

## Finnetunnel: Stand der Bauarbeiten

Chr. Korndörfer

Über den Finnetunnel wurde bereits in tunnel 6/2007, S. 52, und tunnel 1/2009, S. 18, berichtet. Im Folgenden wird der aktuelle Stand der Bauarbeiten dargestellt und hierbei insbesondere auf den erfolgten Umbau beider TVM vom Hydro in den Open mode, den Verschiebung der 1. TVM nach erfolgtem Durchschlag und den Einbau der Tunnelsohle nach Abschluss der Vortriebsarbeiten eingegangen. Ausführliche Informationen zum Umbau der TVM, siehe Tagungsband zur STUVA-Tagung 2009, Forschung + Praxis 43, S. 175 ff.

Der Finnetunnel ist mit einer Gesamtlänge von 6969 m der längste Tunnel der Neubaustrecke Erfurt–Leipzig/Halle der DB AG und der einzige Tunnel auf der gesamten Strecke zwischen München und Berlin, bei dem beide Röhren mit 2 TVM versetzt aufgeföhren werden.

Der Tunnel besteht aus 2 parallelen Röhren mit einem Außendurchmesser von 10,87 m, einem 45 cm dicken Tübbingausbau und Verbindungsstollen mit einem Maximalabstand von 500 m zwischen den Röhren. Damit ergeben sich 13 Flucht- und Rettungsstollen sowie 3 Technikstollen.

Dipl.-Ing. Christian Korndörfer,  
Projektleiter, Wayss & Freytag  
Ingenieurbau AG, Bereich  
Tunnelbau, Frankfurt am Main/D

Im Dezember 2006 wurde von Seiten der DB AG, vertreten durch die DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Südost, der Auftrag an die Arbeitsgemeinschaft Finnetunnel, bestehend aus Wayss & Freytag Ingenieurbau AG Frankfurt/D, Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG München/D, Porr Technobau und Umwelt GmbH München/D und Porr Tunnelbau GmbH Wien/A vergeben.

### 1 Untertägiger Umbau der TVM vom Hydro in den Open mode

Aufgrund der anstehenden Geologie war ein vom Hydro Mode (Tunnelmeter 0–1550) auf den Open Mode (Tunnelmeter 1551–6822) umbaubarer Mixschild ausgeschrieben, welcher auch so zur Anwendung kam. Den Auftrag für die Lie-

## Finne Tunnel: Stage reached by Construction Work

Chr. Korndörfer

Tunnel 6/2007, pp. 52 and tunnel 1/2009, pp. 18 carried reports on progress made on the Finne Tunnel. The following article presents the current stage reached by work, especially relating to the successful conversion of the 2 tunnelling machines from slurry to open mode, relocating the 1st machine after a successful breakthrough and the installation of the tunnel invert after the conclusion of driving operations. For more detailed information relating to the conversion of the machines please see the proceedings for the 2009 STUVA Conference, Research + Practice 43, pp. 175.

The 6,969 m Finne Tunnel is the longest on the DB AG's new Erfurt–Leipzig–Halle route and the sole tunnel on the entire section between Munich and Berlin, whose tubes are being constructed one after the other with 2 tunnel boring machines.

The tunnel constitutes 2 parallel tubes with 10.87 m external diameter, a 45 cm thick segmental lining and cross-passages with a maximum gap of 500 m between the tubes. As a result there are 13 escape and rescue passages as well as 3 for technical purposes.

In December 2006 the DB AG, represented by the DB ProjektBau GmbH, Regional Division South-east, awarded the contract to the Finne Tunnel JV consisting of Wayss & Freytag Ingenieurbau AG Frankfurt/D, Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG Munich/D, Porr Technobau und

Umwelt GmbH Munich/D and Porr Tunnelbau GmbH Vienna/A.

### 1 Converting the Machines from Slurry to Open Mode Underground

A convertible Mix-Shield was called for and also employed, which could be changed from slurry mode (tunnel metre 0–1,550) to open mode (tunnel metre 1,551–6822), on account of the prevailing geology. The Herrenknecht AG received the contract to supply the 2 tunnelling machines in April 2007. The TBMs were deployed one after the other in the slurry mode

Dipl.-Ing. Christian Korndörfer,  
Project Manager, Wayss &  
Freytag Ingenieurbau AG,  
Tunnelling Division,  
Frankfurt am Main/D

ferung der beiden TVM erhielt im April 2007 die Herrenknecht AG. Die TVM wurden im Bereich des Hydro Mode nacheinander eingesetzt. Dies hatte den Vorteil, dass zum einen die Separieranlagentechnik für die ersten 1500 m nicht für beide Maschinen ausgelegt werden musste, zum anderen konnten die Erkenntnisse aus der 1. TVM-Fahrt in die Konzeption der 2. TVM-Fahrt übernommen werden. Optimierungen während des Hydroschild-Vortriebs von Maschine 1 wurden während des Aufbaus von Maschine 2 berücksichtigt und zusätzlich notwendige Installationen und Umbauten getätigt. Die gesamten Hydro-Schildkomponenten wurden ausgebaut und auf der 2. TVM nochmals verwendet (Schleusen, Förder- und Speisepumpen, Steinbrecher-Hydraulikaggregat, Sauerstoffanlage, Samson-Druckluftregel-einheit, Teleskoprohrleger, etc.).

### 1.1 Geologie und Hydrogeologie

Der Baugrund ist im Bereich des Finnetunnels auf der gesamten Länge aus triassischen Sedimentgesteinen aufgebaut. Auf den ersten 1500 m wurden Gesteine des Keupers, des Muschelkalks und des Buntsandsteins durchfahren. Die Wechselfolgen aus Tonmergel-, Kalk-, Schluff-, Sandsteinen und Tonen



1 Obertägige Wasserhaltung

1 Surface drainage

waren in diesem Bereich durch die Finnestörung beeinflusst, die – entsprechend der Prognose – in Form von 2 Hauptstörungen und zahlreichen Nebenstörungen zu erwarten war.

Da der bis 50 m über Firste anstehende Bergwasserspiegel nicht durch eine obertägige Wasserhaltung abgesenkt werden konnte und ständige Wechsel zwischen standfestem Fels und stark zerrüttetem Gebirge bis hin zum Lockergestein im Bereich der Störungen zu erwarten waren, erfolgte der Vortrieb hier im Hydro Mode. Mit zunehmender Entfernung von der Finnestörung wurde eine deutlich bessere Gebirgsqualität erwartet und auch angetroffen. Ab TM 1550 wurde

sector. This had the advantage first of all that the separation plant technology for the first 1,500 m did not have to be set up for both machines. Secondly the recognitions gained during the first TBM passage could be taken over for the second one. Optimisations during the slurry shield drive of Machine 1 were taken into account during the assembly of Machine 2 and installations and modifications that were required carried out. The entire slurry shield components were removed and used again for the second TBM (locks, delivery and feed pumps, rock crusher hydraulic aggregate, oxygen plant, Samson compressed air control unit, telescopic pipe layer etc.).

### 1.1 Geology and Hydrogeology

The subsoil consists of Triassic sedimentary rocks along the entire route for the Finne Tunnel. Over the first 1,500 m keuper, shell lime and coloured sandstone rocks are encountered. Intermittent layers of clay marl, lime, silt, sandstones and clays are influenced in this sector by the Finne Fault, which – in keeping with the prognosis – was to be anticipated in the form of 2 main faults and numerous secondary ones.

As the underground water table present up to 50 m above the roof could not be lowered by means of a surface drainage system and a constant interchange between stable rock and pronouncedly fractured rock extending right up to loose ground in the vicinity of the faults prevailed, the drive here was undertaken in slurry mode. As the distance from the Finne Fault increased considerably better rock quality was expected and also encountered. As from TM 1,550 a surface water drainage system using pairs of drilled wells (Fig. 1) was executed in keeping with planning approval, which was and still is operated in advance of the drive so that a minimal effect on the existing groundwater conditions is assured. The fact that no water drainage was permitted by the planning approval



2 Geotechnische Verhältnisse an der Ortsbrust

2 Geotechnical conditions at the face

gemäß Planfeststellung eine obertägige Wasserhaltung über paarweise angeordnete Bohrbrunnen durchgeführt (Bild 1), die dem Vortrieb vorlaufend betrieben wurde und wird, sodass eine minimale Beeinflussung der anstehenden Grundwasserhältnisse sichergestellt ist. Durch die Festlegung der Planfeststellung auf den ersten 1550 m keine Wasserhaltung zuzulassen, musste mit dem Hydro Mode nach Durchörterung der Störzonen auf den letzten 300 m (TM 1250–1550) ein weitgehend standfestes Gebirge durchfahren werden. Die konkrete Umbauposition wurde dann für jede TVM anhand der in situ angeordneten Gebirgsverhältnisse im Übergangsbereich zur Wasserhaltung festgelegt.

Die mit Annäherung der ersten TVM an die planmäßige Umbaustation angetroffenen Sandsteine wiesen bankgebundene stark wechselnde Festigkeiten auf. Es wurden sowohl mürbe, von Hand zerdrückbare, als auch relativ harte Sandsteine mit Mächtigkeiten von wenigen Zentimetern bis hin zu mehreren Metern angetroffen. Diese lagen in Wechsellagerung mit veränderlich festen Tonsteinen mit Mächtigkeiten zwischen wenigen Millimetern und mehreren Metern. Die Bergwasserzutritte schwankten zwischen Tropfwasser und 1 l/s. Obwohl bei allen angetroffenen Gesteinsvarianten im laufenden Regelvortrieb maximal kleinere Ausbrüche im Bereich der Firste auftraten, lagen zu längeren ungestützten Stillständen in dieser Geologie keine Erfahrungen vor. Eine möglichst kompakte, harte Sandsteinbank im Firstbereich wurde daher als sicherste Lösung favorisiert. Aufgrund der in Vortriebsrichtung einfallenden Schichtung konnten die voraus liegenden Gebirgsverhältnisse im oberen Querschnittsbereich und ober-



3 Erschwerte Bedingungen für die Schweißarbeiten am Schneidrad von hinten

3 Rigorous conditions for welding work at the cutting wheel from the rear

halb der Firste allerdings nicht allein aufgrund der vortriebsbegleitenden geologischen Dokumentation festgelegt werden. Es wurde daher eine zusätzliche Erkundungsbohrung bei TM 1548 abgeteuft. Innerhalb der überwiegend plattigen bis dünnbankigen, mürben Wechselfolgen wurde von der Bohrung eine etwa 2,5 m mächtige kompakte, feste Sandsteinbank auf Höhe der Tunnelmitte angetroffen. Eine auffällige etwa 3,5 m mächtige rote Tonsteinlage, die bei der Bohrung unterhalb der späteren Tunnelsohle angetroffen wurde, konnte mit dem bisher durchfahrenen Gesteinsprofil korreliert werden. Anhand dieser Erkenntnisse

scheme over the first 1,550 m resulted in largely stable rock being penetrated over the final 300 m (TM 1,250–1,550) in slurry mode after passing through the fault zones. The actual position for conversion was arrived at for each machine on the basis of the rock conditions encountered in situ in the transition zone to the water drainage system. As the first machine approached the scheduled conversion point the sandstones encountered were of pronouncedly varying strengths depending on their bedding. Both friable sandstones that could be crushed by hand as well as relatively hard ones with thicknesses ranging from a few cm up to



4 Transport der Schleusen während der Umbauphase

4 Transport of the locks during the conversion phase

several metres were come across. These were located in intermittent bedding with mudstones of varying strengths with thicknesses of between a few cm and several metres. Ingressing underground water varied between trickles and 1 l/s. Although at the most smaller break-outs occurred in the roof zone in the case of all rock variants encountered during the ongoing standard drive, no findings were available relating to protracted unsupported standstills in this geology. A hard bank of sandstone as compact as possible in the roof zone was thus favoured as the safest solution. On account of the strata dipping in the direction of the excavation the rock conditions predicted in advance could not solely be determined in the upper cross-sectional zone and above the roof by the geological documentation that accompanied the drive. As a result additional drilling was undertaken at TM 1,548. Within the largely laminated to thinly stratified, friable intermittent bedding a roughly 2.5 m thick compact, solid bank of sandstone was encountered at the level of the middle of the tunnel. A roughly 3.5 m thick red claystone layer, which was encountered beneath the subsequent tunnel floor during drilling, could be correlated with the rock profile that had so far been penetrated. On the basis of these findings the subsoil conditions between the face and the bore could be constructed very precisely. According a 10 m long "corridor" was established, in which the solid sandstone bank was anticipated in the top zone and at least a further 1 m above the top, which functioned as "roof" for the conversion phase progressed without any difficulty thanks to the geotechnical conditions. Whereas no changes resulted in the "sandstone roof" zone (Fig. 2,

konnten die Baugrundverhältnisse zwischen der Ortsbrust und der Bohrung sehr genau konstruiert werden. Es wurde dementsprechend ein „Korridor“ von 10 m Länge festgelegt, in dem die zu erwartende feste Sandsteinbank im Firstbereich und mindestens noch 1 m oberhalb der Firste anstand und als „Dach“ der Umbauposition fungierte.

Die Umbauphase verlief aufgrund der geotechnischen Verhältnisse ohne Schwierigkeiten. Während es im Bereich des „Sandstein-Dachs“ zu keinen Veränderungen kam (Bild 2, links), wurden die Tonsteine innerhalb der engen Wechselfolgen relativ schnell durch Bergwasser aufgeweicht bzw. teilweise ausgespült (Bild 2, Mitte). Erst gegen Ende des Stillstands traten kleinere Vorbrüche im unteren Bereich der Ortsbrust durchausgebrochene Sandsteinplatten auf (Bild 2, rechts). Diese Vorbrüche hätten im Firstbereich wahrscheinlich zu Beeinträchtigungen der Arbeiten und zu Ablösungen in der Firste geführt.

### 1.2 Umbauprogramm

Für die Umbauarbeiten wurde ein taggenaues Umbauprogramm mit dem Maschinenhersteller erarbeitet, in dem jeder Vorgang aufgelistet wurde. Dadurch war es möglich den Umbau exakt zu steuern. Von besonderer Bedeutung für den Umbau der TVM 1 war die schnelle Demontage der Hydrokomponenten, die für den Start der TVM 2 möglichst frühzeitig benötigt wurden.

### 1.3 Umbau Schneidrad

Im Bereich des Schneidrades standen die Schweißarbeiten für das bereichsweise Schließen der Öffnungen aus dem Hydro Mode, der Einbau der Korngrößenbegrenzer, die Anpassung der Schutterkanäle im rückwärtigen Bereich des Schneidrades



5 Feierlicher Durchschlag der 1. TBM am Finnetunnel

5 Ceremonious breakthrough of the 1st TBM for the Finne Tunnel

sowie die Inbetriebnahme des Muckrings und des zugehörigen Maschinenbandes im Vordergrund. Der Materialfluss musste im Gegensatz zur Abförderung im Hydro Mode über den Sohlpunkt des Schildes nun zum Muckring in der Mitte des Schildes erfolgen.

Aufgrund der Situation vor Ort wurde entschieden, den Umbau komplett von hinten vorzunehmen. Ausschlaggebend war hier insbesondere der minimierte Einsatz von Mitarbeitern im ungesicherten Bereich vor dem Schneidrad zur Erstellung

(left) the claystones within the narrow intermittent bedding were softened or partially rinsed out by underground water (Fig. 2, centre). First towards the end of the standstill minor fractures occurred in the lower section of the face resulting from sandstone slabs breaking out (Fig. 2, right). These fractures probably would have led to work being impeded and to detachments in the roof.

### 1.2 Conversion Programme

A precise conversion programme was worked out in conjunction with the machine

manufacturer, in which every step was listed. In this way it was possible to ensure that the programme was fulfilled exactly. The speedy dismantling of the slurry components, which were needed as soon as possible for starting up Machine 2, was of particular importance for converting Machine 1.

### 1.3 Cutting Wheel Conversion

In conjunction with the cutting wheel the process concentrated on the welding work for closing some of the openings used for the slurry mode, installing the grain size limiter, adjusting the mucking channels in the rear sector of the cutting wheel as well as starting up the muck ring and the corresponding machine belt. In contrast to conveyance by slurry mode, the flow of material now had to take place via the shield's base to the muck ring in the middle of the shield. On account of the prevailing situation it was decided to undertake conversion entirely from the rear. The determining factor here was to ensure that as few members of the crew as possible were exposed to the unsecured area in front of the cutting wheel in order to create the necessary conversion chamber. The more complicated execution of the welding work represents a disadvantage here, first of all resulting from hampered accessibility (overhead welding) and secondly owing to the more complex form of the welding seams (Fig. 3). In some cases these had to be executed as dipping welding seams protected by gas. In addition V-seams were used to an increasing extent instead of the usual fillet seams. Subsequently all welding seams were subjected to the usual testing process. Special ventilation was required for the work in the cutting wheel sector so that the welding gases could be extracted. Pressurised ventilation with several fans installed in the cutting wheel sector was employed.



6 Linker von 2 Widerlagerblöcken des vorderen Teils der Verschiebungskonstruktion

6 The left block of the 2 abutment blocks at the front part of the thrusting structure

einer notwendigen Umbaukaverne. Nachteilig sind die erschwerten Bedingungen für die Schweißarbeiten, zum einen durch die erschwerte Zugänglichkeit (Schweißen über Kopf) und zum anderen durch die komplexere Ausbildung der Schweißnähte (Bild 3). Diese mussten zum Teil als fallende Schweißnähte unter Schutzgas ausgeführt werden. Außerdem wurden vermehrt V-Nähte statt der üblichen Kehlnähte eingesetzt. Im Nachgang wurden alle Schweißnähte der üblichen Schweißnaht-Prüfung unterzogen.

Für die Arbeiten im Schneidradbereich war eine gesonderte Bewetterung notwendig, um die Schweißgase abzuführen. Es wurde eine drückende Bewetterung mit mehreren im Schneidradbereich installierten Ventilatoren ausgeführt.

#### 1.4 Umbau im Schildbereich

Im Schildbereich stand der Rückbau der Hydro-Komponenten wie beispielsweise der Druckluftregelung und der beiden Schleusen im Vordergrund. Für die Fortführung weiterer Arbeiten mussten zuerst die beiden Schleusen demontiert werden. Die Schleusen wurden mit einer Verschubbahn zum Erector gebracht, an diesem befestigt und nach unten geschwenkt (Bild 4). Über den Segmentfeeder wurden die Schleusen zum Ende des Nachläufers gebracht und mit dem Zug nach draußen transportiert. Im freigewordenen Bereich der Schleusen wurden die Vorrichtungen für die Bohrgeräte montiert.

### 2 TVM-Vortrieb 1: Durchschlag und Vershub

Nachdem am 30. September 2009 der Durchschlag erfolgt war (Bild 5), musste die Maschine möglichst schnell auf der



7 Querjoch im hinteren Teil der Vershubkonstruktion

7 Cross-beam at the rear part of the thrusting structure

vorhandenen Sohle des Sonic-Boom-Bauwerks nach vorne gezogen werden, damit TVM und Nachläufer komplett außerhalb des Tunnels stehen. Dies war notwendig, um umgehend mit der Räumung des Tunnels (Gleis, Notgehweg, Rohre etc.) und dem Sohlbetoneinbau beginnen zu können. Bereits 2 Wochen nach Durchschlag war die Räumung und Reinigung des Tunnels abgeschlossen. Nach weiteren 2 Wochen war die Sanierung soweit, dass mit dem Einbau des Sohlbetons begonnen werden konnte.

Wie auf Bild 5 zu sehen ist, fuhr die Maschine in die bereits ausgehobene Baugrube ein: die Durchschlagwand war durch eine rückverankerte Spritzbe-

#### 1.4 Conversion in the Shield Sector

In the shield sector the removal of the slurry components such as for example the compressed air control unit and the 2 locks was accorded priority. The 2 locks first had to be dismantled to enable further work to be undertaken. The locks were transported by rail to the erector, attached to it and swivelled downwards (Fig. 4). The locks were carried to the end of the back-up system via the segment feeder and transported outside by train. The equipment for the drilling units was set up in the sector vacated by the locks.

### 2 TBM Drive 1: Breakthrough and Moving the Machine

After the breakthrough was

accomplished on September 30th, 2009 (Fig. 5), the machine had to be moved forward on the existing floor of the sonic boom structure so that the TBM and back-up system were located completely outside the tunnel. This was essential to clear the tunnel as soon as possible (track, emergency pathway, pipes etc.) so that work could start on installing the concrete floor. Only 2 weeks after the breakthrough the tunnel had been completely cleared and cleaned. Following a further 2 weeks the segments in the floor sector had been cleaned up to such an extent that work on installing the invert concrete could be started. As is evident from Fig. 5 the machine moved into the existing construction pit: the breakthrough wall was secured by a back-anchored shotcrete wall. A lean concrete block was installed in front of the wall, in which the TBM cut the shield cradle. A moving structure had to be installed to pull the machine a further 80 m to the front. Towards this end thrusting beams were concreted on the base of the sonic boom structure, which later were integrated in the floor set-up of the final structure. Two abutment blocks were concreted at the end of the moving structure (Fig. 6). A cross-beam was assembled behind the shield machine (Fig. 7), which was suspended from the abutment blocks via threaded rods. The TBM pressed against the cross-beam by means of the thrusting jacks and moved forward by a stroke (2 m). The jacks were then retracted, the rods shortened so that the cross-beam was situated directly behind the shield so that it could be pushed forward by a further 2 m. Using this system it was possible to renounce the laying and assembling of floor slabs so that it was possible to move the TBM in a relatively short time.



8 Betonsohlerstellung mit Fertiger im Pilgerschrittverfahren

8 Concrete floor production with finisher using the pilgrim step process

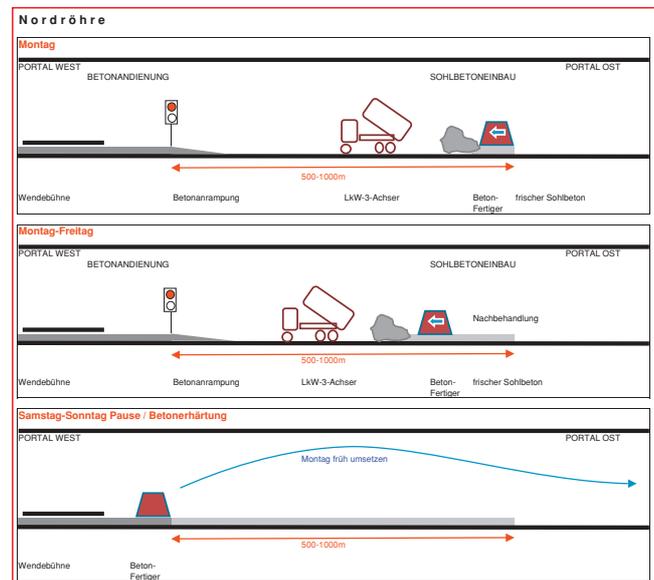
tonwand gesichert. Vor der Wand war ein Magerbetonblock ausgeführt, in den sich die TVM die Schildwiege selbst fräste. Um die Maschine weitere 80 m nach vorne zu ziehen, musste eine Verschiebung konstruiert werden. Hierzu wurden auf der Sohle des Sonic-Boom-Bauwerks Verschiebbalken betoniert, die später in den Sohlaufbau des endgültigen Bauwerks integriert werden. Am Ende der Verschiebstrecke wurden 2 Widerlagerböcke betoniert (Bild 6). Hinter der Schildmaschine wurde ein Querjoch (Bild 7) montiert, das über Gewindestangen an die Widerlagerböcke angehängt wurde. Die TVM drückte sich nun mit den Vortriebspresen an dem Querjoch ab und schob sich um einen Hub (2 m) nach vorne. Dann wurden die Pressen eingefahren, die Gewindestangen eingekürzt, sodass das Querjoch wieder direkt hinter dem Schild lag und es konnten erneut 2 m geschoben werden. Mit diesem System war es möglich, auf das Legen und Unterbauen von Sohlsteinen zu verzichten und die TVM konnte in kürzester Zeit verschoben werden.

### 3 Einbau Sohlbeton

Voraussetzung für die weiteren Arbeiten im Tunnel (Querschläge, Bankette) nach erfolgreichem Durchschlag ist der Einbau der Tunnelsohle, für die rd. 4 m<sup>3</sup> Beton je Laufmeter benötigt werden. Hierbei ergeben sich folgende Hauptprobleme: Im Ausgangszustand ist der Tunnel eine 7 km lange Einbahnstraße, in der Fahrzeuge nur in der Rundung der

Tübinge fahren können. Wenden oder ein Begegnungsverkehr sind nicht möglich. Auf der Tunnelsohle (Breite im Mittel rd. 5,5 m) ist ein Begegnungsverkehr möglich, Wenden jedoch allenfalls mit Spezialfahrzeugen. Um möglichst mit üblichen Lkw den Tunnel befahren zu können, wurde folgendes System installiert: Die Arbeiten zur Sohlerstellung erfolgen in einer Art Pilgerschrittverfahren im Wochentakt, die Andienung erfolgt über die fertige Sohle der Vorwoche. Am Anfang der Woche wird der Fertiger um 500 m hinter die fertige Sohle in den Tunnel hineinversetzt. Die Sohlerstellung erfolgt dann von dort zur fertigen Sohle hin, sodass am Ende der Woche die 500 m Strecke fertig betoniert ist (Bild 8). Die Lkw fahren vorwärts über die fertige Sohle der Vorwoche zu, am Ende dieser ist eine Drehscheibe installiert, die einen dreischachsigen Lkw im Tunnel drehen kann, der Lkw fährt rückwärts über eine Rampe hinunter auf die Tübinge, maximal die zuvor genannten 500 m zum Fertiger, kippt den Beton ab und fährt wieder hinaus. Dadurch ist es möglich, im einschichtigen Wochenrhythmus zwischen 500 und 600 m Sohle fertig zu stellen. In Bild 9 ist das Konzept veranschaulicht.

Im weiteren Ablauf ist für Februar/März 2010 der Durchschlag der 2. TVM geplant. Außerdem beginnen ab Januar 2010 die Arbeiten an den Querschlägen in der Spritzbetonbauweise. 



9 Konzept des Sohlfüllbetoneinbaues im Pilgerschrittverfahren

9 Concept for installing the floor concrete using the pilgrim step process

### 3 Installing Floor Concrete

The prerequisite for further work in the tunnel (cross-passages, benches) once the breakthrough was completed is the installation of the tunnel floor, for which roughly 4 m<sup>2</sup> of concrete per running metre is needed. The following main problems resulted in this connection: in its initial state the tunnel represents a 7 km long one-way street, in which vehicles can only drive in the curve of the segments. It is impossible for them to turn or pass each other. Passing traffic is not possible on the tunnel floor (some 5.5 m wide at its centre). Turning can only be accomplished by special vehicles. In order to be able to use conventional trucks the following system was set up: the work designed to create the floor was accomplished in a weekly cycle using a kind of pilgrim step process, operating on the section completed the pre-

vious week. At the start of the week the finisher is set up 500 m behind the completed floor in the tunnel. The section of floor is then completed from that point so that at the end of the week 500 m has been completely concreted (Fig. 8). Trucks drive over the floor completed the previous week, which has a turntable installed at the end of it, which can rotate a three-axle truck. The truck reverses over a ramp onto the segments, driving at the most over the previously mentioned 500 m to the finisher, dumps the concrete and moves away. In this way it is possible to complete between 500 and 600 m of floor in a weekly cycle with a single shift. The concept is displayed in Fig. 9.

The breakthrough for the 2nd TBM is planned in the course of February/March 2010. In addition work on the cross-passages was due to commence in January 2010 using the NATM. 