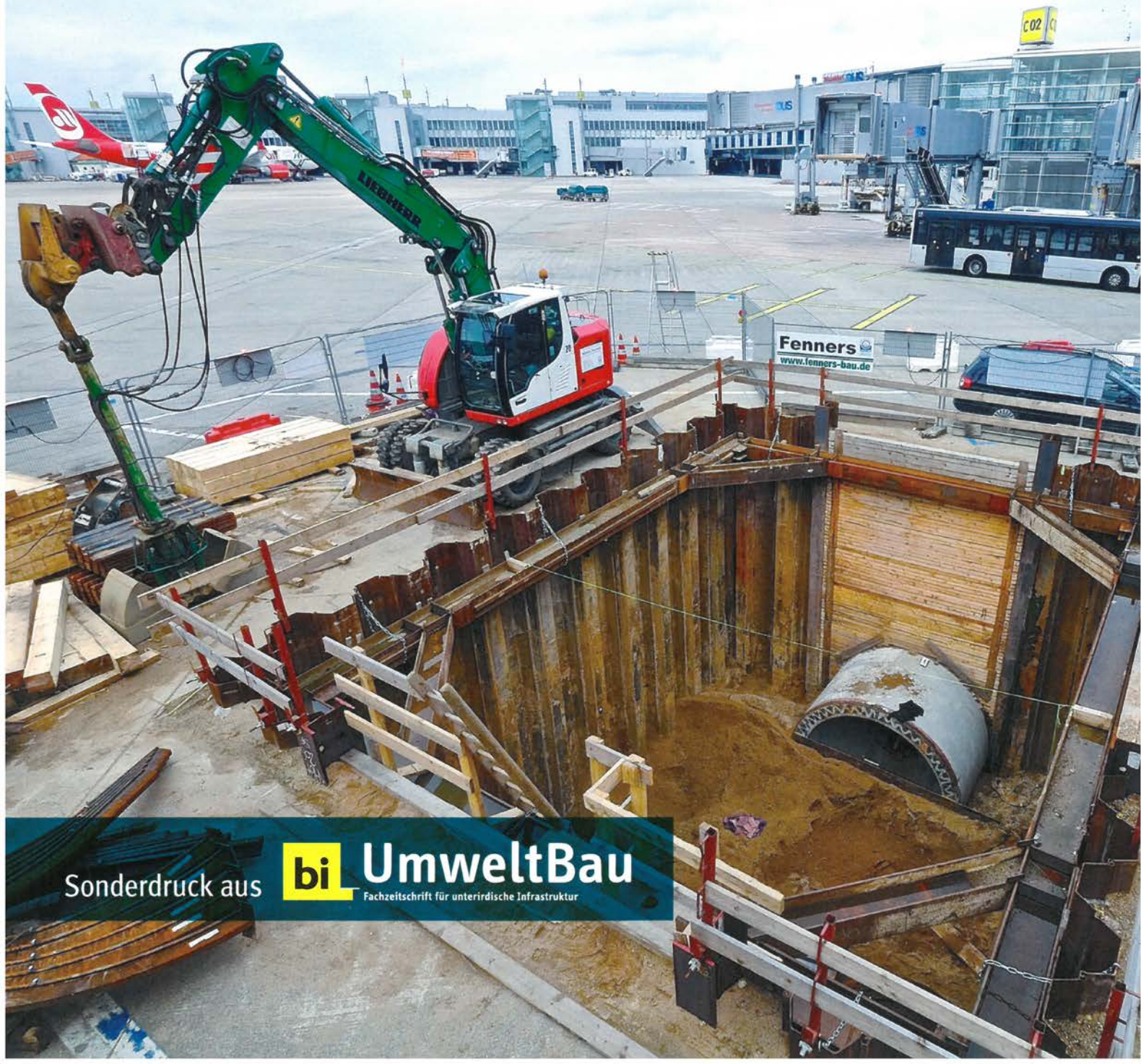


Rohrvortrieb

Stark frequentierte Großbaustelle auf engstem Raum für die neue Medientrasse auf dem Düsseldorfer Airport.



Sonderdruck aus

bi UmweltBau
Fachzeitschrift für unterirdische Infrastruktur



Selbst Großflugzeuge wie hier ein A 380 konnten in unmittelbarer Nähe einer Schachtbaustelle ohne Beeinträchtigung abgefertigt werden.

Neue Medientrasse mit hohem Nutzwert

Moderne Rohrvortriebsverfahren sind heute oft die einzige Alternative für den Bau von Infrastrukturkanälen und vor allem dort unverzichtbar, wenn es gilt, in äußerst beengten und verkehrsreichen Situationen meist großvolumige Bauvorhaben auf engstem Raum umweltschonend zu realisieren.

Von Dipl.-Ing. Natalie Scheibel, Dipl.-Ing. Rainer Schröder und Dipl.-Ing. Bernd Meyke

Der Düsseldorf Airport (DUS), Deutschlands drittgrößter Flughafen, ist für die derzeitigen und künftigen Anforderungen des Flugverkehrs gut gerüstet. Zur Bewältigung weiterer notwendiger baulicher Maßnahmen vor allem mit Blick auf den interkontinentalen Flugverkehr war besonders im Bereich der Infrastruktur neues Know-how gefragt. Schwerpunkt derzeitiger Aktivitäten ist hier die neue unterirdische Medientrasse für den Flugsteig C - eine nicht alltägliche Bauaufgabe.

Hohe Ansprüche an ein flexibles Kanalsystem

Durch neue, großräumige Flugzeugtypen, die auf Langstrecken eingesetzt und am Flugsteig C abgefertigt werden, ergaben sich neue Anforderungen an die energietechnische Versorgung, nachdem die bisherigen Kapazitäten erschöpft waren. Es mussten neue, zukunftsfähige und flexible Lösungen gefunden werden, um diesen Mangel zu beheben. Aus drei Varianten, die Bauherr und Planer sorgfältig analysierten, fiel die Entscheidung auf einen Infrastrukturkanal mit einem Außen-

durchmesser von 3400 mm im Rohrvortrieb DN 2800 als wirtschaftlichste Variante und zwar mit folgenden Vorteilen:

Die neue Medientrasse ist in zwei Bauabschnitte unterteilt, die zeitlich direkt hintereinander jeweils auf der Nord- und Südseite des Flugsteigs in einer geplanten Bauzeit von zwei Jahren ausgeführt werden.

Die operativen Belange werden durch die Trassenwahl im Vorfeldbereich nur gering tangiert.

Das Risiko während der Bauausführung durch Tiefenlage und Entfernung zum Gebäude ist vergleichsweise niedrig.

Eine Nachbelegung innerhalb des Medientunnels sowie Erweiterung des eigentlichen Tunnels ist je nach Bedarf jederzeit möglich.

Besonders erwähnenswert für die bauliche Umsetzung in stark beengten Verhältnissen:

Es existieren lediglich drei Baufelder pro Medientrasse im Bereich der Flugbetriebsflächen, die trotz der Flugzeugnähe die Abfertigung und die Abstellflächen nur in geringem Maße beeinträchtigen. Auch der Stollenbau als Anbindung der Medientrasse an das Flugsteig-Gebäude mit den Energiezentralen hat wesentlich dazu beigetragen, den Fahrverkehr auf der stark frequentierten Betriebsstraße auf ein Mindestmaß zu beschränken. Diese Bauweise wurde von dem bauausführenden Unternehmen (Fenners) als Sonderanschlag erst nach der offiziellen Auftragserteilung als sinnvolle Lösung ins Spiel gebracht und erfolgreich realisiert.

Bei der Komplexität der Gesamtmaßnahme galt es, bereits in der Planung viele wichtige Kriterien auf einen Nenner zu bringen. Das gelang in enger Zusammenarbeit von Auftraggeber, Planer und Bauausführenden bereits mit Baubeginn und konnte zügig mit durchweg guten Ergebnissen in die Tat umgesetzt werden, obwohl die zu bewältigenden Aufgaben viel neues Know-how, vor allem in der Logistik, erforderten.

Innovatives Betonfertigteilsystem aus einer Hand

Im Bereich des Flughafens hatte innerhalb des Sicherheitsbereichs eine Auslegung für BFZ 750 bzw. Einzelradlast Bemessungsflugzeuge MD 11 sowie für eine Belastung von ständigen Überrollungen pro Tag von Flugzeugschleppern mit 70 t Gesamtgewicht zu erfolgen. Aufgrund der technischen, bauablaufbedingten und logistischen Komplexität der Gesamtbaumaßnahme war es zwingend erforderlich, die Vortriebsrohre DN 2800 und



Hochleistungs-Stahlbetonrohre mit einem Außendurchmesser von 3400 mm wurden Rohr für Rohr in Sondertransporten und genau festgelegten Zeitkorridoren auf die Baustelleneinrichtungsfäche geliefert.



Auch eine logistische Herausforderung: das „Einfädeln“ eines 22 Tonnen schweren Vortriebsrohres in die Baugrube

Schachtbauwerke von einem Hersteller bzw. einer Herstellergruppe (DW-Werk Nievenheim der Berding Beton GmbH, Dormagen/Caspar Hessel, Dortmund) zu beziehen. Die Entscheidung des Bauherrn für dieses Betonsystem kam nicht von ungefähr. Gefordert war eine hochbelastbare, raumsparende und dauerhafte Lösung, die komplett einbaufertig in nur wenigen und äußerst knapp dimensionierten Baufeldern realisiert werden konnte. Entsprechend hoch waren die Vorgaben an die beauftragten Fertigteilhersteller: Bereits während der Produktion waren in Rohre und Schächte alle wesentlichen Montagevorrichtungen zu integrieren. Damit gelang es, zusätzliche Arbeiten auf der Baustelle weitestgehend zu

vermeiden und damit die Baustelleneinrichtung auf ein Mindestmaß zu beschränken. Hochleistungs-Stahlbetonrohre für Infrastrukturkanäle dieser Dimension in Verbindung mit maßgeschneiderten Fertigteil-schächten sind nicht immer die preisgünstigste Lösung, jedoch bzgl. Belastbarkeit, Nachhaltigkeit, Dichtheit, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit eine sinnvolle Investition. Die hohe Qualität der Rohre basiert auf deren Herstellungsweise: Sie werden im Einzelrüttelverfahren hergestellt und erhitzen in stehenden Stahlschalungen. Erst nach Erreichen einer hohen Betondruckfestigkeit bei einem maximalen Verdichtungsgrad erfolgt das Ausschalen.

Nicht weniger entscheidend für die Rohrauswahl waren neben einer individuellen Betonrezeptur vor allem anwendungsspezifische Aspekte:

Auf die besonderen Anforderungen eines Flughafenbetriebes ist die Betonrezeptur (C₅₀/60) für die Fertigteile abzustimmen. So kam vom Hersteller der Vortriebsrohre eine Rezeptur zur Anwendung, die den Alkali-Kieselsäure-Reaktions-Nachweis (AKR) durch Prüfungen in externen Instituten nachweisen konnte.

Große Beachtung findet bei Bauvorhaben dieser Dimension eine lückenlose Dokumentation und durchgängige Überwachung. Es sind nach einer Prüfvorgabe im Herstellungsprozess und am fertigen Vortriebsrohr relevante Daten zu ermitteln, zu messen und deren Einhaltung nachzuweisen. Vor diesem Hintergrund war vom Rohrproduzenten der Nachweis eines Qualitätsmanagement-Systems gemäß ISO 9001:2008 zu erbringen.

Rohrvortrieb mit offenem Haubenschild

Der neue Medienkanal wurde parallel zum Terminal C in zwei Abschnitten (Nord/Süd) aufgeföhren, und zwar mit 1,2 Promille Gefälle (Nord) bzw. 2,0 Promille Gefälle (Süd) vom Startschacht in Richtung Zielschacht. Die Nordtrasse hat eine Länge von 163 m, die Südtrasse 140 m. Mit diesem Vortriebsverfahren hatte man bei vergleichbaren Tiefbaumaßnahmen auf dem Flughafengelände bereits gute Ergebnisse erzielt.

Rechtzeitig vor Beginn der jeweiligen Leis-



Erstmalig wurde ein Fertigteil-schacht dieser Dimension und einem Gesamtgewicht von 120 Tonnen mit Einzelelementen auf der Baustelle montiert.



Bodenförderung aus Vortriebsstrecke und Baugrube über Förderband in eine Lore



Blick aus der Vortriebsmaschine in den Infrastrukturkanal

tungsabschnitte wurde ein detaillierter Rohrverlege-Plan mit dem Ziel erstellt, die jeweiligen Rohrenden in der Start-, Mittel- und Zielgrube an den Innenkanten der später herzustellenden Schachtbauwerke zu positionieren und um die Längen der erforderlichen Passstücke rechtzeitig zu ermitteln. Eine Besonderheit war hierbei der Einbau einer passgenauen Dehnerstation inklusive Vor- und Nachlaufrohr im lichten Innenmaß des späteren Mittelbauwerkes, welche nach dem Ausbau auf der Nordseite auch für die Vortriebsstrecke auf der Südseite verwendet werden konnte. Neben den erforderlichen Aus- und Einfahröffnungen in den Gruben für den Hauptvortrieb DN 2800 war in der Zielgrube der Südstrecke

auch eine Einfahröffnung für einen Vortrieb DN 1000 zum Einbau von Kabelschutzrohren vorzusehen mit einem Höhenversatz von ca. 3,40 m oberhalb der Hauptvortriebssohle sowie schräg (ca. 60°) zur Hauptvortriebsachse. Die Dichtheit der Stahlbetonrohre DA 3400 mit einer Wandstärke von 30 cm wird, wie gesagt, über die Betonqualität und die Elastomer-Doppelgleitdichtungen gewährleistet. Diese Dichtungsmethode wurde gewählt, weil sich das Rohr zum Teil im Grundwasser befindet und ein Höchstmaß an die Langlebigkeit gestellt wurde. Der zugehörige Stahlführungsring besteht aus WT-Stahl. Hinzu kommt ein dauerhaft zugängliches Dichtheits-Prüfsystem der Vortriebsrohre. Mit der Anordnung von zwei in jeweils einzelnen Betonkammern positionierten Elastomer-Dichtungsringen und dazwischen angeordneten Prüfröhrchen ist die Rohrverbindung mit geringem Aufwand jederzeit prüfbar.

Fertigteilschächte erstmalig in Segmentbauweise

Nach Abschluss des Rohrvortriebs wurden in den Start-, Mittel- und Zielgruben die Übergabebauwerke eingebaut. Besonders schwierig bei der Ausführung der Medientrasse war vor allem die Einschränkung der Bewegungsfähigkeit auf der Betriebsstraße am Vorfeld. Bedingt durch den extremen Platzmangel konnten vor Ort lediglich im unmittelbaren Bereich der Vortriebsgruben kleine speziell gekennzeichnete Flächen genutzt werden.

Alles Voraussetzungen, die bisher für groß dimensionierte Schachtbauwerke in Vortriebsstrecken als nicht realisierbar galten.

Mit den Überlegungen für die Mobilkran-Standorte auf dem Flughafenvorfeld beim Versetzen der Fertigteilschächte im Rahmen der statischen Bemessung des wasserdichten Spunddielenverbau der jeweils 8 m breiten, 10 m langen und 8,50 m tiefen Baugruben und den zeitlichen Vorgaben des Flugbetriebs für das Versetzen ausschließlich nachts zwischen 23.00 Uhr und 4.30 Uhr hatten die Bauausführenden sehr schnell erkannt, dass Schächte mit den lichten Abmessungen von 5,80 x 4,30 x 6,70 m (Länge x Breite x Höhe) und einem Gesamtgewicht von je 180 bis 200 t



Vortriebsmaschine in der Zielbaugrube. Im Bild oben: Einfahröffnung für einen Vortrieb DN 1000 zum Einbau von Kabelschutzrohren mit einem Höhenversatz von 3,40 m oberhalb der Hauptvortriebssohle



Zusammenfügen der bis zu 28 t schweren Wandelemente auf einer Stahlbeton-Bodenplatte. Im Bild oben links die Öffnung für die Durchführung der Leerrohre

aus logistischen und Einbaumöglichkeiten nur in sechs „tragbaren“ Segmenten produziert und montiert werden können.

Ebenso wie bei den Vortriebsrohren waren deshalb die Fertigteile bereits im Werk mit sämtlichen vor Ort notwendigen Verbindungs- und Montagehilfen ausgestattet und somit ein raumsparender und schneller Einbau der geleichterten und handlicheren Bauteile mit einem Gewicht zwischen 12 und 32 t und den Abmessungen von ca. 3,00 x 6,90 m ohne den Einsatz von aufwändigen Großgeräten mit lediglich einem stationären Seilbagger während des Tages unter laufendem Flugverkehr möglich. Die Platten mit Vertikal-fugen sind in einer 50 cm dicken Ortbeton-sole integriert, die ganz wesentlich zur notwendigen Gewichtsreduzierung des Schachtes beigetragen hat. Für die Inspektionsfähigkeit der Anlagen erhielten die Bauwerke jeweils einen Einstieg und eine Montageöffnung. Jedes Bauwerk musste im Vorfeldbereich mit einer hoch belastbaren Abdeckung (Klasse F 900) versehen werden. Für die Wartung/Befestigung von Leitungen in den Bauwerken hatte man eine Montagemöglichkeit zur nachträglichen Herstellung von Auflagern bzw. aus einer Stahlgitterkonstruktion als Zwischenebene geschaffen.

Flexibles Montagesystem mit vielen Vorteilen

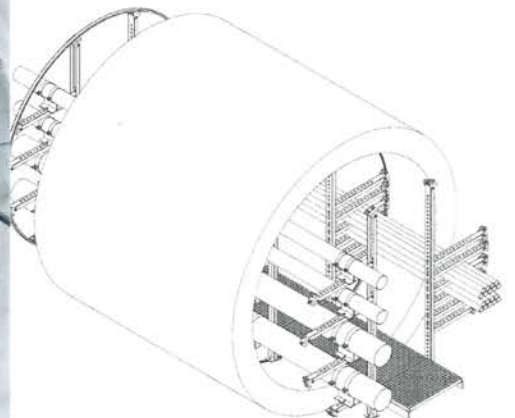
Der begehbare Medienkanal wurde mit einem einheitlichen Montage- und Tragsystem zur Auflagerung und/oder Befestigung der unterschiedlichen Medien ausgestattet, wie



Anlieferung eines Schachtelements mit im Betonwerk integrierten Einbauteilen

z.B. wasser- und luftführende Leitungen sowie zahlreiche Kabelkanäle. Hier galt es, die Trag- und Befestigungs-Komponenten bedarfsgerecht entsprechend den jeweiligen Zu- und Ableitungspunkten herzustellen. Die Konstruktion der Marotec Metallverarbeitung ist auf die vorhandenen Halfenschienen in den Vortriebsrohren abgestimmt. Die Befestigung an diesen Schienen erfolgt kraftschlüssig mit systemkonformen Schrauben. Die Übergänge der Traversen zu den in den Vortriebsrohren während des Herstellungsprozesses monolithisch eingebauten Schienen sind ähnlich wie bei anderen Montageschienen-Herstellern an den entsprechenden Punkten gelenkig ausgebildet, jedoch mit Langlöchern versehen, um Toleranzen

zwischen den einzelnen Vortriebsrohren auszugleichen. Das System wird vor dem Feuerverzinken für die speziellen Anforderungen individuell gefertigt, im Werk vormontiert und weist nach der Montage keine Schwachpunkte auf. Aussparungen und Schnittflächen wurden für eine gleichbleibende Genauigkeit CNC-gelasert und gekantet sowie Schweißnähte im eigenen Werk von qualifiziertem Personal ausgeführt. Aufgrund einer größeren Materialstärke der einzelnen Konstruktionen konnte auf den doppelten Einbau von Stützen verzichtet werden. Das spart Platz, Zeit und Kosten. Wichtig war aber auch, dass das begehbare System später auch noch problemlos auf neue Anforderungen umgebaut und



Der begehbare Infrastrukturkanal, ausgestattet mit einem flexiblen Montage- und Tragsystem vor der Belegung



Ortbeton-Ergänzung der Fertigteile im Baufeld



Blick in den Stollen mit biegesteifem Stahlverzug



Blick aus einem Schachtbauwerk in den Infrastrukturkanal mit Montage- und Tragsystem.

um weitere Bauteile ergänzt werden kann. Die für Infrastrukturkanalrohre vorgegebenen Belastungen des Montagesystems wurden nach deren Einbau nicht nur erreicht, sondern sogar deutlich übertroffen.

Pionierstollen schafft störungsfreie Verbindung zum Flugsteig

Die starke Verkehrsbelastung auf der Rollfeldringstraße vor dem Flugsteig C legte die Entscheidung für die Verlegung der querenden Versorgungsstrasse - bestehend aus 30 Leerrohren DN160 (Querung Ringstrasse vom Schachtauwerk Mo2 zum Terminal C) bzw. 36 Leerrohren (Querung Ringstrasse vom Schachtbauwerk Mo3 zum Terminal C) in ge-

schlossener Bauweise nahe.

Bei den vorgefundenen bautechnischen Voraussetzungen durch vorhandene Leitungen in der Fahrbahn und den beengten Verhältnissen vor dem Flugsteig C erwies sich die Verlegung der Kabelzugrohre in einem jeweils ca. 30 m langen Pionierstollen mit biegesteifem Stahlverzug als sinnvollste Möglichkeit. Hierbei wurde aus den Baugruben für die Medienschächte der jeweilige Stollen angestochen und teilweise bis zu 15 m weit sowie nur wenige Zentimeter unterhalb der Bodenplatte des Flugsteige C aufgefahren.

Der Stollenausbau erfolgte maßgerecht unter Einhaltung der sicherheitstechnischen Vorgaben. Die Ortsbrust wurde ständig vollflächig verbaut und dabei der Brustverbau nur parti-

ell zum Abbau des anstehenden Bodens geöffnet. Beim Stollenvortrieb angetroffene und freigelegte vorhandene Versorgungsleitungen konnte man im Stollenverzug so integrieren und sichern, dass die Rohre weder ihre vertikale noch horizontale Lage veränderten.

Die neu zu verlegenden Leerrohre hatte man mit einer auftriebsicheren Verankerung im Stollen versehen. Der verbleibende Stollenhohlraum wurde nach den Anschlussarbeiten der Leerrohre am jeweiligen Medienschacht und den Anschlüssen im Flugsteig C mit Dämmern fachgerecht verfüllt.

Die Fahrbahn auf der Rollfeldringstraße vor dem Flugsteig C konnte während der zuvor beschriebenen Arbeiten ohne jegliche Einschränkung durchgehend genutzt werden. ■

Die am Bau Beteiligten

Bauherr

Flughafen Düsseldorf GmbH, Düsseldorf

Planung

Ingenieurbüro Achten und Jansen GmbH, Aachen

Bauausführung

Wilhelm Fenners Baugesellschaft mbH, Neukirchen-Vluyn

Betonrohre/Schächte

DW-Werk Nievenheim der Berding Beton GmbH, Dormagen
Caspar Hessel, Dortmund

Montagesystem

marotec Metallverarbeitung GmbH, Niederkrüchten



Leerrohrbelegung im Stollen