Zwei neue Brücken für den 3. und 10. Gemeindebezirk

Kempelenbrücke und Hüttenbrennersteg in Wien

von Andreas Hierreich, Norbert Maderböck

Das Gebiet um den Wiener Hauptbahnhof erhält westlich der ÖBB-Trasse zwei neue Brücken über die Gudrunstraße. Damit wurden zusätzliche Verbindungen zwischen dem 3. und 10. Bezirk geschaffen. Die beiden Stahltragwerke, welche auf eine Länge von ca. 35 m über die Unterführung Gudrunstraße gespannt sind, beschreiben im Querschnitt eine Wanne. Um die entsprechend dem Gestaltungskonzept vorgesehene geschlossene und gekrümmte Untersicht zu erzielen, wurden die Bleche in Längs- und Querrichtung an einen kontinuierlichen Krümmungsverlauf angenähert ausgeführt. Nach einer Gesamtbauzeit von rund zwei Jahren konnten die beiden gelungenen Brückentragwerke im Februar 2018 der Stadt Wien übergeben werden.

1 Aufgabenstellung und Randbedingungen

Parallel zum Neubau des Hauptbahnhofs Wien erfolgt die städtebauliche Entwicklung der angrenzenden Gebiete. Dabei werden bestehende Straßen adaptiert und neue für die innere Erschließung errichtet. Besonderer Wert wird dabei auf die Attraktivierung des Fußgänger- und Radverkehrs sowie des öffentlichen Verkehrs gelegt. Aufgrund dieser und anderer städtebaulicher Randbedingungen wurden von der Stadt Wien zwei barrierefreie Brücken über die Zulaufstrecke zum Hauptbahnhof und zwei weitere barrierefreie Brücken über die Unterführung Gudrunstraße in der übergeordneten Verkehrsplanung vorgesehen.

Die Erfüllung der oben genannten Attraktivitätsziele lässt sich plakativ anhand der realisierten Nutzbreiten für die einzelnen Verkehrsteilnehmer ablesen: Die Summe der Nutzbreiten für den motorisierten Individualverkehr (Kempelenbrücke: 6,70 m; Südbahnhofbrücke 8,00 m) beträgt 14,70 m, jene für den nichtmotorisierten Individualverkehr (Kempelenbrücke 4,00 m; Hüttenbrennersteg 4,00 m; Südbahnhofbrücke 6,00 m; Arsenalsteg 6,00 m) hingegen 20,00 m. Rund 60 % der neuen Brückenflächen dienen also dem Fußgänger- und Radverkehr!

Alle vier angeführten Brücken wurden von Axis Ingenieurleistungen, die über die Bahntrasse in Arbeitsgemeinschaften, geplant.

Nachfolgend werden die zwei Brücken über die Unterführung Gudrunstraße beschrieben.

Diese Unterführung der südlichen Bahntrasse zum Hauptbahnhof wird von ca. 16 m auf ca. 30 m aufgeweitet, wobei der Großteil der Verbreiterung dem nichtmotorisierten und dem öffentlichen Verkehr zugutekommt.

Die westlich der Bahn gelegene Kempelenbrücke sollte, vorgesehen für eine gemischte Nutzung aus motorisiertem Individualverkehr sowie Fuß- und Radweg, mit dem Ziel einer zusätzlichen Anbindung des Areals des neuen Hauptbahnhofes an den 10. Wiener Gemeindebezirk hergestellt werden. Mit der Errichtung des östlich der Bahnanlagen anzuordnenden Hüttenbrennersteges war eine barrierefreie Rad- und Fußwegverbindung und insbesondere ein Lückenschluss des städtischen Radwegenetzes zwischen dem 3. und dem 11. Wiener Gemeindebezirk zu realisieren.

1 *Süd-Ost-Bahnhof vor Baubeginn des Hauptbahnhofs*
© Luftbild wien.gv.at

2 *Stadtentwicklungsgebiet Hauptbahnhof: verbindende Brücken*
© Luftbild wien.gv.at

Die an Axis Ingenieurleistungen beauftragten Planungsleistungen umfassten primär die Entwurfs-, Ausschreibungs- und Ausführungsplanung des Hüttenbrennersteges und der Kempelenbrücke, die Verbreiterung der Unterführung Gudrunstraße wurde von dritter Seite geplant. Die Konzeption der »Nahtstellen« zwischen dem Unterführungsbauwerk und den Brückentragwerken, die Zusammenführung der Ausschreibung der Bauleistungen und die Planung des gesamten Bauablaufes erfolgten durch Axis Ingenieurleistungen.

2 Gestaltungskonzept und Vorgaben

Mit der architektonischen Begleitplanung wurde im Vorlauf zur Brückenplanung von der Magistratsabteilung MA 19 Architektur und Stadtgestaltung das Büro günter mohr – architekt beauftragt. Dieses Gestaltungskonzept sollte die Grundlage für das von der Stadt Wien, Magistratsabteilung 29 Brückenbau und Grundbau durchgeführte Vergabeverfahren darstellen.

Die beiden neuen Brücken sollten als eine »Gestaltungsfamilie« erkennbar sein. Aus den baulichen Randbedingungen, wie

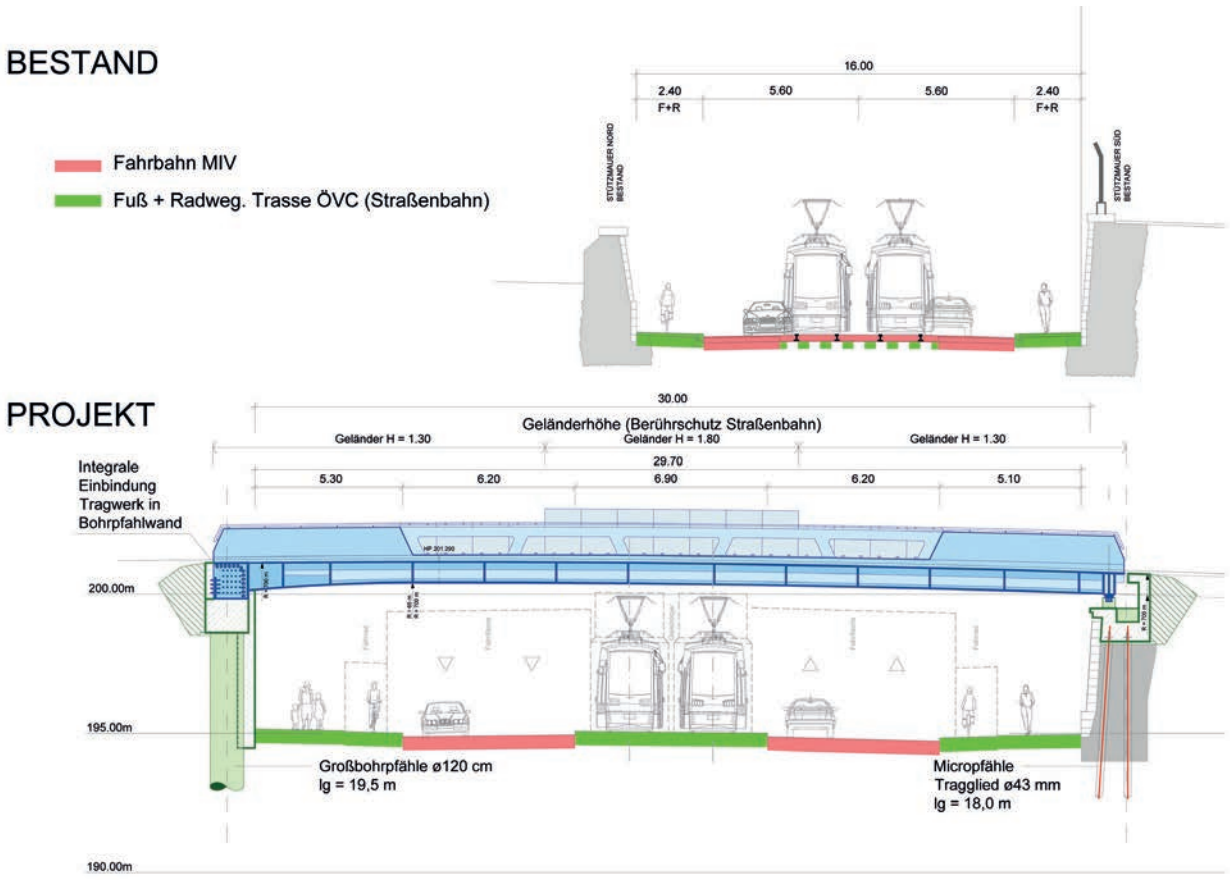
- erforderliche lichte Höhe in der Unterführung, insbesondere im Bereich der mittig in der Unterführung gelegenen Straßenbahntrasse,
- Anschlusshöhen an den Brückenenden, Barrierefreiheit und der daraus resultierenden Anforderung an eine möglichst geringe Konstruktionshöhe,

wurde die gestalterische Grundidee der Brückenfamilie in Form von stützenfreien Trogbrücken mit einem homogenen Erscheinungsbild abgeleitet. Die Untersicht zur Unterführung Gudrunstraße sollte geschlossen und die Konstruktion gemeinsam mit den Brüstungsträgern als dreidimensionales Raumtragwerk von unten ablesbar sein: Prinzipien der Untersicht als fünfte Fassade. Die Wangenträger waren so weit wie möglich in einzelne Stäbe aufzulösen, um ein transparentes Erscheinungsbild und eine großzügige Durchsicht in den Straßenraum, insbesondere für Personen mit niedriger Augenpunkthöhe, zum Beispiel Kinder und Rollstuhlfahrer, zu gewährleisten.

3 Die Bestbieterermittlung

Die Aufträge zu den vier eingangs genannten Brückenbauwerken wurden von Axis Ingenieurleistungen, jeweils in einem zweistufigen Verfahren, nach dem Bestbieterprinzip gewonnen. In deren zweiter Stufe war die Erstellung eines sogenannten »Qualitätsangebotes«, welches eine ingenieurmäßige Ausarbeitung des Planungskonzeptes beinhaltete, obligatorisch.

Da bei der Kempelenbrücke und dem Hüttenbrennersteg das Gestaltungskonzept bereits vorgegeben war und damit auch einige Prinzipien des Tragwerksentwurfes, haben wir uns im Qualitätsanbot in weiterer Folge auf die Darstellung unserer – über den »klassischen« Brückenbau hinausgehenden – Fachkompetenzen samt der daraus resultierenden Innovationskraft unseres Unternehmens konzentriert. Ein wesentliches Ziel dabei war die Transformation des Gestaltungskonzeptes in ein hochwertiges Brückentragwerk nach technisch-wirtschaftlichen Aspekten unter Beachtung von Stakeholder-Interessen. Das heißt, in einem von Axis Ingenieurleistungen intern durchgeführten Value-Engineering-Prozess wurden mögliche Optimierungspotentiale erhoben.



3 4 *Unterführung Gudrunstraße: vor und nach der Verbreiterung mit den Brückenverbindungen*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

5 *Visualisierung der Kempelenbrücke*
© günter mohr – architekt

Beispielhaft kann die gewählte Vorgangsweise anhand des Themas »Fundierung Südseite« erläutert werden: In der als Basis für die Bearbeitung des Qualitätsangebotes von der Auftraggeberin beigestellten Machbarkeitsstudie war eine Tieffundierung mittels Großbohrpfählen hinter der bestehenden und zu erhaltenden historischen (Schwergewichts-) Stützmauer vorgesehen. In dieser bautechnisch einwandfreien Lösung wurde eine verkehrliche Einschränkung des Kreuzungsplateaus erkannt, da das Brückenende über die Hinterkante der Stützmauer hinausgeragt hätte und damit zu räumlichen Zwängen für den Straßenbau und knapp bemessene Sichtbeziehungen für die Verkehrsteilnehmer geführt hätte. Als wesentliche Verbesserung der verkehrlichen Anlageverhältnisse wurde daher eine Fundierung mittels Kleinbohrpfählen durch die Stützmauer konzipiert. Dadurch konnte die Brückenlänge wesentlich verringert und gleichzeitig die Verkehrsverhältnisse im Kreuzungsbereich optimiert werden, unter anderem die Sichtbeziehungen und die Anordnung der Gehsteige betreffend.
Aufgrund unseres breiten Planungsspektrums konnte Axis Ingenieurleistungen zum Nachweis für die Machbarkeit dieser Methode auf die Erfahrungen bei einem Referenzprojekt aus dem Hochbau (Überbauung eines gemauerten Wasserbehälters) zurückgreifen.

4 Entwurfsplanung

4.1 Einleitung

In der Entwurfsphase wurden die Ideen und Konzepte des »Qualitätsangebotes« konsequent weiterverfolgt, gestalterisch begleitet von günter mohr – architekt.

4.2 Grundsätze der Bemessung

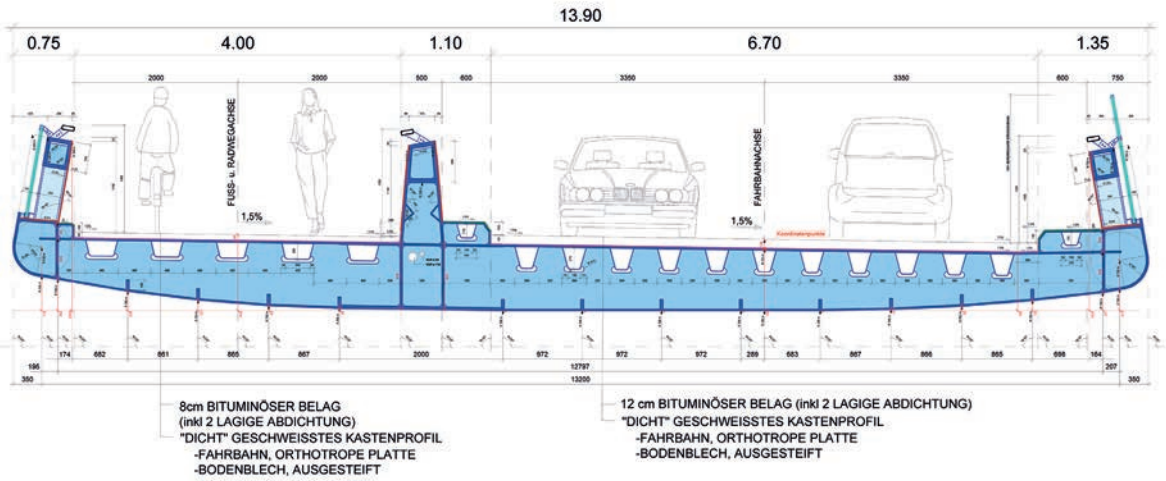
Die Bemessung erfolgte vollständig nach Eurocode und den zugehörigen nationalen Anwendungsdokumenten.
Die Belastungen wurden gemäß den ON B und EN 1991-2, Eurocode 1 »Einwirkungen auf Tragwerke – Verkehrslasten auf Brücken« angesetzt.
Kempelenbrücke, Fahrbahnbereich
– Regelfahrzeug: EN 1991-2/4.3.2, Lastmodell LM 1 (Doppelachse 2 x 300 kN)

Kempelenbrücke, Fuß- und Radweg-Bereich, und »Hüttenbrennersteg«
– Regelbelastung: EN 1991-2/5.3.2.1, $q_k = 5{,}0$ kN/m²
– Dienstfahrzeug: EN 1991-2/5.3.2.3, Hinterachse 80 kN, Vorderachse 40 kN

Die Anpralllasten auf Überbauten wurden gemäß ÖN EN 1991-1-7 berücksichtigt. Anforderung war, dass die Tragwerke über der Fahrbahn und der Straßenbahn eine Durchfahrtshöhe ≥ 5,00 m aufweisen. Von der in der Norm vorgesehenen Abminderung der Anprallasten wurde abgesehen, da aufgrund von Erfahrungen im innerstädtischen Bereich trotz einer lichten Höhe ≥ 5,00 m Unfälle durch Anprall an Brückentragwerken nicht auszuschließen sind.
Die Berechnung erfolgte anhand eines dreidimensionalen Finite-Elemente-Tragwerksmodells, zum Einsatz kam das Rechenprogramm Scia Engineer. Zur Plausibilitätsprüfung wurden Kontrollrechnungen auf Basis vereinfachter Modelle durchgeführt.

4.3 Tragwerk

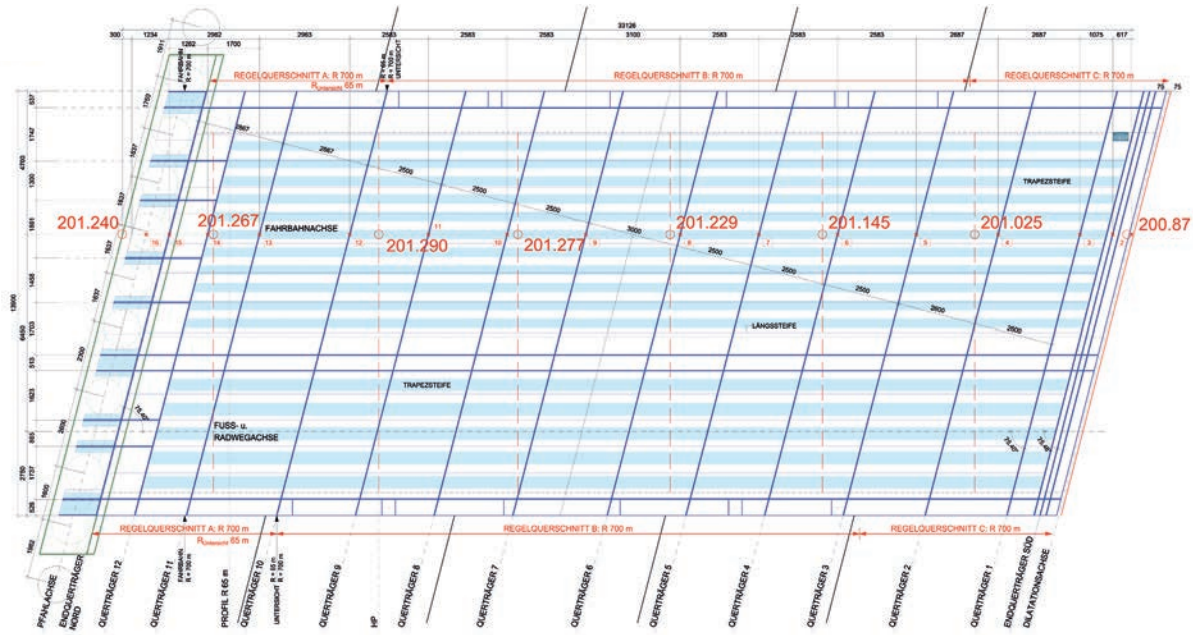
Beide Brücken wurden als einfeldrige Stahltrogstrukturen konzipiert. Die weitere Tragwerksbeschreibung erfolgt exemplarisch für die Kempelenbrücke.
Diese kombinierte Straßen- sowie Fuß- und Radwegbrücke ist insgesamt 13,90 m breit und weist eine Spannweite von ca. 31 m auf.
Das Tragwerk bildet auf der Nordseite mit den Pfählen und den Widerlagern ein integrales Bauwerk, bei dem auf Lager und Fahrbahnübergänge verzichtet werden kann. Auf der Südseite, im Bereich der Bestandsmauer der Unterführung Gudrunstraße, liegt das Tragwerk auf Elastomerlagern auf, um die Einleitung von Horizontalkräften aus Lasten oder Zwängungen in die Bestandsmauer zu vermeiden.



6 *Querschnitt der Kempelenbrücke*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

Die primäre Tragkonstruktion besteht aus drei Längsträgern: Die außenliegenden sind in Feldmitte rahmenartig aufgelöst. Der mittlere Längsträger ist als geschlossener Querschnitt ausgeführt, welcher gleichzeitig als Trennung zwischen der Fahrbahn und dem Fuß- und Radweg fungiert. Die Querträger sind im Abstand von ca. 3,00 m angeordnet, als Geh- und Fahrweg dient eine orthotrope Platte. Um die in der Machbarkeitsstudie und im Gestaltungskonzept vorgesehene geschlossene Untersicht zu erzielen, wurde die Unterseite des Tragwerkes mit einem Bodenblech geschlossen, welches unter den Längsträgern mit größerer Blechdicke, entsprechend der Mitwirkung am statischen System, angeordnet ist. Um in Längsrichtung den optisch gewünschten kontinuierlichen Krümmungsverlauf gewährleisten zu können, kamen ebene Einzelbleche zur Ausführung, welche durch das Verschweißen mit den Querträgern in die dreidimensionale Form gebracht wurden.

Für das Tragwerk wurde zur Gewährleistung der plangemäßen Geometrie die Einhaltung der »Ergänzenden Fertigungstoleranzen, Klasse 2« gemäß EN 1090-2 vor- und ausgeschrieben.
Sämtliche Hohlkästen wurden luftdicht verschweißt.



7 *Kempelenbrücke: Grundriss*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

4.4 Widerlager im Bestandsmauerwerk

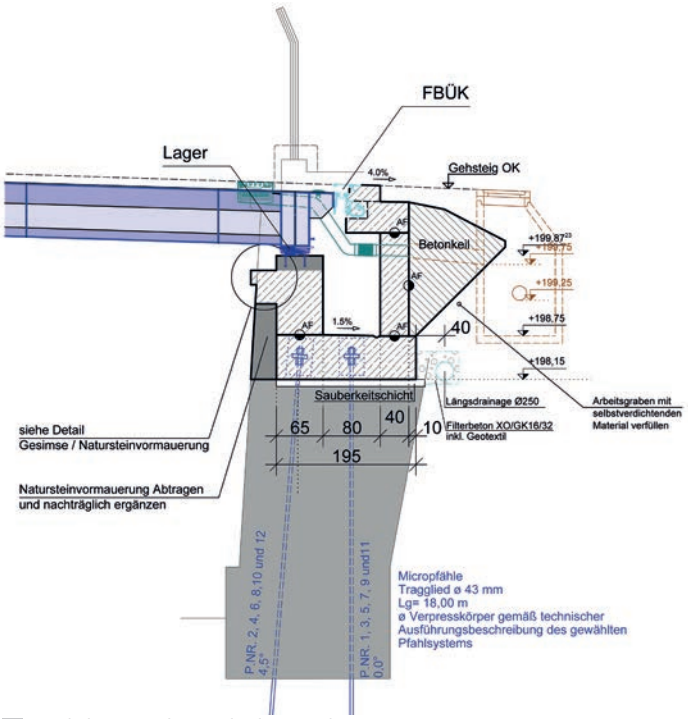
Die Fundierung auf der Südseite erfolgte, entsprechend der Idee aus dem Bewerbungsverfahren, mittels durch die Mauer hergestellter »Kleinbohrpfähle«. Die Abmessungen und der Zustand der südlichen Bestandsmauer wurden mit Hilfe von Kernbohrungen erhoben. Zusätzlich konnte an der nördlichen, abzubrechenden Mauer der Querschnittsaufbau erkannt werden.

Anhand der Probeöffnungen wurde festgestellt, dass hinter der Natursteinverkleidung das Bestandsmauerwerk einen sehr losen Verbund aufwies, weshalb die Mauer vor Beginn der eigentlichen Brückenbauarbeiten zu homogenisieren war. Dies erfolgte mittels horizontaler, von der Mauervorderseite aus realisierter Injektionsbohrungen, ausgeführt in den Fugen der Natursteinvormauerung, um das vorhandene optische Erscheinungsbild nicht zu beinträchtigen. Ein Versuchsfeld wurde zum Festlegen der Ausführungsparameter an der baugleichen, nördlichen Mauer hergestellt. Im Zuge intensiver Recherchen, durch Begehungen von Schächten hinter der Bestandsmauer sowie durch die Erkenntnisse aus den bereits abgebrochenen Bereichen der nördlichen Bestandsmauer wurde ermittelt, dass die Bestandsmauer über ein dichtes und intaktes Drainagesystem verfügt: Gemauerte offene Querschnitte verlaufen engmaschig parallel wie rechtwinklig zur Mauer.

Sowohl für die Herstellung der Kleinbohrpfähle als auch für die Homogenisierung wurde ein detailliertes Monitoring betrieben, das die Beobachtung möglicher Suspensionsaustritte aus den Drainagekanälen und die exakte Dokumentation der eingebrachten Mengen umfasste. Damit ließ sich sicherstellen, dass die existierenden Drainagekanäle weiterhin intakt bleiben.

Im Bereich des Stahlbetonauflagers und des Wartungsganges hinter den Auflagersockeln wurde die Bestandsmauer inklusive der Natursteinvormauerung im notwendigen Ausmaß abgebrochen und später teilweise wieder ergänzt.

Die sichtbaren Flächen der Auflagerbank wurden in ihrer Form der Krümmung des Tragwerkes nachempfunden. Der Zugang zum Wartungsgang erfolgt über eine Gittertür vom Fuß- und Radweg der Unterführung Gudrunstraße aus.



8 *Widerlager: Fundierung durch Bestandsmauer*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

9 *Öffnung des Bestandsmauerwerks zur Widerlagerherstellung*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

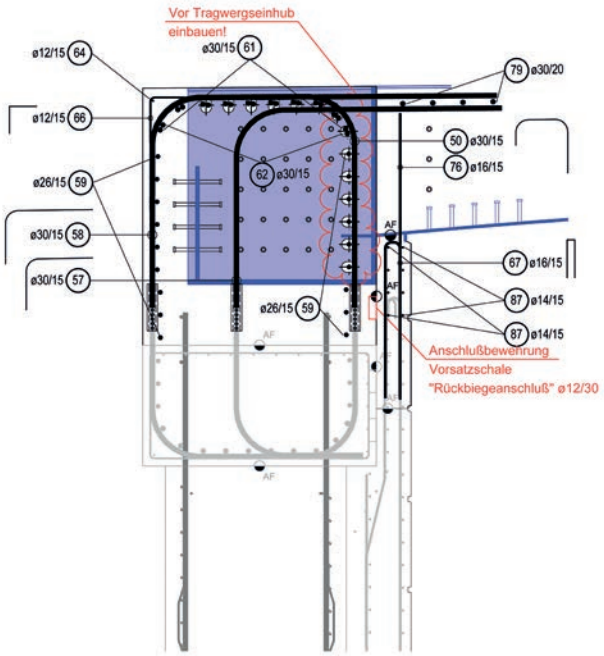
10 *Südliches Widerlager »im« Bestandsmauerwerk*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

4.5 Integrales Widerlager und neue Pfahlwand

Die Widerlagermauer besteht aus Großbohrpfählen mit Spritzbetonausfachung und einer statisch mitwirkenden Stahlbetonvorsatzschale. Die Entwässerung des Untergrundes hinter der Widerlagermauer erfolgt mittels einer Drainagebetonauffüllung sowie an den Straßenkanal angebundener Drainagen.

Die rahmenartige Verbindung mit dem Tragwerk wurde über eine Verbundkonstruktion im Knotenbereich hergestellt. Dabei wurde insbesondere die Kraftübertragung vom Stahltragwerk in das integrale Widerlager und in die Pfahlfundierung nachgewiesen. Die Kräfte des Stahltragwerkes werden über Kopfbolzen in den Beton sowie in die Anschlussbewehrung eingeleitet. Das biegesteife Rahmeneck wurde in Verbundbauweise hergestellt, wobei die exakte Arbeitsreihenfolge und die maximalen Toleranzen zwischen Betonbau und Stahlbau bereits in der Planung unter Berücksichtigung aller baupraktischen Aspekte festgelegt wurden. Der Einbau der gemufften Anschlussbewehrung aus den Bohrpfählen und dem Pfahlrost wurde mit »Schablonen« vorgezeichnet, so dass nach Einhub des Tragwerkes Konflikte ausgeschlossen werden konnten.

Beispielsweise wurde geplant, einzelne Bewehrungseisen schon vor dem Tragwerkseinhub in dafür vorgesehenen Bohrungen des Tagwerkes einzuschieben, um im späteren Ablauf einen einwandfreien Einbau der weiteren Bewehrung zu ermöglichen.



12 *Integrales Rahmeneck: Querschnitt mit Bewehrungsführung*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

11 *Integration der Widerlagerfundierung in die Stützmauer*
© Magistrat der Stadt Wien

13 *Bewehrungsführung beim integralen Rahmeneck*
© Magistrat der Stadt Wien

14 *Integrales Rahmeneck nach Betonage*
© Magistrat der Stadt Wien

4.6 Schwingungsberechnung und Analyse

Nach EN 1990/A1 sollte ein Nachweis der Komfortkriterien durchgeführt werden, wenn die Grundfrequenz des Überbaus kleiner ist als

- 5 Hz für Vertikalschwingungen,
- 2,50 Hz für Horizontal- und Torsionsschwingungen.

Aufgrund der rechnerischen Unterschreitung dieser Eigenfrequenzen beim Hüttenbrennersteg wurden die personen- und windinduzierten Schwingungen vertieft untersucht. Bei der Kempelenbrücke lagen die Eigenfrequenzen wegen ihrer Breite und der wesentlich höheren Gesamtmasse im unkritischen Bereich, eine vertiefte Betrachtung war deshalb nicht erforderlich.

Die maximalen Beschleunigungen (m/s^2) wurden wie folgt festgelegt:

- 0,70 für vertikale Schwingungen,
- 0,20 für horizontale Schwingungen bei normaler Nutzung,
- 0,40 für außergewöhnliche Menschenansammlungen.

Für ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Bemessungssituationen wurden folgende Festlegungen getroffen:

- Personengruppe, bestehend aus 8–15 normal gehenden Personen,
- Fußgängerströme (> 15 Personen),
- Menschenansammlungen bei gelegentlichen »festlichen« oder »sportlichen« Ereignissen.

Nach dem »Leitfaden für Fußgängerbrücken« wurden die Bemessungssituationen TC 1 (Alltag), TC 2 (Mäßiger Verkehr) und TC 3 (Dichter Verkehr) betrachtet.

Zur Einhaltung der Komfortkriterien wurde ein Anpassungskonzept mit nachträglich in Hohlräume des Tragwerkes einzubringendem Ballast in Form eines feuergetrockneten Quarzsandes zur Reduktion der Eigenfrequenzen vorgesehen.

Die Einbringung des Ballasts ist ein erprobtes System und erfolgt in nachstehend beschriebenen Schritten:

- Die Brücke wird baulich fertiggestellt, und zwar inklusive Geländer und Belag. Der Stahlkasten ist bis auf die Einbringöffnungen luftdicht verschweißt.
- Der Ballast wird über Öffnungen eingebracht, die Einfüllöffnungen werden anschließend dicht verschweißt. Es ist keine vollständige Füllung geplant, sondern lediglich die Erhöhung der inneren Reibung, um so eine Verbesserung des Schwingungsverhaltens zu erreichen.
- Ein zusätzlicher positiver Effekt wird über die Erhöhung der Gesamtmasse erzielt.

Die einzubauende Quarzsandmenge kann entsprechend den Ergebnissen eines Schwingungstests variiert werden. Die gewünschte Verteilung wird über verschiedene Austrittsöffnungen und die gemessenen Fördermengen gezielt gesteuert.

4.7 Oberflächenschutz der Stahlkonstruktion

Das Stahltragwerk wurde vierfach beschichtet: Grundbeschichtung, Zwischenbeschichtung, erste und zweite Deckbeschichtung. Der Aufbau und die Schichtdicken entsprechen dem Korrosionsschutzsystem S 14 gemäß RVS 15.05.11. Die Deckschicht wurde analog dem vom Architekten gewählten Farbkonzept in DB 701 ausgeführt.

An den Tragwerksinnenseiten wurden, ergänzend zum Systemaufbau, mechanische Schutzbeschichtungen vorgesehen. Die Oberfläche der Randbalken wurde mit einem Dünnbelag auf Stahl, geeignet für Stahlschrammborde, nach dem RVS-System S 9A realisiert.

5 Herstellungskonzept

5.1 Bauablauf

Planungsvorgabe war, dass die Herstellung der Verbreiterung der Unterführung und die der Brücken unter vollständiger Aufrechterhaltung des Verkehrs (Fußgänger, Radfahrer, motorisierter Individualverkehr und Straßenbahn) erfolgen muss. Nur für den Einhub der Brückentragwerke waren eine Unterbrechung des Straßenbahnverkehrs und eine Totalsperre der Unterführung in einem sehr engen Zeitfenster von 1:00 Uhr bis 5:00 Uhr realisierbar.

Zeitliche Aspekte von Schnittstellenprojekten wie dem Bau von angrenzenden Straßen, der Verlegung der Straßenbahngleise und diversen Einbautenverlegungen mussten berücksichtigt werden.

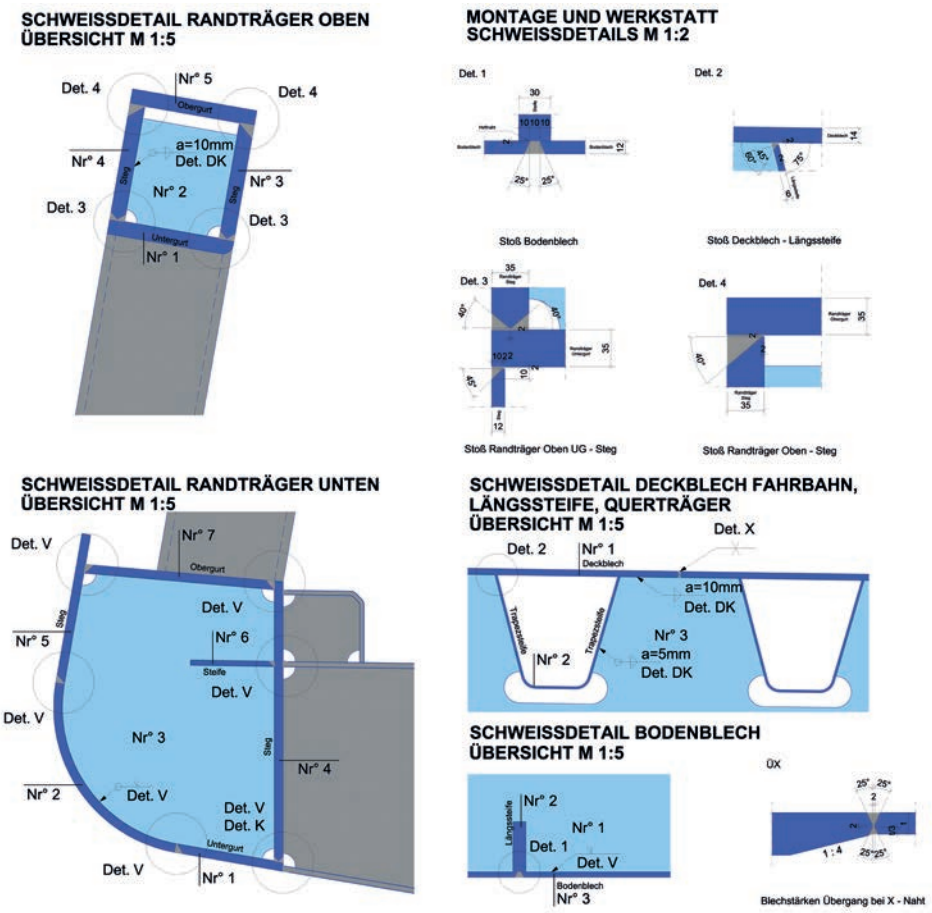
Der gesamte Bauablauf, der mögliche Ablauf zur Errichtung des Stahltragwerkes sowie das Montage- und Einhubkonzept wurden bereits in der Ausschreibungsphase konkret durchgeplant.

5.2 Tragwerksherstellung

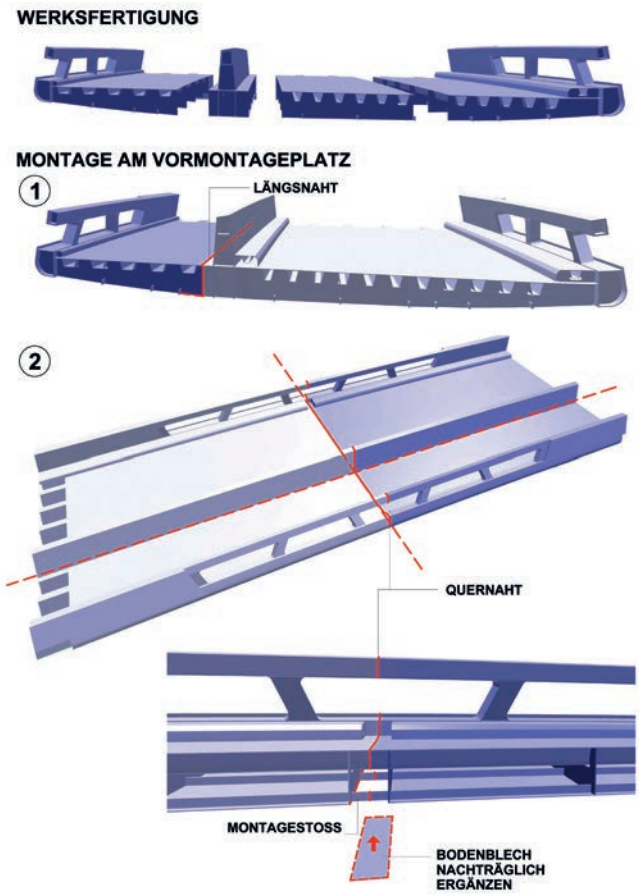
Aufgrund der geschlossenen, relativ »feingliedrigen« Querschnitte wurde die Reihenfolge des Zusammenbaus bereits in der Stahlbauführungsplanung festgelegt. Damit konnte sichergestellt werden, dass in dem im fertigen Zustand geschlossenen Querschnitt alle statisch erforderlichen Schweißnähte ausgeführt werden konnten.

Nach der Fertigung der Randträger war die Herstellung des Tragwerkes in folgender Reihenfolge geplant:

- Herstellung der Längsträger;
- Herstellung der orthotropen Platte (Deckblech inklusive Trapezsteifen);
- Herstellung der Querträger;
- Schließen des Querschnittes durch das »Bodenblech« mit einzelnen Blechstreifen und Dreiblechnähten, damit das statisch mittragende Bodenblech sowohl mit den Längsträgern und Steifen als auch mit den Querträgern verbunden werden konnte;
- Herstellung der Endquerträger inklusive der Elemente zur integralen Einbindung in die Betonwiderlager.



15 *Planung der Schweißdetails*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH



16 *Planung des Tragwerkszusammenbaus*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

5.3 Montage und Einhubkonzept

Angestrebt wurden größtmögliche Transportabmessungen, um die Schweißarbeiten vor Ort auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Die Lage des Vormontageplatzes und der Kranaufstellorte wurde bereits in der Ausschreibung, in Abhängigkeit von den vorliegenden Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel der ÖBB-Trasse mit ihren starkstromführenden »Spitzenleitungen«, definiert.

In der Planung war der Einhub der Tragwerke in zwei Teilen vorgesehen. Das heißt, sie sollten auf einem Hilfsjoch aufgelegt und anschließend verschweißt werden.

17 *Querträgermontage auf dem Deckblech*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

18 *Endquerträger des integralen Rahmenecks*
© Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH

6 Bauausführung

6.1 Unterführung und Widerlager

In der ersten Bauphase erfolgte die Herstellung des Unterführungsbauwerkes mit den Fundierungen und Widerlagerbereichen der beiden Brückentragwerke. Parallel dazu wurden Werkstattplanung und Werksfertigung des Stahltragwerkes durchgeführt.

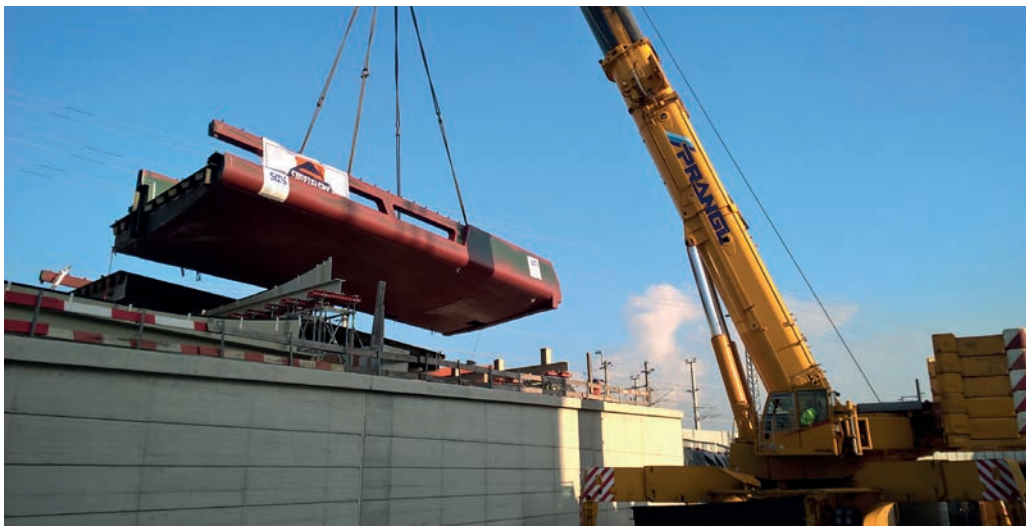
6.2 Fertigung der Stahltragwerke

Die fertigungstechnischen Abläufe und Details wurden mit der ausführenden Firma im Zuge der Werksplanungen präzisiert. Aufgrund der komplexen geometrischen Form wurden im Werk alle Teile der Stahlkonstruktion mit Hilfsschweißnähten verbunden, so dass die Maß- und Passtreue bereits frühzeitig überprüft werden konnten. Vor Beginn der Korrosionsschutzarbeiten wurde die Gesamtstruktur wieder in die für den Transport und die Größe der Beschichtungsanlage geeigneten Einzelteile getrennt.

Die wesentlichen Schritte der Werksfertigung des Stahlbaus inklusive der Korrosionsschutzarbeiten wurden von der MA 29 mit Unterstützung von Experten begleitet, um die Qualität und Dauerhaftigkeit bestmöglich sicherzustellen.

6.3 Transport, Montage, Einhub

Die Anlieferung der Stahltragwerke erfolgte in größtmöglichen Teilen, das heißt in vier Teilen bei der Kempelenbrücke und zwei Teilen beim Hüttenbrennersteg, wobei die größten von ihnen Transportabmessungen von ca. 7,00 m Breite und ca. 16,00 m Länge aufwiesen.
Gerüste zum Auflegen des Tragwerkes wurden auf den vorgesehenen Vormontageflächen hergestellt. Nach dem Antransport wurde das Montagegerüst dann inklusive des gesamten Tragwerks mit einer temperierten und klimatisierten Zeltkonstruktion eingehaust, welche die Qualität der Schweiß- und Korrosionsschutzarbeiten sicherte. Im Schutz der Einhausung erfolgte die Verbindung der Brückenteile, danach wurde der Korrosionsschutz im Bereich der Montagestöße ergänzt und die abschließende Deckbeschichtung aufgebracht.
Die ausführende Firma wählte zum Einhub der Kempelenbrücke einen Raupenkran, was erlaubte, das Tragwerk mit einem Gewicht von ca. 270 t in einem Teil einzuheben. Auf das in der Ausschreibungsplanung vorgeschlagene Hilfsjoch, welches den Einhub in zwei Teilen ermöglicht hätte, konnte damit verzichtet werden.
Der gesamte Vorgang des Einhubs war exakt geplant und begann um 1:00 Uhr nach Betriebsschluss der Straßenbahn. Bei der Kempelenbrücke wurde noch eine »Zeitreserve« bis 7:00 Uhr morgens in Anspruch genommen, wobei ab 5:00 Uhr ein Schienenersatzverkehr mit Bussen vorgesehen war.



19 *»Schwenk« vom Lkw zum Vormontagegerüst*
© Magistrat der Stadt Wien

20 21 *Kempelenbrücke: Einheben des kompletten Stahlüberbaus*
© Magistrat der Stadt Wien

6.4 Integrales Rahmeneck und Ausrüstungsarbeiten

Die integrale Verbindung des Stahltragwerkes mit dem Widerlager und die Restarbeiten wurden in folgenden Schritten vorgenommen:

- Verlegung der ergänzenden Bewehrung auf der Seite des integralen Widerlagers,
- Einbau der Lager und der Fahrbahnübergangskonstruktion auf der Seite der Bestandsmauer,
- Betonieren des Rahmeneckes,
- Herstellung der Tragwerksabdichtung,
- Asphaltierungsarbeiten,
- Montage der Geländer, der Handläufe und der seitlichen Anschlüsse zum Bestand.

6.5 Schwingungsmessung

Nach den Asphaltierungsarbeiten wurden beim Hüttenbrennersteg die geplanten Schwingungsmessungen durchgeführt. Das heißt, es kam ein dynamischer Schwingungserreger zum Einsatz, um dann mit Hilfe von Schwingungssensoren und Beschleunigungsaufnehmern die Eigenfrequenzen (Vertikal-, Horizontal- und Torsionsschwingungen) sowie Dämpfungen zu ermitteln. Zusätzlich wurden praxisorientierte Erregungen erzeugt, indem sich Personen auf der Brücke bewegten: normales Gehen, Laufen einer Gruppe sowie Laufen einer Gruppe mit dem Ziel, große Schwingungen zu provozieren.

22 *Schwingungsmessung beim Hüttenbrennersteg*
© Magistrat der Stadt Wien

Die Ergebnisse zeigten, dass die erforderlichen Komfortkriterien mit ausreichender Sicherheit eingehalten werden konnten. Der Vergleich der Rechenergebnisse mit der Praxis verdeutlichte zudem, dass die in der Literatur angegebenen und bei der Berechnung angesetzten Werte eher auf der »sicheren Seite« lagen. Das Schwingungsverhalten war in der Realität wesentlich günstiger und somit für den Nutzer komfortabler. Diese Erfahrungswerte lassen sich bei Schwingungsanalysen im Zuge zukünftiger Brückenplanungen nutzen.

7 Ausblick auf ein langes Brückenleben

Bei allen Planungsphasen und der Qualitätskontrolle während der Ausführung wurde höchster Wert auf eine dauerhafte und wartungsarme Konstruktion gelegt, um »Life Cycle Cost«-Aspekte bestmöglich umzusetzen.
Durch die angewandte semiintegrale Bauweise ist zu erwarten, dass zukünftige Wartungs- und Instandhaltungskosten für Lager und Fahrbahnübergangskonstruktionen reduziert werden können. Die Entwässerungseinläufe wurden am Ende bzw. außerhalb des Tragwerkes angeordnet, auf Entwässerungsleitungen entlang dem Tragwerk ließ sich derart verzichten. Der Korrosionsschutz wurde exakt geplant und ausgeführt, wobei großes Augenmerk auf Übergangs- und Anschlussbereiche gelegt wurde: Asphalt-Stahlrandbalken, Eckausbildungen, Anschlüsse zwischen Beton und Stahl, Geländeranschlüsse etc..

Darüber hinaus wurden folgende spezielle Aspekte für innerstädtische, intensiv genutzte Brückentragwerke berücksichtigt:

- Verwendung robuster, vandalismusresistenter Ausbauelemente, wie zum Beispiel in Edelstahlrahmen gefasster Glasscheiben. Für einen möglichen Austausch sind die Glaselemente einzeln nach innen klappbar, um Arbeiten mit schwebender Last über der darunterliegenden Straße und Straßenbahn zu vermeiden.
- Anordnung von Leuchtmitteln nur außerhalb des Greifradius von Personen.
- Wahl von widerstandsfähigen Handläufen etc.

23 *Unterführung Gudrunstraße mit fertiggestellter Kempelenbrücke*
© Fuchs Engineering

24 **25** *Kempelenbrücke in Blickrichtung Südbahnhofbrücke*
© Fuchs Engineering

Den Bewohnern der Stadt Wien konnten zwei benutzerfreundliche, sichere, langlebige und robuste Brückentragwerke als neue Verbindungsglieder zwischen dem 10. und 3. Wiener Gemeindebezirk sowie dem Stadtentwicklungsgebiet im Areal des Hauptbahnhofes zur Verfügung gestellt werden.

Nach einer Gesamtbauzeit von rund zwei Jahren wurden die beiden gelungenen Brückenbauwerke im Februar 2018 der Stadt Wien übergeben.

Autoren:
Dipl.-Ing. Andreas Hierreich
Ingenieurkonsulent für Bauingenieurwesen
Dipl.-Ing. Norbert Maderböck
Ingenieurkonsulent für Bauingenieurwesen
Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH,
Wien

Bauherr
Magistrat der Stadt Wien, MA 29 Brückenbau und Grundbau, Wien, Österreich

Gestaltungskonzept
günter mohr – architekt, Wien, Österreich

Brückenplanung
Axis Ingenieurleistungen ZT GmbH, Wien, Österreich

Prüfingenieur
Dipl.-Ing. Reinhard Joksch, Schneider-Consult Ziviltechniker GmbH, Krems, Österreich

Bauausführung
Swietelsky Baugesellschaft m.b.H., Wien, Österreich
STS Stahltechnik GmbH, Regensburg