

## **Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten am Jakob Adolph Stollen – ein wasserführender Stollen unter der Stadt Hettstedt (Sachsen Anhalt)**

**Günter Meier<sup>1)</sup>, Gerhard Jost, Angelika Dauerstedt<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Ingenieurbüro Dr. G. Meier, Wegefarth/Freiberg

<sup>2)</sup> Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle

### **ZUSAMMENFASSUNG :**

*Der Jakob Adolph Stollen ist ein kleinerer Wasserlösestollen des tagesnahen Kupferschieferbergbaus. Er verläuft zu einem Großteil unter urbaner Bebauung und zentralen Verkehrsträgern. Mehrere Schadensereignisse vor allem im Bereich des Mundloches verwiesen auf ein hohes Gefahren- und Risikopotential für die öffentliche Sicherheit. Durch geotechnisch-markscheiderische und hydraulische Bewertungen des Stollens im Über- und Untertagebereich konnten die Schwerpunkte der Erkundung, Sicherung und Verwahrung für die Herstellung einer dauerhaften Funktionalität der Wasserableitung und der Sicherheit an der Tagesoberfläche ermittelt werden. Die differenzierten bergtechnischen Maßnahmen wurden etappenweise und nach Prioritäten realisiert.*

### **1 Ausgangssituation**

Im Bereich der urbanen Bebauung von Hettstedt erfolgte in den zurückliegenden Jahrhunderten umfangreicher tagesnaher Bergbau auf Kupferschiefer und Zechsteinkalk. Der Werkstein wurde im Kammer-Pfeiler-Abbau gewonnen und über Tagesstrecken gefördert. Unzählige kleinere seigere Schächte dienten zum flächendeckenden Abbau des Kupferschiefers. Im Niveau dieses Kupferschiefers wurde der Jakob Adolph Stollen als zentraler Entwässerungsgrubenbau (Erbstollen) aufgefahren. Bereits vor Jahrzehnten kam es im Bereich der wichtigen Straßenkreuzung B 180 / Sanderslebener Straße in der Ortslage zu einem Verbruch unweit des Stollenmundloches, wodurch die Funktionalität der Entwässerung grundhaft gestört war und es zu einem Rückstau des Grubenwassers kam. Der horizontale Einbau eines Stahlrohres im Mundlochbereich brachte nur eine unvollständige und labile Entwässerungslösung. Hangbewegungen und weitere Deformationen im Kreuzungsbereich waren die Folge.

Anhand dieser Ausgangssituation wurde vom Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt die geotechnisch-markscheiderische Begutachtung des Jakob Adolph Stollens veranlasst und im Ergebnis der Untersuchungen eine etappenweise bergtechnische Erkundung, Sicherung und Verwahrung des wasserführenden Stollens beauftragt.

Bei den geotechnisch-markscheiderischen Bewertungen musste festgestellt werden, dass Informationen zum Stollen nur fragmentarisch vorlagen. Die markscheiderischen Aufmessungen aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts waren unvollständig und nur als Kopien verfügbar. Eine Neuvermessung des Stollens einschließlich Teile der Übertagesituation war für die bergtechnischen Arbeiten unumgänglich. Auch für die geotechnische Dokumentation der altbergbaulichen Verhältnisse im Über- und Untertagebereich und als Planungsgrundlage bildete sie die Grundlage. Alle Messungen wurden an das gültige Koordinaten- und Höhennetz angeschlossen.

Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass nur durch einen dauerhaft ungestörten Abfluss des Stollenwassers die geotechnisch-bergschadenkundliche Situation in einem stabilen Gleichgewicht gehalten werden kann. Daraus resultiert die Notwendigkeit, den Stollen in seiner Funktionalität dauerhaft und kontrollfähig zu erhalten, denn es gilt der Grundsatz: Einmal wasserführender Stollen - immer wasserführender Stollen (MEIER 2005).

## **2 Morphologische, geologische und lagerstättenkundliche Situation**

Die Stadt Hettstedt erstreckt sich zu einem großen Teil im Tal der Wipper, in das auch der Jakob Adolph Stollen einbindet. Der Stollen orientiert sich am schüsselartigen Kupferschieferausbiss und verläuft vom Mundloch in südwestliche bis westliche Richtung. Er unterfährt das Hadeborntal, ein Nebental der Wipper, und erreicht einen maximalen Höhenunterschied von ca. 45 m. Seine Gesamtlänge beträgt 1.662,4 m. Das Gelände ist durch ein flachwelliges Relief mit einer reihenartigen Wohnbebauung einschließlich zahlreichen Gärten, Straßen und Wegen charakterisiert.

Der tiefere geologische Untergrund baut sich aus Sedimenten des Rotliegenden auf, die vor allem aus roten Tonschiefern, Konglomeraten und Sandsteinbänken bestehen. Darüber folgen die Ablagerungen des Zechsteins mit Sandstein bzw. Dolomit (Weißliegendes 0 bis 2 m), Kupferschieferflöz (0,3 bis 0,5 m), Kalksteinen (5 bis 6 m), Residualgebirge (0 bis 7 m) und Stinkschiefer (0 bis 10 m). Lokal ist Unterer Buntsandstein (farbige Schiefertone mit Sandsteinlinsen 0 bis 15 m) anstehend. Abgedeckt werden diese Sedimente durch pleistozäne und quartäre Ablagerungen unterschiedlicher Beschaffenheit. Den obersten Abschluss bilden Löß- bzw. Lößlehmablagerungen.

Die markante, herzyn verlaufende, steil nach Nordosten einfallende Zimmermannschächter Störungszone versetzte das Gebirge im Untersuchungsgebiet grabenartig und es kam dabei zu einer steilen Aufrichtung des Kupferschieferflözes. Keilartige Verwerfungsbeträge bis ca. 40 m im Störungszentrum führten ebenfalls zu erheblichen Lagerungsstörungen. Regionaltektonisch befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke. Dieser Sattel streicht herzyn und trennt die südlich gelegene Mansfelder Mulde vom südöstlichen Harzvorland (Subherzyne Senke). Westlich schließt sich unmittelbar der Harz an. Durch das Herausheben des Harzes infolge der alpinen Gebirgsbildung wurden die salinaren Folgen im Bereich der Bewegungszone an die Tagesoberfläche gepresst, was zur Folge hatte, dass die Auslaugung im Ausbissbereich umfassend wirksam wurde und eine tiefgreifende Überprägung der Gesteinsabfolge bewirkte (z. B. Residualgebirge, Erdfälle, Gebirgsauflockerungen). Aufgrund dieser tektonischen Besonderheiten fällt hier das Kupferschieferflöz generell flach nach Nordost ein und bildet in südliche Richtung eine zungenförmige Ausbuchtung auf dem Scheitel der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke.

Das Untersuchungsgebiet wird flächig bis zum Niveau des Kupferschiefers durch den Jakob Adolph Stollen entwässert. Die darüber liegenden untertägigen Kalksteinabbau lösen ihr Wasser ebenfalls über diesen Stollen.

Aus ingenieurgeologischer Sicht ist insbesondere von Interesse, dass das Deckgebirge durch die abgelaufenen Auslaugungsprozesse des Salinar- und Sulfatkarstes größtenteils bereits stark aufgelockert ist. Ein sehr alter Erdfall im Bereich der Zimmermannschächter Störungszone beeinflusste die Standsicherheit und die dauerhafte Funktionalität des Stollens erheblich.

Aufgrund der morphologischen Gegebenheiten ist der Stollen bis zum 3. Lichtloch im Rotliegenden aufgefahren und erreicht dann den Kupferschiefer. Mit Ausnahme des Bereiches der Zimmermannschächter Störungszone ist der weitere Stollenverlauf immer an den Kupferschieferhorizont gebunden (Abb. 1). Zahlreiche Förderstrecken aus dem Kupferschiefer enden in den Stollenstößen und verweisen somit auch auf die Nutzung des Stollens zur Förderung

des Kupferschiefers. Eine Befahrung der maximal 60 cm hohen und 80 cm breiten Förderstrecken ist aus Sicherheitsgründen nicht möglich.



Abb.1 : Jakob Adolph Stollen mit seitlichen Kupferschieferabbauen im Firstbereich und altem Holzausbau

### 3 Bergbauhistorischer Abriss

Der Kupferschieferbergbau begann im Mansfelder Revier im Jahr 1199 (MÜCK 1910). Zu dieser Zeit beschränkte sich der Bergbau auf den Ausbiss des Kupferschieferflözes im Umfeld von Hettstedt (Kupferberg, Alter Berg) noch außerhalb der Mansfelder Mulde. Das Gebiet um Hettstedt besitzt durch seine Lage auf der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke günstige Ansatzpunkte für den Bergbau, da durch die Sattellage zahlreiche Ausbissbereiche des Kupferschieferflözes vorhanden sind. Mit zunehmender Teufe der Flözlagerstätte mussten Stollen zur Wasserlösung angelegt werden.

Historische Aufzeichnungen zum Alter des Jakob Adolph Stollens fehlen. Wie auch bei vergleichbaren Stollen in dieser Region, ist der Auffahrungsbeginn in die 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts zu datieren. Er war als Erbstollen mit der Erbstollengerechtigkeit ausgestattet. Im 16. Jahrhundert ist der Bergbau um Hettstedt fast erloschen und sein Verfall ist bis nach den Dreißigjährigen Krieg nachweisbar.

Mit der „Neuen Mansfeldischen Berg- und Schmelzordnung“ vom 28.10.1673 beginnt die Periode der großen Mansfelder Stollenauffahrungen. So ist belegt, dass 1677 die Gewerkschaft Wiesenhütte, ab 1692 die Gottesbelohnungshütte den Jakob Adolph Stollen aufzuwältigen begann und ihn weiter vortrieb (LANGELÜTTICH o. J.). Gleichzeitig wurde in den Revieren Schützengraben und Schnepfenberg (auch Schnepfenberg) der Schieferabbau wieder aufgenommen. Die Revierenteilung wurde Mitte des 18. Jahrhunderts in den sächsischen Bergrevieren im Mansfelder

Bergbau eingeführt. Die Reviere nördlich der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke erhielten die Nummern XXVI bis XXX. Der Jakob Adolph Stollen diente zur Wasserlösung der Reviere XXV (Schützensgraben) und XXVI (Schnepfenberg) (MÜCK 1910).

Die Gottesbelohnungshütte betrieb den Abbau bis 1797. Das Wasser aus den Jakob Adolph Stollen wurde über einen Hanggraben abgeleitet und als Aufschlagwasser für die Ölgrunder Kunst verwendet.

Nach 1797 kam es zu einer Wiederaufnahme des Stollens, jedoch ohne den erhofften Erfolg. Der Stollen wurde 1806 erwähnt, als er für die Wasserlösung kurzzeitig nochmals Bedeutung erlangte. Das Revier XXVI Schnepfenberg war zusammen mit dem Unterziegenberger Revier seit 1809 bis mindestens 1857 beliehen. In wieweit dabei Abbau erfolgte, ist nicht bekannt. Nach dem Niedergang des Bergbaus wurden die Lichtlöcher teilweise mit Pumpen versehen und zur häuslichen Wasserversorgung nachgenutzt.

#### 4 Geotechnisch-markscheiderische Verhältnisse

Grundlage für die Gefahren- und Risikobewertung waren die Aufnahme und Auswertung der geotechnisch-markscheiderischen Verhältnisse im Bereich des wasserführenden Stollens durch unter- und übertägige Dokumentationen und Vermessungen. Auf der Grundlage von Archivauswertungen konnten auch die bekannten Schadensbilder mit deren zeitlichen Entwicklungen in die Analyse einbezogen werden (Tabelle 1).

Tab.1 : Bekannte Schadensereignisse im Bereich des Jakob Adolph Stollens

Zeit	Schadensbild und durchgeführte Maßnahmen
26.01.1967	Unmittelbar unterhalb einer Stützmauer zur Sanderslebener Straße / Kreuzung B 180 trat ein Tagesbruch längs der Stollenachse in einer Größe von 5 x 2,5 m ein. Die Tiefe betrug 3 m. Der Tagesbruch wurde mit rolligem Material verfüllt.
25.07.1975	Im Keller des Gebäudes St.-Jacobi-Straße 54 fällt ein Verbruch. Das 8. Lichtloch ist hier nachgebrochen (Durchmesser ca. 3 m).
21.03.1987	Es ereignet sich ein neuer Tagesbruch auf der Sanderslebener Straße unmittelbar neben dem verfüllten Tagesbruch vom 26.01.1967 (Durchmesser ca. 6 m, Tiefe ca. 4 m). Vor dem Verbruchereignis trat eine Senkung auf der Straße ein. Als Ursache für den Tagesbruch wurde ein Rückstau von Wässern im Stollen angenommen.
22.03.1987 bis 22.09.1989	Nach mehreren Sanierungsversuchen wird im Mundlochbereich ein Stahlrohr zur Wasserableitung horizontal eingepresst und der deformierte Hangbereich angeglichen, ohne an den Verbruchbereichen etwas zu verändern.
November 2000	Im Rahmen von Dokumentationsarbeiten werden eine muldenförmige Absenkung im Bereich der ehemaligen Tagesbrüche auf der Sanderslebener Straße auf einer Länge von ca. 9 m und einer Tiefe von 0,1 m sowie Böschungsdeformationen festgestellt (MEIER 2001).

Die Analyse der bekannten Schadensereignisse zeigte deutlich, dass es durch den Verbruch des wasserführenden Stollens in Mundlochnähe zu einem erheblichen Wasserrückstau kam, wodurch

das geschwächte und stark beanspruchte Deckgebirge im Straßenbereich mehrfach verbrach, es zu einer starken Durchnässung des Böschungsbereiches kam und sogar Rutschungen auftraten. Diese ungünstige hydraulische und geotechnisch-markscheiderische Situation stellte ein hohes Gefahren- und Risikopotential für die öffentliche Sicherheit dar. An Wasserlösestellen sind sie Schwerpunkte bei Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten (MEIER 2005).

Der geotechnisch-markscheiderische Zustand des Jakob Adolph Stollen war sehr unterschiedlich. In der Tabelle 2 sind die Verhältnisse für die einzelnen Stollenbereiche zusammengefasst.

Tab.2 : Geotechnisch-markscheiderische Zustandsanalyse vor den bergtechnischen Maßnahmen am Jakob Adolph Stollen

Stollenbereich	Zustandsbeschreibung
Rösche	Stark verlandet und verwachsen, teilweise verkippt
Mundloch	Verbrochen, verkippt und vernässt, eingepresstes Stahlrohr in der Stollenfirste zur Entwässerung nicht voll funktionsfähig, unkontrollierter Wasserrückstau unbekannter Größe; Rösche verschlamm
Lichtlöcher	9 Lichtlöcher, 1 Brunnen davon 1 Lichtloch und 1 Brunnen abgedeckt und luftefüllt, gemauert 6 Lichtlöcher verfüllt bzw. verbrochen 2 Lichtloch teilverfüllt, Masse auf Holzbühne aufliegend, gemauert
Stollentrakt	Stollenquerschnitte: Höhe: 1,5 bis 2,2 m; Breite: 0,8 bis 1,2 m <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereich 5. Lichtloch: Querschnittseinengung durch Lockermassen</li> <li>• Zwischen 6. und 7. Lichtloch: Teilverbruch und ausgelaufene Versatzmassen aus steil stehendem Kupferschieferabbau</li> <li>• Zwischen 7. und 8. Lichtloch: Verbruch einer alten Erdfallzone im Störungsbereich</li> <li>• Pumpengesenk: unkontrollierter Versturz des Stollenwassers im Bereich der Zimmermannschächter Störungszone</li> </ul>

Die geotechnisch-markscheiderische Zustandsanalyse verweist auf die hydraulischen und sicherheitsrelevanten Schwachstellen des wasserführenden Stollens. Im Rahmen der bergtechnischen Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen sind einerseits die hydraulischen Verhältnisse dauerhaft und kontrollfähig im Wasserlösestellen wieder herzustellen, andererseits sind die geomechanischen Schwachpunkte dauerhaft zu beseitigen, damit Verbruch- und Deformationsereignisse an der Tagesoberfläche auf ein vertretbares Restrisiko reduziert werden. Auf der Grundlage dieser Bewertungsbasis wurde an der Rösche und am Mundloch mit den erforderlichen bergtechnischen Maßnahmen begonnen und etappenweise realisiert.

## 5 Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten

Zielstellung der differenzierten bergtechnischen Maßnahmen war vor allem die Herstellung der dauerhaften Funktionalität der Stollenentwässerung und die Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit an der Tagesoberfläche. Auf der Grundlage der geotechnisch-markscheiderischen Zustandsanalyse (Tabelle 2) wurden die Prioritäten festgelegt. Grundsätzlich wurden Sicherungen insbesondere im Mundlochbereich (Abb. 2), im Stollentrakt und an ausgewählten Lichtlöchern vorgesehen. Vor allem im unteren Stollendrittel wurden auch umfangreiche Beräumarbeiten zum ungehinderten Wasserabfluss durchgeführt. Aufgrund des engen und wechselnden lichten Stollenquerschnittes von ca. 0,8 x 1,6 m bis 1,0 bis 1,8 m erfolgten die erforderlichen Transporte mittels Eimer, Schubkarre und kleinen Förderwagen. Verwahrungsmaßnahmen kamen dort zum Einsatz, wo die Wasserwegigkeit nicht beeinträchtigt wurde und die öffentliche Sicherheit dauerhaft zu realisieren war. Keine oder nur beschränkte bergtechnische Erkundungs- und Verwahrungsmaßnahmen kamen an den Lichtlöchern 4 und 6 zur Anwendung, die sich auf Ödland oder sehr unzugänglichem Gelände befanden. Jedoch war dabei zu gewährleisten, dass bei Bewegungen in der Schachtverfüllsäule keine Auswirkungen auf die Funktionalität der Wasserableitung im Stollen entstehen.



Abb.2 : Rekonstruktion des Mundlochbereiches auf einer Bohrpfahlgründung mit Hangsicherung zur Straße

In der Tabelle 3 sind die wesentlichsten Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen zusammengestellt.

Tab.3 : Übersicht über die objektbezogenen Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen

Objekt	Bergtechnische Maßnahmen
Rösche	Beräumung und Säuberung bis zur Einleitung in die Wipper
Mundloch und mundlochnaher Bereich	Aufwältigung und Einbau von Stahlrahmen mit Spritzbetonsicherung auf ca. 36 m, auf weiteren 37 m wurde bewehrtes Spritzbetongewölbe ausgeführt und ein größerer Hohlraum unter der Straßenkreuzung mit Beton verfüllt, Einbau eines Sohlgerinnes auf der gesamten Länge, Gründung der ersten 10 m auf Bohrpfählen aufgrund nicht tragfähigen Untergrundes
Kontrollschacht (Brunnen)	Ausbau des Brunnens zum Kontrollschacht mit feuerverzinkter Stahlfahrung und Ruhebühne, Tiefe 15,5 m, runder Querschnitt 1,2 m, bewehrte Spritzbetonsicherung im unteren Drittel, der Schachtdeckel befindet sich auf einem Gehweg am Rande der Straßenkreuzung
1. Lichtloch	Das Lichtloch befand sich unter einer tragenden Mauer im Keller eines Wohnhauses. Die Verfüllsäule war bereits ca. 0,1 m abgesenkt. Ursprünglicher Querschnitt 0,9 x 1,8 m, Tiefe 15,7 m ab Kellersohle, nach dem Abfangen der Kellermauer Aufwältigung des mit Haldenbergen verstürzten Lichtloches größtenteils mittels verholzter Stahlrahmen und Verzug aus Pfändblechen, nach Abmauerung des kleinen Füllortes Verfüllung des Lichtloches mit Beton und Dämmen (ca. 36 m <sup>3</sup> )
2. Lichtloch	Das Lichtloch befand sich unmittelbar an einer Garage. Die Aufwältigung erfolgte in Halden- und Verbruchmassen. Der alte Querschnitt variierte von 0,8 x 1,7 m bis 0,9 x 1,85 m bei einer Tiefe von ca. 25 m. In 15,8 m Tiefe wurde Fels angetroffen. Als Sicherheitsausbau kamen Stahlrahmen, Baustahlmattenverzug und Spritzbeton in abnehmenden Querschnittsgrößen zum Einsatz. Nach der Abmauerung des kleinen Füllortes wurde in 2 Etappen 104 m <sup>3</sup> Beton der Festigkeitsklasse C 8/10 eingebaut.
3. Lichtloch	Das luftgefüllte Lichtloch lag unmittelbar vor einem Wohnhaus und war mit Holzpfosten abgedeckt. Die Tiefe betrug 25,3 m und wurde als Brunnen nachgenutzt. Der elliptische Querschnitt in Natursteinausbau war 0,8 x 1,45 m, im Festgesteinsbereich rechteckig 1,3 x 1,7 m. Das Lichtloch wurde für Kontrollen mit verzinkten Stahlfahrten und Ruhebühnen ausgebaut. Im Fundamentbereich wurde das Wohnhaus mittels bewehrten Spritzbetons unterfangen.
4. Lichtloch	Untertägige Abmauerung des kleinen Füllortes mittels Ziegelmauer, um ein Auslaufen der Verstürzmassen dauerhaft zu verhindern. Der Standort des Lichtloches befindet sich am Hang, ist stark verwachsen und unzugänglich.
5. Lichtloch	Das Lichtloch befand sich auf einer Straße im Hadeborntal vor einer Wohnbebauung und wurde als Brunnen nachgenutzt. Es besitzt einen Querschnitt von 0,8 x 1,5 m und ist 12,6 m tief. Der Natursteinausbau wurde rekonstruiert. Eine verzinkte Stahlfahrung mit Ruhebühnen wurde zu Kontrollbefahrungen eingebaut. Beräumung des Stollens beidseitig des Lichtloches sowie Beseitigung von Fließhindernissen.

Objekt	Bergtechnische Maßnahmen
6. Lichtloch	Das Lichtloch befindet sich an der dazugehörigen Halde in einem Garten. Die bohrtechnische Erkundung ergab bis in 14,7 m Tiefe eine lockere bis mitteldichte Lagerung von hohlraumfreien Versturzmassen. Das kleine Füllort wurde untertägig mit einem Ziegeldamm abgemauert.
7. Lichtloch	Das Lichtloch befindet sich unmittelbar neben einer Straße und wurde als Brunnen nachgenutzt. Es ist 23,5 m tief. Die Teilverfüllung von ca. 8 bis 20 m aus Bergmassen lag auf einer Holzbühne auf. Bis 10,6 m beträgt der kreisrunde, lichte Querschnitt 1,3 m, darunter folgt im Fels ein rechteckiger Querschnitt von 1,1 x 1,5 m. Das Lichtloch wurde mittels verzinkter Stahlfahrten und Ruhebühnen für Kontroll- und Wartungszwecke ausgebaut. Anmerkung: Am 08.12.1791 befuhr Alexander von Humboldt mit einem Freiburger Studienkameraden das 7. Lichtloch (ROMMEL 2005).
Teilverbruch zwischen 7. und 8. Lichtloch	Durch einen neuen Schacht wurde in 36,5 m Tiefe die Stollensohle erreicht. Die Teufe wurde in einem alten Erdfall ausgeführt. Der runde Schacht wurde mit einem Durchmesser von 3,2 m aufgeföhren und mit Baustahlmatten, Erdnägeln und Spritzbeton gesichert. Die Sicherung des Stollens erfolgte mit geschlossenen Stahlrahmen bzw. mit Stahltürstöcken und Grundkappen. Die Firse wurde mit Vorpfändungen und die Stöße mit Verzugsblechen gesichert. Bewehrter Spritzbeton bildete den dauerhaften Verzug und Ausbau. Nach Abschluss wurde der Schacht mit Beton verfüllt. Insgesamt wurden ca. 42 m Stollen beräumt und rekonstruiert, wovon ca. 30 m in der Zimmermannsschächter Störungszone lagen.
8. Lichtloch	Das Lichtloch lag im Keller eines Wohnhauses, war 1975 verbrochen und mit Sand aufgefüllt. Der Ausbau der Schachtaufwältigung erfolgte mit verschweißten Stahlrahmen und betrug 1,5 x 1,8 m bei einem Ausbruchquerschnitt von 1,8 x 2,5 m. Im Zechsteinkalk wies der ursprüngliche Querschnitt einen Betrag von 0,9 x 1,7 m auf. Ab Kellerfußboden betrug die Tiefe 40,8 m. Nach dem Abmauern des Füllortes wurde das Lichtloch mit ca. 180 m <sup>3</sup> Transportbeton der Festigkeitsklasse B 15 verfüllt (Abb. 3).
9. Lichtloch	Das Lichtloch lag im Bereich eines Garagenvorplatzes und war 47,1 m tief. Das mit Halden- und Verbruchmassen verfüllte Lichtloch (1,4 x 1,8 m) wurde mit einem Rundschacht (Durchmesser 3,2 m) bis in eine Tiefe von 20,5 m überteuft und mit Anker, Baustahlmatten und Spritzbeton gesichert. Im untersten Bereich wurde der Durchmesser auf 4,6 m erweitert und kranzartig nach außen geneigte 5 m lange Daueranker eingebaut. Das anstehende Gebirge war festgelagertes, lockergesteinsähnliches Residualgestein. Unter Einbeziehung des Sicherungsausbaus wurde der Schacht mit ca. 120 m <sup>3</sup> Beton verfüllt.

Beginnend mit der ingenieurtechnischen Begutachtung erfolgte die etappenweise bergtechnische Ausführung der Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten am Jakob Adolph Stollen durch die Firma BST Freiberg GmbH & Co. KG von 2001 bis 2007. Als letzte labile Gebirgszone bedürfen die teilweise ausgelaufenen, teilverbrochenen, steilstehenden Kupferschieferabbau im Stollen zwischen dem 7. und 6. Lichtloch noch einer bergtechnischen Sicherung, um den ungehinderten Wasserabfluss in diesem Bereich dauerhaft wieder herzustellen.



Abb.3 : Beengte Teufarbeiten im Keller zur Aufwältigung des 8. Lichtloches

## 6 Schlussfolgerungen

Die geotechnisch-markscheiderischen Untersuchungen und die Ergebnisse der sehr differenzierten bergtechnischen Maßnahmen zeigen deutlich, dass auch kleinere wasserführende Stollen insbesondere in Bebauungsgebieten ein hohes Gefahren- und Risikopotential für die öffentliche Sicherheit aufweisen können. Aufgrund der hydraulischen Gegebenheiten ähnlich einem Karstaquifer ist stets mit sehr wechselnden Wassermengen zu rechnen. Bei Starkniederschlägen oder Hochwasserereignissen ist ein hindernisfreier Abfluss zu gewährleisten. Auch hydraulisch angeschlossene Schächte des jeweiligen Grubenfeldes sind hierbei zu berücksichtigen. Vor allem im Bereich von Talauen und Fließrinnen sind potentielle Versturzmöglichkeiten von Oberflächenwasser zu verschließen. Eine dauerhafte Funktionalität des ungehinderten Wasserabflusses ist deshalb eine grundlegende Forderung an einen wasserführenden Stollen. Aber auch die Lichtlöcher als Tagesöffnungen und tagesnahe Abbaue im unmittelbaren Stollenbereich sind zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und möglicherweise als potentielle Versturzoöffnungen bei erhöhtem Wasserandrang an der Tagesoberfläche in die Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen einzubinden. Dabei sind Zugangsmöglichkeiten für Kontroll- und Wartungszwecke auszuwählen sowie dauerhaft und verschlussicher herzurichten.

Anhand der Schadensverteilung im Trassenverlauf des Stollens hebt sich deutlich hervor, dass vor allem der Mundlochbereich und der erste Stollentrakt das größte Gefahren- und Risikopotential für die öffentliche Sicherheit bezüglich Standwasser, Wasserabfluss und Verbruchpotential aufweisen. Punktuell sind jedoch auch Lichtlöcher, Schächte, stollennahe Abbaue und gebräuche Stollenteile schadensrelevant und somit einer bergtechnischen Bearbeitung zu unterziehen.

## Literatur

MÜCK, W. (1910): Der Mansfelder Kupferschieferbergbau. - Bd. 1 und 2, Selbstverlag des Verfassers, Eisleben

LANGELÜTTICH, H.-J. (o. J.): Der historische Kupferschieferbergbau um Hettstedt. - Mansfeld-Museum, H. 2

MEIER, G. (2001): Geotechnisch-bergschadenkundliches Gutachten zum Jakob Adolph Stollen in Hettstedt. - Ingenieurbüro Dr. G. Meier, Wegfarth, 15.02.2001, (unveröff.)

MEIER, G. (2005): Wasser führende Stollen im Altbergbau. - Tagungsband 5. Altbergbau-Kolloquium TU Clausthal, 3.-5.11.2005, S.201-222, Verlag Glückauf GmbH, Essen

ROMMEL, L. (2005): Wilhelm von Humboldt und Burgörner. - Mansfeld-Museum Schriftenreihe Neue Folge Nr.8