

Rowa Kundentag

**Uetlibergtunnel N4.1.5
Westumfahrung Zürich
10. Juli 2003**

**Nachlaufsystem zu Ausweitungs
TBE mit Hinterschneidtechnik,
besondere Anforderungen und
gewählte Lösungen**



Inhaltsverzeichnis

1.	Anforderungen und Pflichtenheft an den Anlagenbauer / Besonderheiten.....	3
2.	Machbarkeitsstudie Felssicherung.....	4
3.	Bauablauf Felssicherung.....	4
4.	Spritzroboter L1.....	5
5.	System- und Firstankerbohrgeräte.....	6
6.	Arbeitsbühne und Bogenversetzgerät.....	6
7.	Spritzroboter L2.....	7
8.	Stärken von Rowa Tunnelling Logistics im Projekt Uetliberg.....	7

1. Anforderungen und Pflichtenheft an den Anlagenbauer

Besondere Anforderungen

Der Uetlibergtunnel stellt wegen seines grossen Querschnittes und der schwierigen Geologie hohe Anforderungen an die Tunnelbauer. Umfangreiche Massnahmen zur Ausbruchsicherung mittels langen Ankern, Einbaubögen, Netzen und Spritzbetoneinbau unmittelbar hinter dem Bohrkopf sind nötig. Die Erweiterungs-TBM mit Hinterschneidtechnik stellt zudem eine technologische Innovation dar, die in diesem Umfang noch nie angewendet wurde.

Diese Randbedingungen erfordern spezielle Massnahmen auch auf der maschinentechnischen Seite, ein massgeschneidertes Konzept und angepasste Gerätetechnik.

Die ARGE Uetli hatte dazu ein umfangreiches Pflichtenheft mit folgenden Schwerpunkten erstellt.

Bautechnische, funktionale Anforderungen

- Basis ist der bestehende Nachläufer Aosta/Paracuellos, 1998 von Rowa konzipiert und gebaut.
- Es müssen umfangreiche Felsicherungen, d.h. Anker, Netze, Spritzbeton und Stahlbögen eingebracht werden können.
- Sohlenausbau mit Spritzbeton, Ausgleichbeton, Isolation und armiertem Sohlgewölbe im Nachläufer.
- Entsorgung mittels Bandförderanlagen
- Versorgung mittels Pneufahrzeugen
- Entsprechende Materialumschlagstellen im Nachläufer
- Gleichzeitig mit dem Vortrieb wird das Gewölbe betoniert sowie Querschläge und Nischen ausgebrochen und betoniert

Leistungen

Die Nachlaufinstallation muss in der Lage sein, die von der TBE aufgebrauchten Mengen abzufördern und sämtliche Baumaterialien an die richtige Arbeitsstelle zu bringen und zu verarbeiten. Die Leistungsvorgaben sind folgende:

⇒ Vortriebsgeschwindigkeit	2,4m / h
⇒ Durchschnittliche Vortriebsleistung	5-12m / h – je nach Ausbruchklasse
⇒ Max Tagesleistung	18m / AT
⇒ Max Bohrgutförderung	800t / h
⇒ Anker bohren und versetzen bis	135m / h (Ankerlänge 5-8m)
⇒ Spritzbetonmenge Gewölbe fest	6,7m ³ / m ² Tunnel
⇒ Spritzbetonmenge Gewölbe fest	100m ³ / AT

Arbeitssicherheit

Die Einhaltung der aktuellen Arbeitssicherheitsvorschriften ist heute Standard. Bauherr, projektierende Ingenieure und die ausführende Unternehmung und deren Lieferanten sind in jeder Phase darauf bedacht, mögliche Arbeitsunfälle zu vermeiden.

Sämtliche technische Einrichtungen sind mittels einer Gefahrenanalyse auf mögliche Schwachstellen und Verletzungspotenziale zu untersuchen. Im speziellen Fall von Uetliberg ist die ARGE selber Lieferant von wesentlichen Teilen der TBE und des Nachläufers, d.h. sie muss die Arbeitssicherheit ihrer Einrichtung mit der CE-Konformität selber nachweisen.

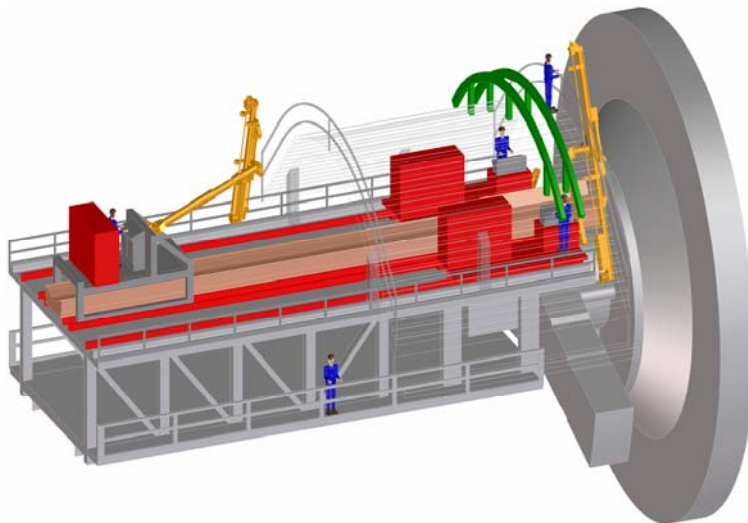
Rowa führt im Auftrag der ARGE Uetli eine Arbeitsgruppe, die diese CE-Konformität nachweist und in die Praxis umsetzt.

2. Machbarkeitsstudie Felssicherung

Aufgrund der hohen vorgegebenen Einbaumengen für die Felssicherung und der Anforderung diese Geräte auf die bestehende Nachlaufinstallation Paracuellos aufzubauen, wurde die Rowa von der Arge Uetli mit einer Machbarkeitsstudie der Felssicherung beauftragt. Diese Machbarkeitsstudie beinhaltet im Wesentlichen folgende Punkte:

- Aufzeigen der Arbeitsbereiche für die Bohrgeräte
- Darstellen der nötigen Kinematik der Bohrgeräte
- Aufzeigen der möglichen Bohrzykluszeiten
- Zyklusstudie für die Geräte der Felssicherung zum Aufzeigen der Abhängigkeiten
- Aufzeigen geometrischer Schnittstellen zum bestehenden Nachläufer

Aufgrund der komplizierten Bewegungsabläufe und eingeschränkten Platzverhältnisse wurde der vordere Teil der Vortriebsinstallation in einem 3D – Modell aufgezeichnet. Erst dieses 3D-Modell hat es uns ermöglicht, die Machbarkeit für den Aufbau von 3 Ankerbohrgeräten und einer Arbeitsbühne mit einem Bogenversetzgerät unter stark eingeschränkten geometrischen Verhältnissen aussagekräftig zu überprüfen.



Die Rowa durfte am 16. Mai 2002 von der Arge Uetli den Auftrag für die Entwicklung, Herstellung und Lieferung der Installationen für die Felssicherung auf die bestehende Nachlaufinstallation entgegennehmen. Die Installation bestehend aus Spritzroboter L1, zwei Systemankerbohrgeräten, einem Firstankerbohrgerät, einer fahrbaren Arbeitsbühne mit Stahlbogenversetzgerät und einem fahrbaren Spritzroboter L2 wurden nach dem neusten Stand der Technik konstruiert.

Die hoch mechanisierte Felssicherung stellt aufgrund der anspruchsvollen geologischen Verhältnisse einen entscheidenden Erfolgsfaktor für den Vortrieb dar.

3. Bauablauf Felssicherung

Anker versetzen:

Aufgrund der grossen Anzahl zu versetzende Anker sind zwei Systemankerbohrgeräte auf dem Nachläufer 1 aufgebaut.

Mit diesen Systemankerbohrgeräten werden die Bohrlöcher mit max. 51mm Durchmesser für die Seilanker (Länge von 5 – max. 8m) gebohrt. Mit den Geräten können nebst den Seilankern auch verlängerbare Swellex-Anker versetzt werden.

Mit dem Firstankerbohrgerät können Nachankerungen bis max. 13m hinter der Ortsbrust ausgeführt werden, auch die Aufhängeanker der Hängebühne werden damit versetzt. Auch mit dem Firstankerbohrgerät können Bohrlöcher bis 8m Länge mittels Teleskoplafette und automatischem Bohrstangenaufgabeapparat gebohrt werden.

Das Bohren der Ankerlöcher kann während des Vortriebes erfolgen (bei drehendem Bohrkopf)

Netze / Einbaubogen versetzen:

Ab der längsverfahrbaren Arbeitsbühne werden die Seilanker versetzt und vermörtelt. Auch die Armierungsnetze des Typ K 188, K 283 oder K 335 je nach Ausbruchttyp werden von hier aus verlegt.

Mit dem auf der Arbeitsbühne aufgebautem Bogenversetzgerät werden Stahlbogen vom Typ TH 29/58 eingebaut.

Weiter verfügt der Spritzroboter L2 über eine Arbeitsbühne und seitliche Podeste, um die Zugänglichkeit an das Parament zu gewährleisten. Damit sind zusätzliche Felssicherungsarbeiten möglich.

Spritzbeton:

Der Spritzbeton im Bereich L1 wird mit dem speziell konstruierten Spritzroboter L1 eingebracht. Der Umfangsbereich beträgt 360°, die Längsverfahrbarkeit 1,5m. Somit ist eine optimale Bestreichung des Tunnelumfanges gewährleistet.

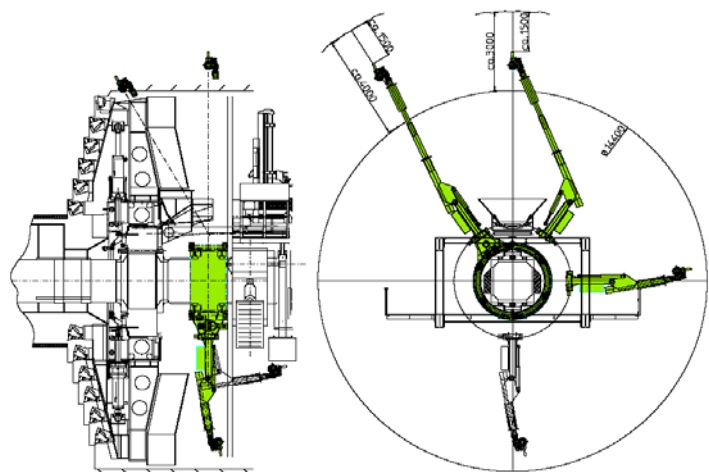
Im L2 Bereich wird ein selbstfahrender und zum Nachläufer unabhängiger Spritzroboter eingesetzt. Auf diesem grossen Wagen befinden sich zwei Querfahrwagen mit kompletter Spritzeinrichtung, die zusammen im Tunnelprofil einen Bereich von 250° abdecken.

4. Spritzroboter L1

Das Applizieren von Spritzbeton im Bereich L1 wird durch den Spritzroboter L1 direkt hinter dem drehenden Bohrkopf ausgeführt.

Bei geologisch schwierigen Verhältnissen kann der Spritzroboterarm bei stehendem Bohrkopf zwischen die Bohrgutbecher der TBE fahren und die erste Sicherung optimal bis fast zur Brust einbringen. Für diesen Vorgang ist die TBE mit dem Spritzroboter sicherheitstechnisch verriegelt.

Der Spritzroboter kann 1,5m über das Tunnelprofil hinaus teleskopiert werden, und somit bei einem Spritzabstand von ca. 1,5m von 3m - max. 4m über dem Tunnelprofil Spritzbeton aufbringen und hat somit bei einem Spritzabstand von 1,5m, einen Einsatzbereich bis 9m über das Tunnelprofil hinaus.



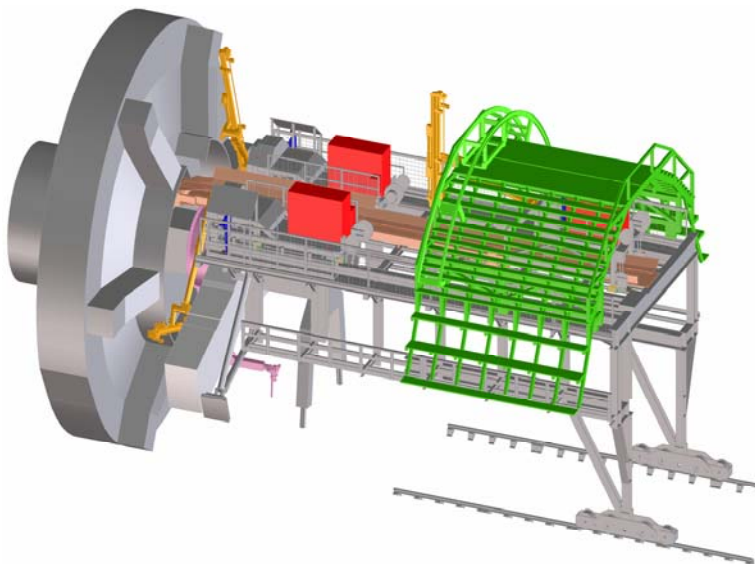
Technische Daten:

- Längsverschiebung: 1,5m
- Spritzbereich Umfang: 360 °
- Nennweite Spritzdüse: 80 mm
- Bedienung: mit Funkfernsteuerung
aus Gründen der Humanisierung des Arbeitsplatzes und der Arbeitssicherheit

5. System- und Firstankerbohrgeräte:

Besonderheiten der Ankerbohrgeräte:

- Lange Bohrlafetten 18 Fuss, für das Abbohren von 8m Bohrtiefe
- Bohrdurchmesser bis 51 mm
- Bohren über Kopf (im Normalfall werden im Tunnelbau so lange Bohrlöcher nur horizontal gebohrt). Dies führt zu erhöhten Anforderungen an die Bohreinrichtung:
 - Trägergerät mit Antriebseinheit und Steuerstand müssen massiv abgedeckt und damit gegen herunterfallendes Ausbruchmaterial geschützt werden
 - Längsverschiebung des Trägergerätes, damit die Bohreinrichtung in die Parkstellung gefahren werden kann
 - Möglichkeit zu Vorausbohrungen
 - Mitfahrende Hydraulikversorgung
- Aussergewöhnliche grosse Kräfte und Drehmomente auf das Trägergerät
- Steuerungssystem CAN – Bus mit verschiebbarem Steuerstand



Mittig auf dem Nachläufer 1 befindet sich das Firstankerbohrgerät für die First / Nachankerung sowie für die Ankeraufhängung der Hängebühne

Links- und rechtseitig auf dem Nachläufer 1 befindet sich je ein Systemankerbohrgerät. Das Linke Bohrgerät deckt den 9- bis 12 Uhr – Bereich des Tunnelprofiles ab, das Rechte den 12- bis 3 Uhr Bereich.

6. Arbeitsbühne und Bogenversetzgerät

Die verschiebbare Arbeitsbühne dient als Montagebühne für das Versetzen der Einbaubögen und Netze und als Arbeitsplatz für die Felssicherungsarbeiten im Tunnelfirst.

Durch das Verschieben der Arbeitsbühne nach hinten wird der nötige Platz für die Ankerbohrgeräte frei. Während dem Aufbringen des Spritzroboters werden zudem die Ankerbohrgeräte vor Rückprall geschützt.

7. Spritzroboter L2

Besonderheit des Spritzbetonroboters L2:

- Selbstfahrend und somit unabhängig zum Nachläufer mit einem Längsfahrweg von ca. 18m
- zwei Spritzdüsenwagen mit einer Längsverschiebung von 3m
- Teilautomatisierung: Die beiden Düsenwagen können im Teilautomatik-Modus, sowie im konventionellen Handbetrieb mittels Funkfernsteuerung gesteuert werden. Im Teilautomatik-Modus bewegen sich die Düsenwagen in Längs- und Querrichtung selbständig. Die Geschwindigkeiten sind mittels Potentiometer regelbar
- Arbeitsbühne sowie seitliche Podeste für die Zugänglichkeit an das Parament, für eventuelle zusätzliche Felsicherungsarbeiten wie Netze etc
- Gewicht ca. 47t



8. Stärken von Rowa Tunnelling Logistics im Projekt Uetliberg

Die Anlagen, die Rowa Tunnelling Logistics für die ARGE Uetli liefern durfte, sind ein hervorragendes Beispiel für unsere Leistungsfähigkeit in der Sparte Spezialanlagen. Sie kamen unter folgenden Einflüssen zustande:

Früher Einbezug von Rowa

Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, dass gute Ideen in einer **frühen** Projektphase den Erfolg nachhaltiger beeinflussen können als zu einem späten Zeitpunkt. Rowa hat beim Projekt Uetliberg bereits in der Projektphase und vor der Ausschreibung erste Machbarkeitsstudien für verschiedene Varianten gemacht.

Gemeinsame Entwicklung

Gute Ideen können von allen Seiten einfließen. Wesentlich ist, dass es gelingt, diese gemeinsam mit Anlagenbauer und Betreiber optimal in ein Produkt umzusetzen. Es ist stets unser Ziel, zusammen mit unseren Kunden projektspezifisch die wirtschaftlichste Lösung zu finden.

Erforderliche Kompetenz

Rowa besteht aus 22 Mitarbeitern von motivierten Bau- und Maschineningenieuren, Technikern Konstrukteuren und Kaufleuten. Wir verfügen über eine langjährige Erfahrung und decken in besonderer Weise die wichtigen Schnittstellen zwischen Anlagenbau und Tunnelbau ab.