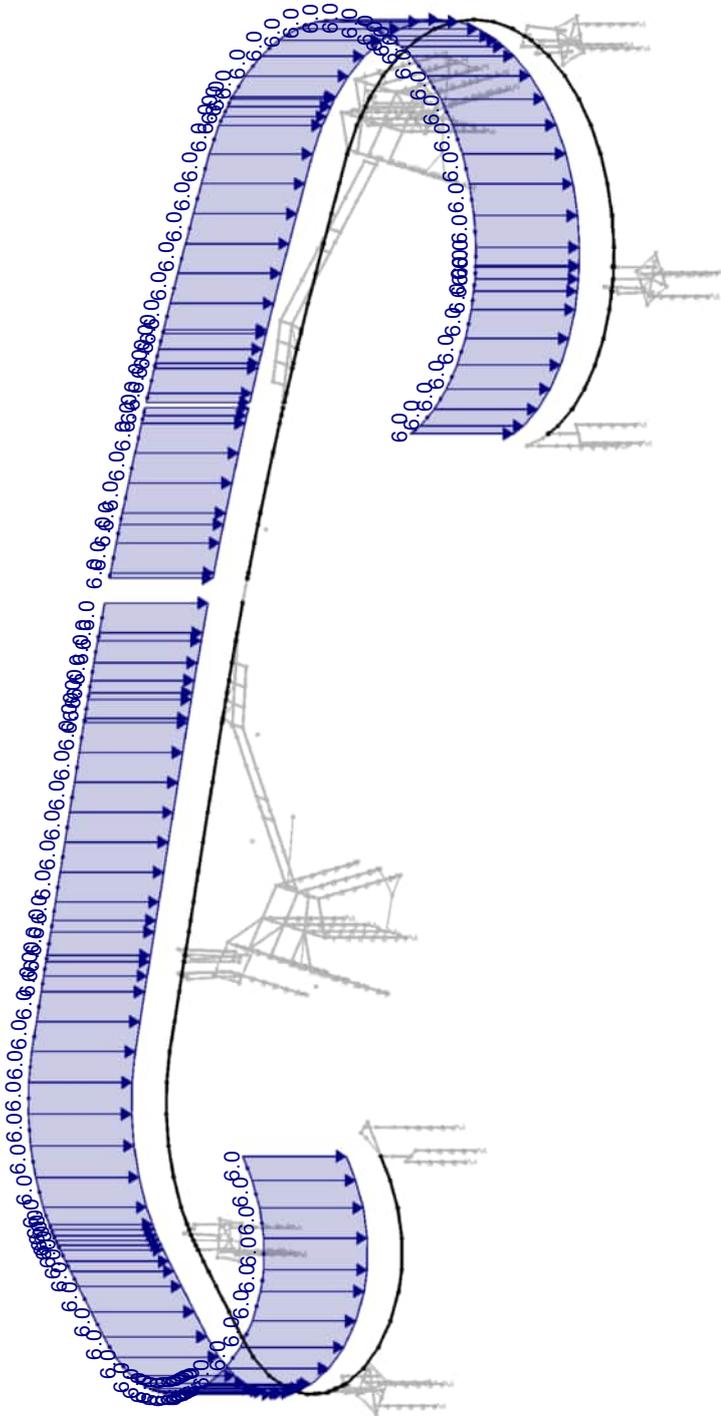
Blatt:

1

LF2: GK_2

Isometrie

Ausbaulast - gk2



LF2 : gk_2
Belastung [kN/m]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

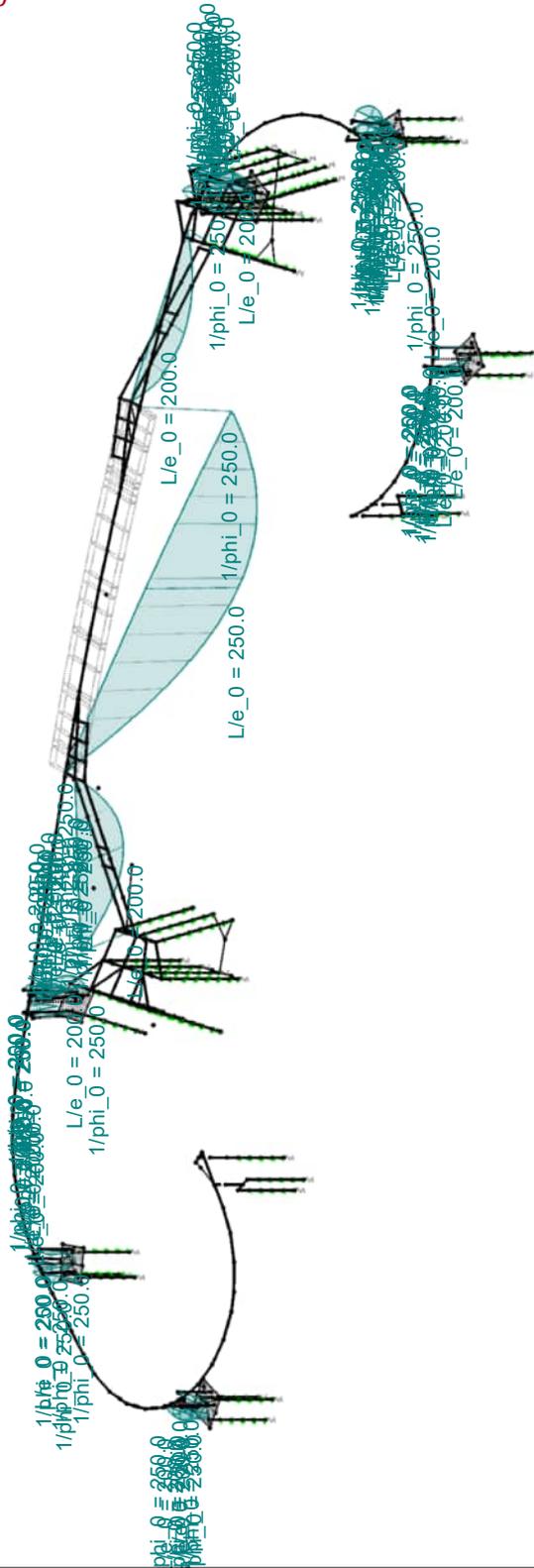
1

■ **LF3: IMP_SYM**

Isometrie

Imperfektionen - SW symmetrisch

LF3 : imp_sym
Belastung []



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

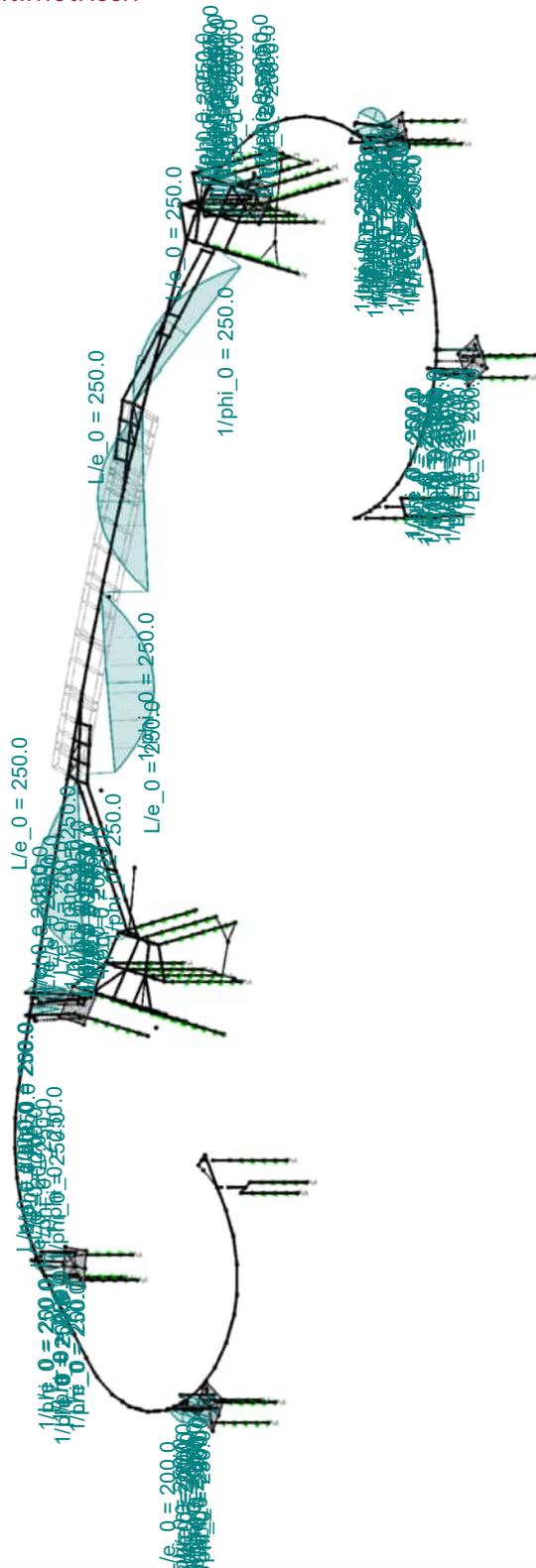
1

LF4: IMP_ASYM

Isometrie

Imperfektionen - SW antimetrisch

LF4 : imp_asym
Belastung [-]



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

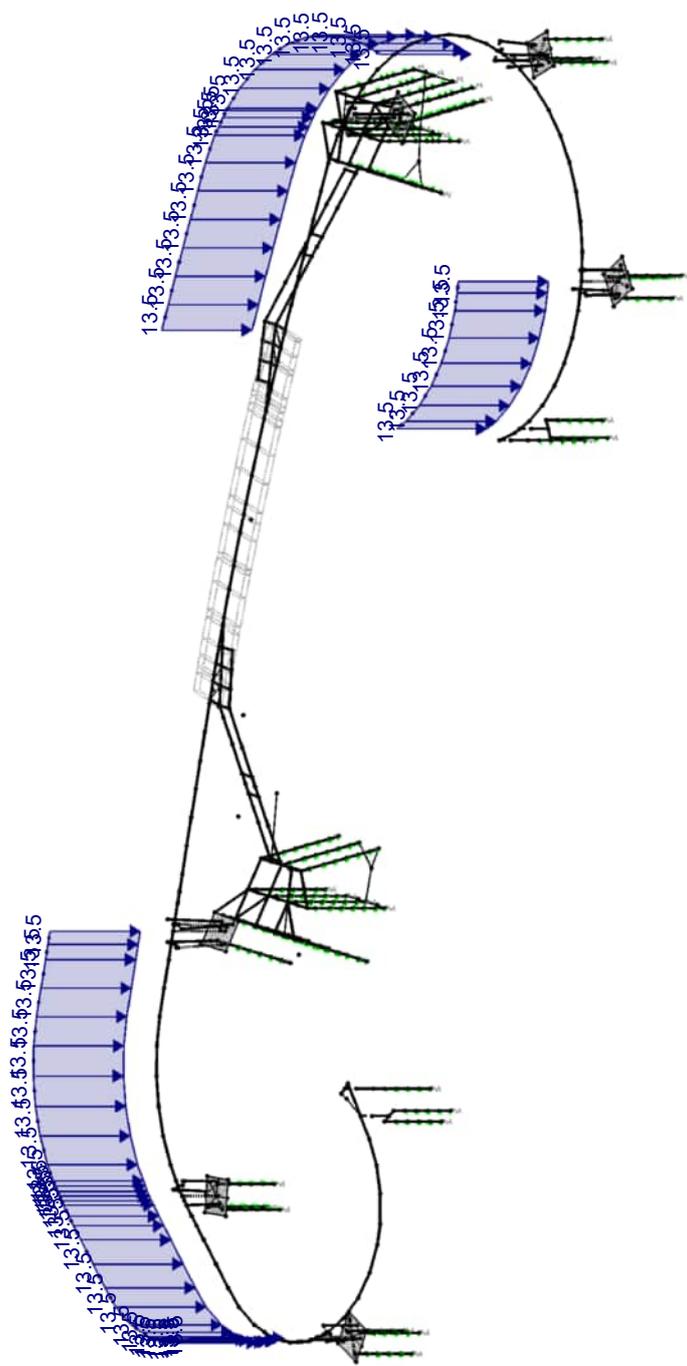
Blatt:

1

LF10: QK_1

Isometrie

Verkehrslast: 1
(max. Stützmomente, nicht bemessungsrelevant)



LF10 : qk_1
Belastung [kN/m]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

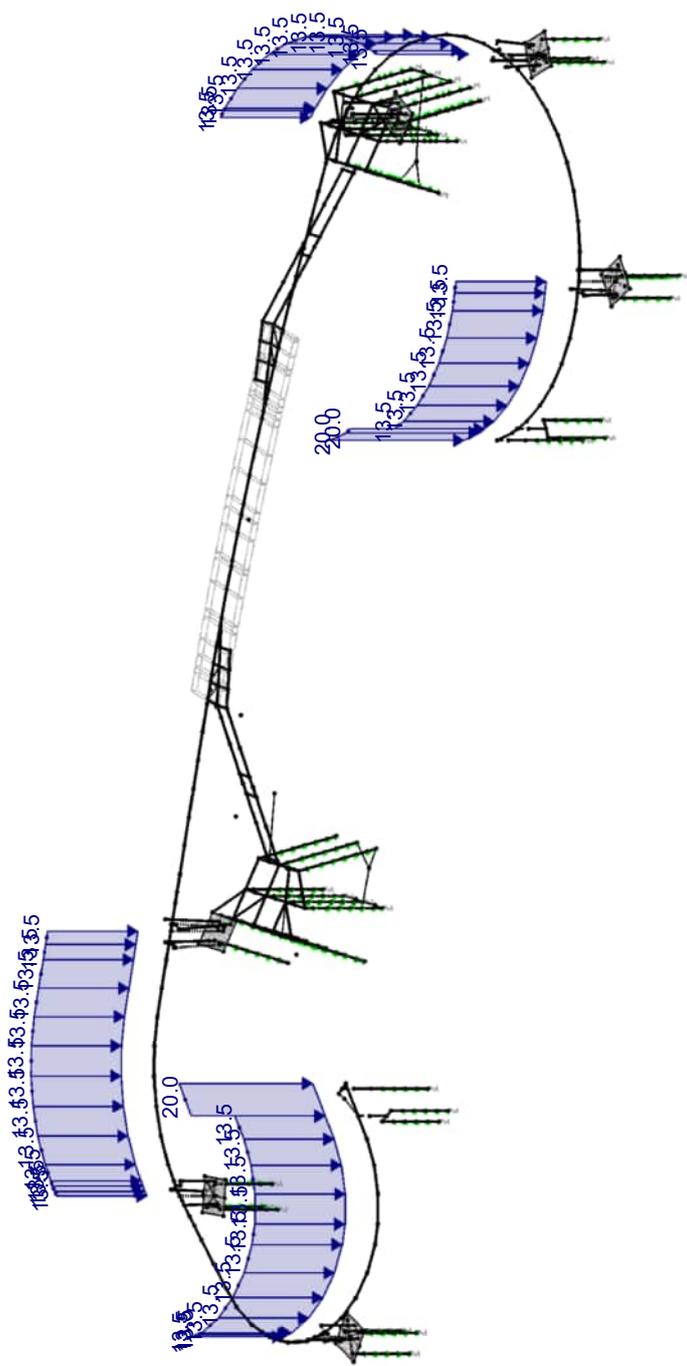
Blatt:

1

LF11: QK_2

Isometrie

Verkehrslast: 2



LF11 : qk_2
Belastung [kN/m]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

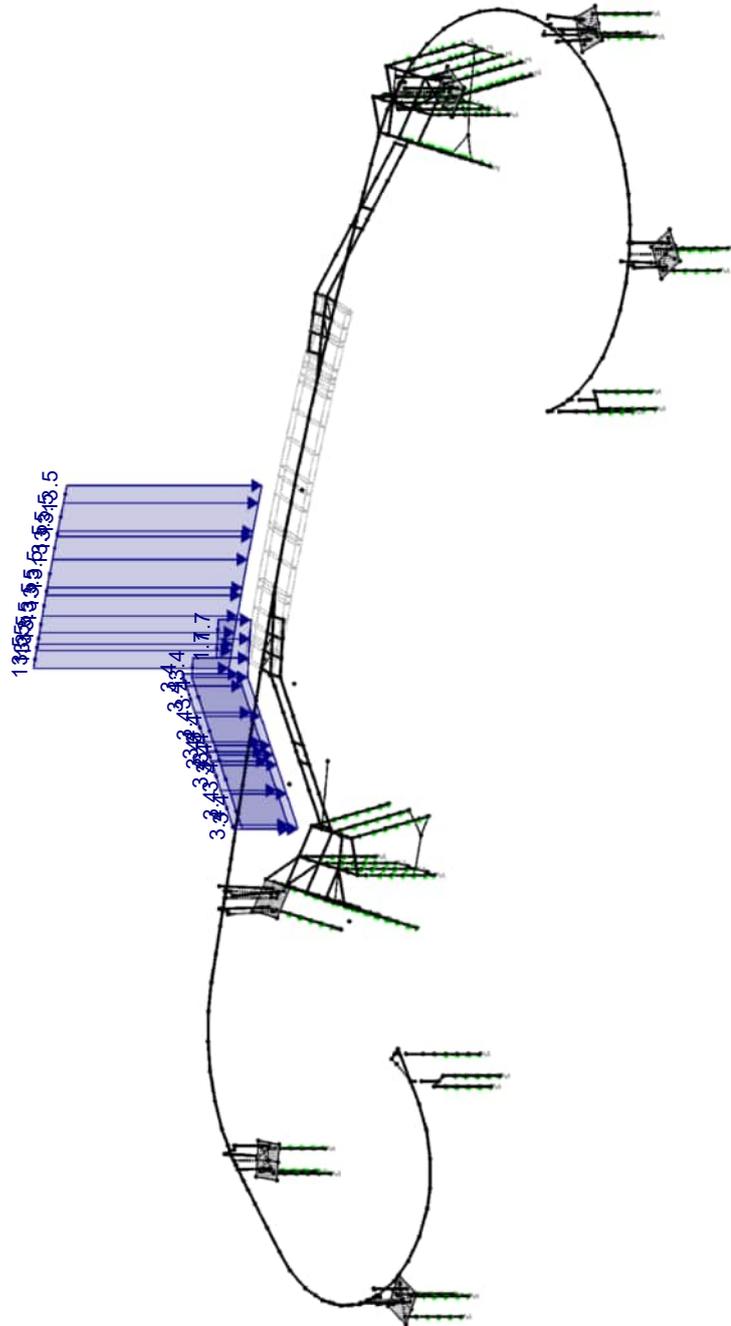
Blatt:

1

LF14: QK_5

Isometrie

Verkehrslast: 5



LF14 : qk_5
Belastung [kN/m]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

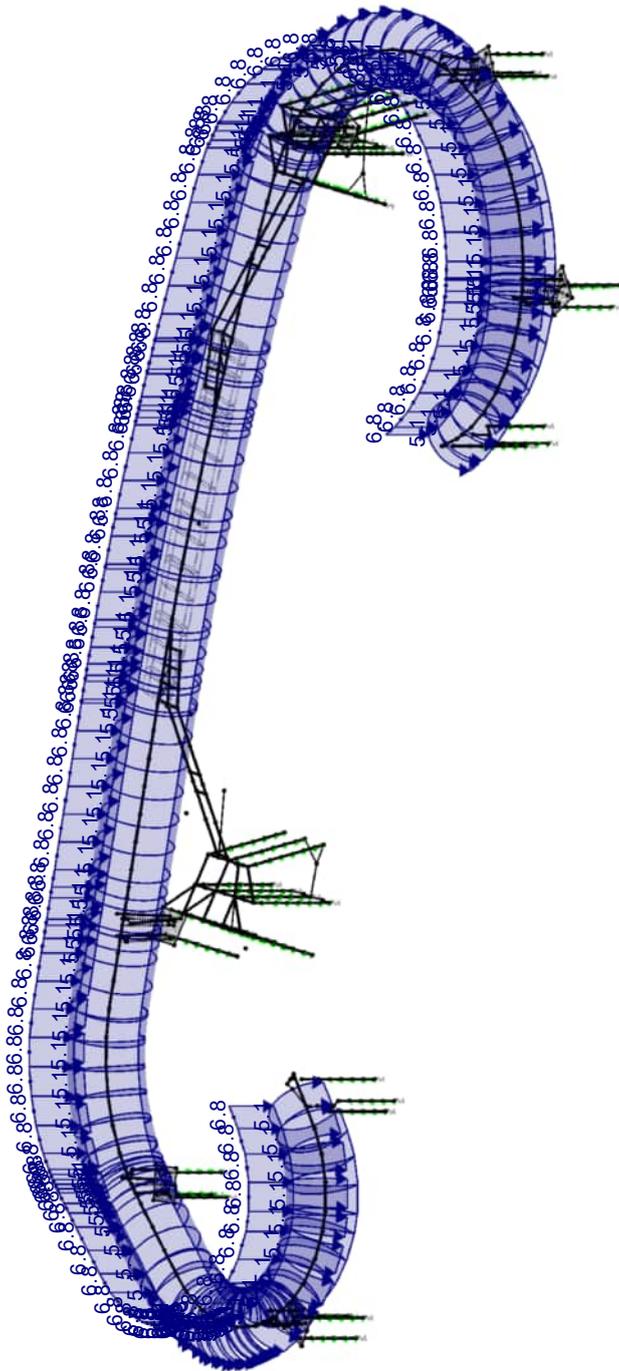
Blatt:

1

LF15: QK_6

Isometrie

halbseitige Belastung - außen



LF15 : qk_6
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

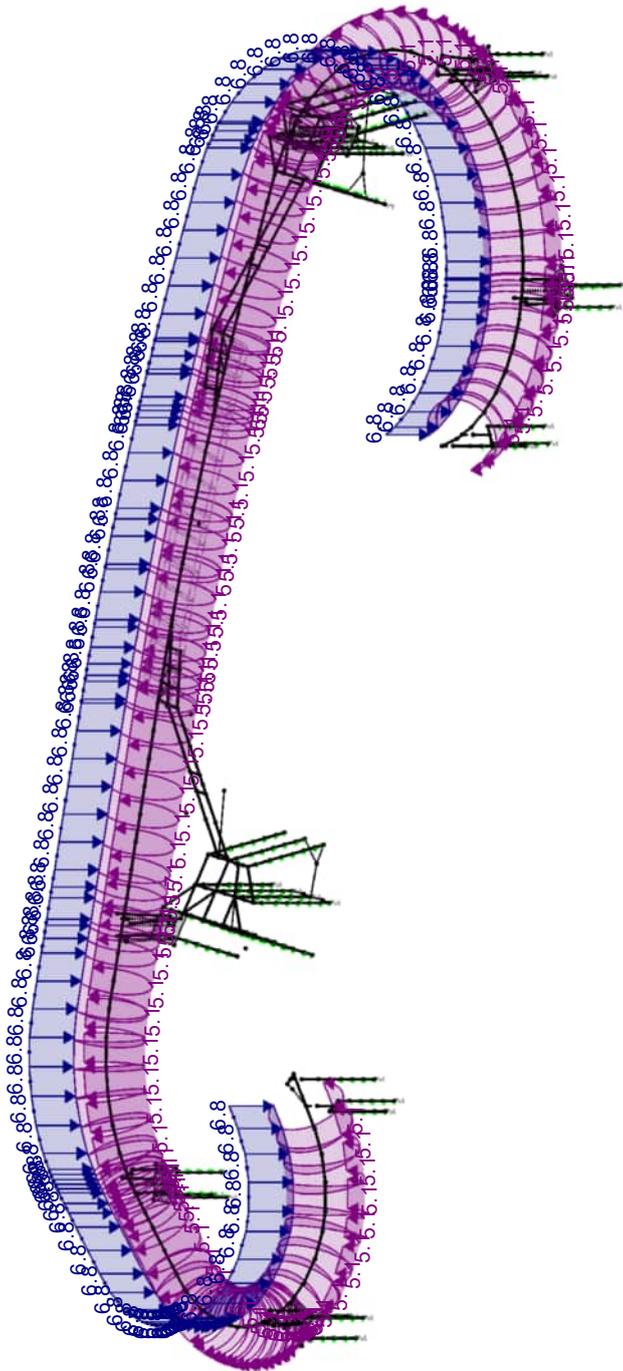
Blatt:

1

LF16: QK_7

Isometrie

halbseitige Belastung - innen

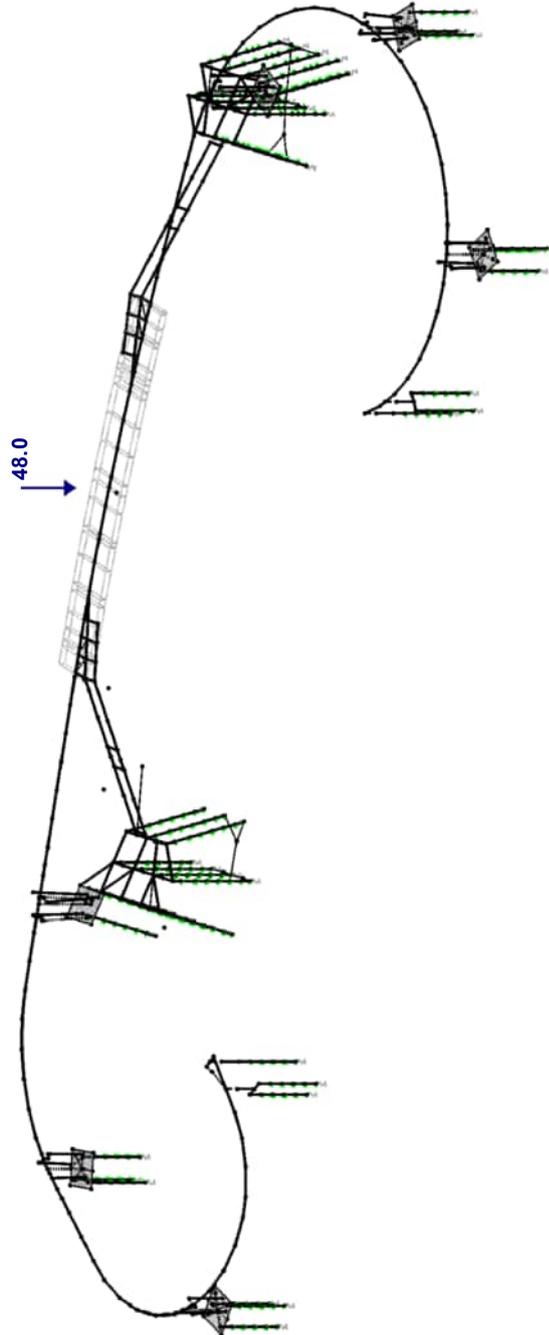


LF16 : qk_7
Belastung [kN/m], [kNm/m]

LF19: QK_1

Isometrie

Dienstfahrzeug (nicht bemessungsrelevant)



LF19 : QK_1
Belastung [kN]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

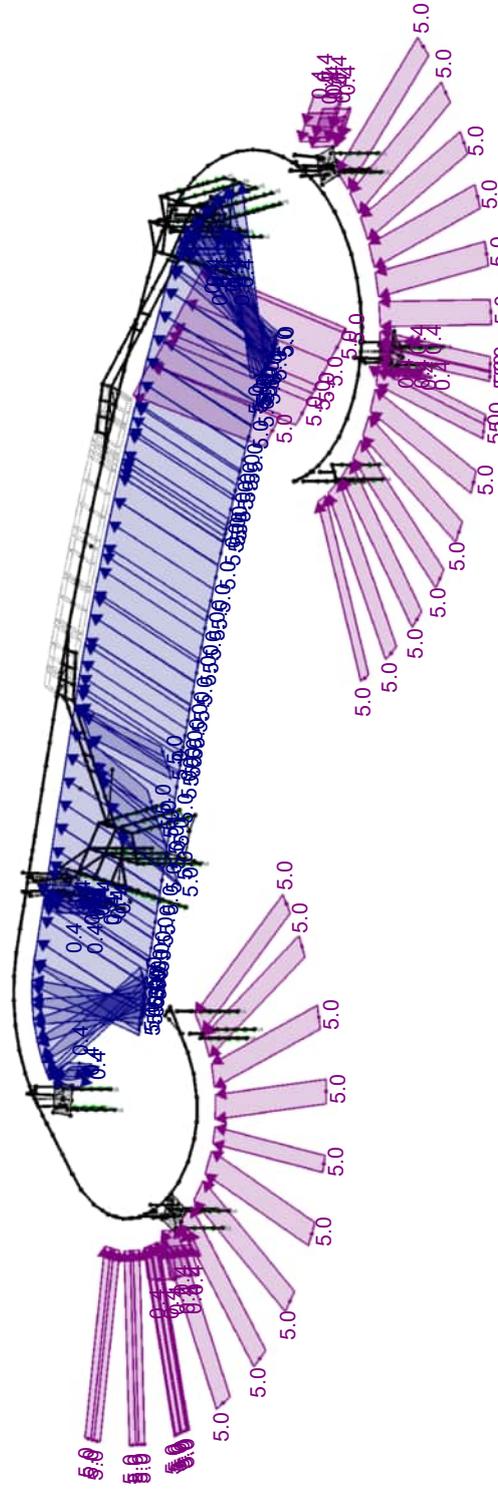
Blatt:

1

LF20: WK_NO

Isometrie

Windlast - exemplarisch



LF20 : wk_NO
Belastung [kN/m]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

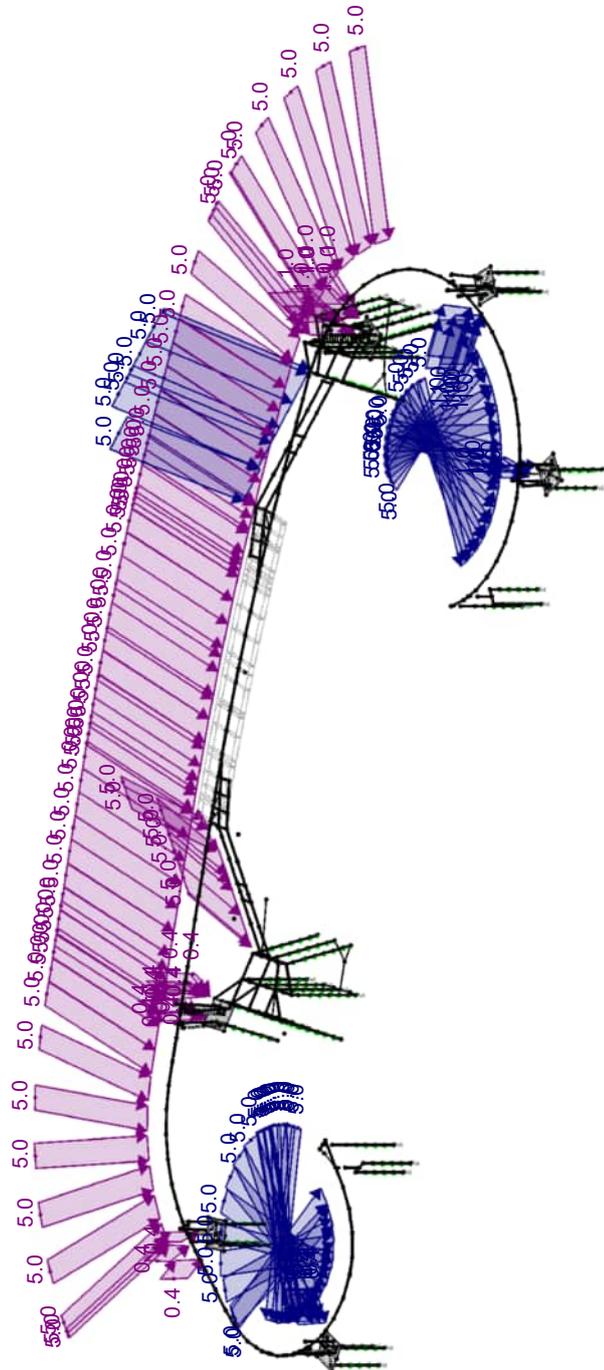
Blatt:

1

LF21: WK_SW

Isometrie

Windlast - exemplarisch



LF21 : wk_SW
Belastung [kN/m]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

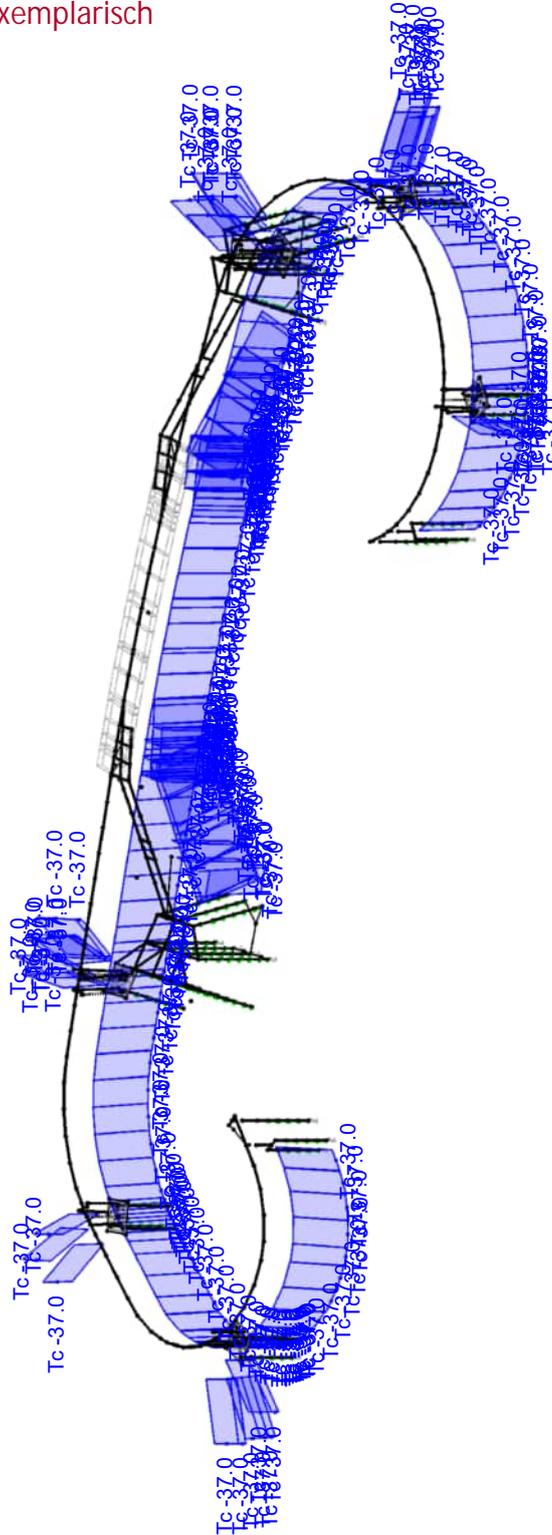
Blatt:

1

LF24: TK_1

Isometrie

Temperaturlast - exemplarisch



LF24 : TK_1
Belastung [°C]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

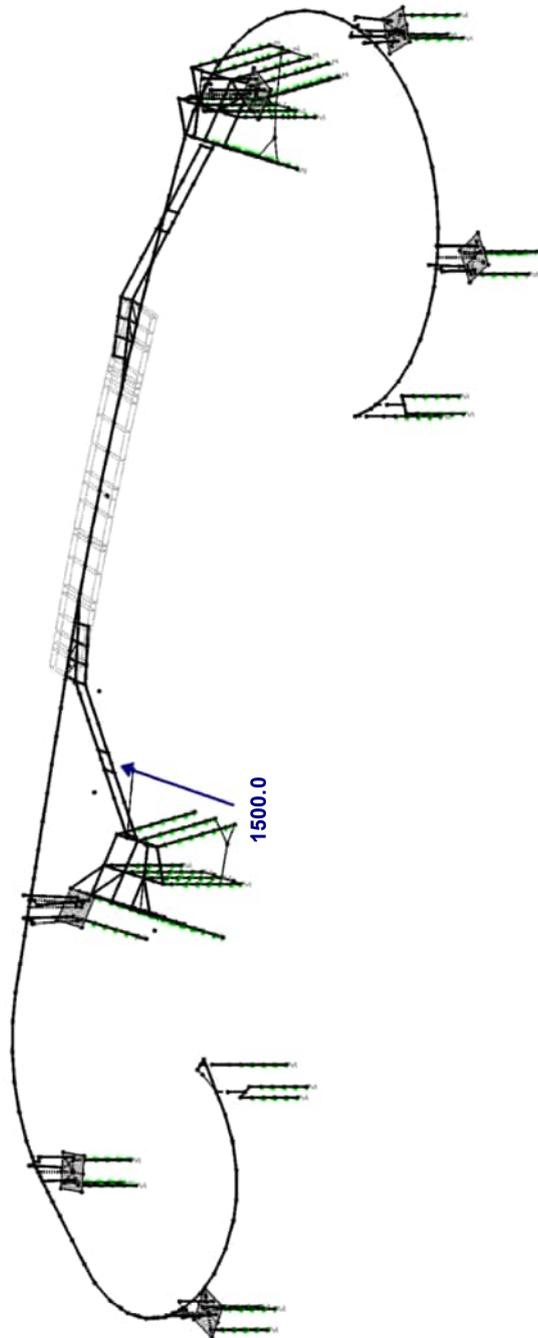
Blatt:

1

■ LF40: FXD_UB_N.1

Isometrie

Anpralllast - exemplarisch



LF40 : FXd_UB_N.1
Belastung [kN]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

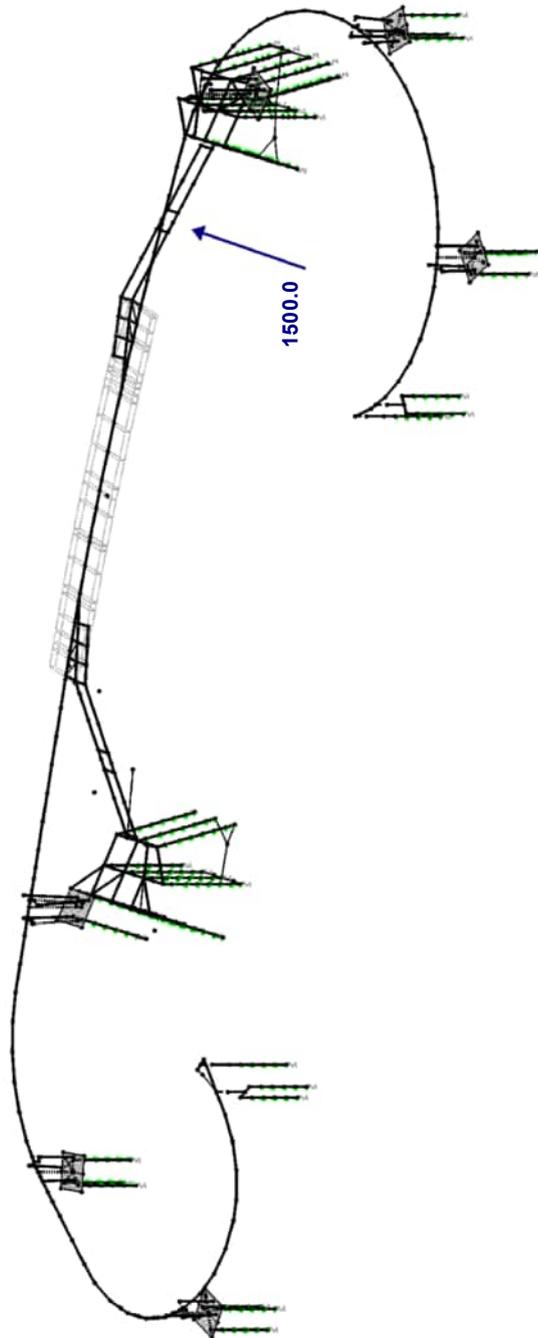
Blatt:

1

LF42: FXD UB S.1

Isometrie

Anpralllast - exemplarisch



LF42 : FXd_UB_S.1
Belastung [kN]



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

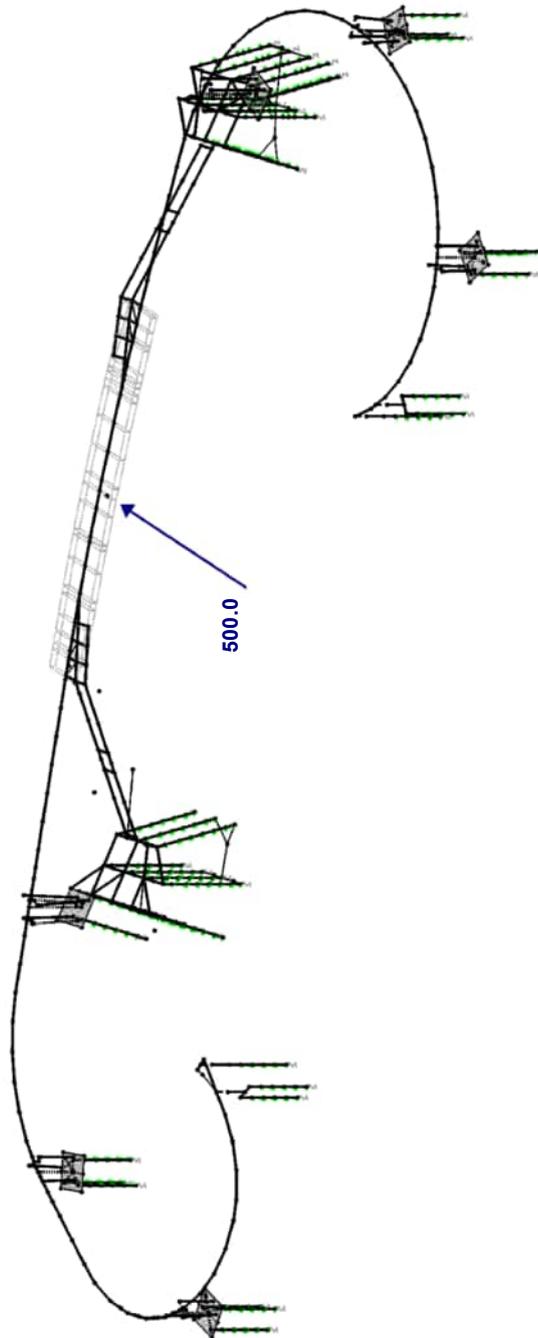
Blatt:

1

■ LF44: FXD_UEB_1

Isometrie

Anpralllast - exemplarisch



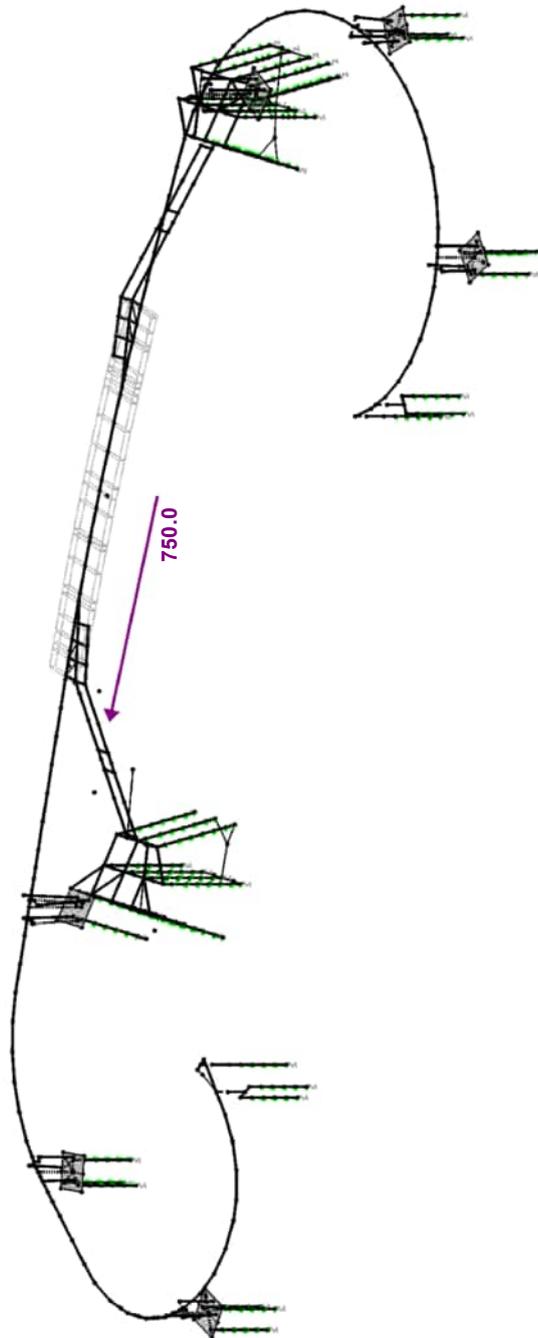
LF44 : FXD_UEB_1
Belastung [kN]



■ LF46: FYD_UB_N

Isometrie

Anpralllast - exemplarisch



LF46 : FYD_UB_N
Belastung [kN]

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

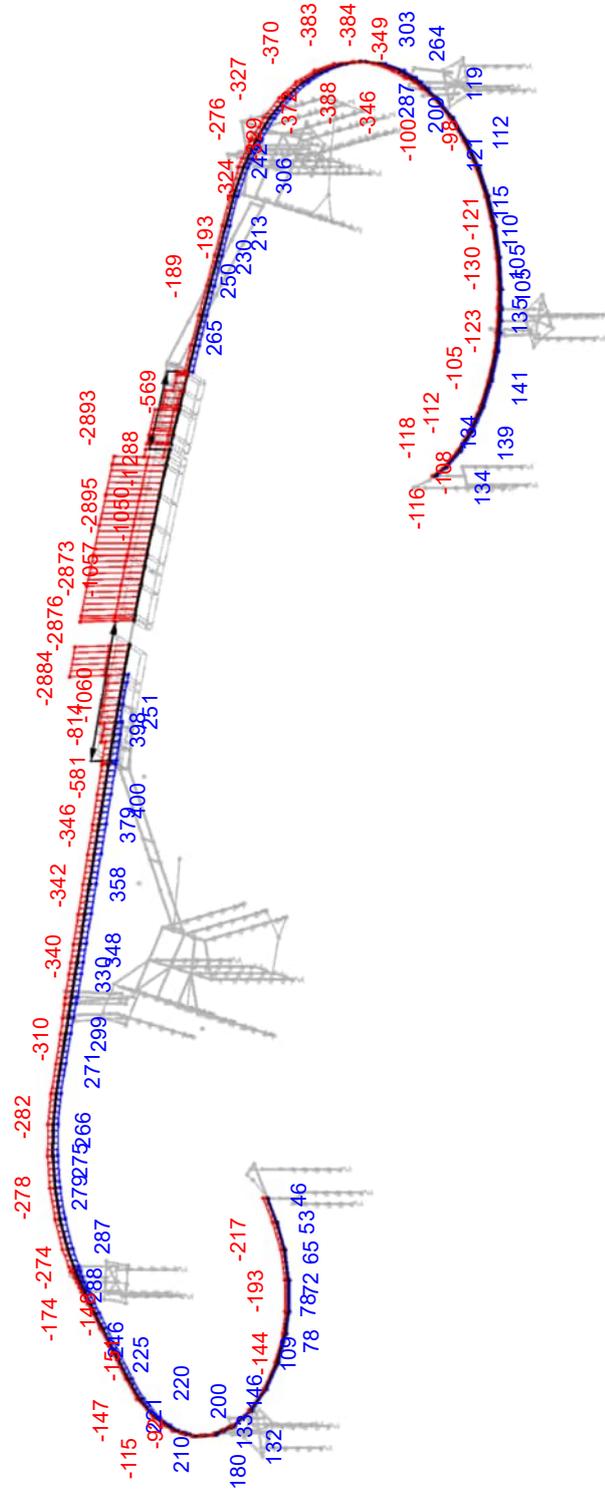
1

■ **SCHNITTGRÖSSEN N**

Isometrie

Schnittgrößen Überbau: GZT - N_x

EK40 : GZT_super
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Stäbe Max N: 400, Min N: -2895 [kN]

Datum: 06.11.2023

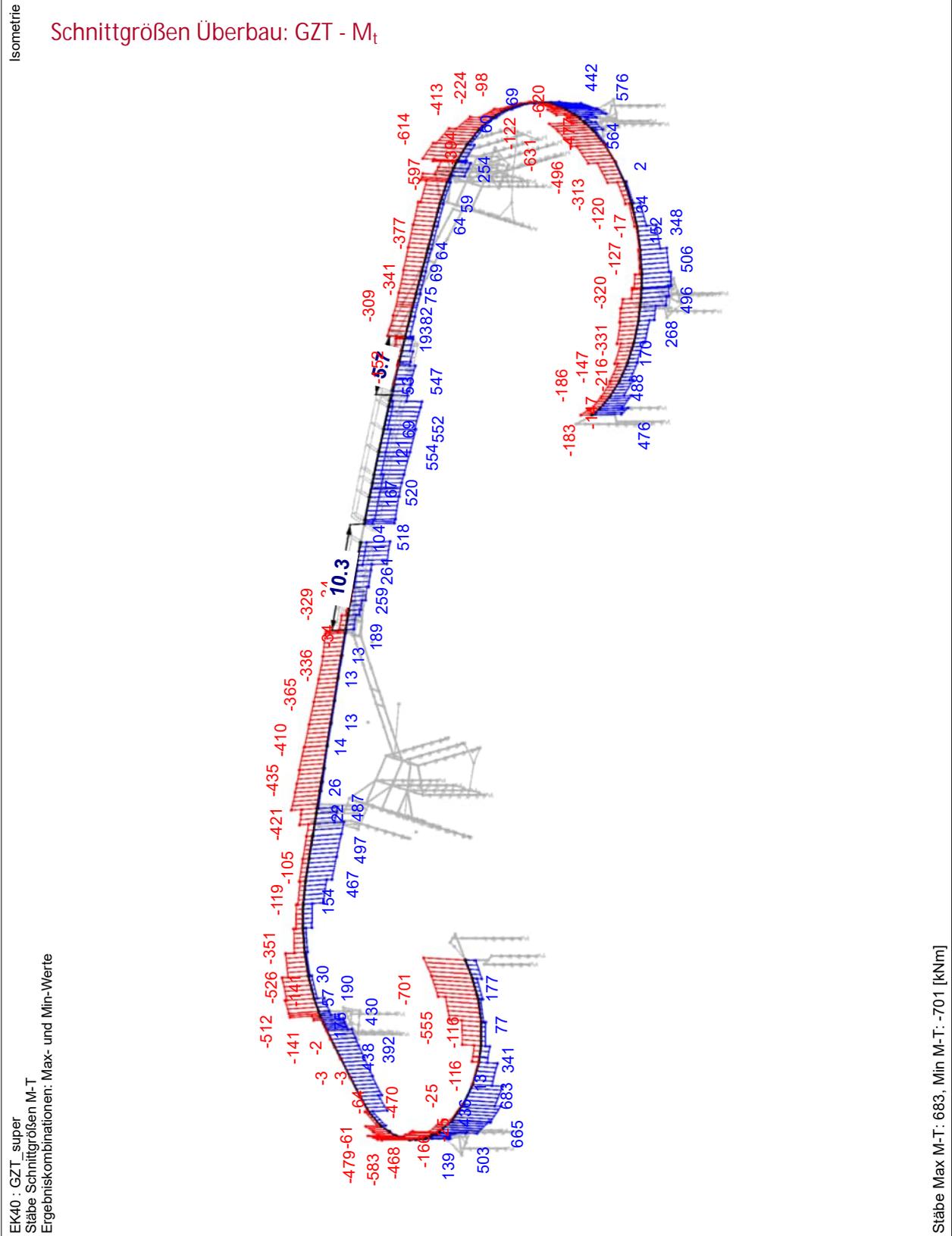
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

■ SCHNITTGRÖSSEN M_T



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

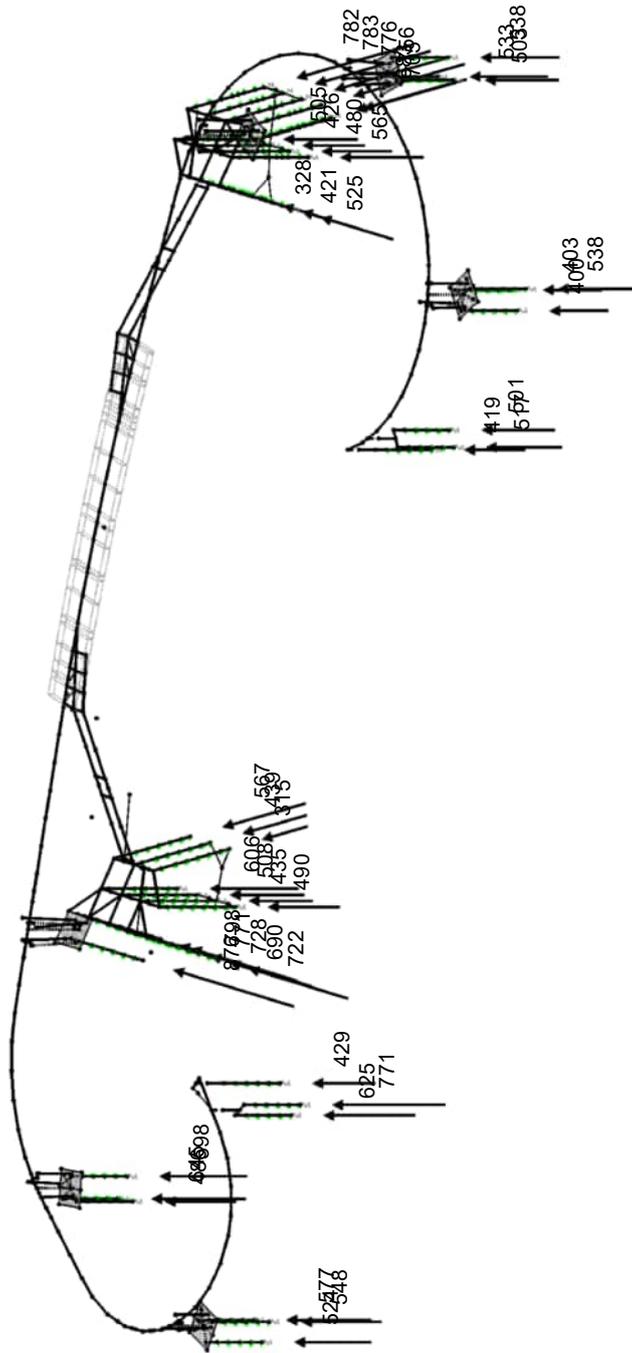
Blatt:

1

■ **LAGERREAKTIONEN**

Isometrie

Lagerreaktionen: GZT



EK40 : GZT_super
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Max P-X: 876, Min P-X: 0 kN
Max P-Y: 0, Min P-Y: 0 kN
Max P-Z: 771, Min P-Z: 0 kN

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

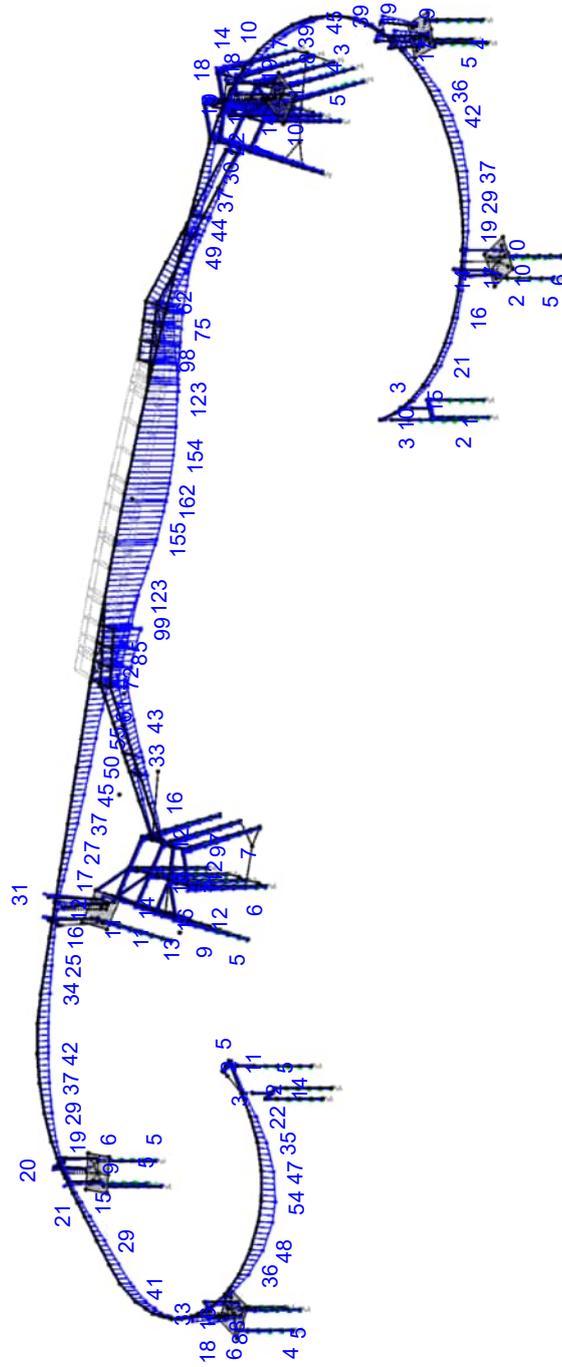
Blatt:

1

■ **LOKALE VERFORMUNGEN u_z/u_v**

Isometrie

Verformungen in z-Richtung: charakt.



EK41 : GZG_super
Stäbe Lokale Verformungen u_z/u_v
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Stäbe Max u_z/u_v : 162. Min u_z/u_v : 0 [mm]

Datum: 06.11.2023

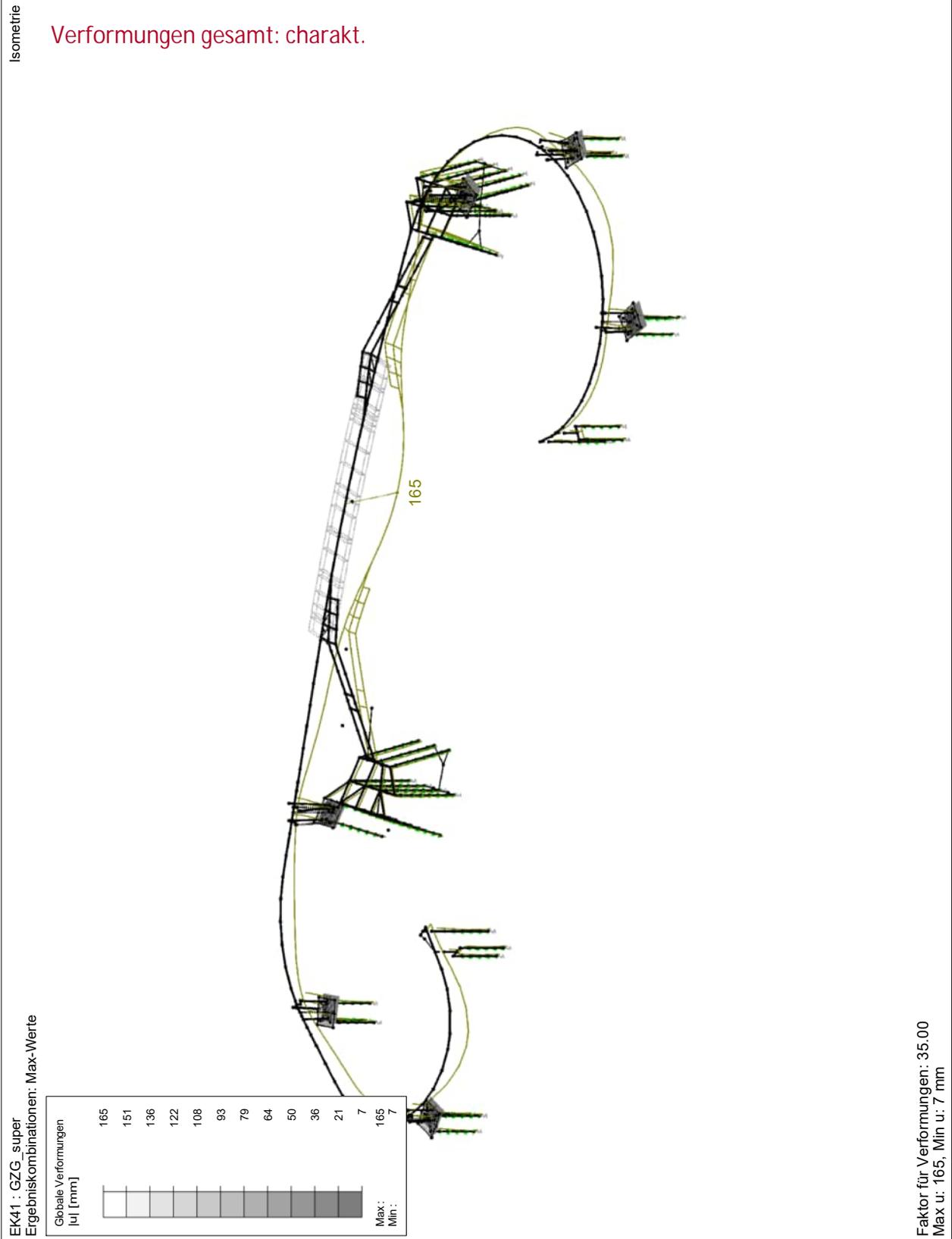
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

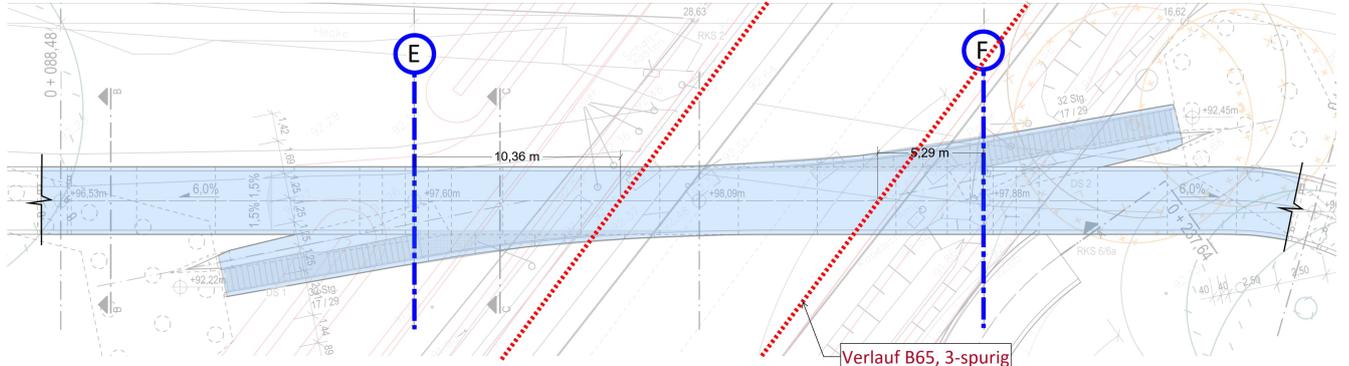
■ **GLOBALE VERFORMUNGEN u**



Prüfung: Lichtraumprofil - Ermittlung Resthöhe

Höhe Lichtraumprofil, $h = 4,7\text{m}$

Querschnittshöhe = $0,45\text{m}$



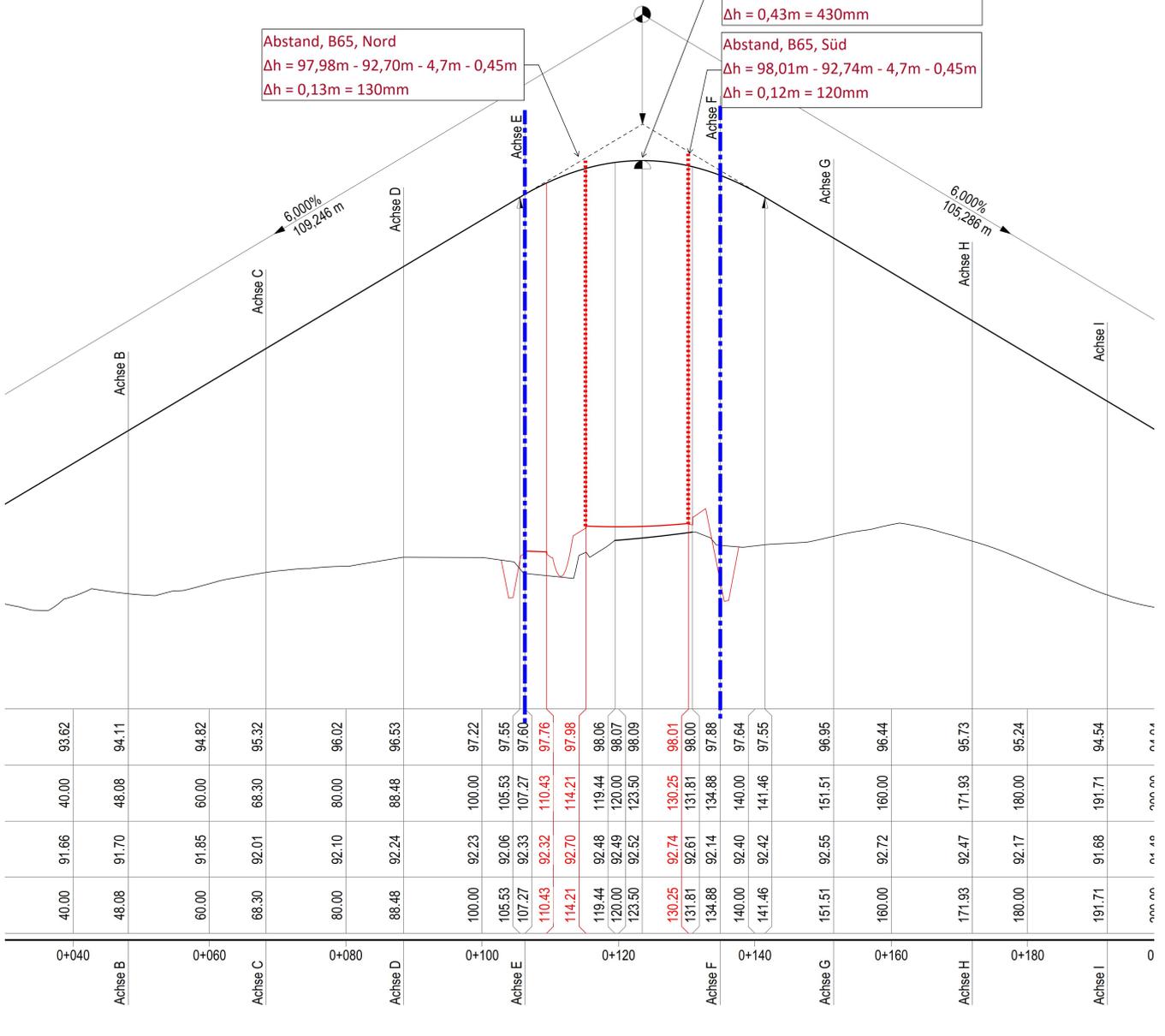
H = 300,000 m
T = 17,967 m
f = -5,400 m
km = 0+123,500
h TS = 98,094 m

Verlauf B65, 3-spurig

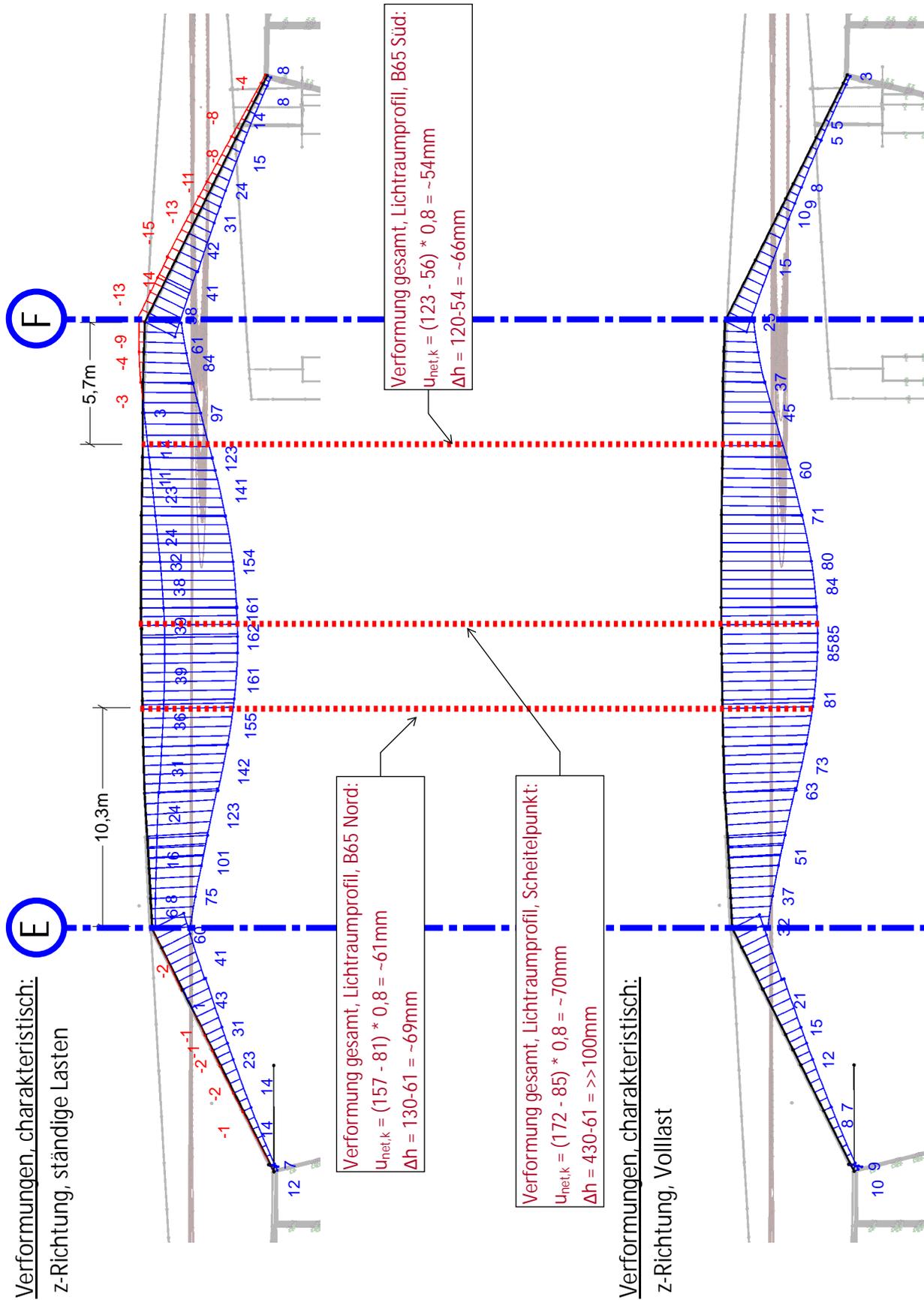
Abstand, B65, Nord
 $\Delta h = 97,98\text{m} - 92,70\text{m} - 4,7\text{m} - 0,45\text{m}$
 $\Delta h = 0,13\text{m} = 130\text{mm}$

Abstand, B65, Scheitelpunkt
 $\Delta h = 98,06\text{m} - 92,48\text{m} - 4,7\text{m} - 0,45\text{m}$
 $\Delta h = 0,43\text{m} = 430\text{mm}$

Abstand, B65, Süd
 $\Delta h = 98,01\text{m} - 92,74\text{m} - 4,7\text{m} - 0,45\text{m}$
 $\Delta h = 0,12\text{m} = 120\text{mm}$



Prüfung: Lichtraumprofil - Vergleich Verformung, Resthöhe
Eigengewicht sowie ~ 20% veränderlicher Anteile werden überhöht.



Datum: 06.11.2023

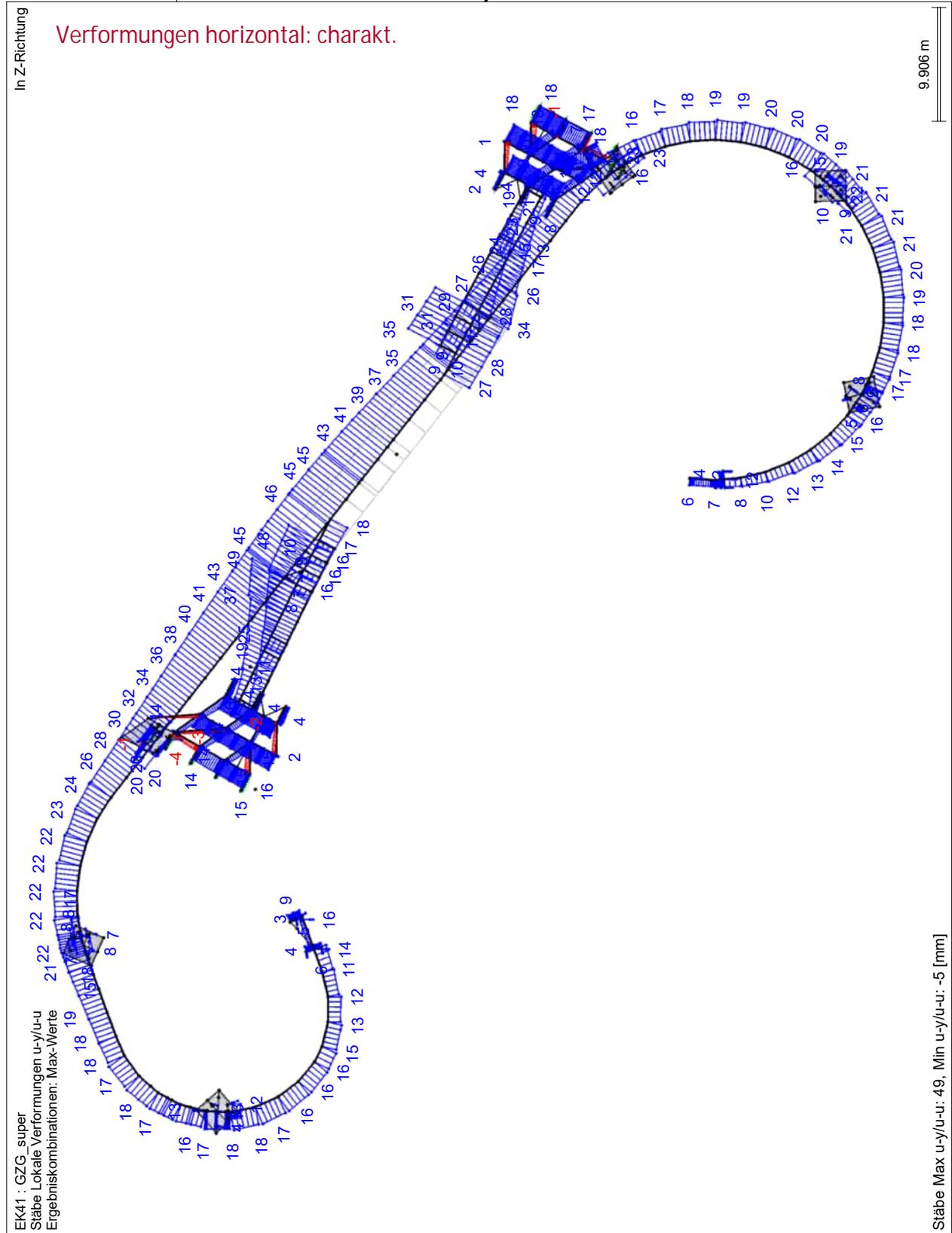
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

■ **LOKALE VERFORMUNGEN u_y/u_u**



Datum: 06.11.2023

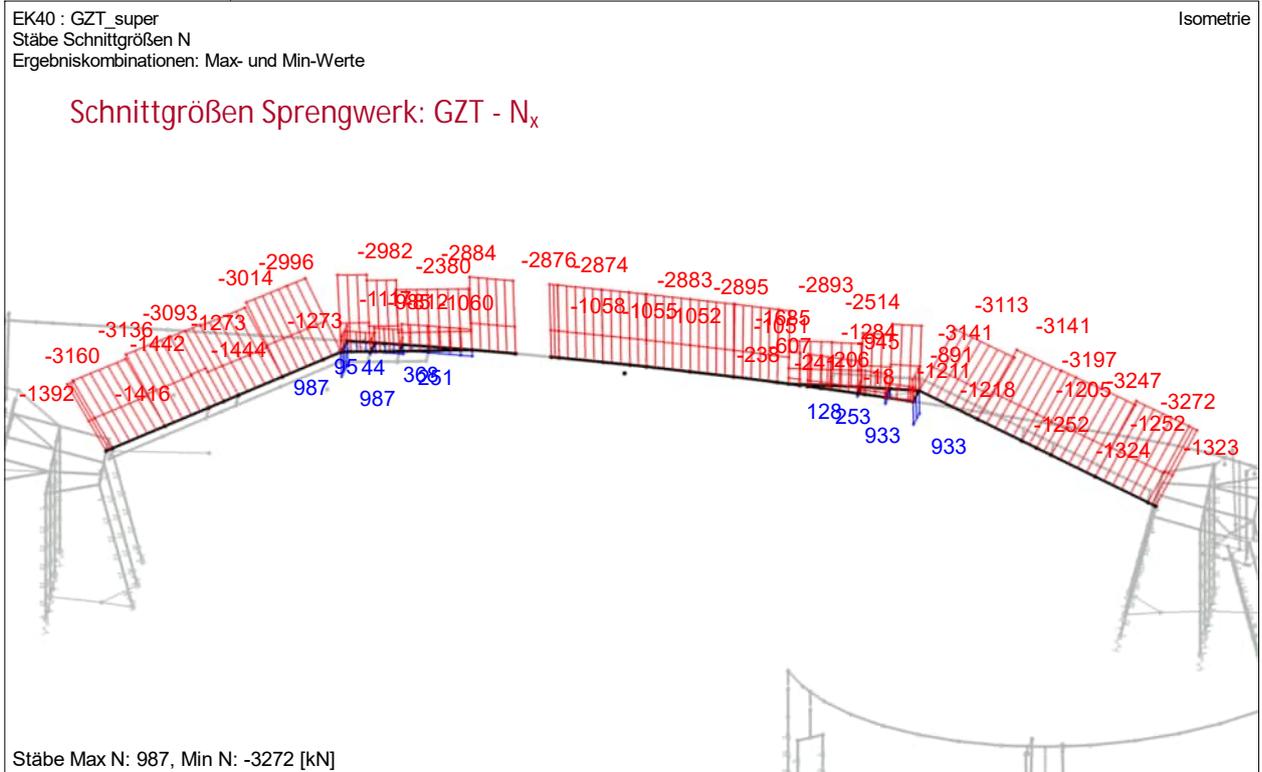
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

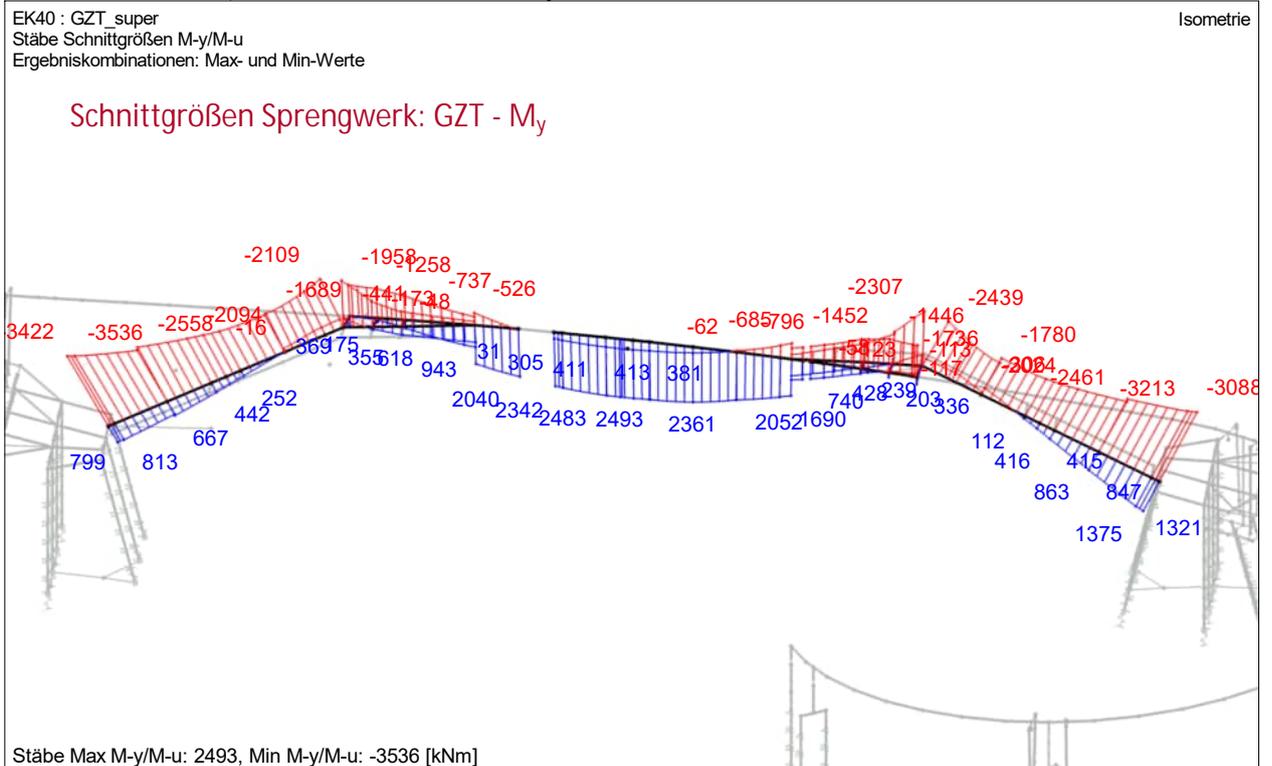
Blatt:

1

■ SCHNITTGRÖSSEN N



■ SCHNITTGRÖSSEN M_y/M_u



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

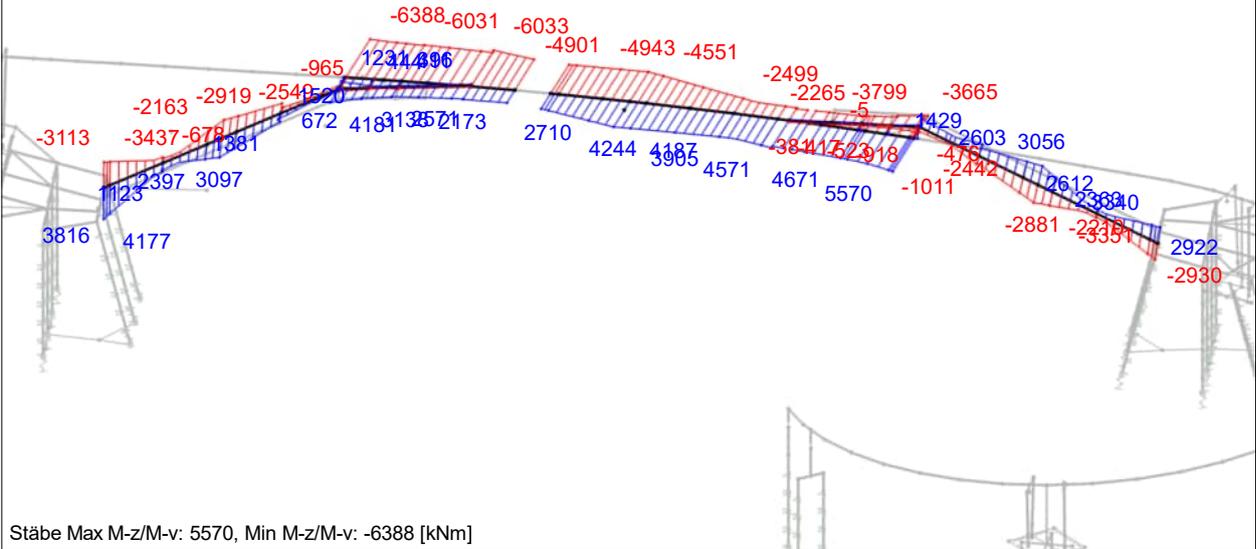
1

■ SCHNITTGRÖSSEN M_z/M_v

EK40 : GZT_super
Stäbe Schnittgrößen M-z/M-v
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

Schnittgrößen Sprengwerk: GZT - M_z

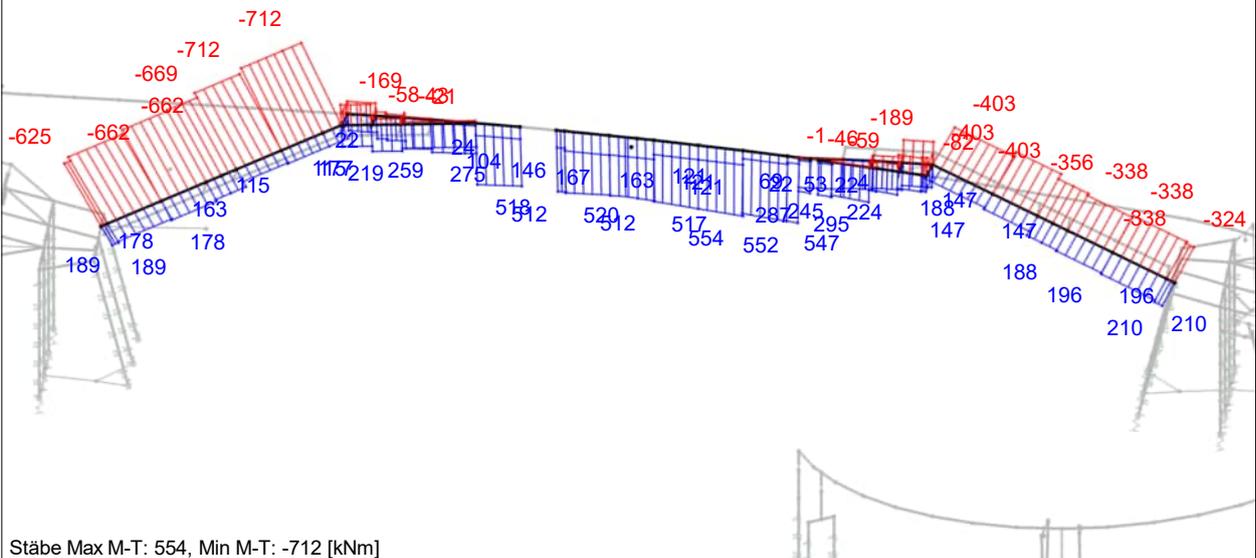


■ SCHNITTGRÖSSEN M_T

EK40 : GZT_super
Stäbe Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

Schnittgrößen Sprengwerk: GZT - M_T



Datum: 06.11.2023

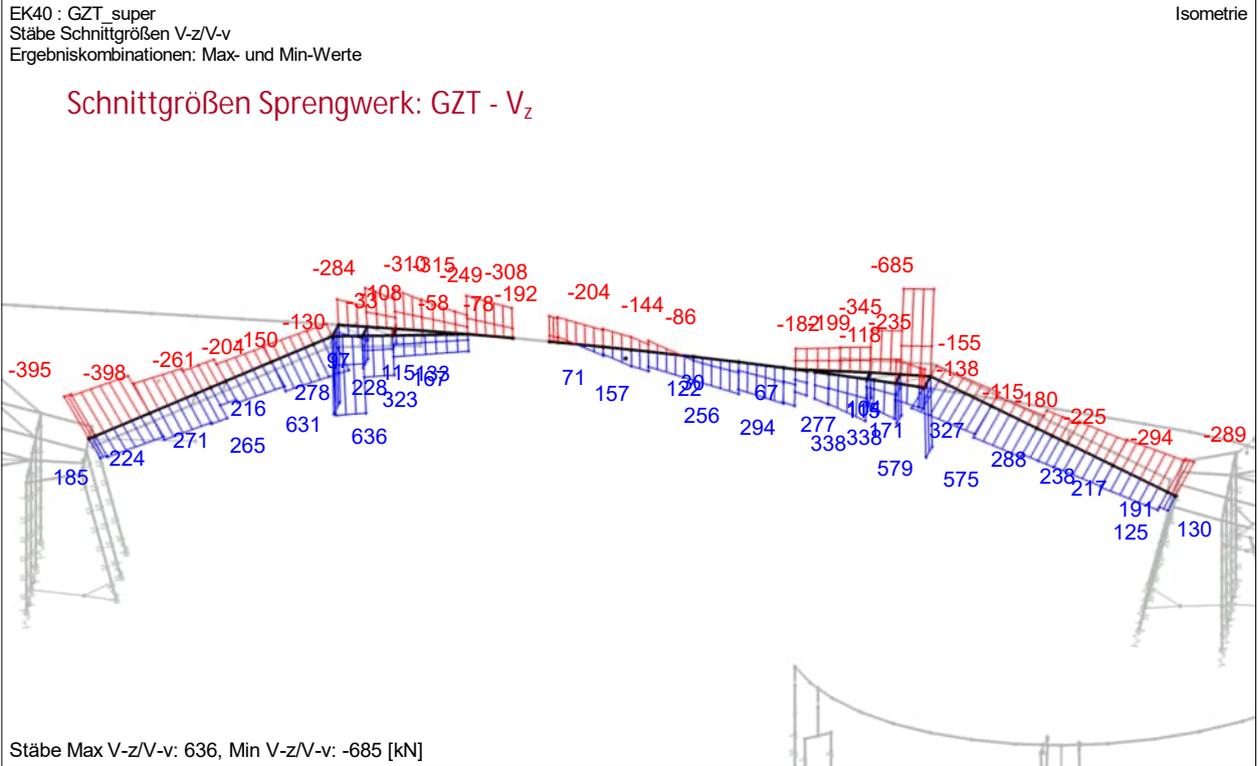
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

■ SCHNITTGRÖSSEN V_z/V_v



RF-STAHL Stäbe
FA1
Allgemeine
Spannungsanalyse von
Stäben

■ 1.1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle		
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK10	GZT_qk+Tk	
	EK11	GZT_qk+wk_VB	
	EK12	GZT_wk	
	EK13	GZT_Tk+qk	
	EK20	GZT_Anprall	
	EK21	GZT_Anprall_Feldweg	

■ 1.1.2 DETAILS

Örtlich begrenzte Plastizierung berücksichtigen:	<input type="checkbox"/>
Normalspannungen mit Alpha-pl berechnen:	<input type="checkbox"/>
Berechnungsart bei Spannungen aus EK:	Spannungen einzelner Lastfälle aus EK berechnen und diese dann nach EK-Kriterium überlagern
FAKTOREN FÜR SIGMA-V	
Sigma	1.00
Tau	3.00
Vereinfachte Berücksichtigung exzentrischer Lasteinleitung:	<input type="checkbox"/>

■ 1.2 MATERIALIEN

Matl. Nr.	Material-Bezeichnung	Teilsich.-Faktor γ_M [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Manuell	Grenzspannungen [kN/cm ²]		
					grenz σ_x	grenz τ	grenz σ_v
1	Baustahl S 235*	1.10	23.50	<input type="checkbox"/>	21.36	12.33	21.36
4	Baustahl S 355 N*	1.10	35.50	<input type="checkbox"/>	32.27	18.63	32.27
5	Baustahl S 355*	1.10	35.50	<input type="checkbox"/>	32.27	18.63	32.27
6	Baustahl S 235 * 1,1!*	1.10	23.50	<input type="checkbox"/>	21.36	12.33	21.36

Datum: 06.11.2023

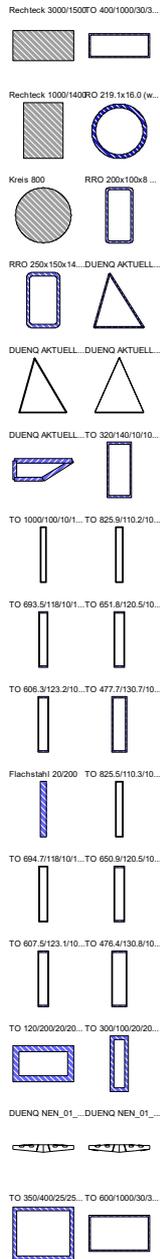
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

1.3.1 QUERSCHNITTE



Quer. Nr.	Matl. Nr.	Querschnitt Bezeichnung	I _x [cm ⁴] A [cm ²]	I _y [cm ⁴] α _{pl,y}	I _z [cm ⁴] α _{pl,z}	Kommentar
2	2	Rechteck 3000/1500	2.317E+08 45000.00	8.438E+07 1.50	3.375E+08 1.50	
3	1	TO 400/1000/30/30/30/30	579170.00 804.00	225452.00 1.14	980012.00 1.27	Der Querschnitt wird nicht bemessen, da seine charakteristischen Spannungen nicht definiert sind.
4	2	Rechteck 1000/1400	2.612E+07 14000.00	2.287E+07 1.50	1.167E+07 1.50	
5	4	RO 219.1x16.0 (warmgefertigt)	10590.00 102.00	5297.00 1.37	5297.00 1.37	Der Querschnitt wird nicht bemessen, da seine charakteristischen Spannungen nicht definiert sind.
6	2	Kreis 800	4.021E+06 5026.55	2.011E+06 1.70	2.011E+06 1.70	
7	1	RRO 200x100x8 (warmgefertigt)	1804.00 44.80	2234.00 1.26	739.00 1.16	Der Querschnitt wird nicht bemessen, da seine charakteristischen Spannungen nicht definiert sind.
9	6	RRO 250x150x14.2 (warmgefertigt)	8102.00	8141.00	3576.00	
10	5	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK UNTEN α = -23.39°	103.00 1.057E+06	1.26 1.455E+06	1.19 781374.00	
11	5	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK MITTE α = -17.10°	1021.01 1.324E+06	1.66 1.903E+06	1.78 969708.00	
12	5	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK OBEN α = -8.95°	848.25 2.495E+06	1.67 3.297E+06	1.72 1.939E+06	
13	1	DUENQ AKTUELL_NEN_3_TREPPENFUß α = -8.95°	1037.95 12637.40	1.72 4913.94	1.52 29341.90	
14	1	TO 320/140/10/10/10/10	215.17 7411.56	1.62 11229.30	1.63 2997.33	
15	1	TO 1000/100/10/10/10/10	88.00 14773.50	1.26 205872.00	1.14 4152.00	
16	1	TO 825.9/110.2/10/10/10/10	216.00 14663.70	1.41 123935.00	1.12 4285.65	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
17	1	TO 693.5/118/10/10/10/10	183.23 13829.30	1.38 78503.00	1.12 4215.35	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
18	1	TO 651.8/120.5/10/10/10/10	158.32 13417.40	1.36 66854.90	1.12 4158.05	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
19	1	TO 606.3/123.2/10/10/10/10	150.46 12883.20	1.35 55496.70	1.12 4074.98	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
20	1	TO 477.7/130.7/10/10/10/10	141.90 10875.60	1.34 30285.90	1.12 3715.34	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
21	1	TO 825.9/110.3/10/10/10/10	117.69 49.97	1.31 1333.33	1.12 13.33	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
22	1	Flachstahl 20/200	40.00 14662.20	1.50 123759.00	1.50 4285.74	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
23	1	TO 694.7/118/10/10/10/10	183.15 13839.20	1.38 78834.10	1.12 4216.59	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
24	1	TO 650.9/120.5/10/10/10/10	158.53 13407.70	1.36 66618.60	1.12 4156.58	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
25	1	TO 607.5/123.1/10/10/10/10	150.29 12898.10	1.35 55772.40	1.12 4077.40	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
26	1	TO 476.4/130.8/10/10/10/10	142.12 10850.80	1.34 30072.70	1.12 3710.59	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
27	1	TO 120/200/20/20/20/20	117.44 4777.90	1.31 2197.33	1.12 5269.33	
28	1	TO 300/100/20/20/20/20	112.00 5767.11	1.27 13712.00	1.31 2032.00	
29	1	DUENQ NEN_01_ST1_ABGLEICH KRP	144.00 862263.00	1.35 359037.00	1.27 1.431E+07	
30	1	DUENQ NEN_01_ST1_ABGLEICH KRP_SCHUBVERZERRUNGEN	1568.22 1.147E+06	1.47 316266.00	1.48 1.237E+07	
31	1	TO 350/400/25/25/25/25	1374.10 106826.00	1.47 64166.70	1.44 79479.20	
32	1	TO 600/1000/30/30/30/30	350.00 1.194E+06	1.19 566532.00	1.21 1.262E+06	

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

AUSNUTZUNG Sigma-v

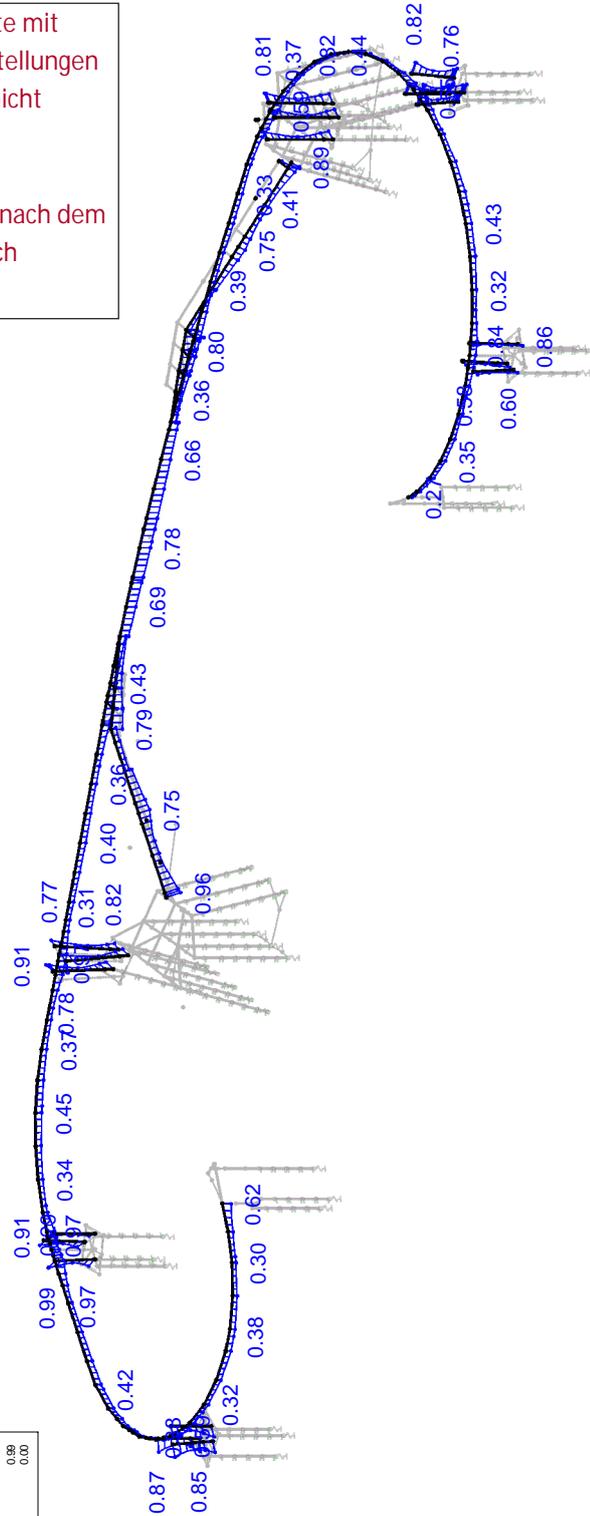
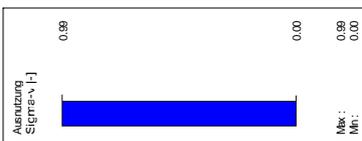
Isometrie

Ausnutzung: el - el. mit Schnittgrößen nach TH.I.O. und Imperfektionen, $\gamma_m = 1,1$

Ein maßgeblicher Effekt konnte mit mehreren untersuchten Laststellungen im Bereich des Sprengwerks nicht festgestellt werden (+5%).

Regelstützen wurden parallel nach dem Ersatzstabverfahren erfolgreich nachgewiesen. ($\eta \sim 90\%$)

RF-STAHL Stäbe FA1



Stäbe Max Sigma-v: 0.99, Min Sigma-v: 0.00

Datum: 06.11.2023
RF-STAHL Stäbe
FA2
Stabilität

Projekt: Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt: 1

1.1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle	
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1	GZT_TH.II.O_qk voll + Temp
	LK2	GZT_TH.II.O_qk voll + Wind
	LK3	GZT_TH.II.O_qk max SW + Temp
	LK4	GZT_TH.II.O_qk halbes SW + Temp
	LK5	GZT_TH.II.O_qk halbes SW + Temp
	LK6	GZT_TH.II.O_qk voll SW + Temp
	LK10	GZT_TH.II.O_Ad
	LK21	GZT_TH.II.O_qk voll + Temp
	LK22	GZT_TH.II.O_qk voll + Wind
	LK23	GZT_TH.II.O_qk max SW + Temp
	LK24	GZT_TH.II.O_qk halbes SW + Temp
	LK25	GZT_TH.II.O_qk halbes SW + Temp
	LK26	GZT_TH.II.O_qk voll SW + Temp
	LK30	GZT_TH.II.O_Ad
	LK43	GZT_TH.II.O_Ad_Feldweg
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK21	GZT_Anprall_Feldweg

1.1.2 DETAILS

Örtlich begrenzte Plastizierung berücksichtigen:	<input type="checkbox"/>
Normalspannungen mit Alpha-pl berechnen:	<input type="checkbox"/>
Berechnungsart bei Spannungen aus EK:	Spannungen einzelner Lastfälle aus EK berechnen und diese dann nach EK-Kriterium überlagern
FAKTOREN FÜR SIGMA-V	
Sigma	1.00
Tau	3.00
Vereinfachte Berücksichtigung exzentrischer Lasteinleitung:	<input type="checkbox"/>

1.2 MATERIALIEN

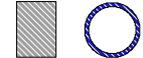
Matl. Nr.	Material-Bezeichnung	Teilsich.-Faktor $\gamma_M [-]$	Streckgrenze $f_{yk} [kN/cm^2]$	Manuell	Grenzspannungen [kN/cm ²]		
					grenz σ_x	grenz τ	grenz σ_v
1	Baustahl S 235*	1.10	23.50	<input type="checkbox"/>	21.36	12.33	21.36
4	Baustahl S 355 N*	1.10	35.50	<input type="checkbox"/>	32.27	18.63	32.27
5	Baustahl S 355*	1.10	35.50	<input type="checkbox"/>	32.27	18.63	32.27
6	Baustahl S 235 * 1,1!*	1.10	23.50	<input type="checkbox"/>	21.36	12.33	21.36

1.3.1 QUERSCHNITTE

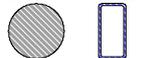
Rechteck 3000/1500/RO 400/1000/30/3...



Rechteck 1000/1400/RO 219.1x16.0 (w...



Kreis 800 RRO 200x100x8...



RRO 250x150x14...DUENQ AKTUELL...



DUENQ AKTUELL...DUENQ AKTUELL...



DUENQ AKTUELL...TO 320/140/10/10...



TO 1000/100/10/1...TO 825/9/110.2/10...



Quer. Nr.	Matl. Nr.	Querschnitt Bezeichnung	$I_x [cm^4]$ A [cm ²]	$I_y [cm^4]$ $\alpha_{pl,y}$	$I_z [cm^4]$ $\alpha_{pl,z}$	Kommentar
2	2	Rechteck 3000/1500	2.317E+08 45000.00	8.438E+07 1.50	3.375E+08 1.50	
3	1	TO 400/1000/30/30/30/30	579170.00 804.00	225452.00 1.14	980012.00 1.27	Der Querschnitt wird nicht bemessen, da seine charakteristischen Spannungen nicht definiert sind.
4	2	Rechteck 1000/1400	2.612E+07 14000.00	2.287E+07 1.50	1.167E+07 1.50	
5	4	RO 219.1x16.0 (warmgefertigt)	10590.00 102.00	5297.00 1.37	5297.00 1.37	Der Querschnitt wird nicht bemessen, da seine charakteristischen Spannungen nicht definiert sind.
6	2	Kreis 800	4.021E+06 5026.55	2.011E+06 1.70	2.011E+06 1.70	
7	1	RRO 200x100x8 (warmgefertigt)	1804.00 44.80	2234.00 1.26	739.00 1.16	Der Querschnitt wird nicht bemessen, da seine charakteristischen Spannungen nicht definiert sind.
9	6	RRO 250x150x14.2 (warmgefertigt)	8102.00	8141.00	3576.00	
10	5	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK UNTEN $\alpha = -23.39^\circ$	1.057E+06 1021.01	1.455E+06 1.66	781374.00 1.78	
11	5	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK MITTE $\alpha = -17.10^\circ$	1.324E+06 848.25	1.903E+06 1.67	969708.00 1.72	
12	5	DUENQ AKTUELL_NEN_3_SW_DREIECK OBEN	2.495E+06 1037.95	3.297E+06 1.72	1.939E+06 1.52	

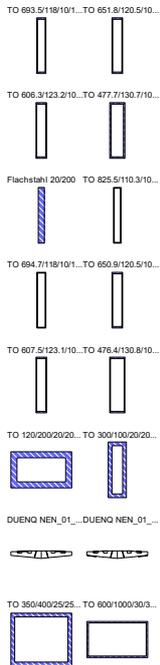
Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1



1.3.1 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Matl. Nr.	Querschnitt Bezeichnung	I_x [cm ⁴] A [cm ²]	I_y [cm ⁴] $\alpha_{pl,y}$	I_z [cm ⁴] $\alpha_{pl,z}$	Kommentar
13	1	DUENQ AKTUELL_NEN_3_TREPPENFUß $\alpha = -8.95^\circ$	12637.40	4913.94	29341.90	
14	1	TO 320/140/10/10/10	215.17 7411.56 88.00	1.62 11229.30 1.26	1.63 2997.33 1.14	
15	1	TO 1000/100/10/10/10	14773.50	205872.00	4152.00	
16	1	TO 825.9/110.2/10/10/10	216.00 14663.70 183.23	1.41 123935.00 1.38	1.12 4285.65 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
17	1	TO 693.5/118/10/10/10	13829.30 158.32	78503.00 1.36	4215.35 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
18	1	TO 651.8/120.5/10/10/10	13417.40 150.46	66854.90 1.35	4158.05 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
19	1	TO 606.3/123.2/10/10/10	12883.20 141.90	55496.70 1.34	4074.98 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
20	1	TO 477.7/130.7/10/10/10	10875.60 117.69	30285.90 1.31	3715.34 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
21	1	Flachstahl 20/200	49.97 40.00	1333.33 1.50	13.33 1.50	
22	1	TO 825.5/110.3/10/10/10	14662.20 183.15	123759.00 1.38	4285.74 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
23	1	TO 694.7/118/10/10/10	13839.20 158.53	78834.10 1.36	4216.59 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
24	1	TO 650.9/120.5/10/10/10	13407.70 150.29	66618.60 1.35	4156.58 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
25	1	TO 607.5/123.1/10/10/10	12898.10 142.12	55772.40 1.34	4077.40 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
26	1	TO 476.4/130.8/10/10/10	10850.80 117.44	30072.70 1.31	3710.59 1.12	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
27	1	TO 120/200/20/20/20	4777.90 112.00	2197.33 1.27	5269.33 1.31	
28	1	TO 300/100/20/20/20	5767.11 144.00	13712.00 1.35	2032.00 1.27	
29	1	DUENQ NEN_01_ST1_ABGLEICH KRP	862263.00	359037.00	1.431E+07	
30	1	DUENQ NEN_01_ST1_ABGLEICH KRP_SCHUBVERZERRUNGEN	1568.22 1.147E+06	1.47 316266.00	1.48 1.237E+07	
31	1	TO 350/400/25/25/25	1374.10 106826.00 350.00	1.47 64166.70 1.19	1.44 79479.20 1.21	
32	1	TO 600/1000/30/30/30	1.194E+06 924.00	566532.00 1.14	1.262E+06 1.22	

RF-BETON Stäbe
FA1
Stahlbetonbemessung von Stäben

1.1 BASISANGABEN

Stahlbetonbemessung nach	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
TRAGFÄHIGKEIT	
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK10 GZT_qk+Tk Ständig und vorübergehend
	EK11 GZT_qk+wk_VB Ständig und vorübergehend
	EK12 GZT_wk Ständig und vorübergehend
	EK13 GZT_Tk+qk Ständig und vorübergehend
	EK20 GZT_Anprall Ständig und vorübergehend
Einstellungen der Bemessungssituation für GZG-Nachweise	
Lastkombination:	
Charakteristisch mit Direktlast	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_3 \cdot f_{yk}$
Charakteristisch mit Zwangsverformung	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_4 \cdot f_{yk}$
Häufig	Nachweise: w_k
Quasi-ständig	Nachweise: $k_2 \cdot f_{ck}$, w_k , U_l
Verformung beziehen auf:	Unverformtes System



Datum: 06.11.2023 | Projekt: | Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp | Blatt: 1

1.1 EINSTELLUNGEN - NICHTLINEARE BERECHNUNG (ZUSTAND II)

Zustand II - im Grenzzustand TRAGFÄHIGKEIT erfassen:	<input type="checkbox"/>
Zustand II - im Grenzzustand GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT erfassen:	<input type="checkbox"/>
Nichtlineare Berechnung für Brandschutz erfassen	<input type="checkbox"/>

1.1.1 PARAMETER DES NATIONALEN ANHANGS

2. Grundlagen für die Tragwerksplanung			
2.4.2.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Eigenschaften von Baustoffen			
Teilsicherheitsbeiwert für Beton im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ständige, vorübergehende)	γ_c	1.500	
Teilsicherheitsbeiwert für Stahl im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ständige, vorübergehende)	γ_s	1.150	
Teilsicherheitsbeiwert für Beton im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Außergewöhnlich)	γ_c	1.300	
Teilsicherheitsbeiwert für Betonstahl im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Außergewöhnlich)	γ_s	1.000	
Teilsicherheitsbeiwert für Beton im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	γ_c	1.000	
Teilsicherheitsbeiwert für Stahl im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	γ_s	1.000	
3. Baustoffe			
3.1 Beton			
Maximal zulässige Betondruckfestigkeitsklasse	C_{max}	C100/115	
Beiwert zur Berücksichtigung Langzeiteinwirkung auf Druckfestigkeit	α_{cc}	0.850	
Beiwert zur Berücksichtigung Langzeiteinwirkung auf Zugfestigkeit	α_{ct}	0.850	
Beiwert zur Berücksichtigung der Langzeiteinwirkungen auf die Verbundspannung	α_{ct}	1.000	
3.2 Betonstahl			
Maximalwert für die Streckgrenze	f_{yk}	500.000	N/mm ²
Designwertes der Grenzdehnung Betonstahl	ϵ_{ud}	0.025	
4. Dauerhaftigkeit und Betondeckung			
4.4.1 Mindestbetondeckung für Betonstahl			
Modifikationen der Anforderungsklasse			
Mindestbetondeckung			
Additives Sicherheitselement zur Erhöhung der Mindestbetondeckung			
Abminderungsbeiwert bei Verwendung von rostfreiem Stahl	$\Delta C_{dur, st}$	0.0	mm
Abminderungsbeiwert für Beton mit zusätzlichem Schutz			
Erhöhungswerte bei Verschleißbeanspruchung			
Erhöhungswert für die Verschleißklasse XM1	k_1	5.0	mm
Erhöhungswert für die Verschleißklasse XM2	k_2	10.0	mm
Erhöhungswert für die Verschleißklasse XM3	k_3	15.0	mm
Vorhaltemaß			
Erhöhungswerte bei Betonage gegen unebene Flächen			
Erhöhungswert für vorbereiteten Baugrund			
Erhöhungswert für Herstellung unmittelbar auf Baugrund			
5. Ermittlung der Schnittgrößen			
5.5 Beiwerte linear elastische Berechnung mit begrenzter Momentenumlagerung			
Beiwert k_1 zur Berechnung des Umlagerungsverhältnisses δ	k_1	0.640	
Beiwert k_2 zur Berechnung des Umlagerungsverhältnisses δ	k_2	0.800	
Beiwert k_3 zur Berechnung des Umlagerungsverhältnisses δ	k_3	0.720	
Beiwert k_4 zur Berechnung des Umlagerungsverhältnisses δ	k_4	0.800	
Beiwert k_5 zur Berechnung des Umlagerungsverhältnisses δ für $f_{ck} \leq 50$ N/mm ²	k_5	0.700	
Beiwert k_5 zur Berechnung des Umlagerungsverhältnisses δ für $f_{ck} > 50$ N/mm ²	k_5	0.800	
Beiwert k_6 zur Berechnung des Umlagerungsverhältnisses δ für $f_{ck} \leq 50$ N/mm ²	k_6	0.850	
Beiwert k_6 zur Berechnung des Umlagerungsverhältnisses δ für $f_{ck} > 50$ N/mm ²	k_6	1.000	
5.8.6 Allgemeines Verfahren			
Sicherheitsbeiwert zur Berechnung des Designwertes des E-Module für Beton	γ_{cE}	1.500	
6. Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)			
6.2.2 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung			
Beiwert k_0 zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes	k_0	0.150	
Beiwert k_1 zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes	k_1	0.120	
Beiwert zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes für $d \leq 600$ mm			
Beiwert zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes für 600 mm < $d \leq 800$ mm			
Beiwert zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes für $d > 800$ mm			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Querkraft gerissenen Beton			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Querkraft gerissenen Beton für $\leq C50/60$			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Querkraft gerissenen Beton für $\geq C55/67$			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Torsion gerissenen Beton für $\leq C50/60$			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Torsion gerissenen Beton für $\geq C55/67$			
6.2.3 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung			
Minimaler Winkel der Druckstrebe	Θ_{min}	18.43	°
Maximaler Winkel der Druckstrebe			
Minimaler Winkel der Druckstrebe mit $\cot(\Theta) \leq (1.2 + 1.4 * \sigma_{cd} / f_{ctd}) / (1 - \sqrt{f_{ctd} / f_{ctd}})$			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Querkraft gerissenen Beton			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Querkraft gerissenen Beton für $\leq C50/60$			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Querkraft gerissenen Beton für $\geq C55/67$			
Beiwert zur Berücksichtigung des Spannungszustandes im Druckgurt	α_{cw}	1.000	
6.2.4 Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten			
Minimaler Kotangens des Druckstrebenwinkels im Druckgurt	$\cot(\Theta)_{f, min}$	1.000	
Maximaler Kotangens des Druckstrebenwinkels im Druckgurt	$\cot(\Theta)_{f, max}$	2.000	
Minimaler Kotangens des Druckstrebenwinkels im Zuggurt	$\cot(\Theta)_{f, min}$	1.000	
Maximaler Kotangens des Druckstrebenwinkels im Zuggurt	$\cot(\Theta)_{f, max}$	1.250	
Beiwert für Schubtragfähigkeit	k	0.400	



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

1.1.1 PARAMETER DES NATIONALEN ANHANGS

6.2.5 Schubkraftübertragung in Fugen			
Beiwert c für sehr glatte Oberfläche	C _{s,glatt}		0.000
Beiwert μ für sehr glatte Oberfläche	μ _{s,glatt}		0.500
Beiwert c für glatte Oberfläche	C _{glatt}		0.200
Beiwert μ für glatte Oberfläche	μ _{glatt}		0.600
Beiwert c für raue Oberfläche	C _{rau}		0.400
Beiwert μ für raue Oberfläche	μ _{rau}		0.700
Beiwert c für verzahnte Oberfläche	C _{verzahnt}		0.500
Beiwert μ für verzahnte Oberfläche	μ _{verzahnt}		0.900
7. Nachweise im Grenzzustand Gebrauchstauglichkeit (GZG)			
7.2 Begrenzung der Spannungen			
Beiwert k ₁ für die Betondruckspannung	k ₁		0.600
Beiwert k ₂ für die Betondruckspannung	k ₂		0.450
Beiwert k ₃ für die Stahlspannung	k ₃		0.800
Beiwert k ₄ für die Stahlspannung	k ₄		1.000
7.3 Begrenzung der Rissbreite			
Der zulässige Wert für die Rissbreite bei Stahlbeton und Spannbeton ohne Verbund			
Die maximal zulässige Rissbreite für die Expositionsklasse X0, XC1	W _{max}		0.4 mm
Die maximal zulässige Rissbreite für die Expositionsklasse XC2-4, XD1-3, XS1-3	W _{max}		0.3 mm
Beiwert k ₃ zur Berechnung des maximalen Rissabstandes	k ₃		0.000
Beiwert k ₄ zur Berechnung des maximalen Rissabstandes			
8. Allgemeine Bewehrungsregeln			
8.2 Stababstände von Betonstählen			
Beiwerte zur Berechnung der minimalen lichten Stababstände	k ₁		1.000
Zweiter Wert der minimalen lichten Stababstände	a _{min}		20.0 mm
8.3 Biegen von Betonstählen			
Mindestbiegerollendurchmesser für Stäbe und Draht			
Beiwert für Mindestbiegerollendurchmesser für ∅ < 20 mm	k		4.000
Beiwert für Mindestbiegerollendurchmesser für ∅ ≥ 20 mm	k		7.000
Mindestbiegerollendurchmesser für nach dem Schweißen gebogene Bewehrung (Stäbe und Matten)			
Beiwert für Mindestbiegerollendurchmesser mit der Schweißstelle innerhalb des Biegebereiches	k		20.000
8.8 Zusätzliche Regeln bei großen Stabdurchmessern			
Stabdurchmesser	∅ _{large}		32.0 mm
9. Konstruktionsregeln			
9.2 Balken			
Die Mindestfläche der Längszugbewehrung			
Beiwert zur Berechnung der Mindestbewehrung			
Maximalbewehrung			
Beiwert zur Berechnung der Maximalbewehrung	k		0.080
Beiwert zur Berücksichtigung der teilweisen Einspannung	β ₁		0.250
Anteil der Bewehrung	β ₂		0.250
Mindestquerkraftbewehrungsgrad			
Größter Längsabstand aufeinander folgender Querkraftbewehrungselemente			
Größter Längsabstand von aufgebogenen Stäbe			
Maximaler Querabstand der Bügelschenkel			
9.5 Stützen			
Minstdurchmesser der Längsbewehrung	∅ _{min}		12.0 mm
Mindestbewehrung			
Beiwert k ₁ zur Berechnung des Minimalwert der Gesamtquerschnittsfläche der Längsbewehrung	k ₁		0.150
Maximalbewehrung			
Maximalbewehrung für Normalbereiche	k		0.090
Maximaler Querbewehrungsabstand			
Beiwert k ₁ zur Berechnung der maximalen Abstände der Querbewehrung entlang der Stütze	k ₁		12.000
Beiwert k ₂ zur Berechnung der maximalen Abstände der Querbewehrung entlang der Stütze	k ₂		300.0 mm
11. Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Leichtbeton			
11.3 Baustoffe			
Beiwert zur Berücksichtigung Langzeiteinwirkung auf Druckfestigkeit	α _{lcc}		0.750
Beiwert zur Berücksichtigung Langzeiteinwirkung auf Zugfestigkeit	α _{lct}		0.850
11.6 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)			
11.6.1 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung			
Beiwert k ₀ zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes	k ₀		0.150
Beiwert k ₁ zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes	k ₁		0.120
Beiwert zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes für d ≤ 600 mm			
Beiwert zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes für 600 mm < d ≤ 800 mm			
Beiwert zur Berechnung des Bemessungswertes des Querkraftwiderstandes für d > 800 mm			
11.6.2 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Querkraft gerissenen Beton für ≤ LC50/55			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Querkraft gerissenen Beton für ≥ LC55/60			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Torsion gerissenen Beton für ≤ LC50/55			
Festigkeitsabminderungsbeiwert für den unter Torsion gerissenen Beton für ≥ LC55/60			

Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

1.2 MATERIALIEN

Mat.-Nr.	Materialbezeichnung		Kommentar
	Beton-Festigkeitsklasse	Betonstahl	
2	Beton C35/45	B 500 S (B)	

1.2.1 MATERIALKENNWERTE

Mat.-Nr.	Bezeichnung	Symbol	Größe	Einheit	
2	Beton-Festigkeitsklasse: Beton C35/45				
	Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit	f_{ck}	35.000	N/mm ²	
	Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit	f_{cm}	43.000	N/mm ²	
	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit	f_{ctm}	3.200	N/mm ²	
	5%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit	$f_{ctk,0.05}$	2.200	N/mm ²	
	95%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit	$f_{ctk,0.95}$	4.200	N/mm ²	
	Mittelwert des Elastizitätsmoduls	E_{cm}	34000.000	N/mm ²	
	Charakteristische Dehnungen für nichtlineare Berechnungen				
	Grenzdehnung bei zentrischem Druck	ϵ_{c1}	-2.250	‰	
	Bruchdehnung	ϵ_{cu1}	-3.500	‰	
	Charakteristische Dehnungen für Parabel-Rechteck-Diagramm				
	Grenzdehnung bei zentrischem Druck	ϵ_{c2}	-2.000	‰	
	Bruchdehnung	ϵ_{cu2}	-3.500	‰	
	Exponent der Parabel	n	2		
	Spezifisches Gewicht	γ	25.00	kN/m ³	
	Betonstahl: B 500 S (B)				
	Elastizitätsmodul	E_s	200000	N/mm ²	
	Charakteristischer Wert der Streckgrenze	f_{yk}	500	N/mm ²	
	Charakteristischer Wert der Zugfestigkeit	f_{tk}	540	N/mm ²	
	Rechnerische Bruchdehnung	ϵ_{uk}	50.000	‰	



1.3 QUERSCHNITTE

Quersch.Nr.	Mat.Nr.	Querschnittsbezeichnung	Anmerkungen	Kommentar
2	2	Rechteck 3000/1500		
4	2	Rechteck 1000/1400		
6	2	Kreis 800		



RF-BETON Stäbe

FA1

Stahlbetonbemessung von Stäben

1.6 BEWEHRUNGSSATZ NR. 1

Angewendet auf Stäbe:	2,3,5,8-10,65,66,69,76,78,90,92-95,99,109,110,150,151,589,591-601,603-610,612-614,616-621,624,625,627-658,661,663-670,675-682,687,689-694,699-704,783,784,786-799,801-832,848,850,851,861-864,868,873-900,905-916,920-922,929-933,935-1007,1013-1017,1019-1061,1063-1069,1072-1077
LÄNGSBEWEHRUNG	
Mögliche Durchmesser:	16,0, 20,0, 25,0, 28,0 mm
Min. Abstand für erste Lage:	20,0 mm
Verankerungstyp:	Gerade
Stahloberfläche:	Gerippt
Bewehrungsstaffellung:	Keine
BÜGELBEWEHRUNG	
Mögliche Durchmesser:	10,0, 12,0 mm
Anzahl der Schnitte:	2
Verankerungstyp:	Haken
Bügelanordnung:	Gleiche Abstände
BEWEHRUNGSANORDNUNG	
Betondeckung nach Norm	<input type="checkbox"/>
Betondeckung c-oben:	55,0 mm
Betondeckung c-unten:	55,0 mm
Betondeckung c-seitig:	55,0 mm
Bewehrungsanordnung:	Gleichmäßig umlaufend
Torsionsbewehrung über den Umfang verteilen:	<input checked="" type="checkbox"/>
Berücksichtigte Schnittgrößen:	N, V-y, V-z, M-T, M-y, M-z
MINDESTBEWEHRUNG	
Mindestbewehrungsfläche (min A-s, oben):	0 cm ²
Mindestbewehrungsfläche (min A-s, unten):	0 cm ²
Mindestlängsbewehrung nach Norm:	<input checked="" type="checkbox"/>
Mindestschubbewehrung nach Norm:	<input checked="" type="checkbox"/>
Längsbewehrung für Querkraftnachweis:	Ansatz der erforderlichen Längsbewehrung



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

■ 1.6 BEWEHRUNGSSATZ NR. 1

SCHUBKRAFT IN DER FUGE

Schubfuge vorhanden:

Nachweis des Gurtanschlusses bei gegliederten Querschnitten

EINSTELLUNGEN ZU EN 1992-1-1:2004/A1:2014

Max. Bewehrungsgrad: 8.00 %

Begrenzung der Druckzone

Teilsicherheit Gamma-c ST+V 1.50, AU1.30

Teilsicherheit Gamma-s ST+V 1.15, AU1.00

Abminderungsbeiwert Alpha-cc ST+V 0.85, AU0.85

Abminderungsbeiwert Alpha-ct ST+V 0.85, AU0.85

Min. veränderliche Druckstrebenneigung 18.43 °

Max. veränderliche Druckstrebenneigung 45.00 °



Datum: 06.11.2023 | Projekt: | Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp | Blatt: 1

1.1 GLOBALE DATEN

	Aktivitäten	Modalanalyse (Eigenformen) Massenkombinationen Erzwungene Schwingungen Antwortspektren Akzelerogramme Zeitdiagramme Verfahren mit statischen Ersatzlasten
	Einstellung	Fallbeschleunigung : 10.00 m/s ²

1.2.1 MASSENFÄLLE - ALLGEMEIN

No.	Massenfall- bezeichnung	Parameters
MF1	gk	Massenfalltyp : Ständig Massen : Aus Kraftkomponenten von Lastkombination LK99-gk_ges

1.4.1 EIGENSCHWINGUNGSFALL - ALLGEMEIN

ESF Fall	Eigenschwingungsfall- bezeichnung	Parameter
ESF1	gk	Anzahl der kleinsten Eigenwerte : 16 Einwirkende Massen : MF1 - gk Wirkung der Massen in : X-Richtung : Y-Richtung : Z-Richtung

1.4.2 EIGENSCHWINGUNGSFALL - BERECHNUNGSPARAMETER

ESF Fall	Eigenschwingungsfall- bezeichnung	Berechnungsparameter
ESF1	gk	Typ der Massenmatrix : Diagonalmatrix (Translationsfreiheitsgrade) Eigenformen der : Max {u _j } = 1 Skalierungsschwingungen Lösungsverfahren für Eigenwerte : Lanczos



Datum: 06.11.2023

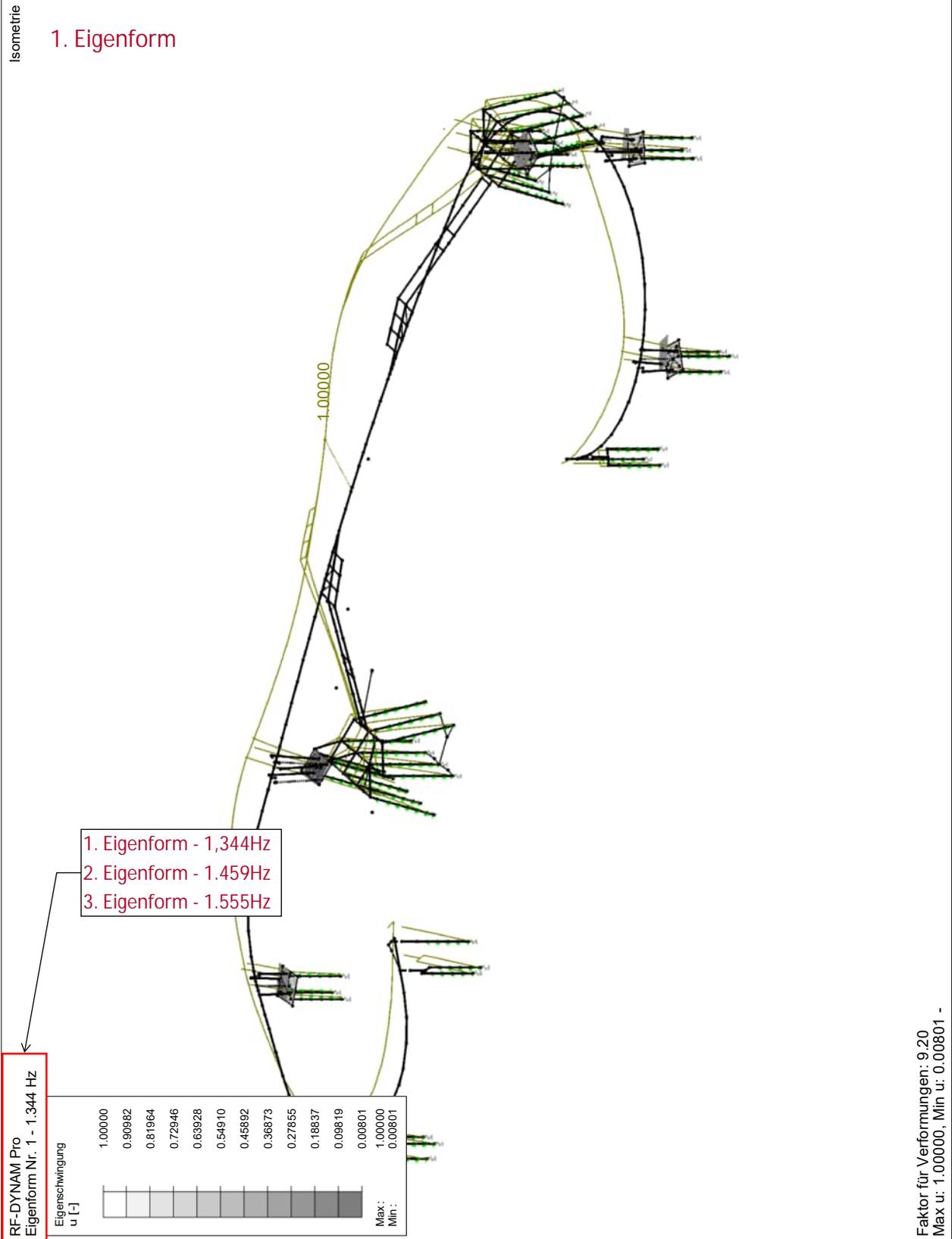
Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

■ **U - 1. EIGENFREQUENZ**



Datum: 06.11.2023

Projekt:

Modell: aktuell_NEN_3_BR01_Temp

Blatt:

1

■ UZ - 1. EIGENFREQUENZ IN Z - RICHTUNG

