

# Inhalt/Contents

Ziegler, Martin

<b>Internationales Forum für Tunnel und Infrastruktur International Forum for Tunnels and Infrastructure .....</b>	<b>12</b>
--	-----------

## **Begrüßung, STUVA-Preis 2023 und Eröffnungsvortrag Welcoming Address, STUVA Prize 2023 and Opening Lecture**

Wortmann, Ingo

Grußwort Welcoming Address .....	17
-------------------------------------	----

<b>STUVA-Preis 2023/STUVA Prize 2023 Dipl.-Ing. ETH Heinz Ehrbar .....</b>	<b>19</b>
--	-----------

Dix, Arnold

Heading sustainability in underground construction, combining ecological efficiency with economic realisation Nachhaltigkeit im Untertagebau vorantreiben, ökologische Effizienz vereinen mit wirtschaftlicher Umsetzung.....	27
--	----

## **Vorträge Tunnelbau / Lectures Tunnelling**

### **Internationale Großprojekte / International Major Projects**

Böheim, Sebastian  
Reber, Thomas  
Ferrari, Alessandro  
Inninger, Markus

Zweite Röhre Gotthard-Straßentunnel – Konzeption und TBM-Vortriebe, Durchörterung Störzonen, unterirdische Kavernen, Wiederverwendung Ausbruchmaterial Second tube Gotthard road tunnel – conception and TBM excavations, penetration of fault zones, underground caverns, reuse of excavated material .....	35
---	----

Nowak, Wojciech  
Göbl, Arthur  
Geißbauer, Joachim

Underwater Road Tunnel Swinemünde, Poland, at the Baltic Sea: Slurry Shield, Low Overburden, Ground Freezing, Safety Concept Unterwasser-Straßentunnel Swinemünde, Polen, an der Ostsee: Slurryschild-TBM, geringes Deckgebirge, Bodenvereisung, Sicherheitskonzept .....	44
--	----

Cordes, Gerhard

Fehmarnbelttunnel: Bedeutung des Straßen- und Bahntunnels für die Verkehrswende, geologische Herausforderungen, Absenkelemente, Wiederverwendung Aushubmaterial, Erfüllung unterschiedlicher Normen Fehmarn Belt Tunnel: Relevance of the Road and Rail Tunnel for the Mobility Transition, Geological Challenges, Immersed Elements, Re-Use of Excavated Material, Compliance with Different Standards .....	50
--	----

Kruschinski-Wüst, Kai  
Müller, Jörg Rainer  
Rieken, Wolfgang

Zweite S-Bahn-Stammstrecke München: Gesamtplanungskonzept und Bauabschnitte, Schildvortriebe, Erkundungs- und Rettungsstollen, Spritzbetonbauweise unter Druckluft, Gebäudeunterfahrungen Second Core S-Bahn Route in Munich: Tunnel Design and Project Sections, Shield driving Tunnels, Exploration and Rescue Tunnels, Shotcrete Method under compressed Air, Undercut of Buildings.....	56
--	----

Burger, Sven

Deep Tunnel Sewerage System Singapore – 100 km Tunneling with TBMs, Deep Shafts, Microbiologically Influenced Corrosion, Concrete Lining with HDPE Membrane, Long Term Monitoring Deep Tunnel Sewerage System Singapur – 100 km Tunnelbau mit TBM, tiefe Schächte, mikrobiologisch induzierte Korrosion, Betonauskleidung mit HDPE-Membran, Lang- zeitüberwachung .....	64
--	----

## Nachhaltigkeit / CO<sub>2</sub>-Minderung – Sustainability / CO<sub>2</sub> Reduction

<i>Ehrbar, Heinz</i>	Nachhaltigkeit im Untertagebau – Grundlagen, Randbedingungen und Zielsetzungen Sustainability in Underground Construction – Fundamentals, Boundary Conditions and Objectives .....75
<i>Plöger, Frank Uphoff, Klaus Begemann, Christoph Klaproth, Christoph</i>	Klimaschonender U-Bahnbau am Beispiel der U5 in Hamburg: Ganzheitliche Klima- strategie, Vergleich konventioneller Ansatz mit Zielszenario, Analyse CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Bauwerkskubatur, Baustoffen und Bauverfahren sowie deren Beeinflussung im Planungsverlauf Climate-Friendly Construction of Metro Lines taking the U5 in Hamburg as an Example.....82
<i>Liebig, Eberhard Vogl, Christopher</i>	CO <sub>2</sub> -reduzierter Zement: Auf dem Weg zum klimaneutralen Bauen mit Beton CO <sub>2</sub> -reduced cement: On the way to climate-neutral construction with concrete.....90
<i>Liepins, Simon Budach, Christoph Handke, Dieter</i>	CO <sub>2</sub> -Reduktionspotential bei Materialien zur Ringspaltverpressung: Vergleich verschiedener Materialien, Hauptverursacher für CO <sub>2</sub> , Ökobilanzen und Ranking CO <sub>2</sub> Reduction Potential of Materials for Annular Gap Grouting ..... 94
<i>Babendererde, Tim Lange, Frieda Jungmann, Insa</i>	Nutzung von Flusswasser für Bentonitsuspensionen: Genehmigungsverfahren, erste Konzepte, Ausführung, Grenzwert- und Parameterüberwachung, Laboruntersuchungen, Entnahme und Rückgabe des Wassers Using River Water for Bentonite Slurries..... 100
<i>Thienert, Christian Duffner, Stefan Müller, Pierre Heim, André</i>	Echtzeit-Charakterisierung von Tunnelausbruchmaterial bei EPB-Vortrieben im Lockergestein: Grundlagen und Lösungsansätze für eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft Real-time excavation material characterisation during EPB tunnelling in soft ground: fundamentals and solution approaches for a resource efficient circular economy..... 106

## Junges Forum / Youth Forum

<i>Schluckebier, Nils</i>	„BIM-Ready“ – der Weg vom BIM-Pilotprojekt zur vollumfänglichen modellbasierten Planung bei der U5 Mitte Hamburg „BIM-Ready“ – The Path from a BIM Pilot Project to the fully Comprehensive Model-Based Design for the U5 Mitte in Hamburg ..... 117
<i>Lauterbach, Andre</i>	Fehmarnbelttunnel – Prüfung eines grenzüberschreitenden Großprojekts Fehmarnbelt Tunnel – Static Verification of a Major Cross-Border Project ..... 124
<i>Berns, Judith</i>	Konzept zur Optimierung der Baustelleneinrichtung für einen maschinellen Tunnelvortrieb im innerstädtischen Bereich mithilfe der Prozesssimulation Concept for optimising the construction site set-up for mechanised tunnelling in the inner-city area with the aid of process simulation ..... 130
<i>Rauch, Fabian</i>	Neue Einblicke in das reale Tragverhalten eines Stahlbeton-Tübbingtunnels New insights into the real load-bearing behaviour of a reinforced concrete tubbing tunnel ..... 138
<i>Diehl, Anna</i>	Entwicklung eines Resilienzmanagementkonzepts für Verkehrsinfrastrukturen zum Umgang mit natur- und klimawandelbedingten Gefahren Development of a resilience management concept for transport infrastructures to deal with natural and climate change-related hazards..... 144

## Maschinelles Tunnelbau / Mechanised Tunnelling

Neue Methode zur Konditionierung bei Erddruckschilden in grobkörnigen Böden mit feststoffhaltigem Schaum: Konditionierungsversuche mit Parametervariation und Vergleich mit bisherigen Methoden New Method for Conditioning EPB Shields in Coarse-Grained Soils with Foam Containing Solids .....	153
--	-----

Ewigkeitsaufgabe Grubenwasserhaltung unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit – Auffahrung eines dränierenden Grubenwasserkanals mit einer Variable Density TBM Eternal task of mine water drainage from the point of view of sustainability – excavation of a draining mine water channel with a Variable Density TBM .....	160
---	-----

Leistungs- und Effizienzsteigerung mit Automatisierung, Digitalisierung und kontinuierlichem Vortrieb von Tunnelbohrmaschinen Increasing Performance and Efficiency of TBMs Using Automation of Segment Lining, Digitalisation and Continuous Tunnelling .....	166
---	-----

Silvertown-Straßentunnel unter der Themse in London: PPP-Projekt mit zwei Tunnelröhren, EPB-TBM mit großem Durchmesser, zweistufige Anfahrt aufgrund beengter Schächte, Logistikkonzepte, Tübbingtypen, Abraumtransport über Themse, TBM-Wende im Zielschacht Silvertown road tunnel under the Thames in London: PPP project with two tunnel tubes, large diameter EPB-TBM, two-stage launch due to confined shafts, logistics concepts, segment types, spoil transport via Thames, TBM turnaround in rotation chamber .....	172
---	-----

Abfangung von Öffnungen in Tübbingtunneln: Randbedingungen, temporäre und permanente Lösungen, Sondertübbinge, praktische Beispiele, Bewertung der Lösungen Support of openings in segmental lining tunnels: boundary conditions, temporary and permanent solutions, special segments, practical examples, evaluation of solutions .....	178
---	-----

## Sicherheit / Digitalisierung / Monitoring – Safety / Digitisation / Monitoring

Verbesserte TBM-Navigation durch Machine Learning: Technische Aspekte, Fallstudien, Vorteile und Grenzen, Lessons learned Improving TBM-Navigation through Machine Learning .....	187
--	-----

Verteilte faseroptische Sensorsysteme im Tunnelbau zur gesamtheitlichen, großflächigen Überwachung: Monitoringkonzepte, Instrumentierung von Spritzbetonschalen, Tunnelinnenschalen und Tübbinggen sowie realisierte Anwendungen und Ergebnisse Distributed Fibre-Optic Sensor Systems in Tunnel Construction for Holistic, Large-Area Monitoring .....	192
--	-----

EÜ Wotanstraße in München Laim: Ermittlung zulässiger Verformungen und Maßnahmen zur Ertüchtigung für ein Natursteingewölbe im Zuge eines unmittelbar angrenzenden Neubaus eines Tunnels in offener Bauweise Railway Overpass Wotanstraße in Munich Laim .....	198
---	-----

Tunnel Baukau – Erfahrungen aus der Unterquerung eines Bahndamms mit geringer Überdeckung Tunnel Baukau – Experience gained from the undercrossing of a railway embankment with low cover .....	206
--	-----

Neue Sicherheitsanforderungen beim maschinellen Tunnelvortrieb mit kleinen Querschnitten – Auflagen der neuen DIN EN 16191: Maschinendesign, Tübbingabmessungen, Nachläuferlänge, Verkehrs- und Fluchtwege, Praxisbeispiel DN 3.000/3.500 mm New Safety Standards for Mechanised Tunnelling of small Cross-Sections – Requirements of the New DIN EN 16191 .....	212
---	-----

## **Tiefe unterirdische Haltestellen / Deep Underground Stations**

Deep excavation design for Korsvågen underground railway station in challenging ground conditions  
Planung von großen Aushubtiefen beim Bahnhof Korsvågen in Göteborg, Schweden.....221

Unterirdischer Fernbahnhof Stuttgart-Flughafen und Gäubahnanbindung – gemeinsame kurzfristige Umsetzung einer grundlegenden Entwurfsänderung für den bergmännischen Anschluss der Gäubahn an die NBS Stuttgart–Ulm: Planung und Herstellung der Aufweitungs- und Verzweigungsbauwerke, der Stationsröhren und setzungsmindernde Maßnahmen  
Underground Long-Distance Railway Station Stuttgart Airport and Gäubahn Connection – Joint Short-Term Implementation of a Fundamental Design Change for the Underground Connection of the Gäubahn to the NBS Stuttgart–Ulm.....230

Planung und Bau der unterirdischen Station Güterplatz im Europaviertel – besondere Anforderungen bei einer der tiefsten Baugruben Frankfurts am Main  
Planning and construction of the underground station Güterplatz in the Europaviertel – special requirements for one of the deepest excavation pits in Frankfurt am Main .....238

Kreuzungspunkt Hauptbahnhof der 2. S-Bahn-Stammstrecke München: Neue S-Bahnstation in 41 m Tiefe unter bereits bestehenden Bahnsteigebenen, Schlitzwanddeckelbauweise, Bauwasserhaltung, Monitoring Verkehrsanlagen und angrenzende Gebäude  
Intersection Main Station of Munich’s 2nd Core S-Bahn Line: New S-Bahn Station at a Depth of 40 m below Existing Platforms, Top Down Method with Diaphragm Wall Support, Dewatering, Monitoring of Transportation Facilities and Adjacent Buildings .....248

Tiefe Station Marienhof der 2. S-Bahn-Stammstrecke München: Bau der Bahnsteigröhren und des Verbindungstunnels zu bestehenden U-Bahnen unter Druckluft, Hebungsinjektionsschirme unter Gebäuden und der bestehenden U-Bahn  
Deep Marienhof station of the 2nd Munich S-Bahn main line .....255

## **Unterirdisches Bauen in der Region München / Underground Construction in the Munich Region**

Übersicht über die aktuellen U-Bahn-Projekte der Landeshauptstadt München: 21 Streckenkilometer mit 18 neuen U-Bahnhöfen  
Overview of the current underground projects of the state capital Munich: 21 route kilometres with 18 new underground stations.....263

Großprojekt U9 in München: Erste Planungsschritte, tunnelbautechnische Schwerpunkte, Ergebnisse numerischer Untersuchungen, Auswirkungen der CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf die Förderfähigkeit nach der „Standardisierten Bewertung“ mit Beispielen für neue Wege  
Munich’s Large-Scale U9 Project: First Design Steps, Tunnel Construction Priorities, Results of Numerical Studies, Effects of CO<sub>2</sub> Pricing on Eligibility for Funding according to the “Standardised Assessment” with Examples of New Approaches .....270

Verlängerung U5 in den Münchner Westen: Schildvortrieb, Bahnstabsneubau in halbseitiger Deckelbauweise, Notausgangsschächte, Gefrierkörper, Grundwasserausgleichsmaßnahmen  
Extension of the U5 to the West of Munich.....276

2. S-Bahn-Stammstrecke: Ganzheitlicher Brandschutz für Münchens tiefste Tunnel und Haltepunkte während Bau und Betrieb  
Holistic Fire Protection during Construction and Operation of Munich’s 2nd Core S-Bahn Line .....284

# Vorträge Tunnelbetrieb / Planung – Lectures Tunnel Operation / Planning

---

## Optimierte Lösungen / Optimised solutions

- Planung U5 Hamburg – Der Weg zur Vorzugslösung am Beispiel eines 4 km langen Planungsabschnittes: Randbedingungen, Variantenabwägung, übergreifende Bewertungsmethodik  
Design of Hamburg's U5 – The Path towards the Preferred Solution taking a 4 km long Section as an Example.....293
- Bahnprojekt Brenner-Nordzulauf – Innovative Methoden in der Vorplanung: Trassen- und Tunnelplanung mit Einsatz von BIM im Spannungsfeld von agilem Projektmanagement, Bürgerbeteiligung, Bahnbetrieb, Umweltaspekte  
Railway project Brenner-Nordzulauf – Innovative methods in preliminary planning: route and tunnel planning with the use of BIM in the area of conflict between agile project management, public participation, railway operation, environmental aspects .....300
- Stadtbahnneubau U81 Düsseldorf – Anbindung des Flughafens an das Stadtbahnnetz mit Messe/Stadion: Kombination aus unterirdischer Haltestelle, Tunnel und Brücken  
New light rail construction U81 Düsseldorf – connection of the airport to the light rail network with trade fair/stadium: combination of underground stop, tunnel and bridges.....306
- Silvertown-Straßentunnel, London – Chancen und Risiken bei der Optimierung des Gefrierfahrens für Querschläge: TBM-Schildvortrieb, Gefrieren und Ausheben parallel zum Bau der zweiten Röhre  
Silvertown Road Tunnel, London – Opportunities and risks in optimising the freezing process for cross-cuts: TBM shield driving, freezing and excavation in parallel with construction of the second tube .....312
- Fünf Straßentunnel für das Loisachtal – Erkenntnisse aus Planung und Bau und deren Übertragung auf neue Tunnel – Vortrieb, Störzonen, Faserspritzbeton und Umgang mit Grundwasser  
Five road tunnels for the Loisach valley – findings from planning and construction and their transfer to new tunnels – excavation, fault zones, fibre shotcrete and dealing with groundwater.....318

## BIM-Anwendungen / BIM Applications

- Wanktunnel Garmisch-Partenkirchen – ein gesamtheitliches BIM-Projekt: Bestandsmodell, 3D-Baugrundmodell, Tunnelbauwerksmodell, Berg- und Fahrbahnentwässerung  
Wanktunnel Garmisch-Partenkirchen – a holistic BIM project: as-built model, 3D construction ground model, tunnel construction model, mountain and roadway drainage.....327
- Neubau Cornberger Tunnel – Erfahrungen aus einem BIM-Pilotprojekt zur Standardisierung von BIM bei der DB Netz AG: Semantisches Objektmodell auf Basis der DAUB-Empfehlung  
Reconstruction Cornberger Tunnel – Experiences from a Pilot Project for Standardising of BIM at DB Netz AG .....336
- Optimierung des Bauablaufs durch 4D-Bauablaufsimulation am Beispiel 2. S-Bahn-Stammstrecke München: Zusammenspiel Gewerke und Bauabschnitte, verknüpfter Masterbauablauf zur Koordination aller Projektbeteiligten, Optimierung und Visualisierung  
Optimisation of the Construction Process through 4D Simulation taking Munich's 2nd Core S-Bahn Line as an Example .....342

Elbquerung ElbX – Tunnel für die HGÜ-Stromtrasse SuedLink: modellbasierte BIM-Planung, Planableitung, Visualisierungen und Animationen, modellbasierte Mengenermittlung und Ausschreibung	
Elbe Crossing ElbX – Tunnel for the HVDC Power Line Suedlink .....	348

Ausführungsplanung für die bahntechnische Ausstattung des Koralmtunnels mit BIM – kritische Betrachtungen und Grenzen: Rohbaumodelle, Teil- und Fachmodelle, Qualitätssicherung, regelbasierte Prüfungen, Informationsmanagement	
Implementation planning for the railway engineering equipment of the Koralm Tunnel with BIM – critical considerations and limits: shell models, partial and specialist models, quality assurance, rule-based checks, information management.....	354

Von BIM zum Digitalen Zwilling – Möglichkeiten der Umsetzung	
Moving from BIM to a Digital Twin – Possibilities for Implementation .....	360

## **Tunnelsanierung / Tunnel Refurbishment**

Sanierung der Deutschen Alpenstraße – Bau der Schutzgalerie Weinkaser: BIM-Methode bei Straßenbauprojekten im alpinen Raum, Kollisionskontrolle, Mengen- und Kostenermittlung, Leistungsbeschreibung und Terminplanung, digitale, modellbasierte Abrechnung, Termin- und Kostenkontrolle sowie Mängelmanagement	
Rehabilitation of the German Alpine Road – Construction of the Weinkaser Protection Gallery: BIM method for road construction projects in the Alpine region, collision control, quantity and cost determination, service description and scheduling, digital, model-based invoicing, schedule and cost control and defect management.....	369

Refurbishment of a Motorway Tunnel in Italy – from Inspection to Construction: Example Tunnel A1 Milano – Roma, Phases of Main Activities, Critical Issues, Safety Measures, Monitoring	
Sanierung eines Autobahntunnels in Italien – von der Inspektion bis zum Bau: Beispiel Tunnel A1 Mailand – Rom, Phasen der Hauptaktivitäten, kritische Punkte, Sicherheitsmaßnahmen, Überwachung.....	376

Modernisierung und Umbau U-Bahnhof Sendlinger Tor München unter laufendem Betrieb: Erweiterung Bauwerk, Tunnelanschlüsse mit Vereisung, BIM in Planung und Bauablaufsimulation, Kollisionsprüfung, Bestandsabgleich mit Laserscans	
Modernisation and restructuring of Sendlinger Tor underground station in Munich during ongoing traffic: extension of the structure, tunnel connections with ground freezing, BIM in planning and construction process simulation, collision check, as-built comparison with laser scans.....	382

## **Nachhaltigkeit / CO<sub>2</sub>-Minderung – Sustainability / CO<sub>2</sub> Reduction**

Graue Energie Bahntunnel – Der optimale Tunnelquerschnitt bei der Betrachtung der Kosten, der Energie und der Umwelt während eines Lebenszyklus – Ergebnisse, Erkenntnisse und Tool aus dem Forschungsprojekt	
Grey energy railway tunnels – The optimal tunnel cross-section when considering costs, energy and the environment during a life cycle – Results, findings and tool from the research project.....	391

Tunnel Construction and Design: Designing more sustainable linear infrastructure projects using advanced digital technologies	
Nachhaltigere Planung von Tunneln mit Hilfe fortschrittlicher digitaler Technologien .....	398

## **Tunnelausstattung und -betrieb / Tunnel Equipment and Operation**

- Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln im Stadtbereich:  
Querschnittsausbildung, Lüftung, Beleuchtung, bauliche und technische Sicherheits-  
einrichtungen  
Recommendations for equipment and operation of road tunnels in urban areas .....407
- Ismailia Straßentunnel unter dem Suez-Kanal – Ausstattung mit einer Wasserebel-  
Brandbekämpfungsanlage: Anlagendimensionierung, Installation, Inbetriebnahme  
Ismailia Road Tunnel below the Suez Canal – Equipment with a Water Mist  
Fixed Firefighting System .....413
- Planung und Installation einer Luftfilteranlage für den M-30-Straßentunnel in Madrid:  
Luftabsaugung, Feinstaubpartikel-Filterung, automatisierte Filterreinigung, Wiederver-  
wendung des Schmutzwassers, bauliche Anlagen, Betriebskosten, Weiterentwicklungen  
Design and Installation of an Air Filtration System for the M-30 Road Tunnel in  
Madrid .....417
- Steinbühl-Bahntunnel, Schwäbische Alb – Numerische Simulation des Tunnelklimas zur  
Ermittlung von Frostgefahren: Zusammenwirken von Untergrundtemperatur, Außen-  
temperatur und Tunneltiefe sowie Berechnungs- und einzelne Messergebnisse  
Steinbuehl railway tunnel, Swabian Alb – Numerical simulation of tunnel  
environmental conditions for assessment of risks by frost.....422
- Drainagesysteme langer Bahntunnel – umgesetzte Innovationen beim Koralmtunnel:  
geometrische Randbedingungen, Versinterung, konstruktive und präventive  
Maßnahmen, Erfahrungen  
Drainage systems for long railway tunnels – implemented innovations in the Koralm  
Tunnel: geometric boundary conditions, sintering, constructive and preventive  
measures, experiences .....429

## **Tunnelsicherheit / Tunnel Safety**

- Integrierte Rettungsstollen bei Straßentunneln in Deutschland – Planung und  
Realisierung in Hessen  
Integrated rescue paths in German road tunnels – Design and execution in Hessen .....437
- Fortschreibung der risikoanalytischen Bewertungsmethodik für Straßentunnel  
in Deutschland  
Update of the Risk Analysis Methodology for Road Tunnels  
in Germany .....442
- Anwendung von Verfahren der künstlichen Intelligenz zur Verbesserung der Sicherheit  
von Tunneln und Tunnelleitzentralen unter Einbezug der Car-to-Infrastructure-  
Communication – Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben KITT  
Application of artificial intelligence methods to improve the safety of tunnels and  
tunnel control centres with the inclusion of car-to-infrastructure communication –  
findings from the KITT research project.....448
- Alternative Energieträger für Fahrzeuge und ihr Einfluss auf die Tunnelsicherheit:  
Erweiterung und quantitative Ergebnisse der Risikoanalyse, Auswirkungen auf Tunnel-  
bauwerk, Risiken für Tunnelnutzer und Fremdrettungspersonal  
Alternative Energy Carriers for Vehicles and their Influence on Tunnel Safety.....456
- Schutz von Tunneln vor Sabotageakten und anderen disruptiven Ereignissen: Neue  
Eckpunkte des KRITIS-Dachgesetzes für kritische Infrastrukturen, aktueller Stand der  
Sicherheitsforschung  
Protecting Tunnels from Sabotage and other Disruptive Incidents.....462