

Kap. Geotechnische und geologische Herausforderungen beim Weiterbau der U-Bahnlinie U5 in Berlin-Mitte

Dipl.-Ing. Helmut Haß, CDM Consult GmbH, Bochum

Dipl.-Ing. Georg Breitsprecher, CDM Consult GmbH, Berlin

Zusammenfassung

Mit dem geplanten Weiterbau der U-Bahnlinie U5 in Berlin-Mitte erfolgt ein wichtiger Lückenschluss zwischen den derzeitigen Endhaltepunkten der U-Bahnlinien U5 und U55.

Der anstehende Baugrund im Projektgebiet besteht aus einer Folge von Auffüllung, eiszeitlich nicht vorgelastetem Talsand, eiszeitlich vorbelastetem Schmelzwassersand und weiteren tertiären und quartären Schichten. An der Grenze zwischen Tal- und Schmelzwassersanden finden sich bereichsweise Einschaltungen aus Geschiebemergel und/oder Grobgeschiebe in Form von „Steinlagen“. Im Bereich der die U-Bahntrasse querenden Wasserläufe und ehemaligen Festungsgräben stehen oberflächennah lokal organische Böden wie Torf und Mudde an.

Die für Berlin typischen Verhältnisse des vorrangig anstehenden, eng gestuften, gut durchlässigen und damit fließfähigen Sandes in Verbindung mit einem sehr hohen Grundwasserspiegel stellen eine große Herausforderung für die Planung und Ausführung der Baugruben sowie der An- und Einfahrtvorgänge beim Schildvortrieb dar. Eventuelle Leckagen an Bauteilen unterhalb des Grundwasserspiegels können unmittelbar zum Einspülen von Boden und damit zur Auflockerung des umgebenden Bodens führen.

Der anstehende Baugrund ist grundsätzlich gut geeignet für einen maschinellen Schildvortrieb. Zu erwartende Inhomogenitäten wie kleinräumige Wechsel der Bodenarten, Grobgeschiebe und anthropogenen Hindernissen/Einflüssen bedeuten sowohl für Planer als auch für Bauausführende eine große Herausforderung.

1. Weiterbau der U-Bahnlinie U5

Durch den geplanten Weiterbau der U-Bahnlinie U5 in Berlin-Mitte erfolgt ein wichtiger Lückenschluss zwischen den derzeitigen Endhaltepunkten der U-Bahnlinien U5 und U55. Die 2,2 km lange Strecke führt vom Alexanderplatz vorbei am Berliner Rathaus, unter der Spree, der Museumsinsel und dem Spreekanal hindurch, die Straße Unter den Linden entlang bis zum Brandenburger Tor.

Mit dieser neuen Strecke erhalten die Stadtteile Hellersdorf, Kaulsdorf, Lichtenberg und Friedrichshain eine umsteigefreie Verbindung zur historischen Innenstadt, zum Regierungsviertel und zum Berliner Hauptbahnhof. Die für Touristen und Berliner gleichermaßen bedeutsamen Ziele und Wahrzeichen rund um die Museumsinsel, entlang der Straße Unter den Linden und im Regierungsviertel können dann vom Berliner Hauptbahnhof wie vom Alexanderplatz aus direkt mit der neuen U5 erreicht werden.

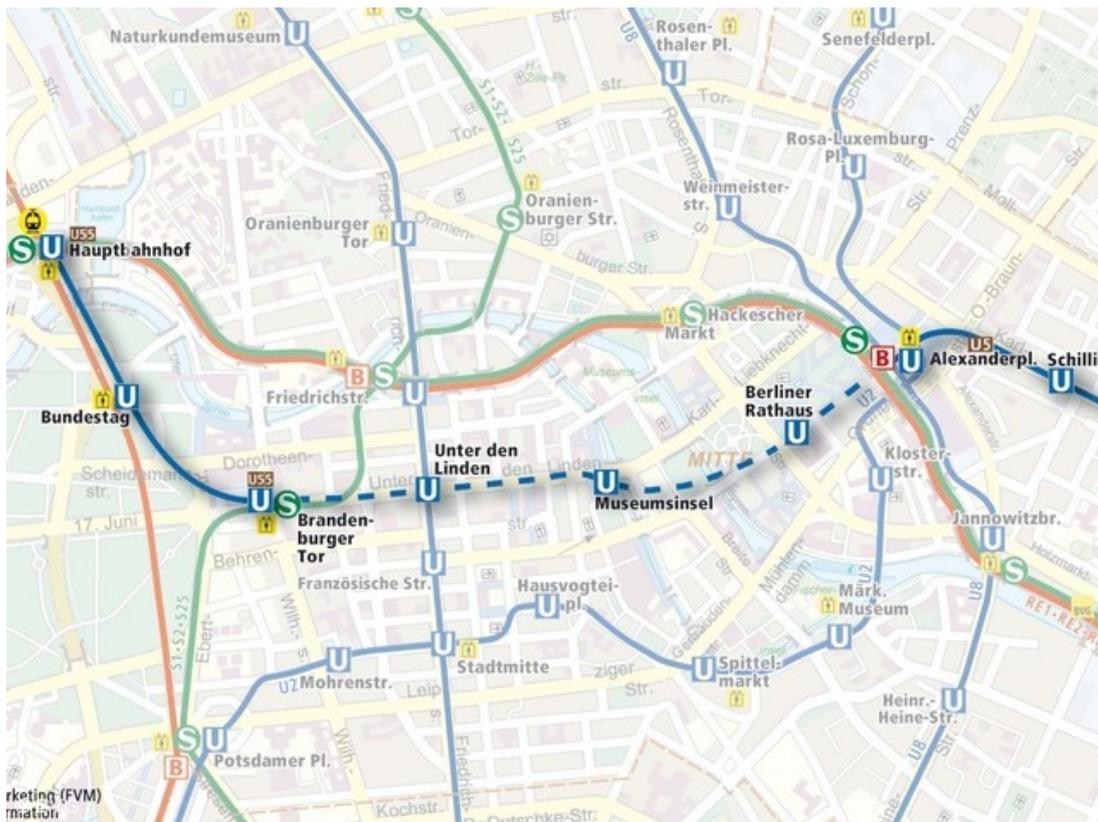


Abb. 1: Streckenverlauf Lückenschluss U-Bahnlinie U5 Berlin-Mitte, siehe: WEBSITE DER BVG (2011)

Der aktuell in Planung befindliche und zur Ausschreibung stehende Teil des Gesamtbauvorhabens „Weiterbau U5“ umfasst die Herstellung von zwei Tunnelröhren im Schildvortrieb (TUN) sowie den Bau einer Gleiswechselanlage (GWA) und dreier U-Bahnhöfe: Berliner Rathaus (BRH), Museumsinsel (MUI) und Unter den Linden (UDL) als zukünftiger Kreuzungsbahnhof von U6 und U5.

Weitere Teile des Bauvorhabens sind bereits in Ausführung (Archäologische Grabungen, Leitungsverlegungen) oder in Vorbereitung (Bau einer Hafenanlage, Bergung Spundwand Spreeufer, Innenausbau Tunnel) ...siehe auch ERDMANN, P., BRENNER, T., SCHMEISER, J..

2. Die Geologie in Berlin-Mitte

2.1 Überblick über die Geologie Berlin-Brandenburgs

Die Landschaft Berlin-Brandenburgs wurde während des Quartärs von mehreren Inlandeistransgressionen überzogen, die zu mehrfachen Erosions- und Aufschüttungszyklen innerhalb der pleistozänen Lockergesteinsablagerungen führten und ca. 95 % Berlin-Brandenburgs mit quartären Ablagerungen bedeckten. Die auf die pleistozäne Mehrfachvereisung Nordeuropas zurückzuführende Sequenz überlagert die vorwiegend aus flachmarinen Sedimenten bestehende Füllung der Norddeutschen Senke ...siehe STACKEBRANDT, W. (2006).

Die Grundmoränenlandschaft Berlins und seiner Umgebung ist vorwiegend als flachwellige Hügellandschaft ausgebildet mit den markanten Erhebungen der Barnimhochfläche im Nordosten und der Teltowhochfläche im Südwesten. Die Hochflächen werden vom Berliner Urstromtal durchzogen, einem der Hauptabflusswege weichselkaltzeitlichen Schmelzwässer ...siehe LIPPSTREU, L. (1995).

2.2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im Projektgebiet

Der Untergrund des Projektgebietes wurde in der nur mehrere hundert Jahre alten Besiedlungsgeschichte Berlins während großer Bauperioden und durch Einwirkungen des Zweiten Weltkrieges stark anthropogen beeinflusst. Der oberflächennahe Auffüllungshorizont ist durchsetzt mit Trümmerschutt, Fundamenten und alten Pfählen. Seine Mächtigkeit schwankt stark. Insbesondere das Gebiet des ehemaligen Schlosskomplexes wurde historisch bedingt mehrfach grundlegend verändert. Es ist anzunehmen, dass das ursprüngliche Gelände unter dem heutigen Geländeniveau lag. Im Jahr 1640 war ein etwa 30 m breiter Geländestreifen unmittelbar neben dem Westufer der Spree noch vom Wasser überflutet.

Unterhalb des Auffüllungshorizontes folgen mehr als 70 m mächtige, überwiegend sandige Ablagerungen. Der obere Teil dieser Ablagerungen - der sog. Talsand - erfuhr keine Vorbelastung durch Inlandeis. Seiner Ablagerung ging eine Erosion durch Schmelzwasser voraus, das die weichselkaltzeitliche Grundmoräne sowie die organogenen Bildungen der Eem-Warmzeit vollständig und auch noch ältere, darunterliegende Sand- und/oder Geschiebemergelschichten teilweise abtrug. Der untere Teil dieser Ablagerungen – der sog. Schmelzwassersand – hingegen erfuhr eine Vorbelastung durch Inlandeis.

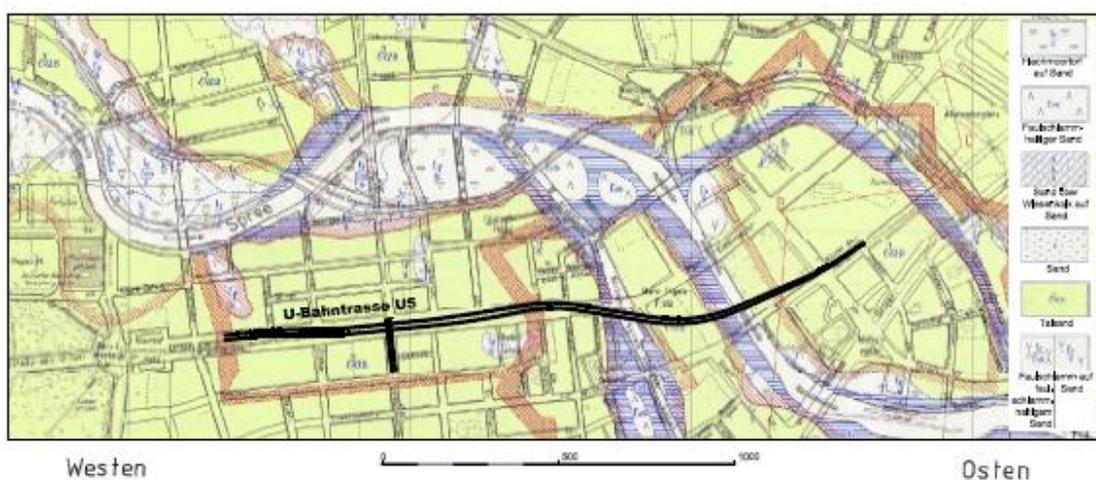


Abb. 2: Geologische Karte Berlin 1:10.000 (verkleinerter Ausschnitt)

(Quelle: Geologie und Grundwassermanagement, Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz)

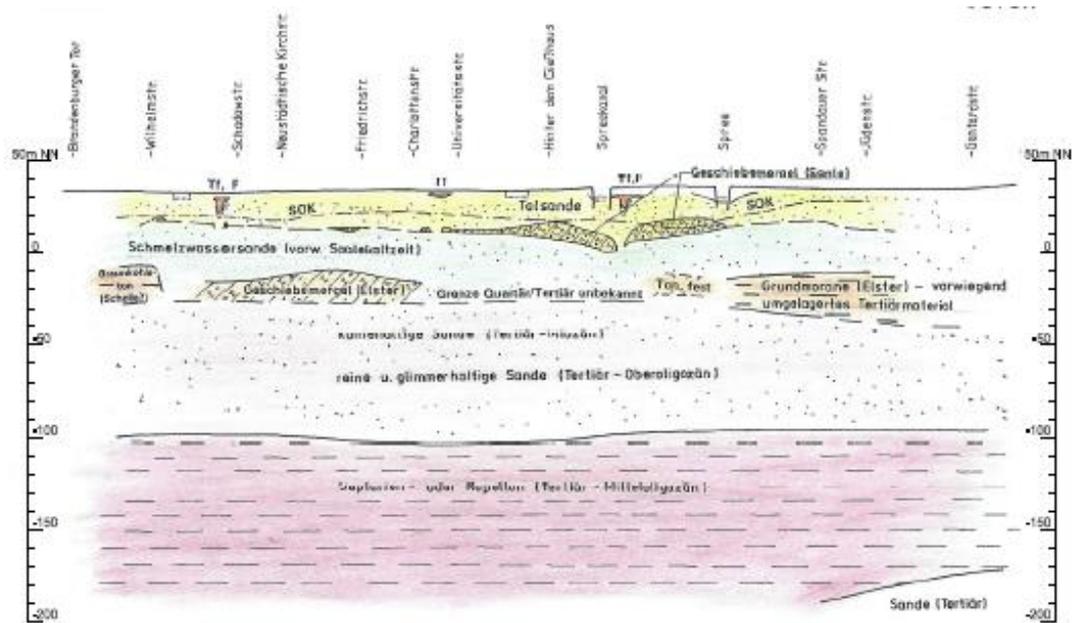
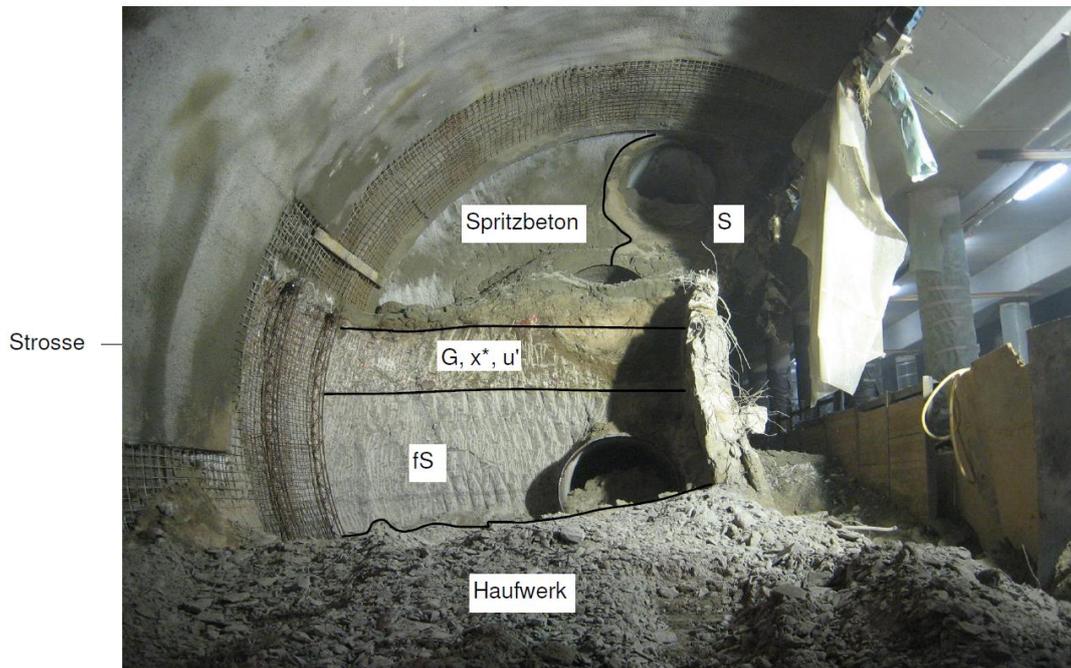


Abb. 3: Geologischer Längsschnitt Bereich Weiterbau U5 ...siehe BAUGRUND BERLIN
INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN MBH (1996)

Die Grenze zwischen Tal- und Schmelzwassersanden verläuft etwa zwischen 10 m und 20 m u. GOK. Sie ist meist nur durch eine deutliche Zunahme der Lagerungsdichte zu erkennen, nicht jedoch anhand von Bohrprofilen.

Bereichsweise sind im Übergang zwischen Tal- und Schmelzwassersanden saalekaltzeitliche Geschiebemergel in Bändern und Schollen anzutreffen, an deren Basis sich oft Grobgeschiebe - auch als „Steinlage“ bezeichnet - konzentrieren. Selbst dort, wo der Geschiebemergel durch das Eis vollständig erodiert wurde, erinnern derartige Steinlagen und „Findlinge“ an das voreiszeitliche Vorhandensein des Geschiebemergels. Abbildung 4 zeigt exemplarisch eine derartige Steinlage wie sie beim bergmännischen Vortrieb des Tunnels „U 55, U-Bhf. Brandenburger Tor, Bauwerk 130“ an der Ortsbrust kartiert wurde.

Kalotte



Sohle

Abb. 4: Grobgeschiebelage im Vortrieb Seitenstollen U55, U-Bhf. Brandenburger Tor
(Quelle: CDM Consult GmbH)

Die Niederungen von Spree und Spreekanal queren das Projektgebiet im Bereich des U-Bahnhofs Museumsinsel. Weiter westlich wird die Trasse noch von drei mehr als 10 m tiefen „Rinnen“ gekreuzt. Diese sind durch Erosion saalekaltzeitlicher Schmelzwassersande unterhalb des Inlandseises entstanden. Mit Abtauen des Eises verblieben in diesen Erosionsrinnen sog. Toteisblöcke, die im Zuge der Ablagerung weichselkaltzeitlicher Talsande eingeschlossen und konserviert wurden. Innerhalb dieser Rinnen bildeten sich im Holozän Mudden, Torfe und Faulschlämme, die lokal bis in den Ausbruchquerschnitt des Tunnels hineinreichen können. Zudem finden sich geringmächtigen Vorkommen organogener Böden in den Niederungen der Spree und des Spreekanals sowie in den ehem. Festungsgräben (vgl. Abbildung 2 und 3).

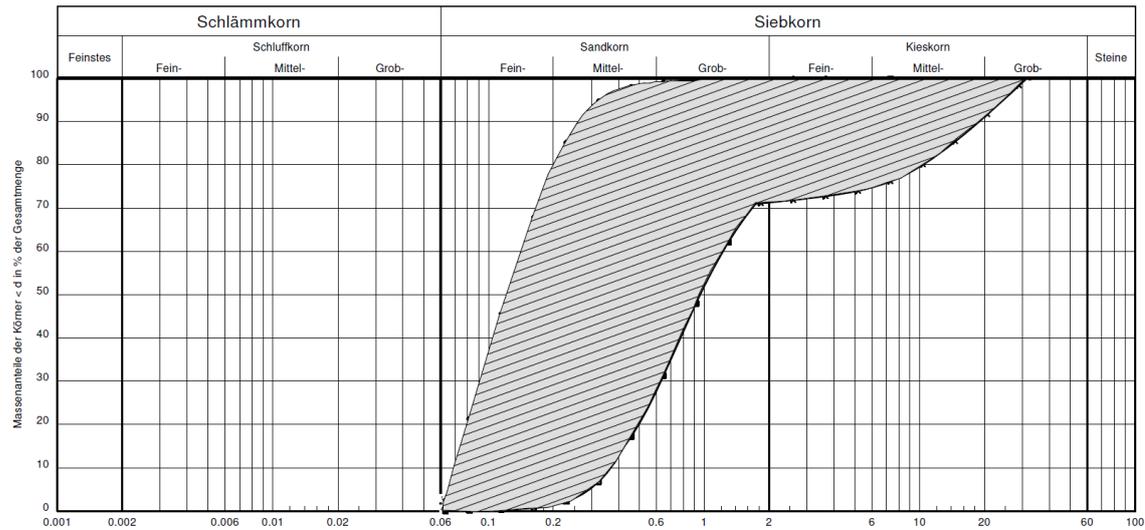


Abb. 5: Körnungsband der quartären Böden im Projektgebiet (Quelle: CDM Consult)

Die zuvor beschriebenen, quartären Böden werden ab einer Tiefe von ca. 70 m u. GOK durch tertiäre Böden (Geschiebemergel, Braunkohlesedimente, Sande sowie ab etwa - 100 m NHN horizontbeständiger, mariner Septarienton/Rupelton) unterlagert.

Die Grundwasserstände variieren im Projektgebiet zwischen ca. 3,5 m und 6,0 m u. GOK. In den letzten Jahren wurde in Berlin ein stetig steigender GW-Stand beobachtet, so dass in bautechnischer Hinsicht die Berücksichtigung des zeHGW empfohlen wird ...siehe LIMBERG, A.; HÖRMANN, U.; VERLEGER, H. (2010). Dieser variiert im Projektgebiet zwischen ca. 3,0 m und 4,0 m u. GOK.

3. Problemstellungen bei früheren Tunnelbauprojekten

Auch wenn die geschilderten geologischen Verhältnisse für das Auffahren von Tunneln im Schildvortrieb unproblematisch erscheinen, so kam es doch bei einigen vorangegangenen Tunnelbauprojekten in Berlin-Mitte zu maßgeblichen Havarien oder Störungen im Bauablauf die Bauzeitverlängerungen, Kostensteigerungen und zum Teil langjährige Rechtsstreitigkeiten nach sich zogen.

Im Folgenden werden einige Problem- und Störfälle geschildert, die einen unmittelbaren Einfluss auf die grundsätzlichen Planungsansätze für das Projekt „Weiterbau U5“

hatten bzw. die im Zuge der weiteren Planung und Ausführung rekapituliert und berücksichtigt werden sollten.

3.1 Startbaugrube Senkkasten 1 am Landwehrkanal

Für die aufzufahrenden Bahntunnel der sog. „Verkehrsanlagen Zentraler Bereich (VZB)“ war 1997 südlich des Landwehrkanals der Senkkasten 1 als gemeinsame Startbaugrube für alle vier nacheinander und annähernd parallel verlaufenden Schildvortriebe mit einer Brillenwand ausgerüstet und dann abgesenkt worden. Nach der Absenkung wurde nördlich des Senkkastens ein außenliegender, den Abmessungen der Brillenwand entsprechender, rund 5 m dicker Dichtblock im Düsenstrahlverfahren hergestellt.

Beim Öffnen der Brillenwand für den ersten Schildvortrieb kam es im Juli 1997 – nachdem die Anfahröffnung bereits zu rund 90% ausgebrochen war – zu einem Grundwassereinbruch in den Senkkasten bei dem auch erhebliche Massen Boden eingespült wurden. An der Geländeoberfläche vor dem Dichtblock entstand ein Krater mit rund 250 m² Grundfläche und 3,50 m Tiefe.

Der gesamte Senkkasten musste mit Unterstützung der Berliner Feuerwehr sofort geflutet werden. „Die Havarie führte zur Umstellung des Baubetriebs und zog erhöhte Sicherheitsvorkehrungen nach sich. (...) Der Senkkasten musste in einem aufwändigen Verfahren, das fast 2 Jahre in Anspruch nahm, in Stand gesetzt werden.“ ...siehe ARSLAN, A. (2008)

Das System „Senkkasten mit vorgelagertem Dichtblock“ erfüllte somit seine Aufgabe hinsichtlich der Abdichtung gegen drückendes Grundwasser nicht. Es war - wie seinerzeit noch üblich - kein zweites Dichtsystem geplant und hergestellt worden. Die zunächst kleine Leckage führte binnen kurzer Zeit zu der folgenschweren Havarie.

3.2 Undichtigkeit Düsenstrahlsohle BW 131 beim Bau der U55

Um einen vorgezogenen Shuttle-Betrieb der U-Bahnlinie U55 zu ermöglichen, musste der zuvor bereits vom U-Bhf. Hauptbahnhof bis zum Düsenstrahl-Zielblock unter dem

Pariser Platz fertiggestellte Tunnel noch um den U-Bhf. Brandenburger Tor ergänzt werden. Dieser Bahnhof wurde zwischen den beiden offenen Trogbaugruben Bauwerk 131 und Bauwerk 129 unterhalb der Wilhelmstraße im Schutze einer Vereisung bergmännisch aufgefahren.

Die Ausschreibung der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) hatte für die Herstellung der Kopfbaugruben eine Deckelbauweise mit Aushub unter Druckluft vorgesehen. Die Ausführung erfolgte dann jedoch auf Grundlage eines Sondervorschlages der bauausführenden ARGE in Wand-Sohle-Bauweise mit Schlitzwänden und halbhochliegenden, rückverankerten Düsenstrahl-Dichtsohlen.

Das System „halbhochliegende, rückverankerte Dichtsohle“ hat sowohl eine abdichtende als auch eine statische Funktion. Bei diesem System droht bei gelenzter/ausgehobener Baugrube im Falle einer Leckage unmittelbar der Verlust der Tragfähigkeit, da mit dem Einspülen von Boden und Wasser eine Auflockerung unter der Sohle zum Versagen der Rückverankerung führen kann.

Beim Bauwerk 131 zeigte sich bereits beim obligatorischen Pumpversuch nach Fertigstellung der Dichtsohle ein zu großer Grundwasserzufluss in die noch nicht ausgehobene Baugrube. Da Fehlstellen nicht eindeutig auszumachen waren, mussten weitreichende Maßnahmen (unter anderem der Einbau einer zusätzlichen Schlitzwand als Baugrubenschott und Nachbesserungen an der Düsenstrahlsohle) ergriffen werden, um schließlich das Lenzen und den Aushub der Baugrube zu ermöglichen. Eine erhebliche Bauzeitverlängerung war die Folge.

3.3 Historischer Bauschadensfall Münzturm

In historischer als auch in geotechnischer Hinsicht interessant ist an dieser Stelle auch der frühere Schadensfall „Münzturm“ im Bereich des heutigen Schlossplatzes. Der Standort liegt nur wenige Meter südöstlich der am Ufer des Spreekanals geplanten Baugrube „Schacht Ost“ des Bahnhofs Museumsinsel und tangiert im Grundriss die geplante U5-Trasse.

„Als Kurfürst Friedrich III. im Jahr 1701 zum König Friedrich I. in Preußen wurde, ordnete er neben einem Umbau des Berliner Schlosses auch einen Umbau des Münz-

turmes an. Dieser sollte auf 91 Meter aufgestockt (...) werden. Zu diesem Zweck verlegte man die Münzwerkstätten und verstärkte das Fundament des Turmes.“ ...siehe WIKIPEDIA (05.08.2011).

Bereits zu einem sehr frühen Stadium des Turmbaus traten massive Setzungserscheinungen auf. „1704 neigte sich das Gebäude nach Westen und bekam Risse, worauf 1705 diese Seite durch einen 13 Meter hohen Mauerblock abgestützt wurde. Eine weitere Stützung erfolgte 1706 und die Westseite wurde außerdem durch Mauerpfeiler gestützt.“ ...siehe WIKIPEDIA (05.08.2011).

Der verantwortliche Architekt Andreas Schlüter hatte die vorhandene Holzpfahlgründung des Münzturms untersuchen lassen und diese dabei in einem tadellosen Zustand vorgefunden. Zur Gründung der massiven Pfeiler und Mauerwerksverbreiterungen hatte er weitere Holzpfähle ca. 9 bis 10 Fuß (also ca. 3,00 m) tief in den Baugrund rammen lassen. Originalzitat Schlüter: *„Zu solchem Haupt-Werk nun ist der Grund mit einem Bohr untersucht worden und weil fast überall weich Erdreich gefunden worden, hat man mit etlichen Pfählen probiret, wie tief selbige gehen wollen, und da nun solche nicht tiefer in die Erde als 9 bis 10 Fuß gingen, sind die übrigen alle von der Länge gemacht (...) und in den Platz von anderen Pfählen bis 7000 Pfähle verrammt worden“* ...siehe ADLER, F. (1863).

Schlüter musste 1706 gegenüber seinem Auftraggeber, dem König, erklären, dass sich der Turm bei einer Bauhöhe von rund 60 m bereits rund 2,3 m aus dem Lot neigte. Eine daraufhin vom König eingesetzte Gutachter-Kommission kam zu dem Schluss, dass der Baugrund nicht tief genug erkundet und die Pfähle in Folge dessen nicht tief genug gerammt worden waren. Ferner ergab eine Befragung der Bauleute durch die Gutachter, dass weit weniger Pfähle gerammt worden waren als von Schlüter geplant und angegeben. Schlüter selbst erklärte gegenüber dem König: *„Was aber die Ursache, dass solch Werk gesunken ist, ist keine andere, als daß die Erde unter dem festen Boden noch ein sumpfig und morastig Erdreich haben muß, wie dieses denn ein vollkommenes Zeugnis ist, weil nicht der Thurm allein sich in die Erde drücket, sondern auch die Pfähle und Fundamente, welche nicht unter der schweren Last stecken, gehen allesamt mit hinunter; denn es bieget sich unter der schweren Last mehr, als dass es einschneidet“*. ...siehe ADLER, F. (1863).

„Schlüter schlug noch am 18. Juli 1706 der vom König eingesetzten Kommission vor,

nur den oberen Teil des Turmes abzutragen, (...). Aber als die schriftliche Antwort des Königs eintraf, war der Turm schon restlos eingestürzt. Für Schlüter war es das Ende seiner Karriere, für Berlin das Ende einer großen Epoche seiner Baugeschichte.“
...siehe BÄRTHEL, H. (2000).

4. Geologische und geotechnische Herausforderungen beim Weiterbau U5

Für den geplanten Schildvortrieb stellen insbesondere die anthropogenen Einflüsse und Hindernisse, wie Ver- und Entsorgungsleitungen, U- und S-Bahnanlagen, Holzpfahlgründungen, Brunnen sowie die zu schützende, historische Bausubstanz beiderseits der Trasse eine Herausforderung dar. Ferner ist - wie in Kapitel 2.2 beschrieben - der Untergrund in den baupraktisch relevanten Tiefenbereichen heterogen und somit im Hinblick auf die Vortriebs- und Spezialtiefbauarbeiten anspruchsvoll.

Exemplarisch werden nachfolgend einige dieser Herausforderungen kurz dargestellt.

4.1 Brunnen

Im Projektgebiet und seiner näheren Umgebung befindet sich eine Vielzahl von Grundwassermessstellen und Brunnen, die im Zuge der umfangreichen und vielfältigen Bautätigkeiten während der letzten über 100 Jahre eingerichtet wurden.

Viele Messstellen sind präzise dokumentiert und haben Eingang in die umfassende geologische und geotechnische Dokumentation des Untersuchungsgebietes gefunden. Bekannt sind u. a. Brunnen der Hauswasserversorgung des ehemaligen Palastes der Republik und Negativbrunnen von der Grundwasserabsenkung für das Rathaus. Einige Messstellen jedoch sind in ihrer Lage und Tiefe nur ungenau dokumentiert bzw. gänzlich unbekannt.

4.2 Spundwand am Ufer der Spree

Mit dem Bau des Palastes der Republik wurde seinerzeit am westlichen Spreeufer eine Befestigung bzw. Sicherung mit Stahlspundwänden auf beiden Seiten des Flusses ausgeführt. Zudem wurde die östliche Ufermauer des Spreekanals mittels Pressbohrpfählen ausgebildet. Diese Verbauelemente stellen für den Tunnelvortrieb erhebliche Herausforderungen dar.

Die aktuelle Planung sieht vor, die in den Querschnitt des Tunnels ragenden Spundwände vorab zu bergen. Zwar erleichtert das Entfernen der stählernen Hindernisse den Vortrieb zweifelsfrei, doch auch die für die Bergung dann angewandten Maßnahmen und ggf. eingebrachten Bauteile sind im Rahmen des Vortriebes zu beachten.

4.3 Unterfahrung bestehender Bauwerke

Die geplante U-Bahntrasse unterfährt bzw. tangiert das Humboldtforum, die Schlossbrücke, die Kommandantur, das Kronprinzenpalais, den Lindentunnel, den U6- und den S-Bahn-Tunnel.

In den großenteils locker oder mitteldicht gelagerten Sanden sind mögliche Baugrundverformungen und Setzungserscheinungen im Zuge des Schildvortriebes, der Vereinigungsarbeiten und des bergmännischen Vortriebes zu berücksichtigen.

Die Herausforderung des Projektes besteht somit in einer den vorliegenden Verhältnissen angepassten Konstruktion der Tunnelvortriebsmaschine und deren optimaler Steuerung während des Vortriebs.

4.4 Holzpfehlgründungen

Die historischen Bauwerke, die entlang der geplanten U-Bahn-Trasse in organischen Böden gegründet wurden, weisen fast ausnahmslos eine Holzpfehlgründung auf. Ist bei der Unterfahrung des ehemaligen Münzturmes (siehe Abschnitt 3.3) noch davon auszugehen, dass die Holzpfähle oberhalb des Tunnelquerschnittes enden, so muss beim U-Bhf. Museumsinsel davon ausgegangen werden, dass einzelne Holzpfähle unter der

Schlossbrücke bzw. unter den Ufermauern bei den Vortriebs-, Bohr- oder Vereisungsarbeiten tangiert, gekappt oder anderweitig beeinflusst werden.

Momentan ist davon auszugehen, dass diese Arbeiten, bzw. der Kontakt mit alkalischen Baustoffen die Qualität der Hölzer nicht unmittelbar beeinflussen, sofern diese nicht durch frühere Grundwasserabsenkungen bereits eine Vorschädigung aufweisen.

4.5 Anker U6

Am U-Bhf. Unter den Linden reichen zahlreiche im Baugrund verbliebene Anker der früheren Baugrube „Lindencorso“ bis in den Querschnitt der Baugruben und des Tunnels. Die aktuelle Planung sieht vor, diese Anker im Zuge der Schlitzwandherstellung sowohl aus dem Schlitzwandquerschnitt als auch aus dem Tunnelquerschnitt zu bergen.

4.6 Unterfahrung Gewässer

Beim Schildvortrieb werden aufgrund der zwischen Spree und Spreekanal im Bereich des U-Bhf. Museumsinsel anstehenden, z. T. tiefreichenden, sehr lockeren, oft organisch durchsetzten Flussablagerungen und Rinnenfüllungen (Schlossplatzrinne, vgl. Abbildung 2.1) voraussichtlich deutliche Widerstands-/Festigkeitsunterschiede zwischen Tunnelfirst und -sohle zu verzeichnen sein. Zudem stellt die geringe Überdeckung der Tunnelfirste bzw. des Frostkörpers am U-Bhf. Museumsinsel zur Gewässersohle eine entsprechende Herausforderungen für einen sicheren Vortrieb dar, insbesondere da dieser unabhängig vom jeweiligen Wasserstand der Spree zu erfolgen hat.

4.7 Grobgeschiebe / Steinlagen

Entsprechend der Baugrunderkundungen ist mit dem Vorkommen von Steinen und Blöcken und sogar einzelner Findlinge zu rechnen. Sie treten mitunter gehäuft an der Grenze zwischen nicht eiszeitlich vorbelastetem Talsand und eiszeitlich vorbelastetem Schmelzwassersand auf, sind aber grundsätzlich im Projektgebiet eher zufällig verteilt

und entziehen sich somit einer genauen Erkundung und Quantifizierung. Sie sind bei der Dimensionierung und Konstruktion des Schneidrades, wie auch bei der Planung und Ausführung der Baugruben zu berücksichtigen.

4.8 Organogene Böden

Stark organogene Böden wie Mudden, Torfe und Faulschlämme können lokal das Tunnelbauwerk im Bereich des U-Bhf. Museumsinsel und des U-Bhf. Unter den Linden firstnah tangieren (vgl. Kap. 2.2). In ihrer unmittelbaren Nähe ist von einem erhöhten Betonangriffsgrad auszugehen. Es sind somit besondere Anforderungen an die Ausführungen der Betonkonstruktionen der Tunnel- und Bahnhofsbauwerke zu stellen.

In den Schmelzwasser- und teilweise auch in den Talsanden treten Braunkohlebeimengungen auf - sowohl in Form feinverteilter Reibsel als auch größerer Braunkohlestückchen, die oft als dünne Bänder ($d \approx 5$ cm) abgelagert wurden. Form der Ablagerungen und die Konzentration organischer Bestandteile innerhalb der Sande variieren deutlich über kleinräumige Bereiche.

Ein konzentriertes Auftreten sehr stark bis extrem humoser Böden oder der genannten Braunkohlebänder stellen für die Ausführung von Dichtsohlen im Düsenstrahlverfahren eine Herausforderung dar.

Literatur

WEBSEITE DER BVG (05.08.2011):

<http://www.bvg.de/index.php/de/3904/name/Lueckenschluss%2BU5/article/806839.html>

ERDMANN, P., BRENNER, T., SCHMEISER, J. (2011): Aspekte der Planung der U-Bahnlinie U5, Berlin – Lückenschluss zwischen Alexanderplatz und Brandenburger Tor, in: Forschung + Praxis, U-Verkehr und unterirdisches Bauen, Vorträge zur STUVA-Tagung '11, Bauverlag BV GmbH, Gütersloh 2011

ASSMANN, P. (1957): Der geologische Aufbau der Gegend von Berlin – Zugleich als Erläuterung zur geologischen Karte und Baugrundkarte von Berlin (West) im Maßstab 1:10.000, Hrsg: Senator für Bau- und Wohnungswesen, Berlin

- BAUGRUND BERLIN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN MBH (1996): U-Bahnlinie U5: Abschnitt Pariser Platz - Bahnhof Berliner Rathaus; Baugrundgutachten (Hauptuntersuchung), Auftrags-Nr. 94/2357, 24.01.1996 einschl. 1. bis 4. Ergänzungen späteren Datums
- ARSLAN, A. (2008): Schildvortrieb für die U-Bahn Berlin, in: Tiefbau 12/2008
- LIPPSTREU, L. (1995): Das Quartär Deutschlands, Hrsg.: Benda, L.; Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover gemeinsam mit den Geologischen Diensten der BRD zum 14. Kongress der INQUA, Berlin 1995, S. 117-147
- LIMBERG, A.; HÖRMANN, U.; VERLEGER, H. (2010): Modellentwicklung zur Berechnung des höchsten Grundwasserstandes im Land Berlin. Brandenburg. Geowiss. Beitr., Cottbus, 17, S. 23-37
- STACKEBRANDT, W. (2006): Zu einigen geowissenschaftlichen Meilensteinen Brandenburgs, in: Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge, Band 13, Heft ½, Kleinmachnow
- WIKIPEDIA (05.08.2011): http://de.wikipedia.org/wiki/Berliner_Wasserkunst
- ADLER, F. (1863): Aus Andreas Schlüter's Leben, in: Zeitschrift für Bauwesen, 1863, (darin enthalten: Originalzitate Andreas Schlüter von 1706)
- BÄRTHEL, H. (2000): Zur Geschichte der Wasserkunst, in: Edition Luisenstadt, Berlinische Monatsschrift Heft 5, Berlin 2000 (<http://www.luisen-berlin.de/bms/bmstxt00/0005prob.htm#seite4>, Zugriff: 15.08.2011)