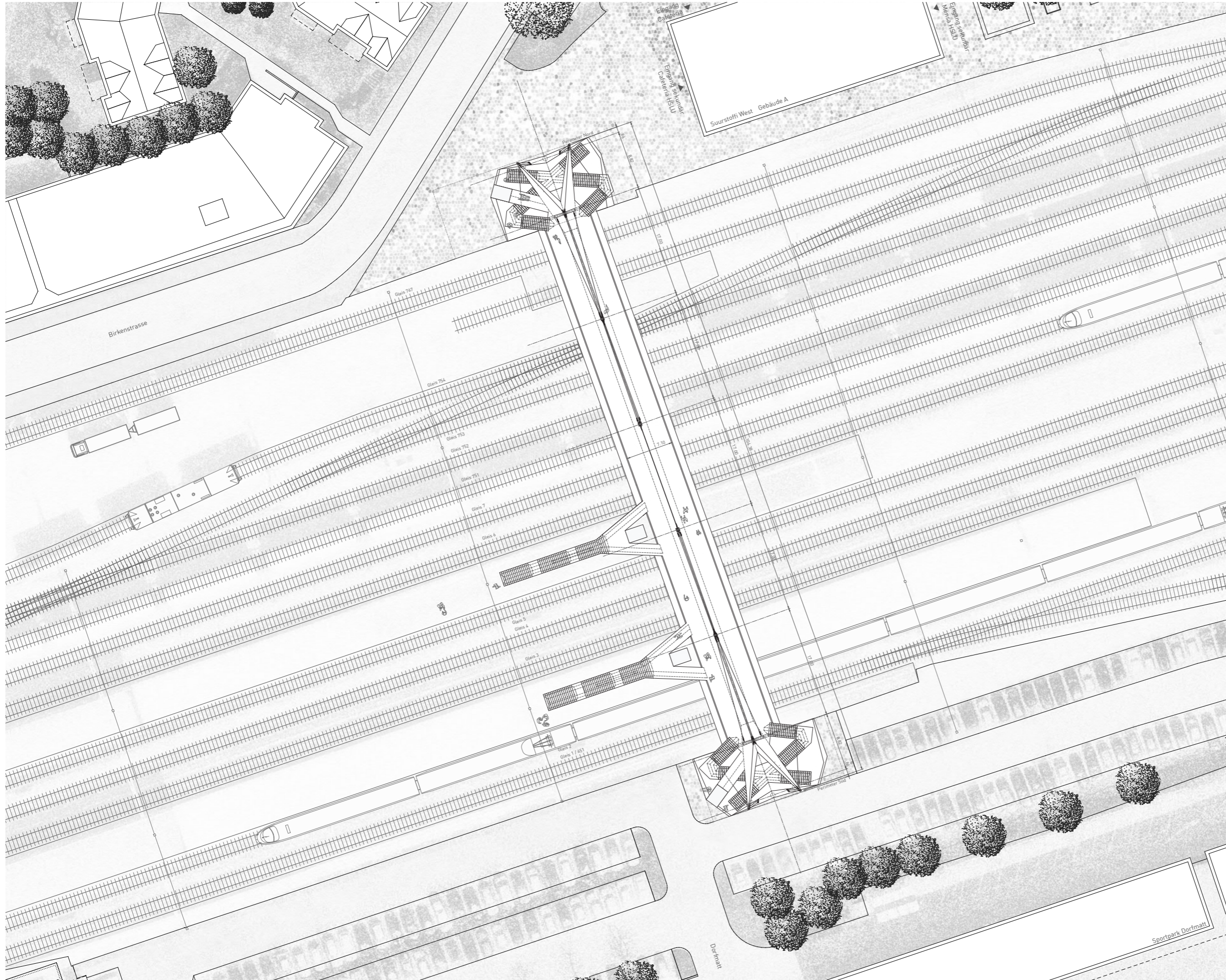


**Dokumentation Projekt Fink (Eingabe Projektwettbewerb)**



**Städtebau**

Mit der steigenden Bedeutung von Rotkreuz als Kerngemeinde der Metropolregion Zürich, dem Zuwachs an Arbeitsplätzen und dem Ausbau der Bahninfrastruktur befindet sich die Masstäblichkeit der Kleinstadt im Wandel. Im neuen Entwicklungsgebiet Saurstoff zeugen grossmassstäbliche Bauten für Bildung, Industrie und Wohnen von dieser Veränderung. Angrenzend an den alten Dorfkern sind auf der Südseite des Bahnhofs ähnliche Planungen im Gange.

Vor dem Hintergrund dieses neuen städtebaulichen Massstabs und dem Charakter der Architektur ist die Konzeption der Fussgängerbrücke über das Gleisfeld zu verstehen.

Als Teil der Infrastruktur des Bahnhofs integriert sich die Personenüberführung ins Gleisfeld am Ende der Perrons. Als Teil dieser Bahnanlage tritt ihre Struktur in einem dialektischen Dialog mit den umliegenden, markanten Bauten. Zwischen dem neuen Entwicklungsgebiet im Norden und dem Ortskern im Süden bildet die Brücke als starke Figur eine identitätsstiftende Verbindung. Innerhalb des Betrachtungsperimeters kann die neue Fussgängerbrücke für den Langsamverkehr zu einem attraktiven Zusammenschluss der Buonaserstrasse und Chamer- / Birkenstrasse werden. Deshalb beanspruchen die Brückenköpfe einen gewissen Umraum, so dass auf beiden Seiten eine attraktive Anknüpfungssituation mit Aufenthaltsqualität entsteht. Auf dem Platz vor dem Hochhaus der Saurstoff West, wie auch dem Park+Ride tritt der Aufgang mit einer angemessenen Eigenständigkeit auf. Die beiden freigespielten, richtungslosen Brückenköpfe sind so zudem langfristig für kommende bauliche Entwicklungen anschlussfähig. Die Masstäblichkeit und Freistellung macht die neue Geleisequerung schon von weitem erkennbar und dient als Orientierungspunkt für Ihre Benutzer.

**Architektur**

Der mit der Eisenbahngeschichte verbundene Finkträger spielt bei der städtebaulichen Konzeption auf den Topos des Gegensatzpaars Architektur und Technik, Haus und Schiff an.

Die Filigranität des Finkträgers verortet die Brücke im Umfeld der aus Masten und Seilen bestehenden Fahrleitungsanlage im Gleisfeld. Gleichzeitig behauptet sich ihre raumgreifende Schlantheit massstäblich gegenüber der tektonischen Schwere der neuen Grossbauten.

Die erzielte Leichtigkeit schafft eine starke Identität für den Ort und die Funktion der Gleisüberquerung. Die gezackte Silhouette des Tragwerks entfaltet eine starke Fernwirkung und erscheint als Reminiszenz an die Fernsicht mit Pilatus und Rigi. Das Tragwerk wird im strukturell motivierten Brückenquerschnitt und in der dynamischen Silhouette auf der geteilten Fahrbahn und den Treppen physisch erfahrbar. Die Auf- und Abgänge an den Brückenköpfen treffen in ihrer symmetrischen Ausformulierung städtebaulich bewusst keine Wertung der Zugangsrichtung. Vielmehr bildet die dynamische Ausformulierung der barockisierenden Freitreppe mit dem Schwalbenschwanz des Widerlagers eine Einheit.

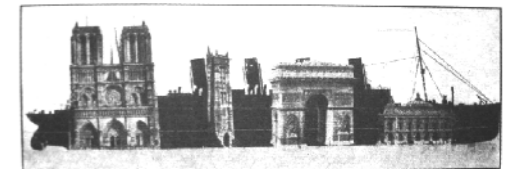
Typologisch verwandt dazu gabeln sich die Perronabgänge um die Lifte. Die Lifte sind von der Brückenfahrbahn statisch unabhängig und davon leicht abgesetzt. Durch ihre Anordnung zum Bahnhof hin erhält die Brücke eine Schauseite zur Landschaft und eine funktionale Fassade zum Bahnhof.

Die Tragstruktur der Glaslifte mit einem abgespannten Stabtragwerk in Rautenform markiert semantisch die Aufgänge von weitem und reflektiert formal die Leichtigkeit der Brückenkonstruktion.

Der schiffartige Charakter der Brücke wird durch die Materialisierung in Stahl und ihre Farbigkeit verstärkt. Der Epoxid-Dünnelag auf der Fahrbahn und der Korrosionsschutzanstrich in weisser Farbe für die übrigen Flächen geben dem Metall eine starke Physis.

Durch die Wirkung des Staketengeländers aus dünnen, unterschiedlich geneigten Stäben, der kräftigen Ständer und der langen Seilstreben wird die Fahrbahn als ein grosszügiges Deck wahrgenommen.

Im Kleinmassstab tragen der farbige Dünnelag mit integrierter Signalistik, das wertige Geländer mit Holzhandlauf und die Übersichtlichkeit zu einer einladenden Stimmung bei. In Reaktion auf die Ambivalenz zwischen der Schnellverbindung zum Zug und der Aufenthaltsqualität mit Fernsicht entsteht mit einfachen architektonischen Mitteln Benutzerfreundlichkeit, gute Orientierung und ein persönliches Sicherheitsgefühl.

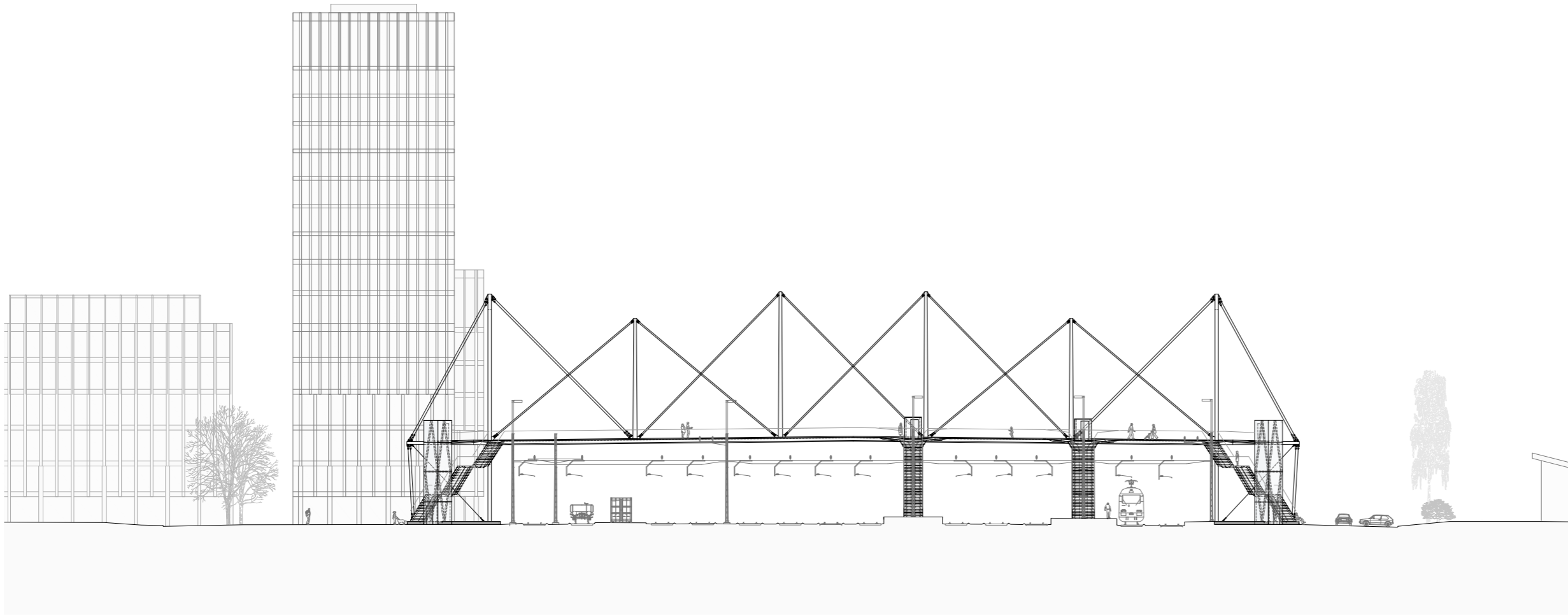


**Verkehrsfluss**

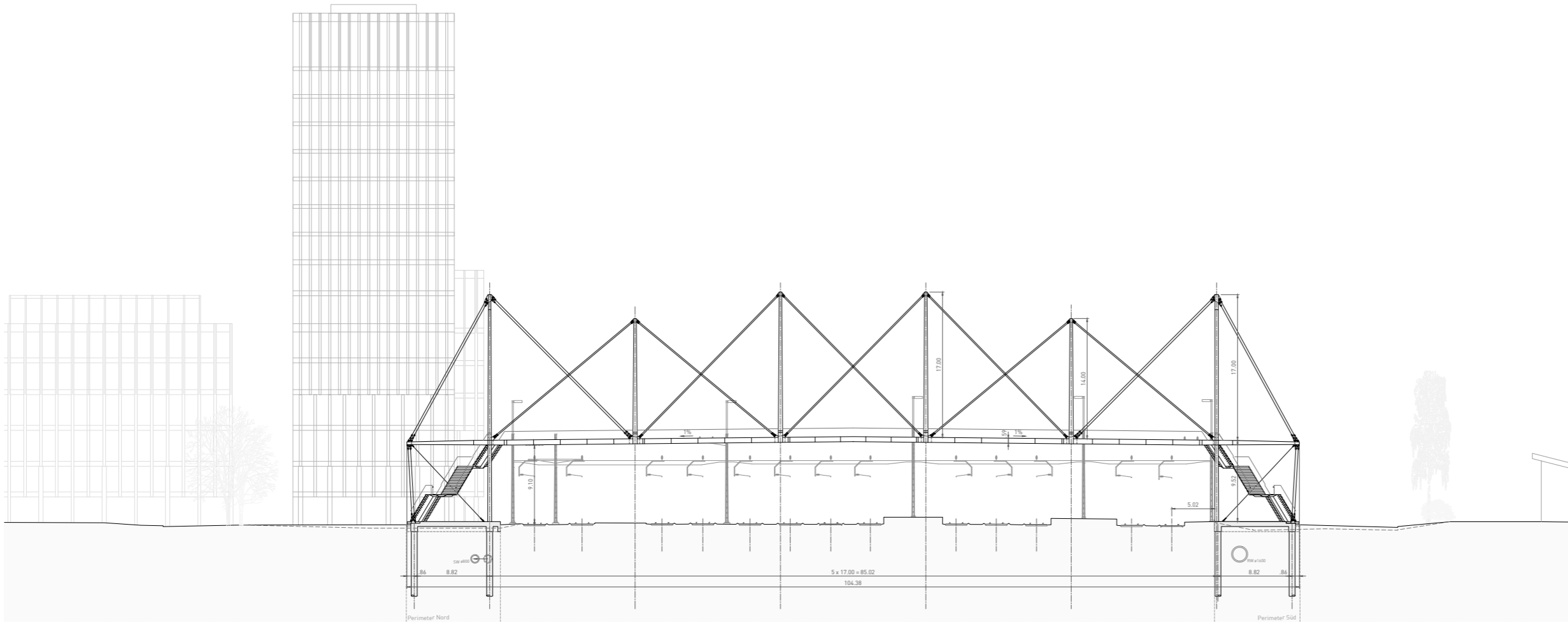
Die neue Personenüberführung überquert das Gleisfeld in einer gestreckten Linie im Grundriss und in der Aufsicht und schliesst damit die Lücke im Wegnetz des Langsamverkehrs. Sie wird von beiden Enden respektive von den Perronanlagen zum einen über Treppen und zum anderen über Lifte erschlossen, welche auch dem Transport von Fahrrädern und Behinderten dienen. Während die Lifte und die Perrontreppen zum Bahnhof hin ausgerichtet sind, weisen die Treppen an den Brückenköpfen keine eigentliche Ausrichtung auf. Letztere sind trotz der relativ bescheidenen Flächen des Bauperimeters grosszügig gestaltet. Die Form der barockisierenden gegenläufig symmetrischen Treppen erlaubt den Auf- und Abgang in beliebiger Richtung und unterstreicht damit das ankommen auf den als Begegnungszone und Drehscheibe funktionierenden nordseitigen Platz bei der Fachhochschule und auf das „Park and Ride“ auf der Südseite. Alle bestehenden und künftigen Wegbeziehungen für den Langsamverkehr zu und von der Personenüberführung finden so eine logische Anbindung.



Situation 1:5000



Längsansicht 1:200

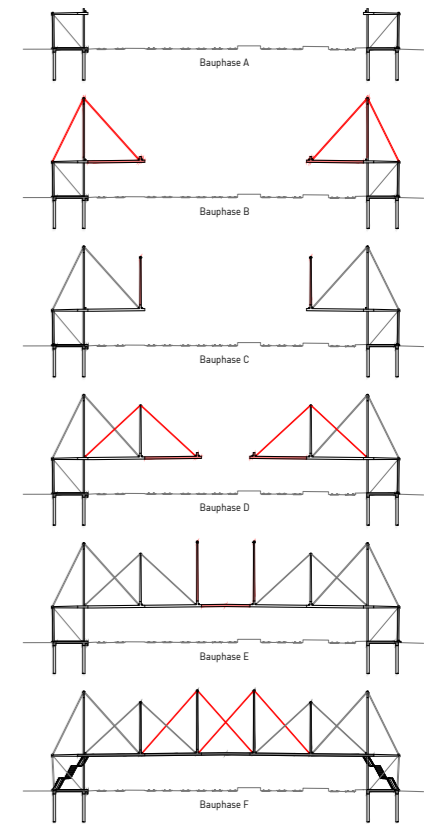


Längsschnitt 1:200

**Realisierung**

Die Personenüberführung muss unter Beachtung der einschränkenden Randbedingungen aus dem Bahnbetrieb und dem Ausschluss von temporären Hilfsabstützungen im Gleisbereich erstellt werden. Die Realisierung der über die Distanz von 85m gespannten Überführung, die dank dem vollständigen Verzicht auf Abstützungen im Gleisfeld und auf den Perrons beliebige Verschiebungen letzterer zulässt, ist daher entsprechend anspruchsvoll. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist die statische Konzeption der neuen Überführung derart auf die Randbedingungen abgestimmt, dass eine Realisierung im Freivorbau, ausgehend von den beiden Brückenköpfen, ermöglicht wird. Das konzipierte Tragwerk erweist sich einerseits aufgrund seines geringen Gewichts und der Möglichkeit zur abschnittweisen Fertigung besonders geeignet.

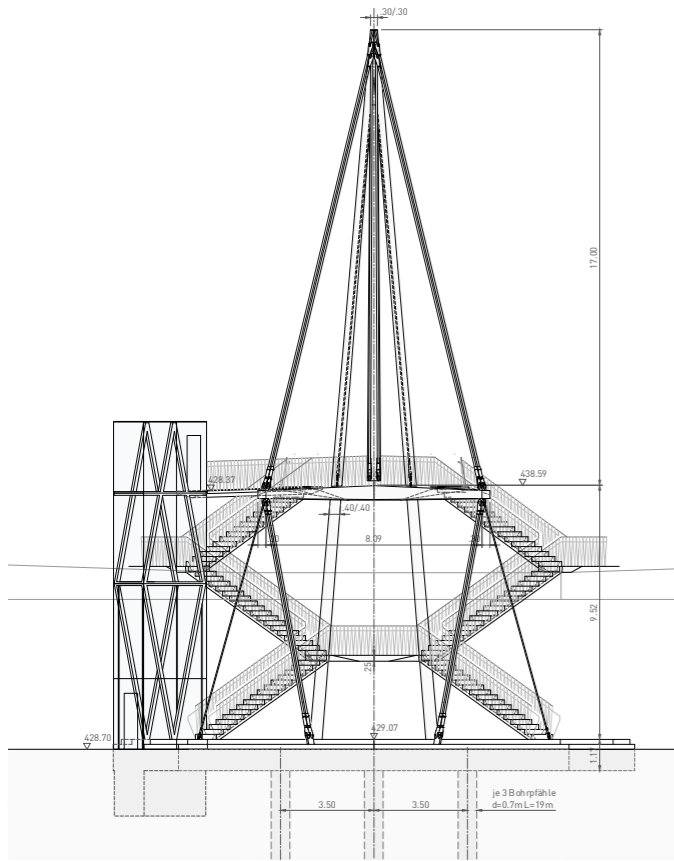
In einem ersten Schritt, in Bauphase A sind die Fundationen und die Struktur auf den Baufeldern der beiden Brückenköpfe zu erstellen. Während im Baufeld Süd für den Bau der Fundamente keine Werkleitungsumlegungen erforderlich sind, muss die bestehende Schmutzwasserleitung im Baufeld auf der Nordseite leicht verschoben werden. Als Basis für den nachfolgenden Freivorbau ist das Tragwerk beim Brückenkopf temporär ausreichend auszusteuern. Die Bauphase B beginnt mit dem Aufrichten der Pylone oberhalb der künftigen Verkehrsfläche und dem Einheben der ersten Etappen des Brückenträgers, die dank den ersten Diagonalen des Fink-Trägers als Kragarm stabil gehalten sind. Dank des geringen Gewichts der Trägersegmente, welches aufgrund ihrer Länge nur ca. 31t beträgt, kann als Hebeeinrichtung ein Pneukran verwendet werden. Mit dem modularen Aufbau des Tragwerks benötigt der Montagevorgang sehr wenig Zeit, was die Durchführung während eines Betriebsunterbruchs der betroffenen Gleise von weniger als zwei Stunden ermöglicht. Als Vorbereitung für die zweite Etappe des Freivorbaus wird in Bauphase C der erste Ständer des Fachwerks ohne Behinderung des Bahnverkehrs errichtet. Darauf erfolgt in Bauphase D die Realisierung der folgenden Etappen, die analog zu den vorangehenden Etappen montiert werden können. Die Bauphase E dient dem Aufrichten der beiden zentralen Ständer und für das Einsetzen der Schlussetappe. Darauf folgt in Bauphase F die Fertigstellung der Fachwerkmasche, deren Geometrie durch die vorerst gelenkig ausgeführten Koppelfugen zwischen den Trägerseg-



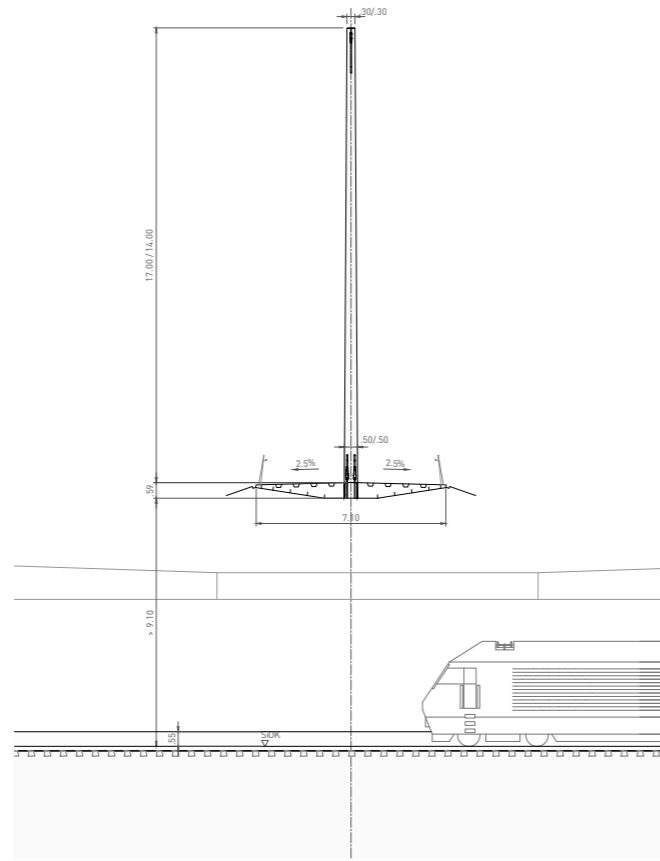
menten auf die genaue Soll-Lage justiert werden kann. Nach den Einstellarbeiten kann der Träger bei den Koppelfugen durch Schweißen fix verbunden und der Korrosionsschutz ergänzt werden. Aufgrund der günstigen Lage der Elementfugen, sind diese Arbeiten ausser im Bereich des Rangiergleises 751 ohne Einschränkung des Betriebs möglich. Die Vorspannkraft und die Seilkräfte können mittels regulierbaren Seilfittings auf die gewünschte Grösse eingestellt werden. Nach Abschluss der Arbeiten am Hauttragwerks folgen die Erstellung der Treppen und der Liftzüge, worauf die Überführung in Betrieb genommen werden kann.

**Umbau Perron 5/6**

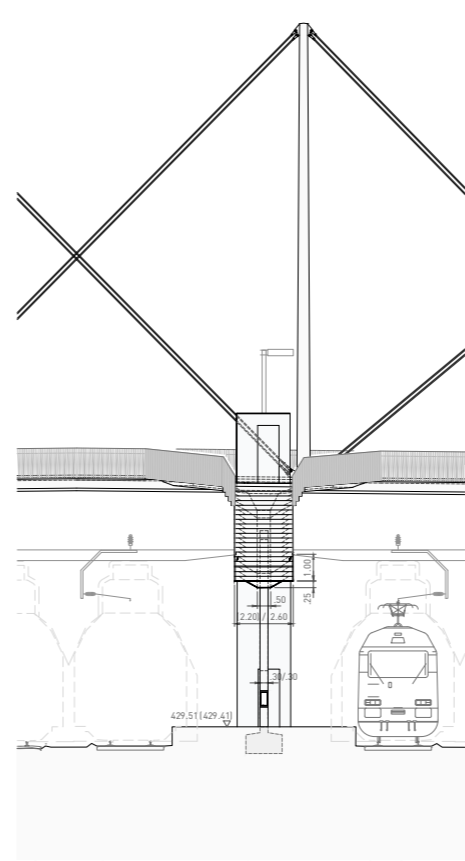
Die formulierte Bedingung einer möglichen Verschiebung des Perrons 5/6 zu einem späteren Zeitpunkt beeinflusst die Wahl des Tragwerkskonzepts wesentlich. Um selbst bei einer Verschiebung des Perrons jegliche Beeinflussung des Tragwerks zu vermeiden, wird das gesamte Gleisfeld mit einer Spannweite von 85m überbrückt. Die Erschliessung der Brücke von den Perrons erfolgt über unabhängig tragende Treppen und Liftanlagen, die westlich der Personenüberführung angeordnet sind und über kurze Verbindungsstege, welche als einfache Balken ausgebildet sind, die an die Personenüberführung andocken. Bei einer zukünftigen Verschiebung des Perrons 5/6 besteht damit die Möglichkeit, die Treppe und den Lift unabhängig vom Tragwerk der Personenüberführung zu verschieben. Sämtliche aufgehenden Elemente der Treppe und des Lifts können bei der Verschiebung wiederverwendet und unabhängig von der Tragstruktur der Personenüberführung am neuen Standort aufgerichtet werden. Die Verbindungsstege zwischen den Aufgängen und der Personenüberführung bewirken nur sehr kleine Auflagerreaktionen, die ohne Beeinflussung des Tragverhaltens des Haupttragwerks verschoben werden können, weshalb sich bei einer Verschiebung des Perrons Massnahmen an der Personenüberführung erübrigen. Durch die Wiederverwendung der Bauteile des Auf- und Abgangs auf Perron 5/6 resultieren minimale Kosten für den Umbau und ein ökologischer Umgang mit der Bausubstanz.



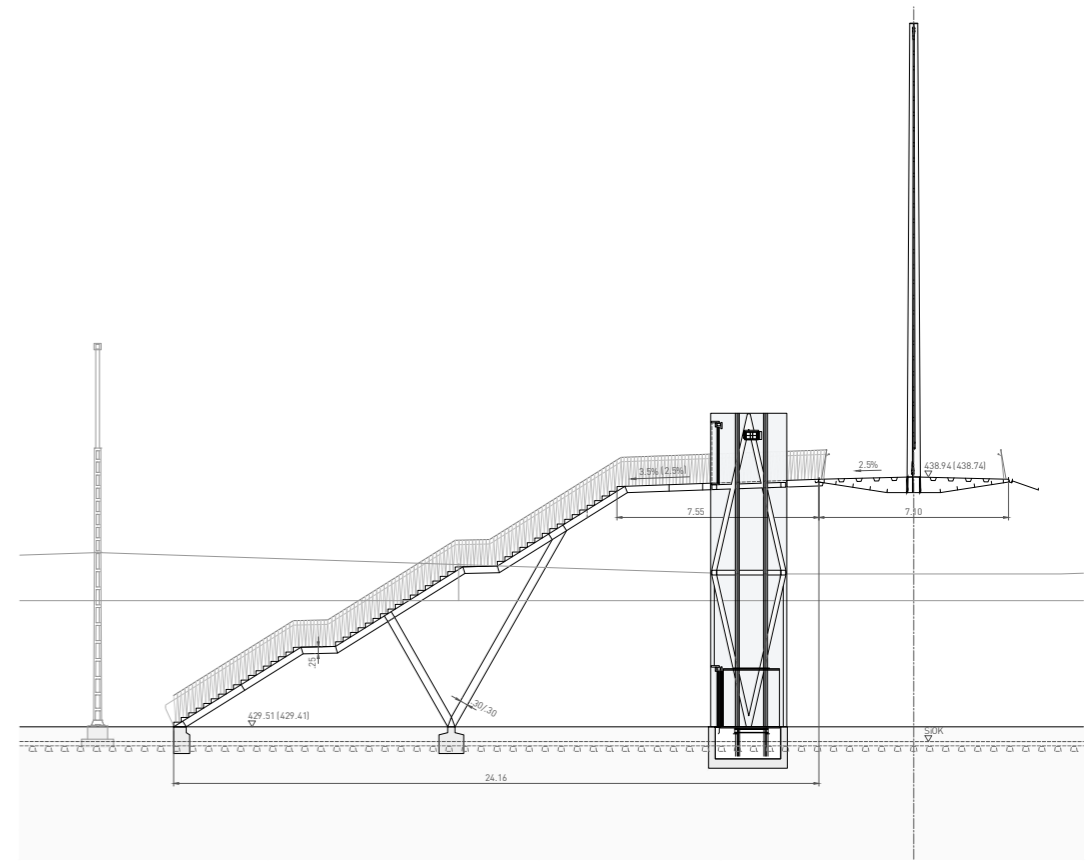
Querschnitt Zugang Nord / Süd 1:100



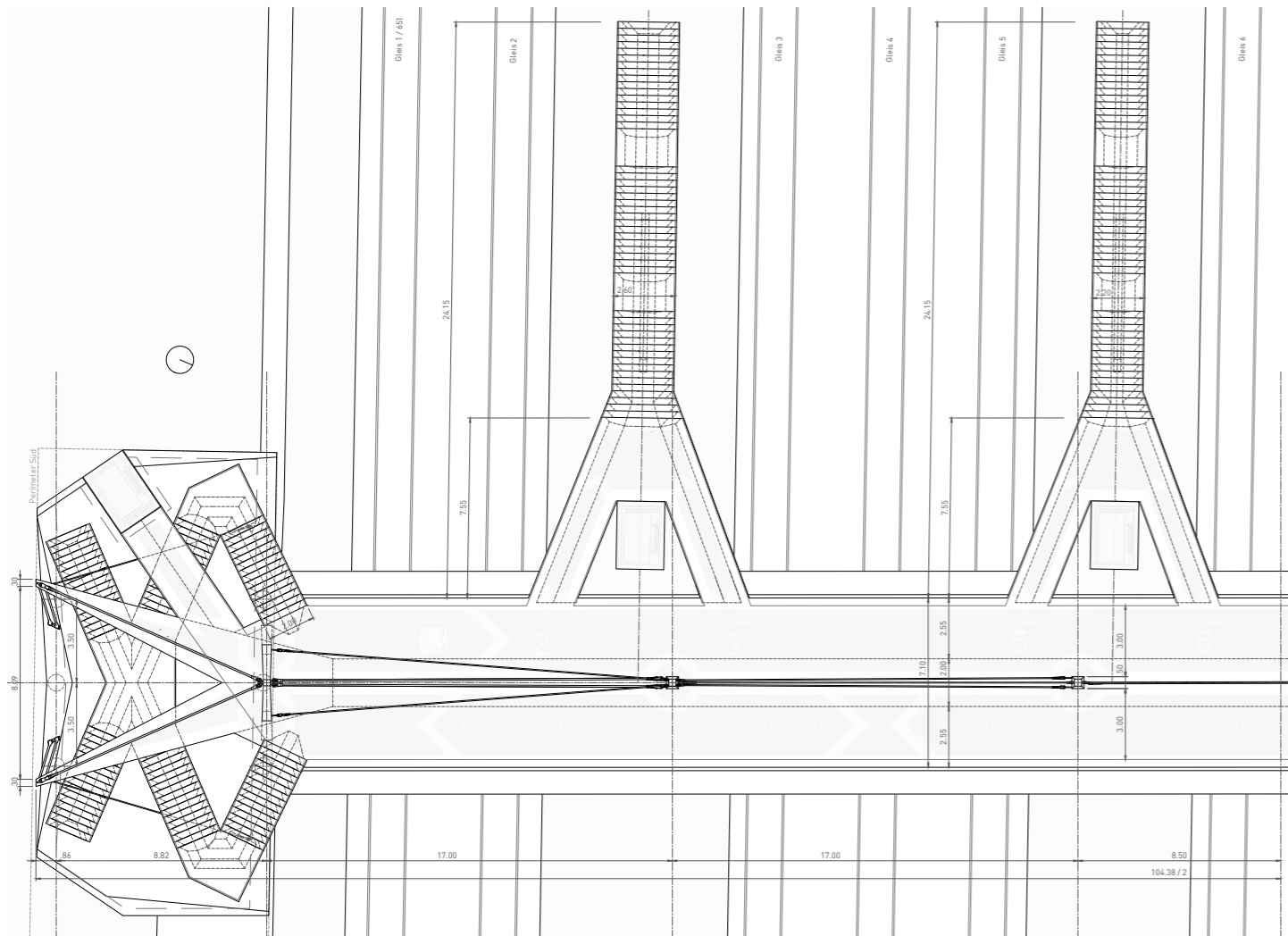
Schnitt Gleisfeld 1:100



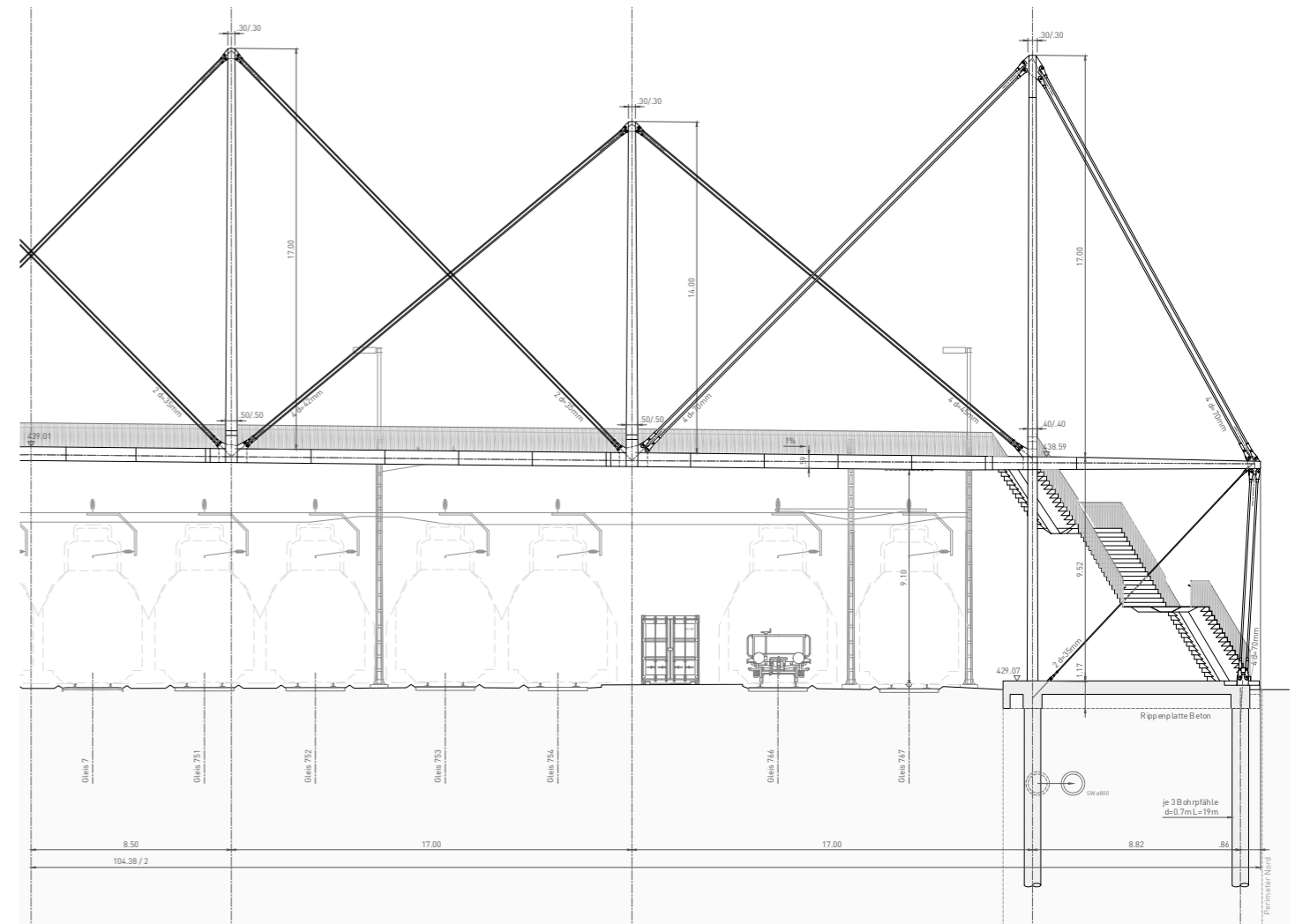
Schnitt Treppe Perron 2/3 und [5/6] 1:100



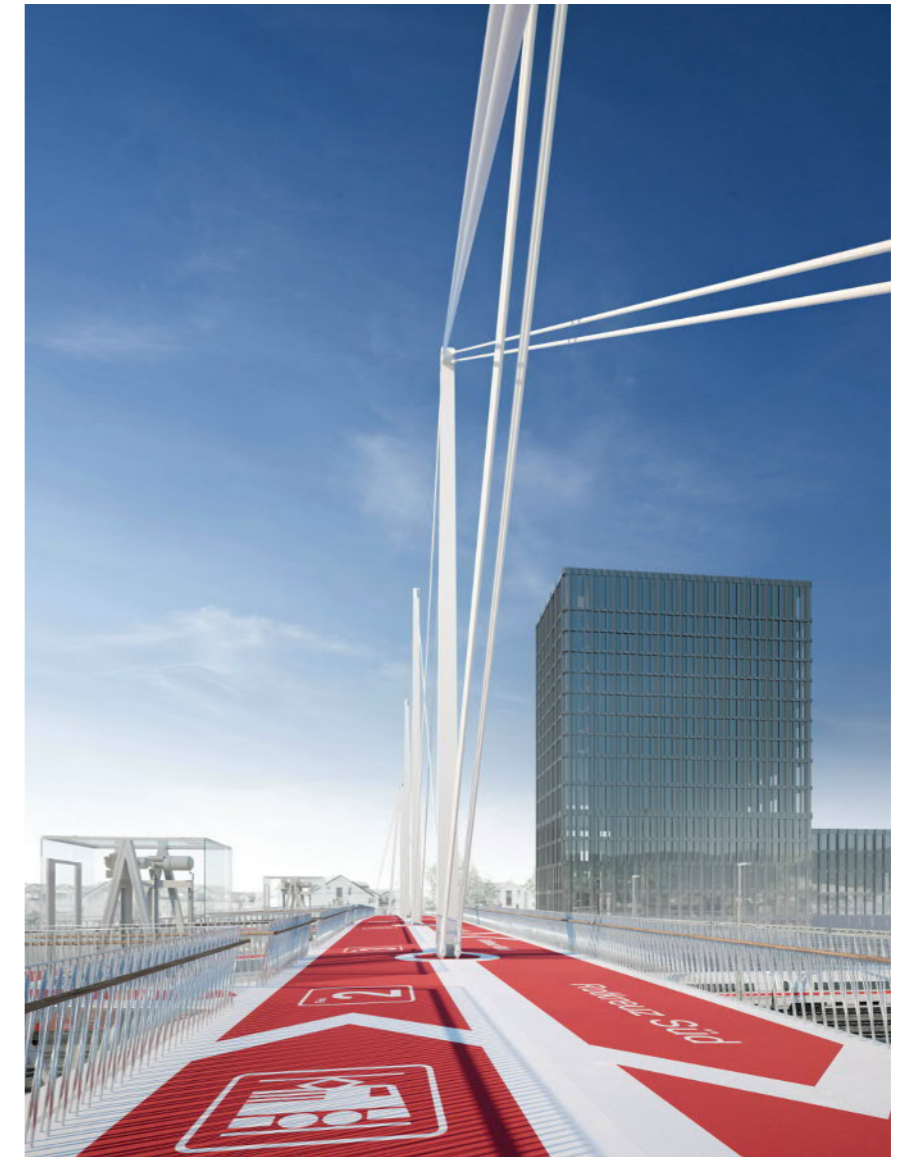
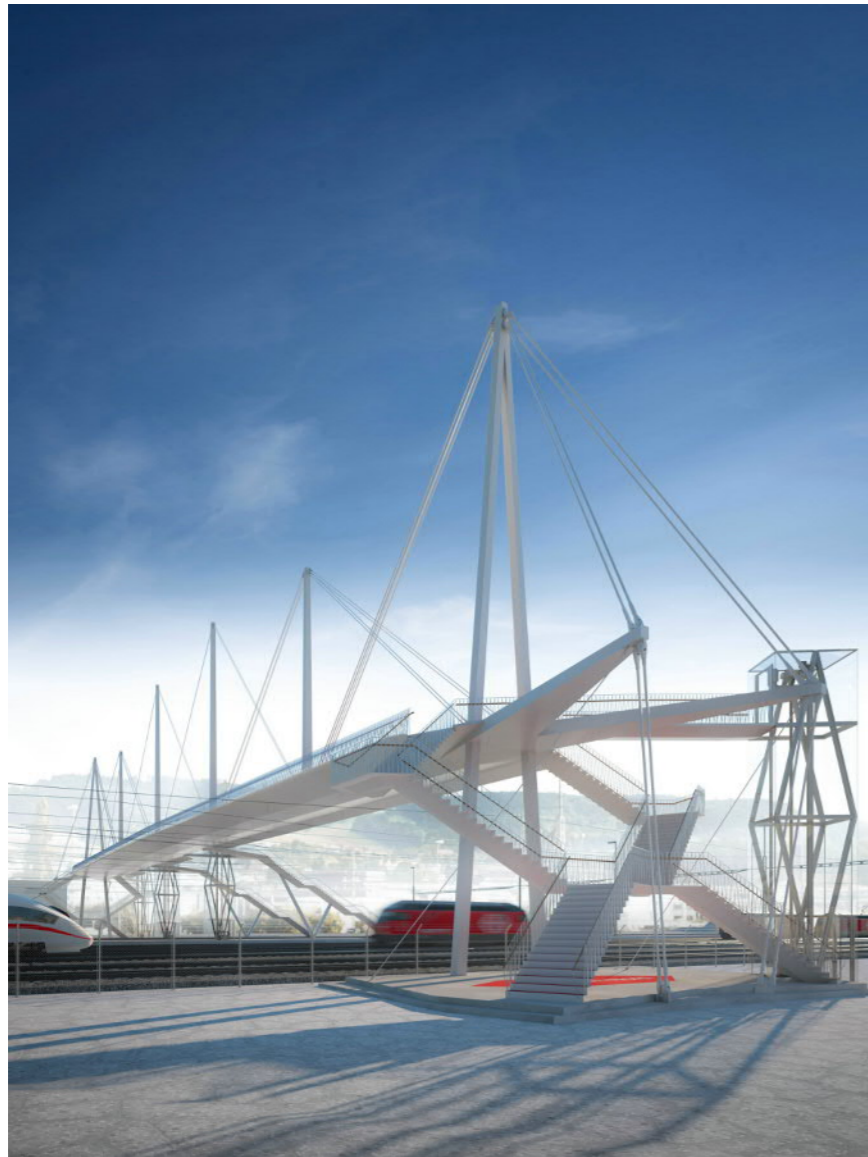
Schnitt Zugang Perron 2/3 und [5/6] 1:100



Grundriss Süd (Nord analog) 1:100

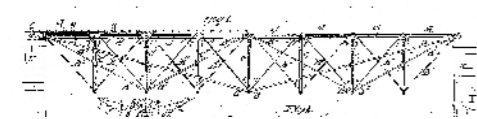


Längsschnitt Nord (Süd analog) 1:100



**Tragwerk**

Das Tragsystem der neuen Personenüberführung orientiert sich an der Konstruktionsform eines Fachwerkbinders, der im Jahre 1854 vom deutschen Ingenieur Albert Fink in den USA patentiert wurde. Fink entwickelte seine Idee für den damals neuartigen Binder durch die Überlagerung von verschiedenen Dreiecksmaschen, welche abschnittsweise als Unterspannung wirken. Mit der Überlagerung erzielte er ein statisch unbestimmtes Tragwerk, dessen statische Analyse erst 10 Jahre später dank des Beitrags von James C. Maxwell ermöglicht wurde. Der Entwurf von Fink orientierte sich an der damals üblichen, konzeptionellen Überlagerung verschiedener Tragsysteme, deren Tragwirkung zur damaligen Zeit verstanden wurde. Vergleichbare Überlagerungen wurden bereits früher von Grubenmann und später von Wilton, Howe, Hassard und weiteren im Holzbau vorgeschlagen und realisiert.



Für das vorgeschlagene Tragwerk wird das Fink'sche Tragsystem auf die Grundmasche reduziert und aufgrund des erforderlichen Lichtraumprofils oberhalb der Fahrbahn angeordnet. Wie im Schema a) dargestellt ergibt sich dadurch eine statisch bestimmte Fachwerkmassche. Gegenüber dem Patent von Fink werden durch die gespiegelte Anordnung der Diagonalen auf Druck und die Ständer bzw. die Fahrbahn auf Zug beansprucht. Anhand der blau dargestellten Schar von Seilpolygonlinien ist erkennbar, dass die Gurtkräfte des Fachwerks variieren und, dass die effektive statische Höhe durch die Höhe des Schnittpunktes der Diagonalen über der Fahrbahn gegeben ist. Um die aus der Spiegelung resultierende ungünstige Druckspannung in den Diagonalen zu vermeiden, wird dem System mittels einer Abspannung an den Trägerenden ein günstiger Spannungszustand überlagert, der gewährleistet, dass die Diagonalen stets auf Zug beansprucht sind und als Seile ausgebildet werden können. Das Tragsystem wird durch diese Ergänzung statisch unbestimmt, womit seine Vorspannung ermöglicht wird. Im Schema b) ist die Wirkung des durch die Abspannung erzeugten Eigenspannungszustands dargestellt. Die Vorspannung erzeugt ein konstantes negatives Biegemoment, welches durch die Fachwerkmassche im Gleichgewicht gehalten wird. Die Vorspannkraft in der Abspannung ist so auszulagen, dass die Diagonalen in Feldmitte auch bei Vollast keine Stauchung erfahren. Das wird erreicht, wenn die Zugkräfte in den Diagonalen infolge der Abspannkraft mindestens so gross wie die Druckkräfte am Grundsystem sind, siehe Schema c). Dadurch bleibt die gesamte Fachwerkmassche analog zum Jamerth'schen Seilbinder während der Nutzung stets wirksam.

**Konstruktion und Materialisierung**

Die Querschnitte des Brückenträgers, der Ständer, der Pylene und der Treppenaufgänge setzen sich aus geschweissten, teilweise abgekanteten Blechen aus Stahl S355 zusammen. Die Bauteile werden im Werk hergestellt und mit dem vierschichtigen Korrosionsschutz versehen. Ihre Montagegestösse sind verschweisst. Der äusserst schlanke Brückenträger verfügt über einen aerodynamisch geformten Trapezquerschnitt mit glatten Aussenflächen, an dessen Gestalt sich die Treppenträger anlehnen. Die Fahrbahn ist als orthotrope Platte konzipiert und wird durch Längssteifen und Querschotten versteift. Der geschlossene Querschnitt des Brückenträgers bietet die erforderliche Torsionssteifigkeit, um die in Brückenachse angeordneten und eingespannten Ständer zu stabilisieren.

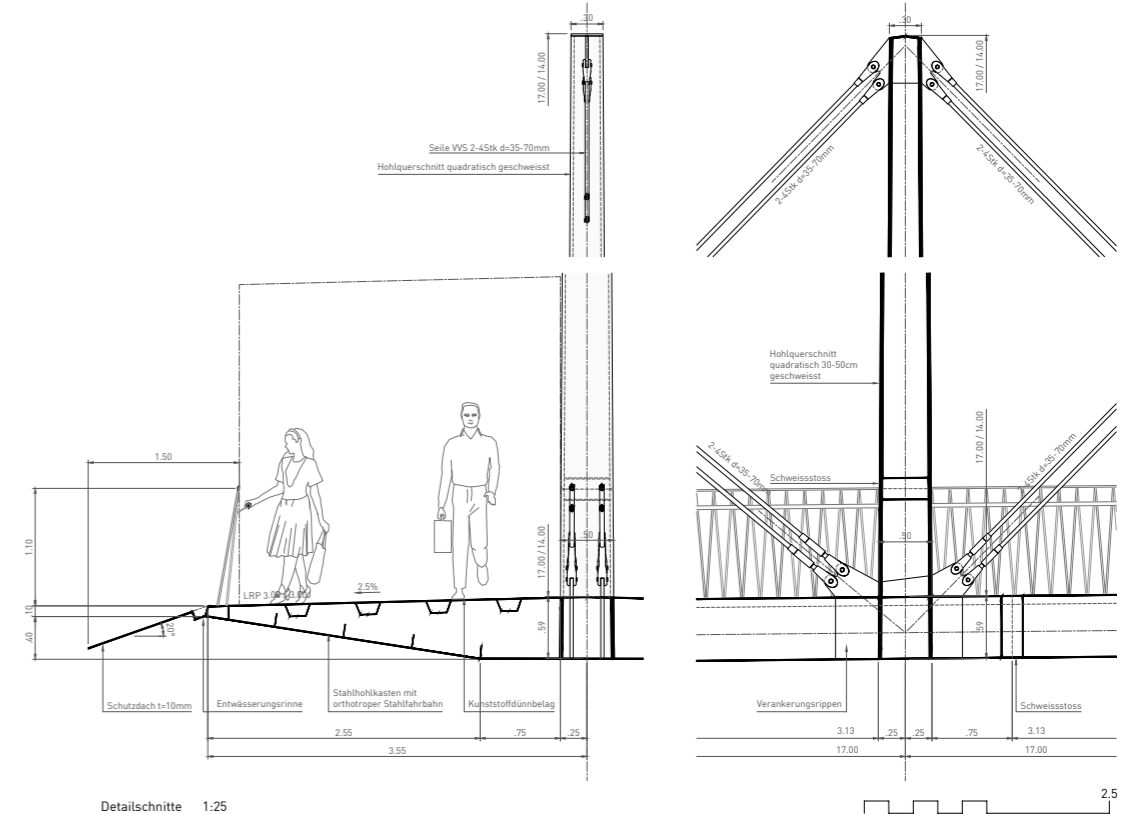
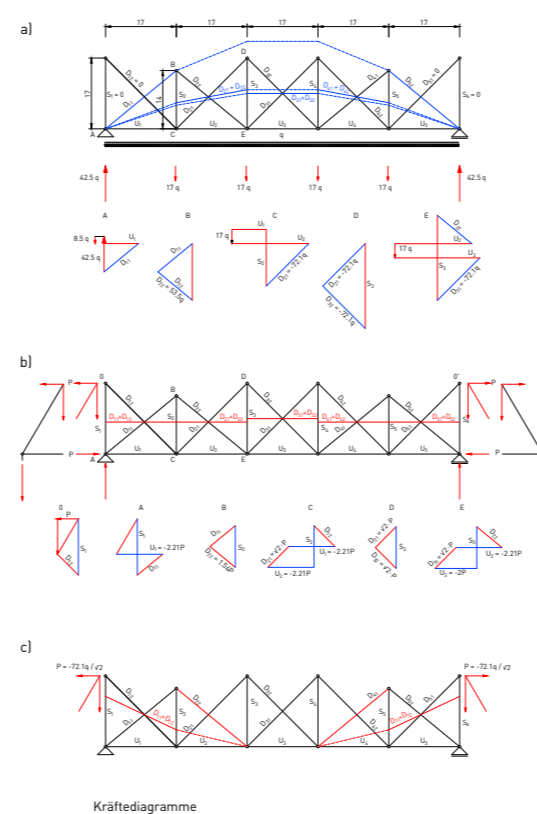
Die Diagonalen und Abspannungen der Überspannung werden durch vollverschlossene Spiralseile mit Gabelhülsen materialisiert, welche mit einer Galvan- respektive Feuerverzinkung versehen sind. Das vorgespannte Seilsystem verleiht dem Tragwerk eine hohe Steifigkeit. Die an den Pylonen anschliessenden, im Brückenträger verankerten Rückhalte- und Abspannseile bilden mit den Diagonalen ein Rahmentragwerk ohne Lager und Fugen. Die Untersuchung des Schwingungsverhaltens an einem nichtlinearen Stabmodell zeigt, dass die massgebenden Grund-Eigenfrequenzen zwischen 1.0 und 1.4 Hz liegen, und dass die von einer Personengruppe induzierten Beschleunigungen den Wert von 0.5 m/s<sup>2</sup> nicht übersteigen.

Die Fundationen aller Bauteile werden in Stahlbeton materialisiert. Die Bankette für die Tieffundation der Brücke dienen dabei als Sockelplatten der Aufgänge Nord und Süd.

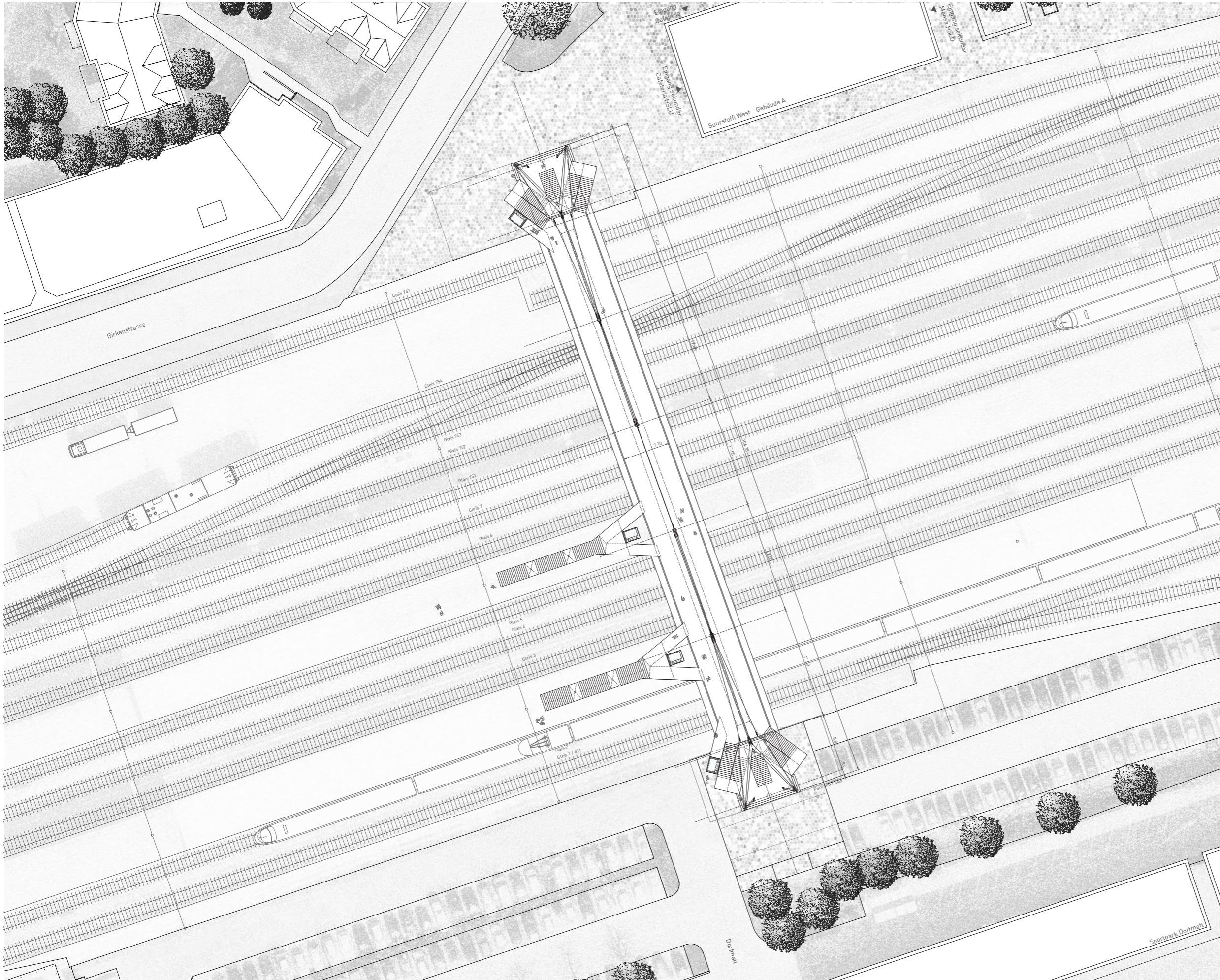
**Ausrüstung**

Auf eine Überdachung der Personenüberführung und der Aufgänge wird verzichtet, um den Nutzern eine ungehinderte Sicht auf die Umgebung zu ermöglichen. Zur Absturz-sicherung dient ein einheitliches Staketengeländer. Der Berührungsschutz der Strom-führenden Bauteile wird durch die seitlich an der Brückenplatte angeschlossenen Schutzdächer gewährleistet, welche als Flachbleche in der gleichen Farbe des Tragwerks gestaltet sind. Die Entwässerung der Gefläche erfolgt über die seitlichen, rinnenförmigen Abschlüsse des Brückenträgers, an welchen die Schutzdächer befestigt sind. An den Brückenden wird das Wasser aus den Rinnen in eine Fallleitung geleitet, welche im Treppenträger verläuft und auch die Entwässerung der Podeste ermöglicht.

Die Gehflächen auf Brücke und Treppenaufgänge werden mit einem Flüssigkunststoff-Dünnschichtbelag auf Epoxid- und Polyurethanbasis versehen und dank eingestreutem Quarzsand rutschfest gemacht. Die farbige, witterungsbeständige Versiegelung des Belags lässt die Integration der Signalistik mittels Piktogrammen zu. Die im Handlauf integrierten LED-Lichtbänder gewährleisten eine gute Ausleuchtung für die Nutzung bei minimalem Energiebedarf. Punktuelle LED-Strahler an den Fusspunkten der Ständer an der Unterseite von Brückenträger und Podesten kündigen die Präsenz der Überführung aus der Ferne an und lassen die Aufgangsbereiche bei Nacht leicht erkennen.



**Dokumentation Projekt Fink (Bereinigungsstufe)**



**Städtebau**

Mit der steigenden Bedeutung von Rotkreuz als Kerngemeinde der Metropolregion Zürich, dem Zuwachs an Arbeitsplätzen und dem Ausbau der Bahninfrastruktur befindet sich die Masstäblichkeit der Kleinstadt im Wandel. Im neuen Entwicklungsgebiet Suurstoffi zeugen grossmassstäbliche Bauten für Bildung, Industrie und Wohnen von dieser Veränderung. Angrenzend an den alten Dorfkern sind auf der Südseite des Bahnhofs ähnliche Planungen im Gange. Vor dem Hintergrund dieses neuen städtebaulichen Massstabs und dem Charakter der Architektur ist die Konzeption der Fussgängerbrücke über das Gleisfeld zu verstehen.

Als Teil der Infrastruktur des Bahnhofs integriert sich die Personenüberführung ins Gleisfeld am Ende der Perrons. Als Teil dieser Bahnanlage tritt ihre Struktur in einem dialektischen Dialog mit den umliegenden, markanten Bauten. Zwischen dem neuen Entwicklungsgebiet im Norden und dem Ortskern im Süden bildet die Brücke als starke Figur eine identitätsstiftende Verbindung. Innerhalb des Betrachtungsperimeters kann die neue Fussgängerbrücke für den Langsamverkehr zu einem attraktiven Zusammenschluss der Bounaserstrasse und Chamer- / Birkenstrasse werden. Deshalb beanspruchen die Brückenköpfe einen gewissen Umräum, so dass auf beiden Seiten eine attraktive Ankunftssituation mit Aufenthaltsqualität entsteht. Auf dem Platz vor dem Hochhaus der Suurstoffi West, wie auch dem „Park and Ride“ markiert der Brückenkopf den Aufgang mit einer angemessenen Eigenständigkeit. Die Antritte der Treppen nehmen die Hauptrichtungen der Brückenachse und der Perrons direkt auf. Die beiden freigespielten Brückenköpfe sind mit dieser Ausrichtung sowohl auf dem Platz der Suurstoffi wie auch bahnhofsseitig langfristig für kommende bauliche Entwicklungen anschlussfähig. Die Masstäblichkeit und Freistellung macht die neue Geleisequerung schon von weitem erkennbar und dient als Orientierungspunkt für Ihre Benutzer.

**Architektur**

Der mit der Eisenbahngeschichte verbundene Finkträger spielt bei der städtebaulichen Konzeption auf den Topos des Gegensatzpaars Architektur und Technik, Haus und Schiff an.

Die Filigranität des Finkträgers verortet die Brücke im Umfeld der aus Masten und Seilen bestehenden Fahrleitungsanlage im Gleisfeld. Gleichzeitig behauptet sich ihre raumgreifende Schlankheit massstäblich gegenüber der tektonischen Schwere der neuen Grossbauten.

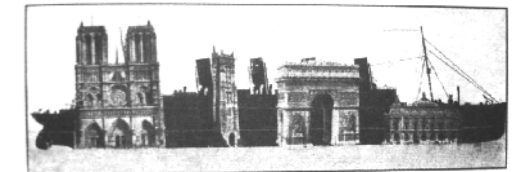
Die erzielte Leichtigkeit schafft eine starke Identität für den Ort und die Funktion der Geleiseüberquerung. Die gezackte Silhouette des Tragwerks entfaltet eine starke Fernwirkung und erscheint als Reminiszenz an die Fernsicht mit Pilatus und Rigi. Das Tragwerk wird im strukturell motivierten Brückenquerschnitt und in der dynamischen Silhouette auf der geteilten Fahrbahn und den Treppen physisch erfahrbar. Am Brückenkopf fächern sich der Personenfluss und der Kräftefluss symmetrisch auf. Durch die Ausdehnung und Verkürzung der Freitreppe treten der Schwalbenschwanz des Widerlagers und die Abspannungen in den Vordergrund.

Die Anordnung der Läufe und der mittige Antritt orientieren sich am ursprünglich barocken Typus der dreiarmligen Treppe. Georg Dehio bringt in der Geschichte der deutschen Kunst den Charakter dieses Aufgangs treffend auf den Punkt: „Es ist eine Treppe, die selbst nicht gesehen wird, die nur Aussicht statt Ansicht bietet“. Die Steigerung vom einläufigen Antritt zum aufgefächerten Austritt der fünfachsigen Treppe macht aus der funktionalen Höhenüberwindung ein räumliches Erlebnis. Typologisch verwandt dazu gabeln sich die Perronabgänge im dem Personenstrom folgend um die Lifte.

Die Lifte werden an die Geleise gerückt und in einer Linie mit den Personenliften aligniert, so dass der Brückenkopf zusätzlich freigespielt wird. Durch Ihre Anordnung zum Bahnhof hin behält die Brücke eine Schaussseite zur Landschaft und eine funktionale Fassade zum Bahnhof.

Mit diesen entwerferischen Massnahmen verstärkt sich einerseits die Vollständigkeit der Struktur und andererseits wird die Wegführung flüssiger, einfacher und attraktiver.

Die räumliche Leichtigkeit der Treppen und Lifte wird konstruktiv in Referenz an den formalen Fundus des Geleisefelds interpretiert. Ähnlich wie die Brückenkonstruktion verorten die pragmatisch vertikal gestützten Konstruktionen der Wangentreppe und des Lifts diese in der Bahnwelt. Dadurch wirken sie gegenüber der Brücke leicht, transparent und eigenständig zugleich.



„Des yeux qui ne voient pas - le paquebot .. Quelle: Le Corbusier - Vers une Architecture.“

Der schiffartige Charakter der Brücke wird durch die Materialisierung in Stahl und ihre Farbigkeit verstärkt. Der Epoxid-Dünnbelag auf der Fahrbahn und der Korrosionsschutzanstrich in weisser Farbe für die übrigen Flächen geben dem Metall eine starke Physis.

Durch die Wirkung des Staketengeländers aus dünnen, unterschiedlich geneigten Stäben, der kräftigen Ständer und der langen Seilstreben wird die Fahrbahn als ein grosszügiges Deck wahrgenommen, das zu einer neuen Perspektive auf die Geleise einlädt.

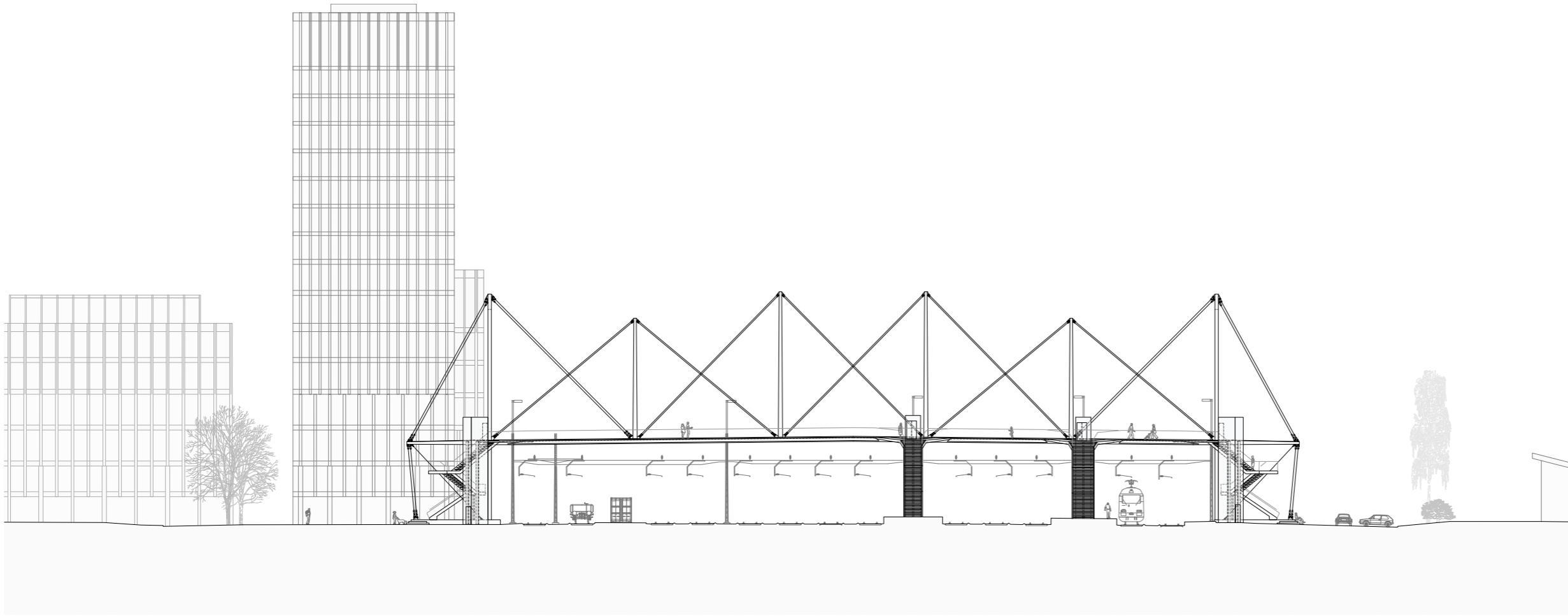
Im Kleinmassstab tragen der farbige Dünnbelag mit integrierter Signaletik, das wertige Geländer mit Holzhandlauf und die Übersichtlichkeit zu einer einladenden Stimmung bei. In Reaktion auf die Ambivalenz zwischen der Schnellverbindung zum Zug und der Aufenthaltsqualität mit Fernsicht entsteht mit einfachen architektonischen Mitteln Benutzerfreundlichkeit, gute Orientierung und ein persönliches Sicherheitsgefühl.



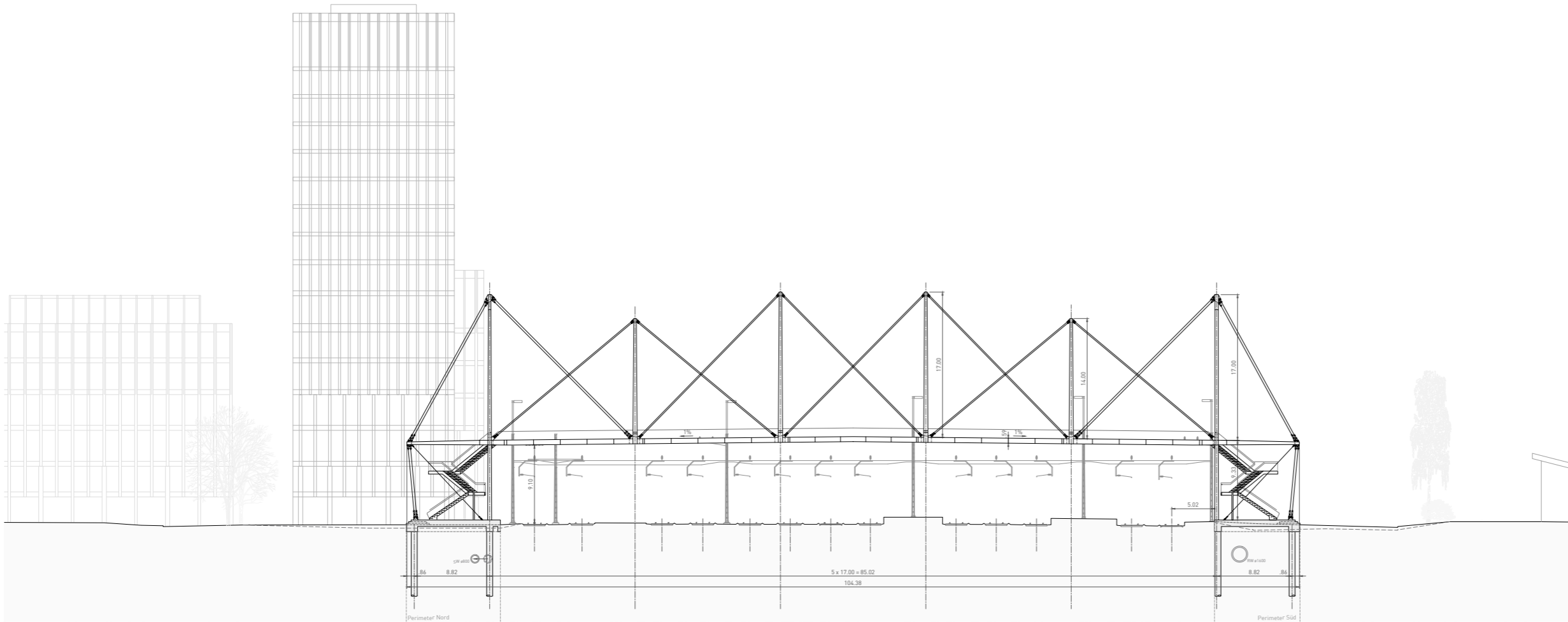
Signalbrücke Romanshorn



Residenz Würzburg, Balthasar Neumann



Längsansicht 1:200

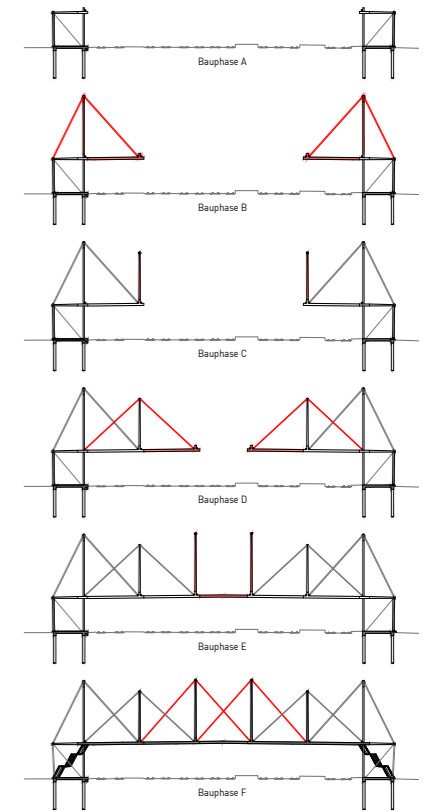


Längsschnitt 1:200

**Realisierung**

Die Personenüberführung muss unter Beachtung der einschränkenden Randbedingungen aus dem Bahnbetrieb und dem Ausschluss von temporären Hilfsabstützungen im Gleisbereich erstellt werden. Die Realisierung der über die Distanz von 85m gespannten Überführung, die dank dem vollständigen Verzicht auf Abstützungen im Gleisfeld und auf den Perrons beliebige Verschiebungen letzterer zulässt, ist daher entsprechend anspruchsvoll. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist die statische Konzeption der neuen Überführung derart auf die Randbedingungen abgestimmt, dass eine Realisierung im Freivorbau, ausgehend von den beiden Brückenköpfen, ermöglicht wird. Das konzipierte Tragwerk erweist sich einerseits aufgrund seines geringen Gewichts und der Möglichkeit zur abschnittweisen Fertigung besonders geeignet.

In einem ersten Schritt, in Bauphase A sind die Fundationen und die Struktur auf den Baufeldern der beiden Brückenköpfe zu erstellen. Während im Baufeld Süd für den Bau der Fundamente keine Werkleitungsumlegungen erforderlich sind, muss die bestehende Schmutzwasserleitung im Baufeld auf der Nordseite leicht verschoben werden. Als Basis für den nachfolgenden Freivorbau ist das Tragwerk beim Brückenkopf temporär ausreichend auszusteuern. Die Bauphase B beginnt mit dem Aufrichten der Pylone oberhalb der künftigen Verkehrsfläche und dem Einheben der ersten Etappen des Brückenträgers, die dank den ersten Diagonalen des Fink-Trägers als Kragarm stabil gehalten sind. Dank des geringen Gewichts der Trägersegmente, welches aufgrund ihrer Länge nur ca. 31t beträgt, kann als Hebeeinrichtung ein Pneuroman verwendet werden. Mit dem modularen Aufbau des Tragwerks benötigt der Montagevorgang sehr wenig Zeit, was die Durchführung während eines Betriebsunterbruchs der betroffenen Gleise von weniger als zwei Stunden ermöglicht. Als Vorbereitung für die zweite Etappe des Freivorbaus wird in Bauphase C der erste Ständer des Fachwerks ohne Behinderung des Bahnverkehrs errichtet. Darauf erfolgt in Bauphase D die Realisierung der folgenden Etappen, die analog zu den vorangehenden Etappen montiert werden können. Die Bauphase E dient dem Aufrichten der beiden zentralen Ständer und für das Einsetzen der Schlussetappe. Darauf folgt in Bauphase F die Fertigstellung der Fachwerkmasche, deren Geometrie durch die vorerst gelenkig ausgeführten Koppelfugen zwischen den Trägersegmenten auf die genaue Soll-Lage justiert werden kann.

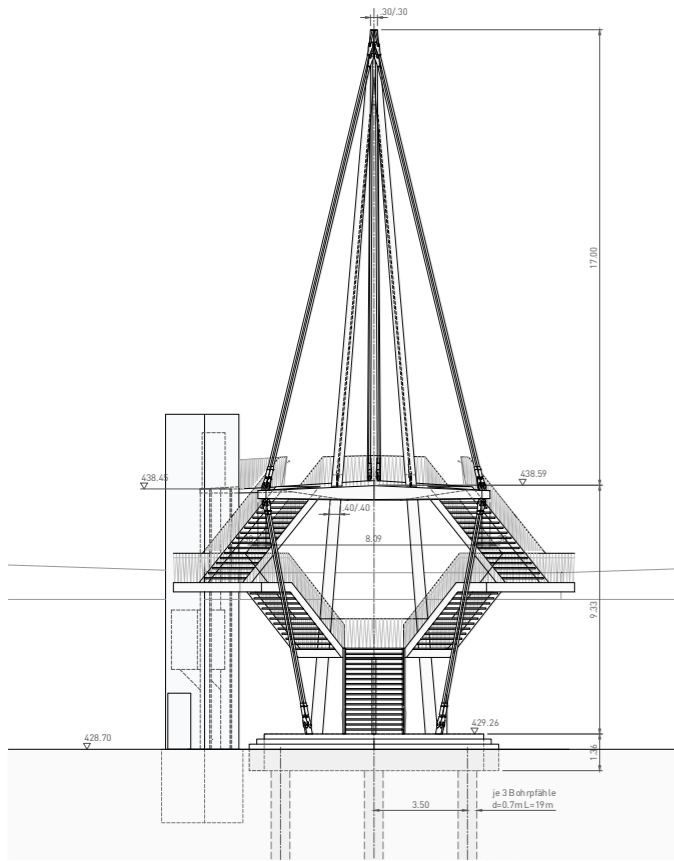


Nach den Einstellungsarbeiten kann der Träger bei den Koppelfugen durch Schweißen fix verbunden und der Korrosionsschutz ergänzt werden. Aufgrund der günstigen Lage der Elementfugen, sind diese Arbeiten ausser im Bereich des Rangiergleises 751 ohne Einschränkung des Betriebs möglich. Die Vorspannkraft und die Seilkräfte können mittels regulierbaren Seilfittings auf die gewünschte Grösse eingestellt werden. Nach Abschluss der Arbeiten am Haupttragwerks folgen die Erstellung der Treppen und der Liftzüge, worauf die Überführung in Betrieb genommen werden kann.

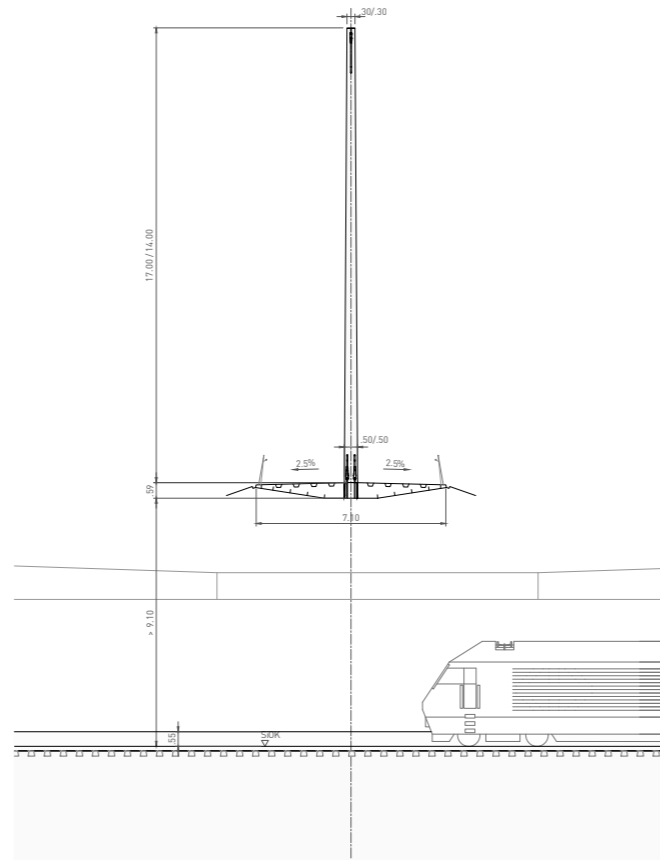
**Umbau Perron 5/6**

Die formulierte Bedingung einer möglichen Verschiebung des Perrons 5/6 zu einem späteren Zeitpunkt beeinflusst die Wahl des Tragwerkskonzepts wesentlich. Um selbst bei einer Verschiebung des Perrons jegliche Beeinflussung des Tragwerks zu vermeiden, wird das gesamte Gleisfeld mit einer Spannweite von 85m überbrückt. Die Erschliessung der Brücke von den Perrons erfolgt über unabhängig tragende Treppen und Lifтанlagen, die westlich der Personenüberführung angeordnet sind. Die Perrontreppen verfügen über eine Koppelung zum Brückenträger. Durch die geringe Steifigkeit und die ausgewogenen Spannweitenverhältnisse werden zwischen Treppe und Träger kaum Kräfte übertragen. Die Lifte sind von der Treppenkonstruktion vollständig unabhängig. Bei einer zukünftigen Verschiebung des Perrons 5/6 besteht damit die Möglichkeit, die Treppe und den Lift unabhängig vom Tragwerk der Personenüberführung zu verschieben. Sämtliche aufgehenden Elemente der Treppe und des Lifts können bei der Verschiebung wiederverwendet und unabhängig von der Tragstruktur der Personenüberführung am neuen Standort aufgerichtet werden. Das Tragverhalten der Brücke wird durch die Verbindung der Treppen nicht beeinflusst. Die Anschlussbauteile am Brückenträger können mit geringstem Aufwand am neuen und am alten Standort befestigt respektive entfernt werden, weshalb sich bei einer Verschiebung des Perrons Massnahmen an der Personenüberführung erübrigen. Durch die Wiederverwendung der Bauteile des Auf- und Abgangs auf Perron 5/6 resultieren minimale Kosten für den Umbau und ein ökologischer Umgang mit der Bausubstanz.

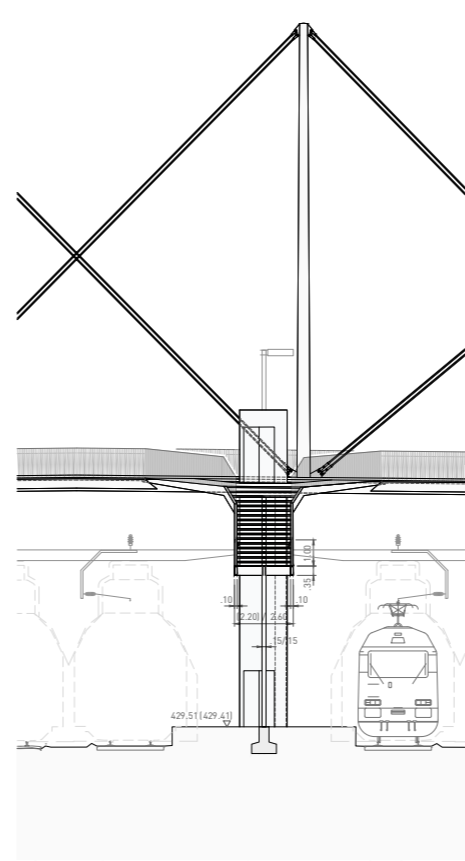




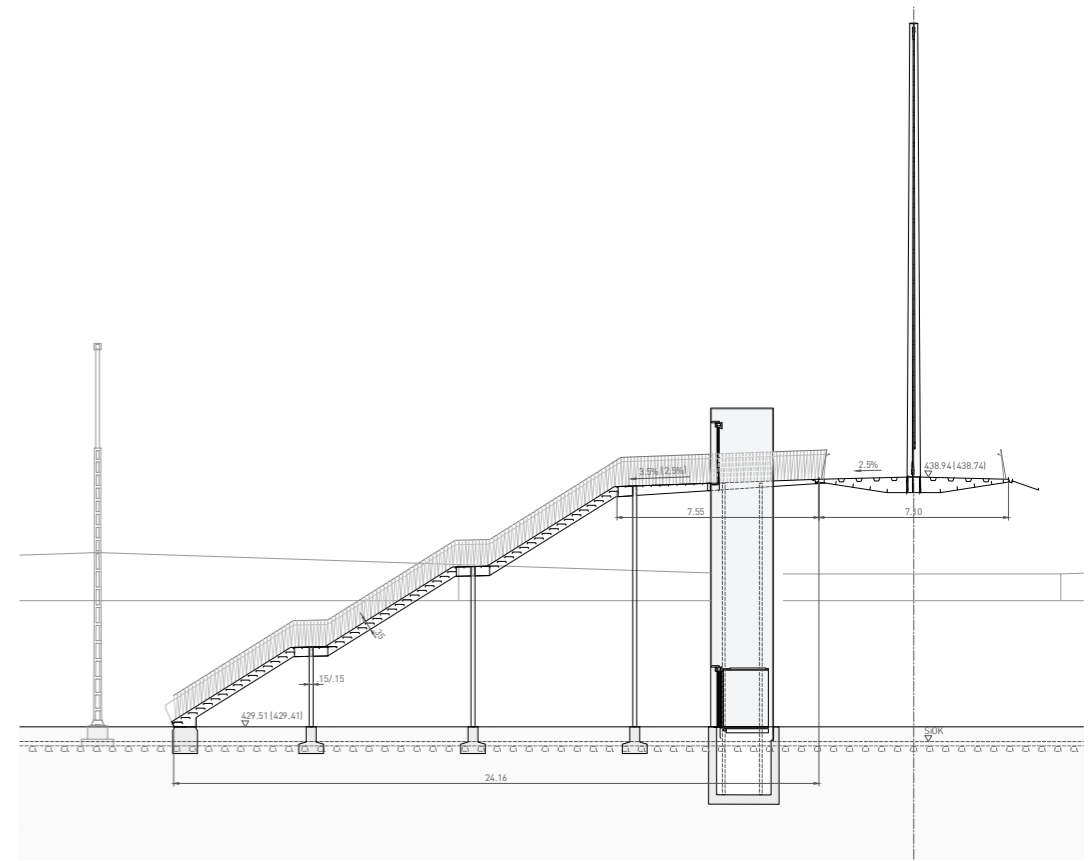
Querschnitt Zugang Nord / Süd 1:100



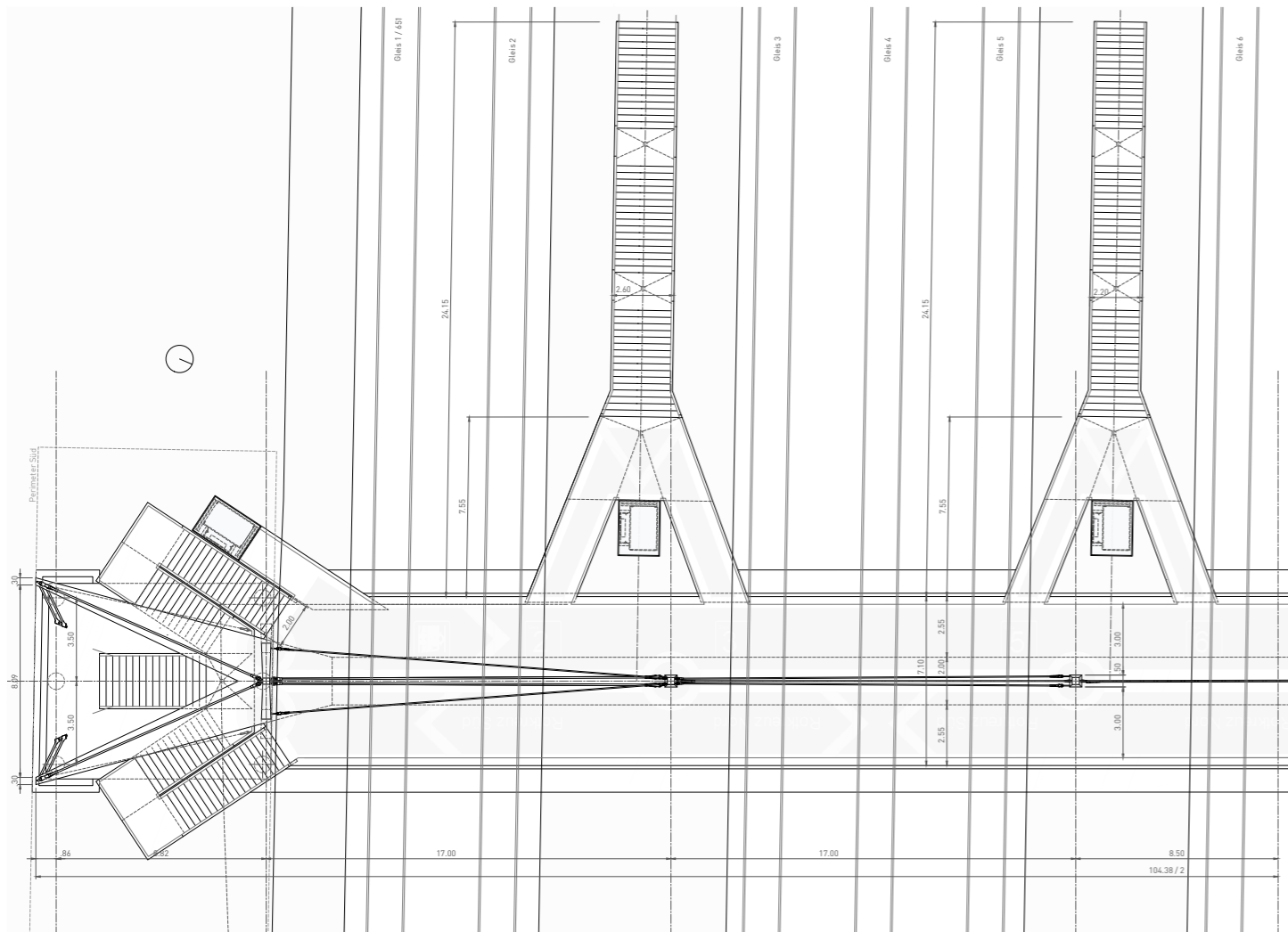
Schnitt Gleisfeld 1:100



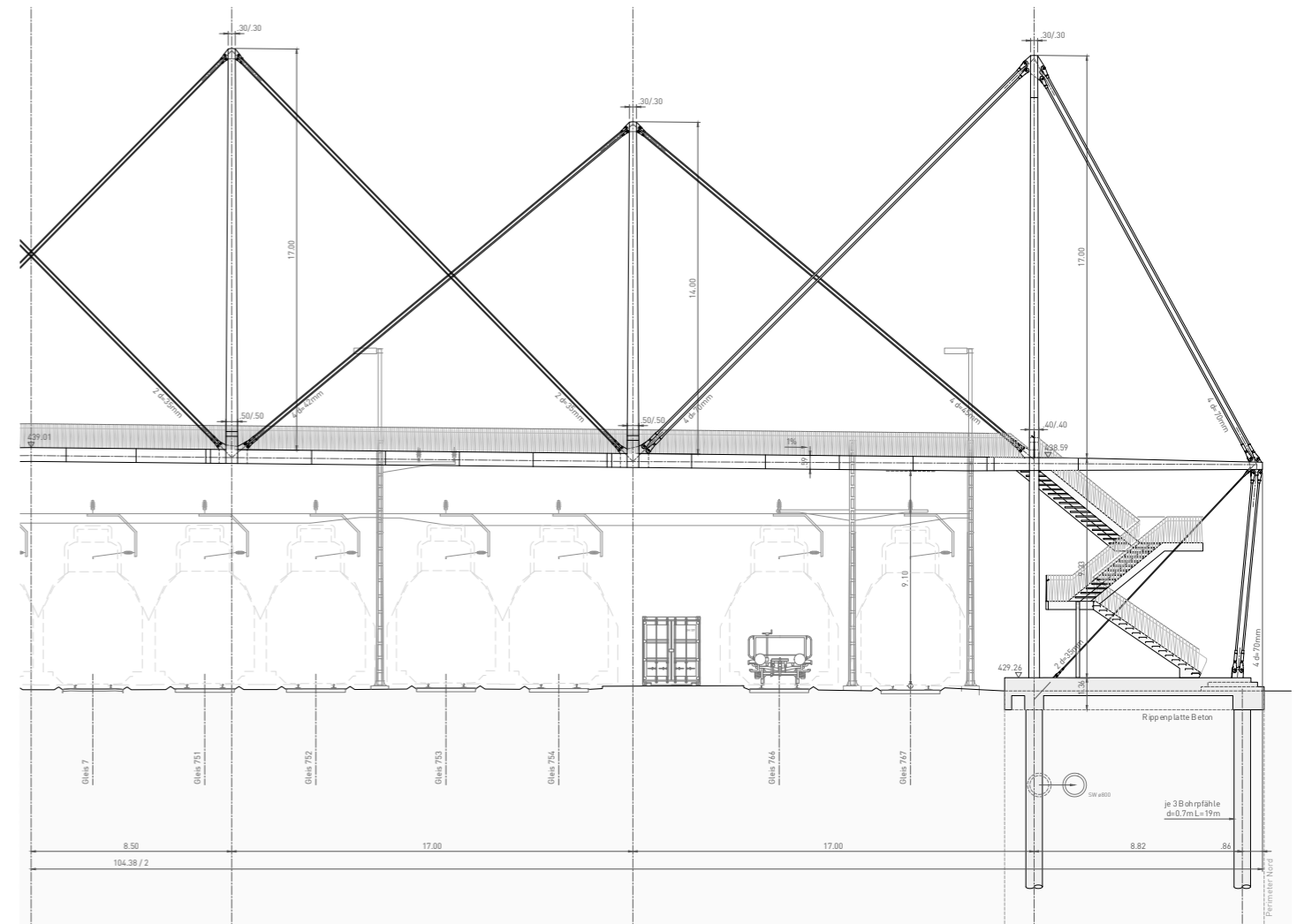
Schnitt Treppe Perron 2/3 und [5/6] 1:100



Schnitt Zugang Perron 2/3 und [5/6] 1:100



Grundriss Süd (Nord analog) 1:100

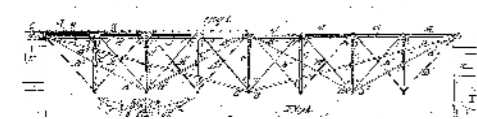


Längsschnitt Nord (Süd analog) 1:100



**Tragwerk**

Das Tragsystem der neuen Personenüberführung orientiert sich an der Konstruktionsform eines Fachwerkbinders, der im Jahre 1854 vom deutschen Ingenieur Albert Fink in den USA patentiert wurde. Fink entwickelte seine Idee für den damals neuartigen Binder durch die Überlagerung von verschiedenen Dreiecksmaschen, welche abschnittsweise als Unterspannung wirken. Mit der Überlagerung erzielte er ein statisch unbestimmtes Tragwerk, dessen statische Analyse erst 10 Jahre später dank des Beitrags von James C. Maxwell ermöglicht wurde. Der Entwurf von Fink orientierte sich an der damals üblichen, konzeptionellen Überlagerung verschiedener Tragsysteme, deren Tragwirkung zur damaligen Zeit verstanden wurde. Vergleichbare Überlagerungen wurden bereits früher von Grubenmann und später von Wilton, Howe, Hassard und weiteren im Holzbau vorgeschlagen und realisiert.



Für das vorgeschlagene Tragwerk wird das Fink'sche Tragsystem auf die Grundmasche reduziert und aufgrund des erforderlichen Lichtraumprofils oberhalb der Fahrbahn angeordnet. Wie im Schema a) dargestellt ergibt sich dadurch eine statisch bestimmte Fachwerkmassche. Gegenüber dem Patent von Fink werden durch die gespiegelte Anordnung der Diagonalen auf Druck und die Ständer bzw. die Fahrbahn auf Zug beansprucht. Anhand der blau dargestellten Schar von Seilpolygonlinien ist erkennbar, dass die Gurtkräfte des Fachwerks variieren und, dass die effektive statische Höhe durch die Höhe des Schnittpunktes der Diagonalen über der Fahrbahn gegeben ist. Um die aus der Spiegelung resultierende ungünstige Druckspannung in den Diagonalen zu vermeiden, wird dem System mittels einer Abspannung an den Trägerenden ein günstiger Spannungszustand überlagert, der gewährleistet, dass die Diagonalen stets auf Zug beansprucht sind und als Seile ausgebildet werden können. Das Tragsystem wird durch diese Ergänzung statisch unbestimmt, womit seine Vorspannung ermöglicht wird. Im Schema b) ist die Wirkung des durch die Abspannung erzeugten Eigenspannungszustands dargestellt. Die Vorspannung erzeugt ein konstantes negatives Biegemoment, welches durch die Fachwerkmassche im Gleichgewicht gehalten wird. Die Vorspannkraft in der Abspannung ist so auszulagen, dass die Diagonalen in Feldmitte auch bei Vollast keine Stauchung erfahren. Das wird erreicht, wenn die Zugkräfte in den Diagonalen infolge der Abspannkraft mindestens so groß wie die Druckkräfte am Grundsystem sind, siehe Schema c). Dadurch bleibt die gesamte Fachwerkmassche analog zum Jamerth'schen Seilbinder während der Nutzung stets wirksam.

**Konstruktion und Materialisierung**

Die Querschnitte des Brückenträgers, der Ständer, der Pylene und der Treppenaufgänge setzen sich aus geschweißten, teilweise abgekanteten Blechen aus Stahl S355 zusammen. Die Bauteile werden im Werk hergestellt und mit dem vierschichtigen Korrosionsschutz versehen. Ihre Montagegestösse sind verschweisst. Der äußerste schlanke Brückenträger verfügt über einen aerodynamisch geformten Trapezquerschnitt mit glatten Aussenflächen, an dessen Gestalt sich die Treppenträger anlehnen. Die Fahrbahn ist als orthotrope Platte konzipiert und wird durch Längssteifen und Querschotten versteift. Der geschlossene Querschnitt des Brückenträgers bietet die erforderliche Torsionssteifigkeit, um die in Brückenachse angeordneten und eingespannten Ständer zu stabilisieren.

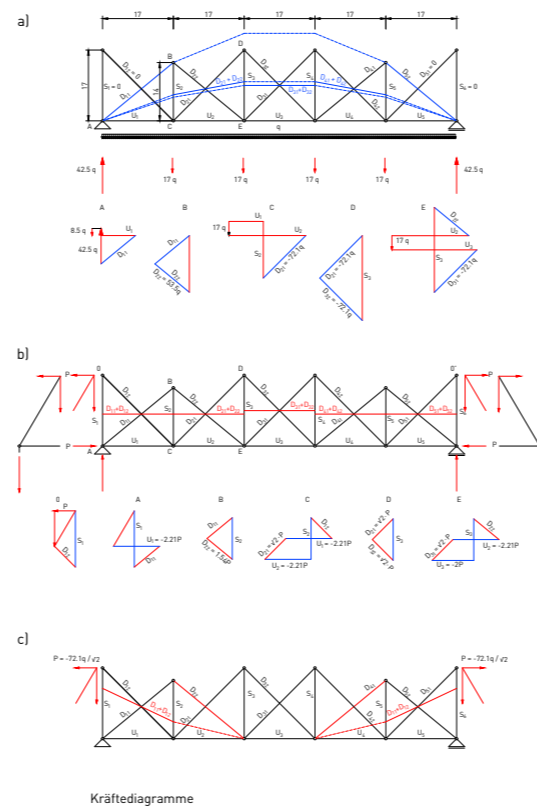
Die Diagonalen und Abspannungen der Überspannung werden durch vollverschlossene Spiralseile mit Gabelhülsen materialisiert, welche mit einer Galvan- respektive Feuerverzinkung versehen sind. Das vorgespannte Seilsystem verleiht dem Tragwerk eine hohe Steifigkeit. Die an den Pylenen anschließenden, im Brückenträger verankerten Rückhalte- und Abspannseile bilden mit den Diagonalen ein Rahmentragwerk ohne Lager und Fugen. Die Untersuchung des Schwingungsverhaltens an einem nichtlinearen Stabmodell zeigt, dass die massgebenden Grund-Eigenfrequenzen zwischen 1.0 und 1.4 Hz liegen, und dass die von einer Personengruppe induzierten Beschleunigungen den Wert von 0.5 m/s<sup>2</sup> nicht übersteigen.

Die Fundationen aller Bauteile werden in Stahlbeton materialisiert. Die Bankette für die Tieffundation der Brücke dienen dabei als Sockelplatten der Aufgänge Nord und Süd.

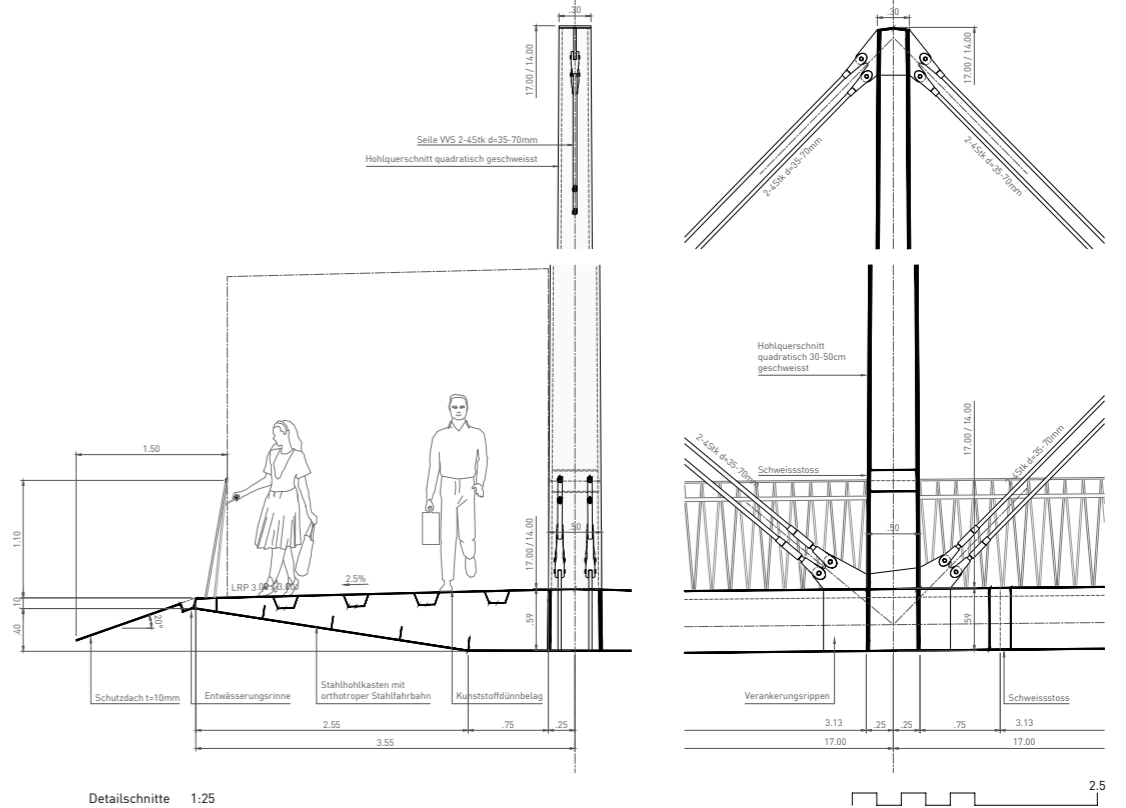
**Ausrüstung**

Auf eine Überdachung der Personenüberführung und der Aufgänge wird verzichtet, um den Nutzern eine ungehinderte Sicht auf die Umgebung zu ermöglichen. Zur Absturz-sicherung dient ein einheitliches Staketengeländer. Der Berührungsschutz der Strom-führenden Bauteile wird durch die seitlich an der Brückenplatte angeschlossenen Schutzdächer gewährleistet, welche als Flachbleche in der gleichen Farbe des Tragwerks gestaltet sind. Die Entwässerung der Gehfläche erfolgt über die seitlichen, rinnenförmigen Abschlüsse des Brückenträgers, an welchen die Schutzdächer befestigt sind. An den Brückenden wird das Wasser aus den Rinnen in eine Fallleitung geleitet, welche unter den Tritten, auf der Innenseiten der Treppentritten verläuft und auch die Entwässerung der Podeste ermöglicht.

Die Gehflächen auf Brücke und Treppenaufgänge werden mit einem Flüssigkunststoff-Dünnschichtbelag auf Epoxid- und Polyurethanbasis versehen und dank eingestreutem Quarzsand rutschfest gemacht. Die farbige, witterungsbeständige Versiegelung des Belags lässt die Integration der Signalik mittels Piktogrammen zu. Die im Handlauf integrierten LED-Lichtbänder gewährleisten eine gute Ausleuchtung für die Nutzung bei minimalem Energiebedarf. Punktuelle LED-Strahler an den Fusspunkten der Ständer an der Unterseite von Brückenträger und Podesten kündigen die Präsenz der Überführung aus der Ferne an und lassen die Aufgangsbereiche bei Nacht leicht erkennen.



Kräfte-diagramme



Detailschnitte 1:25