Geotechnisch-markscheiderische Dokumentationen bei Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen im Altbergbau

Günter Meier
Ingenieurbüro Dr. G. Meier, Wegefarth/Freiberg
www.dr-gmeier.de

ZUSAMMENFASSUNG :

Geotechnisch-markscheiderische Dokumentationen sind bei bergtechnischen Erkundungs-, Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen im Altbergbau ein zentraler Bestandteil der ingenieurtechnischen Bearbeitung. Voraussetzung dazu ist die hinreichend genaue vermessungstechnische Aufnahme der über- und untertägigen Altbergbausituation. Eine spätere vollständige lage- und höhenbezogene Reproduzierbarkeit ist dabei die Zielstellung. Die Dokumentationen sind die Basis für grundlegende Entscheidungen zur Nutzung der altbergbaulichen Einwirkungsbereiche und zur Risikobewertung von möglichen zukünftigen Schadensereignissen. Auf der Grundlage von vermessungstechnischen Arbeiten werden die ingenieurgeologischen Aufnahmen des Verwahrungshorizontes durchgeführt und die Planung eines effizienten Verwahrungskörpers vorgenommen. Anhand von Beispielen werden die Bearbeitungsschritte erläutert. Im Ergebnis wird eine Grobgliederung für die Dokumentation von bergtechnischen Maßnahmen bei Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen an Altbergbauobjekten vorgestellt.

ABSTRACT:

Geotechnical and mine surveying documentations represent an essential part in accomplishing exploration, support and reconstruction of abandoned mines. Therefore a sufficient survey on and below surface is precondition. The aim is to obtain complete reproducibility of the measurements.
Documentations are the basis of fundamental decisions concerning the utilization of affected overburden and they are necessary to evaluate the risk of possible future damaging events. Based on mine surveying the engineering geology mapping of the safekeeping horizon will be executed and the design of the safekeeping body will be realized.
Considering as example the steps of handling are explainded. As a result a table of contents for documentations of support and reconstruction works is presented.

1 Problemstellung

Bei der Erkundung, Bewertung, Sicherung und Verwahrung (Sanierung) von Hinterlassenschaften des Altbergbaus stellen aussagefähige geotechnisch-markscheiderische Dokumentationen die Basis für eine nachhaltige und effiziente bergtechnische Bearbeitung dar. Die über- und untertägige Situation ist in Lage und Höhe vermessungstechnisch stets reproduzierbar und hinreichend genau zu erfassen. Die geotechnische Dokumentation der angetroffenen Gebirgs- und Bergbauverhältnisse bildet die Grundlage für die Bewertung von grundsätzlichen Standsicherheitsfragen. Sie ist für eine risikofreie Langzeitnutzung der Geländeoberfläche in altbergbaulich beeinflussten Gebieten die fundamentale ingenieurtechnische Ausgangssituation. Gleichzeitig ist sie die Basis für alle sicherheitsrelevanten und baugrundbezogenen Fragestellungen. Lückenhafte, unzureichende oder sogar fehlende geotechnisch-markscheiderische Aufnahmen erfordern erneute indirekte und direkte Erkundungsmaßnahmen, was Kosten verursacht und somit wirtschaftlich ineffizient ist.

Das zu bearbeitende Altbergbauobjekt ist nach Koordinaten und einem definierten Höhenbezug eindeutig zuzuordnen. Die markscheiderische Aufnahme der freigelegten Grubenbaue bildet die Bearbeitungs- und Entscheidungsgrundlage für die geotechnische Bewertung insbesondere des Verwahrungshorizontes und für die Auswahl eines geeigneten Verwahrungskörpers. Diese Herangehensweise bei den Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen an Altbergbaurelikten der unterschiedlichsten Art macht sich durch die meist fehlende Kenntnis des Gebirgs- und Objektzustandes sowie für eine effiziente bergtechnische Gesamtbearbeitung unumgänglich. Daraus resultieren auch eine operative geotechnisch-markscheiderische Betreuung und eine objektbezogene Anpassung der Detailplanungen der bergtechnischen Maßnahmen. Ziel ist es dabei, neben der Herstellung von geotechnisch-markscheiderischen Unterlagen den Verwahrungshorizont zu bestimmen und seine geotechnischen Eigenschaften zu bewerten. Die erforderlichen markscheiderischen Vermessungsverfahren und geotechnischen Dokumentationen sind nach dem jeweiligen Objekt und der Zielstellung auszuwählen.

Im Rahmen dieses Beitrages werden an einigen Beispielen insbesondere die geotechnisch-markscheiderischen Aspekte bei der Vorbereitung, Durchführung und Ergebnisdarstellungen von bergtechnischen Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten an altbergbaulichen Hinterlassenschaften behandelt.

2 Beschaffung und Auswertung von Vermessungsdaten, Akten und Archivrecherchen

Grundlage jeglicher geotechnisch-markscheiderischen Bearbeitung von altbergbaubedingten Erscheinungsbildern sind die möglichst vollständige Sichtung und Aufarbeitung von Text- und Rissunterlagen. Diese Informationsquellen lassen sich wie folgt zusammenfassen (ergänzt nach MEIER, G. (Hg.) 2005):

- Markscheiderische Altrisse
- Betriebliches Risswerk
- Bergbehördliches Kartenwerk
- Verwahrungs- und Sicherungsdokumentationen
- Bergschadenkundliche Analysen und geotechnisch-bergschadenkundliche Gutachten
- Historische und aktuelle Karten sowie Stadtpläne
- Geologische, ingenieurgeologische und hydrogeologische Karten mit Erläuterungen
- Bohrdatenbanken
- Tagesbruch- und Schadensdateien, Sachstandsanzeigen
- Baugrundgutachten und geotechnische Berichte
- Textliche und bildliche Archivalien, Grubenakten

- Literatur (Fachbuch, Heimat- und Regionalliteratur, Zeitschriften, Zeitungen)
- Historische und aktuelle Luftbilder sowie Fotos
- Archäologische Quellen
- Befragungen von Zeitzeugen bei jüngeren bergmännischen Tätigkeiten

Die Einpassung von historischen Rissen und Karten in das aktuelle Risswerk gestaltet sich, trotz Einsatz von leistungsfähigen Computern, oft aufwändig und kompliziert. Die Risse werden gescannt und hauptsächlich im Maßstab 1 : 1 000 dargestellt. In einem ersten Bearbeitungsschritt werden die Risse entzerrt. Dazu werden entweder die auf den Rissen vorhandenen Gitterkreuze oder die Transversalmaßstäbe genutzt. Anschließend werden die Unterlagen mittels Drehung und Verschiebung möglichst deckungsgleich auf die Passpunkte verschoben. Für diese Georeferenzierung werden im Gelände geeignete Passpunkte, insbesondere auch Altbergbaurelikte, vermessungstechnisch erfasst und für eine hinreichend genaue Einpassung sowie Entzerrung der Altunterlage verwendet. Geeignete Punkte sind dazu im historischen Risswerk und bei Geländebegehungen auszuwählen. Die Auswertung der Vermessungsdaten erfolgt im Allgemeinen rechnergestützt beispielsweise in den Programmen „AutoCAD“ der Firma Autodesk GmbH oder „MicroStation V8.1“ der Firma Bentley Systems, Incorporated.

In vielen Fällen sind die vorhandenen Aufmessungen der Grubenbaue unvollständig oder sie fehlen vollkommen. Es kann davon ausgegangen werden, dass verwertbare Grubenrisse erst nach dem 30-jährigen Krieg angelegt wurden. Historische Grubenrisse stellen die bergbauliche Situation zu einem bestimmten Zeitpunkt unter einem bestimmten Erkenntnisstand und oft zweckorientiert dar. Es ist zu berücksichtigen, dass die eingesetzte Vermessungstechnik und das Messverfahren den Stand der jeweiligen Zeit widerspiegelt sowie die Datenträger auch ungleichförmig verzerrt sind.

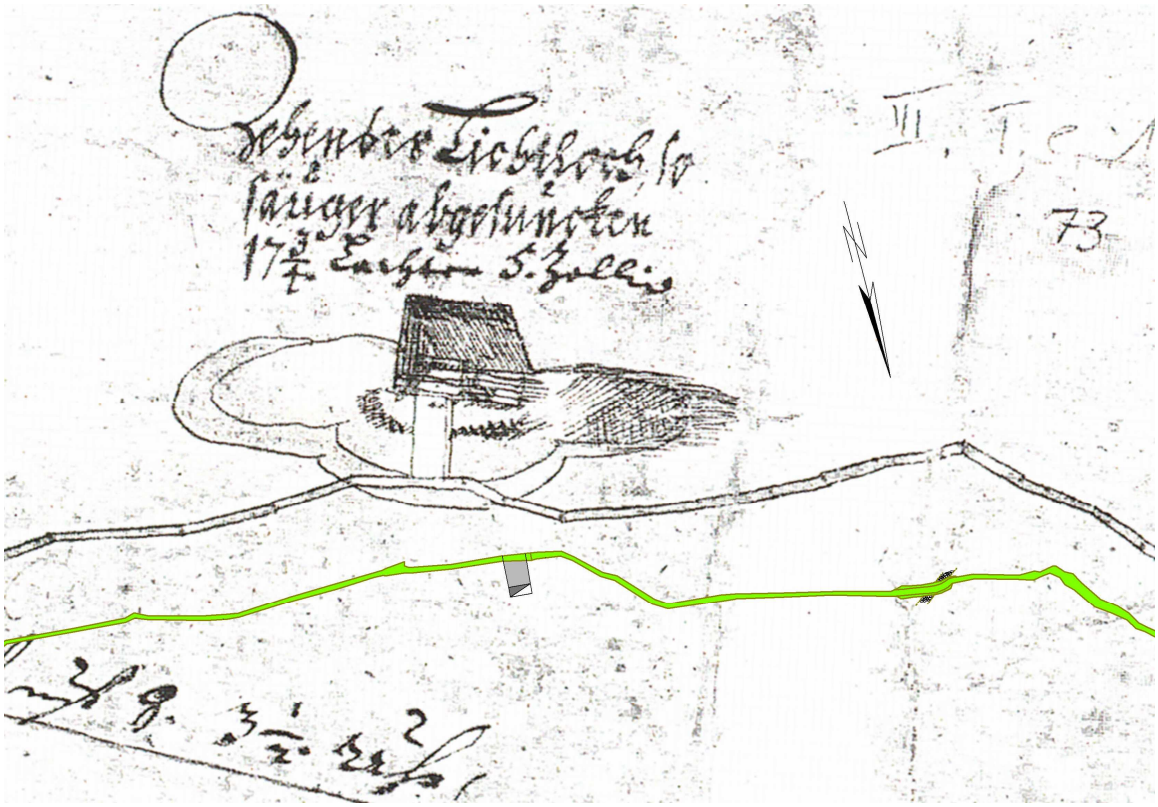

Abb.1 : Ausschnitt von der Neuaufmessung vom Tiefen Hauptstollen in Geyer von 2005 im Vergleich zur Altaufmessung von 1683. Im historischen Riss sind grundrisslich der Stollenverlauf und perspektivisch das 10. Lichtloch mit Tagessituation dargestellt.

Endaufmessungen fehlen in den meisten Fällen. So ist es keine Seltenheit, dass beispielsweise bis zu 30 % der Abbauflächen des Kammer-Pfeiler-Bergbaus im Kamsdorfer Revier bei Saalfeld des 19. Jahrhunderts im markscheiderischen Risswerk nicht enthalten sind. Erkundungsbohrungen im Revier Zobes (Uranbergbau) zeigten, dass die letzten Abbauaktivitäten im tagesnahen Gangbergbau einschließlich der dazugehörigen Überhauen in einer Abbauhöhe von 3 bis 5 m nicht mehr risslich dargestellt wurden (Abb. 2).

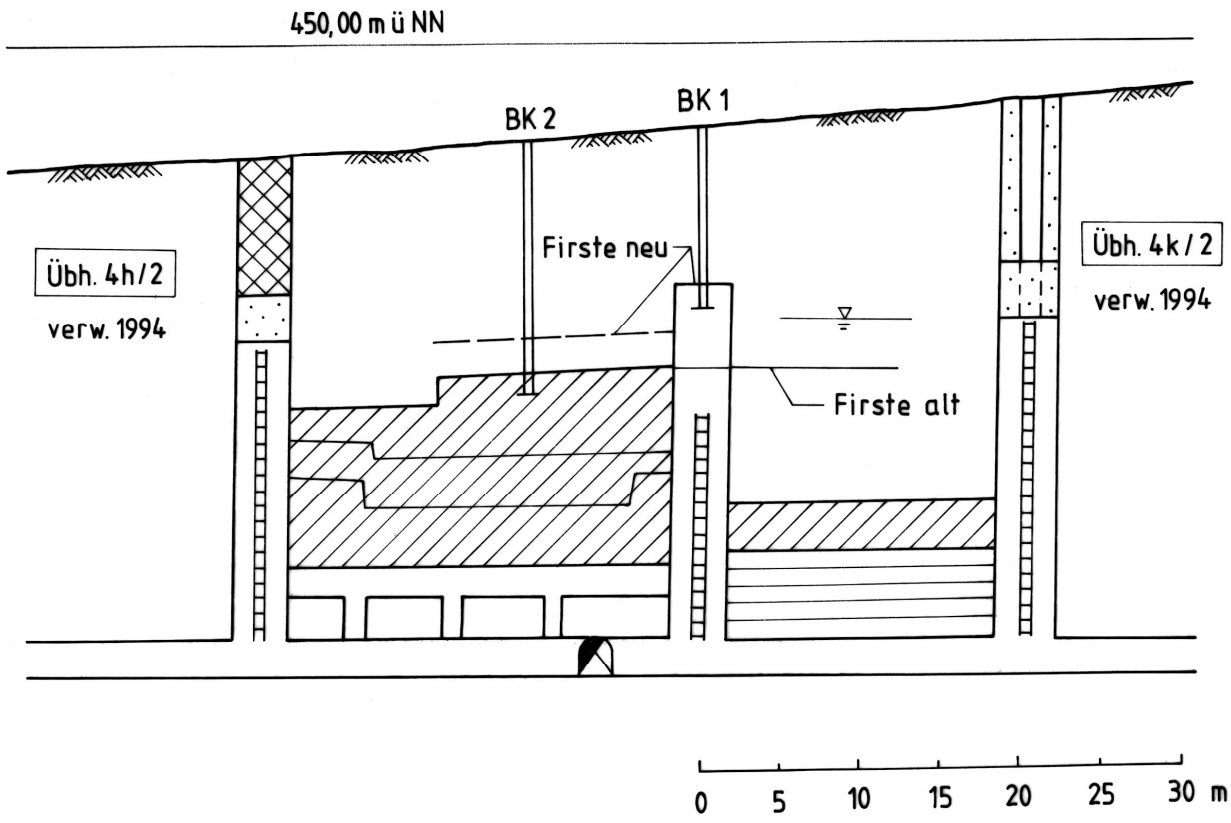

Abb.2 : Vereinfachter Schnitt durch einen tagesnahen Abbaublock im Gangbergbau von Zobes aus dem Jahr 1955 mit erheblichen Differenzen zwischen dargestellten und erbohrten Firsten.

Im Rahmen von durchzuführenden Erkundungs- und Verwahrungsarbeiten stellen grundsätzlich die eingepassten Altunterlagen eine wichtige Basis dar, jedoch macht sich überwiegend eine Neuaufmessung der zugänglichen oder aufgewältigten tagesnahen Grubenbaue sowie der aktuellen Tagessituation unumgänglich. Eine rein bohrtechnische Erkundung bringt in den seltensten Fällen ein ausreichendes Erkundungsergebnis zu den Grubenbauen. Bohrungen sind trotz ihrer Vorzüge und deren breiter Anwendung bei der Altbergbauerkundung Nadelstiche in den Untergrund. Sie sind in ihrer Aussagekraft um das Bohrloch trotz Fernseh- und Fotosondeneinsatz begrenzt (MEIER, G. 2001a).Unzureichende Informationen liefern sie vor allem bezüglich der Standsicherheit, Fortsetzung der Grubenbaue und Entwässerungsfragen (z. B. wasserführender Stollen).

3 Geländearbeiten

3.1 Übertage

Alle übertägigen Aufmessungen sind an das amtliche Koordinaten- und Höhennetz anzubinden, dazu sind die Lage- und Höhenfestpunkte der Katasterämter zu verwenden. Ebenfalls sind die Flurstückskarten zu nutzen, die im Allgemeinen bereits in digitaler Form vorliegen. Im Gelände werden alle relevanten Punkte aufgenommen, die zur Einpassung der historischen Risse geeignet sind. Beispielsweise zählen dazu Hausecken von historischen Gebäuden, Grenzpunkte, Gräben, Straßen und Wege. In Abhängigkeit vom Bergbauzweig, der Passgenauigkeit des historischen Risswerkes und den noch vorhandenen Altbergbaurelikten an der Tagesoberfläche macht es sich oft erforderlich, vor allem Schächte und Stollen oder auch Altbohrungen durch direkte und auch indirekte Aufschlussverfahren zu lokalisieren und vermessungstechnisch aufzunehmen, um sie für die Georeferenzierung zu verwenden (Abb. 3).

Abb.3 : Baggerschurf zur Lokalisierung eines Braunkohlenschachtes. In einer Schachtecke wurde Hohlraum angetroffen.

Im Rahmen von Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen sind alle direkten und indirekten Aufschlüsse (Bohrungen, Schürfe und Schachtteufen) vermessungstechnisch zu erfassen. Die bohrtechnische Erkundung nimmt in vielen Fällen zur Lokalisierung der tagesnahen Altbergbausituation und Zustandsbestimmung der Deckgebirgseigenschaften einen breiten Raum ein (MEIER, G. 2001a). Kernbohrungen besitzen dabei den größten Informationsgehalt. Sie erfordern jedoch eine detaillierte ingenieurgeologische Dokumentation und geotechnische Auswertung der Bohrkerne.

3.2 Untertage

Im Rahmen der bergtechnischen Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten an altbergbaubedingten Schadensereignissen stellen die untertägige Aufmessung und ihre lage- und höhenmäßige Zuordnung die Grundlage für eine erfolgreiche und effiziente Erkundung und Verwahrung der befahrbaren Grubenbaue dar. Bei der markscheiderischen Aufnahme gilt es, eine hinreichende Genauigkeit zu erzielen. Die kleinen Querschnitte des Altbergbaus erschweren die Vermessung. Häufig macht es sich sogar erforderlich, die Messungen mit dem Freiberger Hängezeug vorzunehmen oder auf ältere Instrumentarien, wie z. B. Theodolit, zurückzugreifen (Abb. 4 und 5).

Abb.4 : Markscheiderische Aufnahme von Eisenerzabbauen auf dem Rothenberger Gangzug in Bermsgrün (Erzgebirge) mittels Hängetheodolit.

In einigen Fällen erleichtert auch die Anwendung von berührungslosen Entfernungsmessungen die Aufnahmen. Es ist an dieser Stelle daraufhin zu weisen, dass in den alten Grubenbauen durch ihren labilen Zustand ein erhöhtes Sicherheitsrisiko existiert. Bergmännische Erstsicherungen in den Hohlräumen vor der Vermessung sind dann notwendig.

Die markscheiderische Vermessung des Verwahrungshorizontes bildet die Basis für folgende weitere Bearbeitungsschritte:

- Ingenieurgeologische Dokumentation der Auf- bzw. Widerlager von Verwahrungskörpern
- Dokumentation der hydrogeologischen Verhältnisse
- Geotechnische Dimensionierung des Verwahrungskörpers
- Fachtechnische Entscheidung für weitere notwendige Erkundungsmaßnahmen

Abb.5 : Untertägige Vermessungsarbeiten in einem Kammer-Pfeiler-Abbau im Sandstein bei Quedlinburg

Die Messgenauigkeit ist vom Messverfahren abhängig. Im Allgemeinen sollten die Lagegenauigkeiten der Punkte im cm-Bereich und die der Abbaukonturen im dm-Bereich liegen. In Abhängigkeit vom Objekt variieren die Maßstäbe zwischen 1 : 100 und 1 : 1 000, selten wird 1 : 50 eingesetzt.

3.3 Bestimmung, Aufnahme und Darstellung des Verwahrungshorizontes

Als Verwahrungshorizont im Locker- und Festgesteinsbereich wird die Gebirgszone bezeichnet, die geeignet ist, tragende und/oder dauerhaft verschließende (ausfüllende) Elemente aufzunehmen (MEIER, G. 2001b). Diese Zone dient vor allem im Fels als Auf- oder Widerlager für bautechnische Verwahrungselemente, z. B. Stahlbetonplatten, Gewölbe oder Betonplomben. Der Verwahrungshorizont ist somit der Gebirgsbereich, der alle anfallenden Kräfte dauerhaft statisch aufnimmt und in das anstehende Nebengestein ableitet. Auch im Lockergestein muss ein Verwahrungshorizont nachgewiesen werden, in dem der Verwahrungskörper, hier häufig als definierter Versatzbereich in Grubenbauen, dauerhaft eingebunden ist und durch innere Erosions-, Entspannungs- und Verwitterungsprozesse nicht unwirksam oder zerstört wird. Der Verwahrungskörper ist frostsicher zu gründen. Bergmännische Auffahrungen unterhalb des Verwahrungshorizontes verbleiben unverändert und dürfen keinen nachteiligen Einfluss auf die Dauerstandssicherheit und Funktionalität des Verwahrungskörpers nehmen. Die hydrogeologischen Verhältnisse und insbesondere die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Wassers sind zu berücksichtigen. Die dauerhafte Funktionalität von wasserführenden Stollen ist zu gewährleisten (MEIER, G. 2005). Ein Verwahrungshorizont kann auch durch technisch-konstruktive Lösungen oder durch Maßnahmen zur Gebirgsverbesserung ertüchtigt werden.

Im Fels erfolgt die ingenieurgeologische Abnahme von schonend hergestellten Auf- und Widerlagern nach einer gründlichen Säuberung der Gesteinsoberfläche. Folgende wichtige Parameter sind im Bereich des Verwahrungshorizontes zu erfassen sowie qualitativ und quantitativ zu beschreiben:

- Petrographische Verhältnisse, z. B. Gesteinsart, Gangmaterial
- Lagerungsverhältnisse im Gebirge, z. B. Faltenstrukturen
- Strukturgeologische Kennwerte, z. B. Lagebestimmung der Klüfte und Störungen, Kluftbelag, Kluftabstände in Abhängigkeit von den Hauptkluftrichtungen
- Verwitterungsspuren, z. B. Umbildung von Mineralien
- Bewertung der Festigkeitseigenschaften von Gestein und Gebirge
- Bewertung der geogenen und anthropogenen Auflockerungsfaktoren
- Hydrogeologische Situation, z. B. Wasserzutritte, Chemismus (Stahl- und Beton-aggressivität), Wasserstände, Wasserwegigkeit
- Bewertung der Existenz möglicher nahe liegender Grubenbaue und deren Einfluss auf den Verwahrungshorizont, z. B. Abgänge in einem Schacht unterhalb der Plombe, Gebirgsbewegungen
- Bereits durchgeführte Erkundungs-, Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten

Das Deckgebirge über dem gesamten altbergbaulich bedingten Einwirkungsbereich des zu verwahrenden Grubenbaus ist in die Standsicherheitsbetrachtung und bei Erfordernis in die Verwahrung mit einzubeziehen. Seine Auflockerung ist zu bewerten. Dabei sind insbesondere verharrende Deformations- und Verbruchprozesse zu berücksichtigen.

Am Beispiel der Erkundungs- und Verwahrungsarbeiten am ehemaligen Schacht 126 östlich von Johanngeorgenstadt soll die Bestimmung und Dokumentation des Verwahrungshorizontes sowie die daran angepasste Verwahrungstechnologie näher erläutert werden.

Der Schacht 126 liegt an der Kreuzung stark frequentierter, zentraler Wanderwege auf einer forstwirtschaftlich genutzten Fläche. Im Bereich des Schachtkopfes hatte sich über die Jahre eine ca. 7 m tiefe, bewegungsaktive Pinge ausgebildet, die einen Durchmesser an der Tagesoberfläche von ca. 14 m aufwies. Es bestand ein sehr hohes Risiko für die öffentliche Sicherheit durch das weitere, plötzliche Nachbrechen des Schachtes und damit auch der Vergrößerung der Pinge bis unmittelbar in die Wegebereiche (Abb. 6).

Abb.6 : Ursprünglicher Zustand des Schachtkopfverbruches vom Schacht 126

Die erste Sohle des seigeren, 230 m tiefen Schachtes war in etwa 52 m Tiefe zu erwarten. Nach den Unterlagen war der Schacht vollständig mit Haldenbergen verstürzt, was jedoch durch die

größere Pingenbildung anzuzweifeln war. Die Entwässerung des Schachtes erfolgt in ca. 120 m Tiefe durch einen angeschlagenen Stollen im Niveau des natürlichen Vorfluters. Der Ausbruchsquerschnitt des Schachtes betrug 3 x 4,7 m. Der Ausbau bestand aus Holz. Beim anstehenden Gestein handelte es sich um quarzitischen Phyllit, der kontaktmetamorph überprägt und mit zahlreichen vererzten Gangstrukturen durchzogen war. Weitere Angaben zum Schacht und dessen Zustand fehlten. Mit einer unvollständig verfüllten und/oder verspriegelten Schachtröhre musste gerechnet werden. Über dem Bergwasserspiegel war ein verbrochener, stark zersetzter, hölzener Schachtausbau zu erwarten. Es bestand die Zielstellung, den Schacht mittels einer Betonplombe (Scherpfropfen) zu verwahren, um die Geländeoberfläche dauerhaft und sicher nutzen zu können.

Durch die unbekannte Ausgangssituation zum Schachtzustand und die daraus resultierenden hohen sicherheitstechnischen Risiken bei einem nicht auszuschließenden plötzlichen Abgang der Verfüllsäule des Schachtes entschloss man sich, die wesentlichen bergmännischen Aufwältigungsarbeiten zum Einbau der geometrisch bemessenen Betonplombe mittels Großtechnik (Bagger mit Schachtgreiferausrüstung) und Spritzbetontechnologie zu realisieren. Zwei Kernbohrungen zur Erkundung der Tiefenlage des Verwahrungshorizontes wurden in Schachtnähe gestoßen. Auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse konnten der Baugrubeneinschnitt sowie die Rampenlage und –neigung angepasst und die Mengenermittlung präzisiert werden. Gegenüber der herkömmlichen bergmännischen Aufwältigung von Schächten ergaben sich neben den sicherheitstechnisch wesentlich günstigeren Randbedingungen durch die Rampentechnologie folgende weitere Vorteile:

- Kein Auf- und Abbau einer Teufanlage
- Kein Rückbau des hölzernen Sicherungsausbaus und von Einbauten
- Die Möglichkeit der Integration des Stahl-Spritzbeton-Ausbaus in den Verwahrungskörper
- Bauzeitverkürzung um ca. 20 bis 30 %
- Kosteneinsparung um ca. 20 bis 25 %

Der Einsatz der Rampentechnologie unter der Verwendung von Großtechnik erforderte trotzdem noch begrenzte bergmännische Arbeiten im unmittelbaren Schachtbereich, um die geometrischen Abmessungen des Plombenwiderlagers gemäß der Standardtechnologie (NN 1976) herzustellen, das Gebirge für die Betonage zu säubern und eine ingenieurgeologische Dokumentation der Widerlager durchzuführen. Die dabei erforderlichen Verweilzeiten im Schacht waren jedoch sehr begrenzt. Auf die labile Verfüllsäule des Schachtes wirkte dabei nur eine geringe statische und dynamische Belastung.

Für die Rampengeometrie und deren Neigung war die bohrtechnische Ermittlung der Teufenlage des Verwahrungshorizontes mittels eines repräsentativen ingenieurgeologischen Bohrkernauswerte-verfahrens (MEIER, G. 1999) die Grundlage. Unter Verwendung des L_m-Wertes konnte unter geotechnischen Kriterien das kompakte und dauerhaft tragfähige Gebirge erst in einer Tiefe zwischen 12 und 17 m ermittelt werden, was der Tiefenlage des Verwahrungshorizontes entspricht (Abb. 7).

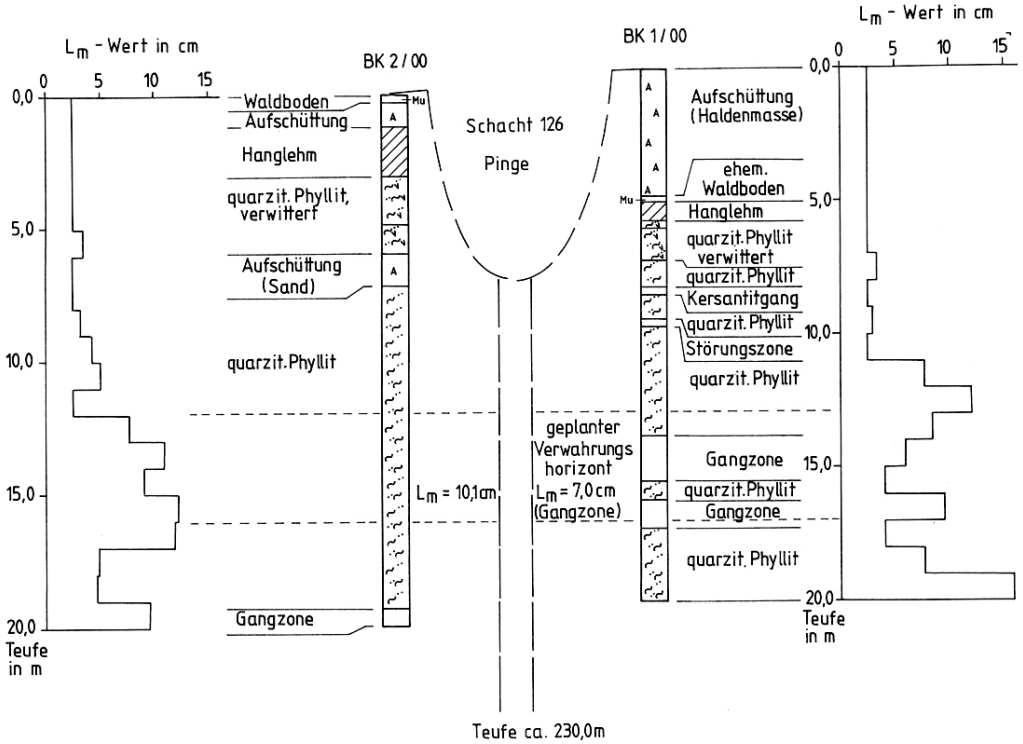

Abb.7 : Bohrergebnisse und L_m-Wert am Schacht 126 zur Bestimmung des Verwahrungshorizontes

Anhand der ermittelten Tiefenlage des Verwahrungshorizontes und der einzusetzenden Großtechnik wurde die Neigung und Länge der Rampe geplant und der Technikstandort unmittelbar am Schacht für die vertikale Schachtaufwältigung berücksichtigt. Steile Böschungen des Einschnittes und der obere Schachtkopfbereich wurden mit Spritzbeton, Baustahlmatten und Erdnägeln temporär gesichert (Abb. 8).

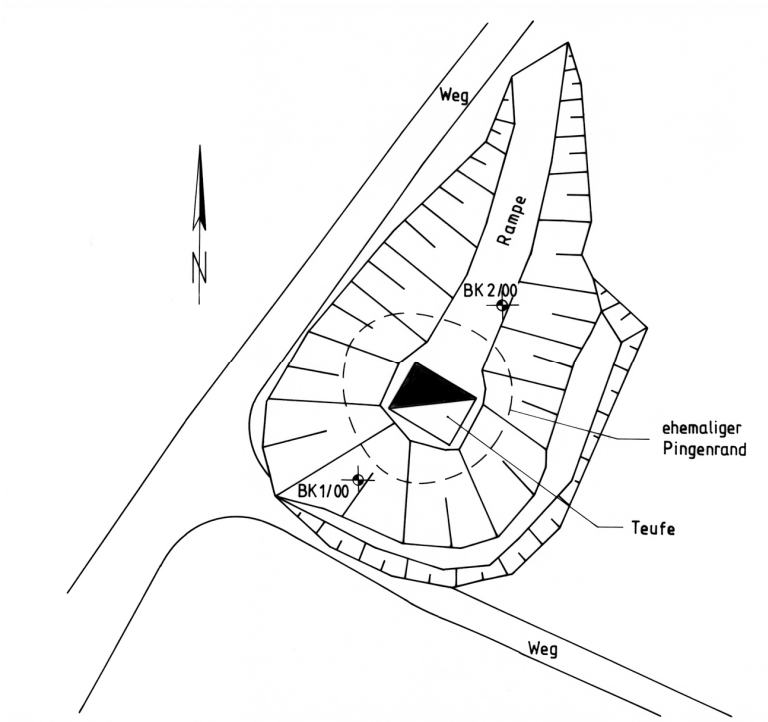

Abb.8 : Grundriss der Rampe zur Verwahrung des Schachtes 126

In den mittels Bagger freigelegten oberen Teil der Schachtröhre wurden Stahlrahmen in Meterabständen eingebaut, die in die bewehrte Spritzbetonsicherung integriert wurden.

Die durchgeführten Aufwältigungsarbeiten zeigten, dass der Verwahrungshorizont in der erwarteten Gebirgsqualität angetroffen wurde und in dem ermittelten Tiefenniveau der geplante Betonplombenkörper eingebaut werden konnte. Die Plombenbetonage wurde bis in den bewehrten Spritzbeton der Schachtkopfsicherung hochgeführt, um deren Stabilität zusätzlich zu nutzen, da dieses dauerhafte Ausbauelement im Gebirge verblieb (Abb. 9).

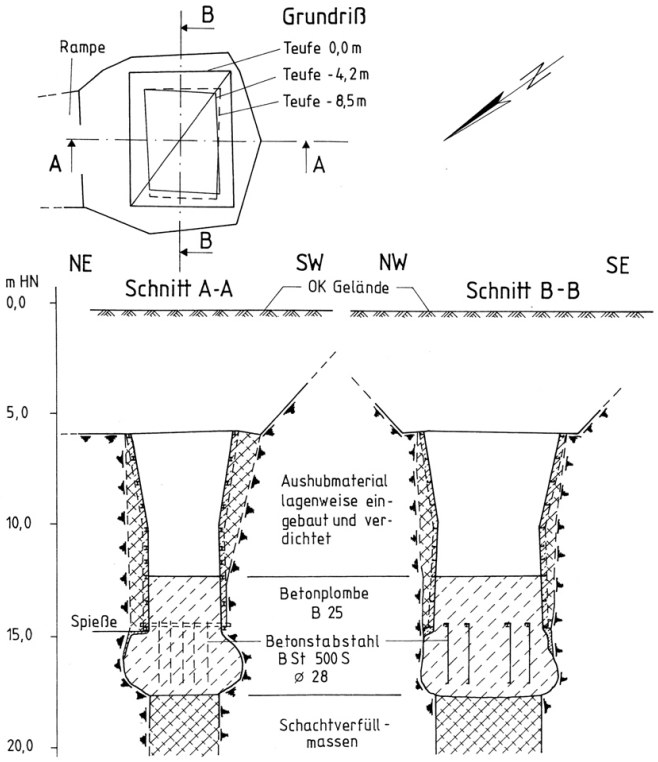

Abb.9 : Grundriss und Schnitte vom Schachtkopf und dem Verwahrungskörper

Nach dem kontrollierten Einbau des Aushubmaterials wurden die ursprünglichen Geländeverhältnisse wieder hergestellt.

Im Lockergestein erfolgt in vielen Fällen die Bewertung des Verwahrungshorizontes mittels Kernbohrungen und Schürfen oder es liegen genügend dokumentierte Altaufschlüsse vor. Insbesondere stellt sich die Frage nach möglichen Verbindungen innerhalb des Grubengebäudes und dessen hydraulischen und chemischen Verhältnissen. Die Bewertung des Verwahrungshorizontes ist auch auf das Deckgebirge auszudehnen, worauf bereits hingewiesen wurde.

Die markscheiderischen Arbeiten sind bei den Erkundungsbohrungen so anzulegen, dass die Bohr- und Aufschlussergebnisse auch für die Einpassung des historischen Risswerkes genutzt werden können.

Folgende wichtige geotechnische Parameter der Deckschichten sind im Lockergestein zu beschreiben:

- Petrographie und Lagerungsverhältnisse
- Bodenmechanische Bewertung, z. B. Parameter je Gesteinsschicht
- Hydrogeologische Situation, z. B. Grundwasserverhältnisse, Chemismus, Auswirkungen von Grundwasseranstiegen und -absenkungen
- Bewertung der geogenen und anthropogenen Auflockerungsfaktoren

- Räumliche Anordnung der Grubenbaue und deren möglicher Einfluss auf den Verwahrungshorizont
- Einschätzung abgelaufener oder/und aktiver Verbruchprozesse, Tagesbrüche und sonstiger Deformationen
- Bereits durchgeführte Erkundungs-, Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten

Die Darstellung der Dokumentationsergebnisse erfolgt grafisch in Form von Grundrissen und Schnitten. In einer Dokumentationsbeschreibung werden die Ergebnisse verbal in kurzer Form zusammengefasst. Geomechanische oder bodenmechanische Standsicherheitsberechnungen können ebenfalls dem Bericht bei Bedarf beigefügt werden. Eine ausführliche Fotodokumentation ergänzt die Unterlagen.

4 Dokumentation von Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen

Im Ergebnis der durchgeführten Sicherungs- und/oder Verwahrungsmaßnahmen ist eine abschließende Dokumentation zum gesamten Vorgang zu erarbeiten, die alle wesentlichen geotechnischen, hydrogeologischen, hydrochemischen, markscheiderischen, altbergbaulichen und durchgeführten bergtechnischen Informationen zusammenfasst. Anhand dieser textlichen Ausarbeitungen und risslichen Darstellungen sollte der Sicherungs- bzw. Verwahrungsvorgang auch später lückenlos reproduzierbar sein. Ältere Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen im Bearbeitungsbereich sind zu beachten. Die Leistungsgrenzen sind exakt zu markieren und deren Festlegung zu begründen. Volumenbilanzen und der Verfüllungsgrad bei Versatzarbeiten sollte Bestandteil der Dokumentation sein. In vielen Fällen sind dazu Kontrollbohrungen erforderlich. Auf mögliche Einflüsse von lagerstättenbedingten Gasbildungen ist hinzuweisen. In Karstgebieten sind die möglichen Überschneidungen von Altbergbaueinwirkungen und Auslaugungsprozessen zu berücksichtigen.

Auf verbleibende Risiken oder Nutzungseinschränkungen des bearbeiteten altbergbaulich bedingten Einwirkungsbereiches ist zu verweisen. Für die grafische Darstellung bilden die Normen für das Bergmännische Risswerk (DIN 21 901 bis DIN 21 921) und insbesondere die DIN 21 913-6: Verwahrung bergmännisch hergestellter Hohlräume, die Grundlage.

Die Dokumentation von Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen stellt das Kernstück für nachfolgende sicherheitsrelevanten Bewertungs- und Entscheidungsvorgänge an bergtechnisch bearbeiteten, altbergbaulich bedingten Einwirkungsbereichen dar:

- Entscheidungsgrundlage für Bebauungsplanungen bzw. Nutzungsänderungen
- Grundlage für die Erstbewertung von weiteren aufgetretenen altbergbaubedingten Einwirkungen auf die Tagesoberfläche und für die Festlegung von erforderlichen Erstsicherungsmaßnahmen
- Bewertung der Dauerhaftigkeit und Funktionalität von vorhandenen Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen bei Absenkung oder Wiederanstieg des Grundwassers sowie bei Wasserstandsschwankungen
- Langzeitfunktionalität und Wirkungsweise von wasserführenden Stollen im Bearbeitungsbereich (MEIER, G. 2005)

Nachfolgende Grobgliederung einer Dokumentation für bergtechnische Maßnahmen zur Sicherung oder/und Verwahrung ist jeweils im Detail an das konkrete Altbergbauobjekt anzupassen:

1. Veranlassung und Ziel der Arbeiten
2. Allgemeine Angaben zum Objekt und verwendete Unterlagen
3. Markscheiderische Arbeiten und Erstellung des Risswerkes

4. Geotechnisch-bergbauliche Situation
4.1. Lage und Zustand des Objektes vor der Bearbeitung
4.2. Bergbauliche Verhältnisse
5. Durchgeführte Maßnahmen, Erkundungsergebnisse und Art der Sicherung/Verwahrung
5.1. Aufwältigungsarbeiten und Erkundungsergebnisse
5.2. Sicherungs-/ Verwahrungsmaßnahmen
6. Beurteilung der eingesetzten Bau- und Verfüllstoffe
7. Zeitraum der Bearbeitung und ausführende Firmen
8. Geotechnisch-markscheiderische Einschätzung zur Nachnutzung des gesicherten/sanierten Bereiches
9. Anlagenverzeichnis
Bilddokumentation
Anlagen

Der Dokumentation sind folgende Unterlagen beizufügen:

- Ausschnitt aus der topografischen Karte M: 1 : 10 000
- Katastersituation M: 1 : 1 000
- Lageplan M: 1 : 50 bis 1 : 500 (im Lageplan sind die Flurstücksgrenzen mit darzustellen.)
- Schnitte M: 1 : 50 bis 1 : 500 (entsprechend Lageplan)
- Prüfprotokolle, sonstige Qualitätsnachweise, Bohrprotokolle
- Abnahmebescheinigung des Grundstückseigentümers

Die ingenieurgeologische Abnahme des Verwahrungshorizontes kann in die Dokumentation eingearbeitet (Abschnitt. 5.1.) oder als Anlage beigefügt werden. Wichtige Bearbeitungsschritte und Abnahmen von standsicherheitsrelevanten Gebirgszonen sind in Fotos festzuhalten.

5 Literatur

NN (1976): Grundsätze für die Verwahrung von Tagesschächten. - Institut für Bergbausicherheit Leipzig, Forschungsabteilung Geomechanik, Leipzig August 1976 (unveröff.)

MEIER, G.(1999): Ein repräsentatives Verfahren zur ingenieurgeologischen Bohrkernauswertung im Fels in Altbergbaugebieten. - Tagungsband 12. Nat. Tagung f. Ingenieurgeologie, Halle, 12. - 16. April 1999, S. 192 - 199, Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften der Universität Halle/S.

MEIER, G. (2001a): Zur Effektivität von Bohraufschlüssen bei der Altbergbauerkundung. - Tagungsband 13. Nat. Tagung f. Ing.-Geologie Karlsruhe (2001) S. 225-226, Glückauf Verlag GmbH, Essen

MEIER, G. (2001b): Verwahrungsgrundsätze bei tagesnahem Altbergbau. - 1. Altbergbau-Kolloquium, 8. - 9. Nov. 2001, TU Bergakademie Freiberg, S.134 - 137, Verlag Glückauf GmbH, Essen

DIN 21 913-6 (2003): Bergmännisches Risswerk, Tiefbau, Teil 6: Verwahrung bergmännisch hergestellter Hohlräume. - Mai 2003

NN (2003): Hinweisblatt des Bergamtes zur Verfahrensweisen bei der Durchführung bergtechnischer Arbeiten im Geltungsbereich der Hohlraumverordnung. - Bergamt Chemnitz, Fachbereich Altbergbau. - 27.02.2003 und Ergänzung vom 14.04.2004, Bergamt Chemnitz (unveröff.)

MEIER, G. (Hg.) (2005): Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“, Arbeitskreis 4.6 der DGGT e. V. und des DMV e.V. – Markscheidewesen 112, Nr. 3, S.102 - 113, Verlag Glückauf GmbH, Essen

MEIER, G. (2005): Wasser führende Stollen im Altbergbau – Havarien, Analyse, Sicherung. - Tagungsband 5. Altbergbau-Kolloquium, 3. - 5. Nov. 2005, TU Clausthal, S. 201 - 222, Verlag Glückauf, Essen