

tis

Tiefbau
Ingenieurbau
Straßenbau

Sonderdruck

Organ der **GSTT**



Bertelsmann
Fachzeitschriften



Baumaschinen

**Knickgelenkte
Muldenkipper**

GSTT-Schwerpunkt

**Vorpresen enger
Kurvenradien**

Messen

**Nachlese
IFAT 99**

Vorpressen von Kurvenradien unter 95 m

Thomas Hüging, Borken
Frank Schwarzer, Oberhausen

Rohrvortriebe mit Kurvenradien unter 200 m galten bisher als sehr problematisch. Beim Bau eines 1,7 km langen Abwasserkanals DN 1000 bis DN 2600 konnte trotz schwieriger geologischer Bedingungen gezeigt werden, daß mit Hilfe moderner Vortriebs- und Navigationstechnik Kurvenradien bis unterhalb 95 m sicher beherrschbar sind.

Im Rahmen des Sesekeprogramms des Lippeverbandes wird auch die Seseke im Stadtgebiet von Kamen umgebaut. Über die Seseke wird zur Zeit Rein-, Schmutz- und Niederschlagswasser abgeleitet.

In Zukunft wird das Ab- und Niederschlagswasser aus der städtischen Kanalisation in Abwasserkanälen, die in etwa parallel zur Seseke verlaufen, abgeführt. An geeigneten Standorten werden Regenwasserbehandlungsanlagen angeordnet. Es besteht dann auch die Möglichkeit, die Seseke öko-

logisch zu verbessern. Für die Abwasserleitung wurden 1,7 km Abwasserkanäle DN 1000 und DN 2600 im Vortriebsverfahren vorgepreßt.

Baugrund

Die gesamte Baumaßnahme verläuft im Dammbereich der Seseke. Für die Vorplanung des Projektes wurde das Grundbauinstitut Dortmund mit der Baugrunderkundung beauftragt. Im Bereich der geplanten Vortriebsachse wurden insgesamt 14 Bohrungen bis zu einer maximalen Tiefe von 10,50 m niedergebracht. 11 dieser Bohrungen wurden später zu Grundwassermeßstellen ausgebaut. Weitere Aufschlüsse erhielt man durch Rammkernsondierungen. Die Ergebnisse der Voruntersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Die quartären Lockerschichten im Raum Kamen bestehen im wesentlichen aus einer Wechselfolge von schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Mittelsanden und schwach tonigen, sandigen Schluffen der älteren Niederterrasse. Die Mächtigkeit dieser Deckschichten beträgt durchschnittlich 5 bis 8 m. Im Uferbereich der Seseke stehen streckenweise in-

folge holozäner Flußablagerungen organische Böden an. Unter der Lockergesteinsdecke folgt Emschermergel des Cenoman. Der Vortrieb im Gebirge erfolgt in den Bodenklassen 2 bis 5, wobei der Anteil der Klasse 3 überwiegt. Das Grundwasserniveau liegt i.d.R. ca. 3 m bis 5 m unter Geländeneiveau korrespondierend mit dem Wasserstand der Seseke.

Da aufgrund des weichen Untergrundes die Gefahr von Setzungen an der vorhandenen Bebauung sehr hoch ist, wird von seiten des Bodengutachters ein Vortrieb mittels flüssigkeitsgestützter Ortsbrüst unter Verzicht auf eine Grundwasserabsenkung vorgeschlagen. Die Preß- und Bergegruben sind im wasserdichten Spundwandverbau auszuführen.

Planung

Die Planung und Ausschreibung wurde vom Ing.-büro Dr. Dahlem in Essen im Auftrag des Lippeverbandes ausgeführt. Das Ing.-büro hatte zu prüfen, welche Verlegeart unter den Gesichtspunkten Baugrund, Umweltschutz, technische Durchführbarkeit und nicht zuletzt Kosten, die sinnvollste ist. Bedingt durch die starke Bebauung auf der einen Seite und die sich direkt anschließende Sesekeböschung entschloß man sich für die geschlossene Bauweise, den Rohrvortrieb. Auf diese Weise konnte auch den Belangen des Umweltschutzes Rechnung getragen werden. Ein eigens in Auftrag gegebenes Baumgutachten favorisiert ebenfalls den Rohrvortrieb als die umweltschonendste Alternative.

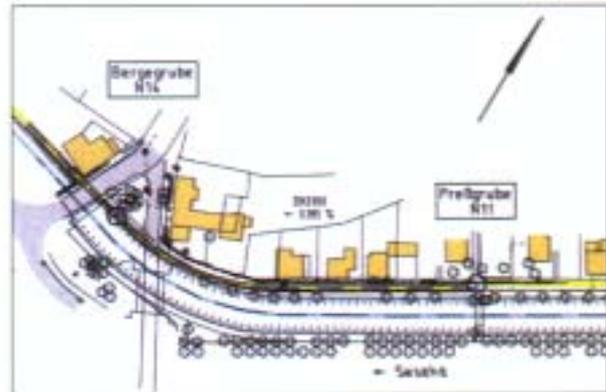
Da sich der geplante Kanal dem Verlauf des bereits vorhandenen Bachlaufes anpassen mußte, waren



1 Der Übersichtsplan zeigt den gewundenen Lauf der Seseke im Stadtgebiet von Kamen



2 Blick aus dem Rohr in die Preßgrube



3 Vortrieb DN 2000 von Schacht N 11 bis N 14

fast alle Haltungen in Kurvenfahrten vorzupressen. Die einzelnen Abschnitte stellten sich wie folgt dar:

Haltungslänge	Innendurchmesser	Radius
220 m	DN 1000	900 m
320 m	DN 1800	615 m
220 m	DN 2000	Gerade
170 m	DN 2000	95 m
220 m	DN 2000	579 m
140 m	DN 2000	188 m
170 m	DN 2400	128 m
130 m	DN 2400	700 m
80 m	DN 2600	Gerade

Weiterhin mußten drei Hauptverkehrsadern der Stadt unterquert werden. An einigen Stellen verjüngt sich die Trasse auf eine nutzbare Breite von weniger als 3,5 m. Bei einem Außendurchmesser der Rohre von 2,40 m war gerade an diesen Stellen eine absolut präzise Navigation des Vortriebes notwendig.

Ausführung

Den Zuschlag für die Ausführung der Arbeiten erhielt die Arbeitsgemeinschaft der Unternehmen

- Hydro Tiefbau, Borken, und
 - Kramer, Dortmund.
- Kramer zeichnete für die Herstellung der Preß- bzw. Berggruben sowie sämtli-

cher Stahlbetonarbeiten verantwortlich. Hydro Tiefbau führt die gesamten Rohrvortriebsarbeiten aus. Speziell auf dem Gebiet Rohrvortrieb verfügt Hydro bereits über beträchtliche Erfahrungen und positive Referenzen. Aufgrund der technisch anspruchsvollen Trassenführung soll in diesem Artikel ausschließlich auf die Rohrvortriebsarbeiten eingegangen werden.

Die Arbeitsgemeinschaft erhielt den Zuschlag aufgrund eines Sonderzuschlages, der entgegen der ursprünglichen Ausschreibung die Ausführung der Arbeiten mittels einer Teilschnittmaschine mit offener Ortsbrust und Abbaugerät von Alpine Westfalia, Zughacken der Bauart Z2 und Z3, vorsah. Dieser Vorschlag konnte nur deshalb unterbreitet wer-

den, da im Hause Hydro bereits Erfahrungen mit dem im Projekt Kamen anstehenden Boden vorhanden waren. Die im Sondervorschlag gewählte Abbaumethode gewährleistet eine wesentlich schonendere Behandlung des Untergrundes als diese mittels der ursprünglich vorgesehenen Vollschnittmaschine in Spülförderung möglich gewesen wäre.

Die wechselnden Bodenarten und die teilweise sehr geringe Überdeckung von 60 cm hätten einen kontrollierten Abbau im Naßverfahren unmöglich gemacht. Größere Ausbrüche, teilweise bis an die Geländeoberfläche, wären unvermeidlich gewesen. Eine der innerhalb der Baumaßnahme aufgefahrebenen Strecken soll im folgenden exemplarisch herausgegriffen und im einzelnen betrachtet werden:

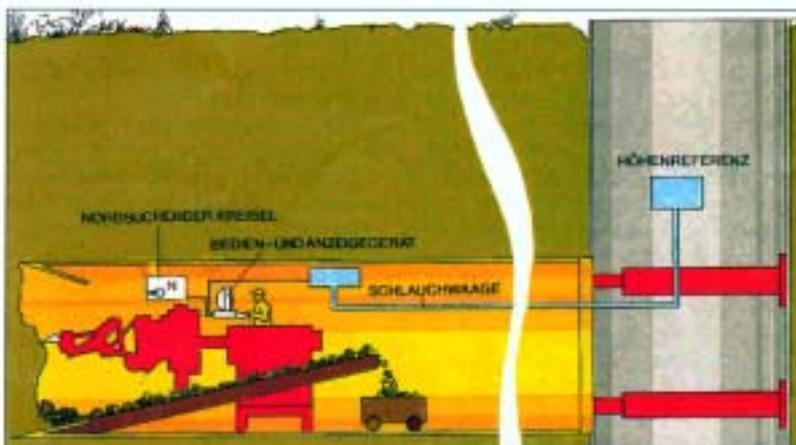
Vortrieb DN 2000 von Schacht N11 bis N14

Die Vortriebsachse verläuft auch hier parallel der Seseke. Nach einem geraden Streckenstück von 100 m folgt der Rohrstrang dem vorhandenen Sesekedamm in einer Rechtskurve von 80 m Länge. Der Krümmungsradius beträgt 95 m. Die Rohrsohle des Vortriebes liegt auf der gesamten Länge ca. 60 m unterhalb der Fließsohle der Seseke. Insbesondere der



4 Blick auf die beginnende Rechtskurve während des Vortriebs

außergewöhnlich enge Kurvenradius von nur 95 m veranlaßte zu detaillierten Vorplanungen vor Aufnahme der Arbeiten. Bei Kurvenpressungen hat die Baulänge der verwendeten Vortriebsrohre einen wesentlichen Einfluß auf die verbleibende Druckübertragungsfläche am Rohrspiegel. Für die Ausführung des Radius $R = 95$ m entschied man sich daher für Stahlbetonrohre mit einer Baulänge von nur 1,00 m. Für den geraden Teil der Trasse kamen Normalrohre mit einer Baulänge von 3,00 m zum Einsatz. Die in der Rohrstatik geforderte Mindestdruckübertragungsfläche von 60 % des Rohrspiegels konnte mit den Kurzrohren $l = 1,00$ m gewährleistet werden. Die Fugenklaffung liegt im Kurvenäußeren bei 25 mm. Der Einsatz von 40 mm starken Holzdruckringen sichert die Einhaltung der geforderten Mindestwerte.



5 Anordnung der SAS22-Systemkomponenten im Vortrieb

Grundlagenvermessung und Achsoptimierung

Mit den baubegleitenden Vermessungsarbeiten und der vorausgehenden Achsoptimierung beauftragte die Arbeitsgemeinschaft das auf die Vermessung im Rohrvortrieb spezialisierte Vermessungsbüro Schwarzer & Helbig GmbH aus Oberhausen.

Die vom Bauherrn in der Örtlichkeit abgemerkten Achspunkte wurden auf der gesamten Streckenlänge von 1,7 km mittels eines spannungs-

freien Polygonzuges trassenbegleitend aufgemessen und dokumentiert. Die anschließende rechnerische Achsoptimierung ermittelte unter Berücksichtigung aller Zwangsbedingungen (Topographie und Vortriebs-technik) die geeignetsten Vortriebs-trassen für die einzelnen Haltungen.

Vermessung und Steuerung des Vortriebs

Eine weitere, große Herausforderung in diesem Projekt an die Vermessung des Rohrvortriebs stellte die stark gekrümmte Trasse dar. Nach aktuellem Stand der Technik kommen 3 Verfahrensweisen für die kontinuierliche Lage- und Höhenvermessung eines solchen Vortriebs in Frage:

1. manuelle (händische) Vermessung mittels Theodolit und Nivelliergerät

2. Vermessung mit automatischen Theodolit- und/oder Lasersystemen
3. Vermessung mittels nordsuchendem Kreiselkompaß und elektronischer Schlauchwaage.

Da sich die unter Punkt 1) und 2) genannten Methoden für dieses Projekt als entweder zu zeitaufwendig und/oder als technisch unzureichend erwiesen, entschied sich die Arbeitsgemeinschaft aufgrund ihrer sehr guten Erfahrungen in der Vergangenheit zur Anwendung des von der Boden-seewerk Gerätetechnik (BGT) aus

Überlingen hergestellte Kreiselnavi-gationssystem SAS22.

Die Betreuung des Systems SAS22 erfolgte durch die als Vertriebs- und Servicepartner der BGT autorisierten Mitarbeiter des Vermessungsbüros Schwarzer & Helbig.

Die Hauptkomponenten des Navigationsystems SAS22 bestehen aus

- einem bandgehängten, nordsuchenden Meridiankreisel. Dieser Kreisel, ursprünglich für militärische Anwendungen, wie z. B. die Radar-ausrichtung auf Kettenfahrzeugen, entwickelt, leistet nun auch im zivilen Bereich wirkungsvoll seinen Dienst zur richtungsgenauen Steuerung des Rohrvortriebs

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

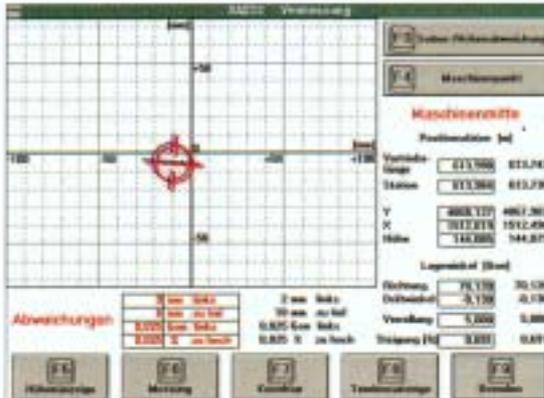
- einem, den Einsatzbedingungen angepaßten Industrie-PC zur Steuerung der Systemabläufe und zur Auswertung des Soll-Ist-Vergleiches.

Das System SAS22 bietet dem Maschinenfahrer eine permanente Höhenanzeige sowie Angaben über seine axiale Position im frei wählbaren Meßintervall. Eine Dokumentation aller Vortriebsdaten ermöglicht eine lückenlose Dokumentation des Vortriebs im Sinne der Qualitätssicherung. Unter anderem ermöglichte das System SAS22 Vortriebsleistungen von bis zu 12 m/d. Die durchschnittliche Tagesleistung lag trotz der erschwerten Bedingungen und der engen Kurvenfahrten bei 7,5 m/d.

Das SAS22 konnte in diesem Projekt darüber hinaus erstmalig in einem Microvortrieb DN 1000 erfolgreich eingesetzt werden. Der Steuer-PC befand sich in diesem Fall im oberirdischen Steuercontainer. Das System fügt sich störungsfrei in die Bedingungen des Vortriebs ein und setzt somit neue Maßstäbe hinsichtlich Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit für Baumaßnahmen dieser Art.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann nach Abschluß der Bauarbeiten mit Recht behauptet werden, daß in diesem Projekt einige bislang geltende Grenzen



The screenshot shows a data table from the SAS22 software. The title bar reads 'SAS22 - Abweichung der Stationen'. The table has columns for 'St. (m)', 'Station (m)', 'Station', 'Abweichung', 'Abw. (m)', 'Abw. (m)', 'Abw. (m)', 'Abw. (m)', 'Abw. (m)', 'Abw. (m)'. The data rows show station numbers and their corresponding coordinates and deviations. Below the table are buttons for 'Speichern', 'Abgleich in Daten', 'Printen', 'Druckvergrößerung', and 'Drucken'.

6 Bildschirmdarstellungen des SAS22
(Fotos und Grafiken: BGT)

des Rohrvortriebes überschritten werden konnten: Zum einen konnte bewiesen werden, daß ein Vortrieb in oberflächennahen Schichten mit nur einem Minimum an Setzungen auch in schwierigen Böden möglich ist, zum anderen galten Radien $R \leq 200$ m

bislang als problematisch, wenn nicht sogar als undurchführbar. Es konnte hier bewiesen werden, daß auch Radien von bis zu $R = 95$ m bei Einsatz geeigneter Vortriebstechnik problemlos zu beherrschen sind.

Entscheidend für das Gelingen el-

nes Vortriebes ist neben der notwendigen Technik jedoch nicht zuletzt der Einsatz einer gut ausgebildeten und motivierten Vortriebsmannschaft, die bereit ist, sich den Anforderungen der modernen Vortriebstechnik anzupassen.

Überreicht durch:

SCHWARZER I
I
H
R
m
e
ß
b
a
r
e
r
E
r
f
o
l
g
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