

**Planungs- und Ingenieurgesellschaft
für Bauwesen mbH
Baugrundinstitut nach DIN 1054**

**Burgauer Straße 30
86381 Krumbach**

**Tel. 08282 994-0
Fax: 08282 994-110
E-Mail: kc@klingconsult.de**

**GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG
BODENLUFTUNTERSUCHUNGEN**

**GEMEINDE DENKLINGEN
BBP "MOLKEREISTRASSE" IN
DIENHAUSEN
(LANDKREIS LANDSBERG/LECH)**

KATASTER-NR. 18100008

GEMEINDE DENKLINGEN

Auftraggeber: Gemeinde Denklingen
Hauptstr. 23
86920 Denklingen

**Feldtechnische
Untersuchungen:** Kling Consult
Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH
Baugrundinstitut/Bodenmechanisches Labor
Burgauer Straße 30
86381 Krumbach

Bodenluftanalytik: Agrolab Labor GmbH
Dr.-Pauling-Str. 3
84079 Bruckberg

**Gutachten zur
Gefährdungs-
abschätzung:** Kling Consult
Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH
Baugrundinstitut
Burgauer Straße 30
86381 Krumbach

Anlagen: 1) Lageplan, Maßstab ~ 1:1000
2) Bohrprofile, Maßstab 1:25
3) Probenahmeprotokolle Boden/Bodenluft
4) Prüfberichte Labor mit tabellarischer Zusammenstellung

Verteiler: 1) Gemeinde Denklingen 3-fach/CD-ROM
2) KC 02, ha-bo 1-fach

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Vorgang/Topographische Verhältnisse	4
1.2	Auftrag	4
1.3	Unterlagen	5
1.4	Geologisch-hydrogeologischer Überblick	5
2	Durchgeführte Untersuchungen	6
3	Untergrundaufbau	7
3.1	Mutterboden/Deckschichten	7
3.2	Anthropogene Auffüllungen	7
3.3	Quartäre Terrassenschotter	7
3.4	Obere Süßwassermolasse (OSM)	8
3.5	Hydrogeologische Situation	8
4	Untersuchungsergebnisse	9
5	Gefährdungsabschätzung	10
6	Weiteres Vorgehen	11
7	Verfasser	11

1 Allgemeines

1.1 Vorgang/Topographische Verhältnisse

Die Gemeinde Denklingen stellt derzeit die 5. Änderung des Bebauungsplanes „Molkerei-straße“ in Dienhausen auf. Auf dem Grundstück Flur-Nr. 101 der Gemarkung Dienhausen befindet sich südwestlich in ca. 40 m Entfernung zum Geltungsbereich des BBP eine Altablagerung, die im Landratsamt Landsberg am Lech unter der ABuDIS-Nr. 18100008 im Altlastenkataster erfasst ist. Weitere Angaben zur Altablagerung (z. B. Ergebnisse einer Orientierenden Untersuchung) liegen dem Landratsamt nicht vor.

Zum derzeitigen Zeitpunkt kann nicht ausgeschlossen werden, dass von den Auffüllungen im Bereich der Altablagerung ggf. noch entstehende Deponiegase in randliche Bereiche und somit in das ca. 40 m von der Nordostgrenze entfernte Gebiet der geplanten Wohnbebauung migrieren. Daher sollten Erkundungen zur Qualität und Quantität möglicherweise vorhandener Deponiegase durchgeführt werden. In Abstimmung mit der Bodenschutzbehörde sollte dazu ergänzend auch eine Bohrung innerhalb des Deponiekörpers abgeteuft werden, um die Gesamtmächtigkeit der Altablagerung und des daraus abzuleitenden Mindestabstands einer Wohnbebauung abschätzen zu können.

Das vorliegende Gutachten beschreibt und bewertet die Ergebnisse der im Juni 2015 durchgeführten feldtechnischen und analytischen Untersuchungen und führt eine Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Bodenluft-Mensch durch.

1.2 Auftrag

Auf Grundlage eines Angebots des Baugrundinstituts Kling Consult Krumbach (BIKC) vom 12. Juni 2015 (Akquise-Nr. 02.15.157) erteilte die Gemeinde Denklingen per Email vom 15. Juni 2015 den Auftrag zur Ausführung der angebotenen feldtechnischen, analytischen und gutachtlichen Leistungen.

1.3 Unterlagen

- Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1:500.000 – Bayerisches Geologisches Landesamt München, 1996
- Geologische Übersichtskarte von Kempten, Maßstab 1:200.000 – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover, 1983
- VDI-Richtlinie 3860, Blatt 1 vom Mai 2006
- LfW-Merkblatt Nr. 3.8/1 vom 31. Januar 2001
- Ergebnisse der feldtechnischen Untersuchungen durch die Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 4 (Baugrundinstitut Kling Consult Krumbach)
- Prüfbericht Agrolab GmbH Bruckberg vom 30. Juni 2015 zu Bodenluftuntersuchungen

1.4 Geologisch-hydrogeologischer Überblick

Entsprechend den Angaben der o.a. geologischen Karten sind im Bereich des Untersuchungsgebiets außerhalb der Altablagerung oberflächennah würmeiszeitliche Niederterrassenschotter zu erwarten, die sich im allgemeinen aus sandigen Kiesen zusammensetzen und durch eine Schmelzwasserrinne von den südlich bei Schwabsoien bzw. Sachsenried liegenden Endmoränen antransportiert wurden. Überlagert werden die Terrassenschotter bereichsweise von unterschiedlich mächtigen Deckschichten wie pleistozänen Lößlehm oder in Talbereichen holozänen Schwemmlernen oder –sanden. Nach den o.a. Unterlagen ist nicht gänzlich auszuschließen, dass im Untersuchungsgebiet die würmeiszeitlichen Niederterrassenschotter noch von rißeiszeitlichen Hochterrassenschottern unterlagert werden.

Im Liegenden der Terrassenschotter folgen bis in große Tiefen die Ablagerungen der jungtertiären Oberen Süßwassermolasse (OSM), die aus einer mehrfachen Wechselfolge von sandig (Flinzsande) und schluffig-tonig (Flinzmergel) ausgebildeten Schichten aufgebaut wird. Bei der Grenzfläche zwischen den beiden Schichten handelt es sich aufgrund der fluviatilen Prozesse um eine Erosionsdiskordanz, die im Gletschervorland teils erhebliche Mulden, Kuppen und Rinnen aufweist.

Innerhalb der quartären Terrassenschotter ist im Übergang zu den unterlagernden OSM-Ablagerungen von einem Grundwasservorkommen auszugehen. Über Mächtigkeit und Flurabstand können anhand der vorliegenden Unterlagen keine Aussagen getroffen werden.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Durch einen Mitarbeiter des Bodenmechanischen Labors im BIKC wurden am 23. Juni 2015 im Untersuchungsbereich insgesamt vier Kleinrammbohrungen (RKS 1 bis RKS 4) abgeteuft. Die Kleinrammbohrungen wurden beim Erreichen natürlich anstehender Quartärkiese in Tiefenlagen zwischen 2,0 m und 4,2 m unter jeweiligem Bohransatzpunkt eingestellt.

Die Lage der Untersuchungsstellen kann dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden. Die Bohrprofile der Kleinrammbohrungen mit Schichtenverzeichnis sind in Anlage 2.1 bis 2.4 dokumentiert.

Aus den Kleinrammbohrungen wurden aus temporär erstellten Bodenluftmessstellen Bodenluftproben entnommen. Dazu wurde in das bis in eine Tiefe von 2,0 m – 3,0 m vorgebohrte Bohrloch ein Bodenluftpegel eingebaut und dieser oberflächennah bis in eine Tiefe von 1,0 m abgedichtet. Daran anschließend wurde die im Bohrloch vorhandene atmosphärische Luft zunächst abgepumpt und die Veränderung der Deponiegas-Komponenten (Methan, Sauerstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid) über einen Zeitraum von 20 Minuten überwacht. Der dabei ansteigende Gehalt an Kohlendioxid (CO_2) zeigt die Zunahme von Bodenluft an. Daran anschließend erfolgte die Beprobung auf Alu-Minican Probenahmebehälter. Die Probenahmeprotokolle sind in Anlage 3 dokumentiert.

Die aus den Bohrungen RKS 1 bis RKS 4 entnommenen Bodenluftproben wurden im Labor Agrolab Bruckberg auf die Gehalte an leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) bzw. leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) sowie die vier Deponiegashauptkomponenten Sauerstoff (O_2), Stickstoff (N_2), Kohlendioxid (CO_2) und Methan (CH_4) untersucht.

Die Ergebnisse der Bodenluftanalytik aus den Bohrungen RKS 1 bis RKS 4 sind tabellarisch unter Berücksichtigung der Vor-Ort-Meßergebnisse bzw. der Einstufung in Deponiegasphasen nach VDI 3860 in übersichtlicher Form in Anlage 4 zusammengestellt bzw. den Hilfswerten des LfW-Merkblatts 3.8/1 für die Parameter LHKW und BTEX gegenübergestellt. Die Laborprotokolle liegen ebenfalls in Anlage 4 bei.

3 Untergrundaufbau

3.1 Mutterboden/Deckschichten

Oberflächennah anstehende Deckschichten mit Mutterbodenüberdeckung wurden in den außerhalb des Auffüllkörpers niedergebrachten Bohrungen RKS 2 bis RKS 4 nachgewiesen. Die aus einem meist schwach kiesigen, schluffigen organischen Sand bestehende Mutterbodenschicht weist eine Gesamtmächtigkeit von ca. 0,2 m – 0,4 m auf. Die darunter bis in eine Tiefe von 0,7 m – 0,8 m u. GOK folgenden schwach kiesigen Sand-/Schluffgemische sind ebenfalls den Deckschichten zuzuordnen (sog. "Rotlage"). In der Bohrung RKS 4 folgt im Liegenden bis in eine Tiefe von 2,2 m u. GOK ein brauner sandiger Schluff, bei dem es sich aufgrund des im Bezug auf die anderen Bohrungen sehr kleinräumigen Auftretens um eine Rinnenfüllung aus Schwemmlehm handeln dürfte. Die Deckschichten können allesamt als organoleptisch unauffällig eingestuft werden.

3.2 Anthropogene Auffüllungen

In der Bohrung RKS 1, die im Bereich der Altablagerung ABuDIS-Nr. 18100008 abgeteuft wurde, wurden bis in eine Tiefe von 3,5 m u. GOK anthropogene Auffüllungen erkundet. Ab GOK steht ein 0,9 m mächtiger Rekultivierungshorizont an, der keine Fremdbestandteile enthält und bis 0,2 m aus schluffigem, schwach kiesigen dunkelbraunen Sand mit organischen Beimengungen, darunter aus schluffig-kiesigem graubraunen Sand besteht. Anschließend folgt in einer Tiefe von 0,9 m – 3,5 m u. GOK der eigentliche Verfüllkörper, vorwiegend bestehend aus schluffig-sandigen Kiesen grauer bis brauner Farbe. Ab 3,0 m enthält das Material Ziegelreste.

Anhand der durchgeführten Bohrung ergaben sich keine Hinweise auf organoleptische Auffälligkeiten bzw. von Erdaushub abweichende Bestandteile. Diese können jedoch mit dem vorliegenden Untersuchungsrastrer im Auffüllkörper nicht ausgeschlossen werden.

3.3 Quartäre Terrassenschotter

In allen Untersuchungsstellen wurden unterhalb der anthropogenen Auffüllungen (RKS 1) bzw. unmittelbar unterhalb der Deckschichten (RKS 2 – RKS 4) Ablagerungen der quartären Terrassenschotter in Form grauer, sandiger, schwach schluffiger bis schluffiger Kiese angetroffen. Nach organoleptischem Befund waren die Schotter als unauffällig einzustufen. Auf-

grund des hohen Eindringwiderstands wurden die Bohrungen in der jeweiligen Endteufe eingestellt.

3.4 Obere Süßwassermolasse (OSM)

Ablagerungen der jungtertiären Oberen Süßwassermolasse (OSM) wurden im Zuge der feldtechnischen Untersuchungen nicht erkundet.

3.5 Hydrogeologische Situation

Innerhalb der quartären Terrassenschotter ist im Übergang zu den unterlagernden OSM-Ablagerungen von einem Grundwasservorkommen auszugehen. Über Mächtigkeit und Flurabstand können anhand der vorliegenden Unterlagen keine Aussagen getroffen werden. Die Fließrichtung dürfte dem Verlauf der Schmelzwasserrinne in Richtung zur Vorflut Lech nach Nordosten ausgegangen werden, wobei es aufgrund der eingangs erwähnten Erosionsdiskordanz mit Rinnen, Kuppen und Mulden lokal zu Veränderungen der generellen Grundwasserfließrichtung innerhalb der quartären Schotter kommen kann.

4 Untersuchungsergebnisse

Anhand der während des Abpumpvorgangs von Bodenluft aus dem Bohrloch gemessenen CO₂-Gehalte von ca. 0,9 Vol.-% bis mehr als 5 Vol.-% (Bestimmungsgrenze des Vor-Ort Messgeräts), das in der Atmosphärenluft nur in sehr geringen Spuren um ca. 0,05 Vol.-% vorhanden ist, konnte nachgewiesen werden, dass in allen Untersuchungsstellen Bodenluft auf Alu-Minican in die Probenbehälter gezogen wurde.

Schwefelwasserstoff (H₂S) war vor Ort in keiner Untersuchungsstelle nachzuweisen. Eine entsprechende laboranalytische Untersuchung erfolgte für diese Deponiegaskomponente daher nicht.

Die im Labor ermittelten Stickstoffgehalte (N₂) der Bodenluftproben lagen im Bereich des natürlich gewachsenen Bodens bei ca. 77,5 Vol.-%. In Messstelle RKS 1, die im Auffüllkörper angeordnet wurde, war ein höherer Stickstoffgehalt von 86,1 Vol.-% nachzuweisen.

Die vor Ort bzw. im Labor ermittelten Sauerstoffgehalte (O₂) der untersuchten Bodenluftproben betragen in der Altlastenfläche 13,7 Vol.-% (vor Ort) bzw. 3,0 Vol.-% (Labor), außerhalb lagen die nachgewiesenen Gehalte bei ca. 19,5 Vol.-% (vor Ort) bzw. 21,3 Vol.-% (Labor).

Die Kohlendioxidgehalte (CO₂) in der Bodenluft sind vor allem im Bereich der Bohrung RKS 1 (Auffüllung) erhöht, hier wurden vor Ort 5,0 Vol.-% (Bestimmungsgrenze des Vor-Ort Messgeräts) und im Labor 10,4 Vol.-% ermittelt. Außerhalb der Auffüllung lagen die Vor-Ort-Gehalte zwischen 0,9 – 1,5 Vol.-%, im Labor wurden hier Gehalte von 0,3 – 0,6 Vol.-% analysiert.

Methan (CH₄) war vor Ort mit 3 Vol.-% lediglich im Auffüllkörper nachzuweisen, wo im Labor ein deutlich geringerer Gehalt von 0,5 Vol.-% ermittelt wurde. In den Messstellen RKS 2 bis RKS 4 entnommenen Bodenluft wurde im Labor ebenfalls ein sehr geringer Methangehalt von jeweils 0,8 Vol.-% ermittelt.

Die jeweilige Laboranalyse auf LHKWs erbrachte lediglich in RKS 1 (Auffüllung) einen äußerst geringen Gehalt von 0,1 mg/m³, in den anderen Proben lag der Gehalt unterhalb der Nachweisgrenze.

Bei den BTEX-Analysen wurden Gehalte von 0,2 – 0,6 mg/m³ ermittelt, die ebenfalls nur knapp über der Nachweisgrenze liegen. Ein Unterschied zwischen Auffüllkörper und gewachsenem Boden lässt sich dabei kaum beobachten.

5 Gefährdungsabschätzung

Bei den Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 4 wurden aus temporären Bodenluftmesspegeln Bodenluftproben aus einer Entnahmetiefe zwischen 1,0 m bis 2,0 bzw. 3,0 m unter Gelände entnommen. Entsprechend der durchgeführten Untersuchungen lässt sich feststellen, dass zwischen Verfüllkörper und dem bzw. im Bereich des geplanten Baugebiets (RKS 2 bis RKS 4) keine signifikanten Erhöhungen bzw. Auffälligkeiten der untersuchten Parameter nachgewiesen wurden. In der Auffüllung (RKS 1) selbst deuten ein mit 3,0 Vol.-% geringer Sauerstoffgehalt und ein mit 10,4 Vol.-% erhöhter Kohlendioxidgehalt darauf hin, dass das Endstadium der Deponiegasentwicklung noch nicht erreicht ist. Methan war jedoch nur in vernachlässigbar geringen Konzentrationen feststellbar.

LHKW und BTEX waren, sofern überhaupt oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze nachzuweisen, nur in Spuren vorhanden.

Daher kann unseres Erachtens von der auf dem Grundstück Flur-Nr. 101 der Gemarkung Dienhausen bekannten Altablagerung für das geplante Baugebiet „Molkereiweg“ nicht von einem erhöhten Gefährdungspotenzial über den Wirkungspfad Bodenluft-Mensch ausgegangen werden.

In RKS 1, relativ mittig auf Flur-Nr. 101 angeordnet, wurde die Unterkante der Verfüllung bei 3,50 m u. GOK erkundet. Somit ist auch die von der Bodenschutzbehörde vorgegebene „10*m“-Regel hinsichtlich des Mindestabstandes von Altablagerungen zur zukünftigen Wohnbebauung eingehalten, da die geplante Wohnbebauung ca. 40 m von der Nordostgrenze der Altlastenverdachtsfläche entfernt ist.

Eine Beurteilung der Altablagerung selbst, die im Landratsamt Landsberg am Lech unter der ABuDIS-Nr. 18100008 im Altlastenkataster erfasst ist, ist nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens. Hierzu reichen das vorliegende Untersuchungsraster bzw. das Untersuchungsprogramm ohnehin nicht aus (vgl. Kapitel 6).

6 Weiteres Vorgehen

Gemäß den Angaben von Hr. Ehringer, Bodenschutzbehörde am LRA Landsberg am Lech ist vorgesehen, das Gelände der Altdeponie aus wasserwirtschaftlicher Sicht vollständig abzudeckeln, um ein Eindringen von Oberflächenwasser in die Auffüllungen zu verhindern. Eine besondere Folgenutzung, wie z. B. als Sportplatz, Ackerfläche o. ä., ist derzeit nicht geplant. Auch wenn keine besondere Nachnutzung geplant ist, halten wir im Rahmen der Abdeckung eine Einrichtung von Sicherungsmaßnahmen, wie z. B. einer Passiventgasung, für sinnvoll. Hierbei wird das zukünftig noch austretende Deponiegas (i. W. CO₂) ohne Zufuhr von Bewegungsenergie kontrolliert aus dem Verfüllkörper geleitet. Die Gasbewegung erfolgt durch den Entstehungsdruck bei der Vergärung und durch die Schwankungen des Außenluftdrucks, abhängig von der Wetterlage. So wird vermieden, dass sich unter der Abdeckung örtliche Gasblasen sammeln bzw. größere Gasmengen plötzlich entweichen.

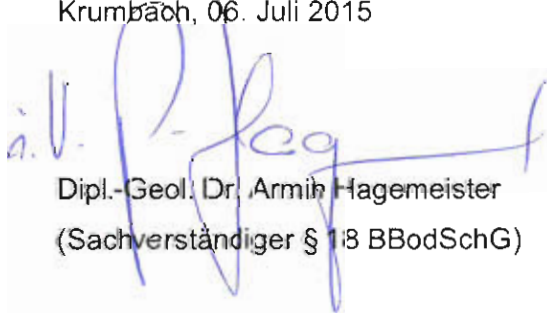
Alternativ bzw. im Vorfeld ist die Durchführung einer orientierenden Altlastenuntersuchung (OU) über den gesamten Verfüllbereich anzudenken, um die gesamte Altablagerung hinsichtlich der räumlichen Ausdehnung und den verfüllten Materialien bzw. ggf. vorhandenen Kontaminationen zu erfassen. Ziel wäre eine Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser und Boden- (Bodenluft)- Mensch.

Abschließend ist anzumerken, dass aus unserer Sicht für das geplante Baugebiet aus der Altablagerung ABuDIS-Nr. 18100008 keine Gefährdung hinsichtlich austretender Deponiegase ausgeht. Besondere Maßnahmen, insbesondere auch für evtl. erforderliche Tiefbau- oder Schachtarbeiten im Umgriff des Baugebietes, sind daher nicht erforderlich.

7 Verfasser

Baugrundinstitut Kling Consult

Krumbäch, 06. Juli 2015


Dipl.-Geol. Dr. Armin Hagemeister
(Sachverständiger § 18 BBodSchG)


Dipl.-Geol. Martin Bosch
(Projektbearbeiter)

Die Veröffentlichung des Gutachtens einschließlich aller Anlagen, auch gekürzt oder auszugsweise, bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung der Kling Consult GmbH.