

Empfehlungen des Arbeitskreises 4.6
„Altbergbau“

Geotechnisch- markscheiderische Untersuchung, Bewertung und Sanierung von altbergbaulichen Anlagen



**Geotechnisch-markscheiderische
Untersuchung, Bewertung und
Sanierung von altbergbaulichen
Anlagen – Empfehlungen des
Arbeitskreises 4.6 „Altbergbau“**

Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung, Bewertung und Sanierung von altbergbaulichen Anlagen – Empfehlungen des Arbeitskreises 4.6 „Altbergbau“

Herausgeber

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT)

Deutsche Geologische Gesellschaft –

Geologische Vereinigung e.V. (DGGV)

Deutscher Markscheider-Verein e.V. (DMV)

Herausgeber

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT)
Hollestraße 1g
45127 Essen

*Deutsche Geologische Gesellschaft –
Geologische Vereinigung e. V. (DGGV)*
Rhinstraße 84
12681 Berlin

Deutscher Markscheider-Verein e.V. (DMV)
Eschenstr. 55
31224 Peine

DGGT-Arbeitskreis 4.6 „Altbergbau“

Obmann: Dr.-Ing. habil. G. Meier
Ingenieurbüro Dr. G. Meier GmbH
Ingenieurgeologie – Geotechnik – Bergbau
Am Schirmbach 7
09600 Oberschöna OT Wegefarth

Titelbild

Tagesbrüche durch Altwismutbergbau in
einem Wohngebiet (Quelle: G. Meier)

■ Alle Bücher von Ernst & Sohn werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2020 Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für
Architektur und technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG, Rotherstraße 21,
10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Print ISBN 978-3-433-03296-1
ePDF ISBN 978-3-433-61016-9
ePub ISBN 978-3-433-61015-2
oBook ISBN 978-3-433-61014-5

Umschlaggestaltung Design Pur GmbH
Satz le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Inhaltsverzeichnis

Vorwort IX

1	Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“ des Arbeitskreises 4.6 der Fachsektion Ingenieurgeologie der DGGT e. V.	1
1.1	Zielstellung	2
1.2	Begriffe	2
1.3	Bearbeitungsetappen und Erkenntnisstufen	4
1.4	Zu beachtende Rechtsvorschriften und Normen	5
1.5	Recherchen, Aufbereitung und Analyse von Informationsquellen	7
1.6	Geotechnisch-markscheiderische Grundlagen	10
1.6.1	Ursache-Wirkung-Beziehungen	10
1.6.2	Altbergbau bedingte Erscheinungsbilder an der Tagesoberfläche	13
1.6.3	Geotechnische und messtechnische Verfahren mit Anwendungsbereichen	14
1.6.4	Verfahren zur Beurteilung und Prognose von Tagesbrüchen	16
1.6.5	Risikoanalyse und -bewertung	16
1.7	Mustergliederung für eine geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung	23
1.8	Literaturhinweise	24
2	Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Tagebaurestlöchern, Halden und Kippen des Altbergbaus“	25
2.1	Zielstellung	26
2.2	Begriffe	26
2.3	Bearbeitungsetappen und Erkenntnisstufen	27
2.4	Zu beachtende Rechtsvorschriften, Verwaltungsanweisungen und Normen	28
2.5	Recherchen, Aufbereitung und Analyse von Informationsquellen	30
2.6	Geotechnisch-markscheiderische Grundlagen	31
2.6.1	Ursache-Wirkung-Beziehungen	31
2.6.2	Böschungsbewegungen und deren Erscheinungsbilder	32
2.6.3	Geotechnische und messtechnische Verfahren mit Anwendungsbereichen	33

2.6.4	Verfahren zur Untersuchung und Prognose von Böschungsbewegungen	35
2.6.5	Risikoanalyse und -bewertung	35
2.7	Mustergliederung für eine geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung	36
3	Empfehlung „Sicherungs- und Verwehrungsarbeiten im Altbergbau“	43
3.1	Zielstellung	43
3.2	Begriffe	44
3.3	Geotechnisch-bergtechnische Randbedingungen	46
3.3.1	Grubenwasser	46
3.3.2	Gase	49
3.3.3	Deckgebirge	50
3.3.4	Vorhandener Ausbau und Versatz	50
3.3.5	Bergbauzweigbezogene Besonderheiten und Bohrungen	50
3.4	Ingenieurgeologische Dokumentation und Bewertung des Verwahrungshorizontes	51
3.5	Sicherungs- und Verwehrungsmaßnahmen	54
3.5.1	Einsatzbereich	54
3.5.2	Erstsicherung	54
3.5.3	Dauerhafte Sicherung	55
3.5.4	Verwahrung	57
3.6	Dokumentation von Sicherungs- und Verwehrungsmaßnahmen	59
4	Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Bewertung und Sanierung von altbergbaulich beeinflussten Gebieten hinsichtlich ihrer baulichen Nachnutzung“	63
4.1	Zielstellung	63
4.2	Begriffe	64
4.3	Zu beachtende Rechtsvorschriften, Verwaltungsanweisungen und Normen	66
4.4	Altbergbauliche Erscheinungsbilder und ihr Einfluss auf die Bebauung	69
4.4.1	Grundlagen	69
4.4.2	Einfluss der geodynamischen Prozesse auf die Einwirkungsbereiche und deren Risikoklassen	70
4.4.3	Einwirkungen von Grundwasserveränderungen auf die bebaute Tagesoberfläche	70
4.4.4	Altbergbaulich bedingte Erscheinungsbilder und deren Ewigkeitslasten für eine sichere Nutzung der Tagesoberfläche	71
4.5	Bergtechnische Sanierung	72
4.5.1	Art der bergbaulichen Einwirkungen auf die Tagesoberfläche	72
4.5.2	Sanierungsschwerpunkte	74
4.5.3	Nachhaltigkeitsbetrachtungen zu bergtechnischen Sanierungsmaßnahmen	75

- 4.6 Bautechnische Sicherung 75
 - 4.6.1 Grundlagen 75
 - 4.6.2 Methoden der bautechnischen Sicherung 77

- 5 Empfehlung „Wasserführende Stollen: Erkundung – Bewertung – Sanierung“ 79**
 - 5.1 Zielstellung 79
 - 5.2 Wichtige Stollenarten, Begriffe und Definitionen 80
 - 5.3 Zu beachtende Rechtsvorschriften, Verwaltungsanweisungen und Normen 82
 - 5.4 Kurzer historischer Abriss zum Stollenvortrieb und Röschenbau mit speziellem Bergrecht 82
 - 5.5 Hydraulische und hydrogeologische Grundlagen 85
 - 5.5.1 Hydraulische Grundlagen 85
 - 5.5.2 Über- und untertägige Wasserzuläufe und deren Wirkungen 86
 - 5.5.3 Ermittlung der Wassermenge und der Wasserqualität 86
 - 5.5.4 Einwirkungen und Folgen von wetterbedingten Extremereignissen 87
 - 5.6 Geotechnisch-markscheiderische Erkundung und Bewertung 88
 - 5.6.1 Datengrundlage zur Erkundung und Beschreibung des Stollensystems 88
 - 5.6.2 Gebirgsmechanische Bewertung des Deckgebirges über dem Stollensystem 88
 - 5.6.3 Geotechnisch-markscheiderische Zustandsdokumentation 91
 - 5.7 Monitoring 93
 - 5.8 Schadensanalyse und Risikobewertung 93
 - 5.8.1 Schadensformen an Wasserlösestollen 93
 - 5.8.2 Klassifizierung von wasserführenden Stollen unter Berücksichtigung der Risikobewertung 94
 - 5.9 Grundsätze zu Sanierungsmaßnahmen 96
 - 5.10 Nachnutzung von Wasserlösestollen 97

- 6 Empfehlung „Grubengase im Altbergbau“ 99**
 - 6.1 Zielstellung 99
 - 6.2 Wichtige Grubengasarten im Altbergbau 100
 - 6.3 Zu beachtende Rechtsvorschriften, Verwaltungsanweisungen und Normen 102
 - 6.4 Grubengastransport und -strömung 103
 - 6.5 Grubengase bei der Altbergbauerkundung und -sanierung 104
 - 6.6 Nachnutzung von Grubengasen 106
 - 6.7 Ausgewählte Beispiele von sicherheitsrelevanten Grubengasen im Altbergbau 106
 - 6.7.1 Unfall beim Sumpfen eines alten Schachtes in Ilmenau 106
 - 6.7.2 Grundlagen zu Radon im Altbergbau 107

7	„Bergschadenkundliche Analyse“	
	Grundlagen – Stand – Inhalt – Risikobewertung	111
7.1	Ausgangssituation	111
7.2	Wichtige Definitionen und Begriffe	113
7.3	Historischer Hintergrund, rechtliche Grundlagen und Definitionen	120
7.4	Bearbeitungsschwerpunkte	122
7.4.1	Sichtung von Literatur, Archivalien und marktscheiderische Arbeiten	122
7.4.2	Geotechnische Dokumentationen und Erkundungsmaßnahmen	123
7.5	Numerische Tagesbruchabschätzung	124
7.5.1	Grundlagen, Randbedingungen und Formeln	124
7.5.2	Parameterermittlung	126
7.6	Altbergbauliche Einwirkungsbereiche – Problemstellung und Definitionen	128
7.7	Abgrenzungen von altbergbaulichen Einwirkungsbereichen	130
7.7.1	Schächte	130
7.7.2	Strecken, schiefe Ebenen, Tageszugänge und Stollen	136
7.7.3	Abbaue	138
7.8	Prognose von altbergbaulichen Ereignissen	140
7.9	Schlussfolgerungen	142
7.10	Vergabe von Risikoklassen	143
7.10.1	Grundlagen	143
7.10.2	Ermittlung der Risikoklassen und empfohlene Maßnahmen	144
7.11	Prioritätenliste, Empfehlungen von Erkundungs- und Sanierungsvarianten	149
7.12	Gliederung einer BSA, Nachträge und Aktualisierungen	150
	Literatur	152
8	Empfehlung „Monitoring im Altbergbau“	155
8.1	Monitoring im Altbergbau – Aufgaben und Zielstellung	155
8.2	Wechselbeziehungen Risiko und Monitoring	155
8.3	Grundlagen des Monitorings	156
8.4	Monitoring – Verfahren und Sensoren	157
8.5	Monitoringmethodik	159
8.5.1	Grundlagen	159
8.5.2	Mess- bzw. Überwachungsprogramm	160
8.5.3	Zusammenstellung über Erfassungs-, Mess- und Überwachungssysteme	160
8.6	Ergebnisdokumentation/Protokolle	161

Vorwort

Die bergbauliche Gewinnung von Rohstoffen der verschiedensten Art im Tief- und Tagebau ist so alt wie die Menschheit. Der progressive Abbau von Steinen und Erden, Erzen, Braun- und Steinkohle sowie Salzen orientierte sich immer an den Bedürfnissen der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung. In den traditionsreichen Lagerstättenrevieren sind in den vergangenen Bergbauepochen großflächige Bereiche mit tages- und oberflächennahen Hohlräumen, Tagebauen und Restlöchern sowie weitere Nutzungseinschränkungen durch anthropogene Veränderungen verblieben.

Aus den über die Jahrhunderte entstandenen altbergbaulichen Hinterlassenschaften ergeben sich zunehmend Risiken für die Sicherheit an der Tagesoberfläche.

In der Regel sind es vor allem polymetallische Gang- und flötzartige Lagerstätten, deren Abbau zu weiträumigen und nicht zu unterschätzenden Eingriffen in die Standsicherheit der Tagesoberfläche geführt hat. Die hervorgerufenen gebirgsmechanischen Veränderungen innerhalb des Gebirges und im Umfeld der tagesnahen Grubenbaue unterliegen darüber hinaus weiteren geodynamischen Verbruch- und Deformationsprozessen. Diese weisen zeitliche Entwicklungen auf und werden durch natürliche und anthropogene Einwirkungen beeinflusst.

Durch den Verlust der Standfestigkeit kommt es zu verschiedenen Arten von ungleichförmigen Deformationen an der Tagesoberfläche bis hin zum Tagesbruch.

Es zeigen sich typische Schadensbilder, die lokal für die Nutzung der Tagesoberfläche ein hohes Risikopotential für Menschen und Sachwerte aufweisen können.

Die systematischen und fachgerechten Untersuchungen sowie Risikobewertungen der zahlreichen Schadensereignisse bilden die Grundlage für eine effiziente und dauerhafte Altbergbausanierung. Diese Arbeiten gewinnen durch die intensivere Nutzung der Tagesoberfläche stetig an Bedeutung, zumal sich auch die geodynamischen Prozesse wie beispielsweise Starkregen- und Extremereignisse verstärken.

Aber auch der Rückgang der Bergbauaktivitäten in Europa wirft zunehmend die Frage auf, welche zeitabhängigen Risikopotentiale für die Tagesoberfläche von in Stilllegung befindlichen oder noch stillzulegenden bergbaulichen Betrieben ausgehen. Es gilt der Grundsatz: *Bergmännische Aktivitäten von heute sind der Altbergbau von morgen.*

Vor diesem Hintergrund entwickelte sich in den letzten Jahrzehnten die Forderung nach einer Systematisierung und bundesweiten Vereinheitlichung der fachlichen Bearbeitungskriterien für die Behandlung von altbergbaulichen Hinterlassenschaften. Mit der Ausnahme von Besucherbergwerken tangiert das Bundesberggesetz das Thema „Altbergbau“ nur in geringem Umfang. Durch die Kooperation der DGGT mit dem DMV wurde in der Folge das *Bergmännische Risswerk* um die markscheiderische Erfassung und Dokumentation des Altbergbaus erweitert.

Der Arbeitskreis 4.6 „Altbergbau“ der Fachsektion Ingenieurgeologie in der DGGT hat sich 1996 inhaltlich neu formiert und sich verstärkt auf die geotechnische Erkundung, Dokumentation, sicherheitsrelevante Risikobewertung und Sanierung der altbergbaulichen Hinterlassenschaften sowie die Erarbeitung von „Bergschadenkundlichen Analysen“ konzentriert.

In diesem Zusammenhang erarbeiteten die Mitglieder des AK 4.6 im Rahmen eines ausführlichen fachlichen Meinungsaustausches sechs Empfehlungen zu ausgewählten wichtigen Themenkomplexen des Altbergbaus. Diese Sammlung wird um eine weitere Empfehlung „Monitoring im Altbergbau“ eines DMV-Arbeitskreises ergänzt.

Folgende geotechnisch-markscheiderischen Empfehlungen wurden als Schwerpunkte erarbeitet:

- 1) *Empfehlung: Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau.* – 4. Tagungsband zum Altbergbau-Kolloquium, Leoben, 2004, 23 Seiten
- 2) *Empfehlung: Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Tagebaurestlöchern, Halden und Kippen des Altbergbaus.* – 9. Tagungsband zum Altbergbau-Kolloquium, Leoben, 2009, 16 Seiten
- 3) *Empfehlung: Sicherungs- und Verwahrungsarbeiten im Altbergbau.* – 10. Tagungsband zum Altbergbau-Kolloquium, Freiberg, 2010, 18 Seiten
- 4) *Empfehlung: Geotechnisch-markscheiderische Bewertung und Sanierung von altbergbaulich beeinflussten Gebieten hinsichtlich ihrer baulichen Nachnutzung.* – 13. Tagungsband zum Altbergbau-Kolloquium, Freiberg, 2013, 15 Seiten
- 5) *Empfehlung: Monitoring im Altbergbau.* – 14. Tagungsband zum Altbergbau-Kolloquium, Bochum, 2014, 8 Seiten, (DMV)
- 6) *Empfehlung: Wasserführende Stollen (Erkundung Bewertung – Sanierung).* – 17. Tagungsband zum Altbergbau-Kolloquium, Freiberg, 2017, 19 Seiten
- 7) *Empfehlung: Grubengase im Altbergbau.* – 18. Tagungsband zum Altbergbau-Kolloquium, Wieliczka (Polen), 2018, 10 Seiten
- 8) *Bergschadenkundliche Analyse – Grundlagen, Stand, Inhalt, Risikobewertung.* – 15. Tagungsband des Altbergbau-Kolloquiums, 47 Seiten, Leoben, 2015 (BSA) – „lebendes Dokument“ der Komplexbearbeitung von altbergbaulichen Objekten und Flächen

Die vorliegende Zusammenstellung der in sich abgeschlossenen Einzelempfehlungen soll als Grundlage in der Lehre und Forschung die fachlichen Inhalte und Definitionen zum jungen Fachgebiet „Altbergbau“ zusammenfassen und vereinheitlichen sowie in der Praxis als solides Handwerkszeug bezüglich der altbergbaulichen Schwerpunkte der Erkundung, Bewertung und Sanierung sowie markscheiderischen Dokumentation und Risikoermittlungen dienen.



Dr.-Ing. habil. Günter Meier
Obmann des AK 4.6 der DGGT e.V.
von 1996–2018



Dipl.-Ing. Carsten Wedekind
Assessor des Markscheidefachs
Vorsitzender des DMV e.V.

1

Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“ des Arbeitskreises 4.6 der Fachsektion Ingenieurgeologie der DGGT e. V.

Vorbemerkungen

Seit dem frühen Mittelalter setzte in weiten Bereichen des mitteleuropäischen Raumes eine zum Teil intensive über- und untertägige bergmännische Gewinnung von Bodenschätzen ein. Dieser Abbau der letzten 1000 Jahre hinterließ zahlreiche tages- und oberflächennahe Hohlräume. Diese Relikte der bergmännischen Tätigkeiten sind vor allem in den traditionsreichen Lagerstättenrevieren vorzufinden. Insbesondere die Standfestigkeit und Funktionalität der Grubenbaue unterliegen durch anthropogene und natürliche Einflüsse in Abhängigkeit von der Zeit grundlegenden Veränderungen. Beim Versagen der Standfestigkeit sind beispielsweise Tagesbrüche und Einsenkungen an der Tagesoberfläche typische Schadensbilder, die lokal katastrophale Größenordnungen annehmen und somit, je nach der Nutzung der Tagesoberfläche, ein hohes Risikopotential für Menschen und Sachwerte aufweisen können. Die systematische und fachgerechte Untersuchung und Bewertung der zahlreichen Altbergbaurelikte mit ihren Schadensbildern und die Bewertung der möglichen Risikopotentiale bilden die Grundlage für eine effiziente Sanierung. Diese Problemstellungen gewinnen durch die zunehmend intensivere Nutzung der Tagesoberfläche stetig an Bedeutung. Aber auch der gravierende Rückgang der Bergbautätigkeiten in Europa wirft verstärkt die Frage auf, welches Risikopotential für die Tagesoberfläche von in Stilllegung befindlichen oder noch stillzulegenden bergbaulichen Betrieben ausgeht, denn es gilt der Grundsatz: Bergmännische Aktivitäten von heute sind der Altbergbau von morgen.

Aufgrund dieser Sachlage entwickelte sich die Forderung nach einer Systematisierung und weitreichenden Vereinheitlichung der Bearbeitungskriterien für die Behandlung von Altbergbauproblemen. Mit der Neuformierung des Arbeitskreises 4.6 „Altbergbau – geotechnische Erkundung und Bewertung“ in der Fachsektion Ingenieurgeologie der DGGT im Jahr 1996 setzten sich die Mitglieder des Arbeitskreises das Ziel, eine Empfehlung zur Thematik der Untersuchung und Bewertung von Problemen, die hauptsächlich von altbergbaulichen Hohlräumen ausgehen, unter geotechnisch-markscheiderischen Aspekten zu erarbeiten. Die Empfehlung soll vor allem Behörden, Ingenieurbüros und Fachfirmen für eine vereinheitlichte Ansprache und Entscheidungsfindung bei der Bewältigung von altbergbaulichen Hinterlassenschaften dienen. Es wird darauf hingewiesen, dass

grundsätzlich die fachspezifischen Aspekte im Vordergrund stehen und juristische Fragen nur tangierend in dieser Empfehlung behandelt werden.

1.1 Zielstellung

Ziel der Empfehlung ist es, nach dem Stand der Technik einen Leitfaden für die geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung insbesondere der Standfestigkeit der Hangendschichten oberhalb bergmännischer Hohlräume bzw. der angeschnittenen Schichten im Bereich von Tagesöffnungen des Altbergbaus, von Bohrlöchern, äquivalent auch zu Tagebauen einschließlich Restlöchern, Kippen und Halden verfügbar zu machen. Letztlich soll der Leitfaden der Untersuchung und Bewertung möglicher Einwirkungen von versagenden Gebirgsschichten auf die Tagesoberfläche dienen. Schwerpunkte stellen dabei die Hohlraum- und Deckgebirgsanalyse einschließlich deren Randbereiche und die Risikoabschätzung durch differenzierte Untersuchungs- und Bewertungsverfahren unter Berücksichtigung der Nutzung der Tagesoberfläche dar. In die interdisziplinäre geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung werden die natürlichen und/oder vortriebs- und abbaubedingt gestörten Gas- und Wasserwegigkeiten eingebunden. Die Ergebnisse der Untersuchung und Bewertung der örtlichen altbergbaulichen Verhältnisse bilden die Grundlage für die Planung der Geländenutzung. Weitere Untersuchungen und daraus resultierende dauerhafte Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen werden eingestuft. Als Sammelbegriff für die dauerhafte Sicherung und Verwahrung wird der Überbegriff **Sanierung** verwendet.

1.2 Begriffe

Der Empfehlung liegen weitere grundlegende Begriffe aus dem Themenbereich „Altbergbau“ zu Grunde:

Altbergbau

Gesamtheit aller bergmännisch hergestellten Hohlräume (Grubenbaue) einschließlich Bohrungen sowie Tagebaue, Halden, Kippen und Restlöcher, die bergbaulich nicht mehr genutzt werden.

Sonstige aufgefahrene unterirdische Hohlräume nicht bergbaulichen Ursprungs wie z. B. Bergkeller, Höhlen, Luftschutzstollen und Tunnel erfahren durch ihre Vergleichbarkeit mit Grubenbauen eine sinngemäße Zuordnung (siehe DIN 21 913, Teil 6).

Anmerkung: Tagebaue, Halden, Kippen und Restlöcher werden in dieser Empfehlung nicht behandelt. Eine sinngemäße Anwendung der Empfehlung wird empfohlen.

Altbergbau bedingter Einwirkungsbereich

Der Bereich, der durch Altbergbau in seinen Eigenschaften bzw. seinen Funktionen nachteilig beeinflusst ist oder in dem eine Beeinträchtigung zukünftig nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Abgrenzung des Altbergbau bedingten Einwirkungsbereiches an der Tagesoberfläche erfolgt im Einzelfall in Abhängigkeit von der bergbaulichen Situation, den ingenieurgeologischen und tektonischen Verhältnissen sowie den boden- bzw. felsmechanischen Eigenschaften des überlagernden Gebirges.

Sicherung

Gesamtheit aller Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit (z. B. Leben und Gesundheit von Personen, bedeutende Sachwerte) unter Berücksichtigung der aktuellen Nutzung der Tagesoberfläche, ohne jedoch die Gefahrenstelle tatsächlich zu beseitigen. Hierbei werden die Erstsicherung (**vorläufige Sicherung**) zur umgehenden Gefahrenabwehr an der Schadstelle und die **dauerhafte Sicherung** zur längerfristigen Gefahrenabwehr unterschieden. An den Erhalt der Wirksamkeit von Sicherungsmaßnahmen sind somit periodische Kontrollen gebunden, deren zeitliche Abfolge sich an den jeweiligen örtlichen Verhältnissen orientiert. Der Entscheidung über Art und Umfang der im Einzelfall durchzuführenden Sicherungsmaßnahmen geht eine fachliche Bewertung der Gefahrenlage voraus.

Sanierung oder Verwahrung

Gesamtheit aller Maßnahmen zur dauerhaften Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Altbergbau. Das Bearbeitungsobjekt (Schadstelle) wird dabei in der Regel wesentlich verändert oder beseitigt; periodische Kontrollen sind weitestgehend entbehrlich. Der Umfang und die Art der Maßnahmen sind der aktuellen oder geplanten Nutzung der Tagesoberfläche angepasst und nach dem jeweiligen Stand der Technik wartungs- und überwachungsfrei auszuführen (siehe DIN 21913, Teil 6).

Anmerkung: Der Begriff Verwahrung wird bevorzugt bei Sanierungsarbeiten im untertägigen Bergbau der unterschiedlichsten Bergbauzweige Mitteldeutschlands seit dem 19. Jahrhundert verwendet und ist Bestandteil bereits älterer Rechtsvorschriften dieser Region.

Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung

Sie beinhalten eine interdisziplinäre Analyse der für ein Untersuchungsgebiet verfügbaren Informationen zum Altbergbau und zu den ingenieurgeologisch-hydrogeologischen Verhältnissen einschließlich der textlichen und risslichen Darstellung der Untersuchungsergebnisse.

Es werden Altbergbau bedingte Einwirkungsbereiche abgegrenzt, deren Standfestigkeit möglicherweise oder nachgewiesenermaßen nicht oder nur eingeschränkt gewährleistet ist. Bei Bedarf sind bergbaulich beeinflusste und/oder geogene Bereiche mit erhöhter Gas- und/oder Wasserwegigkeit zusätzlich zu analysieren. Die dauerhafte Funktionalität von wasserführenden Stollen ist zu berücksichtigen. Abschluss der geotechnisch-markscheiderischen Untersuchung und Bewertung ist die Durchführung einer Risikoanalyse und -bewertung, deren