

tis

Tiefbau
Ingenieurbau
Straßenbau

6

Juni
2002

Organ der **GSTT**



Bertelsmann
Fachzeitschriften



Betontechnik

**Betonekühlung
mit Stickstoff**

Leitungsbau

**Unterirdischer Transport
mit CargoCap**

Baumaschinen

**Neue Baumaschinen
bei Volvo**

Reibungsloser Rohrvortrieb durch automatische Bentonitsteuerung

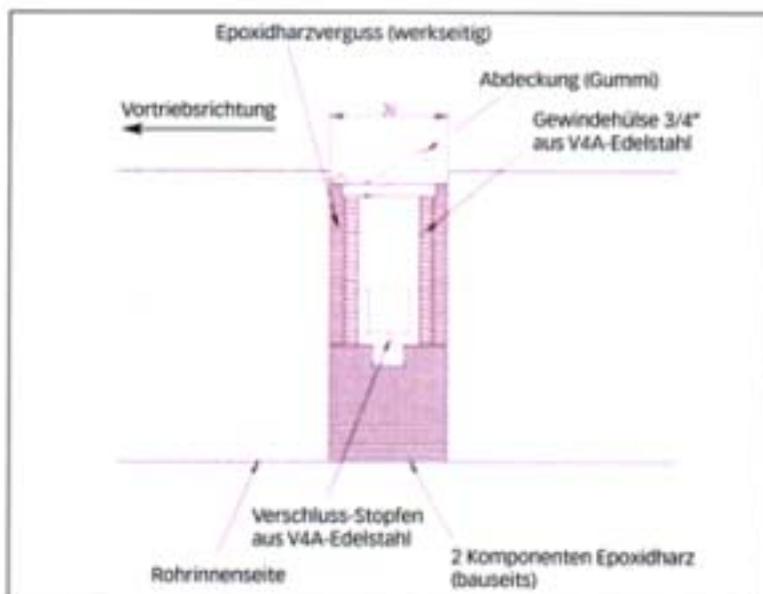
Frank Schwarzer, Wesel

Die am Markt verfügbaren automatischen Systeme zur Bentonitschmierung gewährleisten ein kontinuierliches und sicheres Schmieren der Rohrleitung, unabhängig vom Durchmesser und der Haltungslänge des Rohrstranges. Ein Festfahren der Haltung auf Grund von unzureichender Schmierung kann durch den Einsatz solcher Systeme weitestgehend vollständig vermieden werden.

Die Möglichkeiten und Nutzen automatischer Bentonitsteuerungssysteme sollen hier am Beispiel der Systeme SDV-Bento der Schwarzer GmbH verdeutlicht werden. Darüber hinaus sprechen auch ökonomische Gründe für den Einsatz solcher Systeme. Der Mann für die Tätigkeit des Schmierens, der so genannte „Schmiermaße“, kann vollständig eingespart werden. Eine sinnvollere und weniger stupide Tätigkeit ist für diesen Mitarbeiter im Rahmen des Baustellenbetriebs denkbar.

Die Schwarzer GmbH aus Wesel befasst sich seit ihrer Gründung im Jahr 1992 mit der Vermessung im Rohrvortrieb sowie mit der Entwicklung, der Herstellung und dem Vertrieb von Navigations- und Datenerfassungssystemen für den Rohrvortrieb und das Microtunneling.

Über die verschiedenen automatischen Vermessungssysteme wurde in



1 Ausbildung eines Schmierstutzens am Beispiel eines Steinzeug-Vortriebsrohres

der Vergangenheit in der Fachzeitschrift *tis* bereits berichtet (vgl. *tis* 6/99, *tis* 8/2000 und *tis* 2/2001).

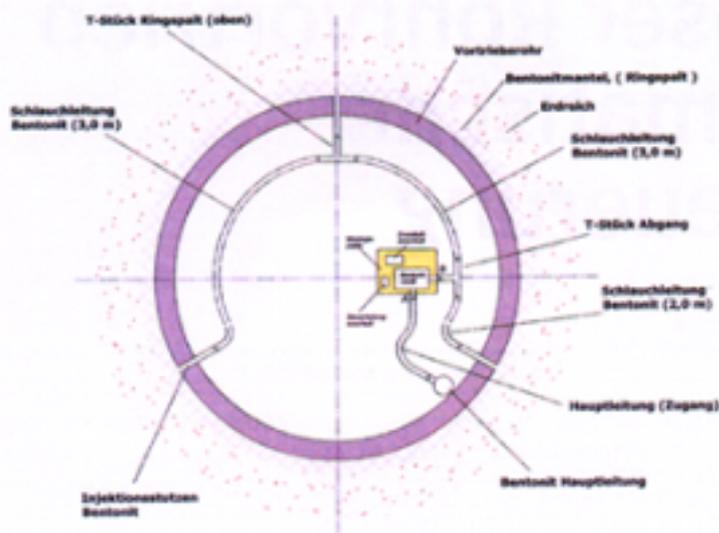
Grundprinzip der Schmierung beim Rohrvortrieb

Um die Reibungskräfte zwischen dem Rohrstrang und dem umgebenden Gebirge möglichst gering zu halten, ist es erforderlich, ein Stütz- und Gleitmittel, das so genannte Bentonit zu verwenden. Beim Bentonit handelt es sich um eine thixotrope Suspension. Im Ruhezustand erstarrt die Suspension zum Gel, wirkt also stützend, während sie im Zustand der Bewegung zum Sol wird, das heißt eine gleitende Wirkung hat.

Die Vortriebsmaschine ist in der Regel mit einem Überschnitt ausgestattet, welcher üblicherweise zwischen 15 mm und 35 mm beträgt. Dieser Überschnitt sorgt dafür, dass ein Ringraum (Ringspalt) entsteht, welcher unmittelbar hinter der Vortriebsmaschine mit der Bentonitsuspension verpresst wird.

Dieser mit Bentonit verfüllte Spalt muss für die Dauer der gesamten Maßnahme aufrecht erhalten werden, um den Bergdruck vom Rohrstrang abzuhalten. Die Reaktionskraft für den Stützdruck übernimmt das Vortriebsrohr bzw. die Vortriebsmaschine.

Um die Bentonitsuspension in den Ringspalt einzubringen, sind einige



2 Anordnung der Injektionsstutzen

der Vortriebsrohre, als so genannte Bentonitrohre, mit speziellen Injektionsöffnungen ausgestattet.

In der Regel sind an jedem Bentonitrohr drei Injektionsöffnungen auf Position 8.00 Uhr, 12.00 Uhr und 16.00 Uhr angeordnet. Üblicherweise wird nach jeweils drei „normalen“ Rohren ein Bentonitrohr eingebaut, so dass der Abstand zwischen den einzelnen Bentonitrohren je nach Baulänge der Rohre zwischen 9,00 und 10,50 m beträgt.

Es werden auch teilweise Bentonitrohre verwendet, bei denen die Ringleitung innenliegend in den Vortriebsrohren ausgebildet ist. Die Injektion erfolgt hierbei an einer Stelle zentral am Bentonitrohr, die Verteilung des Bentonits umlaufend um das Rohr erfolgt durch Auslassöffnungen am Bentonitrohr.

Warum automatisch schmieren?

Der Schmierung beim Rohrvortrieb mit Bentonit wird in Fachkreisen eine sehr hohe Bedeutung zugerechnet. Sowohl die Menge, wie auch der Druck und die Kontinuität der Bentonitinjektion sind wesentliche Parameter des Rohrvortriebes. Nur bei ausreichender und kontinuierlicher

Schmierung können die Vortriebsdrücke niedrig gehalten und somit die mechanische Beanspruchung der Produktröhre auf ein Minimum reduziert werden.

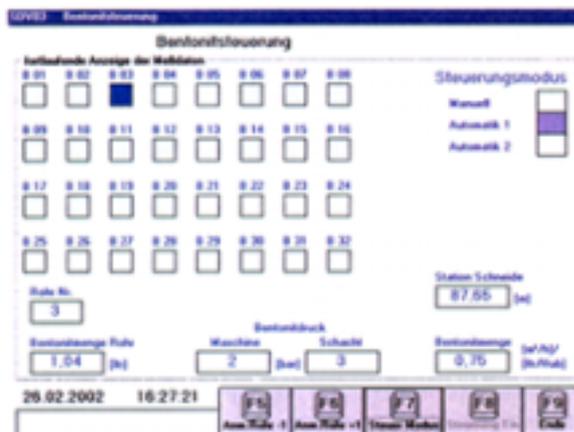
Auch bei der Bauüberwachung des Auftraggebers hat sich innerhalb der letzten Jahre der Wunsch nach transparenter Dokumentation aller relevanten Vortriebsparameter durchgesetzt. Insbesondere den Bentonitdaten kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu. Nicht zuletzt der Wunsch des Auftraggebers nach der Aufzeichnung der Bentonitdaten brachte entscheidende Impulse in der Weiterentwicklung der Bentonit Steuerungstechniken. Wenn schon gemäß der Ausschreibung ein gewisses Maß an Technik im Rohrvortrieb eingesetzt werden muss, um das Öffnen und Schließen der Bentonitstutzen sowie die Zeit und die Menge dokumentieren zu kön-

nen, dann ist es von hier aus nur noch ein kleiner Schritt, diese Vorgänge zu automatisieren. Erfolgt eine Automatisierung, kann hieraus ein entscheidender Vorteil gezogen werden, nämlich ein Höchstmaß an Sicherheit für ein „reibungslöses“ Baugeschehen, gepaart mit nicht unerheblichen ökonomischen Gesichtspunkten.

Dipl. Ing. Günter Konrad, Oberbauleiter Tunnelbau der Ed. Züblin AG Stuttgart, der die Systeme erst kürzlich bei mehreren Kurvenfahrten (unter anderem eine Raumkurve) in Israel eingesetzt hat, sagt hierzu: „Der Einsatz der automatischen Bentonit-schmierung war gerade unter den gegebenen Verhältnissen in unserem Projekt Wolfson Drainage Tunnel in Israel ein entscheidendes Werkzeug für die erfolgreiche Umsetzung der an uns gestellten Anforderungen. Eine Raumkurve und ein Langstreckenvortrieb (l = 670 m) konnten mit Hilfe des Systems SDV-Bento, welches in das Navigations- und Datenerfassungssystem SDV13 integriert war, erfolgreich aufgeföhren werden. Die von uns benötigten Vorpressekräfte lagen während der gesamten Maßnahme ca. 25 % unter den von uns vorab veranschlagten Werten.“

Wie funktioniert die automatische Steuerung ?

Die automatischen Steuerungssysteme können grundsätzlich in zwei



3 Bildschirmansicht der automatischen Bentonitsteuerung SDV-Bent

Hauptgruppen unterschieden werden:

1) Systeme mit den Möglichkeiten zur Aufzeichnung, zum Drucken und zur Visualisierung der Datensätze (hier: SDV-Bento). Hierbei übernimmt ein PC in Verbindung mit einer MS-Windows kompatiblen Software die Steuerung und Aufzeichnung der Schmiervorgänge.

2) Systeme zur reinen automatisierten Steuerung der Prozesse der Bentonitschmierung ohne Aufzeichnung von Daten (hier: SDV-PB). Bei diesen Systemen erfolgt die Steuerung über ein Pult. Eine CPU kontrolliert hierbei die Prozessabläufe.

Die benutzte Hardware (Kabel, BSU, Ventile) ist bei beiden Systemen absolut identisch. Lediglich die Art der Ansteuerung (Pult oder Software) und die damit verbundenen Optionen unterscheiden sich.

Die eingesetzten Ventile sind speziell für den Einsatz mit dem Betriebsmittel Bentonit konzipiert. Die Kraft zum Öffnen und Schließen der Ventile wird durch Druckluft aufgebracht, wodurch die Ventileinheit in der Größe relativ klein gehalten werden konnte.

Der Steuer-Impuls wird von der Software bzw. der CPU über ein CAN-BUS-System an die BSU (Steuereinheit Bentonit) weitergegeben. Jeweils 8 Ventile können in Reihe von einer BSU aus betrieben werden.

Die Bentonitsteuerung erfolgt in Abhängigkeit vom maximalen Druck am entsprechend aktiven Bentonitinjektionsstutzen bzw. nach Erreichen einer maximalen Injektionsdauer. Die Schwellenwerte können frei vom Benutzer in das Programm eingegeben werden. Ein gebräuchlicher Wert ist z. B. maximal 5 bar Injektionsdruck



4 Bentonit Bedienpult des Systems SDV-PB; hier: für 15 Bentoniventile

oder 20 Sekunden Injektionsdauer pro Injektionsöffnung. Weiterhin enthält die Software zur Bentonitsteuerung die Möglichkeit, verschiedene Schmiervarianten einzustellen. Bestimmte Bereiche im Rohrstrang können somit ausgespart werden, wenn

SCHWARZER
Ihr meßbarer Erfolg

G m b H



Am Schornacker 25
D-46485 Wesel

Fon: +49 (0)2 81/ 95 99 7-0
Fax: +49 (0)2 81/ 95 99 7-29

www.schwarzer-partner.com

VERMESSUNGSSYSTEME UND SYSTEMTECHNIK ROHRVORTRIEB



5 Bentonitventileinheit auf Montageplatte

z. B. eine zeitweise Undichtigkeit im Bereich einer Dehnerstation bestehen sollte.

Optionale Erweiterung Sprechanlage

Die automatisierten Schmiersysteme können optional mit einer speziellen Sprechanlage ausgerüstet werden.

Bei der verfügbaren Sprechanlage handelt es sich um eine Entwicklung der Schwarzer GmbH. Alle Komponenten wurden exakt auf den Betrieb innerhalb der Systeme und auf die Umgebungsbedingungen des Rohrvortriebes abgestimmt. Ausschließlich hochwertige Komponenten, hauptsächlich aus dem Bergbauwesen, fanden bei der Auslegung des Systems Berücksichtigung.

Die Tunnelsprechanlage dient der akustischen Verbindung von bis zu 10 Sprechstationen. Das Kabel des Steuerungssystems wird genutzt. Es ist somit kein eigenes Kabel für die Sprechanlage erforderlich. Jede Station ist mit einem eigenen Mikrofon und einem regelbaren Lautsprecher ausgerüstet.

Die Stationen der Anlage können mit Hilfe des Anschlusskabels an jede Systemkomponente bzw. an das Pult angeschlossen werden.

In das System kann wahlweise auch eine Hör-/Sprechgarnitur eingebunden werden, welche gleichzeitig auch als Gehörschutz dient.

Die Sprechanlage verfügt weiterhin über ein Handfunkgerät. Eine Koppelstation sorgt für den Übergang zwischen den Stationen im Tunnel und dem Handfunkgerät. Eine störungsfreie Verständigung zwischen



6 BSU Bentonit Steuereinheit für je 8 Ventile

dem Tunnel, der Maschine und dem Baustellenpersonal an der Oberfläche ist somit jederzeit gewährleistet.

Vorteile des automatisierten Schmierens

Die Vorteile des automatisierten Schmiervorganges liegen vor allem auf der Seite der Qualitätssicherheit sowie des Risiko-Managements. Mit dem Einsatz eines automatisierten Systems ist gewährleistet, dass der Schmiervorgang kontinuierlich und frei von allen sonstigen Störfaktoren erfolgt. Der Schmierintervall kann sehr kurz (z. B.: 5–10 Sekunden je Ventil) eingestellt werden. Eine solche Art der Schmierung hat sich in der Praxis vor allem bei sandigen Böden als sehr vorteilhaft erwiesen. Der Ringspalt wird permanent in kurzen Abständen mit Bentonit verpresst, sodass dem anstehenden sandigen Material kaum Gelegenheit gelassen wird, sich auf dem Rohr abzulagern. Die Vorpresskräfte können somit auch bei schwierigen geologischen Verhältnissen möglichst niedrig gehalten werden.

Die im System SDV-Bento zusätzlich vorhandene Möglichkeit, über die Zeit hinaus, auch den maximalen Druck je Schmieröffnung einzustellen, stellt sicher, dass der Ringspalt nicht „überdrückt“ wird. Verfügt man über eine solche Möglichkeit nicht, kann es im Extremfall zu Hebungen an der Oberfläche, hervorgerufen durch zu starke Bentonitinjektion, kommen.

Ergänzend zum Einsatz der automatisierten Bentonitsteuerung sollte jedoch in jedem Fall nicht auf eine sporadische Sichtkontrolle des Rohr-



7 Sprechstation der Sprechanlage (Fotos: Schwarzer GmbH)

stranges verzichtet werden. Nur bei einer solchen Kontrolle können Bentonitaustritte im Rohrstrang oder sonstige Auffälligkeiten entdeckt und rechtzeitig behoben werden.

Ob eine Verstopfung eines einzelnen Bentonitstutzens vorliegt, wird von beiden Systemen automatisch erkannt, da es in einem solchen Fall zu einem sprunghaften Druckanstieg an der entsprechenden Schmierstelle kommt.

Gerade unter dem Vorzeichen, dass heute immer mehr Haltungen kleinen Durchmessers über doch recht lange Strecken ausgeführt werden, lässt die Möglichkeit der automatisierten Bentonitsteuerungssysteme in ganz neuem Licht erscheinen.

Eine Haltung DN 1000 über eine Länge von 200 m im herkömmlichen Verfahren der „Handschmierung“ auszuführen ist zum einen technisch kaum möglich und zum anderen gemäß einschlägiger Regelungen der Berufsgenossenschaft hinsichtlich der Arbeitssicherheit nicht ohne weiteres zulässig.

Die automatisierten Bentonit-schmiersysteme sind somit ein wichtiges Hilfsmittel bei der weiter zunehmenden Tendenz, die Möglichkeiten des Rohrvortriebes und des Microtunnellings an neue Grenzgebiete heranzuführen. Sie bieten in diesem Zusammenhang Sicherheit gepaart mit ökonomischem Vorteil bei der Ausführung des Rohrvortriebes der Zukunft. **tis**