METHAN AUS WEICHSCHICHTEN

SICHERES BAUEN

BEI BODENLUFTBELASTUNG

Hinweise für Planer, Bauherren und Architekten

Hamburg

Impressum

Herausgeber
Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Umwelt und Energie
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg

www.hamburg.de/altlasten
V.i.S.d.P.: Jan Dube

Bestellungen über:
Behörde für Umwelt und Energie
(BUE)
Amt für Umweltschutz
Abteilung Bodenschutz / Altlasten
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg
Telefon 040/428 40 - 52 85
bodenschutz-altlasten@bue.hamburg.de

Redaktion:
Ragnhild Hummel, Petra Eickers

Gestaltung:
Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

Abbildungsnachweis:
Fotos / Skizzen:
Behörde für Umwelt und Energie:
Seiten 4, 6, 7, 8, 9, 10
Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung: Titelbild, Seite 2, 11, 12

September 2016

Inhalt

Einleitung	3
Methangasbildende Weichschichten natürlichen Ursprungs	4
Auswirkungen auf eine Bebauung	6
Bauliche Gassicherungsmaßnahmen	8
Bodenluftuntersuchungen	11
Hinweise und Auskünfte	13

Vorab: Gefahren erkennen und beheben

Einleitung

Viele Baugrundstücke in Hamburg befinden sich in Gebieten, die sogenannte Weichschichten (Klei, Schlick, Mudde, Torf) mit unterschiedlichen Gehalten an organischen Substanzen im Untergrund aufweisen.

In den letzten Jahren wurden bei Untersuchungen in verschiedenen Bebauungsplangebieten, insbesondere im Elbe-Urstromtal, Methangase geogenen Ursprungs in zum Teil hohen Konzentrationen nachgewiesen.

Mit dieser Broschüre möchten wir – die Behörde für Umwelt und Energie – Bauherren, Architekten und Ingenieurbüros über den Umgang mit einer Bodenluftbelastung durch Methan und Kohlendioxid informieren.

Es werden bauliche Sicherungsmaßnahmen zur Abwehr von Gefahren durch Bodengase sowie Verfahren zur Ermittlung der Bodenluftbelastung aufgezeigt.

Die Basis: Fester Boden unter den Füssen?

Methangasbildende Weichschichten natürlichen Ursprungs

Das größte Gebiet in Hamburg, das Weichschichten im Untergrund aufweist, ist das Elbe-Urstromtal. Der oberflächennahe Untergrund des Elbe-Urstromtals besteht aus holozänen (nacheiszeitlichen) organischen Bildungen und Sedimenten wie Klei, Schlick, Mudde, Torf und Sand.

Diese feinkörnigen Sedimente werden entsprechend ihrer Verformungsempfindlichkeit als Weichschichten bezeichnet. Sie überlagern überwiegend gut tragfähige Sande.

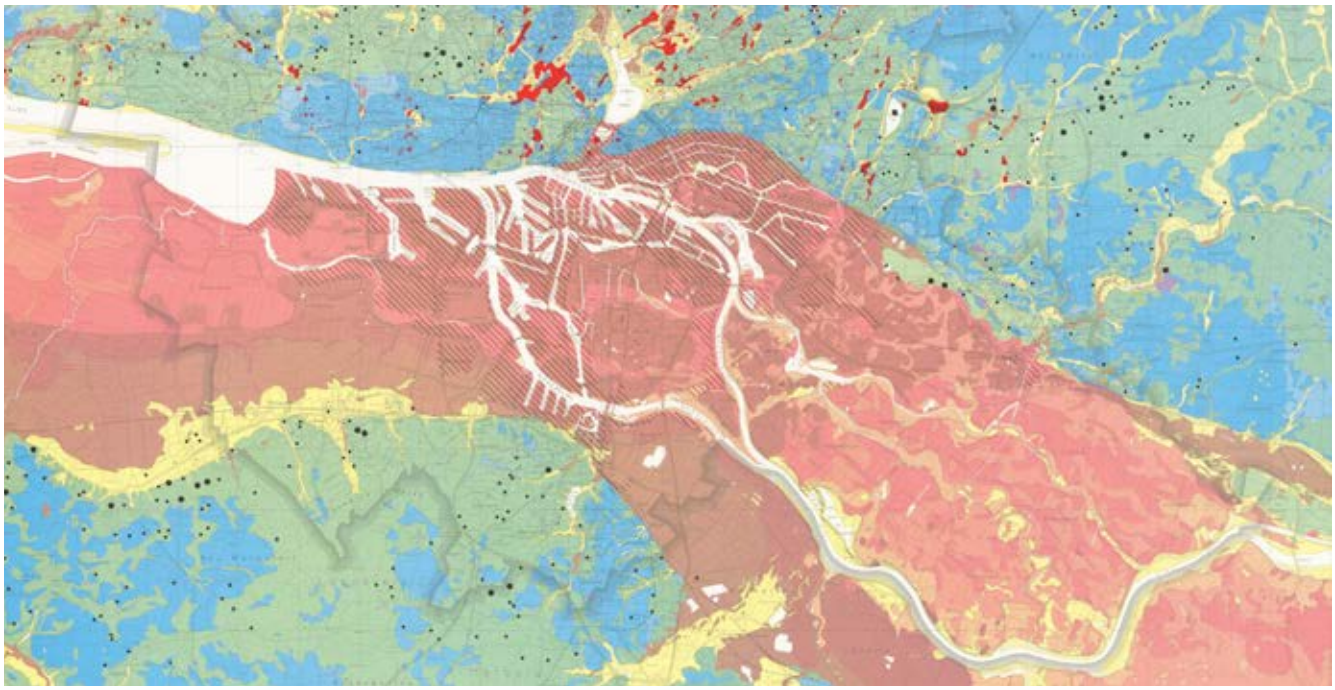
Die Mächtigkeit der Weichschichten liegt im Schnitt zwischen 1 und 10 Metern.

Sie sind zum Teil von mehreren Meter mächtigen Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung bedeckt.

Weichschichten außerhalb des Elbe-Urstromtals findet man zudem in Niederungsgebieten, Mooren und Flusstälern.

Die Eigenschaften der Weichschichten wie geringe Wasserdurchlässigkeit (Staunässe), Frost-, Setzungs- und Verformungsempfindlichkeit erfordern bei einer Bebauung spezielle Gründungsmaßnahmen. Da die Mächtigkeiten und die Zusammensetzung der Weichschichten kleinräumig stark wechseln, werden vor einer Bebauung jeweils detaillierte Baugrunduntersuchungen durchgeführt.

Zur Gewinnung einer ersten Einschätzung können im Geologischen Landesamt geologische Karten, Baugrundkarten und archivierte Bohrprofile eingesehen werden.



Elbe-Urstromtal – Auszug aus der Baugrundübersichtskarte Hamburg

Gase und Bodenarten

In den Weichschichten werden die Gase Methan und Kohlendioxid durch den Abbau der organischen Bestandteile produziert. Je mehr organische Substanzen in den Weichschichten enthalten sind, desto mehr Gase werden gebildet. Mudde und Torf enthalten den höchsten Anteil an organischer Substanz.

Methan (CH_4) entsteht durch bakterielle Umsetzung organischer Substanzen unter anaeroben (unter Sauerstoffabschluss) Bedingungen. Es ist ein ungiftiges, farb- und geruchloses Gas, das mit der Luft explosionsfähige Gemische bilden kann (untere Explosionsgrenze UEG ca.4,5 Vol.-% CH_4, obere Explosionsgrenze OEG ca. 16,5 Vol.-% CH_4). Bei höheren Anteilen ist es brennbar.

Kohlendioxid (CO_2) wird durch den Abbau organischer Substanzen gebildet. Es ist ein nicht brennbares, farb- und geruchloses Gas. In höheren Konzentrationen können durch Kohlendioxid Erstickungsgefahren entstehen.

Der Begriff Weichschichten umfasst Bodenarten wie Klei, Schlick, Mudde und Torf.

Klei ist ein im Elbeästuar (Trichtermündung der Elbe) abgelagertes Gezeitensediment. Er zeichnet sich durch einen hohen Feinkornanteil aus, die organischen Anteile können zum Teil kleinräumig wechseln.

Schlick ist ein feinkörniges, schlammartiges Sediment mit einem hohen Anteil an organischer Substanz. Durch anthropogene (durch Menschen verursachte) Beeinflussung weist Schlick im Bereich der Elbe, der Kanäle und der Hafenbecken – im Gegensatz zur Mudde und zum Klei – meist hohe Schadstoffgehalte auf.

In den Weichschichten werden die Gase Methan und Kohlendioxid infolge von natürlichen Zersetzungsprozessen produziert.

Mudden sind in stehenden Gewässern abgelagerte Sedimente mit einem hohen Anteil an organischem Material, das unter weitgehendem Sauerstoffabschluss einen Fäulnisprozess durchläuft. Mudden werden auch als Faulschlamm bezeichnet.

Torfe sind abgestorbene Pflanzenreste, die im Wasser unter Sauerstoffabschluss konserviert werden. Durch den Wasserabschluss wird die Zersetzung der organischen Substanz gehemmt, aber nicht verhindert. Torfe enthalten mehr als 30 Masse-% organische Substanz, welche zu unterschiedlichen Anteilen aus Pflanzenresten und Huminstoffen besteht.

Sicherheit: Gase kontrolliert ableiten

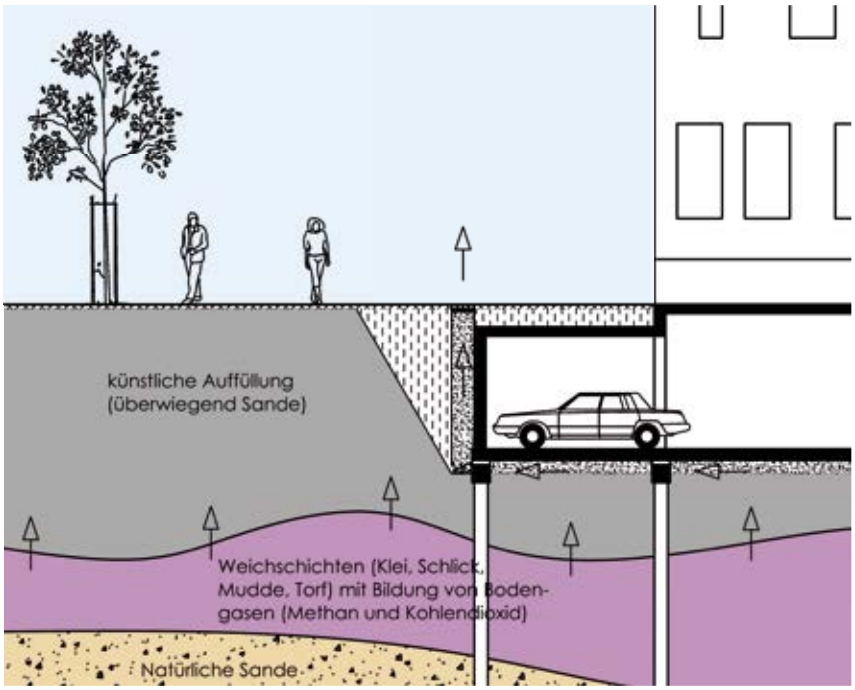
Auswirkungen auf eine Bebauung

Eine Bodenluftbelastung steht der Bebauung nicht im Weg. Zur Vorsorge sind jedoch ab einer Weichschichtenmächtigkeit von d ≥ 2 Meter bauliche Maßnahmen zur Ableitung der Bodengase erforderlich.

Im Rahmen von Bebauungsplanverfahren in Gebieten, die Weichschichten im Untergrund aufweisen, führte die Behörde für Umwelt und Energie in den letzten Jahren systematische Bodenluftuntersuchungen durch.
Fast überall wurde eine deutliche Bodenluftbelastung mit z. T. hohen Methan- und Kohlendioxidkonzentrationen nachgewiesen.
Die Bodengase können bis in die oberflächennahen Bodenschichten aufsteigen und sich insbesondere unter versiegelten / bebauten Flächen anreichern und ggf. in bauliche Anlagen eindringen. Besonders gefährdet sind enge Räume, Schächte und Kellerräume.

Durch den Methan- und Kohlendioxidanteil können in erster Linie Explosions- und Erstickungsgefahren entstehen.
Zur Abwehr dieser Gefahren sind daher ab einer Weichschichtenmächtigkeit von d ≥ 2 Meter für Neubauvorhaben vorsorglich Gassicherungsmaßnahmen vorzusehen.

Wenn keine genauen Kenntnisse über die Bodenluftbelastung in dem zu bebauenden Bereich vorliegen, können zur Überprüfung einer eventuellen Gasbildung zunächst Bodenluftuntersuchungen durchgeführt werden.



Entstehung von Bodengasen und Ableitung am Gebäude

Wird bei den Bodenluftuntersuchungen kein Methan nachgewiesen und liegen die Konzentrationen für Kohlendioxid unter 5 Vol.-%, sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Beim Nachweis von Methan und erhöhten Kohlendioxidkonzentrationen ist der Einbau einer passiven Gasdränage mit folgenden konstruktiven Elementen vorzusehen:

- Sand / Kiesfilterschicht (s. Anforderungen S. 8 / 9) unterhalb des Gebäudes und vertikale Dränschicht zur Ableitung von evtl. anstehenden Gasen,
- gasdichte Abdichtung aller Leitungsdurchführungen durch die Sohlen und unterirdischen Außenwände,
- keine gefangenen Räume unterhalb der Sohle zur Sicherstellung der Gaswegsamkeit,
- Möglichkeiten zur Gasentweichung an der Geländeoberfläche.

Wenn keine genauen Kenntnisse über die Bodenluftbelastung in dem zu bebauenden Bereich vorliegen, sind für Neubauvorhaben entweder vorsorglich Sicherungsmaßnahmen gegen Bodengase (Dränagesystem) oder zunächst Bodenluftuntersuchungen vorzusehen.

Die Bodengase können dann über die vertikale Dränage in die Atmosphäre entweichen. Unmittelbar nach dem Austritt erfolgt eine Verdünnung mit der Luft, sodass keine Beeinträchtigung für die Menschen entsteht.

Einbau der horizontalen Flächendränage und der Fundamentdurchbrüche

Know-how: Das müssen Sie beachten

Bauliche Gassicherungsmassnahmen

Mit den Gassicherungsmaßnahmen müssen Gasansammlungen unter dem Gebäude und Gaseintritte in das Gebäude verhindert und eine kontrollierte Gasableitung zu den Gebäudeseiten ermöglicht werden.

Folgende Anforderungen werden seitens der Behörde für Umwelt und Energie an eine Gasdränage gestellt.

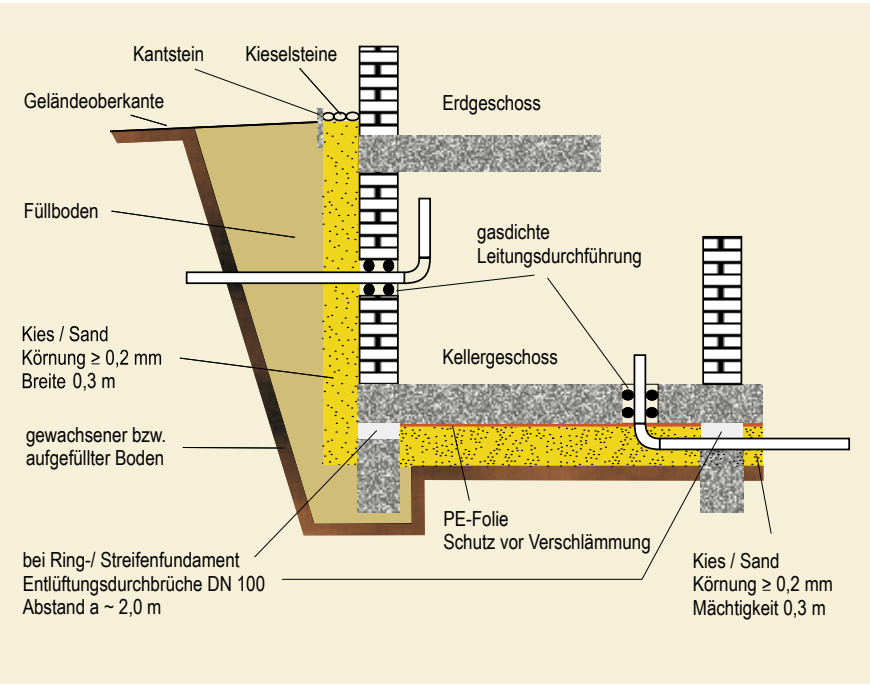
Horizontale Flächendränage

Unterhalb der Bodenplatte ist für die Ableitung der Bodengase eine Flächendränage aus Sand oder Kies, Korngröße ≥ 0,2 mm in einer Mächtigkeit von mindestens 0,3 m herzustellen. Das Material muss gute Dränageeigenschaften gemäß DIN 18196 aufweisen.
Zum Schutz vor Zementschlämmen ist die Flächendränage beim Schütten der Bodenplatte durch eine Baufolie zu schützen.

Gasdichte Leitungsdurchführungen

Zur Verhinderung von Bodengaseintritten in Gebäude sind alle Durchführungen durch die Sohlen und unterirdischen Außenwände für die Ver- und Entsorgungsleitungen dauerelastisch und gasdicht auszuführen.

Gasdichte Leitungsdurchführung



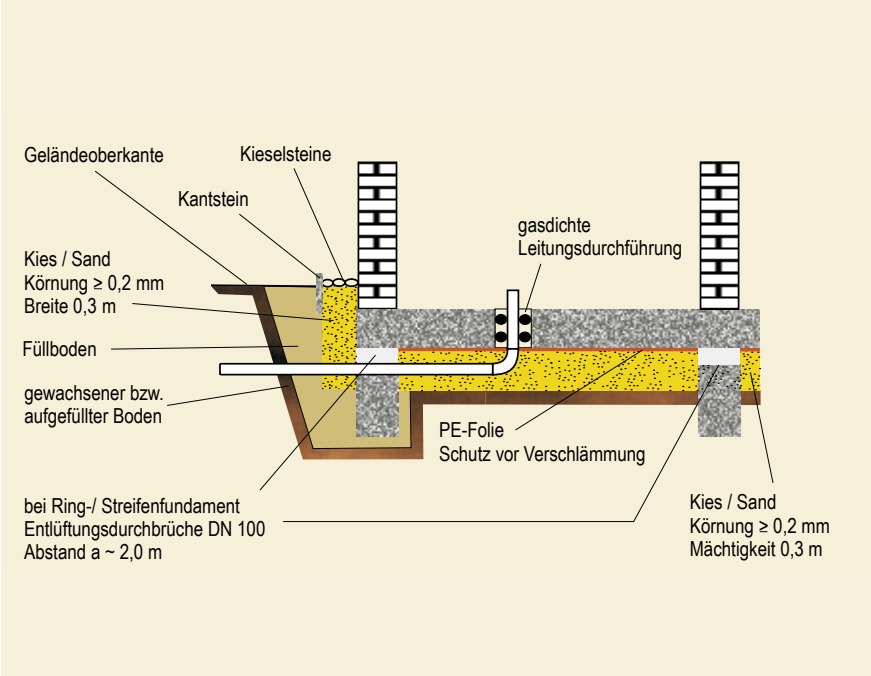
Prinzipskizze 1 / Schnitt:
Bautechnische Maßnahmen gegen Bodengaseintritte für unterkellerte Gebäude

Vertikale Gasdränage

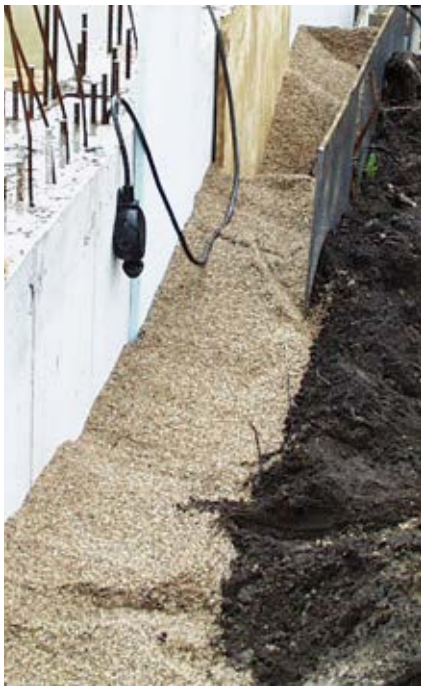
Für die vertikale Gasdränage wird ein durchgehender Sand- oder Kiesstreifen (Anforderung wie horizontale Flächendränage) gefordert, der direkt an die horizontale Flächendränage anschließt und sich bis zur Geländeoberkante fortsetzt. Die Schüttung muss eine Breite von mindestens 0,3 m aufweisen.

Eine Abdeckung der Dränage kann durch Kies oder Pflaster mit dauerhaft diffusionsoffener Verfugung erfolgen. Bei Pflasterung wird ein Fugenanteil von ≥ 20 %, sowie eine Verfüllung der Fugen mit Splittkorn 2 / 5 mm notwendig.

Die Gassicherungsmaßnahmen gelten für Neubauvorhaben ab einer Grundfläche von A ≥ 50 m².
Die Planung der Gasdränage ist durch den Bauherren / Architekten in Zusammenarbeit mit einem geeigneten Ingenieurbüro zu entwickeln. Die Behörde für Umwelt und Energie leistet dabei fachliche Hilfestellung.



Prinzipskizze 2 / Schnitt:
Bautechnische Maßnahmen gegen Bodengaseintritte für nicht unterkellerte Gebäude

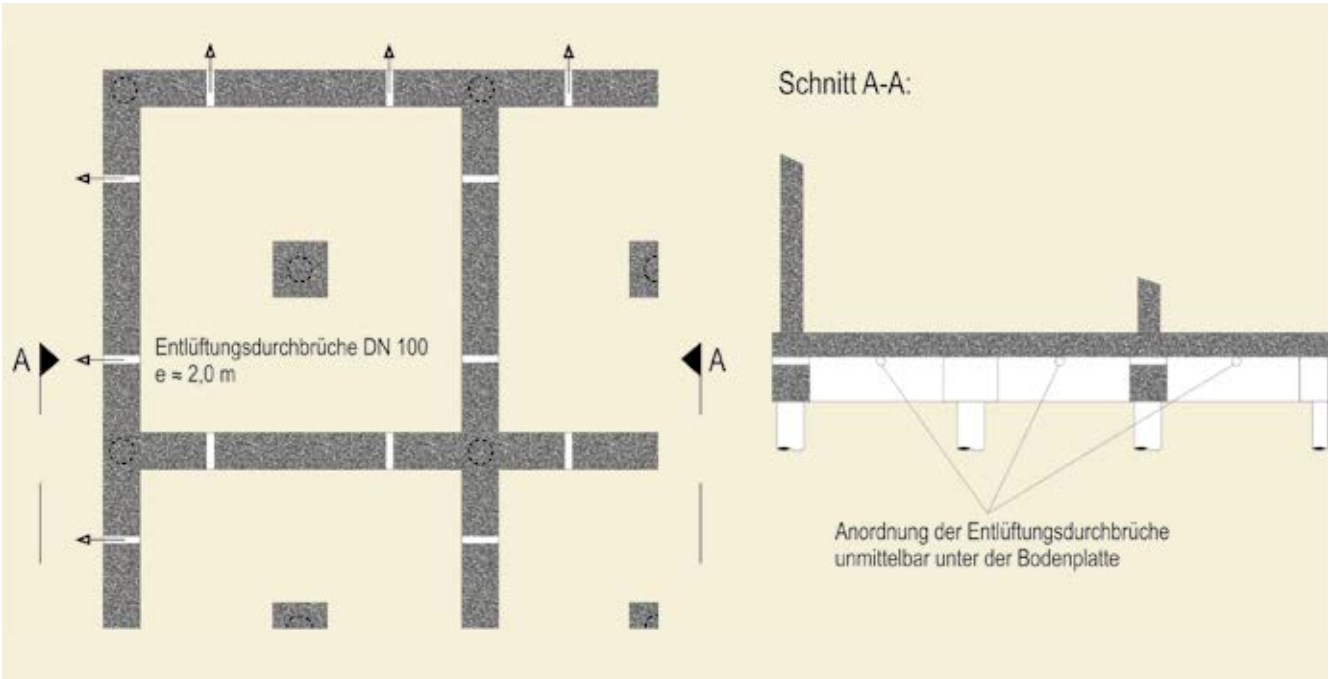


Vertikale Gasdränage

Entlüftungsdurchbrüche im Fundamentbalkenrost

Zur Vermeidung gefangener Räume und zur Ableitung anstehender Bodengase sind Frostschürzen, Fundamentbalken, Streifen- und Ringfundamente direkt unterhalb der Sohle mit Entlüftungsdurchbrüchen zu versehen.

Die Durchbrüche (≥ DN 100) sind in einem Abstand von 2 bis 3 Metern anzuordnen.



Prinzipskizze 3:
Durchbrüche im Fundamentbalkenrost (Horizontal- und Vertikalschnitt)
zur Vermeidung gefangener Räume und zur Ableitung anstehender Bodengase

Der Check: Der Bodenluft auf die Spur kommen

Bodenluftuntersuchungen

Zur Ermittlung der Bodenluftbelastung empfehlen wir die Durchführung von Bodenluftuntersuchungen mit dem Bohrlochverfahren.
Folgende Anforderungen werden seitens der Behörde für Umwelt und Energie an Bohrsondierung, Probenahme und Analysenumfang gestellt.

Bohrsondierung

- Kleinrammbohrungen mit einem Mindestdurchmesser von 50 mm.
- Bohrtiefe bis 1 Meter in die Weichschichten hinein.
- Einbau einer mit einem Packersystem versehenen Bodenluftsonde unmittelbar nach der Kleinrammbohrung.
- Abdichtung des Bohrlochs gegen die Außenluft mit dem Packersystem und Kontrolle der Dichtigkeit mittels Druckanzeige.
- Die Packerunterkante soll ca. 0,2 bis 0,3 m über der erbohrten gasbildenden Weichschicht bzw. über dem gemessenen Wasserstand liegen.
- Bei Wasserständen von < 1,2 m unter GOK (Geländeoberkante) – oder auch bei grobkörnigen Auffüllungen wie z. B. Bauschutt – ist zunächst eine bis knapp über den Wasserspiegel reichende Schutzverrohrung in das Bohrloch einzubauen. Die Oberkante der Schutzverrohrung sollte ca. 0,5 m über GOK reichen. In die Schutzverrohrung ist dann die Bodenluftmesssonde einzubauen.

Bodenansprache zur Ermittlung der Lage der Weichschichten

Kleinrammbohrung

Probenahme und Analyse

- Entnahme der Bodenluft mittels einer regelbaren Vakuumpumpe bei einem Volumenstrom von ca. 0,5 – 2 l / min.
- Kontinuierliche Messung der geförderten Bodenluft auf die Parameter Methan (CH_4), Kohlendioxid (CO_2) und Sauerstoff (O_2) mittels eines Deponiegasmessgerätes vor Ort.
- Die gemessenen Gaskonzentrationen sind in einem Messprotokoll in Abständen von 2 Minuten zu vermerken. Hierbei ist auch die gemessene maximale Methankonzentration und das dazugehörende Volumen zu notieren.
- Nach einem Durchflussvolumen von ca. 20 l ist die Messung zu beenden.

Hinweise

Bei Vorhandensein von aufgefüllten und ursprünglichen Weichschichten sind zwei Bodenluftmessungen erforderlich:

- Die erste Messung nach dem Erreichen der aufgefüllten Weichschichten,
- Die zweite Messung nach dem Erreichen der ursprünglichen Weichschichten.

Das letzte Prüfzertifikat / Prüfprotokoll über die Wartung / Kalibrierung des eingesetzten Gerätes muss vorgelegt werden.

Kleinrammbohrung

Messsystem bestehend aus Packersonde, Pumpe und Deponiegasanalysator

Zum Schluss: Wir beraten Sie gern

Hinweise und Auskünfte

Vergleichbare bauliche Sicherungsmaßnahmen zur Gasableitung werden in Hamburg für Bauvorhaben auf oder im Umfeld ehemaliger Deponien getroffen. Sie sind als Auflagen Bestandteil der Baugenehmigung.

Für Bauvorhaben in Bereichen mit kritischen Methangasvorkommen sind die folgenden Unterlagen bei der Bauaufsichtsbehörde einzureichen:

- Baugrundgutachten,
- Baubeschreibung mit Erläuterung zur geplanten Abdichtung gegen Bodengase (weiße Wanne mit gasdichten Leitungsdurchführungen oder andere Maßnahmen),
- Fundamentplan mit Darstellung der geplanten Entlüftungsdurchbrüche,
- Vertikalschnitt Gasdränage (z. B. gemäß der hier aufgeführten Beispiele),
- Grundriss Geländeoberkante mit Darstellung der geplanten Gasentweichungsmöglichkeiten.

Bei diesen Bauvorhaben sind die einzelnen Maßnahmen gegen Bodengase zum jeweiligen Zeitpunkt der Fertigstellung von einem Sachverständigen abzunehmen und zu dokumentieren.

Die Auflagen gelten für Neubauvorhaben ab einer Grundfläche von $A \geq 50\ m^2$ und bei Weichschichtenmächtigkeiten von $d \geq 2$ Meter. Informationen zur Mächtigkeit der Weichschichten sowie zu potenziell gefährdeten Gebieten können bei der BUE erfragt werden. Liegen keine genauen Kenntnisse über die Bodenluftbelastung vor, empfehlen wir die Durchführung von Bodenluftuntersuchungen.

Ihre Ansprechpartnerinnen

Für eine Beratung zu den gastechnischen Sicherungsmaßnahmen, den Bodenluftuntersuchungen und den bereits bekannten Gebieten mit einer Gasbelastung im Untergrund stehen Ihnen folgende Ansprechpartnerinnen der Behörde für Umwelt und Energie gern zur Verfügung:

Ragnhild Hummel
Telefon 040 / 428 40 - 41 81

Petra Eickers
Telefon 040 / 428 40 - 41 82

Annette Bader
Telefon 040 / 428 40 - 53 03

vorname.nachname@bue.hamburg.de

Behörde für Umwelt und Energie (BUE)
Amt für Umweltschutz
Abteilung Bodenschutz / Altlasten
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg

Diese Broschüre können Sie im Internet unter
www.hamburg.de/altlasten
herunterladen.

Hamburg | Behörde für Umwelt und Energie