

**Leitfaden des Landesbergamtes für Bergbau, Energie und Geologie**  
**des Landes Niedersachsen**  
**für das Verwahren von Tagesschächten**  
(Stand: 19.12.2007)

**Inhaltsübersicht**

1. Allgemeines
    - 1.1 Rechtsgrundlagen und Anwendungsbereich
    - 1.2 Begriffsbestimmungen
  2. Verfahrensweise bei der Verwahrung von Tagesschächten
    - 2.1 Ermittlung des Ist-Zustandes
      - 2.1.1 Auswertung von Unterlagen
      - 2.1.2 Weiterführende Untersuchungen
      - 2.1.3 Situation an der Tagesoberfläche
    - 2.2 Ableitung der Verwahrungsziele
    - 2.3 Planung der Verwahrungsmaßnahmen
      - 2.3.1 Festlegung der Verwahrungsart und des Verfüllumfangs
      - 2.3.2 Auswahl des Füllgutes
    - 2.4 Auswahl des Einbringverfahrens
    - 2.5 Gefahrenbereich
  3. Qualitätssicherung
  4. Maßnahmen nach Abschluss der Verfüllung
  5. Verwahrungsdokumentation
  6. Betriebsplanverfahren
  7. Beendigung der Bergaufsicht
- Anhang 1: Allgemeine Anforderungen an die dauerhafte Verwahrung von Schächten
1. Grundsätzliche Anforderungen
  2. Verwahrungsart
  3. Sicherung der Füllsäule gegen Auslaufen
  4. Füllgut
    - 4.1 Überwachung des Füllgutes
    - 4.2 Überwachung des Füllstandes
  5. Einbringverfahren
  6. Sicherung der Tagesoberfläche
- Anhang 2: Weitergehende Anforderungen an eine langzeitsichere Schachtverwahrung
1. Einleitung
  2. Anforderungen
  3. Grundsätze für die Auslegung
  4. Durchführung der Verwahrungsarbeiten
    - 4.1 Vorbereitende Maßnahmen

## 4.2 Füllgut

### Anhang 3: Anforderungen an eine dauerhafte Schachtverwahrung im Steinkohlebergbau

1. Einleitung
2. Anforderungen
- 3 Füllgut
4. Wettertechnische Maßnahmen
  - 4.1 Ermittlung des Ausgasungsverhaltens
  - 4.2 Behandlung der Schachtabgänge
  - 4.3 Vorsorge hinsichtlich des Ausgasens verfüllter Schächte
  - 4.4 Maßnahmen zur Beschränkung etwaiger Explosionsauswirkungen
  - 4.5 Vorbeugende Maßnahmen
  - 4.6 Maßnahmen während der Verfüllung
    - 4.6.1 Stetiges Verstürzen großer Füllgutmengen
    - 4.6.2 Messtechnische Maßnahmen
    - 4.6.3 Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre
  - 4.7 Maßnahmen bei Ausgasungen an der Tagesoberfläche

### Anhang 4: Maßnahmen zur Sanierung nicht dauerhaft verwahrter Schächte

1. Sanierung des Schachtkopfes
2. Sanierung der Füllsäule
3. Maßnahmen bei Ausgasungen an der Tagesoberfläche

## 1. Allgemeines

### 1.1 Rechtsgrundlagen und Anwendungsbereich

Zur Erfüllung der Anforderungen des § 55 Absatz 1 Satz 1 Ziffer 5 und Abs. 2 Ziffer 1 BBergG sind Tagesschächte, die abgeworfen bzw. nicht mehr befahren werden und deren sicherheitlich ordnungsgemäßer Zustand nicht mehr erhalten wird, zu verwahren.

Dieser Leitfaden richtet sich an Unternehmer, die Schachtverwahrungsmaßnahmen planen, und an die Bergbehörde als Richtschnur für die Behandlung von Betriebsplänen.

Der Leitfaden enthält Hinweise und beschreibt Verfahrenswege für die Abarbeitung von Projekten zur Verwahrung von Schächten. In den Anhängen 1 bis 3 sind Anforderungen zusammengefasst, die aus Sicht der Bergbehörde bei herkömmlichen Verwahrungen bzw. Verwahrungen mit höheren Ansprüchen gestellt werden.

Der Leitfaden kann auch bei Verwahrungsmaßnahmen und zur Gefahrenabwehr im Altbergbau zum Anhalt genommen werden, soweit die Bestimmungen einschlägig sind.

Im Anhang 4 sind Maßnahmen zusammengestellt, die einer Verbesserung der Sicherheit an nicht dauerhaft verwahrten Tagesschächten dienen können.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

**Auflager für die Schachtabdeckung** ist der Teil des Schachtausbaus oder des den Schachtausbau umgebenden Baugrundes, in welchem durch die Schachtabdeckung eingeleitete Kräfte wirksam sind oder wirksam werden sollen.

**Dauerhaft** bedeutet nach gegenwärtigem Erkenntnisstand eine über die Haltbarkeit von Bauwerken hinausgehende Sicherung zur Verhinderung von Gefahren aus dem Schacht.

**Füllgut** ist das zum Verfüllen des Schachtes, einschließlich seiner untertägigen Abgänge benutzte Material.

**Füllsäule** ist die Gesamtheit des in den Schachthohlraum und damit unmittelbar verbundene Abgänge (z.B. Füllörter) eingebrachten Füllguts.

**Gefahrenbereich** ist der Bereich, in dem während der Verwahrung Schutzmaßnahmen aus arbeitssicherheitlichen Gründen erforderlich sind.

**Kohäsiver Füllsäulenabschnitt** ist ein Schachtabschnitt mit hydraulisch abbindendem, standfestem, nicht auswaschbarem, z.B. zementgebundenem Material, der die durch die jeweiligen Beanspruchungszustände hervorgerufenen Belastungen auf den Schachtausbau und das Gebirge dauerhaft überträgt.

**Langzeitsicher** ist eine Verwahrung, wenn sie über sehr lange Zeiträume verhindert, dass es zu einer Beeinträchtigung der Biosphäre kommen kann.

**Sachverständig** i. S. dieses Leitfadens sind Personen, die für das Tätigkeitsfeld über eine einschlägige Ausbildung, ausgeprägte Fachkenntnisse, praktische Erfahrungen sowie die Fähigkeit Gutachten zu erstellen, verfügen.

**Schachtabdeckung** ist eine bauliche Anlage zum Abschluss der Schachtöffnung im Bereich der Tagesoberfläche.

**Schachtabgänge** sind Grubenbaue, die den Schacht mit dem Grubengebäude verbinden (z. B. Füllörter, Seil-, Rohr-, Kabel- und Wetterkanäle).

Nicht als Schachtabgänge im Sinne dieses Leitfadens gelten Grubenbaue, in die wegen ihrer geringen Abmessungen keine nennenswerten Verfüllmassen abfließen können.

**Schachtpfropfen** sind Widerlager bei einer Teilverfüllung des Schachtes. Sie können auch als Sonderform der Teilverfüllung in Betracht kommen.

**Schachtverschlüsse** dienen zum Abdichten von Grubenhohlräumen gegen das Grundwasser und die Biosphäre. Schachtverschlüsse können in einem oder mehreren Abschnitten eingebaut werden oder die gesamte Füllsäule eines Schachtes umfassen.

**Sicherheitszone** ist der Bereich an der Tagesoberfläche, in dem nach Abschluss der Verwahrung gemäß den Anforderungen dieses Leitfadens Gefährdungen durch Senkungen, Setzungen, Einsturz oder Ausgasung nicht vollständig ausgeschlossen werden können.

**Standfestes Gebirge** liegt vor, wenn das Gebirge in der Lage ist, die auftretenden Lasten dauerhaft ohne nachteilige Wirkungen auf die Gebirgseigenschaften zu tragen.

**Verwahrung** umfasst alle Maßnahmen, die zur Herstellung eines dauerhaft sicheren Zustands des Schachtes erforderlich sind.

**Widerlager** für das Füllgut im Schacht sind das anstehende Gebirge oder Massiv- bzw. Erdbauwerke aus Mauerwerk, Beton, Füllgut oder Bruchhaufwerk, an denen sich das Füllgut und ggf. Kräfte aus zusätzlichen Belastungen (z.B. die Wassersäule) im Schacht oder in den Schachtabgängen abstützt bzw. abstützen soll.

## **2.      Verfahrensweise bei der Verwahrung von Schächten**

### **2.1     Ermittlung des Ist-Zustandes**

Die Ermittlung des Ist-Zustands hat das Ziel, die Verhältnisse des zu verwahrenden Schachtes zu untersuchen, damit nachfolgend die Art der Verwahrung abgestimmt auf die vorliegenden Verhältnisse festgelegt werden kann.

Angrenzende und benachbarte Grubenbaue und Hohlräume sind in die Ermittlungen einzu beziehen. Nachfolgende Abstände zur Schachtkontur können bei der Betrachtung zum Anhalt genommen werden:

- Braunkohlen-, Steinkohlen-, Kaolin- und Erzbergbau (sedimentär) 20 m
- Erzbergbau (magmatisch) 10 m
- Salzbergbau 50 m

Liegen Schwächungen des Gebirges durch Abbaueinwirkungen oder hohen Durchbauungsgrad vor, ist der v. g. Betrachtungsbereich ggf. höher anzusetzen.

### 2.1.1 Auswertung von Unterlagen

Im ersten Schritt sind vom Unternehmer alle Aufzeichnungen über den Schacht, die Einfluss auf die Planung der Verwahrung haben können, auszuwerten. Dazu gehören insbesondere:

- Markscheiderische Unterlagen

Bezeichnung der Schachanlage, Lage (einschließlich Koordinaten), Höhenangaben (Niveau der Rasensohle, Teufen der Schachtabgänge und des Schachttiefsten), Querschnitt, Einfallen bei nicht seigeren Schächten, benachbarte Grubenbaue und ggf. deren Schachtanschlüsse; Abbau in Schachtnähe.

Die risslichen Unterlagen sollten mindestens den Tageriss, Schachtscheiben und Schachtprofile sowie Darstellungen der Grubenbaue bis zu den in 2.1 festgelegten Abständen umfassen.

- Technische Unterlagen

Beschreibungen und zeichnerische Darstellungen über Schachtausbau, Einbauten, Förderanlagen, Befahrbarkeit und nutzbare Wasserhaltungen, frühere Nutzungen, Schäden mit Auswirkungen auf die Standsicherheit des Schachtes, frühere Verwahrungsmaßnahmen.

- Geologie

Darstellung der geologischen Verhältnisse auf der Grundlage eines Schichtenverzeichnisses (Schachtprofil).

- Hydrologie/Hydrogeologie

Informationen zu den Grundwasserverhältnissen (vorbergbaulich und während der Bergbauphase) sowie Menge, Herkunft und Beschaffenheit (z.B. Betonaggressivität) der dem Schacht zusitzenden Wässer.

### 2.1.2 Weiterführende Untersuchungen

Soweit die Auswertung der Unterlagen keine ausreichenden Erkenntnisse erbracht haben, sind zusätzliche Untersuchungen durchzuführen. Dazu können u. a. geeignet sein:

- Befahrungen

- Kamerabefahrungen
- Bohrungen
- Messungen
- Nachkartierungen
- Geotechnische Untersuchungen
- Hydrologische Untersuchungen

### **2.1.3 Situation an der Tagesoberfläche**

Die Situation an der Tagesoberfläche ist im Hinblick auf den Schutz der Oberfläche im Interesse der persönlichen Sicherheit und des öffentlichen Verkehrs darzustellen. Insbesondere gehören dazu Infrastruktureinrichtungen, bauliche Anlagen, Schutzgebiete, Vorfluter und zu schützende Objekte. Die Eigentumsverhältnisse und bestehende Nutzungsrechte betroffener Grundstücke sind zu ermitteln.

## **2.2 Ableitung der Verwahrungsziele**

Auf der Grundlage der Erkenntnisse aus der Ermittlung des Ist-Zustands sind Ziele für die Verwahrung abzuleiten, um die in § 53 Abs. 1 i. V. m. § 55 BBergG festgelegten allgemeinen Anforderungen zu erreichen. Insbesondere sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Sicherung der Tagesoberfläche im Hinblick auf die Folgenutzung (Abstand zu baulichen Anlagen und Infrastruktureinrichtungen, Gewährleistung der Standsicherheit des Schachtes),
- Sicherung gegen Zutritt/Austritt von gefährdenden Stoffen in das oder aus dem Grubengebäude (z. B. Grubengas, Wasserzutritt im Salz, kontaminierte Wässer, Sauerwasser),
- Schutz des Grundwassers (Erhaltung der Grundwasserstockwerke in ihrer Funktionalität),
- Schutz der Lagerstätte,
- Schutz anderer Bergbaubetriebe.

## **2.3 Planung der Verwahrungsmaßnahmen**

Die Schachtverwahrung ist auf der Grundlage der nach 2.2. ermittelten Ziele nach dem Stand der Technik zu planen. Bei der Planung sind die sich einstellenden hydrologischen Verhältnisse während und nach der Verwahrung des Schachtes und ggf. Flutung der Grube zu berücksichtigen sowie die in Anhang 1 festgelegten allgemeinen Anforderungen zu beachten.

Erfordern die Verwahrungsziele einen langzeitsicheren Verschluss des Schachtes, sind zusätzlich die in Anhang 2 enthaltenen weitergehenden Anforderungen zu beachten.

Besondere Anforderungen an die Verwahrung von Tagesschächten des Steinkohlebergbaus sind im Anhang 3 enthalten.

Maßnahmen zur Sanierung nicht dauerhaft verwahrter Schächte sind in Anhang 4 dargestellt.

Sind Messungen oder Probenahmen auch nach Abschluss der Verwahrung erforderlich, müssen bei der Planung die hierfür notwendigen Einrichtungen (z.B. Rohrleitungen für Lotungen) berücksichtigt werden.

Soll von den festgelegten Anforderungen abgewichen werden, ist nachzuweisen, wie die geforderte Sicherheit auf andere Weise gewährleistet wird.

### **2.3.1 Festlegung der Verwahrungsart und des Verfüllumfangs**

Zu verwahrende Tagesschächte können in Abhängigkeit von den bergbaulichen und geotechnischen Gegebenheiten und den festgelegten Verwahrungszielen vollständig oder teilweise verfüllt werden. Grundsätzlich ist eine Vollverfüllung zu bevorzugen.

Teilverfüllungen können in Frage kommen, wenn tiefere Abschnitte des Schachtes nicht mehr zugänglich sind oder wenn z. B. die Abführung von Grubengas oder Wasser eine Vollverfüllung nicht ratsam erscheinen lassen.

Schachtpropfen können eingebaut werden, wenn das Gebirge ausreichende Standfestigkeit aufweist oder aus technischen Gründen eine weitergehende Verfüllung nicht zu realisieren ist.

### **2.3.2 Auswahl des Füllgutes**

Beim Füllgut sind die in Abb. 1 dargestellten, grundlegenden Eigenschaften zu unterscheiden.

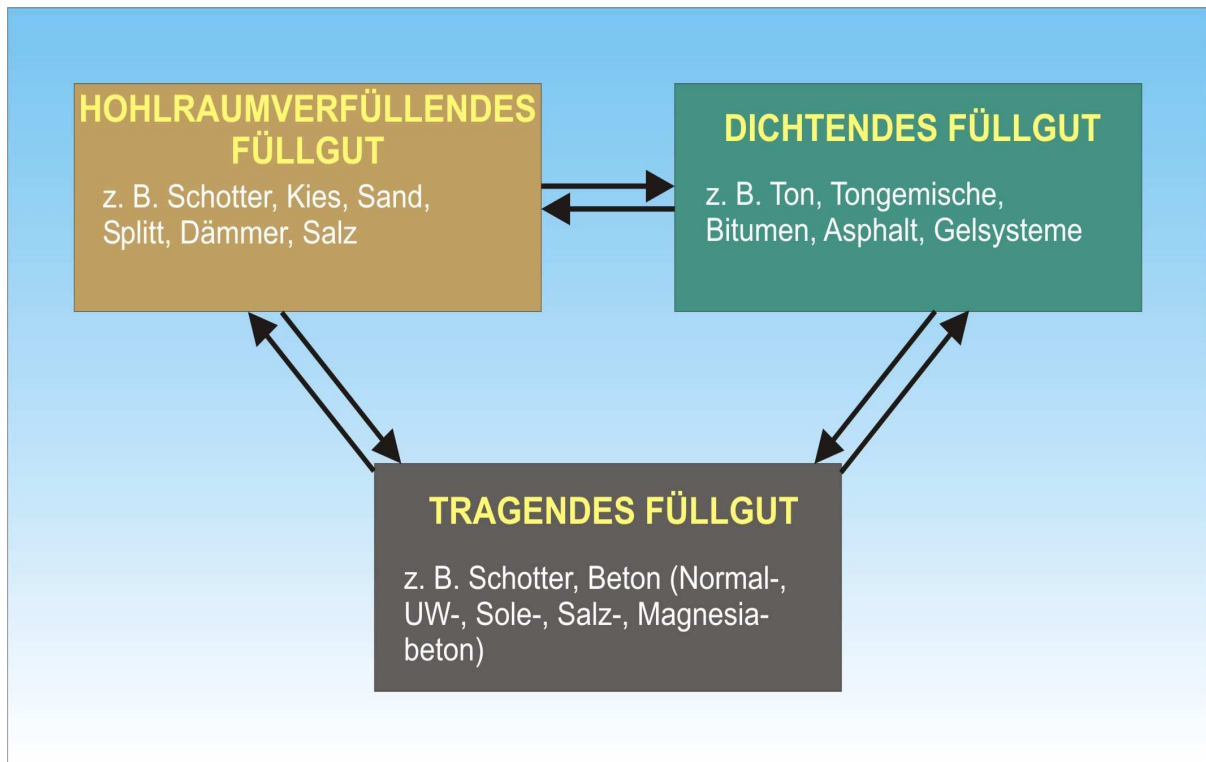


Abb. 1: Eigenschaften von Füllgut

- **Tragendes Füllgut**

Tragendes Füllgut muss neben seiner Hohlräumverfüllenden Eigenschaft lagestabil sein und die auftretenden Kräfte ableiten können.

Als tragendes Füllgut haben sich nach gegenwärtigem Kenntnisstand Hartgesteinschotter und hydraulisch abbindendes Füllgut bewährt.

- **Hohlräumverfüllendes Füllgut**

Hohlräumverfüllendes Füllgut dient lediglich der vollständigen Ausfüllung von Schachthohlräumen. Es muss nicht zwingend lagestabil sein.

- **Dichtendes Füllgut**

Dichtendes Füllgut verhindert den Stoffaustausch bzw. -transport.

## 2.4 Auswahl des Einbringverfahrens

Zur Einbringung des Verfüllgutes stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Bei der Auswahl des Verfahrens steht der Gesichtspunkt im Vordergrund, Brückenbildung, Schattenbildungen unter/hinter Einbauten zu vermeiden und die geforderte Qualität des Füllguts am Einbauort zu erreichen.

- **Freies Verstärzen**

Das freie Verstärzen kommt nur in Betracht, wenn keine Gefahr einer Brückenbildung im Schacht besteht. Andernfalls ist das Rauben aller den freien Fall behindernden Einbau-



ten erforderlich.

- Einbringen über Rohrleitung

Bestehen z. B. aus Gründen vorhandener Ein- und Ausbauten Bedenken gegen freies Verstrüzen, so muss das Verfüllgut schonend z. B. über Rohrleitungen eingebracht werden. Die verbleibende Verstrüzhöhe ist in Abhängigkeit von den zu schonenden Ein- und Ausbauten und von der Korngröße des Verfüllgutes festzulegen. Der Rohrdurchmesser ist in Abhängigkeit von der Korngröße zu bestimmen.

- Einbringen mit diskontinuierlich arbeitenden Verfahren

Das schonende Einbringen von Verfüllgut kann bei vorhandener Schachtförderanlage mittels Skip oder Kübel mit Bodenentleerung erfolgen.

Das Einbringverfahren ist so zu wählen, dass die geforderte Qualität des Füllguts am Einbauort gewährleistet bleibt.

Die Verfüllgeschwindigkeit ist bei kohäsiven Füllsäulen oder Schachtpfropfen so zu wählen, dass die Tragfähigkeit der bisher eingebrachten Füllsäule erhalten bleibt.

## **2.5 Gefahrenbereich**

Während der Verfüllarbeiten ist um den Schacht ein ausreichender Gefahrenbereich abzusperren. Er sollte wenigstens den Bereich von 20 m um den Schacht sowie das Schachtgebäude umfassen, wenn nicht zuvor anders bestimmt. Bei der Festlegung dieses Bereiches sind auch Gefahren durch möglicherweise austretende Gase zu berücksichtigen. Die Arbeiten im Gefahrenbereich sind gefährliche Arbeiten i. S. der ABBergV.

## **3. Qualitätssicherung**

Der Umfang der erforderlichen Maßnahmen zur Qualitätssicherung sowie die Begleitung der Gesamtmaßnahme sind im Einzelfall ggf. unter Hinzuziehung eines Sachverständigen festzulegen. Mindestens sind folgende Punkte zu überwachen:

- Übereinstimmung des Füllgutes mit den Anforderungen
- Füllstandsüberwachung
- Volumen des eingebrachten Füllgutes

Bei der Verwendung von kohäsivem Füllgut müssen vor dem Einbringen mindestens nachgewiesen werden:

- die geforderte Festigkeit,
- das Schwindverhalten,
- das Ausbreitmaß für die einzelnen Mischungen,
- Art, Festigkeitsklasse und Menge des Bindemittels,
- Herkunft und Sieblinie der Zuschlagstoffe,

- ggf. Art und Menge des zugesetzten Kornanteils < 0,06 mm und/oder verwendeter Additive,
- die Umweltverträglichkeit,
- dass das Füllgut nicht zur Bildung von Gasen in gefährlichen Konzentrationen neigt.

Weitergehende Anforderungen sind in den Anhängen 1-3 festgelegt.

#### **4. Maßnahmen nach Abschluss der Verfüllung**

Die Maßnahmen nach Abschluss der Verfüllung richten sich im Wesentlichen darauf, die Tagesoberfläche so herzurichten, dass eine sichere Folgenutzung gewährleistet ist. Zu diesen Maßnahmen gehören insbesondere:

- Abdecken  
Zum Abdecken von Tagesschächten kommen üblicherweise Platten aus Stahlbeton zur Anwendung. Der Schachtausbau kann als Auflager für die Schachtabdeckung dienen, wenn seine Standsicherheit örtlich untersucht und rechnerisch nachgewiesen ist. Eine Abdeckung kann entfallen, wenn der Schacht kohäsiv verfüllt ist (siehe Anhang 1 Nr. 6).
- Kennzeichnung  
Die Lage der Tagesöffnung ist in geeigneter Weise dauerhaft zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung soll den Namen, die Lage des Mittelpunktes, die lichte Weite, die Teufe des Schachtes und die zulässige Belastung der Abdeckplatte angeben.
- Festlegen einer Sicherheitszone  
Die Festlegung einer Sicherheitszone kann notwendig sein, z. B.
  - zur Abwehr von Explosions- und Gesundheitsgefahren bei Ausgasungen,
  - um unzuträgliche Belastungen bei baulicher Inanspruchnahme der nahen Umgebung auszuschließen.

Die Größe der Sicherheitszone muss sich nach den Verhältnissen im Einzelfall richten.

- Abführung von Gasen und/oder Wasser  
Ist mit einem Austritt von Gasen und/oder Wasser aus dem Schacht zu rechnen, sind Vorkehrungen zur gefahrlosen Abführung vorzusehen.
- Erhaltung der Zugänglichkeit zur Schachtparzelle  
Soweit nach Abschluss der Verwahrung Kontrollen (z.B. Füll-, Wasserstand, Ausgasung) oder Maßnahmen (z.B. Nachverfüllung) erforderlich sind, muss die Schachtparzelle zugänglich bleiben.
- Festlegung von Kontrollfristen und –umfang  
Der verfüllte und abgedeckte Schacht ist auf das Nachsacken der Füllsäule sowie auf das Austreten schädlicher Gase zu überprüfen. Die Überprüfungen sollen durch fach-

kundige Personen erfolgen. Die Fristen müssen sich nach den Gegebenheiten im Einzelfall richten.

Wesentlicher Gesichtspunkt bei Kontrollen sollten auch Veränderungen der Nutzung im Umfeld des Schachtes, z. B. durch bauliche Anlagen, sein.

- **Nachverfüllungen**

Es ist festzulegen, bei welchen Setzungsbeträgen der Füllsäule nachzufüllen ist. Bei auftretenden Gasen ist darauf zu achten, dass Hohlräume zwischen Füllgut und Abdeckplatte auch im Hinblick auf das Ansammeln eines explosionsfähigen Methan-Luft-Gemisches so klein wie möglich gehalten werden.

## **5. Verwahrungsdokumentation**

Über die Verwahrung ist eine Dokumentation anzufertigen und der zuständigen Bergbehörde zu übergeben. Die Dokumentation muss mindestens folgende Unterlagen enthalten:

- Gesamtprojekt inkl. rechtlicher Rahmenbedingungen sowie Zielvorgaben,
- Zustand des Schachtes und des relevanten Schachtumfeldes vor dem Beginn der Verwahrung,
- Zustand des Schachtes und des relevanten Schachtumfeldes nach der Herrichtung zur Verfüllung inkl. der durchgeführten Arbeitsschritte und der ausführenden Firmen,
- Zustand des Schachtes und des relevanten Schachtumfeldes nach der Verwahrung inkl. der durchgeführten Arbeitsschritte und der ausführenden Firmen,
- textliche Erläuterung der Verwahrungsmaßnahmen mit dem Ergebnis der Ermittlung eines evtl. verbleibenden Gefährdungsbereiches,
- zeichnerische Darstellungen (Lageplan mit Darstellung des Schachtes, Schachtprofil mit Aufbau der Verfüllung, ggf. Gefährdungsbereich)
- Mengennachweise,
- Nachweis der qualitätsgerechten Ausführung der Verwahrung,
- Fotodokumentation.

## **6. Betriebsplanverfahren**

Vor Beginn der Verwahrung eines Schachtes ist der zuständigen Behörde ein Betriebsplan vorzulegen. Dem Betriebsplan sind die notwendigen Unterlagen beizufügen, aus denen die zuständige Behörde erkennen kann, wie die Bestimmungen dieses Leitfadens umgesetzt werden und die in den Anhängen 1 bis 3 festgelegten Anforderungen eingehalten werden.

## **7. Beendigung der Bergaufsicht**

Die Bergaufsicht endet, wenn die Maßnahmen des Betriebsplanes für die Verwahrung des Schachtes vollzogen sind, das Abschlussbetriebsplanverfahren durchgeführt ist und die Vor-

aussetzungen des § 69 Abs. 2 BBergG erfüllt sind.

Der Beendigung der Bergaufsicht können Gefährdungen entgegen stehen, die sich z. B. durch

- Nachsackungen der Füllsäule,
- Wasseraustritte oder
- Ausgasungen

ergeben.

Sind Entgasungseinrichtungen an verwahrten Schächten notwendig, verbleiben diese Einrichtungen als bergbauliche Einrichtungen unter Bergaufsicht, bis Gefahren oder Einwirkungen im Sinne des § 69 Abs. 2 BBergG nicht mehr zu erwarten sind.

Nach Durchführung der Maßnahmen des Abschlussbetriebsplanes empfiehlt sich eine gemeinsame Abschlussbefahrung mit Vertretern der nachfolgend zuständigen Ordnungsbehörden.

## Allgemeine Anforderungen an die dauerhafte Verwahrung von Schächten

### 1. Grundsätzliche Anforderungen

- Tagesschächte müssen so verwahrt werden, dass die Sicherheit an der Tagesoberfläche dauerhaft gewährleistet wird.
- Verwahrungen müssen gewährleisten, dass keine nachteiligen Beeinflussungen durch Stoffein- oder -austräge in bzw. aus dem Grubengebäude zu einer Schädigung der Umwelt führen.
- Schächte im standfesten Gebirge können voll- oder teilverfüllt werden.
- Alle übrigen Schächte müssen grundsätzlich voll verfüllt werden.
- Aus Abschnitten von Schächten, die verfüllt werden sollen, müssen sämtliche Einbauten entfernt werden, wenn sie das zu erreichende Verwahrungsziel beeinträchtigen können.
- Grundsätzlich sind Verwahrungen im trockenen Schacht durchzuführen.
- Die Füllsäule muss bis zur Tagesoberfläche reichen.
- Wasserzuflüsse in den Schacht sind ggf. abzudichten oder zu fassen und abzuleiten, wenn das angestrebte Verwahrungsziel beeinträchtigt werden könnte.
- Eine Beurteilung des Schachtes hinsichtlich einer möglichen Explosionsgefahr muss bereits vor Beginn der Verwahrung erfolgen. Falls eine solche Gefahr nicht ausgeschlossen werden kann, sind die erforderlichen Maßnahmen (z.B. messtechnische Überwachung, Inertisierung o.ä.) abgestimmt auf den Einzelfall zu treffen.

### 2. Verwahrungsart

- **Vollverfüllung**  
Die Vollverfüllung erfolgt vom Schachttiefsten bis zur Tagesoberfläche. Dabei dürfen keine Unterbrechungen in der Füllsäule verbleiben.
- **Teilverfüllung**
  - Kohäsive Teilverfüllungen dürfen nur eingebaut werden, wenn ein ausreichender kraftschlüssiger Verbund zwischen Schachtausbau und Gebirge nachgewiesen ist.
  - Für die Herstellung definierter Verhältnisse im lastabtragenden Bereich (Widerlager/Startbereich) kohäsiver Füllsäulenabschnitte sind sämtliche Schachteinbauten vollständig zu entfernen.

- Als temporäres Widerlager für kohäsive Teilfüllsäulen können auch Lockermassenfüllsäulen genutzt werden, an die keine Anforderungen an die Dauerstandsisicherheit zu stellen sind. In solchen Fällen muss sichergestellt sein, dass Personen bei einem plötzlichen Abgehen der Lockermassen nicht gefährdet werden.
- Bei der Verwendung von verlorenen Schalungsbühnen ist deren Tragfähigkeit statisch nachzuweisen.
- Erforderliche Wasserwegsamkeiten dürfen nicht zugesetzt werden.
- Die Standsicherheit von kohäsiven Füllsäulenabschnitten, die statischen Anforderungen genügen müssen, ist durch eine gutachterliche Stellungnahme von einem Sachverständigen nachzuweisen.
- Füllsäulenabschnitte im Bereich von nicht nachweisbar mit dem Gebirge verbundenen Schachtausbauelementen (z. B. Tübbingausbau) dürfen nicht als tragfähige Füllsäulenabschnitte berücksichtigt werden.
- Besondere Verfüllmaßnahmen
  - Schachtpropfen müssen formschlüssig ausgeführt werden.
  - Schachtpropfen müssen mindestens eine dem größten freitragenden Durchmesser entsprechende Höhe aufweisen.

### **3. Sicherung der Füllsäule gegen Auslaufen**

- Bei Verfüllungen mit Lockermaterialien sind Schachtabgänge abhängig vom eingesetzten Verfüllgut auf solcher Länge zu verfüllen, dass ein Auslaufen der Füllsäule auch unter Einfluss von Feuchtigkeit oder Wasser sicher verhindert wird.
- Die Firste des Füllorts muss dabei mindestens auf einer der Höhe des Füllorts entsprechenden Länge unterfangen werden.
- Bei Vollverfüllungen mit geschichteten Füllsäulen sind im Bereich von Schachtabgängen tragende Füllsäulenabschnitte von ausreichender Länge einzubringen.

### **4. Füllgut**

- Füllgut muss
  - den statischen Erfordernissen entsprechende Festigkeiten aufweisen,
  - volumenbeständig sein,
  - gegen chemische und physikalische Einwirkungen am Einbauort beständig sein.
- Kennzeichnungspflichtige Baustoffe, die auf die unter Tage beschäftigten Personen einwirken können, müssen nach der Bergverordnung zum gesundheitlichen Schutz der Beschäftigten (Gesundheitsschutz-Bergverordnung - GesBergV) zugelassen sein.
- Hydraulisch abbindendes Füllgut muss so beschaffen sein, dass es im Schacht verbleibende Einbauten umschließt. Es darf sich beim freien Fall im Schacht nicht

entmischen. Die Eignung der Zuschlagstoffe ist unter Berücksichtigung der Einbringtechnik nachzuweisen.

- Vom Füllgut dürfen keine umweltschädigenden Wirkungen ausgehen und gefährliche Stoffe, z. B. Wasserstoff, freigesetzt werden.
- Das Füllgut darf nicht zur Selbstentzündung neigen, entzündlich, explosionsgefährlich, explosionsfähig oder brandfördernd sein.

#### **4.1 Überwachung des Füllgutes**

Beim Einbringen von hydraulisch abbindendem Füllgut ist jeweils alle 500 m<sup>3</sup> Füllgutmenge eine Serie von Proben herzustellen und entsprechend der geforderten Festigkeit zu untersuchen. Alle weiteren Eigenschaften sind gemäß Nr. 3 des Leitfadens zu untersuchen. Die Güteüberwachung des Füllgutes ist von einem Sachverständigen durchzuführen.

Vom Unternehmer sind Rückstellproben des Füllgutes zu nehmen und mindestens bis zur bergbehördlichen Prüfung des Nachweises der ordnungsgemäßen Verfüllung aufzubewahren.

#### **4.2 Überwachung des Füllstandes**

Während der Verfüllarbeiten ist die Übereinstimmung des Füllstandes im Schacht mit den zugeführten Füllmengen durch Vergleich der zugeführten und der erforderlichen Füllgutmengen zu überwachen.

Das Messen des Füllstandes soll Brücken- und Hohlräumbildungen im Schacht frühzeitig erkennen lassen und soll nach dem Verfüllen von jeweils höchstens 50 m Schachtsäule, mindestens jedoch arbeitstäglich, erfolgen.

Werden die Verfüllarbeiten um mehr als 24 Stunden unterbrochen, so ist vor der Fortsetzung der Verfüllarbeiten der Füllstand erneut zu messen.

Bei jeder Messung ist auf Ansammlungen von Wasser auf der Füllsäule zu achten.

Bei Wasseransammlungen auf der Füllsäule ist das Bauverfahren so anzupassen, dass die dauerhafte Standsicherheit der Füllsäule nicht gefährdet wird. Hierzu ist ein gesonderter Nachweis zu erbringen.

Beim Einbringen des Füllgutes ist vor dem Wechsel der Festigkeitsklasse zu ermitteln, ob der vorgesehene Füllstand erreicht wurde.

### **5. Einbringverfahren**

Vor Beginn der Verfüllarbeiten ist der Nachweis der Verfügbarkeit ausreichender Mengen des Füllgutes für die Verfüllung beizubringen, um eine stetige Verfüllung gewährleisten zu können.

Bei der Auswahl des Einbringverfahrens ist zu beachten, dass

- keine unvertretbaren Schäden am Ausbau des Schachtes oder verbleibenden Einbauten entstehen, die das angestrebte Ziel der Verwahrung in Frage stellen würden,
- die geforderte Qualität des Füllgutes am Einbauort erreicht wird und
- die erforderliche Arbeitssicherheit gewährleistet wird.

## **6. Sicherung der Tagesoberfläche**

- Wetterkanäle und andere oberflächennahe Schachtabgänge sind in die Verwahrung einzubeziehen.
- Besteht durch austretende Gase eine Explosions- und/oder Gesundheitsgefahr, sind vor Beginn der Verfüllung Maßnahmen zur Verdünnung und gefahrlosen Ableitung unter besonderer Berücksichtigung von baulichen Anlagen über dem Schacht zu treffen. Ggf. kann es erforderlich sein, diese Anlagen (z. B. Schachtgebäude) zu entfernen.
- Auf eine besondere Schachtabdeckung kann verzichtet werden, wenn der Schacht bis zur Tagesoberfläche kohäsiv verfüllt ist.
- Mit Lockermaterial verfüllte Schächte müssen mit einer Abdeckplatte abgedeckt sein. Die Abdeckplatte und ihr Auflager müssen auf die zu erwartenden Beanspruchungen ausgelegt und statisch nachgewiesen werden.
- Abdeckplatten sind auf die zu erwartende Verkehrslast auszulegen.
- Standsicherheitsnachweise müssen mindestens folgende Lastannahmen berücksichtigen:
  - eine Ersatzlast für Verkehrslasten von mindestens 32 kN/m<sup>2</sup> an der Tagesoberfläche,
  - andere ständig wirkende Lasten wie z.B. Überschüttungen,
  - ggf. auftretende dynamische Belastungen,
  - ggf. Sog- und Rückprallkräfte in Abhängigkeit von der Teufe.
- Die Abdeckplatte ist zur Beobachtung des Füllstands im Schacht sowie zur Durchführung von Nachverfüllungen mit einer ausreichend großen, gesicherten Öffnung zu versehen.



## **Weitergehende Anforderungen an eine langzeitsichere Schachtverwahrung**

### **1. Einleitung**

Die Beseitigung oder Verwertung von Abfällen in Bergwerken erfordert einen langzeitsicheren Abschluss von der Biosphäre. Hierfür sind langzeitsichere Schachtverschlüsse einzubringen. Die in diesem Anhang zusammen gestellten Anforderungen an die Erstellung langzeitsicherer Schachtverschlüsse berücksichtigen zudem die einschlägigen Festlegungen im Abfallrecht und Atomrecht.

Anhaltspunkte für die Gestaltung von Schachtverschlüssen bietet dieser Leitfaden auch in Fällen, in denen z. B. Salzbergwerke nach Einstellung der Gewinnung langzeitsicher gegen Zuflüsse in die Grubenhohlräume zu verschließen sind.

### **2. Anforderungen**

Sofern nicht im Folgenden höhere Anforderungen gestellt werden, müssen Schachtverwahrungen bei Endlagern, Deponien oder Versatzbergwerken entsprechend den Anforderungen des Anhangs 1 dieses Leitfadens ausgeführt werden.

Für eine langzeitsichere Schachtverwahrung ist der Aufbau der Füllsäule konstruktiv so zu gestalten, dass

- langzeitsicher und wartungsfrei Zuflüsse über die abgedichteten Querschnitte in die für die Ablagerung genutzten Hohlräume ausgeschlossen werden,
- langzeitsicher und wartungsfrei Austritte von schädlichen Bestandteilen aus den eingelagerten Stoffen in darüber liegende Gebirgsschichten bzw. Grundwasserleiter und die Biosphäre ausgeschlossen werden,
- Umläufigkeiten über den u. U. permeablen ausbruchnahen Gebirgsbereich verhindert werden sowie
- tragende Elemente der Füllsäule und Schachtverschlüsse alle einwirkenden Beanspruchungen aufnehmen und diese in das umgebende Gebirge ableiten.

### **3. Grundsätze für die Auslegung**

Schächte, in die Schachtverschlüsse eingebracht werden sollen, müssen grundsätzlich auf ganzer Länge verfüllt werden.

Die individuellen Verhältnisse des Gesamtsystems „Schacht“ sind zu berücksichtigen (Einzelfallbetrachtung).

Nach Möglichkeit sind neben einem Hauptdichtelement weitere Dichtelemente in geeigneten Horizonten mit in die Füllsäule einzubeziehen, um neben der ohnehin vorhandenen Langzeitdichtung weitere zusätzliche Barrieren zu schaffen.

Bei Tagesschächten des Salzbergbaus ist die dauerhafte Trennung zwischen löslichem und unlöslichem Gebirge durch mindestens ein langzeitsicheres Abdichtelement oberhalb des Grubengebäudes vorzunehmen. Der Einbauhorizont des Dichtelementes kann dabei sowohl in einem geeigneten Steinsalzhomogenbereich bei sofortiger Aktivierung durch Lösungsbeaufschlagung als auch in einem Tonhorizont unter Ausnutzung der plastischen Eigenschaften des umgebenden Gebirges erfolgen.

Durch konstruktive Gestaltung, entsprechende Auswahl des Füllguts sowie des Einbauverfahrens muss sichergestellt werden, dass es nicht zu unzulässigen Setzungs- oder Erosionserscheinungen unterhalb tragender Füllsäulenabschnitte kommen kann, die die Lagestabilität und damit die Dichtigkeit des Schachtverschlusses beeinträchtigen würden.

Die Eignung des Füllguts ist durch entsprechende Untersuchungen nachzuweisen. Im Wesentlichen kommt es dabei darauf an, die Insitu-Bedingungen am vorgesehenen Einsatzort zu berücksichtigen.

Um tragende und dichtende Füllsäulenabschnitte zu dimensionieren, ist ein Nachweis der Standsicherheit bzw. der zu gewährleistenden Dichtigkeit hinsichtlich der relevanten Beanspruchungszustände vorzunehmen.

## **4. Durchführung der Verwahrungsarbeiten**

### **4.1 Vorbereitende Maßnahmen**

Die im Rahmen von Genehmigungsverfahren z. B. für Endlager, Deponien oder Versatzbergwerke festgelegten Verschlussmaßnahmen sind vor der Verwahrung des Schachtes zu überprüfen, um sie ggf. den aktuellen Erfordernissen und Erkenntnissen anzupassen.

In Vorbereitung der Schachtverwahrung sind Messungen vorzunehmen, um Ausgangsdaten für die konstruktive Gestaltung der Füllsäule und für den Bauablauf zu erlangen. Besonders sind dabei zu ermitteln:

- ggf. vorhandene Konvergenzbewegungen/Überzugswirkungen auf Schachtbauwerke
- Spannungszustände im Gebirge,
- Umfang der Auflockerungszone,
- Zustand des vorhandenen Schachtausbaus.

Anhand der Erkenntnisse aus den vorbereitenden Feststellungen ist die Wahl der Verwahrungsvariante einschließlich einer Risikobewertung darzulegen. Dabei sind insbesondere die zugrunde gelegten Verwahrungsziele und die gewählte Verwahrungsart zu erläutern.

Vor der Verfüllung sind aus dem Füllort und den zu verfüllenden, schachtnahen Grubenbauen sowie aus dem Schacht sämtliche Einbauten einschließlich Rohrleitungen und Kabel zu entfernen.

Zugangsstrecken zum Schacht sind mindestens auf einer der doppelten Höhe des Füllortes entsprechenden Länge firstbündig und ohne Resthohlräume mit einem den Anforderungen nach Punkt 3 Anhang 1 des Leitfadens entsprechenden Material zu verfüllen. Grubenbaue ohne direkte Verbindung zum Schacht sind entsprechend zu verfüllen.

## **4.2 Füllgut**

Die Auswahl des Füllgutes hat sich nach der Hauptfunktion (vgl. Pkt. 2.3.2) zu richten. Beim Aufbau einer Füllsäule, die als geotechnische Barriere im Langzeitsicherheitsnachweis angesprochen wird, sind Materialien zu verwenden, die ihre spezifischen Eigenschaften langzeitsicher beibehalten. Füllgut, dessen langzeitsichere Beständigkeit sich durch natürliche Analoga beweisen lässt, ist zu bevorzugen. Bei Abweichungen ist der Nachweis für das Gesamtsystem im Einzelfall zu führen.

## **Anforderungen an eine dauerhafte Schachtverwahrung im Steinkohlebergbau**

### **1. Einleitung**

Dieser Anhang enthält besondere Anforderungen an das Verwahren von Tagesschächten im Steinkohlebergbau und berücksichtigt die besonderen Bedingungen, die aus dem Auftreten von Grubengas herrühren.

Sofern im Folgenden keine abweichenden Anforderungen gestellt werden, müssen Schachtverwahrungen im Steinkohlenbergbau entsprechend den Anforderungen des Anhangs 1 dieses Leitfadens ausgeführt werden.

### **2. Anforderungen**

Aufzugebende Tagesschächte sind durch eine Voll- oder Teilverfüllung mit kohäsivem Füllgut zu verwahren, sodass sie dauerhaft standsicher sind.

### **3. Füllgut**

Füllgut, das Abfälle enthält, unterliegt den Bestimmungen des Abfallrechtes. Insofern sind bei der Verwertung von Abfällen, die in unter Bergaufsicht stehenden untertägigen Grubenbauen eingesetzt werden, die Bestimmungen der Versatzverordnung - Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage - (VersatzV) und die Technischen Regeln für den Einsatz von Abfällen als Versatz in den jeweils gültigen Fassungen einzuhalten.

### **4. Wettertechnische Maßnahmen**

#### **4.1 Ermittlung des Ausgasungsverhaltens**

Das Ausgasungsverhalten jedes Schachtes ist durch eine gutachterliche Stellungnahme von einem Sachverständigen zu beurteilen. Hierbei ist die langfristige Möglichkeit eines Grubenwasseranstieges mit zu berücksichtigen.

Vor Beginn der Verfüllarbeiten ist der zu verfüllende Schacht während eines ausreichend langen Zeitraumes zu beobachten, um einen Überblick zu gewinnen, in welchen Bereichen mit Methan (CH<sub>4</sub>) zu rechnen ist. Dabei sind insbesondere aufgegebene Grubenbaue, Flözdurchtrittsstellen und tektonische Störungen zu berücksichtigen sowie Ort und Größe des jeweiligen Gaszustromes in Abhängigkeit von Luftdruckschwankungen und die wettertechnischen Beeinflussungsmöglichkeiten festzustellen. Dabei ist es nicht ausreichend, den

Schacht selbst zu untersuchen, vielmehr ist der Einfluss des gesamten schachtnahen Grubengebäudes einschließlich abgedämmter Grubenbaue auf eventuelle Methanzutritte zu beurteilen. Die Planungen für den wettertechnischen Rückzug sind in die Beurteilung mit einzubeziehen.

Auch in Fällen, in denen ein messbarer Methanzustrom nicht festgestellt wird, können im Verlauf der Verfüllarbeiten Methan/Luft-Gemische auftreten, wenn bei Wetterstillstand oder geringer Wetterbewegung und ungünstigen Luftdruckverhältnissen Grubengas zum Beispiel aus aufgegebenen Grubenbauen in den Schacht eintritt.

## **4.2 Behandlung der Schachtabgänge**

Schachtabgänge am Schachtkopf, wie z. B. Wetterkanäle, Rohrleitungskanäle und Kabelkanäle, sind so zu behandeln, dass über diese Schachtabgänge keine schädlichen Gase verschleppt werden können.

Die Schachtabgänge sind in der gutachterlichen Stellungnahme nach Nr. 4.1 zu betrachten.

## **4.3 Vorsorge hinsichtlich des Ausgasens verfüllter Schächte**

Im Hinblick auf mögliche Gasaustritte an der Tagesoberfläche ist durch eine gutachterliche Stellungnahme festzulegen, welche Maßnahmen zur gezielten Grubengasannahme und zur ausreichend bemessenen Abführung von Grubengas erforderlich sind. In Frage kommen z. B. in der Füllsäule verlegte oder vorhandene Rohrleitungen, ggf. mit Flammendurchschlagsicherung (vergleiche Nr. 4.7 / siehe Bild 1 und Tabelle 1). Hierbei sind Grubenwasseranstiege auch über lange Zeiträume zu berücksichtigen.

## **4.4 Maßnahmen zur Beschränkung etwaiger Explosionsauswirkungen**

Vor Beginn der Verfüllarbeiten sind Hindernisse am Schachtkopf zu beseitigen, insbesondere großflächige Bauwerke wie Bühnen oder Decken und Wände von Schachtgebäuden. Dabei ist sicherzustellen, dass Gegenstände nicht in den Schacht fallen.

Können diese Hindernisse aus technischen Gründen vor Beginn der Verfüllarbeiten nicht entfernt werden, sind durch die gutachterliche Stellungnahme nach Nr. 4.1 Ersatzmaßnahmen zur Beschränkung etwaiger Explosionsauswirkungen aufzuzeigen.

Im Rahmen der vorbereitenden Maßnahmen ist ferner zu prüfen, ob bereits vor Aufnahme der Verfüllarbeiten eine Inertisierung des Schachtes notwendig ist und inwieweit die unter Nr. 4.6.3 genannten vorbereitenden Arbeiten für eine Inertisierung durchzuführen sind.

In die vorbereitenden Maßnahmen sind auch die Maßnahmen nach Nr. 4.6.2 im notwendigen Umfang einzubeziehen.

Die Einzelheiten der Planungsschritte sind deshalb unter Hinzuziehung eines Sachverständigen

digen festzulegen. Dieser hat die danach zu installierenden Einrichtungen (Inertisierung/Messtechnik) vor Beginn der Schachtverfüllungen abzunehmen.

#### **4.5 Vorbeugende Maßnahmen**

Beim Verfüllen von Schächten können Methanzutritte aus aufgegebenen Grubenbauen in Abhängigkeit von Schwankungen des atmosphärischen Luftdruckes nicht ausgeschlossen werden. Die Möglichkeit der Bildung zündfähiger Methan/Luft-Gemische lässt sich durch folgende Maßnahmen verringern:

- Eine durchgehende Bewetterung von dem zu verfüllenden Schacht zu wenigstens einem Ausziehschacht ist so lange wie möglich über die tiefste jeweils noch offene Sohle aufrecht zu erhalten.
- Der letzte zu verfüllende Schacht ist nach Unterbrechung der durchgehenden Bewetterung unverzüglich zu verfüllen.
- Mit dem Verfüllen sollte bei steigendem bzw. hohem Luftdruck begonnen werden, um die Wahrscheinlichkeit größerer Gaszuströme aus dem Grubengebäude zu verringern.

#### **4.6 Maßnahmen während der Verfüllung**

##### **4.6.1 Stetiges Verstürzen großer Füllgutmengen**

Die Maßnahmen nach Nr. 4.5 können zumindest für den Beginn der Verfüllarbeiten günstige Voraussetzungen schaffen, aber nicht verhindern, dass sich nach einem Druckausgleich zwischen aufgegebenen und offenen Grubenbauen bei fallendem Luftdruck ein Methanzutritt aus den aufgegebenen Grubenbauen einstellt.

Daher sollte zusätzlich zu den vorstehend bezeichneten Maßnahmen durch stetiges Verstürzen großer Füllgutmengen ein in das Grubengebäude gerichtetes Druckgefälle erzeugt werden, das meist erst nach Unterbrechung des Verfüllvorganges oder durch entsprechenden Abfall des Luftdrucks ausgeglichen wird.

##### **4.6.2 Messtechnische Maßnahmen**

Die Schwankungen des atmosphärischen Luftdrucks sind mit Hilfe eines Barographen zu beobachten.

Der CH<sub>4</sub>-Gehalt im Schacht ist in etwa 50 m Teufe durch eine ortsfeste registrierende CH<sub>4</sub>-Messeinrichtung zu überwachen.

Darüber hinaus sind die CH<sub>4</sub>-Gehalte innerhalb des Schachtes durch ortsfeste registrierende Messeinrichtungen an Stellen zu überwachen, an denen mit dem Zustrom von Methan zu rechnen ist.

Bei Erreichen eines festzulegenden Grenzwertes (nicht über 1 % CH<sub>4</sub>) muss ein optisches

und akustisches Warnsignal an einer während der Verfüllarbeiten ständig besetzten Stelle ausgelöst werden.

Falls der CH<sub>4</sub>-Gehalt der Messstelle in 50 m Teufe den festgelegten Grenzwert erreicht oder überschreitet, sind alle elektrischen Betriebsmittel im Gefahrenbereich nach Nr. 2.5 des allgemeinen Teils des Leitfadens unverzüglich abzuschalten.

Wenn die Notwendigkeit einer Inertisierung nicht ausgeschlossen werden kann, sind ortsfeste O<sub>2</sub>-Messeinrichtungen an Stellen einzurichten, an denen mit dem Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen ist.

Während der Verfüllung des Schachtes ist eine Schachtmesssonde für die Messung des CH<sub>4</sub>- und O<sub>2</sub>-Gehaltes vorzuhalten. Diese ist einzusetzen, wenn

1. eine oder mehrere ortsfeste Messeinrichtungen innerhalb des noch zu verfüllenden Schachtabschnittes ausfallen und/oder
2. die angezeigten Messwerte einer oder mehrerer ortsfester Messeinrichtungen unplausibel erscheinen.

#### **4.6.3 Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre**

Wenn die Messungen nach Nr. 4.6.2 eine Überschreitung des festgelegten Grenzwertes für CH<sub>4</sub> ergeben, sind Sondermaßnahmen (z. B. Änderung des Verfüllregimes, Inertisierung) unverzüglich einzuleiten.

Zur Inertisierung müssen Vorbereitungen getroffen sein, dass das Inertgas sofort und erforderlichenfalls an mehreren Stellen aufgegeben werden kann. Die Aufgabestellen sind so über den Schacht zu verteilen, dass eine vollständige Inertisierung des zu beaufschlagenden Schachtabschnittes gewährleistet ist.

Bei einer Inertisierung mit Sauerstoffüberwachung darf die Verfüllung nur dann durchgeführt werden, wenn ein vorher festzulegender Sauerstoffgrenzwert unterschritten wird.

In den Bereichen, in denen mit CH<sub>4</sub>-Zuströmen zu rechnen ist, sollte der Abstand zwischen den Öffnungen der Inertgasleitung und der Füllsäule 100 m nicht überschreiten.

#### **4.7 Maßnahmen bei Ausgasungen an der Tagesoberfläche**

Im Hinblick auf mögliche unkontrollierte Gasaustritte an der Tagesoberfläche ist eine gezielte Grubengasannahme und -abführung sicherzustellen (vergleiche Nr. 4.3 / siehe Bild 1 und Tabelle 1).

Im Hinblick auf mögliche unkontrollierte Gasaustritte an der Tagesoberfläche sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um eine Gefährdung an der Tagesoberfläche auszuschließen. Als Möglichkeit der sicheren Grubengasannahme und -abführung können z.B. auch Flächen-

dränagen oder Dränagesysteme aus Materialien hoher Permeabilität zum Einsatz kommen, über die Gase in definierte Bereiche abströmen.

Der Einfluss des Grubenwasseranstiegs auf den erhöhten Anfall von Grubengas ist zu berücksichtigen.

Die im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen sind unter Hinzuziehung eines Sachverständigen festzulegen und aufzuzeichnen.



**Tabelle 1 - Anforderungen an Entgasungseinrichtungen verfüllter Schächte**

Aufbau und Ausrüstung	Mindesthöhe über Begehungsebene	3 m
	Festigkeitsauslegung	PN 10
	Absicherung am Ausblasende	dauerbrandsichere Flammendurchschlagsicherung
	Handabsperreinrichtung	erforderlich
	Rückschlagklappe oder Regeleinrichtung	erforderlich *)
	Kontrollmessanschlüsse	erforderlich
	Erdung/Blitzschutz nach DIN/VDE	erforderlich
	Nachfüllöffnung	gasdicht
Schutzeinrichtungen	An-/Überfahrerschutz	erforderlich
	Schutz gegen Manipulationen	erforderlich
Sicherheitszone	Mindestabstand vom Ausblasende für Fahrwege und Gebäude, deren Höhe mindestens 1 m geringer als Ausblasende	Radius 10 m
	Mindestabstand von Gebäuden, deren Höhe größer als Ausblasende	Radius 15 m
	Mindestabstand von feuer- und explosionsgefährdeten Bereichen	Radius 20 m
Sonstiges	Hinweisbeschilderung für feuer- und explosionsgefährdeten Bereich	erforderlich
	Handrad der Absperreinrichtung	demontieren oder festsetzen
Überwachung	Prüfung durch Sachverständige	mindestens alle 3 Jahre
	Prüfung durch verantwortliche Personen	mindestens jährlich
	Prüfung durch fachkundige Personen	mindestens alle 3 Monate

\*) Bei Entgasung eines verfüllten Schachtes mit Anschluss an nicht verfüllte Grubenbaue

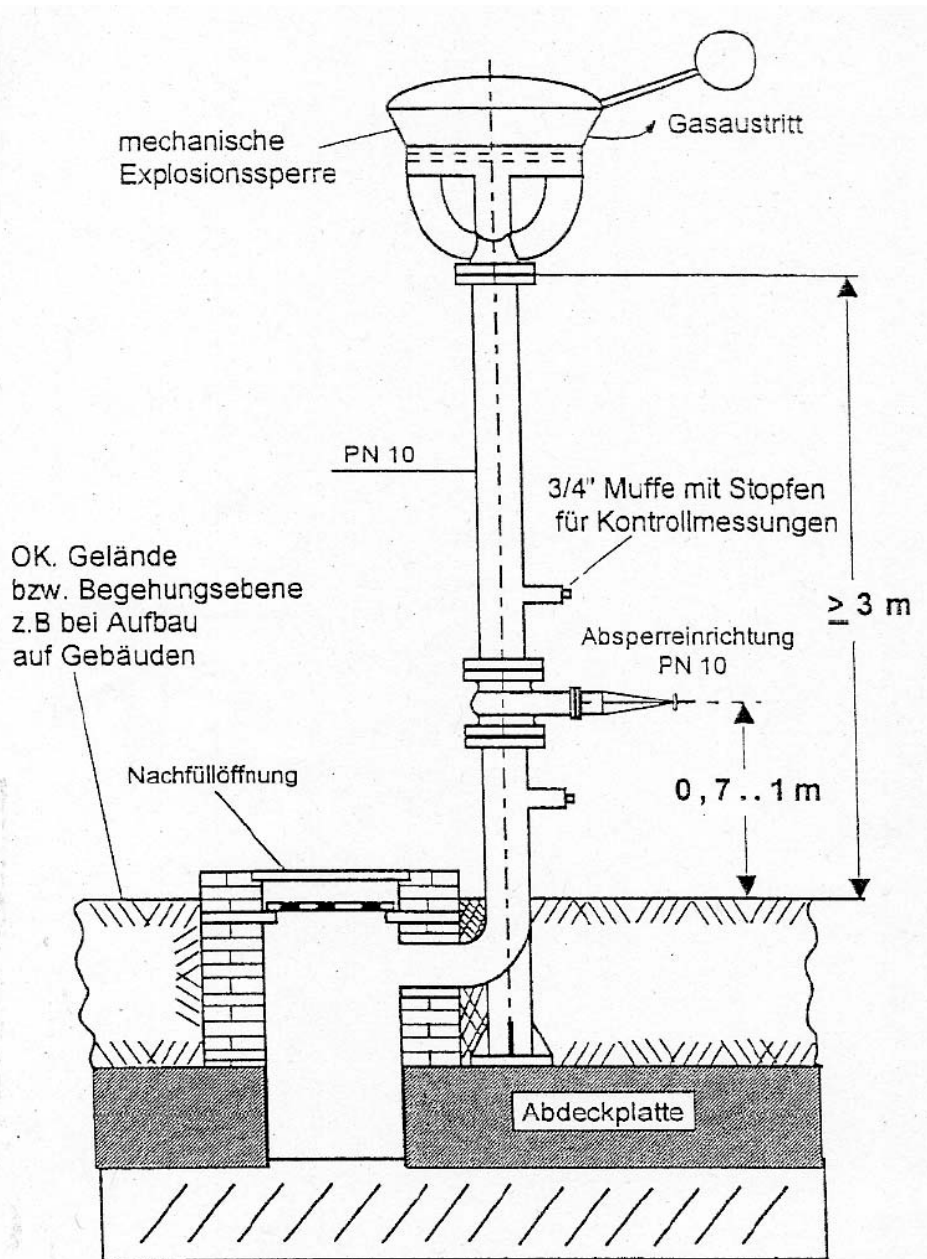


Bild 1: Grundsätzlicher sicherheitstechnischer Aufbau einer passiven Entgasungseinrichtung

## **Maßnahmen zur Sanierung nicht dauerhaft verwahrter Schächte**

Ist erkannt worden, dass die Verwahrung eines Schachtes nicht dauerhaft ist und sich daraus Gefahren für die öffentliche Sicherheit ergeben können, sind Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit zu ergreifen. Hierzu kann die Sicherheit entweder durch Aufbringen einer Abdeckplatte oder durch Vergütung der Füllsäule verbessert werden. Unsichere Zustände in nicht dauerhaft ausgeführten Füllsäulen können insbesondere beim Grubenwasseranstieg entstehen.

### **1. Sanierung des Schachtkopfes**

Abdeckplatten sind nach den Anforderungen des Anhangs 1 Nr. 6 auszulegen.

Verfahren, wie z.B. Geogitter, bewehrte Erde oder Ankertechnik führen nicht zu einer endgültigen Sanierung des Schachtes. Sie erreichen lediglich verringerte Auswirkungen an der Tagesoberfläche. Die Einsetzbarkeit derartiger Verfahren muss sich nach dem angestrebten Sanierungsziel im Einzelfall richten.

### **2. Sanierung der Füllsäule**

Bei nicht dauerhaft verwahrten Schächten, die auf Grund des verwendeten Füllgutes, der Abdeckung, der hydrogeologischen und geologischen Situation eine Gefährdung darstellen, sind Maßnahmen zu treffen, die ein Auslaufen/Abgehen der Füllsäulen in evtl. vorhandene mit dem Schacht durchschlägige Grubenbaue sowie Sackungen und Brückenbildungen in den Füllsäulen verhindern. Art und Umfang der Maßnahmen haben sich nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen (technische Durchführbarkeit) sowie nach der Wahrscheinlichkeit des Eintritts einer Gefährdung an der Tagesoberfläche und des zu erwartenden Schadensmaßes zu richten.

Da jeder Schacht über spezifische Eigenschaften und Randbedingungen verfügt (Füllgut, Teufe, Durchmesser, Ausbau, Lage der Felslinie, Bebauung, geplante Folgenutzung), sind diese im Vorfeld jeder Schachtsicherungsmaßnahme zu erkunden und zu bewerten.

Verfahren zur dauerhaften Sanierung von Füllsäulen können z. B. sein:

- Injektion mit hydraulisch erhärtenden Materialien in die Füllsäule
- Sanierung durch einen kohäsiven Füllsäulenabschnitt oder Schachtpropfen,
- Sanierung durch das Hochdruck-Injektions-Verfahren (HDI).

### **3. Maßnahmen bei Ausgasungen an der Tagesoberfläche**

Sofern unkontrollierte Gasaustritte an der Tagesoberfläche beobachtet werden oder zu erwarten sind, gelten die Regelungen in Anhang 3 Nr. 4.7 sowie die Anforderungen nach Anhang 3, Tabelle 1 und Bild 1 entsprechend.