

**Richtlinie
des Sächsischen Oberbergamtes
über die geotechnische Sicherheit im Bergbau über Tage
(Richtlinie Geotechnik)**

Vom 10. März 2005

Inhaltsverzeichnis

- 1 Allgemeines**
- 2 Begriffsbestimmungen**
- 3 Grundsätze der geotechnischen Sicherheit**
- 4 Tagebauentwässerung und Wasserhaltung**
 - 4.1 Beeinflussung des Wasserhaushaltes in Bergbaugebieten
 - 4.2 Hydrogeologische Berechnungen
 - 4.2.1 Allgemeines
 - 4.2.2 Hydrogeologische Nachweise
 - 4.2.3 Hydrogeologische Einschätzungen
 - 4.2.4 Inhaltliche Anforderungen an hydrogeologische Berechnungen für verflüssigungs- und setzungsfließgefährdete Kippenbereiche
 - 4.3 Sachverständige für Tagebauentwässerung
- 5 Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen und Tragfähigkeit von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen und Halden**
 - 5.1 Standsicherheit und Tragfähigkeit im Lockergestein
 - 5.2 Standsicherheit im Festgestein
 - 5.3 Standsicherheitsberechnungen
 - 5.3.1 Allgemeines
 - 5.3.2 Standsicherheitsnachweise
 - 5.3.3 Standsicherheitseinschätzungen
 - 5.3.4 Inhaltliche Anforderungen an Standsicherheitsberechnungen für verflüssigungs- und setzungsfließgefährdete Kippenbereiche
 - 5.4 Sachverständige für Böschungen
- 6 Geotechnisches Monitoring**
 - 6.1 Allgemeines
 - 6.2 Wasser- und Grundwasserstandsbeobachtungen
 - 6.3 Überwachung der Standsicherheit und Tragfähigkeit
- 7 Inhaltliche Anforderungen an das Risswerk für verflüssigungs- und setzungsfließgefährdete Kippenbereiche**
- 8 Geotechnische Sicherheit und Betriebsplan**
- 9 In-Kraft-Treten, Außer-Kraft-Treten**

Anlagen

- Anlage 1 Begriffsbestimmungen
- Anlage 2 Rahmengliederung zur Erarbeitung hydrogeologischer Berechnungen
- Anlage 3 Rahmengliederung zur Erarbeitung von Standsicherheitsberechnungen
- Anlage 4 Parameter für fortschreitende und bleibende Böschungen und Böschungssysteme im Lockergestein (ohne Einfluss von rutschungsbegünstigenden Verhältnissen)

1 Allgemeines

Zur Wahrung der in §§ 44 und 48 Abs. 2 Bundesberggesetz (BBergG) vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), das zuletzt durch Artikel 12g Abs. 14 des Gesetzes vom 24. August 2004 (BGBl. I S. 2198, 2208) geändert worden ist, bezeichneten Rechtsgüter und Belange und zur Konkretisierung der Anforderungen des § 14 der Bergverordnung für alle bergbaulichen Bereiche (Allgemeine Bundesbergverordnung – ABBergV) vom 23. Oktober 1995 (BGBl. I S. 1466), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179, 2188) geändert worden ist, untersetzt die folgende Richtlinie geotechnische Grundanforderungen für die Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen, die Gerätestandsicherheit, die Tragfähigkeit von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen und Halden, die Sicherheit zur Abwendung von Setzungsfließgefahr an Kippen und für die bergbauliche Wasserwirtschaft.

Diese Richtlinie gilt im Freistaat Sachsen zur Gewährleistung der geotechnischen Sicherheit in Tagebauen sowie an Halden und Tagebaurestlöchern, soweit sie dem Geltungsbereich des Bundesberggesetzes unterliegen. Die weiteren Unternehmerpflichten insbesondere nach den §§ 3, 6, 7 und 14 ABBergV bleiben von dieser Richtlinie unberührt.

2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Richtlinie gelten die Begriffsbestimmungen gemäß Anlage 1.

3 Grundsätze der geotechnischen Sicherheit

Die geotechnische Sicherheit umfasst alle Maßnahmen, die der Vorsorge gegenüber Gefahren aus hydrogeologisch, boden- beziehungsweise gebirgsmechanisch und technologisch bedingten Böschungs- und Bodenbewegungen im gewachsenen offenen und verkippten Tagebauraum sowie an Tagebaurestlöchern und Halden Rechnung tragen. Sie ist ausschlaggebend für

- die angewandte Abbau- und Verkippungstechnologie (Abbau- und Verkippungsparameter, Böschungsgestaltung et cetera),
- die Standsicherheit von gewachsenen und gekippten Böschungen und Böschungssystemen sowie für die Tragfähigkeit (Begeh- und Befahrbarkeit, Gerätestandsicherheit et cetera) von Böschungsbereichen (Arbeitsebenen et cetera), Kippenoberflächen und Halden,
- die Entwässerung der anstehenden Gebirgsschichten und die Ableitung von Oberflächen- und Niederschlagswasser sowie die Einschätzung der Auswirkungen auf die Tagesoberfläche infolge bergbaulicher Beeinflussung des Grundwassers, des Bodenwasserhaushaltes und der Oberflächengewässer.

4 Tagebauentwässerung und Wasserhaltung

4.1 Beeinflussung des Wasserhaushaltes in Bergbaubereichen

- 4.1.1 Die hydrogeologischen Auswirkungen durch die Beeinflussung des Grund- und Oberflächenwassers einschließlich des Bodenwasserhaushalt sowie von Oberflächengewässern (Grundwasserabsenkung/-wiederanstieg et cetera) infolge der Entwässerung, Wasserhaltung und deren Einstellung bei bergbaulichen Tätigkeiten (Aufsuchen, Gewinnen und Wiedernutzbarmachung) sind in hydrogeologischen Berechnungen darzustellen und zu bewerten.
- 4.1.2 Maßnahmen der Entwässerung sowie der erforderliche Entwässerungsvorlauf sind auf der Grundlage hydrogeologischer Berechnungen festzulegen.
- 4.1.3 Die Bergbehörde kann hydrogeologische Berechnungen fordern, soweit dies zur Abwendung oder Aufklärung von Gefahrensituationen oder bei besonderen Ereignissen erforderlich ist.
- 4.1.4 Die Bergbehörde kann in begründeten Einzelfällen von der Vorlage hydrogeologischer Berechnungen absehen, wenn einfache hydrogeologische Verhältnisse oder langjährige Erfahrungen aus dem Regelbetrieb vorliegen und die geotechnische Sicherheit auch ohne das Erstellen einer hydrogeologischen Berechnung sichergestellt werden kann.

4.2 Hydrogeologische Berechnungen

4.2.1 Allgemeines

- 4.2.1.1 Hydrogeologische Berechnungen sind als hydrogeologische Nachweise oder als hydrogeologische Einschätzungen entsprechend der Rahmengliederung gemäß Anlage 2 zu erarbeiten und entsprechend zu bezeichnen. Die Einstufung der Berechnungen als Nachweis oder Einschätzung ist zu begründen. Unter Beachtung der jeweiligen Aufgabenstellung können die Umfänge der hydrogeologischen Berechnungen in begründeten Einzelfällen reduziert oder erweitert werden oder von der Rahmengliederung gemäß Anlage 2 abweichen. Über die Notwendigkeit und den Umfang, die Berechnungen zu reduzieren oder zu erweitern, entscheidet die Bergbehörde im Rahmen der Betriebsplanverfahren. Der räumliche und zeitliche Geltungsbereich von hydrogeologischen Berechnungen ist anzugeben.

- 4.2.1.2 In den hydrogeologischen Berechnungen sind die Hydroisohypsen, Hydrokatabasen oder Grundwasserflurabstände in Form von Hydroisohypsen-, Hydrokatabasen- beziehungsweise Flurabstandsplänen auszuweisen. In Bezug auf die erforderlichen beziehungsweise benötigten Aussagen (Gefahrenabwehr, Schutzgüter et cetera) ist von den zuvor aufgeführten Plänen die für den zu bewertenden Sachverhalt geeignete Ausweisungs- und Darstellungsform zu wählen. Das Dokumentieren der Hydroisohypsen, Hydrokatabasen oder Grundwasserflurabstände hat so zu erfolgen, dass deren Ermittlung nachvollziehbar ist und der vorbergbauliche Zustand zugrunde liegt. Für ihre Darstellung sind die Zeichen gemäß DIN 21 912 zu verwenden.¹ Es sind das verwendete Geländemodell, falls vom Risswerk abweichend, sowie die verwendeten Referenzmessstellen einschließlich Messwert, Datum und Lage der zur Interpolation verwendeten Grundwasserstandsmessungen bei Ist-Zustand anzugeben.

- 4.2.1.3 Die Ergebnisse der hydrogeologischen Berechnungen und die daraus resultierenden, für die Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen, die Gerätestandsicherheit oder die Tragfähigkeit von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen und Halden maßgebenden hydrogeologischen Vorgaben sind

- als Eingangsdaten den Aufgabenstellungen der Standsicherheitsberechnungen zugrunde zu legen,
- zwischen Sachverständigen und Unternehmer zu erörtern und
- vom Unternehmer betriebsplanmäßig umzusetzen.

Die hydrogeologischen Vorgaben für die Standsicherheitsberechnungen sind im Sinne von Nummer 5.3.1.3 im Rahmen einer Erörterung zwischen dem die hydrogeologische Berechnung und dem die Standsicherheitsberechnung erarbeitenden Sachverständigen abzustimmen.

- 4.2.1.4 Hydrogeologische Berechnungen sind entsprechend dem fortschreitenden Sach- und Kenntnisstand zu aktualisieren. Als Grundlage einer Entscheidung über die Notwendigkeit eines Aktualisierens einer Berechnung sind in regelmäßigen Abständen die örtlich vorliegenden Verhältnisse und Bedingungen mit den Ergebnissen und Vorgaben der hydrogeologischen Berechnung und denen, aufgrund derer die Berechnung erstellt wurde (Eingangsdaten), zu überprüfen (siehe auch Nummer 6.1.2). Den Berechnungen gegenüber veränderte Sachverhalte sind mit dem Sachverständigen zu erörtern.

4.2.2 Hydrogeologische Nachweise

- 4.2.2.1 Den Maßnahmen und der Dimensionierung von Anlagen der Entwässerung, Grundwasserabriegelung (Abdichtung), Liegendentspannung und Infiltration sowie dem Grundwasserwiederanstieg und der Flutung von Tagebaurestlöchern sind hydrogeologische Nachweise zugrunde zu legen. Diese Maßnahmen dürfen auf der Grundlage einer hydrogeologischen Einschätzung nur in begründeten Einzelfällen festgelegt werden, wenn

- einfache hydrogeologische Verhältnisse oder langjährige Erfahrungen aus dem Regelbetrieb vorliegen oder

- die vorliegenden Kenntnisse über die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse die Anforderungen an die Eingangsdaten, die für einen hydrogeologischen Nachweis im Sinne der Nummer 4.2.2 erforderlich sind, nicht erfüllen.
- 4.2.2.2 Hydrogeologische Nachweise sind auf der Grundlage von repräsentativen hydrogeologischen und hydrogeologisch-hydraulischen Parametern oder Standortuntersuchungen (Feldversuche) anzufertigen. Das überwiegende Verwenden von Schätzwerten, Hypothesen und Analogieschlüssen ist unzulässig.
- 4.2.3 Hydrogeologische Einschätzungen**
- Hydrogeologische Berechnungen sind als hydrogeologische Einschätzungen zu kennzeichnen, wenn
- der vorliegende Sach- und Kenntnisstand nicht ausreichend ist, das heißt, dass zum einen der wissenschaftliche Erkenntnisstand nicht genügt, um den zu betrachtenden Fall zutreffend zu modellieren (Modellbildung), oder zum anderen keine repräsentativen hydrogeologischen und hydrogeologisch-hydraulischen Parameter als Eingangsdaten vorliegen und daher,
 - überwiegend begründete Schätzwerte und/oder Analogieschlüsse verwendet werden.
- 4.2.4 Inhaltliche Anforderungen an hydrogeologische Berechnungen für verflüssigungs- und setzungsfließgefährdete Kippenbereiche**
- 4.2.4.1 In den hydrogeologischen Berechnungen sind die Hydrokatabasen und die Grundwasserflurabstände für den stationären Endwasserstand in Form von Hydrokatabasen- und Flurabstandsplänen auszuweisen. Zusätzlich zu den langjährigen mittleren Grundwasserflurabständen sind auch die sich minimal einstellenden Grundwasserflurabstände, die durch einen maximalen Grundwasserstand gekennzeichnet sind, auszuweisen.
- 4.2.4.2 In den hydrogeologischen Berechnungen ist der Verlauf des Grundwasserwiederanstieges einschließlich der Flutung zu prognostizieren, wobei zu berücksichtigen ist, dass gegenüber dem vorbergbaulichen Zustand im Bereich von Kippen höhere Grundwasserstände in Form von ausgeprägten Grundwasseraufhöhungsbeträgen (Kapillaraufstieg) nicht auszuschließen sind.
- 4.2.4.3 Die Anforderungen für hydrogeologische Berechnungen gemäß Nummer 4.2 sind zu beachten.
- 4.3 Sachverständige für Tagebauentwässerung**
- 4.3.1 Hydrogeologische Berechnungen im Sinne dieser Richtlinie, die im Rahmen bergrechtlicher Zulassungsverfahren eingereicht werden, sind auf Forderung der Bergbehörde durch einen vom Sächsischen Oberbergamt anerkannten Sachverständigen für Tagebauentwässerung bestätigen zu lassen, sofern sie nicht bereits durch diesen angefertigt worden sind.
- 4.3.2 Der Sachverständige für Tagebauentwässerung zieht gegebenenfalls zusätzliche Daten und Unterlagen vom auftraggebenden Unternehmen bei, wenn es für das Erstellen oder Bestätigen von hydrogeologischen Berechnungen erforderlich ist.
- 4.3.3 Die Aufgaben, Rechte und Pflichten der Sachverständigen für Tagebauentwässerung sowie die entsprechenden Anerkennungsvoraussetzungen ergeben sich aus der Richtlinie des Sächsischen Oberbergamtes zur Anerkennung und Tätigkeit von Sachverständigen (Sachverständigenrichtlinie) in der jeweils geltenden Fassung.
- 5 Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen und Tragfähigkeit von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen und Halden**
- 5.1 Standsicherheit und Tragfähigkeit im Lockergestein**
- 5.1.1 Die Standsicherheit von gewachsenen und gekippten Böschungen und Böschungssystemen sowie die Tragfähigkeit von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen und Halden ist durch Standsicherheitsberechnungen im Sinne von Nummer 5.3 zu belegen, wenn
- a) die in Anlage 4 vorgegebenen Parameter für fortschreitende und bleibende Böschungen überschritten werden;
 - b) rutschungsbegünstigende Verhältnisse (siehe Begriffsbestimmungen) vorliegen;
 - c) Böschungen mit einer Böschungshöhe von mehr als 10 m ganz oder teilweise im Wasser stehen;
 - d) für Kippen, die mittels Lkw, Radlader, Raupen oder gleichgestellter Gerätetechnik aufgebaut werden oder wurden und deren Kippenhöhe 10 m überschreitet;
 - e) es sich um bleibende Böschungen von Tagebaurestlöchern oder Halden handelt;
 - f) sich zu schützende Objekte im unmittelbaren Einflussbereich von bleibenden Böschungen oder Böschungssystemen befinden, so dass Sicherheitsabstände im Rahmen des Oberflächenschutzes für diese Objekte festzulegen sind;
 - g) eine Verringerung der Standsicherheit oder Tragfähigkeit durch Veränderungen der Grund- oder Oberflächenwasserstände oder durch korrelierende Faktoren (zum Beispiel Strömungen, Wellenschlag) zu besorgen ist.
- 5.1.2 Kann die Gefahr eines Verflüssigens oder Setzungsfließens in gekippten Bereichen nicht ausgeschlossen werden, hat die standsichere Gestaltung solcher Bereiche auf der Grundlage von Standsicherheitsberechnungen zu erfolgen. An die Standsicherheitsberechnungen sind in diesen Fällen zusätzliche Anforderungen gemäß Nummer 5.3.4 zu stellen.
- 5.1.3 Für das maschinelle Gewinnen im Hochschnitt darf die Böschungshöhe zwischen zwei Arbeitsebenen (Sohlen, Bermen) die Schnitthöhe beziehungsweise Reichhöhe des Gewinnungsgerätes, die der größten Arbeitshöhe entspricht, bei
- Eimerketten-, Schaufelrad- und Greifbaggern nicht,
 - den übrigen Gewinnungsgeräten (Universalbagger, Radlader et cetera) um nicht mehr als 1 m

überschreiten.

Abweichend davon sind für das maschinelle Gewinnen an Halden oder für das maschinelle Laden von Haufwerk größere Böschungshöhen zulässig, wenn das Material bei der Entnahme sich selbsttätig löst und stetig nachfließt, ohne dass eine Gefahr durch das Nachrutschen von Massen entsteht.

- 5.1.4 Die Bergbehörde kann Standsicherheitsberechnungen fordern, soweit dies zur Abwendung oder Aufklärung von Gefahrensituationen oder bei besonderen Ereignissen erforderlich ist.
- 5.1.5 Die Bergbehörde kann in begründeten Einzelfällen von der Vorlage einer Standsicherheitsberechnung absehen, wenn die geotechnische Sicherheit auch ohne das Erstellen einer Standsicherheitsberechnung sichergestellt werden kann.

5.2 Standsicherheit im Festgestein

- 5.2.1 Die angewandte Abbautechnologie ist angemessen auf das vorhandene Trennflächengefüge abzustimmen, so dass trennflächengefügebezogene Unterschneidungen, ungünstige Böschungsanschnitte und -winkel und somit rutschungsbegünstigende Verhältnisse im Regelfall vermieden werden.
- 5.2.2 Die Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen ist durch Standsicherheitsberechnungen im Sinne von Nummer 5.3 zu belegen, wenn
- ein Grenzfall zwischen Locker- und Festgestein vorliegt;
 - rutschungsbegünstigende Verhältnisse (siehe Begriffsbestimmungen) vorliegen;
 - für die Gewinnung mittels Großbohrlochsprengungen und planmäßig nicht notwendig werdenden Hebersprengungen die Einzelböschung eine Böschungshöhe von 15 m oder die Generalneigung des Böschungssystems 60° überschreitet;
 - für die Werksteingewinnung mit zulässigen Böschungswinkeln bis zu 85° die Einzelböschung eine Böschungshöhe von 10 m überschreitet;
 - für Verwitterungs- und Zersatzzonen auflagernder Deckgebirgsschichten der Böschungswinkel 45° überschreitet oder die Lagerungsverhältnisse auflagernder Deckgebirgsschichten aus Lockergestein eine Standsicherheitsberechnung gemäß Nummer 5.1 erfordern;
 - unterirdische Hohlräume (zum Beispiel Karsthohlräume) oder Grubenbaue im Böschungsbereich vorhanden sind;
 - es sich um bleibende Böschungen von Tagebaurestlöchern handelt;
 - sich zu schützende Objekte im unmittelbaren Einflussbereich von bleibenden Böschungen oder Böschungssystemen befinden, so dass Sicherheitsabstände im Rahmen des Oberflächenschutzes für diese Objekte festzulegen sind.

5.2.3 Für das maschinelle Gewinnen im Hochschnitt darf die Böschungshöhe zwischen zwei Arbeitsebenen (Sohlen, Bermen) die Schnitthöhe beziehungsweise Reichhöhe des Gewinnungsgerätes, die der größten Arbeitshöhe entspricht, nicht überschreiten.

5.2.4 Die Bergbehörde kann Standsicherheitsberechnungen fordern, soweit dies zur Abwendung oder Aufklärung von Gefahrensituationen oder bei besonderen Ereignissen erforderlich ist.

5.2.5 Die Bergbehörde kann in begründeten Einzelfällen von der Vorlage einer Standsicherheitsberechnung absehen, wenn die geotechnische Sicherheit auch ohne das Erstellen einer Standsicherheitsberechnung sichergestellt werden kann.

5.3 Standsicherheitsberechnungen

5.3.1 Allgemeines

5.3.1.1 Standsicherheitsberechnungen sind auf der Grundlage einer Aufgabenstellung zu erarbeiten, in der die für den Sachverhalt notwendigen Angaben zu den geologischen, hydrogeologischen, bodenbeziehungsweise gebirgsmechanischen und technologischen Parameter (Teilmodelle) vorzugeben sind. Für die Parameteransätze, die Festlegung der Sicherheitsfaktoren, die Ansätze der einzelnen Lastfälle und das anzuwendende Berechnungsverfahren ist der Sachverständige zuständig. Die festgelegten Sicherheitsfaktoren und das angewandte Berechnungsverfahren sind zu begründen. Den Berechnungen ist ein definiertes, den vorgefundenen Verhältnissen angemessen aufgebautes und den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechendes Berechnungsmodell, welches zu begründen ist, zugrunde zu legen.

5.3.1.2 Standsicherheitsberechnungen sind als Standsicherheitsnachweise oder als Standsicherheitseinschätzungen entsprechend der Rahmengliederung gemäß Anlage 3 zu erarbeiten und entsprechend zu bezeichnen. Die Einstufung der Berechnungen als Nachweis oder Einschätzung ist zu begründen.

Unter Beachtung der jeweiligen Aufgabenstellung können die Umfänge der Standsicherheitsberechnungen in begründeten Einzelfällen reduziert oder erweitert werden oder von der Rahmengliederung gemäß Anlage 3 abweichen. Über die Notwendigkeit und den Umfang, die Berechnungen zu reduzieren oder zu erweitern, entscheidet die Bergbehörde im Rahmen der Betriebsplanverfahren.

Der räumliche und zeitliche Geltungsbereich von Standsicherheitsberechnungen ist anzugeben.

5.3.1.3 In Standsicherheitsberechnungen für verflüssigungsgefährdete und setzungsfließgefährdete Kippenbereiche hat der Sachverständige für Böschungen die Ergebnisse aktueller hydrogeologischer Berechnungen, insbesondere die endgültigen nachbergbaulichen Grundwasserstände, zu berücksichtigen.

5.3.1.4 In den Standsicherheitsberechnungen sind die unterschiedlichen Bereiche von Kippen und Kippenböschungen, die ohne böschungsgestaltende Maßnahmen standsicher sind, mittels böschungsgestaltender Maßnahmen gesichert wurden oder mittels böschungsgestaltender Maßnahmen noch zu sichern sind, auszuweisen.

5.3.1.5 Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen und die daraus resultierenden, für die Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen, die Gerätstandsicherheit oder die Tragfähigkeit von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen und Halden maßgebenden Vorgaben sind

- zwischen Sachverständigen und Unternehmer zu erörtern und
- vom Unternehmer betriebsplanmäßig umzusetzen.

- 5.3.1.6 Standsicherheitsberechnungen sind entsprechend dem fortschreitenden Sach- und Kenntnisstand zu aktualisieren, wenn
- sich die Abbau- oder Verkipfungstechnologie ändert;
 - sich die geologischen oder hydrogeologischen Verhältnisse und damit die bodenbeziehungsweise gebirgsmechanischen Bedingungen (Parameter), die in die Standsicherheitsberechnung eingegangen sind, standsicherheits- oder tragfähigkeitsrelevant verändern;
 - die hydrogeologischen Berechnungen oder deren Fortschreibungen zu neuen standsicherheits- oder tragfähigkeitsrelevanten Erkenntnissen führen;
 - die Gewinnung oder Verkipfung nach längerem Stillstand wieder aufgenommen wird.

Als Grundlage einer Entscheidung über die Notwendigkeit eines Aktualisierens einer Berechnung sind in regelmäßigen Abständen die örtlich vorliegenden Verhältnisse und Bedingungen mit den Ergebnissen und Vorgaben der Standsicherheitsberechnung und denen, aufgrund derer die Berechnung erstellt wurde (Eingangsdaten), zu überprüfen (siehe auch Nummer 6.1.2). Den Berechnungen gegenüber veränderte Sachverhalte sind mit dem Sachverständigen zu erörtern.

5.3.2 Standsicherheitsnachweise

- 5.3.2.1 Die Standsicherheitsberechnungen im Sinne der Nummern 5.1 und 5.2 sind für die Gewinnung und Verkipfung als Standsicherheitsnachweise auszuführen, in denen die Abbau- und Verkipfungstechnologie unter Berücksichtigung der ermittelten Sicherheiten zu bewerten ist (Standicherheit von Böschungen, Gerätestandicherheit). Sie dürfen nur in begründeten Einzelfällen als Standsicherheitseinschätzungen ausgeführt sein, wenn die vorliegenden Kenntnisse über die örtlichen Verhältnisse die Anforderungen an die Eingangsdaten, die für einen Standsicherheitsnachweis im Sinne der Nummer 5.3.2.3 erforderlich sind, nicht erfüllen. Die erforderlichen Standsicherheitsnachweise sind gemäß den Festlegungen von Nummer 5.3.3.2 nachzuholen.
- 5.3.2.2 Für bleibende Böschungen ist ein Standsicherheitsnachweis zu erbringen.
- 5.3.2.3 Standsicherheitsnachweise sind auf der Grundlage von repräsentativen geotechnischen Parametern anzufertigen. Das überwiegende Verwenden von Schätzwerten, Hypothesen und Analogieschlüssen ist unzulässig. Das der Standsicherheitsberechnung zugrunde gelegte Berechnungsmodell muss bei einem Standsicherheitsnachweis auf einen für den betreffenden Standort repräsentativen Aufschluss zurückgeführt werden können.
- Es sind der Standsicherheitskoeffizient von Böschungen und Böschungssystemen in Abhängigkeit von den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen und den technologischen oder gegebenenfalls nutzungsbezogenen Bedingungen, unter Berücksichtigung der Bedeutung gegebenenfalls zu schützender Objekte festzulegen und zu begründen; die Gerätestandicherheit sowie die Tragfähigkeit (Begeh-, Befahrbarkeit, Bauwerkssicherheit et cetera) von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen und Halden ist analog dazu, jedoch entsprechend der technologischen oder nutzungsbezogenen Bedeutung auszuweisen und zu erläutern,
- in Abhängigkeit von der Standdauer die Veränderungen der Grund- oder Oberflächenwasserstände oder korrelierender Faktoren (zum Beispiel Strömungen, Wellenschlag) zu berücksichtigen,
 - sich daraus ableitende Maßnahmen zum Erreichen, Erhalten oder Erhöhen der Standicherheit oder Tragfähigkeit unter Berücksichtigung der technologischen oder nutzungsbezogenen Verhältnisse beziehungsweise Bedingungen zu beurteilen oder vorzugeben.

5.3.3 Standsicherheitseinschätzungen

- 5.3.3.1 Standsicherheitseinschätzungen für Neuaufschlüsse (Böschungsgestaltung, Abbautechnologie et cetera) sind zum Zeitpunkt eines großflächigen Aufschlusses, der für die örtlichen Verhältnisse repräsentative geotechnische Parameter in ausreichendem Umfang zulässt, durch einen Standsicherheitsnachweis im Sinne von Nummer 5.3.1 zu bestätigen. Über eine Ausnahme hiervon und den Umfang entscheidet die Bergbehörde im Rahmen der Betriebsplanverfahren.
- 5.3.3.2 Standsicherheitsberechnungen sind als Standsicherheitseinschätzungen zu kennzeichnen, wenn
- der vorliegende Sach- und Kenntnisstand nicht ausreichend ist, das heißt, dass zum einen der wissenschaftliche Erkenntnisstand nicht genügt, um den zu betrachtenden Fall zutreffend zu modellieren (Modellbildung), oder zum anderen keine repräsentativen geotechnischen Parameter als Eingangsdaten vorliegen und daher
 - überwiegend begründete Schätzwerte und/oder Analogieschlüsse verwendet werden.

5.3.4 Inhaltliche Anforderungen an Standsicherheitsberechnungen für verflüssigungs- und setzungsfließgefährdete Kippenbereiche

- 5.3.4.1 In den Standsicherheitsberechnungen sind die unterschiedlichen Bereiche von Kippen und Kippenböschungen, die gegen ein Verflüssigen oder Setzungsfließen unverdichtet standsicher sind, verdichtet wurden oder noch zu verdichten sind, auszuweisen.
- Wesentlicher Bestandteil ist dabei die Darstellung der verdichteten Bereiche (Stützkörper) und der stabilisierten Bereiche mit ihren geometrischen Abmessungen (Teufe, Breite, Länge, Überdeckung), der Art ihrer Herstellung (Sprengverdichtung, Rütteldruckverdichtung oder Sonderverfahren) und der Verbesserung ihrer Eigenschaften sowie ihrer Besonderheiten.
- Zeitlich verzögerte Komplettierungen der Vorlandsicherung sowie der verdichteten Bereiche an Uferzonen von Tagebaurestlöchern, sogenannte begeh- und befahrbare Bereiche, sind ebenfalls auszuweisen.
- 5.3.4.2 In den Standsicherheitsberechnungen ist der im Rahmen der Durchführung des Abschlussbetriebsplanes erforderliche, mindestens zu erreichende Wert der Lagerungsdichte in Form der ortsabhängigen Dichte ρ als Trockendichte $\rho_{d, \text{erf}}$ auszuweisen.
- Wenn das Ausweisen der Dichte geotechnisch begründet nicht möglich, nicht ausreichend oder nicht zweckmäßig ist, sind die dem maßgebenden Berechnungsfall zugrunde liegenden Festigkeitswerte als wirksame Bruchparameter $(\phi', c')_{\text{erf}}$ anstelle oder zusätzlich zur Dichte auszuweisen und zu begründen.
- 5.3.4.3 In der Standsicherheitsberechnung sind erforderliche Sicherheitslinien, Sicherheitszonen sowie

Sperrbereiche auszuweisen.

5.4 Sachverständige für Böschungen

- 5.4.1 Standsicherheitsberechnungen im Sinne dieser Richtlinie, die im Rahmen bergrechtlicher Zulassungsverfahren eingereicht werden, sind auf Forderung der Bergbehörde durch einen vom Sächsischen Oberbergamt anerkannten Sachverständigen für Böschungen bestätigen zu lassen, sofern sie nicht bereits durch diesen angefertigt worden sind.
- 5.4.2 Der Sachverständige für Böschungen zieht gegebenenfalls zusätzliche Daten und Unterlagen vom auftraggebenden Unternehmen bei, wenn dies für das Erstellen oder Bestätigen von Standsicherheitsberechnungen erforderlich ist.
- 5.4.3 Die Aufgaben, Rechte und Pflichten der Sachverständigen für Böschungen sowie die entsprechenden Anerkennungsvoraussetzungen ergeben sich aus der Richtlinie des Sächsischen Oberbergamtes zur Anerkennung und Tätigkeit von Sachverständigen (Sachverständigenrichtlinie) in der jeweils geltenden Fassung.

6 Geotechnisches Monitoring

6.1 Allgemeines

- 6.1.1 In den hydrogeologischen Berechnungen und Standsicherheitsberechnungen sind Vorgaben oder Empfehlungen zum erforderlichen Überwachungsprogramm und dessen Umfang (Anzahl und Anordnung von Messstellen, Messzyklen et cetera) zu treffen.
- 6.1.2 Das geotechnische Monitoring ist auszuwerten und die vorliegenden Daten sind mit den Ergebnissen, Vorgaben und Prognosen der hydrogeologischen Berechnungen und Standsicherheitsberechnungen regelmäßig zu vergleichen, um Rückschlüsse auf veränderte standsicherheits- oder tragfähigkeitsmindernde hydrogeologische Sachverhalte, mögliche Verschiebungs- und Verformungserscheinungen sowie für die Bemessung von Böschungen und Böschungssystemen ziehen zu können.
Da der Auswertung der Messergebnisse (Messwertveränderungen, Schlussfolgerungen et cetera) eine große Bedeutung zukommt, ist auf Forderung der Bergbehörde die Auswertung gegebenenfalls durch einen vom Sächsischen Oberbergamt anerkannten Sachverständigen durchführen oder bestätigen zu lassen.

6.2 Wasser- und Grundwasserstandsbeobachtungen

- 6.2.1 Die Grund- und Oberflächenwasserstände sowie gegebenenfalls die Strömungsverhältnisse sind messtechnisch zu erfassen und zu überwachen, wenn durch Veränderungen der Wasserstände eine Verringerung der Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen, der Tragfähigkeit von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen oder Halden oder eine Veränderung der Tagesoberfläche in Form von Senkungen, Setzungen und Hebungen zu besorgen ist oder in den Standsicherheitsberechnungen entsprechende Überwachungsmaßnahmen vorgegeben worden sind. Es sind insbesondere die Bereiche von Böschungen, Böschungssystemen und Kippen sowie von zu schützenden Objekten messtechnisch zu erfassen.
- 6.2.2 Für die Überwachung der Grundwasserstände sind den Erfordernissen entsprechend die einzelnen wasserführenden Schichten einschließlich der des Liegenden getrennt zu erfassen.

6.3 Überwachung der Standsicherheit und Tragfähigkeit

- 6.3.1 Zu erwartende oder bereits eingetretene Verschiebungs- und Verformungserscheinungen an Böschungen, Böschungssystemen, Kippenoberflächen und Halden sind messtechnisch zu erfassen und zu überwachen, wenn eine Verringerung der Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen, der Tragfähigkeit von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen oder Halden zu besorgen ist oder in den Standsicherheitsberechnungen entsprechende Überwachungsmaßnahmen vorgegeben worden sind.
- 6.3.2 Für setzungsfließgefährdete Kippenbereiche ist in der Standsicherheitsberechnung der Planungsphase die Art und Weise der Kontrolle und des Nachweises des Verdichtungserfolges in Form der zu ermittelnden Trockendichte $\rho_{d, \text{vorh}}$ oder der zu ermittelnden wirksamen Bruchfestigkeiten $(\varphi', c')_{\text{vorh}}$ festzulegen. In einer abschließenden Standsicherheitsberechnung ist die erfolgreiche Durchführung der Sanierungsmaßnahmen bezüglich Dauerstandsicherheit in Abhängigkeit von der geplanten Folgenutzung zu bewerten und zu bestätigen (Verdichtungsnachweis).
Wenn die Verdichtungsmaßnahmen abgeschlossen sind und der Verdichtungsnachweis vorliegt, dass der erforderliche Wert der Trockendichte ($\rho_{d, \text{vorh}} \geq \rho_{d, \text{erf}}$) oder die Werte der wirksamen Bruchfestigkeiten $[(\varphi', c')_{\text{vorh}} \geq (\varphi', c')_{\text{erf}}]$ erreicht wurden, sind weitere Standsicherheitsberechnungen nicht mehr erforderlich.

7 Inhaltliche Anforderungen an das Risswerk für verflüssigungs- und setzungsfließgefährdete Kippenbereiche

- 7.1 Die in den Nummern 5.3.4 und 6.3.2 genannten Parameter, Abstände, Bereiche und Zonen, soweit bekannt, sowie die Inhalte der hydrogeologischen Berechnungen und Standsicherheitsberechnungen sind gemäß der Markscheider-Bergverordnung, in der jeweils geltenden Fassung, im Risswerk nach § 63 BBergG darzustellen. Dazu ist zum Gewinnungsriss die Führung eines Deckblattes „Setzungsfließsanierung“ erforderlich. Den Darstellungen im Risswerk sind die Normen DIN 21 901 ff., insbesondere die Norm DIN 21 912-2 (Bergmännisches Risswerk - Tagebaue - Teil 2: Sanierung), zugrunde zu legen.
- 7.2 Im Risswerk sind die vollständigen Uferlinien der Gewässer darzustellen und die sich einstellenden Höchst- und Niedrigwasserstände sowie die Überlaufhöhen an den wasserbaulichen Anlagen (Wehre, Überleitbauwerke et cetera) anzugeben.
- 7.3 In das Risswerk ist für gekippte Böschungen Folgendes aufzunehmen:
- Verkippungstechnologie (Versturzrichtung und -art et cetera),
 - Anzahl und Mächtigkeit der Kippscheiben,
 - bisher eingetretene maßgebliche Rutschungen und Rutschungsanzeichen.

Die bei Sicherungsarbeiten eingetretenen maßgeblichen Rutschungen sind gesondert zu kennzeichnen.

8 Geotechnische Sicherheit und Betriebsplan

Hydrogeologische Berechnungen und Standsicherheitsberechnungen sind im Rahmen des Betriebsplanverfahrens anzugeben. Die sich aus den Ergebnissen, Vorgaben und Empfehlungen der Berechnungen ableitenden Maßnahmen sind zur Gewährleistung der in § 55 Abs. 1 und 2 in Verbindung mit § 48 Abs. 2 BBergG bezeichneten Rechtsgüter im jeweiligen Betriebsplan darzustellen und umzusetzen.

9 In-Kraft-Treten, Außer-Kraft-Treten

Diese Richtlinie tritt am Tag nach der Veröffentlichung im Sächsischen Amtsblatt in Kraft. Gleichzeitig treten die [Richtlinie des Sächsischen Oberbergamtes über die geotechnische Sicherheit im Bergbau über Tage \(Richtlinie Geotechnik\)](#) vom 1. August 1997 (SächsABl. S. 769), verlängert durch Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit vom 2. Dezember 2002 (SächsABl. 2003 S. 59), sowie die [Richtlinie des Sächsischen Oberbergamtes zur Gewährleistung der geotechnischen Sicherheit an setzungsfließgefährdeten Kippen \(Richtlinie Setzungsfließen\)](#) vom 21. September 1999 (SächsABl. S. 908) außer Kraft.

Die Richtlinie kann auf der Internetseite der Sächsischen Bergbehörde heruntergeladen werden (www.bergbehoerde.sachsen.de).

Freiberg, den 10. März 2005

Sächsisches Oberbergamt
Prof. Schmidt
Präsident

Anlage 1
(zu Nummer 2)

Begriffsbestimmungen

Böschungen

sind geneigte Flächen, die im übertägigen Bergbau beim Gewinnen, Verkippen oder Aufhalten zwischen zwei Ebenen unterschiedlichen Höhenniveaus entstehen.

Böschungssystem

ist ein aus zwei oder mehreren übereinander angeordneten Böschungen mit den die Böschungen trennenden Ebenen gebildetes System.

Geotechnische Parameter

umfassen die bodenphysikalisch-mechanischen Parameter für das Lockergestein/-gebirge beziehungsweise die petrographisch-felsmechanischen Parameter für das Festgestein und die gebirgsmechanischen Parameter (Merkmale und Parameter des Trennflächengefüges) für das Festgebirge sowie die hydrogeologisch-hydraulischen Parameter eines exakt definierten Bereiches.

Geotechnische Sicherheit

bedeutet Sicherheit gegen Gefahren aufgrund der vorliegenden geologischen, hydrogeologischen und bodenbeziehungsweise gebirgsmechanischen Verhältnissen und Bedingungen in allen Phasen des Aufsuchens und Gewinnens von Rohstoffen und der Wiedernutzbarmachung (Verkippen, Böschungsgestaltung et cetera) unter Beachtung der angewendeten Technologie, der Tagebauentwässerung, des Grundwasserwiederanstieges oder der Flutung. Sie ist Voraussetzung für eine sichere Tagebauführung und die Durchführung von Maßnahmen an/auf Kippen und Halden sowie an Tagebaurestlöchern.

Grundwasserabriegelung

ist das tagebau- und verkippsseitige Fernhalten von Grundwasser durch das Lösen, Fassen, Heben und Ableiten von Grundwasser oder das Aufstauen von Grundwasser durch Anlagen, die hierfür bestimmt oder geeignet sind (zum Beispiel Dichtwände), um das Grundwasser im sogenannten abriegelten Bereich abzusenken und vom offenen Tagebauräum fernzuhalten.

Grundwasserabsenkung

ist das Verringern des Grundwasserstandes durch das Lösen, Fassen, Heben und Ableiten von Grundwasser. Die Grundwasserabsenkung kann flächenhaft in Form von Hydrokatabasen-, Flurabstandsplänen et cetera dargestellt werden.

Grundwasserflurabstand

ist die Differenz zwischen der Lage des Grundwasserspiegels und der Rasensohle (Grundwasserflurabstandspläne).

Hydrokatabasen

sind Linien gleicher Grundwasserstandsdifferenzen zwischen berechnetem stationären Endwasserstand und vorbergbaulichem Grundwasserstand, wobei negative Werte bleibende Grundwassersenkungsbeträge und positive Werte Grundwasseraufhöhungsbeträge, jeweils bezogen auf den vorbergbaulichen Grundwasserstand, darstellen (Hydrokatabasenpläne).

Rutschungen

sind oft von Brüchen begleitete, unterschiedlich schnell kriechende, gleitende, fließende oder kippende last- und schwerkraftbedingte Bewegungen von Locker- oder Felsmassen auf vorgegebenen oder erzwungenen Flächen.

Rutschungsbegünstigende Verhältnisse

umfassen alle Parameter, Verhältnisse und Bedingungen, welche die Standsicherheit einer Böschung oder eines Böschungssystems herabsetzen oder zum Böschungsbruch führen können. Rutschungsbegünstigende Verhältnisse liegen vor, wenn

a) im Lockergestein

- Schichten mit geringer Scherfestigkeit sowie andere geologisch bedingte Schwächezonen auftreten (zum Beispiel quellfähige 3-Schicht-Tonminerale auf vorgegebenen Gleit- oder Schichtflächen) und in Richtung Tagebau einfallen;

- eine hohe Wassersättigung vorliegt, wobei die Gefahr besteht, dass Lockergesteinsteilchen ausgespült werden können (Suffosion);
- Grubenbaue im Böschungsbereich anstehen;
- bei feinsandigem oder bindigem Lockergestein mit hoher Gleichförmigkeit oder mit einem bindigen Anteil von mehr als 30 % die Kippenhöhe 10 m überschreitet;
- Kippen aus Lockergestein mit hohem bindigem oder feinsandigem Anteil und hoher Wassersättigung überkippt werden;
- das Liegende (Kippenaufstandsfläche) in Versturzurichtung einfällt oder eine geringe Scherfestigkeit besitzt;
- die Kippenhöhe beim Überkippen von Böschungen 5 m überschreitet, wobei bei Annäherung der Kippe an die bestehende Böschungskante bereits ab einer Entfernung zwischen fortschreitendem Kippenfuß und bestehender Böschungskante, die der Höhe der Kippe beziehungsweise der Höhe der vorhandenen Böschung entspricht, eine Standsicherheitsgefährdung der vorhandenen Böschung auftreten kann;
- Pfeiler temporärer Stützwirkung (Stützkörper) überkippt werden;
- an Altkippen beziehungsweise an nicht fortlaufend betriebenen Kippen Verkipps-, Erdbau- oder Nebenarbeiten durchgeführt werden;
- geometrisch-stabile Böschungsverhältnisse durch ungünstige (standsicherheitsmindernde) Eingriffe oder böschungsgestaltende Maßnahmen unterschritten oder durch Belastungsänderung (Lasteintrag) destabilisiert werden;

b) **im Festgestein**

- aufgrund der Trennflächenstellung zur Böschung ein bruchbegünstigendes Trennflächengefüge (Klüftung) vorliegt, das heißt
 - Trennflächen, Trennflächenverschnidungslinien oder Gleitkeile vorliegen, deren Einfallrichtung etwa der der Böschung entspricht und deren Einfallswinkel flacher als der Böschungswinkel ist (kritisches Einfallen);
 - Trennflächen, Trennflächenverschnidungslinien oder Gleitkeile vorliegen, aufgrund derer ein Klüftkörpersystem vorhanden ist, bei dem ein Ausknicken oder Kippen von Böschungsfächen oder -blöcken oder eine Bewegung auf Bruchstafeln (Gleiten, Kippen, Knicken, Beulen) zu besorgen ist;
 - häufige Trennflächengefügewechsel (Lage der Raumstellung der Trennflächen) auftreten;
 - latente Trenn-, Grenz- oder Schwächeflächen im Gebirge vorhanden sind (zum Beispiel quellfähige 3-Schicht-Tonminerale auf vorgegebenen Gleit- oder Schichtflächen), deren Einfallrichtung etwa der der Böschung entspricht und deren Einfallswinkel flacher als der Böschungswinkel ist, und/oder wasserführend sind;
- bindige oder feinsandige, tiefgründige Verwitterungs- und Zersatzzonen im Gebirge oder an den Lagerstättengrenzen auftreten;

c) **in allen Gebirgen**

- Anzeichen für Böschungs- und Bodenbewegungen erkannt oder andere Umstände bekannt oder wahrgenommen werden, welche die Standsicherheit oder Tragfähigkeit herabsetzen.

Setzungsließen

ist ein plötzliches Fließen von Böschungen in nicht bindigem, feinsandigem, hochgradig oder völlig wassergesättigtem Lockergestein geringer bis mittlerer Lagerungsdichte infolge äußere Einwirkungen (Erschütterung, plötzliche Belastung et cetera). Dabei tritt ein Gefügezusammenbruch, verbunden mit einer Verflüssigung ein.

Standsicherheit

ist die Sicherheit, die gewährleistet, dass eine Böschung oder ein Böschungssystem nicht zu Bruch geht. Sie resultiert aus dem Verhältnis von Kräften, Momenten oder Spannungen, die im Böschungskörper einem Bruch entgegenwirken, zu Kräften, Momenten oder Spannungen infolge Eigengewichts, äußeren Lasten, Strömungskräften und anderen, die einen Bruch begünstigen beziehungsweise bewirken können. Ihr numerischer Wert wird durch die Größe des Standsicherheitskoeffizienten ausgedrückt.

Tagebaugroßgeräte

sind Tagebaugeräte einschließlich der für ihren unmittelbaren Betrieb benötigten Zusatzgeräte, die mindestens die nachfolgenden Parameter aufweisen:

–	Abraumförderbrücken und Direktversturzkominationen		
–	Eimerkettenbagger und Schaufelradbagger ab einem Eimer- beziehungsweise Schaufelinhalt	von	800 l
–	oder ab einer Dienstmasse	von	1 000 t
–	Absetzer ab einer Auslegerlänge	von	50 m
	oder ab einer Dienstmasse	von	800 t.
Den Tagebaugroßgeräten sind weiterhin zuzuordnen:			
–	Eimerkettenschwenkbagger ab 500 t Dienstmasse		
–	Tagebaugeräte, deren Parameter den oben genannten vergleichbar sind.		

Für die Zuordnung neuer Geräte gilt die Norm DIN 22 261-1 (Bagger, Absetzer und Zusatzgeräte in Braunkohlentagebauen).

Tagebaurestloch

ist ein nach der Gewinnung der festen mineralischen Rohstoffe verbleibender offener Tagebauraum, der von Gewinnungs- und gegebenenfalls Kippenböschungen begrenzt wird.

Tragfähigkeit

ist ein Maß der Belastbarkeit von Arbeitsebenen, Zwischenebenen, Bermen, Rampen, Fahr- und Transporttrassen, Böschungsbereichen allgemein (zum Beispiel Uferbereiche), Kippenoberflächen, die in dieser Richtlinie unter Böschungsbereiche, Kippenoberflächen und Halden zusammengefasst wurden. Sie ist ausschlaggebend für die Begeh- und Befahrbarkeit, Gerätstandsicherheit und Bauwerkssicherheit.

Zu schützende Objekte

sind unter anderem:

Gebäude und Anlagen, die für den ständigen oder zeitweiligen Aufenthalt von Personen bestimmt sind;
öffentliche und betriebliche Verkehrsanlagen, wie Straßen und Bahnlinien;
Ver- und Entsorgungsleitungen;
Vorfluter und andere Gewässer;
Dichtwände;
Sicherheitspfeiler und andere, durch Sicherheitsabstände festgelegte Bereiche;
besonders geschützte Teile von Natur und Landschaft.

Anlage 2 (zu Nummer 4.2)

Rahmengliederung zur Erarbeitung hydrogeologischer Berechnungen

- 1 **Titelblatt**
 - Objekt
 - Unternehmer/Auftraggeber
 - Bearbeiter und Sachverständiger
 - Geltungsbereich und -zeitraum
- 2 **Inhalts- und Anlagenverzeichnis**
- 3 **Literatur- und Quellenverzeichnis, Arbeitsunterlagen**
- 4 **Aufgabenstellung**
- 5 **Beschreibung des Untersuchungsgebietes**
 - 5.1 Morphologie
 - 5.2 Geologie (geologisches Teilmodell)
 - 5.3 Hydrologie (hydrologisches Teilmodell)
- 6 **Hydrogeologische Berechnung**
 - Ermittlung beziehungsweise Berechnung der Wasserhaushaltsgrößen Oberflächenabfluss, bodeninterner (hypodermischer) Abfluss, Speicheränderung, Grundwasserneubildung et cetera (Berechnungsmethodik/Modellbildung)
 - Aufstellen der Wasserbilanzen (Wasserhaushalt, Bodenwasserhaushalt)
 - Einstufung der hydrogeologischen Berechnung als hydrogeologische Einschätzung oder hydrogeologischer Nachweis
- 7 **Auswertung der Ergebnisse der hydrogeologischen Berechnung**
 - Darstellen der direkten Auswirkungen bergbaulicher Eingriffe (→ Grund- und Oberflächenwasserstände, Grundwasserneubildungsrate, bodeninterner Abfluss et cetera)
 - Darstellen der indirekten Auswirkungen bergbaulicher Eingriffe (→ Standsicherheits- und Tragfähigkeitsproblematik, Wasserbeschaffenheit et cetera) und der sich daraus ableitenden hydrologisch-hydrogeologischen Parameter beziehungsweise Vorgaben für die Standsicherheitsberechnungen
 - Bewertung der Auswirkungen hinsichtlich gemeinschädlicher Einwirkungen (Oberflächengewässer einschließlich Vorfluter, Wasserversorgungsanlagen, Grundwasservorratsbasis, geschützte Teile von Natur und Landschaft, land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen, Hochwasser- und Altlastenproblematik et cetera)
- 8 **Schlussfolgerungen – erforderliche Maßnahmen**

Zusammenfassung der maßgebenden Ergebnisse mit Angaben, Schlussfolgerungen und Vorschlägen zu folgenden Sachverhalten

 - 8.1 Grundwasserabsenkung und -abriegelung
 - Vorfeld-, Rand- und Kippenentwässerung mit Brunnenanzahl, Brunnenanordnung, Filterausbildung, Volumenströme, Entwässerungsvorlauf
 - Dichtwände
 - territoriale Grundwasserabsenkung (Reichweite der Grundwasserbeeinflussung)
 - wassergesättigte Kippenauflage, gespanntes Grundwasser im Liegenden
 - 8.2 Grundwasserzufluss (tagebau- und kippenseitig)
 - Volumenstrom des zuzitenden Grundwassers
 - Grundwasseraustritte im Böschungsbereich oder im Liegenden
 - 8.3 Oberflächenentwässerung, Vorflutregelung
 - Volumenstrom des Oberflächenabflusses
 - Wasseransammlungen auf den Bermen, Arbeitsebenen, dem Liegenden

- 8.4 Grubenwasserhebung und -ableitung
 - Volumenströme von Grund- und Oberflächenwasseranteil sind getrennt auszuweisen
- 8.5 Brauchwasserbereitstellung
- 8.6 Wasserbeschaffenheit, Schadstoffmigration
- 8.7 Grundwasserstandsverhältnisse nach Beendigung der bergbaulichen Tätigkeiten
 - Grundwasserwiederanstieg und Fremdflutung einschließlich Prognosen zum Verlauf
 - Grundwasserwiederanstieg im Bereich von Kippe und im anstehenden Gebirge (Hydrokatabasen, Grundwasserflurabstände et cetera)
- 8.8 Hydrogeologisches Monitoring
 - Vorschläge für die Wasser- und Grundwasserstandsbeobachtungen sowie die Überwachung der Flutung (Anzahl und Anordnung von Messstellen, Messzyklen et cetera)
 - Vorschläge für Referenzmessstellen
 - Angaben zur Fortschreibung der hydrogeologischen Einschätzung als hydrogeologischer Nachweis
 - Vorschläge für das hydrochemische Monitoring (Limnologie, Wasserbeschaffenheit; Anzahl und Anordnung von Messstellen, Messzyklen et cetera)

Anlage 3 (zu Nummer 5.3)

Rahmengliederung zur Erarbeitung von Standsicherheitsberechnungen

- 1 Titelblatt**
 - Objekt
 - Unternehmer/Auftraggeber
 - Bearbeiter und Sachverständiger
 - Geltungsbereich und -zeitraum
- 2 Inhalts- und Anlagenverzeichnis**
- 3 Literatur- und Quellenverzeichnis, Arbeitsunterlagen**
- 4 Aufgabenstellung mit**
 - Angaben zum Vorhaben
 - Gründe für eine Standsicherheitsberechnung
 - Angaben zu beachtender Auflagen, Festlegungen sowie hydrogeologischer und technologischer Parameter
 - Zielstellung der Berechnung
- 5 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und der technischen Bedingungen**
- 5.1 Morphologie
- 5.2 Geologie (geologisches Teilmodell)
 - mit Modellbeschreibung Lockergestein/-gebirge (Schichtenaufbau/-folge, Lagerungsverhältnisse, Gleitflächen, bodenmechanische Vorgeschichte et cetera)
 - mit Modellbeschreibung Festgestein/-gebirge (Verwitterungszustand, Spannungszustand, Trennflächen/-gefüge und dessen Merkmale, Grenzflächen et cetera)
- 5.3 Hydrogeologie (hydrogeologisches Teilmodell)
- 5.4 Geotechnik (Boden- und Gebirgsmechanik)
 - Angaben zu den verwendeten geotechnischen Parametern und deren Ermittlung (Feld-, Laboruntersuchungen, et cetera)
 - Berechnungs-/Modellparameter

Modellparameter Lockergestein/-gebirge	Modellparameter – Festgestein
<ul style="list-style-type: none"> • Rohdichte 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohdichte
<ul style="list-style-type: none"> • Wassergehalt, Porenwasserdrücke, Liegendwasserdrücke et cetera 	<ul style="list-style-type: none"> • Porosität Feuchtigkeitsgehalt/ Wasseraufnahme • Scherfestigkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Konsistenz • Lagerungsdichte 	<ul style="list-style-type: none"> • (Wellengeschwindigkeit et cetera)
<ul style="list-style-type: none"> • Scherfestigkeit (Reibungswinkel, Kohäsion) 	Modellparameter – Festgebirge <ul style="list-style-type: none"> • Einfallswinkel/-richtung der Trennflächen
	<ul style="list-style-type: none"> • Trennflächenabstand
	<ul style="list-style-type: none"> • Trennflächenanteil/-häufigkeit
	<ul style="list-style-type: none"> • Kluftkörpervolumen/-gestalt
	<ul style="list-style-type: none"> • Klutfreibungswinkel
	<ul style="list-style-type: none"> • Scherfestigkeit et cetera

- Ergebnisse aus bisherigen Messungen und Überwachungsprogrammen (Monitoring)

5.5 Technologie (technologisches Teilmodell)

- angewendete beziehungsweise vorgegebene Abbau-/Gewinnungstechnologie
- angewendete beziehungsweise vorgegebene Verkippungstechnologie
- Sanierungstechnologie (Verdichtung, Böschungs-/Oberflächengestaltung et cetera)
- Gerätecharakteristika
- sonstige technische und betriebliche Gegebenheiten, Erfahrungen et cetera

5.6 Vorgesehene Nutzung/Nachnutzung

6 **Standsicherheitsberechnung**

- Angaben zum angewandten Berechnungsverfahren
- Darlegen und Erläutern der Standsicherheits- oder Tragfähigkeitsprobleme und der sich daraus ableitenden Berechnungs- und Lastfälle (Berechnungsmethodik/Modellbildung); Begründen der Berechnungs- und Lastfälle

im Lockergestein/-gebirge	im Festgestein/-gebirge
Berechnung nach bodenmechanischen genormten Verfahren (vergleiche auch Norm DIN 4084 – Baugrund, Gelände- und Böschungsbruchberechnungen; Richtlinie Ril 836 der Deutschen Bahn AG – Erdbauwerke planen, bauen und instandhalten), <ul style="list-style-type: none"> • Deterministisch auf der Basis bodenmechanischer Parameter und Variation der Gleitflächen (zum Beispiel nach BISHOP, JANBU oder herkömmlich) und/oder 	Berechnung nach felsmechanischen Verfahren (Verfahren sind nicht genormt), <ul style="list-style-type: none"> • deterministisch auf der Basis der kinematisch möglichen Berechnungsmodelle Gleiten, Kippen, Gleiten und Kippen, Knicken, Beulen und Fallen mittels felsmechanischer Parameter und/oder • probabilistisch auf der Basis der Streuung der felsmechanischen Parameter.
<ul style="list-style-type: none"> • probabilistisch auf der Basis der Berechnung der Bruchwahrscheinlichkeit mittels bodenmechanischer Parameter und ihrer Streuung. 	

- Einstufen der Standsicherheitsberechnung als Standsicherheitseinschätzung oder Standsicherheitsnachweis
- Festlegen und Begründen des Standsicherheitskoeffizienten für die einzelnen Berechnungsfälle

7 **Auswertung der Ergebnisse der Standsicherheitsberechnung**

Interpretieren des Festigkeits-, Verformungs- und Durchlässigkeitsverhaltens

im Lockergestein/-gebirge	im Festgestein/-gebirge
<ul style="list-style-type: none"> • Grundbruch 	<ul style="list-style-type: none"> • Böschungsbruch
<ul style="list-style-type: none"> • Böschungsbruch auf vorgegebener oder erzwungener Gleitfläche 	<ul style="list-style-type: none"> • Böschungfußbruch mit verdeckter Gleitfläche (Grenzfläche)
<ul style="list-style-type: none"> • Setzungsfließen (Fließbrutschung) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Tragfähigkeit von Oberflächen et cetera 	

- Bewertung der angewendeten Abbau- und Verkipfungstechnologie (Gerätstandsicherheit et cetera)
- Bewertung der Standsicherheit von Böschungen und Böschungssystemen
- Bewertung der Tragfähigkeit (Begeh-, Befahrbarkeit, Bauwerkssicherheit et cetera) von Böschungsbereichen, Kippenoberflächen et cetera
- Bewertung der Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und besonders zu schützender Objekte

8 Schlussfolgerungen – erforderliche Maßnahmen

Zusammenfassung der maßgebenden Ergebnisse mit Schlussfolgerungen und gegebenenfalls Vorschlägen

- zur angewendeten beziehungsweise vorgegebenen Abbau- und Verkipfungstechnologie,
- zur Bemessung und Gestaltung von Böschungen und Böschungssystemen,
- zur Sicherung und Gestaltung von Kippen/-oberflächen und Halden,
- zu sonstigen Sicherungsmaßnahmen,
- zu Verhaltensanforderungen (Begeh- und Befahrbarkeit, Belastung et cetera),
- zur Fortschreibung der Standsicherheitseinschätzung als Standsicherheitsnachweis,
- für das geotechnische Monitoring (Messprogramm/-verfahren, Messprofile, Anordnung von Messpunkten, Vorschläge für Referenzmesspunkte et cetera).

Anlage 4

1 DIN 21 912 wird demnächst in überarbeiteter Form als DIN 21 912 Teil 1 erscheinen.

Außer Kraft gesetzt

Bekanntmachung des Sächsischen Oberbergamtes über den Erlass der Richtlinie für den Betrieb von Besucherbergwerken und Besucherhöhlen, den Erlass der Richtlinie zur Anerkennung von Sachverständigen sowie über die Aufhebung weiterer Richtlinien

vom 6. September 2009 (SächsABl. S. 1651)