

## **Sicherungsmaßnahmen in den Altbergbauen Nassereith (Tirol) und Schlaining (Burgenland) unter besonderer Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse**

**DIPL.-ING. E. ECKHART & DR. FRANZ RIEPLER**

Ehem.Voest-Alpine Erzberg GmbH & GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH

### **ZUSAMMENFASSUNG :**

*An zwei Beispielen im Altbergbau werden die durchgeführten Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten vorgestellt, welche aufgrund von Problemen bei der Ableitung von Bergwässern in bereits verwahrten Stollenanlagen erforderlich wurden.*

*Im Annastollen des Bergbaues Feigenstein in Nassereith kam es infolge eines Defektes des Ableitungsrohres für die Bergwässer, welches im vordersten, bereits versetzten Stollenabschnitt situiert war, zu einem Aufstau von Bergwässern und in weiterer Folge zu einer Bergwasserexplosion, wodurch im Mundlochbereich ein Krater im Ausmaß von etwa 30-40 m Länge, 20-30 m Breite und bis zu 20 m Höhe entstand.*

*Zur Schadensbehebung wurde ein Konzept ausgearbeitet, das die Sicherung des obertägigen Ausbruchsbereichs, die Ausräumung des Verbruchmaterials sowie die Sicherung der untertägigen Stollen vorsah, sodass eine dauerhafte Ableitung der Grubenwässer aus dem Stollen gewährleistet ist. Im Bericht werden Art und Umfang der ausgeführten Baumaßnahmen vorgestellt.*

*Im Antimonitbergbau in Schlaining (Burgenland) kam es in den Jahren 1996 und 1998 bei der Einleitung der Grubenwässer in den Vorfluter zu außergewöhnlichen Gewässerbelastungen durch Eisenhydroxidschlämme. Daraufhin wurde der bis auf 70 m versetzte Mundlochbereich wieder geöffnet und zugänglich gemacht. Die hydrogeologische Bestandsaufnahme ergab die Existenz von zwei Bergwasserregimes, wobei die Wässer des Vinzenzstollens aus dem oberen Grubengebäude gespeist werden und die Wässer des „Wetterschachtes“ aus dem unteren Grubengebäude alimentiert werden.*

*Sobald die nahezu sauerstofffreien Wässer des Schachtes mit Luftsauerstoff bzw. sauerstoffreicheren Wässern in Kontakt treten, kommt es zu einer Ausfällung von Eisenhydroxiden. Als Sanierungsmaßnahme wurde eine getrennte Ableitung der Wässer installiert. Insbesondere bei der Ableitung der Wässer aus dem Bereich Wetterschacht wurde auf eine luftdichte Abdichtung geachtet.*

### **ABSTRACT:**

*This report will present safety measures and clean up work, which needed to be carried out in closed mines following problems with the drainage of minewater in abandoned tunnels.*

*The first example is found in the Annatunnel of the Feigenstein mine in Nassereith, where faulty drainage tubes in the first already refilled part of the tunnel caused an afflux of*

*mountain water leading to an explosion which created a crater in the area of the adit mouth. This crater was approximately 30 to 40 metres long, 20 to 30 metres wide and up to 20 metres high.*

*Following this accident, a plan has been worked out to secure and fortify the structure of the tunnel both under and above ground in order to guard against the collapse of the mine. Furthermore, collapse material was removed to guarantee a permanent drainage of minewater out of the tunnel. The report presents details of the work done.*

*The second problem described occurred in the stibnite mine in Schlaining (Burgenland). Between 1996 and 1998 a high level of iron hydroxide had been detected in the receiving stream after the introduction of the minewater. As a consequence, the adit mouth which had already been filled up within the first 70 metres, was reopened. The hydrogeological review showed the existence of two minewater systems. The one found in the Vinzenztunnel was fed by the water of the upper part of the mine whereas the water of the "air shaft" was supplied by the lower part.*

*As soon as the nearly anaerobic water of the shaft came in contact with the water rich in oxygen a precipitation of iron hydroxide was triggered.*

*Remedial actions followed: Two completely separated drainages were installed whereby it was made sure that the drainage for the water of the air shaft was gastight.*

# **1 Sicherungsmaßnahmen in den Altbergbauen Nassereith (Tirol) und Schlaining (Burgenland) unter besonderer Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse (E.Eckhart<sup>1</sup>, F. Riepler<sup>2</sup>)**

## **1.1 Einleitung**

An zwei Beispielen wird gezeigt, dass nur mit der Verlegung eines Abflussrohres im versetzten Mundlochbereich die schadlose Ableitung von Grubenwässern nicht dauerhaft gewährleistet ist bzw. dadurch große Schäden verursacht werden können.

## **1.2 Ehemaliger Bergbau Feigenstein – Nassereith (Tirol)**

### **1.2.1 Allgemeines**

Über die Ursachen, geologisch-hydrogeologischen Randbedingungen und Auswirkungen auf die Umwelt der am 26. Juni 1999 im Bereich des Anna-Stollens des ehemaligen Bergbaus Feigenstein stattgefundenen „Bergwasserexplosion“ wird auf den ebenfalls in diesem Band vorliegenden Aufsatz von L. WEBER (BMWA) verwiesen.

Durch die Bergwasserexplosion entstand im Mundlochbereich ein Krater im Ausmaß von etwa 30-40 m Länge, 20-30 m Breite und bis zu 20 m Höhe. Der Ortsbefund nach dem Schadensereignis ergab ein offenes Stollenmundloch im östlichen Bereich des Kraters aus dem ein Bach mit >>100 l/s austrat, sowie einen Verbruch des westlichen Mundloches an dessen Sohle das Ableitungsrohr der Bergwässer erkennbar war



Abb.1 : Übersichtsfoto

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Erwin Eckhart (ehem. Voest-Alpine GmbH, vorm. BBU AG i.L.)

<sup>2</sup> Dr. Franz Riepler (GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH, damals Geoconsult ZT GmbH)

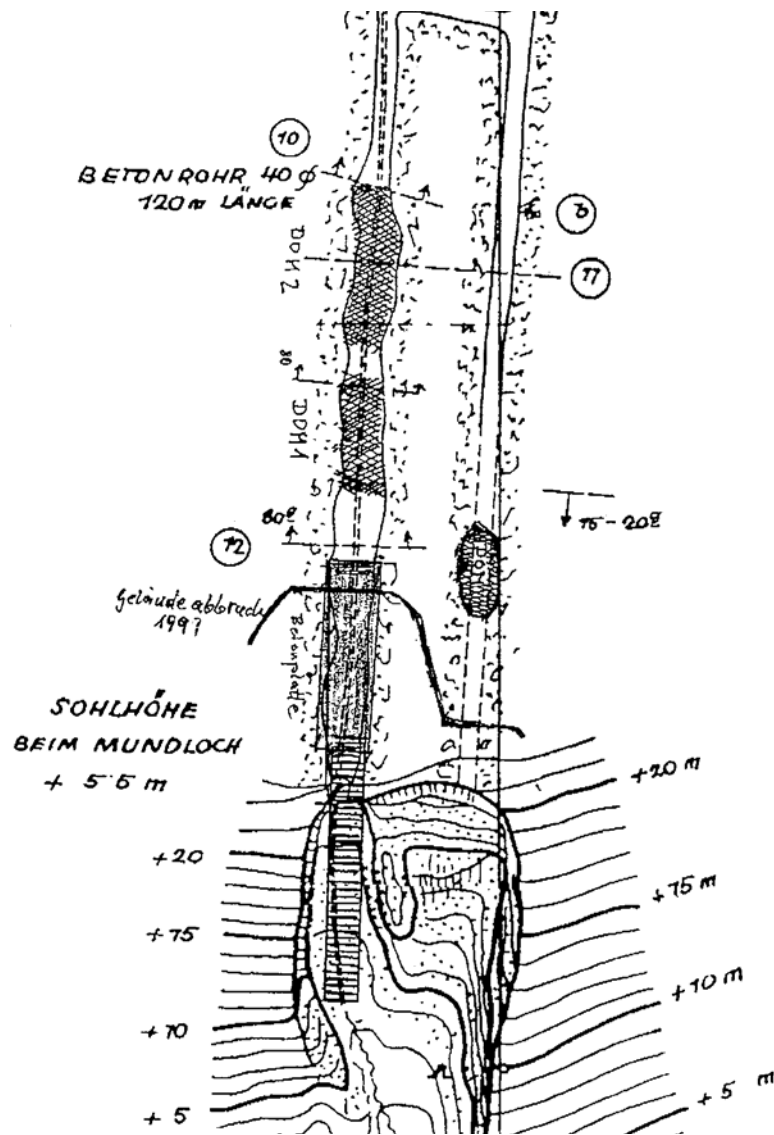


Abb.2 : Lageplan Mundlochbereich

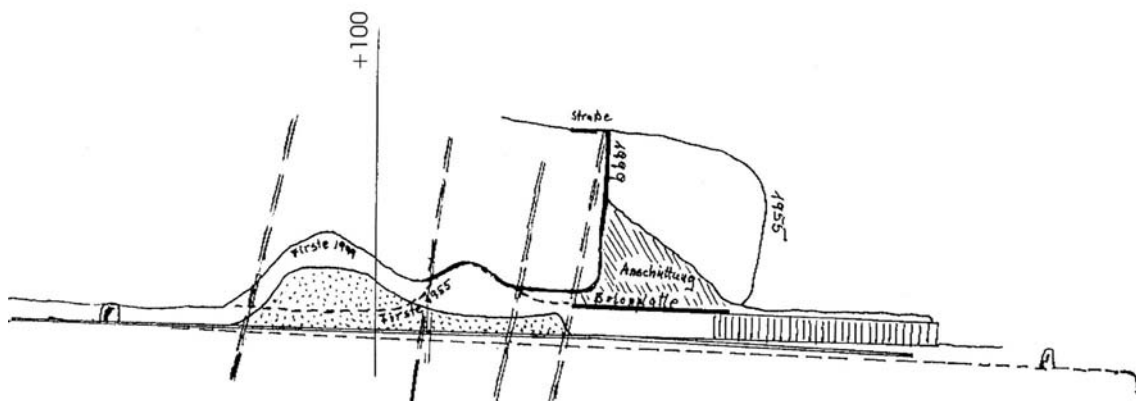


Abb.3 : Schnitt Mundlochbereich

Von der BBU i.L. (Bergbauberechtigter) wurden neben umgehenden Sofortmaßnahmen Planungsarbeiten zur Sicherung der verbrochenen Strecke sowie zur permanenten Entwässerung in Auftrag gegeben.

Da einerseits eine Befahrung der östlichen Strecke aufgrund des hohen Wasserandranges und aus sicherheitstechnischen Gründen nicht möglich war und andererseits durch das vorhandene Ableitungsrohr (Steinrohr Ø 400 mm) bei der westlichen Strecke der einzige lage- und höhenmäßige Anhaltspunkt gegeben war, wurden die Aufwältigungs- und Sicherungsmaßnahmen für die westliche Strecke ausgearbeitet und umgesetzt.

### **1.2.2 Westlicher Stollen**

#### **1.2.2.1 Luftbogenstrecke**

Nach vorbereitenden Arbeiten (z.B. Errichtung Absperrung, Zufahrtsstrasse, geotechn. Messungen, Freilegen Betonrohrkanal) wurde zu Beginn eine ca. 25 m lange Luftbogenstrecke hergestellt und hinterfüllt. Die Luftbogenstrecke wurde aus Profilbögen TH 21/58 in Form von Sohl- und Profilbögen hergestellt. Die Sohlbögen wurden abschnittsweise mit Lieferbeton B225 einbetoniert. Nach dem Aushärten wurden die Profilbögen gestellt wobei die Verbindung zwischen Sohl- und Profilbogen mittels üblicher Kopfplattenverbindung mit dreifacher Verschraubung und anschließender Verschweißung erfolgte. Der Abstand der Bögen wurde mit 0,5 – 0,7 m gewählt, da im Zuge der Maßnahmen zur Geländekorrektur eine Überschüttung bis zu 7-8 m vorgesehen war und auch ausgeführt wurde.

Nach Stellen der Bögen wurden gelochte Verzugsbleche mit einer Länge von 2 m und einer Stärke von 6 mm lagenweise versetzt und an die Bögen angeschweißt. Im First- und Ulmenbereich wurden weiters durchgehend U-Profile zur Stabilisierung in Längsrichtung angeschweißt. Das Stellen der Bögen erfolgte immer im Schutze vorstehender Verzugbleche, um die Mannschaft vor Steinschlag zu schützen.

Abschnittsweise wurde die Luftbogenstrecke mit einer ca. 50 cm mächtigen Kies-Zementgemisch-Schicht bis auf eine Höhe von ca. 1,2 m über SOK hinterfüllt. In weiterer Folge wurde die Luftbogenstrecke mit Filterkieslagen 16/32 mm und 8/16 mm eingedeckt und mit anstehendem Bodenmaterial zwecks Geländekorrektur überschüttet.

Das System der TH-Bögen und Verzugsblechen wurde aufgrund der Flexibilität, des leichten Zusammenbaus auf der Baustelle und der beschränkten Transportmöglichkeiten zur Baustelle hin gewählt.

#### **1.2.2.2 Sicherung des bergmännischen Anschlagbereiches und bergmännische Durchörterung des Verbruchbereiches**

Um den Anschlagbereich möglichst lotrecht auszubilden erfolgte ein etagenweiser Abtrag von oben nach unten mit sofortigem Aufbringen der Sicherung (2 Lagen Baustahlgitter und 15 cm Spritzbeton). Die Verzugsbleche der Luftbogenstrecke wurden an die Stirnwand angeschlossen und eingespritzt.

Zur Absicherung der weiteren Aufwältigungsarbeiten wurde ein 2-reihiger aufgefächerter Spießschirm aus IBO-Ankern um das Mundloch mit alternierenden Spießlängen von 9 und 12 m angeordnet. Es konnte damit allerdings nicht die geplante Vergütung des Verbruchmaterials erreicht werden.



Aufgrund von Standsicherheitsproblemen der Ortsbrust kam es nach dem zweiten Abschlag zu einem Nachbruch im First- und Ulmenbereich. Die im Zuge der Auffahrung und Ausführung der Sicherungsmaßnahmen aufgetretenen Schwierigkeiten sowie die beim weiteren Vortrieb zu erwartenden Probleme (Öffnen der Ortsbrust in Teilflächen, Brustanker etc.) veranlassten eine Umplanung. Es wurde obertage das Verbrauchsmaterial bis auf das Niveau der Firstanker abgetragen und eine konstruktive Betondecke in einer Stärke von 75 cm im Ausmaß von 2,5-5 m Breite und insgesamt 18 m Länge (15 m frei, 3 m untertägig hineinreichend) hergestellt. Im Schutze dieses Betondeckels konnte die verbleibende Strecke im Verbrauchsmaterial bis zum Antreffen des bestehenden Stollens problemloser aufgefahren werden, indem der Ulm- und Sohlschluss mit armiertem Spritzbeton hergestellt wurde.

Der Einbau des Spritzbetonsohlgewölbes erfolgte im zweiten Feld hinter der Ortsbrust, das endgültige Betongewölbe mit Gerinneausbildung wurde zumeist ca. 6 Felder hinter der Ortsbrust hergestellt.

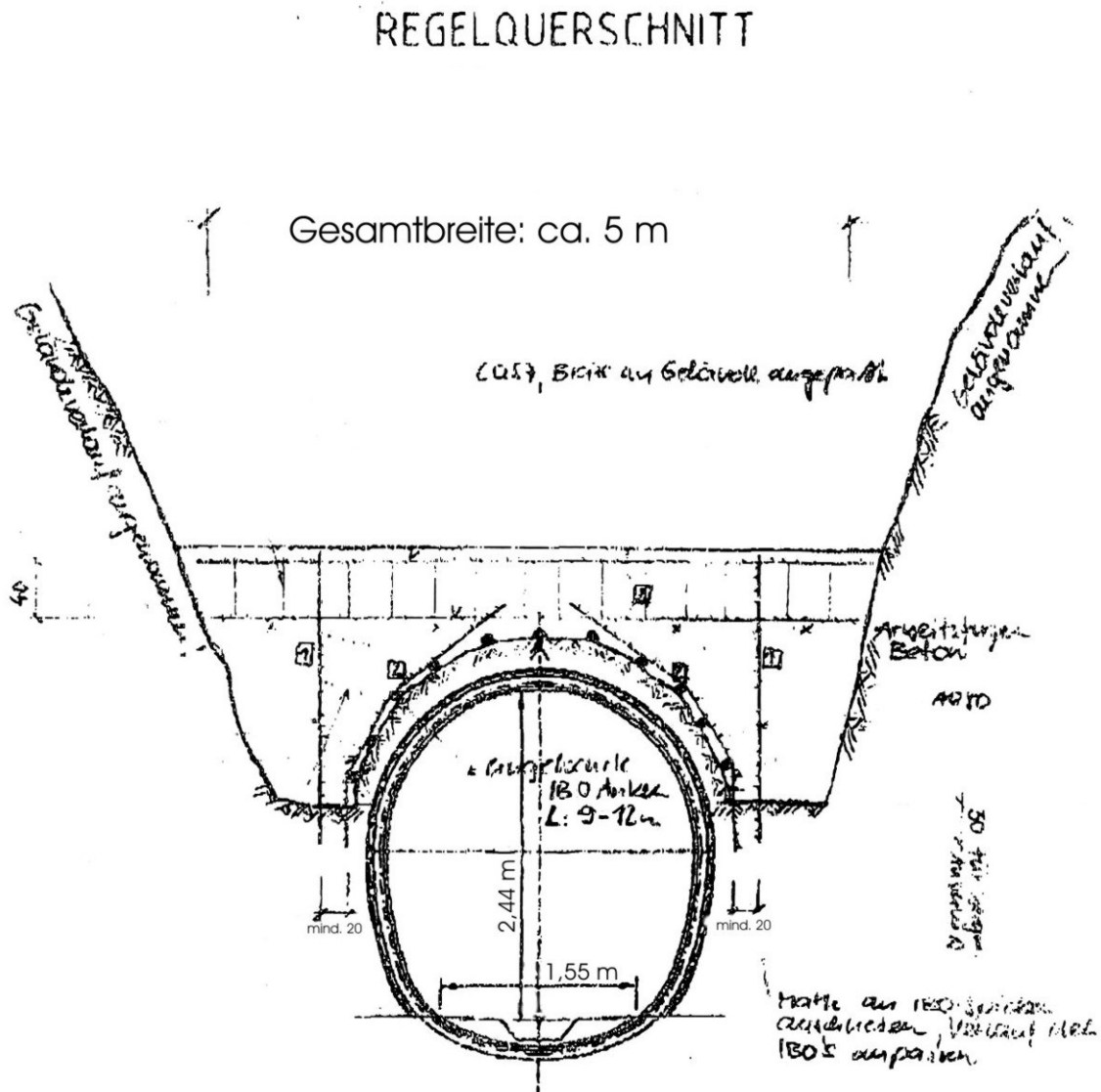


Abb.5: Regelquerschnitt

Nach Erreichen des alten bestehenden Stollens wurden festgestellt, dass in den Streckenbereichen Stollenmeter 45-52 und 65-75 im Firstbereich 2 domartige Ausbrüche vorhanden sind. Die max. Höhe der Firstausbrüche betrug im Bereich Dom 1 ca. 8 m im Bereich Dom 2 ca. 10 m.

Aufgrund tunnelstatistischer Berechnungen wurde der Ausbau dieser Kavernen mit 30 cm Spritzbeton, 2 Lagen Baustahlgitter und Systemankerung (L=4 m) vorgenommen. Der Sohlbeton wurde in 30 cm doppelt armiertem Spritzbeton und darüber 40 cm doppelt armiertem Fertigbeton ausgeführt.

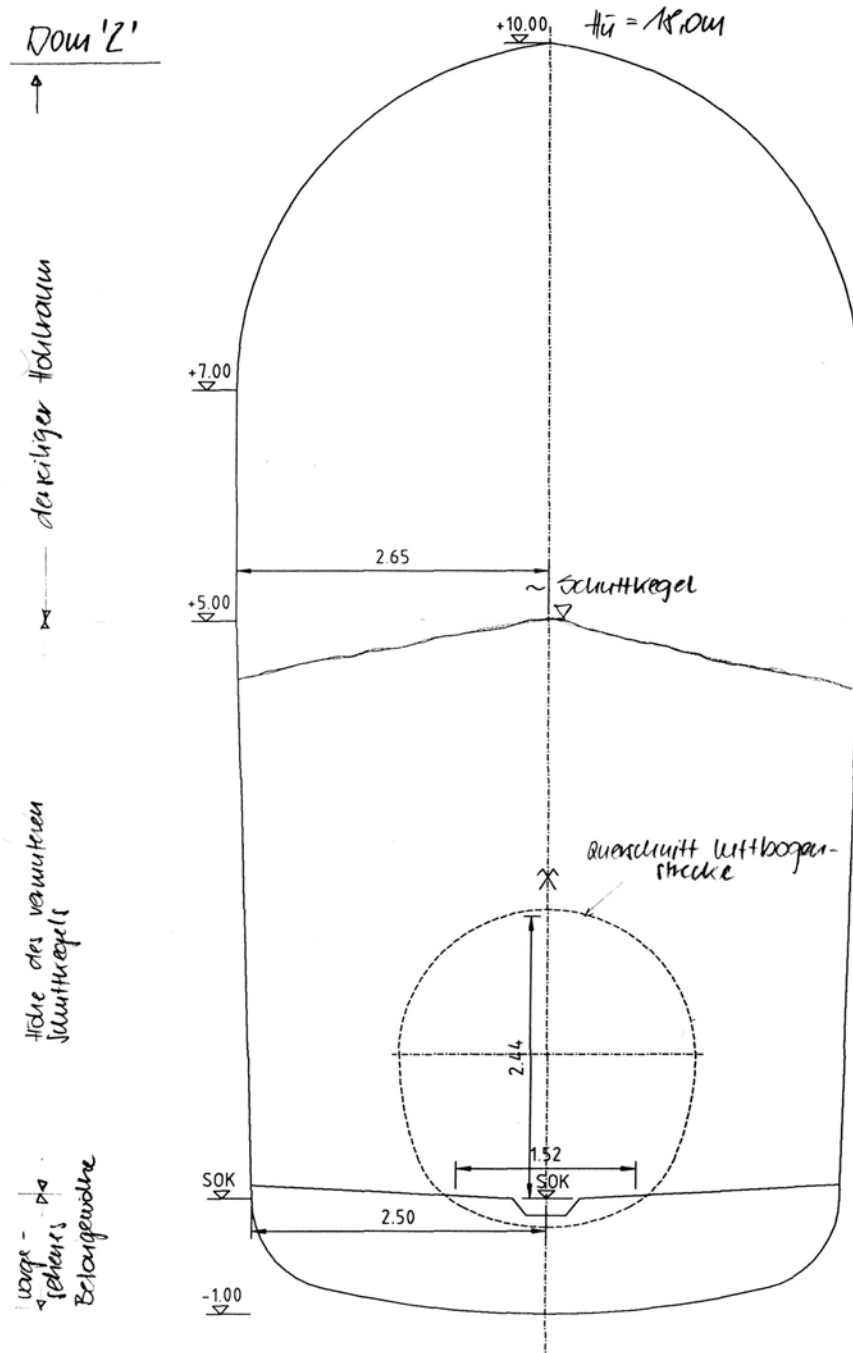


Abb.6 : Querschnitt Dom2

Insgesamt mussten im Bereich der bestehenden Strecke auf einer Länge von ca. 45 m ca. 1.300 m<sup>3</sup> Verbrauchsmassen ausgeräumt werden.

Im bergwärtigen Streckenabschnitt waren keine Verbruchserscheinungen / Schäden erkennbar, sodass nur lokale Sicherungen mit Spritzbeton vorgenommen wurden.



### 1.2.2.3 Entwässerungsmaßnahmen

In dem ca. 40 m langen Bereich der Aufwältigungstrecke vom neuen Mundloch aus betrachtet, wurden zur Entwässerung in konstanten Abständen von ca. 3-4 m radiale Entwässerungsschlitze eingebaut. Dabei wurden zwei Ausbaubögen in einem Abstand von ca. 10-15 cm eingebaut, wobei zwischen den Bögen nur die Baustahlgitterlagen mit einem feinmaschigen Gitterstreifen (ohne Spritzbeton) ergänzt wurden. Das Sohlgewölbe wurde durchgezogen. Um Wasserwegigkeiten im Sohlbereich einleiten zu können wurden im linken und rechten Ulmenbereich in regelmäßigem Abstand Drainagerohre eingebaut.

Im gesicherten Abschnitt des bestehenden Stollens wurden zur Entwässerung systematisch im Abstand von 1-2 m ca. 0,5 m lange 4“-Entwässerungsrohre aus PVC eingebaut.



Abb.7 : Dom mit Entwässerungsrohren

### 1.2.3 Östlicher Stollen

Im östlichen Stollen wurden nach dem Rückgang der Schüttungsmenge auf der Sohle zwei Entwässerungsrohre (Durchmesser 150 mm) eingebaut und der Mundlochbereich auf einer Länge von ca. 25 m satt bis zur Firste mit ca. 600 m<sup>3</sup> Blasversatz (Kies 8/16) verfüllt.

### 1.2.4 Landschaftspflegerische Maßnahmen

Der gesamte Verbruchsbereich wurde auf Höhe des Beginns der Luftbogenstrecke mit einem in W-E Richtung verlaufenden Steinsatzes gesichert. Dahinter wurde das Gelände angebösch und die

Bruchränder entsprechend abgeflacht, sodass keine Absturzgefahr mehr gegeben ist. Das Mundloch ist mit einer Stahlgittertür versperrt.

Die Bergwässer fließen an der Sohlrinne des Stollens frei aus, münden am Mundloch über einen Schacht in ein etwa 20 m langes Ableitungsrohr, über das die Wässer dem „Wasserfall“ zugeführt werden.

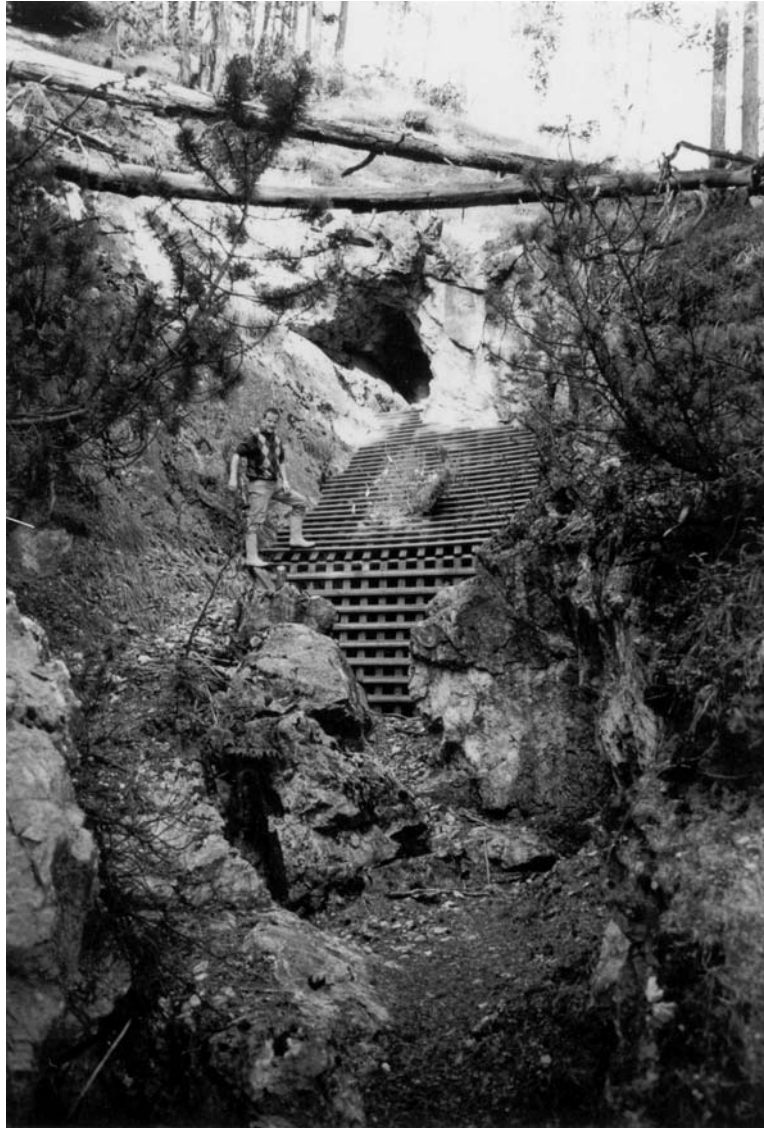


Abb.8 : Absperrung der Tagöffnung des Aufbruchs mit Stahlgitterkonstruktion

#### **1.2.5 Sicherung Tageszugänge des Aufbruchs**

Etwa 75 m vor dem Streckenende des Annastollens befindet sich ein Aufbruch, der obertage im Bereich Fundgrube auf einer Seehöhe von ca. 1.330 mSh zwei große Tageszugänge aufweist. Um ein unbefugtes Betreten zu verhindern, wurden diese Zugänge mit einer massiven Stahlgitterkonstruktion gesichert.

### 1.2.6 *Resumee*

Aufgrund der durchgeführten Sicherungsmaßnahmen ist nunmehr eine dauerhafte Begehbarkeit und permanente Entwässerung des Annastollens gewährleistet. Der Stollen wurde in der Zwischenzeit der Gemeinde übergeben.



Abb.9 : Sanierter Mundlochbereich

## 1.3 *Ehemaliger Antimonerzbergbau Schlaining (Burgenland)*

### 1.3.1 *Allgemeines*

Der Antimonerzbergbau Schlaining (Bergbauberechtigter: BBU i.L.) wurde am 30.11.1990 stillgelegt. Der Abschlussbetriebsplan wurde unter Festsetzung von Sicherungsmaßnahmen von der Berghauptmannschaft Wien am 06.01.1991 genehmigt. Als eine der Sicherungsmaßnahmen wurde verfügt, dass der Vinzenzstollen auf einer Länge von 70 m mit Bergen versetzt wurde. Die Ableitung der Bergwässer erfolgt über eine Rohrleitung in den Tauchenbach.

Am 23.06.1996 sowie am 20.04.1998 kam es bei der Einleitung der Grubenwässer in den Vorfluter Tauchenbach zu einer außergewöhnlichen Gewässerbelastung durch Eisenhydroxidschlämme mit erhöhtem Gehalt an Arsen, Antimon und Quecksilber.

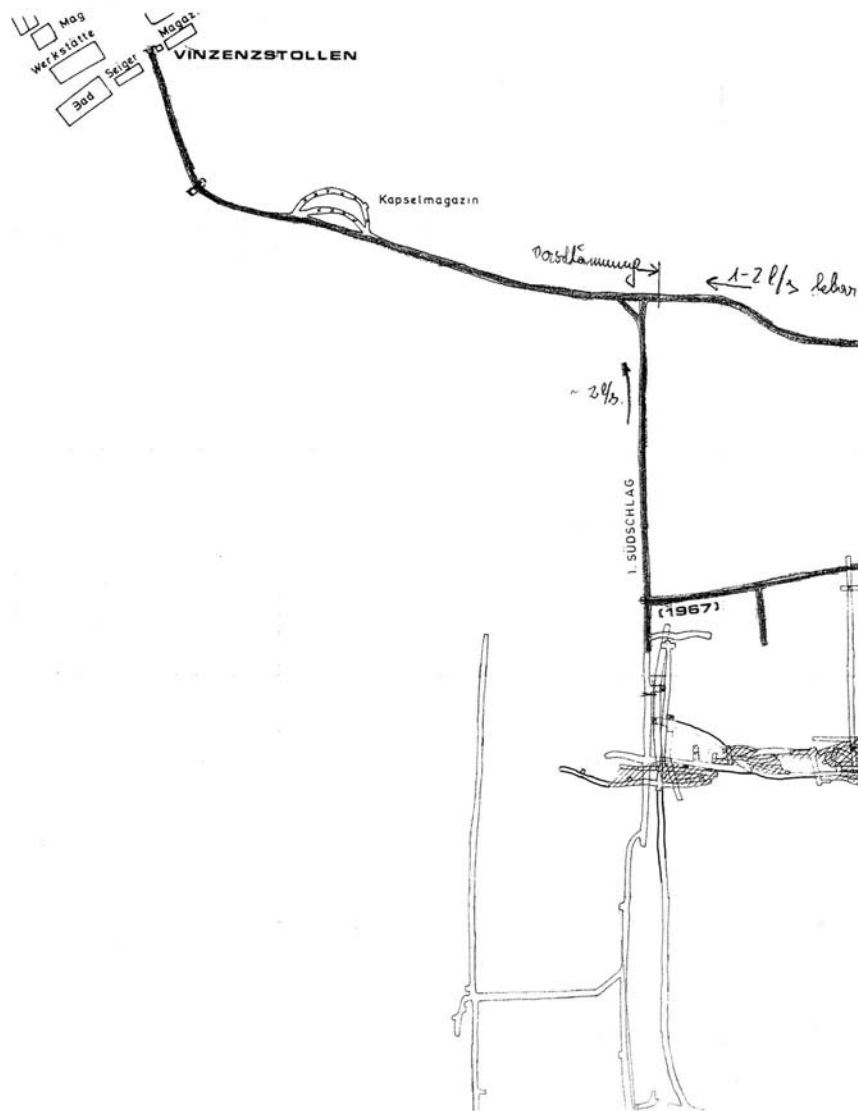


Abb.10 : Lageplan

### 1.3.2 Sanierungsmaßnahmen

Um die Ursache und das Gefährdungspotential der Schlammablagerungen beurteilen zu können wurde seitens der Behörde verfügt, dass der Stollen wieder geöffnet und eine Bestandsaufnahme durchgeführt wird. Darauf aufbauend sollte eine Konzept über die Sanierung vorgelegt werden.



Abb.11 : Ansicht Mundloch

Im Zeitraum November 1998 bis Frühjahr 1999 wurde sodann der Vinzenzstollen auf seiner gesamten Länge bis zum Querschlag Süd 1 aufgewältigt und die dahinter gelagerten Eisenhydroxidschlämme abgepumpt (ca. 70 m<sup>3</sup>). Nach mehrfacher Entwässerung wurden schließlich 12 t dieses Materials ordnungsgemäß entsorgt.

Nach Auffahrung des versetzten Stollenbereiches wurde weiters vom Portal aus auf eine Länge von etwa 150 m eine Sicherung aus 15-30 cm Stahlfaserspritzbeton eingebaut.

#### 1.3.2.1 Hydrogeologische Bestandsaufnahme

Im Zuge der hydrogeologischen Bestandsaufnahme wurde festgestellt, dass zwei Arten von Grubenwässern vorhanden sind. Die Wässer des Vinzenzstollens sind dem oberflächennahen Anteil der Grube zuzuordnen und weisen aus hydrochemischer Sicht vergleichsweise geringere Konzentrationen an gelösten Stoffen auf. Auffällig ist im Mittel der höhere pH-Wert und Gehalt an Antimon sowie die niedrigeren Konzentrationen z.B. bei Calcium, Sulfat, Arsen, Eisen und Mangan.

Demgegenüber sind die aus dem Wetterschacht aufsteigenden Wässer dem unteren Grubengebäude zuzuordnen und sind hydrochemisch u.a. durch Sauerstoffarmut gekennzeichnet. In Verbindung mit den hohen Eisengehalten kommt es dabei beim Kontakt dieser Wässer mit Luftsauerstoff bzw. nach Mischung mit dem Wasser aus dem Vinzenzstollen im Ablaufgerinne zu einer laufenden Ausfällung von Eisenhydroxiden.

Auch isopenhydrologische Untersuchungen (Sauerstoff-18, Tritium) bestätigen die unterschiedliche Herkunft der Wässer: so wurde für die Wässer aus dem Schacht eine mittlere Verweildauer von mehr als 100 Jahren, für jene des Vinzenzstollens von 8-12 Jahren bestimmt.

#### 1.3.2.2 Wasserbautechnische Maßnahmen

Als weitere Sanierungsmaßnahme wurde daraufhin eine gezielte Fassung und getrennte Ableitung der Grubenwässer aus dem Bereich Wetterschacht und Vinzenzstollen errichtet.

Zur Fassung der Wässer aus dem Vinzenzstollen wurde etwa 10 m nach der Abzweigung zum 1. Südschlag eine ca. 0,5 m hohe Betonziegelmauer errichtet. Der Abfluss erfolgt über eine an der Sohle im linken Ulmenbereich verlegte 5-Zoll PVC-Rohrleitung.



Abb.12 : Wasserfassung Vinzenzstollen

Im Bereich des Schachtes im Querschlag Süd 1 wurde ebenfalls eine Mauer aus Betonziegeln mit einer Höhe von ca. 0,6 m errichtet. Aufgrund von Umläufigkeiten wurde der Sohlbereich vor der Mauer mit „Schaum-Injektionen“ abgedichtet. Das aus dem Schacht aufsteigende Wasser wird über eine am rechten Ulm verlegte Rohrleitung (PVC, 5 Zoll), dessen Einlauf im Schacht zu Beginn etwa 1,5 m unter dem Wasserspiegel situiert war, abgeleitet. Im Zuge der weiteren Untersuchungen wurde die Einlauföffnung im Schacht mehrmals umgebaut. Weiters wurde die Rohrleitung zwecks Herstellung eines gleichmäßigen Gefälles mit Laser eingerichtet und „unterpackelt“. Im Abschnitt zwischen Torkretausbau und Wasserfassungen wurden sie einbetoniert, lediglich die in 50 m Abschnitten situierten Putzschächte wurden freigehalten.

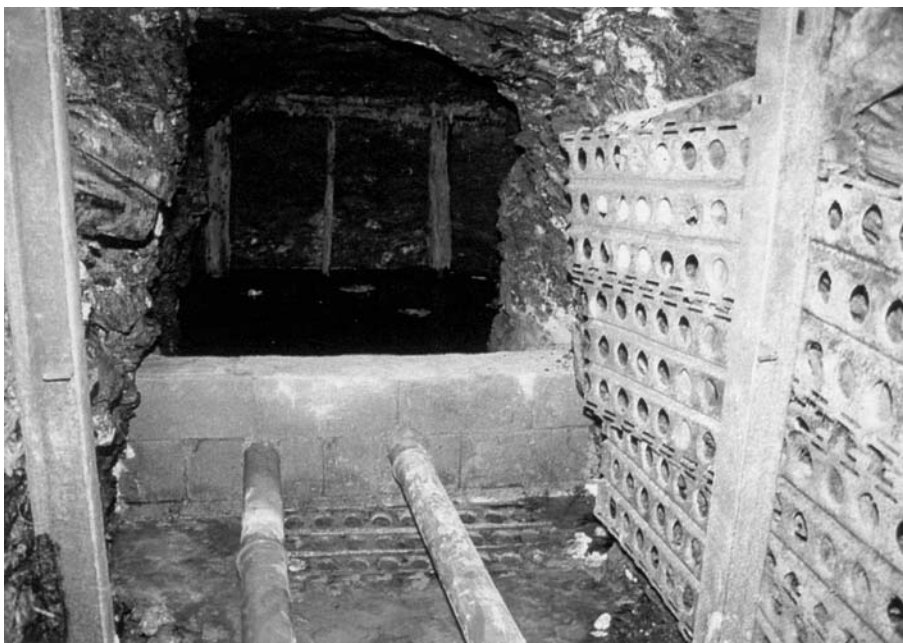


Abb.13 : Wasserfassung Schacht

An beiden Ableitungen wurden ca. 30 m hinter dem Stollenmundloch Messeinrichtungen installiert, um das Schüttungsverhalten und allfällige Veränderungen im Wasserchemismus (elektr. Leitfähigkeit, pH-Wert) feststellen zu können. Die Erfassung der Abflussmengen erfolgt über induktive Durchflussmessgeräte (Marke Endress & Hauser) die in dükerähnlicher Ausbaumweise im Bereich der Messstrecke eingebaut wurden. Um das für den freien Abfluss notwendige Gefälle beibehalten zu können, musste dazu im Bereich der Messstrecke eine Vertiefung der Sohle in der Größenordnung von 0,5 m vorgenommen werden. Um eine möglichst hohe Genauigkeit der Abflussmessungen zu erhalten wurden im Messabschnitt dünnere Rohre eingebaut.

### 1.3.3 Ergebnisse der Wassermessungen

#### 1.3.3.1 Ergebnisse der Schüttungsmessung

Aus den Abflussganglinien (seit 11.08.1999) geht hervor, dass die Schüttung aus dem Vinzenzstollen nahezu konstant zwischen 1,8-1,9 l/s beträgt. Das tatsächliche Schüttungsverhalten aus dem Bereich Schacht konnte erst ab 26.10.2000 erfasst werden und liegt zwischen 3,75-4,6 l/s. Aus dem Schüttungsverlauf beider Ganglinien (Schacht und Vinzenzstollen) ist kein Zusammenhang von jahreszeitlichen Veränderungen bzw. Niederschlagsereignissen erkennbar.

Im Abflussgang der Ableitung aus dem Schacht wurden ab 22.12.1999 aufgrund des Saugeffektes der Rohrleitung gravierende Veränderungen in Form von schwallartigen Abflüssen (bis 10,5 l/s) mit nachfolgenden abflusslosen Zeiten festgestellt. Teilweise wurden auch die Aufhängungen der Rohrleitung zerstört, sodass kein einheitliches Gefälle mehr gegeben war. Die Abflussspitzen konnten bis Ende Oktober 2000 beobachtet werden, wobei das Intervall der Abflussspitzen durch mehrmalige Veränderungen im Bereich des Rohreinlaufes (Kürzung Einlaufstutzen, Schrägstellung des Einlaufknies) sowie Reparaturen an der Ableitung verlängert werden konnte. Ein kontinuierlicher Abfluss stellte sich erst nach der Errichtung eines gleichmäßigen Gefälles der Rohrleitung sowie durch die Einstellung des Einlaufknies in eine horizontale Lage ein.

memograph (Visual Data Manager)

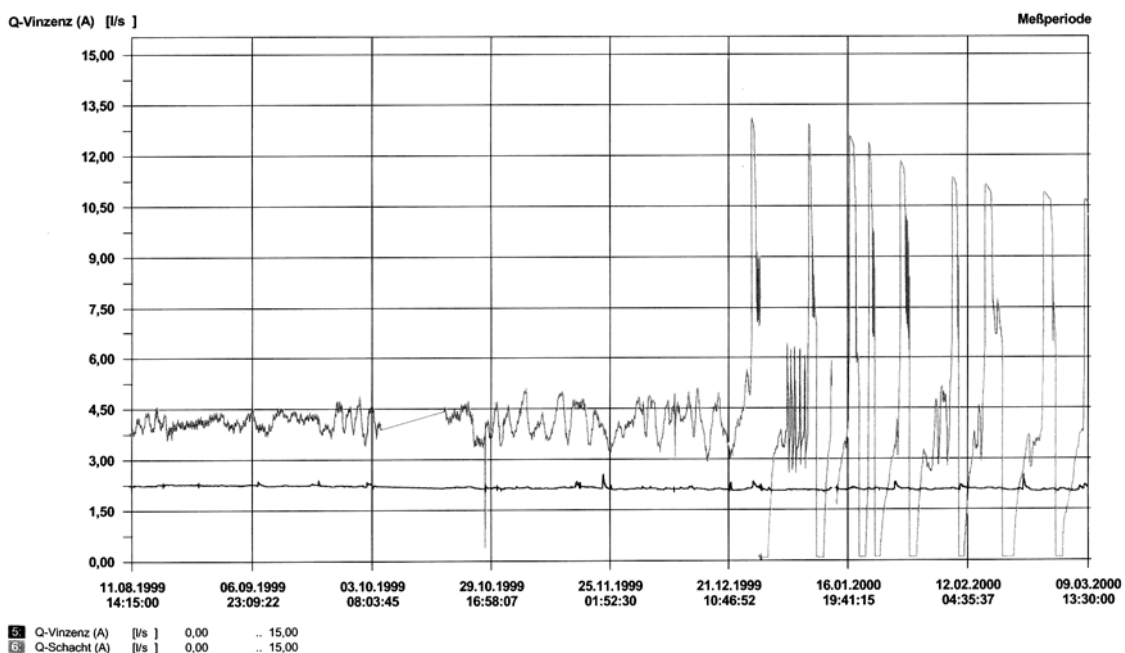


Abb.14 : Abflussganglinien Vinzenzstollen und Schacht (08/1999 - 03/2000)

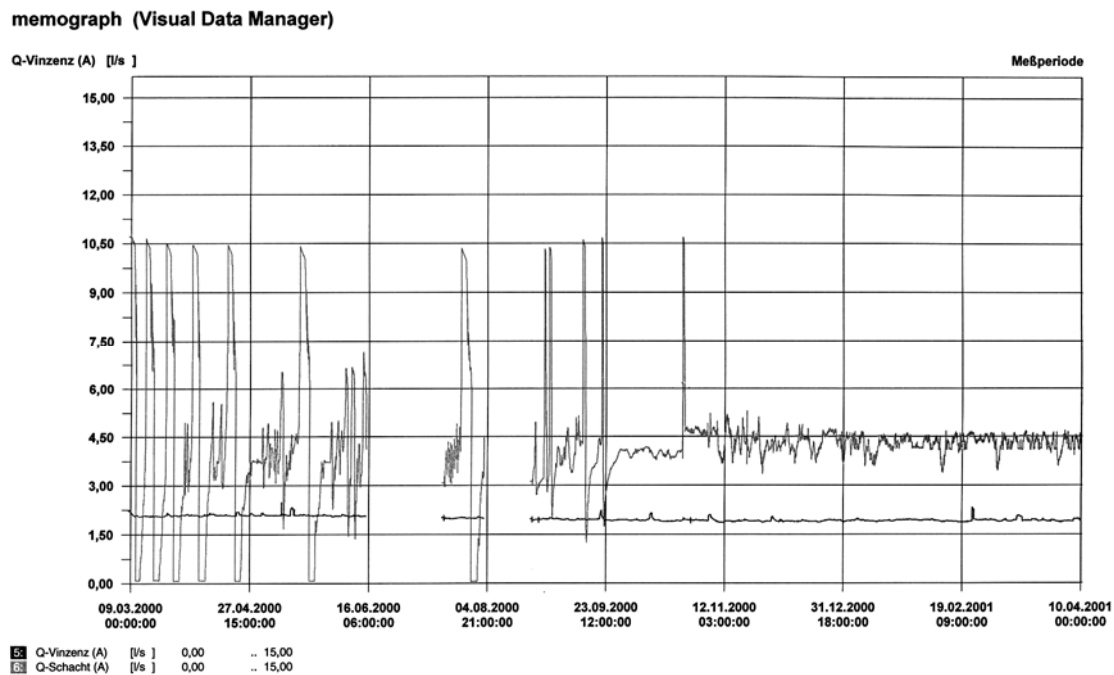


Abb.15 : Abflussganglinien Vinzenzstollen und Schacht (03/2000 - 04/2001)

### 1.3.3.2 Elektrische Leitfähigkeit

Die zwei Stollenabflüsse weisen unterschiedliche Werte der elektrischen Leitfähigkeit auf. Die Wässer aus dem Bereich Schacht liegen zwischen 1515-1859  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , jene aus dem Vinzenzstollen zwischen 960-1230  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Die Ganglinien weisen nur geringfügige Schwankungen auf, es ist kein direkter Zusammenhang zwischen Niederschlagsereignissen oder jahreszeitlich bedingte Schwankungen festzustellen.

### 1.3.3.3 pH-Wert

Im Abfluss der Schachtwässer stellte sich nach anfänglichen Schwankungen (7,5-8,0 tw. <7) ab Herbst 2000 ein nahezu konstanter Wert von 8,5 ein. Demgegenüber sind bei den Wässern des Vinzenzstollens deutlich niedrigere pH-Werte von 6,0-6,5 zu verzeichnen, wobei auch hier kaum Schwankungen auftreten.

### 1.3.3.4 Temperatur

Aus den Temperaturganglinien geht hervor, dass bei den Wässern generell in den Wintermonaten ein Temperaturrückgang zu verzeichnen ist und die Schwankungen in diesem Zeitraum auch stärker ausgeprägt sind (Schacht: 7-13°, Vinzenzstollen: 11-13°). In den Sommermonaten nehmen diese Schwankungen deutlich ab, während dieser Zeit sind die Temperaturunterschiede auch nicht so deutlich ausgebildet (Schacht ca. 13°, Vinzenzstollen ca. 13,8°). Möglicherweise sind diese Temperaturschwankungen auf die tagesnahe Situierung der Messstellen zurückzuführen.

## 1.3.4 Resümee

Mit dem errichteten System konnte das Problem der Eisenhydroxidausfällungen beherrscht werden, wobei nunmehr gewährleistet ist, dass es zu keiner Schlammansammlung und plötzlichen Ausschwemmung derselben kommen kann. Aufgrund der ausreichenden Durchmischung der



eingespeisten Wasser in den Vorfluter (Verdünnung > 1:50) ist laut hydrologischem Gutachten auch keine Beeinträchtigung von Wasserorganismen zu erwarten.

Salzburg, 24.09.2004

Franz Riepler (GWU)  
Erwin Eckhart (BBU AG i.L.)