

## **Rowa Kundentag**

# **Schrägschacht Limberg ohne Höhenangst**

**Riskmanagement für eine  
Rückfallsicherung**

**Vortrag: Stephan Messerli  
13. September 2007**

## **Inhaltsverzeichnis**

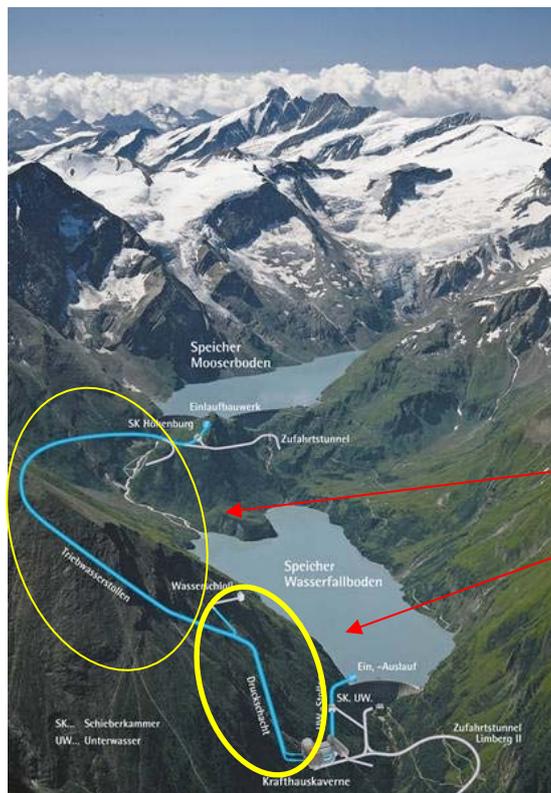
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>2</b>
<b>1 Überblick Anlage .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Auftrag an Rowa.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Das Konzept .....</b>	<b>5</b>
<b>4 Sicherheit .....</b>	<b>8</b>
<b>5 Fazit.....</b>	<b>8</b>

## 1 Überblick Anlage

Das Projekt Limberg ist zur Zeit die grösste Wasserkraft-Baustelle Europas. Ziel ist es, die beiden bestehenden Stauseen mit einer Druckleitung zu einem Pumpspeicherwerk zu verbinden.

Mit dieser Installation kann dann 10 % des österreichischen Spitzenstrombedarfes gedeckt werden.

Diese Druckleitung besteht aus einem 5.4 km langen Triebwasserstollen mit einem Durchmesser von 7 m, welcher vom oberen Stausee maschinell mit einer TBM und einem bereits bestehenden Rowa Nachläufer erstellt wird. Das Kernstück ist aber die Rückfallsicherung im Druckwasserstollen, welcher von der Kavernenseite in einem Winkel von 45 Grad und einem Durchmesser von 5.8 m über 770 m bergwärts getrieben wird.



Auftraggeber:

VERBUND-Austrian Hydro Power AG

Bauzeit:

März 2006 - Dezember 2012

Projektart:

Pumpspeicherkraftwerk

Die Leistungsaufnahme im Pumpbetrieb steigt von 130 MW auf 610 MW (10 % des Spitzenstroms Österreichs)

Der Druckstollen

45° steiler Druckschacht mit einem Durchmesser von 5,80 Meter

## 2 Auftrag an Rowa

Der Auftrag an Rowa war der Bau einer Rückfallsicherung für die Schrägschacht Installation.

Die besonderen Einflussgrößen sind:

- Steigung 45 Grad (wenn man im Tunnel steht ist 45 Grad vom Empfinden her gleichbedeutend wie senkrechter Fall)
- Ein Bohrdurchmesser von 5.8 m ist unseres Wissens der Grösste, jemals in einem Schnitt maschinell vorgetriebene, unter diesen Steigungsbedingungen.
- Die zum Einsatz gelangende TBM (Jarva Maschine) sowie die Sicherheitsvorgaben aus der EN815 ergeben mit 560 to ein sehr hohes Gewicht der Vortriebsinstallation.

Der Nachläufer muss die speziellen Vorgaben der EN815 erfüllen, was die Konzeptionisierung und Dimensionierung entscheidend prägt:

- Die erhöhten Faktoren, welche die Norm EN815 für den Schrägschacht vorschreibt müssen in die Konstruktion und Dimensionierung einfließen.
- Der gesamte Nachläufer muss so konstruiert sein, dass wenn ein Träger oder eine Verbindungsglasche versagt, eine zweite unabhängige Konstruktion die Kräfte aufnehmen kann.

Um den Nachläufer während dem Vortrieb zu versorgen und zu erreichen, muss am Ende eine Material- und Personenbahn in Form einer Standseilbahn projektiert und installiert werden.

### 3 Das Konzept

#### Nachlaufinstallation

Die Nachlaufinstallation ist wie folgt aufgebaut:

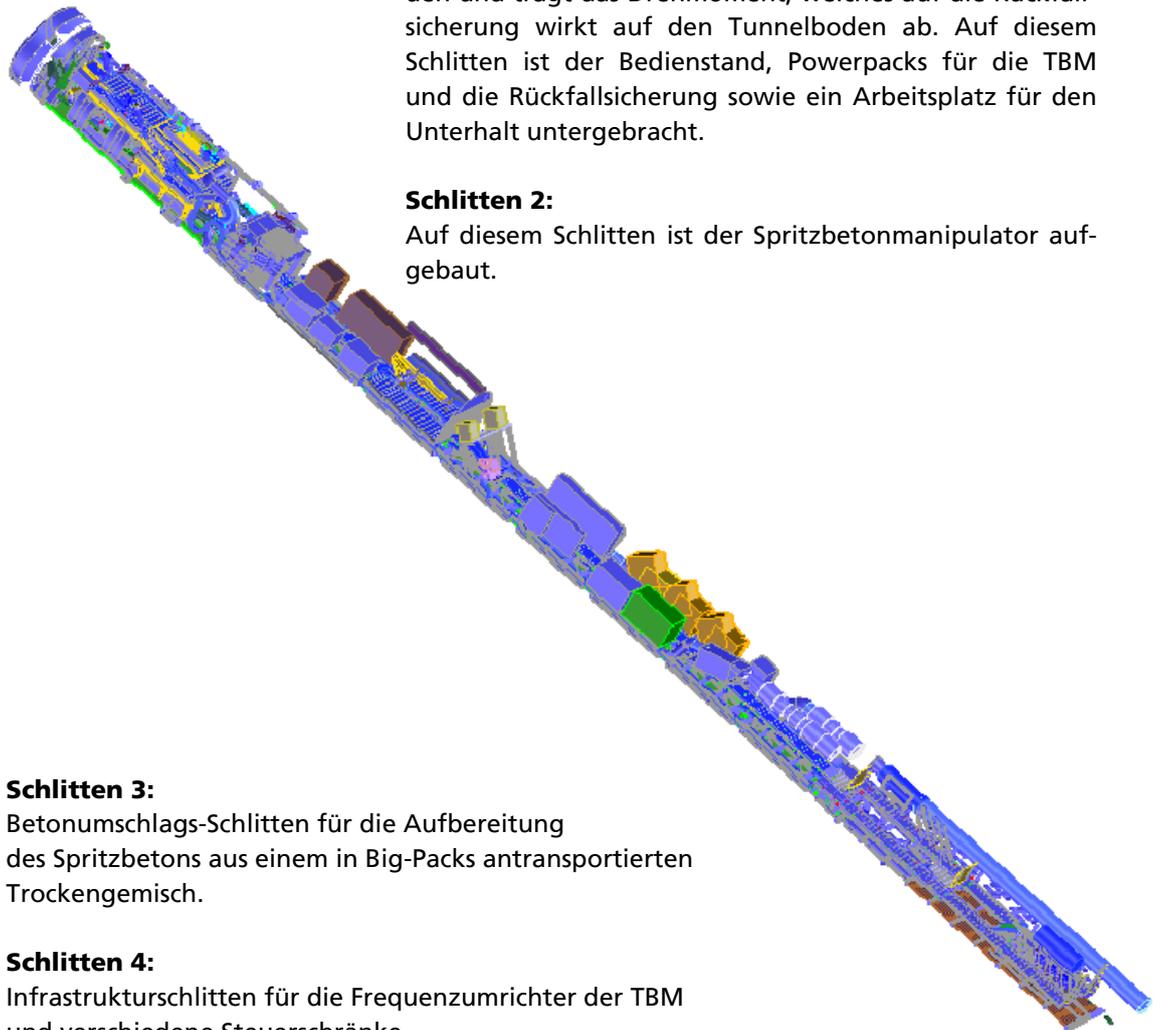
Sieben Schlitten (wobei der Schlitten 1 starr mit der RFS verbunden ist) und die Bahnhofschlitten für die Standseilbahn.

#### Schlitten 1:

Der Schlitten 1 ist starr mit der Rückfallsicherung verbunden und trägt das Drehmoment, welches auf die Rückfallsicherung wirkt auf den Tunnelboden ab. Auf diesem Schlitten ist der Bedienstand, Powerpacks für die TBM und die Rückfallsicherung sowie ein Arbeitsplatz für den Unterhalt untergebracht.

#### Schlitten 2:

Auf diesem Schlitten ist der Spritzbetonmanipulator aufgebaut.



#### Schlitten 3:

Betonumschlags-Schlitten für die Aufbereitung des Spritzbetons aus einem in Big-Packs antransportierten Trockengemisch.

#### Schlitten 4:

Infrastrukturschlitten für die Frequenzumrichter der TBM und verschiedene Steuerschränke.

#### Schlitten 5:

Infrastrukturschlitten für die Wasserversorgung, Mannschaftscontainer und die drei TBM Trafostationen.

#### Schlitten 6:

Infrastrukturschlitten für die Bewetterung und Entstaubung.

#### Schlitten 7:

Geleiseinbaustelle für die Personen und Materialbahn sowie die Ein- und Ausstiegsstelle zu dieser.

## Nachschiebung

Die Anhängung der Nachlaufinstallation erfolgt am Gehäuseblock des Hauptlagers und somit am Bohrkopf. Eine doppelte Zugstange ist über einen 200 mm Bolzen gelenkig mit dem TBM-Kopf verbunden.

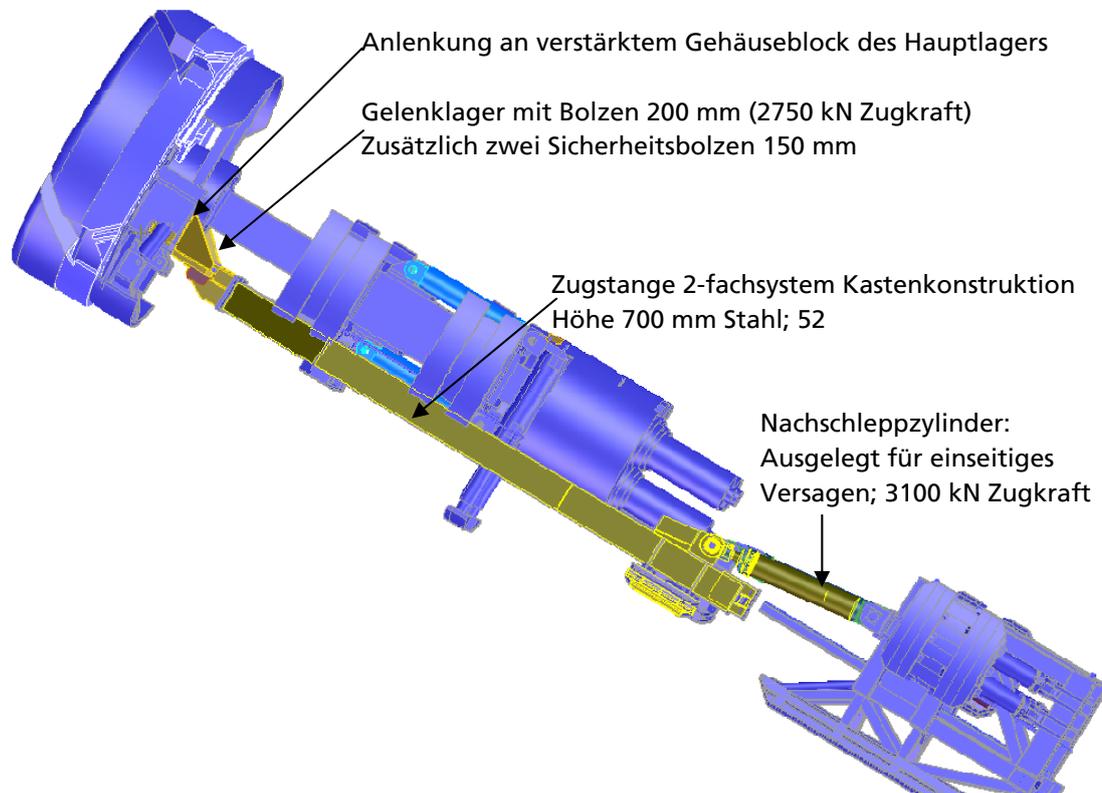
Die Norm EN815 schreibt immer zwei unabhängige Systeme vor, welche im Eintretungsfall die gesamte Last halten müssen.

Daher sind zusätzlich zwei 150 mm Bolzen montiert, welche beim Versagen des Hauptbolzens die Sicherung übernehmen.

Links und rechts der TBM werden die beiden Zugstangen in Richtung Rückfallsicherung geführt und über zwei Nachschleppzylinder mit dieser verbunden.



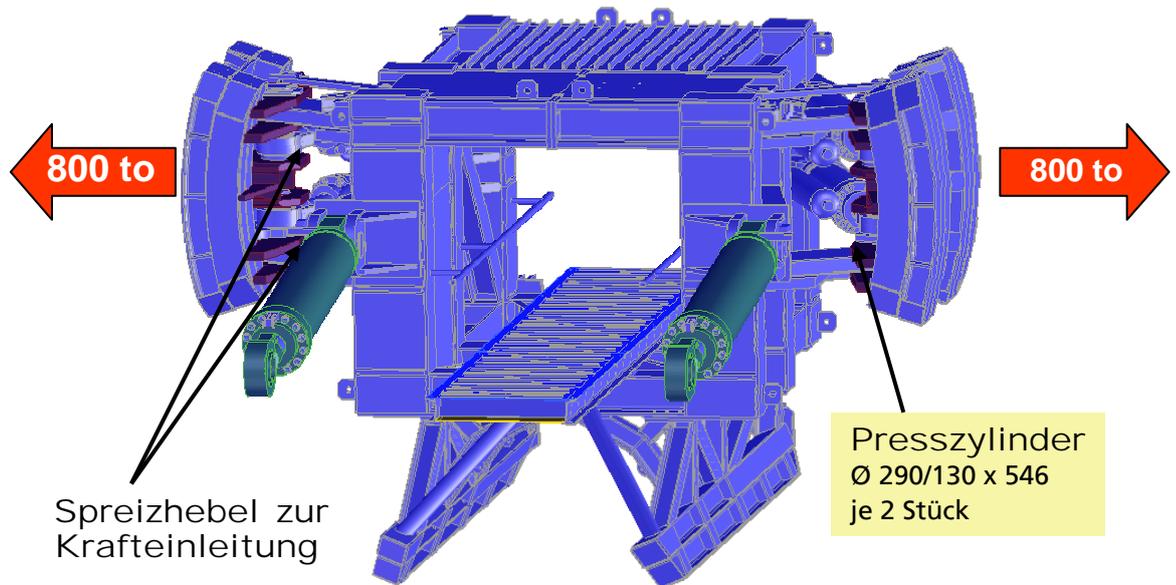
Bild: Nachschleppung Werkmontage



### Rückfallsicherung

Das hohe Gewicht der Vortriebsinstallation und die Steigung von 100 % bedingen, dass die Rückfallsicherung über ihre Pressbacken je 800 to in die Tunnelwand einleiten muss um eine sichere Reibhaftung zu garantieren. 800 to entspricht dem Hochstemmen von 20 Überland-LKW-Züge. Spezielle Presszylinder sorgen dafür, dass die Pressplatten an der Tunnelwand eine Haftreibung aufbauen.

Die Hauptkrafteinleitung in die Tunnelwand erfolgt über das mechanische Spreizhebelsystem.



### Nachschleppzylinder

Im folgenden Bild, haben wir einen Blick von der Arbeitsplattform der TBM in Richtung Portal. Im Vordergrund ist eine der beiden Nachschleppzylinder erkennbar, welche einen Kolbendurchmesser von 360 mm hat. Im Hintergrund ist die Rückfallsicherung sichtbar.



## 4 Sicherheit

Sicherheit ist das beste Mittel gegen die Höhenangst im Schrägschacht.

Die Rückfallsicherung ist so konzipiert, dass deren Stickstoff beaufschlagten Anpresszylinder unabhängig von fremder Energie, wie Hydraulikpumpe oder Stromversorgung, verspannt. Die Presszylinder sind prinzipiell, ausser während der Umsetzphase, verspannt.

Die Rückfallsicherung verkeilt sich über ihr mechanisches Hebelsystem sobald die Haftreibung an der Tunnelwand erreicht ist. Somit haben die Presszylinder nur eine Initialaufgabe.

In der Konzeptphase ist das Überprüfen der Konzepte, der Konstruktion, der Herstellung und der Montage unverzichtbar und muss immer in mehreren von einander unabhängigen Stufen und wo möglich von unabhängigen Instanzen (z.B. Prüfstatik) erfolgen.

Mit der Risikoanalyse werden die Massnahmen und Strategien für den Regelfall und den Störfall ausgearbeitet.

Mit diesem systematischen Vorgehen wird die Installation im Schrägschacht sicher!

## 5 Fazit

Das Bedürfnis nach immer grösseren Bohrdurchmessern in Kombination zu hohen Steigungen stellt an eine Rückfallsicherung sehr hohe Anforderungen.

- Bedingt durch den Bohrdurchmesser steigen die Gewichte der zu sichernden Vortriebsinstallationen.
- Dadurch werden enorme Anpressdrücke der Pressplatten der Rückfallsicherung an die Tunnelwand notwendig. Die Kombination Bewegungshub und Anpresskraft der Presszylinder mit dem notwendigen Stickstoffvolumen für die Vorspannung sind Parameter, welche in der Optimierung miteinander im Widerspruch stehen.

Das Finden einer technisch funktionierenden und wirtschaftlich machbaren Kombination, welche mechanisch umgesetzt werden kann, ist eine Herausforderung.

- Eine Rückfallsicherung mit der dazugehörenden Vortriebsinstallation ist eine Ingenieurdisziplin, welche nebst systematischem Vorgehen auch ein ausgeprägtes Sicherheits-Engineering mit dem Gesamtüberblick vor Augen, benötigt.

Besten Dank.