

Startschacht Klimtgasse des Lainzer Tunnels - Ein „Schlüssel“ zum Erfolg

Christian Fuchs¹⁾, Wolfgang Pistauer²⁾

1) ISP ZT-GmbH, Wien

2) ÖBB Infrastruktur AG, Geschäftsbereich Neu- und Ausbau, Wien

1 Einleitung

1.1 Projektübersicht Lainzer Tunnel

Das Projekt Lainzer Tunnel ist die Verbindung der Westbahn mit der Südbahn sowie der Donauländebahn im Bereich Wien (Abb.1).

Das Projekt wurde 1990 der seinerzeitigen HLAG zur Planung übertragen und wird Ende 2012 zusammen mit der Neubaustrecke Wien – Sankt Pölten in Betrieb genommen werden.

Nach der Bauübertragung im Jahr 1996 konnte im Jahr 1999 mit den Rohbauarbeiten bei der „Verknüpfung Westbahn“ und der „Einbindung Südbahn“ begonnen werden.

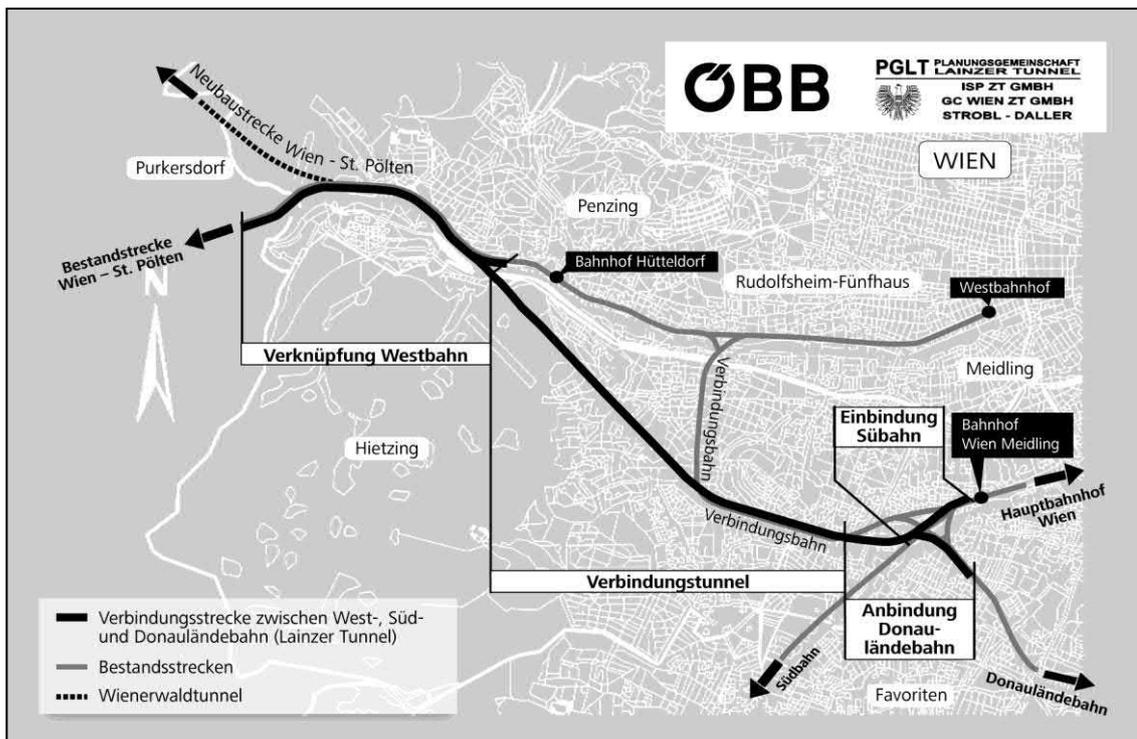


Abb. 1: Übersicht Lainzer Tunnel

Einsprüche gegen die Eisenbahnrechtlichen Genehmigungsbescheide, deren Aufhebungen durch die Obersten Gerichte, politische Interventionen und schlussendlich auch finanzielle Einschränkungen brachten den ursprünglichen Terminplan völlig durcheinander. Besonders betroffen davon war der Abschnitt „Verbindungstunnel“ mit den Baulosen LT 31 – 32 im Lockergestein und LT 33 im Festgestein – Wienerwaldflysch.

Dieser etwa 6.500m lange „Verbindungstunnel“ wurde von 3 Anfahr- und Förderschächten aus aufgefahren. Der Lage und Konzeption dieser Schächte kam daher eine ganz besondere Bedeutung für die ineinandergreifende Abwicklung der Arbeiten zu.

Um drohende Terminverzögerungen aus den oben angeführten Gründen vermeiden bzw. kompensieren zu können, hat man sich entschlossen, diese drei Schächte in der Hofjagdstrasse, in der Lainzerstrasse und in der Klimtgasse gesondert auszuschreiben und vor den eigentlichen Tunnelbauarbeiten zu errichten.

Nachfolgend wird im Sinne des Tagungsthemas über die Errichtung des Schachtes in der Klimtgasse berichtet (Abb.2).

2 Startschacht Klimtgasse

2.1 Tiefe Baugrube - Schwierige Randbedingungen

- bis zu 35m Aushubtiefe
- Pfahllänge über 40m, Durchmesser 120cm
- Geologie: Lockergestein
- Grundwasser ca. 10m unter Gleisniveau
- Innerstädtische Baustelle: Anrainer, Zu- und Abfahrten, Platzverhältnisse
- Politische Einflüsse
- Kriegsrelikte
- Lage im Bereich des Bahnhofes Maxing
 - unter den bestehenden 5 Geleisen- von denen mindestens 3 immer in Betrieb sein mussten
 - Schienenhilfsbrücken, Spitzenleitungen, Fahrdraht, Querfelder, Signale,
 - Gleisentwässerung, Einbauten
 - Lange Vorlaufzeiten für Gleissperren und Arbeiten im Gleisbereich
 - Ausführung in 5 verschiedenen Bauphasen über eine Länge von ca. 1.200m und phasenweise als „Inselbaustellen“ mit schweren Pfahl- und Brunnenbaugeräten durch unterschiedliche Auftragnehmer



Abb. 2:Luftaufnahme Schacht Klimtgasse

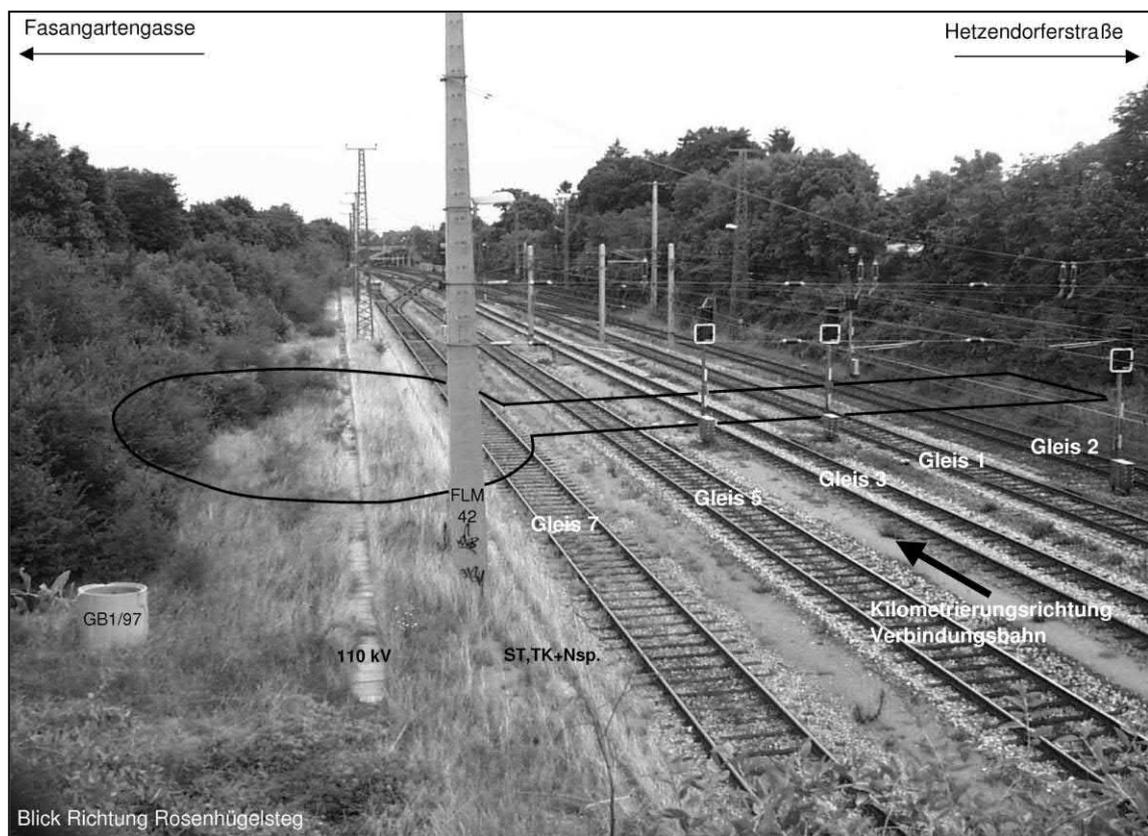


Abb. 3: Ausgangssituation Bereich Klimtgasse (Blick von O nach W)

Die, in Abb.3 dargestellte, Konfiguration hat uns zum Begriff „**Schlüssel**“ inspiriert und der „**Erfolg**“ ergab sich aus:

- der zeitlich optimierten Abwicklung im Rahmen des Gesamtablaufes Lainzer Tunnel,
- der langen Vorlaufzeit der Grundwasserhaltung als Voraussetzung für das Auffahren des Tunnels,
- der bauvertraglich gut bewältigten Abwicklung „entlang“ der Schnittstellen,
- und die im Großen und Ganzen reibungslose Abwicklung der Rohbauarbeiten LT31 über die Schächte in der Klimtgasse und in der Lainzer Strasse.

2.2 Technisches Konzept

Der Schacht Klimtgasse befindet sich im Bereich der Verbindungsbahn auf dem Gelände des „Bahnhofes Maxing“. Er wurde während der Bauzeit des Bauleses LT 31 „Maxing“ als Start- und Förderschacht genutzt. Im Endzustand befinden sich im Schacht Betriebsräume und ein Sicherheitsausstieg.

Der Schacht ist bis zu 35m tief und wurde in offener Bauweise errichtet. Der Startschachtbereich liegt unter den Gleisen der Verbindungsbahn, der Förderschachtbereich außerhalb des Gleisbereiches in der Böschung der Grünfläche Klimtgasse / Fasangartengasse. Das Objekt befindet sich vollständig auf Bahngrund.

Der unter den 5 Gleisen der Verbindungsbahn gelegene Startschacht weist eine annähernd rechteckige Form mit ca. 25m Länge und 12m Breite auf. Die Sicherung der Baugrube erfolgte mittels aufgelöster Bohrpfahlwand mit dazwischen liegender Spritzbetonsicherung. Dafür wurden ca. 40m tiefe Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 120cm, in Abhängigkeit der Gleislagen und der Bauphasen in Abständen von 220-300cm, abgeteuft. Die horizontale Stützung dieses Baugrubenteiles erfolgte mittels horizontaler Stützhorizonte, die im Zuge des Baugrubenaushubes eingebaut wurden. Den unteren Abschluss des Schachtes bildete eine ca. 1,50m starke, aus wirtschaftlichen Gründen abgetreppert hergestellte, Stahlbetonplatte. Zur Aufnahme der Pfahlköpfe, der Oberflächenlasten sowie als Auflager für die Schienenhilfsbrücken wurde ein massiv bewehrter „oberster Rost“ aus Stahlbeton mit den Abmessungen 1,75x1,60m hergestellt. Ursprünglich sollte dieser Rost nach Beendigung der Baumaßnahmen LT31 vollständig abgebrochen werden. Aus eisenbahnbetrieblichen Gründen wurde letztendlich jedoch auf den vollständigen Abbruch verzichtet.

Der im Grundriss gesehen aus Korbbögen zusammengesetzte 2. Teil des Schachtes (Förderschacht) mit ca. 25m Länge und ca. 18m Breite wurde zur

Gänge in Spritzbetonbauweise, mit einer 30cm starke Schale aus Spritzbeton SpC 20/25 und Baustahlgittermatten AQ82 (100/8,0mm kreuzweise) luft- und bergseitig, errichtet (Abb.4). Den oberen Abschluss bildete ein Verstärkungsring aus Stahlbeton mit den Abmessungen 40x80cm, welcher auch der Ableitung der unmittelbaren Oberflächenlasten dient. Der Baugrubenaushub erfolgte generell in Schritten von 1m. Erst nach Fertigstellung eines „geschlossenen“ Ringes von Eckpfahl zu Eckpfahl konnte die nächste Ebene ausgehoben werden. Den unteren Abschluss bildete eine 1,45m starke Stahlbetonbodenplatte.

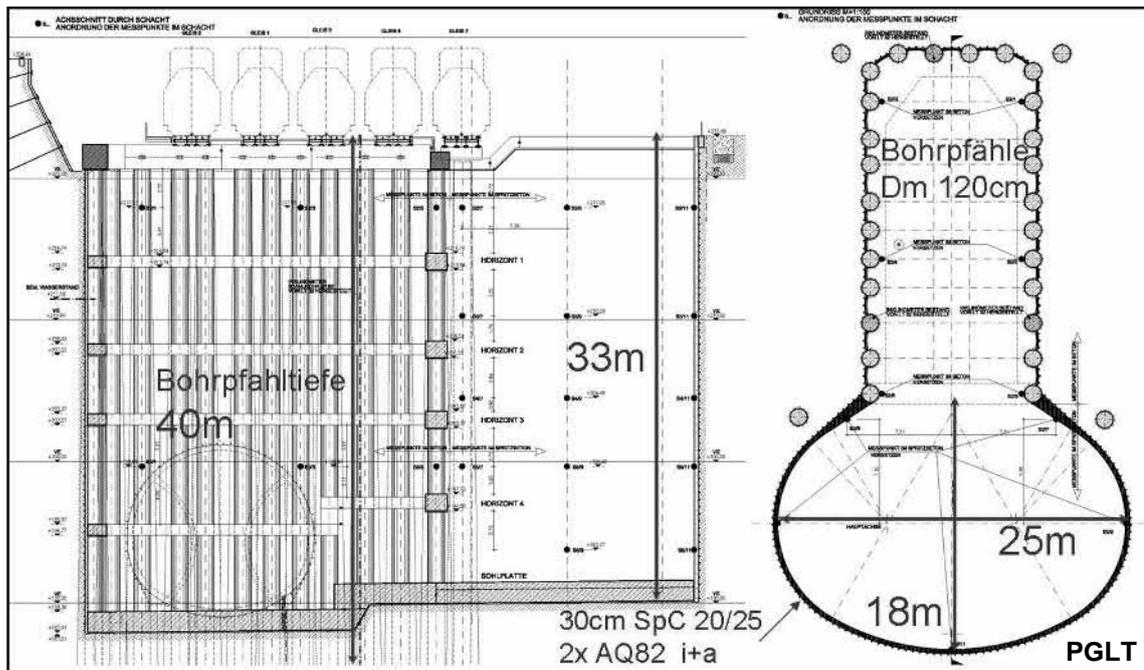


Abb. 4: Technisches Konzept

2.3 Geologie und Wasserhaltung

2.3.1 Geologie

Im Bereich des Schachtes Klimtgasse dominierten feinkornanteilige, vielfach stein- und blockdurchsetzte Kieslagen, die wahrscheinlich im Zuge einer "mass-flow"-Sedimentation während erhöhter tektonischer Aktivitäten entlang des Randbereiches des Wiener Beckens abgelagert wurden. Als trennende Zwischenlagen treten hier Schluff-Tone in Mächtigkeiten von bis zu wenigen Metern auf. Besondere Bedeutung erlangten eingelagerte Sandschichten (Abb.5).

Die Schichtfolge wurde mit sechs Gebirgsarten (GA) definiert:

- Gebirgsart GA 1 - Künstliche Anschüttungen
- Gebirgsart GA 2 - "Kies"
- Gebirgsart GA 3 - "weitgestufte Korngemische"
- Gebirgsart GA 4 - "Sand"
- Gebirgsart GA 5 - "Schluff-Ton"
- Gebirgsart GA 6 - Konglomerate, Sandsteine und Tegelkonkretionen

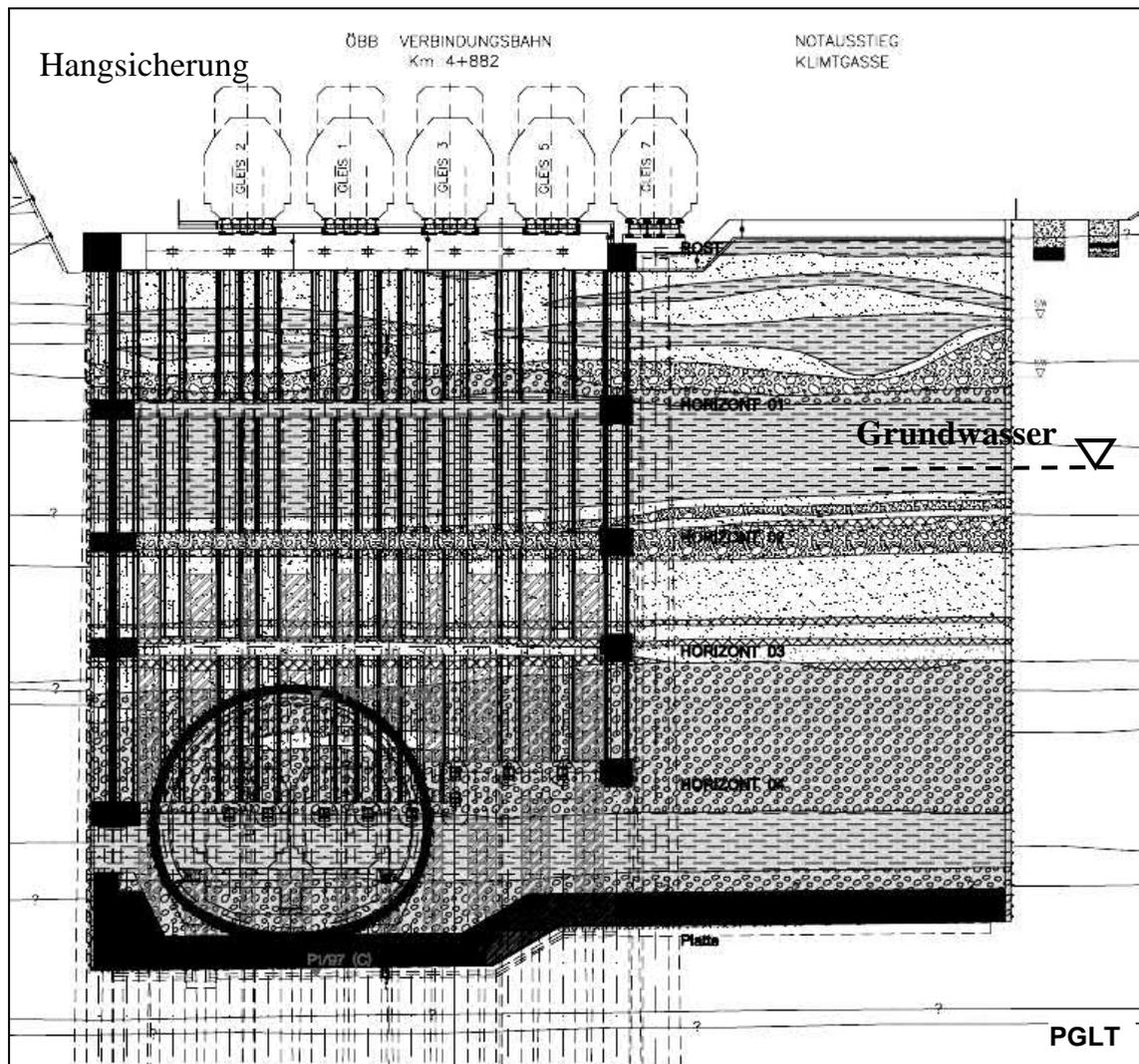


Abb. 5: Geologischer Querschnitt

2.3.2 Wasserhaltung

Wesentliche Voraussetzung für den Aushub des Schachtes war eine ausreichend vorlaufende, funktionierende Grundwasserhaltung. Dabei sollten alle wasserführenden Schichten im Umfeld des Schachtes derart entwässert bzw. entspannt werden, dass ausreichend stabile Bodenverhältnisse ein sicheres Abteufen gewährleisten.

Die Maßnahmen zur Grundwasserhaltung stützten sich dabei in einem ersten Schritt auf die Anordnung von sechs Stück Vertikalfilterbrunnen. Diese wurden zur Entspannung der jeweiligen Schichten gravitativ bzw. als Vakuumburgen ausgebildet. Nach ausführlichen Versuchen wurden generell keine Kombibrunnen hergestellt. Die Brunnen wurden in weiterer Folge auch als Entspannungsbrunnen für den Tunnelvortrieb genutzt. Innerhalb des Schachtquerschnittes war ein bepumpbarer 5"-Pegel, der bis ca. 10 m unter die

Bauwerkssohle reichte, vorhanden, um etwaige Wassereinschlüsse in den Schichten der "weitgestufte Korngemische" zu erfassen.

Ergänzend zu den Maßnahmen zur Grundwasserhaltung von Obertage (OT) aus, wurde im Zuge des Abteufens des Schachtes eine Grundwasserhaltung mittels Entwässerungsanlagen bzw. in Bohrungen versetzten Filterrohren (jeweils mit/ohne Vakuumbeaufschlagung) vom Schacht aus erforderlich. Mittels dieser Maßnahmen wurden wasserführende Sand- bzw. Kieslinsen geringer räumlicher Ausdehnung, die durch die Grundwasserhaltung OT nicht erfasst werden konnten, entwässert bzw. entspannt.

Die beim Schachtaushub anfallenden Restwässer wurden mittels Abschlauungen und/oder Drainagematten gefasst und über Pumpensümpfe und Förderleitungen abgeleitet.

Druckwasserführende Sand- und Kieslinsen unterhalb der Schachtsohle (Gefahr von Sohlaufbrüchen) wurden mittels eines Drainagesystems entspannt und das Wasser über einen Pumpensumpf abgeleitet.

Wässer, welche durch die Spritzbetonschale in den Hohlraum eindringen, wurden mittels Abschlauungen, Halbschalen oder Drainagematten gefasst und ebenfalls über die Pumpensümpfe und Förderleitungen abgeleitet.

2.4 Bauablauf und Zeitplan

Aufgrund der, unter Punkt 2.1 beschriebenen Randbedingungen musste schon für die Ausschreibung, also weit vor Baubeginn, ein detailliertes Ablauf- und Terminkonzept erarbeitet werden. Dabei wurde in enger Abstimmung mit den Dienststellen der ÖBB praktisch jeder „Handgriff“, der einen Einfluss auf den Bahnbetrieb hatte oder haben könnte, genauestens festgelegt und terminisiert. Die größten Herausforderungen waren dabei die langen Vorlaufzeiten, welche die Bahn für Ihre betriebliche Abwicklung - Gleissperren, Oberleitungsarbeiten, Gleisverlegearbeiten, etc. - benötigt. Die Ergebnisse zahlreicher Besprechungen ergaben einen Bauablaufplan, welcher mit dem Programm Microsoft Project erstellt wurde. Dieser Bauablaufplan wurde später auch Vertragsbestandteil für die vorgezogenen Schachtbauarbeiten LT32.

Ergänzend sei erwähnt, dass der Ablaufplan auch die Herstellung von 34 Großfilterbrunnen und 24 Pegeln im unmittelbaren Gleisbereich des Bahnhofes Maxing über eine Länge von ca. 1.200m berücksichtigt.

3 Ausführung

3.1 Bauablauf Schachtherstellung

Der Bauablauf der Schachtherstellung war wie folgt:

- Errichten einer Gleisüberfahrt
- Herstellung der Hangsicherungen beidseitig der Baugrube

- Kriegsreliktsuche
- Pfahlherstellung
- Aushubarbeiten inkl. Gleisbetsicherungen mittels Spundwänden
- Herstellung des obersten Rostes und des Verstärkungsringes
- Einbau von Schienenhilfsbrücken über die zukünftige Baugrube
- Herstellung von Brunnen und Pegel im Gesamtbereich Bahnhof Maxing
- abschnittsweiser Schachtaushub
- Herstellung der Bodenplatten

3.2 Besonderheiten bei diesem Bauablauf

Die Länge der 120cm starken, bewehrten Bohrpfähle veranlassten die ausführende „ARGE LT32“ bestehend aus den Firmen Porr und Strabag für die verrohrten Greiferbohrungen ein Trägergerät Liebherr 852 mit einer schweren Leffer Verrohrungsmaschine einzusetzen. Die Großbohrpfähle mussten unter „extremen“ Bedingungen abgeteuft werden. In einigen Bauphasen fanden die Bauarbeiten als sogenannte „Insellösungen“ statt. Dabei musste das Trägergerät mitsamt Ausleger erst einmal zum Einsatzort zwischen, in Betrieb befindlichen, Eisenbahngleisen und eingeschalteten Starkstromleitungen (Oberleitung, Spitzenleitung) gebracht werden. Der Abtransport des Aushubmaterials, der Einbau der Bewehrung sowie die Betonierarbeiten waren unter diesen Bedingungen eine besondere Herausforderung.

Der oberste Rost musste, in Abhängigkeit der Bauphasen, in Abschnitten mit einer statisch erforderlichen massiven Bewehrung hergestellt werden.

Die Abb.6 zeigt exemplarisch eine Bauphase in welcher die „Insellösung“ ausgeführt werden musste.



Abb. 6: „Insellösung“

Das Abteufen des Schachtes erfolgte plangemäß. Der Startschacht wurde, unter Berücksichtigung des Aushubstandes des Förderschachtes, immer bis zur Unterkante des jeweils nächsten Aussteifungshorizontes ausgehoben. Das Schüttern des Aushubmaterials erfolgte über den Förderschacht. Danach konnte der jeweilige Aussteifungshorizont, bestehend aus einem umlaufenden bewehrtem Stahlbetonrost und Aussteifungen aus massiven Stahlträgern, hergestellt werden. Nach statischer Wirksamkeit des Aussteifungshorizontes konnte bis zum nächsten Horizont weiter ausgehoben werden. Diese Bauabfolge wurde bis zum Erreichen der Baugrubensohle, in beiden Schachtbereichen, fortgesetzt. Der Ablauf wurde von nicht entwässerten und zum Fließen neigenden Sandschichten in mehreren Bereichen erheblich beeinträchtigt. Als unterstes Aussteifungselement und als Fahrsohle für den späteren Tunnelvortrieb wurde eine massive abgetreppte Bodenplatte eingebaut. Bei jedem Arbeitsschritt musste im Bereich des Startschachtes auf die darüber liegenden Aussteifungen Rücksicht genommen werden. Die Arbeiten fanden teilweise unter sehr beschränkter Arbeitshöhe (Abb.7, Abb.8) statt.



Abb. 7: Schachtabteufen



Abb. 8: Aussteifungshorizonte

Sämtliche Bauphasen während der Schachtherstellung sowie der Endzustand während des Tunnelvortriebes wurden intensiv geotechnisch mit Hilfe von Messspiegeln sowie Bohrpfahlinklinometern überwacht. Eine sorgfältige Interpretation der Messergebnisse sowie der ständige Vergleich mit dem Sollverhalten ermöglichte das sichere Abteufen des Schachtes.

3.3 Schnittstellen

Die Arbeiten für den Rohbau des Tunnelbauloses LT31 wurden gesondert ausgeschrieben. Aus diesem Verfahren erhielt die ARGE LT31 „Maxing“ bestehend aus den Firmen Hochtief-BeMo-Alpine den Zuschlag.

Die Übernahme der Arbeiten des Bauloses LT32 „Vorarbeiten für LT31“ insbesondere die schon in Betrieb befindliche Wasserhaltung war eine besondere Schnittstelle.

In der Planung musste auf die späteren Funktionen des Schachtes Rücksicht genommen werden. Ein besonderes Augenmerk erforderte das gleichzeitige Anfahren der beiden Tunnelröhren. Dabei musste einerseits die Standsicherheit des Schachtes selbst als auch die Sicherheit beim Öffnen der Baugrubenwand und ein sicherer Tunnelvortrieb gewährleistet sein. Die Planung sah dabei das nachfolgende Konzept vor. Die Höhensprünge in den verschiedenen Bauphasen sollten durch Bodenschüttungen ausgeglichen werden.

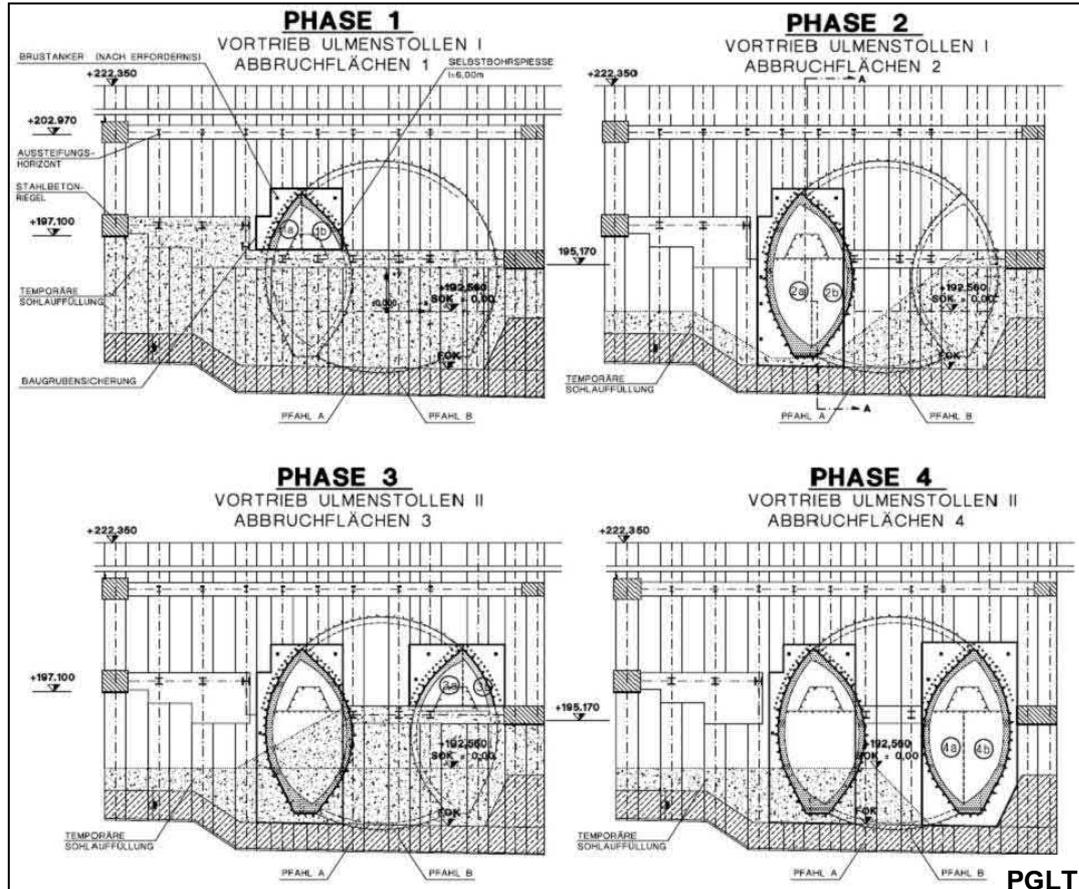


Abb. 9: Anfahren Tunnel Phase 1 bis 4

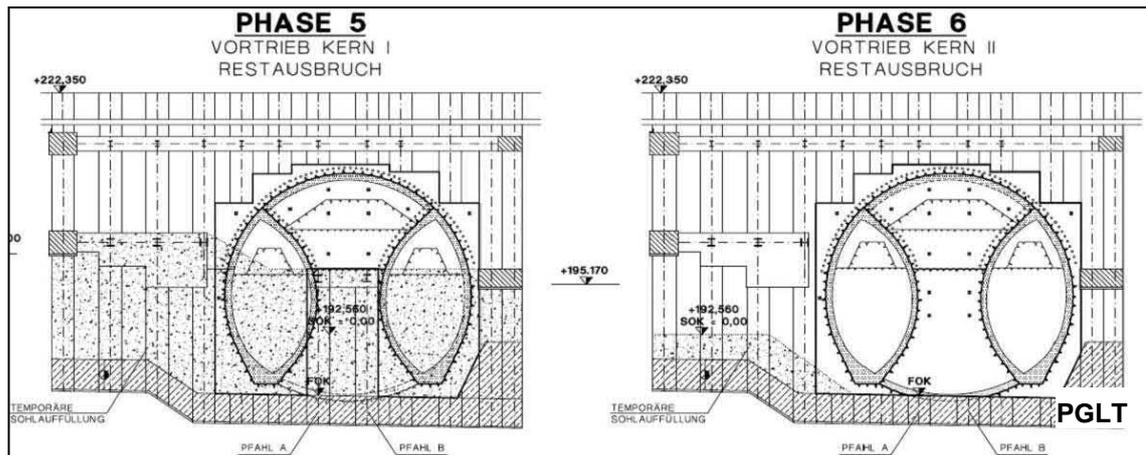


Abb. 10: Anfahren Tunnel Phase 5 bis 6

Von der ARGE LT31 wurde jedoch eine alternative Lösung mittels einer Arbeitsbühne ausgeführt (Abb.11).



Abb. 11: Arbeitsbühne

In der Planung und für die Ausführung musste auf den späteren Ausbau des Schachtes zu einem Sicherheitsausstieg mit Betriebsräumen Rücksicht genommen werden.

3.4 Funktion als Förderschacht

Über die Förderschächte Klimtgasse und Lainzer Strasse wurden für den Betrieb in jeweils 2 Richtungen sämtliche Geräte und Materialien sowie Personal befördert-siehe den folgenden Auszug aus der Dokumentation der ÖBA.



Die nachfolgende Aufzählung beschreibt die „Eckdaten“ des Bauloses LT31:

- 3.040 m1 Ulmenstollenvortrieb im Lockergestein
- 585 m1 Kalottenvortrieb im Festgestein
- 7 Stk. Sicherheitsausstiege (2 Startschächte u.5 Schächte zwischen 30m und 55m tief) mit Querschlägen und Längsstollen
- 53 Mo Gesamtbauzeit (Juli 2006 bis Nov. 2010)
- Vortrieb (von Sept. 2006 bis Apr. 2009)
- 522.000 m3 Ausbruch
- 101.600 m3 Spritzbeton (inkl. Ortsbrust)
- 9.400 to Stahl (Bewehrung, Bögen, Spieße, Anker)
- Innenschale und Innenausbau
 - 323 Stk. Druckwasser haltende WDI Blöcke
 - 43 Stk. Druckwasser entlastete Blöcke
- 101.300 m3 Beton
- 8.450 to Bewehrungsstahl
- 20.900 m1 Fugenbänder



Abb. 12: Betoneinbringung



Abb. 13: Fahrebene

4 Rückbau und Ausbau

Der Rück- und Ausbau des Schachtes (Abb.14) gestaltete sich aufgrund seiner Tiefe sowohl aus statisch-konstruktiver Sicht als auch bei der Bauausführung als besonders schwierig.

Ein großer Anteil der Bewehrung musste unter beengten Platzverhältnissen unterhalb der Gleise eingebaut werden. Der hohe Bewehrungsgehalt resultierte vor allem aus den Vorgaben zur Einhaltung der Gebrauchstauglichkeit in Hinblick auf die Wasserundurchlässigkeit des Bauwerkes. Grundsätzlich wurde der Innenausbau des Schachtes nach den Vorgaben der Richtlinien „Weisse Wannen“ und „Innenschalenbeton“ der ÖVBB geplant und hergestellt.

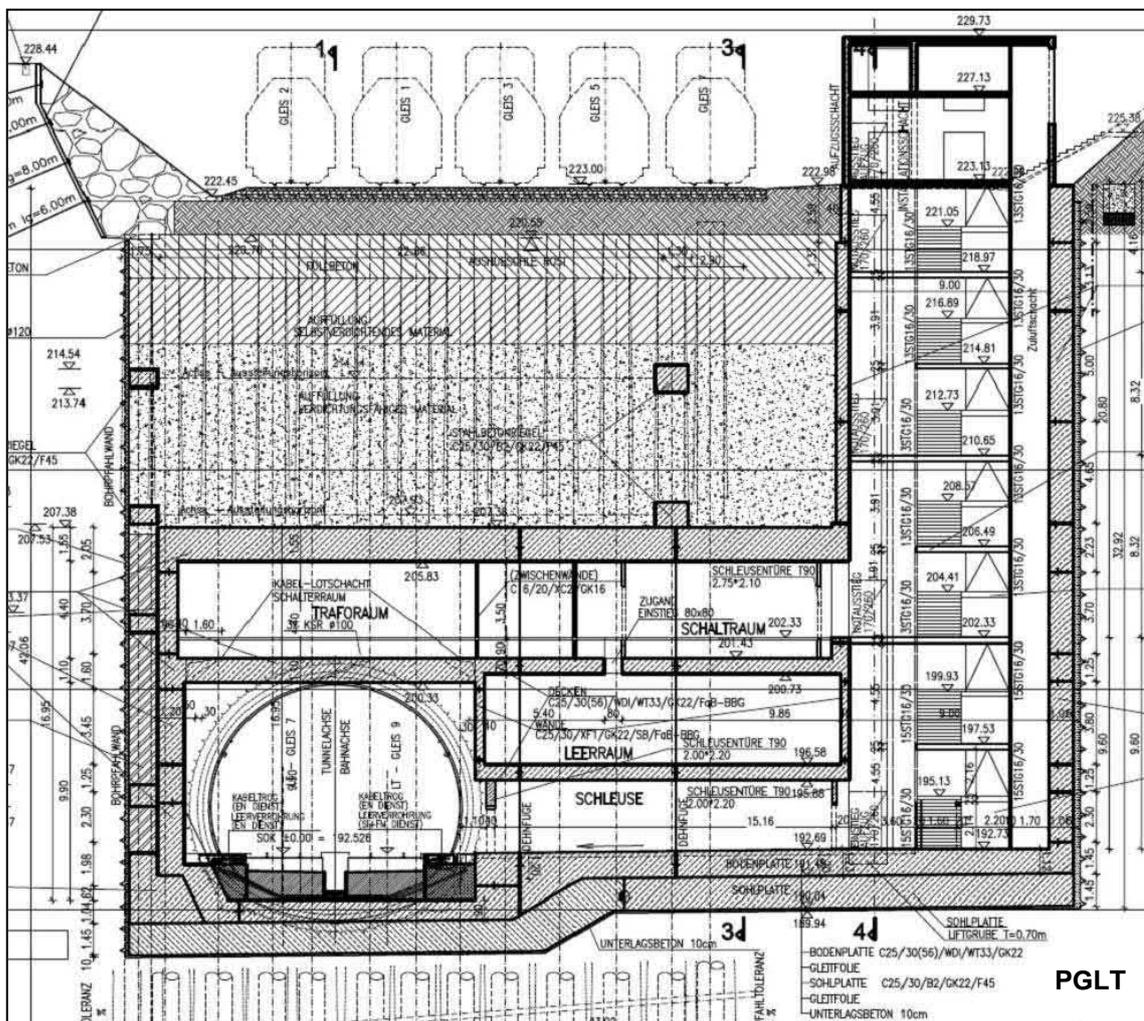


Abb. 14: Innenausbau

5 Dank und Ausblick

Unser Dank gebührt allen Beteiligten, welche zwischenzeitlich schon mehr als 20 Jahre in kollegialer Zusammenarbeit am Projekt Lainzer Tunnel tätig sind und waren.

Mit der Inbetriebnahme der Strecke vom Bahnhof Wien bis Sankt Pölten Ende 2012 wird auch der Lainzer Tunnel in seiner Gesamtfunktion wirksam werden.



Abb. 15: Schlussbild

Autor:

Christian Fuchs
Dipl.-Ing.
ISP ZT-GmbH, Tatzber Monarth & Partner
A- 1080 Wien, Blindengasse 26
Tel: +43/(0)664/ 840 51 06
Fax: +43/(0)1/ 407 47 12
mail: fuchs.christian@isp-zt.at
internet: www.isp-zt.at

Teilnahme: ja
Vortragender: ja

Co-Autor:

Wolfgang Pistauer
Dipl.-Ing.
ÖBB Infrastruktur AG, Geschäftsbereich Neu- und Ausbau
Tel: +43/(0)664/ 617 36 65
Fax: +43/(0)1/ 93000 45 709
mail: wolfgang.pistauer@oebb.at
internet: www.oebb.at

Teilnahme: ja
Vortragender: ja