

Zeitschrift für Fluidtechnik · Aktorik, Steuerelektronik und Sensorik  
Organ des Forschungsfonds Fluidtechnik im VDMA

#### Kommentar:

Neuer Ort – bewährtes  
Konzept

#### Steuerungen + Regelungen:

Bidirektionaler Proportional-  
magnet für Hydraulikventile

#### Energieeffizienz:

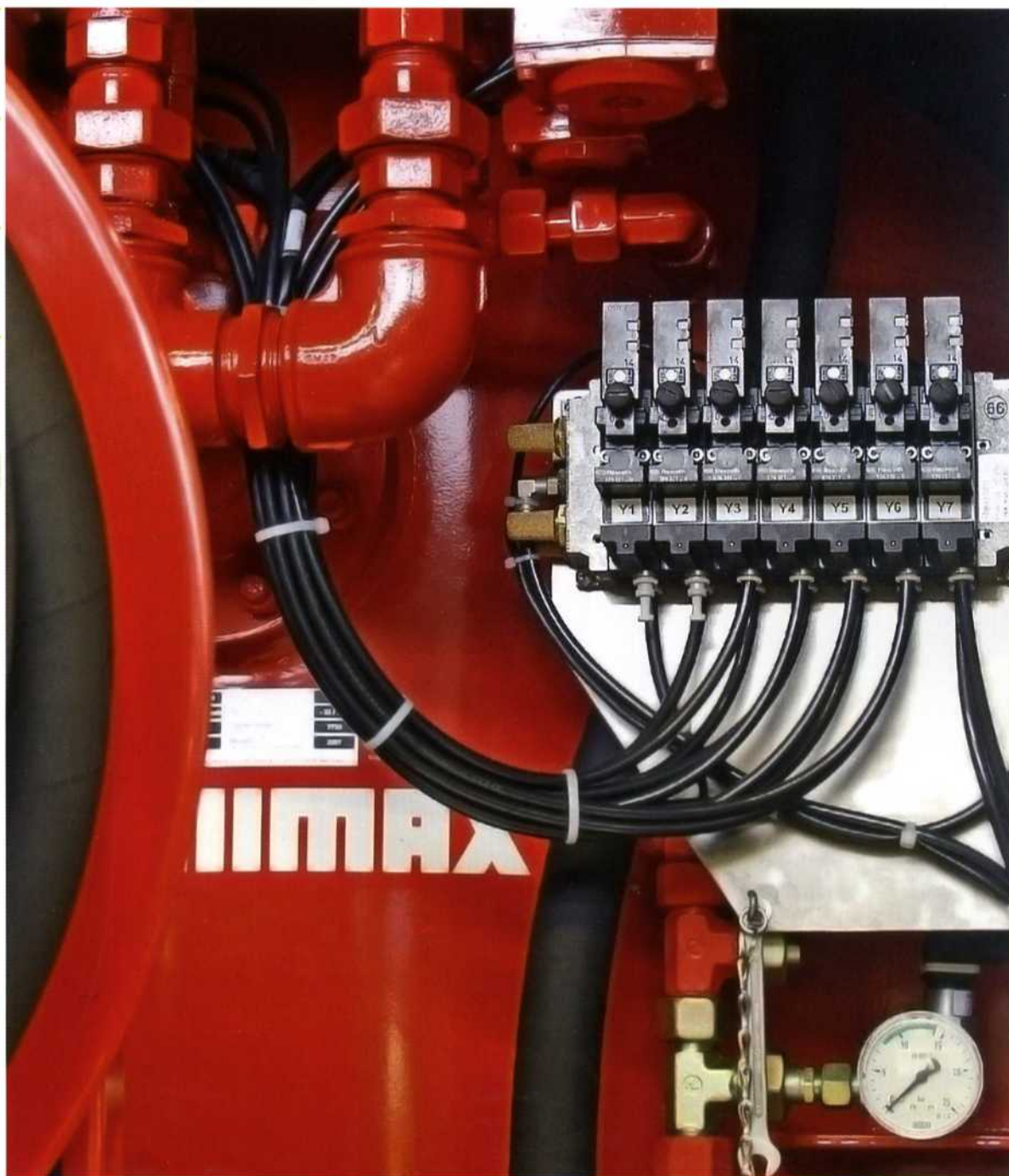
Verschwendung oder  
Verwendung von Druckluft?

#### Condition Monitoring:

Professionelle Werkzeuge  
aus einer Hand

#### Wissenschaft und Forschung:

Entwicklung eines  
vorgesteuerten Proportional-  
ventils für einen  
pneumatischen Schreitantrieb



TITEL

## Achtung, Einsatz!

Hightech-Pneumatik in der  
automatisierten Löschtechnik



# Hydraulik im Huckepack

## Abnehmbare Hydraulikaggregate für Raupenbagger



*Für den Bau dreier U-Bahnhöfe in Amsterdam setzt ein großer deutscher Baukonzern spezielle Raupenbagger der Terex GmbH ein. Damit die in den widrigen Bedingungen sowohl im offenen Tunnelbau als auch unter Tage zuverlässig funktionieren, hat die Wolfgang Bott GmbH & Co. KG mobile, abnehmbare Hydraulikaggregate hergestellt. Das sichert den Elektrobetrieb unter Tage und sorgt dafür, dass der Zeitplan eingehalten wird.*

„Mit den beiden tonnenschweren Hydraulikaggregaten, die in der Rekordzeit von zwei Monaten erstellt wurden, können die Terex-Tunnelbagger jetzt ihre Arbeit in Amsterdam antreten“, erzählt Nico Bott, Geschäftsführer der Wolfgang Bott GmbH & Co. KG aus Mössingen über die erfolgreiche Fertigstellung des Projekts. Ein deutscher Baukonzern, der damit drei U-Bahnhöfe der Amsterdamer Metro baut, hat die Spezialbagger mit Diesel- und Elektroantrieb bei Terex in Langenburg bestellt und dabei etliche Sonderwünsche geäußert. „Nur durch intelligente Lösungen jenseits aller Standards konnte das Pflichtenheft erfüllt wer-



Ein leichter Raupenbagger von Terex ist durch Bott-Hydraulik fit gemacht für den Tunnelbetrieb

den“, betont Terex-Profitcenterleiter Mining Technology Christoph Goebel. Ein abnehmbares Elektroaggregat mit einem völlig autarken Ölkreislauf, der schnell zu- und abschaltbar sein muss, zu integrieren, war eine der Hauptaufgaben des Projekts. Nicht zuletzt eine grundlegende Konzeptänderung wie das Elektroaggregat mitgeführt wird forderte von allen Beteiligten größte Flexibilität.

Damit Raupenbagger unter Tage unter Druckluftbedingungen arbeiten können, müssen sie mit einem emissionsfreien Elektroantrieb ausgestattet sein. Hierauf sind die Terex-Fachleute aus Langenburg spezialisiert. Für den U-Bahn Bau in Amsterdam ist aufgrund der engen Platzverhältnisse unter Tage die Verwendung eines 28 t schweren Standardtunnelbaggers aus der Serienproduktion nicht möglich. Weil der Bagger außerdem auch Aufgaben im offenen Schachtbereich ausführen wird, sollte er auf jeden Fall neben dem Elektroantrieb auch über einen Dieselantrieb verfügen. Im nicht mehr natürlich bewetterungsfähigen Bereich, wo die Luftversorgung für Mensch und Maschine nicht mehr ausreichend ist, muss man wiederum auf Elektroantrieb umschalten können. Da in Amsterdam das Grundwasser sehr hoch steht, ist es notwendig, das Wasser im Tunnel durch Überdruck „draußen“ zu halten. Dazu wird der Arbeitsbereich vom offenen Schachtbereich abgetrennt und hermetisch verschlossen. Im abgeschlossenen Tunnelbereich unter



Das aufgesetzte Hydraulikaggregat ermöglicht den Baggerbetrieb im Tunnelbereich der Amsterdamer U-Bahnhöfe

Die Konstrukteure hatten wenig Platz, alle Hydraulikfunktionen unterzubringen

atmosphärischem Überdruck ist aber kein Betrieb eines Verbrennungsmotors möglich. Die Terex Bagger brauchen also zwei Antriebe, die in den vorhandenen Hydraulik-Kreislauf an Bord einspeisen.

Zum Einsatz kommen nun zwei Serien-Raupenbagger der 12,5-t-Klasse von Terex, die entsprechend der Anforderungen für den Tunnelbetrieb umgerüstet wurden. Zunächst sind die Raupenketten von 500 auf 700 mm verbreitert worden – ein Tribut an den sandigen Untergrund. „Die Hydrauliklösung von Bott ist heckseitig am Raupenunterwagen angeflanscht und musste innerhalb begrenzter Abmessungen realisiert werden“, erklärt Thomas Fiedler, Projektleiter bei Terex. Entwickelt wurden für die

### Aufsetz- und abnehmbare Hydraulikaggregate

Bagger zwei 55 kW starke und 960 kg schwere Aggregate mit einem 250 L fassenden Tank. Damit die Hydraulik des Elektromotors genauso leistungsfähig ist wie die des Dieselmotors, arbeitet eine Pumpenkombination aus Axialkolbenpumpe und Zahnradpumpen mit 330 bzw. 230 bar Druck bei 1 480 Umdrehungen pro Minute. Die Hydraulik bedient sämtliche Funktionen des Baggers, wie Fahren, Schwenken des Oberwagens in beide Richtungen, Ausleger mit Löffel oder Hydraulikhammer. Der Elektromotor wird durch ein am Boden mitgeführtes Kabel von außen mit Strom versorgt. „Eine Auftrommelung am Heck, wie sie sonst üblich ist, konnte nicht realisiert werden, weil dort ja das Hydraulikaggregat aufgesetzt werden musste“, erläutert Fiedler.

Die Hydraulik arbeitet nach dem wirtschaftlichen Load-Sensing-Prinzip. Durch einen Regelkreislauf mit Rückmeldung über den tatsächlichen Leistungsbedarf kann das Aggregat Energie sparend arbeiten und erzeugt keine unnötigen Blindleistungen. Die Rückläufe der Ölkreisläufe des Elektro- und des Dieselmotors sind durch drei Kugelabsperrhähne sicher voneinander zu trennen. Alle Druckleitungen sind zudem über Rückschlagventile gegeneinander abgesichert.

Auf einer besonderen Lösung der Terex-Spezialmaschinenbauer beruht auch die Schlauchverbindung zwischen externer Hydraulik und Bagger. Die sieben Verbindungsleitungen sind in einem sehr anspruchsvollen S-Bogen geführt und erlauben das Drehen des Baggeroberwagens in beide Richtungen um jeweils 120°. Fiedler verdeutlicht die zu bewältigenden Schwierigkeiten so: „Der S-Bogen darf auf keinen Fall aufspringen. Die Spannung in dem Bogen der Leitungen muss beim Schwenk des Oberwagens erhalten bleiben, um eine Kollision mit der Kabine des Baggers oder der Tunnelwand zu vermeiden. Trotz etlicher konstruktiver theoretischer Ansätze führte

letztlich eine durch Ausprobieren gefundene Lösung direkt am Bagger zum Ziel.“

Einen großen Kraftakt erforderte die grundsätzliche Konzeptänderung, wie das Hydraulikaggregat mitgeführt werden soll. Zunächst wurde eine Lösung vorgegeben, bei der das Aggregat seitlich ohne mechanische Verbindung zum Bagger mitlaufen sollte. Doch diese Variante wurde während des Projekts verworfen und auf die komfortablere, starr mitgeführte Hecklösung umgeschwenkt. „Das hat den sowieso schon sehr engen Zeitplan noch weiter strapaziert“, erinnert sich Nico Bott. Mitte November 2007 wurde der Auftrag erteilt, Anfang Januar 2008 das Hydraulikaggregat übergeben und am 22. Februar 2008 die Bagger ausgeliefert. Seit dem 3. März 2008 arbeiten sie in der Grube in Amsterdam. Laut Zeitplan sollen die beiden Bagger für rund sechs Monate im atmosphärischen Bereich mit Dieselantrieb die Bahnhofstationen ausheben. Danach werden sie in den geschlossenen Stollenbereich für den Druckluft-Tunnelvortrieb verbracht und auf Elektroantrieb umgeschaltet.

Der sehr ambitionierte Zeitplan war für alle Beteiligten eine große Herausforderung. Bei der Wolfgang Bott GmbH & Co. KG war neben der konstruktiven Lösung vor allem der zurzeit ausverkaufte Markt für mobile Hydraulik ein besonderes Thema. „Manche zugekauften Komponenten waren aufgrund der allseits guten Auftragslagen normalerweise nur mit langen Lieferzeiten zu bekommen“, erläutert Bott weitere Schwierigkeiten. Dass alle Teile dennoch rechtzeitig zur Verfügung standen, lässt sich auf die langjährigen, guten Beziehungen zwischen Bott und seinen Lieferanten zurückführen. So konnte das Projekt rechtzeitig fertig gestellt werden. Möglich war dies nur, weil über die gesamte Projektzeit die Beteiligten von Bott und Terex sehr eng zusammengearbeitet haben und der Kreis der Ansprechpartner und Entscheider sehr klein gehalten werden konnte.

#### Kontakt und Informationen:

Wolfgang Bott GmbH & Co. KG  
Nico D. Bott  
Geschäftsführer  
Maybachstraße 4-8  
72116 Mössingen  
Telefon: 07473-9468-0  
Telefax: 07473-9468-20  
E-Mail: n.bott@bott-gmbh.com  
Internet: www.bott-gmbh.com

Terex GmbH  
TEREX SCHAEFF  
Christoph Goebel  
Schaeffstraße 8  
74595 Langenburg  
Telefon: 07905-58-321  
Telefax: 07905-58-299  
E-Mail: christoph.goebel@terex-schaeff.com  
Internet: www.terex-schaeff.com



Bedienung des Hydraulikaggregats in der Baggerkabine



Die Führung der Hydraulikschläuche zwischen Bagger und Aggregat erforderte viel Kreativität



Die beiden autarken Hydraulik-Kreisläufe werden durch Kugelabsperrhähne sicher voneinander getrennt