

## Große Bauingenieursexkursion 2023 nach Paris

Die Große Bauingenieursexkursion 2023 führte in die Hauptstadt unseres Nachbarlands Frankreich, nach Paris. Die Stadt bot sich als Ziel an, da sich aufgrund der Olympiade im kommenden Jahr 2024 mit dem Grand Paris Express das größte europäische Infrastrukturprojekt in Realisation befindet und sich damit vielfältige Besichtigungsmöglichkeiten eröffneten. Insgesamt erhielten 40 Studierende des Bachelorstudiengangs Bauingenieurwesen der TU München die Möglichkeit, in Begleitung von Prof. Dr.-Ing. Cudmani und Prof. Dr. Thuro sowie drei wissenschaftlichen Mitarbeiter\*innen, im Zeitraum vom 30. Mai bis 02. Juni 2023 spannende Einblicke in die Aufgaben eines Bauingenieurs zu erhalten und mit Paris eine Stadt am Puls der Zeit zu erkunden.

Die Exkursion wurde vom Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau in Zusammenarbeit mit dem LBI Förderverein organisiert. Die Realisation der Exkursion wurde durch die großzügige finanzielle Unterstützung der TUM School of Engineering und Design, sowie von zahlreichen Unternehmen und Institutionen ermöglicht, wofür wir uns an dieser Stelle recht herzlich bedanken wollen.

Der Bericht fasst die zahlreichen Eindrücke und Erfahrungen, die während der Besichtigungen entstanden sind, zusammen und gibt einen fachlichen Einblick in die herausfordernden Arbeiten des Jahrhundertprojekts Grand Paris Express.



Abbildung 1: Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Großen Bauingenieursexkursion 2023 nach Paris

Juni 2023

Organisation und Berichtsbearbeitung: B. Bock, I. Deininger und M. Passek

Die Verfassung der Berichte erfolgte durch die Studierenden. Die Abbildungen stammen von M. Passek und von weiteren Exkursionsteilnehmenden und werden mit deren Zustimmung verwendet.

## Wir bedanken uns

Im Namen aller Studierenden, dem Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsbau und Tunnelbau sowie dem LBI Förderverein möchten wir uns herzlich bei den folgenden Unternehmen und Institutionen für Ihre finanzielle Unterstützung der Exkursion bedanken:

- Bau Industrie Bayern (Bayerischer Bauindustrieverband e.V.)
- BOHNZIRLEWAGEN GmbH & Co. KG
- DAAD: Deutscher Akademischer Austauschdienst i.V. mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung
- Herrenknecht AG
- Heinz-Peter Scholz-Stiftung
- Prof. Dr. L. Müller + Dipl.-Ing. A. Hereth Ingenieurbüro für Tunnel- und Felsbau GmbH
- NAUE GmbH & Co. KG
- SSP Sennewald + Steger Beratende Ingenieure PartG mbH
- STRABAG AG
- Stump-Franki Spezialtiefbau GmbH

**BAU** INDUSTRIE  
Bayern

**BOHNZIRLEWAGEN**



Deutscher Akademischer Austauschdienst  
German Academic Exchange Service



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



SSP Sennewald + Steger  
Beratende Ingenieure PartG mbH



# Programm

## Dienstag, 30.Mai 2023

06.51 Uhr	Abfahrt TGV nach Paris Est
14.30 Uhr	Check-In im St Christopher's Inn Gare du Nord
16.30 Uhr	<b>La Fabrique du métro</b>

## Mittwoch, 31.Mai 2023

9.00 Uhr	<b>GPE - Metro Linie 18.2 in Orsay</b> (Freyssinet)
14.00 Uhr	<b>GPE - EOLE La Défense</b> (Setec)

## Donnerstag, 01.Juni 2023

9.00 Uhr	<b>GPE – Metro Linie 17-1</b> (Implenia) Station Triangle de Gonesse,
20.00 Uhr	<b>gemeinsames Abendessen</b> im Restaurant Friends & Family

## Freitag, 02.Juni 2023

Alternative 1 9.30 Uhr – 11.30 Uhr	<b>Stade Natation St. Denis</b> (schlaich bergemann partner)
Alternative 2 9.30 Uhr – 12.00 Uhr	<b>ZAC du Parc D’Affaires</b> (urban water)
Alternative 3 9.00 Uhr – 11.00 Uhr	<b>GPE – Metro Station Saint Denis Pleyel</b> (Eiffage)
15.21 Uhr – 20.56 Uhr	Abreise über Karlsruhe Hbf nach München Hbf

## La Fabrique du Métro

Bei der Besichtigung der „La Fabrique du Métro“ wurden wir über das Projekt "Grand Paris Express" informiert. Dabei handelt es sich um eine Erweiterung des bestehenden Metro- und RER-Netzes um ca. 200 km neue Strecken bis zum Jahr 2030. Im Zuge des Projekts sollen insgesamt 68 neue Bahnhöfe gebaut bzw. bestehende Métro- und RER-Stationen umgebaut und erweitert werden. Das Planungskonzept: Die neuen Linien bzw. der Ausbau bestehender Verbindungen sollen die Region stärker netzförmig, also um Paris herum, verbinden. Auf diese Weise sollen die Nachteile der Verkehrsstruktur ausgeglichen werden, die traditionell sternförmig auf die Kernstadt Paris ausgerichtet ist.



Abbildung 2: Besichtigung der „La Fabrique du Métro“

Ein Mitarbeiter führte uns durch die Ausstellung. Er startete mit den grundlegenden Eckdaten wie der Streckenführung und den Dimensionen des Großprojektes. Im Anschluss wurde anhand eines Modells einer Herrenknecht Tunnelbohrmaschine der generelle Ablauf der Tunnelherstellung erklärt. Zudem sind einzelne Original-Maschinenelemente wie die Schneidrollen (Disken) oder Schälmesser ausgestellt.

Mehrere Bereiche eines Bahnhofs wurden rekonstruiert, darunter ein 25 Meter langer Teil eines Bahnsteigs. Die Modellbereiche zeigen, wie die neuen Metro-Züge und -Stationen gestaltet werden sollen, von dem Design der Sitzgelegenheiten in den Stationen bis hin zur Raumaufteilung in den Metro-Bahnen selbst. Einige Filmsequenzen fassten abschließend den Bau von einigen Tunnelabschnitten und Metrostationen zusammen.



Abbildung 3: Gruppenfoto der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

## GPE - Metro Linie 18.2 in Orsay (Freysinet)

Die Baustelle liegt südwestlich von Paris und ist Teil des Großbauprojekts „Grand Paris Express – Le nouveau Metro“. Die Besonderheit der Linie 18.2 in diesem Abschnitt ist, dass sie im Gegensatz zum Großteil des Pariser Metro Systems nicht unterirdisch verläuft. Hierbei handelt es sich um eine Brücke in querorientierter Fertigteilbauweise und interner Vorspannung mit nachträglichem Verbund. Bei dieser Bauweise wird der Überbau aus Fertigteilsegmenten, quer zur Längsrichtung, hergestellt. Die Stahlbeton-Fertigteile werden von einem Montageträger abgehängt und vor Ort mit einem Klebstoff zusammengefügt. Sobald alle Segmente einer Stützweite eingebaut sind, werden Vorspannkabel eingezogen und über eine interne Vorspannung miteinander verspannt. Die Rüstungskonstruktion, an welcher die Fertigteile abgehängt werden, liegt links und rechts auf den Pfeilern des gerade realisierten Abschnitts auf und kann anschließend zum nächsten Abschnitt verfahren werden. Die Produktivität liegt in etwa bei 2 Stützweiten pro Woche.



Abbildung 4: Besichtigung des Viadukts der Metro-Linie 18.2

Während unseres Besuchs hatten wir die Möglichkeit, die Montageschritte live mitzuerleben und den Baufortschritt mit eigenen Augen zu beobachten. Die meisten von uns waren sichtlich beeindruckt, mit welcher Routine und Geschwindigkeit der Prozess von statten ging. Das Highlight für alle war jedoch, oben auf dem Montageträger zu stehen und die Arbeiten von dort zu beobachten, als auch den bereits fertiggestellten Teil der Brücke zu begehen.



Abbildung 5: Fertigsegmente des Bauabschnitts und vorgespannte Zugseile

## GPE - EOLE La Défense (Setec)

Am 31.05.2023 hatten wir die Gelegenheit, die Baustelle der neuen Haltestelle der Linie RER E im Pariser Stadtteil La Défense zu besichtigen. Die Besichtigung wurde von einem Mitarbeiter der Firma Setec, einem renommierten französischen Ingenieurbüro, geleitet. Die Exkursion begann mit einer detaillierten Vorstellung des Projekts. Der Ingenieur erläuterte die Hintergründe und Herausforderungen beim Bau und Planung der neuen Haltestelle. Eine Besonderheit war, dass die Haltestelle unterhalb des Einkaufszentrums CNIT gebaut wurde. Um dies zu ermöglichen, musste zunächst eine neue Gründung für das Einkaufszentrum CNIT geschaffen werden. Diese technische Herausforderung wurde durch die Verwendung von Mikropfählen und Bohrpfählen gemeistert. Dabei wurden die Lasten aus dem ikonischen Schalentragwerk im ersten Schritt von dessen Fundamenten auf die Mikropfähle übertragen. Anschließend wurde zwischen diesen mit dem Aushub begonnen und die ursprünglichen Fundamente abgebrochen. Im nächsten Schritt wurden die Lasten auf neu betonierten Unterzüge übertragen. Im letzten Schritt wurden die Lasten mithilfe von Hydraulik allmählich auf die neu erstellten Pfeiler mit einem Durchmesser von mehreren Metern übertragen. Anschließend konnte mit dem eigentlichen Aushub der Station mit einer Tiefe von ca. 30 Metern begonnen werden. Nach der Projektvorstellung begaben wir uns zur eigentlichen Baustelle. Nachdem der Rohbau bereits abgeschlossen war, fanden dort ausschließlich Arbeiten im Ausbau und der technischen Ausstattung des Bahnhofs statt. So sahen wir beispielsweise Arbeiten am Bodenbelag, Wand- und Deckenverkleidung sowie den Personenbeförderungsanlagen. Schon beim Betreten beeindruckte die anspruchsvolle und hochwertige Architektur. Die hohen Decken verliehen der Haltestelle ein Gefühl von Großzügigkeit und schufen einen angenehmen Haltestellen- und Aufenthaltsbereich. Abschließend lässt sich festhalten, dass die Besichtigung der Baustelle eine äußerst interessante und lehrreiche Erfahrung war. Das Projekt beeindruckte durch seine technische Komplexität und die gelungene Verbindung von Architektur und Funktionalität. Die neue Haltestelle und der damit verbundene Ausbau der Linie RER E ist zweifellos eine Bereicherung für den Pariser ÖPNV.



Abbildung 6: Besichtigung der Metro-Station La Defense

## GPE – Metro Linie 17-1 (Implenia)

Am Donnerstag, den 01. Juni 2023, haben wir den Bau der Metro Station „Triangle de Gonesse“ im Nordosten von Paris besucht. Die U-Bahn-Station ist Teil des Los 1 der neuen Metro Linie 17 Nord des Grand Paris Express, die den Flughafen „Le Bourget“ und die gleichnamige Gemeinde ans Metro-Netz anschließt. Auftragnehmer ist die Arbeitsgemeinschaft AVENIR, die sich aus dem Bauunternehmen Implenia, Demathie Bard constructions, Royal BAM Group und Pizzarotti zusammensetzt.

Der Bauabschnitt umfasst einen rund 6 km langen Tunnel, die zwei Bahnhöfe „Le Bourget“ und „Triangle de Gonesse“, sowie 7 weitere Schächte, die als Lüftungs- und Evakuierungsschächte dienen. Der Tunnelvortrieb geschieht mittels TBM-Vortrieb mit Erddruckschild und anschließendem Tübbingausbau. Der Tunnel wird vorwiegend in Beauchamp Sanden durchgeführt. Aufgrund eines Problems mit einem Förderturm war die TBM zur Zeit der Besichtigung außer Betrieb.



Abbildung 7: Baustelle der Metro-Station Triangle de Gonesse

Die Station „Triangle de Gonesse“ selbst, wird in offener Bauweise gebaut. Der Schacht wurde mittels Schachtabsenkanlage VSM (vertical shaft sinking machine) erstellt. Die in der Baugrube zu erkennenden hohen vertikalen, nach oben abgeschrägten Stahlbetonmauern dienen zur Aufnahme und Abtrag des später entstehenden Erddrucks. Im Zuge der Führung konnten zudem das Lüftungs- sowie Wasserversorgungssystem der TBM, sowie die gelagerten Tübbinge des späteren Metrotunnels, aus der Nähe betrachtet werden.



Abbildung 8: Tübbing-Lager für Linie 17-1

## ZAC du Parc d'Affaires (urban water)

Am 02. Juni 2023 besichtigten wir das neue nachhaltige Stadtviertel „Quartier Seine Ouest – ZAC Parc d'Affaires“. Das Wohngebiet liegt direkt an der Seine, womit ein Risiko von Überschwemmungen bei Hochwasser verbunden ist. In diesem Projekt hat man sich beim Hochwasserschutz bewusst gegen einen Dammbau entschieden und stattdessen das Viertel so konzipiert, dass eine Überflutung keinen Schaden anrichten kann. Anstelle das Wasser zurückzuhalten, bindet man es wieder in den natürlichen Wasserkreislauf ein. Dies ist bereits das erste von drei Zielen, welche sich die Stadtplaner gesetzt haben. Neben dem Hochwasser sollen auch Regenwasser und Starkregen in den natürlichen Wasserkreislauf zurückgeführt werden, was während der Besichtigung erläutert wurde:

Zunächst führte uns die Besichtigung in einen Bereich, der bereits vor rund 15 Jahren errichtet wurde. Durch ein minimales Gefälle des Geländes wird das anfallende Wasser in ein Retentionsbecken geleitet. Dadurch wird verhindert, dass das Wasser in die Erdgeschosswohnungen umliegender Gebäude gelangen kann. Die Tiefgaragen dienen bei Hochwasser als Wasserspeicher. Sobald der Wasserpegel wieder seinen normalen Stand erreicht, wird das gespeicherte Wasser in den Fluss zurückgeleitet. Zudem wurden die Dächer der Häuser mit Regenrückhaltebecken ausgestattet. Dadurch wird eine gedrosselte Wasserabgabe in die Kanalisation gewährleistet. Das Retentionsbecken wurde durch Versickerungsmulden in das Stadtbild eingebunden.



Abbildung 9: Stadtviertel „Quartier Seine Ouest – ZAC Parc d'Affaires“

Anschließend haben wir das sich noch im Bau befindende Stadtviertel besichtigt. Hervorzuheben ist dort die intensive Dachbegrünung. Die Dächer wurden für Gärten und sogar für größere Bäume ausgelegt. Hierdurch werden eine Wasserspeicherung und eine Rückführung des Wassers in den Wasserkreislauf durch Evaporation ermöglicht. Zudem wurden die öffentlichen Flächen hinsichtlich Wasserdurchlässigkeit durch beispielsweise offenporige Steine und kleine Grünstreifen weiter optimiert.

Dieses Projekt zeigt eine zukunftsorientierte Lösung für den Schutz vor Hochwasser auf, die aufgrund des häufiger auftretenden Hochwasser- und Starkregeneignisse an Bedeutung gewinnen wird.

## GPE – Metro Station Saint Denis Pleyel (Eiffage)

Am letzten Tag der Bauingenieurexkursion durfte ein Teil der Gruppe die Metrostation Saint Denis Pleyel besichtigen. Zu Beginn bekamen wir eine einstündige Präsentation über das Projekt GPE, die Fachgebiete der Fa. Eiffage und schließlich eine kurze Einführung über den bisherigen Fortschritt des Bauabschnitts.

Nach der Vorbesprechung ging es in die Baugrube zur Besichtigung der laufenden Bauarbeiten. Das Besondere an diesem Bauabschnitt waren die bis zu 51 m tiefen Schlitzwände, die die Firma Bauer errichtet hatte. Zudem war interessant zu sehen, dass zuerst die Tunnelbohrmaschine durchs Erdreich fuhr und anschließend erst die Baugrube ausgehoben wurde. Aufgrund des dauerhaft herrschenden Erd- und Wasserdrucks wurde die Baugrube immer wieder mit Beton- oder Stahlquerschnitten horizontal ausgesteift. Da die angrenzende Metrostation in ständiger Nutzung war, war eine dauerhafte Überwachung mittels Tachymeter von großer Bedeutung. Der maximal zulässige Wert der Horizontalverschiebung vor Alarmauslösung betrug dabei 10 mm.



Abbildung 10: Metro-Station Saint Denis Pleyel und Startbaugrube für die TBM

Zum Zeitpunkt unseres Besuchs waren die Aushubarbeiten gerade an der Oberfläche des Tunnels angelangt. Uns wurde daraufhin erklärt, dass im nächsten Schritt die Tübbinge aufgebrochen werden und der Tunnel aus Stabilitätsgründen zunächst mit Erdreich gefüllt wird, um die Stabilität zu gewährleisten. Anschließend kann der Abbruch des bestehenden Tunnelabschnittes erfolgen und mit den weiteren Schritten zur Errichtung der Station begonnen werden. Nachdem wir diese Baugrube verlassen hatten, wurde uns die ca. 500 m entfernt liegende Kaverne gezeigt, welche der Startpunkt der Tunnelbohrmaschine war.



Abbildung 11: Gruppenbild der Besichtigungsteilnehmerinnen und Teilnehmer

## Stade Natation St. Denis (schlaich bergermann partner)

Am letzten Tag der großen Bauingenieursexkursion 2023 besichtigte eine Gruppe der Studierenden die Baustelle des neuen Schwimmstadions in St. Denis für die bevorstehenden Olympischen Spiele 2024 (Centre Aquatique Paris 2024). Zu unserer großen Freude führte uns Andreas Pfadler, der Associate Director für den Standort Paris vom Ingenieurbüro Schlaich Bergermann Partner (sbp), über die Baustelle. Da er maßgeblich bei der Planung, Berechnung und Bauüberwachung dieses Projektes beteiligt ist, konnte er uns spannende technische Einblicke geben.

Bereits von außen wurden wir von einem imposanten Anblick des Stadions begrüßt. Zum Zeitpunkt unserer Besichtigung war der Rohbau der Halle und der Dachkonstruktion bereits abgeschlossen und die Fassade zu Teilen montiert. Die Führung von Andreas Pfadler ermöglichte es uns die architektonische und statische Struktur des Schwimmstadions, das sich besonders durch die weitspannende Dachkonstruktion aus konkav hängenden Holzbindern auszeichnet, zu verstehen. Diese gezielt gewählte Form des Daches ermöglicht eine Reduzierung des Hallenvolumens, wodurch der Energieaufwand für die Beheizung verringert wird. Wir konnten die Holzbinder von nahem betrachten, den Sprungturm begehen und uns verschiedene Konstruktionsdetails, wie beispielsweise den komplexen Anschluss des recht verformbaren Holzdaches an die starre Fassade, ansehen. Andreas Pfadler erläuterte dabei welche Herausforderungen es bei der Planung und Ausführung des Projektes gab und beantwortete all unsere Fragen. Auch ein kurzer Blick auf das Dach von außen wurde uns gewährt. Von dort aus konnte man die geschwungene Form besonders gut erkennen.

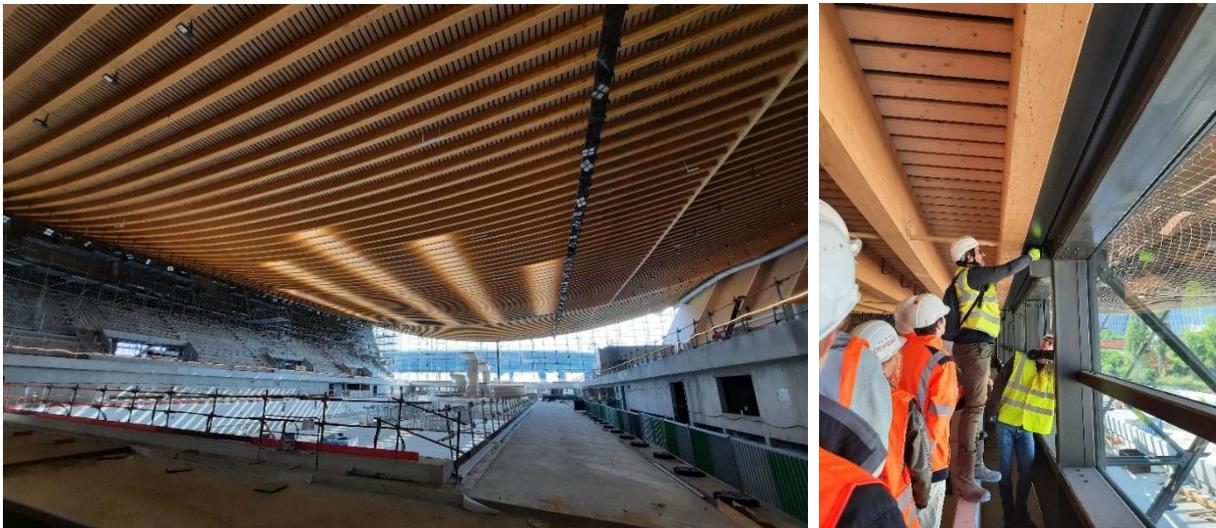


Abbildung 12: Stade Natation St. Denis und bewegliche Fassadenlagerung

Am Ende der Besichtigung konnten wir noch die Stahlbrücke, die als Verbindung des Schwimmstadions mit dem Fußballstadion Stade de France dient, betrachten. Auch diese gehört zum Bauprojekt und wurde von Schlaich Bergermann Partner geplant. Insgesamt war diese Baustellenbesichtigung eine äußerst interessante Erfahrung mit wertvollen und detailreichen technischen Einblicken.