

Neubau der U-Bahnlinie U5 vom Alexanderplatz zum Brandenburger Tor



Das Vorhaben

Für die fehlende Verbindung der U-Bahn-Linie U5 bzw. U55 zwischen den Bahnhöfen Alexanderplatz und Brandenburger Tor ist als Lückenschluss vorgesehen, die bestehenden Tunnelanlagen am Berliner Rathaus mit dem vorhandenen Bahnhof Brandenburger Tor zu verbinden. Damit erhält Berlin-Mitte mit der U5 einen direkten Anschluss an den Hauptbahnhof und die Wohngebiete im Ostteil der Stadt.

Die Maßnahme umfasst den Neubau von drei Bahnhöfen und einer verbindenden zweigleisigen Tunneltrasse, die im Schildvortrieb erstellt wird. Sie besteht aus dem Anschluss an die vorhandene Abstellanlage am Berliner Rathaus, dem Bahnhof Berliner Rathaus (BRH), der anschließenden Gleiswechselanlage (GWA), dem Bahnhof Museumsinsel (MUI), dem Bahnhof Unter den Linden (UDL), dem Anschluss an den Bahnhof Brandenburger Tor (BRT) und den dazwischen liegenden Streckenabschnitten.



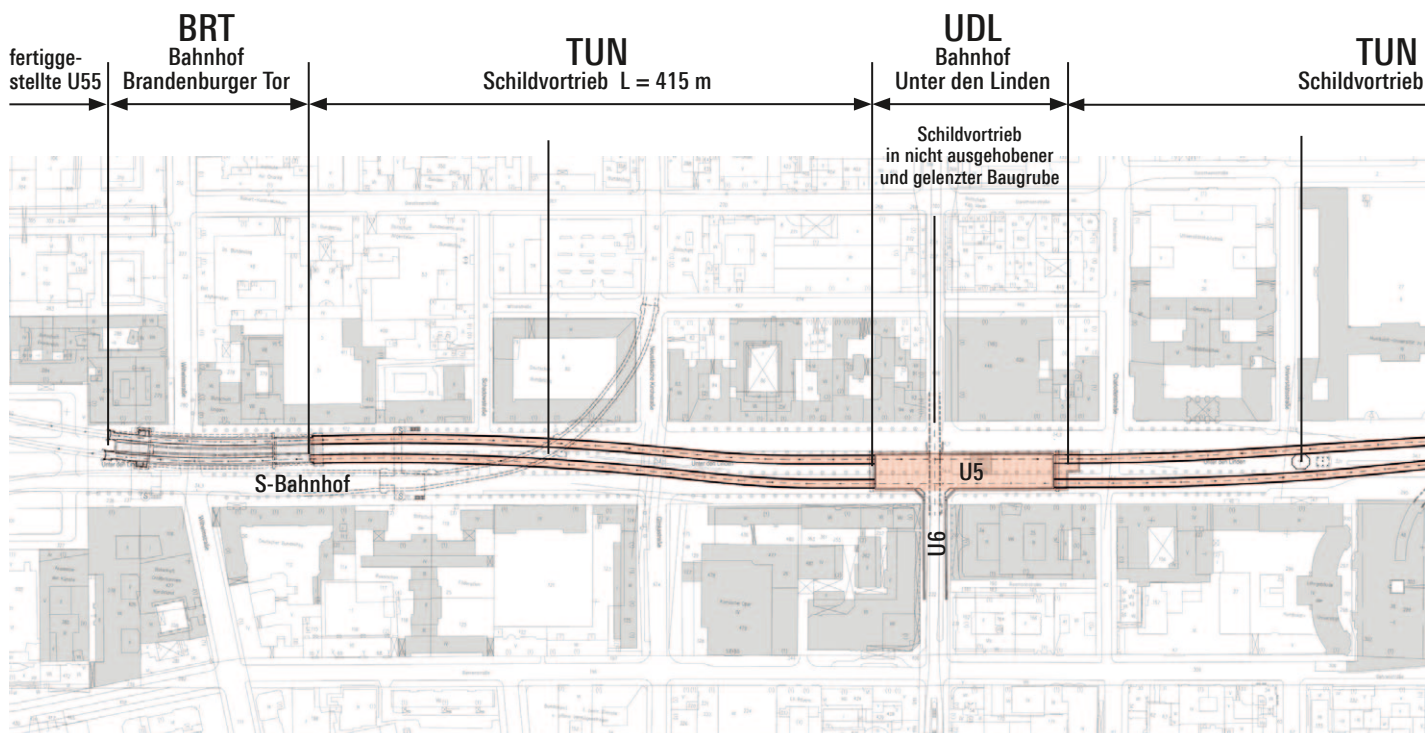
Unterquerung S-Bahntunnel



Unterquerung U6 Kreuzungsbahnhof U5/U6



Reiterstandbild Friedrich der Große



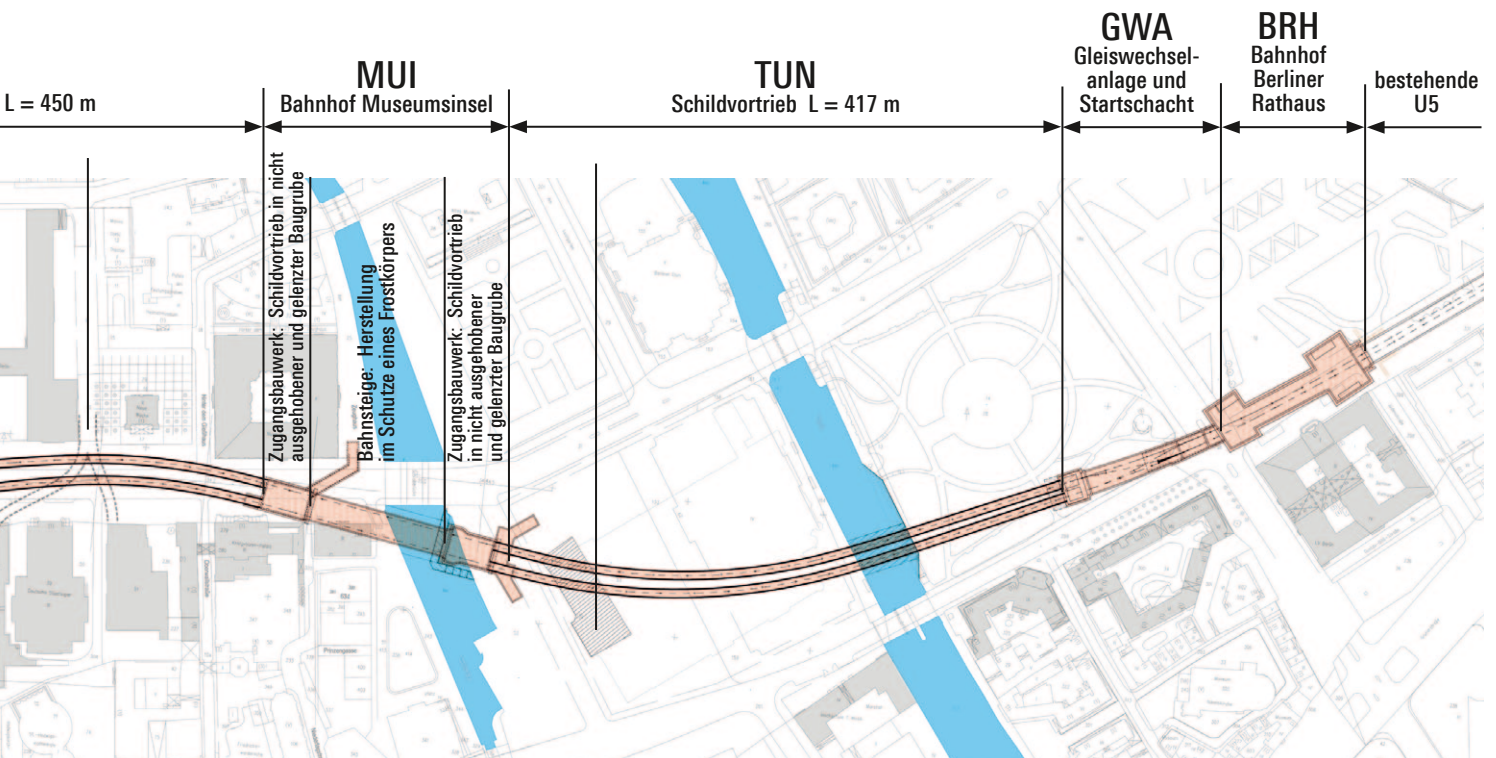
Die neue U-Bahnlinie führt in zwei eingleisigen Tunneln vom neuen Bahnhof BRH aus unter der Spree entlang, unter dem zukünftigen neuen Berliner Schloss (Humboldt-Forum), unter dem Spreekanal und unter der Straße Unter den Linden zum bestehenden Bahnhof BRT.

Die gesamte Baustrecke ist ca. 1,9 km lang.

Unterquerung Lindentunnel



Hindernis alte Holzfahrlgründung



Der Schildvortrieb

Die Tunnelvortriebe beginnen im Startschacht in der GWA, die an den Bahnhof BRH anschließt und enden vor dem Bahnhof BRT. Die jeweils 1,6 km langen Tunnel werden im Schildvortrieb mit einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) mit einer flüssigkeitsgestützten Ortsbrust aufgeföhren. Der Innendurchmesser der Tunnelröhren betröhgt 5,70 m.

Die Tunnelröhren werden mit Stahlbeton-Block-Tübbings mit einer Dicke von 35 cm ausgekleidet. Die konische Ringbreite betröhgt i.M. 1,5 m. Die Dichtung der Tübbingfugen erfolgt mit einem in einer Nut eingebetteten geschlossenen Elastomerrahmen und ist auf einen maximalen Wasserdruck von 3,0 bar bemessen.

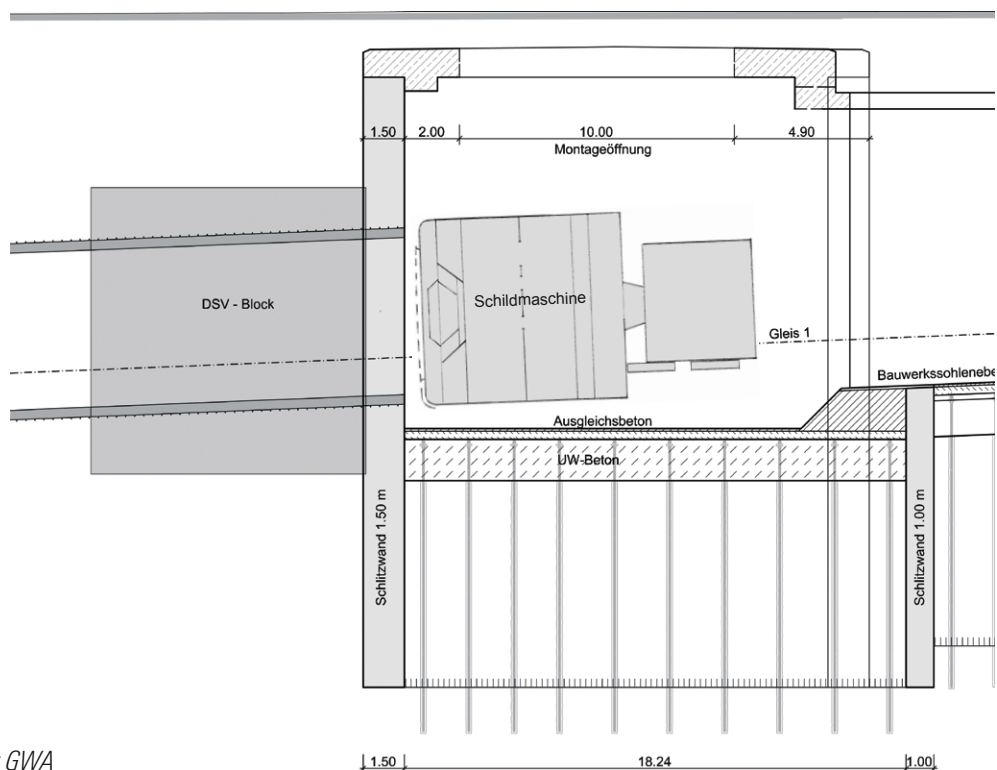
Es ist der Einsatz von einer TVM für das Aufföhren der beiden Röhren vorgesehen.

Die Herstellung der Baugrube für den Startschacht im Bereich der GWA erfolgt in Schlitzwandbauweise mit einer Unterwasserbetonsole. Die für den Anfahrvorgang zu durchhörternde Baugrubenwand wird im Bereich des Ausbruchquerschnitts mit Glasfaserbewehrung hergestellt.

Für den Anschluss ist ein redundantes Dichtungssystem bestehend aus Anfahrtopf mit Lippendichtungen, aufblasbarer Notdichtung und aus einem erdseitig vor der Schlitzwand hergestellten Dichtblock (DSV-Körper) vorgesehen.

Die Vortriebe erfolgen nach der Herstellung der Baugrubenumschließungen für die Bahnhofsköpfe MUI und den Bahnhof UDL vor dem Lenzen und dem Aushub der Baugruben.

Der Schildvortrieb unterfährt die Spree, das künftige Humboldt-Forum, den Spreekanal, das Bertelsmann-Gebäude, den Lindentunnel, das Reiterstandbild Friedrich des Großen und den S-Bahn-Tunnel im Bereich der Straße Unter den Linden. Die Unterföhren der Gewässersohlen erfordern wegen des geringen Abstands der Gewässersohlen vom Ausbruchquerschnitt von nur ca. 6 m eine Ballastierung der Gewässersohlen mit Stahlplatten oder Schwerbetonfertigteilen unter Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs.



Längsschnitt Startschacht GWA

Anschluss Brandenburger Tor

Die Tunnelröhren schließen an die östliche Baugrubenwand des Bahnhofs Brandenburger Tor an. Der Bahnhof wurde dort als Stahlbetonbauwerk im Schutz von Schlitzwänden erstellt. In der östlichen Stirnwand des Bahnhofs wurden bereits Fugenbänder eingebaut und verwahrt. Diese ermöglichen zusammen mit einem Übergangsblock den wasserdichten Anschluss der Tunnelauskleidung an die bestehende Stirnwand. Hierzu wird die für die Einfahrt der TVM vorgesehene unbewehrte Schlitzwand durch einen DSV-Körper mit einer Länge von ca. 6 m ergänzt.

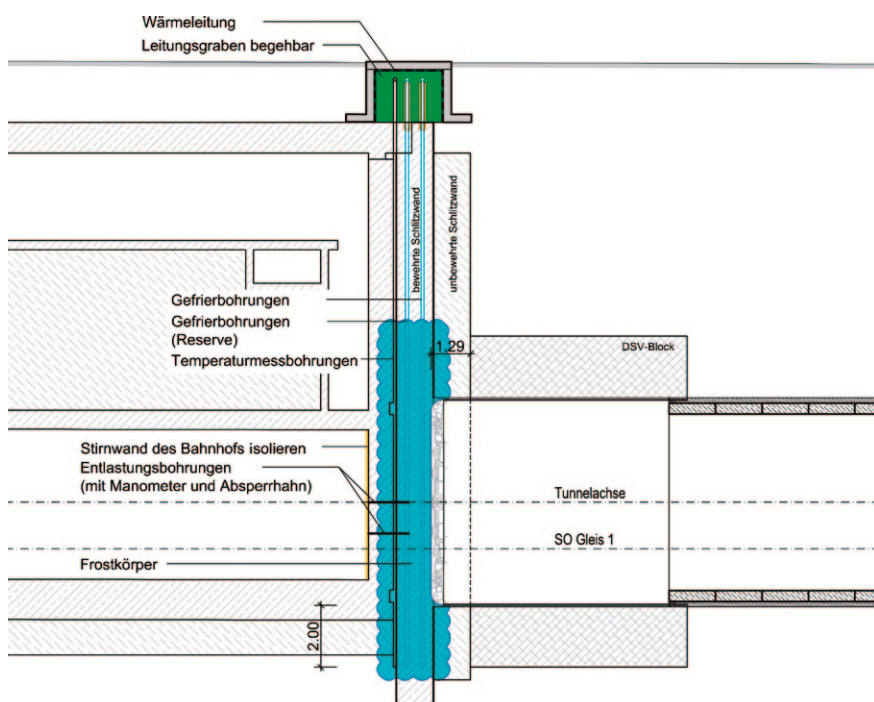
Der Rückbau und die Bergung der TVM ist aus betrieblichen und sicherheitstechnischen Gründen vom Bahnhof aus nicht möglich, ebenso der Durchschlag vom Bahnhof aus. Daher kann der Durchschlag der Tunnelröhren in den Bahnhof hinein erst nach dem Rückbau der TVM erfolgen.

Die TVM fährt in den DSV-Körper und die unbewehrte Schlitzwand soweit hinein, dass ein sicheres Andichten der TVM möglich ist. Rund um den Schildmantel ist nacheinander unter Druckluft der Spalt im Schneidenraum und der Schildmantel sowie atmosphärisch der Spalt zwischen Schildschwanz und letztem Tübbingring abzudichten.

Bevor die Druckluftbeaufschlagung zurückgenommen wird, muss von Geländeoberkante aus ein Frostkörper hergestellt werden, der es ermöglicht, die wasserführende Fuge zwischen Stirnwand und bewehrter Schlitzwand, die herstellungsbedingten Schlitzwandlamellenfugen und die Fuge zwischen bewehrter und unbewehrter Schlitzwand abzudichten. Hierzu werden Gefrier- und Temperaturmessbohrungen in zwei hintereinanderliegenden Reihen in der bewehrten Schlitzwand als Kernbohrungen abgeteuft. Erst wenn alle Fugen dicht sind, kann mit dem Rückbau der TVM begonnen werden.

Die TVM wird nach Ankunft am Bahnhof BRT rückgebaut und zum Startschacht zurücktransportiert. Der Schildmantel verbleibt. Nach erneuter Montage der TVM kann das Gleis 2 aufgefahren werden. Die TVM wird dann bei Ankunft am Bahnhof BRT in gleicher Weise rückgebaut und zurücktransportiert.

Der Restvortrieb zur Durchörterung der Schlitzwand erfolgt „von Hand“ im Schutze des Frostkörpers. Hierbei ist dessen Temperatur durch entsprechende Anordnung der Gefrierrohre am Ausbruchsrand aufrechtzuhalten. Die in der Stirnwand verwahrten Fugenbänder werden freigelegt und in den Übergangsblock der Tunnelinnenschale einbetoniert. Danach erfolgt der Tunneldurchbruch in den bestehenden Bahnhof.

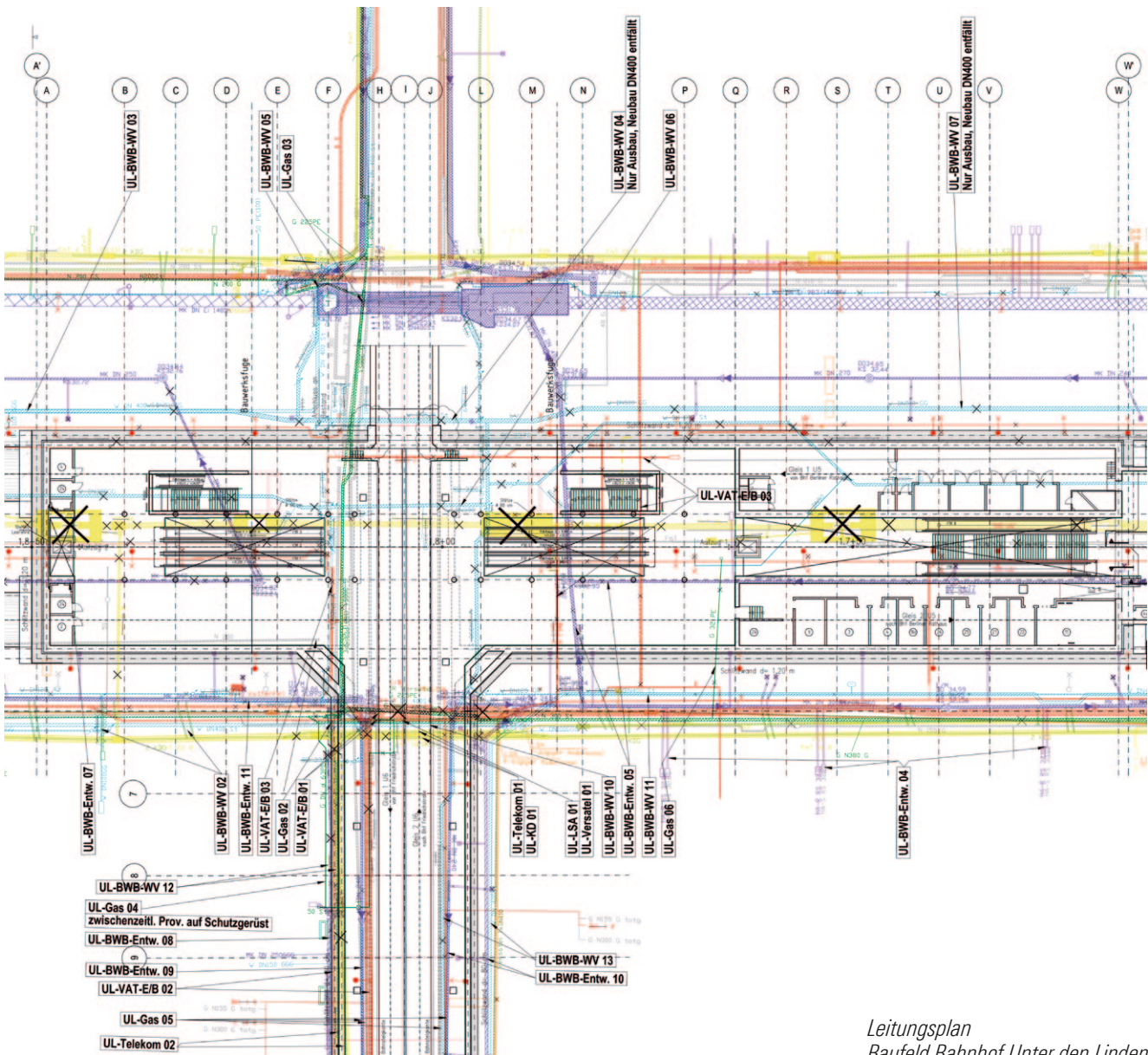


Bauen im innerstädtischen Bereich

Der Neubau der U5 im Zentrum Berlins erfordert außer den konstruktiven und technologischen Besonderheiten bei der Unterquerung der bestehenden Gewässer und Annäherung an bestehende Gebäude zusätzliche Maßnahmen, im Besonderen bei der Baufeldfreimachung und bauzeitlichen Verkehrs- sowie Logistikplanung.

Exemplarisch werden hier genannt der Bereich des neuen Kreuzungsbahnhofs Unter den Linden und die Querung der Spree einschließlich Anlage eines Umschlaghafens für die Baustofftransporte.

Zur Aufrechterhaltung des Individualverkehrs auf der Straße Unter den Linden und um die problemlose Erreichbarkeit der Randbebauung sicherzustellen, ist eine abschnittsweise Bau- durchführung in Baufeldern notwendig.



*Leitungsplan
Baufeld Bahnhof Unter den Linden*

Die Bahnhöfe

Bahnhof Berliner Rathaus

Der Bahnhof BRH liegt in unmittelbarer Nähe zum Berliner Roten Rathaus. Er beinhaltet den Anschluss an die sich in Betrieb befindlichen Tunnel-Abstellanlage der bereits bestehenden Strecke der U5. Im weiteren Verlauf des Bahnhofs nach Westen ist die GWA vorgesehen.

Gleiswechselanlage

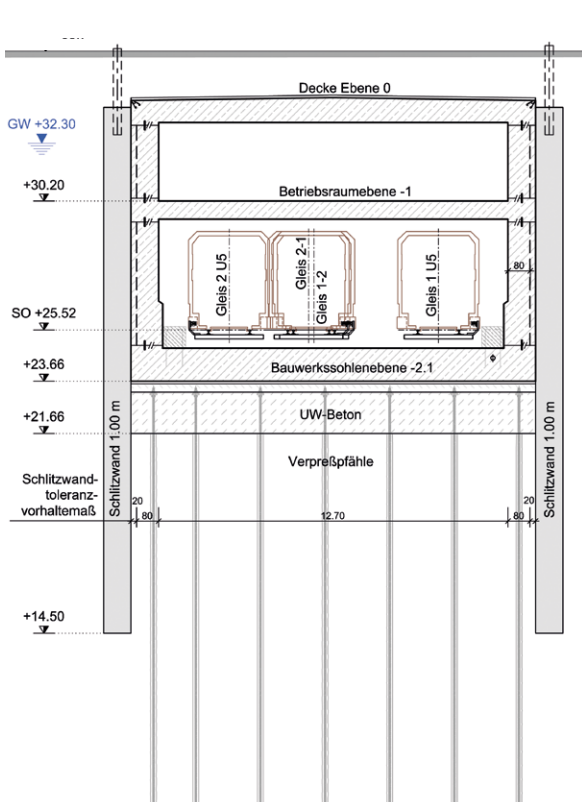
Am westlichen Ende der GWA wird im Zuge des späteren Ausbaus ein Wehrtor in einer Wehrkammer untergebracht, das im Fall einer Havarie im Bereich der Spreequerung des U-Bahn-Tunnels die östlich gelegenen Teile der Anlagen vor einer Überflutung schützen. Im Bereich der Wehrkammer und den anschließenden Blöcken ist der Startschacht für den Tunnelvortrieb angelegt.

Wegen der Notwendigkeit der Aufrechterhaltung des Individualverkehrs auf der Spandauer Straße ist die Herstellung in zwei Bauabschnitten geplant.

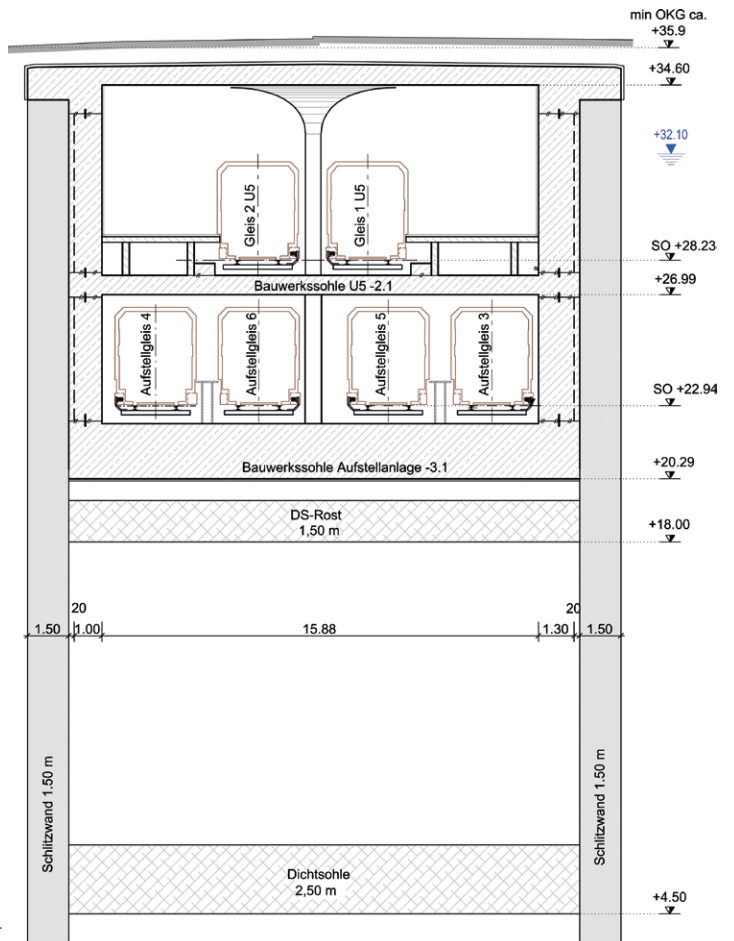
Der erste Bauabschnitt beinhaltet im Wesentlichen die GWA, der zweite Bauabschnitt den Bahnhof BRH.

Die GWA wird in offener Bauweise mit Schlitzwänden und einer mit Verpresspfählen verankerten Unterwasserbetonsohle errichtet.

Die GWA ist teilweise zweigeschossig (Wehrkammer und anschließende Blöcke), teilweise eingeschossig beim Übergang zum Bahnhof BRH geplant.



Querschnitt
Gleiswechselanlage



Querschnitt Bahnhof

Bahnhof

Der Bahnhof BRH beinhaltet folgende drei Ebenen:

- Die untere Ebene des Bahnhofs schließt an die untere Ebene des Bestandstunnels an. Vier Gleise des Bestandstunnels werden in den neuen Bahnhof fortgeführt und dort als Abstellanlage genutzt. Diese dient als Ersatz für die im Bestandstunnel entfallende Abstellanlage.
- Die Seitenbahnsteige der U5 liegen in einer Tiefe von ca. 7 m unter GOK. Mit Geh- und Fahrtreppen werden die Verteilerebenen bzw. Bahnhofsausgänge erreicht.
- Die Verteilerebene überspannt im westlichen und östlichen Bahnhofsbereich die Bahnsteigebene und verbindet die beiden Seitenbahnsteige der U5.

Aufgrund von Sicherheitsüberlegungen wird das Bauwerk in verschiedene Baufelder eingeteilt.

Die Herstellung erfolgt teilweise in offenen Baugruben mit einer Schlitzwandumschließung, einer tiefliegenden DSV-Sohle und einem knapp unter der Baugrubensohle liegenden Aussteifungsrost. Aussteifungs- bzw. Rückverankerungsebenen stützen die Schlitzwände ab.

Bahnhof Museumsinsel

Der Bahnhof beginnt am östlichen Spreekanalufer und endet im Bereich des Kronprinzenpalais. Das Bauwerk besteht aus zwei Bahnhofsköpfen von maximal 43 m Länge mit den zugehörigen Zugängen und Verteilerebenen sowie dem dazwischenliegenden Bahnsteigbereich.

Die Bahnhofsköpfe werden in Deckelbauweise mit Schlitzwandumschließung und einer tiefliegenden DSV-Sohle hergestellt. Zusätzlich ist ein knapp unter der Aushubsohle angeordneter DSV-Aussteifungsrost geplant. Zwischenaussteifungen sind als Stahlkonstruktion ausgeführt.

Um die Emission vor dem Rathaus zu minimieren, findet überwiegend auch die Deckelbauweise Anwendung mit Schlitzwänden und Primärstützen.

Der dichte und gleichzeitig elektrisch isolierende Anschluss des Bahnhofs BRH an den Bestandstunnel wird im Schutz von Untergründinjektionen ausgeführt. Auf den Anschluss der bituminösen Dichtungsbahnen des Bestandstunnels wird besondere Sorgfalt verwandt.

Als Besonderheiten können genannt werden:

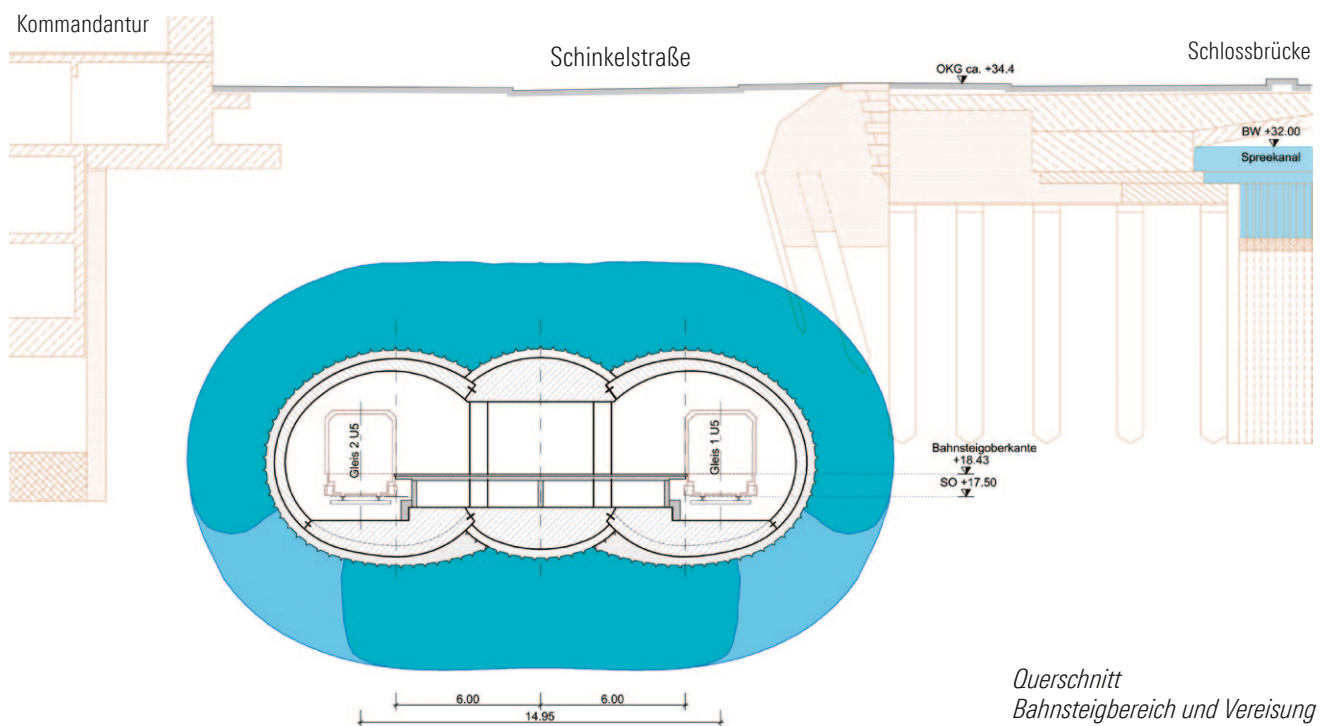
- Die Anordnung der Ausgangssituationen musste auf die angetroffenen archäologischen Funde Rücksicht nehmen. Die Anordnung eines „archäologischen Fensters“ ist vorbereitet.
- Es ist ein anspruchsvolles Gestaltungskonzept für die Bahnsteighalle mit eindrucksvollen Pilzstützen vorgesehen.
- Bedingt durch die vorhandenen Randbedingungen muss mit geringen Überdeckungen und großen Schlankheiten gearbeitet werden.
- Der spätere Anschluss einer U-Bahnlinie U3 wird berücksichtigt.

Der Durchfahrtsvorgang für die TVM erfolgt in analoger Form wie beim Anfahrtsvorgang im Bereich der GWA.

Die Bahnsteighalle liegt im Bereich des Spreekanals und wird nach Durchfahrt der Tunnelvortriebsmaschinen im Schutz eines Frostkörpers in bergmännischer Spritzbetonbauweise hergestellt. Die minimale Überdeckung zwischen Frostkörper und Spreekanalsohle beträgt ca. 4,50 m. Der Frostkörper wird von beiden Bahnhofsköpfen aus mittels Bohrungen von 85 m Länge (gesteuert) bzw. 25 m (nicht gesteuert) aufgebaut. Die plangemäße statische Dicke des Frostkörpers beträgt 2,0 m.

Die Bahnsteighalle wird in einem dreizelligen Querschnitt, bestehend aus einem Mittel- und zwei Seitenstollen, ausgebrochen. Zunächst wird der Mittelstollen in abgestuftem Vollausbau in Spritzbetonbauweise aufgeföhrt. Anschließend wird das Bauwerk im Bereich des Mittelstollens vollständig hergestellt. Danach werden die Seitenstollen in glei-

cher Bauweise aufgeföhrt. Der Vortrieb der Seitenstollen erfolgt im Zuge einer Querschnittsaufweitung des bereits erstellten Schildvortriebs mit kontinuierlichem Abbruch der Tübbingröhren in Teilflächen. Nachfolgend werden die bewehrten Innenschalen in den Seitenstollen hergestellt und kraftschlüssig mit dem Ausbau des Mittelstollens verbunden.



Bahnhof Unter den Linden

Im Bahnhof UDL kreuzt die neue U-Bahnlinie U5 die bestehende U6. Für die Konstruktion des Kreuzungsbahnhofs muss der bestehende Tunnel der U6 bereichsweise zurückgebaut und unter Einbeziehung eines Bahnsteigbereichs mit den neuen Umsteigebeziehungen zwischen U6 und U5 neu erstellt werden.

Der im Grundriss T-förmige Kreuzungsbahnhof liegt in Ost-West-Richtung unter der Straße Unter den Linden (U5) und in Nord-Süd-Richtung unter der Friedrichstraße (U6). Wegen der Notwendigkeit der Aufrechterhaltung des oberirdischen Verkehrs wird der Bahnhof UDL in verschiedene Baufelder unterteilt.

Zur Herstellung des Kreuzungsbereichs zwischen U5 und U6 und des Neubaus des Bahnsteigbereichs der U6 muss die Friedrichstraße für ca. 12 Monate gesperrt werden. Zeitlich versetzt ist es erforderlich, den Betrieb der U6 für ca. 16 Monate zu unterbrechen.

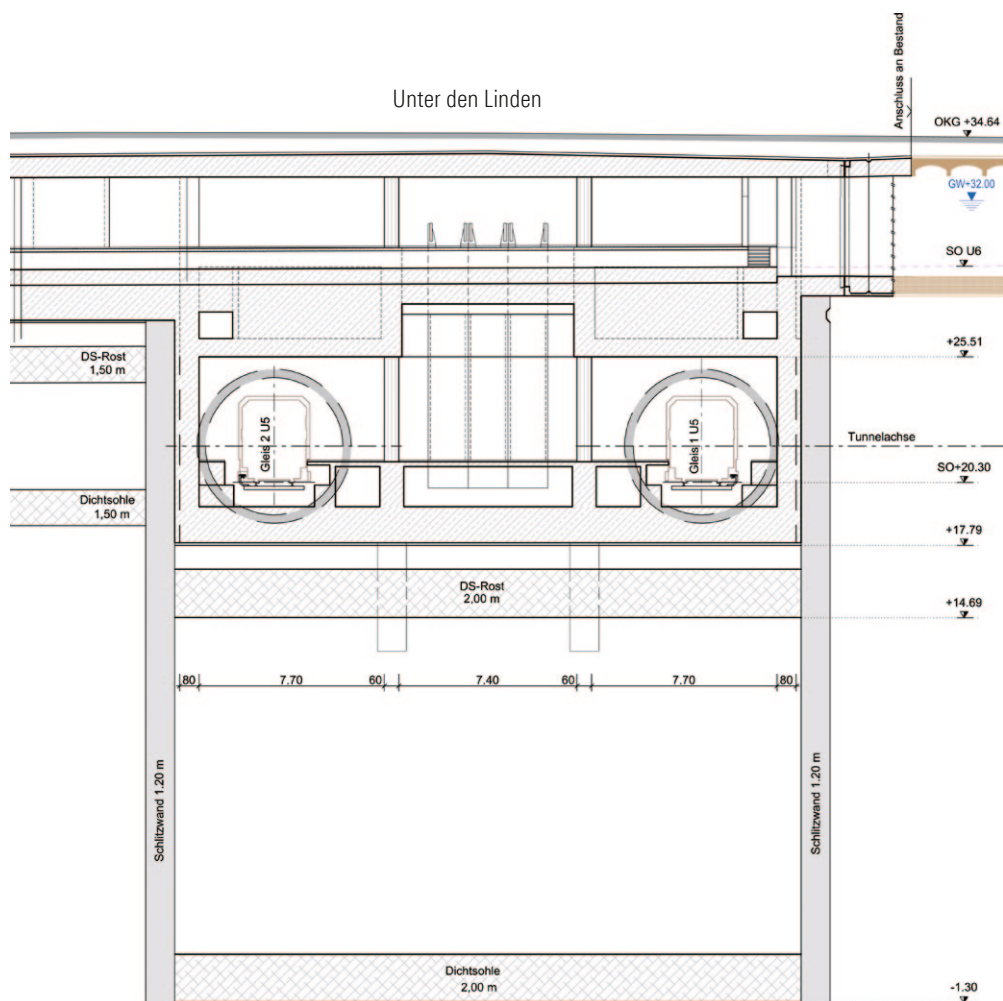
Das neue Teilstück der U6 wird in Deckelbauweise mit Schlitzwandumschließung mit Hilfe einer tief liegenden DSV-Sohle und eines unter der Aushubsohle liegendem DSV-Aussteifungsrosts hergestellt. Bedingt durch den gleichzeitigen Rückbau des bestehenden U-Bahntunnels ist eine Herstellung in Bauphasen erforderlich.

Der Bahnhof der U5 wird in Deckelbauweise mit Schlitzwandumschließung mit Hilfe einer tiefliegenden DSV-Sohle und eines unter der Aushubsohle liegenden DSV-Aussteifungsrosts hergestellt. Bemerkenswert ist die erhebliche Schlitzwandtiefe von bis zu 35 m. Die Konstruktion des Bahnhofs erfordert die Ausbildung von Einzelblöcken, die über eine Länge von bis zu 80 m fugenlos reichen.

Zur Aufrechterhaltung des Individualverkehrs auf der Straße Unter den Linden und um die problemlose Erreichbarkeit der Randbebauung sicherzustellen, ist eine abschnittsweise Realisierung in den vorgenannten Baufeldern notwendig.

Die TVM durchfährt den Bahnhof nach der Herstellung der Baugrubenumschließung und des Deckels der U5 bzw. nach der Herstellung des neu erstellten Teilstücks der U6. Der U-Bahnbetrieb auf der U6 ist bereits wieder aufgenommen.

Die Baugruben sind in diesem Zustand noch nicht ausgehoben oder gelenzt. Zur gesicherten Abdichtung der Fugen werden auf der Außenseite der Abschlusschlitzwände DSV-Säulen erstellt, die Fuge zwischen Schlitzwand und Tübbingring wird nachinjiziert. Auf Gleis 2 hat die TVM einen Bereich zu durchfahren, in dem Anker und Verpresskörper an ehemals erstellten Baugruben der Randbebauung vorhanden sind. Diese werden überbohrt und die Ankerteile dem Schildvortrieb vorlaufend geborgen.



Querschnitt Kreuzungsbereich

Planungsgemeinschaft Berliner U-Bahn U5



ISP ZT GMBH

ISP Ziviltechniker GmbH
A-1080 Wien
Blindengasse 26
www.isp-zt.at



SSF Ingenieure

SSF Ingenieure AG
Beratende Ingenieure im Bauwesen
Schönhauser Allee 149
10435 Berlin
www.ssf-ing.de



Amberg Engineering AG
Trockenloostrasse 21
CH-8105 Regensdorf-Watt
www.amberg.ch