

STORY

Kuala Lumpur erobert den Untergrund.

Mit bahnbrechender Technologie made in Germany.

Autor: Adrian Greeman
Fotografie: Ming Thein

Ein großer Schritt zur Verbesserung der Verkehrsprobleme in Malaysias Hauptstadt mit ihren ca. 7 Millionen Einwohnern ist das neue Klang Valley Mass Rapid Transit (KVMRT) System. Für den Bau der anspruchsvollen unterirdischen Abschnitte mitten durch das Herz der Metropole gehen auch sechs neu entwickelte Variable-Density-TBM von Herrenknecht an den Start.

Alltag auf den Straßen von Kuala Lumpur.
Die 1,6 Millionen Einwohner müssen zu Stoßzeiten lange Wartezeiten auf ihrem Weg durch das Zentrum von Malaysias Hauptstadt einrechnen.

Auf dem internationalen Flughafen von Malaysia ist man im 21. Jahrhundert angekommen. Der Terminal mit seinen Gewölben kann den Vergleich mit jedem anderen modernen Flugknoten aufnehmen. Die Bahnverbindung von dort zu den Wolkenkratzern in Malaysias Hauptstadt dauert gerade einmal 50 Minuten. Sie führt durch mit neuen Stadtquartieren durchsetzte Palmölplantagen. Die zahlreichen, sich aneinanderreihenden Hochhausblocks beherbergen die schnell wachsende Bevölkerung.



Angespannte Verkehrssituation in der City

_____ Sobald man im belebten Zentrum angekommen ist, wird die Fortbewegung schwieriger. In den letzten Jahrzehnten sind eine eingleisige Triebwagenbahn sowie zwei S-Bahnlinien entstanden. Der Hauptverkehr verläuft jedoch über das Straßennetz, welches zwar weitläufig ist, zu Stoßzeiten aber hoffnungslos verstopft sein kann. Die meisten Menschen, die sich in den Einkaufszentren des „Golden Triangle“ drängen oder unter den monsunfesten Regenmarkisen sitzen, welche sich über die zahlreichen Straßenrestaurants mit ihrem Angebot an leckeren Speisen von Malaysisch und Chinesisch über Thai und Indisch spannen, werden sich für ihren Heimweg in ein Auto setzen.

Marcus Karakashian, Project Director bei dem neu gegründeten Unternehmen Mass Rapid Transit Corporation (MRT), berichtet uns, dass sich ein gut ausgebautes Netz von meist gebührenpflichtigen Stadtautobahnen über 70 Kilometer von „Greater Kuala Lumpur“ spannt. Es ist mit der Stadt gewachsen. Gefördert durch die Entwicklung einer eigenen Automobilindustrie, dem Unternehmen Proton, ist der Anteil der Autobesitzer jedoch hoch. Und so müssen die Bewohner während der Hauptverkehrszeiten lange Wartezeiten hinnehmen.



Bis 2020 soll Kuala Lumpur zu den 20 lebenswertesten Städten der Welt gehören.

„Insbesondere seit der Unabhängigkeit 1957 ist die Bevölkerung der Stadt enorm angewachsen.“

Marcus Karakashian, Project Director MRT

Bevölkerungswachstum verschärft Verkehrsprobleme

_____ Karakashian überwacht den Bau eines neuen öffentlichen Transportsystems, das Abhilfe schaffen soll. Im Büro der MRT Corporation, einem von der Regierung als Auftraggeber für das Projekt gegründeten Unternehmen, zeichnet er die Form der Stadt an eine weiße Tafel. „Insbesondere seit der Unabhängigkeit 1957 ist die Bevölkerung der Stadt enorm angewachsen“, erklärt er. Kuala Lumpur erstreckt sich über eine Fläche von 243 Quadratkilometern und die Bevölkerungsanzahl wurde im Jahr 2012 auf 1,6 Millionen geschätzt. Im gesamten Ballungsraum leben sogar ca. 7 Millionen Menschen. „In einigen Jahren könnten sich die Verkehrsprobleme der Stadt noch weiter verschärft haben“, befürchtet Karakashian. Dass es jetzt schon nahezu unmöglich ist, einen Parkplatz im Zentrum zu finden, haben wir auf unserem Weg zu den Büros der MRT Corporation selbst feststellen können.

„Es ist nicht gut für eine moderne Stadt, wenn die Leute nicht mobil sind“, bemerkt er. Und es passt auch nicht zu den Bestrebungen der Stadt, eine der Top-Städte und Geschäftsadressen weltweit zu werden und bis 2020 auf die Liste der 20 „lebenswertesten Städte“ zu gelangen. Die heftigen, saisonalen Monsunregen verschlimmern die Situation noch. „Wenn die Wetterlage ungünstig ist, wird alles noch schwieriger“, erklärt uns Karakashian. Und so wurde die vom Großauftragnehmer MMC-Gamuda 2010 entwickelte und der Regierung vorgeschlagene Verkehrsneuplanung gerne aufgegriffen.



Drei Metrolinien sollen später für reibungslosen Verkehr in der Stadt sorgen. Als erste wird von Westen nach Osten die Blaue Linie gebaut.

„Zwei Linien verlaufen durch die Stadt und eine dritte Ringlinie verbindet sie mit den existierenden Lokalbahnen.“

Satpal Bhogal, Project Director MMC-Gamuda

Das Gesamtkonzept: drei neue Metro-Linien für Kuala Lumpur

„Das Gesamtkonzept umfasst drei Linien. Zwei verlaufen von Nordwesten nach Südosten durch die Stadt und eine dritte Ringlinie verbindet sie mit den existierenden Lokalbahnen“, sagt Satpal Bhogal, während er in

seinem geräumigen Büro am Projekthauptsitz des Auftragnehmers in einem der neuen Büro- und Einzelhandelskomplexe am südlichen Rand des Stadtzentrums sitzt. Bhogal ist Project Director für den Joint-Venture-Auftragnehmer MMC-Gamuda und für den zentralen Tunnelbauabschnitt des Projekts verantwortlich.

„Bis jetzt hat die Regierung die erste Linie, die von Sungai-Buloh nach Kajang im Süden führt, genehmigt“, erklärt er. Der Startschuss fiel im Juli 2011. Die Entscheidungen über die zweite und dritte Linie stehen noch aus.

Die erste Linie hat von Nordosten bis Südwesten eine Gesamtlänge von 51 Kilometern. Ein großer Teil verläuft über ein Viadukt entlang des Klang Valley, die ausgedehnteste Zone städtischer Zersiedlung der wachsenden Stadt. Es gibt jedoch auch einen schwierigen unterirdischen Bauabschnitt durch die Innenstadt, der am Hauptbahnhof, durch das Geschäftsviertel mit den berühmten Petronas Twin Towers und das belebte Golden Triangle verläuft. Eine der großen Herausforderungen für das Projekt ist der Bukit Bintang U-Bahnhof, der in die engen Gassen mit ihren Läden, Lebensmittelständen und Bars hineingebaut werden muss.



Oben: **Satpal Bhogal, Project Director** für den Joint-Venture-Auftragnehmer MMC-Gamuda.

Unten: **KVMRT schafft neue Verbindungen** für Kuala Lumpur und entlastet das strapazierte Straßennetz der Stadt.

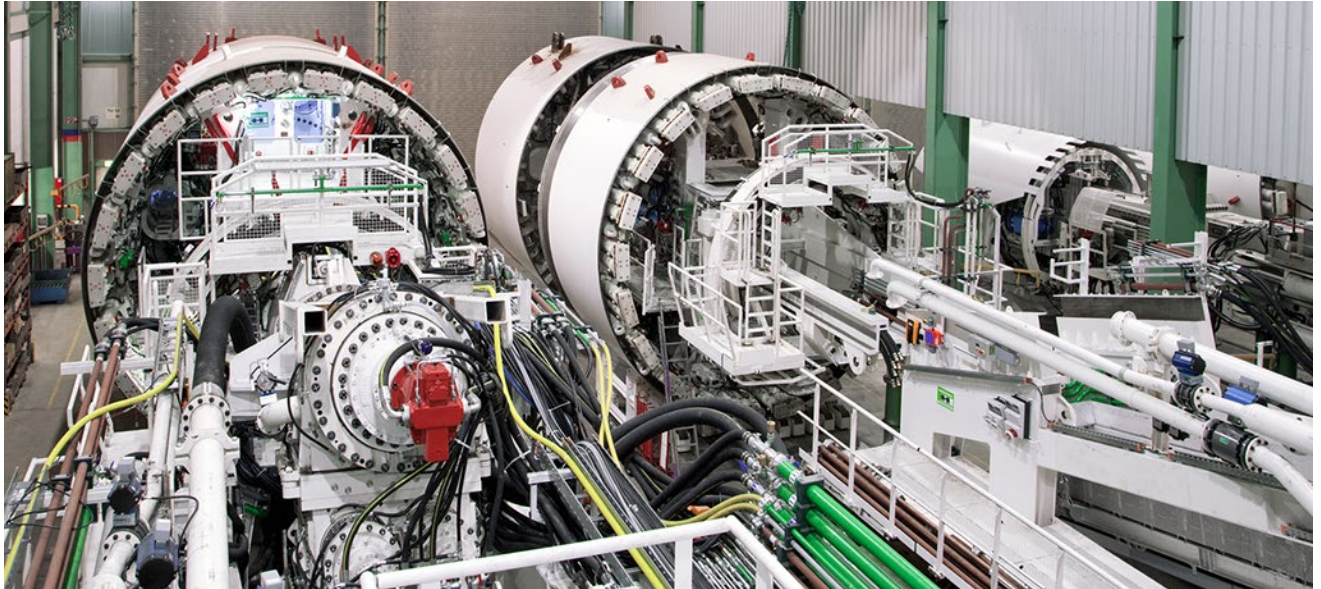
Gemeinsam für das MRT-Mega-Projekt

_____ MMC-Gamuda, ein in Malaysia gut aufgestelltes Unternehmen, hat im Rahmen des Gesamtprojekts zwei Rollen übernommen. Das Unternehmen wurde von der Regierung als spezieller „Project Delivery Partner“ (PDP) ins Team geholt, um gemeinsam mit der MRT Corporation die Bauleitung der gesamten Linie zu überwachen. Darunter fällt vor allen Dingen das Hochbahnviadukt, einschließlich der zirka 24 Hochbahnhöfe, die der PDP in einer Reihe von Auftragspaketen vergeben hat. Sie werden derzeit von verschiedenen Auftragnehmern umgesetzt.

„Tatsächlich war MMC-Gamuda aber an dem 9,5 Kilometer langen, zentralen Tunnelbauabschnitt mit seinen 7 U-Bahnhöfen interessiert“, so Karakashian. Dieser Tunnelbauabschnitt wurde als ein einziger Konstruktions- und Bauauftrag an MMC-Gamuda vergeben und ist vielleicht Malaysias größter, aber auch weltweit kein kleiner Einzelauftrag. „Es gab eine offene internationale Ausschreibung, und die Regierung ermöglichte dem Unternehmen daran teilzunehmen“, führt Karakashian aus. „Sie haben den Zuschlag über einen Betrag von 8,28 Milliarden MYR (1,85 Milliarden EUR) auf Grund ihrer technischen Kompetenz erhalten und natürlich auch, weil sie das günstigste Angebot gemacht haben.“ Als wichtigste Berater sind Mott MacDonald und Aecom im Joint Venture vertreten. Bei diesem wichtigen Auftragspaket übernimmt MMC-Gamuda natürlich nicht die PDP-Rolle, hier überwacht der Auftraggeber MRT Corporation unmittelbar die Ausführung.

Mittendrin: neue Technik von Herrenknecht

_____ Die Tunnelstrecke verläuft mitten durch das geschäftige Herz der Stadt. Die Doppelröhrentunnel und U-Bahnhöfe sind die größte Herausforderung des gesamten MRT-Projekts. MMC-Gamuda fühlte sich ihr auf Grund



Herrenknecht liefert für MMC-Gamuda maßgeschneiderte Tunnelvortriebstechnik nach Kuala Lumpur.

vorhandener Erfahrungen aus vergangenen Projekten gewachsen und nahm sie gerne an.

Es gibt drei Baugründe in der Stadt, harte Granitfelsen, eine weichere gemischte Geologie, die man als Kenny Hill Formation bezeichnet, und Kalksteinzonen. Durch die letzten beiden verläuft die U-Bahnlinie. „Die Kenny Hill Formation besteht aus relativ gut durchmischem weichem Tunnelbaugrund, aber der Kalkstein an der östlichen Seite ist stark verkarstet und weist eine Vielzahl von Rissen, Kavernen, gefüllten Karsthöhlen und unvermittelten Hohlräumen auf“, erklärt uns Bhogal. Abrupte Absenkungen im Fels sind an der Tagesordnung.

Es gibt kaum schwierigere Geologien für eine TBM. Und genau hier sollte das neue „Variable-Density-Konzept“ von Herrenknecht seine Überlegenheit unter Beweis stellen. Die ersten 1.100 Meter Vortrieb sind gerade bewältigt und sechs der neu konzipierten TBM stehen vor Ort für das Projekt zur Verfügung.

„Verkarsteter Kalkstein ist nahezu der schwierigste Baugrund, den man als Tunnelbauer vorfinden kann.“

Gusztáv Klados, Project Manager MMC-Gamuda



Oben: Das Schneidrad der Variable-Density-TBM ist für den Abbau der verschiedenen Baugründe mit Schneidrollen und Schälmessern bestückt.

Unten: **Gusztáv Klados**, Project Manager bei MMC-Gamuda und damit wichtigster Mann für die Tunnelbauarbeiten.

Erfahrene Ingenieure für anspruchsvolle Geologie

Der geborene Ungar Gusztáv Klados ist ein erfahrener Tunnelbauingenieur. Mit seiner imposanten Erscheinung und seinem beredten Fachwissen ist er der Tunnelbaugemeinschaft wohlbekannt. Er war bei zahlreichen Projekten dabei, angefangen vom Kanaltunnel über die Budapester U-Bahn bis zu vielen Projekten in Südostasien. Nun ist er als Project Manager und damit wichtigster Mann für die Tunnelbauarbeiten zurück in Kuala Lumpur.

Vor einem der Cafés im schattigen Innenhof des Bürokomplexes, in dem auch MMC-Gamuda seine Geschäftsräume hat, spricht er mit uns über die Herausforderungen. „Verkarsteter Kalkstein ist nahezu der schwierigste Baugrund, den man als Tunnelbauer vorfinden kann“, führt er aus. Er wird es wissen, denn er war bereits bei Kuala Lumpurs erstem Großprojekt in diesen Baugrund mit von der Partie, dem legendären 2007 fertig gestellten SMART-Tunnel. Das außergewöhnliche Vorhaben eines einzigartigen kombinierten Monsun-Hochwasser-Tunnels, der bei trockenen Wetterbedingungen als Entlastungsstraße dient, wurde von MMC-Gamuda erfolgreich mit zwei gigantischen Herrenknecht-Mixschilden mit einem Durchmesser von jeweils 13,8 Metern umgesetzt. Dabei traten jedoch auch Probleme auf, einschließlich einiger Setzungen und Beschädigungen an Gebäuden.

Die Schwierigkeit ist, dass der Fels mit Hohlräumen durchzogen ist, die leer oder mit weichem fließendem Boden und Wasser gefüllt sein können. Hinzu kommt, dass viele dieser Hohlräume miteinander verbunden sind. „Sie können sich über mehr als einen Kilometer erstrecken und ein Höhlensystem bilden, von dem jeder Höhlenforscher träumen würde“, erklärt Klados. Aber auch die alten Bleiminenanlagen haben in Kuala Lumpur ihre Spuren hinterlassen, das heißt, es gibt etliche Zonen, die mit altem Minenabraum verfüllt sind, der nicht standfest ist. Das bedeutet, dass der Vortrieb nicht nur plötzlich in Druckwasser oder weichen Aбраum führen kann, sondern dass Setzungen aus solchen Zuströmen weit entfernt von der Tunnelstrecke an die Oberfläche treten können.

„Die dichtere Suspension fließt im Gegensatz zu normalem Bentonit nicht einfach in einen Hohlraum ab.“

Gusztáv Klados, Project Manager MMC-Gamuda



Alle Komponenten wurden mit Hilfe eines Kranes in den gut 30 Meter tiefen Startschacht abgelassen.

Die Idee: eine dichtere Suspension für schwierige Mischböden

Beim Einsatz von Herrenknecht-Mixschilden für das SMART-Projekt wurden die Herausforderungen besonders deutlich. Das flüssigkeitsgestützte Verfahren ermöglicht eine präzise Ortsbruststützung über ein automatisch geregeltes Luftpolster. Wenn jedoch unvermittelt Hohlräume auftraten, konnte die Bentonit-Mischung unaufhaltsam abfließen. Diese Herausforderung hat den Auftragnehmer auf neue Ideen gebracht, wie man mit solchen Baugründen verfahren kann. In einem ersten Schritt wurden umfassende Bodenanalysen entlang der Streckenführung vorgenommen, um Hohlräume und Risse zu lokalisieren und sie soweit als möglich mit Mörtel abzudichten. „Manche Hohlräume haben bis zu 60 Kubikmeter Mörtel geschluckt“, sagt Klados, „und andere findet man erst gar nicht.“

Als Schlussfolgerung kam das Team auf die Idee, zum Ausgleich der Grundwasser- und Erddrücke an der Ortsbrust eine dichtere Bohrspülung zu verwenden. Zurück in seinem Büro skizziert Klados schnell ein Diagramm, das den Druckanstieg bei dick- und dünnflüssiger Suspension verdeutlicht. Wenn man die Kurve für normales Bentonit extrapoliert, sieht man, dass sie die Oberflächenlinie schneidet, während dies bei der steilen Kurve für dichteres Material nicht der Fall ist. „Das bedeutet, die Suspension kommt nicht an die Oberfläche“, erklärt er

stolz, „im Gegensatz zu einer normalen Bentonit-Mischung fließt sie auch nicht einfach in einen Hohlraum ab.“



Oben: Die speziell für die Variable-Density-TBM entwickelte dichte Suspension lagert in separaten Bentonittanks.

Unten: Der Vortriebsfortschritt wird während des gesamten Prozesses überwacht und aufgezeichnet.

Die Innovation: Herrenknecht entwickelt die Variable-Density-Technologie

_____ MMC-Gamuda bat Herrenknecht, die Idee umzusetzen. Die Aufgabe für das Unternehmen bestand einerseits darin herauszufinden, wie man ohne übermäßige Kosten eine dickflüssigere und dichtere Bohrspülung herstellt, und andererseits ein Verfahren zu entwickeln, wie man damit auf einer TBM arbeiten kann. Nach umfangreichen Entwicklungsphasen und gemeinsam mit Universitäten wie Bochum durchgeführten Forschungsarbeiten kam man zu dem Ergebnis, eine mit Kalksteinstaub verdickte Bohrspülung einzusetzen.

Für den Einsatz dieser dickflüssigen und dichten Suspension mussten konstruktive Änderungen vorgenommen werden. Für die verdickte Suspension benötigt man beispielsweise eine Betonpumpe statt einer normalen Pumpe. Die dickflüssige Bohrspülung durchfließt die Abbaukammer nicht einfach, um den Abraum zurück an die Oberfläche zu transportieren. Zur Materialförderung muss die TBM daher sowohl die Eigenschaften eines EPB-Schildes als auch die eines flüssigkeitsgestützten Schildes miteinander kombinieren. Wie bei einem Mixschild wird über einen normalen Slurry-Kreislauf die Ortsbrust mit Hilfe eines kompressiblen Luftpolsters gestützt.

Mit einer zusätzlichen Rohrleitung wird nun die dickflüssige Bohrspülung eingeleitet, um die Suspension an der Ortsbrust einzudicken. Die Menge des hinzugefügten Materials variiert je nach geologischen Bedingungen. Dieser verdickte Erdbrei kann jedoch nicht einfach mittels einer Förderleitung aus der Abbaukammer abgesaugt werden. Daher wird wie bei einem EPB-Schild eine Förderschnecke eingesetzt. Diese wirft den verdickten Abraum jedoch nicht auf ein Förderband ab, sondern führt ihn in eine spezielle „Slurryfier Box“. Diese besteht aus einer Crusher Box zum Zerkleinern größerer Felsbrocken und aus einer Mischeinheit, die den Erdbrei mit dünnflüssiger, normaler Bohrspülung vermengt.

Mit dieser verdünnten Suspension kann die Maschine wieder im normalen Flüssigkeitsmodus arbeiten. Die Bohrspülung und der Abraum werden über Rohrleitungen an die Oberfläche gepumpt, wo das Bodenmaterial in einer Separationsanlage herausgefiltert wird.

Maschinenumbau von Flüssig- auf Bandförderung direkt im Tunnel

_____ Ein zusätzlicher Vorteil dieser Konfiguration besteht darin, dass die TBM durch einen Wechsel von Flüssig- auf Bandförderung direkt im Tunnel schnell in einen normalen EPB-Schild umgebaut werden kann. Der Nachläufer ist genau für diesen Zweck auf der gesamten Länge mit einem Förderband



Auf dem Nachläufer sind hydraulische Rohrleitungen und ein Förderband installiert. Das ermöglicht den Wechsel des Betriebsmodus ohne größere Umbauten am Nachläufer.

ausgestattet. Eine kurze Bandverlängerung am Kopf des Nachläufers wird erst dann ausgefahren, wenn der Umbau zum EPB-Schild stattfindet.

Für das Projekt in Kuala Lumpur betreibt MMC-Gamuda zur Zeit fünf dieser Maschinen und eine weitere steht als Reserve zur Verfügung. Das Unternehmen setzt außerdem zwei konventionelle Erddruckschilde von Herrenknecht sowie zwei weitere EPB-Schilde für Vortriebsarbeiten in der Kenny Hill Formation ein. Die TBM für den Vortrieb der einspurigen Tunnel haben jeweils einen Durchmesser von 6,62 Metern.

„Zwei TBM sind in Richtung Norden und zwei in Richtung Süden unterwegs – und sie haben gute Arbeit geleistet.“

Gusztáv Klados, Project Manager MMC-Gamuda



Teilabschnitte der einspurigen Tunnel mit einem Durchmesser von jeweils 6,62 m sind bereits fertiggestellt.

Volle TBM-Power in Nord und Süd

Die Mehrzahl der Variable-Density-TBM hat ihre Arbeit aufgenommen: Vier Maschinen sind in der Station Cochrane im südlichen Abschnitt der Tunnelstrecke gestartet. Ähnlich wie bei mehreren anderen Bahnhöfen in der Kalksteinzone handelt es sich hier um einen Aushub in mehr als 30 Metern Tiefe, gestützt von Pfahlwänden im oberen Bereich. Diese wurden durch die Überdeckung getrieben, im darunter liegenden Kalkstein wurde das Drill & Blast-Verfahren angewendet. Der Bahnhof ist die Hauptbasis des Auftragnehmers, der dort in der Nähe ein großes, gut ausgestattetes Work Camp, Büros sowie eine große Separationsanlage für die vier Maschinen unterhält. In einer Reihe großer Silos wird die speziell mit Kalkstein angereicherte Bentonit-Suspension vorgehalten.

„Zwei TBM sind in Richtung Norden unterwegs, die erste davon ist im Mai 2013 gestartet, und zwei sind im September 2013 Richtung Süden an den Start gegangen“, erklärt Klados. „Und sie haben gute Arbeit geleistet“, fügt er hinzu. Zwei der TBM werden auf ihrem Weg den Übergang von Kalkstein zur Kenny Hill Formation queren. „Für die verbleibende Haltung werden sie in den EPB-Modus mit Trockenförderung wechseln“, erklärt Lorenz Nummsen, Local Herrenknecht Manager vor Ort. Die Arbeiten werden nur ein paar Tage dauern, da Variable-Density-Maschinen für eine schnelle Umstellung ausgelegt sind.

Erster Durchbruch mit Variable-Density-TBM im Januar 2014

Die erste Maschine ist nach Norden unterwegs. In der Zwischenzeit hat die zweite TBM ihren Vortrieb vom Bahnhof Cochrane kommend Anfang Januar ohne ernsthafte Pannen bewältigt. Der Durchbruch wurde am 9. Januar öffentlich gefeiert. „Beide Maschinen haben gute Leistungen erzielt“, sagt Klados, „im Durchschnitt 7 bis 8 Tübbingringe am Tag und an guten Tagen sogar 11. Da die Tübbinge 1,4 Meter breit sind, macht das ca. 12 Meter am Tag!“

„Wir verwenden einen universellen Tübbingring aus 7 Segmenten mit einem halben Schlussstein und, das erste Mal in Malaysia, Stahlfaserbewehrung“, verrät uns Klados. Die Tübbinge werden mit Präzisionsschalungen von Herrenknecht Formwork von Zulieferern außerhalb Kuala Lumpurs hergestellt.

Sie werden mit einem Kran zu den Maschinen am Aushub am Bahnhof Cochrane gebracht und dann mit gummibereiften Tübbingfahrzeugen von Techni-Métal Systèmes Frankreich durch den Tunnel befördert. Die Fahrzeuge sind ebenfalls im Lieferumfang von Herrenknecht enthalten, da Herrenknecht das Unternehmen vor zwei Jahren erworben hat.



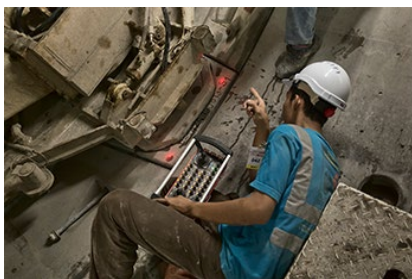
09.01.2014: Der weltweit erste Durchbruch mit einer Variable-Density-TBM in der Hauptstadt von Malaysia.

„Ich bin Ingenieur und nicht Verkäufer, aber das ist die Technologie der Zukunft.“

Lorenz Nummsen, Senior Technical Manager Herrenknecht Services Malaysia

Gute Chancen für den Bau weiterer Linien

Das Team des Auftragnehmers ist begeistert von der Leistung der Maschinen, die die potentiellen Probleme auf Grund der Hohlräume im Karstgestein bisher problemlos bewältigt haben. Nun drücken die Mitarbeiter des Teams die Daumen, dass der Erfolg anhält und die Ausrüstung und die erworbenen Erfahrungen ihnen für die nächsten Bauabschnitte der U-Bahn nützen werden. Voraussetzung ist natürlich, dass sich die malaysische Regierung entschließt, das Projekt fortzusetzen.



7 bis 8 Tübbingringe werden im Durchschnitt pro Tag verbaut – das sichert einen reibungslosen Tunnelvortrieb.



Adrian Greeman, Journalist und Fotograf, berichtet seit über 30 Jahren über interessante Bauprojekte. Anfang 2014 reiste er für Herrenknecht nach Kuala Lumpur und begleitete vor Ort den weltweit ersten Durchbruch einer Variable-Density-TBM.

Für Herrenknechts Vertreter vor Ort hat der bisherige Fortschritt das neue Maschinendesign längst gerechtfertigt, vor allen Dingen bei verkarsteten Baugründen, die es ja in vielen Ländern gibt. „Hören Sie, ich bin Ingenieur und nicht Verkäufer, aber das ist die Technologie der Zukunft, und nicht nur für Kalksteinzonen“, sagt Lorenz Nummsen. „Das Konzept ist ideal für vielerlei Arten von Mischböden.“

Wenn der Bau der nächsten beiden U-Bahnlinien beschlossen wird, besteht die Chance, dass die TBM weiter in Kuala Lumpur zum Einsatz kommen. MMC-Gamuda möchte sich wieder an einer Ausschreibung beteiligen. Das Unternehmen geht davon aus, dass es auf Grund seiner Expertise und den nahezu neuen TBM, die nach abgeschlossenem Arbeitseinsatz für einen neuen Auftrag zur Verfügung stehen würden, gute Chancen hat.

Aktuell: TBM im Einsatz

Inzwischen wurden mit den fünf installierten Variable-Density-TBM mehr als 5.000 m in schwieriger Geologie aufgefahren. Alle fünf wurden auf den ersten Teilstrecken ausschließlich im flüssigkeitsgestützten Modus mit dünnflüssiger oder dichter Suspension eingesetzt. Zwei der Maschinen werden für den Übergang vom Kuala Lumpur Limestone auf die Kenny Hill Formation auf den EPB-Modus mit Trockenförderung umgestellt.

Maschinendaten

- › 6 × Variable-Density-TBM, S-774–S-779
- › 2 × EPB-Schild, S-796, S-797
- › Durchmesser: 6.620 mm
- › Schneidradleistung: 1.280 kW

Projektdaten

- › Tunnellänge: 11.400 m (gesamt)
- › Geologie: Kenny Hill Formation, Kuala Lumpur Karstic Limestone
- › Auftraggeber: MMC-Gamuda KVMRT (T) Sdn Bhd

HERRENKNECHT AG
77963 Schwanau
Deutschland
Tel. +49 7824 302-0
Fax +49 7824 3403
pr@herrenknecht.com
www.herrenknecht.com

