

Referenzen

Tunnel



Ausgabe 09/2023

PERI SE
Schalung Gerüst Engineering

Rudolf-Diesel-Straße 19
 89264 Weißenhorn
 Deutschland
 info@peri.com
 www.peri.com



Wichtige Hinweise

Für die Anwendung unserer Produkte sind die in den jeweiligen Staaten und Ländern geltenden Gesetze und Vorschriften in der aktuellen Fassung zu beachten.

Die verwendeten Bilder in dieser Broschüre sind Momentaufnahmen von Baustellen. Deshalb können insbesondere Sicherheits- und Ankerdetails nicht immer als aussagekräftig bzw. endgültig betrachtet werden. Diese unterliegen der Gefährdungsbeurteilung des Unternehmers.

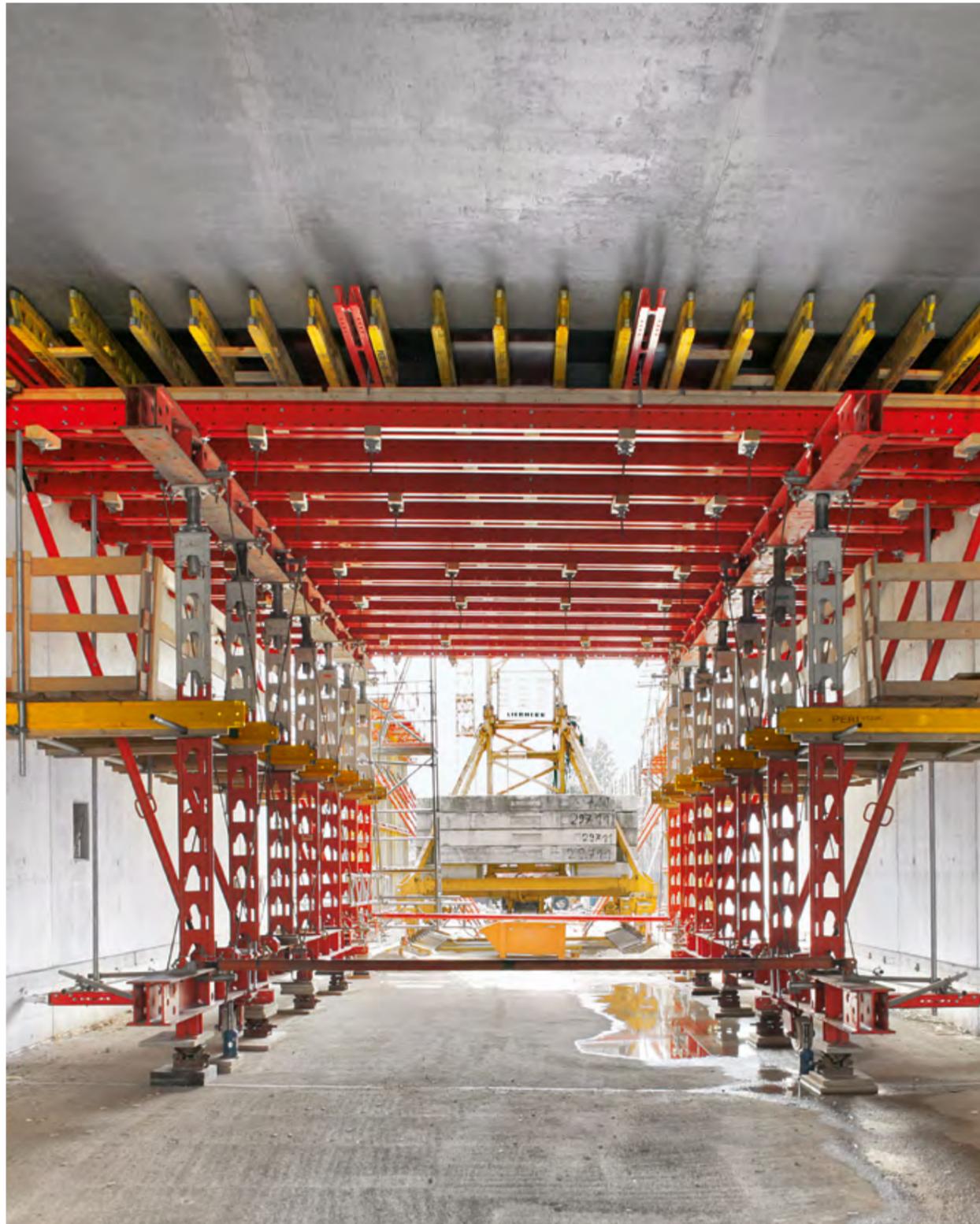
Die dargestellten Systeme oder Artikel sind gegebenenfalls nicht in jedem Land verfügbar.

Sicherheitshinweise sowie Belastungsangaben sind genau zu beachten. Änderungen und Abweichungen bedürfen eines gesonderten statischen Nachweises.

Technische Änderungen, die dem Fortschritt dienen, sind vorbehalten. Irrtum, Schreib- und Druckfehler vorbehalten.

Tunnel Zwickau, Deutschland

Anpassungsfähig, leicht zu handhaben und rasch umsetzbar
Mit VARIOKIT im Wochentakt in beide Richtungen



Bauunternehmen
ARGE Tunnel Zwickau Alpine, Hochtief
Projektbetreuung
PERI Leipzig und PERI Weißenhorn, Deutschland

Flexible Deckenschalungslösungen für exakte Maßgenauigkeit: Der VARIOKIT Schalwagen berücksichtigt 2,5 % Querneigung bei Sohle und Decke sowie unterschiedliche Längsneigungen von bis zu 3,2 % und veränderliche Radien.



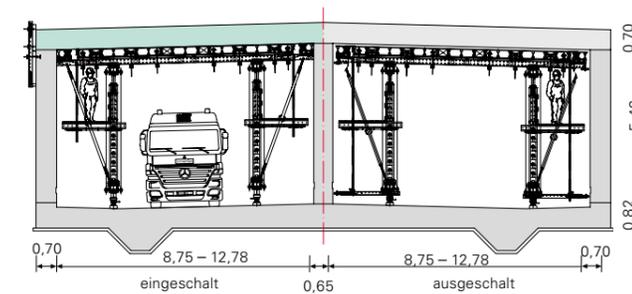
Der Tunnel wurde in aufgelöster Bauweise hergestellt, die drei Hauptbauteile Sohle, Wände und Decken wurden also nacheinander betoniert.

Mit einer 380 m langen, innerstädtischen Untertunnelung der B 93 wurden die Anwohner von Lärm und Abgasen entlastet, zudem hat man damit den Hochwasserschutz optimiert. Mit dem vierspurigen Ausbau konnten zudem zwischen Stadtzentrum und Mulde Freiflächen für Grünanlagen geschaffen werden.

Ausgehend vom Bauabschnitt 14 arbeitete sich die Baustellenmannschaft im Wochentakt in aufgelöster Bauweise in beide Richtungen voran. Dabei wurden Sohle, Wände und Decke nacheinander hergestellt, die Betonierabschnitte waren jeweils 10 m lang. Zum Schalen der Tunneldecken kamen vier VARIOKIT Schalwagen zum Einsatz – jeweils einer pro Röhre und Richtung.

Einsatz – jeweils einer pro Röhre und Richtung.

Auf Basis des VARIOKIT Ingenieurbaukastens erarbeiteten die PERI Ingenieure eine auf die Baustellenerfordernisse maßgeschneiderte Schalungslösung mit mietbaren Serienteilen aus dem PERI Programm, darunter HD 200 Schwerlaststützen und RCS Gurtungen. Die seitlichen Deckenelemente ließen sich mechanisch verschieben – dies verringerte die Schalwagenbreite und sorgte zugleich für vereinfachte und beschleunigte Ausschal- und Umsetzvorgänge.



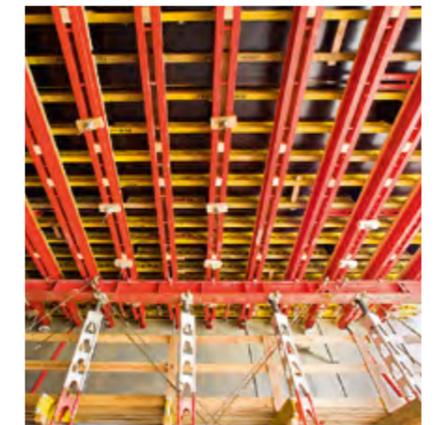
Die Doppeltunnelröhren weisen im Regelbereich eine lichte Breite von 8,75 m auf und sind im Aufweitungsbereich bis zu 12,78 m breit. Die VARIOKIT Lösung für die Decke wurde – für ungehinderten Baustellenverkehr – mit einer Durchfahrtsöffnung von 3,50 m x 4,00 m konstruiert.

RCS Kletterschienen als Querträger bildeten mit den Jochscheiben aus HDT Jochträgern und HD 200 Schwerlaststützen eine lastoptimierte Schalungseinheit.



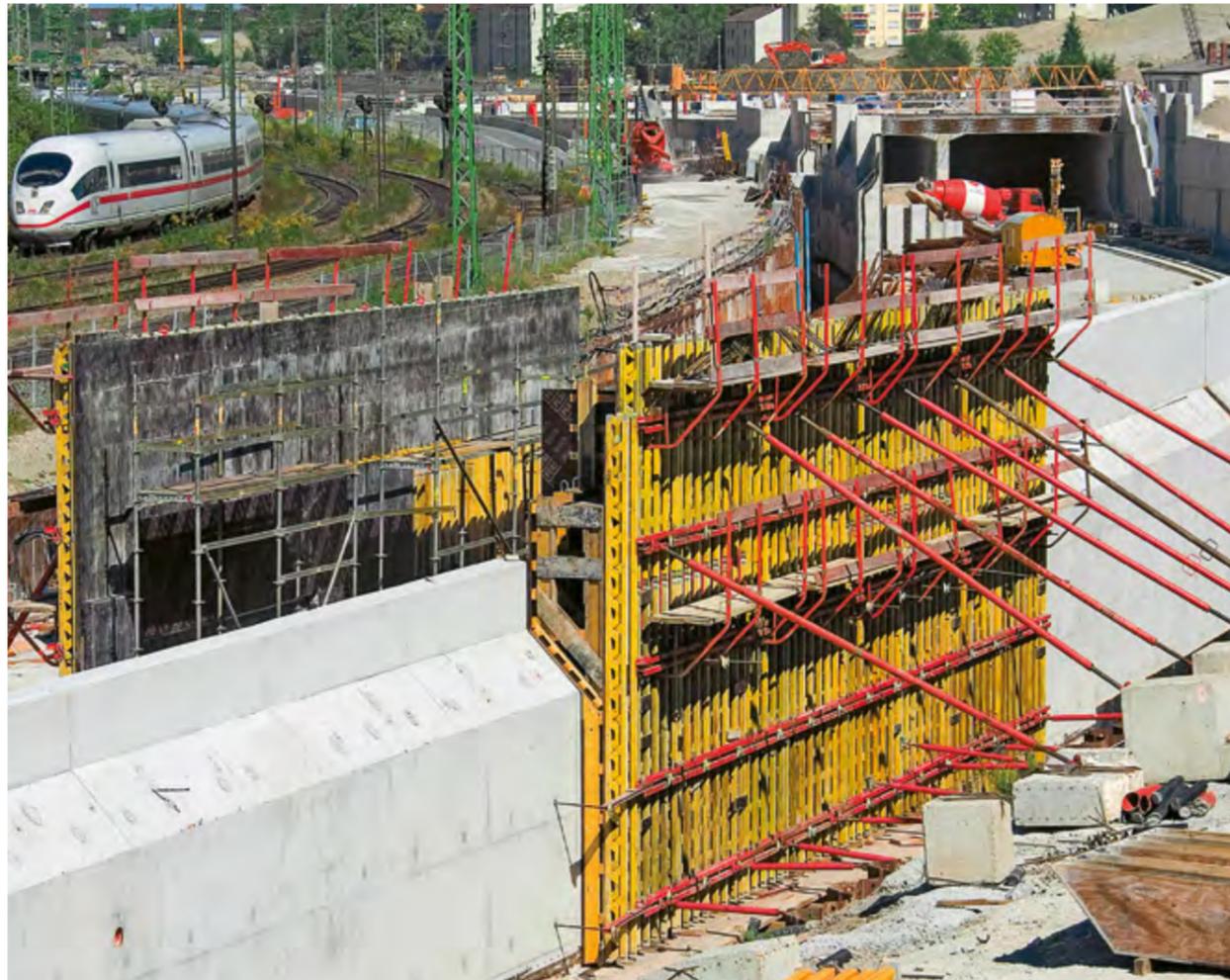
Hans-Jürgen Mälzer
Polier

„Der VARIOKIT Tunnelschalwagen ist leicht auszuschalen und umzusetzen. Vorteilhaft ist auch die Anpassung an unterschiedliche Radien sowie die Durchfahrtsöffnung für den Baustellenverkehr.“



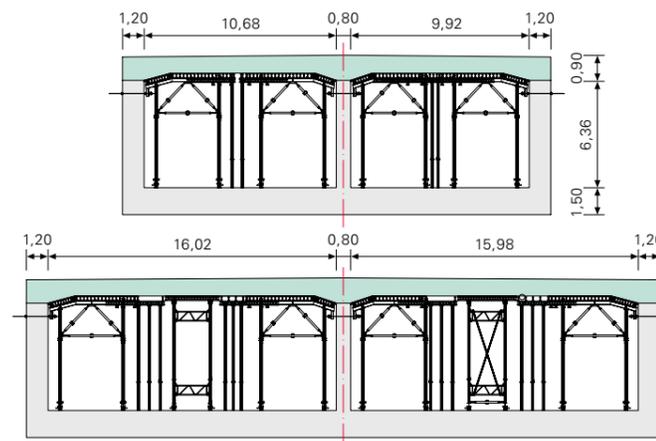
Bahnprojekt Neu-Ulm 21, Neu-Ulm, Deutschland

Flexibel und schnell durch mietfähige Systemteile



Der Trog mit 21,50 m bis 32,60 m lichter Weite hat eine Gesamtlänge von 1.483 m. Die VARIO GT 24 Träger-Wandschalung zur Herstellung der bis zu 8,50 m hohen Stahlbetonwände konnte großflächig und damit schnell umgesetzt werden. Die Tatsache, dass nur wenige Ankerstellen notwendig waren, sparte Kosten.

Mietfähige Standard-Systemteile sorgten für eine kostengünstige und wirtschaftliche Tunnelschalungslösung.



Bewehren mit PERI UP Gerüsteinheiten, Betonieren der Wände mit VARIO und Herstellen der Trogwand-Konsole mit dem Tunnelschalwagen.

Die Bahnverbindung Stuttgart – München ist ein wichtiger Bestandteil des europäischen Schienennetzes. Für eine schnelle und leistungsfähige Durchfahrung der Stadt Neu-Ulm waren eine neue Gleisführung und ein durchgehender Ausbau auf vier Gleise notwendig.

Im Neu-Ulmer Innenstadtbereich wurde die Trasse deshalb auf einer Länge von 3,6 km tiefer gelegt. In einem 1.483 m langen Trogbauwerk verlaufen die Schienen nun etwa 8 m unterhalb des Straßenniveaus. Damit konnten wichtige Durchgangsstraßen über die Gleise hinweg geführt und innerstädtische Flächen für eine Bebauung und Begrünung zur Verfügung gestellt werden.

Die PERI Lösung umfasste Schalungen und Gerüste zur Herstellung der Sohle, der Stahlbetonwände und der Tunnelabschnitte sowie zweier Unterführungsbauwerke. Mit der VARIO GT 24 Träger-Wandschalung konnten die massiven, 120 cm starken und bis zu 8,50 m hohen Stahlbetonwände wirtschaftlich erstellt werden. Die Ausrichtung der Wände und die Ableitung der Windlasten erfolgten

über Schwerlastspindeln und Stahlriegel an die vorhandene Spundwand. Die Tunnelabschnitte mit 170 m und 250 m Länge wurden als doppelröhrige Kastenquerschnitte in aufgelöster Bauweise ausgeführt und mit einer Regeltaktlänge von 18 m betoniert. Jeweils zwei hintereinander und vier nebeneinander laufende PERI Tunnelschalwagen sorgten für eine optimale Anpassung an die unterschiedlichen Gleis- und Bauwerksradien.

Die Lösung berücksichtigte dabei auch die Querschnittserweiterung innerhalb der Tunnel von 24 m auf 35 m Gesamtbreite. Dazu wurden GT 24 Schalungsträger zur Tunnelmitte hin auskragend teleskopiert und mit MULTIPROP Deckenstützen punktuell unterstützt. Ab 13 m lichtem Querschnittsmaß sorgte ein zusätzlicher MULTIPROP Tisch in Tunnelmitte für eine Reduzierung der Passflächen.

Die Tatsache, dass sich die Tunnelschalwagen auch als Unterstützungsstruktur zur Herstellung der Trogwand-Konsolen nutzen ließen, brachte der Baustelle erheblichen Mehrfachnutzen.



Franz Frick
Hauptpolier

„Mit der PERI Lösung erzielten wir den optimalen Kosten-Nutzen-Effekt. Die Schalwagen ließen sich im Wochentakt einfach an die unterschiedlichen Tunnelbreiten anpassen. Bei den Trogwänden konnten mit der VARIO Ankerstellen eingespart und schnelle Umsetzzeiten erreicht werden. Und die PERI UP Bewehrungsgerüste waren schnell umgesetzt und boten Sicherheit.“

Bauunternehmen
Ed. Züblin AG, Stuttgart
Projektbetreuung
PERI Weißenhorn, Deutschland

Kreuzstraßentunnel, Tuttlingen, Deutschland

Tunnelbau im Pilgerschritt – Mietbarkeit macht die Lösung mit zwei Deckenschalwagen wirtschaftlich



Hans Kessler
Polier

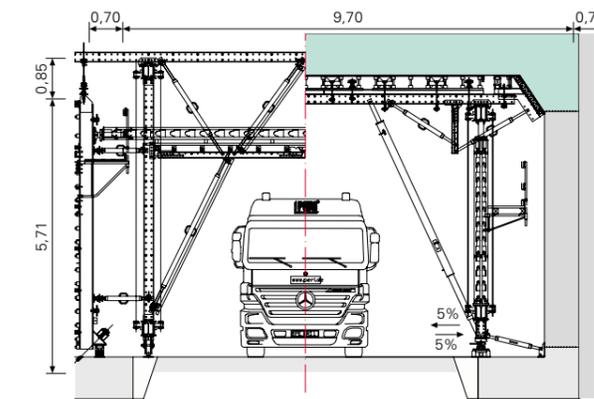
„Die Schalwagen sind problemlos zu handhaben, sie lassen sich sowohl horizontal als auch vertikal leicht einrichten, die Vouten sind einfach auszufahren und die Stirnschalung ist schnell montiert. Das ganze System ist in jeder Weise stabil und leicht zu bedienen.“



Mit der Hub- und Absenkeinrichtung konnten die Deckenschalwagen hydraulisch in Betonierposition gehoben und wieder abgesenkt werden.

Bauunternehmen
ARGE B311 Tuttlingen
Kreuzstraßentunnel
Reisch GmbH & Co. KG
SKS Bau GmbH & Co. KG
Heim Tuttlingen
Bauunternehmen
GmbH + Co. KG
Projektbetreuung
PERI Weißenhorn,
Deutschland

Für den Wandschalwagen des Tunnels in Tuttlingen wurde ein Lichtraumprofil von 3 m Breite und 4 m Höhe gefordert, so wurde der Zulieferverkehr nicht beeinträchtigt.



Mit der gewählten Konstruktion des Deckenschalwagens konnten LKW-Lieferungen sowohl im Betonier- als auch im ausgeschalteten Zustand ungehindert erfolgen.

Mit dem Bau des Kreuzstraßentunnels wurde die Innenstadt von Tuttlingen erheblich entlastet. Der rechteckige Tunnelquerschnitt wurde in offener Bauweise hergestellt, unterteilt in 100 Abschnitte von je etwa 10 m Länge. Zuerst wurden die Außenwände einhäufig gegen zuvor gesetzte Bohrpfähle betoniert, anschließend wurden die Decken zugunsten des Bauzeitgewinns mit dem sogenannten Verfahren „Betonieren auf Lücke“ hergestellt: Ein erster Schalwagensatz (Vorläufer) fuhr taktübergreifend voraus, der zweite Schalwagen (Nachläufer) schloss die entstandenen Lücken nachfolgend.

Die Konstruktion der erforderlichen, insgesamt drei Schalwagen basierte auf Bauteilen des VARIOKIT Ingenieurbaustens. Dank der Mietbarkeit des Systemgeräts war die Schalungslösung trotz des hohen Materialeinsatzes besonders wirtschaftlich, denn die Mietkosten für größere Materialmengen amortisierten sich über die Verkürzung der Mietdauer nahezu vollständig.

Die Schalwagen konnten sowohl verschiedenen Tunnelneigungen in Längs- und Querrichtung als auch dem Kurvenverlauf optimal angepasst werden. Mittig in den Wandschalungselementen waren Schalungsstöße angeordnet, die Voutenschalungs-

elemente an den Deckenschalwagen konnten horizontal verschoben werden. Mittels Spindeln und Hydraulikeinheiten ließ sich dann der für die Straßenführung erforderliche Polygonzug einfach einstellen.

Das benötigte Lichtraumprofil des Wandschalwagens erforderte eine nicht alltägliche Lösung für den Lastabtrag während des Betonierens: Stark dimensionierte Wandriegel im unteren Wandbereich wurden im Fundament verankert, oberhalb der Durchfahrt wurde der Frischbetondruck über horizontal positionierte HD 200 Schwerlaststützen abgetragen.

Windshear Wind Tunnel, Concord, USA

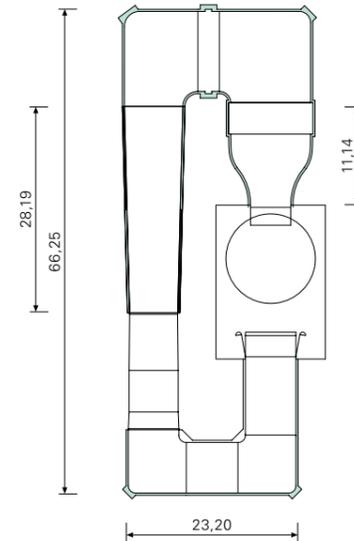
Wirtschaftliche Lösung auf Basis von Standardgerät für eine außergewöhnliche Bauaufgabe



Der in Breite und Höhe veränderliche „back-leg diffuser“ konnte mit vormontiert angelieferten Gespärreeinheiten maßgenau geschalt werden – auf der Basis mietbarer PERI Standardsysteme.



Mithilfe der projektbezogen maßgeschneiderten Schalungslösung ließen sich die außergewöhnlichen Bauaufgaben wirtschaftlich erfüllen.



Bauunternehmen
Wayne Brothers, Inc., Kannapolis
Projektbetreuung
PERI Orlando, USA

Isaiah Wayne, Projektleiter
Cecilio Gonzalez, Polier

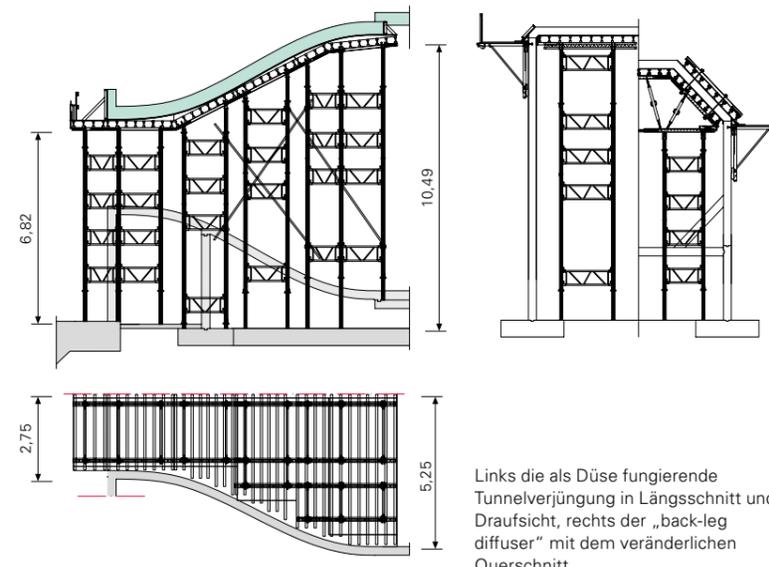
„Die komplizierte Geometrie war für uns eine große Herausforderung. Aber PERI unterstützte uns mit seiner Erfahrung und insbesondere mit einer maßgeschneiderten Schalungslösung, basierend auf Standardgerät. So konnten wir diese Aufgabe auch noch besonders wirtschaftlich meistern.“

Der Windshear Wind Tunnel weist eine Grundfläche von insgesamt 67 m x 28 m auf – mit vielfältigen und komplexen Querschnittsformen.

Der Windkanal dient als Versuchsanlage für Rennwagen, um deren Aerodynamik stetig zu verbessern. Die Fahrzeuge werden hierbei auf ein stählernes Rollband positioniert, das mit einer Geschwindigkeit von rund 290 km/h rotiert. Ein riesiger Ventilator bewegt gleichzeitig bis zu 2,85 Mio. m³ Luft pro Minute. Für die Herstellung

des ungewöhnlichen Tunnelbauwerks plante und lieferte PERI eine maßgeschneiderte Schalungslösung, eingesetzt wurde dazu mietbares Standardgerät aus dem PERI Mietpark. Die Unterstützung des Baustellenpersonals durch einen PERI Supervisor erlaubte zudem eine besonders effiziente Umsetzung vor Ort.

Die größte Herausforderung boten die außergewöhnliche Geometrie und die Höhe des Bauwerks. Im Tunnelbereich „back-leg diffuser“ beispielsweise veränderten sich Tunnelhöhe und -breite kontinuierlich. Insbesondere das abgewinkelte Deckengewölbe erforderte besondere Flexibilität. Systembauteile des VARIOKIT Ingenieurbaukastens bildeten das Fachwerk, das vormontiert zur Baustelle geliefert wurde. Die Anpassung an die veränderliche Form erfolgte mittels SLS Schwerlastspindeln. MULTIPROP Lasttürme trugen die Lasten über 10 m Höhe in den Untergrund ab.



Links die als Düse fungierende Tunnelverjüngung in Längsschnitt und Draufsicht, rechts der „back-leg diffuser“ mit dem veränderlichen Querschnitt.

Hohe Anforderungen an Schalung und Unterstützung stellte auch die als Düse fungierende Tunnelverjüngung. Zur Herstellung der gerundeten Wände und Decken wurde ebenfalls eine flexible Tunnellösung aus PERI Systembauteilen verwendet. Tragfähige MULTIPROP Einzelstützen, verbunden mit MRK Rahmen, dienten als Lastturm für die Unterstützung der Deckenschalung. Diese Kombination erlaubte eine optimale und baustellenbezogene Anpassung an die komplexen Randbedingungen unterschiedlichster Aufstellflächen und Höhen.

Wolfgrubentunnel, St. Anton, Österreich

Zeitvorteile mit PERI Systemen bei Decke und Wand

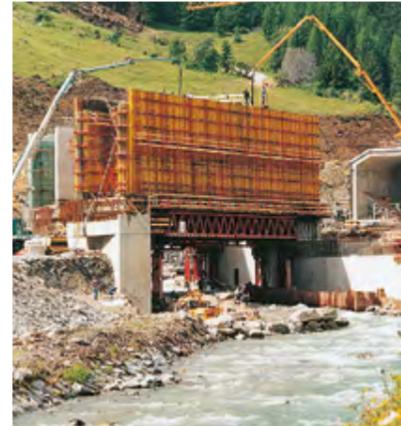
Zur Erhöhung der Verkehrskapazitäten wurde zur Ski-Weltmeisterschaft 2001 die Bahnstrecke zwischen St. Jakob und St. Anton zweigleisig ausgebaut. Die gleichzeitige Verlegung des Bahnhofs sorgt nun innerorts für mehr Ruhe und Attraktivität.

Der 1.743 m lange Wolfgrubentunnel wurde in offener Bauweise erstellt. Der Tunnel ändert seine Breite von zwei auf vier Gleise und seinen Querschnitt von Rechteck zu Trapez. Deckenstärken bis 120 cm und große Höhen bis 10,05 m kennzeichnen das Bauwerk. Damit war neben der Ableitung schwerer Lasten über große Höhen die ständige Anpassung von Deckenschalung und Traggerüst notwendig.

Für die Tunnelwände im Bereich der Flussüberquerung kamen VARIO Träger-Wandschalungselemente zum Einsatz, deren Vorhaltemenge auf

schnellen Umschlag optimiert war. Die Einheiten wurden mit Höhen von 8,40 m und 9,00 m vormontiert angeliefert und damit wertvolle Lohnstunden eingespart. Zur Anpassung an die unterschiedlichen Wandhöhen im darauf folgenden Bauabschnitt „Löwengalerie“ ließen sich die Schalungen entsprechend gruppieren.

Im Bereich der Deckenschalung und des bis zu 10 m hohen Traggerüsts brachte der PERI Vorschlag besondere Zeitvorteile: Die rasche Montage des MULTIPROP Systems und die einfache und flexible Anpassung an veränderliche Querschnitte erlaubten schnelles Arbeiten. Ein Gewinn für das Baustellenteam war es auch, dass ganze Einheiten gemeinsam mit der Deckenschalung verfahren bzw. in den Ausgleichsbereichen mit dem Hub- und Fahrgerät umgesetzt werden konnten.



1.200 m² VARIO Träger-Wandschalung – bemessen für einen Frischbetondruck von 80 kN/m² – wurden mit 480 m³ Beton gefüllt. Um das Verformen des Lehrgerüsts kontrollieren zu können, wurde wechselseitig betoniert.



Die Umrüstung der VARIO GT 24 Träger-Wandschalung im Bereich der polygonal gekrümmten Tragwerkswand (links) auf die geraden Wände (Abschnitt rechts) erfolgte durch den Austausch von Gelenkkupplungen gegen starre Kupplungen. So musste nicht das gesamte Element umgebaut werden.



Die alu-leichten MULTIPROP Türme aus dem PERI Mietpark waren schnell montiert und trugen die Lasten der 10,50 m hohen und 1,20 m starken Tunneldecken sicher ab.

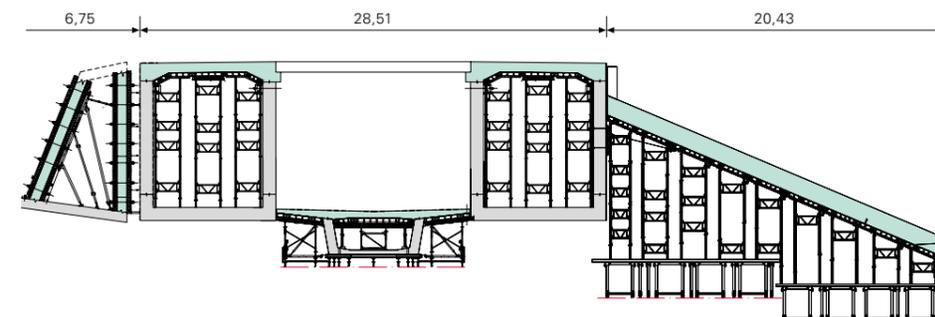


Bauunternehmen
Arge St. Anton Obertage
Mayreder, Stuaq, Porr Technobau, Rhomberg
Projektbetreuung
PERI Büro Vorarlberg und PERI Weihenhorn, Deutschland



Werner Herzog
Bauleiter

„Da die MULTIPROP Tische in Einheiten umzusetzen waren, kamen wir mit der Deckenherstellung sehr schnell voran. Das System ist äußerst flexibel und konnte den veränderlichen Querschnitten einfach angepasst werden.“



Die so genannte Rosanna-Überplattung mit den vier Abschnitten Lawinenschutzbauwerk, gekrümmte und gerade Tragwerkswände und Hohlkasten.

Tunnel Jumeirah Palm Island, Dubai, Vereinigte Arabische Emirate

Bewährte Systeme vielseitig eingesetzt



Auf Sand gebaut wurden die 2.000 Luxusvillen und 40 exklusiven Hotels der Palm Jumeirah. Mehr als 100 Mio. m³ Sand und Steine wurden im Meer aufgeschüttet, um der Insel die Form einer Palme zu geben. Ein als Wellenbrecher fungierender Steingürtel mit 12 km Länge und einem Durchmesser von 5 km schützt die 17 künstlichen Palmwedel gegen Erosion.

Der Außenring mit seinen Hotelanlagen und einem gigantischen Wasserpark ist durch einen 996 m langen Tunnel mit dem „Palmenstamm“ verbunden. Inklusiv der Zu- und Ausfahrtsrampen hat das Tunnelbau-

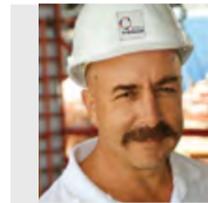
werk eine Gesamtlänge von 1.400 m. Davon verlaufen etwa 600 m unter Wasser, bis zu 25 m unter dem Meeresspiegel. Der dreizeilige Rechteckquerschnitt mit jeweils drei Fahrspuren und einem zentralen Versorgungstunnel wurde in offener Bauweise erstellt. Allein das Abpumpen der Baugrube dauerte einen Monat.

Der Tunnelquerschnitt ist 38,00 m breit und 9,16 m hoch, die Stahlbetonsohle hat eine Stärke von 1,54 m bis 2,08 m. Die Deckenstärken betragen 1,50 m bis 2,00 m, die Außenwände sind 1,50 m stark. Geschalt, bewehrt und betoniert wurde in der aufgelösten

Baumethode. In 25 m langen Betonierabschnitten und vier Taktfolgen ließen sich nacheinander die Tunnelsohle, jeweils zwei Wandscheiben und anschließend die Decke betonieren.

Die PERI Systemteile der VARIO Träger-Wandschalung bildeten für alle Bereiche die ideale Basis. Denn die tragfähigen GT 24 Schalungsträger sowie SRZ Stahlriegel ließen sich auch als Deckenschalung vielseitig und variabel einsetzen. PD 8 Lasttürme trugen die Betonierlasten beim Herstellen der Tunneldecke sicher in die Bauwerkssohle ab.

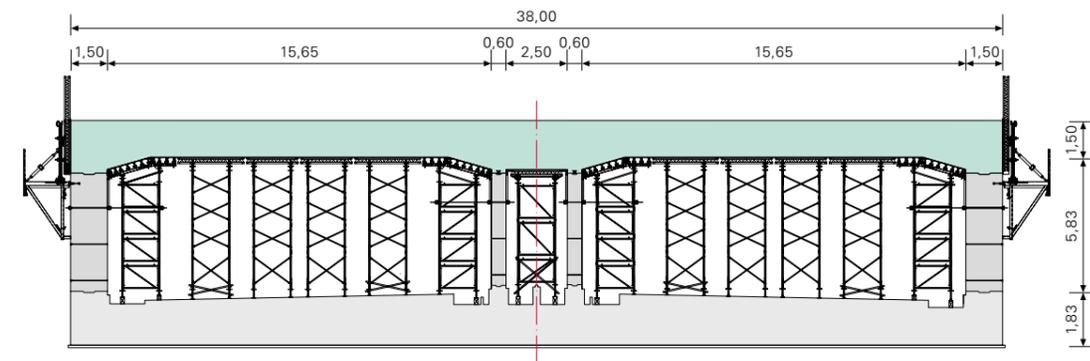
Bauunternehmen
Al Naboodah Engineering Services L.L.C., Dubai
Projektbetreuung
PERI Dubai, Vereinigte Arabische Emirate



Walter Freitag
Bauleiter

„Mit den PERI Systemen konnten wir eine schnelle Taktfolge erreichen. Sie sind einfach zu bedienen und vielseitig einsetzbar. Außerdem bot uns PERI den erforderlichen technischen Support auf der Baustelle.“

In nur elf Monaten wurden für den Straßentunnel etwa 200.000 m³ Beton verbaut.



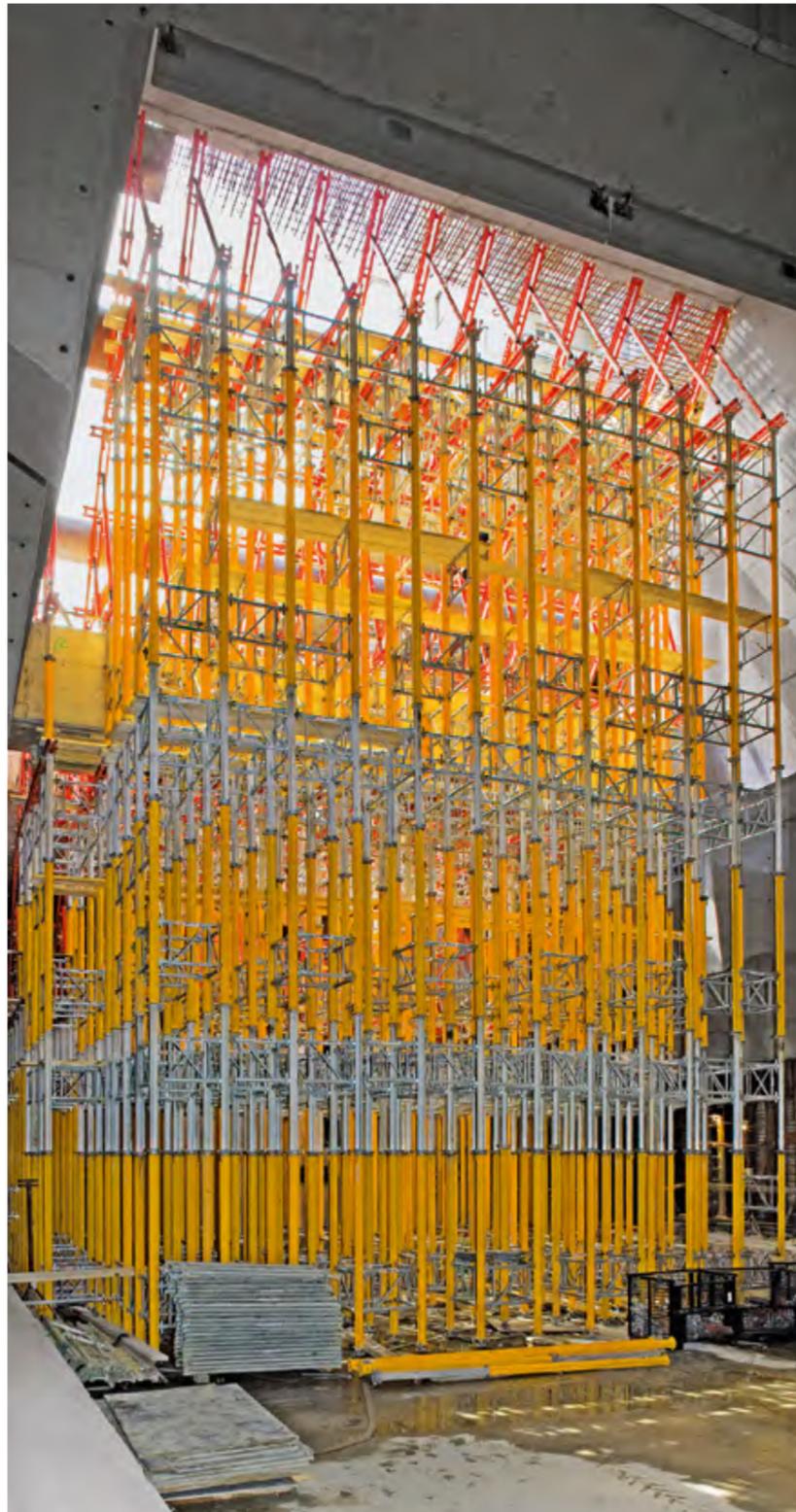
Für die 60 cm starken Mittel- sowie die 1,50 m starken Außenwände wurde die flexible VARIO GT 24 Träger-Wandschalung eingesetzt.

Der 38 m breite Tunnel verbindet die künstliche Insel Jumeirah Palm Island mit dem äußeren Gürtel.



U-Bahn-Station Móricz Zsigmond Platz, Budapest, Ungarn

Tragfähig und flexibel bis in 18 m Höhe



Auch die Bogenschalung und die tragende Unterkonstruktion für die massiven, 80 cm breiten Stahlbetonrippen basierte auf mietbaren Systembauteilen: Eingesetzt wurden GT 24 Gitterträger, SRU Stahlriegel, SLS Schwerlastspindeln und MULTIPROP Deckenstützen.

MULTIPROP Alu-Deckenstützen MP 480 und MP 625 wurden vertikal mithilfe des MPV Verbinders und horizontal über MRK Rahmen zu einem räumlichen Tragwerk gekoppelt.

TRIO Elemente als Seitenschalung für die Stahlbetonbögen hinterließen ein geordnetes Fugenraster.



Geometrisch und statisch angepasste Gespärrekonstruktion mit PERI Systembauteilen: mithilfe von Universalkupplungen UK 70 biegesteif verbundene SRU Stahlriegel sowie SLS Schwerlastspindeln.

7,3 km lang ist der erste Abschnitt der M4, die neue, vierte Linie der Budapester Metro. Sie führt unter der Donau hindurch und ist für einen vollautomatischen, fahrerlosen Betrieb ausgerüstet – im 90 Sekunden Takt, bis zu 80 km/h schnell. Die Metrostation unterhalb des Móricz Zsigmond Platzes mit vielen Straßenbahn- und Busanbindungen gilt dabei als wichtiger Verkehrsknotenpunkt.

Die Schalungs- und Gerüstlösung der ungarischen PERI Ingenieure berücksichtigte die statischen und architek-



András Illinger
Bauleiter

„Sowohl in der Planungs- als auch in der Ausführungsphase verlief die Zusammenarbeit mit PERI reibungslos. Die Flexibilität und Tragfähigkeit des zur Unterstützung der schräg verlaufenden Bauteile eingesetzten MULTIPROP Systems war von großem Vorteil.“

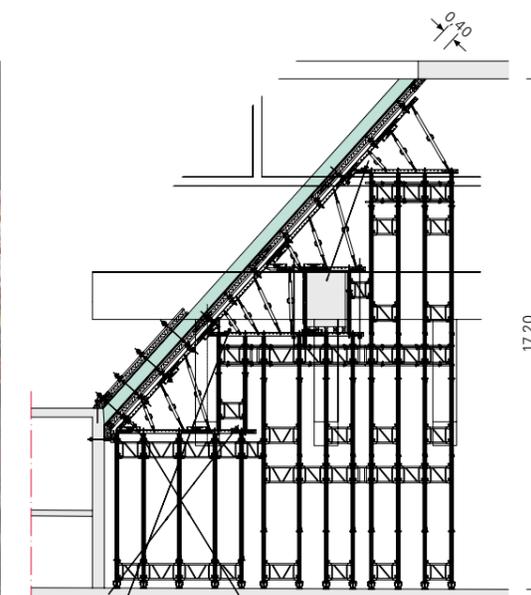
Bauunternehmen
Strabag MML Kft. HP Dir., Budapest
Projektbetreuung
PERI Budapest, Ungarn

tonischen Anforderungen. Denn es mussten sowohl hohe Lasten in großer Höhe abgeleitet als auch Betonbauteile in Sichtbetonqualität mit einem festgelegten Fugen- und Ankerraster betoniert werden.

Den nördlichen und südlichen Abschluss der Metro-Station bilden im 48 und 59°-Winkel geneigte Stahlbetondecken, die in 3 Takten bis in 18,70 m Höhe hergestellt wurden. Die sichere Lastverteilung erfolgte über GT 24 Schalungsträger und SRU Stahlriegel, eine Gespärrekon-

struktion aus SRU Stahlriegeln und SLS Schwerlastspindeln sorgte für die räumliche Anpassung. Die darunter montierte Traggerüstlösung basierte auf dem MULTIPROP System – mit MRK Rahmen verbundenen MULTIPROP Alu-Deckenstützen.

Mithilfe der mietbaren, modular aufgebauten PERI Baukastensysteme konnte ein vorab betonierter Querbalken nicht nur umbaut, sondern als aussteifendes Element in das Tragsystem integriert werden.



Die mit 48° schräg verlaufenden, 40 cm starken Betonbauteile ließen sich mithilfe modularer PERI Baukastensysteme wirtschaftlich in 3 Takten herstellen. Hierfür konnte ein vorhandener Stahlbeton-Querbalken mit 1,85 m x 1,30 m Querschnittsmaß umbaut und zur Horizontalaussteifung in das Tragsystem integriert werden.

Tunnel Limerick, Irland

Maßgeschneiderte Schalungslösungen: Unterwassertunnel im Sechs-Tage-Takt

Die Luftaufnahme zeigt das 600 m lange und 33 m breite Trockendock zur Vorfertigung der fünf Tunnelelemente à 100 m Länge.



Hannes Mauracher
Bauleiter

„PERI bot uns das beste technische Konzept und die wirtschaftlichste Lösung. Die Leistung, die wir mit den Schalwagen erreichen konnten, war mehr als zufriedenstellend. Damit ließen sich die Segmente immer im Wochentakt betonieren. Was unseren Schalungspartner umso mehr qualifiziert, ist der technische Support, der uns bei Detailfragen stets eine passende Lösung anbieten konnte.“

Bauunternehmen Limerick Southern Ring Road

DirectRoute (Limerick) Construction Ltd.
Strabag AG, John Sisk Son Ltd.,
Lagan Constr. Ltd., Roadbridge Ltd.

Beton- und Ausrüstungsarbeiten, Limerick Tunnel

Strabag International GmbH, Linz, Österreich

Projektbetreuung

PERI Weißenhorn, Deutschland



Die Schalungslösung berücksichtigte bei den Stirnschalungen sowohl Schubverzahnungen als auch zwei unterschiedliche Abdichtungsvarianten.

Der zweizellige Rechteckquerschnitt wurde teilmonolithisch hergestellt. Hydraulische Hub- und Absenkeinrichtungen sowie integrierte Querverschubeinheiten beschleunigten die Umsetzvorgänge.

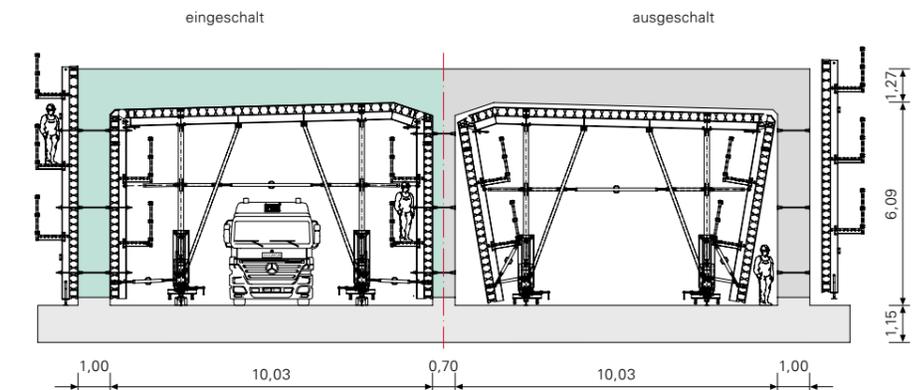
Fünf Tunnelelemente, in fünf Betonier-takten mit jeweils 20 m Länge wirtschaftlich, maßgenau und wasserdicht im 6-Tage-Takt hergestellt: Die PERI Hydraulik sorgte für effiziente Umsetzvorgänge und die einfache Bedienung der Wandschalungselemente. Integrierte Querverschubeinheiten erleichterten das exakte Einrichten.



Mit den PERI Schalwagen konnten die 20 m Segmente im Wochentakt betoniert werden.



Tunnelschalwagen auf der Basis des VARIOKIT Ingenieur-baukastens für die sechs zusätzlichen, zeitgleich auszuführenden Betonierabschnitte am Südportal.



Im Zuge des M7 Autobahneubaus im Südwesten Irlands quert die vierspurige Trasse bei Limerick den Fluss Shannon, bevor dieser wenige Kilometer westlich in den Atlantik mündet. Kernstück der insgesamt 10 km langen „Limerick Southern Ring Road“ war die dabei erforderliche Untertunnelung mit einer Gesamtlänge von 915 m. Dafür wurden zwei unterschiedliche, auf die Anforderungen der Baustelle und des Bauablaufs exakt angepasste PERI Schalungslösungen eingesetzt.

Für die 28 Betonierabschnitte des so genannten Immersed Tunnels und der im Norden angrenzenden Bauabschnitte in Ortbetonbauweise war ein maßgeschneiderter Sonderschalwagen die wirtschaftlichste Lösung. Insgesamt fünf Tunnelelemente mit jeweils 100 m Länge wurden in einem

Trockendock am Nordportal komplett vorgefertigt und über Schottwand stirnseitig geschlossen. Nach dem Fluten des Docks konnten die 100 x 25 x 8,50 m messenden und 20.000 t schweren „Stahlbeton-Fertigteile“ eingeschwommen, in die zuvor ausgebaggerte Flussbettrinne des Shannon abgesenkt und angedockt werden. Zeitgleich wurde im Bereich des Südportals ein zusätzlicher Tunnelabschnitt in sechs Takten fertig gestellt. Dies erfolgte in der Cut-and-Cover-Methode, also in offener Bauweise. Aufgrund der geringen Anzahl an Betonierabschnitten und der damit verbundenen kurzen Nutzungsdauer wurde hier das VARIOKIT Baukastensystem eingesetzt: Durch die Verwendung des Ingenieurbaukastens und damit weitgehend mietbarer Serielemente entstanden geringere Gesamtkosten.

Tunnel Neulustheim, München, Deutschland

S-Bahn-Tunnel in acht Takten
mit Systemteilen wirtschaftlich hergestellt



Bauunternehmen
Hentschke Bau GmbH, Bautzen
Projektbetreuung
PERI Dresden und PERI Weißenhorn,
Deutschland

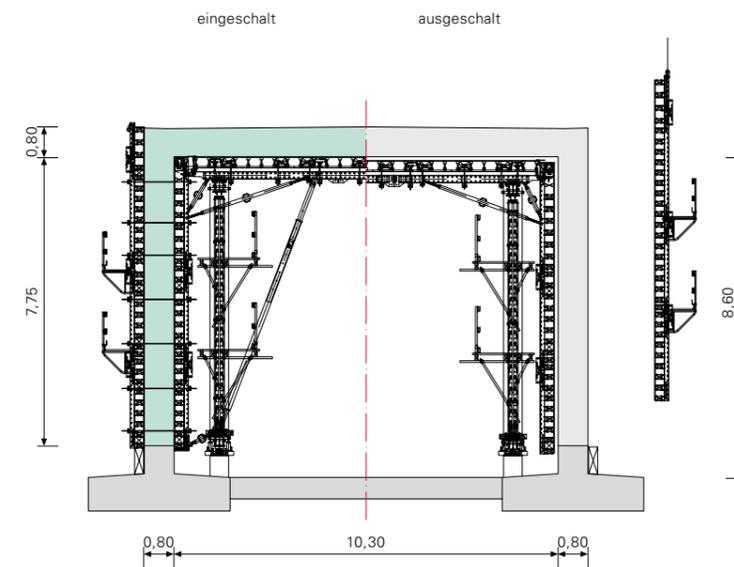
Das sogenannte Überwerfungsbauwerk westlich des Nymphenburger Schlosses entflechtet die Streckenführungen der Münchner S-Bahn und des regionalen Bahnverkehrs seit Anfang 2009. Der 85,70 m lange Bahntunnel verläuft im 200 m Radius und weist zur Mitte hin eine Steigung von 0,9% bzw. 0,2% auf. Die geringe Trassenlänge und die Herstellung in

nur acht Betoniertakten mit jeweils 10,70 m Länge in kurzer Bauzeit machten eine Schalwagenlösung auf Basis des VARIOKIT Ingenieurbaukastens besonders wirtschaftlich. Denn der Einsatz dieser flexiblen und mietfähigen Standardteile mit einem Minimum an Sonderteilen reduzierte die Gesamtkosten deutlich.



Volkmar Söllner
Polier

„Der VARIOKIT Tunnelschalwagen ist ein ausgereiftes System. Für unsere Baustelle mit nur acht Takten und einem knapp kalkulierten Zeitplan ist es in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht die optimale Lösung.“



Der Rechteckquerschnitt wurde teilmonolithisch hergestellt: die Sohle vorab, anschließend Wände und Decke in einem Guss.

Der Tunnel Neulustheim ist mit einer Höhe von 8,60 m außergewöhnlich hoch. Der robuste Schalwagen erlaubte eine Betoniergeschwindigkeit von 20 bis 25 m³/h und damit eine Steiggeschwindigkeit von 1,5 m/h.

HD 200 Schwerlaststützen trugen die hohen Lasten sicher in den Untergrund ab.



Tunnel Istra, Boljunsko Polje, Kroatien

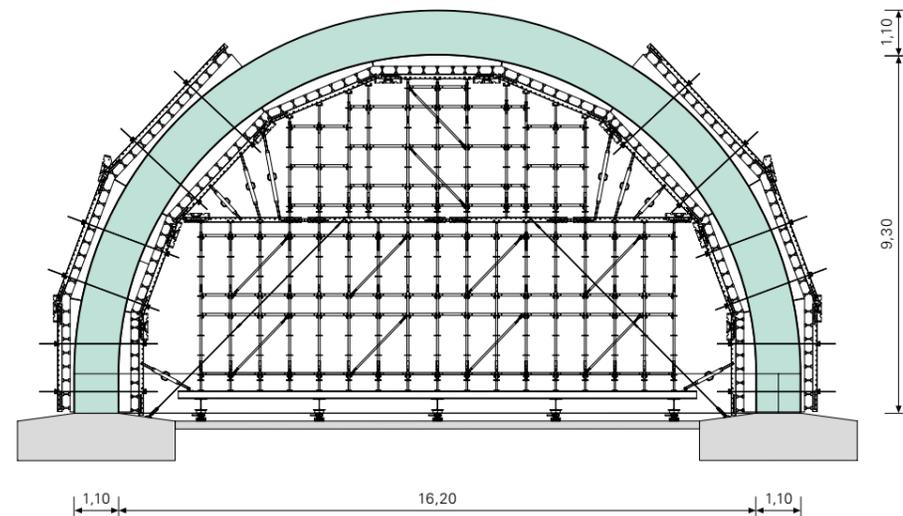
Schnelles Umsetzen spart Zeit und Baukosten

Um wildlebenden Tieren die Überquerung der vielbefahrenen Landstraße DC 500 von Učka nach Vozilici zu ermöglichen, errichtete man bei Boljunsko Polje eine Grünbrücke. Der 43 m lange Tunnel wurde teilmonolithisch in offener Bauweise hergestellt. Aufgrund der kurzen Bauzeitvorgabe von nur zwei Monaten konzipierten die PERI Ingenieure eine Schalungslösung, die eine schnelle Montage des Tunnelschalwagens und

ein rasches Umsetzen in den jeweils nächsten Abschnitt ermöglichte.

Für die Unterstützung des Schalwagens wurde eine Tragkonstruktion auf Basis des PERI UP Gerüstbaukastens geplant und ausgeführt. Auf HEB Stahlprofilen montiert, konnte die komplette Schalungseinheit nach Schnellabsenkung mit Rädern in den nächsten Betonierabschnitt umgesetzt werden.

Die Systemteile des PERI UP Gerüstsystems und die VARIO GT 24 Träger-Wandschalung ließen sich optimal an die vorgegebene Bauwerksgeometrie anpassen. Aufgrund der Mietbarkeit konnten zudem die Materialkosten minimiert werden. Die einfache Handhabung der Systeme reduzierte den Zeitaufwand bei der Montage und bei den einzelnen Umsetzungsvorgängen.



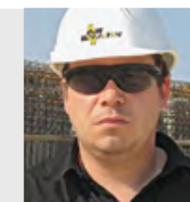
Die PERI UP Konstruktion wurde auf mehrere HEB Stahlträger montiert, die das Verfahren der gesamten Einheit in die jeweils folgenden Abschnitte erlaubte.

Die 43 m lange Wildwechselbrücke ließ sich mithilfe der PERI Baukastensysteme in nur zwei Monaten in offener Bauweise herstellen.

Der Lastabtrag des 1,10 m starken Tunnelgewölbes erfolgte über GT 24 Schalungsträger, ein Stahlfachwerk aus SRU Stahlprofilen, Universalkupplungen UK 70 und SLS Schwerlastspindeln sowie über eine PERI UP Traggerüstkonstruktion.



Bauunternehmen
Carin d.o.o., Zagreb
Projektbetreuung
PERI Zagreb, Kroatien und
PERI Frankfurt, Deutschland



Siniša Ptičar
Bauleiter

„Das einfache Umsetzen der PERI Lösung in den nächsten Abschnitt hat uns überzeugt. Damit konnten wir erheblich Zeit und Kosten einsparen.“

Straßentunnel Laliki, Polen

Tunnelschalung mit Verwendung von Schwerlasttürmen ST-A4

Nahe der tschechisch-polnischen Grenze wurde ein zweispuriger Tunnel in bergmännischer Bauweise mit einer Gesamtlänge von 670 m errichtet. Das Tunnelgewölbe weist eine Höhe von 7,74 m auf, die Tunnelbreite beträgt 12,50 m.

Für die Herstellung des Tunnels wurde eine Stahlschalung eingesetzt. Aufgrund der sich vielfach wiederholenden, identischen Abschnitte war diese Konstruktion besonders effizient und wirtschaftlich.

Für die Herstellung der Portalbereiche in offener Bauweise hatte das ausführende Unternehmen ein Lehrgerüst auf Basis des PERI UP Rosett geplant. Aufgrund eines beträchtlichen Terminverzugs entschied sich die Bauleitung dann jedoch für den Einsatz eines fahrbaren Tunnelschalwagens. Eine Konstruktion, die zuvor auf anderen Baustellen im Einsatz war, wurde dazu entsprechend umgebaut. Der flexible Aufbau des vorhandenen Schalwagens erlaubte dessen schnelle und einfache Anpassung an den Querschnitt des Laliki-Tunnels.

Für die runde Formgebung fand das PERI GRV Gelenkriegelsystem Verwendung, verbunden mit GT 24 Schalungsträgern. Allerdings wurde die Konstruktion für den Lastabtrag verändert: Ein Stahlfachwerk aus RCS Schienen, Schwerlastspindeln SLS und Druckspindeln SKS bildete die horizontale Tragkonstruktion, diese lagerte auf besonders tragfähigen Schwerlasttürmen ST-A4. PERI lieferte den Schalwagen vormontiert zur Baustelle, die abschließenden Aufbauarbeiten vor Ort dauerten damit lediglich 3 Wochen.

Dank der guten Zusammenarbeit beauftragte das ausführende Unternehmen PERI mit der Lieferung dreier weiterer Schalungskonstruktionen für einen Evakuierungstunnel: eine 12 m lange Schalung für den Abschnitt in offener Bauweise und den Portalbereich sowie zwei kleinere Schalungen von 6 m Länge für den in bergmännischer Bauweise auszuführenden Teil. Diese Schalungslösungen sowie die erforderlichen Bewehrungsgerüste basierten auf dem PERI UP Modulgerüst. Gleiches System wurde auch für die Konstruktionen der Nachbehandlungswagen für den bergmännischen Tunnel eingesetzt.



Ing. Martin Valko
Bauleiter

„Angesichts des immensen Zeitverzugs auf der Baustelle war nicht nur die gesamte technische Bearbeitung bei PERI sondern auch die gefundene Lösung unglaublich schnell.“

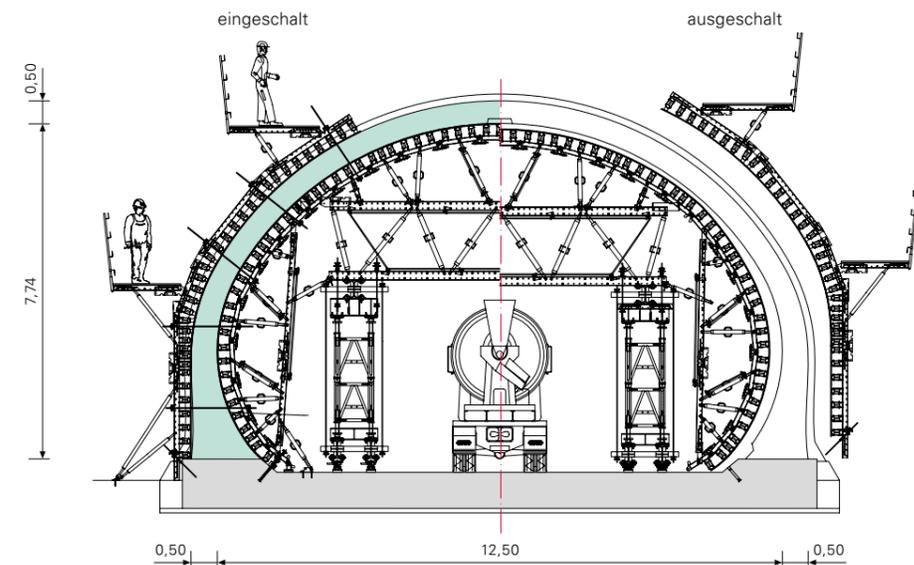
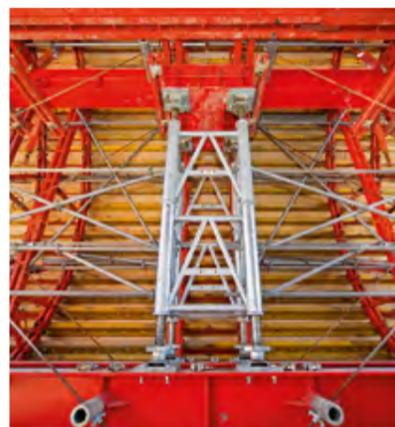
Bauunternehmen
Doprastav a.s., Žilina
Projektbetreuung
PERI Jesenice und PERI Zlin, Tschechien



Der seitliche Blick auf die Schalung des Tunnelportals.



Für den Abtrag der vertikalen Lasten wurden Schwerlasttürme ST-A4 eingesetzt.



Tunnel Reinertshof, Füssen, Deutschland

Betonieren auf Lücke beschleunigt Baufortschritt



Bauunternehmen
Xaver Lutzenberger, Pfaffenhausen
Projektbetreuung
PERI Weißenhorn, Deutschland



Norbert Ritter
Bauleiter

„Von PERI erhielten wir eine baustellengerechte und kostengünstige Lösung, da fast ausschließlich Standardteile verwendet wurden. Die komfortable und einfache Bedienung mit der hydraulischen Aus- und Einschalvorrichtung sowie dem Fahrtrieb reduzierte die Umsetzzeiten auf ein Minimum. In nicht einmal fünf Minuten konnte ein Schalwagen komplett verfahren werden.“

Eine der wichtigsten Fernstraßenverbindungen Europas ist die Autobahn A7. Sie verläuft knapp 1.000 km durch Deutschland in Nord-Süd-Richtung – von Dänemark bis Österreich. Mit dem Tunnel Reinertshof bei Füssen wurde der südliche Lückenschluss bis zur österreichischen Grenze hergestellt.

Das 645 m lange Tunnelbauwerk mit einem zweizelligen Rechteckquerschnitt wurde in offener Bauweise auf Lücke erstellt. Mit zwei Schalsätzen ließen sich der vorlaufende Abschnitt und im Abstand von drei Takten zeitgleich die Lücke mit jeweils 8 m Länge betonieren. Dieses Vorgehen beschleunigte den Bauablauf und begrenzte die Baustellenlänge von den Fundamenten bis zum fertigen Tunnel auf maximal 48 m. Wände und Decke konnten mit den PERI Tunnelschalwagen teilmonolithisch in einem Arbeitsschritt hergestellt werden.

Eingesetzt wurde hierbei das VARIO-KIT Baukastensystem mit weitgehend mietfähigen Serienteilen. Die vertikale Abstützung erfolgte mit HD 200 Schwerlaststützen. SRU Stahlriegel und RCS Kletterschienen ließen sich als Wandstahlriegel und als Deckenträger wirtschaftlich verwenden. VARIOKIT Diagonalstreben kamen als Druckstützen zum Einsatz.

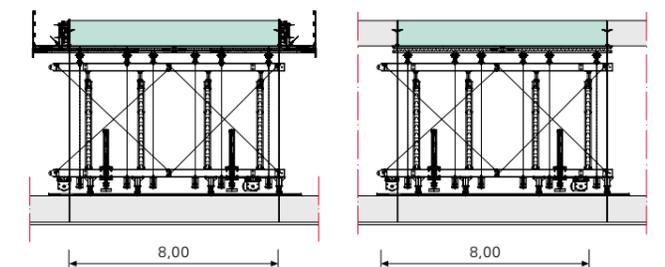
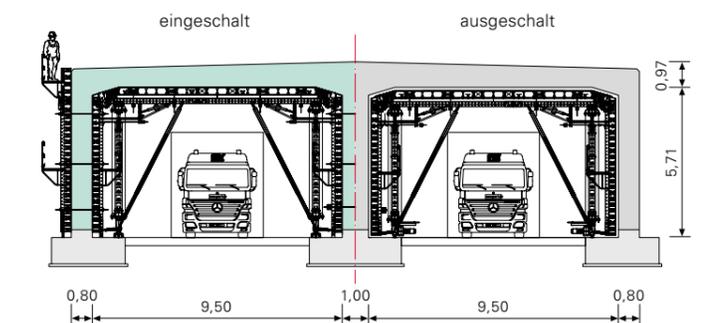
Die Wandschalung ließ sich beidseitig um 10 cm hydraulisch zurückfahren. Mit der Hub- und Absenkeinrichtung konnte der ganze Wagen ebenfalls hydraulisch in Betonierposition gehoben und wieder abgesenkt werden. Elektrische Antriebe aus dem VARIO-KIT Zubehör-Programm dienten dem raschen Umsetzen in den nächsten Takt. Die Tatsache, dass nur drei Ankerlagen in den Wänden benötigt wurden, ergab einen weiteren Zeitvorteil.

Der elektrische Antrieb und die hydraulische Bedienung sorgten für schnelle Umsetzzeiten.

Die Standardbauteile des VARIOKIT Ingenieurbaustens ließen sich zu einer optimalen Tunnelschalungslösung kombinieren.



Der PERI Tunnelschalwagen ist modular aufgebaut. Die Schalungsplanung berücksichtigte auch Durchfahrtsöffnungen für den Baustellenverkehr.



Die Stirnschalungen des Vorläufers wurden klappbar ausgeführt. Somit konnte ohne aufwändige Montagearbeiten umgesetzt werden.

Durch das Betonieren auf Lücke mit zwei Schalsätzen konnte ein optimaler Baufortschritt erzielt werden.

Grünbrücke A96, Gebrazhofen, Deutschland

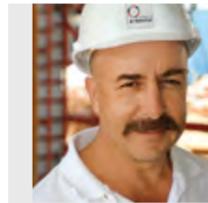
Ein Schalwagen für zwei Querschnitte

Schnelle und einfache Anpassung dank VARIOKIT



Die Doppelröhre über der A96 wurde mittels zweier Tunnelschalwagen aus Systembauteilen des VARIOKIT Ingenieurbaukastens hergestellt.

Insgesamt drei Tunnelröhren bilden die Grünbrücke Gebrazhofen. Das Bauwerk sichert, dass wildelebende Tiere die Verkehrswege ungehindert überqueren können und dass deren Lebensräume verbunden werden.



Thomas Halder
Polier

„Der VARIOKIT Schalwagen unterscheidet sich wesentlich von unseren bisherigen Systemen. Alles hat gut funktioniert – es gibt eigentlich nichts, was noch zu verbessern wäre. PERI hat seine Erfahrung voll eingebracht.“

Bauunternehmen
Ed. Züblin AG,
Bereich Friedrichshafen
Projektbetreuung
PERI Weissenhorn, Deutschland

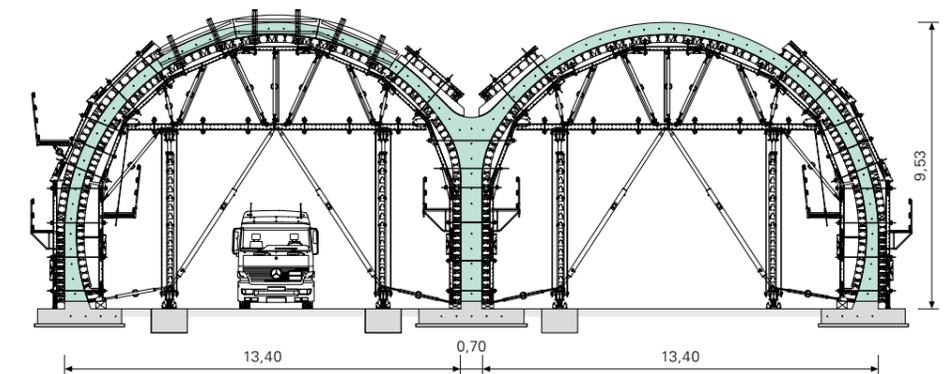
Im Rahmen der Fertigstellung der BAB A96 Lindau – München wurde bei Gebrazhofen eine Grünbrücke errichtet. Die Autobahn wird nun mit einem zwei-, die parallele Kreisstraße mit einem einzelligen Gewölbe überspannt. Nicht alltäglich ist der runde Querschnitt mit einer maximalen lichten Höhe von mehr als 9 m.

Beide Tunnel wurden mit einem 9,30 m langen Schalwagen aus Standardelementen des VARIOKIT Baukastens hergestellt. Nach der

Fertigstellung der Doppelröhre genügte der Austausch definierter Pässelemente, um den Schalwagen an den Radius der Einzelröhre anzupassen.

Planung und Abbund der Regelemente erfolgten bei PERI in Weissenhorn. Vorgefertigt wurden dort auch 3D-Sondereile für den komplex geformten Portalbereich, in dem sich die Wände zudem verjüngen. Für das Betonieren wurden Einfüllstutzen in der Außenschalung vorgesehen, Betonierfenster waren somit nicht erforderlich.

Die Konstruktion des Schalwagens erlaubte ungehinderten Zulieferverkehr.



Die Schalung für den komplex geformten Portalkragen wurde von PERI vormontiert und zur Baustelle geliefert.

Die VARIO GT 24 Wandschalungselemente ließen sich dem Tunnelquerschnitt optimal anpassen.

Der Beton wurde in die Schalung gepumpt, dazu wurden entsprechende Einfüllstutzen vorgesehen. Der Schieberäumer verhindert, dass Restbeton im Betonpumpenanschluss verbleibt.



Umweltschutztunnel Stetten, Österreich

Rationelle Arbeitsabläufe durch umfassende Ingenieurleistungen und wirtschaftliche Systemlösungen

Um den angestiegenen Verkehrsbelastungen gerecht werden zu können, wurde die S1 Wiener Außenring Schnellstraße ausgebaut. Das Konzept umfasste auch den 3.200 m langen Tunnel Stetten, bei dessen Bau die ARGE auf wirtschaftliche Tunnel-schalungslösungen und umfassende Ingenieurleistungen von PERI setzte. Aufgrund effizienter Umsetzungsvorgänge und optimierter Arbeitsabläufe waren mit den PERI Tunnelschalwagen sowie den fahrbaren Mittel- und Außenwandschalungen die angestrebten Wochentakte für die 20 m langen Abschnitte einfach einzuhalten.



Beim Bau des über 3 km langen Umweltschutztunnels erfüllten wirtschaftliche Systemlösungen mit mietbaren Baukastensystemen die unterschiedlichsten Anforderungen.



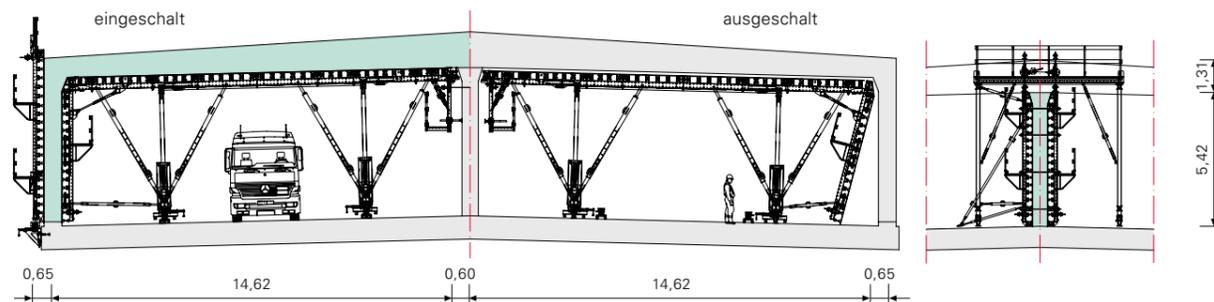
Modulare Traggerüstlösung mit PERI UP Rosett für Stiehlasten bis zu 40 kN – typengeprüft, anpassungsfähig und einfach zu montieren.

Mit seinen fast 100.000 m² Grundfläche ist der Umweltschutztunnel der größte Straßentunnel Österreichs, der in offener Bauweise hergestellt wurde. Für einen optimalen Bauablauf kamen zwei VARIOKIT Schalwagen für die vorlaufende Mittelwand sowie fünf

VARIOKIT Tunnelschalwagen für die Herstellung der Decken und Außenwände zum Einsatz.

Die Lösung sah auch zum raschen und kranunabhängigen Umsetzen der Außenwandschalung eine fahrbare

Variante vor. Die PERI Ingenieure konnten hierbei auf vielseitig einsetzbare Systemelemente des VARIOKIT Ingenieurbaukastens zurückgreifen.



Die Planung der VARIOKIT Tunnelschalwagen berücksichtigte Durchfahrtsöffnungen für den Baustellenverkehr.

Nach dem hydraulischen Absenken und Einklappen der Wandschalung wurde der VARIOKIT Schalwagen schienengeführt in den nächsten Abschnitt verfahren.



Bauunternehmen
ARGE Ingenieurbau PPP-Ostregion S1-West
Alpine und Hochtief, Wien
Projektbetreuung
PERI Nußdorf, Österreich

Die beiden PERI Schalwagen für die vorlaufende Mittelwand ließen sich ohne Kranunterstützung umsetzen.



Ing. Dieter König
Oberbauleiter
Andreas Lang
Hauptpolier



„Die enge Zusammenarbeit mit den PERI Ingenieuren führte zu besten Lösungen, technisch und wirtschaftlich. Aufgrund effizienter Umsetzungsvorgänge und optimierter Arbeitsabläufe sind die Wochentakte leicht einzuhalten.“

Tunnel Erstfeld, Nordportal Gotthard-Basistunnel, Schweiz

Tunnelschalwagen optimal an veränderlichen Querschnitt angepasst



Der Tunnel Erstfeld bildet das Nordportal des 57 km langen Gotthard-Basistunnels. Der Eisenbahntunnel soll 2017 in Betrieb genommen werden – als längster Tunnel der Welt.

Bauunternehmen
Strabag AG Ingenieurbau,
Zweigniederlassung Erstfeld
Projektbetreuung
PERI Ohringen und
MCE GmbH Eschenz, Schweiz

Der nördliche, 600 m lange Tunnelabschnitt des Gotthard-Basistunnels bei Erstfeld wurde in offener Bauweise hergestellt. Das geometrisch anspruchsvolle Bauwerk weist drei unterschiedliche Tunnelquerschnitte mit 50 m, 240 m und 316 m Länge auf. Der Tunnel geht hierbei von einem einzelligen in einen zweizelligen Sechseckquerschnitt über. Nach 290 m erfolgt die Streckenführung in zwei getrennten, parallel verlaufenden Einzelröhren mit Hufeisenprofil. Die

Der nördliche Tunnelabschnitt weist eine polygonale Querschnittsform mit variablen Winkeln auf.



Sepp Schuler
Polier

„Das PERI Schalungssystem ist die optimale Lösung für unseren Tunnel, da der Schalwagen sich dem veränderlichen Querschnitt einfach anpassen lässt. Die einzelnen Arbeitsschritte – Einschalen, Ausschalen und Verfahren – funktionieren sehr gut.“

unterschiedlichen Tunnelquerschnitte sind allesamt 8 m hoch; die im mittleren Abschnitt vorhandene, beidseitig abgeschrägte Mittelwand verbreitert sich am Wandfuß von 1,60 m auf 3,80 m Stärke.

Die Baustellenmannschaft erstellte den gesamten Tunnel mit nur einem PERI Schalwagentyp, so dass beim Querschnittswechsel von der Polygon- auf die Hufeisenform nur die Schalungsaufsätze ausgetauscht werden

Die Herstellung des zweizelligen Tunnelquerschnitts erfolgte mithilfe des PERI Tunnelschalwagens teilmonolithisch – Außenwände, Mittelwand und Decke in einem Guss.



mussten. Für komfortables und schnelles Einschalen, Ausschalen und Verfahren waren die Wagen mit Elektroantrieb sowie einer hydraulischen Hub- und Absenkeinrichtung ausgestattet. Auch die polygonal montierten Außenschalungen auf Basis des VARIO GT 24 Träger-Wandschalungssystems ließen sich einfach an die unterschiedlichen Winkel anpassen. Der Bauablauf erfolgte von Norden nach Süden in jeweils 10 m langen Etappen.

Der PERI Schalwagen wurde für den Gewölbequerschnitt einfach mit einem geänderten Schalungsaufsatz ausgestattet. Damit ließen sich auch die Einzelröhren im regelmäßigen Wochentakt betonieren.



Warnowquerung, Rostock, Deutschland

Komfortable Tunnelschalwagen für reibungslosen Bauablauf

Innen- und Außenschalung eingeschalt (rechts). Links ausgeschalt und Innenschalung um eine Taktlänge verfahren, Außenschalung bereit für das Umsetzen zum nächsten Takt.



Der Bauherr – die Warnowquerung GmbH & Co. KG – schloss mit diesem Bauabschnitt den Tangentenring zur Umfahrung der Hansestadt. Der 790 m lange Tunnel wurde aus sechs Segmenten zusammengesetzt. Diese waren jeweils 120 m lang und wurden in acht Betonierabschnitten im Baudock vorgefertigt. Nach dem Verschließen der Kopfenden mit Stahltores und der Dockflutung folgte das Ausschwimmen der 22.000 t schweren Elemente.

Die Betonierabschnitte der einzelnen Tunnelelemente wurden in zwei Takten gefertigt: Nach dem Gießen der Sohlplatte wurden Wände und Decken in einem Guss betonierte, die Taktlängen

betragen zwischen 14,20 m und 15,60 m. Die beiden gelieferten PERI Schalwagen waren komfortabel zu bedienen, denn die Innenschalungen ließen sich – hydraulisch gesteuert – einklappen, anheben und absenken.

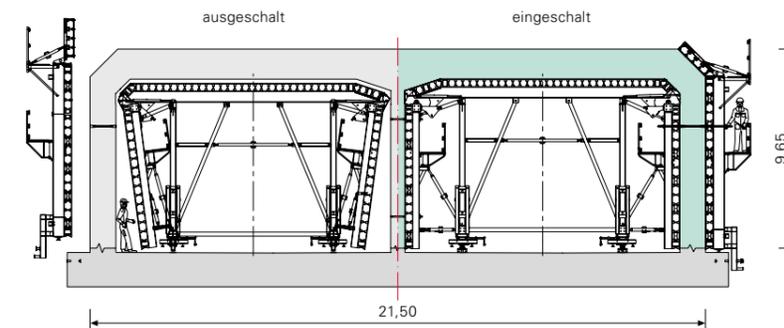
Das Verziehen der Schalwagen erfolgte mit Greifzügen. Die Außenelemente wurden samt oberer Kippschalung und zusammen mit den Arbeitsbühnen in einem Kranhub zeitsparend umgesetzt. Auf diese Weise ließ sich die wöchentliche Taktfolge bequem meistern.



Steffen Drögmöller
Polier

„Die Tunnelschalwagen funktionieren hervorragend, so dass die Arbeiten auf zwei Produktionslinien reibungslos ablaufen können.“

Die Außenwände wiesen nur zwei Ankerstellen auf, eine davon im Sohlbereich. Dies reduzierte die Gefahr von Wassereintritten. Spannstäbe DW 32 nahmen in der oberen Ankerlage die hohe Belastung (360 kN) sicher auf. PERI Ankertechnik, konsequent eingesetzt, verringerte das Risiko undichter Ankerstellen dauerhaft.



Das Gesamtgewicht der beiden Tunnelschalwagen betrug ca. 400 t. Das Konzept berücksichtigte die vorhandene Krankapazität: Die Schalwagen ließen sich in Einzelteile mit einem Gewicht von jeweils 8 t zerlegen und damit vor der Flutung aus dem Baudock herausheben.



Fugenbänder in den Arbeits- und Taktfugen sorgten für Wasserundurchlässigkeit.



Der Tunnelbau erfolgte im „Einschwimm- und Absenkverfahren“ – einer in Deutschland kaum bekannten Technologie.

Die Tunnelbauphasen

Herstellung: In drei Abschnitten werden jeweils zwei Elemente gefertigt.



Ausschwimmen der Elemente:

Sind zwei Tunnelelemente betonierte, wird das Baudock geflutet. Dann folgt das Ausschwimmen der Röhren.



Absenken und Positionieren:

Die Tunnelröhren bestehen aus wasserundurchlässigem Beton und werden zum Ausschwimmen vorübergehend an den Enden abgeschottet.



Autobahntunnel A100, Berlin, Deutschland

Stufenlose Schalwagenanpassung an unterschiedliche Tunnelbreiten



Das 1.000 m lange Teilstück für den Ausbau des Berliner Stadtrings Süd im Bezirk Neukölln wurde in offener Bauweise erstellt. Zwei Tunnelröhren bieten je drei Fahrspuren Platz. Im Verlauf der Strecke sind zwei Ausfahrten mit einer Breite von je 8,30 m integriert.

Die Fundamente wurden im Vorlauf hergestellt, Wände und Decken anschließend in einem Guss betonierte. Die zu schalende Fläche für Wände und Decken betrug bis zu 676 m² pro Takt. Die Tunnelbreite in den zwei

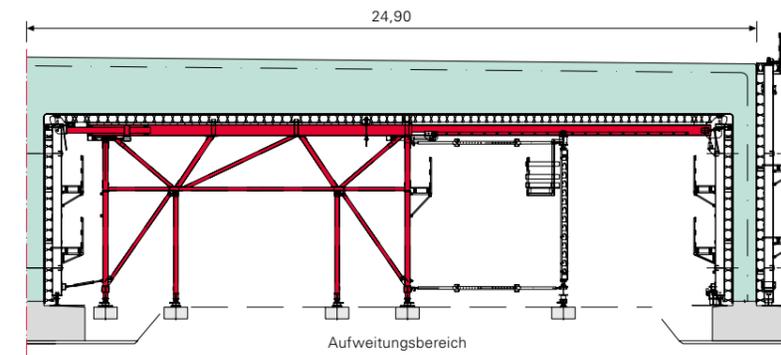
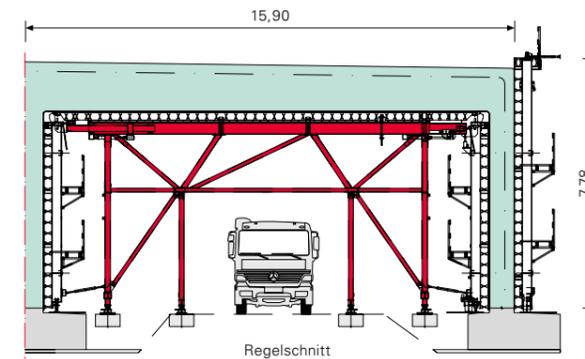
Hauptrohren variiert von 14,50 m beim Regelquerschnitt bis zu maximal 23,50 m im Aufweitungsbereich.

Die Anpassung des Schalwagens an die veränderlichen Tunnelbreiten erfolgte ohne aufwändigen Umbau über hydraulische Teleskopträger. Diese waren für die verschiedenen Taktbreiten stufenlos und bis zu 9,00 m ausziehbar. Ab einer Auszugslänge von 3,50 m wurden die Teleskope zusätzlich durch eine Jochscheibe aus PERI HD 200 Schwerlaststützen unterstützt. Diese Joche konnten von

Takt zu Takt gemeinsam mit dem über Seilzüge zu verziehenden Schalwagen verfahren werden.

Da die gesamte Tunneltrasse in einem beengten Geländeeinschnitt liegt, wurden die PERI Schalwagen mit einer lichten Durchfahrtsöffnung von 4,00 m Höhe und Breite konstruiert. So konnten sie ungehindert von Baustellenfahrzeugen durchfahren werden.

Die beiden Tunnelröhren wurden für drei Autobahnspuren ausgelegt.



Die Schalungskonstruktion für den Regelquerschnitt...



...und ausgezogen für den Aufweitungsbereich.



Andreas Katt
Polier

„Die Abläufe mit den Schalwagen spielten sich von Abschnitt zu Abschnitt besser ein. Alles hat gut funktioniert, so dass wir alle zehn bis zwölf Tage einen Abschnitt betonieren konnten.“

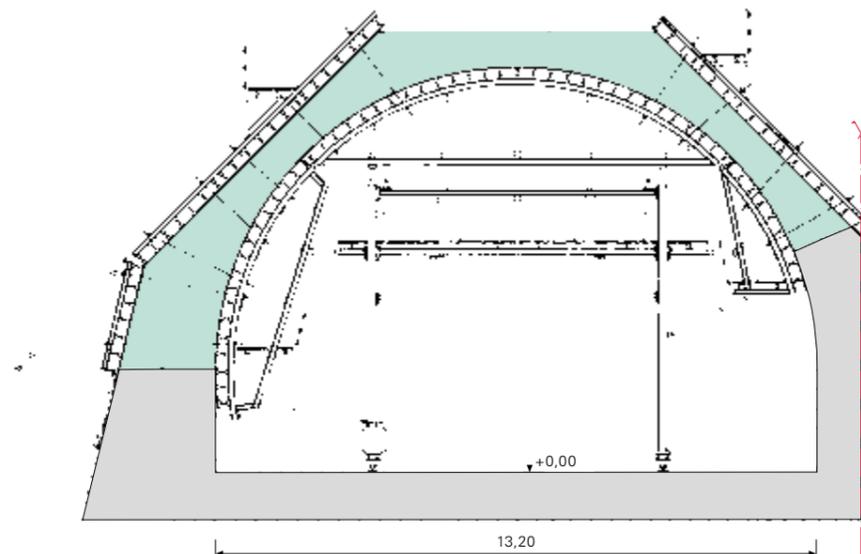
Bauunternehmen
Wolff & Müller RKK, Berlin
Projektbetreuung
PERI Berlin, Deutschland

Tunnel Somosierrapass, Spanien

Betonieren auf Lücke beschleunigt Herstellung des Doppelgewölbes



Zuerst wurden Mittelwand und Seitenwände hergestellt, das Gewölbe wurde anschließend auf Lücke betoniert: Ein erster Schalwagen läuft taktübergreifend voraus, ein zweiter Schalwagen schließt nachfolgend die Lücken. Auf diese Weise konnte der Baufortschritt erheblich beschleunigt werden.



Der Regelquerschnitt des Gewölbes mit Innenschalwagen und Außenschalungen.

Bauunternehmen
Dragados & Construcciones, Madrid
Projektbetreuung
PERI Madrid, Spanien



Die zweite Phase des Betonierabschnittes: Nach der Herstellung der Wände an der Außenseite sowie zwischen den beiden Tunnelröhren kamen die Schalwagen für das Doppelgewölbe zum Einsatz.



Für die Stirnabschalung wurde eine Stahl-Sonderkonstruktion konzipiert.

Phase 1

Die Mittelwand des Doppeltunnels wurde mit der VARIO GT 24 Träger-Wandschalung mit gewölbten Stahlriegeln in Form gebracht und betoniert. Parallel dazu wurden die Außenwände mit TRIO geschalt und verfüllt.

Schalwagen im Einsatz. Stahl-Sonder-schalungen dienten als Stirnabschalungen.

Betoniert wurde in Takten von 12 m Länge. Mit Schalungen, die zu einem Großteil aus Standardteilen bestanden, konnte eine hohe Sichtbetonqualität erreicht werden. Insgesamt wurden 4.400 m² Schalung vorgehalten, pro Woche konnte jeweils ein Takt fertig gestellt werden.

Phase 2

Die beiden Tunnelgewölbe wurden gleichzeitig geschalt. Dazu stellte das Baustellenteam je zwei Schalwagen auf Lücke, insgesamt waren damit vier

Die „Autostraße des Nordens“ – die Achse von Madrid nach Paris – verläuft rund 90 km nördlich der spanischen Hauptstadt über den 1.400 m hoch gelegenen Somosierrapass. Um den Verkehr in den Wintermonaten vor möglichen Schneestürmen zu schützen, war die Trasse unter die Erde zu verlegen. Der Tunnel konnte in offener Bauweise errichtet werden.

Die PERI Techniker konzipierten, montierten und lieferten eine Schalwagenlösung, die auf der Baustelle die schnelle und effiziente Ausführung des Doppelgewölbe-Querschnittes erlaubte. Nach Abstimmung mit der Bauunternehmung wurde beschlossen, in zwei Phasen zu betonieren.



Für den Bau des Teilabschnitts über den Somosierrapass wurden insgesamt vier Schalwagen eingesetzt.

Tunnel Denkendorf, Deutschland

Betonieren auf Lücke – Ein Verfahren zur Terminplansicherung



Schnell umsetzbar: HD 200 Schwerlaststützen waren verfahrbar an PERI UP Rosett Einheiten angeordnet. Sie bildeten die Notunterstützung und wurden unmittelbar nach dem Verziehen des Schalwagens eingebaut.



Die Herstellung des Tunnels erfolgte in einer 12 bis 20 m tiefen Baugrube, die durch eine rückverankerte, aufgelöste Bohrpfehlwand mit aussteifender Sohle und zum Teil mit Kopfaussteifungen gesichert war.



Dipl. Ing. Alexander Lenz
Oberbauleiter
Dipl. Ing. Michael Hackl
Bauleiter

„Durch die angebaute Hydraulik lassen sich die Schalwagen durch unsere Kolonnen fast spielend absenken, verziehen und einrichten. Bereits einen Tag nach dem Ausschalen des betonierten Blocks können wir die Bewehrungsarbeiten auf dem positionierten Innenschalwagen wieder aufnehmen. Wir haben unsere Entscheidung für den PERI Schalwagen nicht bereut!“

Bauunternehmen
Arge NBS Nürnberg-Ingolstadt Los Süd
Schäler Bau Berlin GmbH
Berger Bau GmbH, Passau
Projektbetreuung
PERI Weißenhorn und PERI Berlin, Deutschland

Als Teil der ICE Neubaustrecke Nürnberg – Ingolstadt wurde in Denkendorf ein 675 m langer Tunnel errichtet. Das Bauwerk führt durch dicht bebauten Gewerbegebiet und war mit WU-Beton auszuführen. Insgesamt wurden 54 Tunnelblöcke hergestellt. Der Innenquerschnitt blieb dabei konstant, die Wanddicken (100 cm bis 120 cm) und Decken. stärke (105 cm bis 125 cm) variierten jedoch über die Tunnellänge.

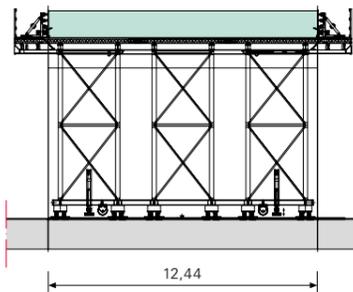
52 Abschnitte wurden mit einer Betonieraktlänge von 12,50 m hergestellt, im Ein- bzw. Ausfahrtbereich wurde diese auf 10,00 m reduziert. In Absprache mit der ausführenden Arge konzipierte, fertigte und lieferte PERI zwei komplette Schalwagensätze. Eingesetzt nach der Methode „Betonieren auf Lücke“ erlaubten diese die Herstellung von zwei Tunnelblöcke pro Woche.



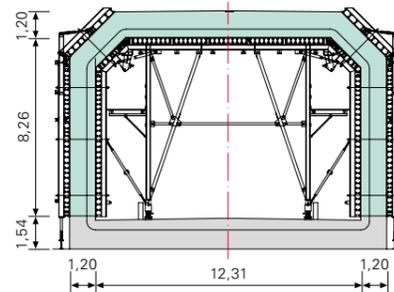
Innenschalwagen (Nachläufer) in Betonierstellung. Durch Ausfahren der Hydraulikzylinder angehoben und über Verschiebbalken mit Spindelbetätigung horizontal ausgerichtet.

Betonieren auf Lücke

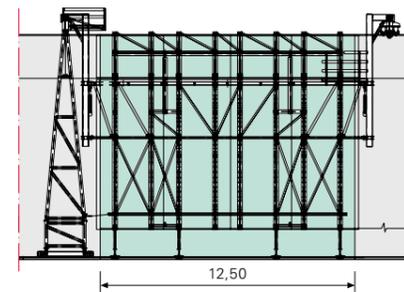
Mit dem „Vorläufer“ wird der jeweils übernächste Betonierabschnitt geschalt. Der zweite Wagen, der Nachläufer, schließt die entstandenen Abschnittslücken. Der Vorläufer ist maßgebend für den Betonierablauf, da aufwändige Details wie der Einbau von Fugenbändern oder die beidseitig anzubringenden Stirnabschalungen mit Querkraftverzahnung zu berücksichtigen sind.



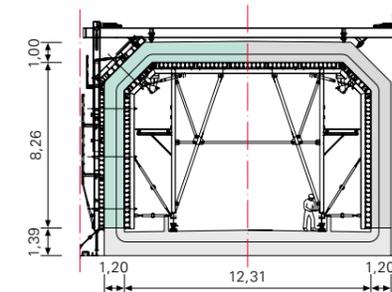
Längsschnitt Vorläufer
Innenschalwagen mit stirnseitiger Deckenabschalung in Betonierposition.



Regelquerschnitt Vorläufer
Innenschalwagen mit positionierter Außenschalung.



Längsschnitt Schließer
Außenschalwagen in Betonierposition.



Querschnitt Schließer
Links Innen- und Außenschalung betonierfertig positioniert; rechts Anker gelöst und Außenschalung in Transportstellung, Innenschalung noch eingeschalt.

Lärmschutztunnel Eching am Ammersee, Deutschland

Wechselnde Querschnitte und Sichtbetonqualität mit TRIO und TRIO Struktur gelöst



PERI montierte und lieferte die komplette Schalung sowie Traggerüste nach den Plänen der PERI Niederlassung München.

Immer häufiger werden bei der Trassierung neuer Autobahnstrecken Tunnel als Lärmschutzmaßnahme für bestehende Bebauungen geplant. Diese können in offener Bauweise errichtet und anschließend überschüttet und begrünt werden. Solche Bauvorhaben bestehen auf beiden Tunnelseiten zunächst aus einer langgezogenen Rampe mit Gefälle und einem architektonisch gestalteten Einfahrtsbauwerk, bevor die eigentliche Tunnelstrecke – meist in einer Mulde liegend – beginnt.

Der Tunnelquerschnitt für den Lärmschutztunnel Eching erscheint bei erster Betrachtung sehr einfach, allerdings ergaben sich bei der Schalungsplanung unterschiedliche Betonierabschnitte für Wand und Decke. Die Vorgabe, Sohle und Wand in einem Stück zu erstellen, erschwerte die Schalungsplanung zusätzlich.

Aufgrund einer querenden Straße wurde der Tunnelbau an zwei Stellen nacheinander begonnen. Auch die Rampenbauwerke wurden in Trogbauweise hergestellt. Erschwerend kam hier die Ausbildung für die Schallschutzverkleidung hinzu.



Bauunternehmen
Universale-Bau GmbH, München
Projektbetreuung
PERI München, Deutschland



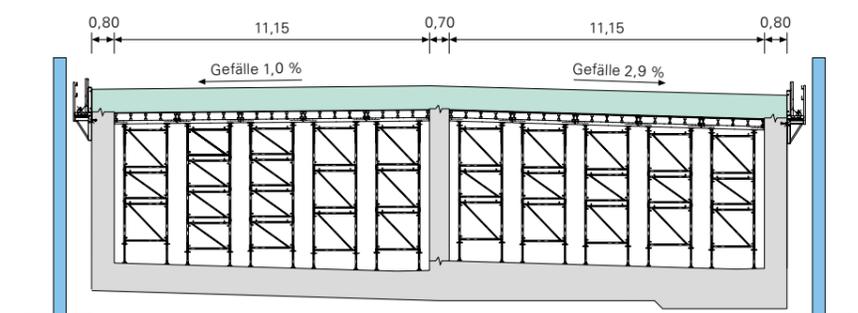
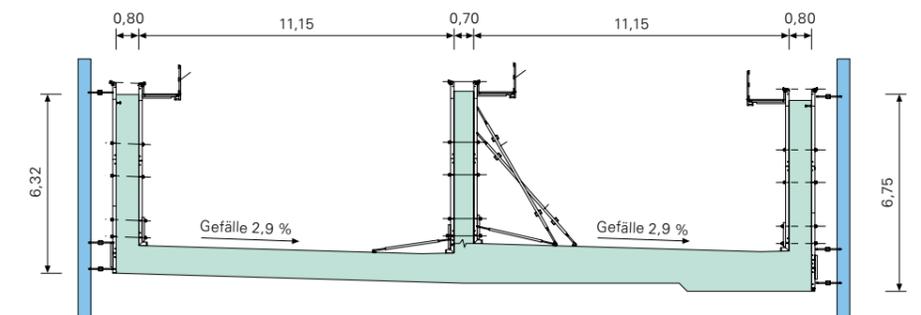
Die Übersicht zeigt die drei Betoniertakte sehr deutlich: nachdem Sohle und Wand in einem Guss hergestellt wurden, betonierte das Baustellenteam die Mittelwand und abschließend die Deckenplatte.



Die Formgebung an den beiden Einfahrtsbauwerken war äußerst kompliziert. Mit der stufenlos einstellbaren RUND-FLEX Rundschalung und werkseitig montierten Auffütterungen konnte diese Konstruktion mit gutem Ergebnis umgesetzt werden. Bis zu 140 Richtstützen nahmen den einseitigen Schalungsdruck in der Rundung auf.

Aus 75 herzustellenden Tunnelblöcken wurden 75 verschiedene Schalungseinsätze, d. h. die verwendeten Schalungssysteme mussten der veränderlichen Geometrie laufend angepasst werden. Darüber hinaus war Sichtbetonqualität – beispielsweise mit senkrecht verlaufenden Brettstrukturen – gefordert.

Mit dem Einsatz von 2,70 m und 3,30 m hohen Elementen der Rahmenschalung TRIO sowie der Variante TRIO Struktur mit einer Schalhaut aus vorbehandelten Brettern, konnten diese Anforderungen erfüllt werden. Für die Herstellung der Decken kamen pro Röhre jeweils fünf PD 8 Deckentische mit Notunterstützung zum Einsatz, ebenfalls mit in Längsrichtung verlaufenden Brettern belegt. Mit der gewählten Schalungslösung konnte eine wöchentliche Taktfolge realisiert werden.



Als Schalungssysteme für Wand und Decke wurden die TRIO Rahmenschalung (2,70 m und 3,30 m hoch) und PD 8 Deckentische eingesetzt. Diese Lösung zeigte sich äußerst anpassungsfähig.

Tunnel Schleifenstraße, Augsburg, Deutschland

Hydraulische Schalungsmaschine:
Wöchentlich betoniert und selbsttätig umgesetzt



Bauunternehmen
Ed. Züblin AG, Niederlassung Stuttgart
Projektbetreuung
PERI Weissenhorn und PERI Stuttgart, Deutschland

Die maßgeschneiderte Wandschalung – Stahlriegel, GT 24 Gitterträger, raumhoher und fugenfreier Schalbelag für beste Betonqualität – war fest mit dem Schalwagen verbunden und ließ sich hydraulisch ein- und ausschalen.



Thomas Hauser
Bauleiter

„Die Zusammenarbeit zwischen PERI und der Züblin AV bei der Konzeption des Schalwagens führte zu einer funktionellen Lösung. Nach wenigen Betoniertakten gelang es uns, den angestrebten Wochentakt zu erreichen. Der Arbeitsablauf mit dem rasch umsetzbaren Wagen gestaltete sich reibungslos. In weniger als einem halben Tag ließ sich die gesamte Einheit zum nächsten Betonierabschnitt umsetzen.“



Als Teil der südöstlichen Tangente der Bundesstraße B17 verringert die Schleifenstraße die Verkehrsbelastung in der Augsburger Innenstadt deutlich, sie erhöht damit die Lebensqualität der Anwohner. Das letzte Teilstück der Trasse besteht aus einem 380 m langen Tunnel. Dieser war in einer mit überschnittenen Bohrpfehlen und Spundwänden gesicherten Baugrube in offener Bauweise zu erstellen.

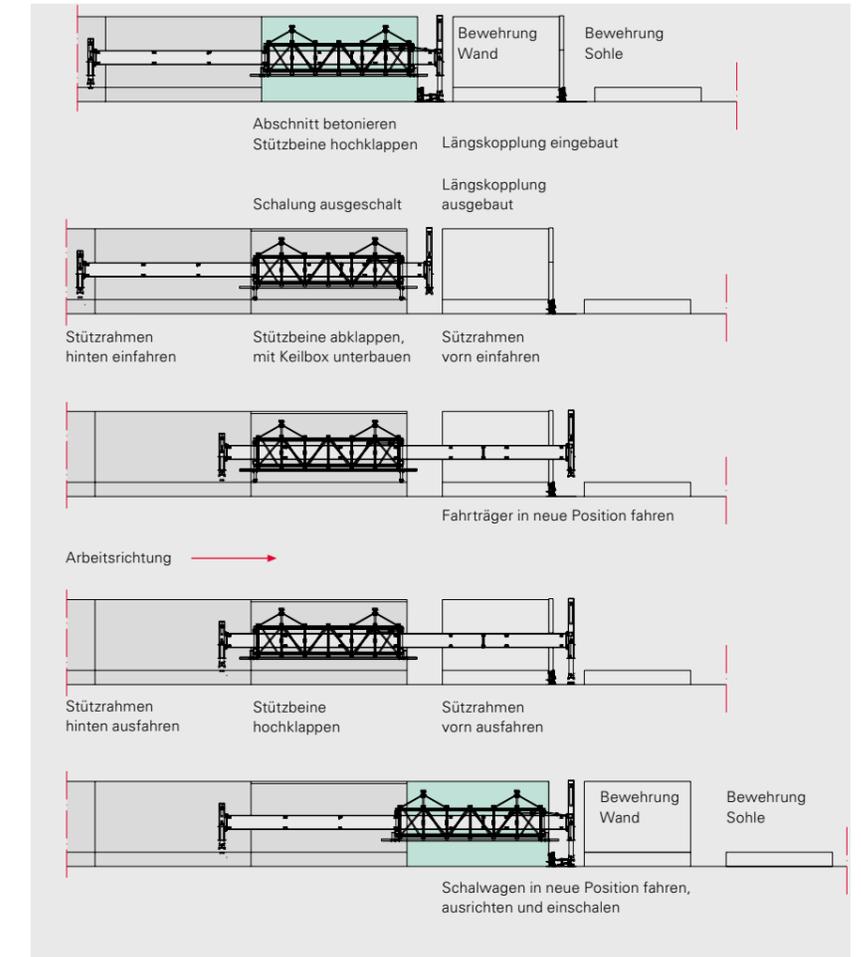
Aus Gründen der Wasserdichtigkeit wurde der Tunnelquerschnitt als geschlossene Rahmenkonstruktion und unter Verwendung von WU-Stahlbeton projektiert. Sohle und Wände waren zur Vermeidung einer unteren Fuge monolithisch herzustellen.

In Zusammenarbeit mit Züblin erarbeiteten die PERI Ingenieure das Pflichtenheft der Anforderungen und konzipierten einen wirtschaftlich einsetzbaren Schalwagen, der sich in die Baugruppen Fahrträger, Wagen mit Innenschalung und Abschaltung für Sohlvertiefung und Stirnschalung gliederte. Damit konnte die Baustelle den geplanten Wochentakt mit Betonieretappen von jeweils 10 m gut einhalten.

Die Schalwagenkonstruktion integrierte auch die Abschaltung der beidseitig der Trasse verlaufenden Sohlvertiefungen. Ein- und ausgeschalt wurde durch einfaches Ein- bzw. Auspindeln.



Ablaufplan Umsetzen des Schalwagens von Takt zu Takt



Unterschiedliche Holzaufsatzkästen bildeten die Stirnschalung der Wände und Sohle. Diese nahmen das Fugenband in der Wand sowie ein Fugenabschlussband in der Wandinnenseite auf.



CE
Laut Gewerbeaufsichtsamt des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie unterlag diese PERI Schalungslösung der EU-Richtlinie 98/37EG für Maschinen. Deshalb hatten die PERI Ingenieure neben der Erfüllung vielseitiger Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen eine Gefahrenanalyse zu erarbeiten, eine Betriebsanleitung aufzustellen und eine Konformitätserklärung abzugeben. So wurde dem PERI Schalwagen das CE-Zeichen erteilt.

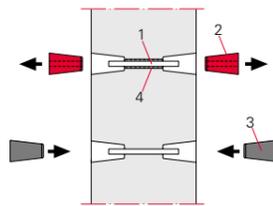
Tunnel der Øresund-Verbindung, Dänemark – Schweden

Schalungsmaschinen für den weltweit größten monolithischen Tunnel

Erstmals im Tunnelbau wurde die seit den 1960er Jahren aus dem Brückenbau bekannte Taktschiebemethode eingesetzt. Zwei stationäre Produktionslinien fertigten insgesamt 20 Tunnelelemente von je 176 m Länge. Jedes dieser Elemente wurde in acht Einzelsegmenten von jeweils 22,20 m gegossen.

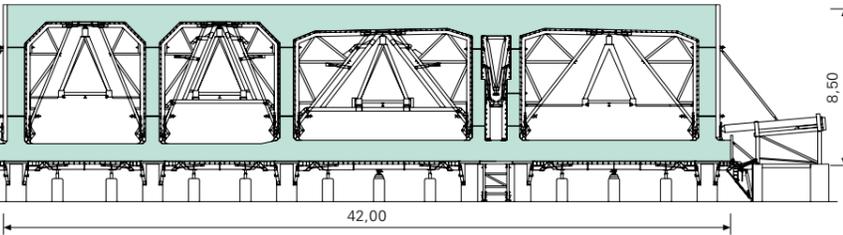
Die Segmente wurden in zwei hydraulisch zu betätigenden Schalungsbaugruppen betoniert. Diese bestanden jeweils aus einer Boden-, zwei Außen-, fünf Tunnelschalungen, vier Transportträgern, diversen Hilfsfundamenten sowie zwei Stirnabschalungen. Wie beim Taktschiebeverfahren üblich, wurden jeweils acht Segmente nacheinander betoniert und verschoben. Die Boden- und Außenschalung war stationär.

Die einzelnen Tunnelelemente wurden in ein schleusenähnliches Becken transportiert. Jeweils ein Element wurde auf Meeresspiegelhöhe abgesenkt, mit Pontons versehen zur Tunnelachse geschleppt und mittels Satellitennavigation positioniert. Danach erfolgte das Absenken in einen, auf dem Meeresboden vorbereiteten Graben.



Zuverlässige Abdichtung der Ankerstellen DW 26: Mit dem PERI SK Ankersystem wurden 20.000 eingebaute Spannstellen wasserdicht ausgeführt.

- 1 Spannstab einbetoniert
- 2 SK-Ankerkonus
- 3 SK-Betonkonus
- 4 Rohr rau



Querschnitt Produktionslinie 2

Bauunternehmen

OTC-Øresund Tunnel Contractors:
NCC AB, Schweden
The Laing Group, Großbritannien
Boskalis Westminster Dredging B. V., Niederlande
Dumez-GTM, Frankreich
E. Pihl & Son A/S, Dänemark

Projektbetreuung

PERI Dänemark und
PERI Weißenhorn, Deutschland

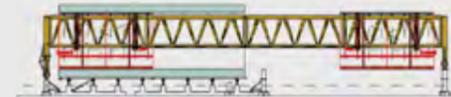
Funktionsablauf



Startposition: Außenschalung ausgeschalt; Bodenschalung in Betonierstellung; Transportträger hinten und vorne unterstützt; Innenschalung ausgeschalt und vorne unterstützt.



Komplett vorgefertigter Bewehrungskorb über Transportträger in Betonierstellung gehoben.



Innenschalungen in Bewehrungskorb eingefahren; Innen-, Außen- und Stirnabschalungen einschalen; Aussparungskörper und Anker einbauen.



Tunnelsegment betonieren (2.700 m³); Einsatz von Innen- und Außenrüttlern.



Transportträger halben Weg hydraulisch zurückgeschoben (wegen Lastverteilung); eingespannte Innenschalung dient als Lager.



Tunnelsegment mit eingeschalteter Innenschalung und Transportträger wird hydraulisch auf Gleitbahn um einen Betonierabschnitt verschoben.



Transportträger hydraulisch in Ausgangslage gebracht.

Tunnelelemente beim Abschotten vor der Flutung des Beckens.



Zwei 176 m lange Tunnelteilelemente im gefluteten Becken, bereit zum Verschleppen in ihre Endposition.



Transport eines 57.000 t schweren Tunnelteilstückes über das offene Meer.

Tunnel Lüsslingen, Solothurn, Schweiz

Erstmalig in der Schweiz – Tunnel in einem Guss

Der 1.240 m lange Tunnel wurde mit zwei Fahrlehröhren und einem dazwischen liegenden Werksleitungs-kanal (WELK) in 10,00 m Abschnitten monolithisch hergestellt. Das Betonieren von Sohle, Wand und Decke erfolgte in einem Arbeitsgang. Ein großer Vorteil dieser Bauweise war, dass keine horizontalen Arbeitsfugen

entstanden. Alle Schalungsvorgänge wie Ein- und Ausschalen, Justieren, Anpassen sowie Verfahren funktionierten voll hydraulisch.

Für das Umsetzen der Transportträger wurde das vom PERI Selbstkletter-system ACS bekannte Kletterwerk ACS 100 eingesetzt.

Von Anfang an konnte der von der Arge vorgegebene Wochentakt eingehalten werden.



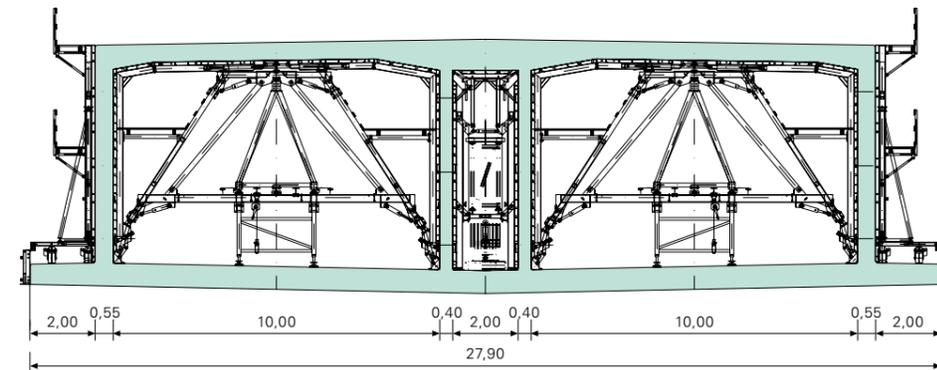
René Cejka
Bauführer

„Meine Leute sind von der Schalmaschine begeistert und arbeiten richtig motiviert. Durch die geregelt gleichmäßigen Arbeitsabläufe sparen wir von Takt zu Takt Zeit.“



Zufahrtsrampe und Tunnelportal führen in den Lüsslinger Untergrund.

Bauunternehmen
Arge Lüt S88
Conti, Marti
Meier+Jäggi, Stuaug
Projektbetreuung
PERI Ohringen, Schweiz und
PERI Weißenhorn, Deutschland



Der Schalwagen setzte sich aus zwei Sätzen Innenschalung für die Fahrlehröhren, einem Schalungssatz für den WELK jeweils mit Transportträger, der Außenschalung und der Stirnabschalung zusammen und hatte ein Gesamtgewicht von 210 t.



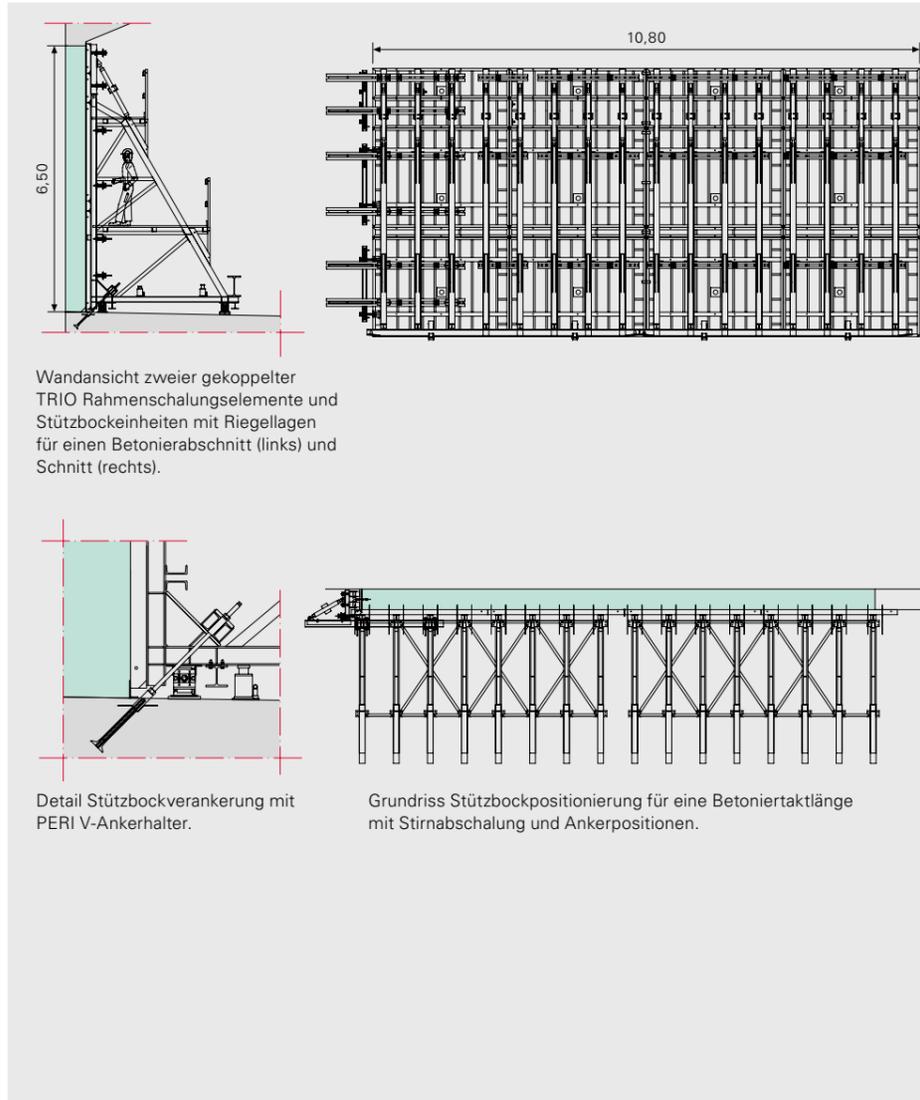
Audi-Tunnel, Ingolstadt, Deutschland

Einhäuptige Wandschalungen gegen Schlitzwandbeton

Schnell und maßgenau betoniert

Die Trasse der ICE-Neubaustrecke Nürnberg – München unterquert mit dem Audi-Tunnel einen Teil des Werksgeländes der Automobilfabrik. Mit Rücksicht auf erschütterungsempfindliche Produktionsanlagen verzichtete man auf einen bergmännischen Vortrieb der Tunnelröhre. Stattdessen entstand das Bauwerk in Deckelbauweise. Nach der Herstellung der Schlitzwände sowie der Fertigstellung der Sohle „unter Tage“ wurden die Tunnelaußenwände einhäuptig geschalt und gegen die Verbauwände betoniert.

Im Bereich des Regelquerschnitts setzte die Arge TRIO Rahmenschalungselemente und Stützbockeinheiten ein. Diese wurden den Anforderungen des Projekts entsprechend speziell angefertigt. Ausgelegt für eine Betonierhöhe von 6,48 m, wurden für die Betoniertaktlänge von 10,20 m zwei Umsetzeinheiten über ein Ausgleichsblech verbunden. Die Schalungseinheiten verzog das Baustellenteam anfänglich einzeln, später jedoch zusammen mit Hilfe eines Greifzugs von Takt zu Takt.



Wandansicht zweier gekoppelter TRIO Rahmenschalungselemente und Stützbockeinheiten mit Riegeanlagen für einen Betonierabschnitt (links) und Schnitt (rechts).

Detail Stützbockverankerung mit PERI V-Ankerhalter.

Grundriss Stützbockpositionierung für eine Betoniertaktlänge mit Stirnabschalung und Ankerpositionen.

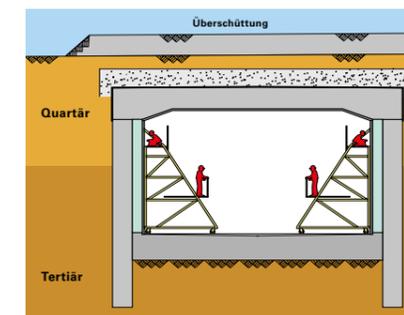


Im Bereich des Süd-Portals weicht die Wandhöhe vom Regelquerschnitt ab. Die maximale Höhe von 9,60 m wurde in zwei Etappen betoniert: Bis zu einer Höhe von 6,55 m wurden Stützbock- und TRIO Rahmenschalungselemente eingesetzt, für den zweiten Betonierabschnitt TRIO Elemente auf SKS 180 Kletterkonsolen.

Bauunternehmen
Arge Tunnel/Einführung Ingolstadt:
Walter Bau-AG vereinigt mit DYWIDAG,
NL Untertagebau München und
Ed. Züblin AG, München
Projektbetreuung
PERI Weißenhorn und PERI München, Deutschland



PERI V-Ankerhalter zum effizienten Einbau von Anker beim Einsatz von Stützböcken.



Die Tunneldecke wurde nach den Schlitzwänden betoniert und auf diesen aufgelagert. Danach begannen die Aushubarbeiten, beginnend vom Einfahrtsportal.

Beim einhäuptigen Betonieren gegen bestehende Wände muss der gesamte Frischbetondruck, der auf der Schalungsfläche auftritt, über eine entsprechende Verankerung der Stützbockkonstruktion in den Untergrund abgeleitet werden. Je Stützbock wurde hier mit zwei Anker des Systems DW 26 gearbeitet, um die hohen Kräfte sicher aufnehmen zu können (zul. Belastung 2 x 250 kN).

Bayview Station, Toronto, Kanada

Lohnkosten reduziert – Einhäuptige Wände mit TRIO und SB Stützböcken



Die MULTIFLEX Tische mit MULTIPROP Unterstützung für den 600 m² großen Deckenabschnitt ließen sich in Einheiten von Takt zu Takt umsetzen.



MULTIPROP Türme, Stahlriegel und Gitterträger GT 24 als Flächentraggerüst für die Decke.



Die Notunterstützung aus MULTIPROP Stützen und MRK Rahmen ließ sich schnell montieren.



Bauunternehmen
Walter Construction (Canada) Ltd.
Projektbetreuung
PERI Toronto, Kanada



Nicolas Dhillon
Projektleiter

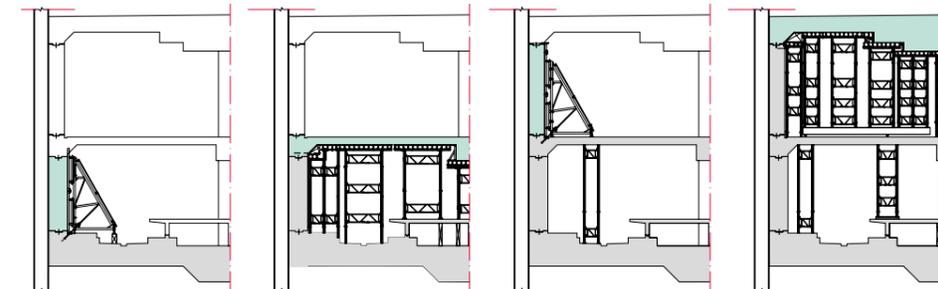
„Durch den Einsatz der PERI Systeme konnten wir unsere Lohnkosten reduzieren. Außerdem unterstützte uns PERI exzellent mit technischer Beratung und kompetenten Ingenieurleistungen.“

Die Bayview Station ist eine von fünf Stationen der 6,4 km langen Sheppard U-Bahn-Linie. Die 450 m lange Haltestelle besteht aus zwei Ebenen und einem Überführungstunnel.

Walter Construction – Generalunternehmer der in offener Bauweise zu erstellenden Station – resümierte bereits nach kurzer Zeit positiv über die PERI Schalungslösung. Schlüsselfaktoren wie einfaches Handling beim Ein- und Ausschalen und die hohe Flexibilität der Systeme führten dazu, den Lohnaufwand gegenüber der zuvor angedachten Lösungen deutlich zu reduzieren.

Baublauf

- 1. Betonieren der einhäuptigen Wand im unteren der Zwischendecke.
- 2. Betonieren der Zwischendecke.
- 3. Betonieren der einhäuptigen Wand im Obergeschoss, unter den Lasteinleitungspunkten dienen MULTIPROP Türme als Hilfsunterstützung.
- 4. Betonieren der Hauptdecke mit Hilfsunterstützung der Zwischendecke.



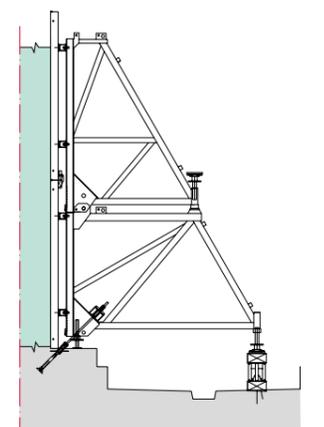
Mit dem Hebewagen wurde ausgeschalt und einfach verfahren.



Auf 5,40 m aufgestockte TRIO Elemente mit Stützböcken SB-A und SB-B vor dem Betonieren.



Eine optimale Verankerung ließ schnelle Betoniergeschwindigkeiten und 60 kN/m² Frischbetondruck zu.



Tunnel bei Zwickau, Deutschland

PERI Sonderschalungen für monolithisches Bauverfahren

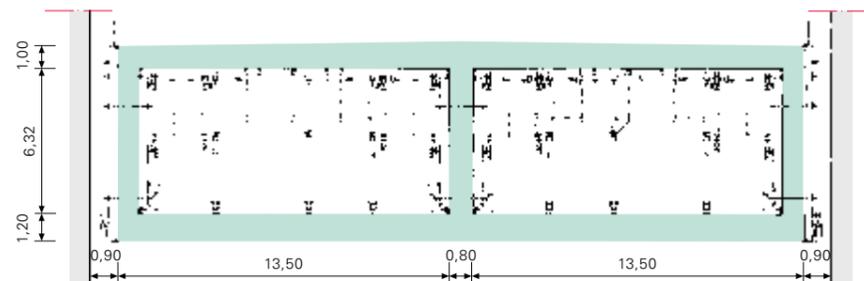


Für die B93 in Mosel (Zwickau) wurde ein 450 m langer Tunnel in Tieflage und offener Bauweise errichtet. Die Ein- und Ausfahrampen waren als offene Betontröge herzustellen. Aufgrund der extrem knappen Terminvorgaben wurde der Tunnel in 10 m-Woche-takten im monolithischen Bauverfahren

betoniert – also Sohle, Wände und Decke fugenlos in einem Guss. Dieses Verfahren sparte Zeit und verkürzte die Baugrube. Die gemeinsamen Erfahrungen von PERI und dem Bauunternehmen Max Bögl im monolithischen Tunnel- und Kanalbau waren ausschlaggebend für den Einsatz dieser rationellen, kranunabhängigen Schalmaschine. Das Verschieben der

insgesamt 300 t schweren Stahlschalung erfolgte dabei komplett hydraulisch. Die Bewegung der Schalung, der in Gruppen gegliederten Stirnabschalung und deren Abstützung ließen sich per Fernbedienung steuern. Die im Transportträger integrierten Bühnen erleichterten die Bewehrungsarbeiten an den Wänden wesentlich, der Einsatz aufwändiger Bühnengestelle entfiel.

Das Verschieben des Schalwagens erfolgte schrittweise.



Regelquerschnitt im eingeschalteten Zustand

Anwendungstechnik in Stichworten

Innen- und Deckenschalung

- Verfahrbare Stahlkonstruktion auf Transportträger mit Abstützungen vorn und hinten; hydraulische Höheneinstellung und Querausrichtung.
- Schalungsteil mit integrierter Wand- und Deckenschalung. Ausschalleisten an der Wandschalung unten. Die Mittelunterstützung mit Aufstellschiene lässt sich hydraulisch um 1 m anheben.

Außenschalung

- Durch Anker mit der Innenschalung verbunden, steht im Betonierzustand auf der Sauberkeitsschicht.
- Über Tandemfahrwerke mit Hebeeinrichtung vorne und hinten ist die Außenschalung fahrbar. Sie wird am Transportgalgen der vorderen Abstützung geführt.

Stirnschalung

- Den Maßen des Regelquerschnitts angepasst; für den Einbau von Fugenbändern teilbar und flexibel für konventionelle Beischalungen.

Funktionsablauf



Umsetzen der Außenschalung mit Transportträger. Anker gelöst, Außenschalung ausgeschalt, vordere und hintere Abstützung hochgezogen.



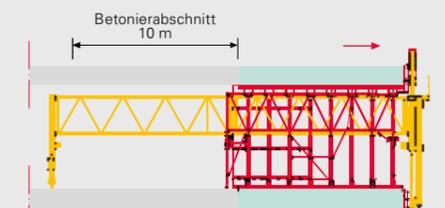
Die Wände können fertig bewehrt werden. Die Außenschalung mit Transportträger ist umgesetzt und ausgerichtet.



Die Innenschalung fährt auf dem Transportträger in den nächsten Abschnitt. Bei hochgezogener Mittelunterstützung wird die Innenschalung über den Transportträger ausgeschalt.



Die Innenschalung wird eingeschalt. Einbau der Anker und Schließen der Stirnschalung. Die Mittelunterstützung bleibt solange hochgezogen, bis die Sohle betoniert ist.



Das Schalsystem ist bereit für das Betonieren.

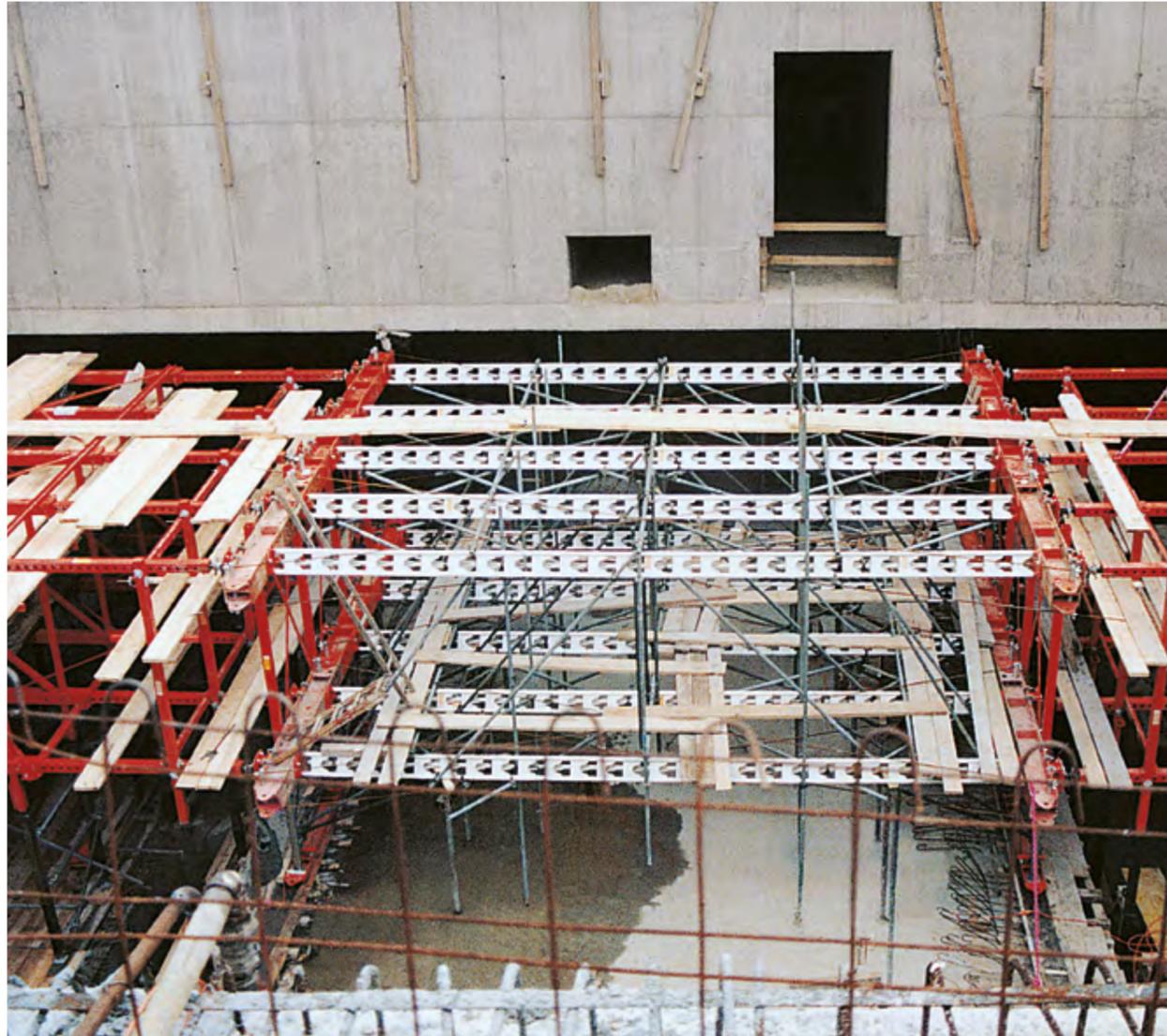


Peter Brandler
Bauleiter

„Wie von PERI nicht anders zu erwarten, funktionierten die Schalwagen vom ersten Moment an problemlos. Nicht zuletzt auch wegen der unbürokratischen Zusammenarbeit zwischen Baustelle und dem technischen Büro bei PERI.“

U-Bahn-Erweiterung, Wien, Österreich

Wandschalwagen für wechselnde Tunnelbreiten
verkürzte Bauzeit um fünf Monate



Im Bahnhofsbereich der U3/19 Gasometer in Wien verändert sich die Breite der Tunneltrasse von 12 m auf 21 m. Zum einhäutigen Schalen der Vorsatzschale entlang der Schlitzwände lieferte PERI zwei liegende HD 200 Jochscheiben, die zusammen mit den teleskopierbaren Schalwagen eine verfahrbare Einheit bildeten.

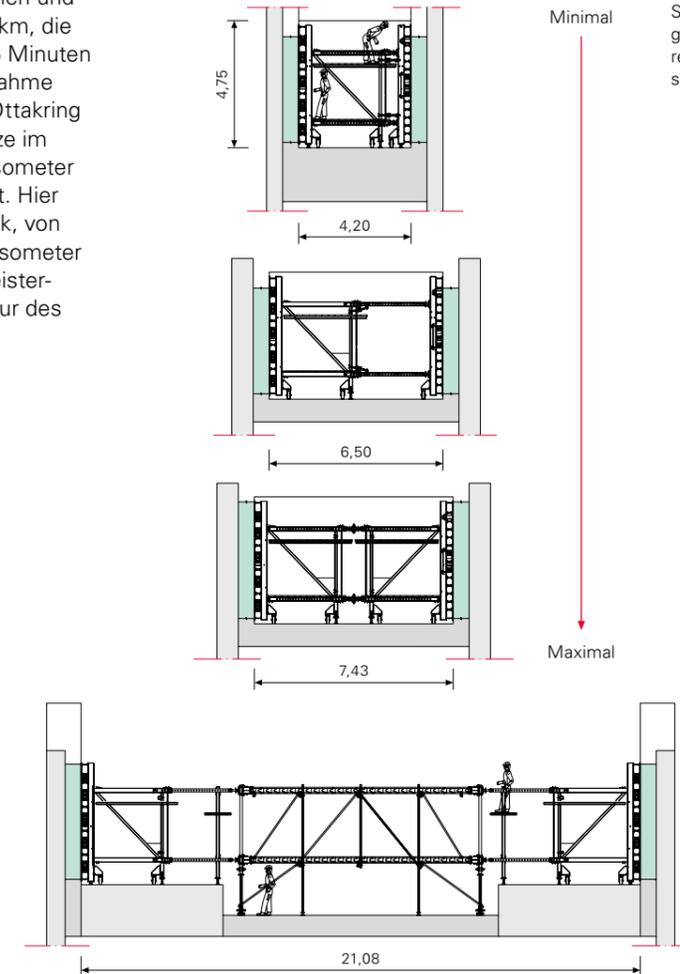
Die HD Scheiben wurden liegend vormontiert, mit dem Kran durch die Materialbeschickungsöffnung zur unterirdisch liegenden Trasse abgesetzt und mit den Schalwagen

verbunden. Die Anpassung an die verschiedenen Tunnelbreiten von Takt zu Takt erfolgte durch einfaches Aus- bzw. Einbauen der notwendigen HD Stützsegmente sowie über die Ein- oder Ausspindelung der seitlichen Schalwagen.

Den Abtrag der durch den Frischbeton- druck erzeugten Horizontallast von 162 t gewährleistete die gewählte technische Lösung in Verbindung mit dem festgelegten Betonierablauf. Zunächst betonierete man die erste Wand bis zu ihrer halben Höhe, dann

die komplette zweite Wand und im letzten Schritt die Wand 1 bis zur Oberkante. Gegenüber der ursprünglichen Planung konnte die Bauzeit durch diese Lösung um fünf Monate verkürzt werden. Ferner konnte dank der Art der Queraussteifung der Lohn- und Materialaufwand für rund 2.000 Ankerstellen eingespart werden.

Die U-Bahnlinie 3 der Wiener Untergrundbahn besitzt 21 Stationen und eine Gesamtlänge von 13,5 km, die in einer Fahrzeit von rund 25 Minuten bewältigt werden. Mit Ausnahme der Stationen Erdberg und Ottakring verläuft die Strecke zur Gänze im Tunnel. Die Haltestation Gasometer wurde im Jahr 2000 eröffnet. Hier befand sich das alte Gaswerk, von dem nur noch vier große Gasometer erhalten blieben, die als Meisterwerke industrieller Architektur des 19. Jahrhunderts gelten.



Schalwagen zurückgebaut auf minimale Breite zum einhäutigen Schalen der Wände des einstreifigen Gleiskörpers im Übergangsbereich von der unter- zur überirdischen Trasse.

Bauunternehmen
ARGE U3/19 Gasometer
STUAG Bau AG, Wien
NR Bau, Wien
ERA-Bau, Wien
Projektbetreuung
PERI Wien, Österreich

Die erzielten Betonoberflächen sind von höchster Güte.

Die im Raster teleskopierbaren Schalwagen in Verbindung mit HDS 270 Stützen- und HD Kupplungssegmenten erlaubten die exakte Anpassung an die gewünschte Querschnittsbreite.

Der Schalwagen ließ sich den veränderlichen Querschnitten mit geringem Aufwand anpassen.



Savio Eisenbahntunnel, Helsinki, Finnland

Extreme Lasten für einen bergmännischen Tunnel

Zur Anbindung des Hafens von Helsinki – im Osten der Metropole im Stadtteil Vusaari gelegen – wurde eine neue Eisenbahnstrecke geplant. Etwa 13,5 km der insgesamt 19 km langen Strecke verlaufen im Savio Eisenbahntunnel, der in bergmännischer Bauweise hergestellt wurde.

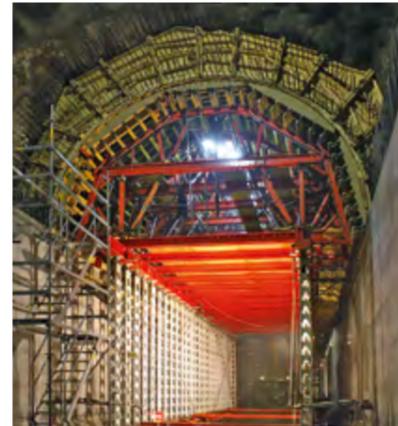
Eine Enge bei Myras bot die größte Herausforderung für die Herstellung des Bauwerks: Aufgrund der schlechten Felsbeschaffenheit erforderte dieser Bereich eine Verstärkung mit einer massiv bewehrten Betonkonstruktion, die sowohl die Lasten aus dem Gestein als auch aus Grundwasserdruck abzutragen hat.

Die von PERI erarbeitete Schalungslösung basierte auf dem VARIOKIT Baukasten. Der Querschnitt der wasserdichten Konstruktion wurde in drei Abschnitten hergestellt: Zuerst betoniert das Baustellenteam die Sohle einschließlich einer seitlichen Aufkantung – in Takten von 30 m Länge. Mit einem fahrbaren Wand- und Deckenschalwagen wurden dann die Tunnelwände in Form gebracht, abschließend wurde das Deckengewölbe fertiggestellt.

Die Wand- und Deckenstärken betragen in allen Bereichen mindes-



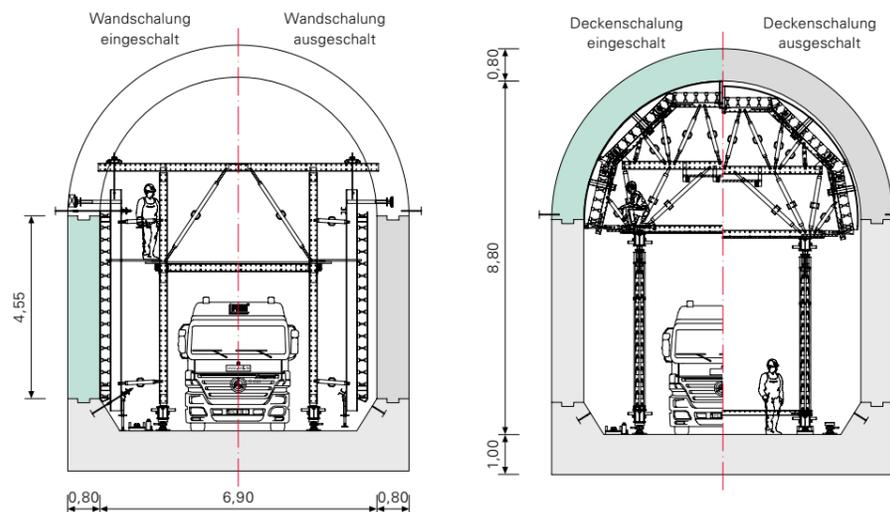
Wand- und Deckenschalwagen waren derart konzipiert, dass der Baustellenverkehr jederzeit ungehindert passieren konnte. Lediglich während des Betoniervorgangs mussten Lieferungen unterbrochen werden.



Für das Verfahren der Deckenschalungseinheit wurde die Konstruktion zusätzlich ausgesteift, um Verformungen zu vermeiden.

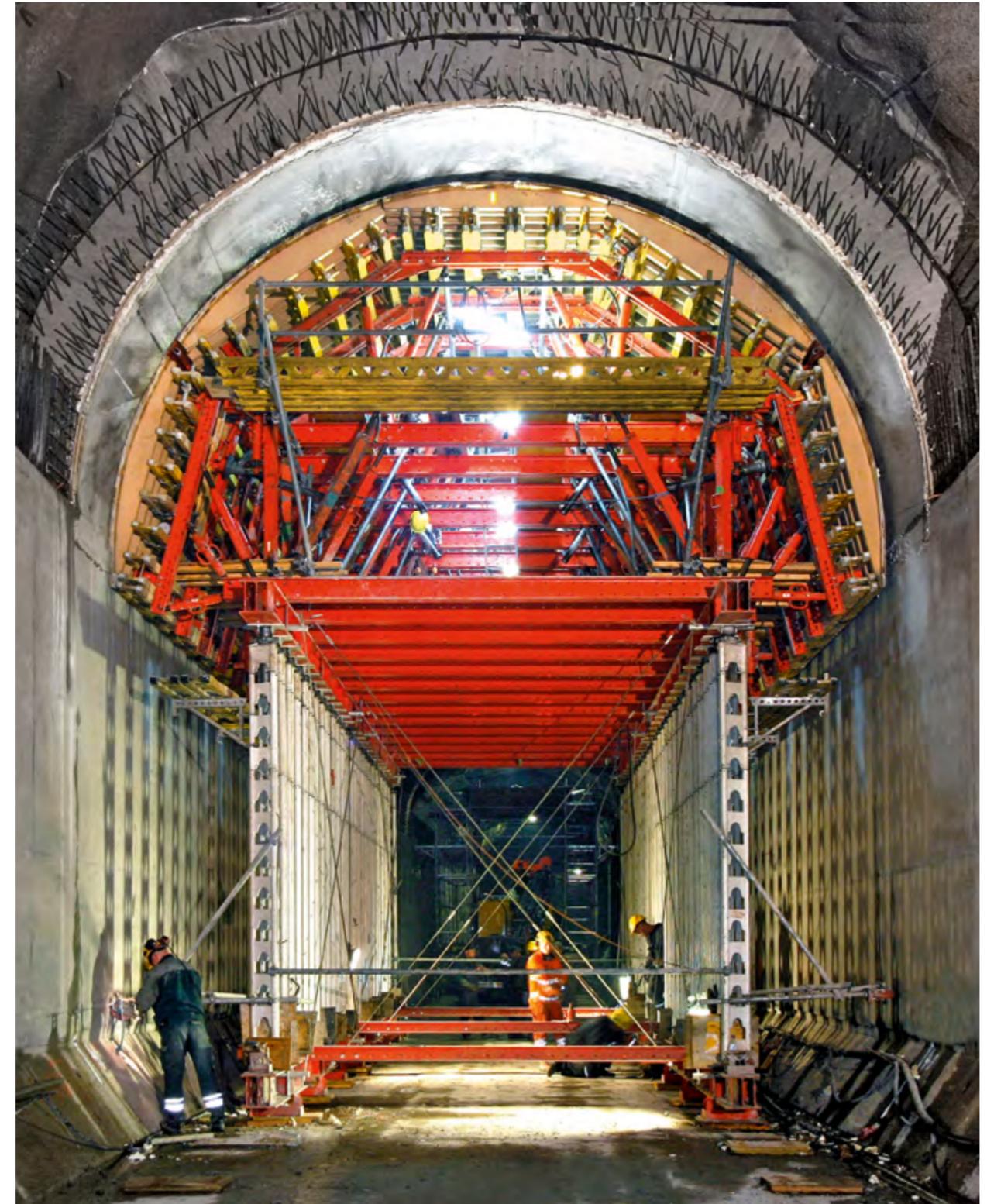
tens 80 cm und wurden in Abschnittslängen von je 15 m betoniert. Für eine gleichmäßige Lastverteilung des besonders hohen Frischbetondrucks befüllte das Team vor Ort die Wand- und Deckenschalung von beiden Seiten gleichzeitig. Zusätzliche Verankerungen der lotrechten Schalung in den Aufkantung der Bodenplatte sicherten deren Position. Wand- und Deckenschalung wurden am Schalwagen

aufgehängt bzw. von diesem unterstützt und ließen sich einfach und schnell vom Beton zurückfahren. Nach dem Ausschalen wurden die Schalungseinheiten mit einem Fahrgestell und Schwerlastrollen in die nächste Position verfahren. Die Transportfähigkeit und der schnelle Aufbau waren nur einige der Argumente, aufgrund derer sich der Bauunternehmer für die PERI Lösung entschieden hatte.



Bauunternehmen
Kalliorakennus-yhtiöt Oy
Projektbetreuung
PERI Suomi Ltd. Oy, Finland

Die Herstellung des Deckengewölbes war der dritte Betonierabschnitt des Tunnels. Aufgrund der mangelhaften Felsbeschaffenheit betrug die Deckenstärke in allen Bereichen mindestens 800 mm.



Losenbergtunnel, Bigge-Olsberg, Deutschland

Überzeugendes Schalungskonzept schnell einsatzfertig



Andreas Ficht
Bauleiter

„PERI lieferte uns das technisch und wirtschaftlich überzeugendste Schalungskonzept. Innerhalb von nur 3 Monaten nach Auftragsvergabe war der VARIOKIT Tunnelschalwagen geplant, genehmigt, geliefert, montiert und komplett einsatzfertig. Die Verwendung von weitgehend mietbaren Systemteilen bringt uns außerdem eine massive Kostenersparnis.“

Für die vorlaufenden Bewehrungsarbeiten wurde auf der Basis des PERI UP Rosett Modulgerüstsystems eine fahrbare Arbeitsplattform montiert. Konsolverbreiterungen sorgten für eine optimale Anpassung an die komplizierte Tunnelgeometrie und damit für maximale Arbeitssicherheit.

Baunternehmen

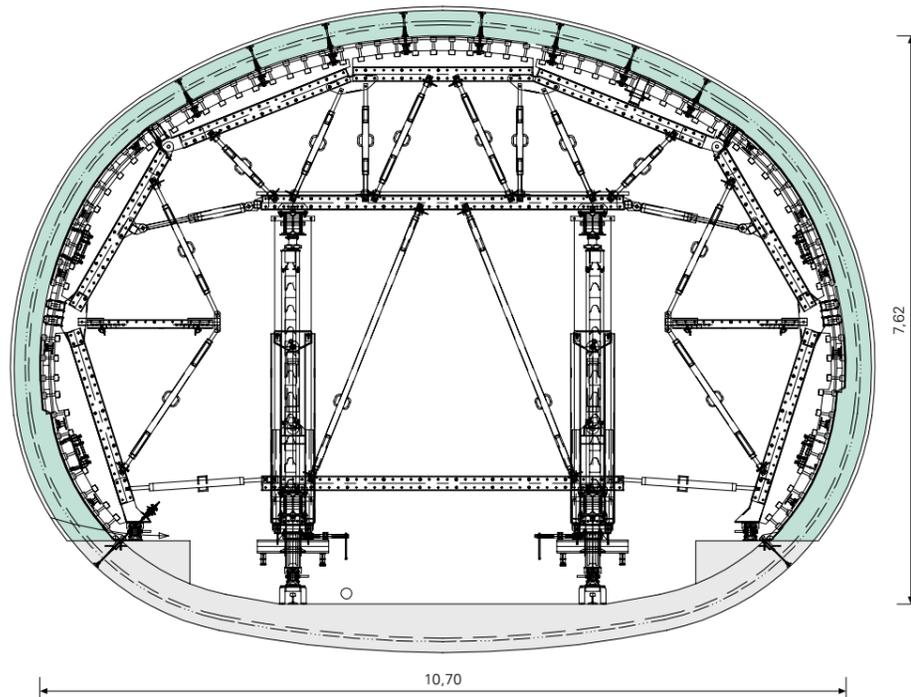
Alfred Kunz
Untertagebau GmbH, München

Projektbetreuung

PERI München und Weißenhorn, Deutschland

Der 123,50 m lange Losenbergtunnel ist das letzte Teilstück einer Ortsumgehung im Hochsauerland. Die eiförmige Tunnelröhre wurde in 13 Betonierabschnitten mit jeweils 9,50 m Länge in bergmännischer Bauweise hergestellt.

Aufgrund der geringen Einsatzzahlen stellte der VARIOKIT Tunnelschalwagen durch die weitgehende Verwendung mietbarer Systemteile die wirtschaftlichste Lösung dar, außerdem war dieser innerhalb kurzer Zeit liefer- und einsatzbereit. In Kombination mit dem PERI UP Bewehrungswagen konnte ein regelmäßiger 2-Tage-Takt erzielt werden, mit nur fünf Mann dank hydraulischer Ein- und Ausschaltvorgänge.



Querschnitt des fahrbaren Tunnelschalwagens – konstruiert mit Bauteilen des VARIOKIT Ingenieurbaukastens.

Der eiförmige Tunnelquerschnitt ist 11,07 m breit und 7,82 m hoch. Er weist Radien zwischen 250 m und 400 m auf sowie 2 bis 5 % Quer- und Längsgefälle.



Umgehungstunnel Sotschi, Russland

Tragfähiger Tunnelschalwagen mit flexibler Konstruktion



Die Umfahrung des Stadtzentrums ist Teil der Infrastrukturmaßnahmen für die Olympischen Winterspiele 2014 im Schwarzmeer-kurort Sotschi. Dafür notwendig war die Herstellung des 2,6 km langen Tunnels in bergmännischer Bauweise. Der Regelquerschnitt ist für zwei Fahrspuren ausgelegt und weist eine Breite von 10,80 m und eine Höhe von 7,95 m auf. Sechs Nothaltebuchten mit jeweils 54 m Länge erforderten eine wechselseitig angeordnete Aufweitung um 3,50 m auf 14,30 m. Zum Ausschalen und für das schienengeführte Verfahren zum jeweils folgenden Betonierabschnitt

einer Bucht ließen sich die Seitenschalungen des VARIOKIT Tunnelschalwagens hydraulisch einklappen und der gesamte Schalwagen absenken. Jede der Nothaltebuchten konnte auf diese Weise in sechs Betonierabschnitten von je 9 m Länge im Wochentakt hergestellt werden. Für die Vorwärtsbewegung von einer Nothaltebucht zur nächstfolgenden musste die VARIOKIT Konstruktion den wesentlich kleineren Regelquerschnitt passieren. Dies erforderte eine erhebliche Verringerung der Außenabmessungen. Die Schalwagenbreite musste hierzu von 14,30 m auf 10,10 m reduziert werden, in der Höhe

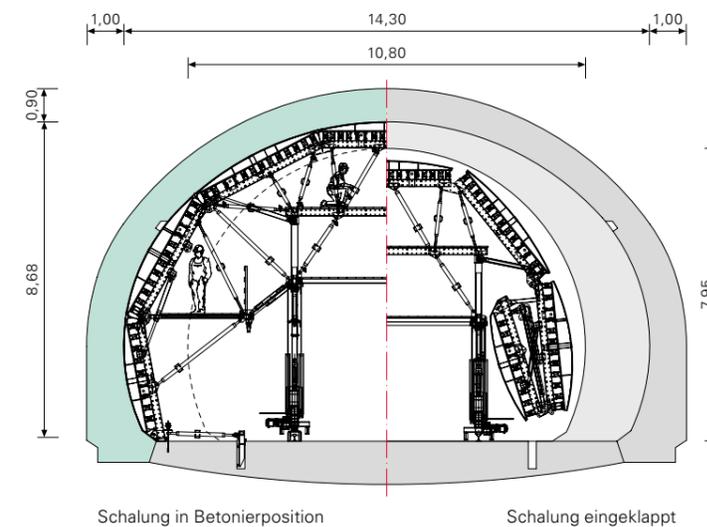
war eine Absenkung von 8,70 m auf 7,60 m notwendig. Dazu erarbeiteten die PERI Ingenieure eine exakt definierte Arbeitsabfolge, mit der die Schalungssegmente vor dem Verfahren hydraulisch eingeclappt und abgesenkt werden konnten. Die wechselseitige Anordnung der Buchten für die rechte und linke Fahrspur hatte ein Versatzmaß der Querschnittsachse von 1,75 m zur Folge. Deshalb wurde in die Hub- und Absenkeinrichtung eine Querverschiebeeinrichtung integriert, die zum Versetzen auf einen zweiten Schienenstrang diente.

Neben der hydraulischen Steuerung beschleunigten auch die gewählten Abläufe für Betonieren und Verdichtung den Bauablauf: Der Einsatz des PERI Betonpumpenanschlusses verkürzte die Betonierzeiten wesentlich, der Einsatz von Außenrüttlern resultierte außerdem in einer besonders guten Oberflächenqualität. Obwohl die gesamte Technik für das Baustellenpersonal vollkommen neu war, konnten die Ausschal- und Umsetzprozesse sicher und schnell ausgeführt werden.



Alexey Boldyirew, stellv. Bauleiter
Sergey Haladji, Vorarbeiter

„Am Anfang waren wir sehr skeptisch bezüglich der filigranen Konstruktion. Unser Vertrauen wuchs mit jedem Tag – nun sind wir begeistert. Der PERI Schalwagen ist äußerst stabil und praxistauglich, er entspricht allen Anforderungen unserer Baustelle.“



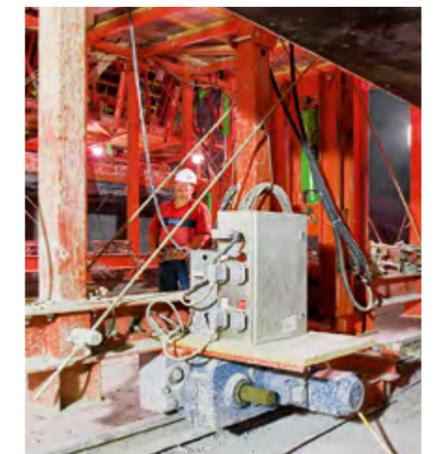
Der Schalwagen wurde zur Herstellung der Nothaltebuchten mit einer Breite von 14,30 m konstruiert. Das Verfahren zur nächstfolgenden Bucht durch den kleineren Regelquerschnitt erforderte eine Reduzierung der Außenabmessungen.

Bauunternehmen
ООО Тоннельдорстрой, Sotschi
Projektbetreuung
PERI Sankt Petersburg, Russland
und PERI Weißenhorn, Deutschland

Stahlriegel, Schwerlastspindeln und GT 24 Träger waren die Hauptkomponenten des Schalwagens. Die VARIOKIT Systemteile konnten für nachfolgende Schalungsaufgaben wiederverwendet werden.

Zum Verfahren durch den reduzierten Regelquerschnitt konnte die Schalwagenkonstruktion hydraulisch um mehr als 1 m abgesenkt und auf eine Breite von rund 10 m eingeclappt werden.

Der elektrische Fahrtrieb sorgte für eine schnelle und komfortable Vorwärtsbewegung des Schalwagens.



Tunnel Huesca, Spanien

Vier Tunnelabschnitte mit nur einem Systemschalwagen hergestellt



Der Tunnel von Berroy ist 170 m lang, die Krümmung in Längsrichtung beträgt im Minimum 25 cm.



Das nach oben geöffnete Schalungssegment und der Hydraulikzylinder für die horizontale Verschiebung.



Der Tunnel von Pedralba ist 2.600 m lang. Alle Tunnel wurden in Betonierabschnitten von 12 m hergestellt.



Zur Veränderung des Schalwagenquerschnitts wurden Schalungssegmente ergänzt. Sämtliche Umbauarbeiten konnten mit Hydraulikeinheiten ausgeführt werden.

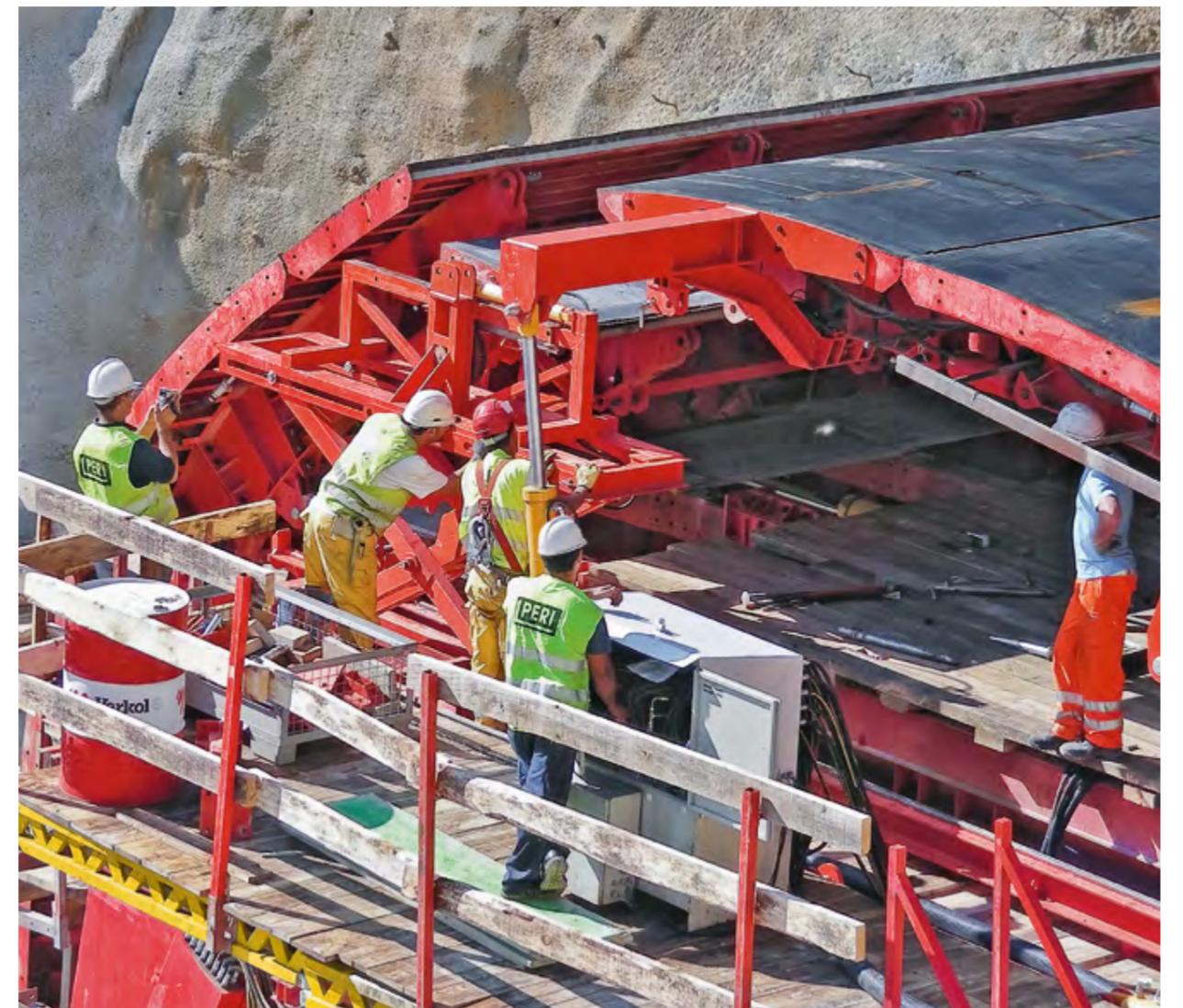
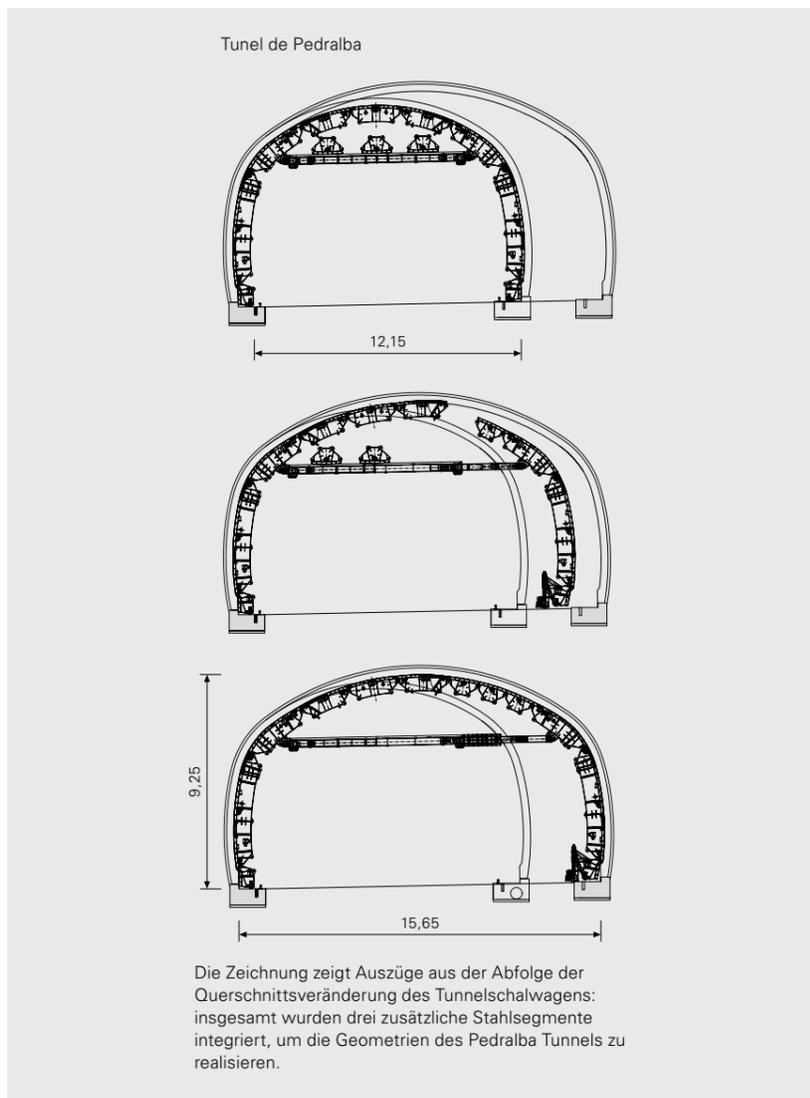
Bauunternehmen
 Constructora Pirenaica, S.A. (COPISA)
Projektbetreuung
 PERI Cataluña, Spanien



Oscar Ortega
 Bauleiter

„Ich habe zuvor nicht mit PERI gearbeitet. Aber nun – ein Jahr nach der Beauftragung und nach rund 1.000 m Tunnelauskleidung – bin ich sehr froh, dass wir uns für PERI entschieden haben. Das Unternehmen hat seine Qualität und Zuverlässigkeit bewiesen, so sehr, dass mich die weiteren 1.600 m Tunnel nicht mehr beunruhigen.“

Im Zuge des Ausbaus der „Vía Pirenaica N-260“ wurde der Teilabschnitt zwischen den Städten Sabiñánigo und Fiscal neu gestaltet. Dieser Autobahnabschnitt umfasst auch die beiden Tunnel Berroy und Pedralba, die in bergmännischer Bauweise mit unterschiedlichen Querschnitten hergestellt wurden. Für das zweitgenannte, längere Tunnelbauwerk waren wiederum drei verschiedene Querschnitte auszuführen: Eine Röhre für die zweispurige Autobahn und zwei weitere Röhren mit wiederum unterschiedlichen Querschnitten für Nebenstrecken. Die größte Herausforderung bei der Ausarbeitung einer Schalungslösung war, dass für die Herstellung aller vier Gewölbequerschnitte ein einziger Schalungswagen konstruiert werden sollte, mit dem alle vier Geometrien realisiert werden konnten. Dazu kam die Anforderung, dass die Konstruktion für alle drei Pedralba-Querschnitte ohne Demontage der Schalung einsetzbar sein sollte. PERI plante dazu eine Sonderschalung aus Stahl, die sich der veränderlichen Form ähnlich einer aufgehenden Blüte anpassen ließ. Die Schalung wurde aus mehreren Stahlsegmenten zusammengesetzt, über die Integration dreier zusätzlicher Segmente ließ sich der Querschnitt nach und nach „aufweiten“. Um diese Querschnittsveränderung effizient und wirtschaftlich auszuführen, wurde die Standardplattform TET-4 mit Hydraulikeinheiten ausgestattet.



Tunnel Flüelen, Schweiz

Vier Tunneletappen in nur neun Tagen fertig gestellt



Felix Bissig
Polier JB Bau Altdorf
Hansruedi Walker
Polier Zschokke Locher AG

„Von PERI haben wir die wirtschaftlichste Lösung erhalten. Trotz der großen Dimensionen können wir in einem Guss betonieren!“



Der Schalungsaufbau bestand aus einer 27 mm 3-S-Platte, Gitterträgern GT 24 als Verteiler und einer Gurtung aus gebogenen HEB 160 Stahlträgern.

Bauunternehmen

Arge Tunnel Umfahrung Flüelen (ARGE TUF)
Murer AG, Erstfeld
Prader AG Tunnelbau, Zürich
Zschokke Locher AG, Zürich
Rothpletz Lienhard + Cie AG, Aarau
CSC Impresa Costruzioni SA, Lugano

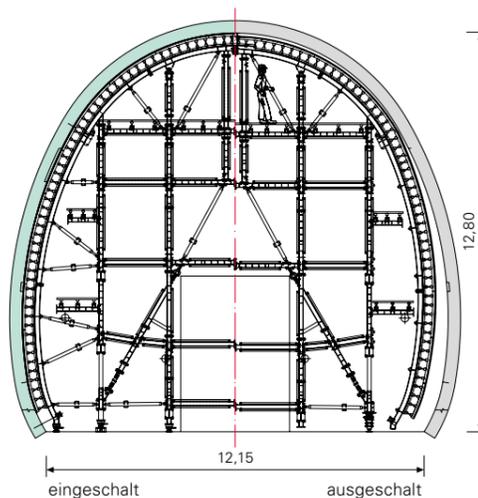
Projektbetreuung

PERI Ohringen, Schweiz

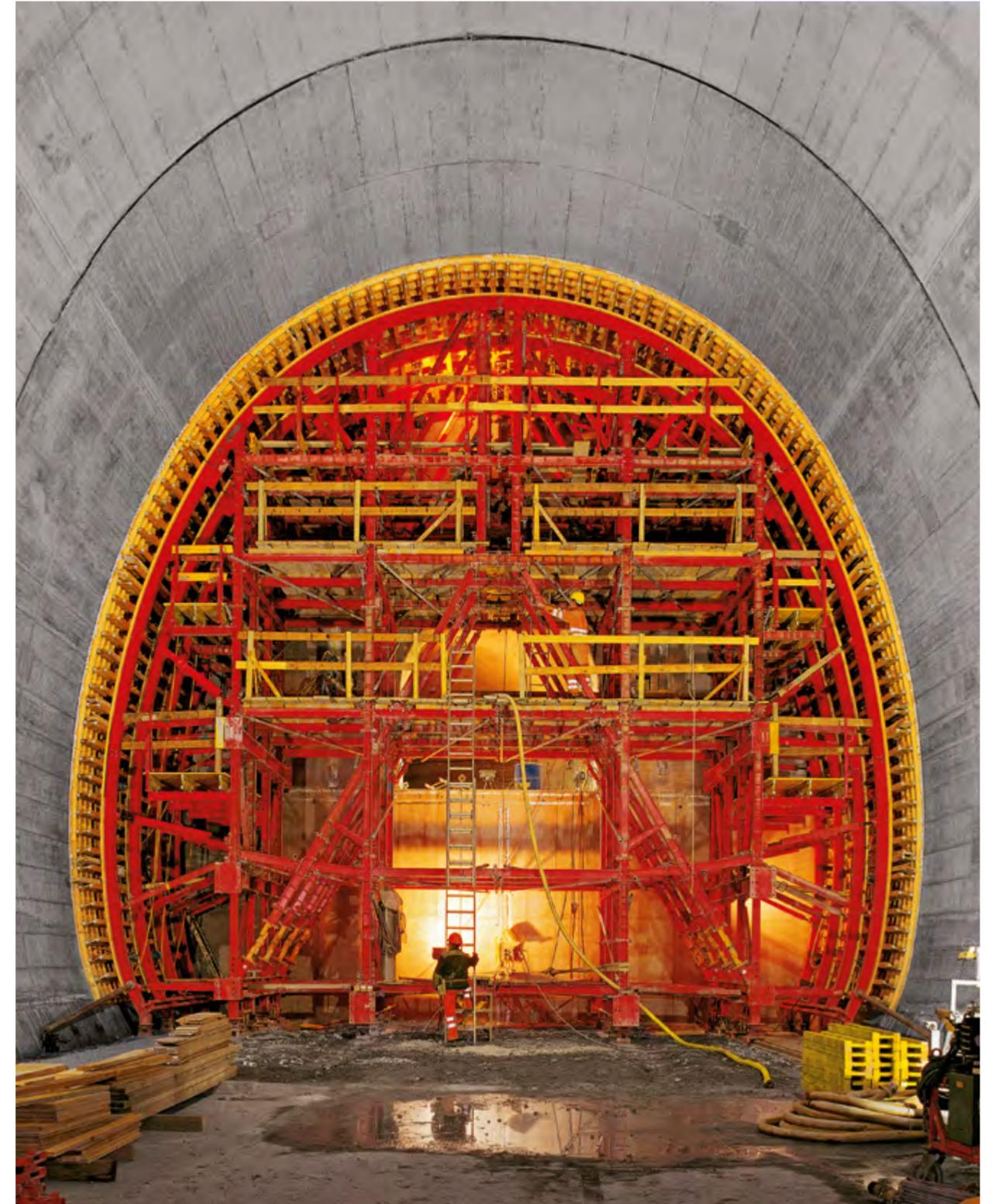
Ein 22 m langes Tunnelgewölbe verläuft quer zur eigentlichen Tunneltrasse der Umfahrung Flüelen und dient der Aufnahme der Lüftungszentrale. Üblicherweise werden sogenannte Kavernenquerschnitte dieser Größenordnung in zwei bis drei Etappen erstellt, also zunächst die Paramente (gekrümmte Wandbereiche) in zwei Etappen und anschließend das Deckengewölbe. Um den Innenring dieses Querschnittes jedoch in der kurzen Zeit von nur einem Monat (inklusive der Schalungsmontage) herstellen zu können, entschied sich die Arge TUF für die PERI Lösung.

Mit der PERI Tunnelschalung konnte der komplette Querschnitt etappenweise jeweils in einem Guss betoniert werden. Da lediglich vier Etappen herzustellen waren, wurde aus Kostengründen auf eine integrierte Hydraulik verzichtet.

Nach einer erfolgreichen Montage von nur drei Wochen stellte die Baustelle in lediglich neun Arbeitstagen die vier Etappen mit Abschnittslängen von jeweils 5,50 m her. Die kurze Demontagephase von sieben Arbeitstagen rundete den erfolgreichen Baustelleneinsatz zufriedenstellend ab.



Das Tragwerk ließ sich dem erforderlichen Querschnitt exakt anpassen. Die komplette Schalungseinheit wurde mit einem bauseitigen Zugerät auf Schienen von Abschnitt zu Abschnitt gebracht. Das Ein- und Ausschalen erfolgte aus wirtschaftlichen Gründen mechanisch.



Tunnel, Mosty u Jablunkova, Tschechien

Stahlschalwagen mit hydraulischer Bedienung

Bauunternehmen
Firesta-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s., Brunn
Projektbetreuung
PERI Jesenice, Tschechien



Ein Teil des Ausbaus der Eisenbahnlinie 320 von Mosty nach Jablunkova ist die Sanierung des Jablunkova Tunnels. Das Bauwerk ist für eine zweispurige Schieneführung ausgelegt und insgesamt 612 m lang. Auf einer Länge von 564 m wurde der Tunnel in bergmännischer Bauweise mit einem Gefälle von 0,2% ausgeführt, bei den Portalen wurde die offene Bauweise angewendet.

Das vorlaufende, mobile Bewehrungsgerüst wurde komplett aus PERI Standardelementen des VARIOKIT Baukastens konstruiert.

PERI lieferte einen Tunnelschalwagen mit Stahlschalhaut und hydraulischer Steuerung, ergänzendes Schalmaterial für die Portale, Systemschalung für die Formgebung der Tunnelsohle sowie

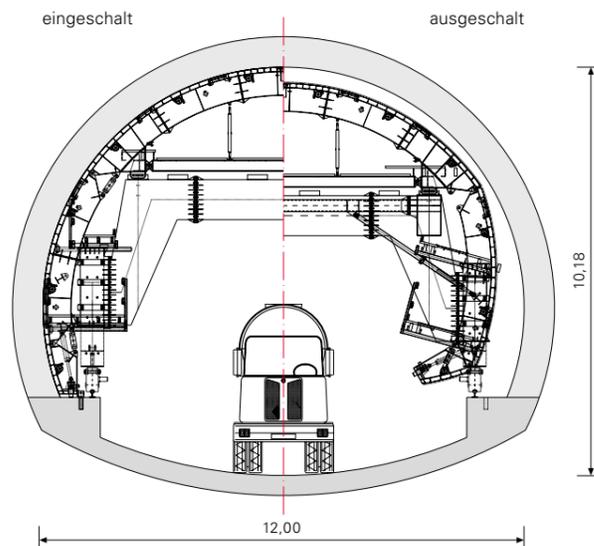
ein mobiles Bewehrungsgerüst. Der eingesetzte Stahlschalwagen mit einer Länge von 7,50 m war mit diverserem Zubehör ausgestattet, darunter Einfüllstutzen und Außenvibratoren.

Die Stahlausführung erlaubte große Lasten und Einsatzzahlen bei gleichzeitig bester Oberflächenqualität. Die Konstruktion des Wagens war derart gestaltet, dass auch horizontale Lasten ohne weitere Maßnahmen übertragen werden konnten. Das Bewehrungsgerüst wurde aus VARIOKIT Systembauteilen hergestellt und mit 12,50 m langen Arbeitsplattformen in drei Höhen konstruiert.

Einen maßgeblichen Anteil am schnellen Baufortschritt hatte die hydraulische Ausstattung des Schalwagens, mit dem das Ein- und Ausschalen als auch die Umsetzvorgänge schnell und effizient ausgeführt werden konnten. Für Sicherheit sorgten zusätzlich integrierte Zugänge und Arbeitsplattformen.

Der Tunnelschalwagen im ein- und ausgeschalteten Zustand. Der Ausschalvorgang konnte komplett hydraulisch ausgeführt werden.

Der Stahlschalwagen wurde auch für die Herstellung der Portale genutzt: RCS Schienen, SLS Schwerlastspindeln und die flexible VARIO GT 24 Träger-Schalung erlaubte die Anpassung an die besondere Form.



Der Tunnelschalwagen im Einsatz: Betonieren des Regelquerschnitts.

Alle Veränderungen des Schalungsquerschnitts beim Aus- und Einschalen wurden hydraulisch unterstützt.



U-Bahn Santiago de Chile, Chile

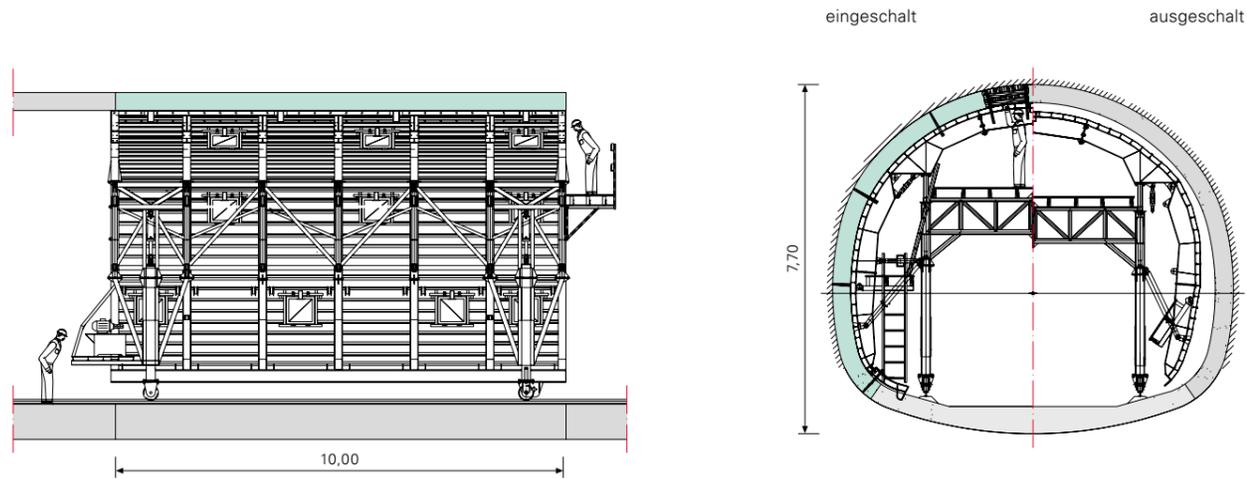
10 m im Tagetakt – Hydraulischer Schalwagen täglich umgesetzt

Die Bau-Gruppe I.M.S. zeichnete verantwortlich für den Ausbau der U-Bahn-Linie 5 in Santiago de Chile, darunter ein 1.500 m langen Tunnelquerschnitt in bergmännischer Bauweise. PERI erarbeitete und lieferte die Schalungslösung für das unterirdische Bauwerk. Ausschlaggebend für die Auftragserteilung war das

Vertrauen von I.M.S. in die große PERI Erfahrung im Sonderschalungsbau und die Tatsache, mit ingenieurtechnischem Know-how und Support auch vor Ort vertreten zu sein.

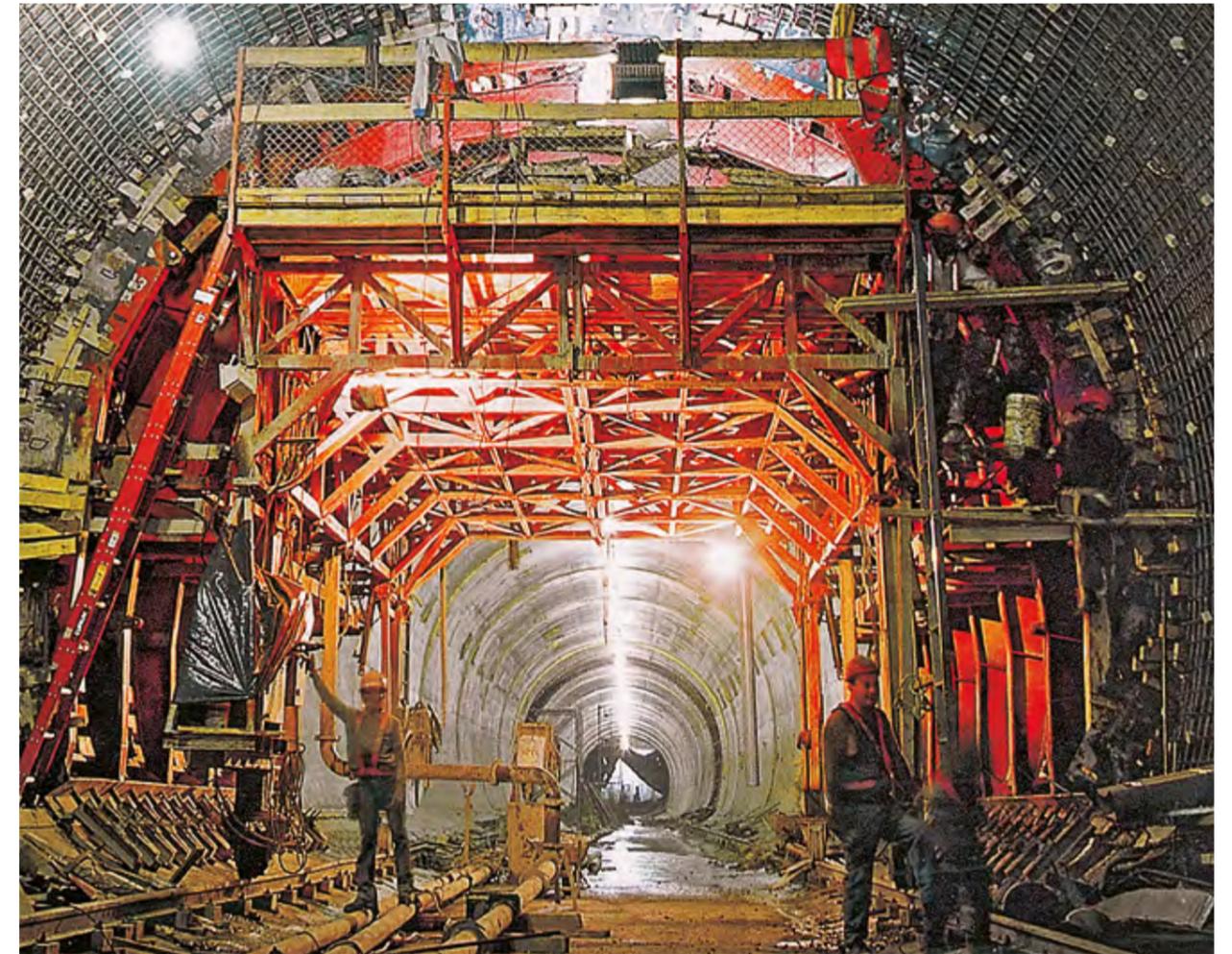
Zur Einhaltung der vorgegebenen Ausführungsfrist war eine Schalung erforderlich, mit der täglich ein

kompletter Betonierabschnitt ausgeführt werden konnte. Die PERI Lösung umfasste zwei 10 m lange Schalwagen, die sich hydraulisch betätigen ließen. Damit konnten die Arbeitsschritte Verfahren, Einschalen, Ausschalen und Absenken schnell und einfach ausgeführt werden.



Längsschnitt Schalwagenkonstruktion im eingeschalteten Zustand. Die Kontrolle des Füllstandes beim Betonieren erfolgte von der Stirnschalung aus.

Für den Ausschaltvorgang wurden vier hydraulische Zylinder für die Seitenabschalung und weitere vier für das Heben und Absenken eingesetzt. Alle Zylinder ließen sich unabhängig voneinander und von der Hydraulikzentrale aus steuern. Mit zwei hydraulischen Motoren an den vorderen Zahnrädern wurde der Schalwagen verfahren.



Die Konzeption und Herstellung der beiden 40 t schweren Schalwagen erfolgte in lediglich 1,5 Monaten.

Bauunternehmen
I.M.S. Ltda.
(Ingecol, Mendes Junior und Sikal)
Projektbetreuung
PERI Spanien, PERI Chile

Eingesetzte Schalungslösung
2 Schalwagen mit je 10 m Länge

Hydraulik
4 Hubzylinder, 4 Zylinder für Seitenwände, 2 Antriebsmotoren, 1 Hydrauliksteuerung

Verdichtungstechnik
16 pneumatische Außenrüttler je Schalwagen

Gewicht eines Schalwagens
40 t

Schalfläche
178,6 m² pro Einheit

Betoniervolumen pro Abschnitt
72 m³

Zeitbedarf für Ausschalen, Verfahren und Einschalen
3 Std.

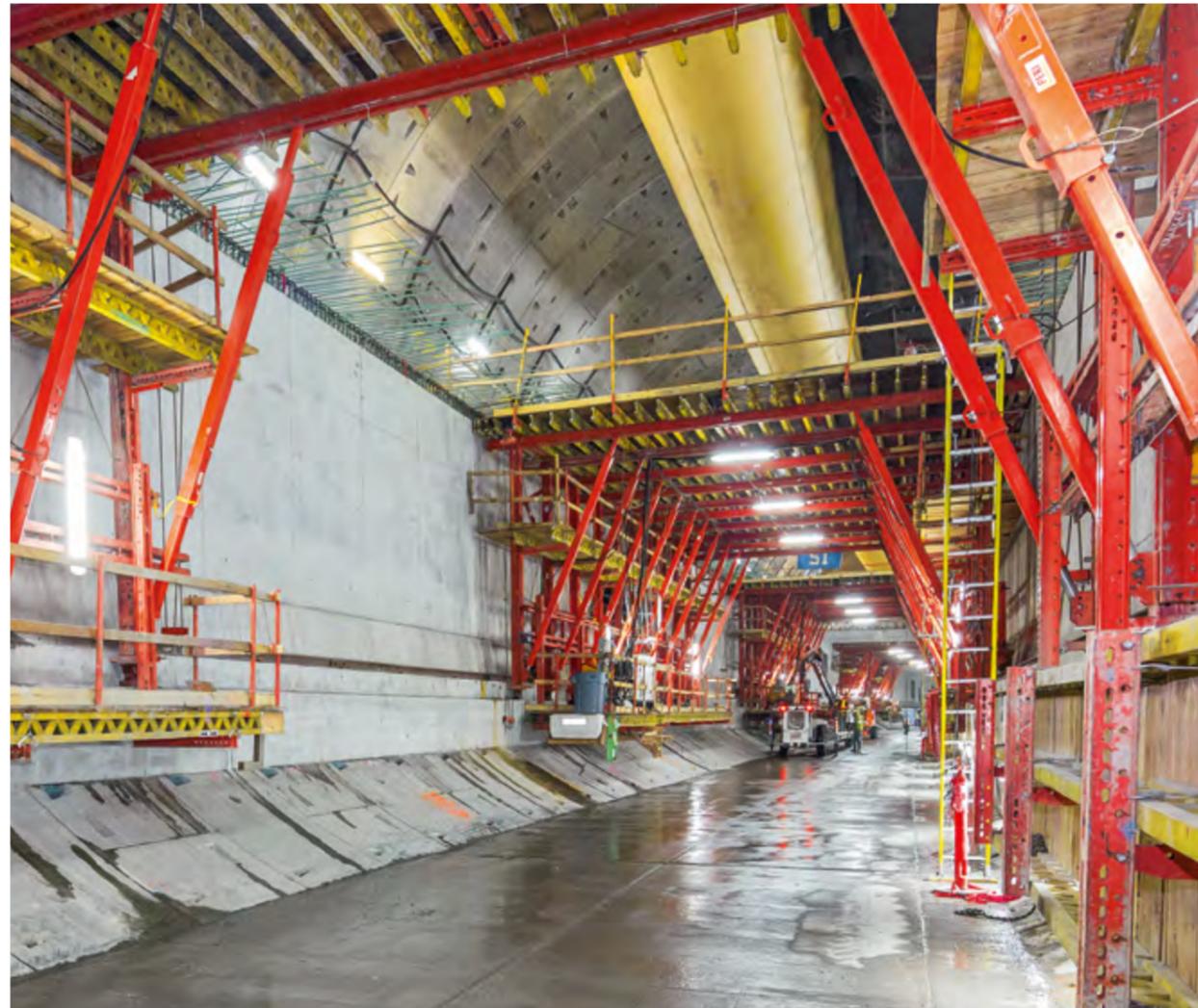
Beginn Ausschalen
12 Std. nach Betonieren

Betonierabschnitte
10 m je Tag und Schalwagen

State Route 99 Tunnel, Seattle, Vereinigte Staaten

PERI Schalwagen verfolgen eine der weltweit größten Tunnelbohrmaschinen

Bauunternehmen
Seattle Tunnel Partners, Seattle, Washington,
Vereinigte Staaten
Projektbetreuung
PERI Woodland, WA, Vereinigte Staaten



Jahrzehntlang galt das 1950 erbaute Alaskan Way Viadukt als einer der wichtigsten Verkehrswege entlang Seattles Uferpromenade. Als Ersatz für die Hochbrücke, die täglich von 110.000 Fahrzeugen genutzt wird, entsteht ein rund 3,2 km langer Tunnel. PERI plante und lieferte eine projektspezifische Schalungslösung für die Herstellung der doppelstöckigen Fahrbahn, die innerhalb der direkt zuvor gebohrten Tunnelröhre in drei Abschnitten betoniert wird. Bertha, eine der größten Tunnelbohrmaschinen (TBM) der Welt, bohrte einen Tunnel mit rund 17,50 m Durchmesser und kleidete diesen direkt mit 60 cm starken Tübbings aus. Innerhalb der Röhre entstand dann eine doppelstöckige Fahrbahn. Die dazu erforderlichen Wände sowie die dort aufgelagerte Tunneldecke entstanden mit verfahrenbaren Schalungslösungen von PERI.

schalung in Ortbetonweise erstellt. Für die Planung musste das PERI Team verschiedenste Randbedingungen berücksichtigen, darunter den kurvigen Verlauf des Tunnels sowie die dort notwendigen Querneigungen der Decken. Da alle Schalwagen der TBM folgend auf ein und derselben Schienenkonstruktion durch den gesamten Tunnelverlauf verfahren werden sollten, war die konkrete Planung der Betonierabschnitte besonders wichtig für die effiziente Ausführung. Auch die Logistik galt es zu berücksichtigen: Da die TBM stetig mit Material wie z. B. den Tübbings beliefert werden musste, musste das Gesamtkonzept zwingend eine entsprechende Durchfahrt ermöglichen. Die Schalwagen wurden schließlich für 16,45 m lange Abschnitte ausgelegt – angelehnt an die erwartete, durchschnittliche Vortriebsgeschwindigkeit der Tunnelbohrmaschine.

Nachdem die Fundamente die notwendige Mindestfestigkeit erreicht hatten, wurden die 4,50 m hohen Seitenwände des inneren Tunnels direkt auf den Anfängern betoniert. Dazu dienten zwei Schalungssätze der MAXIMO Rahmenschalung, die auf einem zweiten Schalwagen von Betonierabschnitt zu Betonierabschnitt ebenfalls auf Schienen verfahren wurden. Während der eine Schalungssatz nach dem Einbau des Betons jeweils im hinteren Tunnelabschnitt verblieb, wurde der zweite Schalungssatz nach dem Ausschalen bereits weiter vorne im Tunnel wieder montiert.

Die Aufgabenstellung für die PERI Ingenieure war es, fahrbare Schalungslösungen auszuarbeiten, um die Stahlbetonkonstruktion innerhalb der runden Tunnelröhre effizient einzuschalen, zu betonieren und in den nächsten Abschnitt umzusetzen. Die Ausführung gliederte sich dabei in drei Bauabschnitte: Anfänger, Seitenwände und Decke, die die obere Fahrbahn bildet. Die Wände der oberen Fahrbahnebene wurden mit der DOMINO Rahmen-

Der erste, direkt der TBM folgende Schalwagen trug die Seitenschalung der Anfänger – einen Schalungssatz je Tunnelseite. Die Anfänger bildeten zum einen das Fundament für die aufgehenden Seitenwände des inneren Tunnels. Zum anderen dienten die Anfänger später auch als Auflager für Fertigteilplatten, die nach finalem Abschluss der Ortbetonarbeiten als untere Fahrbahnplatte montiert wurden.

Im dritten Bauabschnitt folgte eine Decke, die die Fahrbahn in Richtung Süden bildet. Die Deckenplatte wurde mit insgesamt sechs Deckenschalwagen im Pilgerschrittverfahren hergestellt: Drei etwas längere Wagen mit einer projektspezifisch geplanten Schalung auf Basis von VARIOKIT Stahlriegeln und GT 24 Schalungsträgern dienten zum vorauslaufenden Betonieren der Deckenabschnitte auf Lücke. Nachlaufend wurden die so entstandenen, freien Bereiche mittels drei etwas kürzeren Deckenschalwagen geschlossen.

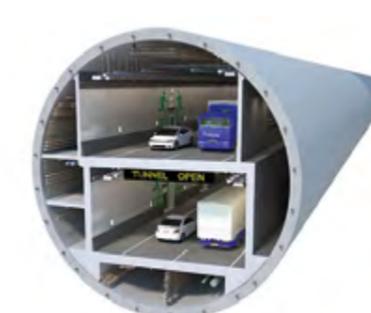
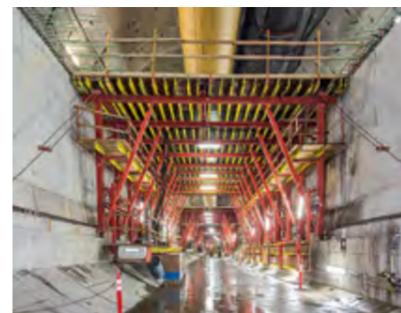
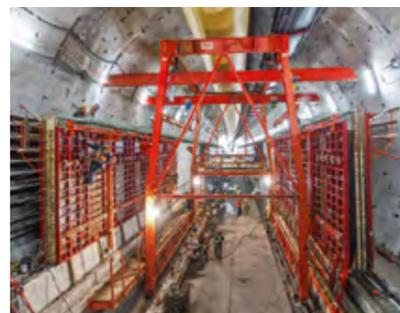
Geschalt wurden die Anfänger mit einer projektspezifischen PERI Stahlschalung. Deutlich erkennbar sind die zwei Auflagerflächen – eine für die aufgehende Wand, eine weitere für die Fertigteilplatte, die dann die untere Fahrbahndecke bildete.

Direkt auf den Anfängern wurden die aufgehenden Wände betoniert, die wiederum das Auflager für die obere Fahrbahn bildeten. Zwei MAXIMO Schalungssätze sorgten für zügiges, effizientes Betonieren der 4,50 m hohen Wände.

Mit insgesamt sechs PERI Schalwagen wurde abschließend die Decke betoniert – hergestellt im Pilgerschrittverfahren. Ein- und Ausschalprozesse für die Decke wurden mit Hydraulik-Komponenten unterstützt.

Der Tunnel im Tunnel: Innerhalb der gebohrten Tunnelröhre mit rund 17,50 m Durchmesser entsteht ein doppelstöckiger Straßentunnel – größtenteils hergestellt in Ortbetonbauweise mit einer umfassenden PERI Lösung. (Rendering: Washington State Department of Transportation)

Der Blick aus Richtung Norden in Richtung der bereits fertiggestellten, südlichen Tunneleinfahrt.



Hongkong-Zhuhai-Macao Bridge (HZMB), China

Portalschalwagen für Tunnelübergänge in Sichtbetonqualität



300 m lange Rampenbauwerke mit hohen Wänden in Sichtbetonqualität dienen als Ein- und Ausfahrt des 6 km langen HZMB-Tunnels.

Seitenwände und Mittelwand wurden mithilfe dreier PERI Schalwagen hergestellt – im raschen Arbeitstempo und in hoher Ausführungsqualität.

Auch für die massiven Wellenbrecher setzte das Baustellenteam eine fahrbare Wandschalungslösung ein.



Meng Fanli, Projektleiter Westinsel
Lin Ming, Projektdirektor
Liu Haiqing, Projektleiter Ostinsel

„PERI spielt eine entscheidende Rolle bei der Verwirklichung dieses Jahrhundertbauwerks, Tunnelleinfahrten und Wellenbrecher sind mit höchsten Qualitätsanforderungen äußerst anspruchsvoll. Die Schalwagen lassen sich einfach umsetzen und bieten beste Sicherheit und erstklassige Sichtbetonqualität. Wir haben das professionelle Engineering, den Service und das Streben der PERI Ingenieure nach Perfektion schätzen gelernt.“

Die Herstellung der hohen Seiten- und Mittelwände sowie der Wellenbrecher für zwei Übergangsbauwerke erfolgte mithilfe verfahrbarer PERI Portalschalwagen – mit rascher Taktfolge und in höchster Ausführungsqualität.

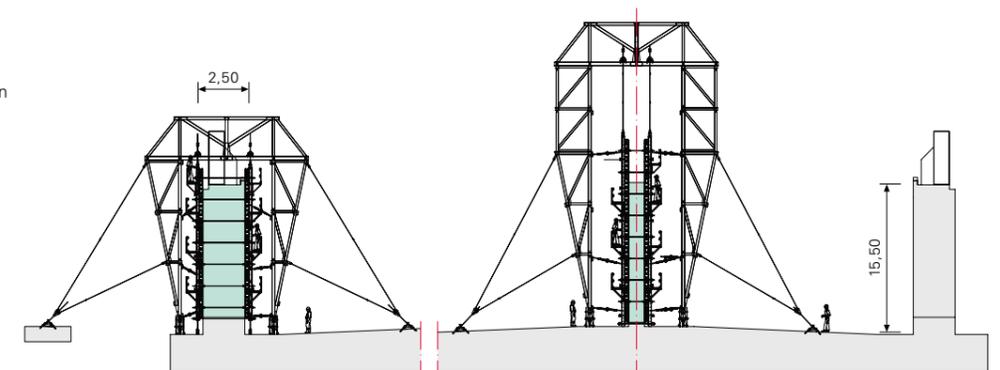
Die insgesamt 35 km lange Hongkong-Zhuhai-Macao-Straßenverbindung verläuft im Bereich der Einflugschneise des Hongkong International Airports Chek Lap Kok in einem Unterwassertunnel. Bereits dieser 6 km lange Absenktunnel wurde mit PERI Know-how mit großem Erfolg gebaut – nun konnten kürzlich auch die Rohbauarbeiten für die Übergangsbauwerke Ost und West abgeschlossen werden. Zwei Inseln wurden hierfür im südchinesischen Perflusdelta künstlich aufgeschüttet.

6 Fahrspuren führen mit 3 % Längsgefälle in die beiden Tunnelportale. Die etwa 300 m langen Seitenwände der bis zu 56 m breiten Rampenbauwerke sind mit 2,50 m Wandstärke äußerst massiv. Beide Fahrtrichtungen sind zudem im Bereich der Tunnelausfahrten durch eine Mittelwand getrennt, diese trägt die spätere Überdachung. Die bis zu 15,50 m hohen Stahlbetonwände waren in SB 4 Sichtbetonqualität mit einem klar strukturierten Fugen- und Ankerraster sowie dauerhaft wasserundurchlässig auszuführen.

Die Herstellung der großflächigen Sichtbetonwände erfolgte weitestgehend ohne Kranunterstützung. Zur schnellen, sicheren und einfachen Ausführung planten die PERI Ingenieure unabhängig voneinander arbeitende,

verfahrbare Portal-Wandschalwagen. Diese wurden individuell als projektbezogene, teils über 21 m hohe Sonderkonstruktionen geplant. Durch die Einbeziehung von Systembauteilen des VARIOKIT Ingenieurbaukastens, des VARIO Träger-Wandschalungssystems und der SK Ankertechnik stellte sich das PERI Konzept als wirtschaftlichste und effizienteste Lösungsvariante dar. Damit konnte in regelmäßigen Taktlängen von 15 m betoniert werden, jeder Wandabschnitt wurde über die ganze Höhe in einem Guss hergestellt.

Bauunternehmen
 China Communications Construction Company Ltd. (CCCC)
Projektbetreuung
 PERI Asia Pacific, Weißenhorn, Deutschland



U-Bahn-Station „Place des Martyrs“, Algier, Algerien

Tunnelschalung mit rekordverdächtigen Dimensionen



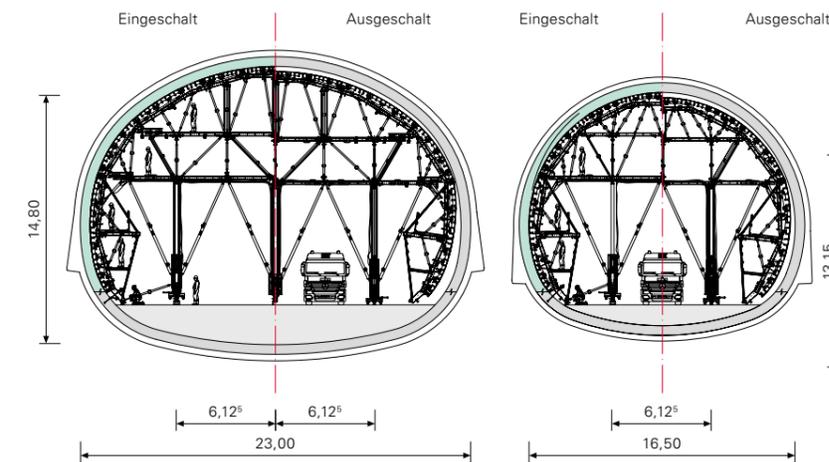
Die algerische U-Bahn-Station „Place des Martyrs“ weist gewaltige Ausmaße auf. Hierfür war die PERI Schalwagenlösung auf Basis des VARIOKIT Baukastensystems ideal auf alle Baustellenanforderungen zugeschnitten und hydraulisch bedienbar.

„Place des Martyrs“ ist mit 144 m Länge und 23 m Breite eine der größten U-Bahn-Stationen der Welt. Es ist der nördlichste, aber auch zentralste und hafennächste Haltepunkt der umfangreichen Metro-Erweiterungsmaßnahme innerhalb des Stadtzentrums mit zahlreichen Moscheen und Palästen sowie unterhalb der historischen Altstadt (Kasbah). Innerhalb von 10 Jahren soll das U-Bahn-Netz der algerischen Hauptstadt von derzeit 9 km auf insgesamt 55 km ausgebaut und modernisiert werden.

Die imposante Gewölbekbreite von 23 m im mittleren Abschnitt verjüngt sich im Norden und Süden auf 16,50 m Breite. PERI Ingenieure konzipierten eine Schalwagenkonstruktion auf Basis des VARIOKIT Ingenieurbakastens, um mithilfe gleicher Systemteile und Schalungssegmente beide Querschnittsvarianten wirtschaftlich realisieren zu können. Aufgrund der mit nur 5,10 m Länge verhältnismäßig kurzen Betoniertakte fand die Ausführung der Rückverankerung besondere Berücksichtigung. Die VARIOKIT Schalwagenlösung war ideal auf alle Baustellenan-

forderungen zugeschnitten: komfortabel, da mit einem Schaltstand hydraulisch bedienbar; kostengünstig aufgrund mietbarer Systembauteile sowie schnell montier- bzw. anpassbar mittels standardisierter Bolzenverbindungen. Ergänzend fand ein PERI UP

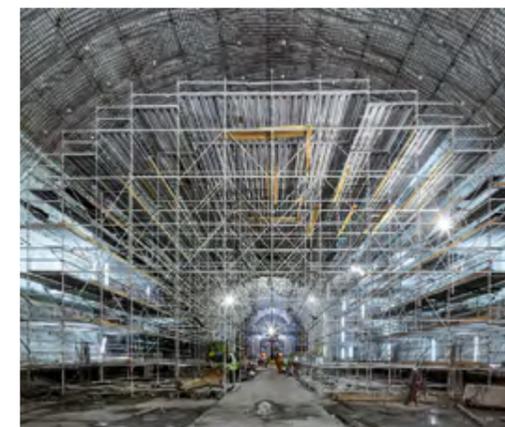
Arbeitsgerüst Verwendung. Dieses passte sich der Querschnittsgeometrie des Gewölbes optimal an und diente vorlaufend zum Tunnelschalwagen zur raschen und sicheren Ausführung der Abdichtungs- und Bewehrungsarbeiten.



Schalwagenkonstruktion auf Basis des VARIOKIT Ingenieurbakastens: Mittels gleicher Systemteile und Schalungssegmenten ließen sich beide Querschnittsvarianten wirtschaftlich realisieren.

Bauunternehmen
GMAC (Groupement Métro d'Alger Centre);
Andrade Gutierrez; Texeira Duarte;
Gesi TP; Zagope

Projektbetreuung
PERI Algerien, Portugal und Deutschland



Rui Correia,
Technischer Leiter

„Das VARIOKIT System trug entscheidend dazu bei, die Herausforderungen beim Bau der Station zu meistern – der PERI Schalwagen passte sich perfekt an die unterschiedlichen Geometrien an. Mit der schnellen Taktfolge von 15 m pro Woche ließ sich das Projekt trotz des hohen technischen und qualitativen Anspruchs innerhalb der geplanten Zeitvorgabe realisieren.“

Die Schalungs- und Gerüstlösung der gesamten Baumaßnahme basierte auf einer Gemeinschaftsarbeit von PERI Ingenieuren aus Algerien, Portugal und Deutschland. Zusätzlich zur VARIOKIT Schalwagenkonstruktion für Place des Martyrs“ wurde ein zweiter Projektschalwagen mit 9,30 m Radius zum Bau der Zwischenstation „Ali Boumendjel“ eingesetzt. Zwei weitere, projektspezifisch konstruierte Tunnelschalwagen dienten zur Herstellung der 1.450 m langen Tunnelröhre mit 9 m Gewölbekdurchmesser.

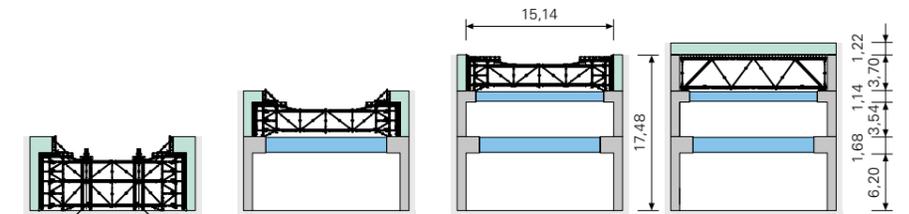


Capitol Hill Station, Seattle, USA

Projektlösung auf Systembasis spart Zeit und Kosten



Bauunternehmen
Turner Construction, Seattle, USA
Projektbetreuung
PERI Pacific Northwest, Portland, USA
und PERI Deutschland, Weissenhorn



Kevin Whalen,
Bauleiter

„Mit unserer gemeinsam konzipierten Schalwagenlösung ließen sich Termin- und Kostenvorgaben einhalten. Gleichzeitig wurde die Sicherheit für die Baustellenmannschaft erhöht sowie der Arbeitsaufwand gegenüber traditioneller Schalung reduziert. Die Möglichkeit, mit dem Schalwagen Wände und Decke in einem Guss betonieren zu können, erhöhte die Arbeitsleistung und ließ zu, in den darunter liegenden Abschnitten zeitgleich die Nachunternehmerleistungen auszuführen.“

Die PERI Schalwagenlösung war das Ergebnis aus kompetentem Engineering und projektspezifisch angepassten Baukastensystemen. Eine weitestgehende Verwendung mietbarer PERI Systembauteile und die optimierte Bauweise sorgen für erhebliche Zeit- und Kosteneinsparungen.

Capitol Hill ist eine der beiden U-Bahn-Stationen im Rahmen der Stadtbahn-netzwerkerweiterung von Seattle. Die neue Station ist knapp 18 m tief und über 100 m lang. Gewaltige Stahlverbund-röhren mit 1,00 m und 1,50 m Durchmesser steifen das Untertagebauwerk in zwei Lagen aus. Ein PERI Projekt-team, Ingenieure aus USA und Deutschland, entwickelte – basierend auf mietbaren und kurzfristig verfügbaren Systembauteilen – ein kostengünstiges Schalungs- und Gerüst-konzept mit Detaillösungen für alle Bauzustände. So konnten Wände und Stahlbetonbalken monolithisch in einem Guss hergestellt werden. Das sparte Arbeitsfugen und Montageaufwand. Die VARIOKIT Schalwagenkonstruktion für die untersten, jeweils 12 m langen und 8 m hohen Abschnitte

wurde zweiteilig konzipiert. So war es möglich, nach Fertigstellung der unteren Ebene die obere Schalwagenhälfte auch für die nachfolgenden beiden Ebenen zu verwenden. Diese wurden in je 6 Betoniertakten und mit knapp 5 m bzw. 4 m Höhe realisiert. Der Wagen ließ sich komplett hydraulisch bedienen und mittels Wälzwagen auf den Stahlbeton-Randbalken der jeweils unteren Ebene längs verfahren. HD 200 Schwerlaststützen dienten als seitliche Unterstützung, um die zusätzliche Last aus Schalwagen und zu betonierendem Takt sicher ableiten zu können. Die VARIOKIT Einheit diente zugleich als temporäres Auflager bei der Montage der aussteifenden Stahlröhren.

Für die abschließende Herstellung der 1,22 m starken Stahlbetondecke wurde der Schalwagen an die geänderte Lastsituation angepasst, um die hohen Betonierlasten in die längsseitigen Randbalken abtragen zu können. Beibehalten wurden die hydraulische Handhabung und die einfache Verfahrbarkeit der Schalwageneinheit.

Tunnel Nordhavnsvej, Kopenhagen, Dänemark

Tunnel-Know-how für wirtschaftliche Systemlösungen



Bauunternehmen
Arbeitsgemeinschaft
E. Pihl & Søn A.S.
und Ed. Züblin AG
Projektbetreuung
PERI Danmark A/S, Greve und
PERI Deutschland, Weißenhorn

Brian Andersen,
Polier

„Unsere Wahl fiel auf PERI, weil wir für dieses komplexe Projekt einen zuverlässigen Lieferanten wünschten, der nicht nur das notwendige Material bereitstellen kann, sondern auch das technische Know-how für die Planung aller Schalungs- und Gerüstlösungen hat.“



Das Infrastruktur-Großprojekt „Nordhavnsvej – Vej- og Tunnelentreprise“ verbindet den Kopenhagener Nordhafen mit der Helsingør-Autobahn. Die 620 m lange Tunnelstrecke verläuft durch sehr eng bebauten, innerstädtischen Bereich und quert zudem eine viel befahrene Bahnlinie.

PERI Ingenieure planten mit Komponenten des VARIOKIT Baukastens eine individuelle Schalwagenlösung für die Kopenhagener Tunnelbaustelle und lieferten Schalung und Gerüst aus einer Hand.

Rund 620 m des insgesamt 1,65 km langen Infrastrukturprojekts Nordhavnsvej verlaufen unterirdisch. In bis zu 22 m Tiefe weisen zwei getrennte Tunnelröhren je 2 Fahrspuren auf. Der zweizellige Tunnel mit Rechteckquerschnitt wurde in offener Bauweise erstellt. PERI plante und lieferte eine Tunnelchalungslösung mit vorlaufender Wandschalung und nachlaufenden Deckenschalwagen. Mit der maßgeschneiderten Projektlösung erreichte das Baustellenteam einen 3-Wochen-Takt je Betonierabschnitt von 25 m

Länge. Bodenplatte und Tunnelwände wurden mit der TRIO Rahmenschalung geschalt, teilweise einhäufig gegen die Bohrpfehlwand des Baugrubenverbau. Hierfür wurden TRIO Elemente zu großformatigen Einheiten verbunden, die sich äußerst schnell per Kran umsetzen ließen. Zur nachfolgenden Herstellung der 80 cm starken Decken kamen 4 Deckenschalwagen mit je 13,50 m Länge auf Basis des VARIOKIT Ingenieurbaukastens zum Einsatz. Um die je 25 m langen Deckenabschnitte betonieren zu können, wurden 2 Schalwagen hintereinander gekoppelt. Eine hydraulische Lösung vereinfachte und beschleunigte das Heben und Senken der Tunnelchalwagen. Clever gelöst: Das Teilelement für die Voute zur Mittelwand ließ sich mittels Spindeln abklappen, hierfür war die

VARIOKIT Konstruktion mit auskragenden Arbeitsplattformen ausgestattet. Die Tatsache, dass weit über 90% der PERI Schalwagenlösung aus mietbaren Kern- und Systembauteilen bestanden, sorgte für maximale Wirtschaftlichkeit. Auch die Arbeitsgerüste und Zugangstreppe zu den Arbeitsbereichen waren Bestandteil des PERI Schalungs- und Gerüstkonzepts. Fest am Schalwagen montierte PERI UP Treppen dienten als integrierter Zugang auf die Deckenschalung. Für die Wände wurden 7,50 m lange PERI UP Bewehrungsgerüste mit Umsetzrädern rasch zum jeweils nächsten Einsatzverfahren. Das sparte Kranzeit und ermöglichte den Umsetzvorgang auch dort, wo im Bereich einer Bahnstreckenquerung kein Kran zur Verfügung stand.

Die VARIOKIT Schalwagenlösung berücksichtigte eine 4,30 m breite und 4,00 m hohe Durchfahrtsöffnung für die ungehinderte Baustellenanlieferung sowie die hydraulische Unterstützung zum einfachen Heben und Senken.



Einhausung Tauernautobahn A10, Zederhaus, Österreich

1,5 km langer Tunnel im 4-Tages-Takt



Mithilfe der VARIOKIT Tunnelschalungslösung konnten 25 m lange Abschnitte des Tunnelgewölbes im regelmäßigen 4-Tages-Takt betoniert werden.



Die hydraulische Bedienbarkeit des VARIOKIT Schalwagens ermöglichte schnelles und wiederholungsgenaueres Ein- und Ausschalen.



Die Außenschalung für das Tunnelgewölbe wurde in großflächigen Einheiten mit dem Kran umgesetzt.

Eine auf VARIOKIT basierende Tunnelschalungs-Systemlösung sorgte dafür, die Tauernautobahn nach kurzer Bauzeit auf 1.545 m Länge in einem Einhausungsbauwerk verschwinden zu lassen.

In Spitzenzeiten befahren täglich bis zu 40.000 Fahrzeuge die Tauernautobahn A10. Ein umfangreiches Maßnahmenpaket entlastet die Gemeinde Zederhaus. Parallel zum laufenden Straßenverkehr wurde die Autobahntrasse teilweise verlegt und in einem über 1,5 km langen Einhausungstunnel geführt. In knapp 4 Jahren wurden 405.000 m³ Erde bewegt sowie 140.000 m³ Beton und 7.300t Baustahl verbaut. Für die reinen Rohbauarbeiten standen nur 18 Monate Bauzeit zur Verfügung. Die Herstellung der Doppelröhre mit Gewölbequerschnitt erfolgte in offener Bauweise mithilfe des VARIOKIT Ingenieurbaukastens. Die Bauarbeiten für die zweite Röhre begannen Anfang 2016, im geplanten Zeitrahmen nach Fertigstellung und Verkehrsfreigabe der bergseitigen Tunnelröhre. Auf Basis standardisierter Systembauteile sorgte die PERI

Komplettlösung für einen reibungslosen Bauablauf. Fundamentalschalung, Mittelwandschalwagen und der nachlaufende Gewölbeschalwagen waren perfekt aufeinander abgestimmt, um insgesamt 125 Betonierabschnitte mit jeweils 12,50 m Regeltaktlänge fertigstellen zu können. Jeweils 2 Takte konnten in einem Arbeitsgang geschalt und betoniert werden. Zeit sparend wirkte sich insbesondere die hydraulische Unterstützung zum Anheben und Absenken des Schalwagens sowie zum Einklappen der Wandelemente aus. Die Außenschalung wurde großflächig per Kran umgesetzt. Die Schalungseinheiten wurden im PERI Montagebetrieb maßgenau vorgefertigt. Das reduzierte den Montageaufwand vor Ort und sorgte von Baustellenbeginn an für schnelle Einsatzbereitschaft. Das detailliert durchgetaktete Ausführungskonzept berücksichtigte die integrierte Herstellung der Notruf- und Revisionsnischen im Abstand von 100 m sowie wechselnde Querneigungen und Achsradien. Dass die VARIOKIT Regelschalwagen auch für die Aufweitungen der 70 m langen Pannenbuch-

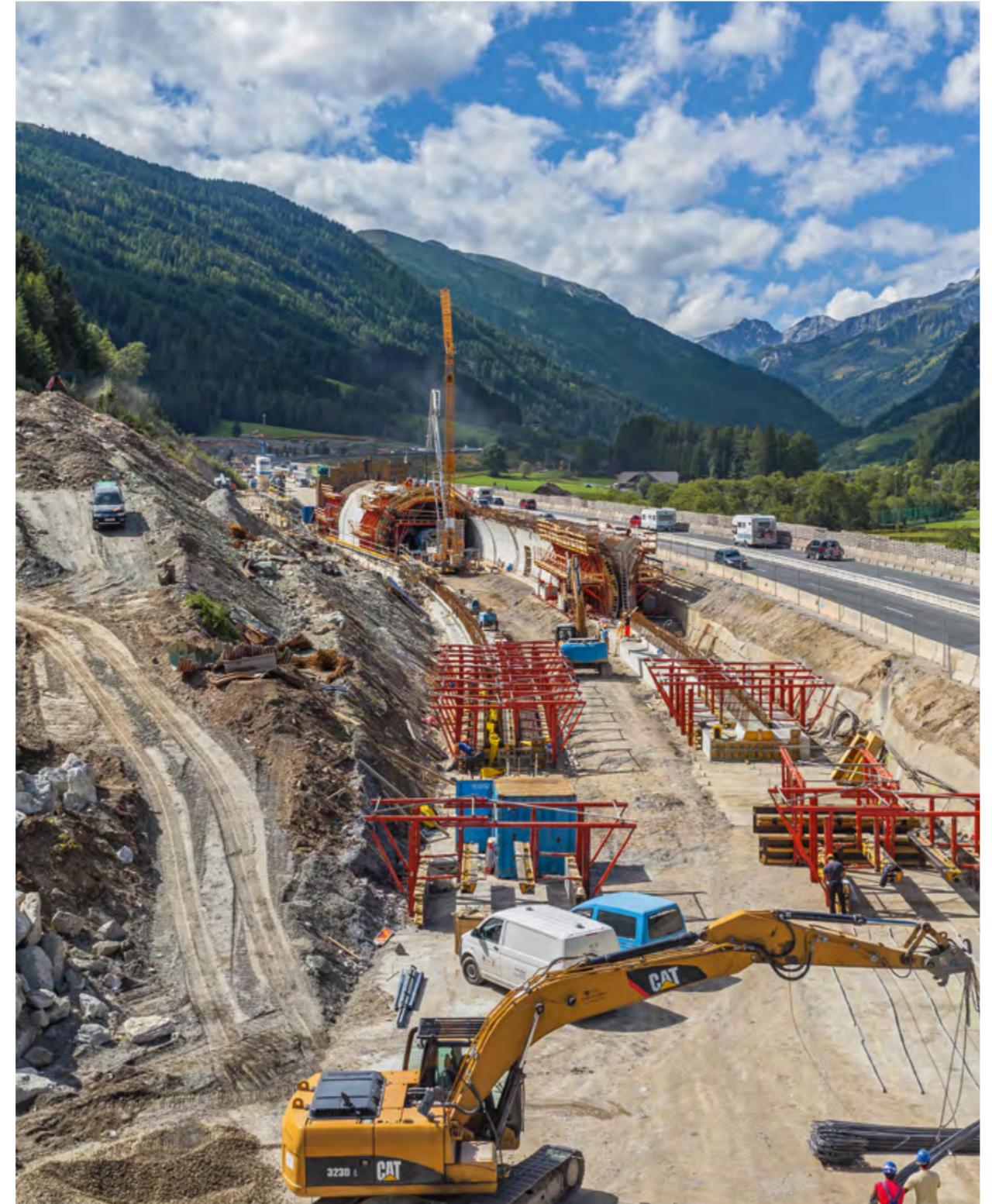
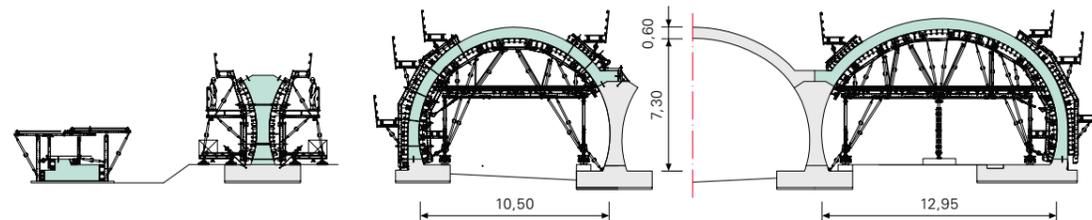
ten in Tunnelmitte verwendet werden konnten, sorgte für zusätzliche Zeit- und Kostenvorteile.



Rene Glanzer
Hauptpolier

„Vom ersten Tag an funktioniert alles wie geplant. Die PERI Schalwagenlösung ist durchdacht und wir werden bei den unterschiedlichsten Bauaufgaben stets hervorragend unterstützt. Alles hat Hand und Fuß.“

Bauunternehmen
Felbermayr Bau GmbH & Co. KG, Wels
Projektbetreuung
PERI Österreich, Nußdorf
und PERI Deutschland, Weißenhorn



Msheireb Metro Station, Doha, Katar

Großbaustelle in 40 m Tiefe

Ein individuell angepasstes Systemkonzept und der kontinuierliche Baustellensupport unterstützten den raschen Baufortschritt der Msheireb-Station, dem zentralen Punkt von Dohas neuem Metro-system.

Die U-Bahn-Station Msheireb im Herzen von Doha ist Dreh- und Angelpunkt des im Bau befindlichen, hochmodernen Metrosystems in der Hauptstadt Katars. Hier treffen die drei wichtigsten Verbindungen zusammen: „Gold Line“, „Red Line“ und „Green Line“. Bis 2020 sollen 82 km Tunnelstrecke und 25 Stationen die Wohn- und Geschäftszentren mit den Außenbezirken und den WM-Stadien verbinden. In der Endphase wird die Doha Metro insgesamt vier Linien und knapp 100 Stationen aufweisen.

Die in bis zu 40 m Tiefe befindliche Metrostation weist 4 Hauptebenen auf. Um das Kreuzungsbauwerk mit knapp 200 m Länge und 180 m Breite sowie äußerst massiven Bauteilabmessungen innerhalb der Bauzeitvorgabe herstellen zu können, plante und lieferte PERI die Schalungs- und Gerüstsysteme. Die komplexe Bauwerksgeometrie mit

bis zu 3 m starken Stahlbetondecken und Wandstärken bis 2 m erforderte ein individuell angepasstes Ausführungskonzept. Innerhalb kürzester Zeit wurden 10.000 m² Wand- und Säulenschalung sowie 150.000 m³ Traggerüst auf die Großbaustelle geliefert.

Zum Schalen der meist massiven Wände fand das VARIO Träger-Wandschalungssystem Verwendung. Bei den einhäufig zu schalenden, bis zu 9,50 m hohen Bauteilen ergänzten SB Stützböcke die PERI Schalungslösung. Für die höheren Wandabschnitte bildete VARIO zusammen mit CB Kletterbühnen kranversetzbare Kletter-schalungseinheiten. Die Spannstellen ließen sich mithilfe des DK Ankersystems zuverlässig verschließen. Das Tragkonzept der PERI Ingenieure zur Abtragung der oftmals hohen Lasten basierte auf bewährten PD 8 Lasttürmen, MULTIPROP Alu-Deckenstützen und dem PERI UP Flex Modulgerüstsystem. Das 25-cm-Gerüstraster erlaubte hierbei die Anpassung der PERI UP Vertikalstiele an die unterschiedlichen Lastanforderungen.

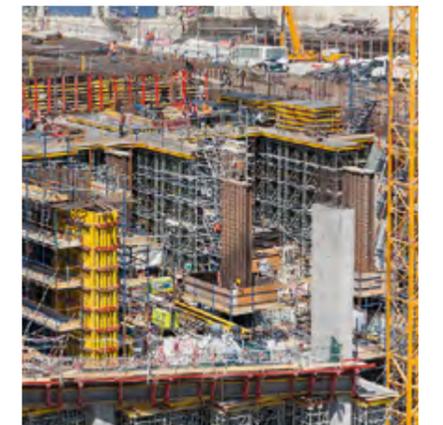


Bauunternehmen
SOQ Joint Venture; Samsung C&T, OHL, QBC
Projektbetreuung
PERI Qatar LLC, Doha



Carlos Allepuz,
Bauleiter

„Die PERI Ingenieure haben uns von Beginn an mit einem umfassenden Rund-um-die-Uhr-Support zuverlässig unterstützt. Durch die enge Zusammenarbeit und mithilfe modernster Systemlösungen war es uns möglich, dieses äußerst wichtige Metroprojekt erfolgreich realisieren zu können.“



Umweltschutztunnel Stetten, Wien, Österreich

Rationelle Arbeitsabläufe im Wochentakt



Der 3,2 km lange Umweltschutztunnel Stetten ist Teil der neuen Schnellstraßenverbindung S1 im Wiener Norden. Er wurde in offener Bauweise zu zwei Dritteln als geschlossener, zweizelliger Rechteckquerschnitt und zu einem Drittel als seitlich offene Galerie ausgeführt. In enger Zusammenarbeit mit den Bauverantwortlichen entwickelten die PERI Ingenieure eine wirtschaftliche Tunnelschalungslösung zur teilmonolithischen Herstellung, angepasst an die individuellen Anforderungen. Umfassende Ingenieurleistungen und die Verwendung von Systembauteilen resultierten in effizienten Umsetzvorgängen und optimierten Arbeitsabläufen: Zwei Schalwagen für die vorlaufende Mittelwand und fünf Tunnelschalwagen zum nachfolgenden Herstellen der Decken und Außenwände in einem Guss sorgten für eine reibungslose, da kranunabhängige

Realisierung der 150 Betonierabschnitte im regelmäßigen Wochentakt. Die PERI Lösung sah auch zum raschen und kranunabhängigen Umsetzen der Außenwandschalung eine fahrbare Variante vor. Standardisierte, mietbare Bauteile des VARIOKIT Ingenieurbau-

kastens boten hierfür die ideale Grundlage. Einerseits ließ sich damit der Aufwand für Sonderteile minimieren, andererseits konnte das Tragwerk und die Ausstattung mit hydraulischen Komponenten optimal an die Baustellengegebenheiten angepasst werden.



Modulare Traggerüstlösung mit PERI UP Rosett für Stielasten bis zu 40 kN, eingesetzt bei diversen Anschlussbauwerken.



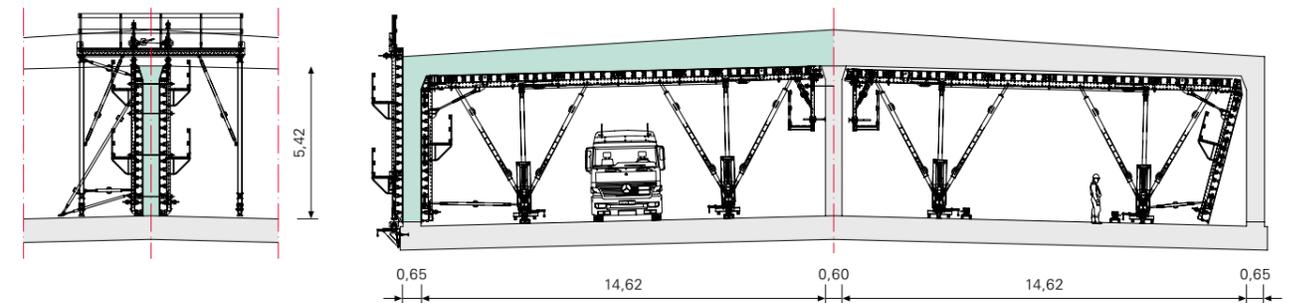
Im Zuge des über 3 km langen Umweltschutztunnels erfüllten wirtschaftliche Systemlösungen mit mietbaren Bauteilen die unterschiedlichsten Anforderungen.



Dieter König, Oberbauleiter
Andreas Lang, Hauptpolier

„Die enge Zusammenarbeit mit den PERI Ingenieuren führte zu besten Lösungen, technisch und wirtschaftlich. Aufgrund effizienter Umsetzvorgänge und optimierter Arbeitsabläufe sind die Wochentakte leicht einzuhalten.“

Bauunternehmen
ARGE Ingenieurbau PPP-Ostregion S1-West
Alpine/Hochtief, Wien
Projektbetreuung
PERI Nußdorf, Österreich
und PERI Weißhorn, Deutschland



Die beiden PERI Schalwagen für die vorlaufende Mittelwand waren ohne Kranunterstützung umsetzbar.



Die PERI Ingenieure sahen bei den VARIOKIT Tunnelschalwagen Durchfahrtsöffnungen für den Baustellenverkehr vor.



Nach dem hydraulischen Absenken und Einklappen der Wandschalung konnte der VARIOKIT Schalwagen schienengeführt in den nächsten Abschnitt verfahren werden.

Wildunterführung RN 88, Albi/Rodez, Frankreich

Tunnelgewölbe für Wildwechsel wirtschaftlich in Form gebracht



Wagenheber hoben den Schalwagen wieder in Betonierposition, anschließend wurden die Seitenelemente nach oben gespindelt. Nach dem raschen Einbau der Bewehrung mit hohem Vorfertigungsgrad setzte ein Mobilkran die Außenschalung um. Diese bestand je Seite aus nur zwei Elementen. 12 Betonierfenster dienten zum Einbau des Betons, die Verdichtung erfolgte über Innenrüttler. Schnell konnte –

auch ohne hydraulische Unterstützung – ein 4-Tages-Takt erreicht werden.

Höchste Priorität hatte auch die Sicherheit des Baustellenpersonals: Der Schalwagen verfügte über großzügige Arbeitsebenen, zuverlässig gesichert durch 1,10 m hohe PROKIT Seitenschutzgitter. Lediglich drei verschiedene Systembauteile – Seitenschutzgitter, Pfosten und

Deckenfuß – reduzierten hierbei den Montageaufwand. Die Pfosten verriegelten zur Aufnahme in den Deckenfüßen selbstsichernd, anschließend ließen sich die 240-cm-Gitter einfach einhängen.

Bauunternehmen
Sogea Sud-Ouest TP, Toulouse
Projektbetreuung
PERI SAS France, Meaux und Sud-Ouest

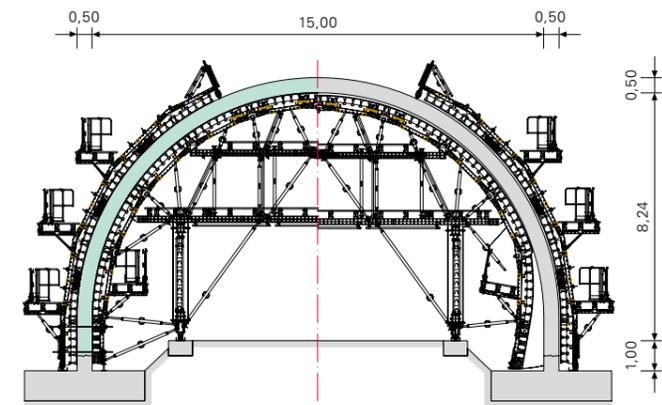
Dank einfacher Bedienung des VARIOKIT Tunnelschalwagens, vormontierter Schalungselemente und Unterstützung durch einen PERI Supervisor konnte schnell der angestrebte 4-Tages-Takt erreicht werden. Mit dem PROKIT Sicherheitssystem war die Projektlösung komplett und zudem besonders sicher.

Die 80 m lange Wildunterführung nahe einem Naturschutzgebiet war Teil des vierspurigen Fernstraßenbaus zwischen Lyon und Toulouse. Mit 15,00 m Breite und 9,24 m Höhe ist der halbkreisförmige Querschnitt großzügig gewählt, sodass die Tiere nicht zurückscheuen – auch ein kleiner Bach verläuft darin. Der Tunnel wurde in offener Bauweise hergestellt und oberhalb der Sohle in einem Abschnitt betoniert. Hauptbauteile des 10 m langen Schalwagens waren Stahlriegel, Jochträger und Schwerlastspindeln des VARIOKIT Ingenieurbaukastens. Für den Lastabtrag in die Streifenfundamente wurden HD 200 Schwerlaststützen eingesetzt. Die weitgehende Verwendung von mietbaren Systemkomponenten steigerte die Wirtschaftlichkeit, zudem lieferte PERI vormontierte Schalungselemente und Bühnen mit bis zu 2,50 m Breite just-in-time auf die Baustelle. Der Fokus lag auf der einfachen Bedienbarkeit. Aufgrund der geringen Einsatzzahlen verzichtete man auf hydraulische Komponenten für das Ein- und



Julien Pasqualetto
Bauleiter

„Die Wahl des richtigen Schalungskonzepts war der Schlüssel zum Erfolg. Die VARIOKIT Lösung sorgte in Verbindung mit der guten Zusammenarbeit mit dem PERI Team für die Einhaltung des Bauzeitenplans und optimale Ergebnisse.“



Eingeschalt **Ausgeschalt**
Die halbkreisförmige, 15 m breite Schalwagenkonstruktion erlaubte den ungehinderten Baustellenverkehr in Längsrichtung.

Ausschalen. Um die seitlichen Elemente nach innen zu schwenken, waren lediglich zwei Spindeln zu bedienen. Nach dem Lösen der Absenkeile senkte sich die Schalungseinheit um

8 cm ab, mittels Winden wurde der Wagen in den nächsten Abschnitt gezogen.

Höchste Sicherheit im Fokus: Die großzügigen Arbeitsplattformen sind mit PROKIT Seitenschutzgittern ausgestattet.

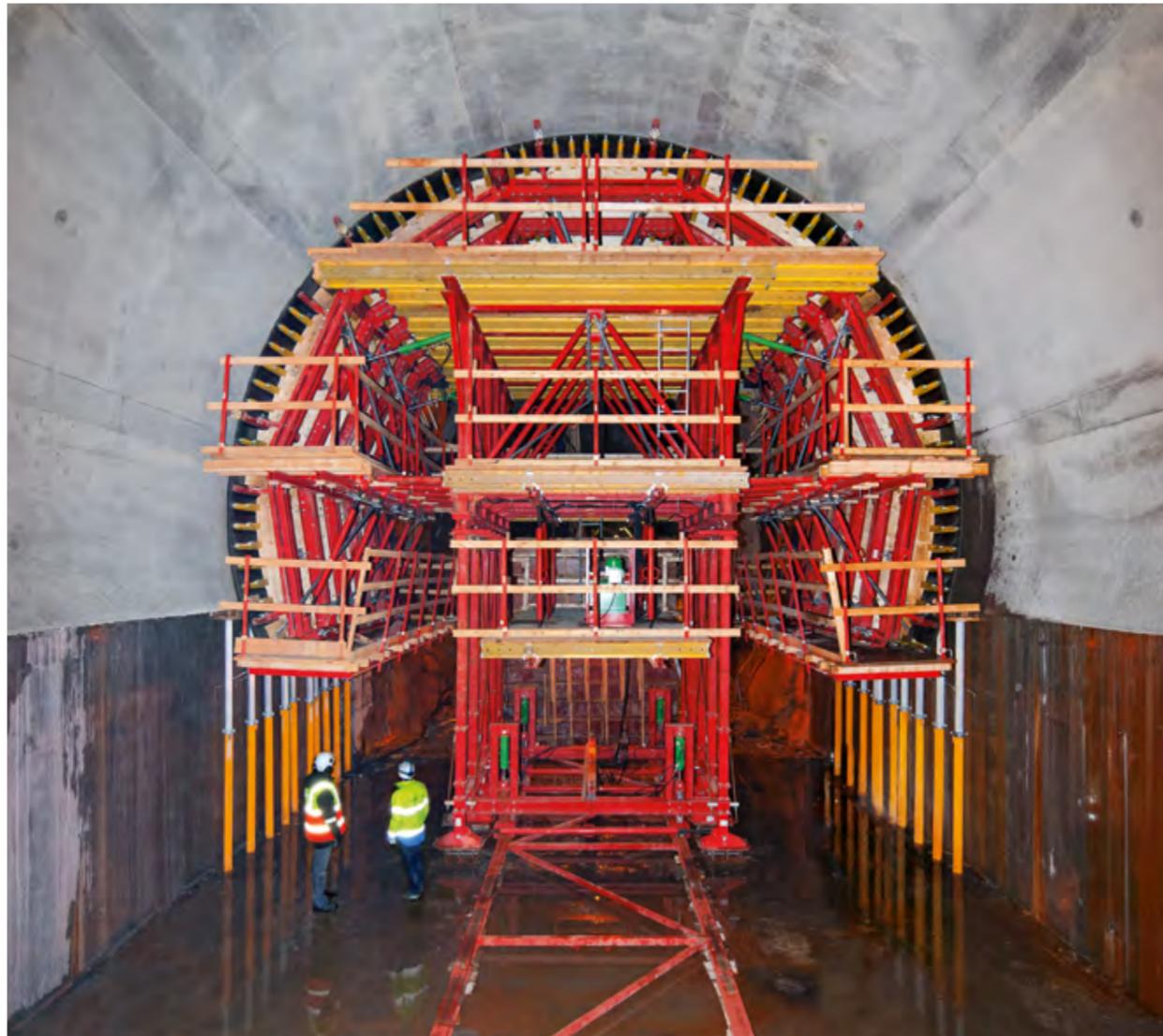
Weitestgehend mietbare Systemkomponenten steigerten die Wirtschaftlichkeit des individuell geplanten Schalwagens deutlich.

Der mechanisch ausgestattete Schalwagen war 10 m lang, für einen Betonierabschnitt benötigte das Baustellenteam 4 Tage.



Hallandsas-Tunnel, Schweden

Ein Tunnelschalwagen für zwei Durchmesser

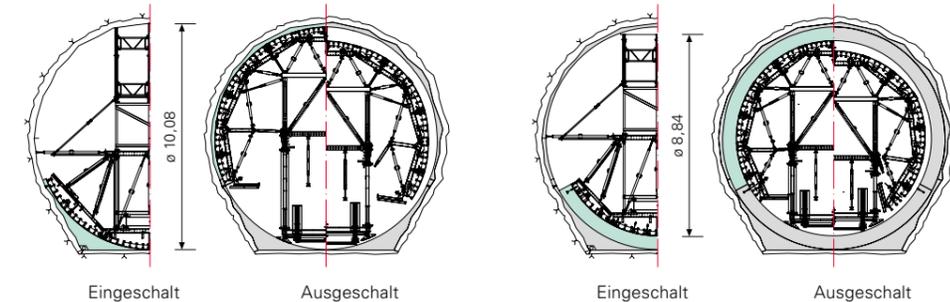


Beim Hallandsas-Tunnel konnte VARIOKIT äußerst vielseitig auch für die Montage- und Demontageabschnitte der Tunnelbohrmaschine mit großzügigerem Ausbruchquerschnitt eingesetzt werden.

Der 8,7 km lange Eisenbahntunnel verläuft zweiröhrig durch den süd-schwedischen Höhenzug Hallandsåsen und verkürzt die Fahrzeit zwischen Malmö und Göteborg erheblich. Die Fertigstellung galt lange Zeit als eines der weltweit schwierigsten Tunnelbauprojekte: Wassereintritte und ökologische Probleme aufgrund der Verwendung umweltschädlicher Stabilisierungsmittel sorgten für eine Einstellung der bereits 1992 begonnenen Bauarbeiten. Jahre später wurden

die Bauarbeiten wieder aufgenommen – unter Berücksichtigung aller Randbedingungen und mit hohen Umweltschutzaufgaben. Der Hauptvortrieb erfolgte über eine geschlossene Tunnelbohrmaschine, die problematischen Abschnitte mit zu erwartendem starken Wassereintritt wurden konventionell mithilfe eines VARIOKIT Tunnelschalwagens hergestellt. Sohl- und Gewölbeschalwagen waren dabei so ausgelegt, dass sowohl das Pre-Lining als auch das Final-Lining mit demselben Schalwagen ohne aufwändige Umbauarbeiten ausgeführt werden konnten. Die Durchmesser betragen hierbei 10,08 m und 8,84 m, die Abschnittslängen jeweils 6,00 m. Die Mehrfachnutzung reduzierte die

Materialvorhaltung, zudem entfielen aufwändige Montage- und Demontearbeiten im Tunnel. In Verbindung mit der Verwendung von mietbaren Systembauteilen war die VARIOKIT Lösung somit äußerst wirtschaftlich. PERI Ingenieure entwickelten zwei Schalwagenkonstruktionen, deren Ein- und Ausschaltvorgänge hydraulisch steuerbar waren. Die Sohlenschalung war an einem Tragrahmen montiert, dessen Vorschubträger zwei Abschnittslängen überbrückte und sich unabhängig von der Schalung frei verfahren ließ. Mithilfe eines zweiten Schalwagens wurden Seiten- und Deckengewölbe zusammen geschalt und betoniert. Verfahren wurde über Wälzrahmen auf einem integrierten Verfahrrahmen.

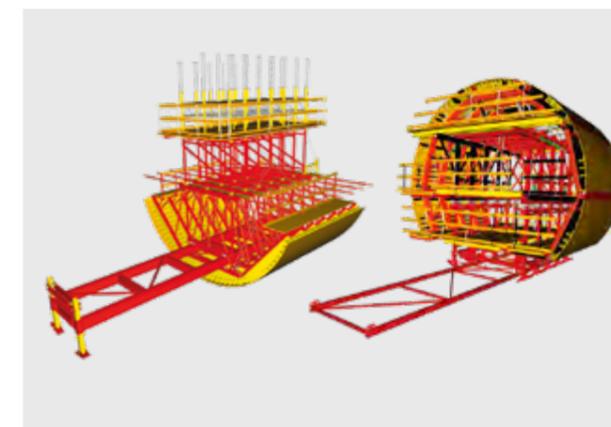


Pre-Lining: Sohl- und Gewölbeschalung zum Betonieren des äußeren Durchmessers von 10,08 m als Ausbruchsicherung.

Final-Lining: Derselbe Schalwagen zur Herstellung der 60 cm starken Stahlbeton-Innenschale – ohne aufwändige Umbauarbeiten.

Abnahme vor Auslieferung: Projektverantwortliche und PERI Ingenieure beim Testlauf auf dem Weißenhorn PERI Gelände.

Visualisierung komplexer Schalungsabläufe: Die 3D Planung macht technische Lösungen einfacher nachvollziehbar und demonstriert den gesamten Bauablauf virtuell. Links der Sohlenschalwagen mit verfahrbarem Vorschubträger, rechts der Gewölbeschalwagen auf integriertem Verfahrrahmen.



Kieran Deasy
Bauleiter

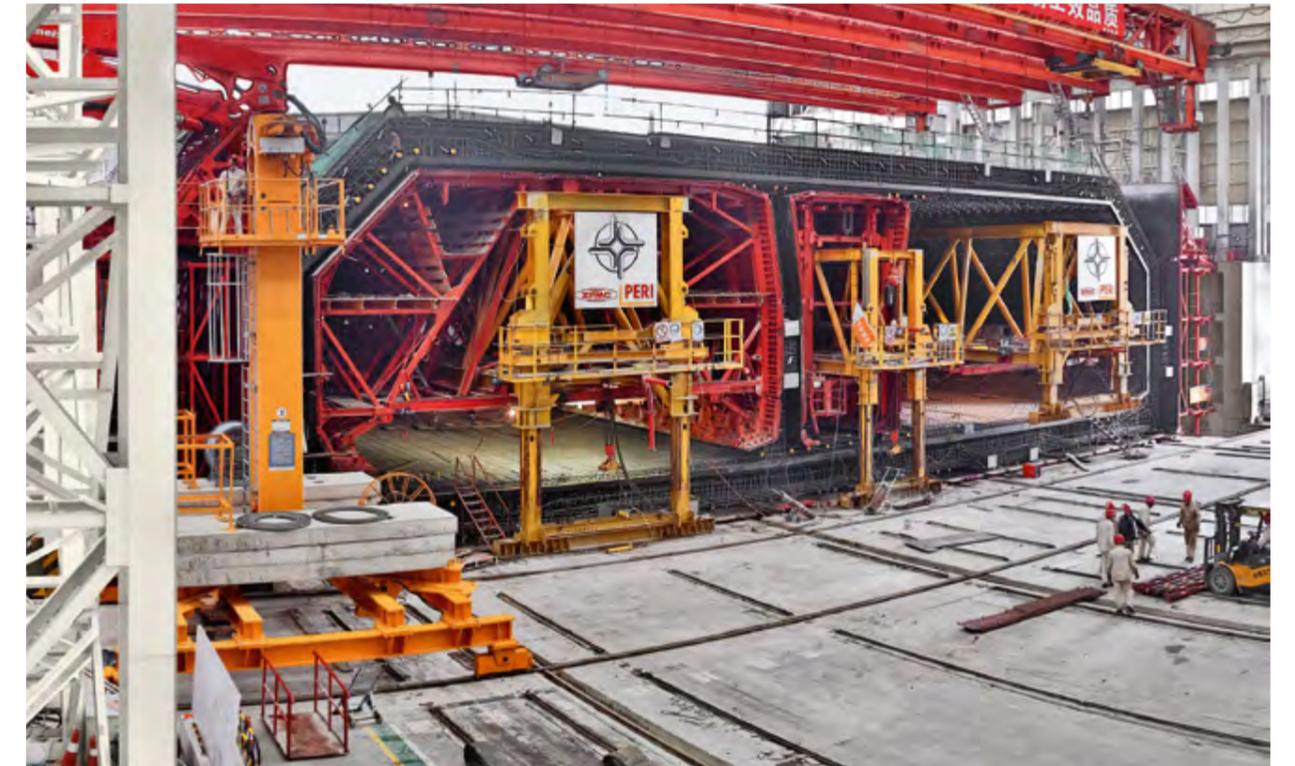
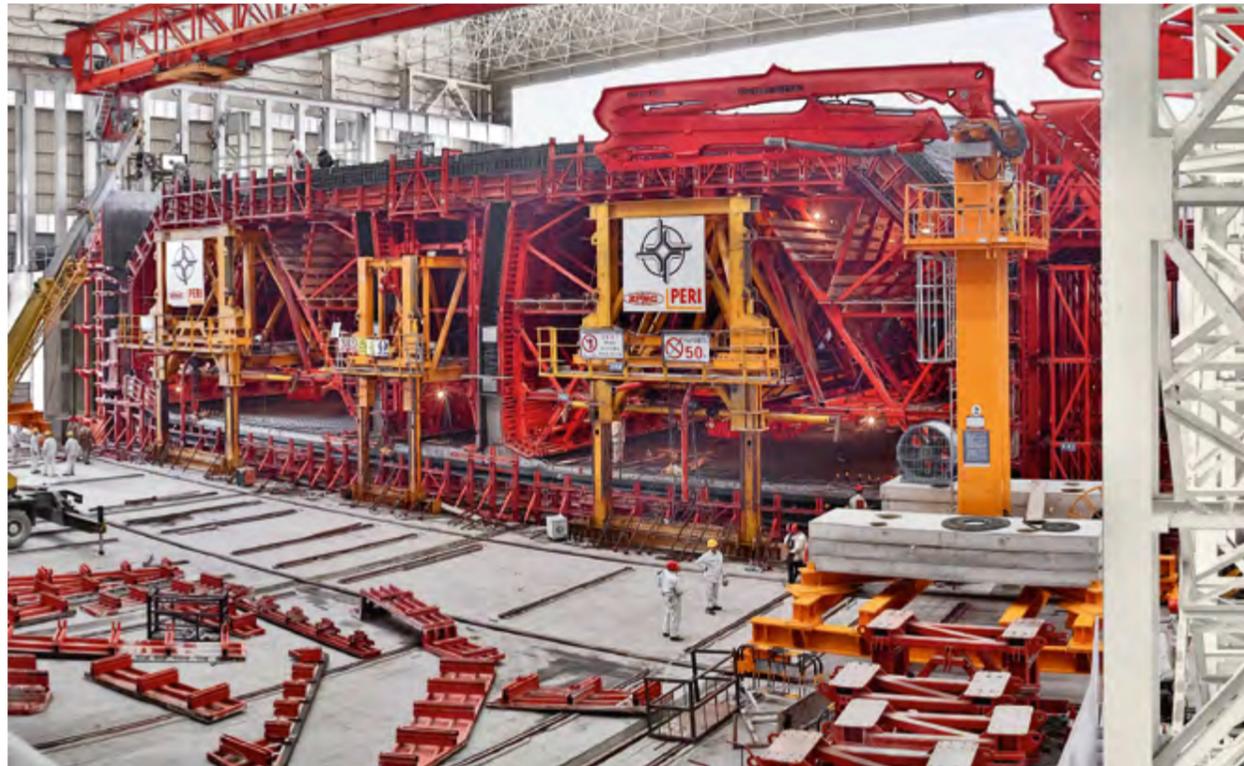
„Die Zusammenarbeit mit PERI war durchweg positiv – die Projekttechniker versorgten uns von Beginn an mit praxistauglichen Lösungen. Der Schalwagen erfüllt unsere Baustellenanforderungen, ist äußerst praktikabel und einfach zu bedienen.“

Bauunternehmen
Skanska – Vinci HB
Projektbetreuung
PERIform Sverige AB, Halmstad
PERI GmbH Deutschland, Weißenhorn

Hongkong-Zhuhai-Macao Bridge (HZMB), China

Schalungsmaschine für weltweit längsten Absenktunnel

Bauunternehmen
China Communications Construction Company Ltd. (CCCC)
Projektbetreuung
PERI GmbH Deutschland, Weißenhorn



Der längste Absenktunnel der Welt wird mit PERI Know-how gebaut: Zwei hydraulisch bedienbare Schalungsmaschinen dienen der effizienten Herstellung von 33 Tunnелеlementen mit 180 m Länge im Taktschiebeverfahren.

Durch eine 35 km lange Straßenverbindung über die Perfluss-Bucht wächst Hongkong mit Macao und Zhuhai

zusammen. Zentrum des ehrgeizigen Verkehrsprojekts ist der 6 km lange Unterwassertunnel, denn im Bereich der Einflugschneise des Hongkong International Airports Chek Lap Kok verläuft die sechsspurige Trasse 45 m unter der Wasseroberfläche. Zwei künstliche Inseln bilden die Übergänge zwischen Tunnel- und Brückenbauwerk. In einer Feldfabrik werden in zwei Produktionslinien insgesamt

33 Tunnелеlemente hergestellt. Jede Stahlbetonröhre für die Regelabschnitte ist 180 m lang, 38 m breit, 11,40 m hoch und wiegt 72.000t. Mithilfe der beiden PERI Schalungsmaschinen werden jeweils 22,50 m lange Abschnitte im Taktschiebeverfahren nacheinander hergestellt. Insgesamt acht solcher Segmente bilden ein Tunnелеlement, welches anschließend über Trockendock und Absenkbecken

zur Einbaustelle geschleppt wird. Die hydraulisch bedienbare PERI Schalungslösung besteht pro Produktionslinie aus sechs Hauptbaugruppen: Bodenschalung, zwei Außenschalungen sowie drei Innenschalungen. Diese bilden zusammen mit den 50 m langen Fachwerkträgern ein horizontales Verschiebwerk, um nach jedem Arbeitsgang wieder zurück in Betonierposition und somit in die vorgefertigten

Bewehrungskörbe einzufahren. Zudem stellen Rüstkonstruktion und Portalkran sowie zwei Stirnschalungsvarianten wichtige Bestandteile des PERI Gesamtkonzepts dar.

Mithilfe der PERI Verfahrenstechnik lassen sich Sohle, Außenwände und Decke monolithisch und vor allem ankerlos herstellen. Dadurch werden Tausende von Ankerstellen eingespart

– dies minimiert die Gefahr von Undichtigkeiten. Etwa 30 Stunden werden für die Betonage eines Segments benötigt, um 3.600 m³ Beton in Form zu bringen. Die Auslegung auf eine Lebensdauer von 120 Jahren bedeutet eine enorme Anforderung an alle Baustoffe und ein Höchstmaß an Qualitätsanspruch für Baustellenpersonal und Bauablauf.

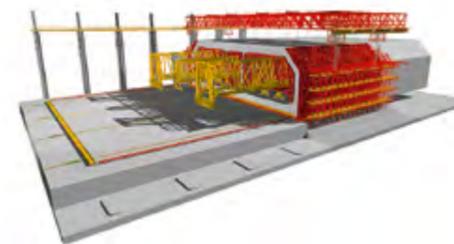


Lin Ming
Projektdirektor

„PERI hat uns mit fachlicher Kompetenz und enormer Projekterfahrung, aber auch mit sehr hoher Effizienz und einer starken Zusammenarbeit überzeugt. Wir bedanken uns beim PERI Projektteam für dessen großartigen Einsatz bei diesem einzigartigen Projekt.“



Die 180 m langen Tunnelröhren werden von der Feldfabrik in ein Trockendock verschoben, mit Schottwänden verschlossen, gewässert und zur finalen Position geschleppt.



Die 3D Grafik zeigt eine der beiden Produktionslinien mit drei Tunnelschalungen als horizontales Verschiebwerk sowie stationärer Außen- und Bodenschalung.



Die Tunnелеlemente werden in acht Einzelsegmenten von jeweils 22,50 m gegossen – ankerlos und unter Einhaltung strengster Maßtoleranzen.



Die Innenschalung fährt hydraulisch über Vorschubträger in die Bewehrungskörbe und somit in Betonierposition ein.

Pfändertunnel, Bregenz, Österreich

Querschlag mit hohem Anteil an Systembauteilen



PERI plante, konzipierte und lieferte einen Tunnelschalwagen auf Basis mietbarer Systembauteile in kürzester Zeit. Die Abwicklung verlief reibungslos, die Formstabilität resultierte in sehr guten Betonergebnissen.

Der 6,6 km lange Pfändertunnel bei Bregenz verbindet die österreichische Rheintalautobahn A14 mit der A96 auf deutscher Seite. Zum durchgehend vierspurigen Ausbau wurde parallel zur 30 Jahre alten Oströhre eine zweite Röhre mittels Tunnelbohrmaschine vorgetrieben und mit Tübbing ausgekleidet. Ein 43,10 m langer,

befahrbarer Querschlag verbindet die neue mit der alten Röhre und ermöglicht dadurch die Evakuierung im Brandfall. Hierfür lieferte PERI eine kostengünstige Schalungslösung auf Basis mietbarer VARIOKIT Systembauteile. Der Schalwagen war damit äußerst wirtschaftlich – und insbesondere kurzfristig verfügbar. Um den Montageaufwand vor Ort zu minimieren, wurden die sieben Teilsegmente in der PERI Schalungsmontage maßgenau vorgefertigt und zur Baustelle geliefert. Nach lediglich 10 Tagen konnte das Baustellenteam mit den Arbeiten für den ersten von insgesamt sieben Betonierblöcken beginnen. Die

Regellänge der Tunnelblöcke betrug 5,90 m, bereits nach kurzer Einarbeitung wurde ein 3-Tages-Takt erreicht. Aufgrund der geringen Tunnellänge konzipierte PERI eine mechanische Schalwagenlösung. Großzügige Arbeitsebenen dienten der einfachen Bedienbarkeit, der – neben hoher Sicherheit – höchste Priorität beigegeben wurde. Ein- und ausgeschalt wurde mittels Spindeln, verfahren ließ sich der Schalwagen mittels Spurkranzrädern auf Kranschienen. Trotz filigraner Konstruktion bot der Schalwagen höchste Formstabilität, daraus resultierten auch sehr gute Betonergebnisse.



Bernd John
Bauleiter

„Die gesamte Abwicklung verlief reibungslos. Von der Konzeption des Schalwagens bis zum ersten Betonieren vergingen gerade mal 3 Wochen.“

Bauunternehmen
Alpine BeMo Tunneling GmbH, Innsbruck
Projektbetreuung
PERI Ges. mbH Österreich,
Nußdorf ob der Traisen
PERI GmbH Deutschland,
Weißenhorn



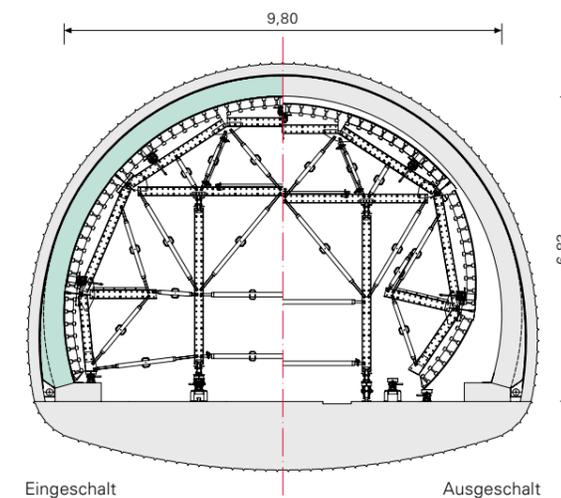
Die Fachwerkkonstruktion des Schalwagens bot eine gute Zugänglichkeit für alle erforderlichen Arbeiten.



Für den Einbau des Betons wurden Betonpumpenanschlüsse BPA in die Schalungselemente integriert.

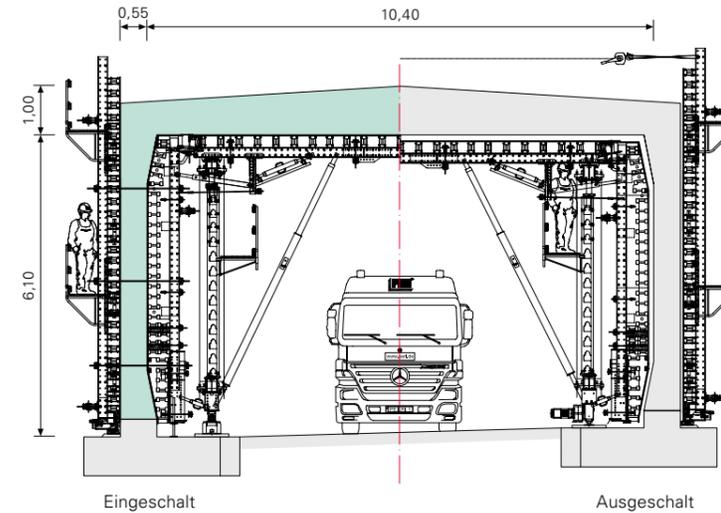


Auch die Anbindung des Querschlags an die neue Hauptröhre war Bestandteil der PERI Lösung – auf Basis von Systembauteilen wie SLS Schwerlastspindeln, RCS Schienen, GT 24 Schalungsträgern und SRU Riegeln. Eine Verankerung am Stahlschalwagen der Hauptröhre war nicht erforderlich.



Westspange Straßwalchen, Salzburg, Österreich

Kostengünstiges Schalungskonzept mit Systemteilen



Ungehinderter Baustellenverkehr: HD 200 Schwerlaststützen und VARIOKIT Diagonalstreben trugen die Lasten in die vorhandenen Streifenfundamente ab.

Ein über 20 m langer, hydraulisch bedienbarer VARIOKIT Tunnel-schalwagen wurde gleich für zwei Tunnelröhren eingesetzt. Der hohe Anteil an mietbaren Systembauteilen, ein minimaler Kranbedarf und die geringe Ankerzahl führten zu einer wirtschaftlichen Schalungslösung.

Teilbereiche der Westumfahrung von Straßwalchen verlaufen unterirdisch, geführt in zwei Tunnelbauwerken mit 688 m und 267 m Länge. Die lichte Regelbreite beträgt 10,40 m, beide Tunnel weisen jedoch verschiedene Wandhöhen und Deckenneigungen auf. Die Wände des gevouteten Rechteckquerschnitts sind 55 cm

bis 75 cm stark, ihre Höhe variiert von 5,40 m bis 6,50 m. Die PERI Projekt-ingenieure planten einen Tunnel-schalwagen auf Basis von VARIOKIT Systembauteilen, der sich den geometrischen Veränderungen flexibel und einfach anpassen ließ. Durch die Kopplung zweier Einheiten konnten die insgesamt 54 Abschnitte mit 20,60 m Regeltaktlänge wirtschaftlich hergestellt werden. Die Wandschalung war mit einer Gurtung aus RCS Schienen äußerst steif, sodass über die gesamte Wandhöhe nur drei Mal geankert werden musste – das ersparte viel Arbeitsaufwand. Zudem erforderte die Stirnabschalung keine Rückverankerung in bereits betonierte Bereiche, deren Lastableitung erfolgte über die

VARIOKIT Konstruktion. Mithilfe der integrierten Hydraulik konnte schnell ein- und ausgeschalt sowie der Schalwagen in der Höhe maßgenau justiert werden. Dank einer integrierten Verfahrenseinheit ließen sich die entkoppelten Wageneinheiten äußerst komfortabel und schnell umsetzen. Nach dem Verfahren wurden die beiden Schalwagen erneut gekoppelt und für den nächsten Block vorbereitet. Die Außenschalung konnte auf Wälzswagen in U-Profilen per Seilzug verzogen werden.

Zwei gekoppelte Tunnelschalwagen – konzipiert aus VARIOKIT Systembauteilen – bildeten die über 20 m lange Konstruktion.

Durch die hydraulische Ausstattung mit Verfahrenseinheiten konnte komfortabel im Wochentakt gearbeitet werden.

Die Außenschalung ließ sich – mittels Wälzwagen auf U-Profilen geführt – ohne Kran per Seilzug verziehen.



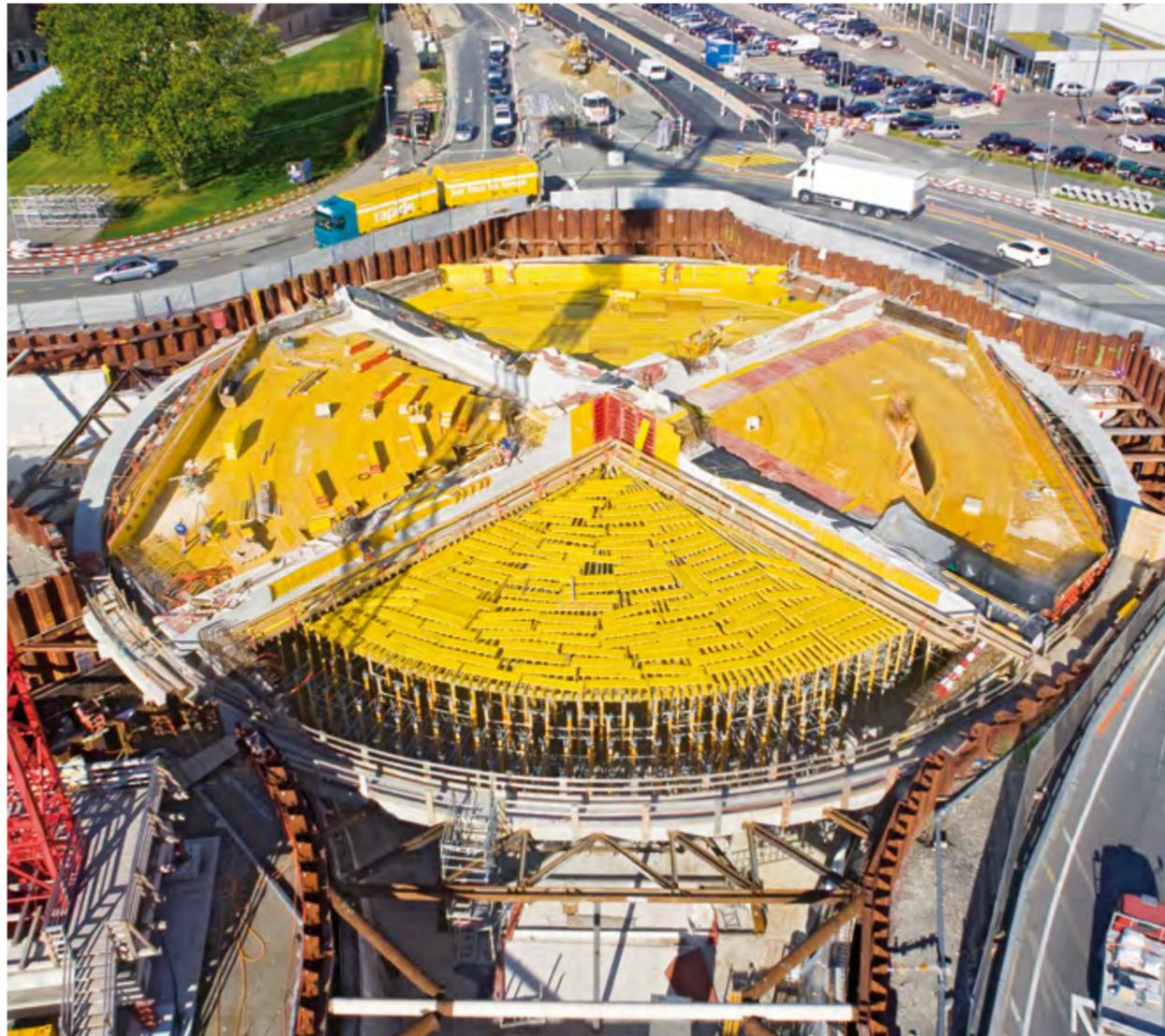
Boris Görlitzer
Bauleiter

„PERI bot für unsere Projektanforderungen das wirtschaftlichste und kostengünstigste Schalungskonzept. Und die Montagebegleitung durch den PERI Supervisor funktionierte sehr gut.“

Bauunternehmen
HOCHTIEF Construction Austria GmbH & Co KG
Projektbetreuung
PERI Ges. mbH Österreich,
Nußdorf ob der Traisen
PERI GmbH Deutschland, Weißenhorn

Wankdorfkreisel, Bern, Schweiz

Tragfähige und formgebende Projektlösung für Untertage-Kreisel



Die komplexe Bauaufgabe mit bis zu 2,70 m hohen Unterzügen und 1,20 m starken Stahlbetondecken erforderte eine umfassende Schalungslösung.



Tragfähig kombiniert: Mit MRK Rahmen zu Lasttürmen verbundene MULTIPROP Deckenstützen unterstützten die nachfolgend aufgelegten GT 24 Doppeljoche.



Mit maßgenau vorgefertigten VARIO GT 24 Schalungselementen wurden die geneigten Kreiselaußenwände in Sichtbetonqualität hergestellt.

Die Tieferlegung eines Kreisverkehrs in knapp 10 m Tiefe macht aus einer innerstädtischen Straßenkreuzung ein attraktives Eingangstor. PERI lieferte zur Herstellung der massiven Unterzüge, der Stahlbetondecke und der konisch verlaufenden, in Sichtbetonqualität auszuführenden Kreiselaußenwände eine umfassende Schalungslösung.

Am zweigeschossig umgestalteten Wankdorfplatz beschleunigt der unterirdische Kreisel mit knapp 50 m Durchmesser den Verkehrsfluss. Oberirdisch schafft er gleichzeitig Platz für Fußgänger und Radfahrer sowie eine verbesserte Bus- und Straßenbahnführung. Zur Herstellung der vorgespannten Unterzüge und der Stahlbetondecke sowie für die konisch geformten Kreiselaußenwände in Sichtbetonqualität dienten Schalungslösungen unter Verwendung weitgehend Mietbarer PERI Systemgeräte, abgestimmt auf die Anforderungen der Baustelle. Aufgrund der starken Frequentierung des Verkehrsknotens

während der Bauzeit war der Lagerplatz begrenzt, deshalb wurde das Schalungsmaterial termingerecht auf die Baustelle geliefert.

Die Wandschalungselemente für die gekrümmten Kreiselaußenwände wurden auf Basis des VARIO GT 24 Träger-Wandschalungssystems maßgenau vorgefertigt. Die Radien betragen 30 m bis 45 m bei einer Wandneigung von 10:1. Vorteilhaft war der kombinierte Einsatz mit der TRIO Rahmenschalung auf der Gegenseite. Hierfür wurden die Ankerstellen der VARIO Elemente auf das TRIO Raster abgestimmt.

Die Herstellung der 1,80 m breiten und zwischen 1,15 m und 2,70 m hohen, kreuzförmig angeordneten Unterzüge erfolgte auf einer zur Kreiselmittle hin ansteigenden Trag- und Arbeitsebene. Diese wurde aus GT 24 Doppeljochen und VT 20 Querträgern gebildet, unterstützt durch MULTIPROP Lasttürme. Die variable Höheneinstellung erfolgte mittels Schnellwirbel-

mutter und eingebautem Maßband äußerst rasch. Als Seitenschalung diente wiederum die TRIO Rahmenschalung. Die aufgedoppelte, rückseitig fixierte Schalung sorgte für eine hohe Sichtbetonqualität.

Die vier kegelförmig ausgebildeten Deckensegmente sind bis zu 1,20 m stark und weisen auf der Oberseite 3 % Gefälle sowie an der Unterseite unterschiedliche Neigungen und mehrere Höhenversätze auf. Der eng gesteckte Bauzeitenplan erforderte, dass die Schalung für die gesamte Deckenfläche – etwa 1.400 m² – vorzuhalten war. Für die vollflächig abgedeckte Zwischenplattform wurden GT 24 Querträger radial auf GT 24 Doppeljoche positioniert, wiederum getragen durch das MULTIPROP System. Die präzise Formgebung wurde mittels Aufsatzmodulen erzielt. Aufgrund der maßgenauen Vorfertigung durch die PERI Schalungsmontage ließen sich diese vor Ort rasch montieren.



Marcel Künzler, Projektleiter
Manfred Ebener, Bauführer

„PERI ging vom ersten Gespräch an auf unsere Wünsche ein. Auch der umfassende Support – Planung, Statik, Logistik bis hin zum Vor-Ort-Service – wirkte sich positiv auf unsere Baustelle aus.“

Bauunternehmen
ARGE Wankdorfkreisel Los 3
Implenia AG, Frutiger AG und Marti AG
Projektbetreuung
PERI AG Schweiz, Ohringen

Tunnel der Øresund-Verbindung, Dänemark – Schweden

PERI Schalungsmaschinen für den weltweit größten monolithischen Tunnel



Seit dem Jahr 2000 verbindet das Øresund-Projekt Schweden und Dänemark mit einer vierspurigen Autobahn sowie einer zweispurigen Eisenbahnlinie. Neben zwei Brückentrampen, einer überhöhten Brücke und einer künstlich geschütteten Insel wurde ein abgesenkter Tunnel von 4.050 m Länge gebaut, der volumemäßig der größte der Welt ist.

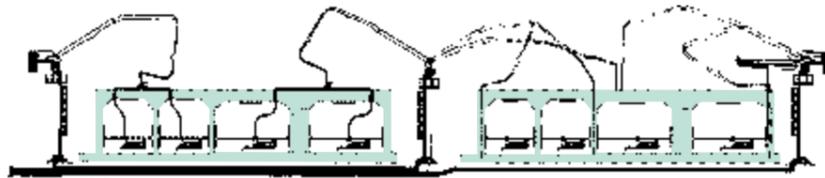
Auf Grund jahrelanger Erfahrungen im monolithischen Tunnelbau setzte sich PERI bei der internationalen Ausschreibung gegen 15 Mitbewerber durch. In nur acht Monaten gelang es, die komplette Planung, Fertigung, den Transport und die Montage der Schalungslösung abzuwickeln.



Nils Bjelm
Bauleiter NCC AB, Schweden

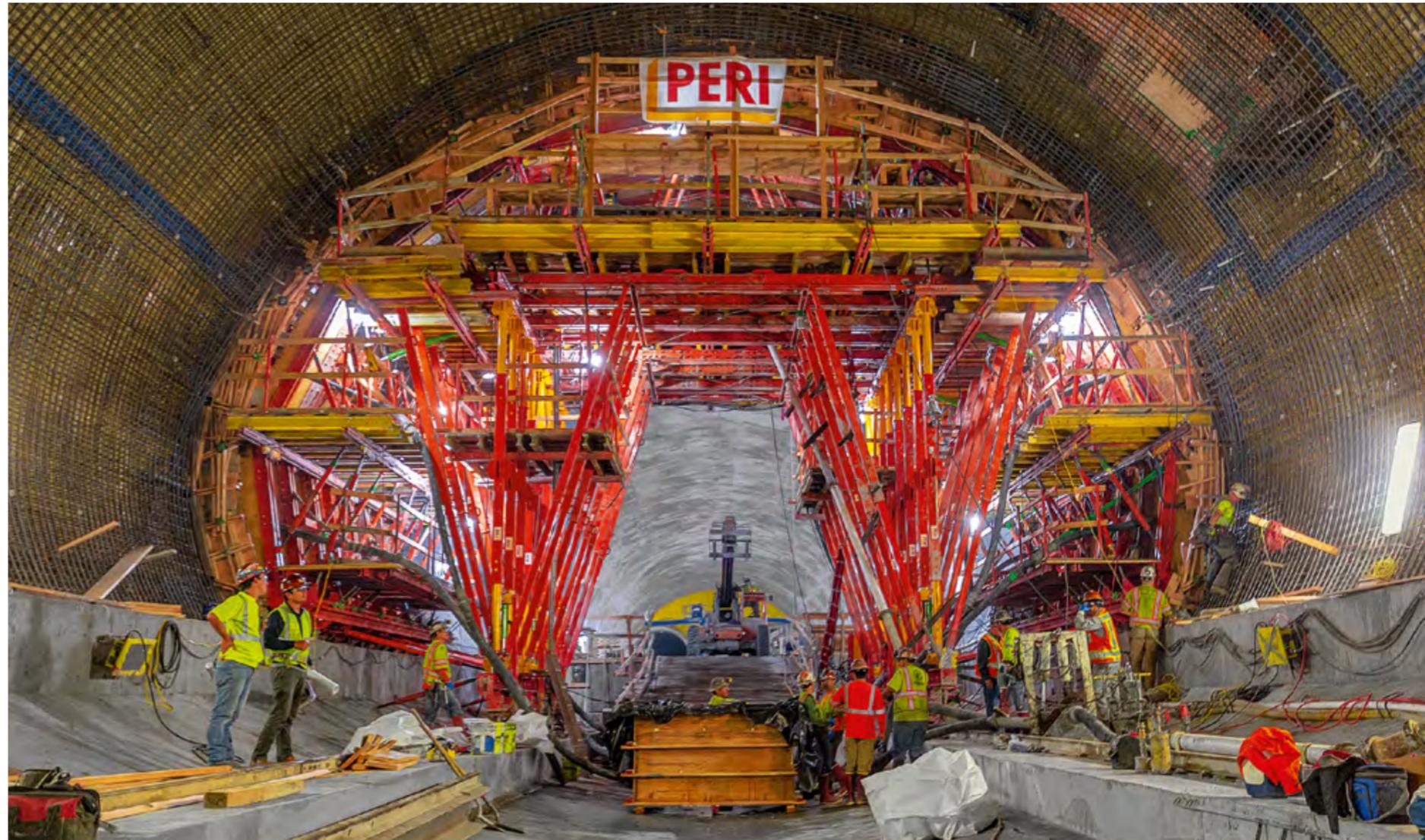
„Der Øresund Tunnel ist der größte monolithisch hergestellte Tunnel der Welt. Bei der Realisierung dieses Projekts erfüllte PERI unsere Erwartungen. Der knappe Liefertermin war ebenso wenig ein Problem, wie die Einhaltung der strengen Maßtoleranzen bei der Herstellung. PERI hat sein Versprechen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und technischem Können bestens eingehalten.“

Das Foto zeigt nur eine der beiden Produktionslinien, deren Schalungsbaugruppen ein Gesamtgewicht von jeweils 1.150 t aufweisen. Die Innenschalungen sind in den Bewehrungskorb eingefahren.



U-Bahn, Chinatown Station, San Francisco, USA

VARIOKIT Tunnelschalungslösung tief im Herzen der Golden City



Bis zu 30 Metern tief unter dem Zentrum der Stadt am Golden Gate entstand ein enormes Bauwerk. Mit der Fertigstellung stellt die U-Bahn-Station Chinatown Station das nördliche Ende von San Franciscos Central Subway dar. Der neue Bahnhof soll die Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr, einiger der am dichtesten besiedelten Gebiete der Stadt, maßgeblich verbessern.

Der höchste Punkt der im Profil eiförmigen Höhle liegt noch immer 17 m unterhalb der Stockton Street, weshalb die Ausführung des Bauwerks in offener Bauweise zu umständlich gewesen wäre. Die Auftragnehmer entschieden sich daher für die Spritzbetonbauweise, auch bekannt als Neue Österreichische Tunnelbauweise, bei welcher der Aushub Schrittweise von oben nach unten erfolgt. Während mehr und mehr weicher Boden ausgehoben wurde, unterstützen temporäre Aussteifungen die ständig wachsende Wandfläche des Hohlraums. Auf die Oberflächen aufgetragener Spritzbeton stützte die Höhle, bis die Innenschale in Ortbetonbauweise ausgeführt werden konnte.

Die Lösung der PERI Ingenieure zur Ausführung der enormen, im Durchmesser 15 m großen und 60 m langen Chinatown Station, sah das Betonieren in 9 m großen Abschnitten vor. Um den großen und schweren Schalungsring tragen zu können, wurde ein projektspezifischer Schalwagen aus den hochtragfähigen VARIOKIT Kernbauteilen angefertigt. Die vormontierten Schalungselemente aus GT 24 Schalungsträgern und hölzernen Schalungsplatten sparten zusätzlich Gewicht gegenüber einer schwereren Stahlschalung. Dort wurden sie von der Stockton Street aus durch den Höhlenzugang in bis zu 30 m Tiefe hinabgelassen und auf dem schienengeführten VARIOKIT Tunnelschalwagen montiert. Die hydraulische Unterstützung des VTC beschleunigte das Einschalen, nachdem die Bewehrung in Position gebracht war.

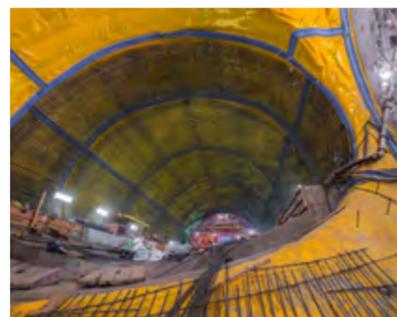
Nachdem sich der Prozess einmal etabliert hatte, konnten die 9 m großen Abschnitte, dank des hohen zulässigen Frischbetondrucks von bis zu 90 kN/m², in jeweils fünf bis sechs Stunden betoniert werden. Nach jedem Betoniervorgang wurde einfach und schnell mit der hydraulischen Unterstützung ausgeschalt. Der Tunnelschalwagen wurde anschließend schienengeführt auf Schwerlastrollern zum nächsten Abschnitt gezogen.

Bauunternehmen
Tutor Perini Civil Sylmar, CA
Projektbetreuung
PERI Woodland

Nach den ersten zehn Takten veränderte sich das Tunnelprofil. Durch das flexible VARIOKIT Baukastensystem mit den vielen mietbaren Systembauteilen und dem VTC Teleskopsteher konnte das Tragwerk mit den bereits bestehenden Bauteilen an die neue Geometrie angepasst werden. Einmal mit den neuen Schalungselementen bestückt, ließen sich die letzten 10 Abschnitte dank des bereits eingespielten Prozesses ebenfalls zügig ausführen.



Die projektspezifische Lösung zu Ausführung der Innenschale basierte auf einem verfahrenen Tragwerk aus Systembauteilen des VARIOKIT Ingenieurbaukastens.



Die Höhle in Form eines Eies misst 15 m im Durchmesser und liegt bis zu 30 m tief unter dem Stadtzentrum von San Francisco.



Um das Tragwerk sicher im Gleichgewicht zu halten, wurde auf beiden Seiten abwechselnd Betoniert. An der Schalung montierte Rüttler stellten dabei die gleichmäßige Verteilung des Betons sicher.



Bei der Anpassung an die Querschnittsänderung ließen sich die patentierten Teleskopsteher mit wenigen Handgriffen sehr schnell auf die richtige Länge einstellen.

Betriebsgebäude Hongkong-Zhuhai-Macao Bridge (HZMB), China

Jahrhundertprojekt in höchster Sichtbetonqualität



Bauunternehmen

China Communications Construction Company Ltd. (CCCC), Volksrepublik China

Projektbetreuung

PERI Asia Pacific, Weißenhorn, Deutschland
PERI Gruppe, Weißenhorn, Deutschland



Meng Fanli, Projektleiter Westinsel
Lin Ming, Projektdirektor
Liu Haiqing, Projektleiter Ostinsel

„PERI spielt eine entscheidende Rolle bei der Verwirklichung dieses Jahrhundertbauwerks. Tunnelleinfahrten, Wellenbrecher und Betriebsgebäude sind mit höchsten Qualitätsanforderungen äußerst anspruchsvoll. Die Schalwagen lassen sich einfach umsetzen und bieten beste Sicherheit und erstklassige Sichtbetonqualität. Wir haben das professionelle Engineering, den Service und das Streben der PERI Ingenieure nach Perfektion schätzen gelernt.“

PERI Ingenieure unterstützten das anspruchsvolle Projekt mit ihrer Fachkompetenz, um eine erstklassige Sichtbetonqualität zu erzielen. Gleichzeitig verkürzte sich die Bauzeit der Gebäude auf den beiden künstlichen Inseln des Hongkong-Zhuhai-Macao-Brückenprojekts um 6 Monate.

Die 35 km lange Kombination aus Brücke und Tunnel quert das Perlflossdelta und verbindet seit der Eröffnung im Oktober 2018 die drei Regionen Hongkong, Zhuhai und Macao miteinander. PERI Ingenieure unterstützten den Bau des ca. 6 km messenden Unterwassertunnels mit zwei Schallungsmaschinen. Die gute Zusammenarbeit schuf bei den Verantwortlichen von CCCC Vertrauen in die Kompetenz und Expertise aus Deutschland.

Davon profitierten im späteren Verlauf des Projekts, beim Bau der angrenzenden Bauwerke – Tunnelportale und zwei Betriebsgebäude – alle Parteien, denn dadurch ließen sich die Ausführungen auf die Verbesserungsvorschläge und gänzlich neuen Methoden bei der Bauausführung ein.

Auf den beiden künstlichen Inseln, die für den Übergang vom Tunnel auf die jeweils angrenzenden Brücken aufgeschüttet wurden, entstanden unter anderem die Betriebsgebäude für das Mega-Verkehrsbauwerk. Die Ostinsel bildet den Übergang vom Absenktunnel in Fahrtrichtung Hongkong. Das auf der Insel errichtete Gebäude bietet unter anderem Raum für eine umfassende Ausstellung über das Verkehrsbauprojekt. Das Gebäude auf der künstlich geschaffenen Insel Richtung

Westen umfasst hauptsächlich die notwendigen Betriebs- und Versorgungseinrichtungen für den Unterwassertunnel.

Beide Betriebsgebäude entstanden auf Basis der projektspezifischen PERI Planungslösungen in höchster Sichtbetonqualität SB 4 mit einem klar strukturierten Fugen- und Ankerraster. Zudem sorgte die Schrägabstützung der auskragenden umlaufenden Balkone für freien Arbeitsraum auf Erdgeschoßebene.

Grafik: © China Communications Construction Company Ltd. CCCC

Die Kompetenz der PERI Ingenieure in projektspezifischer Schalungs- und Traggerüstplanung ermöglichte die Ausführung der komplexen Formgebung von Tunnel, Einfahrten und Betriebsgebäude in höchster Sichtbetonqualität SB 4.



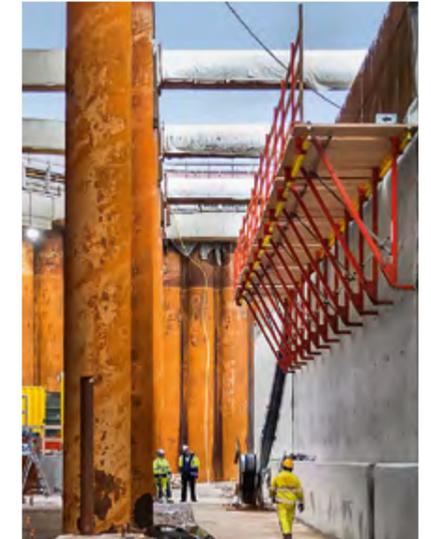
Marieholmstunnel, Göteborg, Schweden

100 m lange Segmente nach dem Baukastenprinzip



Agnes Cserynak
Block Manager Concrete

„Die Zusammenarbeit mit PERI begann bereits im Ausschreibungsstadium. Das flexible, aber robuste Schalungssystem war einer der Hauptaspekte bei der Erstellung des Ausführungskonzepts für die Tunnelelemente. Im Planungsstadium optimierten das Ausführungsteam und das technische Support-Team von PERI dann gemeinsam das Konzept. PERI bot in beiden Phasen hervorragende technische Supportleistungen und erweist sich stets als zuverlässiger Partner, mit guten Ideen und Lösungen.“



Bauunternehmen
Züblin Scandinavia AB, Solna, Schweden
Projektbetreuung
PERI Schweden, Halmstad

Beim Fertigen der drei 100 m langen Segmente für den Göteborger Absenktunnel stellte der Ingenieurbaukasten VARIOKIT effizientes Arbeiten im Trockendock sicher. Projektspezifische Lösungen im Mix mit standardisierten Systemteilen optimierten die Kosten.

Das stetig steigende Verkehrsaufkommen der zweitgrößten Stadt Schwedens wird durch die neue unterirdische Straße deutlich beruhigt. Der Tunnel unter dem Fluss Göta älv besteht aus 3 Segmenten, die jeweils 100 m lang, 10 m hoch und 30 m breit sind. Sie wurden mithilfe des Ingenieurbaukastens VARIOKIT in einem vorgelagerten Trockendock hergestellt.

Für diese Segmente und Tunnelausfahrten plante PERI gemeinsam mit der Züblin Scandinavia AB projektspezifische Schalungslösungen auf Basis der VARIO GT 24 Träger-Wandschalung. Die Innenwand wurde mit der TRIO Rahmenschalung geformt.

Beim Schalen der Vouten und Decken sicherten zwei PERI Tunnelschalwagen schnelle und wirtschaftliche Abläufe. Zum Verfahren der knapp 25 m langen Schalwagen dienten Schwerlastträger und Kranschielen, wobei sich die Vorteile des flexiblen, leichten und teilbaren VARIOKIT Schalwagens im engen Arbeitsraum zeigten.

Für die abgerundeten Vouten im oberen Tunnelbereich entwickelte das PERI Team Sonderelemente. Hier unterstützte das SCS Klettersystem die äußere Wandschalung. Über PERI UP Flex Treppentürme und Bewehrungsgerüste waren Trockendock sowie Arbeitsbereiche einfach und sicher zugänglich. Nicht zuletzt zahlte sich die PERI Option der Materialmiete aus. Dadurch war es möglich, den spezifischen Bedarf genau und kostenoptimiert zu planen. Die Baustelle wurde so termin- und mengengerecht beliefert.

Fußgängertunnel, Neplachov, Tschechische Republik

Werks- und Baustellenlogistik just in time

Die kompetente PERI Beratung und maßgeschneiderte Schalungslösung führten zur termingerechten Realisierung des 50 m langen Fußgängertunnels mit 2,40 m Gewölberadius.

Die 171 km lange Autobahn 3 zwischen Prag und Linz nimmt Gestalt an. Bei České Budějovice wurde ein Fußgängertunnel als Unterquerung gebaut.

Um die strenge Terminvorgabe einhalten zu können, wurde werksseitig vormontiert. Komplette Schalungseinheiten aus SLS Schwerlastspindeln, GRV Riegeln und GT 24 Gitterträgern sorgten für einen rationellen Bauablauf. Der Transport und die Baustellenlogistik vereinfachten sich dadurch erheblich. Zudem waren Betonpumpenschlüsse und Außenrüttleranlagen mit eingeplant und geliefert worden. So konnte auf der Baustelle durch kontinuierliche Betonierabläufe die

geforderte Sichtbetonqualität erreicht werden. Die auf 6 m lange Betonierabschnitte präzise ausgelegten Schalungseinheiten wurden in enger Taktfolge auf einem Betonunterbau mithilfe eines VARIOKIT Tunnelschalungswagens verfahren.

Die integrierte Hydraulik half beim schnellen und unkomplizierten Ein- und Ausschalen sowie Heben und Senken der Segmente. Die Kombination aus tragfähigen Systemriegeln und DW 20 Ankersystemen minimierte Ankerlöcher und Spannstellen. Der Arbeitsaufwand für den Ankereinbau blieb gering.

Neben dem hohen Anteil von mietbaren Systembauteilen war der material- und transportoptimierte Aufbau der PERI Tunnelbau-Lösung der entscheidende Faktor für die hohe Wirtschaftlichkeit und termingenaue Ausführung.



Ing. David Grygar
Bauleiter

„Dank der passenden Konstruktion und Sicherstellung des Transports konnten wir das Bauwerk termingerecht beginnen. Die verschiebbaren Konstruktionen von PERI ermöglichten uns ein schnelles Umsetzen der Schalung und sparten so Zeit und Kosten.“

Bauunternehmen

GRIV s.r.o., České Budějovice,
Tschechische Republik

Projektbetreuung

PERI Tschechien, Jesenice u Prahy,
Tschechische Republik

VARIOKIT, SLS Schwerlastspindeln, GRV Riegel und GT 24 Gitterträger, von PERI als Einheit genau auf das Bauwerk abgestimmt, sicherten eine termingerechte Übergabe des Fußgängertunnels unter dem geplanten Abschnitt der Autobahn 3, noch dazu in hervorragender Sichtbetonqualität.



Hafentunnel, Bremerhaven, Deutschland

Innerstädtischer Tunnel in Trogbauweise



Luftbild: BIS GmbH / Scheer



Eugen Bisaga
Polier

„Wir haben mit PERI gut zusammengearbeitet und wurden von Anfang bis Ende kompetent unterstützt: von der Planung über Richtmeistereinsätze bis hin zur Projektkoordination während der Bauphase.“

Bauunternehmen

ARGE Hafentunnel Bremerhaven, Deutschland; Ed. Züblin AG, Direktion Ingenieurbau Nord, Gruppe Bremen-Niedersachsen, Bremen, Deutschland

Projektbetreuung

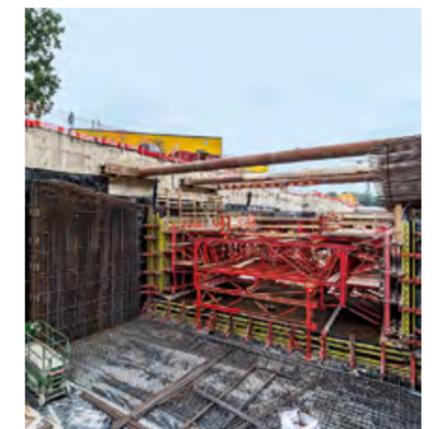
PERI Deutschland, Niederlassung Hamburg; PERI Deutschland, Weissenhorn

Die Leistungen des PERI Engineerings führten zu einem reibungslosen Zusammenspiel von Sohl- und Wandschalung, Baustellenkran und Deckenschalung. VARIOKIT und PERI UP in Kombination sorgten für einen raschen Baufortschritt.

Der neue, innerstädtische Hafentunnel Bremerhaven sorgt für eine verbesserte Anbindung des Seehafens und entlastet gleichzeitig die Anwohner im Norden der Stadt. Beim Bau des 1.800 m langen Tunnels in 15 m Tiefe wurden 200.000 m³ Beton und 24.000 t Stahl mithilfe der PERI Lösung verarbeitet. So auch bei der teilmonolithischen Herstellung der jeweils 10 m langen Tunnelabschnitte.

Hierbei stellten 3 Wand- und 4 Deckenschalwagen ihre Leistungskraft täglich unter Beweis. Für eine maximale Dichtigkeit wurden Sohle und Wände in einem Guss betoniert. Hierbei überspannten zwei Vorschubträger den jeweils zu betonierenden Abschnitt. Der nachfolgende Deckenschalwagen folgte der Taktvorgabe des Wandschalwagens. Vorschub sowie Ein- und Ausschaltvorgänge erfolgten hydraulisch. Die flexible VARIOKIT Tunnel-schalungslösung ermöglichte den Einsatz der Schalwagen auf Geraden wie in Kurven. Auch bei der Herstellung der Aufweitungsbereiche von 14 m auf bis zu 19 m Breite ließ sich der Standardschalwagen entsprechend anpassen.

Um die Sohle des 15 m tiefen und 16 m breiten Baugrubenverbau der einzelnen Baudocks einfach und sicher zu erreichen, wurden 10 PERI UP Flex Treppentürme eingesetzt. Zeitsparend, mit nur einem Kranhub, konnten diese in den jeweils nächsten Abschnitt umgesetzt werden. Für die punktgenaue Abstimmung zwischen Bauleitung und PERI Ingenieuren sorgte ein PERI Projektkoordinator. Eine Maßnahme, die den gesamten Bauablauf positiv beeinflusste.



Autobahntunnel E 75 bei Manajle, Serbien

Flexibles System erlaubt effiziente Ausführung



Yordan Petkov
Bauleiter Tunnel Manajle

„Beide Tunnel mit ihren komplexen Geometrien stellten eine große Herausforderung dar. Dank der guten Zusammenarbeit mit PERI Ingenieuren konnten wir optimale Schalungslösungen anwenden.“

Bauunternehmen
EURO ALLIANCE TUNNELS JSC
Ogranak Beograd, Serbien
Projektbetreuung
PERI Serbien, Šimanovci

Mit dem VARIOKIT Ingenieurbaukasten ließen sich die unterschiedlichen Querschnitte von Querverbindungen und Notbuchten wirtschaftlich ausführen.

Als Teil des Paneuropäischen Verkehrskorridors X verbindet der größte Straßentunnel Serbiens die Stadt Niš mit der nordmazedonischen Grenze. Zur Autobahn E 75 gehörend, entlastet er Individual- wie Güterverkehr zwischen Mittel-, Südosteuropa und Vorderem Orient.

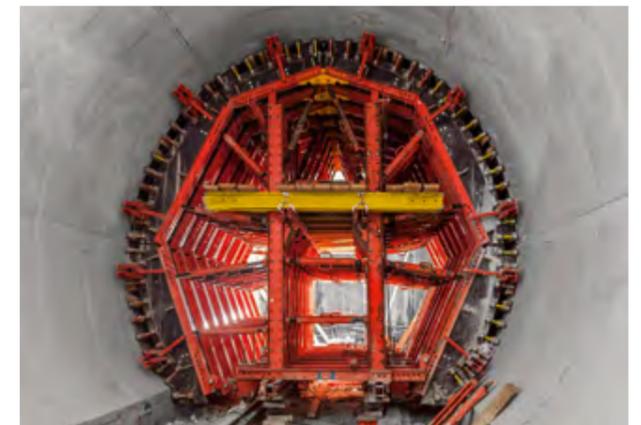
Beim Bau des zweiröhrigen, 1800 m langen Tunnels in Manajle setzten die Ausführenden auf PERI und VARIOKIT zur Erstellung der insgesamt 6 Querverbindungen zwischen den beiden Tunnelröhren. Der Ingenieurbaukasten

konnte außerdem beim Bau der im Durchmesser etwas breiteren Notfallbuchten seine Flexibilität voll ausspielen.

Durch VARIOKIT Tunnelschalwagen, die zu 90 % aus mietbaren Systembauteilen bestanden, konnten die Bauwerke kostengünstig und zeitsparend gefertigt werden. Einfach im Aufbau, ließen sich die großformatigen Schalungs- und Gerüsteinheiten über eine Hydraulik rasch einrichten und schnell umsetzen.

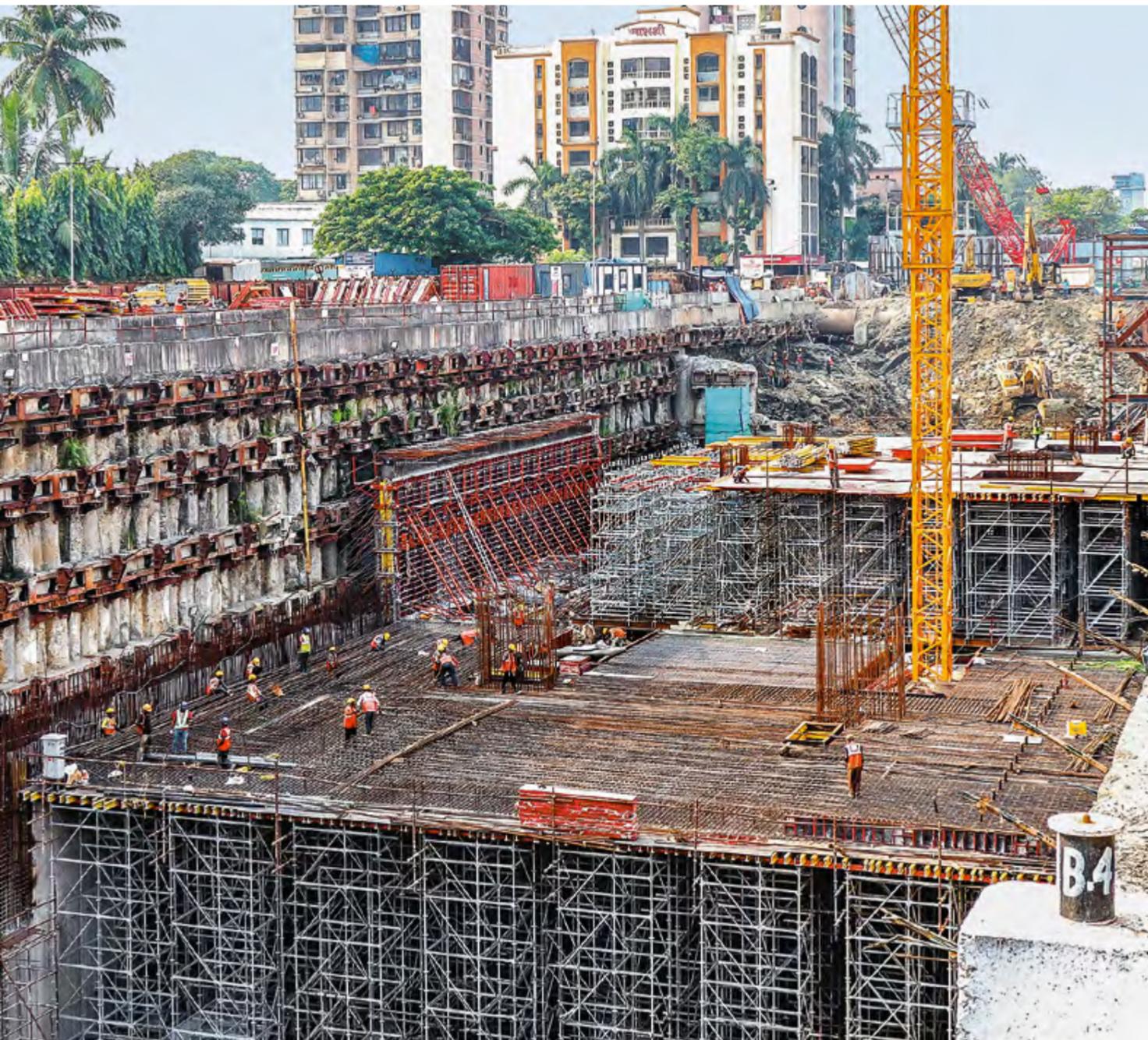
Die modularen, hochflexibel einsetzbaren VARIOKIT Bauteile konnten optimal an die unterschiedlichen Tunnelquerschnitte angepasst werden. Zügig konnte in jeweils 6 m langen Abschnitten betoniert werden.

Für die Kreuzungspunkte an Haupt- und Querverbindungspassagen wurden spezielle Formteile von PERI im Werk passgenau zugeschnitten und just in time auf die Baustellen geliefert. Auch das Schalen der Eingangsportale zu den Querverbindungen benötigte ein geometrisch flexibles System, um unterschiedliche, ineinander übergehende Radien unkompliziert ausführen zu können. Hier bewies die stufenlos einstellbare Rundschalung RUNDFLEX ihre Stärke, die ab 1 m alle Radien ohne Elementumbau sicherstellt.



Bandra Kurla Complex (BKC) Station, Mumbai, Indien

Schneller Baufortschritt beim Schalen in 16 m Tiefe



Baunternehmen
J. Kumar Infraprojects Limited, Mumbai, Indien
Projektbetreuung
PERI Indien



Somesh Pandey
Projektleitung

„Der Bandra Kurla Complex (BKC) ist die größte U-Bahnstation Asiens. Wir waren auf der Suche nach Schalungsmaterial als Komplettlösung. Außerdem mussten wir sicherstellen, dass der straffe Projektplan mit einer Gusstaktzeit von 25 bis 30 Tagen eingehalten werden konnte. Mit der Schalungslösung von PERI gelang es uns, die vorgesehene Taktzeit zu erreichen. Für die Umsetzung eines solchen Großprojekts benötigten wir im Vergleich zu herkömmlichen Schalungssystemen zudem weniger Personal auf der Baustelle. Neben der hochwertigen Qualität des Materials war auch die Zusammenarbeit mit den Konstrukteuren und Bauingenieuren von PERI im gesamten Verlauf des Projekts ausgezeichnet.“



Millionen von Menschen nutzen täglich das Schnellbahnsystem von Mumbai. Die neu ins Leben gerufene Linie 3 soll das Netz um 33,5 km erweitern und Mumbais äußersten Süden mit dem Norden der Stadt verbinden. Um einen möglichst nahtlosen Umstieg auf die Linie 2 zu gewährleisten, wurde der Bandra Kurla Complex (BKC) in Auftrag gegeben. Mit seinen 475 m Länge und 30 m Breite auf zwei unterirdischen Etagen ist er zum Bauzeitpunkt die größte U-Bahnstation Asiens.

Eine große Herausforderung der Baustelle war das Schalen der Stützwände in 16 m Tiefe. Da einhäufig gegen das Erdreich geschalt werden musste, bot sich das SCS Klettersystem in Kombination mit der LIWA Rahmenschalung an. Die 24 m langen und 4,50 m hohen Bauabschnitte konnten so in einem Guss geschalt werden. Dadurch wurde der straffe Bauzyklus von 25 bis 30 Tagen eingehalten.

LIWA machte sich in Mumbai durch die Variabilität in der Anwendung bezahlt. Aufgrund der integrierten Lockleiste konnte die Rahmenschalung nicht nur für Stützwände eingesetzt werden, sondern auch für die rund 8,50 m hohen Säulen. Durch das

geringe Gewicht der Elemente wurden darüber hinaus wertvolle Arbeitszeit sowie Personalkosten gespart.

Eine herausfordernde Aufgabe bestand auch im Schalen der 24 m x 32 m großen, in einem Guss zu fertigenden, Dachplatte. Als Lösung lieferte PERI den höhenvariablen PERI UP Stützturm Plus, der als Tischunterstützung fungierte. Geschalt wurde mit dem Deckentisch VT in Kombination mit VT 20 K Schalungsträgern. Die Deckentische wurden direkt auf der Baustelle vormontiert und konnten per Kranhub versetzt werden. Eine clevere Lösung, die schnell einsatzbereit war und so fundamental zum reibungslosen Ablauf des zeitkritischen Bauplans beitrug.

Werrington Grade Separation, Werrington, UK

Unterstützung durch den VARIOKIT VTC Tunnelschalwagen

Beim Bau des Tunnels Werrington Grade Separation kam mit dem VARIOKIT VTC Tunnelschalwagen und weiteren PERI Standardbauteilen eine Lösung zum Einsatz, die trotz ihrer rechteckigen Struktur ein kurvigtes Resultat lieferte. Optimal aufeinander abgestimmte Schalungs- und Gerüstlösungen aus einer Hand sowie clevere vorausgehende Planungsleistung sorgten für einen reibungslosen Ablauf des Projekts.

Das Ziel der Werrington Grade Separation in der Grafschaft Cambridgeshire lag in der Verbesserung der Bahninfrastruktur. Durch die Untertunnelung der bestehenden Strecke mit der neuen Bahnlinie sollte die Kapazität der East Coast Main Line erhöht und Reisezeiten dadurch verkürzt werden. Der gekrümmte, rund 160 m lange Tunnel in monolithischer Bauweise wurde mit nur einem einzigen rechteckigen Tunnelschalwagen erstellt.

Der PERI Kunde Bell Formwork Ltd benötigte eine Lösung, die es ihm ermöglichte, den Tunnel schnell,

effizient und ohne erhöhten Materialaufwand fertig zu stellen. Um diese Lösung gemeinsam zu gestalten, war von Anfang an ein internationales Team von PERI Ingenieuren aus dem Vereinigten Königreich und Deutschland in diesem Projekt involviert, das Kompetenzen aus vergangenen Projekten bündelte.

Mit einem maßgeschneiderten VTC Tunnelschalwagen, bestehend aus Standardbauteilen des VARIOKIT Ingenieurbaukastens in Kombination mit GT 24 Trägern und Latten in unterschiedlichen Längen, konnten die Projektanforderungen erfüllt werden. Neben der Krümmung des Tunnels wurde so mit nur einem einzigen Tunnelschalwagen die Menge an Sonderschalung auf ein Minimum reduziert.

Die Hydraulik des VTC Tunnelschalwagens spielte eine zentrale Rolle während des Projekts: Der Kunde konnte damit schnell und sicher sowohl Untersichten als auch Innenplatten gleichzeitig ausschalen und zum nächsten Abschnitt fahren, ohne den

Tunnelschalwagen ab- und wieder aufzubauen. Nachdem das System in Betrieb war, waren darüber hinaus nur minimale Anpassungen nötig. Insgesamt wurde der Tunnel so in neun Betonierabschnitten, die jeweils 17 m lang und 8 m hoch waren, gegossen. Die Kombination aus Betonierreihenfolge sowie der hohen Geschwindigkeit des VTC Systems trugen dazu bei, pro Takt ganze zehn Tage einzusparen. Um einen Zugang zu den Deckenuntersichten zu ermöglichen, wurde am vorderen Ende der Schalungslösung ein verfahrbarer Treppenturm bestehend aus Bauteilen des PERI UP Gerüstbaukastens integriert. Dieser konnte gemeinsam mit dem VTC Tunnelschalwagen versetzt werden. Die optimale Kombinierbarkeit von PERI Schalungs- und Gerüstmaterial ermöglichte einen nahtlosen Zugang für die Arbeiter, da das PERI UP Material mit dem VTC Tunnelschalwagen zu jedem Betonierabschnitt weiterfuhr. Dies minimierte den Installationsaufwand und sparte wertvolle Zeit auf der Baustelle.



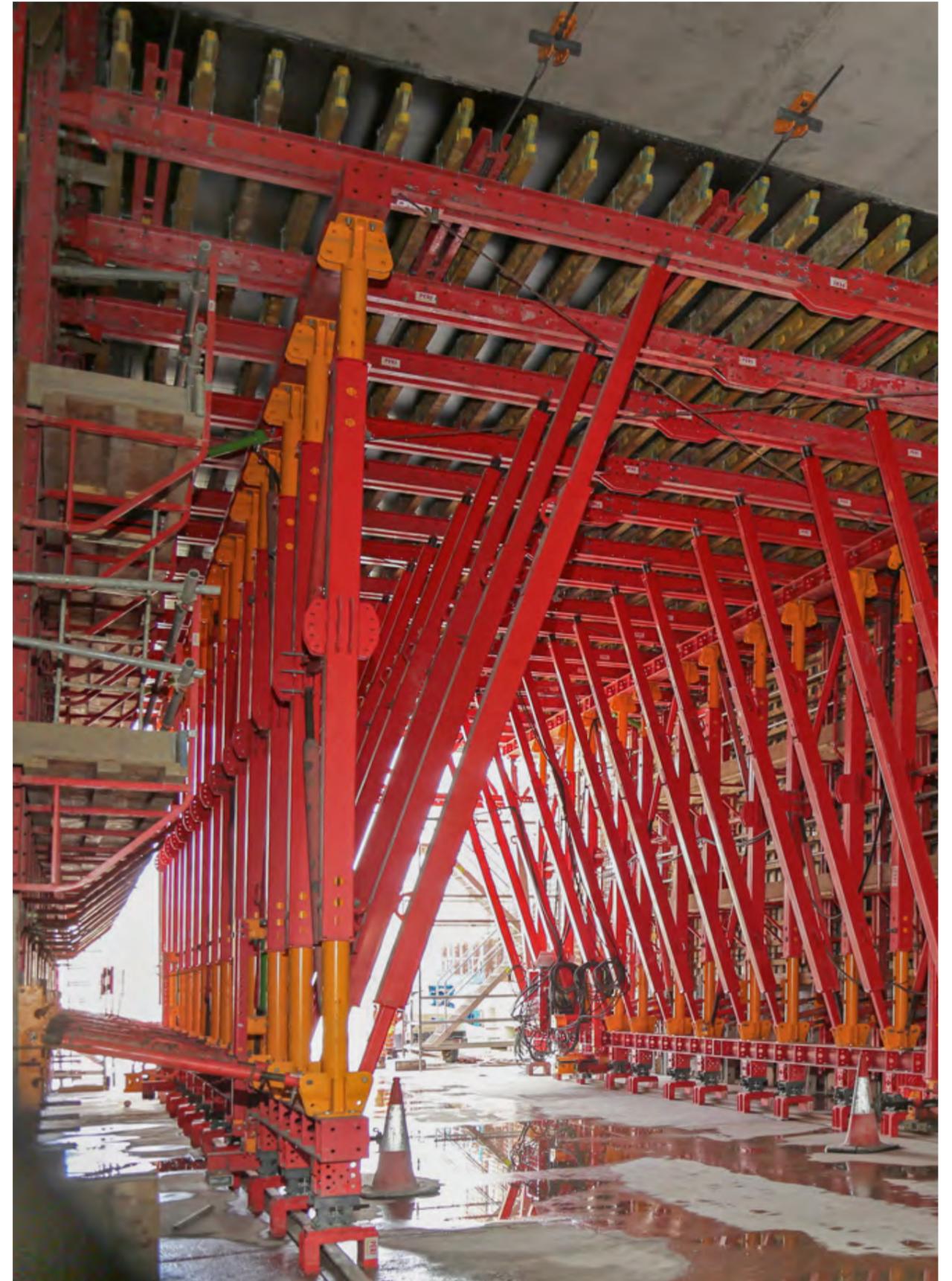
Mithilfe des eingesetzten VTC Tunnelschalwagens konnten sowohl Untersichten als auch Innenplatten schnell und sicher gleichzeitig ausgeschalt werden.



Insgesamt wurde der Tunnel in neun Betonierabschnitten, die jeweils 17 m lang und 8 m hoch waren, gegossen. Die Kombination aus Betonierreihenfolge sowie der hohen Geschwindigkeit des VTC Systems trugen dazu bei, pro Takt ganze zehn Tage einzusparen.



Mit einem maßgeschneiderten VTC Tunnelschalwagen, bestehend aus Standardbauteilen des VARIOKIT Ingenieurbaukastens in Kombination mit GT 24 Trägern und Latten in unterschiedlichen Längen, konnten die Projektanforderungen erfüllt werden.



Tunnel Komorjak, Omiš, Kroatien

Effiziente Realisierung verschiedener Tunneldurchmesser mit nur einer Schalungslösung

Der über 600 m lange Tunnel Komorjak an der kroatischen Küste ist Teil der Umgehungsstraße der Stadt Omiš und wichtiger Bestandteil für die Entlastung der Verkehrssituation im Stadtzentrum. Die komplexe Geometrie des Tunnels sowie Änderungen während des Projektverlaufs erforderten einiges an Flexibilität. Die eingesetzten VARIOKIT und PERI UP Systeme wurden nicht nur allen Anforderungen gerecht, sondern sorgten aufgrund ihrer Modularität zudem für effiziente Arbeitsabläufe.

Die ersten 90 m des Tunnels bestehen aus einem dreispurigen Querschnitt, anschließend beginnt sich die Strecke in zwei zweispurige Tunnel mit einer Fahrbahnbreite von 7,10 m und einer Höhe von 6,85 m zu teilen. Aufgrund dieser komplexen Gegebenheiten sowie der Lage des Südportals über dem Fluss Cetina erforderte der Bau des Tunnels eine spezielle Schalung und Projektausführung.

PERI Ingenieure entwarfen daher eine ausgeklügelte VARIOKIT VTC Tunnel-schalung, die nach der Fertigstellung des zweispurigen Tunnelteils mit 42 Betonierabschnitten auch für den dreispurigen Part mit neun Takten Verwendung fand. Durch den Einbau

zusätzlicher Schalungselemente wurde der Durchmesser effizient erweitert. Für die Errichtung der komplexen Geometrie war so nur eine Lösung notwendig, was Zeit und Kosten sparte. Das Umsetzen der Schalung erfolgte kraftsparend mittels VTC Hydraulik. Auch der Montageaufwand vor Ort war sehr gering, da PERI die Schalungselemente vormontiert auf die Baustelle lieferte. Die einseitigen Tunnelwände an der Tunnelgabelung wurden mit einer weiteren 7 m langen, speziell entworfenen VARIOKIT Schalung in 6 m langen Güssen hergestellt. Für den sicheren Lastabtrag kamen während des Projekts PERI UP Traggerüste zum Einsatz, die aufgrund ihrer hohen Flexibilität und der verschiedenen

Längen der Bauteile optimal an die sich ändernde Tunnelgeometrie angepasst werden konnten.

Für das Südportal des Tunnels entschieden sich die PERI Ingenieure für die VARIOKIT VCB Kragarmkonsole in Kombination mit HEB Trägern. VST Schwerlasttürme bildeten das Auflager der Kragarmkonsole und nahmen hier mit insgesamt acht Vertikalen die hohe Last von jeweils bis zu 600 kN auf. Für die Außenschalung des Süd- und Nordtunnelportals mit komplexen Geometrien bot die VARIO GT 24 Trägerschalung schließlich die nötige Flexibilität.



Dani Radić
Baustelleningenieur

Bauunternehmen
STRABAG d.d., Zagreb, Kroatien
Projektbetreuung
PERI Kroatien, Zagreb

„Die flexiblen und bauseitig sehr praktischen VARIOKIT und PERI UP Modulare Systeme erfüllten alle gestellten Anforderungen bei der Ausführung der äußerst komplexen Tunnelsegmente. Die technische Unterstützung von PERI vom Detailentwurf vor dem Projektbeginn bis zum umfassenden Engagement beim Bau selbst war auf einem sehr hohen Niveau. Mit PERI arbeiten wir zusammen, weil wir für dieses anspruchsvolle Projekt einen zuverlässigen Lieferanten suchten, der uns nicht nur das notwendige Material zur Verfügung stellt, sondern auch über umfassendes Fachwissen für die Vorbereitung aller Schalungs- und Gerüstlösungen verfügt.“



Tunnelzufahrt zur A26-Donaubrücke, Linz, Österreich

Erster vollhydraulischer Schalwagen mit Raupenantrieb

Die A26 stellt eines der wichtigsten Infrastrukturprojekte der österreichischen Stadt Linz und ihrer Umgebung dar, um das Verkehrsnetz zu entlasten. Für die Projektumsetzung war der Schlüssel zum Erfolg eine gleichermaßen innovative, sichere und effiziente Engineeringlösung, gepaart mit umfangreichem Projekt-support. Das Highlight: der erste vollhydraulische Tunnel-sonderschalwagen mit Raupenantrieb in Österreich.

Fünf verschiedene Tunnelquerschnitte, die Profil-Übergänge, die engen Radien zwischen 50 m und 750 m in den Kurven sowie die verschiedenen Steigungen waren nur einige der Herausforderungen, die es bei der Fertigstellung der 1.600 m langen Zufahrtstunnel der neuen Hängebrücke über die Donau zu meistern galt.



Für das Bauunternehmen hatten bei der Projektausführung lösungsorientierte und kooperative Arbeitsmethoden oberste Priorität. So entwickelten PERI Ingenieure den ersten maßgeschneiderten und vollhydraulischen Sonderstahlschalwagen mit Raupenantrieb und einem Gewicht von 250 t für Österreich. Dieser allein genügte, um die verschiedenen Querschnitte in insgesamt 170 Betonierabschnitten herzustellen.

Das Besondere: Da die sehr engen Kurvenradien den Transport des Schalwagens erschwerten, kam ein innovatives Raupensystem für die Fortbewegung zum Einsatz. Darüber hinaus bestach der Schalwagen durch seine beachtlichen Maße von 8,07 m Höhe und 14,50 m Länge sowie 10,70 m Breite im verfahrbaren und 11,20 m Breite im betonierbereiten Zustand. Auch in puncto Projektsupport konnte PERI überzeugen. So erfolgte der Zusammenbau des Schalwagens vor dem Tunneleingang unter Anleitung eines PERI Richtmeisters.

Nur kurze Zeit später wurde der erste Betonierabschnitt erfolgreich abgeschlossen, sodass bereits effizient am nächsten Tag ausgeschalt und der Schalwagen in den nächsten Betonierabschnitt vorgefahren werden konnte.

Darüber hinaus enthielt die Engineeringlösung einen 6 m langen Montagewagen für die Abdichtungsarbeiten sowie einen 12 m langen Bewehrungswagen, die beide aus einem VARIOKIT Grundrahmen und einem an die Querschnitte angepassten PERI UP Gerüst als Arbeitsbühne bestanden. Diese ermöglichten ein effizientes Umbauen und Umsetzen der Wägen.

Bauunternehmen
ICM construction gmbh, Wien, Österreich
Projektbetreuung
PERI Österreich, Nußdorf ob der Traisen
PERI Infrastructure Sales Support Unit, Algete, Spanien



Francesco Jusufi
Bauleiter

„Aufgrund komplexer geometrischer Gegebenheiten sowie anderer herausfordernder Randbedingungen haben wir im Zuge der Ausschreibung ein Konzept gesucht, das möglichst viel Optimierung mit sich bringt. Bereits in der Planung hat sich PERI intensiv mit einem lösungsorientierten Input eingebracht. In der weiteren operativen Umsetzung war ein ständiger Austausch vorhanden, der eine optimale Umsetzung der Schalungssysteme auf der Baustelle ermöglichte.“



Martin Place Tunnel Ventilation Shaft, Sydney, Australien

Vorzeitige Projektfertigstellung dank zeitsparender VTC Lösung

PERI wurde mit dem Bau zweier Belüftungstunnel für eines der größten Infrastrukturprojekte Australiens beauftragt. Die Tunnel erstrecken sich über eine Länge von rund 110 m Länge und verlaufen 30 m unter der Erdoberfläche. Durch eine VARIOKIT VTC Lösung und Engineering-Support war PERI in der Lage, die Arbeiten in diesem Bauabschnitt bereits vor dem planmäßigen Abschluss fertigzustellen.

Die VARIOKIT VTC Lösung bestand aus zwei Tunnel-schalwägen mit einer Länge von 12 m und einer Höhe von 8,70 m. Durch Kombination mit der einhäuptigen Wand-schalung wurde ein zeitsparendes Ausschalen ermöglicht, wodurch die Schalwägen bereits nach drei Tagen für den nächsten Schalungsabschnitt bereit waren. Die Betonierzeiten wurden so maßgeblich verkürzt.

Eine besondere Herausforderung waren die Schachtöffnungen auf einer Seite der beiden Tunnel, die zu einem ungleichen Lastabtrag während des Betoniervorgangs führten. Gelöst wurde dieses Problem durch die strategische Platzierung von Ankern oberhalb und unterhalb der hergestellten Fachwerkträgerelemente.

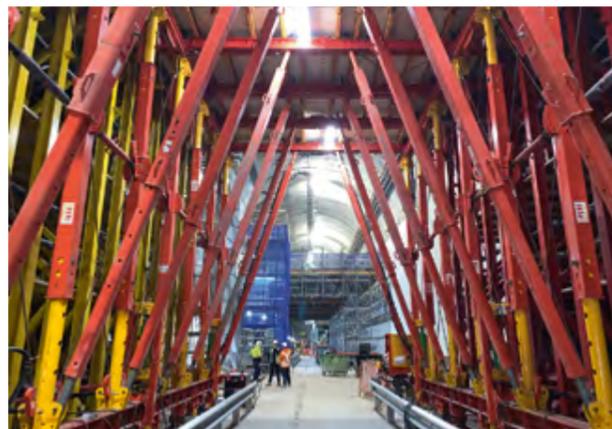
Der PERI UP Gerüstbaukasten diente während des Projekts als sicherer Zugang zur Schalung, zur Montage der Bewehrung und als Fahrwagen für die Deckenschalung. Die Vielseitigkeit von PERI UP erlaubte eine flexible Anpassung des Gerüsts an die Baustelle und eine einfache Montage, was zu Zeiteinsparungen führte und dafür sorgte, dass die Sicherheitsvorgaben eingehalten wurden.

Auch die vorausgehende Planungsphase war umfangreich: PERI Ingenieure entwarfen zahlreiche Konstruktions- und Montagezeichnungen für das komplexe Projekt, die zu einem erfolgreichen ersten Einsatz des VTC Tunnelschalwagens in Australien führten. Dank eines zusätzlichen 3D-Modells, das über eine PERI App genutzt werden konnte, war eine umfangreiche Projektbetreuung auch unter erschwerten Pandemiebedingungen und mit eingeschränktem Baustellenzugang möglich.



Iris Isidro
Projektleitung

„Von PERI erhielten wir Unterstützung von Anfang bis Ende – von der Planung mit Ingenieuren bis hin zur Bereitstellung eines Supervisors während der Bauphase. Die PERI Lösung funktionierte optimal und ermöglichte es uns, alle Termine und Sicherheitsaspekte des Projekts einzuhalten.“



Bauunternehmen
BKH Group, Kings Park, Australien
Projektbetreuung
PERI Australien, Glendenning

