



REDPATH DEILMANN GmbH
 Haustenbecke 1
 44319 Dortmund/Germany
 Telefon +49 231 2891 395
 Telefax +49 231 2891 492
 infogermany@redpathmining.com
 www.redpathdeilmann.com



INNOVATION IS OUR TRADITION



Bodenvereisung im Tunnel- und Tiefbau
Ground freezing tunneling and heavy civil engineering



REDPATH DEILMANN GmbH
 Haustenbecke 1
 44319 Dortmund/Germany
 Tel +49 231 2891 395
 infogermany@redpathmining.com
 www.redpathdeilmann.com



Deilmann-Haniel Schachtstroj
 Sovetskaya Pl. 3
 6184000 Berezniki, Region Perm
 Russian Federation
 info@dh-schachtstroj.com
 www.dh-schachtstroj.ru

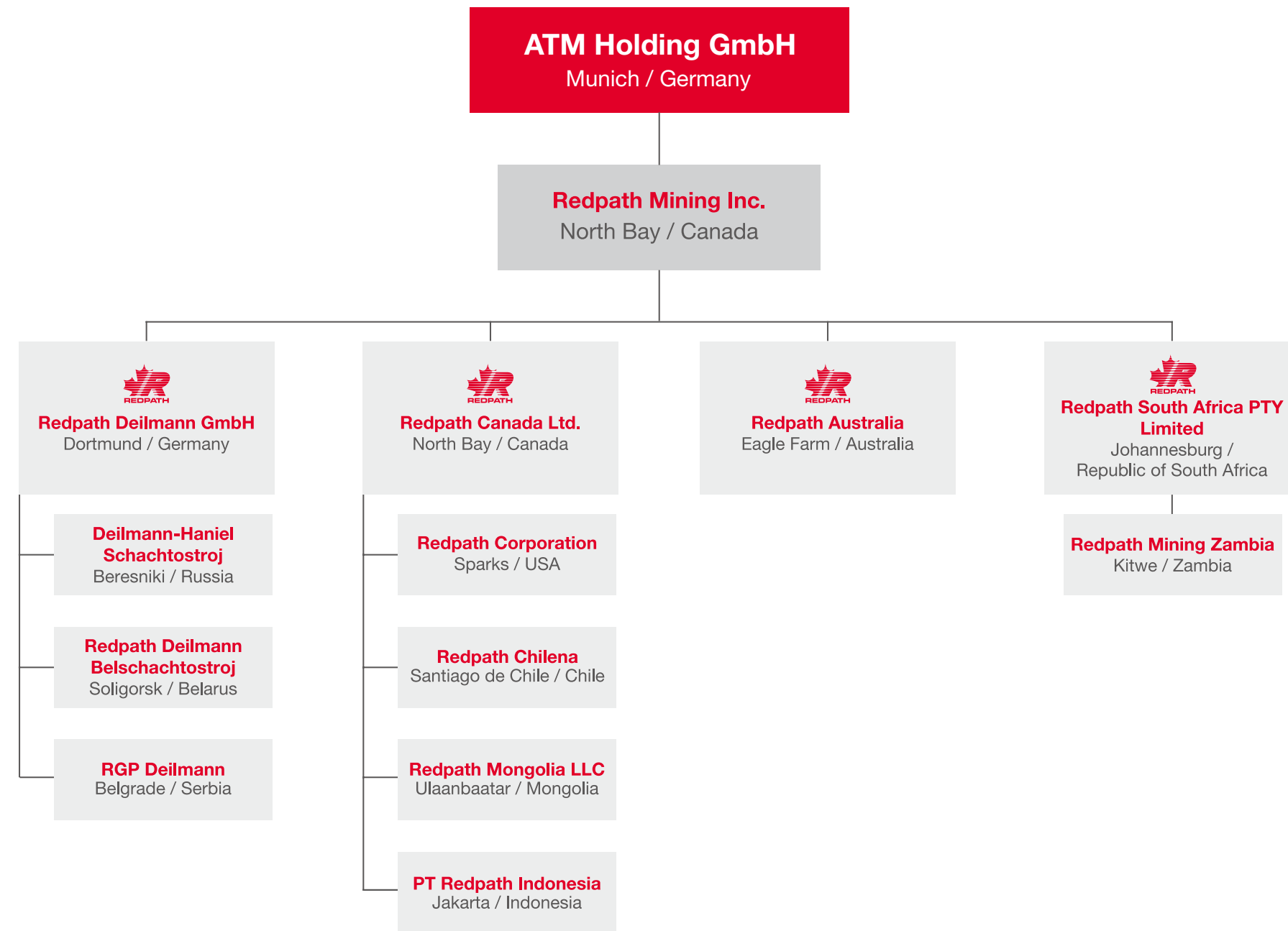


RGP DEILMANN d.o.o.
 Bulevar Marsala Tolbuhina 22/9
 11070 Belgrade-New Belgrade
 Serbia
 rgp.deilmann@redpathmining.com
 www.redpathdeilmann.com



REDPATH DEILMANN
 Belschachtstroj
 Severnaya Str. 8
 223710 Soligorsk, Region Minsk
 Republic of Belarus
 infogermany@redpathmining.com
 www.redpathdeilmann.com





MITGLIEDSCHAFTEN /
MEMBER SHIPS



REDPATH DEILMANN

Als Teil der kanadischen Redpath Group mit über 6.000 Mitarbeitern und operativen Gesellschaften auf allen fünf Kontinenten gehören wir zu den weltweit führenden Anbietern im Schachtbau, Auffahren von Strecken, Raisebohren und Spezialdienstleistungen aller Art für den Bergbau und die Bauindustrie. Wir verstehen uns als kompetenter, erfahrener, innovativer, zuverlässiger und fairer Partner und Dienstleister für unsere Auftraggeber und haben den unbedingten Anspruch an uns, hohe Qualität zu fairen Preisen termintreu zu liefern. Die Sicherheit unserer Mitarbeiter und aller anderen Projektbeteiligten hat bei allen unseren Tätigkeiten höchsten Stellenwert.

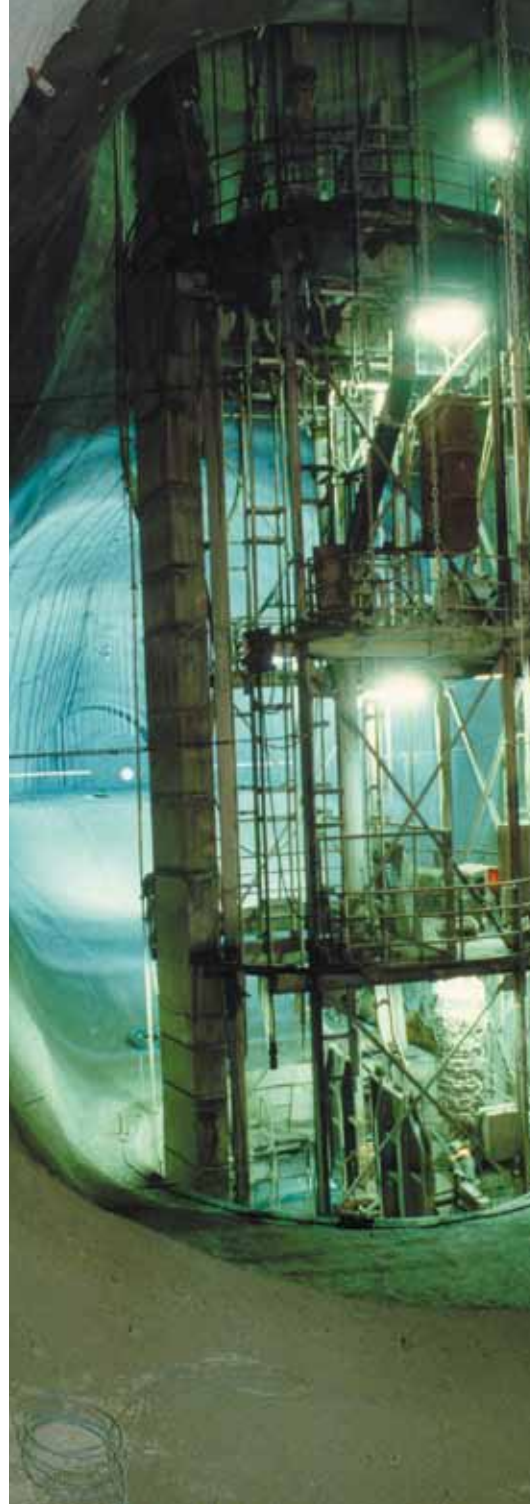
SEIT 100 JAHREN ERFOLGREICH BEI DER BODENVEREISUNG IM TUNNEL- UND TIEFBAU UND SEIT ÜBER 130 JAHREN ERFOLGREICH IM SCHACHTBAU.

Seit der Gründung der Deilmann AG im Jahr 1888 haben wir für unsere Kunden in aller Welt mehr als 560 Schächte mit insgesamt 235 km Teufe, davon 200 Gefrierschächte, sicher und erfolgreich geteuft.

Wir planen, teufen und sanieren Vertikal- und Schrägschächte jeder Größe:

- für den Bergbau und die Bauindustrie
- in allen Gebirgsarten
- konventionell oder mechanisiert

Innovation hat in unserem Unternehmen einen hohen Stellenwert. Beim Verbundausbau, dem mechanisierten Schachtabteufen und der Gefriertechnik haben wir bei der Entwicklung und Einführung eine führende Rolle übernommen.



REDPATH DEILMANN

We are a member of the Redpath Group that operates on all five continents with more than 6,000 employees. We belong to the worldwide leading group of companies providing shaft sinking, roadheading, raise boring and specialized services of all kinds to the mining and construction industry. We consider ourselves being a professional, experienced, innovative, reliable and fair business partner and we are committed to deliver our projects on budget and on time while maintaining highest quality standards. The health and safety of our workforce and all other persons involved in the project is the highest priority in all our operations.

SUCCESSFUL FOR ALMOST 100 YEARS IN GROUND FREEZING IN TUNNEL AND CIVIL ENGINEERING AND SUCCESSFULLY IN SHAFT SINKING FOR MORE THAN 130 YEARS.

Since our incorporation in 1888 we have safely and successfully sunk more than 560 shafts, 200 of which are freeze shafts, with a combined depth of 235 km for clients all over the world.

We are specialized in the design, sinking and rehabilitation of vertical and inclined shafts of all sizes:

- to the mining and the construction industry
- in all types of ground conditions
- by drill and blast or mechanized sinking methods

Innovation is part of our company tradition. We have played a leading role in the development and implementation of many new technologies, including high performance composite lining systems, ground freezing technology and mechanized sinking equipment.

REDPATH DEILMANN

UNSERE ÜBER 130 JÄHRIGE ERFAHRUNG SPRICHT FÜR UNS

Die Gefrierschachttechnik wurde maßgeblich von REDPATH DEILMANN (vormals Deilmann-Haniel) vorangetrieben. Seit der Patentierung des Gefrierverfahrens im Jahre 1883 stellt dieses Verfahren bis heute die einzige sichere Technologie zum Durchteufen von wasserführenden Lockerböden bis in große Teufen dar.

Das Gefrierverfahren und das Ausbausystem hängen beim Bau des Schachtes und während der Nutzung der Schachtröhre eng zusammen. Der Schachtausbau wurde bis in die 50-er Jahre aus gusseisernen Tübbingern erstellt, die temperaturempfindlich, korrosionsgefährdet und sehr sensibel gegen abbaubedingte Gebirgsbewegungen sind. Undichtigkeiten konnten dadurch vielfach nicht vermieden werden. 1956 wurde beim Schacht Auguste Victoria 7, Marl/Ruhrgebiet erstmals vom gebirgsverbundenen Tübbingausbau abgegangen und ein Gleitschacht-Ausbau eingesetzt, der den inneren und äußeren Ausbau voneinander trennt.

Diese Technik des Schachtausbaus wurde durch die REDPATH DEILMANN während der Planung und Ausführung wesentlich zum heutigen Stand der Technik weiterentwickelt. Bereits 1925 kam erstmals das Tiefkälteverfahren, Sole-Temperaturen unter -25°C mit den von REDPATH DEILMANN entwickelten und gebauten Gefrieranlagen, zum erfolgreichen Einsatz bei zwei Gefrierschächten in Solikamsk am Ural in Russland.

REDPATH DEILMANN hat 1951 erstmalig mobile Rotary-Bohranlagen und Richtturbinen zum Bohren der Gefrierlöcher eingesetzt und besondere Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der Tiefkältestähle für Gefrierrohre und besondere Gefrierrohrverbindungen geleistet.

Die Technik der Bodenvereisung wurde von REDPATH DEILMANN bereits ab den 60-er Jahren auch im Tunnel- und Tiefbau eingeführt. Die Vereisung des 184 m langen Fahrlachtunnels in Mannheim stellte

in den 90-er Jahren eine große und weit beachtete Baugrundvereisung im Tunnelbau beim Bau eines Straßentunnels durch einen Bahndamm unter schwierigen geologischen und hydrogeologischen Bedingungen dar.

Mit den in dieser Broschüre ausgewählten Projekte stellen wir Ihnen unsere erfolgreichen Beispiele aus der Bodenvereisung im Bauwesen vor, wie z.B. der Bau des Diabolo Tunnels am Flughafen Brüssel oder die Bergung einer havarierten Tunnel-Bohrmaschine in Kairo unter Einsatz der Bodenvereisung.

Bei allen Aktivitäten verstehen wir uns als kompetenter Partner und Dienstleister für unsere Kunden und haben die Verlässlichkeit als höchsten Anspruch an uns. Nutzen Sie die Erfahrung von REDPATH DEILMANN zur Lösung Ihrer Aufgabenstellung.

REDPATH DEILMANN

OVER 130 YEARS OF EXPERIENCE SPEAKS FOR US

REDPATH DEILMANN (formerly Deilmann-Haniel), has been a leader in the development of freeze shaft sinking technology. Since the assignment of a patent for the ground freezing method in 1883, this method still is the only safe technology for deep shaft sinking through water-bearing soils.

The freezing method and the shaft lining system are closely inter-connected during the construction and during the operational phase of a shaft. Cast-iron tubings were used for shaft lining until the 1950s. However, this lining system proved to be sensitive to temperature changes, corrosion and mining-induced movement of the surrounding rock mass; leaks could not be avoided in many cases. For the construction of the Auguste Victoria No. 7 shaft in Marl in the Ruhr Valley in 1956, a composite liner system, with a separated inner and outer liner, was used for the first time instead of a rock-connected tubing liner.

This shaft lining technology was in a significant way further developed up to the actual state of the art by REDPATH DEILMANN, as well with respect to the design as with regard to the construction methodology. The Deep Temperature Freezing Method was applied for the first time for the sinking of two freeze shafts in Solikamsk/ Ural in Russia in 1925, using brines at temperatures below -25°C and freezing equipment developed and manufactured by REDPATH DEILMANN. REDPATH DEILMANN employed mobile rotary-drilling equipment and turbine drilling motors for the drilling of freeze holes for the first time in 1951 and was strongly involved in the development of low temperature steel for freeze pipes and of special freeze pipe connections.

The Ground Freezing Method was introduced in civil engineering and tunnelling by REDPATH DEILMANN as early as the 1960s. The ground freezing for the 184 m

long Fahrlachtunnel in Mannheim/Germany in the 1990s was a significant and widely recognised measure for road tunnelling under difficult geological and hydrogeological conditions.

In this brochure, we present various successful ground freezing projects in civil engineering, such as the construction of the Diabolo Tunnel at the airport of Brussels or the recovery of a damaged tunnel-boring machine in Cairo.

We are your competent partner and service provider, offering you the highest grade of reliability.

For a successful realisation of your project, please take advantage of our experience.



INNOVATION IS OUR TRADITION
and your success!



INNOVATION IS OUR TRADITION
and your success!

BODENVEREISUNG ZUR BERGUNG EINER HAVARIERTEN TBM

KAIRO METRO LINE 3, ÄGYPTEN

Kunde	Bauer Spezialtiefbau GmbH
Arbeitsumfang	Herstellen eines Frostkörpers zur Bergung einer havarierten Tunnel-Bohrmaschine unter einer Straße im Stadtzentrum von Kairo Bergungsschacht mit 20 m Durchmesser und 45 m Tiefe als Schlitzwandschacht
Geologie/Hydrologie	Sand mit einem bei -14 m liegenden Grundwasserspiegel
Vereisung	Einsatz von vier Gefriermaschinen mit Verdunstungskühlern mit je 94 kW Kälteleistung Soletank sowie sekundäre Pumpenstation mit drei Pumpen je 37 kW Leistung Montage aller Rohrleitungen, aller 83 Gefrierrohre, Schlauchleitungen und Anschlüsse an die Gefrierrohre
Besonderheiten	Nach dem Aufgefrieren umfangreiche Bergungsarbeiten der Vortriebsmaschine mit zahlreichen wechselnden Bauzuständen Tagestemperaturen bis zu 45° C, Bodentemperatur 26° C



GROUND FREEZING FOR THE RECOVERY OF A DAMAGED TBM

KAIRO METRO LINE 3, EGYPT

Client	Bauer Spezialtiefbau GmbH
Scope of Work	Ground freezing for recovery of a damaged TBM from underneath a street in the centre of Cairo Recovery shaft with a diameter of 20 m and 45 m depth constructed using the diaphragm wall method
Geology/Hydrology	Sand with ground water level at -14 m
Freezing	Four refrigeration units with evaporation coolers each with 94 kW refrigeration capacity Brine tank and secondary pump station with three pumps of 37 kW each Assembly of all lines, all 83 refrigeration pipes, hose connections to the refrigeration pipes
Special features	Several recovery operations in frozen ground regarding the TBM were necessary, under numerous changing conditions Daytime temperature up to 45° C Ground temperature 26° C

BODENVEREISUNG ZUR HERSTELLUNG VON DREI QUERSCHLÄGEN

SHEUNG SHUI TO CHAU TAU TUNNEL, HONGKONG, CHINA

Kunde	Arbeitsgemeinschaft Intrafor – BSGL (Intrafor, Bachy Soletanche)
Arbeitsumfang	Erstellung von Frostkörpern zur Herstellung von 3 Querschlügen zwischen den Tunnelröhren Vereisung von 3 Querschlügen mit gleichzeitiger aktiver Oberflächenkühlung an der Gegenseite
Geologie/Hydrologie	3 Querschlüge liegen unter einem Feuchtbiotop im Bereich fließfähigen Bodens, daher musste die Bodenvereisung angewendet werden Gefahr durch Wassereinbruch, daher von der Tagesoberfläche kein Zugang möglich
Besonderheiten	Gefrierleistung 3 X 94 kW (aufgestellt an einer Stelle) 3 X 11 kW für aktive Oberflächenkühlung Gefrierrohre 72 Stück, Länge 5 m bis 8 m, Gesamtlänge ca. 500 m Messeinrichtung 163 Temperatur-Messfühler



GROUND FREEZING FOR EXCAVATION OF THREE CROSS-CUTS

SHEUNG SHUI TO CHAU TAU TUNNEL, HONGKONG, CHINA

Client	Joint venture Intrafor – BSGL (Intrafor, Bachy Soletanche)
Scope of Work	Creation of freeze bodies for the excavation of 3 cross-cuts between two tunnel tubes Freezing of the 3 cross-cuts with parallel running of active surface cooling at the opposite site
Geology/Hydrology	3 cross-cuts are under a wetland biotope with flowable soil Ground freezing was required Danger of an ingress of water, no approach from the surface possible
Special features	Installed freezing capacity 3 x 94 kW – placed on one spot 3 x 11 kW cooling capacity for active surface cooling 72 freeze pipes, 5 m – 8 m length, length in total about 500 m Measuring device – 163 temperature sensors

BODENVEREISUNG ZUR HERSTELLUNG VON QUERSCHLÄGEN

DIABOLO TUNNEL BRÜSSEL, BELGIEN

Kunde	Semt-Tunneling nv
Arbeitsumfang	Vereisung von zwei Querschlügen, max. 15 m Länge und zwei Verbindungen zu einem Notausgangsschacht
Geologie/Hydrologie	Wasserführende Mittel-/ Feinsande bis 30 m Tiefe
Besonderheiten	Zusätzliche Vereisung eines Querschlages von über Tage aus über bis zu 300 m lange, isolierte Rohrleitungen Intermittierender Betrieb der Gefriermaschinen zur Erhaltung der geplanten Größe des Frostkörpers Fernüberwachung der Messdaten und Maschinen über das Internet Arbeiten im Sicherheitsbereich des Flughafens innerhalb der Rollbahn



GROUND FREEZING FOR EXCAVATION OF CROSS-CUTS

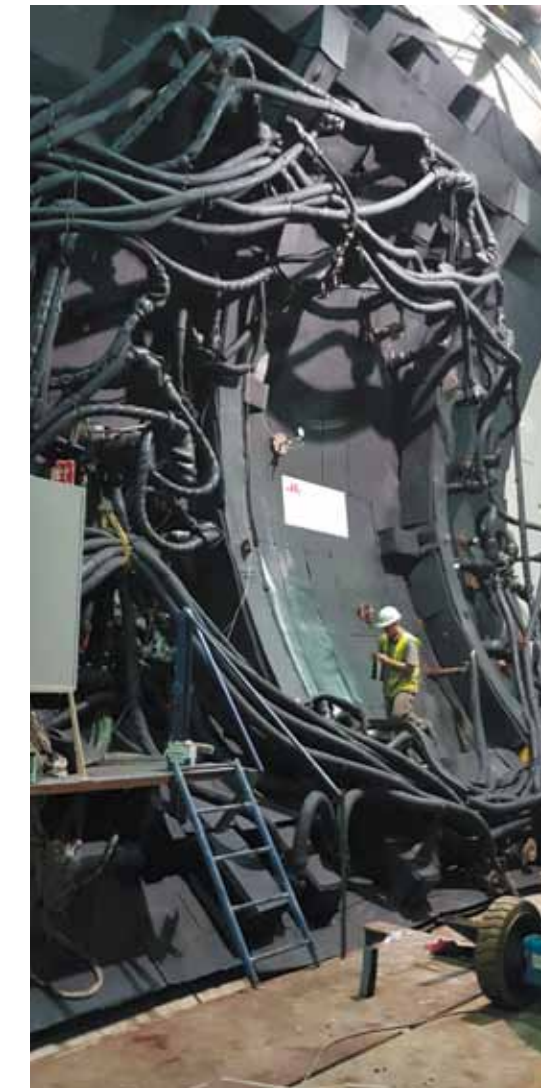
DIABOLO TUNNEL, BRUSSELS, BELGIUM

Client	Semt-Tunneling nv
Scope of Work	Freezing of two cross-cuts max. length 15 m and two connections to an escape shaft
Geology/Hydrology	Water-bearing medium/fine sands, down to 30 m depth
Special features	Freezing the soil for a cross-cut in the tunnel from surface via long, insulated pipelines – length approx. 300 m Intermittent operation of the freezing machines to maintain the designed size of the freeze body and prevent it from being overdimensioned Monitoring both data and freezing units remotely via the internet connection Operations in the security zone on the runway of the airport

BODENVEREISUNG ZUR HERSTELLUNG VON QUERSCHLÄGEN

ISMÄILIA STRASSENTUNNEL, KAIRO, ÄGYPTEN

Kunde	Bauer Egypt, Kairo
Arbeitsumfang	Gefrieren von 4 Querschlügen beim Bau des neuen Straßentunnelbauprojekts unter dem Suezkanal bei Ismāilia, ca. 100 km östlich von Kairo
Durchmesser Tunnel	11,30 m lichter Durchmesser pro Röhre
Länge Tunnel	2 x 4.830 m
Länge Querschläge	4 x 12,60 m
Tiefe der Querschläge	35 – 70 m
Gefriermaschinen	4 x 100 kW und 2 x 94 kW Standby
Gefrierrohre	40/50 Stück pro Querschlag
Temperaturrohre	6 Stück pro Querschlag
Bodenverhältnisse	Tiefer und flacher Ton, Sandstein, mittlerer bis sehr dichter Sand



GROUND FREEZING FOR CROSS-CUTS

ISMÄILIA ROAD TUNNEL, CAIRO, EGYPT

Client	Bauer Egypt, Cairo
Scope of work	Freezing of 4 cross passages in the construction of the new road tunnel project under the Suez Canal at Ismāilia, about 100 km east of Cairo
Diameter tunnel	11.30 m inner diameter per tube
Length of tunnel	2 x 4,830 m
Length of crossways	4 x 12.60 m
Depth of cross-cuts	35 – 70 m
Freezer units	4 x 100 kW und 2 x 94 kW standby
Freezing pipes	40/50 pieces cross-cut
Temperature tubes	6 pieces per cross-cut
Geology	Deep and shallow clay, sandstone, medium to very dense sand

BODENVEREISUNG ZUR HERSTELLUNG VON 4 QUERSCHLÄGEN ZUR UNTERQUERUNG DER WESER

WESERTUNNEL, DEUTSCHLAND

Kunde Arbeitsgemeinschaft Wesertunnel (Hochtief AG, P. Holzmann AG, L. Freytag GmbH, H. Hecker GmbH, M. Oetken GmbH)

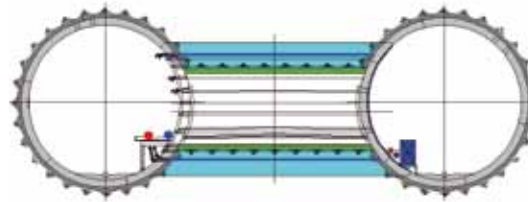
Arbeitsumfang Herstellung von 4 Frostkörpern zur Abdichtung und Verfestigung von Lockerböden zur Auffahrung von Querschlägen zwischen 2 Tunnelröhren

Geologie/Hydrologie 4 m bis 18 m starke Wattsandschichten mit Klei- und Torflagen
10 m starke Sandschicht mit eingelagerten Findlingen

Gefrierlochbohrungen 24 Gefrier- und 4 Temperaturüberwachungsrohre je Querschlag
Bohrlänge 12 m bis 15 m

Vereisung Herstellung eines ca. 2 m dicken, ringförmigen Frostkörpers zwischen den Tunnelröhren
Installierte Kälteleistung 2 x 465 kW
Aktive Kühlung in der anderen Tunnelröhre mit separaten Aggregaten (11 kW)

Besonderheiten Aufstellung der Gefrieraggregate an der Oberfläche am Startschacht
Versorgung der Querschläge durch ca. 1.600 m lange Rohrleitungen



GROUND FREEZING FOR EXCAVATION OF 4 CROSS-CUTS UNDER THE RIVER WESER

WESERTUNNEL, GERMANY

Client Joint venture Wesertunnel (Hochtief AG, P. Holzmann AG, L. Freytag GmbH, H. Hecker GmbH, M. Oetken GmbH)

Scope of Work Construction of 4 freeze bodies for proofing and stabilisation of loose soil for the excavation of cross-cuts between two tunnel tubes

Geology/Hydrology 4 m to 18 m thick sandy mud flats layers with inlets of clay and turf
10 m thick sand layer with embedded glacial boulders

Freeze hole drilling 24 freeze pipes and 4 temperature monitoring pipes for each cross-cut
Length 12 m up to 15 m

Ground freezing Freezing of a 2 m thick, circular freeze body between the tunnel tubes
Cooling capacity 2 x 465 kW
Active cooling in the other tunnel tube with separate aggregates (11 kW)

Special features Freeze equipment on the surface
Brine supply to the cross-cuts by 1,600 m long pipes

BODENVEREISUNG ZUR ABDICHTUNG EINES HDI-BLOCKS

FERNBAHNTUNNEL LOS 3

BERLIN, DEUTSCHLAND

Kunde Arbeitsgemeinschaft Hochtief AG, Bilfinger + Berger AG, Walter Bau AG

Arbeitsumfang Bodenvereisung zur Abdichtung und Stabilisierung eines undichten HDI-Blocks vor einem gefluteten Senkkasten

Geologie/Hydrologie Sand mit Braunkohleeinlagerungen, HDI-Material
Grundwasserspiegel oberflächennah
HDI-Block zwischen 10 m und 25 m Tiefe

Gefrierlochbohrungen Entlang des Senkkastens 184 Gefrierrohre in 3 Reihen

Vereisung Herstellung eines 60 m breiten, 15 m hohen (10 m bis 25 m Tiefe) und 3,50 m tiefen Frostkörpers
Isolierung der Gefrierrohre bis 10 m Tiefe
Installierte Kälteleistung 2 x 465 kW
Installation eines Heizsystems zum Abtauen des Frostkörpers



GROUND FREEZING FOR SEALING OF A DEEP SOIL MIXING BODY

FERNBAHNTUNNEL LOT 3

BERLIN, GERMANY

Client Joint venture Hochtief AG, Bilfinger + Berger AG, Walter Bau AG

Scope of work Ground Freezing for sealing and stabilisation a of leaking deep jet grouted block in front of a flooded caisson

Geologie/Hydrology Sand with lignite layers, jet grouted soil
Ground water level close to surface
Deep jet grouted soil between 10 m and 25 m depth

Freeze hole drilling 184 freeze pipes along the caisson in 3 rows

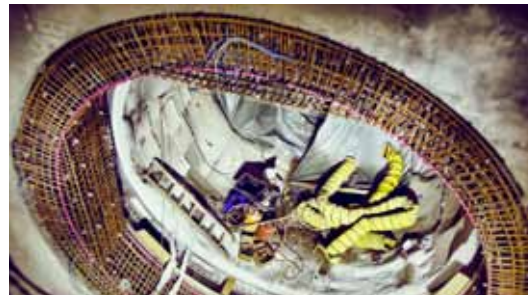
Ground freezing Formation of a 60 m wide, 15 m deep (from elevation -10 m to -25 m) freeze body with a thickness of 3.50 m
Insulation of freeze pipes up to 10 m depth
Installed cooling capacity 2 x 465 kW
Installation of an artificial heating system for thawing the frozen ground

BODENVEREISUNG ZUR HERSTELLUNG VON QUERSCHLÄGEN

FLUGHAFEN S-BAHN

HAMBURG, DEUTSCHLAND

Kunde	Arbeitsgemeinschaft Flughafen S-Bahn Hamburg BA 5-8 (Bilfinger + Berger AG, Hochtief Construction AG)
Arbeitsumfang	Bodenvereisung zur Herstellung von Querschlägen zwischen Senkkästen und 2 eingleisigen Tunnelröhren
Geologie/Hydrologie	Durchführung der Maßnahme bei ca. 35 m Tiefe
Gefrierlochbohrungen	Je Querschlag 12 und 20 Gefrierrohre und je 1 Temperaturmessrohr Länge der Bohrungen zwischen 2 m und 6 m
Vereisung	Herstellung eines ringförmigen Frostkörpers zwischen Senkkasten und Tunnelröhre
Besonderheiten	Tunnelein- und -ausgang abgedichtet durch Senkkasten Bauausführung mitten in einem städtischen Wohngebiet Installation der Rohrleitungen im Senkkasten vor der TBM-Durchfahrt



GROUND FREEZING FOR EXCAVATION OF CROSS-CUTS

AIRPORT URBAN RAIL SYSTEM

HAMBURG, GERMANY

Client	Joint venture Flughafen S-Bahn Hamburg BA 5-8 (Bilfinger + Berger AG, Hochtief Construction AG)
Scope of Work	Ground Freezing for construction of cross-cuts between caissons and 2 single rail tunnels
Geology/Hydrology	Operations undertaken at a depth of about 35 m
Freeze hole drilling	Between 12 and 20 freeze pipes and one temperature sensor pipe per cross-cut Holes drilled to a length of between 2 m and 6 m
Freezing process	Circular freeze body created between the caissons and the tunnel tubes
Special features	Tunnel entry and exit zones sealed off by a caisson Execution of construction works in the center of a municipally residential zone Installation of freeze pipes in the caisson before TBM-passage

BODENVEREISUNG FÜR DEN BERGMÄNNISCHEN VORTRIEB DES FAHRLACHTUNNELS

MANNHEIM, DEUTSCHLAND

Kunde	Arbeitsgemeinschaft Bilfinger + Berger und Hochtief AG
Arbeitsumfang	Abschnittsweise Herstellen eines insgesamt 184 m langen Frostkörpers als Schutz für den bergmännischen Vortrieb zweier Tunnelröhren durch einen Bahndamm
Geologie/Hydrologie	Flussterrasse mit quartären Ablagerungen aus Kies-, Sand- und Schluffschichten Tunnelfirste oberhalb des Grundwasserspiegels
Gefrierlochbohrungen	Mit Microtunnel-Bohrmaschinen von den Stirnwänden aus (Bohrdurchmesser 470 mm)
Besonderheiten	Herstellung von 42 Gefrierbohrlöchern in 92 m Länge bis ins vorher vereiste Querschott in Tunnelmitte Künstliche Bewässerung der über dem Grundwasserspiegel liegenden Tunnelfirste für den Aufbau des Frostkörper



GROUND FREEZING FOR CONVENTIONAL TUNNELING THE FAHRLACHTUNNEL PROJECT

MANNHEIM, GERMANY

Client	Joint venture Bilfinger + Berger and Hochtief AG
Scope of work	Phased development of a 184 m long freeze body to protect the twin-tube tunnel operation going through a railway embankment
Geology/Hydrology	Fluvial terrace with quaternary deposits of gravel, sand and silt The tunnel crown is situated above the ground water level
Freezing hole drilling	By means of micro tunnel boring machines (boring diameter 470 mm) from the face walls
Special features	Drilling off 42 freeze holes each with a length of 92 m to intersect with the pipe-frozen bulkhead crossing the tunnel Artificial irrigation was required for freezing the upper tunnel section as the tunnel crown was situated above the ground-water table



ONE TEAM – ONE GOAL