

tis

Tiefbau
Ingenieurbau
Straßenbau

8

August
2000

Organ der **GSTT**

 **Bertelsmann**
Fachzeitschriften



Baumaschinen

**Maschinelle
Pflasterverlegung**

Kanalbau

**Mörtel zur Sanierung
von Abwassersystemen**

Betontechnik

**Stahlfaserbeton nach
Leistungsklassen**

Gelsenkirchen Schwarzbachkanal – Rohrvortrieb mit modernster Technik

Frank Schwarzer, Wesel, Dipl.-Ing. Michael Daehn, Nürnberg,
Dipl.-Ing. Christian Waibel, Augsburg

Das Projekt Gelsenkirchen Schwarzbachkanal ist Teil des Gesamtprojektes „Umbau des Emschersystems“ der Emschergenossenschaft. Dieses zielt auf eine ökologische Verbesserung des Emschersystems ab, hierbei besonders auf eine Lösung der Abwasserableitung, der Regenwasserbehandlung und der Umgestaltung der Wasserläufe für das Einzugsgebiet der Emscher.

Umgestaltung des Gesamtsystems

Im Rahmen des Umbaus des Emschersystems geht es u. a. um eine nachhaltige Verbesserung der Abwasserableitung und der Regenwasserbehandlung. Das finanzielle Volumen des Projektes „Umbau des Emschersystems“ beläuft sich auf ca. 8,7 Mrd. DM. Hierin sind bereits die Kosten für die im Rahmen des Projektes neu zu errichtenden Kläranlagen enthalten. Das Projekt ist allein für die Maßnahmen zur Abwasserbeseitigung auf einen zeitlichen Rahmen von 25 Jahren angelegt.

Gelsenkirchen Schwarzbach

Der Umbau der Schmutzwasserläufe im Einzugsgebiet des Schwarz-

baches ist ein wichtiges Teilprojekt im Rahmen des Umbaus des Emschersystems. Schwerpunkte sind die Entflechtung von Schmutz- und Reinwasser, Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung, Hochwasserschutzmaßnahmen und die Umgestaltung der Gewässer.

Das Konzept sieht vor, das Mischwasser aus Teileinzugsgebieten jeweils in Q_{max} -Sammlern parallel zum offenen Gerinne des Schwarzbaches in insgesamt 8 Regenwasserbehandlungsanlagen zu leiten, die den neu zu schaffenden Reinwasserlauf des Schwarzbaches entlasten können. Unterhalb der Regenwasserbehandlungsanlagen wird das Schmutzwasser über einen $2 Q_1$ -Kanal zum Abwasserkanal parallel zur Emscher und von dort zur Kläranlage Bottrop geleitet.

Technische Daten des Projektes	
Planungs- und Baukosten	ca. 38,8 Mio. DM
Bauausführung hiervon	ca. 28 Mio. DM
Rohrvortrieb DN 1400	2640 m
Rohrvortrieb DN 1600	1170 m
Rohrvortrieb DN 2000	800 m
Abwasserkanal insgesamt	4610 m
$2 Q_1$-Kanal	
Abfluss	max. 2534 l/s
Durchmesser	1,40 m/1,60 m
Gefälle	1,18 ‰
Q_{max} Sammler	
Abfluss	max. 4,840 l/s
Durchmesser	1,60 m/2,00 m
Gefälle	1,8 ‰
Schachtbauwerke	29 Stück
Verdrängter Boden	25 000 m ³
Max. Überdeckung	15 m

Von km 0,00 bis km 2,00 ist das Abwasser unterirdisch in einem $2 Q_1$ -Kanal gefasst worden. Damit hat die Emschergenossenschaft einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Bundesgartenschau 1997 in Gelsenkirchen geleistet. Mit den Arbeiten für den Abschnitt von km 2,00 bis km 5,20 wurde im Februar 1999 begonnen.

Das Teilprojekt „Gelsenkirchen Schwarzbach“ hat ein Bruttofinanzvolumen von 28 Mio. DM. Von der Genehmigungsplanung über die Ausschreibung bis zur Vergabe benötigte die Bauherrin, die Emschergenossenschaft, ca. 1 Jahr.

Das Teilprojekt Gelsenkirchen Schwarzbach setzt sich im Wesentlichen aus zwei Einzelbaumaßnahmen zusammen. Erstellt wird ein Sammler DN 1400. Er endet am Pumpwerk Gelsenkirchen-Altstadt. Hier wird das Einzugsgebiet der außer Betrieb genommenen Kläranlage Gelsenkirchen-Altstadt an den $2 Q_1$ -Kanal angeschlossen. Neben diesem Kanal wird für das dem Schwarzbach zufließende Mischwasser gleichzeitig ein Q_{max} Sammler (DN 1600 bis DN 2000) hergestellt. Beide Kanäle werden im Rohrvortriebsverfahren ausgeführt.

Die beiden Vortriebe verlaufen parallel zueinander in einem Abstand von ca. 1,5 m in der Horizontalen und ca. 1,5 m in der Höhe, so dass ein diagonalen Abstand von $1,5 \times D_A$ gewährleistet ist.

Alle Haltungen sind als Geraden mit einer geringen Neigung von ca. 1 ‰ aufzufahren und können somit

unbedingt als höhensensitiv angesehen werden.

Die Regenwasserbehandlung für dieses Teileinzugsgebiet wird in einem späteren Schritt gebaut.

Bauausführung

Den Zuschlag für die Ausführung der genannten Arbeiten am Projekt „Schwarzbach, Bau des Abwasserkanals von km 2,00 bis km 5,20 in Gelsenkirchen“ erhielt eine Arbeitsgemeinschaft der Walter-Bau-AG aus Augsburg und der Wüwa Bau-GmbH aus Schwabach bei Nürnberg. Die kaufmännische und technische Federführung des Projektes obliegt der Walter-Bau-AG, Niederlassung Augsburg.

Innerhalb der ARGE zeichnet die Walter-Bau-AG verantwortlich für:

- allgemeine Baustelleneinrichtung, Vorarbeiten Abbruch- und Wiederherstellungsarbeiten
- Wasser- und Abwasserhaltung durch offene Wasserhaltung, Vakuumtiefbrunnen und Überleitungen
- Erstellen der Baugruben
- Einziehen von 1950 m Trockenwetterrinnen in den Q_{max} Sammler
- Herstellen von 1270 m Anschlusskanäle (Stahlbeton, GFK und HDPE) 80 % in offener Bauweise, 20 % im Microvortrieb
- Herstellen der Sammelbauwerke und Einstiegsschächte

Die Wüwa Bau-GmbH ist zuständig für die Aufteilung aller Rohrvortriebsarbeiten mit folgenden Durchmessern:

- 2640 m Rohrvortrieb DN 1400
- 1170 m Rohrvortrieb DN 1600
- 800 m Rohrvortrieb DN 2000



1 Das Teilprojekt Gelsenkirchen Schwarzbach setzt sich im Wesentlichen aus 2 Einzelbaumaßnahmen zusammen. Erstellt werden ein Sammler DN 1400 sowie ein Sammler DN 1600 bis DN 2000. Beide Kanäle werden im Rohrvortriebsverfahren ausgeführt

Baugrund

Das Erdbaulaboratorium Essen (ELE) hat für die gesamte Baumaßnahme ein geologisches Gutachten erstellt. Entlang der Vortriebstrasse wurden zu diesem Zweck 40 Bohrungen eingebracht, die überwiegend zu Grundwassermessstellen ausgebaut wurden; zusätzliche Aufschlüsse wurden weiterhin durch Rammsondierungen gewonnen.

Die wesentlichen Aussagen des geologischen Gutachtens lassen sich wie folgt zusammenfassen:

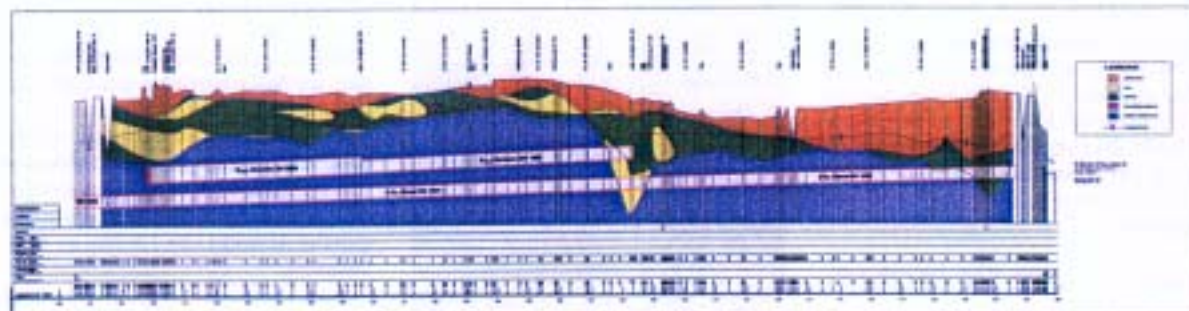
- die Vortriebe der 2Qt-Kanäle und des Q_{max} -Sammlers liegen überwiegend im Mergel
- es wurden 2 Erosionsrinnen erkundet, die mit Sanden und Schluffen in

wechselnder Schichtenfolge bzw. nur mit Schluffen aufgefüllt sind. Zwischen den Bohrpunkten können weitere unbekannte Erosionsrinnen nicht ausgeschlossen werden

- das Grundwasser steht ca. 3–5 m unter Gelände an, so dass bzgl. der Vortriebe beim Q_{max} -Sammler maximal 7 m und beim 2Qt-Kanal bis zu 11 m Wasserstand über dem Ausbauquerschnitt ansteht

■ in den umgelagerten Böden und an der Oberkante des Mergelhorizontes sind Steine und Blöcke nicht auszuschließen

- besonderes Augenmerk ist auf die Übergänge vom festen bis harten Mergel mit Gesteinsbänken auf überlagernde Schluffe bzw. Sande zu richten. Die Gesteinsbänke können eine



2 Geologischer Längsschnitt der Haupttrasse



3 Vortriebsmaschine (Vollschnitt) für Vortrieb DN 1400

einaxiale Druckfestigkeit von bis zu 10 MN/m^2 erreichen. Wegen des hohen Quarzanteils im Mergel ist mit hohem Verschleiß der Abbaugeräte an den Vortriebsmaschinen zu rechnen.

Baugruben

Die zu erstellenden Baugruben erforderten ein durchdachtes technisches Konzept, welches vor allem vor dem Hintergrund der finanziell engen Kalkulation auch der Kostenseite gerecht werden musste.

Die tiefste zu erstellende Baugrube hat eine Tiefe von 16 m unter Geländeoberkante, der größte Baugrubendurchmesser beträgt 18 m.

Es handelt sich um rechteckige, runde sowie ellipsenförmige Baugruben, welche in Kombinationsverfahren aus Bohrpfehlen, Spundwänden (max. Larssen L 607) sowie Spritzbeton hergestellt wurden.

Die höchste Einbindetiefe der Spundwände betrug 18,5 m. Die Spundwände wurden zum Teil im Vorlauf mit Austauschbohrungen eingebracht. Größtenteils wurden sie eingerüttelt, teilweise jedoch auch aufgrund der Geologie und der Einbindetiefe mit einer D30 Dieselramme nachgeschlagen.

Das jeweils gewählte Verfahren musste auf die geologischen Gegebenheiten, die Platzverhältnisse vor Ort sowie auf die ökonomischen Möglichkeiten der Baumaßnahme abgestimmt werden.

Die Aussteifung der Baugruben erfolgte mittels Stahl- bzw. Stahlbetongurtlagen, Kopfs balken und HDI-Druckstützen.

Stellenweise war es notwendig, im Böschungsbereich des Schwarzbachs eine Aussteifung mittels Stahlrohren, welche sich gegen ein eigenes Spundwandwiderlager ($\Sigma H = 0$) über den Bach hinweg abstützten, vorzusehen.

Kontrollschächte

Es waren insgesamt 19 Kontrollschächte als Tangentialschächte herzustellen. Die Tangentialschächte werden nach dem aufgefahrenen Rohrvortrieb unter dem Schutz eines HDI-Dichtblocks auf die Haltung aufgesetzt. Das Vortriebsrohr wird hierzu mittels einer Kernbohrung und Aufsägen des Betons geöffnet. Anschließend wird eine DN 2000 Großbohrung auf die Haltung abgeteuft ($t = 9\text{--}15 \text{ m}$). Schachtfertigteile werden eingehoben und der Anschluss zwischen Schacht, Schachtboden und Vortriebsrohr wird mit Beton vergossen.

Bauwerke

Insgesamt waren 12 Schachtbauwerke in Ortbeton herzustellen. Es handelt sich hierbei um Entnahme-, Trenn-, und Drosselbauwerke. Die Ausbildung der Bauwerke ist individuell auf die jeweiligen technischen Erfordernisse abgestimmt. Die mitunter großen Abschnittshöhen (6 bis 8 m) stellten hierbei hohe Anforderungen an das handwerkliche Geschick und die Kompetenz der Einschaler.

Vortriebskonzept / Maschinentechnik

Aufgrund der planerischen Gegebenheiten und des geologischen Gutachtens wurden für die verschiedenen Vortriebe folgende maschinentechnischen Konzepte entwickelt:

Q_{max} -Sammler – Dimension DN 1600, DN 2000

Für diese Vortriebe entschied man sich zum Einsatz von Druckluftvortrieben mit einem offenen Haubenschild. Der Materialabbau erfolgt mit einem Baggerarm (Zughacke), das Abbaumaterial wird mit Loren in Trockenförderung abtransportiert.

Die Vortriebe liegen überwiegend im Mergel, verlaufen über größere Längen jedoch auch in den Überlagerungsschichten des Mergels und müssen teilweise auch die bekannte Erosionsrinne durchdrörtern.

Das offene Haubenschild ermöglicht die kontinuierliche Beobachtung der Ortsbrust und den Zugang zur Maschine, sowohl zur Beseitigung von Hindernissen als auch zum Werkzeugwechsel.

Mit dem Haubenschild ist eine sichere und gezielte Ortsbruststützung, insbesondere bei inhomogenen und wechselnden Bodenverhältnissen möglich. Durch Zusatzmaßnahmen wie den Einbau einer Bühne und Druckluftstützung kann jederzeit flexibel auf den anstehenden Baugrund reagiert werden.

Die vorhandene Vortriebsdimension $> \text{DN } 1600$ in Verbindung mit einem Grundwasserstand $< 0,7 \text{ bar}$

(7 m Wassersäule) gestattet gemäß Druckluftverordnung einen Druckluftvortrieb ohne besondere zusätzliche technische und medizinische Maßnahmen. Zudem ist im Mergel nicht von einer durchgehenden Druckluftbeaufschlagung auszugehen.

Die Druckluftvortriebe werden mittels einer Vortriebsmaschine aufgeföhrt, welche durch das bauausführende Unternehmen selbst entwickelt und gebaut wurde.

2Q_r-Kanal – Dimension DN 1400

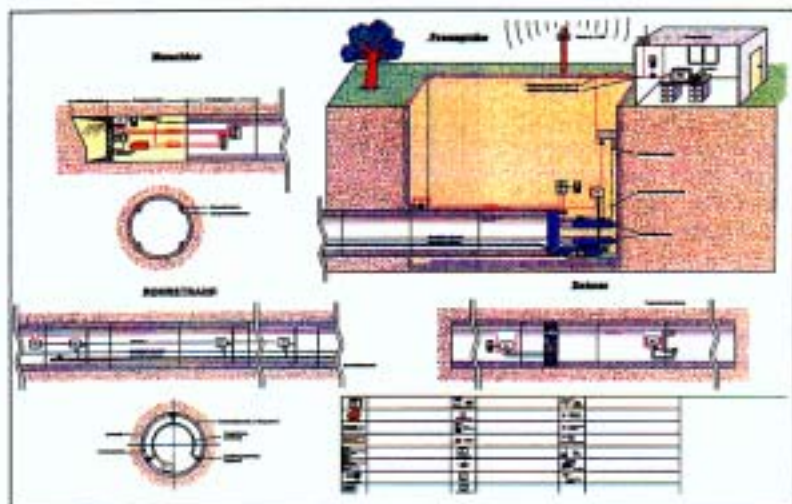
Für diese Vortriebe wurden Vollschnittmaschinen mit abgeschotteter Arbeitskammer gewählt. Der Materialabbau erfolgt durch ein mit Rundschafmeißeln bestücktes Schneidrad. Das Abbaumaterial wird in einem geschlossenen Wasserkreislauf mittels hydraulischer Förderung zu einer obertägigen Separieranlage gepumpt, wo eine Trennung der Suspension in die Fest- und Flüssiganteile stattfindet. Die Trennung erfolgt über Feinsiebe und Zentrifugen.

Die Vortriebe weisen fast auf der gesamten Länge eine große Mergelüberdeckung auf, haben jedoch ebenso die bekannten Erosionsrinnen zu durchdringen.

Die abgeschottete Arbeitskammer kann bei Bedarf jederzeit mit Druckluft bzw. mit Wasser oder Bentonitsuspension beaufschlagt werden, falls dies zur Ortsbruststützung erforderlich ist. Das Vortriebspersonal arbeitet dabei unter normalen atmosphärischen Bedingungen und kann die Ortsbrust über Bullaugen kontinuierlich beobachten.

Gleichzeitig hielten jedoch die an der ARGE beteiligten Unternehmen auch für diese Vortriebe eine Begehrbarkeit der Ortsbrust für dringend erforderlich. Ausschlaggebende Gründe hierfür waren sowohl eine eventuell notwendige Beseitigung von Hindernissen als auch vor allem die Abrasivität des Mergels, welche unter Umständen einen Werkzeugwechsel erforderlich machen könnte.

Auf Grund dieser Rahmenbedingungen und der in dieser tiefen Lage



4 Übersicht des Systems SDV 13, inkl. automatischer Bentonitsteuerung

anstehenden standfesten Schluffe und Sande hat sich die Wüwa Bau-GmbH für den Einsatz ihrer Tunnelvollschnittmaschine TVM 1400 entschieden. Diese Tunnelvollschnittmaschine verfügt über eine begehrbare Arbeitskammer und ein offenes Schild und reinigt die Vortriebe einer Vollschnittmaschine mit Druckluft- oder Flüssigkeitsstützung mit den Vorteilen eines offenen Schildes. Für die Durchörterung der in den Erosionsrinnen anstehenden fließgefährdeten Sande wurde zusätzlich eine verschließbare Abschottung in die Arbeitskammer integriert.

Neben dieser Tunnelvollschnittmaschine kommt darüber hinaus für die 3 kurzen Haltungen eine handelsübliche automatische Vollschnittmaschine der Herrenknecht AG (AVN) zum Einsatz. Diese Maschine wurde zusätzlich eingesetzt, um die geplante Bauzeit einhalten zu können. Die Ortsbrust ist bei dieser Vortriebsmaschine nicht zugänglich. Nach den bisherigen Erfahrungen mit dem anstehenden Boden wird jedoch bei Vortriebslängen von nur ca. 150 lfm ein Werkzeugwechsel nicht erforderlich sein.

Die Vortriebskonzepte wurden in enger Abstimmung zwischen der Emshergenossenschaft, dem Erbaulaboratorium Essen sowie der ARGE im Vorfeld ausführlich diskutiert.

Vermessungs- und Datenerfassungstechnik

Mit der Lieferung der bereits in der Ausschreibung spezifizierten und geforderten Systemtechnik für die Bereiche Vermessung, Datenerfassung sowie automatische Bentonitsteuerung wurde das Vermessungsbüro Schwarzer & Helbig aus Wesel beauftragt. Darüber hinaus wird die komplette Vermessung der Gesamtmaßnahme durch die Schwarzer & Helbig GmbH betreut.

Für die Ausrüstung der Vortriebsmaschinen dieser Baumaßnahme kommen 3 komplette SDV13-Systeme (Systeme zur Datenerfassung und Vortriebssteuerung) zum Einsatz.

Das System SDV13 setzt sich zusammen aus dem Navigationssystem SAS22 (Kreiselkompass und Schlauchwasserwaage) der Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH und der Systemerweiterungen für Datenerfassung und Steuerung der Schwarzer & Helbig GmbH.

Zu diesen Systemerweiterungen gehören, je nach spezifischen Anforderungen der Baustelle, unter anderem Datenerfassungsmodule für folgende Vortriebsparameter: Wege der Dehner, Wege der Hauptstation, Wegemesser an Rohrspiegeln zur Ermittlung der Verkantung, Drücke der Dehner, Drücke der Hauptstation, Bentonit-

GSTT-Schwerpunkt

druck an der Bentonitpumpe, Bentonitdrücke an Schmieröffnungen, Luftdruck bei Druckluftvortrieben, Luftmenge bei Druckluftvortrieben zur Ermittlung des Luftverlustes, Wege des Vorbohrgestänges, Anpressdruck der Vorbohrung, Verpressdruck des Dämmers beim Injizieren der Vorbohrung, Mengenerfassung des in die Vorbohrung injizierten Dämmers, Neigung der verschiedenen Maschinensegmente, Neigung des ersten nachlaufenden Betonrohres, Verrollung der Maschine, Höhenmessung (absolut) des ersten Betonrohres, Ultraschall Abstandsmessung zur Ortsbrust.

Weiterhin sind die Systeme mit einer Tunnelsprechanlage ausgerüstet, welche in das Datenkabel integriert ist.

In der Gesamtheit der Komponenten Navigation (SAS22) und Datenerfassung/Steuerung entsteht das System SDV13.

Die Hauptkomponenten des Systems SDV 13 bestehen aus:

- einem handgehängten nordsuchenden Meridiankreisel. Dieser Kreisel, ursprünglich für militärische Anwendungen wie z. B. die Radarausrichtung auf Kettenfahrzeugen entwickelt,



5 Bentonitventil. Die automatische Bentonitsteuerung gewährleistet ein kontinuierliches und sicheres Schmieren der Rohrleitung, unabhängig vom Durchmesser und der Haltungslänge des Rohrstranges

wird im zivilen Bereich für eine richtungsgenaue Steuerung von Rohrvortrieben angewendet

- einer hochgenauen, patentierten elektronischen Schlauchwaage, welche nach dem Prinzip der Differenzdruckmessung arbeitet

■ einem, den Einsatzbedingungen angepassten, Industrie-PC zur Steuerung der Systemabläufe zur Auswertung des Soll-Ist-Vergleiches sowie zur Auswertung und Speicherung der Vortriebsdaten

- verschiedenen Datenerfassungseinheiten (MSU) zur Analog-/Digitalwandlung der Eingangssignale der Sensoren

- verschiedene Sensoren zur Messung von Drücken, Längen, Mengen und Neigungen

■ einem Feldbus-System (CAN-BUS), welches alle Komponenten miteinander verbindet und die Kommunikation mit dem Steuer-PC ermöglicht.

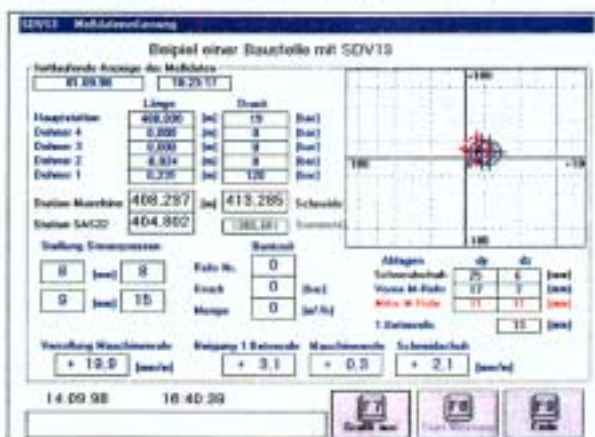
Alle Datensätze werden numerisch in Echtzeit abgespeichert. Die Datenspeicherung erfolgt gemäß ATV A125 „weg-/zeitabhängig“. Es wird jeweils der Maximalwert im entsprechenden Intervall abgespeichert. Weiterhin erfolgt direkt auf dem Computer

eine grafische Auswertung der Vortriebsdaten, welche sofort auf der Baustelle ausgedruckt werden kann.

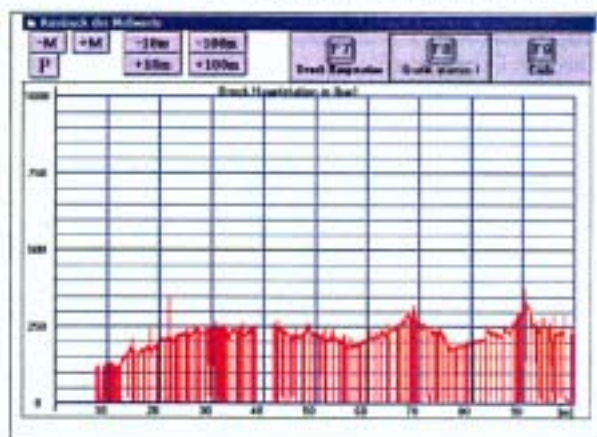
Diese Daten geben sowohl dem Bauherrn wie auch dem bauausführenden Unternehmen die nötige Sicherheit auf dem Weg zu einer qualitativ hochwertigen und einer den Anforderungen entsprechenden Ausführung der zu erbringenden Bauleistung.

Automatische Bentonitsteuerung

In allen Vortrieben dieser Maßnahme entschied sich die Wüwa-Bau



6 Screenshot des Programms SDV 13. Das System SDV 13 setzt sich zusammen aus dem Navigationssystem SAS22 (Kreiselkompass und Schlauchwasserwaage) und einer Systemerweiterung für Datenerfassung und Steuerung



7 Datenausdruck aus dem Programm SDV 13. Druckaufzeichnung der Hauptstation

GmbH für den Einsatz des automatischen Bentonitsteuerungssystems der Schwarzer & Helbig GmbH. Auch dieses Bentonitsteuerungssystem arbeitet innerhalb der Infrastruktur des Systems SDV13. Es wird lediglich die Hardware (Ventile und Steuereinheiten) nachgerüstet sowie die Software erweitert. Diese Erweiterung der Software erfolgt durch Freischalten bereits vorhandener Softwaremodule auf dem Baustellenrechner.

Jede Bentonitsteuereinheit (BSU) ist in der Lage, jeweils 8 Bentonitventile (8 Bentonitrohre) anzusteuern. Sie wird in den CAN-BUS des Systems eingebunden und ist somit für den Steuer-PC verfügbar.

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 oder 20 Sekunden Injektionsdauer pro Injektionsöffnung. Weiterhin enthält die Software zur Bentonitsteuerung die Möglichkeit, ver-

schiedene Schmiervarianten einzustellen.

Dieses ermöglicht das Aussparen eines Bereiches im Rohrstrang z. B. bei einer undichten Dehnerstation. Das Programm ist so konzipiert, dass es dem Benutzer ermöglicht wird, sein jeweiliges Schmierkonzept mit dem System umzusetzen.

Das System zeichnet sich durch ein hohes Maß an Wirtschaftlichkeit aus. Die automatische Bentonitsteuerung gewährleistet ein kontinuierliches und sicheres Schmieren der Rohrleitung, unabhängig vom Durchmesser und der Haltungslänge des Rohrstranges. Ein Festfahren der Haltung auf Grund einer unzureichenden Schmierung kann durch den Einsatz dieses Systems somit vermieden werden. Das für die Tätigkeit des manuellen Schmierens bisher benötigte Personal kann vollständig eingespart werden.

Vor allem bei Rohrleitungen < DN 1600 zeigt die Erfahrung, dass die Bereitschaft zum Schmieren der Haltung, proportional zum kleiner werdenden Rohrdurchmesser abnimmt.

Gerade in der jüngsten Vergangenheit ist durch die neue Definition des

Begriffs „begehbare Vortriebe“ in der ATV-A125 noch ein weiterer Aspekt für den Einsatz von automatischen Schmierensystemen hinzugekommen. Nach der geltenden Regelung ist die Begebarkeit des Vortriebes ab einem Innendurchmesser von DN 1200 gegeben. In Ausnahmefällen kann der Durchmesser auch DN 1000 betragen, wenn eine Haltungslänge von 80 m nicht überschritten wird. Muss also ein Rohrvortrieb im Durchmesser DN 1000 über eine Länge von > 80 m aufgeföhren werden, so ist der Einsatz einer automatischen Bentonitsteuerung hierfür unerlässlich.

Zusammenfassung

Das Teilprojekt „Umbau des Schwarzbaches“ wird voraussichtlich zum Ende des Jahres 2000 abgeschlossen sein. Es dokumentiert das Zusammenspiel verschiedener Fachbereiche in einem Gesamtprojekt. Die Kompetenz der Fachunternehmen sowie die hochwertige zum Einsatz kommende Technik garantieren die hohe Qualität des Endprodukts für den Auftraggeber, die Emschergerogenschaft. **tis**

SCHWARZER | I D E
Ihr meßbarer Erfolg | U

Schwarzer GmbH • Am Schornacker 25 • 46485 Wesel
Telefon: +49 (0)2 81/ 95 99 7-0 • Telefax: +49 (0)2 81/ 95 99 7-66
eMail: buero@schwarzer-partner.com • Http://www.schwarzer-partner.com