

Geotechnisch-markscheiderische Risikobewertungen von wasserführenden Stollen im Kupferschieferbergbau

Geotechnical and mine surveyor risk evaluations of water galleries in the copper slate mining industry

Dr.-Ing. habil. Günter Meier ¹⁾
Dipl.-Ing. Gerhard Jost ²⁾

¹⁾ Ingenieurbüro Dr. G. Meier, Wegfarth/Freiberg

²⁾ Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle/Saale

ZUSAMMENFASSUNG :

Wasserlöseestollen des Kupferschieferbergbaues im Mansfelder Land (Sachsen-Anhalt) waren für den Bergbau über Jahrhunderte wichtige zentrale Grubenbaue. Ihre hydraulische Funktionalität, Dauerhaftigkeit und Kontrollfähigkeit ist eine maßgebliche Voraussetzung zur zukünftigen Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit in dieser Bergbauregion. Die permanenten geodynamischen Einflüsse vor allem durch das Wasser verändern den Zustand der Stollen, wodurch Sanierungs-, Wartungs- und Monitoringaufgaben erforderlich werden. Grundlage dazu stellen geotechnisch-markscheiderische Bewertungen dar. Der Einfluss von aktiven Auslaugungsprozessen auf die Wasserlöseestollen erschwert die ingenieurtechnische und bergtechnische Bearbeitung.

ABSTRACT:

Over centuries the water galleries of the copper slate mining industry in the Mansfeld area (Saxonia-Anhalt) were important central workings for the mining industry. Their hydraulic functionality, durability and control ability is a decisive future requirement ensuring public safety in this mining industry region. The conditions of the galleries are changed by the permanent geodynamic influences, especially by water, whereby redevelopment, maintenance and tasks of monitoring become necessary. Geotechnical and mine surveyor evaluations are taken as a basis. The effect of active leaching processes on the water galleries impedes the technical engineering and mining treatment.

1 Problemstellung

In den historischen Bergbaurevieren rücken die wasserführenden Stollen zunehmend in den Fokus geotechnisch-markscheiderischer Untersuchungen und Bewertungen sowie bergtechnischer Sanierungen oder sind bereits fester Bestandteil von laufenden Bergsicherungsmaßnahmen. Der Grund dafür liegt in dem hohen Risikopotential für die öffentliche Sicherheit, das die Stollen bei einer gestörten oder unterbrochenen Wasserführung aufweisen. Insbesondere bei Extremwasserereignissen wie Hochwasser oder Starkniederschlägen sind katastrophale Einwirkungen auf die Tagesoberfläche zu erwarten, wie beispielsweise das Hochwasser von 2002 in Sachsen eindrucksvoll gezeigt hat. Die dauerhafte Funktionalität und Kontrollfähigkeit von Wasserlösestollen sind deshalb wichtige Zielstellungen für die Reduzierung von Gefahren und Risiken vor allem in bebauten Gebieten. Es gilt bekanntlich der Leitspruch: „Einmal wasserführender Stollen, immer wasserführender Stollen“, woraus sich eine „Ewigkeitslast“ für diese Grubenbaue ergibt. Bleibende Unterhaltungs- und Kontrollmaßnahmen sind daraus die Konsequenzen.

Stollen zur Wasserlösung im Bereich des Mansfelder Landes, wozu insbesondere die Mansfelder Mulde und das Sangerhäuser Revier zu zählen sind, waren über Jahrhunderte die grundlegenden Grubenbaue zur bergbaulichen Erschließung der schüsselartigen Lagerstätten. Das Wasser sollte aus den einfallenden Randbereichen des Kupferschieferflözes im freien Gefälle möglichst tief gelöst werden. Die Wasserlösestollen waren nicht nur kapitale, sondern auch kostenintensive Grubenbaue ihrer Zeit und meist Jahrhundertbauwerke. Bergamtliche Gesetzlichkeiten (z. B. „Stolln-Ordnung“ von 1749) regelten deshalb die Planung, den Vortrieb und die Unterhaltung der Stollen.

Im Mansfelder Land gab es sicherlich bereits im 14. und 15. Jahrhundert kleine Wasserlösestollen geringer Länge. Ein umfangreicher Stollenbau begann im 16. Jahrhundert und setzte sich bis ins 19. Jahrhundert mit der Auffahrung des längsten Entwässerungsstollens, dem Schlüsselstollen (ab 1751) in der Mansfelder Mulde und dem Segen Gottes Stollen (ab 25.10.1830) im Sangerhäuser Revier, fort. Der Einsatz von Wasser- und Rosskünsten zur Wasserhebung war begrenzt und störungsanfällig. An zahlreichen Versuchen zur Wasserhebung mittels Wasserkraft vor allem im 18. Jahrhundert fehlte es nicht. Mit der Entwicklung und dem Einsatz leistungsstarker, stabiler Pumpen unter Nutzung erst der Dampfkraft und später der Elektroenergie konnten die tieferen Lagerstättenteile im Muldeninneren bergmännisch erschlossen und abgebaut werden, was im 19. Jahrhundert begann und die Zeit der tiefen Schächte wurde, die auch heute noch das Landschaftsbild durch ihre weithin sichtbaren Halden prägen. Die tiefen Stollen behielten ihre große Bedeutung als Wasserlösestollen, da auf deren Niveau das gesamte Grubenwasser durch Pumpen gehoben und in den Vorfluter abgeleitet wurde.

Auch nach der Beendigung des Bergbaus in der Region und dem Abschalten der Pumpen behielten beim Wasserwiederanstieg die tiefen Stollen und auch alle anderen wasserführenden Stollen ihre Funktion. In den meisten Fällen verlaufen die Stollen auf weite Strecken unter bebauten Gebieten und Verkehrsträgern, woraus sich hohe Sicherheitsanforderungen für die genutzte Tagesoberfläche ergeben. Die Erfahrungen zeigen, dass sie besonders bei Extremniederschlägen ihre zerstörerischen Elemente richtig entfalten.

Eine Besonderheit der wasserführenden Stollen im Kupferschieferbergbau dieser Region ist ihr partieller Verlauf durch auslaugbare Sulfatgesteine, die häufig durch Karsthohlräume oder Erdfälle durchsetzt sind. Vereinzelt wurden auch Salzreste und Laugenzuflüsse bei den Stollenauffahrungen angetroffen. Aktive Senkungsmulden, verursacht durch Salzkarst, beeinflussen den Zustand und die Dauerhaftigkeit einiger Stollen. Bei Einbrüchen an der Tagesoberfläche in der Nähe von Stollen stellt sich oft die Frage: Handelt es sich um Tagesbrüche oder Erdfälle? Dadurch wird die geotechnisch-markscheiderische Erkundung und Bewertung nicht einfacher und bergtechnische Sanierungsarbeiten komplizierter und kostenintensiver.

2 Grundlagen zur Risikobewertung

2.1 Festlegung der Einwirkungsbereiche und Risikoklassen

Die Risikobewertung erfolgt auf der Grundlage der Empfehlungen des Arbeitskreises 4.6 der Fachsektion Ingenieurgeologie der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. für die „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“ [2004].

Die Risikoklassen sind objekt- und nutzungsbezogen und werden abgestuft den Einwirkungsbereichen zugeordnet.

Der Einwirkungsbereich eines wasserführenden Stollens kennzeichnet ein Gebiet an der Tagesoberfläche, das durch folgende unerwünschten Ereignissen bzw. altbergbaulich bedingten Erscheinungsbildern negativ beeinflusst werden kann:

- Wasserausbrüche aus dem Mundlochbereich mit Austrag von Sedimenten und Ockerablagerungen
- Vernässungszonen im Gelände oder in der Gründungszone von Bauwerken
- Tagesbrüche (Tagesbrüche im eigentlichen Sinne, Schachtverbrüche, Mundlochverbrüche, Nachbrüche bereits gegangener Tagesbrüche) und Tagesbrüche als Folge von Suffosionsprozessen durch Materialumlagerungen in den Stollen
- Riss- und Spaltenbildung
- Verbruch oder Teilverbruch des Stollens mit hydraulischen Verschlüssen und Standwasserbildungen
- Verschluss durch Pfropfenbildung aus Wurzeln
- Unkontrollierte Wasserzuläufe
- Senkungen

Die Einwirkungsbereiche bei der geotechnisch-markscheiderischen Bewertung der altbergbaulich bedingten Erscheinungsbilder werden anhand von empirischen, analytischen und numerischen Verfahren festgelegt. Deformationen an der Tagesoberfläche (Senkungen oder Verbrüche) können hervorgerufen werden durch das Zubruchgehen eines Schachtes bzw. Lichtloches oder durch einen Verbruch der Stollenkontur. Ein Schachtverbruch führt in der Endphase zur Ausbildung einer Pinge an der Geländeoberfläche. Beim Verbruch eines Stollenabschnittes können Senkungsmulden oder Tagesbrüche die Folge sein. Ob es zum Tagesbruch kommt und mit welchen Ausmaßen, ist von den geotechnischen Eigenschaften des anstehenden Gebirges, dem vorhandenen Hohlraumvolumen sowie der Mächtigkeit des Deckgebirges abhängig (MEIER & MEIER 2007). Suffosionsprozesse in schluffigen Deckschichten über ausgemauertem Stollentrakt führen zu Volumendefiziten und somit zu Senkungen oder Verbrüchen an der Tagesoberfläche.

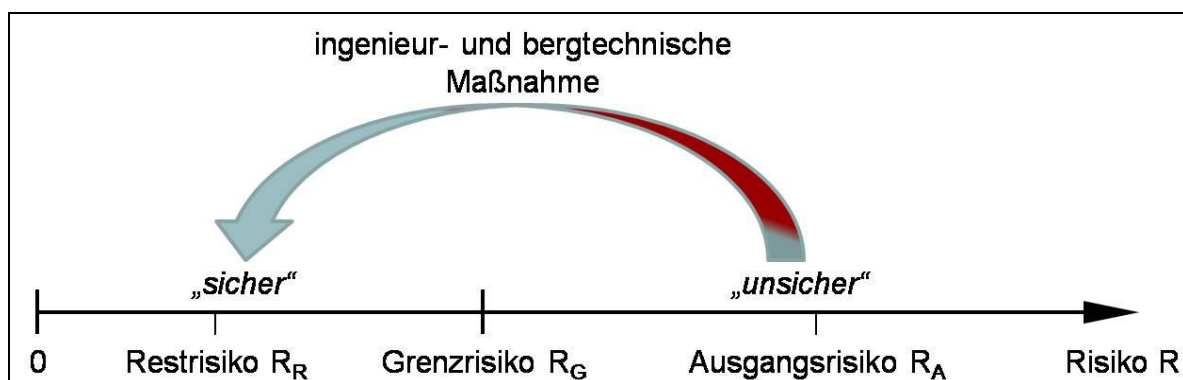


Abb.1 : Zusammenhang zwischen den verschiedenen Risiken in einem altbergbaulich beeinflussten Gebiet

Das Risiko ist ein Produkt aus der Eintrittswahrscheinlichkeit und dem Schadensausmaß eines unerwünschten Ereignisses. Es steigt, wenn einer der beiden Einflussfaktoren zunimmt. In einem altbergbaulich beeinflussten Gebiet kann ein risikofreier Zustand bezüglich des Altbergbaus nicht erreicht werden. Es verbleibt immer ein Restrisiko. Die tiefreichenden Veränderungen der Umwelt und Gebirgsbeeinflussungen durch den Bergbau sind nicht umkehrbar. Ziel von bergtechnischen Sicherungs- und Verwahrarbeiten ist die Herstellung eines Zustandes, in dem das verbleibende Restrisiko eine vertretbare Größe hat, d. h. ein „sicherer“ Zustand erreicht ist. Es verbleibt stets ein Restrisiko in altbergbaulich beeinflussten Gebieten. Die Zusammenhänge zwischen Grenzkrisiko und Restrisiko sowie „sicherem“ und „unsicherem“ Zustand sind in der Abbildung 1 verdeutlicht.

Tab.1 : Übersicht und Zuordnung der Risikoklassen zu ingenieur- und bergtechnische Maßnahmen

Sicherheit	Risikoklasse	Charakteristik	Ingenieurtechnische Leistungen	Bergtechnische Leistungen
Grenzkrisiko	I (rot)	Akutes Risiko (zeitnaher bzw. umgehender Handlungsbedarf)	Zeitnahe bzw. umgehende Leistungen zur Erkundung, Bewertung und zur Durchführung von bergtechnischen Arbeiten sowie operative baubegleitende Leistungen	Zeitnahe bzw. umgehende bergtechnische Arbeiten zur Erkundung, dauerhaften Sicherung oder/und Verwahrung,
	II (gelb)	Sehr hohes Risiko (planmäßiger Handlungsbedarf)	Planmäßige Leistungen zur Erkundung, Bewertung und Durchführung der bergtechnischen Arbeiten sowie Baubegleitung	Planmäßige bergtechnische Arbeiten zur Erkundung, dauerhaften Sicherung oder/und Verwahrung
	III (grün)	Hohes bis mittleres Risiko mit Klärungsbedarf, intensives Monitoring (Klärungsbedarf)	Planung und Durchführung von Monitoring und von geotechnisch-markscheiderischen Erkundungen und Bewertungen, planmäßige Leistungen zur Durchführung von bergtechnischen Arbeiten sowie Baubegleitung	Planmäßige bergtechnische Maßnahmen zur Erkundung und Bewertung; dauerhaften Sicherung oder/und Verwahrung, Maßnahmen gemäß dem Erkundungs- und Bewertungsergebnis
	IV (blau)	Dauerhaft gesicherte Objekte, altbergbaubedingtes Restrisiko, keine Nutzungseinschränkung gemäß der Aufgabe der dauerhaften Sicherung (Monitoringbedarf)	Periodische Kontrollen in größeren Zeitintervallen (Monitoring)	Bei Bedarf Wartung / Unterhaltung der dauerhaften Sicherung und Monitoringanlage
„sicher“	ohne	Verwahrt nach dem Stand der Technik, altbergbaubedingtes Restrisiko, keine Nutzungseinschränkung unter Berücksichtigung des Verwahrungszieles	Nur in Sonderfällen Kontrolle des Verwahrungszustandes	Keine Maßnahmen

Die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß eines unerwünschten Ereignisses werden in halbquantitativen Verfahren abgeschätzt.

Anhand der ermittelten Kategorien für Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß eines unerwünschten Ereignisses wird das Risiko des möglichen Ereignisses quantifiziert.

Da sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch das Schadensausmaß eines unerwünschten Ereignisses zeitabhängig sind, ist auch das ermittelte Risiko nur für einen begrenzten Zeitraum gültig.

In der Tabelle 1 sind die Risikoklassen beschrieben und notwendige ingenieur- und bergtechnische Maßnahmen zusammengestellt.

Anhand von zwei ausgewählten Beispielen wasserführender Stollen im Mansfelder Land sollen die geotechnisch-markscheiderischen Risikobewertungen, Schadensanalysen und bergtechnische Sanierungsmaßnahmen nachfolgend umrissen werden.

3 Schadensbeispiele an wasserführenden Stollen

3.1 Wiederstedter Stollen

Der Wiederstedter Stollen entwässert den Kupferschieferbergbau am Nordrand der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke im Übergangsbereich von der Mansfelder Mulde zur Subherzynyen Senke. Das Mundloch befindet sich im Park des Novalis-Schlusses in der Ortslage Wiederstedt, geologisch gesehen bereits in der Subherzynyen Senke. Der Stollen verläuft sehr oberflächennah unter wechselnder urbaner Bebauung mit mehreren Straßen- und Wegequerungen. Zahlreiche Lichtlöcher befinden sich unmittelbar an und in Gebäuden, in vielen Fällen wurden sie als Brunnen nachgenutzt. Insgesamt liegen 3.479 m Stollen unmittelbar unter der Ortslage Wiederstedt, wobei seine Gesamtlänge etwa 8 km beträgt. Die hydraulischen Eigenschaften gestalten sich durch die Unterfahrung des Stollens durch einen weiteren Stollen, den Todthügler/Rotheweller Stollen, sehr kompliziert. Die Firste dieses Stollens liegt etwa 7,1 bis 7,3 m unter dem Wiederstedter Stollen. Die beiden Stollen haben auf etwa 900 m Länge über die flach einfallenden Kupferschieferabbau eine hydraulische Verbindung. Der Wasseraustritt aus dem Mundloch des Wiederstedter Stollens ist nur deshalb gegeben, weil ein mit Lehm abgedichteter Damm unbekannter Art und Lage den Todthügler/Rotheweller Stollen verschließt.

Im Bereich der Ortslage Wiederstedt sind auf der Stollentrasse 9 Schadensereignisse als Tagesbrüche bekannt. Die Zugänglichkeit in den Stollen ist über einige offene oder abgeblühte Lichtlöcher und das Mundloch gegeben, wobei eine Wasserabsenkung durch Pumpen die Voraussetzung für eine Befahrbarkeit darstellt.

Durch das Fehlen einer aktuellen markscheiderischen Aufnahme war es notwendig, den Stollentrakt, soweit es aus sicherheitstechnischen Gründen vertretbar war, zu vermessen und geotechnisch zu dokumentieren sowie der übertägigen Situation zuzuordnen.

Für die übertägige ergänzende Vermessung kam eine Totalstation zum Einsatz. Die untertägige markscheiderische Aufnahme wurde mittels Freiburger Hängezeug realisiert. Eine Kontrolle der Untertagevermessung erfolgte über die geöffneten Lichtlöcher. Auf der Grundlage der untertägigen markscheiderischen Aufnahmen wurde die geotechnische Dokumentation durchgeführt. Folgende Merkmale und Schadensbilder wurden dabei erfasst:

- Art und Zustand des Stollenausbaues
- Art und Zustand des anstehenden Gebirges
- Auflockerungen und Deformationen der Stollenkontur
- Stoß- und Firstausbrüche
- Hochbrüche und Verbrüche mit unbekannt Dimensionen

- Wasserzutritte und –abflüsse
- Fließhemmnisse im Stollen (Sedimente, Holz u. a.)
- Wurzelzutritte

Einen breiten Raum bei der geotechnisch-markscheiderischen Bewertung umfasst die Analyse der hydraulischen Verhältnisse des Stollensystems, auch unter den Aspekten von Auswirkungen bei Extremwasserereignissen.

Innerhalb des Bearbeitungsgebietes wurden 82 altbergbaulich bedingte Erscheinungsbilder erfasst und nach Risikoklassen bewertet. Anteilig entfielen 4,5 % auf die Risikoklasse I, 18,9 % auf die Risikoklasse II, 62,2 % auf die Risikoklasse III und 14,4 % auf die Risikoklasse IV. Der Risikoklasse I wurden 4 Einwirkungsbereiche zugeordnet. Sie betreffen extrem instabile Hochbrüche unterhalb einer Landstraße, einer Zufahrtsstraße im Stadtgebiet und der öffentlichen Parkanlage am Novalis-Schloss (Abbildung 2).



Abb.2 : Teilverbrochener Stollen unter der Parkanlage des Novalis-Schlusses

Die Risikoklasse II wurde an 17 altbergbauliche Erscheinungsbilder vergeben. Auch hier stand die Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit in den Bereich der Straßen, der Bebauung und öffentlichen Plätzen im Vordergrund. Als einen weiteren Schwerpunkt mit besonderen Risikopotentialen zur Gewährleistung der dauerhaften Sicherheit und Funktionalität bei Wasserlösestollen stellte das sehr geringmächtige Deckgebirge zwischen Stollen und den Vorflutern dar.

Die geotechnisch-markscheiderischen Untersuchungsergebnisse zu den altbergbaulichen Risikoverhältnissen zeigten sehr eindrucksvoll die sicherheitsrelevanten Risikoeinstufungen im Bereich des Wiederstädter Stollens im urbanen Bebauungsgebiet. Punktuell konnten schadensrelevante altbergbauliche Erscheinungsbilder dokumentiert werden, die zeitnah dauerhafter Sicherungsmaßnahmen bedürfen. Für eine abschließende Bewertung macht es sich aber notwendig, dass der gesamte Wasserlösestollen in untrennbarer hydraulischer Verbindung mit dem Todthügler/Rotheweller Stollen zu bewerten ist.

3.2 Gonnaer Stollen

Der Gonnaer Stollen liegt am südlichen Harzrand nördlich von Sangerhausen. Er wurde 1557 (nach Recherchen von U. KÄSTNER 2009) als ein bedeutender zentraler Wasserlösestollen der Sangerhäuser Mulde angeschlagen. Sein Mundloch befindet sich unterhalb des Ortsteiles Gonna der Stadt Sangerhausen. Er verläuft überwiegend tagesnah in der Talau des Baches Gonna und auf etwa 1,9 km unmittelbar unter der Bebauung und dem Straßennetz des Tales. Erst beim 20. Lichtloch erreicht der Stollen nach 2.332 m das Kupferschieferflöz, wo zwei Stollenflügel die Lagerstätte nach Westen und Osten entwässern. Seine Gesamtlänge wird mit 13 km angegeben. Nur sein Ostflügel ist heute noch hydraulisch voll wirksam, wodurch sein wasserführender Stollentrakt eine Länge von 5.286 m umfasst. Der westliche Flügel wurde durch den tiefer liegenden Segen Gottes Stollen hydraulisch zurückgestuft. Im Rahmen einer Havariebeseitigung wurde der Stollen vom Mundloch bis zur 8. Lichtloch detailliert geotechnisch-markscheiderisch analysiert.

Zwischen dem 1. und 3. Lichtloch kam es in der bebauten Tallage in den letzten Jahren mehrfach mit zunehmender Frequenz zu Wasserrückstauen bei Starkniederschlägen. Zur Klärung der schadensrelevanten Verhältnisse wurde im 5. Lichtloch eine Wasserhaltung eingebaut und eine Befahrungsmöglichkeit geschaffen. Es erfolgte eine untertägige Vermessung und geotechnische Dokumentation des befahrbaren Stollentraktes. Im Übertagebereich wurden vermessungstechnische Ergänzung zu den Altbergbaurelikten und der Bebauung durchgeführt.



Abb.3 : Stollenverschluss durch Deformation des Natursteinausbaues

Bei der Auffahrung des Stollens wurden durch die Tallage für die Standsicherheit ungünstige ingenieurgeologische Verhältnisse angetroffen. Der gesamte Stollen musste deshalb durch Ausbau gesichert werden. Anfänglich bestand der Ausbau aus Holz, das später durch Natursteine ersetzt wurde. Durch die ungünstigen Gebirgsdruckverhältnisse mussten Stollenteile und Lichtlöcher mehrfach rekonstruiert und erneuert werden. Größere gebräuche Abschnitte wurden durch Umbrüche

umfahren, der Zustand der abgeworfenen Stollenteile ist unbekannt. Neben dem anstehenden kohäsiven Lockergestein wurden alte Erdfälle durchörtert. Dabei fand man am 27. Januar 1826 in 28 m Tiefe bei Obersdorf sogar einen Mammutstoßzahn in einem Umbruch, der in Berlin noch heute ausgestellt wird (KÄSTNER 1998).

Die Stollenauffahrung begann 1557, 1625 wurde das Flöz bei einer damaligen Stollenlänge von 2.511 m erreicht. Bis 1848 wurden die Auffahrungen in den Stollenflügeln erweitert. Der Bergbau endete 1925. Der Stollen diente somit 300 Jahre der Wasserlösung für den aktiven Kupferschieferbergbau.

Nach der Stilllegung des Bergbaus wurde bereits 1943 der erste Tagesbruch auf dem Gonnaer Stollen registriert. Befahrungen des Stollens vom 1. bis zum 15. Lichtloch in den Jahren 1983 und 1998 ergaben, dass bis zum 7. Lichtloch der Stollen befahrbar war. Danach war jedoch auf 60 m Länge der Stollen sehr stark deformiert und unzugänglich. Die beiden Stollenstöße sind hier zusammengedrückt. Nur eine kleine Öffnung in der Stollenfirste und Umspülungen des Natursteinausbaues im Sohlenbereich lassen einen Wasserabfluss zu (Abbildung 3).

Im Ergebnis der markscheiderischen Vermessung und geotechnischen Dokumentation erfolgte eine komplexe Auswertung mit einer Zuweisung der Risikoklassen.

Die Risikoklasse I wurde für den Einwirkungsbereich eines Stollenabschnittes vergeben, in dem der Querschnitt nahezu durch Wurzeln und Sedimente verschlossen war. Durch diese Engstelle war der Stollen im weiteren Verlauf überstaut. Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines unerwünschten Ereignisses wurde mit sehr wahrscheinlich und das Schadensausmaß als sehr hoch bewertet (Tabelle 1).

Die Risikoklasse II wurde für Objekte vergeben, bei denen die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein unerwünschtes Ereignis mit wahrscheinlich und das Schadensausmaß mit sehr hoch eingestuft wurden. Weiterhin wurden Objekte mit zu erwartendem hohem Schadensausmaß und sehr wahrscheinlichem Eintreten eines unerwünschten Ereignisses dieser Risikoklasse zugewiesen. Folgende Objekte wurden der Risikoklasse II zugeordnet:

- Stollen
- Turbinenschacht
- 3., 4., 5., 6. und 7. Lichtloch
- Verbruch unter einer Siedlungsfläche

Die Risikoklasse III bekamen Objekte zugeordnet, in deren Einwirkungsbereich wahrscheinlich oder wenig wahrscheinlich mit dem Eintreten eines unerwünschten Ereignisses hohen oder sehr hohen Ausmaßes gerechnet werden musste. Dies galt vorrangig für Objekte, deren genaue Lage oder deren Zustand nicht detailliert bekannt waren und Klärungsbedarf besteht. Folgende Objekte wurden der Risikoklasse III zugeordnet:

- Mundloch mit abgeworfenem Stollenabschnitt und Verbruch
- 1. und 2. Lichtloch
- Mühlgraben
- abgeworfenen Stollenabschnitt nördlich des 8. Lichtloches

Die Risikoklasse IV wurde für die Objekte vergeben, bei denen aufgrund ihres Zustandes das Eintreten eines unerwünschten Ereignisses nur wenig wahrscheinlich ist und das Schadensausmaß zwischen den Kategorien unbedeutend und hoch liegt. Der Risikoklasse IV wurden folgende Objekte zugeordnet:

- Rohrauslauf und Rösche
- Entwässerungskanal
- Pumpenschacht
- Schlammfang

- Intakte Stollenteile
- 8. Lichtloch

Im Ergebnis der geotechnisch-markscheiderischen Bewertung im Jahr 2008 wurde unmittelbar nördlich des 2. Lichtloches bei einer Firstüberdeckung von 6,6 m ein Stollenverschluss durch eingedrungene Wurzeln von zwei Pappeln festgestellt. Die Wurzelgalerie war so dicht, dass nach der Wasserabsenkung ein Durchdringen ohne Beseitigungsarbeiten nicht möglich war (Abbildung 4).



Abb.4 : Durch Pappelwurzeln vollständig verschlossener Stollenquerschnitt (luftseitig)

Der Stollenquerschnitt war vollständig mit Wurzeln ausgefüllt. Die Fließgeschwindigkeit des Wassers war erheblich herabgesetzt und es kam zu einem Wasserrückstau, der den Stollen vollständig mit Wasser ausfüllte und in nahe liegenden Gebäuden bereits zu Vernässungen im Gründungsbereich geführt hat. Unmittelbar über dem Stollenteil befand sich ein öffentlicher Kinderspielplatz.

Der Stollen ist an dieser Stelle durch ein gewölbtes Trockenmauerwerk aus Kalkstein ausgebaut. Er besitzt eine lichte Höhe von 1,6 m und eine Breite von 1 m. Durch den dichten Wurzelvorhang auf mehr als 10 m Länge wurden die Sedimente aus dem Stollenwasser herausgefiltert und dichteten zunehmend den Stollen ab. Zum Zeitpunkt der geotechnischen Dokumentation hatten sich die herausgefilterten Sedimente bereits auf eine Länge von etwa 30 m abgesetzt und erreichten im Zentrum des Wurzeleinwuchses fast die Stollenfirste. Der Selbstreinigungseffekt des fließenden Stollenwassers war vollständig ausgeschaltet. Durch den intensiven Wurzelwuchs war das Mauerwerk aufgelockert und mit zahlreichen Fehlstellen durchsetzt. Außerdem war der hangseitige Stollenstoß deformiert.

Zur Beseitigung dieser Havarie wurde auf dem Kinderspielplatz der Stollen bergtechnisch durch eine Baugrube geöffnet. Die Wurzeln und die Sedimente wurden beseitigt. Vorausgegangen war das Fällen der beiden Pappeln. Nach Abschluss der Arbeiten wurde der Stollenzugang wieder verschlossen, jedoch verblieb für Wartungs- und Kontrollzwecke ein gesicherter, mit Boden abgedeckter Zugang erhalten. Die Tagesoberfläche wurde wieder für die alte Nutzung als Kinderspielplatz freigegeben.

4 Schlussfolgerungen

Bei zahlreichen geotechnisch-markscheiderischen Bewertungen von wasserführenden Stollen im Mansfelder Land, die für die Wasserlösung der schüsselartigen Kupferschieferlagerstätten angelegt wurden, konnten grundsätzliche Zusammenhänge, lagerstättenspezifische und objekt eigene Ergebnisse analysiert werden. Die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wasserlösestollen sind zentrale und kapitale Grubenbaue, deren Dauerhaftigkeit und Funktionalität entscheidende Sicherheitsfaktoren für die Tagesoberfläche darstellen.
- Eine geotechnisch-markscheiderische Bewertung ist stets zeitbezogen, da geodynamische Prozesse auf den Stollenzustand permanent und besonders schadenswirksam Einfluss nehmen.
- Für eine Risikoanalyse an einem Wasserlösestollen ist es erforderlich, die gesamten wasserführenden Stollenteile und das unmittelbar hydraulisch wirksames Umfeld geotechnisch-markscheiderisch zu bewerten. Eine Teilbearbeitung kann nur lokale Schwäche zonen beseitigen.
- Ein wasserführender Stollen besitzt auf seiner gesamten Länge dauerhaft eine Drainagefunktion. Ein partielles Verschließen führt zu unkontrollierten Standwasserbildungen mit Ausbruchpotential und zu grundlegenden Eigenschaftsveränderungen der angrenzenden Gebirgsschichten.

Für den Kupferschieferbergbau des Mansfelder Landes ergeben sich zwei wichtige lagerstättenspezifische Erkenntnisse und Gesetzmäßigkeiten:

- Die größtenteils aktiven Auslaugungsprozesse des Chlorit- und Sulfatkarstes in den Zechsteinschichten nehmen auf die Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit der Wasserlösestollen und damit auf das Schadensszenario einen großen Einfluss. In den tiefen Stollen tritt eine erhebliche Salzfracht auf.
- Der erste Abschnitt der Stollen verläuft im Allgemeinen senkrecht zum Flözausbiss und durchfährt die verschiedenen hangenden, auch auslaugbaren Schichten einschließlich alter Erdfälle. Der zweite Stollenteil befindet sich in der Lagerstätte selbst und ist meist in zwei Stollenflügel aufgespaltet.

Die objektspezifischen Charakteristiken der Wasserlösestollen sind vor allem geprägt durch die Auffahrungszeit und den damaligen Kostenrahmen, der unter den verschiedenen herrschaftlichen Verhältnissen und bergbehördlichen Zuständigkeiten zur Verfügung stand. Grundsätzlich kann jedoch davon ausgegangen werden, dass bis zur Stilllegung des Bergbaus, zumindest in den einzelnen Betriebszeiten, eine Unterhaltung der Stollen in Funktionalität und Standsicherheit erfolgte.

Die wasserführenden Stollen stellen eine Ewigkeitslast des Altbergbaus dar und bedürfen durch die stetig angreifenden geodynamischen Prozesse einer dauerhaften bergtechnischen Sanierung mit anschließendem objektspezifischen Monitoring. Die Basis aller Maßnahmen bilden komplexe geotechnisch-markscheiderische Erkundungen und Bewertungen.

5 Literatur

Stolln-Ordnung (1749): Ihrer Königl. Majest. In Bohlen, U. und Chur-Fürstl. Durchl. zu Sachsen, u. u. Stolln-Ordnung. - Ergangen, Dresden am 12. Juni, Anno 1749

KÄSTNER, U. (1998): Tatsachen, Ereignisse, Zusammenhänge – rund um den Sangerhäuser Kupferschieferbergbau. - Veröff. Spengler-Museum Sangerhausen, Beiträge zur Heimatforschung Nr. 11

MEIER, G. (2005): Wasser führende Stollen im Altbergbau – Havarien, Analyse, Sicherung. - Tagungsband 5. Altbergbau-Kolloquium, TU Clausthal, S.201 – 222, Verlag Glückauf mbH, Essen

MEIER, G.; MEIER, J. (2007): Erdfälle und Tagesbrüche – Möglichkeiten einer numerischen Modellierung. - Bull. angew. Geol. 12/1, S.91-103