



Bernd Hausegger, BSc

## **Die Brücke in der Stadt**

### **MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Architektur

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan PETERS

Institut für Tragwerksentwurf

Bei personenbezogenen Bezeichnungen gilt die gewählte Formulierung für die männliche als auch weibliche Form. Auf explizite Nennung beider Geschlechter wurde der einfacheren Lesbarkeit halber verzichtet.

### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

---

Ort, Datum, Unterschrift

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit nutzen und meinen Dank an besondere Menschen aussprechen, die mich nicht nur im Rahmen dieser Arbeit begleitet haben, sondern auch die gesamten Jahre meines Studiums unterstützt haben.

Zuerst gebührt mein Dank Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Peters, der meine Abschlussarbeit betreut und begutachtet hat. Für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit möchte ich mich herzlich bedanken.

Dank gilt Dipl.-Ing. BSc Christoph Holzinger und BBE MSc Alex van Dulmen für ihre Informationsbereitschaft und ihren interessanten Beiträgen und Antworten auf meine Fragen.

Für die Zusammenarbeit mit HoG-Architektur und Engelsmann & Peters bedanke ich mich recht herzlich. Ich habe in dieser Zeit viel für mein zukünftiges berufliches Schaffen gelernt.

Ein besonderes Dankeschön spreche ich meinen Lebensfreund Dipl. Ing. Stefan Leitner aus, der mich mich in dieser Arbeit mit seiner fachlichen Kompetenz unterstützte.

Vor allem möchte ich bei meinen Eltern bedanke, welche mir das Studieren erst ermöglicht hatten und mir stets Zuversicht gaben, auch in schwierigen Phasen nicht aufzugeben und mein Ziel konsequent weiterzuverfolgen.

Zu guter Letzt sei auch meiner Freundin, Gabriela gedankt, die mir immer wieder die unerlässlichen kleinen Dinge des Alltags abgenommen hat und mit ihrem wunderbaren Essen dafür gesorgt hat, dass ich körperlich – aber auch seelisch diese intensive Zeit gut überstanden habe.

**Vielen herzlichen Dank!**

	<b>Kurzfassung</b>	10
	<b>Einleitung</b>	12
<b>1.</b>	<b>Analyse</b>	
	A Der Standort	15
	B Infrastruktur	19
	C Ästhetik	21
	D Ästhetik im Brückenbau	26
	E Gestaltung von Brücken	31
	F Symbolik von Brücken	35
	G Die Grazer Brücken	37
<b>2.</b>	<b>Wettbewerb „Neugestaltung Tegetthoffbrücke</b>	
	A Wettbewerbsbeschreibung	49
	B Wesentliche Kriterien laut Auslobung	51
<b>3.</b>	<b>Wettbewerbseinreichung „T2“</b>	55
<b>4.</b>	<b>Kritik an der Auslobung</b>	76
<b>5.</b>	<b>Utopie-Entwurf „Spark“</b>	78
	A Projektbeschreibung	79
	B Plangrafiken	87
	C Details	99
<b>6.</b>	<b>Berechnung und Analyse des Tragwerks</b>	
	A Form - Bogen	111
	B Statisch-konstruktives Konzept	112
	C Schätzung der Tragwerksabmessungen	113
	D Lastannahmen	115
	E Lastkombinationen	117
	F Vorbemessung Hauptträger	118
	G Berechnung und Ergebnisse	120

## **Kurzfassung**

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Entwurf einer Brücke im innerstädtischen Bereich von Graz.

Die Arbeit basiert auf einer umfangreichen Recherche über Ästhetik im Brückenbau und der bestehenden Grazer Brücken.

Der Kern der Arbeit sind zwei Entwürfe. In Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro „Engelsmann Peters“ und dem Architekturbüro „HoG Architektur“ habe ich am Wettbewerb „Neugestaltung Tegetthoffbrücke“ teilgenommen. Als Wettbewerbsbeitrag haben wir eine Brücke entworfen welche all den Auslobungsunterlagen entspricht. Jedoch kritisiere ich diese Auslobung in dieser Arbeit. Unter neu gesetzten Rahmenbedingungen entwarf ich anschließend eine zweite Brücke, die in einem städtebaulichen Kontext steht.

Als Abschluss erfolgt eine Analyse des Tragwerks und eine ausführliche Vorbemessung der Bogenbrücke.

## Einleitung

Im Laufe meines Studiums habe ich ein Interesse für Ingenieurbauten entwickelt, welche auch durch die Arbeit am Institut für Tragwerksentwurf verstärkt wurden. Im Rahmen der Projektübung „Footbridge Lent-Tabor„ im Sommersemester 2017 beschäftigte ich mich das erste mal mit dem Thema Brücken und seither hege ich diese Faszination für diese Art von Bauwerken. Als logische Schlussfolgerung beschäftigte ich mich in meiner Abschlussarbeit mit Brückenbauwerken.

Bereits über Jahrhunderten stellen Brücken eine wesentliche Verbindung zwischen den durch einen Flusslauf geografisch getrennten Räumen dar. Sie sind eine wichtige Voraussetzung für Austausch, Kontakte und Kommunikation zwischen den Menschen. Als architektonische Objekte spiegeln sie unmittelbar sowohl technischen Fortschritt und ästhetische Werte ihrer Zeit als auch ihr sozio-kulturelles Umfeld wider. Sie sind Erzeugnis und oft auch ein wichtiger Beitrag der Kulturgeschichte, in der sie entworfen und gebaut wurden. Als wesentliches Element der Infrastruktur unterstützen Brücken die sozio-ökonomische Entwicklung einer Stadt. Sie ermöglichen Solidarität zwischen den Ufern sowie Freiheit durch Mobilität.

*„Wir beschränken uns auf das Bauen im Sinne des Errichtens von Dingen und fragen: was ist ein gebautes Ding? Als Beispiel diene unserem Nachdenken eine Brücke. Die Brücke schwingt sich «leicht und kräftig» über den Strom. Sie verbindet nicht nur schon vorhandene Ufer. Im Übergang der Brücke treten die Ufer erst als Ufer hervor. Die Brücke lässt sie eigens gegeneinander über liegen. Die andere Seite ist durch die Brücke gegen die eine abgesetzt. Die Ufer ziehen auch nicht als gleichgültige Grenzstreifen des festen Landes den Strom entlang. Die Brücke bringt mit den Ufern jeweils die eine und die andere Weite der rückwärtigen Uferlandschaft an den Strom. Sie bringt Strom und Ufer und Land in die wechselseitige Nachbarschaft. Die Brücke versammelt die Erde als Landschaft um den Strom. So geleitet sie ihn durch die Auen. Die Brückenpfeiler tragen, aufruhend im Strombett, den Schwung der Bogen, die den Wassern des Stromes ihre Bahn lassen. Mögen die Wasser ruhig und munter fortwandern, mögen die Fluten des Himmels beim Gewittersturm oder der Schneeschmelze in reißenden Wogen um die Pfeilerbogen schießen, die Brücke ist bereit für die Wetter des Himmels und deren wendisches Wesen.“*

Martin Heidegger: Bauen - Wohnen - Denken, 1951

## 1. ANALYSE

## 1.A Der Standort

Die Tegetthoffbrücke befindet sich in Mitten der Grazer Altstadt. Nur 150m südlich der Erzherzog-Johann-Brücke bildet sie als eine der 4 innerstädtischen Brücken in Graz eine der wichtigsten Ost-Westverbindungen der Stadt. Mit einer Spannweite von etwa 63m überspannt sie die Mur.

### Der urbane Lebensbereich an der Mur

Seit ihrem Ursprung ist die Grazer Geschichte mit dem Flusslauf der Mur eng verbunden. Im jahrhundertelangen Wechselspiel hingen wirtschaftliches Wohlergehen genauso wie Not und Elend der Bürger dieser Stadt, und sogar ihre physische Existenz selbst an den Launen der Naturgewalt. Viele Hochwässer aber auch die Wasserqualität waren Gründe dafür.<sup>1</sup>

Daher versuchte man aus der ständigen Abhängigkeit zu entkommen und den Fluss zu zähmen, so sehr, dass er heute fast gänzlich aus dem Bewusstsein der Grazerinnen und Grazer verschwunden ist. Heutzutage ist man wieder auf der Suche nach neuen Qualitäten in unserer Stadt. Es ist nun an der Zeit den Lebensraum an der Mur wieder für das städtische Leben zurückzugewinnen. Die Aussicht auf eine bessere Wasserqualität nährt dieses Interesse. So entstehen gerade und in naher Zukunft viele neue Projekte entlang des Flusses. Diese Projekte stehen oft unter großer Kritik der Bürger, einerseits da sie diese für nicht gut empfinden und andererseits sich von Entscheidungen ausgeschlossen fühlen. Es ist jedoch auch auffallend, dass es zu nahezu jedem Architektur-Projekt in der Stadt Graz Kritik hagelt. Scheuen sich viele Grazer vor Veränderungen? Ein Beispiel dafür wäre die gerade entstehende Augarten-Bucht, das Bootshaus oder die geplante Surfwelle.

*“The bridge as a meeting point of separateness and unity The bridge becomes an aesthetic value insofar as it accomplishes the connection between what is separated not only in reality and in order to fulfill practical goals, but in making it directly visible. The bridge gives to the eye the same support for connecting the sides of the landscape as it does to the body for practical reality. The mere dynamics of motion, in whose particular reality the ‚purpose‘ of the bridge is exhausted, has become something visible and lasting (...). Whereas in the correlation of separateness and unity, the bridge always allows the accent to fall on the latter, and in the same time overcomes the separation of its anchor points that make them visible and measurable. (...) Because the human being is the connecting creature who must always separate and cannot connect without separating - that is why we must first conceive intellectually of the merely indifferent existence of two river banks as something separated in order to connect them by means of a bridge. “*

Georg Simmel: Bridge and Door, 1909

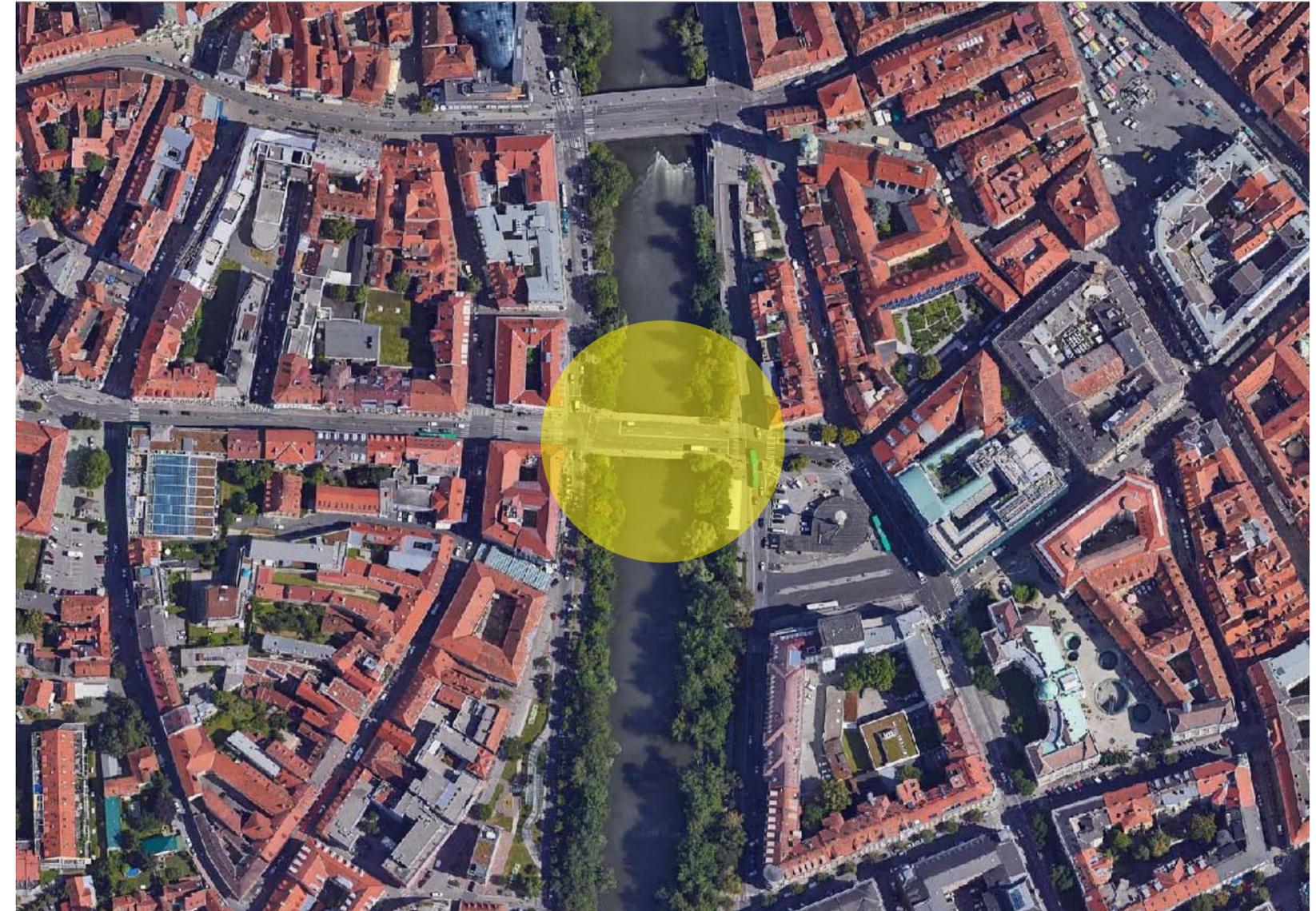


Abb. 01: Standort Karte - Graz



### Andreas-Hofer-Platz

Der Andreas-Hofer-Platz ist ein Ort, dessen Potentiale nicht ausgeschöpft werden. Er dient derzeit vorrangig als Verkehrsknotenpunkt des motorisierten Individualverkehrs. Über ihn läuft die Nord-Südverbindung über den Marburger Kai und die Ost-Westverbindung über die Tegetthoffbrücke.

Der Platz lädt nicht zum Verweilen ein, er wird meist nur gequert. Die derzeit vorhandenen Funktionen Tiefgarage, Busbahnhof und Autoverleih verstärken zusätzlich das Verkehrsaufkommen des Platzes. Trotz dieser negativ beladenen Aspekte bietet der Platz eine Vielfalt an Qualitäten.

Der Platz hat eine interessante Lage. Er liegt an der Grenze zwischen der Inneren Stadt und dem Grießkai, schafft eine Verbindung zwischen dem Stadtkern und dem Murraum und verknüpft an dieser Stelle verschiedener Architekturepochen (Mittelalter, Gründerzeit, klassische Moderne, Postmoderne usw.). Durch die Albrechtsgasse und die Neutorgasse existiert eine direkte und schnelle Verbindung zum Altstadtkern. Man erreicht von hier aus Hauptplatz, Kunsthaus, rechtes Murufer, Joanneum und viele andere wichtige Punkte von Graz innerhalb weniger Gehminuten.

Ab einer gewissen Höhe zeigen sich interessante Blickbeziehungen Richtung Schlossberg (Uhrturm), Plabutsch, die Grazer Dachlandschaft usw.

Der Platz befindet sich am linken Murufer. Dadurch ergibt sich eine gute Belichtung für verschiedenste Nutzungen. An der Westseite stehen keinerlei Gebäude, die eine Beschattung verursachen könnten. Somit ist der Platz räumlich nur dreiseitig definiert.

Der Bezug über zur Mur wird jedoch durch ein eingeschossiges, langgestrecktes Trafogebäude an der Uferböschung eingeschränkt. Am südlichen Ende des Platzes befindet sich eine Rampe zur Murpromenade.

In der Mitte des Platzes liegt ein eingeschossiges, rundes Gebäude mit Tiefgarageneinfahrt und eine ehemalige Tankstelle bzw. heute Café mit relativ hohem Scheinwerfermast in der Mitte. Die Bushaltestellen sind von den Post- und Stadtwerkegebäude durch eine Einbahnstraße mit Parkierungstreifen getrennt.

Die dreispurige Neutorgasse flankiert den Platz, indem sie von ostseitig über den nördlichen Platzbereich biegend in die Tegetthoffbrücke mündet. Auf einer Achse verlaufend schließt auf der östlichen Uferseite die Belgiergasse an.

Es lässt sich erkennen, dass der Andreas-Hofer-Platz an seinen Seiten unterschiedliche Funktionen aufweist, jedoch ein Kreuzen wie auch eine Nutzung des städtischen Raums aufgrund von Individualverkehr nicht möglich ist.

## 1.B Infrastruktur

### Infrastruktur – die Landschaft und die Stadt

Infrastruktur ist womöglich der ultimative *public space*. Sie ist weitreichend von der Öffentlichkeit bezahlt, für fast jeden Menschen zugänglich und nutzbar und ein gemeinsamer Transportweg oder ein kollektiver Raum. Sie dehnt öffentliche Plätze über ihre natürlichen Grenzen hinaus und verdeutlicht die Bestrebungen und die Würde der heutigen Gesellschaft. Infrastrukturinvestitionen ermöglichen somit eine Form der öffentlichen Verwaltung oder Partnerschaft in einem komplexeren urbanen Wandel. Sorgfältig geplante Infrastruktur kann in der Tat eines der wirksamsten Mittel sein, um sowohl die Qualitätskontrolle der privaten Entwicklung als auch die Verwirklichung strategischer Verbesserungen der Städte zu erreichen. Aus diesem Grund erfordert die Schaffung einer Infrastruktur möglicherweise immer mehr exklusive Projekte in den Sparten Landschaftsarchitektur oder Städtebau.<sup>1</sup>

Die grundlegendste Art und Weise, in der Infrastruktur Landschaft beeinflusst oder erzeugt, ist die materielle Präsenz. Oft drängt sich seine bloße physische Form durch Dimensionen auf. Die territoriale Dimension der Infrastruktur - ihre Größe und starke Präsenz - gewährleistet, dass sie visuell beeindruckend in der Landschaft wirkt. In mehreren Fällen erhöht die Aneinanderreihung von Infrastruktur und Naturlandschaften den Unterschied. Unvermeidlich und unvermeidlich verändert die Infrastruktur die ursprüngliche Situation eines Gebiets grundlegend. Beim Herstellen einer Verbindung wird oft ein Bruch erzeugt. In urbanisierten Umgebungen isoliert Infrastruktur häufig durch den Bau von Barrieren. In natürlicher, ländlicher Landschaft fordert das ökologische Gleichgewicht und die Schönheit der Landschaft heraus.

Die Produktion von Lärm, Umweltverschmutzung und anderen Belästigungen macht ihn eher zu einem Feind als zu einem Freund. Aus diesen Gründen stellt sich die Frage der Integration in die Umgebung unaufhaltsam. (The landscape of contemporary infrastructure, S52) Dazu muss aber nicht die Erreichbarkeit reduziert werden, heutzutage sollte man ein Umdenken der Mobilität anstreben und dem Öffentlichen-, Rad- und Fußverkehr gegenüber dem KFZ Vortritt gewähren. Infrastruktur war bereits im 19. und 20. Jahrhundert ein Symbol für (technologische) Modernisierung und ständiger Verbesserung von Lebensqualität. Der Fokus war damals ein anderer als heute. Das Errichten von Mobilitätswegen ging nicht auf deren Umgebung ein und wurde selten zusammen mit der umliegenden Landschaft gedacht. Lebensqualität beinhaltet heutzutage auch die Luft die wir atmen und die Qualität unserer Umgebung.

Der Andreas-Hofer-Platz wird nach dem Umbau der Infrastruktur an Beliebtheit gewinnen. Da eine bessere Erreichbarkeit gegeben sein wird, werden ihn mehrere Menschen besuchen oder passieren. Veränderung der Infrastruktur bedeutet auch eine urbane Veränderung. Der Platz wird direkt mit der Straßenbahn erreichbar sein und die direkte Nähe zur Mur ist attraktiv für die Stadtbewohner. Geschichtlich betrachtet war Infrastruktur ein Instrument der städtebaulichen Strukturierung und mit ihr änderten sich Landschaften und Stadtteile. In Anbetracht dieser Aspekte zwingt es den Architekten in dem in dieser Arbeit bearbeiteten Wettbewerb nicht nur zukunftsorientiert und modern zu denken, sondern vor allem auch groß und weit. Mut zur Veränderung und offenes kreatives Denken ist essenziell. Alfred Peter, der Landschaftsarchitekt des Straßburgers Straßenbahnnetzes, sieht die Straßenbahn als Instrument/Motor/Antrieb um Öffentliche Plätze zu entwerfen.<sup>1</sup>

Die Verbannung von Fahrzeugen von den europäischen historischen Stadtzentren liegt im Trend und wird üblicher, und so sollte auch Graz die KFZ-Zugänglichkeit überdenken. Derjenige, der sich schneller bewegt, dominiert denjenigen, der sich langsamer bewegt.

Ein zukunftsorientiertes Verkehrskonzept einer mitteleuropäischen Stadt muss sich an die Bedürfnisse der Stadtbewohner anpassen und auch eine radikale Veränderung zum Bestand darstellen, da dieser geprägt durch die KFZ-Ära der Nachkriegszeit ist.<sup>2</sup> Um dieses Projekt umzusetzen bedingt es nicht nur ein zukunftsorientiertes Umdenken der Stadt und Veränderungen in unmittelbarer Umgebung. Man muss die Stadt und ihre Infrastruktur auch in einem größeren Maßstab studieren und analysieren. Laut einer Studie von „Mister-Auto“ zählt Graz zu einer der Auto-freundlichsten Städte der Welt.<sup>3</sup> Das muss verändert werden denn gleichzeitig zeigen diverse Studien wie z.B der Modal-Split der „Argus Steiermark“ (Abb. 2), dass es ein riesiges Verlangen nach verbesserten Radwegen und verbessertem Öffentlichen Verkehr gibt. Sie lassen auch aus sich schließen, dass dieses Bedürfnis weiterhin steigen wird.<sup>4</sup>

Es verlangt den KFZ-Verkehr zu minimieren und auf das notwendigste zu beschränken. Der Stadt Graz mangelt es stark an Park&Ride Flächen, welche als Schnittstelle für den öffentlichen und dem privaten Verkehr dienen.

*“We must combine the urban landscape with nature. Bridges are a perfect means to do so because they cross waterways that bring a flow of nature into the cityspace.”*

Santiago Calatrava, Spanish architect, engineer, artist

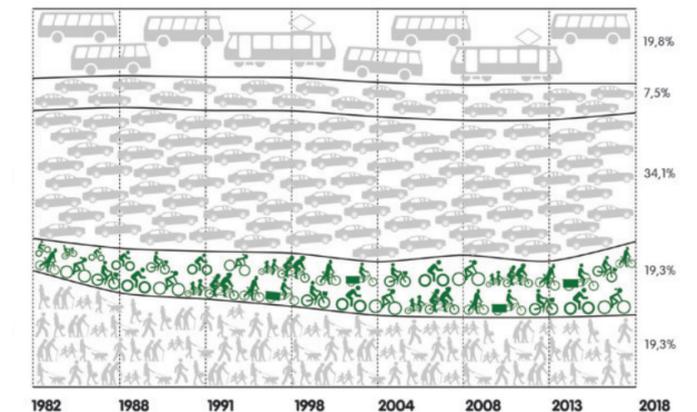


Abb. 02: Modal Split Graz

<sup>1</sup> Smets/Shannon 2016, 160

<sup>2</sup> Gehl 2016, 42

<sup>3</sup> Mister Auto: Der Driving Cities-Index, <https://www.mister-auto.at/staedte-fuer-autofahrer/>, Stand 13.04.2020

<sup>4</sup> Argus Steiermark - Die Radlobby, <http://graz.radln.net>, Mai 2019

## 1.C Ästhetik

Bevor ich mit dem Entwurf einer Brücke begann, stellte ich mir die Frage warum und wann wir etwas als schön empfinden. Ist dieses Empfinden von gewissen Faktoren abhängig oder ist für jeden Menschen Schönheit individuell? Zuerst befasste ich mich mit Ästhetik im Allgemeinen und dann speziell auf den Brückenbau bezogen.

### Zu den Grundfragen der Ästhetik

Die Grundfrage dazu ist: Warum empfinde ich dies als schön und jenes als hässlich?

Eigentlich ist die Frage nach Ästhetik den Gebieten der Philosophie und Psychologie zuzuschreiben, dennoch ist es meiner Meinung nach Architekten oder Bauingenieuren erlaubt diese Frage zu beantworten, denn die Kunst des Bauens geht jeher mit Ästhetik ein.

Ich beschränke mich in meiner Arbeit lediglich auf die Ästhetik von Gebauten, speziell Brücken.

*„Schön sein kann nur, was konstruktiv richtig ist“*

Otto Wagner 1900 <sup>1</sup>

### Begriffe

Ästhetik: Das griechische >>aisthetike<< bedeutet Wissenschaft von den Sinneswahrnehmungen und wurde früh auf die Wahrnehmung des Schönen eingeeengt.

Ästhetik: Wissenschaft oder Lehre von schönheitlichen Eigenschaften der Objekte und deren Wahrnehmung durch unsere Sinne (Ausdruck und Eindruck nach Ludwig Klages)

ästhetisch: in Bezug auf schönheitliche Eigenschaften oder Wirkungen, ästhetisch ist also nicht sofort gleich schön, es schließt die Möglichkeit negativer Schönheit, also unschön bis hässlich ein.

Ästhetik wird nicht auf Körperformen beschränkt, sondern umfasst auch Umgebung, Licht, Schatten, Farbe und Perspektive.

In alten philosophischen Betrachtungen zur Ästhetik wurden verschiedene Meinungen vertreten:

1. Schönheit sei nicht den Dingen selbst eigen, sondern bestehe nur in der Vorstellung des Betrachters und sei von dessen Erfahrungen abhängig (David Hume 1757). Auch Peter F. Smith teilt diese Meinung und schrieb „Ästhetischer Wert ist keine angeborene Qualität der Dinge, sondern etwas vom Kopf des Betrachters Verliehenes, eine Deutung durch Verstand und Gemüt“.

2. Die Dinge haben schönheitliche Qualitäten. Immanuel Kant sagt in seiner Kritik der Urteilskraft „Schön ist, was allgemein und ohne Begriff gefällt“. Was hier jedoch pauschal mit „ohne Begriff“ beschrieben wird ist nicht ganz klar. Vielleicht wird gemeint, dass man ohne die Qualitäten erklären muss - sofort Gefallen daran findet. Man muss an der Stelle auch fragen -Wem gefällt? Mit großer Wahrscheinlichkeit ist hier die Allgemeinheit der Menschen gemeint, somit die Mehrheit. Thomas von Aquin (1225-1274) sagte hingegen einfach: „Schön ist, was beim Anschauen gefällt. Das Schöne besteht im Vollendeten, in angemessenen Proportionen und im Glanz der Farben“. Er verzichtet auf die Wörter „ohne Begriff“.<sup>1</sup>

I. Kant sagt an dieser Stelle, dass Objekte unabhängig von ihrem Zweck oder Nutzen Wohlgefallen erregen können, er spricht von „interesselosem Wohlgefallen“, ein Wohlgefallen, das frei von irgendeinem Interesse an dem Objekt sei. Damit hebt er den subjektiven Aspekt des ästhetischen Empfindens hervor, der aber vom Objekt ausgeht. Alle Objekte haben ästhetische Eigenschaften, unabhängig davon ob der einzelne Mensch diese wahrnimmt oder nicht. Diese Werte werden von den Objekten sozusagen als Reize ausgestrahlt, und es kommt nun darauf an, wie der Mensch diese Reize empfängt und aufnimmt. Wie der Mensch diese Reize aufnimmt, ist sehr subjektiv. Es kommt darauf an wie weit seine Sinnesorgane für den Empfang schönheitlicher Botschaft empfindsam und entwickelt sind, ob er überhaupt ein solches Qualitätsgefühl hat.

H. Schmitz kritisiert diese Betrachtungsweise in seiner „Neuen Phänomenologie“ diese Betrachtungsweise und beschreibt sie als eine der schlimmsten Ursünden der Erkenntnistheorie“. Er kritisiert, dass man die Wahrnehmung des Menschen rein auf Reize und seine Sinnesorgane reduziert und ist der Meinung dass das Unterbewusstsein, sprich Erfahrungen, Vorurteile und Gefühle, die Wahrnehmung stark beeinflussen.

Ästhetische Qualität ist weiter durch die Eigenschaften des Objekts nicht auf einen bestimmten Wert fixiert, sie unterliegt vielmehr in der Wertung einem Streubereich, der von weiteren Voraussetzungen beim Empfänger abhängig ist. Die Wertung kommt in einem kommunikativen Prozess zustande.<sup>1</sup>

Dadurch, dass der Mensch schon jeher stark von der Natur geprägt ist, finden wir an unzähligen Objekten der Natur bedingungslos Gefallen. Diese Tatsache allein beweist, dass der Mensch einen angeborenen Sinn für Ästhetik vorweist, welcher Befriedigung, Ablehnung oder Freude hervorruft. Die Existenz schönheitlicher Qualitäten wird unter anderem auch dadurch bewiesen, dass es viele Gebäude oder Stadtteile (somit von Menschenhand Gebautes) gibt, die nun bereits über Jahrhunderte Menschen anziehen. Sie werden besucht und allein durch ihre Präsenz rufen sie Bewunderung hervor. Der Anblick alleine befriedigt. Hier spricht man von klassischer Schönheit. Den Beweis der ästhetischen Qualitäten von gebaute Objekten, kann man auch im negativen Beispiel beweisen. Die Mehrheit der Menschen empfinden Slums in Großstädten, die Monotonie von Wohnhausgiganten oder schlecht proportionierte Betonbauten als hässlich. All diese Beobachtungen bestätigen jedem realistisch Denkenden, dass Objekte ästhetische Eigenschaften besitzen.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Leonhardt 1984, 13  
<sup>2</sup> Ebda., 13

Mit unseren Augen nehmen wir nicht nur Farben sondern auch Körperformen auf (die sie weiter an unser Gehirn senden), die für die ästhetische Beurteilung von Bauwerken wohl am wichtigsten sind. Hier reagiert der Mensch in erster Linie auf Proportionen zwischen den Abmessungen der Objekte, also auf Verhältnisse zwischen Breite, Höhe und Länge und räumlicher Tiefe. Belichtung oder Beleuchtung lassen Schatten spielen, die wieder in Proportionen zueinander stehen.<sup>1</sup>

Diese Proportionen finden wir nicht nur in der Geometrie sondern auch in vielen anderen Gebieten wie z.B. in der Musik. Das Verhältnis der Wellenlänge, so Töne sind verantwortlich für Wohlklang. Sehr früh wurde ein Zusammenhang zwischen harmonischen Proportionen der Tonintervalle und Proportionen der Längen in der Architektur entdeckt. So entstanden auch die griechischen Tempel nach den selben Proportionen die den harmonischen Tonintervallen Pythagoras entsprechen. H. Kayser (1891-1964) weist in seinem Lebenswerk „Harmonie der Welt“ darauf hin, dass die pythagoräische Harmonik sogar auf noch ältere Kulturen wie z.B. Ägypten - Babylon bis China zurückgehe. Auch die Proportionslehre in den berühmten 10 Büchern „De architectura“ von Marcus Vitruvius Pollio (84 - 14 v.Chr.) sind auf die Beziehung zwischen Musik und Architektur aufgebaut.

Auch Andrea di Pietro da Padova - Palladio war ein großer Vertreter der harmonischen Proportionen und schrieb einst: „Die reinen Proportionen der Töne sind Harmonien für das Ohr, die entsprechenden der räumlichen Maße sind Harmonien für das Auge. Solche Harmonien geben uns das Gefühl der Beglückung, aber niemand weiß warum - außerdem dem, der die Ursache der Dinge erforscht.“ Seine Bauten und Entwürfe selbst sind Beweis, das aus diesen harmonischen Proportionen schöne Bauwerke entstehen können.<sup>1</sup>

Auch schon vor Palladio hat sich Leon Battista Alberti (1404-1472) zu diesem Thema geäußert. In Anlehnung an Pythagoras sagte er: „Die Zahlen, die durch Harmonie der Töne unser Ohr entzücken, sind ganz dieselben, welche unsere Augen und unseren Verstand ergötzen... Wir werden daher alle unsere Regeln für harmonische Beziehungen von den Musikern entlehnen, denen diese Zahlen wohl bekannt sind, und von jenen besonderen Dingen, in denen die Natur selbst sich vortrefflich und vollkommen zeigt.“

Eine interessante Darstellung der harmonischen Teilung auf Basis der Obertonreihe 1 - 1/2 - 1/3 - 1/4 wurde vom Dombaumeister Villard de Honecourt im 13. Jahrhundert erstellt. Er ging von einem 2:1 Rechteck aus. Dieses Diagramm wurde für viele Entwürfe von Dömen und monumentalen Bauten wie eine Entwurfsschablone verwendet. Es kann auch auf ein Quadrat abgewandelt werden und passt dann z.B. auf den Querschnitt der früheren Basilika St. Petri in Rom.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Leonhardt 1984, 17-18

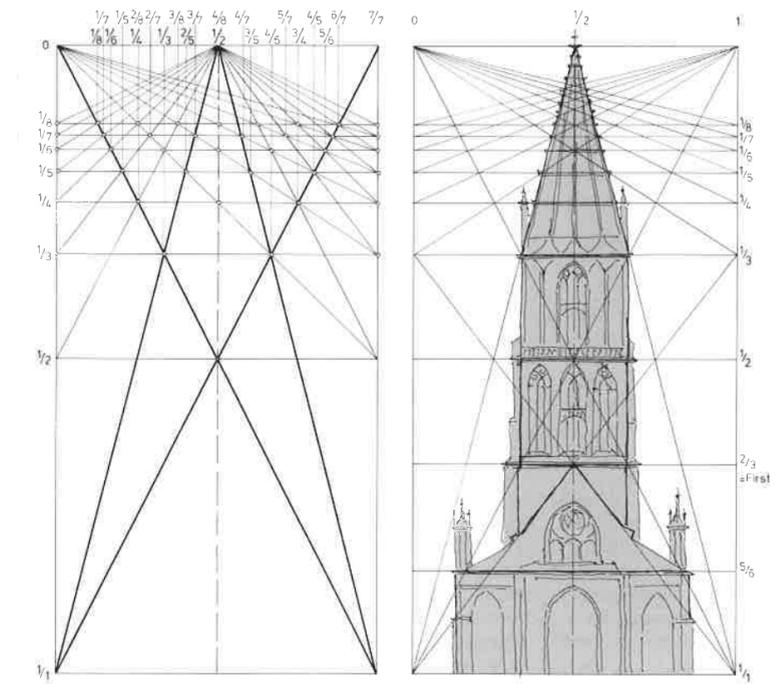


Abb. 03: Villard-Diagramm

Viele Architekten bedienten sich auch dem Goldenen Schnitt. Jedoch spielt dieser entgegen allgemeinheitlichen Glaubens in der Architektur nicht die große Rolle, da er nicht in die harmonische Reihe ganzzahliger Verhältnisse passt. Auch Le Cobusier zeichnete den „Modulor“ nach dieser Harmonie.

In den vergangenen 70 Jahren wurde die Berücksichtigung der harmonikalen Proportionen von den meisten Architekten abgelehnt. Das heißt nicht, dass nicht auch schöne Bauwerke entstanden sind, jedoch wurden ästhetisch ansprechende Bauten meistens aus einem Gefühl heraus entworfen und wenn man diese analysiert, erkennt man eine gute Wahl an Proportionen. Diese Proportionen wurden unbewusst gewählt, ähneln den harmonikalen Proportionen jedoch stark.<sup>1</sup>

#### Wie empfindet der Mensch geometrische Proportionen?

Forscher sind der Meinung, dass unser Proportions-Empfinden auf unsere Evolution zurückzuführen ist und sich über lange Zeit in unserer Genetik verankert hat. Ein gewisses Schönheitsempfinden ist dem Menschen somit angeboren und ist eine zentrale Funktion unseres Nervensystems und kann zu tiefer Befriedigung und Freude führen. Es entstammt der Partnersuche zur Fortpflanzung. Man achtet auf die Proportionen des Partners und empfindet diese als schön, denn die menschlichen Proportionen sind somit der Ursprung aller harmonischen Teilungen. Glücklicherweise ist das Erbgut jedes Menschen unterschiedlich und somit kann der menschliche Schönheitskanon nicht auf eine strenge geometrische Form und Proportionszahlen fixiert werden. Somit entsteht ein gewisser Streubereich, der wohl für alle geometrischen harmonischen Proportionen gilt. Hier behaupte ich, dass man unser Schönheitsempfinden als menschliches Talent deuten kann, das bei jedem Menschen unterschiedlich ausgeprägt ist, wie auch viele andere Instinkte. Das Urteil über Schönheit wird daher in den meisten Fällen zwischen zwei Menschen auch unterschiedlich ausfallen.<sup>2</sup>

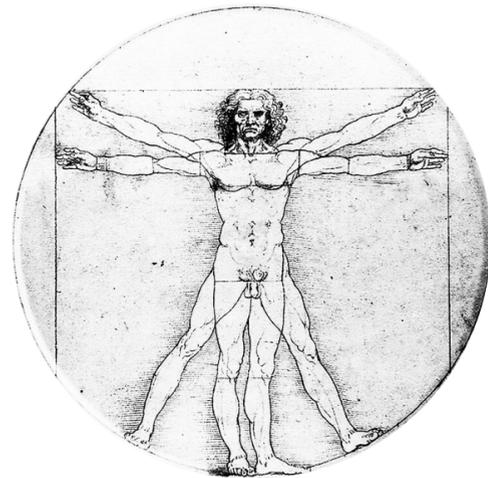


Abb. 04: Vitruvianischer Mensch, Skizze von Leonardo da Vinci 1490 Darstellung des Mannes nach den vom antiken Architekten und Ingenieur Vitruv(ius) formulierten und idealisierten Proportionen

*“Eine Brücke ist mehr als nur eine Verbindung zwischen A und B, sie wird selbst zum Ziel“*

Marijn Schenk, Dutch architect

## 1.D Ästhetik im Brückenbau

*„Brückenästhetik besteht in der Visualisierung eines effizienten Tragwerks, das sich optimal in sein Umfeld einfügt und sorgfältig elegant gestaltet ist.“ - Christian Menn*

Die Benutzung einer Brücke ist oft mit einem kleinen Umweg oder einer kleinen zusätzlichen Anstrengung verbunden. Der Fußgänger nimmt dies, obwohl im Interesse der eigenen Sicherheit, aber nur dann in Kauf, wenn ihm der Weg über die Brücke ein kleines Erlebnis bietet. Dies kann z.B. eine Aussicht oder auch die faszinierende Eleganz der Brücke selbst sein. Somit stellen speziell Fußgängerbrücken ganz besondere Anforderungen an die Kreativität des Entwerfers.<sup>1</sup> Aber gerade in dieser Beziehung ist heutzutage laut einigen namhaften Brückeningenieurern wie Fritz Leonhart, Jörg Schlaich oder Christian Menn leider ein ausgesprochener Mangel festzustellen. Fritz Leonhart schreibt in seinem Buch „Brücken“, dass der Grund dafür wohl vor allem darin liegt, dass sich Ingenieure heute vor allem darauf konzentrieren, immer mehr zu berechnen um damit unzählige Nachweise zu erbringen, wozu sie allerdings durch ein überbordendes Normenwesen gezwungen werden. Auch die Ausbildung der Ingenieure heutzutage ermutigt sie nicht zu entwerfen. Entwurf und Gestaltung werden in der Ausbildung immer weniger berücksichtigt und werden an vielen Universtitäten kaum gelehrt.<sup>2</sup> Wer dies in seiner Ausbildung heutzutage jedoch genießen darf, ist der Architekt. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts trennte man die Ausbildungen Architektur und Bauingenieurswesen und es entstanden im deutschsprachigen Raum (und auch anderen Ländern) Hochschulen nach dem Vorbild der Pariser „École polytechnique“ und der „École des beaux arts“, die schon unter Napoleon entstanden waren. So standen technische Disziplinen stark im Gegensatz zu den künstlerischen und kreativen, worunter auch die Architektur eingegliedert wurde. Sie etablierte sich zu einer der dekorativen Gestaltung verpflichteten Disziplin. Heute finden die Ausbildungen zwar in den selben Hochschulen statt, jedoch ist die Lehre bis auf wenige Ausnahmen nach wie vor strikt getrennt. Die ehemals ganzheitliche Kunst des Bauens spaltete sich immer mehr in Spezialgebiete auf. Die einst „Mutter aller Künste“ genannte Architektur teilte sich in Bauingenieurswesen, Städtebau, Landschaftsarchitektur, Innenarchitektur, etc. auf. Ingenieure fühlen sich jedoch in ihrer Zuständigkeit bedroht und werfen den Architekten mangelnde Kompetenz in technischer und konstruktiver Hinsicht vor, andersrum werfen Architekten den Ingenieuren fehlende Phantasie und Gestaltungswillen vor.<sup>3</sup> Eine Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Disziplinen ist daher heutzutage unumdingbar. Speziell bei Brücken ist die Verantwortlichkeit im Entwurf anders als bei anderen Bauwerken. Kurz (bis ~20m) gespannte Brücken meistert ein Architekt alleine, jedoch umso länger die Brücke ist, desto essentieller sind die Fähigkeiten und das Handwerk eines Ingenieurs und umso mehr wird er zur Hauptfigur im Entwurf. Je höher die Spannweite einer Brücke ist, desto höher ist der Einfluss der Ingenieure in die Gestaltung und Konstruktionsplanung.

<sup>1</sup> Schlaich/Bergermann 1992, 11

<sup>2</sup> Leonhardt 1984, 23

<sup>3</sup> Dietrich 2016, 10

<sup>1</sup> Leonhardt 1984, 19

<sup>2</sup> Ebda., 23



Abb. 05 Lille Langebro, Copenhagen - Wilkinson Eyre



Abb. 06 Inn-Brücke in Zuoz, 1901

In seinem Buch „Brücken“ beschreibt Fitz Leonhardt die Zusammenarbeit im Brückenbau wie folgt: „Der Ingenieur entwirft die Brücken, und der Architekt hilft als künstlerischer Berater.“ Dieser Aussage würde ich somit nur bedingt zusprechen.

Die immer engere Zusammenarbeit zwischen Architekten und Ingenieuren hat in den letzten Jahrzehnten zu einer Explosion des Brückendesigns geführt, die zu kühnen und zugleich rationalen Strukturen geführt hat. Hier wären unter anderen Architekten wie Martin Knight oder Eyre Wilkinson erwähnenswert, deren Zusammenarbeit in Planungsteams mit Ingenieuren in den letzten Jahre regelmäßig zu erstaunlichen Entwürfen geführt hat. Infolgedessen haben Städte Brücken als großartige Denkmäler des Designs genutzt, um den Stolz der Bewohner zu fördern und sich als Reiseziel für Touristen zu profilieren.

Bei Tragwerken genügt es nicht, dass sie statisch richtig konzipiert sind. Ein plumper Balken ist statisch ebenso richtig wie ein schlanker Balken und doch ist der Ausdruck der Gestaltung ein ganz anderer. Bei Ästhetik im Brückenbau kommt es nicht nur auf die Proportionen zwischen geometrischen Abmessungen einzelner Bauteile, sondern auch auf Proportionen zwischen den Massen der Baukörper, z.B. zwischen dem schwebenden Überbau und tragendem Pfeiler, zwischen Höhe und Spannweite der Träger oder zwischen Höhe, Länge und Breite von Öffnungen. Harmonie entsteht auch durch die Wiederholung gleicher Proportionen um Ganzen.<sup>1</sup>

Auch die Ordnung spielt im Brückenbau eine große Rolle. Sie führt zu harmonischen Rythmen. Die Beschränkung auf das Simple ist anzustreben. Viele Linien, Kanten und Richtungen führen zu Unruhe und Verwirrung. Die Symmetrie ist ein bewährtes Ordnungselement und ist dann anzuwenden wenn dadurch keine Zwänge entstehen. Auch Komplexität kann Schönheit hervorrufen. Demnach durch Spannung zwischen Verschiedenartigkeit und Ähnlichkeit, zwischen Komplexität und Ordnung. Schönheit bietet zweierlei Belohnung: Wohlbehagen durch das Wahrnehmen von Neuartigkeit, Originalität und Abwechslung und zweitens durch Zusammenhang, Einfachheit und Klarheit. Wenn jedoch in einer Ordnung ein überraschendes Element bzw. eine herausragende Abweichung vortritt, wird das als angenehm empfunden. Wenn jedoch die Andersartigkeit überwiegt, tritt das Gegenteil in kraft.<sup>2</sup>

Die Wahl Tragsystems soll einheitlich sein. Ein Wechsel des Systems innerhalb eines Bauwerkes ist gestalterisch nur schwer zu lösen. Oft wirken Körper aus unterschiedlichen Perspektiven anders. Auch Schatten spielen eine große Rolle, hier kann man den Überbau durch eine weit auskragende Platte in den Vordergrund stellen, da sie das darunterliegende Tragwerk in den Schatten stellt. Diese Feinheiten müssen anhand von Modellen überprüft werden.<sup>1</sup>

Eine weiteres grundlegendes Entwurfsmerkmal ist die Anpassung des Bauwerks in die Umgebung (in die Landschaft oder Stadt). Diesen Ort besetzt sie für menschliche Maßstäbe ewig lang. Mit besonderer Vorhut muss eine Brücke ihre Umgebung respektieren. Sie kann sich im Ganzen einfügen oder bewusst abheben, also schöne Landschaften unberührt lassen oder fade Gegenden bereichern und ein chaotisches urbanes Umfeld ordnen.

Besonders ist hier auf den Maßstab des Bauwerks zur Umgebung zu achten, denn gerade daran stören wir uns heutzutage sehr. Zweifellos wirkt eine schlanke Brücke schöner und eleganter als eine Massive. Viele Brücken wurden mit übertriebenen Querschnitten oder ohne Einpassung in die Umgebung als große schwere Betonkisten lieblos in die Landschaft gesetzt. Hier kommt es auch stark auf die Oberflächentextur und Farbe an und somit auf die Wahl der Baustoffe. Rauhe Oberflächen eignen sich gut für Pfeiler und Widerlager, glatte Oberflächen hingegen wirken gut an Gesimsen, Trägern und schlanken Stützen. Grundsätzlich sollen Oberflächen matt sein. Durch geschickte Farbgebung ist es möglich Bauteile schlanker aussehen zu lassen als andere. Das selbe gilt wie schon erwähnt auch für Schatten. Bei der Wahl der Farbe kann jedoch mit auffälligen Farben eine Dissonanz erzeugt werden.<sup>2</sup>

Jedes Bauwerk sollte einen Charakter haben und auf eine bestimmte Art und Weise auf einen Menschen wirken. So wird Filigranität heutzutage als ressourcenschonend, umweltfreundlich und technisch ausgereift und somit als modern aufgefasst. In der Vergangenheit hat man in der Monarchie oder unter Diktaturen auf Monumentalität gesetzt um Menschen einzuschüchtern und klein wirken zu lassen. Dies sollte nun aber der Vergangenheit angehören.

Natürlich gibt es noch weitere Faktoren, die die Gestaltung von Bauwerken beeinflussen. Oftmals sind auch das Desinteresse an Gestaltung, zugunsten des Bauwerkspreises, der Grund des Bauherren warum man wieder zum simplen Balken aus Stahlbeton zurückgreift. Andererseits fehlt oft der Wille und die Bereitschaft Neues und Besonderes zu wagen.

“A great bridge is a great monument which should serve to make known the splendour and genius of a nation.”  
Jean Peronnet, French engineer

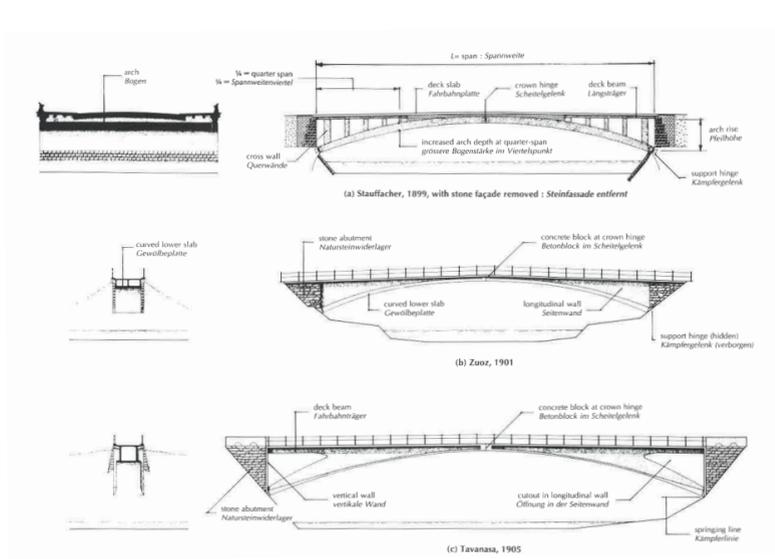


Abb 07.: Gut Proportionierte Brückenschnitte von 3 Brücken von Robert Maillart; Stauffacher, Zuoz, Tavanasa

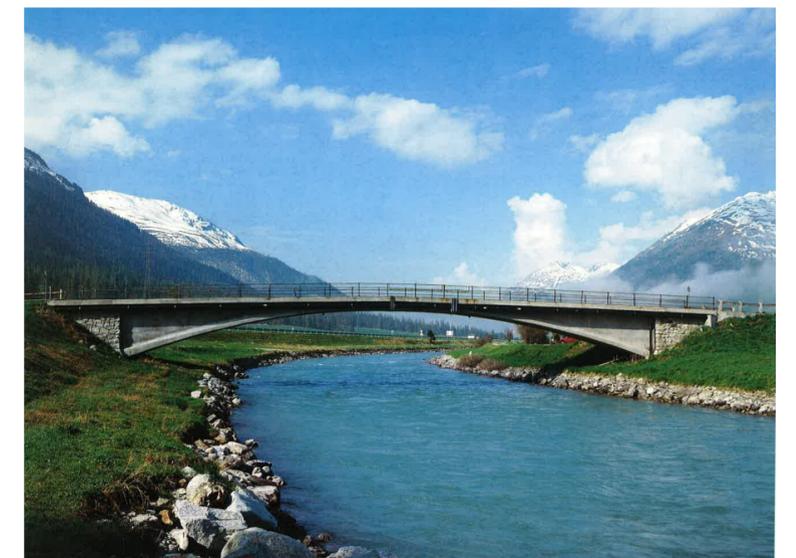


Abb. 08 Inn-Brücke in Zuoz, 1901

<sup>1</sup> Maillart 1990, 23  
<sup>2</sup> Leonhardt 1984, 26

<sup>1</sup> Schlaich/Bergermann 1992, 16  
<sup>2</sup> Dietrich 2016, 37

Echter Brückenbau folgt, im Gegensatz zu modischen architektonischen Stilrichtungen, immer den modernsten technischen Entwicklungen und schöpft damit verbundene technische Möglichkeiten aus. Die historische und technologische Entwicklung zeigt einen Weg vom Massiven zum Filigranen. Aus den Urformen des Tragwerks (Bogen, Balken, und Seilkonstruktion) haben sich historisch immer gewagtere und leichtere Tragwerke entwickelt. Mit der Optimierung von Konstruktionen erfolgt eine Reduzierung der Masse. Gottfried Semper hat im letzten Jahrhundert noch gesagt, dass sich damit keine „Monumentalität“ erzeugen lässt, aber „Monumentalität“ ist für uns heutzutage keine Qualität mehr. Vielmehr sehen wir die Ästhetik in der Filigrantität. Das Reduzieren von Baustoffen führt zu einer fortschrittlichen und ressourcenschonenden Bauweise, die Ökonomie und Effizienz signalisiert. Wenn sich ein Bauwerk auflöst, lässt es sich leichter in die Umgebung integrieren und lässt Durchblicke zu. Leichtbauwerke stören die Landschaft nicht und stehen nur an sparsamen Punkten auf der Erde. Sie erwecken den Anschein als würden sie die Natur respektieren und dass sie den Materialaufwand minimiert haben und somit sparsam mit Ressourcen umgehen. Manchmal erwecken sie auch den Eindruck des Temporären. Man hat das Gefühl, dass man sie leicht beseitigen kann. Sie erscheinen nicht für die Ewigkeit gebaut worden zu sein, wie andere Monumente. Leichtbauwerke signalisieren Modernität und signalisieren mit ihrer Feingliedrigkeit hochmoderne Baukultur. Die spektakulären Leichtbauwerke der Ingenieure sind die stilistischen Vorbilder für andere Bereiche der Architektur und der Gestaltung, wo allzu oft mit der Erscheinung allein die symbolische Wirkung „modern“ erzeugt werden soll.<sup>1</sup>

## Formal

Brücken begannen ihr Leben einfach als sichere Überquerung für Fußgänger und brachten später Pferde und Kutschen über einen Fluss. Bei relativ geringen Belastungen könnte der Fokus der Entwürfe auf das Gesamterscheinungsbild gelegt werden. Nehmen Sie zum Beispiel die Verzierung der Rialto-Brücke aus dem 16. Jahrhundert in Venedig. Sein menschliches Design ermöglichte ein großartiges Erlebnis und schuf eine architektonische Ikone. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts erforderten die Industrialisierung die Erfindung der Eisenbahnbrücken mit viel größeren Spannweiten, die die größeren Lasten aufnehmen konnten. Die Notwendigkeit einer stärkeren Verbindung zwischen den Städten führte dazu, dass der Schwerpunkt auf die strukturellen Eigenschaften der Brücke gelegt wurde und die Ästhetik wohl in Vergessenheit geriet. Zu diesem Zeitpunkt wurden Brücken in erster Linie aus Stahl gebaut, um eine bessere strukturelle Unterstützung zu gewährleisten, und wirkten in ihrem Aussehen zweckmäßig. Die Forth Bridge in Schottland demonstriert diesen technischen Triumph mit ihren mehreren freitragenden Abschnitten, die eine Spannweite von über einem halben Kilometer abdecken. Heutzutage rückt der Entwurf wieder in den Vordergrund. Die Verbesserung der Technologie hat mehr denn je die Erforschung der Form ermöglicht und die Möglichkeit geboten, mit Strukturen zu experimentieren. Die Fähigkeit von Brücken, die Wahrnehmung eines Ortes durch die Menschen zu beeinflussen, ist von den Städten nicht unbemerkt geblieben.<sup>1</sup>

*„There can be little doubt that in many ways the story of bridge building is the story of civilisation. By it we can readily measure an important part of a people's progress”*

Franklin D. Roosevelt, American president

## 1.E Gestaltung von Brücken

Es ist auffallend, dass ein Großteil der modernen Brücken ohne jeglichen gestalterischen Anspruch und Originalität erbaut wurden. Jörg Schlaich, meint, dass einer der vielen Gründe, der Mangel an Kreativität und Gestaltungswillen bei Ingenieuren sei. An den technischen Mitteln und Know-How für den Entwurf und Ausführung interessanter Tragwerke würde es dagegen nicht fehlen.

Architekten werden hingegen kritisiert, ihre Bauwerke und Entwürfe mit unnötigen Verschnörkelungen zu verschönern versuchen.<sup>1</sup>

Der Gestaltungsfreiraum bei Brücken wird jedoch durch die Funktion limitiert, dennoch ist ein interessanter Entwurf des Tragwerks ohne, dass dabei wirtschaftliche Randbedingungen vernachlässigt werden, möglich. Viele Brückenbeispiele zeigen eindrücklich, dass sich mit den heutigen Mitteln der Konstruktion und Fertigung sowie mit modernen, höchstwertigen Baustoffen außerordentlich interessante, ästhetisch überzeugende Tragwerke erstellen lassen, ohne auf nostalgische Elemente oder gar strukturfremde Verzierungen zurückgegriffen werden muss.<sup>2</sup>

Oftmals liest man, dass die Ästhetik im Brückenbau verloren ging. Auch Richard J. Dietrich schreibt in seinem Buch, dass man noch nie so viele Brücken baute wie von der Nachkriegszeit bis heute, jedoch seien 90% all jener ohne jeglichen ästhetischen Anspruch und Kreativität errichtet worden. „Brücken werden immer hässlicher“. „Seitdem wir Brücken nicht mehr begriffen, sondern sie nur noch befahren werden, mach man sich keinen Begriff mehr davon. Welchen Erlebniswert, welchen Bedeutungsgehalt, welche Symbolkraft eine Brücke haben kann, scheinen wir vergessen zu haben.“<sup>3</sup>

Auch der Wiener Ingenieur und Professor für Tragwerkslehre Wolf Dietrich Ziesel meinte sogar:

*„Unsere Zeit wird als Epoche der Kulturlosigkeit im Ingenieurbau in die Geschichte eingehen.“*

[Ziesel, Der Neue Ingenieur, db 1991].

Diese Kritik ist meiner Meinung nach nicht unbegründet, jedoch habe ich in den letzten Jahren diese Kritik in all den Bereichen der Architektur wahrgenommen. Egal ob im Wohnbau, Brückenbau oder anderen Gebäudearten. Kann es denn nicht ein, dass man generell so viel wie noch nie baute und der Mangel dadurch entstand? Mit der Vergrößerung der Population und dem Wachsen der Städte kam natürlich auch der Bedarf an mehreren Bauwerken. Mit der Entwicklung von modernen Verkehrssysteme, mit der explodierenden Mobilisierung des modernen Lebens, stieg auch der Bedarf an Verkehrswegen und somit auch an Brücken. Jedoch werden Brücken meistens für die, im menschlichen Maßstab, Ewigkeit gebaut und sind bedingt aus ihrer Funktion freistehend und dazu landschaftsprägend. Zweifellos besitzen Brücken ein spezielles Antlitz und eine eigene Form von Ästhetik.

Unter anderen hat auch Santiago Calatrava in den letzten Jahren gezeigt, dass man auch gerade noch heutzutage schöne Brücken mit enormer Formenvielfalt entwerfen kann. Er ist ein Meister des skulpturalen Entwurfs allerdings wird er sehr oft kritisiert. Aufgrund der Form opfert er oftmals konstruktive Konsequenz. Er vergrößert unnötige Spannweiten, führt Kräfte auf Umwegen, setzt fragile Elemente gerade da ein wo die größten Kräfte wirken oder umgekehrt.

Ein gutes Beispiel für einen Brückenentwurf ist die von ihm entworfene „Alamillobrücke“ in Sevilla. Sie gilt als die am besten gestaltete Schrägseilbrücke der Welt. Proportionen und Formkonsequenz stimmen überein.

Die „Ponte Sobre el Guadiana“ in Merida wirkt hingegen wie ein Fehltritt unter Calatravas Entwürfen. Hierbei handelt es sich zwar um eine gut gestaltete Brücke, jedoch spannt sie unnötig weit und stört maßstabs- und proportionslos die Landschaft. Ausgerechnet daneben liegt eine zweitausend Jahre alte Römerbrücke, die zeigt was angemessen ist.<sup>1</sup>

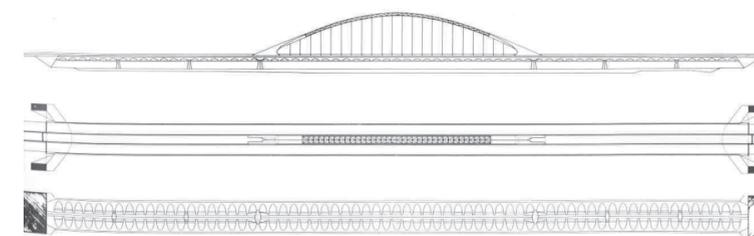
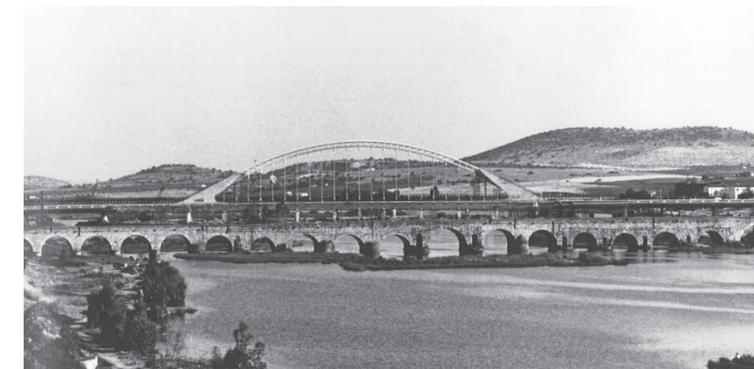


Abb 010.: Ponte Sobre el Guadiana - in Merida

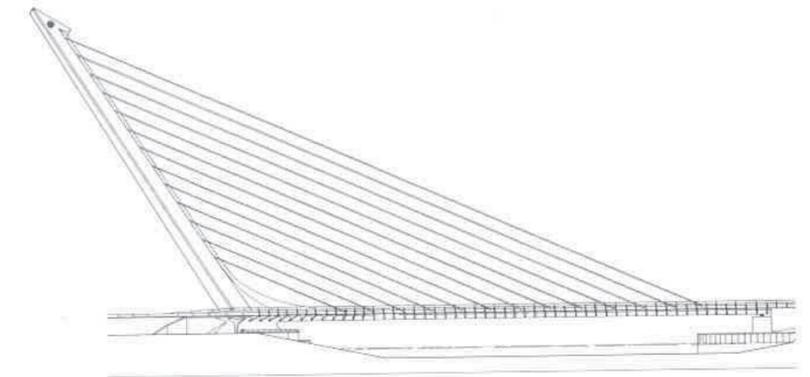


Abb. 09

Alamillobrücke - in Sevilla

*„Der Linienzug der Kraft und der Schönheit ist der gleiche.“*  
Oscar Wilde <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Schlaich/Bergermann 1992, 10  
<sup>2</sup> Dietrich 2016, 10  
<sup>3</sup> Ebda., 22

<sup>1</sup> Dietrich 2016, 16  
<sup>2</sup> Matzig 2011, 20

## Zielsetzung im Brückenbau

Kaum ein anderes Bauwerk ist an so viele Rahmenbedingungen wie eine Brücke gebunden. Entwerfer sind verpflichtet im Rahmen von Normen, ökonomisch und ökologisch zu bauen und gleichzeitig dürfen sie städtebauliche, verkehrsplanerische und allgemeine funktionelle Anforderungen nicht außer Acht lassen. Unter den allgemeinen funktionellen Anforderungen fallen Tragsicherheit, Dauerhaftigkeit (auch hier sind liegen die Anforderung weit höher als bei anderen Bauten), Gebrauchstauglichkeit, und eine hohe ästhetische Qualität bezüglich Umfeld und Bauwerksgestaltung. Weitere bauwerksspezifische Zielsetzungen sind eine minimale Bauzeit, Vermeidung von Verkehrsbehinderungen.<sup>1</sup>

## 1.F Die Symbolik von Brücken



Abb. 11 Stari Most - in Mostar, im zerstörten Zustand

Brücken begegnen uns zweifellos in vielen Bedeutungsmustern und auch deswegen sind Brücken eine besondere Art von Bauwerken. Mit Ihrer oft imposanten Kühnheit erwecken sie eine Ursehnsucht in uns. Sie wecken das Streben nach Fortschritt, Freiheit, Überlegenheit usw.. Eine Brücke bringt uns in Positionen über reißende Flüsse oder gewaltige Höhen, die wir anders nicht erreichen können. An der anderen Seite besitzen sie eine starke Symbolik. Ähnlich wie eine Tür, ein Tor, eine Treppe verbinden Brücken immer zwei Seiten miteinander.<sup>1</sup>

Auch in unserer Sprache sind sie präsent. Wir benutzen den Begriff Brücke oft als Metapher, z.B. „Brücken zwischen Völkern bauen“ oder „Wir brechen alle Brücken ab.“

Brücken spielten seit jeher eine große Rolle im Leben der Menschen, ein positives und gleichzeitig auch negatives Beispiel dafür ist die „Stari Most“. Sie wurde 1557 bis 1566 in Mostar - Bosnien Herzegowina von einem türkischen Baumeister errichtet und ist jeher ein Bild für das Zusammenleben der verschiedenen Volkgruppen am Ort geworden. Während des Bosnienkrieges 1993 wurde sie unter gezielten Beschuss ein. Es gab heftige Kämpfe zwischen den Bosnjaken (Muslimen) und Kroaten, nachdem sich beide noch zu Beginn des Bosnienkriegs 1992 gemeinsam gegen serbische Verbände gewehrt hatten. Die Kroaten kontrollierten den westlichen Teil der Stadt, die Bosnjaken den östlichen - und auch jene Häuser und Gassen der Altstadt, die sich westlich der Neretva befinden, also inmitten der von den Kroaten gehaltenen Gebiete. Mit der Zerstörung der Brücke sollten die bosnjakischen Kämpfer im Westteil der Stadt vom Nachschub abgeschnitten werden. Das war natürlich nicht nur ein militärischer sondern vor allem ein symbolischer Zug. Man hat die Spaltung der Bevölkerungsgruppen damit vertieft.

Die „Stari Most“ war lange ein Symbol für das friedliche Zusammenleben von Kroaten, Bosnjaken und Serben in der multiethnischen Stadt Mostar. Nach dem Bosnienkrieg wurde sie aufwendig rekonstruiert und mit der Unterstützung der Unesco, der Weltbank und der Türkei wiederaufgebaut. Dabei wurden, soweit dies möglich war, die alten Steine, die in der Neretva lagen, verwendet. Offiziell wurde die Brücke im Juli 2004 wiedereröffnet und ist nun heutzutage ein Zeichen für Frieden.<sup>2</sup>

Viele Brücken wurden zu Symbolen und zu Signaturen von Städten. Sie funktionieren oftmals als Landmark. Die Abhängigkeit der Gesellschaft von Verkehr hat uns in der Vergangenheit zu berühmten Sehenswürdigkeiten wie der Brooklyn Bridge verholfen, die unmittelbar mit dem Standort in Verbindung gebracht werden zu dem sie gehören. Gewagtes Design ist heutzutage eine Voraussetzung dafür, dass sich zeitgenössische Brücken in gleicher Weise von anderen abheben und zu einer erkennbaren Struktur werden. Wir sehen Brücken nicht nur als eine Methode, um Straßen und Flüsse zu überqueren, sondern auch als ein skulpturales Stück Technologie, das die Menschen besuchen und erleben möchten. Die Betonung von Brücken, die den Fußgängerverkehr verbessern können, kommt sowohl der Umwelt als auch der Tourismusbranche zugute. Daher ist es wichtig, dass wir diese räumlichen und sinnlichen Erfahrungen auch weiterhin schaffen.<sup>1</sup>



Abb. 12 nach Wiederaufbau

*“The strongest bridges are built from the stones of fallen walls.”*

Andreas Tenzer, German philosopher

<sup>1</sup> Dietrich 2016, 37

<sup>2</sup> Ebda., 56

<sup>1</sup> Bühler 2004, 9

## 1.G Die Grazer Brücken

Die Mur wird auf ihrer 12 km langen Strecke innerhalb des Grazer Stadtgebietes von 12 Brücken und 6 Stegen überspannt. Während viele andere europäische Städte gerade in den Zentrumsbereichen traditionelle Brückentragwerke zum historischen Ambiente beitragen, ist in Graz keine noch bestehende Brücke älter als 99 Jahre. Die älteste davon ist die Weinzödlbrücke, welche sich an nördlichen Stadtgrenzen befindet. In ihrer ursprünglichen Gestalt existiert leider kein traditionelles Grazer Brückenbauwerk mehr. Sie alle fielen Wasserkatastrophen, Bränden oder altersbedingten bzw. funktionellen Erneuerungen, wie z.B. der autogerechten Stadt zum Opfer. Besonders die Hauptbrücke hat bereits ihre 7. nachgewiesene Ausführungsvariante angenommen. Die noch erhaltenen Grazer Murbrücken wurden unter rationalen und wirtschaftlichen Aspekten und unter dem Kriterium der stützenfreien Überspannung des Flussraums mit möglichst geringer Mittelerhöhung als Zweckbauwerke ohne jeglichen Anspruch an ästhetischem Ausdruck entworfen und erbaut.

Am Ende der 80er Jahre gab es zwei Wettbewerbe für Teams, bestehend aus Architekten und Ingenieuren, zur Erneuerung der Schönau- und der Kalvarienbrücke. Jedoch war auch in diesem Fall die Auslobung so formuliert, dass der Gestaltung eines interessanten Brückenbauwerken eigentlich zu wenig Spielraum gegeben wurde. Infolgedessen waren auch die Wettbewerbseinreichungen nicht von innovativer Baukunst geprägt. Erst als man sich dazu entschlossen hat zusätzliche Stadtverbindungen über die Mur für Fußgänger und Radfahrer zu errichten, eröffneten sich den Architekten und Ingenieuren die Möglichkeit dem Kulturauftrag des öffentlichen Bauens gerecht zu werden. Das Engagement der Wettbewerbsabwicklung und der Planer führte zu schönen gestalterischen Entwürfen, wie zum Beispiel dem „Steg an der Mur“.

Auf den folgenden Seiten gehe ich etwas auf ausgewählte Werke ein um ein Bild der Grazer Brückenbaukultur zu vermitteln. Ich beschränke mich hier auf bestehende Brücken.<sup>1</sup>

Brückename	Zuständigkeit	Originalzustand	Baujahr/Letzter Umbau	Spannweite
Autobahnbrücke	Bund	ja		
Weinzödlbrücke	Bund	ja	1921/22	106 m
Pongratz-Moore-Steg	Privat	ja	1968/69	71 m
Kalvarienbrücke	Bund/Stadt	nein	1991	66,75 m
Keplerbrücke	Stadt	nein	1962/63	67,8 m
Mursteg	Stadt	ja	1992	55,8 m
Hauptbrücke	Stadt	nein	1964/65	62,8 m
Tegetthoffbrücke	Stadt	nein	1974/75	63,8 m
Radetzkybrücke	Stadt	nein	1994/95	2x 33 m
Augartenbrücke	Stadt	ja	1976/77	54m
Augartensteg	Stadt	ja	1998	74 m
Bertha v. Suttner Friedensbrücke	Bund/Stadt	nein	1985/86	61,6 m
Eisenbahnbrücke	ÖBB	ja	1949	73 m
Rohrsteg Fernheizwerk	Privat	ja	1962/63	60 m
Puchsteg	Stadt	ja	1949	85 m
Puntigamer Brücke	Bund	nein	1996	2x 37,5 m
Gasrohrsteg	Stadt	ja	1951	90 m
Autobahnbrücke	Bund	ja		

## Kalvarienbrücke

Bauherr: Republik Österreich, vertreten durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
 Objektplanung: Arch. Gerhard Haidvogel, Arch. Dipl.-Ing. Erich Andree  
 Tragwerksplanung: Dipl.-Ing. Dr. Forstlechner

Wettbewerb 1987  
 Baujahr: 1991

Die heutige Kalvarienbrücke hat bereits zweimal die Form gewechselt. Eine Holzkonstruktion wurde 1927 von einer Konstruktion aus stählernen Parabelbögen mit eingebauten Zugbändern abgelöst. Nach 60-jährigem Bestand musste die sanierungsbedürftige Brücke mit dem Ausbau der Kalvarienstraße weichen, da sie dem stark gestiegenen Verkehrsaufkommen nicht mehr standhalten konnte. Die heutige Brücke ist das Ergebnis eines Wettbewerb zwischen kombinierten Teams Architekten und Ingenieuren. Besonders markant ist der blaue Dreiecksrahmen aus Stahl, der besonders nachts unter Beleuchtung stark zur Geltung kommt. Er ragt 12m über den Überbau hinauf und teilt die Fahrbahnen. Am Hochpunkt sind 2 Reihen Zugseile befestigt, welche sich auf die Lasten der unterliegenden I-Trägern unterstützen. Die Hängesprengwerkbrücke hat eine Gesamtspannweite von 75m und auf einer Breite von 27,5m sind vier Fahrstreifen und auch zwei kombinierte Fuß- und Radwege untergebracht.<sup>2</sup>



Abb. 13 Kalvarienbrücke vor 1927



Abb. 14 nach dem Umbau

<sup>1</sup> Stadtarchitektur - Architekturstadt 1998, 57  
<sup>1</sup> Ebd., 58

## Puntigamer Brücke

Bauherr: Republik Österreich, vertreten durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung II a  
Objektplanung: Arch. Dipl.-Ing. Erich Andree  
Tragwerksplanung: Dipl.-Ing. Gerhard Meier

Baujahr: 1996

Mit großer Sorgfalt wurde die erste Puntigamer Brücke als zweibogige Stahlbetonkonstruktion mit Mittelpfeiler von den Wiener Architekten Arnold und Gerhard Karplus 1926 entworfen. Bereits in den Siebziger-Jahren erwies sich, dass die Brücke dem gestiegenen Verkehrsaufkommen nicht stand hält. Bis 1994 wich man zur Entlastung der Brücke auf ein Behelf in Form einer „Bailey Brücke“ - eigentlich ein Militärgerät - aus. Als die südliche Ringstraße der Stadt ausgebaut wurde wurden die beiden Brückentragwerke durch ein neues Brückenbauwerk ersetzt. Mit einer Spannweite von 35m überbrückt die heutige Konstruktion in Form eines zweifeldrigen, vorgespannten Plattenbalkens, der auf einen Mittelpfeiler liegt, die Mur. Ein 18m hoher Mast dient zur Beleuchtung der gesamten Brücke. Er ist mittig über den Mittelpfeilern angeordnet und steht mit seiner Höhe in keiner Relation zum restlichen Bauwerk. Als äußerst lieblos gestaltet, ist diese Brücke reinen Zweckbauten unterzuordnen.<sup>1</sup>



Abb. 15

Puntigamerbrücke



Abb. 16

Puntigamerbrücke

<sup>1</sup> Stadtarchitektur - Architekturstadt 1998, 60

## Radetzkybrücke

Bauherr: Stadt Graz, vertreten durch das Straßen- und Brückenbauamt  
Objektplanung: Arch. Dipl.-Ing. Ingrid Mayr, Arch. Dipl.-Ing. Jörg Mayr  
Tragwerksplanung: Dipl.-Ing. Dr. Kurt Kratzer

Baujahr: 1995

Bevor 1787 die „Neue Brücke“ oder auch „Untere Brücke“ genannt, erbaut wurde, gab es außer der Hauptbrücke noch keine andere Querverbindung der Stadt über die Mur. Ein aus sechs parallel angeordneten Trägern bestehendes Stahlfachwerk ruht auf einem aus Stein gemauerten Mittelpfeiler. Die Untergurte sind leicht gekrümmt und erzeugen eine leicht bogenförmige Ansicht. Auch hier verstärkten sich die Anforderungen an die Brücke und sie konnte den Belastungen nicht standhalten. Man versuchte die Brücke zu entlasten und errichtete eine Behelfsbrücke. Beinahe 100 Jahre lang wich man auf Notlösungen aus, was dazu führte, dass die Radetzkybrücke alle übrigen traditionellen Brückentragwerke überlebte und somit die letzte Grazer Brücke in historischer Gestalt darstellt. Der Wunsch nach Erhaltung ihres Erscheinungsbildes stand nun im Vordergrund. Als nun doch Ausbauarbeiten vorgenommen wurden, wurde zugunsten einer deutlichen Verbreiterung und einer höheren Tragfähigkeit, die Brücke umgebaut ohne ihr Erscheinungsbild zu verlieren. Man verbreiterte den Mittelpfeiler und zog das jeweils außenliegende Trägerpaar der alten Stahlkonstruktion auseinander und fügte eine Fahrbahnplatte in Form einer Stahl-Stahlbeton-Verbundkonstruktion ein.<sup>1</sup>

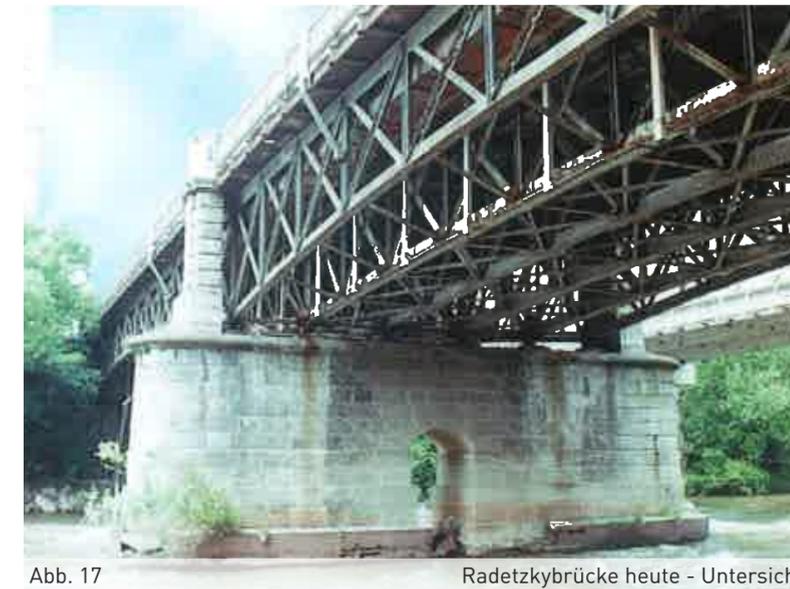


Abb. 17

Radetzkybrücke heute - Untersicht



Abb. 18

Radetzkybrücke heute

<sup>1</sup> Stadtarchitektur - Architekturstadt 1998, 61

## Steg über die Mur

Bauherr: Stadt Graz  
Objektplanung: Architektengemeinschaft  
Univ.-Prof. Arch. Dipl.-Ing. Günther Domenig,  
Arch. Dipl. Ing. Hermann Eisenköck

Tragwerksplanung: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Harald Egger,  
Dipl.-Ing. Hermann Beck

Wettbewerb:  
Baujahr: 1992

Als Bindeglied zwischen Mariahilfer-Kirche und dem Schlossbergaufgang, eröffnete die Fußgängerbrücke eine neue Möglichkeit das Grazer Stadtzentrum zu Fuß zu erreichen. Die hohe Passantenfrequenz unterstreicht die Notwendigkeit solcher Brücken im innerstädtischen Bereich. Mit dem Ziel zukünftige ufernahe Promenadenwege zu erreichen wurden Abgänge miteingeplant und gebaut. Schon damals hatte man den Gedanken den stets von den Grazern vernachlässigte Murlebensraum zu aktivieren. Leider wurde bis heute keine innerstädtische westliche Murpromade errichtet. Diese Brücke ist auch ein Symbol von zukunftsorientiertem Denken, denn sie ist auch eine Art Andenken an den zu früh verstorbenen Stadtpolitiker „Erich Edegger“. Er hat den Bau dieser Brücke vorangetrieben. Er sah Graz als „Platz für Menschen“, als eine der allgegenwärtigen Dominanz des Autos entrissene, lebens- und erlebenswerte Stadt, die sich zwischen Tradition und Aufgeschlossenheit für das Neue befindet.

Entstanden ist die Brücke aus einem steiermarkweiten Wettbewerb für Teams aus Architekten und Ingenieuren. Der Wettbewerb ließ genügend Spielraum nicht nur für gestalterische Maßnahmen, sondern auch die Entscheidung des Standorts und der Lage blieb den Teilnehmern. Das Ergebnis ist der preisgekrönte „Steg über die Mur“ mit einer spektakulären und innovativen aber auch eleganten mittelstützenfreien Konstruktion. Es war den Verfassern wichtig, dass beim Überqueren der Brücke keine Konstruktionen den freien Blick stören. Deswegen entschied man sich für eine Glasgeländerkonstruktion und dafür, das Tragsystem unter die Bewegungsflächen zu platzieren. Die Tragkonstruktion ist ein unterspannter Einfeldträger mit 55,80m Stützenweite und 4,4m Breite. Die barrierefreie Überwindung der 2,20m Höhendifferenz der zwei Murofer ist die Grundidee des Entwurfs. Die Wiedergewinnung von öffentlich nutzbarem Stadtraum als Fußgänger ist als Bereicherung der innerstädtischen Werte zu sehen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Stadtarchitektur - Architekturstadt 1998, 62

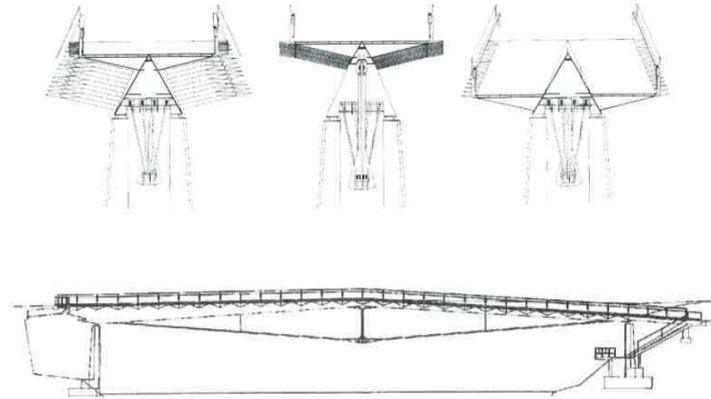


Abb. 19: Plangrafiken



Abb. 20

Zugang zur Mur

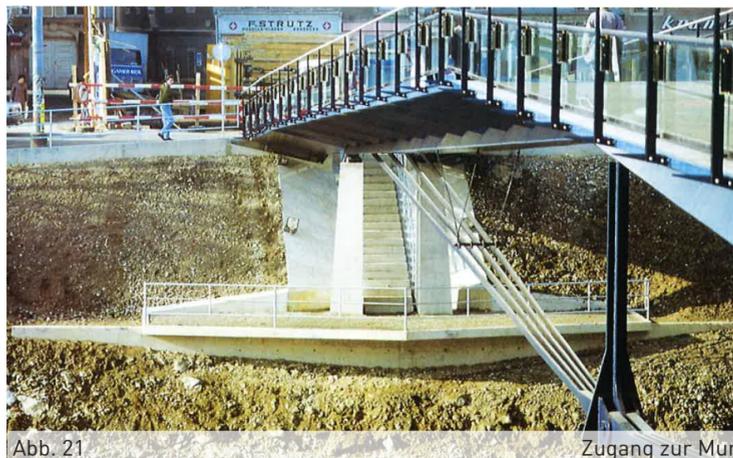


Abb. 21

Zugang zur Mur



Abb. 22

Ansicht

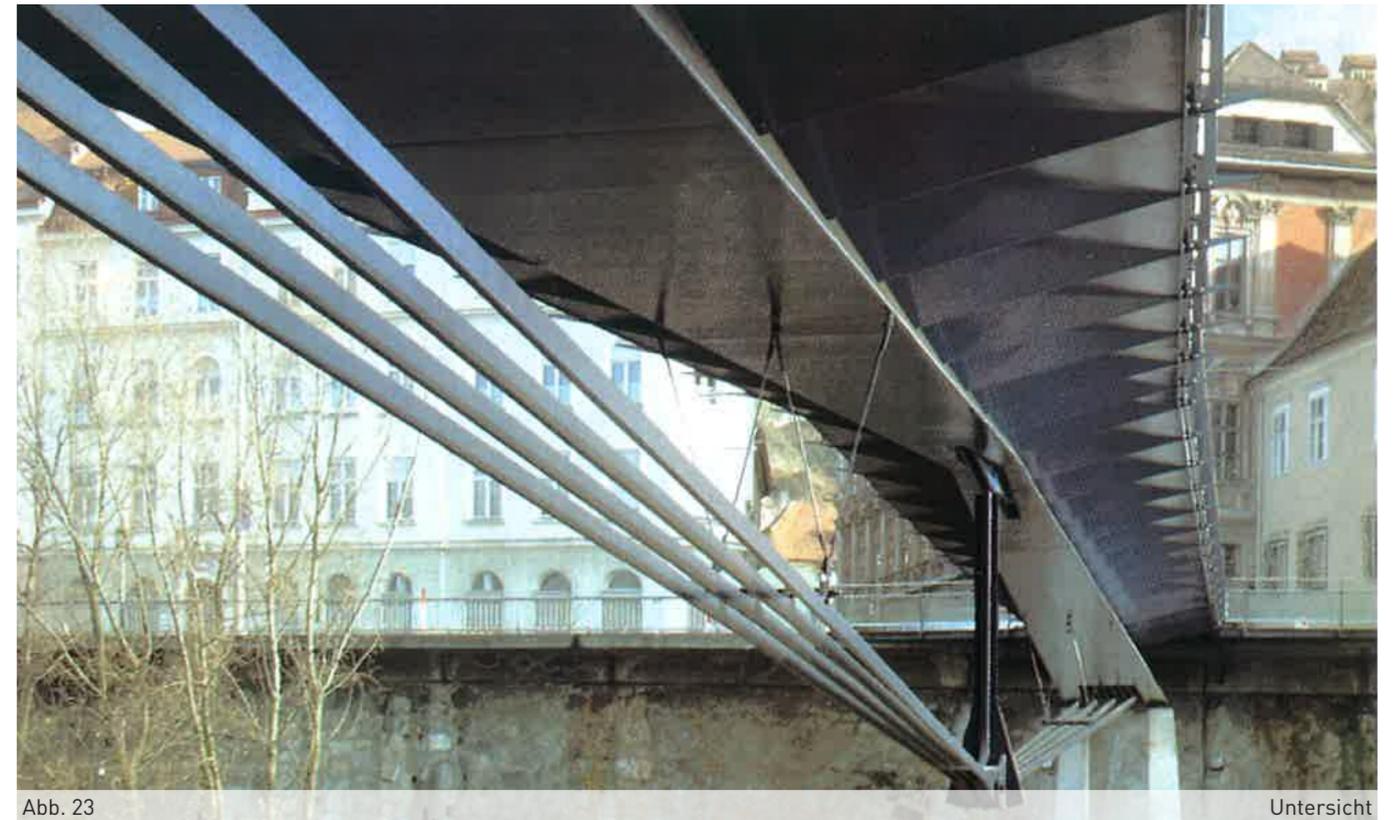


Abb. 23

Untersicht

## Augartensteg

Bauherr: Stadt Graz, Straßen- und Brückenbauamt  
Objektplanung: Arch. Dipl.-Ing. Herwig Illmaier  
Konstruktion: Dipl.-Ing Dr. Adolf Graber

Wettbewerb: 1996  
Baujahr: 1998

Anstoß für den Wettbewerb war eine Bürgerinitiative im Bezirk Gries, welche einen leichteren und sicheren Zugang zu dem am anderen Ufer liegenden Augarten forderten. Durch die attraktive Verbindung zur städtischen Grünanlage Augarten erfolgte eine Aufwertung des Siedlungsgebietes entlang des Grieskais. Aus 48 Einreichungen entschied sich die Jury für diesen Entwurf aufgrund von Kriterien aus städtebaulicher, künstlerischer und konstruktiver Hinsicht. Auch auf die Einbindung in das landschaftliche Bild wurde geachtet. Großer Wert wurde auf kostengünstige, jedoch innovative Ansätze gelegt. Der Entwurf besticht gestalterisch durch seine Transparenz und überzeugt mit seiner horizontalen Leichtbauweise. Diese wird durch eine Konstruktion erreicht, bei der das System so stark vorgespannt wird, dass für jeden Lastfall das Obergurtseil stets unter Spannung bleibt. Die stehenden Druckglieder spreizen die Ober- und Untergurtseile auseinander und werden mit der Gehwegplatte verbunden. Diese stabilisiert als horizontale Druckzone das Tragwerk. So entsteht ein steifer Balken, der in einem Stück montiert werden kann.<sup>1</sup>

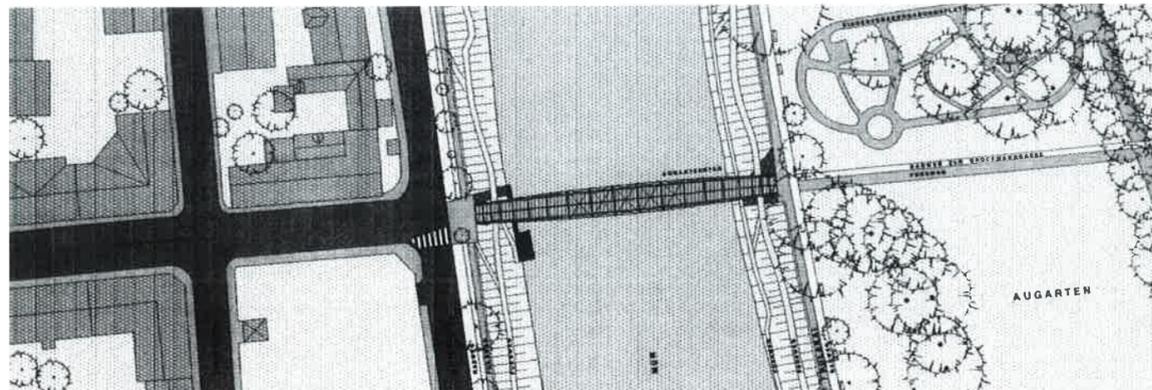


Abb. 24: Plangrafiken

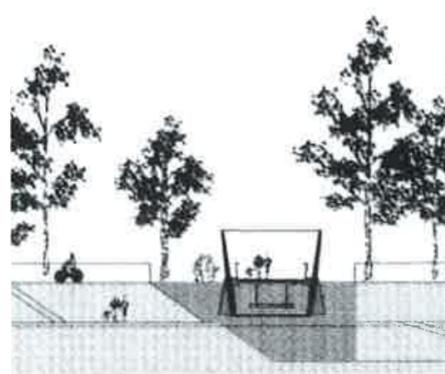
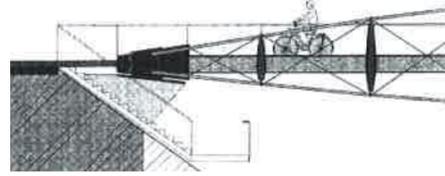


Abb. 25

Entwurf



Abb. 26

Augartensteg heute

<sup>1</sup> Stadtarchitektur - Architekturstadt 1998, 66

## Tegetthoffbrücke

Bauherr: Stadt Graz

Baujahr: 1974/75

Die Tegetthoffbrücke ist eine der vier zentralen Brücken, die den mittelalterlichen Bereich östlich der Mur mit der historischen westlichen Murvorstadt verbinden. Die Brücke befindet sich nur ca. 150 m flussabwärts südlich der Erzherzog-Johann-Brücke (Hauptbrücke), der Hauptverbindung zwischen den Innenstadtfußgängerzonen im Westen und Osten. Ihre Geschichte reicht bis 1830 zurück, wo sie als Notbrücke angelegt wurde. Drei Jahre später erfolgte eine Erneuerung. Damals hatte sie den Namen „Albrechtsbrücke“. 1920 erhielt die Brücke ihren heutigen Namen: „Tegetthoffbrücke“. Benannt wurde sie nach dem Vizeadmiral und Kommandant „Wilhelm von Tegetthoff“, welcher der österreichisch-ungarischen Kriegsmarine diente.

Die heutige Brücke wurde 1975 errichtet und weist vier Fahrspuren und beidseitig Gehsteige auf. Die Tegetthoffbrücke, mit einem Verkehrsaufkommen von rund. 12.500 KFZ/Tag, ist Teil einer wichtigen, innerstädtischen Ost-West Verbindung für den gesamten Verkehr, insbesondere für die zukünftige Straßenbahnführung im Rahmen der sog. „Innenstadtentflechtung“.<sup>1</sup>

Aus der Belgiergasse kommend wird sie, aufgrund ihrer Breite und Querschnittsaufteilung, kaum als Brücke, sondern eher als Verlängerung der Straße wahrgenommen. Östlich der Hauptbrücke schließt unmittelbar der „Andreas-Hofer-Platz“, einer der wenigen, noch nicht gestalteten Plätze in der Innenstadt, an.



Abb. 27-29: Albrechtsbrücke von 1830

Bei der heute bestehenden Brücke handelt es sich um eine einfeldrige Stahlbetonverbund-brücke, welche auf Stahlbetonwiderlagern aufgelagert ist. Die Spannweite der Brücke beträgt ca. 63,80 m. Die Brückenbreite beträgt 20,50 m. Die Hauptkonstruktion besteht aus vier Stahlverbundträger mit einem Achsabstand von 4,70m. Dabei wurden die Hauptträger durch Diagonale untereinander verbunden. Die Untergurte der Hauptträger wurde mit Stahlplatten verschweißt, wodurch sich ein geschlossener Hohlkasten ergibt.

Die Gründung der bestehenden Tegetthoffbrücke setzt sich aus T-förmigen Schlitzwandelementen (links vier Stück, rechts fünf Stück) zusammen, welche eine Länge von etwa 10 m aufweisen und aller Voraussicht nach bis in eine Tiefe von etwa 16,4 m unter GOK reichen (ca. Kote 333,5 müA).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Geotechnischer Bericht, 9

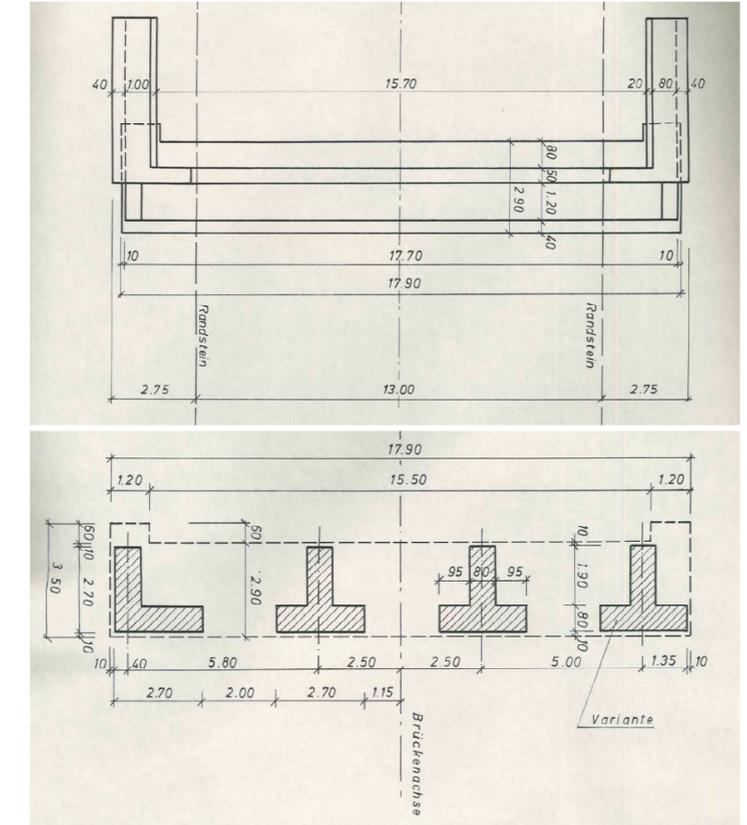


Abb. 30: Gründung Tegetthoffbrücke

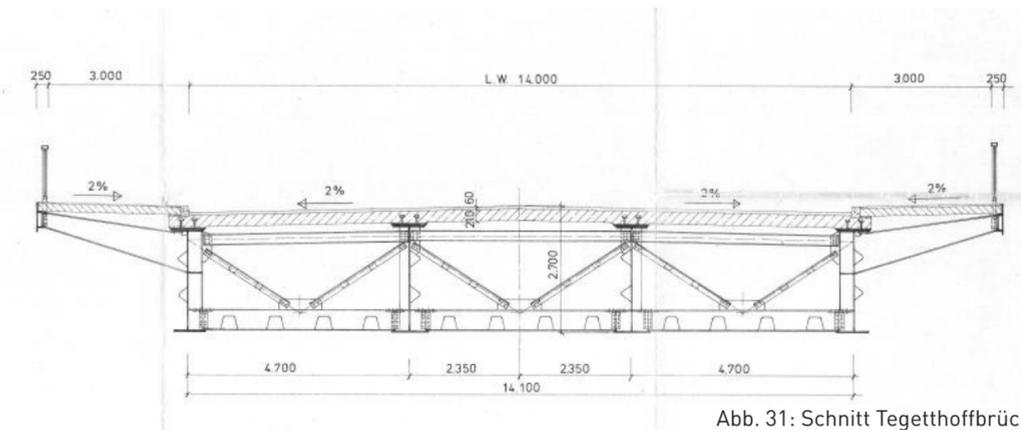


Abb. 31: Schnitt Tegetthoffbrücke

<sup>1</sup> Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Auslobung, 21



Tegetthoffbrücke - Bestandsbrücke in mangelhaftem Zustand

Die blanke dunkle Untersicht der Bestandsbrücke wirkt sehr massiv und bedrückend. Zusätzlich erzeugt die Brückenkonstruktion eine geringe Durchgangslichte für die Murpromenade.



*“I like to build bridges... not walls”*  
 Oscar Arias Sanchez, Costa Rican president

## 2.A „Neugestaltung Tegetthoffbrücke“ - Wettbewerb

Zwischen Juni und August 2019 fand der europaweit offene Wettbewerb zur Neugestaltung der Tegetthoffbrücke statt. Hauptgrund für den Wettbewerb ist eine Umstrukturierung des öffentlichen Verkehrs. Das Straßenbahnnetz in Graz ist dadurch geprägt, dass derzeit sämtliche Straßenbahn-Linien vom Jakominiplatz durch die Herrengasse und über den Hauptplatz durch die im Stadtzentrum bildende Fußgängerzone, fahren müssen. Da die Herrengasse und insbesondere der Kreuzungsbereich mit dem Opernring hinsichtlich der Kapazität eine Intervallverdichtung auf dem bestehenden Straßenbahnnetz kaum zulassen, können durch die Herrengasse keine zusätzlichen Züge mehr geführt werden. Verschärft wird diese Situation durch zahlreiche Veranstaltungen in der Herrengasse, am Hauptplatz bzw. am anderen Murofer gelegenen Südtiroler Platz, die zu einer Beeinträchtigung bzw. temporären Einstellung des Straßenbahnbetriebes führen. Diskussionen um mögliche Straßenbahn-Innenstadtentlastungsstrecken und deren mögliche Verläufe werden schon seit vielen Jahren geführt. Nunmehr hat sich der Gemeinderat mehrheitlich auf eine Trassierung vom Jakominiplatz über Radetzkyplatz – Neutorgasse – Tegetthoffbrücke – Belgiergasse – Vorbeckgasse zur Annenstraße geeinigt (Projekt „Straßenbahn Innenstadtentflechtung“), die sowohl einen Regels als auch Störbetrieb mit einer Sperre der Innenstadt (Herrengasse bzw. Südtiroler Platz) für Straßenbahnen sowie einen Schienenersatzverkehr mit Autobussen ohne wesentliche Beeinträchtigung des sonstigen Verkehrsaufkommens ermöglicht.

Untersuchungen im Vorfeld haben ergeben, dass die Tegetthoffbrücke, für eine Befahrung mit Straßenbahnen ohne zusätzliche Maßnahmen nicht geeignet ist. Eine tiefer gehende wirtschaftliche Betrachtung, ob eine Ertüchtigung oder ein Neubau der Brücke kostengünstiger wäre, kommt zum eindeutigen Ergebnis, dass ein Neubau zu bevorzugen ist.

Mit dem Neubau der Tegetthoffbrücke sind unter Beibehaltung der derzeit bestehenden Relationen für den KFZ-Verkehr nachstehende verkehrliche Ziele verbunden:

- zweigleisige Führung der Straßenbahn im Mischverkehr
- eine möglichst vom KFZ-Verkehr getrennte Radwegführung in beide Richtungen
- Verbesserung der Querungsqualität für FußgängerInnen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Auslobung, 20

## 2.B Wesentliche Kriterien laut Auslobung

### Zielsetzungen

- Brückenbreite: Die Verbreiterung von 20,50m auf 24,00m, wobei 10,00 m den Gehbereichen zugeordnet werden, bietet gute Chancen für attraktive FußgängerInnen-, Aufenthalts- und Verweilbereiche. Eine symmetrische Aufteilung wird nicht als Bedingung gesehen.
- Ausgestaltung / Wahrnehmbarkeit: Die Wahl der Tragkonstruktion soll in Abstimmung auf den Stadtraum erfolgen. Eine maximale Höhendekelung der Tragstruktur mit den Höhenentwicklungen der umgebenden Bebauung wird erwartet. Für das Erscheinungsbild ist auch die Unteransicht aus dem Blickwinkel der BesucherInnen der Murpromenade relevant.
- Wasser (Mur): Der Fluss soll beim Überqueren der Brücke wahrnehmbar sein – auch für Kinder und RollstuhlfahrerInnen.
- Anbindung an Promenade: Der bestehende, uferseitige Promadenweg im Osten auf dem unteren Niveau soll barrierefrei angebunden werden.
- Beleuchtungskonzept: Für die Benutzer der Brücke ist eine ausgewogene, blendfreie Beleuchtung herzustellen. Die Helligkeit ist auf die Umgebung abzustimmen. Die Fernwirkung, z. B.: vom Schlossberg, von den Nachbarbrücken flussauf- und abwärts, vom Andreas-Hofer-Platz und aus der Belgiergasse, ist zu beachten. Die Wirkung auf die darunter befindliche Promenade bei Nacht sowie das Erscheinungsbild der Beleuchtung bei Tag sind ebenfalls Thema.
- Einbeziehung Kaistraßen: Der Grieskai ist zwischen Igelgasse und Arche Noah ebenso in die gestalterischen Überlegungen einzubeziehen wie der Marburger Kai zwischen Korb-gasse und südliches Ende Andreas-Hofer-Platz.
- Die Trassenführung der Straßenbahn sieht auf der Tegetthoffbrücke eine zweigleisige Streckenführung im Mischverkehrsprinzip vor, wobei die gegenläufigen Linksabbiegefahrstreifen in jede Fahrtrichtung zwischen den Gleisen angeordnet werden. Der bestehende zweite Linksabbiegestreifen vom Grieskai in Richtung Brücke entfällt zugunsten einer Verbreiterung des murseitigen Geh- und Radweges. Die im Vorprojekt aufgezeigte Straßenbahnführung ist in ihrer grundsätzlichen Lage als bindende Vorgabe zu betrachten.

### Festlegungen zum Brückenquerschnitt:

Nach Vorgaben der Verkehrsplanungsabteilung der Stadt Graz ist zwischen den Bordsteinen eine Fahrbahnbreite von 14,0m mit folgender Aufteilung des Verkehrsraums im Minimum einzuhalten:

- Mehrzweckstreifen 1,75m
- Geradeausfahrstreifen 3,50m (Mitbenützung Straßenbahn)
- Linksabbiegefahrstreifen 3,50m
- Geradeausfahrstreifen 3,50m (Mitbenützung Straßenbahn)
- Mehrzweckstreifen 1,75m

Die Gehsteigbreiten sind variabel, betragen jedoch im Minimum 2,50m. Die Gesamtbrückenbreite wird mit max. 24,0m festgelegt.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Auslobung, 20-23

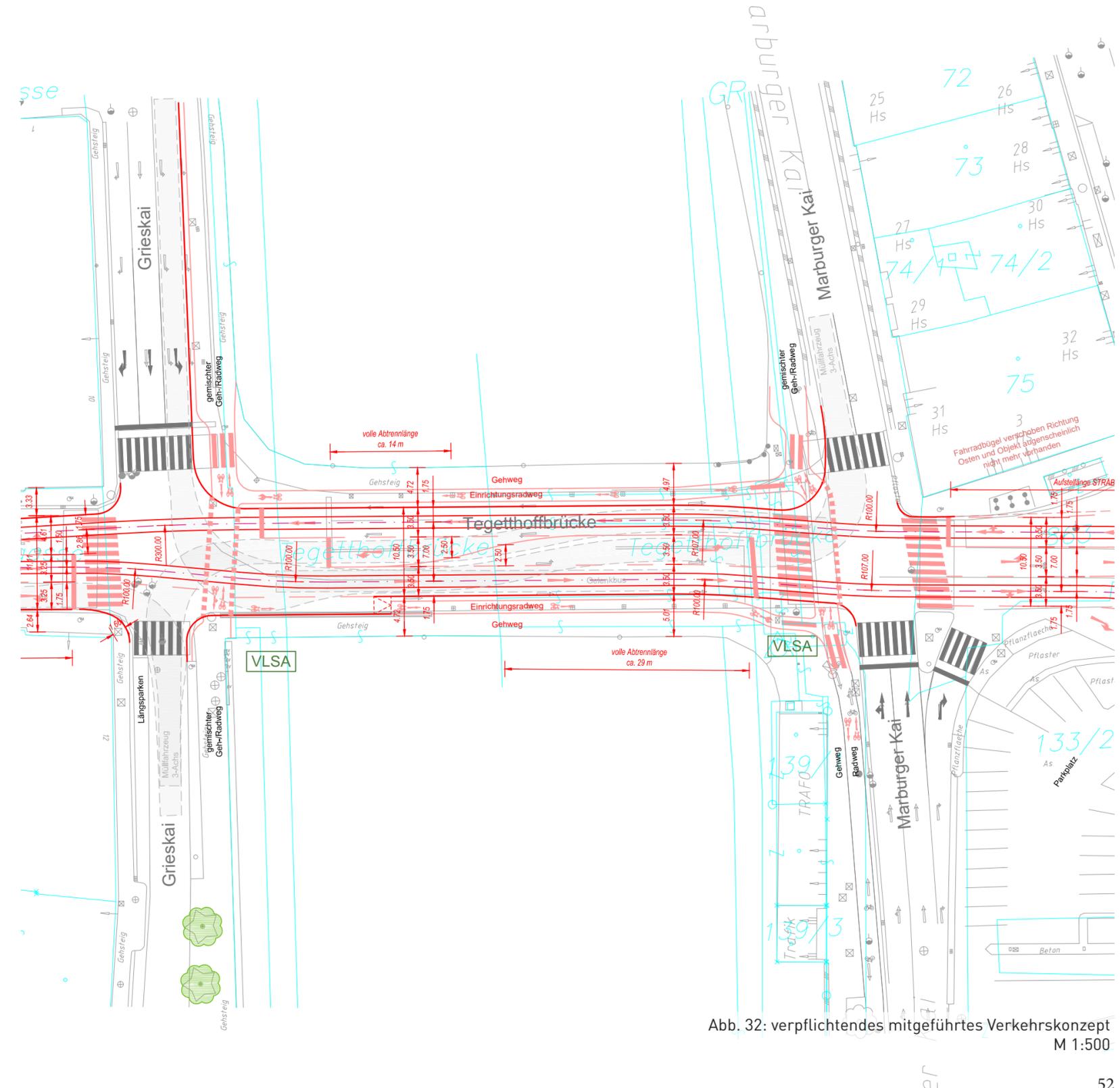


Abb. 32: verpflichtendes mitgeführtes Verkehrskonzept M 1:500

### Bautechnische Anforderungen

Die Randleistenhöhe wird mit mindestens 3cm festgelegt. Im Randbereich der Brücke sind außenliegende Geländer mit einer Höhe von mindestens 1,20m vorzusehen. Für den Fahrdrath auf der Brücke sind entweder entsprechende Befestigungs- oder Mastvorrichtungen mit Auslegern auf der Brücke oder sonstige Befestigungs- oder Mastvorrichtungen mit Querspanner, die sich sowohl auf einer als auch auf beiden Seiten der Brücke befinden können, vorzusehen. Die Fahrdrathhöhe beträgt  $\geq 5,5$  Meter über Schienenoberkante (Fahrbahn). Der Gleisaufbau auf der Brücke hat eine Mindesthöhe von 17 cm einschließlich Unterguss bei Verwendung Rillengleis 53Ri1.

### Gründung Bestand

Die Gründung der bestehenden Tegetthoffbrücke setzt sich entsprechend der vorliegenden Literaturangaben aus T-förmigen Schlitzwandelementen („links vier Stück, rechts fünf Stück“) zusammen, welche eine Länge von etwa 10 m aufweisen und aller Voraussicht nach bis in eine Tiefe von etwa 16,4 m unter GOK reichen (ca. Kote 333,5 müA). Zur Gründung des neuen einfeldrigen Brückentragwerks sind ebenfalls Tiefgründungselemente notwendig, wobei diese unter Berücksichtigung der bestehenden Gründung geplant und ausgeführt werden müssen.

### Wasserbautechnische Anforderungen

Die Beurteilung der wasserbautechnischen Anforderungen erfolgte auf Grundlage vorliegender Unterlagen zur bestehenden Tegetthoffbrücke sowie auf Basis von Abflussberechnungen in Form von hydraulischen Querprofilen unter Berücksichtigung des Murkraftwerks Graz. Demnach ergibt sich für eine Lichtraumbreite (Widerlager links zu Widerlager rechts) von ca. 62,0 m (lt. Bestand) und eine Konstruktionsunterkante, welche auf einer geodätischen Höhe von 347,20 müA liegt (entspricht ca. HQ300, ca. Kote 346,96 müA), für das 100-jährliche Hochwasser (HQ100) ein Freibord von 1,0 m.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Wasserbautechnischer Bericht, 4-8

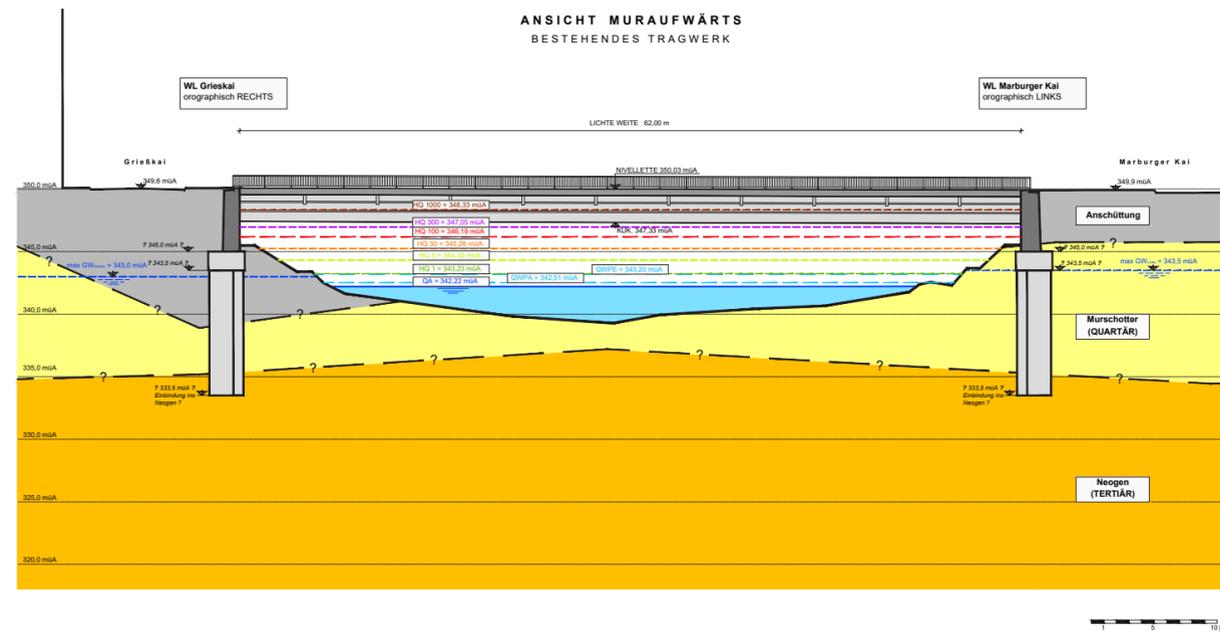


Abb. 33: Wasserbautechnischer Schnitt  
M 1:500

### Naturschutzfachliche Vorgaben

Die Mur nimmt in Graz naturschutzfachlich und landschaftsästhetisch einen hohen Stellenwert ein. Die Entwurfsunterlagen haben folglich den angeführten Grundsätzen zu entsprechen:

- Ressourcenschonung
- Eingriffsminimierung
- Rechtskonformität zu nationalen und europäischen Rechtsnormen, Widerspruchsfreiheit zu bestehenden Bestimmungen
- Berücksichtigung kumulativer Wirkungen mit anderen Bauwerken (Energieerzeugung, Flusseinbauten, etc.)

### Aquatische Zone

Dauerhafte Einbauten, wie beispielsweise Pfeiler im Gewässer, sind unzulässig. Die zukünftige Stauhaltung durch das Murkraftwerk ist dabei zu berücksichtigen. Die Wahl der Tragkonstruktion hat zu berücksichtigen, dass in der Errichtungsphase nur kleinräumige und kurzfristige Beeinträchtigungen der Mur erfolgen dürfen (z.B. Hilfskonstruktionen).

### Technogene Strukturen

Konstruktive Details und die Wahl von Materialien und Oberflächen dürfen keine Tierfallen bilden. Hier sind insbesondere Fragen des Vogelschutzes zu berücksichtigen. Auf transparente und/oder verspiegelte Flächen ist weitgehend zu verzichten.

### Leitungsinfrastruktur

Die Tegetthoffbrücke stellt leitungstechnisch und infrastrukturell eine wichtige innerstädtische Ost-West Verbindung dar. Die meisten Bestandsleitungen sind derzeit im Hohlkasten der Brücke untergebracht. Lediglich die Gasleitung befindet sich flussabwärts, abgehängt unter dem Gehsteig. Dies ist auch eine Vorgabe für die neue Gasleitung, da diese nicht in Hohlräumen geführt werden darf. Ebenso hat die Situierung wieder flussabwärts zu erfolgen.<sup>1</sup>

Die Kriterien wurden hier nur zusammengefasst. Weitere Kriterien sind in der öffentlich ausgeschriebenen Auslobung ersichtlich.

<sup>1</sup> Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Auslobung, 26

### 3. Wettbewerbseinreichung „T2“

In Zusammenarbeit von dem Ingenieurbüro „Engelsmann Peters“ und „HoG - Architektur“ (Ich als Leitfigur) entstand folgender Entwurf.



Der Entwurf für den Neubau der Tegetthoffbrücke folgt neben den statisch-konstruktiven Überlegungen, einem einheitlichen und konsequenten Entwurfskonzept. Die Gestaltung des Brückentragwerks tritt nicht in Konkurrenz zur umgebenden Architektur der Grazer Altstadt, sondern markiert durch ihre reduzierte Eleganz eine eigene und zeitgenössische Präsenz im Stadtbild. Die Brücke soll wieder als Brücke und nicht als Plattform über der Mur wahrgenommen werden. Im Grundriss nimmt die Brücke nicht nur die Ost-West-Verbindung, sondern auch die in Nord-Süd-Richtung der Kais auf, indem die gerundet ausgeformten Ausbuchtungen an den Enden der Brücke die Fußgänger zum Betreten und Queren einladen.

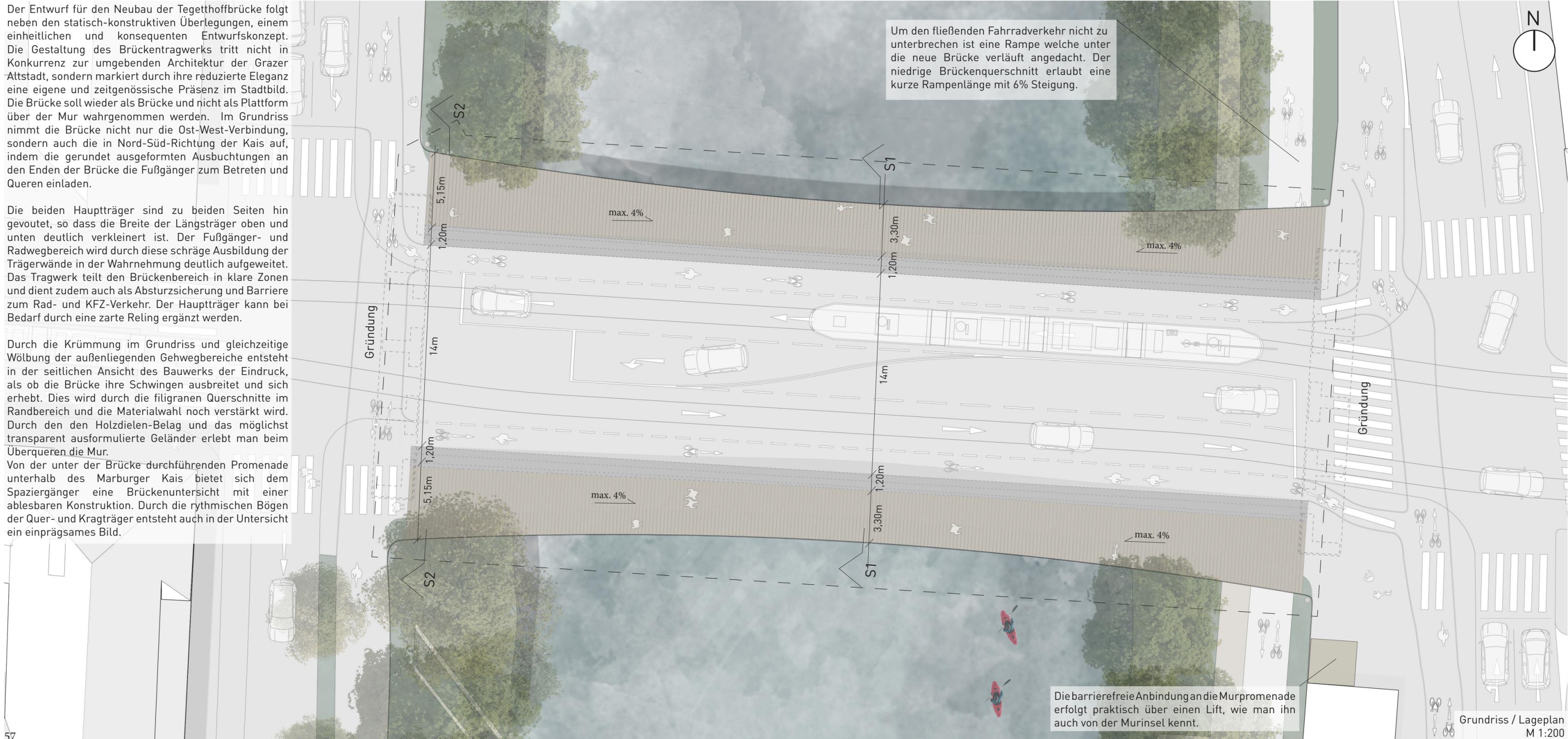
Die beiden Hauptträger sind zu beiden Seiten hin gevoutet, so dass die Breite der Längsträger oben und unten deutlich verkleinert ist. Der Fußgänger- und Radwegbereich wird durch diese schräge Ausbildung der Trägerwände in der Wahrnehmung deutlich aufgeweitet. Das Tragwerk teilt den Brückenbereich in klare Zonen und dient zudem auch als Absturzsicherung und Barriere zum Rad- und KFZ-Verkehr. Der Hauptträger kann bei Bedarf durch eine zarte Reling ergänzt werden.

Durch die Krümmung im Grundriss und gleichzeitige Wölbung der außenliegenden Gehwegbereiche entsteht in der seitlichen Ansicht des Bauwerks der Eindruck, als ob die Brücke ihre Schwingen ausbreitet und sich erhebt. Dies wird durch die filigranen Querschnitte im Randbereich und die Materialwahl noch verstärkt. Durch den den Holzdielen-Belag und das möglichst transparent ausformulierte Geländer erlebt man beim Überqueren die Mur.

Von der unter der Brücke durchführenden Promenade unterhalb des Marburger Kais bietet sich dem Spaziergänger eine Brückenuntersicht mit einer ablesbaren Konstruktion. Durch die rhythmischen Bögen der Quer- und Kragträger entsteht auch in der Untersicht ein einprägsames Bild.

Um den fließenden Fahrradverkehr nicht zu unterbrechen ist eine Rampe welche unter die neue Brücke verläuft angedacht. Der niedrige Brückenquerschnitt erlaubt eine kurze Rampenlänge mit 6% Steigung.

Die barrierefreie Anbindung an die Murpromenade erfolgt praktisch über einen Lift, wie man ihn auch von der Murinsel kennt.



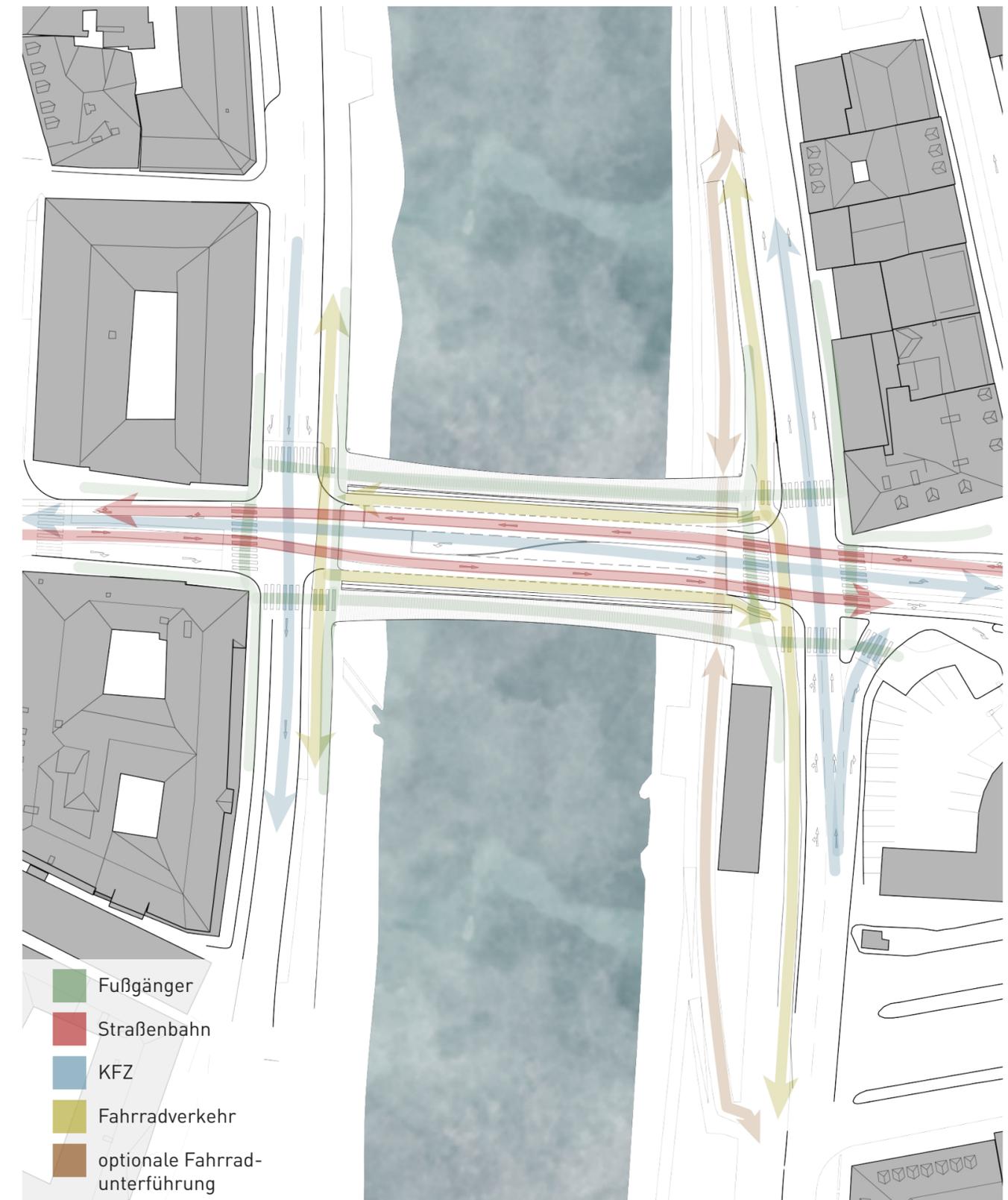
## Verkehrskonzept

Die Tegetthoffbrücke bildet eine wichtige innerstädtische Ost-West-Verbindung. Im Sinne eines nachhaltigen Verkehrskonzepts soll die neue Brücke auch auf Schienenverkehr mit Straßenbahnen ausgelegt sein. Durch die Vorgabe einer zukünftig reduzierten zwei- statt vierspurigen Streckenführung mit zusätzlichem gegenläufigem Linksabbiegefahrstreifen sowie durch die Trassenführung der Straßenbahn wird ein klares Signal zur Innenstadtentflechtung und zur Stärkung des vom KFZ alternativen Verkehrs gesetzt. Auch die Erhöhung der Fußgängerzonen gegenüber der Fahrbahn ist als solche Geste zu verstehen.

Fahrzeuge und Straßenbahn bewegen sich auf den vorgegebenen Trassen. Der Radverkehr wird über die von der Verkehrsplanung ebenfalls vorgegebenen Mehrzweckstreifen zu beiden Seiten auf der Hauptebene der Brücke geführt. Von dieser Hauptebene durch die beiden Längsträger getrennt verläuft auf beiden Seiten der Brücke die Fußgängerebene. Die Gehwegebene wird sprichwörtlich über den Straßenverkehr erhoben, indem die Anordnung der Kragarme in der Längsansicht einen flachen Bogen unterhalb der Längsträger bildet. Mit einer maximalen Steigung von 4% ist der gesamte Gehwegbereich barrierefrei. Durch die Aufweitungen der Gehwege im Übergang zu den beiden Ufern und durch die Wahl des Materials Holz als Belag entstehen attraktive fußgängerfreundliche Zonen, die zum Betreten und Queren der Brücke einladen.

Zusätzlich ist eine Unterführung für den entlang des ostseitigen Murufers führenden Fahrradwegen gedacht. Da diese eine der Hauptfahrradrouten von Graz ist beruhigt die Unterführung die Kreuzungssituation am Ende der Brücke am Andreas-Hofer-Platz. Sie trägt dazu bei, den Verkehr flüssig zu halten. Auch der Fußgängerfluss wird dadurch entlastet. Es bleibt jedoch die Möglichkeit, die bestehenden Routen zu nutzen. Somit kann als weitere zukünftige Maßnahme diese Unterführung in Form von Rampen realisiert werden. Der niedrige Brückenquerschnitt kommt diesem zugute.

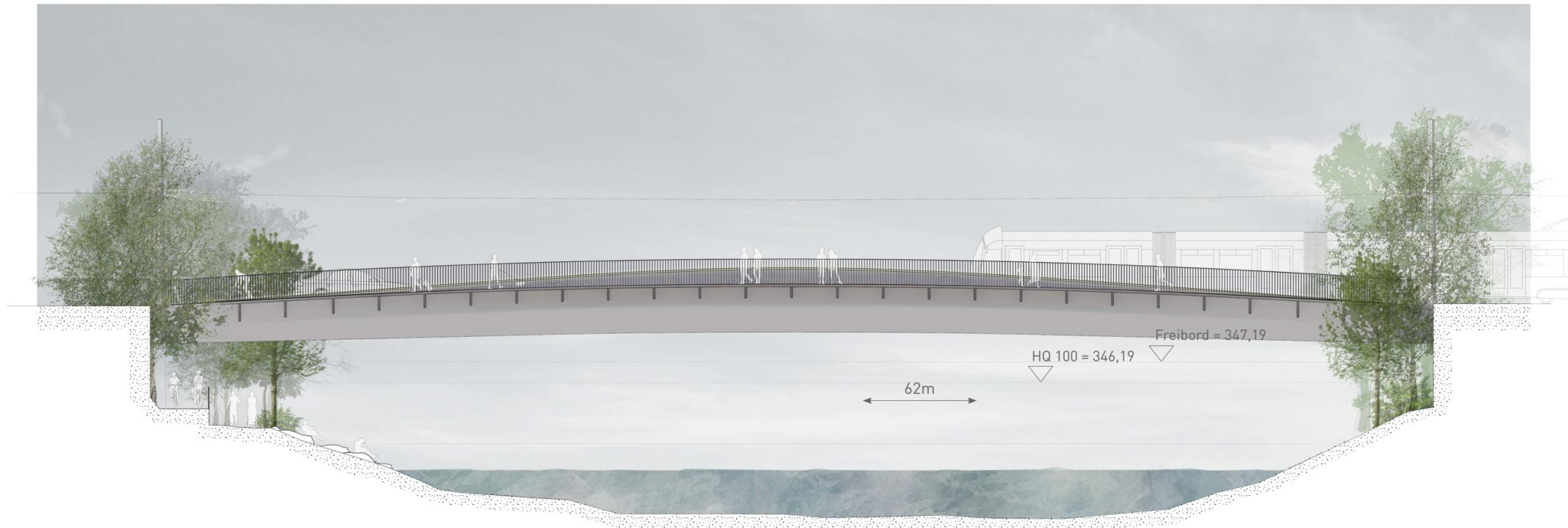
*“Praise the bridge that carried you over”*  
George Colman, English writer





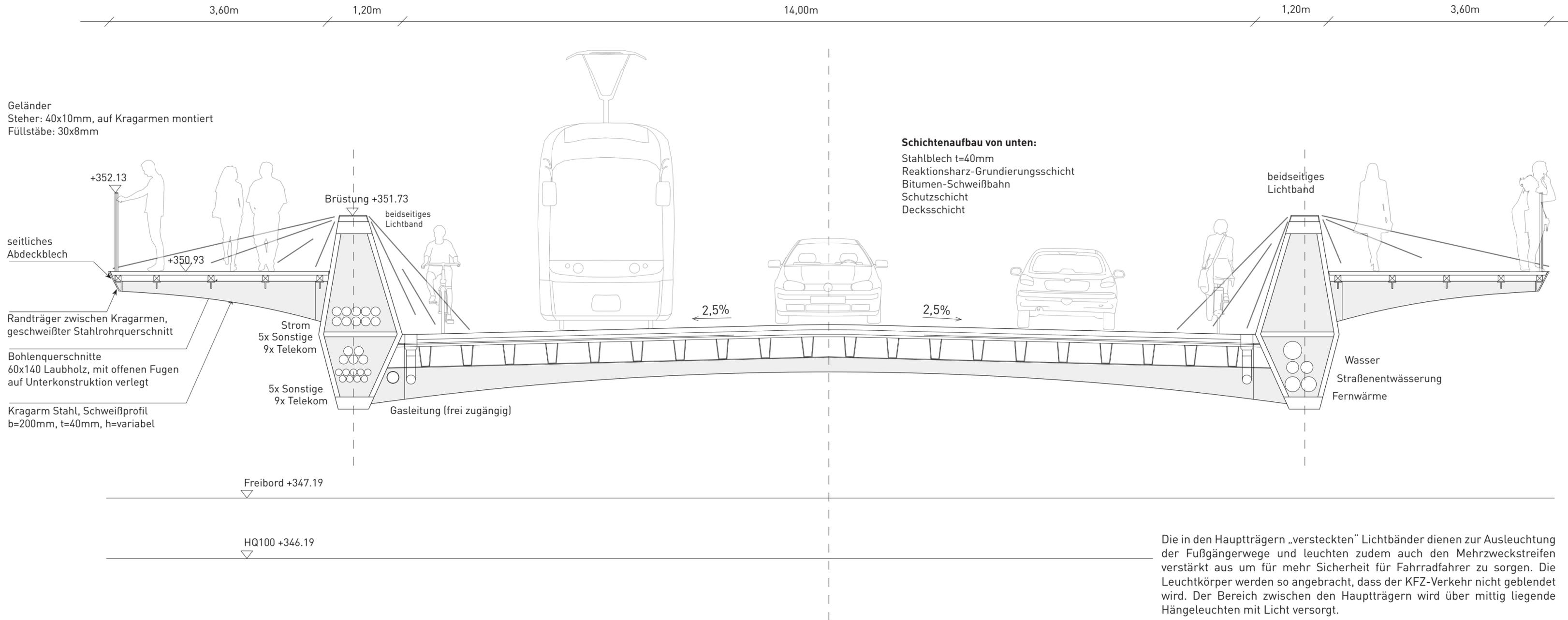
### **Die Umgebung**

Der Andreas-Hofer-Platz wird nach dem Umbau der Infrastruktur an Beliebtheit gewinnen. Veränderung der Infrastruktur bedeutet auch eine urbane Veränderung. Der Platz wird direkt mit der Straßenbahn erreichbar sein und die direkte Nähe zur Mur birgt eine besondere Qualität. Im Zuge des zukünftigen Wettbewerbs zur Platzgestaltung des Platzes wird sich der ganze Umgebung verändern. Aufenthaltsorte werden entstehen, Räume werden geschaffen. Auch der bereits entschiedene Wettbewerb des Stadtbootshouses direkt neben dem Planungsgebiets dieses Wettbewerbsgebiets wurde zur Kenntnis genommen. Auch dort werden Aufenthaltszonen entstehen. Die Murpromenade und der Raum direkt am Fluss sind die eigentlichen Ruhezeiten in der Umgebung und sollten dafür genutzt werden. Das Ziel dieses Brückenentwurfs ist es also nicht, Leute zum Verweilen aufzufordern, viel mehr wird die Brücke als Instrument der Infrastruktur und als bindendes Element verstanden.



*“Architektur ist eine Brücke zwischen der Erde und der Luft”*  
Renzo Piano, Italian architect





Die in den Hauptträgern „versteckten“ Lichtbänder dienen zur Ausleuchtung der Fußgängerwege und leuchten zudem auch den Mehrzweckstreifen verstärkt aus um für mehr Sicherheit für Fahrradfahrer zu sorgen. Die Leuchtkörper werden so angebracht, dass der KFZ-Verkehr nicht geblendet wird. Der Bereich zwischen den Hauptträgern wird über mittig liegende Hängeleuchten mit Licht versorgt.

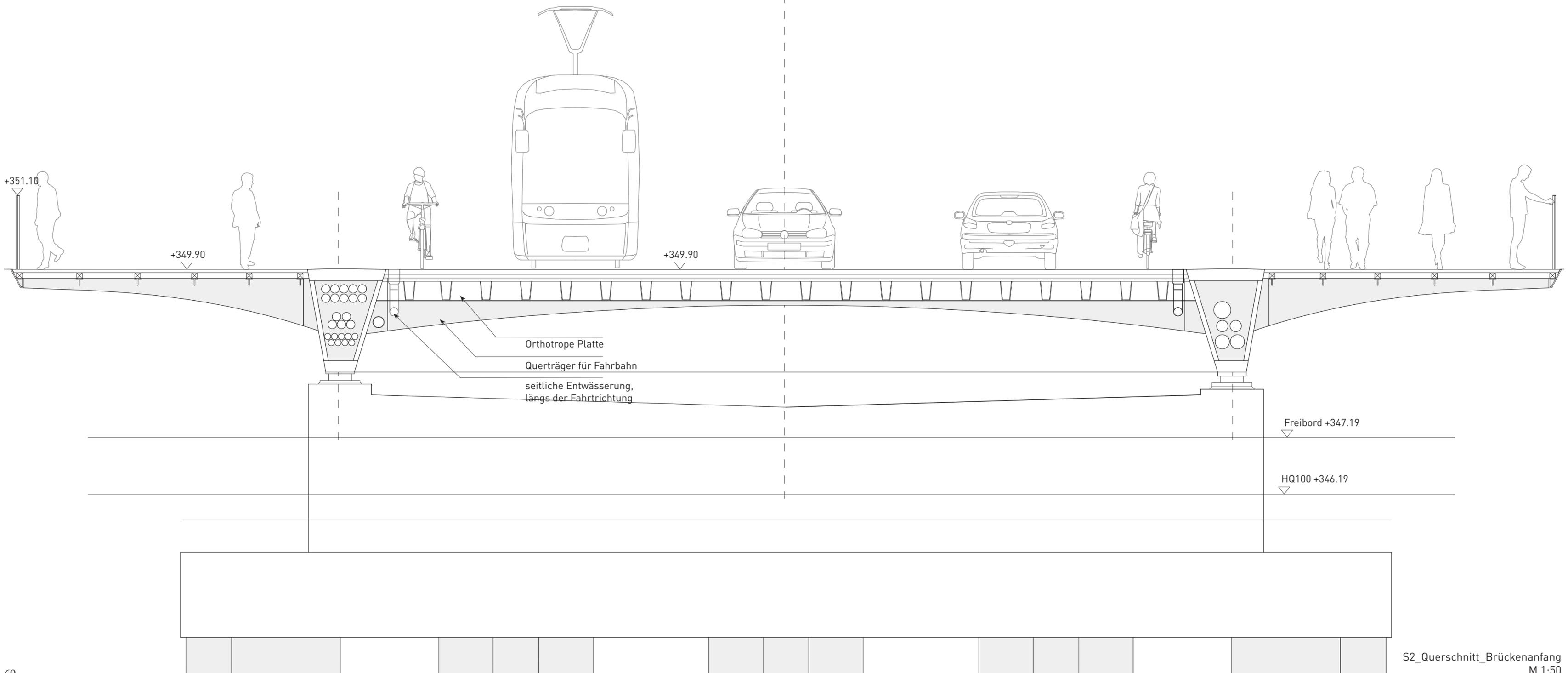
5,15m

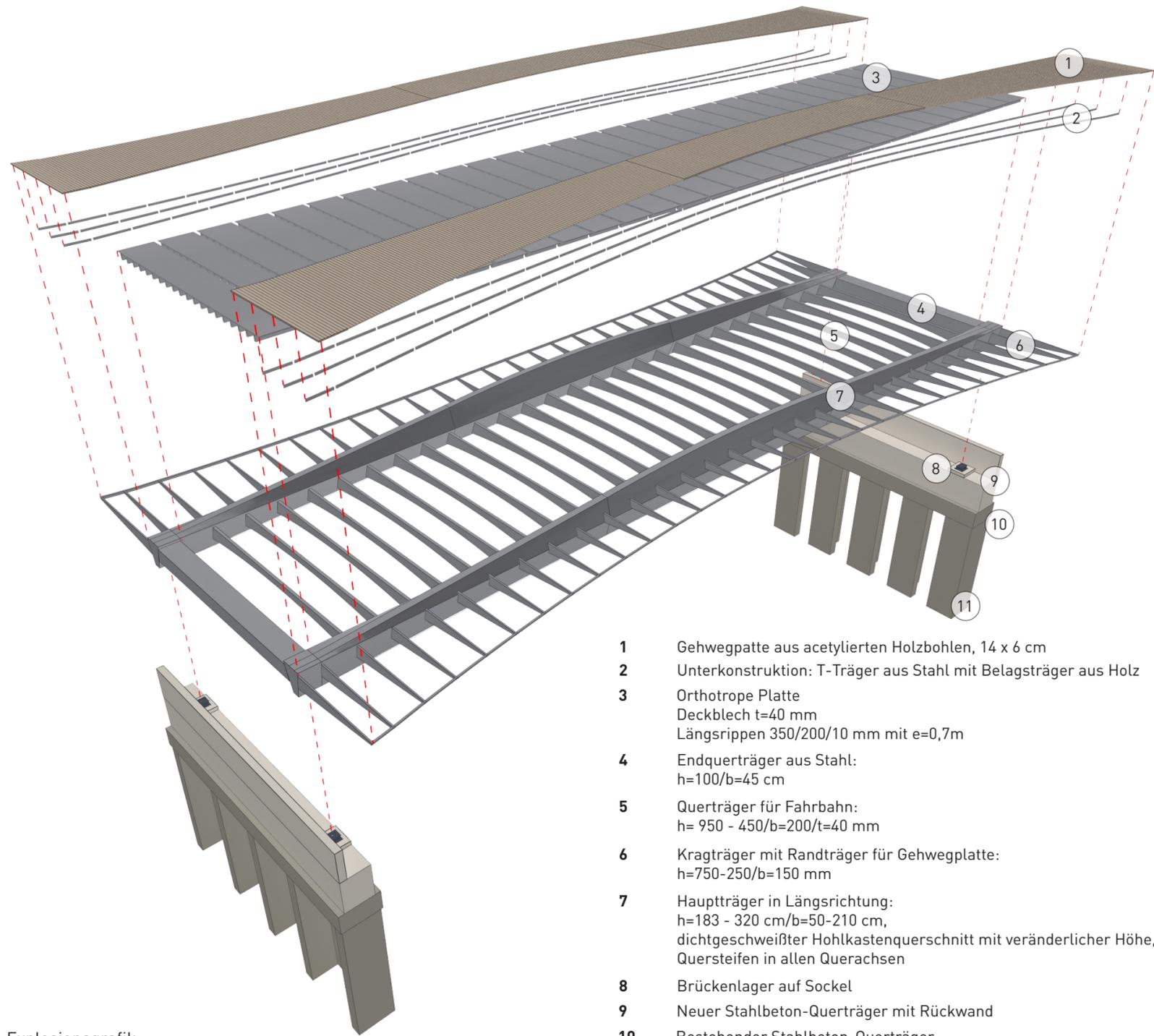
1,20m

14,00m

1,20m

5,15m

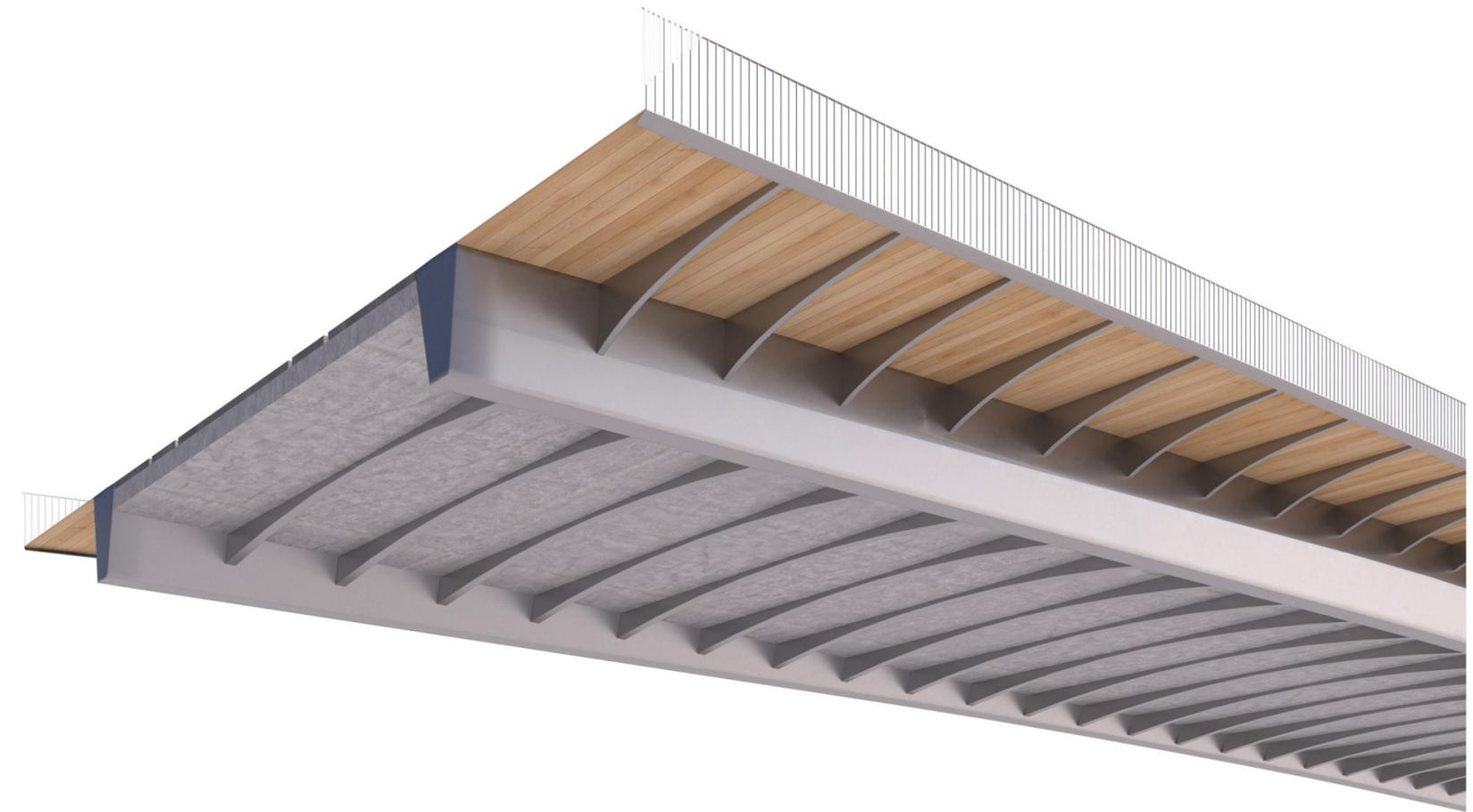


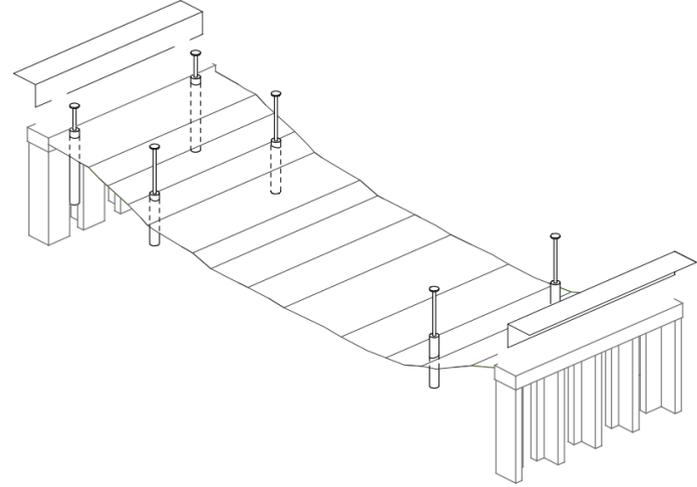


- 1 Gehwegplatte aus acetylierten Holzbohlen, 14 x 6 cm
- 2 Unterkonstruktion: T-Träger aus Stahl mit Belagsträger aus Holz
- 3 Orthotrope Platte  
Deckblech t=40 mm  
Längsrippen 350/200/10 mm mit e=0,7m
- 4 Endquerträger aus Stahl:  
h=100/b=45 cm
- 5 Querträger für Fahrbahn:  
h= 950 - 450/b=200/t=40 mm
- 6 Kragträger mit Randträger für Gehwegplatte:  
h=750-250/b=150 mm
- 7 Hauptträger in Längsrichtung:  
h=183 - 320 cm/b=50-210 cm,  
dichtgeschweißter Hohlkastenquerschnitt mit veränderlicher Höhe,  
Quersteifen in allen Querachsen
- 8 Brückenlager auf Sockel
- 9 Neuer Stahlbeton-Querträger mit Rückwand
- 10 Bestehender Stahlbeton-Querträger
- 11 Bestehende Tiefgründung in Form von Schlitzwandelementen

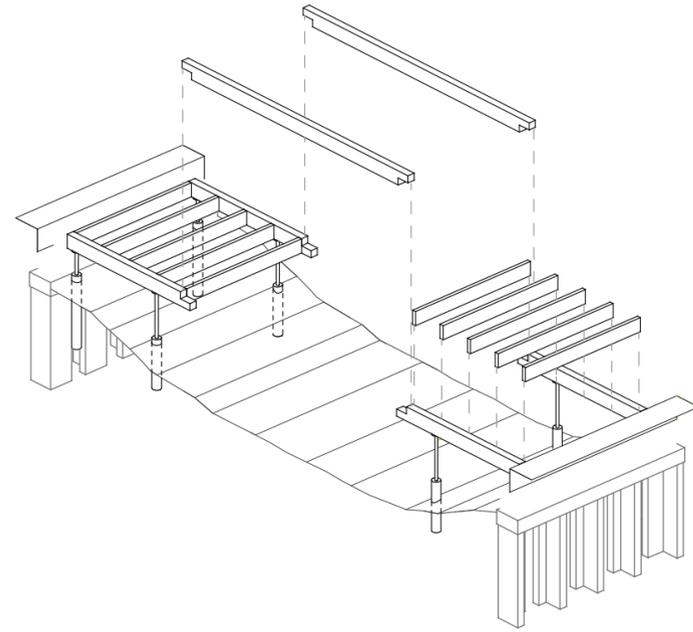
### Tragwerkskonzept

Der Ersatzneubau der Tegetthoffbrücke soll die Mur stützenfrei über eine Länge von ca. 62 m überspannen. Infolge der wenigen vorhandenen Angaben zur bestehenden Tiefgründung wurde auf ein Tragwerkssystem gewählt, das keine aufwendige Einspannung im Gründungs-/Widerlagerbereich erforderlich gemacht hätte. Stattdessen werden die vorhandenen Widerlager teilweise rückgebaut oder ertüchtigt, und die vorhandene Tiefgründung in Form von Schlitzwandelementen - sofern möglich - weiterhin verwendet. Die neue Brücke wird im Rahmen dieses Entwurfes mit zwei seitlichen Längsträgern als Einfeldträgern ausgebildet, die entsprechend der Momentenlinie in Trägermitte ihren höchsten Querschnitt haben. Die so entstehende Bogenkrümmung wird nach oben ausgebildet und sorgt für eine prägnante Präsenz des neuen Brückenbauwerks im Stadtbild. Die Längsträger liegen auf insgesamt vier Brückenlagern auf dem ertüchtigten Widerlager auf.

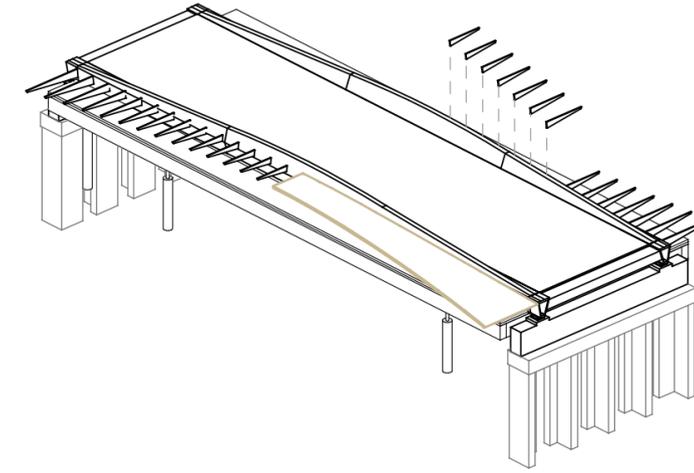




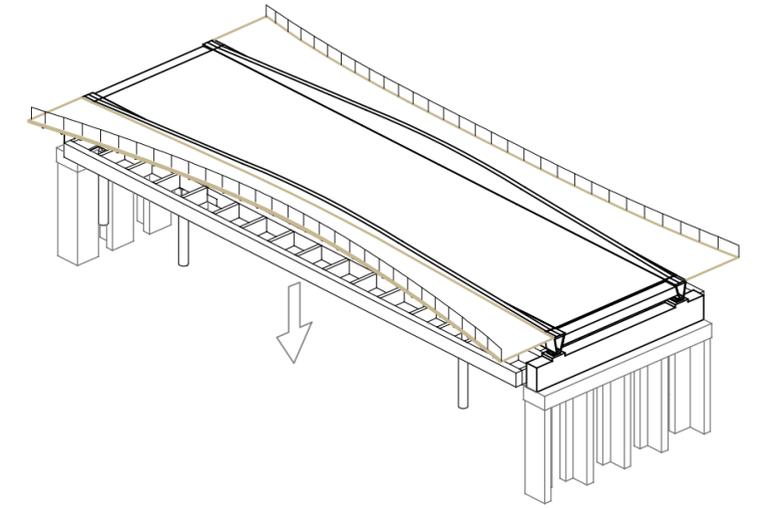
1. Abbruch Bestand unter Erhalt der bestehenden Gründung. Ertüchtigung der Bestandsgründung. Betonage eines neuen Lagerquerbalkens auf der Bestandsgründung. Einbau vertikaler Stützelemente für Hilfskonstruktion.



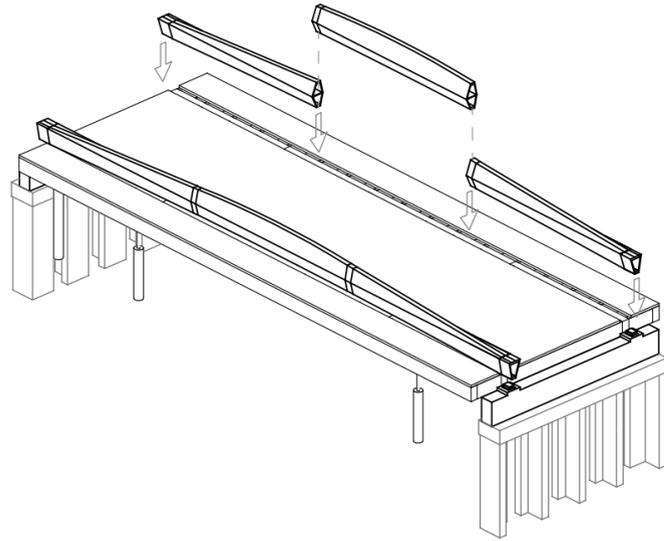
2. Beiseitige Montage einer Hilfskonstruktion auf beiden Uferseiten.



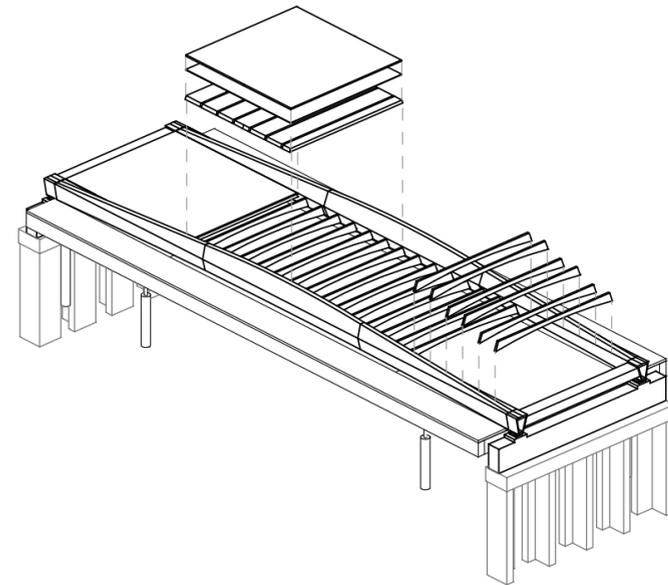
5. Segmentweiser Einbau der Kragarme für die seitlichen Gehwege. Einbau des Gehwegbelages: Nebenträger und Holzdielen.



6. Absenken und Abbau der Montageplattform. Restarbeiten und Fertigstellung.



3. Vervollständigung der Hilfskonstruktion und Aufbau einer Montageplattform. Einhub der Längsträger in Segmenten. Verschweißen der Stöße auf der Montageplattform.



4. Segmentweiser Einbau der Querträger. Segmentweiser Einbau der orthotropen Fahrbahnplatte > Brücke ist benutzbar.

*„But some day our questions will be answers and we'll be caught in something so bright... and every step I take is one step closer on a bridge we must cross to meet.”*  
Richard Bach, American writer

#### 4. Kritik an der Auslobung vom Wettbewerb „Neugestaltung Tegetthoffbrücke“

Eine Brücke ist ein Instrument der Infrastruktur und ist somit auch als städtebauliches Werkzeug zu sehen. Eine Brücke zu bauen oder die Chance zu haben eine Bestehende neu zu entwerfen bedeutet auch Veränderung für den angrenzenden Stadtraum. Die Tegetthoff-Brücke grenzt am östlichen Ende direkt an den Andreas-Hofer-Platz an. An diesem Platz zerbrecen sich Architekten seit Jahrzenten die Köpfe. Es gab bereits Wettbewerbe, die über die Zukunft des Platzes entscheiden sollen. Diese wurden jedoch nie realisiert. Nun ist Graz soweit und gibt sich endlich einen Ruck und baut seine öffentliche Infrastruktur aus. Diese Veränderung führt eben auch dazu, dass die Tegetthoff-Brücke erneuert werden muss. Dieser Ruck fühlt sich nun wie ein Kompromiss an. Schade, dass dies in dem Projekt keine Berücksichtigung finden konnte. Nun hat man die Chance wirklich etwas zu bewirken und die Stadt auf eine bessere Zukunft vorzubereiten und lässt es dann doch irgendwie nicht zu. Man baut den öffentlichen sowie den Fahrrad-Verkehr aus, jedoch ignoriert man städtebauliche und infrastrukturelle Aspekte. Damit meine ich den Andreas-Hofer-Platz selbst, wie auch ein zukunftsorientiertes bzw. innovatives Verkehrskonzept.

Die Rahmenbedingungen der Wettbewerbs-Auslobung waren sehr eng gesetzt. Unter all diesen Vorgaben wurde den Wettbewerbsteilnehmern nicht viel Gestaltungsfreiraum gegeben, was dazu führte, dass es nur 21 Einreichungen gab. Man rechnete bestimmt mit viel mehr, da auch der Raum beim Hearing überfüllt war.

Die meisten Brückenwettbewerbe stellen hohe Anforderungen an den Umfang der funktionellen Nachweise, denn sie alle müssen bereits in der frühen Entwurfsphase erfüllt werden. Die Ausgangslage des Wettbewerbs sollte nicht zu einschränkend sein, so sollte auch die Linienführung der Verkehrswege in einem räumlichen Korridor frei wählbar sein. Auch der ästhetische Wert sollte in einem egalitären Verhältnis zur Kostenbasis stehen. Und schließlich, Normen sind keine Gesetze und dürfen den Fortschritt nicht behindern.

Auch Aussagen aus der Stadtpolitik stärken meine These. Tamara Ussner (Gemeinderätin, Sprecherin für Umwelt, Verkehr, Jugend, Öffentlicher Raum und BürgerInnenbeteiligung) veröffentlicht zum Ausgang des Wettbewerbs folgende Worte:

*„Den Brückenneubau sollte man im Sinne des Klimaschutzes für eine Verkehrsreduktion nutzen. Dass Bürgermeister Nagl die neue Tegetthoffbrücke präsentiert, ohne ein Verkehrskonzept vorzulegen, sorgt bei den Grazer Grünen für Kopfschütteln. Weder gibt es Klarheit darüber, wie der Verkehr in der 2-jährigen Bauphase geführt werden soll, noch Ideen, wie dieser Umbau genutzt werden könnte, um die Innenstadt sowie Lend und Gries langfristig vom Autoverkehr zu entlasten. Das vorgelegte Modell der neuen Brücke sieht vor, dass die Straßenbahn sich die Spur mit dem Autoverkehr teilen muss und damit zu Stoßzeiten im Stau stehen wird. Das ist Verkehrspolitik von vorgestern. Die neue Straßenbahn-Achse muss über die gesamte Strecke unbedingt eine eigene Trasse bekommen, um zügig voranzukommen. Der Neubau der Brücke würde aber auch neue Chancen eröffnen. Die Brücke und die angrenzenden Straßen werden zwei Jahre lang nicht für den Autoverkehr befahrbar sein. Wenn die Verkehrsumleitung während der Bauzeit funktioniert und zu einer Verkehrsreduktion in der Innenstadt führt, dann sollte diese Lösung auch nach Fertigstellung beibehalten werden. So entsteht dauerhaft mehr Platz für ÖV, Radler\*innen und Fußgänger\*innen, was im Sinne des Klimaschutzes unumgänglich ist.“<sup>1</sup>*

Diese Gründe ermutigten mich dazu, das vorgegebene Verkehrskonzept zu überdenken und aus meinen Überlegungen ein Neues zu entwerfen. Das führte dazu, dass sich die Rahmenbedingungen und Kriterien des Wettbewerbs für mich verändert haben und ich einen neuen Entwurf anstrebte. Unter den neuen Voraussetzungen entstand somit folgender Entwurf.

<sup>1</sup> Tamara Schiffer: Kritik am fehlenden Verkehrskonzept zur neuen Tegetthoffbrücke 09.10.2019, <https://www.graz.gruene.at/ots/kritik-am-fehlenden-verkehrskonzept-zur-neuen-tegetthoffbruecke>, 16.04.2020

## 5. Utopie-Entwurf „Spark“

## 5.A Projektbeschreibung

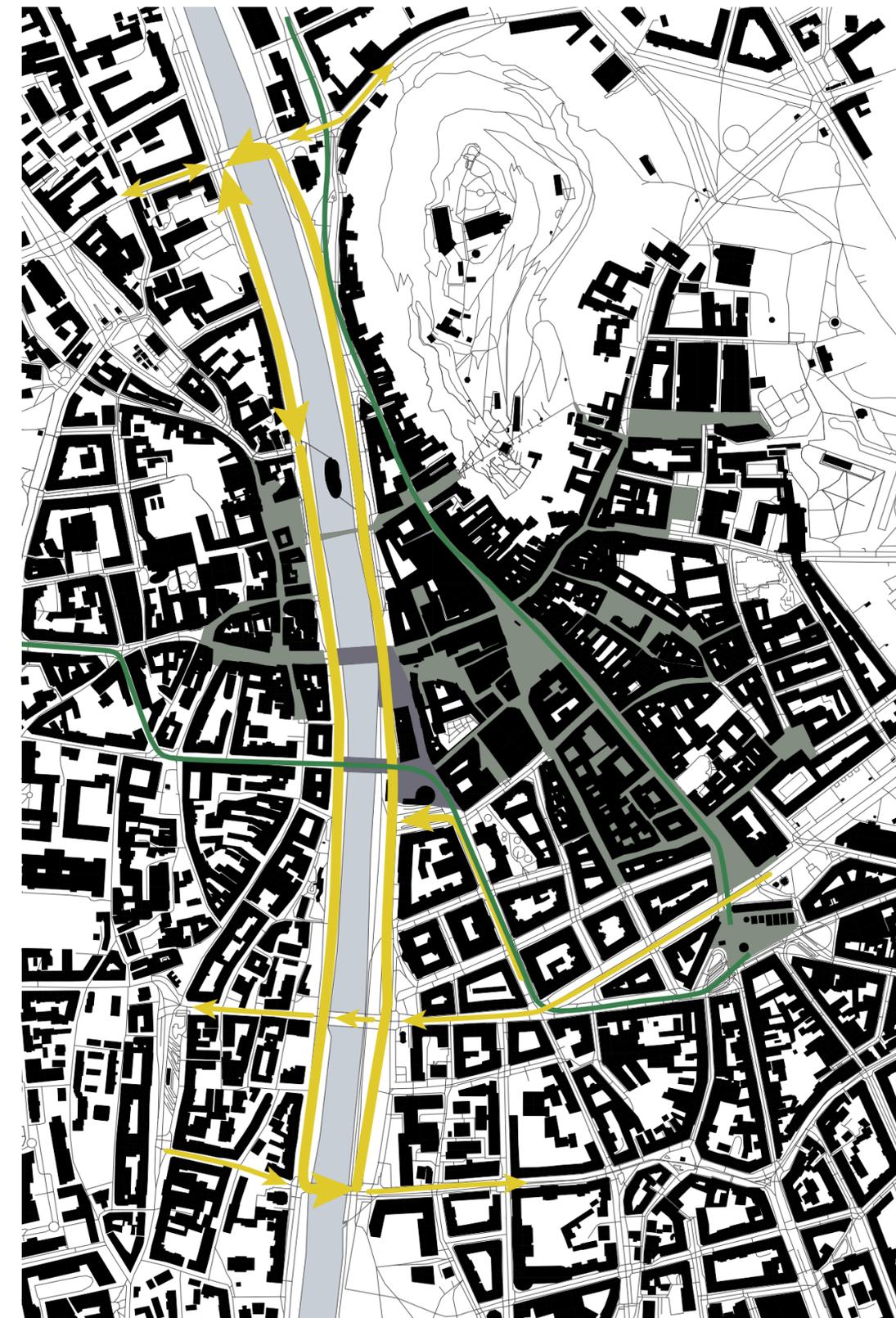
### Verkehrskonzept makroskopisch

Wenn man das Verkehrskonzept der Innenstadt betrachtet ist eigentlich keine Verbindung zur Stadtplanung erkennbar. Fußgängerzonen werden durch Autos und aktiven Verkehr gestört und es gibt oftmals keine wahre Trennung von aktiven und passivem Verkehrsteilnehmern. Mit dem Bau einer neuen Brücke und Überdenkung der damit verbundenen Plätze, öffnen sich kreative Möglichkeiten und Chancen, der Stadt ein neues Gesicht zu geben.

Als besonders störend werden die stark befahrenen Straßen entlang der Mur empfunden. Sie trennen die Stadt und den Fluss von einander und werden als eine Art von Barriere empfunden. Um dem entgegen zu wirken muss der KFZ-Verkehr im Bereich zwischen dem Andreas-Hofer-Platz und der Mur verschwinden. Als logische Schlussfolgerung folgt damit eine Erweiterung der Fußgängerzone über den Platz. Die Führung der befahrenen Straße über den Platz wird nicht als notwendig empfunden und wird zugunsten des urbanen Lebens minimiert. Somit wird die neue Tegetthoff-Brücke nicht für den KFZ-Verkehr zugänglich entworfen. Der Andreas-Hofer-Platz bekommt somit ein neues Gesicht und wird endlich zu einem öffentlichen Platz, welcher durch eine ungestörte Fußgängerzone stark in Verbindung mit der restlichen Altstadt-Zone und dem Fluss steht.

Diese Maßnahme bedeutet, dass Kfz's in manchen Fällen einen weiteren Weg zurücklegen müssen, welcher jedoch lediglich einen Zeitverlust von etwa 2 Minuten bedeutet. Es ist davon auszugehen, dass der Kfz-Verkehr aber nicht wesentlich benachteiligt wird, da es gedacht ist, dass eine Art Schleife um die Mur entsteht. Da diese aber durch diese Maßnahmen stärker von anderen Verkehrsteilnehmern getrennt wird, wird der Verkehrsfluss verbessert.

Es ist auch weiters davon auszugehen, dass sich das Leben in Graz weiterhin zur Mur wendet und sie zu einem der wichtigsten Aspekte der Stadt wird. Wünschenswert wäre natürlich eine noch weitere Expandierung der KFZ-freien Innenstadtzone zugunsten der Stadtbewohner und Nutzer.



- Bestehende Fußgängerzonen
- Fußgängerzone Erweiterung
- Straßenbahn
- Hauptverkehrswege des KFZ-Verkehrs nach neuem Verkehrskonzept

Verkehrskonzept neu  
maßstabslos

## Verkehrskonzept mikroskopisch

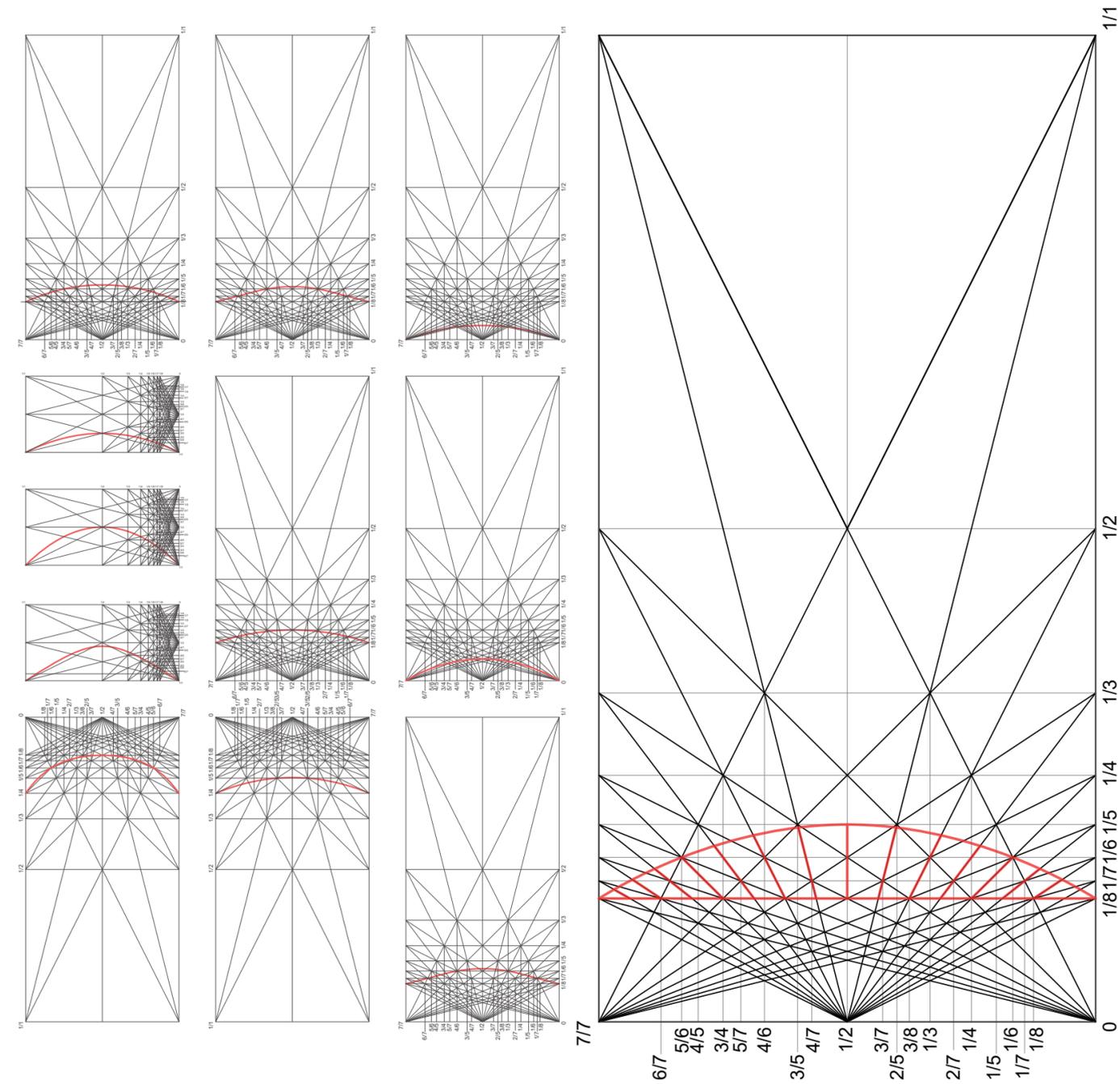
Das neue Verkehrskonzept hat das große Ziel den Andreas-Hofer-Platz frei vom Individualverkehr zu machen und die Fußgängerzone der Innenstadt zu erweitern. Die stark befahrenen Straßen wie Marburger-Kai und Neutorgasse werden am südlichen Ende des Andreas-Hofer-Platzes zusammengeführt wobei die Straßenbahntrasse weiter über den Platz bis über die Brücke geführt wird. Die Trennung von öffentlichem Verkehr und dem Individualverkehr ist generell anzustreben, da es den Verkehrsfluss um einiges verbessert. Kreuzungspunkte führen zu Stehzeiten aller Verkehrsteilnehmer. Diese werden hiermit eliminiert. Durch die Erweiterung der Unterführung verschwindet der Marburger-Kai nun im Bereich der Brücke und des Platzes im Untergrund und ermöglicht eine frei nutzbare Fläche für Fußgänger und Fahrradfahrer. Der Raum zwischen Mur und der ersten Häuserzeile auf der östlichen Uferseite war zuvor nicht nutzbar. Der kostbare Raum zwischen dem historischen Baubestand und der Mur wird somit endlich wieder nutzbar für das urbane Leben. Dieser Raum wird nicht von mir entworfen, da dies den Rahmen meiner Diplomarbeit sprengen würde, jedoch denke ich diesen Raum als öffentlichen Platz ohne weiterer Bebauung. Der bestehende Parkplatz wird entfernt, da dieser nun keine Berechtigung mehr hat und die Tiefgarage bestehen bleibt. Es werden lediglich die Zu- und Ausfahrt verlegt. Auch das runde Gebäude im Zentrum des Platzes bleibt in diesem Konzept erhalten. Neben der Brücke ist eine Treppe und ein Lift zur Murpromenade gedacht.





Der öffentliche Platz breitet sich auf die Brücke aus. Die Grenze zwischen Infrastruktur und dem öffentlichen Platz verschwimmt.

Rendering Sicht von der Brücke



Formfindung mit Hilfe des Villard-Diagramm

## Entwurfskriterien

Durch das neue Verkehrskonzept entwickeln sich ganz andere Kriterien für den Entwurf. Folgend daraus, soll der öffentliche Platz auf und über die Brücke erweitert werden.

Die Rekonfiguration des Verkehrs gilt als Instrument der Ordnung und kongruenten Stadtlandschaft, in der die Integration von Ingenieurwesen und Architektur mit spürbarer Kraft und Finesse zum Ausdruck kommt.

Um den Fußgängerfluss bzw. die freie Bewegung der Nutzer des Raums nicht zu hindern wird ein einheitliches Design und Entwurf angestrebt. Es werden beabsichtigt keine Höhengsprünge eingefügt um das durchqueren der Stadt so einfach wie möglich und vorallem barrierefrei zu halten.

Die Überlegung, das Tragwerk nun über die Fahrbahn zu legen stützt sich auf die Überlegung, möglichst viel Raum für die Stadtbewohner zu gewinnen. Somit wird die Murpromenade freigespielt und die Qualität des Raums unter der Brücke wird verbessert. Ein Kreuzen der Straßenbahntrasse auf der Brücke wird ermöglicht. Die Brücke wird als Begegnungszone ausgebildet, daher muss der Bereich, in dem sich Fahrradfahrer und Fußgänger sich den Raum teilen großzügig gestaltet werden.

Wenn die Stadt wächst, muss auch der Stadtkern wachsen, bzw. sich die Nutzung anpassen. Somit ist eine Ausdehnung des KFZ-freien Raums nur logisch.

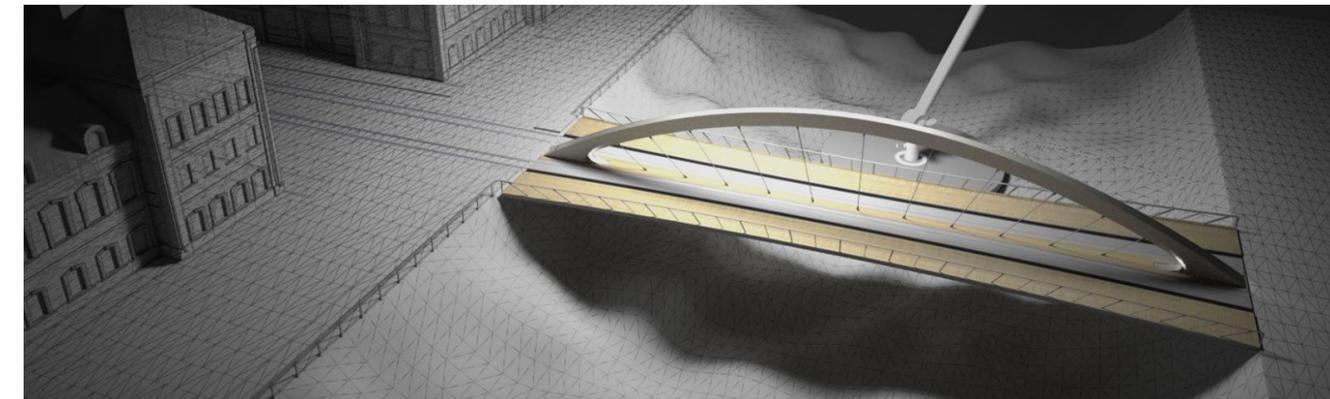
## Wahl des Tragsystems

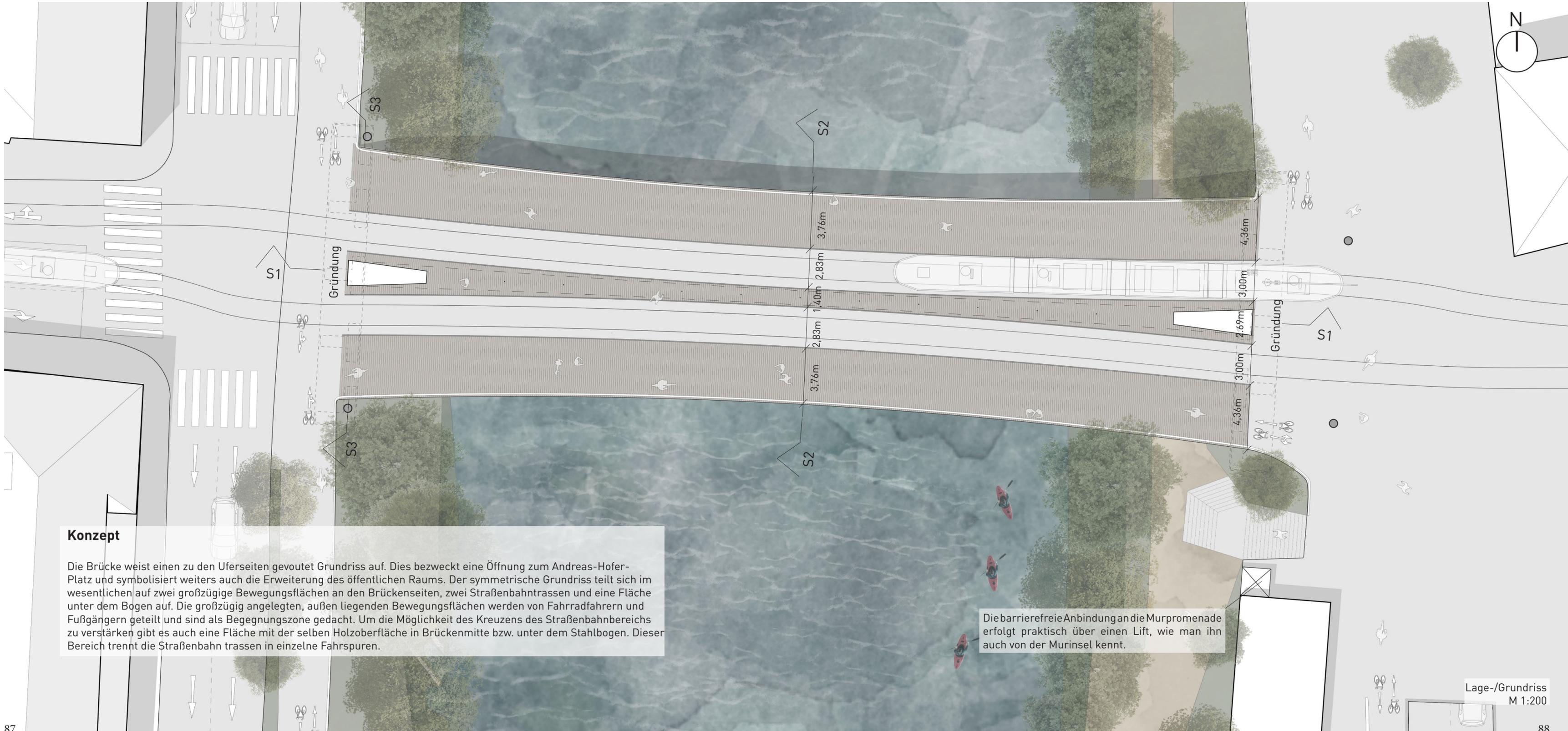
Da der Mur-Lebensraum für die Grazer immer wichtiger wird und die Nähe zum Wasser gesucht wird, soll die Brücke einen möglichst niedrigen Unterbau haben. Die jetzige Tegetthoffbrücke ist ein gutes Negativ-Beispiel für Plätze unter Brücken, da sie einen sehr gedungenen und dunklen Raum erzeugt. Weiters soll auch das Kreuzen der Fußgänger von der einen auf zur anderen Brückenseite möglich sein. Somit fiel die Wahl auf eine elegante Bogenkonstruktion.

Die einfeldrige Konstruktion schafft es ohne Mittelpfeiler mit nur einem einzigen Bogen die 62m Lichte zu überspannen. Die Fahrspuren der Straßenbahn werden lediglich von 11 Zugseilen (d= 100mm) getrennt und lassen eine Durchwanderung zu.

## Formfindung

Für das Entwerfen der Bogenform habe ich mir das Villard-Diagramm zur Hilfe genommen. Angenommen ein Ganzes ist die Brückenspannweite ( $7/7 = 62m$ ). Die Formfindung erfolgte iterativ, ausgehend von mithilfe empirischer Formeln abgeschätzten Abmessungen (Seite 114), durch wiederholte Bemessung und Adaptierung des Tragwerkes und Anpassung an das Diagramm. Das Diagramm wurde auf viele erdenklichen Weisen ausprobiert. Diese heuristische Methode führt zu diesem Ergebnis. Diese Form wurde als ästhetisch, praktisch und statisch gut empfunden. Die Zugseile wurden nachfolgend entlang der Diagonalen der Teilung nach der Harmonielehre konstruiert. Die Lage des Bogens im Diagramm wurde so gewählt, dass eine möglichst gleichmäßige und vertikale Teilung der Zugseile möglich ist.



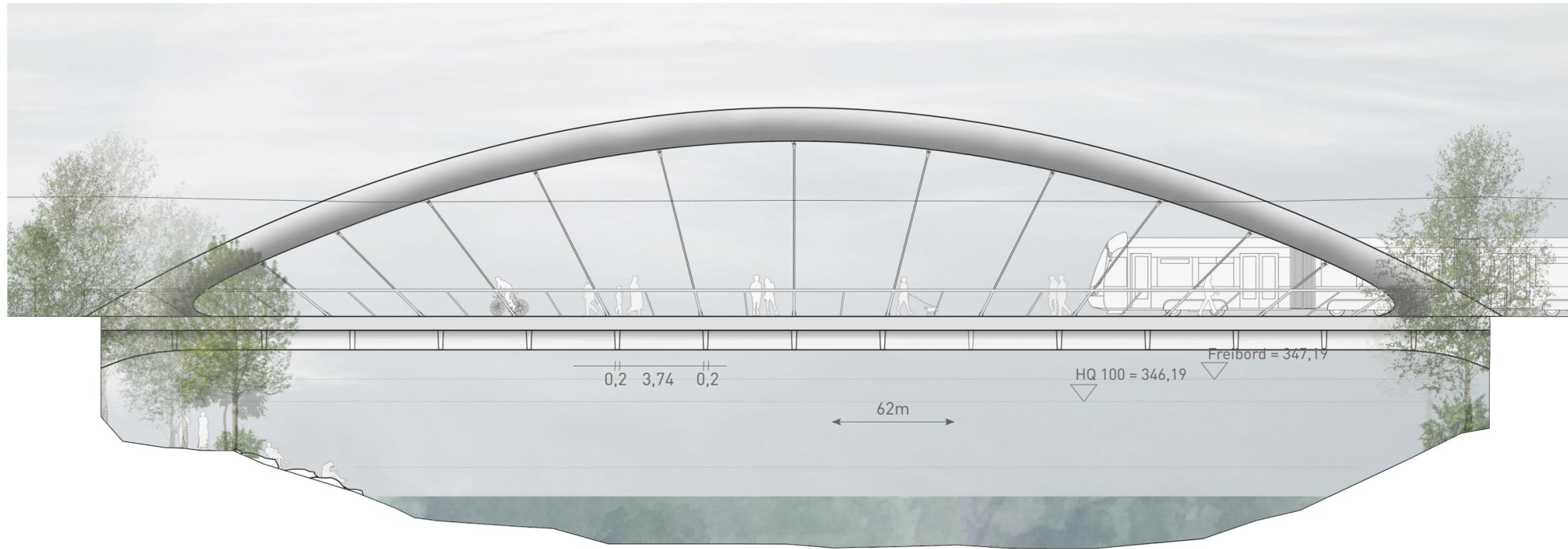


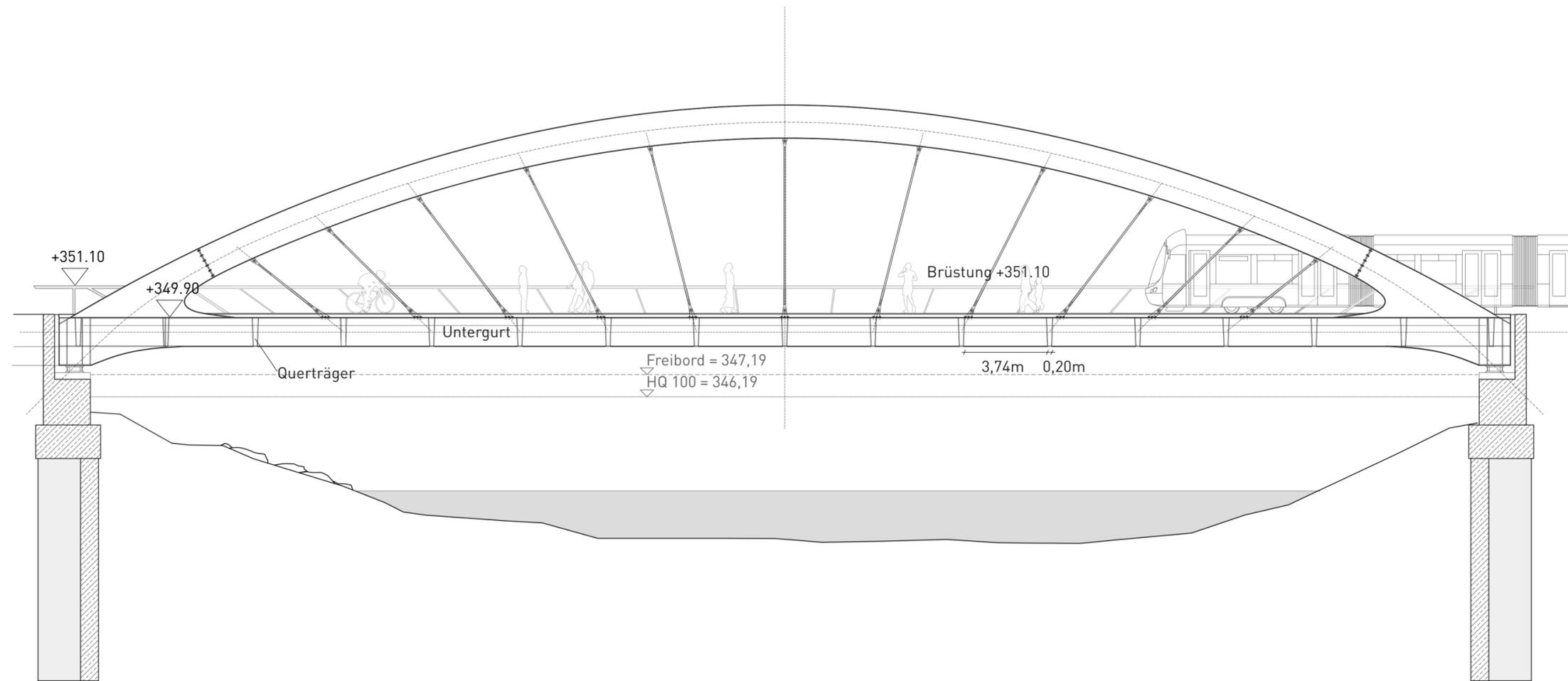
**Konzept**

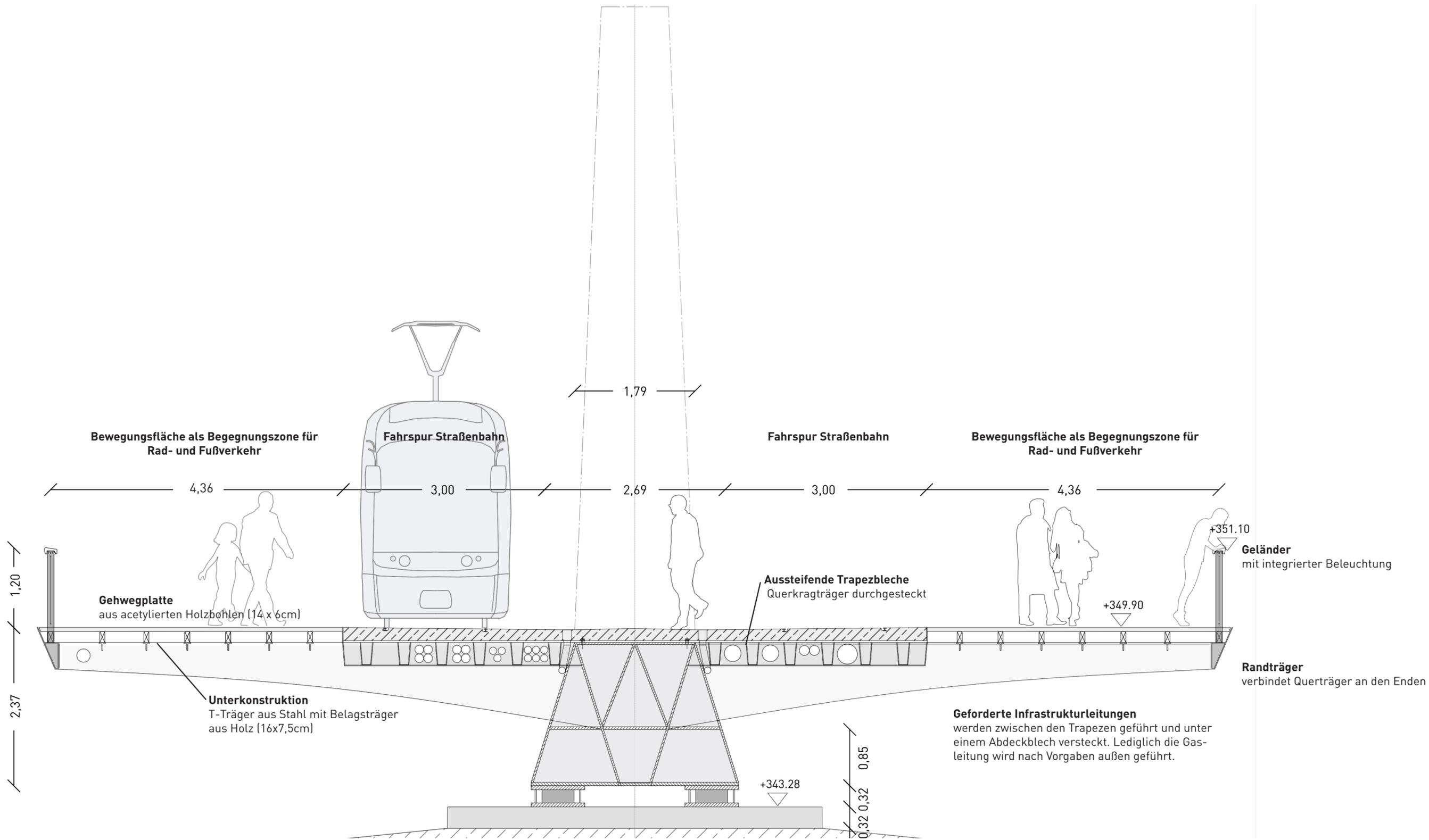
Die Brücke weist einen zu den Uferseiten gevoutet Grundriss auf. Dies bezweckt eine Öffnung zum Andreas-Hofer-Platz und symbolisiert weiters auch die Erweiterung des öffentlichen Raums. Der symmetrische Grundriss teilt sich im wesentlichen auf zwei großzügige Bewegungsflächen an den Brückenseiten, zwei Straßenbahntrassen und eine Fläche unter dem Bogen auf. Die großzügig angelegten, außen liegenden Bewegungsflächen werden von Fahrradfahrern und Fußgängern geteilt und sind als Begegnungszone gedacht. Um die Möglichkeit des Kreuzens des Straßenbahnbereichs zu verstärken gibt es auch eine Fläche mit der selben Holzoberfläche in Brückenmitte bzw. unter dem Stahlbogen. Dieser Bereich trennt die Straßenbahn trassen in einzelne Fahrspuren.

Die barrierefreie Anbindung an die Murpromenade erfolgt praktisch über einen Lift, wie man ihn auch von der Murinsel kennt.

Lage-/Grundriss  
M 1:200

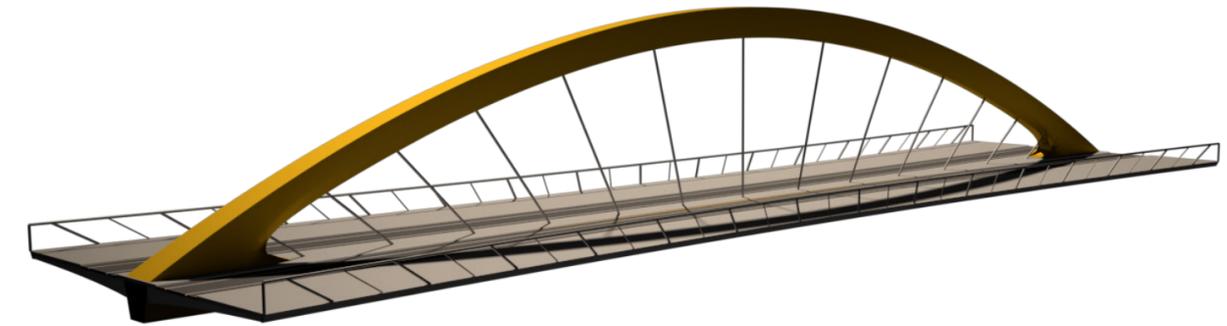
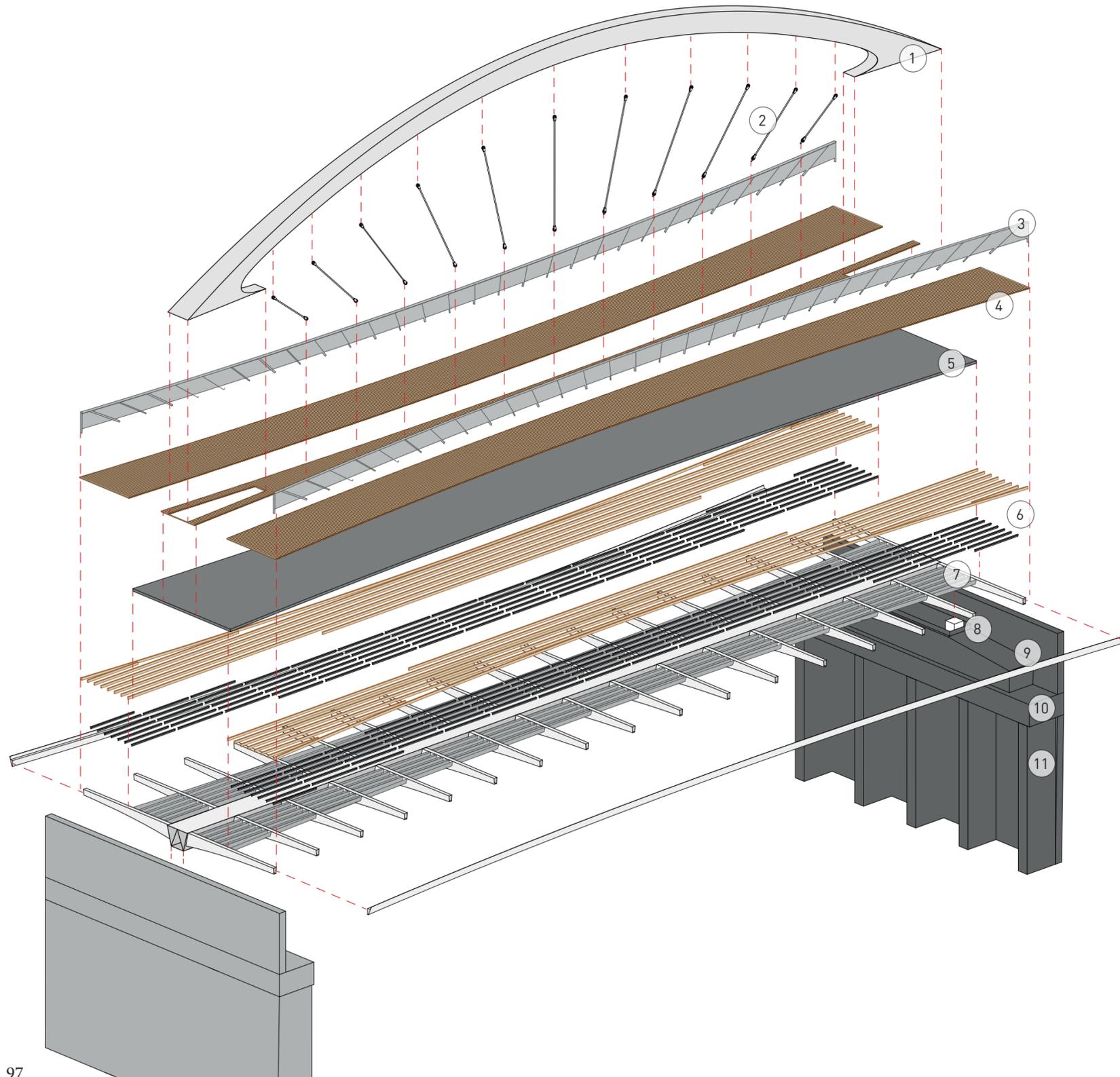






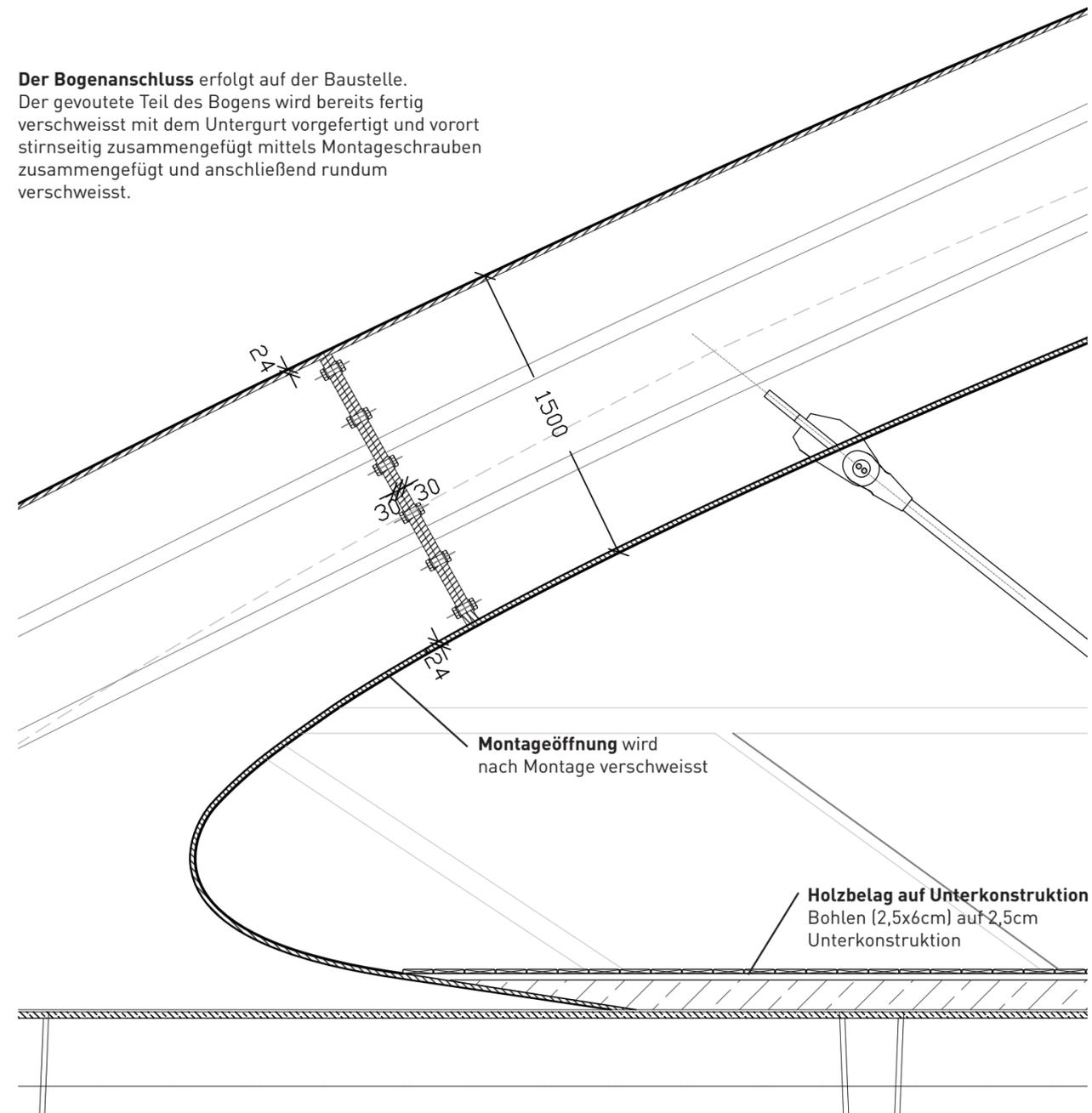
**Geforderte Infrastrukturleitungen**  
 werden zwischen den Trapezen geführt und unter  
 einem Abdeckblech versteckt. Lediglich die Gas-  
 leitung wird nach Vorgaben außen geführt.



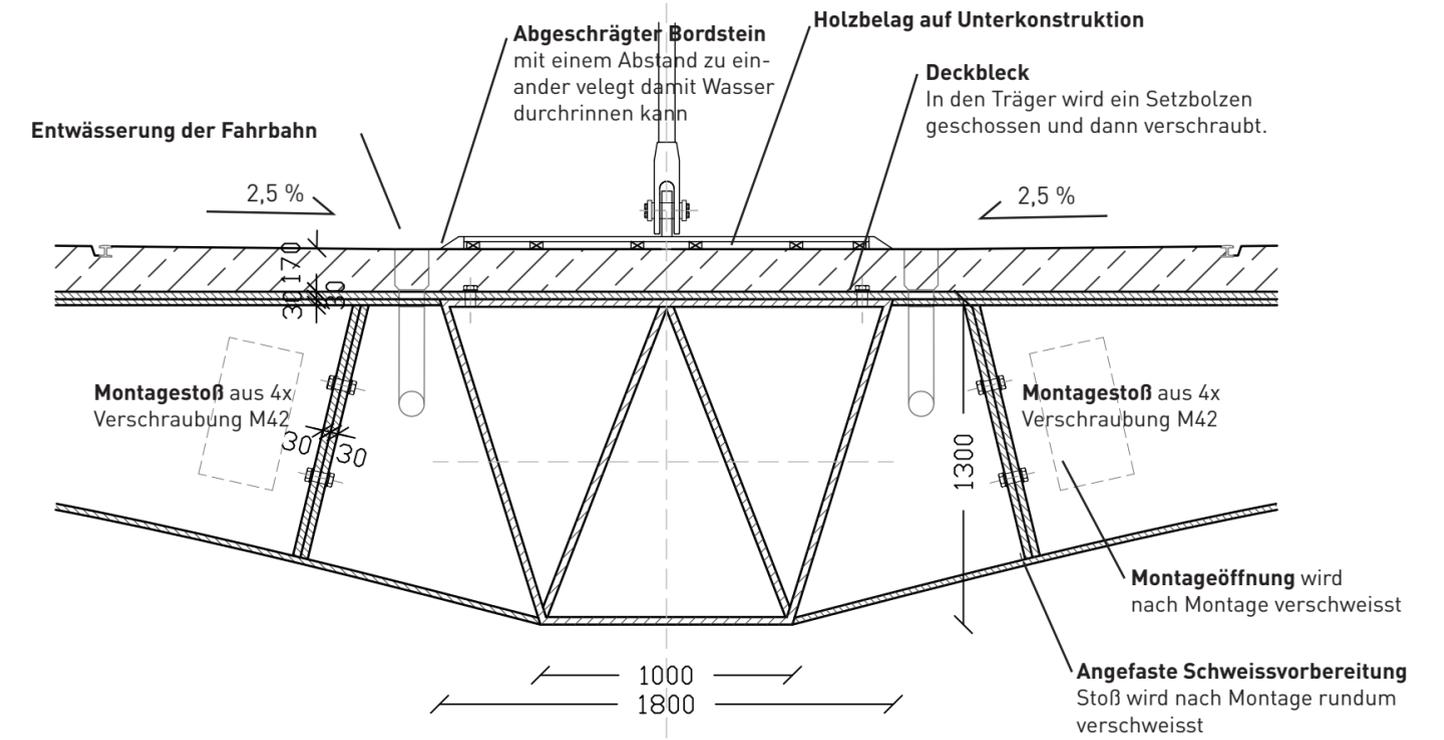


- 1 **Stahlbogen:** dichtgeschweißter Hohlkastenquerschnitt mit veränderlicher Breite  $h=150/b=150-180$  cm
- 2 **Stahlseile:**  $d=65$ mm
- 3 **Brüstung:** Stahlrundprofile, Handlauf aus Holz, Stahlseilnetz zwischen den Stehern
- 4 **Gehwegpatte** aus acetylierten Holzbohlen,  $14 \times 6$  cm
- 5 **Stahlbetonplatte** mit eingelegten Straßenbahngleisen,  $17-22$ cm
- 6 **Unterkonstruktion:** T-Träger aus Stahl mit Belagträger aus Holz ( $7,5 \times 16$  cm)
- 7 **Trapezbleche**  $35$ cm
- 8 **Brückenlager auf Sockel**
- 9 **Neuer Stahlbeton-Querträger mit Rückwand**
- 10 **Bestehender Stahlbeton-Querträger**
- 11 **Bestehende Tiefgründung in Form von Schlitzwandelementen**

**Der Bogenanschluss** erfolgt auf der Baustelle.  
 Der gevoutete Teil des Bogens wird bereits fertig verschweisst mit dem Untergurt vorgefertigt und vorort stirnseitig zusammengefügt mittels Montageschrauben zusammengefügt und anschließend rundum verschweisst.

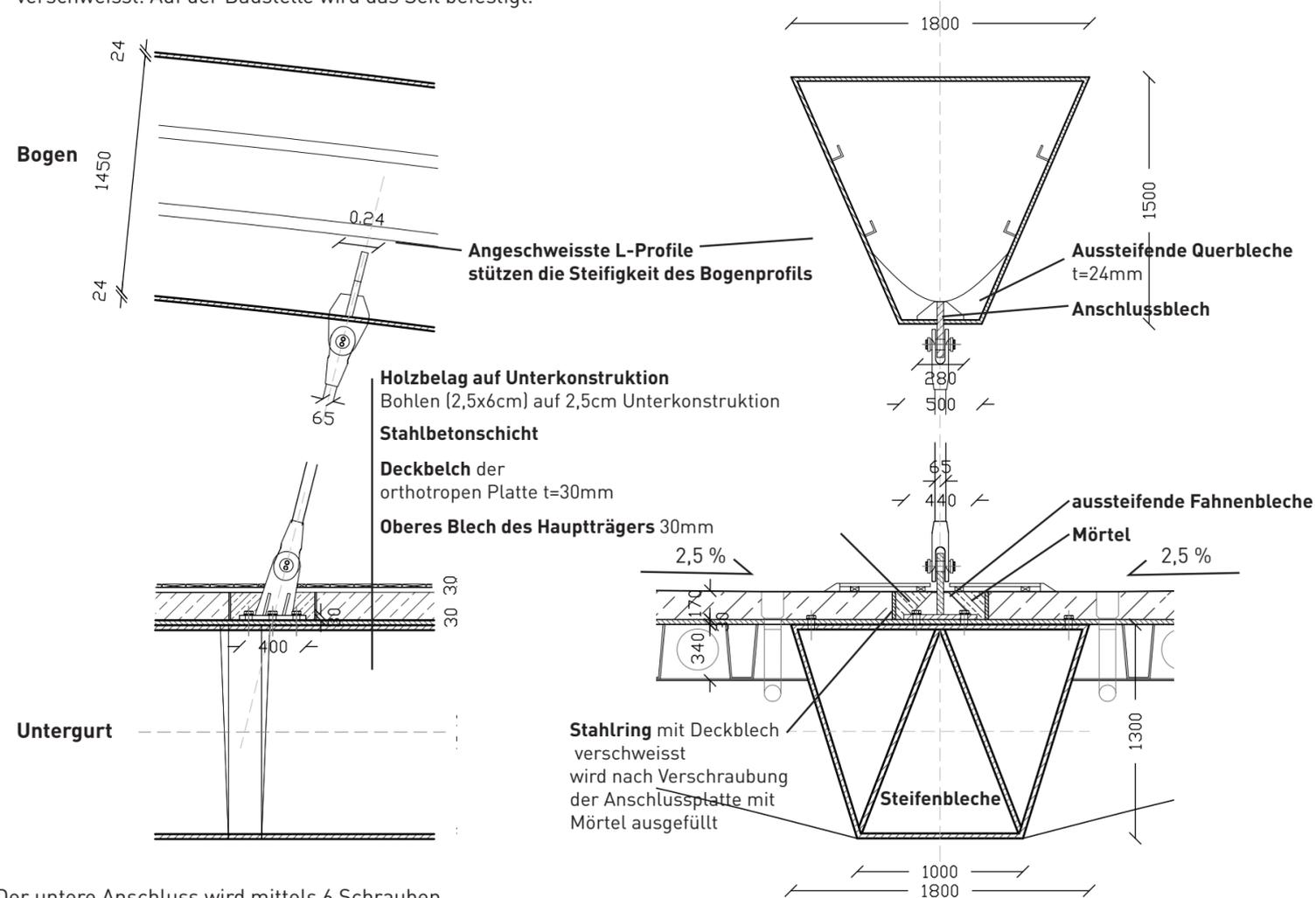


D1\_Anschluss Bogen  
 M 1:25



D2\_Anschluss Querträger  
 M 1:25

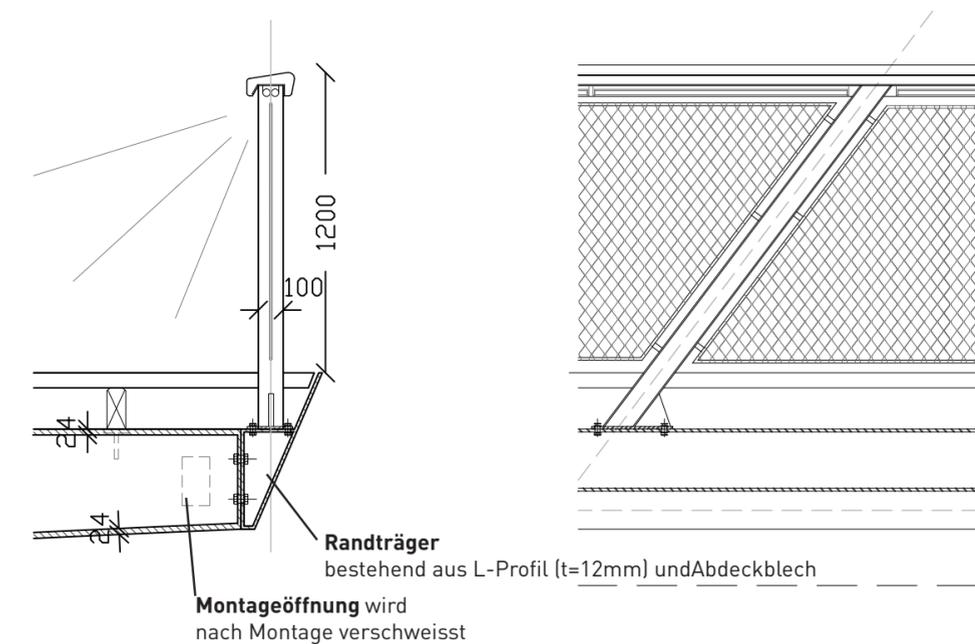
Die Stahlseile ( $d=65\text{mm}$ ) werden verkürzt eingebaut um eine Vorspannung zu erzeugen. Da die Seile unterschiedliche Längen und Winkel besitzen, müssen sie unterschiedlich vorgespannt werden. Auch die Anschlussdetails haben deshalb unterschiedliche Winkel. Da die Brücke jedoch symmetrisch ist, sind diese auch entlang der Mittelachse gespiegelt. Das obere Anschlussblech wird bereits vorgefertigt. Es wird durch das untere Blech des Bogens gesteckt und verschweisst. Auf der Baustelle wird das Seil befestigt.

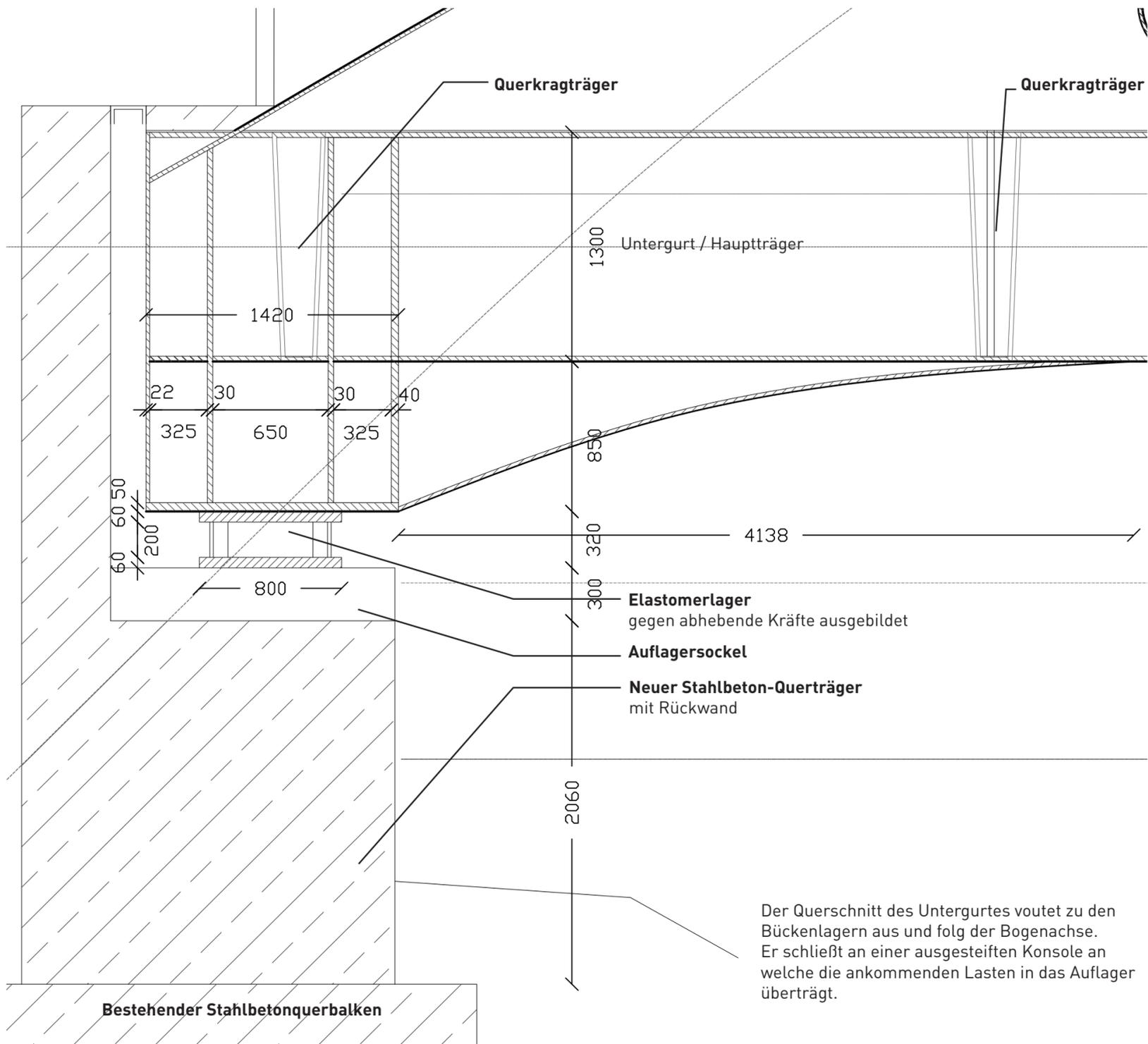


Der untere Anschluss wird mittels 6 Schrauben direkt in den Untergurt befestigt.

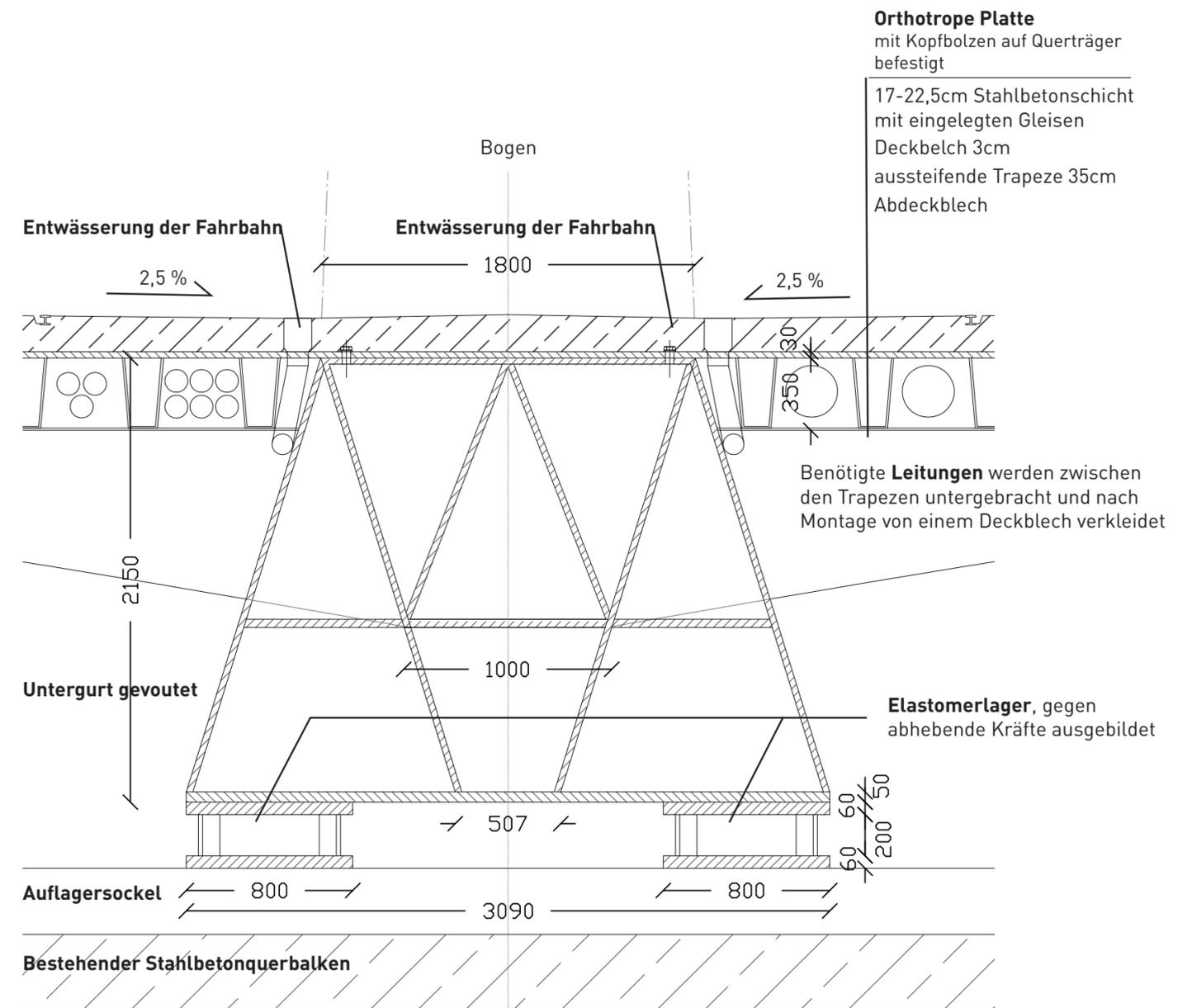
Das Deckblech der orthotropen Platte läuft über den Untergurt drüber und wird direkt mit Setzbolzen in ihn geschossen und danach verschraubt. Der untere Anschluss wird vorort durch das Deckblech mit dem Untergurt verschraubt. rund um die Anschlussbleche werden runde Stahlprofile verschweisst und nach Montage der Seile mit Mörtel ausgefüllt. Somit werden die Anschlüsse optisch versteckt.

Die Geländersteher bestehen aus Stahlrundrohren ( $d=100\text{mm}$ ) und folgen den Winkeln der Stahlseile. Somit ergibt eine klare Ansicht. Somit stehen sie jedoch geneigt und müssen mittels eines unterstützenden Aussteifungsblechs abgestützt werden. Dieses jedoch verschwindet unter der dem Holzbelag. Als Brückenabschluss wird ein L-förmiger Randträger ( $t=12\text{mm}$ ) Stirnseitig an die Querkragträger geschraubt. Die Steher werden über ein Schlussblech mit auf ihm verschraubt. Nach Montage der Geländersteher wird der Randträger mittels überstehenden Abdeckblech verschlossen. Somit ergibt sich eine schöne Ansicht. Zwischen den Steher wird ein Rahmen befestigt, welcher ein Stahlseilnetz umspannt. Das Geländer besteht aus Holz. In ihm befinden sich Leuchtkörper, die die Bewegungsflächen ausleuchten





D5\_Auflagerdetail2  
M 1:25



D4\_Auflagerdetail  
M 1:25



*"A bridge enables us to experience our daily environment  
from another perspective"*

Michel Schreinemachers, Niederländischer Architekt

*“We build too many walls and not enough bridges.”*  
Isaac Newton, Britischer Physiker und Mathematiker

## **6. Beschreibung und Analyse des Tragwerks**

## 6.A Form - Bogen

Bei keinem Bauwerk tritt der technische Aspekt derart in den Vordergrund. Die tragende Struktur ist im Wesentlichen die Gestalt einer Brücke und wird dadurch definiert. Sie wirkt umso vollkommener, je perfekter das Tragwerk durchgebildet ist und der Kraftfluss sinnhaft und spannungsvoll zum Ausdruck gebracht wird. Eine gut konstruierte Brücke muss nicht unbedingt schön sein, andererseits kann eine schlechte Konstruktion niemals zu einer schönen Brücke führen. Eine Brücke zu entwerfen heißt auch immer zu konstruieren. Eine schöne Brücke entsteht nicht durch mathematische Berechnungen, was zählt ist der ganzheitliche Entwurf, mit dem eine schöpferische Idee umgesetzt wird. Hierbei gilt, die gestalterisch gute Lösung ist immer auch konstruktiv begründbar, und in der Regel ist die einfachere Lösung immer die auch die bessere.<sup>1</sup>

Der Bogen ist der kraftvollste Ausdruck einer Überbrückung. Er verkörpert das Überspannen und das Abtragen der Lasten. Bogenbrücken werden als sinnhafte simple Form von vornherein als schön empfunden. Das bedeutet jedoch nicht, dass andere Formen weniger ästhetisch sind. Die Form bildet sich aus der Summe der Einzelheiten heraus, ganz im Sinne der Funktion, nach den Plänen der schöpferischen Idee. Sie macht das Bauwerk zweckvoll und gibt ihm Gestalt. Die vollkommene Gestalt oder Form steht im Einklang der Gesetze des Universums und stellt die Ordnung der Proportionen und Maße auf den Achsen der Harmonie her. Die Gestaltqualität einer Brücke beinhaltet auch die Umgebung.<sup>2</sup>

Ein Bogentragwerk ist im Grunde genommen die Umkehrung eines Seiltragwerks. Entspricht die Bogenlinie die der inversen Seillinie der Belastung, so treten im Bogen nur Druckkräfte auf. Diese gespiegelte Seillinie ist die Stützlinie. Sie ist abhängig von der Belastung, jedoch unabhängig von der Form des Bogens. Je näher die Bogenachse an der der Stützlinie liegt, desto geringer kann die Bogenhöhe ausgebildet werden. Die Stützlinie ändert sich je nach Lastfall. Da sich Bogentragwerke nicht allen unterschiedlichen auftretenden Lastfällen anpassen können, benötigen sie einen ausreichenden Bogenquerschnitt, müssen biegesteif ausgebildet werden oder stabilisiert werden. Im Gegensatz zum Seil, kann sich der Bogen aufgrund seiner Steifigkeit nicht entsprechend der Beanspruchung verformen. Biegesteife Bögen können als Dreigeilenk-, Zweigeilenk- oder eingespannter Bogen ausgebildet werden. Bogentragwerke sind kontinuierlich gekrümmte Tragelemente, die Belastungen vorwiegend über Druckkräfte abtragen. Aus einem Bogen resultieren immer vertikale und horizontale Auflagerkräfte. Je geringer die Bogenhöhe ist, desto höher sind die Horizontalkräfte in den Auflagern. Diese können jedoch durch Zugbänder kurzgeschlossen werden und somit verringert werden.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dietrich 2016, 56

<sup>2</sup> Ebda., 37

<sup>3</sup> Block/Gegnagel/Peters, 146

## 6.B Statisch-konstruktives Konzept

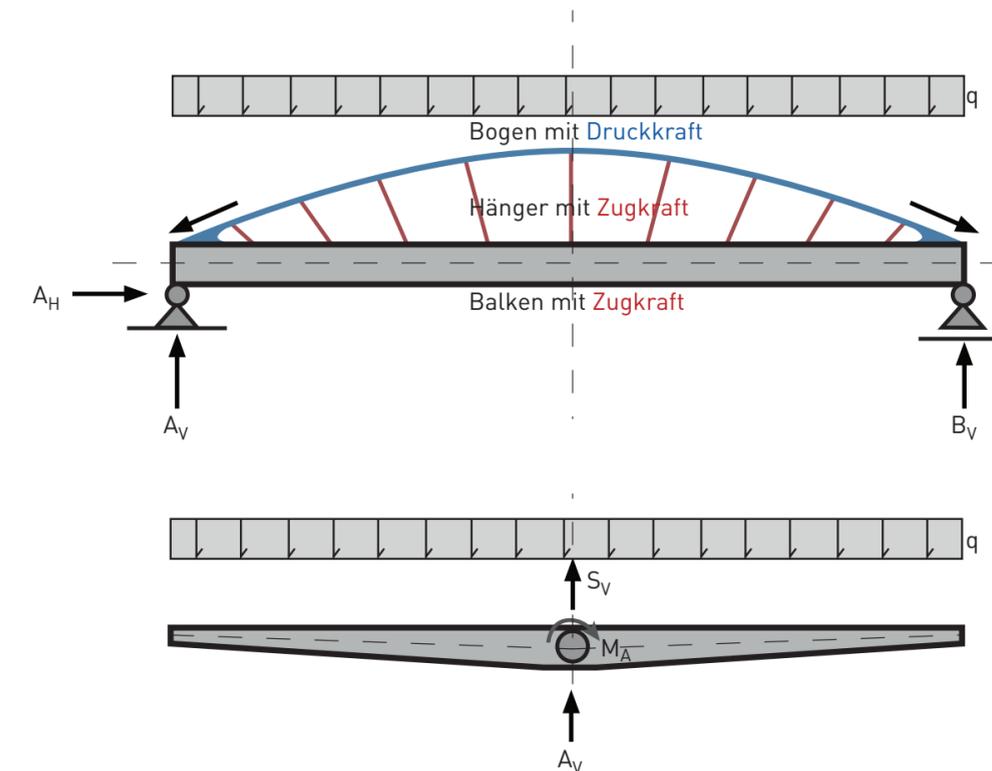
Das Tragwerk lässt sich in seiner Hauptrichtung als unterspannte Langerscher Balken mit Schrägseilen definieren.

Die Last aus dem Oberbau wird über 11 Schrägseile ( $d=65\text{mm}$ ) in einen einzelnen Bogen geleitet, welche dieser wiederum zu den Auflagern führt. Um die teilweise bestehende Widerlagerkonstruktion nicht horizontal zu belasten wirkt der Fahrbahnträger als Zugband für den Bogen. Bogen und Hauptträger werden als Hohlkästen ausgeführt.

Das Tragsystem in Querrichtung besteht aus Trapezblech ausgesteiften Tragarmen welche Stirnseitig über ein weiteres Profil miteinander verbunden werden.

Die direkt unter dem Untergurt des Tragsystems liegenden Brückenlager leiten die Lasten in einen Stahlbetonquerbalken, welcher diese auf die bestehenden ca. 10m tiefen Tiefgründungselemente verteilt.

Um eine zwängungsfreie Lagerung der Brücke zu gewährleisten wird der Lagerungsanschluss auf einer Seite in x-Richtung beweglich ausgeführt.



## 6.C Schätzung - Tragwerksabmessungen

Wie aus Abb. XY ersichtlich werden folgende Verhältnisse für den Bogen empfohlen:

### Bogen aus Stahl

Bevorzugt sind Zweigelenk- und Dreigelenkbögen.

Eingespannter- und Zweigelenkbogen sind steifer als Dreigelenkbogen, sie sind aber empfindlicher gegen ungleiche Auflagerverschiebung und Temperatureinwirkung. Je flacher der Bogen, umso höher die Horizontalkraft am Auflager. Diese Horizontalkräfte werden durch Zugbänder aufgenommen.

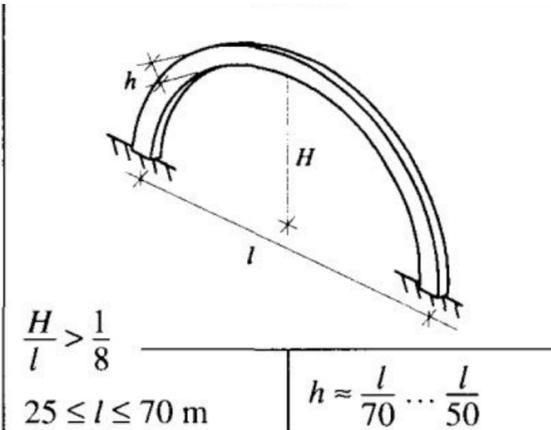


Abb. 34: Vorbemessung - Bogen aus Stahl

Dadurch ergeben sich folgende Systemabschätzungen:

$l = 63 \text{ m}$

Trägerhöhe:  $63 / 50 = 1,25 \text{ m}$

Systemhöhe:  $1,25 * 8 = 10 \text{ m}$

Aufgrund der ungleichen Verteilung der Seillasten wurde die Trägerhöhe jedoch auf 1,50m erhöht um eine höhere Biegesteifigkeit zu erzielen.

Aus Abb. XY ergeben sich folgende Systemabschätzungen für die Querträger:

$l = 9 \text{ m}$       äquivalenter Einfeldträger:  $2,4 * 9 \text{ m} = 21,6 \text{ m}$

Trägerhöhe:  $21,6 / 20 = 1,08 \text{ m}$

Aufgrund der Verdrehung des Hauptträgers und der Voutung des Querträgers wird die Höhe auf 1,3m erhöht festgelegt.

### Vollwandträger

Bevorzugt sind IPE -Profile mit Bauhöhen von 80-600 mm.

Bei großen Trägerhöhe wird der Steg oft in der neutralen Zone punktförmig ausgespart, um das Gewicht zu reduzieren und Installationsführungen in der Trägerebene zu ermöglichen.

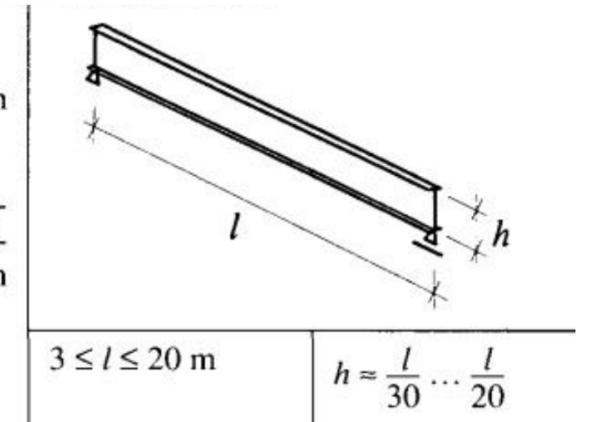


Abb. 35: Vorbemessung - Vollwandträger

## 6.D Lastannahmen

### Ständige Einwirkungen

Die Schneelasten werden nicht berücksichtigt, da die Nutzlasten maßgeblich sind.  
Windlasten werden auch vernachlässigt.

#### Eigengewicht

Das Eigengewicht der Tragkonstruktion wird vom Programm berücksichtigt.

Stahl  $\gamma_S = 78,5 \text{ kN/m}^3$   
Holz  $\gamma_m = 5,0 \text{ kN/m}^3$

#### Ausbaulasten

Der Fahrbahnaufbau wird mit 17 cm angenommen.

$g_{\text{Ausbau}} = 0,17 \cdot 25 = 4,25 \text{ kN/m}^2$

#### Brückenausrüstung

berücksichtigt die Fahrleitungsanlage (12kg/lfm), Geländerkonstruktionen, Rohrleitungen, Beleuchtungs- und Sicherheitseinrichtungen Linienlast:

$g_l = 1,5 \text{ kN/m}$  (je Außenrand und je Hauptträger)

### Veränderliche Einwirkungen

Da **Fußgänger- und Radfahrverkehr** ungünstig aufzustellen sind, wird unabhängig voneinander, eine Flächenlast von  $q_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$  angenommen.

#### Lastmodell 71 Straßenbahn

Laut Auslobung  $a = 0,35$

$a = 0,35$  (Normalspurbahn)

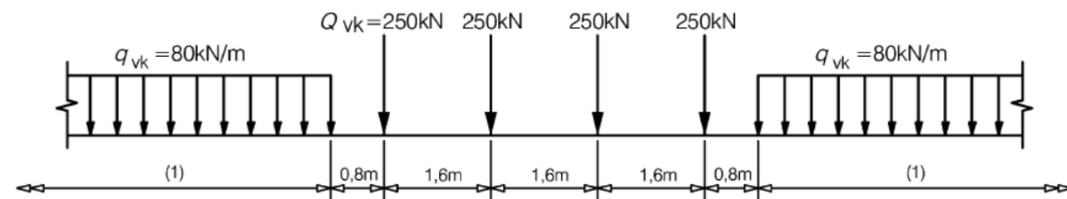


Abb. 36: Lastmodell 71

### Sonderbelastung Straßenbahn

Belastung gemäß Auslobung:

Es sind 2 Stück Straßenbahnen mit Abstand 1,0m je Gleis anzusetzen.

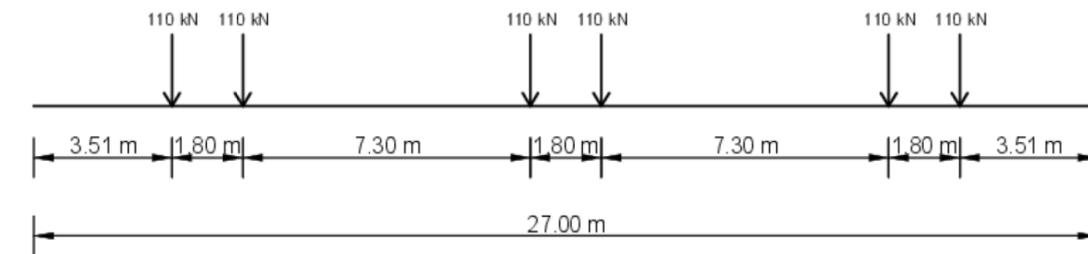
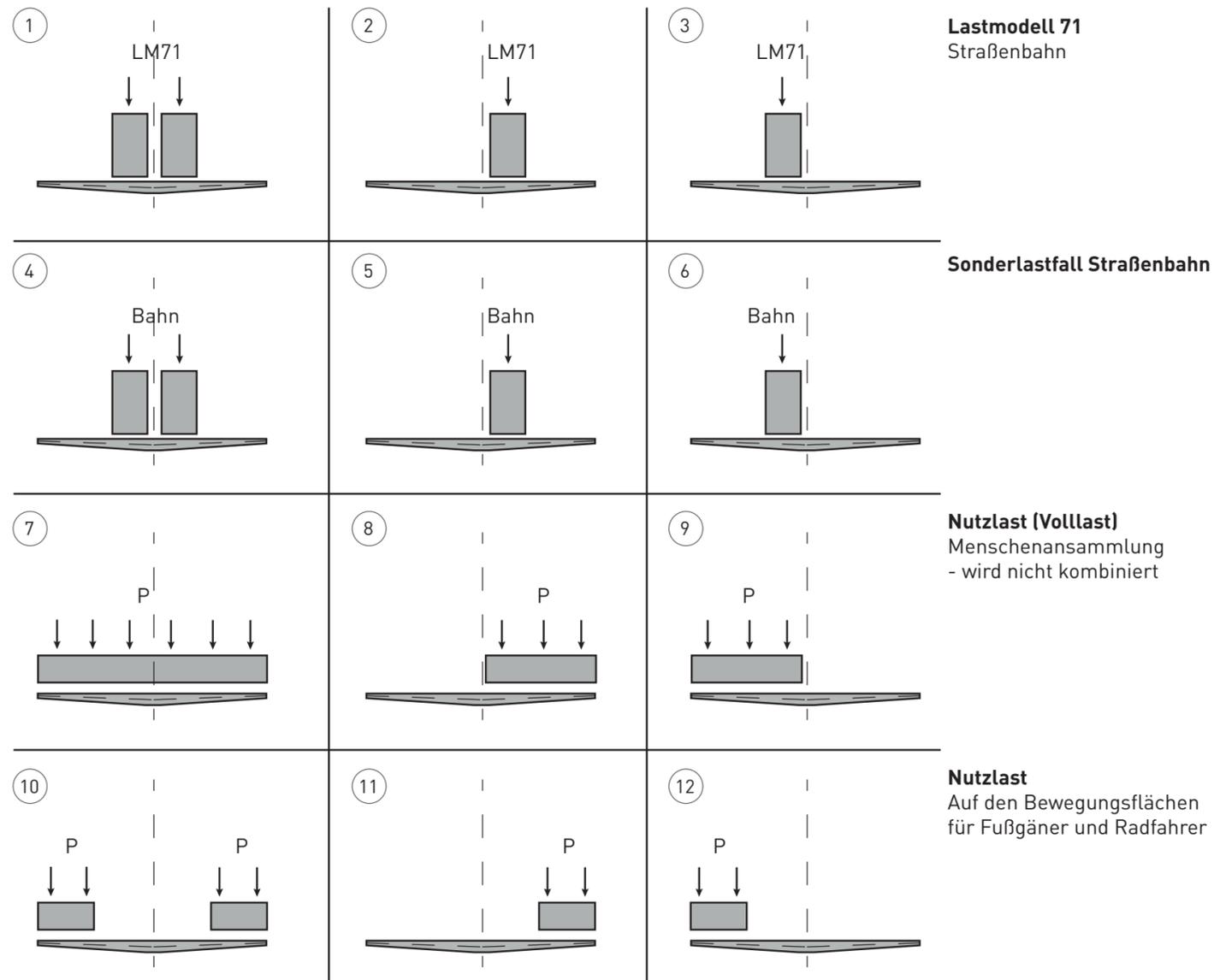


Abbildung 1: Lastbild 27 m Straßenbahn

Abb. 37: Sonderbelastung Straßenbahn

## 6.E Lastkombinationen

### Lastmatrix



Alle möglichen Lastkombinationen, die sich aus dieser Matrix kombinieren lassen werden berücksichtigt.

## 6.F Vorbemessung Hauptträger

geschätzt aus Tragwerksabmessungen:

$$g_{\text{Konst}} = -36 \text{ kN/m}$$

$$g_{\text{Beton}} = 0,17 \cdot 8,7 \cdot 25 = 36,97 = 37 \text{ kN/m}$$

$$g_{\text{Ausbau}} = 3 \cdot 1,5 \text{ kN/m} = 4,5 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{Nutzlast}} = 5,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 8,7 \cdot 2 = 87 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 36 + 37 + 4,5 + 87 = 164,5 \text{ kN/m}$$

$$L = 63 \text{ m}$$

$$N_{\text{Bogen}} = \frac{q_k \cdot 1,4 \cdot L^2}{8 \cdot f} = \frac{164,5 \cdot 1,4 \cdot 63^2}{8 \cdot 10} = 11425,75 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Zuggurt}} = N_{\text{Bogen}} = 1142,75 \text{ kN}$$

$$\text{Auflager } A_V = B_V = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{164,5 \cdot 1,4 \cdot 63}{2} = 7254,45 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis Bogen: } \Sigma^2 = \frac{11425,75 \text{ kN}}{530 \cdot 3,0} = 7,18 < 23,5/1,1 = 21,36 \longrightarrow 33\%$$

$$\text{Nachweis Zuggurt: } \Sigma^2 = \frac{11425,75 \text{ kN}}{540 \cdot 3,0} = 7,05 < 23,5/1,1 = 21,36 \longrightarrow 33\%$$

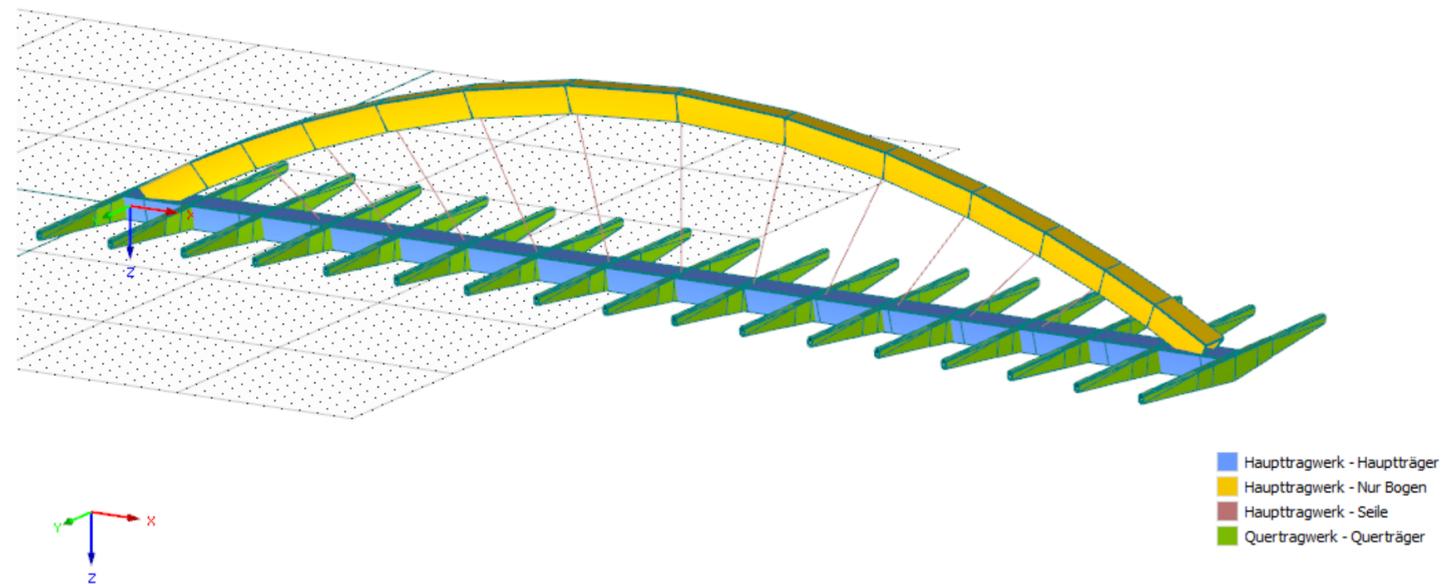
Da das Biegemoment und das Stabilitätsverhalten der Konstruktion in dieser vereinfachten Betrachtung nicht berücksichtigt wurde, können diese geringen Ausnutzungsgrade als tolerierbar angesehen werden.

## 6.G Berechnung

Zur genaueren Berechnung wurde das Tragwerk mit dem Finite-Elemente-Programm RFEM von Dlubal berechnet. Basierend auf ein 3D-Drahtmodell der Brücke wurde ein Berechnungsmodell erstellt. Die geschätzten Querschnitte wurden zugewiesen und die erarbeiteten Lastfälle angesetzt.

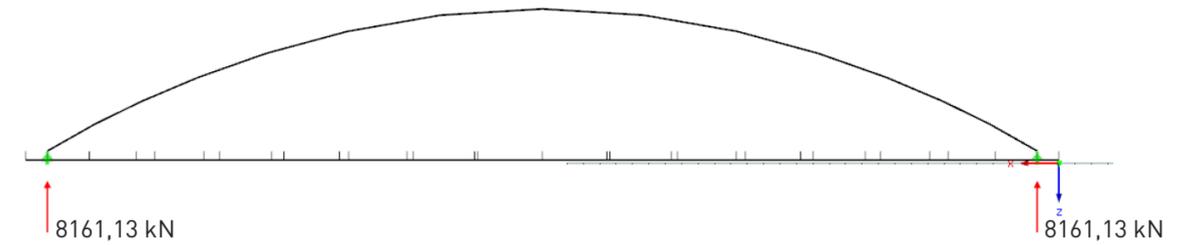
Für die Vorbemessung wird für alle Stahlbauteile die Stahlgüte S235 festgelegt.

### Gesamtmodell:



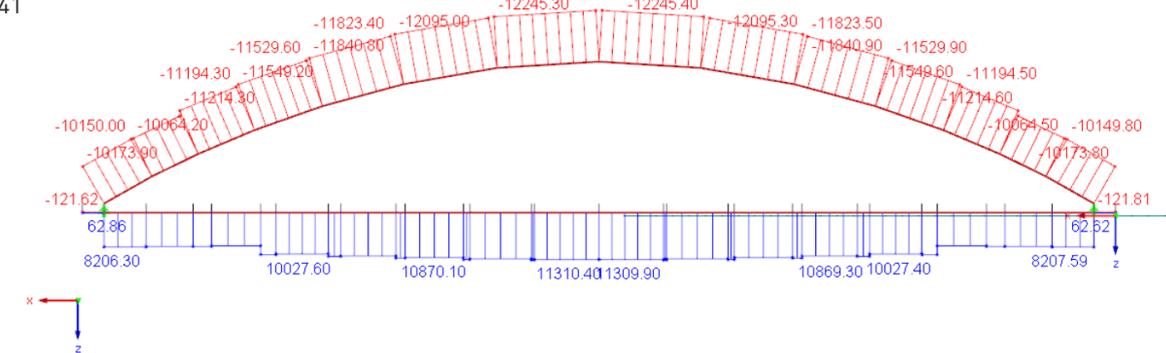
## Ergebnisse Hauptspannrichtung

### Auflagerkräfte ULS



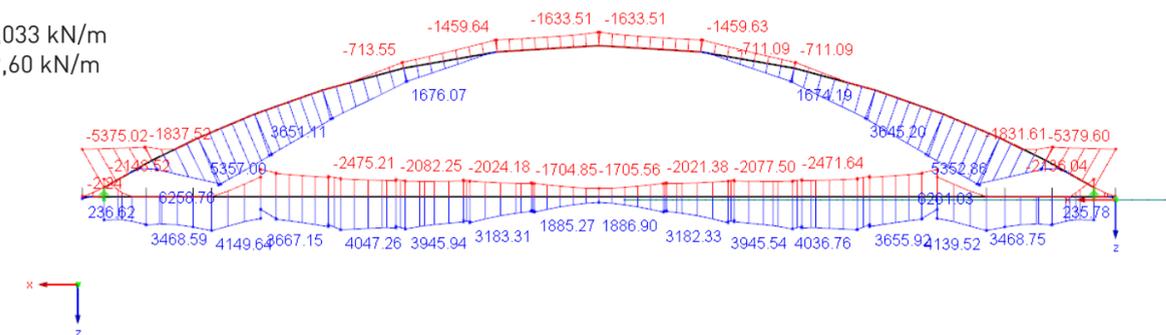
### Normalkräfte ULS

Max N = 11310,42  
Min N = -12245,41



### Biegemoment ULS

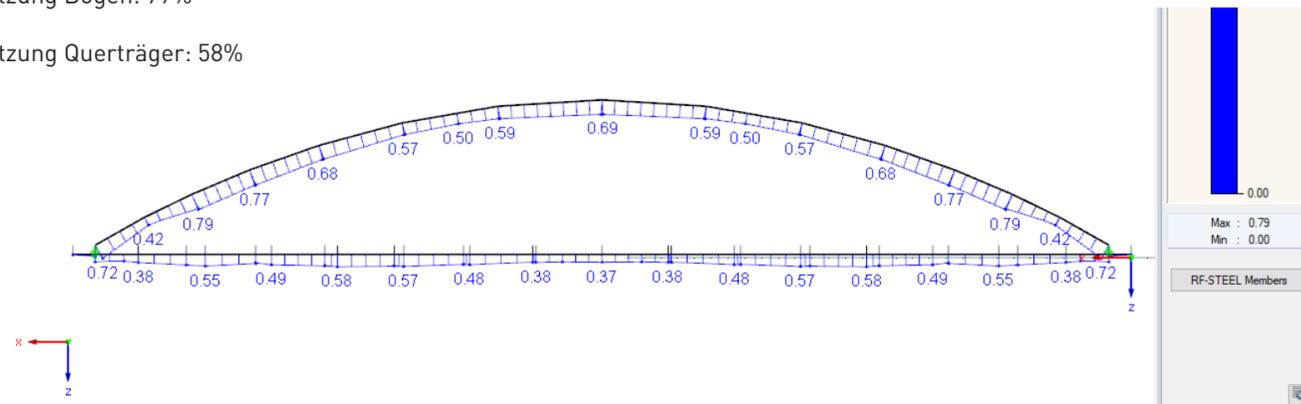
Max M-y = 6261,033 kN/m  
Min M-y = -5379,60 kN/m



### Ausnutzung

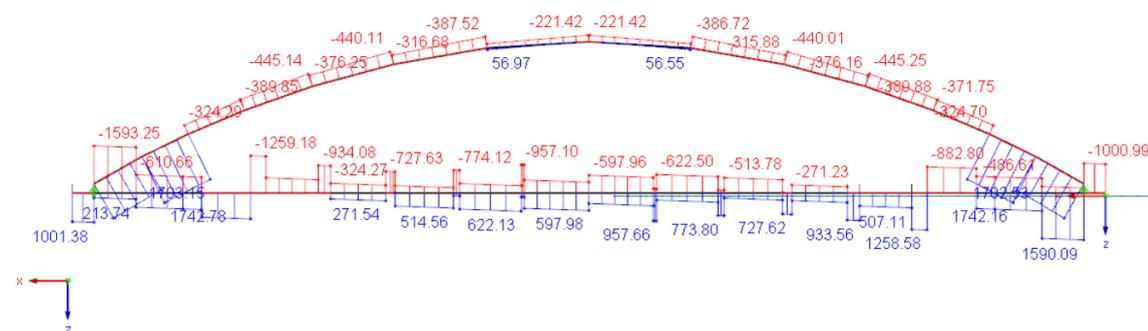
maximale Ausnutzung Bogen: 79%

maximale Ausnutzung Querträger: 58%



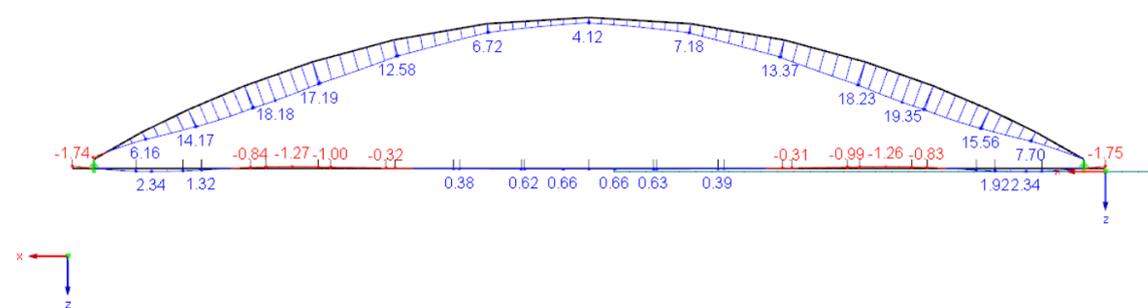
### Querkraft ULS

max. V-z = 1742,78 kN  
min. V-z = -1593,25 kN



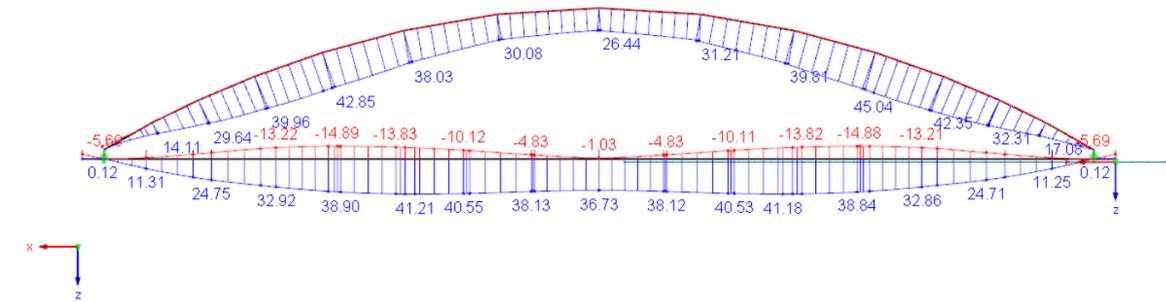
### Verformung ohne Nutzlast

max. U-z = 19,35 mm

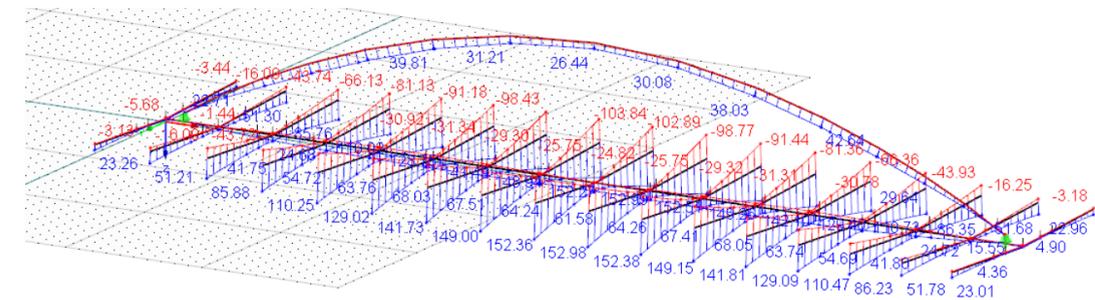


### Verformung SLS charakteristisch

Maximale Verformung Bogen = 45,04mm  
Maximale Verformung Längsträger = 41,21mm



Maximale Verformung Querträger = 153mm



### Verformungsbeschränkung laut EN1990, A.2.4.4.2.3

#### A.2.4.4.2.3 Vertikale Verformungen des Überbaus

(1) Bei allen Tragwerkssystemen, deren charakteristische vertikale Lasten nach EN 1991-2, 6.3.2 (und gegebenenfalls bei SW/0 und SW/2 nach EN 1991-2, 6.3.3) klassifiziert sind, sollte die maximale gesamte vertikale Verformung infolge Einwirkungen aus Schienenverkehr, gemessen entlang irgendeines Gleises, den Wert  $L/600$  nicht überschreiten.

ANMERKUNG Zusätzliche Anforderungen zur Begrenzung der vertikalen Verformungen können für Brücken mit und ohne Schotterbett im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt festgelegt werden.

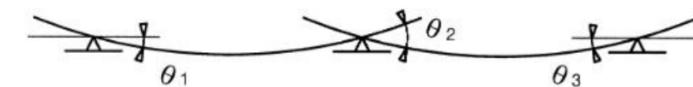


Bild A.2.2 — Definition von Endverdrehungen von Überbauten

(2) Begrenzungen der Verdrehung der Überbauenden von Brücken mit Schotteroberbau sind implizit in EN 1991-2, 6.5.4 enthalten.

Abb. 38: Verformungsbeschränkung laut EN1990, A.2.4.4.2.3

### Prüfung Verformung in Längsrichtung laut Abb. 38

$l = 63000\text{mm}$

$$\frac{63000}{600} = 105\text{mm} = \text{maximal Durchbiegung Hauptträger}$$

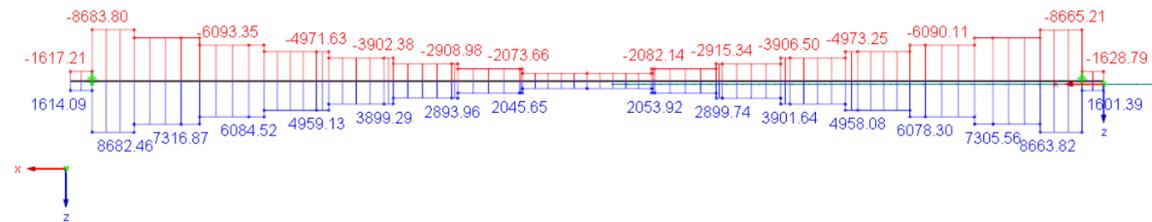
$41,21 < 105\text{mm}$

Nachweis erfüllt

### Torsionsmoment

Max M-T = 8682,46 kN/m

Min M-T = -8683.80 kN/m

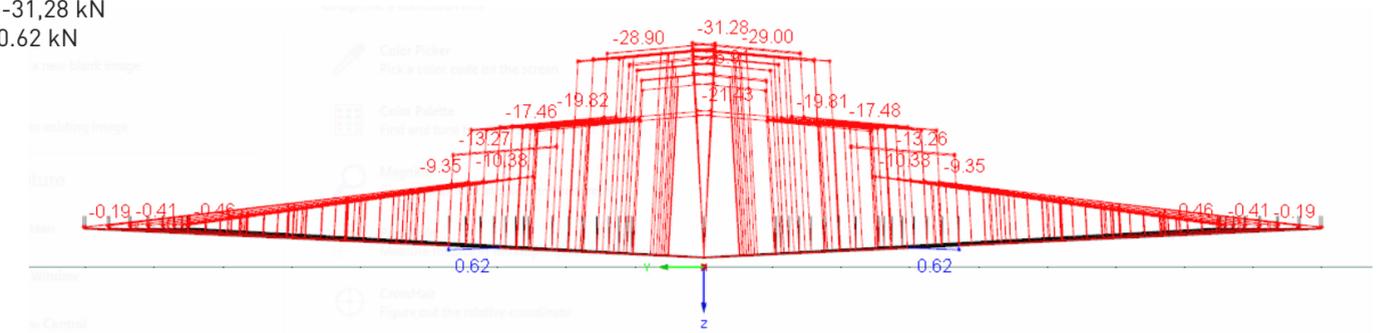


### Ergebnisse Querträger

#### Normalkräfte ULS

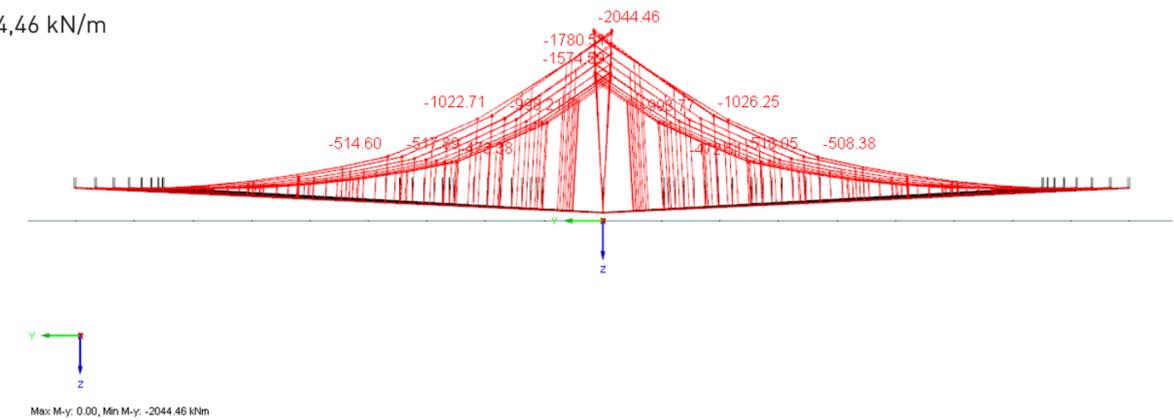
Max N = -31,28 kN

Min N = 0.62 kN



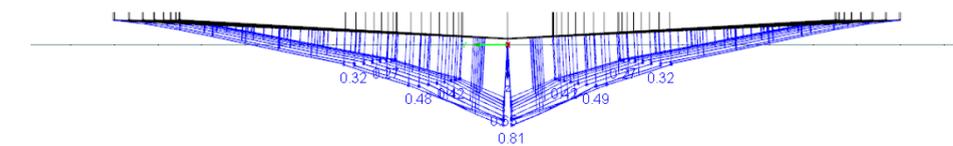
#### Biegemoment ULS

Max M-y = -2044,46 kN/m



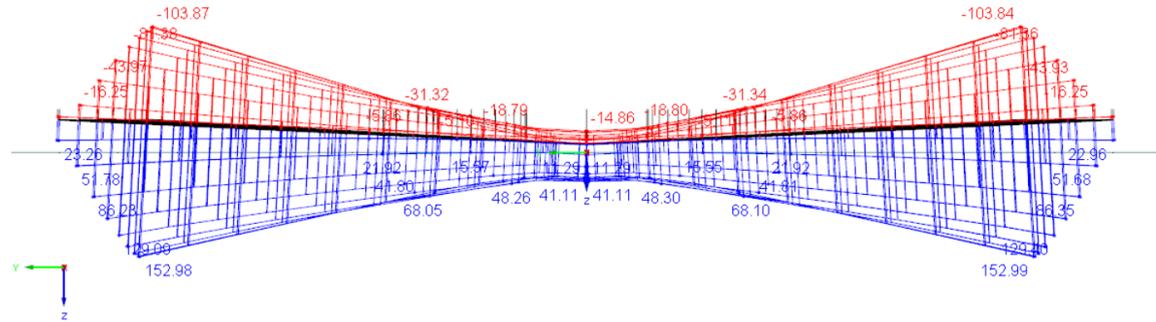
#### Äusnutzungsgrade

maximale Ausnutzung: 81%



## Verformung SLS

Maximale Verformung: u-Z = 152,99mm



## Prüfung Verformung in Längsrichtung laut Abb. 38

$l = 8700\text{mm}$

$$\frac{63000}{600} + \frac{8700}{150} = 163\text{ mm} = \text{maximal Durchbiegung der Kragarme}$$

**153 < 163 mm**

Nachweis erfüllt

## 7 Literaturliste:

**Biau, Daniel:** Die Brücke und die Stadt. Eine weltweite Erfolgsgeschichte; 2016 Mainz am Rhein

**Billington, David P.:** Robert Maillart and the Art of reinforced Concrete, London 1990

**Bühler, Dirk:** Brückenbau im 20. Jahrhundert, Stuttgart 2004

**Curbach, Manfred/Melhorn, Gerhard:** Handbuch Brücken. Entwerfen, Konstruieren, Berechnen, Bauen und Erhalten, o.O. 2014

**Dietrich, Richard J.:** Faszination Brücken. Baukunst Technik Geschichte, Berlin 2016

**Gehl, Jan:** Städte für Menschen, Berlin <sup>4</sup>2018

**Hess, Rudolf/Schlaich, Jörg/Schneider, Jürgen/Volz, Heinz/Widjaja, Eddy (Hg.):** Entwurfshilfen für Architekten und Ingenieure. Faustformeln für Tragwerkskonstruktionen Tragfähigkeitstabeln Bauwerksaussteifung, Berlin <sup>2</sup>2012

**Leitner, Wilhelm/Gede, Peter:** Graz - Der urbane Lebensbereich an der Mur. Teil 1. historisch-geographischer Überblick, Graz 1987

**Leonhardt, Fritz:** Brücken; Fritz Leonhardt, Stuttgart 1984

**Madanipour, Ali:** Public and Private Spaces of the City, USA und Canada 2003

**Magistrat Graz - Amt für Stadtentwicklung und Stadterhaltung (Hg.):** Stadtarchitektur - Architekturstadt. Architektur und Stadtentwicklung 1986-1997, Graz 1998

**Menn, Christian:** Brücken, Zürich 2015

**Schlaich, Jörg/Bergermann, Rudolf:** Fußgängerbrücken; Zürich <sup>2</sup>1994

**Shannon, Kelly/Smets, Marcel:** The Landscape of contemporary infrastructure, Rotterdam 2016

**Auslobungsunterlagen des Wettbewerbs „Neugestaltung Tegetthoffbrücke“ 2019,** herausgegeben von Graz Holding:

- “2019-04-30\_Auslobung\_WB\_Tegetthoffbruecke“
- “Beilage\_C\_7\_Geotechnischer\_Bericht“
- “Beilage\_C\_8\_Wasserbautechnischer\_Bericht“

## Internetquellen

Grüne Seite:

<https://www.graz.gruene.at/ots/kritik-am-fehlenden-verkehrskonzept-zur-neuen-tegetthoffbruecke>

## Abbildungsverzeichnis

- 01: Standort Karte - Graz  
maps.google.com, 16.04.2020
- 02: Modal Split Graz  
Argus Steiermark - Die Radlobby, <http://graz.radln.net>, Mai 2019
- 03: Villard-Diagramm  
Leonhardt, Fritz: Brücken; Fritz Leonhardt, Stuttgart 1984, S. 18
- 04: Vitruvianischer Mensch  
<https://ih0.redbubble.net/image.192615812.3488/bg,f8f8f8-flat,750x,075,f-pad,750x1000,f8f8f8>
- 05: Wilkinson Eyre - Lille Langebro  
<https://www.wilkinsoneyre.com/projects/lille-langebro>
- 06: Martin Knight - Taplow Bridge  
<https://www.knightarchitects.co.uk/projects/taplow-bridge>
- 07: Robert Maillart; Stauffacher, Zuoz, Tavanasa  
Billington, David P.: Robert Maillart and the Art of reinforced Concrete, London 1990, S. 23
- 08: Inn-Zuoz-Brücke  
Billington, David P.: Robert Maillart and the Art of reinforced Concrete, London 1990, S. 26
- 09: Alamillobrücke - in Sevilla  
Dietrich, Richard J.: Faszination Brücken. Baukunst Technik Geschichte, Berlin 2016, S. 16
- 10: Ponte Sobre el Guardiania - in Merida  
Dietrich, Richard J.: Faszination Brücken. Baukunst Technik Geschichte, Berlin 2016, S. 16
- 11: Stari Most - in Mostar, im zerstörten Zustand  
<https://www.nzz.ch/international/das-historische-bild/die-zerstoerung-der-bruecke-von-mostar-1.18182218>, 13.02.2020
- 12: Stari Most - Nach Wiederaufbau  
<https://franks-travelbox.com/europa/bosnien-herzegowina/alte-bruecke-stari-most-in-mostar-bosnien-herzegowina/>, 13.02.2020
- 13: Kalvarienbrücke vor 1927  
[https://www.info-graz.at/partyfotos-eventfotos-bilder-fotos/galleries/16613\\_graz-alte-postkarten-ansichtskarten-grusskarten-steiermark-oesterreich-austria-fotos/](https://www.info-graz.at/partyfotos-eventfotos-bilder-fotos/galleries/16613_graz-alte-postkarten-ansichtskarten-grusskarten-steiermark-oesterreich-austria-fotos/), 16.02.2020
- 14: Kalvarienbrücke nach Umbau  
<https://www.flickr.com/photos/mygraz/3378945263>, 16.02.2020
- 15: Puntigamer-Brücke  
Magistrat Graz - Amt für Stadtentwicklung und Stadterhaltung (Hg.): Stadtarchitektur - Architekturstadt. Architektur und Stadtentwicklung 1986-1997, Graz 1998, S. 60
- 16: Puntigamer-Brücke  
Magistrat Graz - Amt für Stadtentwicklung und Stadterhaltung (Hg.): Stadtarchitektur - Architekturstadt. Architektur und Stadtentwicklung 1986-1997, Graz 1998, S. 60
- 17: Radetzkybrücke  
Magistrat Graz - Amt für Stadtentwicklung und Stadterhaltung (Hg.): Stadtarchitektur - Architekturstadt. Architektur und Stadtentwicklung 1986-1997, Graz 1998, S. 61
- 18: Radetzkybrücke  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/20150923\\_WLM\\_Radetzkybr%C3%BCcke.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/20150923_WLM_Radetzkybr%C3%BCcke.jpg), 16.02.2020
- 19-23: Steg über die Mur  
Magistrat Graz - Amt für Stadtentwicklung und Stadterhaltung (Hg.): Stadtarchitektur - Architekturstadt. Architektur und Stadtentwicklung 1986-1997, Graz 1998, S. 62-65
- 24-25: Augartensteg  
Magistrat Graz - Amt für Stadtentwicklung und Stadterhaltung (Hg.): Stadtarchitektur - Architekturstadt. Architektur und Stadtentwicklung 1986-1997, Graz 1998, S. 66-67
- 26: Augartensteg  
<https://mapio.net/pic/p-42739490/>
- 27-28: Albrechtsbrücke von 1830  
Wettbewerb: Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Auslobung, 21
- 29: Albrechtsbrücke von 1830  
<https://www.krone.at/1821056>, 16.04.2020
- 30: Gründung Tegetthoffbrücke  
Wettbewerb: Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Geotechnischer Bericht, 9
- 31: Schnitt Tegetthoffbrücke  
Wettbewerb: Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 - Beilage\_C\_17, S.17
- 32: verpflichtendes mitgeführtes Verkehrskonzept  
Wettbewerb: Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 -Beilage\_C\_4\_Vorgabe\_StraSzenbahnfuehrung
- 33: Längsschnitt Tegetthoffbrücke  
Wettbewerb: Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 -Beilage\_C\_8\_Wasserbautechnischer\_Bericht, S. 11
- 34: Vorbemessung - Bogen aus Stahl  
Hess, Rudolf (u.a.): Entwurfshilfen für Architekten und Ingenieure. Faustformeln für Tragwerkskonstruktionen Tragfähigkeitstablen Bauwerksaussteifung, Berlin <sup>2</sup>2012
- 35: Vorbemessung - Vollwandträger  
Hess, Rudolf (u.a.): Entwurfshilfen für Architekten und Ingenieure. Faustformeln für Tragwerkskonstruktionen Tragfähigkeitstablen Bauwerksaussteifung, Berlin <sup>2</sup>2012
- 36: Lastmodell 71  
Wettbewerb: Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 -Auslobung, S. 25
- 37: Sonderbelastung Straßenbahn  
Wettbewerb: Neugestaltung Tegetthoffbrücke 2019 -Auslobung, S. 26
- 38: Verformungsbeschränkung - EN1990, A.2.4.4.2.3

