



METHAN AUS WEICHSCHICHTEN

SICHERES BAUEN

BEI BODENLUFTBELASTUNG

**Hinweise für Bauherren, Planungs- und
Architekturbüros**

Inhaltsverzeichnis

Vorab: Gefahren erkennen und beheben	3
Einleitung	
Die Basis: Fester Boden unter den Füßen?	4
Gasbildende Weichschichten natürlichen Ursprungs	
Sicherheit: Gase kontrolliert ableiten	6
Auswirkungen auf eine Bebauung	
Know-how: Das müssen Sie beachten	8
Bauliche Gassicherungsmaßnahmen	
Der Check: Der Bodenluft auf die Spur kommen	11
Bodenluftuntersuchungen	
Wir beraten Sie gern	13
Hinweise und Auskünfte	
Anhang	14
Anforderungen an das Gasdränagematerial	
Impressum	15



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, Klima, Energie und Agrarwirtschaft – Bauherren, Architektur- und Ingenieurbüros über den Umgang mit einer Bodenluftbelastung durch Methan und Kohlendioxid informieren. Es werden bauliche Sicherheitsmaßnahmen zur Abwehr von Gefahren durch Bodengase sowie Verfahren zur Ermittlung der Bodenluftbelastung aufgezeigt.

Die Basis: Fester Boden unter den Füßen?

GASBILDENDE 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.

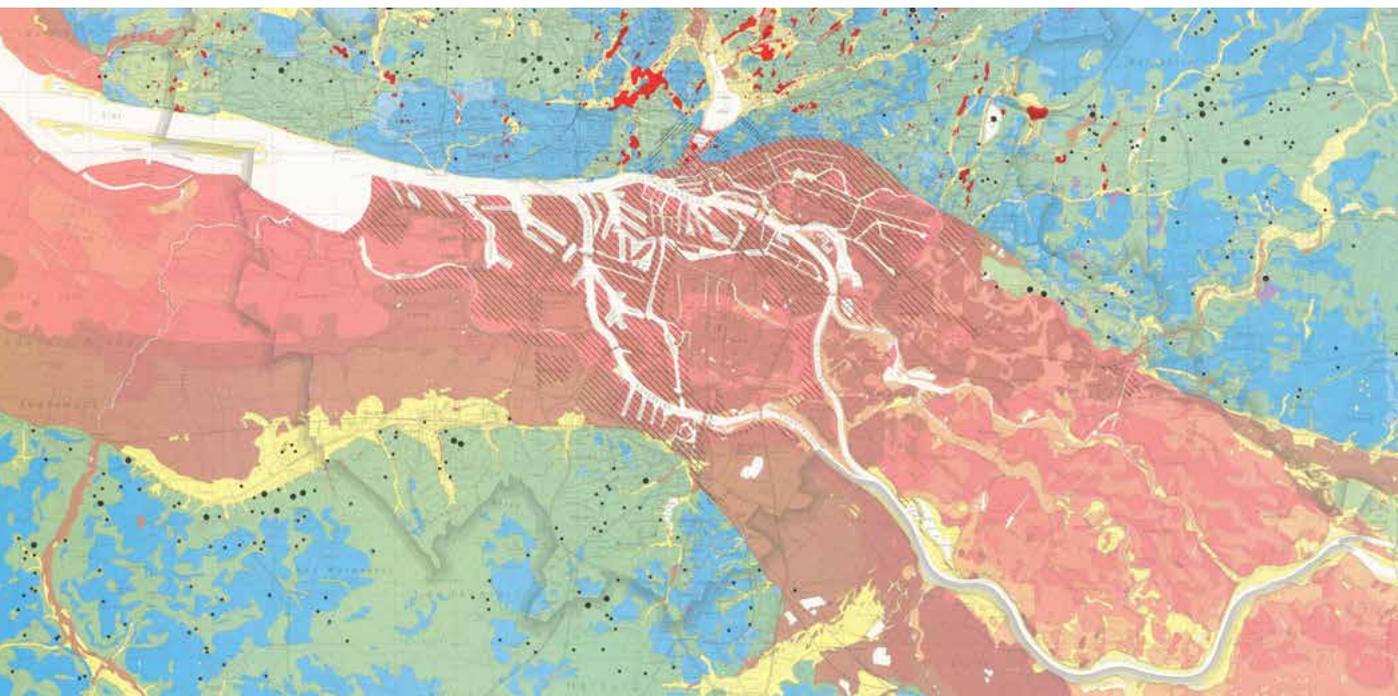
Die Mächtigkeit der Weichschichten liegt im Schnitt zwischen einem und zehn Metern.

Sie sind zum Teil von mehreren Metern 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 (Stauässe), 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.

Information stehen auch auf dem Internetportal <https://geoportal-hamburg.de/geo-online/> zur Verfügung.



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 (CH₄) 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 Volumenprozent CH₄, obere Explosionsgrenze OEG ca. 16,5 Volumenprozent CH₄). Bei höheren Anteilen ist es brennbar.

Kohlendioxid (CO₂) 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 Hafengebiete – 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 Masseprozent organische Substanz, welche zu unterschiedlichen Anteilen aus Pflanzenresten und Huminstoffen besteht.

Sicherheit: Gase kontrolliert ableiten

AUSWIRKUNGEN AUF EINE BEBAUUNG

Im Rahmen von Bebauungsplanverfahren in Gebieten, die Weichschichten im Untergrund aufweisen, führte die Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft in den letzten Jahren systematische Bodenluftuntersuchungen durch.

Fast überall wurde eine deutliche Bodenluftbelastung mit zum Teil hohen Methan- und Kohlendioxidkonzentrationen nachgewiesen.

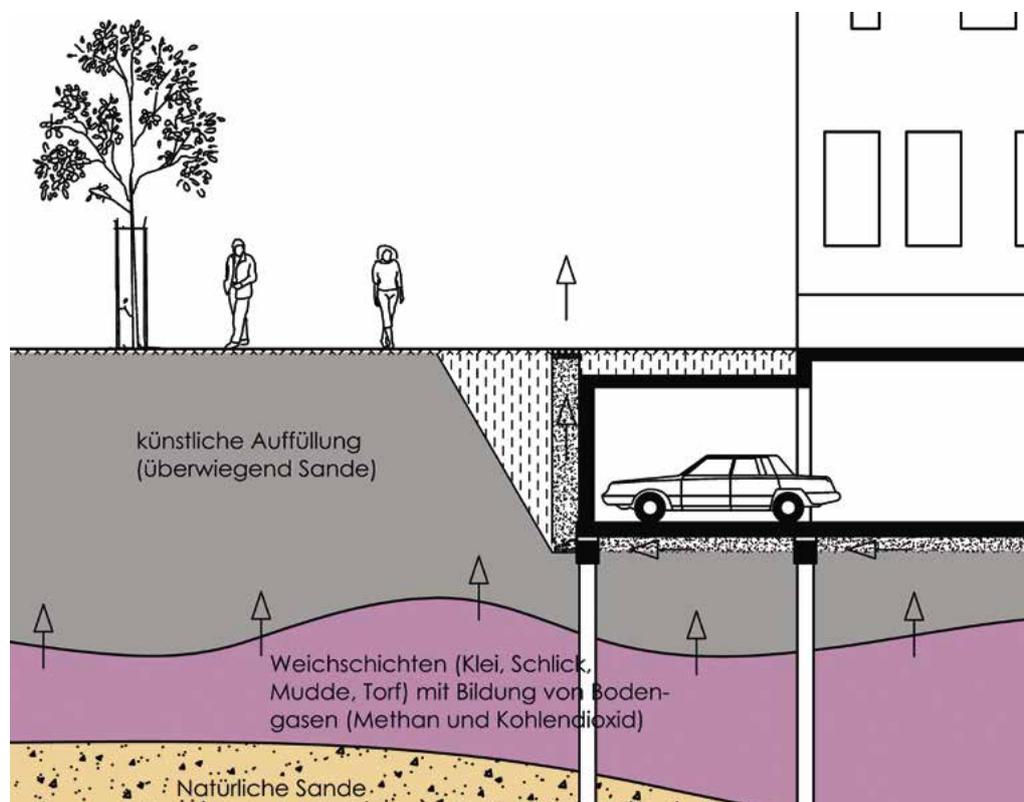
Eine Bodenluftbelastung steht der Bebauung nicht im Weg. Zur Vorsorge sind jedoch ab einer Weichschichtenmächtigkeit von zwei Metern bauliche Maßnahmen zur Ableitung der Bodengase erforderlich.

Durch den Methan- und Kohlendioxidanteil können in erster Linie Explosions- und Erstickungsgefahren entstehen.

Zur Abwehr dieser Gefahren sind daher ab einer Weichschichtenmächtigkeit von zwei Metern 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.

Die Bodengase können bis in die oberflächennahen Bodenschichten aufsteigen und sich insbesondere unter versiegelten/bebauten Flächen anreichern und in bauliche Anlagen eindringen. Besonders gefährdet sind enge Räume, Schächte und Kellerräume.



Entstehung von Bodengasen und Ableitung am Gebäude

Wird bei den Bodenluftuntersuchungen kein Methan nachgewiesen und liegen die Konzentrationen für Kohlendioxid unter fünf Volumenprozent, sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

- keine gefangenen Räume unterhalb der Sohle zur Sicherstellung der Gaswegsamkeit,
- Möglichkeiten zur Gasentweichung an der Geländeoberfläche.

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

- Sand/Kiesfilterschicht (siehe Anhang) unterhalb des Gebäudes und vertikale Dränschicht zur Ableitung von evtl. anstehenden Gasen,
- gasdichte Abdichtung aller Leitungsdurchführungen durch die Sohlen und unterirdischen Außenwände,

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, Klima, Energie und Agrarwirtschaft an eine Gasdränage gestellt.

Horizontale Flächendränge

Unterhalb der Bodenplatte ist für die Ableitung der Bodengase eine Flächendränge aus Sand oder Kies (siehe Anhang) in einer Mächtigkeit von mindestens 0,3 Metern herzustellen.

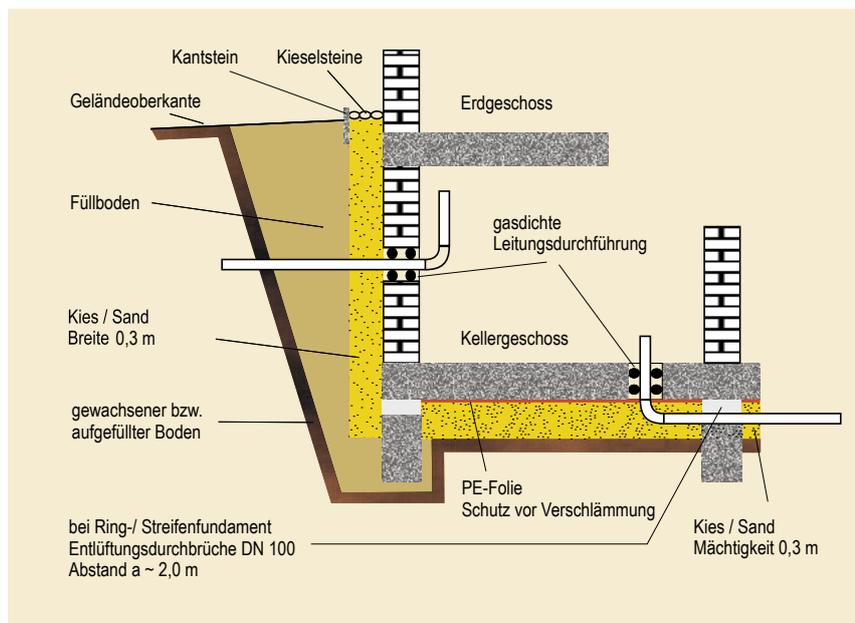
Zum Schutz vor Zementschlämmen ist die Flächendränge beim Schütten der Bodenplatte durch eine Baufolie zu schützen.

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

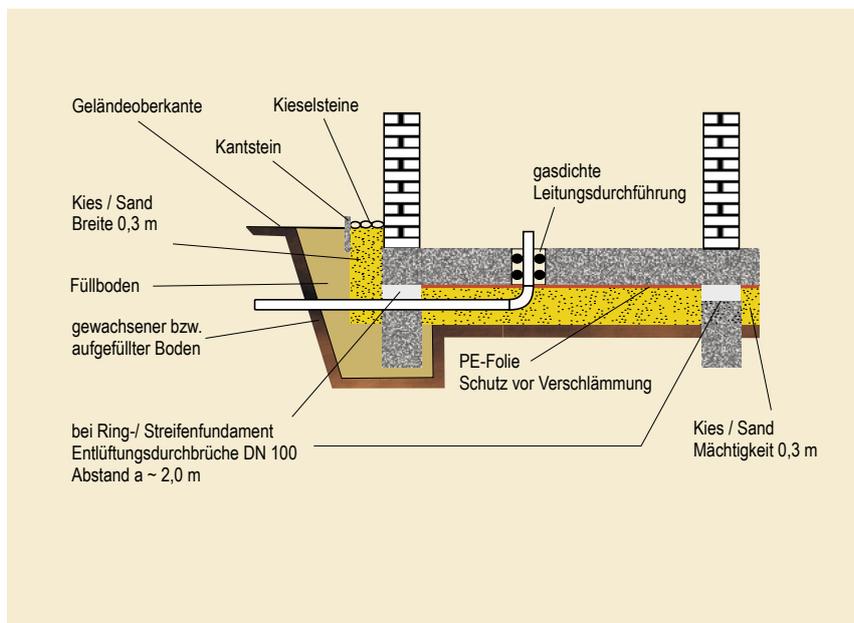
Vertikale Gasdränage

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 Metern aufweisen.

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

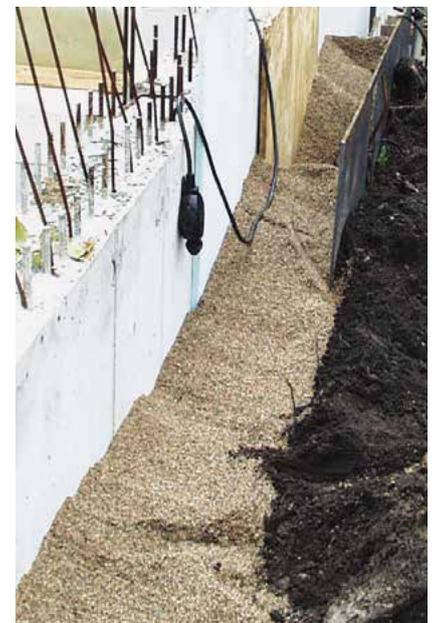
Die Gassicherungsmaßnahmen gelten für Neubauvorhaben ab einer Grundfläche von 50 Quadratmetern.

Die Planung der Gasdränage ist durch den Bauherren / das Architekturbüro in Zusammenarbeit mit einem geeigneten Ingenieurbüro zu entwickeln. Die Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft leistet dabei fachliche Hilfestellung.



Prinzipskizze 2/ Schnitt:

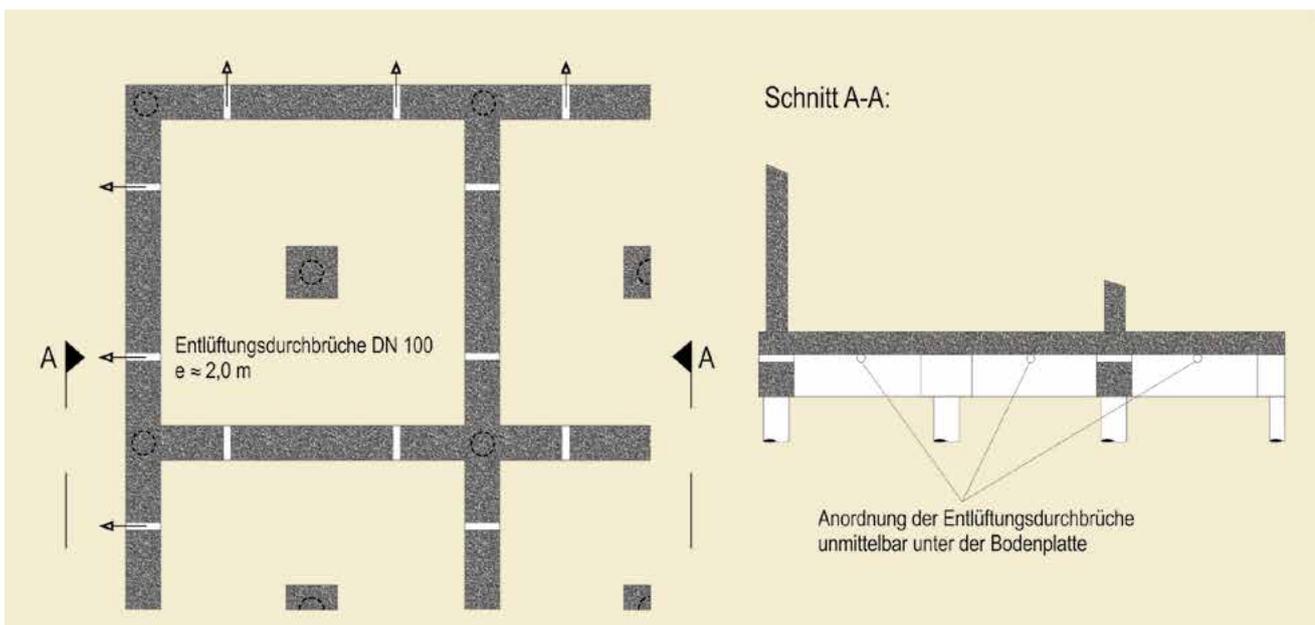
Bautechnische Maßnahmen gegen Bodengaseintritte für nicht unterkellerte Gebäude



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 (\geq 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, Klima, Energie und Agrarwirtschaft an Bohrsondierung, Probenahme und Analysenumfang gestellt.

Bohrsondierung

- Kleinrammbohrungen mit einem Minstdurchmesser von 50 Millimetern.
- 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 Meter über der erbohrten gasbildenden Weichschicht bzw. über dem gemessenen Wasserstand liegen.

- Bei Wasserständen von < 1,2 Meter unter GOK (Geländeoberkante) – oder auch bei grobkörnigen Auffüllungen – ist zunächst eine bis knapp über den Wasserspiegel reichende Schutzverrohrung in das Bohrloch einzubauen. Die Oberkante der Schutzverrohrung sollte ca. 0,5 Meter über GOK reichen. In die Schutzverrohrung ist dann die Bodenluftmesssonde einzubauen.

Beprobungsraster

Die Anzahl und Verteilung der Messpunkte ist so zu wählen, dass eine Aussage für das gesamte Grundstück / Gebiet getroffen werden kann.

Die folgende Übersicht gibt eine Orientierung über die Anzahl der erforderlichen Bohrpunkte.

- Grundstücke bis 1000 m²:
Raster von 20/30 Meter x 20/30 Meter
- Grundstücke 1000 m² bis 10.000 m²:
Raster von 30/50 Meter x 30/50 Meter
- Grundstücke größer als 10.000 m²:
Raster von 50/70 Meter x 50/70 Meter



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 (CH₄), Kohlendioxid (CO₂) und Sauerstoff (O₂) mittels eines Deponiegasmessgerätes vor Ort.
- Die gemessenen Gaskonzentrationen sind in einem Messprotokoll in Abständen von zwei Minuten zu vermerken. Hierbei ist auch die gemessene maximale Methankonzentration und das dazugehörige Volumen zu notieren.
- Nach einem Durchflussvolumen von ca. 20 Litern 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

Wir beraten Sie gern

HINWEISE UND AUSKÜNFTE

Für Bauvorhaben in Bereichen mit kritischen Methangasvorkommen können folgende Unterlagen bereits mit den Bauantragsunterlagen bei der Bauaufsichtsbehörde eingereicht werden:

- 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.

Vergleichbare bauliche Sicherungsmaßnahmen zur Gasableitung werden in Hamburg für Bauvorhaben auf oder im Umfeld ehemaliger Deponien getroffen. Bei ehemaligen Deponien / Altablagerungen können im Einzelfall weitergehende Maßnahmen erforderlich sein.

Sie sind als Auflagen Bestandteil der Baugenehmigung.

Die Auflagen gelten für Neubauvorhaben ab einer Grundfläche von 50 Quadratmetern und bei Weichschichtenmächtigkeiten ab zwei Metern. Informationen zur Mächtigkeit der Weichschichten sowie zu potenziell gefährdeten Gebieten können bei der BUKEA 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, Klima, Energie und Agrarwirtschaft gern zur Verfügung:

Ragnhild Hummel
Telefon 040 / 4 28 40-41 81

Petra Eickers
Telefon 040 / 4 28 40-41 82

Annette Bader
Telefon 040 / 4 28 40-53 03

vorname.nachname@bukea.hamburg.de

Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA)
Agrarwirtschaft, Bodenschutz und Altlasten
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg

Diese Broschüre können Sie im Internet unter <https://www.hamburg.de/boden-altlasten/> herunterladen.

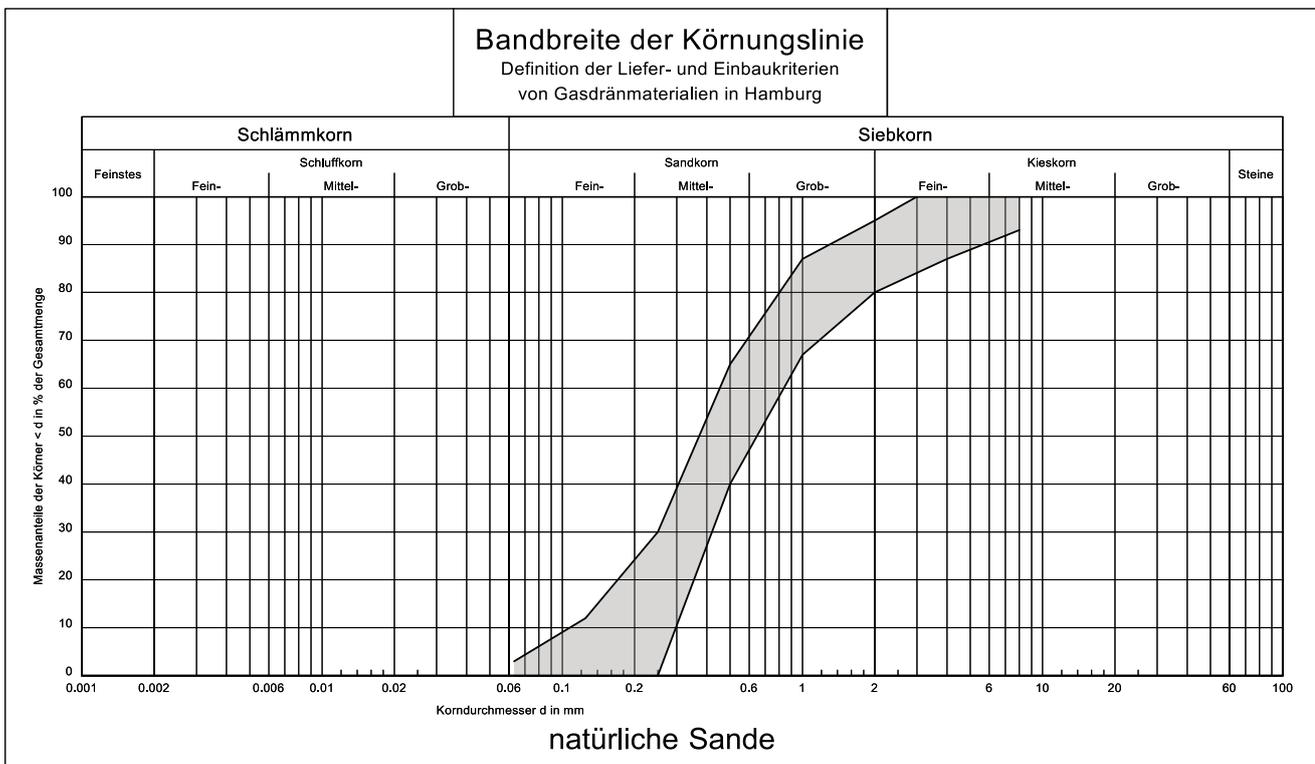
Anhang

ANFORDERUNGEN AN DAS GASDRÄNAGEMATERIAL (NATÜRLICHE SANDE)

Die nachfolgenden Kriterien gelten für natürliche Sande, die dauerhaft trocken über dem natürlichen Grund- und Stauwasserniveau liegen.

- Die Verdichtung der Materialien ist auf eine mitteldichte Lagerung bzw. eine Proctordichte bis maximal $D_{pr} \leq 98$ Prozent zu begrenzen, um die nutzbaren Porenräume nicht zu weit zu verschließen.
 - Die Materialien müssen weitgehend trocken sein. Der Wassergehalt im eingebauten Zustand sollte einen Wert von 3 Masseprozent nicht überschreiten. Nach dem Einbau ist die Gasdränerschicht z. B. mit Folien oder Unterbeton vor Niederschlagswasser zu schützen.
 - Der Schluffanteil (Körngröße $< 0,063$ Millimeter) darf im eingebauten Zustand maximal 5 Masseprozent betragen. Durch die Beanspruchung beim Verdichten steigt der zulässige Schluffanteil erfahrungsgemäß um bis zu 2 Masseprozent, so dass als Obergrenze ein Schluffgehalt von maximal 3 Masseprozent zulässig ist.
- Für Gasdränagen unter Wasser sind weiterhin die gröberen Materialien (Körnung $> 0,2$ Millimeter) zu verwenden.

Die Körnungslinie des gelieferten Sandmaterials muss innerhalb des dargestellten Körnungsbandes liegen. Das Körnungsband könnte in den gröberen Bereich (Kieskorn) in Abstimmung mit der BUKEA verschoben werden.



Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf, Lübeck / Barsbüttel

Impressum

Herausgeberin

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg



<https://www.hamburg.de/boden-altlasten/>
V.i.S.d.P.: Eva-Lotte May

Bestellungen über:

Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA)
Agrarwirtschaft, Bodenschutz und Altlasten
Neuenfelder Straße 19 | 21109 Hamburg
Telefon 040 / 428 40-52 85
bodenschutz-altlasten@bukea.hamburg.de

Redaktion:
Ragnhild Hummel, Petra Eickers

Gestaltung:
Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

Abbildungsnachweis:

Fotos/ Skizzen:

Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft:

Seiten 6, 7, 8, 9, 10

Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung: Titelbild, Seite 2, 11, 12

Geologisches Landesamt Hamburg: Seite 4

Skizze Seite 14: Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf, Lübeck / Barsbüttel

Februar 2022

